



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI**

**FIRTINA DERESİ (RİZE) HAVZASINDA
DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR**

Doktora Tezi

Fatih IŞIK

Danışman
Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

SAMSUN
2022

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANA BİLİM DALI



FIRTINA DERESİ (RİZE) HAVZASINDA
DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR

Doktora Tezi

Fatih IŞIK

Danışman

Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi tarafından 20.F1218.02.01 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih IŞIK tarafından, Doç. Dr. Muhammet BAHADIR danışmanlığında hazırlanan “FIRTINA DERESİ (RİZE) HAVZASINDA DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 5.8.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Cevdet YILMAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Coğrafya Eğitimi Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Muhammet BAHADIR Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Harun Reşit BAĞCI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Prof. Dr. Nesibe KÖSE İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Botaniği Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi İlder Kutlu HATİPOĞLU Gümüşhane Üniversitesi Fiziki Coğrafya Ana Bilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

İmza
15/08/2022
Fatih ŞİK

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : FIRTINA DERESİ (RİZE) HAVZASINDA
DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 22.06.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 13

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza
16/08/2022
Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

ÖZET

FIRTINA DERESİ (RİZE) HAVZASINDA DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR

Fatih IŞIK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalı

Doktora, Ağustos/2022

Danışman: Doç. Dr. Muhammet BAHADIR

Dünyada değişen iklim özelliklerine bağlı olarak, orman ekosistemini inceleyen araştırmaların sayısı artmaktadır. Türkiye’de nemli-ılıman ve nemli-soğuk iklimlere sahip Doğu Karadeniz Bölümü ormanlarıyla ilgili yapılan dendrokronolojik çalışmalar izlendiğinde sahanın bakir sayılabilecek özellikte olduğu görülmektedir. Bu sebeple Türkiye’nin orman varlığı açısından korunması gereken 9 sıcak noktalardan biri olan Fırtına Deresi Havzası, araştırma sahası olarak seçilmiştir. Yaklaşık 1.150 km²’lik yüzölçümüne sahip havza, kuzeyden Karadeniz, güneyden Kaçkar ve Soğanlı Dağları’nın su bölümü çizgisiyle sınırlandırılmıştır. Havzada, konifer türlere ait iklime duyarlı kronolojiler oluşturmak, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak farklı yükselti kademelerindeki ağaçların davranışlarını anlamak, ormanların gelecek durumları hakkında bilgi edinmek araştırmanın temel amaçlarından. Araştırmada, 8 yörenin 133 canlı ağacından 274 artım kalemi toplanmıştır. Kalemlerin ölçümü LINTAB-TSAP Ölçüm Sistemi ve Cybis 9.7 programıyla yapılmış, dendrokronolojik yöntemlerle analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerde en uzun 298 (CEY yöresi), en kısa 144 yıl (MOL yöresi) olmak üzere toplam 8 yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Türkiye’nin Doğu Karadeniz Bölümü’nde yer alan ağaçlara dair yeterli kronolojik veri üretilmemiştir. Bu sebeple Doğu Ladini ve Doğu Karadeniz göknarı türleri için oluşturulan yıllık halka kronolojileri, önemli bir alansal boşluğa katkı sağlamıştır. İklim elemanları ve ağaç halkası büyümesi arasındaki ilişki incelendiğinde 1.500 m (± 100 m) yükseltinin üzerinde büyüme ile sıcaklık arasında, 1.500 m (± 100 m) yükseltinin altında ise büyüme ile yağış arasında pozitif bir ilişki görülmüştür. Özellikle ocak-nisan ortalama sıcaklıkları ile ağaç halkası gelişimi ve mayıs ayı yağışları ile ağaç halkası gelişimi arasında pozitif bir korelasyon vardır. Bunun yanında nisan ayı toplam yağışları ile ağaç halkası gelişimi arasında ise negatif korelasyon vardır. Hareketli korelasyon analizlerinde, iklim - yıllık halka büyüme ilişkilerindeki zamansal stabilite incelenmiştir. Çalışma alanında, ağaçların iklime verdiği tepkinin zaman içerisinde stabil olmadığı görülmüştür. Bu durum, havzada sıcaklık, yağış ve akım rökonstrüksiyonlarının gerçekleştirilememesine neden olmuştur. GAMM analizinin sonucu olarak, ocak-nisan aylarındaki 0 °C – 2 °C arası ortalama sıcaklıkların ve ocak-şubat aylarındaki yaklaşık 60 – 100 mm arası toplam yağışların, ladin türü büyümesini olumlu yönde etkilediği ve yıllık halka üretimde kritik eşik değerleri oluşturduğu anlaşılmıştır. Araştırmadaki tüm bulgular, orman ekosisteminin iklim değişikliğinden nasıl etkilendiğini göstermiştir. Bu hususta iklim değişikliğine uyum ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması kapsamında planlar ve uygulamalar yapacak olan ekosistemleri yönetenlere ve politikacılara önemli altlık sağlanmıştır. Bu nedenle, küresel iklim değişimi göz önüne alınarak, ağaç halkası ağının zamansal ve mekânsal kapsamını iyileştiren çalışmaların artırılması elzemdir.

Anahtar Sözcükler: Ağaç yıllık halkası, İklim değişikliği, Dendrokronoloji, Dendroklimatoloji, Dendroekoloji, Dendrohidroloji, Fırtına Deresi.

ABSTRACT

DENDROCLIMATOLOGICAL STUDIES IN FIRTINA STREAM (RİZE) BASIN

Fatih IŞIK

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Geography

Ph.D., August/2022

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammet BAHADIR

Depending on changing climate characteristics on the earth, the number of studies examining the forest ecosystem has been increasing. When the dendrochronological studies on the forests of the Eastern Black Sea Region, which have humid-temperate and humid-cold climates in Turkey, are followed, it is seen that the area can be considered untouched. For this reason, Firtına River Basin, which is one of 9 hotspots that should be protected in terms of Turkey's forest assets, was chosen as the research area. The basin, which has a surface area of approximately 1.150 km², is bordered by the Black Sea from the north, and the water section of the Kaçkar and Soğanlı Mountains from the south. Creating climate-sensitive chronologies of coniferous species in the basin, understanding the behavior of trees at different altitudes depending on global climate change, and obtaining information about the future circumstances of forests are among the main objectives of the research. In the research, 274 tree-ring core samples were collected from 133 living trees in 8 regions. The measurement of tree-ring core samples was made with the LINTAB-TSAP Measurement System and the Cybis 9.7 program, and analyzes were carried out with dendrochronological methods. In analyzes, a total of 8 regional chronologies were created, the longest being 298 (CEY region) and the shortest 144 years (MOL region). Adequate chronological data on the trees in the Eastern Black Sea Region of Turkey have not been produced. For this reason, annual ring chronologies for *Picea orientalis* and *Abies nordmanniana* contributed to the field. When the relationship between climatic elements and tree ring growth was examined, a positive relationship was observed between growth and temperature above 1.500 m (± 100 m) altitude, and between growth and precipitation below 1.500 m (± 100 m) altitude. There is a positive correlation between January-April average temperatures and tree ring development, and between May precipitation and tree ring development. In addition, there is a negative correlation between total precipitation in April and tree ring development. In moving correlation analyses, temporal stability in the relationship between climate and annual ring growth was examined. In the study area, it was observed that the response of the trees to the climate was not stable over time. This has resulted in the inability to perform temperature, precipitation and flow reconstructions in the basin. As a result of GAMM analysis, it was understood that the average temperatures between 0 °C and 2 °C in January-April and the total precipitation between about 60-100 mm in January-February affected *picea orientalis* growth positively and created critical threshold values for annual ring production. All findings in the research showed how the forest ecosystem was affected by climate change. In this regard, important data has been provided to those who manage ecosystems and policy makers who will make plans and practices within the scope of adaptation to climate change and mitigation of the effects of climate change. Therefore, taking into account global climate change, it is essential to increase studies that improve the temporal and spatial extent of the tree ring network

Keywords: Tree ring, Climate change, Dendrochronology, Dendroclimatology, Dendroecology, Dendrohydrology, Firtina Stream.



ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Son yıllarda çevre bilincinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, ortamın kirletilmeden ve doğal dengesinin bozulmadan sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu nedenle ekolojik araştırmalar ile doğal ortamın incelenmesi ve tespit edilen sorunlara çözüm önerilerinin getirilmesi önemlidir. Bu bakış açısıyla hazırlanan tez, Türkiye'nin 9 sıcak noktasından biri olan Fırtına Deresi (Rize) Havzası'nda gerçekleştirilmiştir. İklim-ağaç büyümesi arasındaki ilişkiyi dendrokronolojik yöntemlerle açıklamayı amaç edinen bu araştırma çerçevesinde çalışma sahasında onar günlük iki arazi çalışması yapılmış ve uzun bir ölçüm süreci geride bırakılmıştır.

Gümüşhane Üniversitesi, BAP (Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü) tarafından GÜBAP 2902 Hızlı Destek Programı kapsamında **20.F1218.02.01** koduyla desteklenen bu tez, beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde konuya giriş yapılmış, çalışmanın amacı, önemi ve saha sınırları belirtilmiştir. İkinci bölümde tüm süreç boyunca elde edilen materyal ve uygulanan yöntemler detaylıca ele alınmıştır. Üçüncü bölümde araştırma sahasının fiziki coğrafya özellikleri incelenmiştir. Dördüncü bölümde dendrokronolojik, dendroklimatolojik, dendrohidrolojik, dendroekolojik özellikler ile rökonstrüksiyon sürecine ait bulgular açıklanmıştır. Son bölümde ise araştırmanın sonuçları özetlenmiş ve tartışma yapılmıştır.

Araştırma konusunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar bilgi ve katkılarını esirgemeyen danışman değerli hocam Doç. Dr. Muhammet BAHADIR'a teşekkür ederim. Dendrokronoloji yönteminin öğrenilmesinde, uygulanmasında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, araştırmanın olgunlaşması sırasında katkı ve yardımlarını her aşamada gördüğüm çok değerli hocam Prof. Dr. Nesibe KÖSE'ye içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında beni yönlendiren, bilgi ve tecrübeleri ile yol gösteren, başarılı bir birey olmam için çaba gösteren, her zaman öğrencisi olma gururu yaşayacağım Gümüşhane Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK hocama sonsuz teşekkür ederim. Tezimin proje destek kısmında yürütücülüğü üstlenen ve her koşulda yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi İlter Kutlu HATİPOĞLU hocama şükranlarımı sunarım. Ayrıca tezimi destekleyen Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi Orman Botaniği Anabilim Dalı, Yılık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı kapılarını bana açan, misafirperverlikleriyle gönülleri hoş eden, yılık halka analizleri sırasında benden bilgi ve görüşlerini esirgemeyen Prof. Dr. Ünal AKKEMİK ve Dr. Öğr. Üyesi H. Tuncay GÜNER hocalarıma çok teşekkür ederim. Tezimin istatistiksel analiz ve görselleştirme işlemlerinin yapılmasında bilgilerinden oldukça faydalandığım Prof. Dr. H. Nüzhet DALFES ve Prof. Dr. Sedat AVCI hocalarıma teşekkürü borç bilirim. Tez izleme komitesinde yer almayı kabul eden, bilgilerini ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Cevdet YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Harun Reşit BAĞCI hocalarıma çok teşekkür ederim.

Arazi çalışması, ölçüm, analiz ve yazım işlemlerinde hep yanımda olan çok değerli dostlarım Dr. Kemal ERSAYIN'a, Araş. Gör. Bedirhan GÜRÇAY'a, Araş. Gör. M. Enes KARACOŞKUN'a, Furkan KARABACAK'a, Sena GENÇ ve Evrim Ayşe ŞAHAN'a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Son olarak; tüm yaşamım ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak hep yanımda olan, desteklerini her zaman hissettiğim ve benim için büyük fedakarlıklarda bulunan annem Kudret IŞIK, babam Necatin IŞIK ve eşim Aybüke IŞIK'a sonsuz teşekkür ederim.

Fatih IŞIK
Samsun-2022

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi	3
1.2. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi	4
1.2.1. Dendrokronoloji	4
1.2.2. Dendroklimatoloji	6
1.2.3. Dendrohidroloji	6
1.2.4. Dendroekoloji	7
1.2.5. Yıllık Halkalar ve Yıllık Halka Genişliğini Etkileyen İklim Değişkenleri	7
1.2.5.1. Sıcaklığın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi	8
1.2.5.2. Yağışın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi	9
1.2.6. Ekoloji ve Ekosistem	9
1.2.6.1. Orman Ekosistemi	10
1.3. Literatür Değerlendirmesi	10
1.4. Araştırma Sahasının Yeri, Sınırları ve Özellikleri	24
2. MALZEME VE YÖNTEMLER	27
2.1. Fiziki Coğrafya Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Materyal ve Yöntemler	27
2.2. Dendrokronolojik, Dendroklimatolojik, Dendroekolojik Materyal ve Yöntemler	34
2.2.1. Çalışma Materyali, Örnek Alan Seçimi ve Örneklerin Alınması	34
2.2.2. Yıllık Halka Analizleri	37
2.2.2.1. Dendrokronolojik Yöntemler	37
2.2.2.2. Dendroklimatolojik Yöntemler	45
2.2.2.3. Rökonstrüksiyon Analizi	48
2.2.2.4. Dendroekolojik Yöntemler	52
3. ARAŞTIRMA SAHASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ	53
3.1. Jeolojik Özellikler	53
3.1.1. Mesozoyik	54
3.1.1.1. Hamurkesen Formasyonu (Jh)	55
3.1.1.2. Çatak Formasyonu (Kç)	55
3.1.1.3. Kızılkaya Formasyonu (Kk)	57
3.1.1.4. Çağlayan Formasyonu (Kça)	57
3.1.1.5. Çayırbağ Formasyonu (Kçb)	58
3.1.2. Tersiyer	58
3.1.2.1. Kaçkar Granitoyidi-I (Kk1)	58
3.1.2.2. Pazar Formasyonu (Mp)	60
3.1.2.3. Hamidiye Formasyonu (Qçkk)	60
3.1.3. Kuvaterner	60
3.1.3.1. Alüvyonlar (Qal)	60
3.1.3.2. Morenler	61
3.1.4. Tektonik Hareketlilik	61
3.2. İklim Özellikleri	62
3.2.1. İklim Elemanları	63
3.2.1.1. Sıcaklık	64

3.2.1.2. Nispi (Bağıl) Nem.....	84
3.2.1.3. Bulutluluk.....	86
3.2.1.4. Sis.....	87
3.2.1.5. Yağış	88
3.2.1.6. Rüzgâr	116
3.2.2. İklim Tipi	122
3.2.2.1. Erinç Kuraklık İndisi.....	122
3.2.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması	126
3.2.2.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırması	128
3.3. Hidrografiya Özellikleri.....	132
3.3.1. Akarsular.....	132
3.3.1.1. Akarsu Ağı, Drenaj ve Çatallanma Özellikleri	133
3.3.1.2. Akarsu Boyuna Profil Özellikleri.....	136
3.3.1.3. Akarsuların Akım (Debi)-Rejim Özellikleri	137
3.3.2. Göller	140
3.3.3. Yeraltı Suları ve Kaynaklar.....	142
3.4. Toprak Özellikleri.....	143
3.4.1. Büyük Toprak Grupları.....	144
3.4.1.1. Zonal Topraklar.....	144
3.4.1.1.1. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar	144
3.4.1.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları.....	145
3.4.1.2. İntrazonal Topraklar	147
3.4.1.3. Azonal Topraklar	148
3.4.1.3.1. Alüvyal Topraklar.....	148
3.4.1.3.2. Kolüvyal Topraklar.....	148
3.4.2. Diğer Alanlar	149
3.4.2.1. Çıplak Kayalık Alanlar	149
3.5. Bitki Örtüsü Özellikleri.....	150
3.5.1. Orman Formasyonu	155
3.5.1.1. Kızılağaç (<i>Alnus</i>) Ormanları	156
3.5.1.2. Kayın-Kestane-Meşe-Gürgen Ormanları	156
3.5.1.3. Şimşir (<i>Buxus L.</i>) Ormanları	158
3.5.1.4. Ladin (<i>Picea</i>)-Göknar (<i>Abies</i>) Ormanları	159
3.5.2. Çalı Formasyonu	162
3.5.3. Ot (Subalpin-Alpin) Formasyonu	163
3.6. Jeomorfolojik Özellikler	164
3.6.1. Yükselti Özellikleri	166
3.6.2. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral.....	168
3.6.3. Eğim Özellikleri.....	171
3.6.4. Bakı Özellikleri.....	175
3.6.5. Profil Analizleri	177
3.6.6. Başlıca Jeomorfolojik Birimler	180
3.6.6.1. Aşınım Yüzeyleri	181
3.6.6.2. Vadiler.....	182
3.6.6.3. Taraçalar.....	185
3.6.6.4. Glasiyal Şekiller.....	185
3.6.6.5. Periglasiyal Şekiller	195
4. BULGULAR.....	198
4.1. Dendrokronolojik Bulgular	198
4.1.1. CAT Yöre Kronolojisi	198
4.1.2. PAL Yöre Kronolojisi.....	201
4.1.3. KAV Yöre Kronolojisi.....	204
4.1.4. HAL Yöre Kronolojisi	207
4.1.5. CEY Yöre Kronolojisi	210

4.1.6. HEM Yöre Kronolojisi.....	213
4.1.7. MOL Yöre Kronolojisi.....	217
4.1.8. YUK Yöre Kronolojisi.....	220
4.2. Dendroklimatolojik Bulgular	223
4.2.1. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri.....	223
4.2.1.1. CAT Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	224
4.2.1.2. PAL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri.....	225
4.2.1.3. KAV Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	226
4.2.1.4. HAL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	227
4.2.1.5. CEY Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	228
4.2.1.6. HEM Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	229
4.2.1.7. MOL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	230
4.2.1.8. YUK Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri	231
4.2.2. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi	232
4.2.2.1. CAT Yöresi	233
4.2.2.2. PAL Yöresi.....	234
4.2.2.3. KAV Yöresi	235
4.2.2.4. HAL Yöresi.....	236
4.2.2.5. CEY Yöresi	237
4.2.2.6. HEM Yöresi	238
4.2.2.7. MOL Yöresi	239
4.2.2.8. YUK Yöresi	240
4.3. Rökonstrüksiyon Süreci	241
4.4. Dendrohidrolojik Bulgular.....	242
4.5. Dendroekolojik Bulgular.....	244
4.5.1. Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkiler.....	244
5. SONUÇLAR.....	247
5.1. Fiziki Coğrafya Sonuçları	247
5.2. Dendrokronoloji Sonuçları.....	249
5.3. Dendroklimatoloji Sonuçları.....	251
5.3.1. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi	252
5.4. Dendrohidrolojik Sonuçlar.....	256
5.5. Dendroekolojik Sonuçlar	259
KAYNAKÇA.....	262
EKLER	280

SİMGELER VE KISALTMALAR

CAT	: Çatköy Yerleşkesi Yöre Kronolojisi Kodu
CEY	: Ceymakçur Yaylası Yöre Kronolojisi Kodu
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
E	: Doğu
EUY	: Eğrilerin uyum yüzdesi
HAL	: Hala Deresi Yöre Kronolojisi Kodu
HEM	: Hemşin Deresi Yöre Kronolojisi Kodu
KAV	: Kavron Deresi Yöre Kronolojisi Kodu
km	: Kilometre
km ²	: Kilometre kare
m	: Metre
m/s	: Metre/saniye
m ³ /sn	: Metreküp/saniye
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mm	: Milimetre
MOL	: Mollaveyis Köyü Yöre Kronolojisi Kodu
MTA	: Maden Tetkik Arama
N	: Kuzey
NE	: Kuzeydoğu
NW	: Kuzeybatı
°C	: Santigrat derece
OMGİ	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
ort.	: Ortalama
PAL	: Palovit Yaylası Yöre Kronolojisi Kodu
PE	: Potansiyel Evapotranspirasyon
PCA	: Temel Bileşen Analizi
S	: Güney
SE	: Güneydoğu
SW	: Güneybatı
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
W	: Batı
YUK	: Yukarışimşirlik Deresi Yöre Kronolojisi Kodu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kozalaklı bir ağacın enine kesiti boyunca hücre yapısı ve ifadeleri (Fritts, 1976'den düzenlenerek alınmıştır).....	5
Şekil 1.2. Fırtına Deresi Havzası lokasyon haritası.	26
Şekil 2.1. Araştırma alanını tanımlayan topografya paftalarının Google Earth görüntüsü. .	28
Şekil 2.2. Fırtına Deresi Havzası MGM ve AGİ konumları haritası.....	29
Şekil 2.3. Araziden örnek alım süreci: a) Ağacın A yönünden örnek alımı, b) B yönünden örnek alımı, c) artım kaleminin çıkarılması, d) örneğin göreceli sayılması.	35
Şekil 2.4. Fırtına Deresi Havzasında örnek alım yerleri.	37
Şekil 2.5. Artım kalemlerinin tutkalla yapıştırılması (a), lastikle tutturulması (b), zımparalanması (c) ve seksiyonlara ayrılması (d).....	38
Şekil 2.6. Ölçüm işleminin yapıldığı CooRecorder programının ara yüzü.	39
Şekil 2.7. CDendro programına ait ara yüz.....	40
Şekil 2.8. HEM yöresi 11A-B örneklerine ait artım kalemleri. 1960-1930 yılları arasında muhtemel olarak diğer ağaçların gölgesinde kalmasına bağlı olarak oluşan dar halkalar.	42
Şekil 2.9. CAT yöre kronolojisinin oluşturulmasında kullanılan 'dplr' paketi kodları. ...	45
Şekil 2.10. Havza sınırları dâhilinde CRU-TS4.05 verisinin Google Earth görüntüsü. ...	47
Şekil 2.11. CAT yöre kronolojisinin korelasyon katsayısının hesaplanmasında kullanılan treeclim paketi kodları.....	49
Şekil 2.12. Her bir temel bileşen tarafından açıklanan varyansların yüzdesi.	50
Şekil 3.1. Fırtına Deresi Havzası jeoloji haritası.....	54
Şekil 3.2. Çatak formasyonu içerisinde sokulum yapmış bazalt sütunları ile üzerinde yer alan ladin, göknar ve kaynırlardan bir görünüm.....	56
Şekil 3.3. Fırtına Deresi Havzası ve çevresi diri fay haritası (Kaynak: MTA).	62
Şekil 3.4. Fırtına Deresi Havzası sıcaklık dağılım haritası.....	66
Şekil 3.5. Rize istasyonunda uzun yıllık sıcaklık seyrindeki değişim.	68
Şekil 3.6. Rize'de yıllık ortalama sıcaklıkların seyri.....	68
Şekil 3.7. Pazar istasyonunda uzun yıllık sıcaklık seyrindeki değişim.	69
Şekil 3.8. Pazar'da yıllık ortalama sıcaklıkların seyri.....	69
Şekil 3.9. Pearson korelasyon analizine göre Rize ve Pazar meteoroloji istasyonları ile CRU TS-4.05 grid verisine ait sıcaklık değerleri.	70
Şekil 3.10. Fırtına Deresi Havzasında ocak ayı ortalama sıcaklıklarının dağılımı.	71
Şekil 3.11. Fırtına Deresi Havzasında temmuz ayı ortalama sıcaklıklarının dağılımı.....	72
Şekil 3.12. Rize istasyonu ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.	73
Şekil 3.13. Pazar istasyonu ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.	74
Şekil 3.14. Rize'de uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel sıcaklık diyagramı. ...	77
Şekil 3.15. Pazar'da uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel sıcaklık diyagramı. ...	77
Şekil 3.16. Rize'de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.	79

Şekil 3.17. Pazar'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.	80
Şekil 3.18. Rize ve Pazar'a ait nispi (bağıl) nem oranları grafiği.....	85
Şekil 3.19. OMGİ'lere ait nispi (bağıl) nem oranları grafiği.....	86
Şekil 3.20. Rize ve Pazar istasyonlarına ait bulutluluk değerleri.....	87
Şekil 3.21. Fırtına Deresi Havzasına ait yağış dağılışı haritası.	90
Şekil 3.22. Rize'de yıllık yağışların uzun yıllık seyri.	92
Şekil 3.23. Pazar'da yıllık yağışların uzun yıllık seyri.	93
Şekil 3.24. Rize ve Pazar istasyonlarında yağışların mevsimlik dağılışı.	94
Şekil 3.25. İnceleme alanı içerisinde yer alan OMGİ istasyonlarına at yağışın mevsimlik dağılışı.....	95
Şekil 3.26. Rize istasyonuna ait aylık yağış grafiği (mm).	96
Şekil 3.27. Pazar istasyonuna ait aylık yağış grafiği (mm).....	96
Şekil 3.28. OMGİ'lere ait aylık yağış grafiği (mm).....	97
Şekil 3.29. Rize istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.....	98
Şekil 3.30. Pazar istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.	99
Şekil 3.31. Rize istasyonu ait aylık muhtemel yağışlar.	101
Şekil 3.32. Pazar istasyonu ait aylık muhtemel yağışlar.	101
Şekil 3.33. Rize ve Pazar'da toplam yağış içinde sağanak yağışların oranı	103
Şekil 3.34. Rize'de sağanak yağışlar ve bulunduğu ayın toplam yağışı ile kıyaslanması.....	105
Şekil 3.35. Pazar'da sağanak yağışlar ve bulunduğu ayın toplam yağışı ile kıyaslanması.....	110
Şekil 3.36. Rize ve Pazar istasyonlarına ait Rubinstein formülüne göre hâkim rüzgâr yönleri.	119
Şekil 3.37. OMGİ verilerine ait Rubinstein formülüne göre hâkim rüzgâr yönleri.	120
Şekil 3.38. Fırtına Deresi Havzası rüzgâr hızı haritası (Kaynak: URL-8, 2022).	122
Şekil 3.39. Rize'nin Thornthwaite iklim tasnifine göre su bilançosu diyagramı.	130
Şekil 3.40. Pazar'ın Thornthwaite iklim tasnifine göre su bilançosu diyagramı.	131
Şekil 3.41. Fırtına Deresi havzası akarsu ağı haritası.	134
Şekil 3.42. Fırtına Deresi havzası alt havzalar ve çatallanma haritası.	136
Şekil 3.43. Fırtına Deresi ve bazı kolların boyuna profilleri.....	137
Şekil 3.44. Topluca ve Sütlüce AGİ'ye göre uzun yıllık akım değerleri.....	138
Şekil 3.45. Topluca AGİ'ye ait aylık akım değerleri kutu grafiği.	139
Şekil 3.46. Sütlüce AGİ'ye ait aylık akım değerleri kutu grafiği.	139
Şekil 3.47. Fırtına Deresi havzasında yer alan başlıca sirk gölleri.	140
Şekil 3.48. Fırtına Deresi Havzasının toprak dağılışı haritası.....	145
Şekil 3.49. Galer Düzlüğünde yer alan kolüvyal depo içerisinde akarsu birim sürecine ait yuvarlak malzemelerin olduğu görülmektedir.	150
Şekil 3.50. Fırtına Deresi Havzasının bitki örtüsü haritası.	154

Şekil 3.51. İnceleme alanında Ardeşen/Merkez-Altıparmak Dağları arasının bitki kesiti.....	155
Şekil 3.52. İnceleme alanında Çırbona Tepe-Sırpal Tepe arası bitki kesiti.....	155
Şekil 3.53. Çamlıhemşin-Çat yolu üzerinde yer alan adi şimşir (Buxus sempervirens L.) ormanından bir görünüm.....	159
Şekil 3.54. Çatköy yerleşmesinin güneyinde dağılışı gösteren saf doğu ladini toplulukları.....	160
Şekil 3.55. Çatköy'ün doğu yamacında Doğu ladini ormanlarından örnek alımı.....	161
Şekil 3.56. Fırtına Deresi Havzası yükselti basamakları haritası.....	167
Şekil 3.57. Havzanın ortalama yükseltisini gösteren histogram.....	168
Şekil 3.58. Çalışma sahasının hipsometrik eğrisi.....	170
Şekil 3.59. Çalışma sahasında eğim sınıflarının dağılışı.....	172
Şekil 3.60. Fırtına Deresi Havzasının eğim haritası.....	173
Şekil 3.61. Pokut Yaylasının güneybatı yamacında eksantrik gövde oluşumu.....	174
Şekil 3.62. Araştırma sahasında bakı sınıflarının dağılışı.....	175
Şekil 3.63. Fırtına Deresi Havzasının bakı haritası.....	176
Şekil 3.64. Fırtına Deresi Havzasının profil serileri.....	178
Şekil 3.65. Fırtına Deresi ve kollarının enine profilleri.....	179
Şekil 3.66. Fırtına Deresi Havzasının blok diyagramı, kuzeybatıdan bakış.....	181
Şekil 3.67. Çamlıhemşin'de eski akarsu aşım seviyelerinden bir görünüm (güneye bakış).....	182
Şekil 3.68. Havzada yer alan "V" şekilli vadiden bir görünüm (Zil Kale'ye kuzeyden bakış).....	183
Şekil 3.69. Palovit Şelalesinden bir görünüm.....	184
Şekil 3.70. Havzada yer alan geniş tabanlı vadiden bir görünüm (Ardeşen/Akkaya Köyü kuzeye bakış).....	185
Şekil 3.71. Verçenik Dağında sıralı şekilde Kapılı sirk göllerinden bir görünüm.....	188
Şekil 3.72. Salır Tepeden aretlerin bir görünümü.....	189
Şekil 3.73. Araştırma sahasında yer alan bazı buzul vadileri (Geçen vd., 2018a'dan yararlanarak).....	190
Şekil 3.74. Verçenik buzul vadisinden bir görünüm (kuzeye bakış).....	191
Şekil 3.75. Fırtına Deresi Havzasında yer alan buzul vadilerinin boyuna ve enine profilleri.....	192
Şekil 3.76. Verçenik buzul vadisinde yer alan asılı vadiden bir görünüm.....	193
Şekil 3.77. Verçenik buzul vadisinde yer alan hörgüç kayadan bir görünüm.....	194
Şekil 3.78. Verçenik buzul vadisinde hörgüç kaya üzerinde yer alan erratik bloklardan bir görünüm.....	194
Şekil 3.79. Verçenik Zirve'de yer alan kaya buzulundan bir görünüm.....	196
Şekil 3.80. Palovit havzasının yukarı kesiminde günlenme sürecine bağlı oluşan arenalar ve üzerinde sığ A horizonuna sahip topraktan bir görünüm.....	197

Şekil 4.1. CAT06A kalemine ait zaman serisinin CAT yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	199
Şekil 4.2. CAT yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	199
Şekil 4.3. CAT (1800-2050 m) ladin yöre kronolojisi.	201
Şekil 4.4. PAL07B kalemine ait zaman serisinin PAL yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	202
Şekil 4.5. PAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	202
Şekil 4.6. PAL (1800-2000 m) ladin yöre kronolojisi.	204
Şekil 4.7. KAV06B kalemine ait zaman serisinin KAV yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	205
Şekil 4.8. KAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	205
Şekil 4.9. KAV (1750-1900 m) ladin-gökmar yöre kronolojisi.	207
Şekil 4.10. HAL01B kalemine ait zaman serisinin KAV yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	208
Şekil 4.11. HAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	208
Şekil 4.12. HAL (1700-1900 m) ladin yöre kronolojisi.	210
Şekil 4.13. CEY11A kalemine ait zaman serisinin CEY yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	211
Şekil 4.14. CEY yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	211
Şekil 4.15. CEY (1750-1800 m) ladin-gökmar yöre kronolojisi.	213
Şekil 4.16. HEM11A kalemine ait zaman serisinin HEM yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	214
Şekil 4.17. HEM yöresi kronolojisine ait bazı kısmi ve yalancı halka örnekleri.	214
Şekil 4.18. HEM yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	215
Şekil 4.19. HEM (1350-1500 m) ladin yöre kronolojisi.	216
Şekil 4.20. MOL10A kalemine ait zaman serisinin MOL yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	217
Şekil 4.21. MOL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	218
Şekil 4.22. MOL (950-1100 m) ladin yöre kronolojisi.	219
Şekil 4.23. YUK10A kalemine ait zaman serisinin YUK yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.	220
Şekil 4.24. YUK yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.	221
Şekil 4.25. YUK (900-1000 m) ladin yöre kronolojisi.	222
Şekil 4.26. CAT yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	224
Şekil 4.27. PAL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	225

Şekil 4.28. KAV yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	226
Şekil 4.29. HAL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	227
Şekil 4.30. CEY yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	228
Şekil 4.31. HEM yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	229
Şekil 4.32. MOL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	230
Şekil 4.33. YUK yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).	231
Şekil 4.34. 1930-2020 arası dönemde CAT yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	233
Şekil 4.35. 1930-2020 arası dönemde PAL yöre kronolojisine hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	234
Şekil 4.36. 1930-2020 arası dönemde KAV yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	235
Şekil 4.37. 1930-2020 arası dönemde HAL yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	236
Şekil 4.38. 1930-2020 arası dönemde CEY yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	237
Şekil 4.39. 1930-2020 arası dönemde HEM yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	238
Şekil 4.40. 1930-2020 arası dönemde MOL yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	239
Şekil 4.41. 1930-2020 arası dönemde YUK yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	240

Şekil 4.42. Ladin ve göknar popülasyonu ağaç halkası büyümesi ile geçmiş Ekim ayından mevcut Ekim ayına olan korelasyon grafiği. (Siyah çerçeve pozitif korelasyonu ve kırmızı çerçeve negatif korelasyonu göstermektedir).	244
Şekil 4.43. 1930 ve 2020 arasındaki sınırlayıcı faktörlere göre GAMM çıktısı. (gri tonlar %95 güven aralığını gösterir. R^2 değeri ise 0,725'dir).	246
Şekil 5.1. Fırtına Deresi Havzasında tüm yörelere ait residual kronolojiler.	250
Şekil 5.2. Yöre kronolojileri arasındaki pearson korelasyon katsayıları matrisi.	250
Şekil 5.3. Tüm yörelerin sıcaklık (a) ve yağış (b) değişkenlerine göstermiş olduğu korelasyon değerleri.	252
Şekil 5.4. Yöre kronolojileri korelasyon katsayılarına ait dendrogram.	253
Şekil 5.5. 1930-2020 arası dönemde birinci kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	254
Şekil 5.6. 1930-2020 arası dönemde ikinci kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	255
Şekil 5.7. 1930-2020 arası dönemde üçüncü kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	256
Şekil 5.8. CAT yöre kronoloji ile yıllık akım değerleri arasında hareketli korelasyon katsayısı.	257
Şekil 5.9. CRU yağış miktarı ve yıllık akım arasındaki korelasyon matrisi.	258
Şekil 5.10. Rize ve Pazar istasyonlarına ait yağış miktarı ve yıllık akım arasındaki korelasyon matrisi.	259

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Havzada kullanılan uzun ve kısa süreli meteoroloji istasyon bilgileri.	30
Tablo 2.2. Fırtına Deresi Havzasının AGİ bilgileri.....	33
Tablo 2.3. Fırtına Deresi Havzasında ağaç halkası kronolojilerinin saha bilgileri.	36
Tablo 3.1. Fırtına Deresi Havzası jeolojik birimleri alansal ve oransal dağılımları.	59
Tablo 3.2. Uzun yıllık veriye sahip istasyonlarda yetiştirme devresi süreleri.	65
Tablo 3.3. Meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları (°C).....	75
Tablo 3.4. Rize ve Pazar istasyonlarına ait kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları... 81	
Tablo 3.5. Rize’de 1964-2021 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları.	82
Tablo 3.6. Pazar’da 1964-2021 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları.	83
Tablo 3.7. İstasyonlara ait aylık ortalama ve yıllık toplam donlu gün sayıları.	84
Tablo 3.8. Rize ve Pazar’a ait aylık sisli günler sayısı ortalaması (1964-2021).....	88
Tablo 3.9. Fırtına Deresi Havzası aylık ve yıllık yağış miktarları (mm).	91
Tablo 3.10. Rize’ye ve Pazar’a ait sağanak yağış frekans ve oranlarının dağılımı.....	103
Tablo 3.11. Rize istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.	104
Tablo 3.12. Pazar istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.	104
Tablo 3.13. Rize’ye ait aylık kar yağışlı günler sayısı, aylık karla örtülü gün sayısı ve aylık ortalama kar yüksekliği değerleri.	115
Tablo 3.14. Pazar’a ait aylık kar yağışlı günler sayısı, aylık karla örtülü gün sayısı ve aylık ortalama kar yüksekliği değerleri.	116
Tablo 3.15. İstasyonlara ait aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sn)	121
Tablo 3.16. Erinç sınıflandırmasına göre iklim tipleri.	123
Tablo 3.17. Rize istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	123
Tablo 3.18. Pazar istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.....	124
Tablo 3.19. Ardeşen istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	124
Tablo 3.20. Çamlıhemşin istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	124
Tablo 3.21. Ardeşen/Yeşiltepe istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	125
Tablo 3.22. Ayder Fırtına Deresi istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.....	125
Tablo 3.23. Kaleköy istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	125
Tablo 3.24. Palovit Yaylası istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.	126
Tablo 3.25. Rize istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.	126
Tablo 3.26. Pazar istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.	127
Tablo 3.27. Ardeşen istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.	127
Tablo 3.28. Çamlıhemşin istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.	127
Tablo 3.29. Ardeşen/Yeşiltepe istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.....	127
Tablo 3.30. Ayder Fırtına Deresi istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.	127

Tablo 3.31. Kaleköy istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.....	128
Tablo 3.32. Palovit Yaylası istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.....	128
Tablo 3.33. Thornthwaite iklim tasnifine göre Rize su bilançosu.....	130
Tablo 3.34. Thornthwaite iklim tasnifine göre Pazar su bilançosu.....	131
Tablo 3.35. Fırtına Deresi Havzası akarsularının uzunlukları.....	133
Tablo 3.36. Fırtına Deresi havzası çatallanma oranı dağılımları.....	135
Tablo 3.37. Fırtına Deresi Havzasında bazı göllerin alansal dağılımı.....	141
Tablo 3.38. Çalışma sahası yükselti kademelerinin alansal ve oransal dağılımı.....	166
Tablo 3.39. Hipsometrik eğri için kullanılan veriler.....	169
Tablo 3.40. Çalışma sahası eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.....	172
Tablo 3.41. Araştırma sahasındaki bakı sınıflarının alansal ve oransal dağılımları.....	175
Tablo 3.42. Araştırma sahasında yer alan buzul vadilerinin yükselti özellikleri (Geçen vd., 2018a'dan yararlanarak).....	190
Tablo 4.1. CAT (1800-2050 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	200
Tablo 4.2. CAT (1850-2050 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	200
Tablo 4.3. PAL (1800-2000 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	203
Tablo 4.4. PAL (1800-2000 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	203
Tablo 4.5. KAV (1750-1900 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	206
Tablo 4.6. KAV (1750-1900 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	206
Tablo 4.7. HAL (1700-1900 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	209
Tablo 4.8. HAL (1700-1900 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	209
Tablo 4.9. CEY (1750-1800 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	212
Tablo 4.10. CEY (1750-1800 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	212
Tablo 4.11. HEM (1350-1500 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	215
Tablo 4.12. HEM (1350-1500 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	216
Tablo 4.13. MOL (950-1100 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).....	218
Tablo 4.14. MOL (950-1100 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	219

Tablo 4.15. YUK (900-1000 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).....	221
Tablo 4.16. YUK (900-1000 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	222
Tablo 4.17. Çoklu regresyon işlemine ait sonuç çıktıları.....	242
Tablo 4.18. Akıma ait regresyon istatistik değerleri.	244
Tablo 4.19. GAMM çıktısına ait istatistiksel değerler.	246
Tablo 5.1. Kronolojilerin ARSTAN Programından elde edilen özet istatistikleri.	249
Tablo 5.2. GAMM analizinde kullanılan yörelere ait Wordclim 2.1 sıcaklık ve yağış değerleri.	260



1. GİRİŞ

Dünyanın birçok yerinde doğal denge çeşitli sebeplerle bozulmaktadır. Esasında canlı ile cansız unsurlar arasındaki doğal dengenin sarsılmasıyla ortamın doğal özellikleri kaybolmaya başlamıştır (Atalay vd., 1985). İnsanın beslenmesi ve sağlıklı bir yaşam sürmesi ve gereksinimiyle ilgili ekonomik faaliyetleri yürütmesi, canlı ve cansız unsurlar arasındaki dengenin sürekli kalmasıyla mümkündür. Başka bir ifadeyle yaşamın devam etmesi, doğal ortamdaki karşılıklı ilişkilerin devamıyla sağlanmaktadır. Bu nedenle, doğal ortamın bilinmesi ve işleyişinin anlaşılması, tüm canlı hayatları için önemli ve gereklidir.

Bitki ve toprak, doğal ortamın bozulmasından etkilenen iki önemli faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. İki faktör içerisinde doğal bitki örtüsünü oluşturan tür ve toplulukların kısmen veya tamamen ortadan kalkması ya da bulunduğu ortamdan uzaklaşması, doğal potansiyelin düşmesine ve ekosistem zincirinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu zincirin bozulmasında, insan etkisiyle birlikte giderek daha fazla hissedilen küresel ısınmanın etkili olduğu aşikârdır. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) hazırlamış olduğu 6. Değerlendirme raporuna göre, insan faaliyetlerinden kaynaklı sera gazlarının 1850-1900 yıllarına kıyasla 2010-2019 yılları arasında küresel ısınmayı yaklaşık 1,1°C arttırdığını ve küresel sıcaklığın 20 yıl içinde 1,5°C artacağı ve bu rakamın aşılabacağı da ifade edilmektedir (IPCC, 2022). Bu sıcaklık artışı dünya genelinde yakıcı sıcaklıklar, kuraklıklar, buzulların erimesi, taşkınlar, orman yangınları, ekstrem hava olayları gibi bir dizi problemleri beraberinde getirmektedir ve getirecektir. Küresel ısınmanın sebep olduğu etkiler nedeniyle ormanlar, büyük miktarda karbonu serbest bırakacak, bu da küresel ısınmayı yavaşlatmak yerine hızlandıran bir durumu ortaya çıkaracaktır (Canlı, 2010). Bu nedenle, artan sıcaklık değerleri ve ekstrem hava şartlarının orman ekosistemi üzerinde nasıl bir etki bıraktığını anlamak, geçmişteki durumunu öğrenmek günümüz şartlarında önemli bir konu haline gelmiştir. Çünkü çok sayıda çalışma, iklim değişikliğinin sıcak hava dalgaları, kuraklık, buz fırtınaları gibi tehlikeli hava olaylarının sıklığını ve yoğunluğunu artırarak ağaç halka genişliğini (TRW) değiştirdiğini ve ağaç büyümesini etkilediğini göstermiştir (Granato-Souza vd., 2019; Lopez vd., 2017; Sano vd., 2009). Bu nedenle, ağaçlara ait yıllık halka genişliği

(TRW) gibi paleoklimatoloji vekil iklim kayıtlarının izlenmesi ve yeniden yapılandırılması gerekmektedir (Salehnia ve Ahn, 2022).

Canlı küre içinde sınıflandırılan ormanlar, atmosferik ve hidrolojik döngü süreçlerinin sürdürülmesinde önemli role sahiptir (Bonan, 2008). Bu döngü içerisinde en önemli etkisi, büyük karasal karbon yutaklarını barındırmalarıdır (Magnani vd., 2007; Pan vd., 2011). Ayrıca karalar üzerinde yaşayan türlerin yarıdan fazlasına yaşanabilir bir ortam sağlayan ormanlar, karbondioksiti (CO_2) fotosentez yoluyla tutarak ve solunum yoluyla salarak küresel karbon döngüsünü yöneten önemli bir doğa parçasıdır. Ormanlar, tüm bitki ve topluluklarıyla birlikte meydana getirdiği ekosistem ile karbondioksit (CO_2) ve diazotmonoksit (N_2O) gibi sera gazlarının havakürecanlıküre düzeni içerisinde alışverişlerin sağlanmasında önemli görevleri bulunmaktadır. Ormanlar solunum yoluyla havaya CO_2 verir ve verdiği kadar çok daha fazlasını fotosentez yoluyla geri alır. Fotosentez sonucunda, karbonhidratlı maddeler ve oksijen oluşur (Türkeş, 2015: 202). Bu nedenle orman örtüsü üzerindeki değişiklikler başta karbon döngüsü olmak üzere havadaki CO_2 birikimini önemli oranda etkiler. Buna bağlı olarak son yüzyılda insan faaliyetleri etkisiyle artan küresel ısınma ile ormanlar üzerinde sıklığı ve etkisi artan orman yangınları; biyolojik çeşitliliğin azalması, kuraklaşma, çoğalan zararlılar ve hastalıklar gibi birçok olumsuz durumu oluşturmuştur. Oluşan bu durumlar, araştırmacıları orman ekosistemlerinin iklim değişikliğine/küresel ısınmaya karşı nasıl davrandığı ya da davranacağı konusunda ipuçları bulmaya yöneltmiştir. Bu hususta paleoklimatoloji bilimi geçmiş iklimleri anlamak, mevcut ekosistemlerin nasıl ortaya çıktığını ve nasıl değiştiğini açıklamamıza yardımcı olmaktadır (Ramstein vd., 2021). Bunun yanında, paleoklimatoloji gelecekteki iklim değişikliği senaryolarını modellemek ve tahmin etmek için kullanabilecek veriler de sağlamaktadır (Bradley, 2014).

Paleoklimatoloji, özellikle son dönemde iklim koşullarının jeolojik geçmişteki durumlarını anlayabilmemizi sağlayan önemli bir bilim dalı haline gelmiştir. Bu bilim dalının araştırmalarında kullandığı önemli veri kaynaklarından biri olan ağaç yıllık halkaları, geçmiş iklimleri dolaylı yoldan anlamamız adına kullanılan önemli veri kaynaklarından biridir (Anchukaitis, 2017; George, 2014; Tucker ve Pearl, 2021). Kısaca ağaçlardaki yıllık halkaların tarihlenmesi olarak bilinen bu yöntem, dendrokronoloji olarak tanımlanmaktadır (Fritts, 1976). Güncel iklim özellikleri ile geçmişteki iklim koşullarının dendrokronolojik yöntemlerle araştırılması ise dendroklimatoloji şeklinde

ifade edilmektedir. Her iki yöntemin kullanılması ile hazırlanan bu araştırma, Fırtına Deresi Havzasındaki orman ekosistemini anlamada, değişen şartlara bağlı olarak ağaçların adapte olma durumu ve geçmiş dönemdeki ekolojik değişiklikleri anlamada önemli bir veri kaynağı olacaktır.

Türkiyenin en önemli doğal alanlarından biri olan Kaçkar Dağları Milli Parkı, büyük bölümü ile Fırtına Deresi Havzası içerisinde yer almaktadır. Sahip olduğu yaban hayatı, bitki zenginliği, buzul gölleri, kaplıcaları ve zirveleriyle hem ulusal hem de uluslararası düzeyde tanınmakta ve Dünya Koruma Vakfı (WWF) tarafından dünyada korunması gereken 200 ekolojik bölge arasında yer almaktadır (Olson ve Dinerstein, 2002; Zaman, 2008). Buna bağlı olarak, bu milli parkta en önemli bitki topluluğunu ormanlar oluşturmakta ve 850'den fazla takson sahada yer almaktadır (Güner vd., 1987; Kurdoğlu, 2002: 255). Ayrıca, sahada 116 adet endemik taksonun yer aldığı ve bu endemiklerin 31 tanesi ciddi tehlike altında olduğu da belirtilmiştir (Kurdoğlu, 2002). Bu özelliklere sahip olan ve çalışma sahası olarak seçilen Fırtına Deresi Havzası ve içerisinde yer alan Kaçkar Dağları Milli Parkı'nın, başta iklim değişikliği ve turizm olmak üzere yol inşaatları, ormanlardan yasa dışı yararlanma, çevre kirliliği, betonlaşma, tarım alanı kazanma (özellikle çay ziraati) gibi nedenlerden dolayı doğal yapısı bozulmakta/değişmektedir. Bu nedenlerden ötürü, doğal yapıyı tehdit eden bu olumsuzlukların belirlenmesi ve ortaya konulması çalışma özelinde gerekli görülmüştür.

1.1. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Doğu Ladini (*Picea orientalis* L. Peterm) ve Doğu Karadeniz Gökmarı (*Abies nordmanniana* Stev. Spach subsp. *nordmanniana*) türü Fırtına Deresi Havzası özelinde Doğu Karadeniz Bölümü'nün en önemli iki asli türüdür. Araştırmada, ladin türünün 900-2.050 m; gökmar türünün 1.750-1.900 m arasında değişen yükselti kademeleri boyunca ağaç halkası ağları geliştirilmiştir. Ağaç halkası ağları, orman ekosistemi dinamiklerini belirtmek, iklim değişiminin ağaç büyümesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve gelecekteki iklim değişikliği ile ormanlardaki potansiyel varyasyonları tahmin etmek için bir araç olarak kullanılabilir. Bu bilgi doğrultusunda:

- ❖ Havzada bitki örtüsünün gelişimini ve dağılımını etkileyen fiziki coğrafya unsurlarını detaylıca incelemek,

- ❖ Ladin ve göknar türleri kullanarak iklime duyarlı kronojiler oluşturmak,
- ❖ Bu kronolojiler ile sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları arasında ne yönde bir ilişki söz konusu olduğunu belirlemek,
- ❖ Farklı yükselti kademelerinde yer alan genç ve yaşlı ağaçların küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı tepkilerini belirleyerek gelecekteki olası durumlarını açıklamak,
- ❖ Sıcaklık, yağış ve akarsu akım değerlerine ait geçmiş iklim ile akım rökonstrüksiyonlarının yapıp yapılmadığını denetlemek,
- ❖ Radyal büyüme-iklim arasındaki ilişkinin farklı yükselti kademeleri boyunca değişimini anlamak, araştırmanın temel **amaçlarını** oluşturmaktadır.

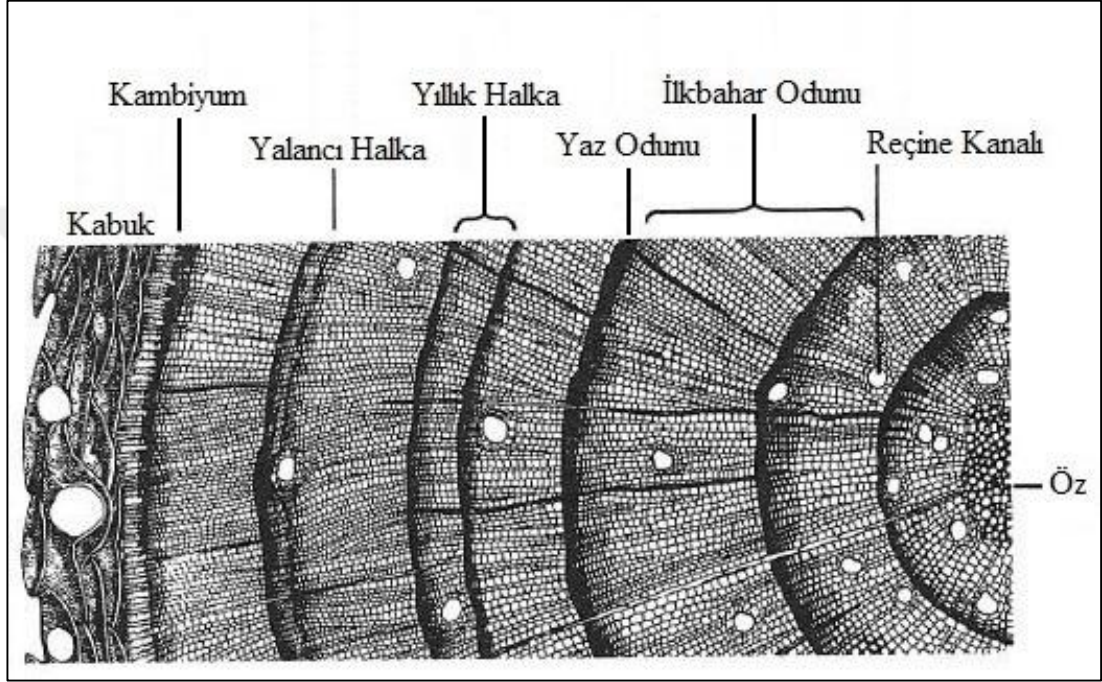
Ağaçlar, başta iklim olmak üzere sel, böcek saldırıları, yıldırım çapmaları, deprem, yangın gibi geçmiş doğa olaylarının en önemli kanıtlarına ve kayıtlarına sahiptirler. Dünya’da ve Türkiye’de nemli-ılıman ve nemli-soğuk bölgelere özgü ağaçlarda dendroklimatoloji yöntemi kullanılarak Doğu ladin türü için hazırlanan çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmayla sınırlı sayıdaki literatüre katkı sağlanması düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen kronolojiler, doğal ortamı daha iyi anlama ve değerli kaynakları korumaya yardımcı olma amacı ile kurulan NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) adlı uluslararası veri bankasına yüklenerek araştırmacıların kullanımına sunulacaktır. Çalışma mevcut çevre koşullarının değerlendirilerek gelecekte oluşabilecek değişikliklerin öngörülebilmesi açısından da önemlidir. Bu açıdan bakıldığında çalışmanın ayrıca Karadeniz Bölgesi’nde önemli bir turizm potansiyeli oluşturan bu havzaya yönelik doğru arazi planlamalarının yapılmasına ve sosyo-ekonomik boyutta katkı sağlamasını da hedeflenmektedir.

1.2. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi

1.2.1. Dendrokronoloji

Dendrokronoloji, yıllık halkalara dayanarak yaş saptama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Köken olarak eski Yunancada “dendron” odun, “chronos” tarih ve “logos” bilim kelimelerinin birleştirilmesi ile adlandırılmıştır (Akkemik, 2004; Fritts, 1976: 2). Yıllık halkalar ağaçların kuraklık, yangın, çığ vb. olayları kaydettiği bir kayıt cihazı gibidir. Her yıllık halkada geçmiş dönemin sıcaklığı ve yağışı ile ilişkilendirebileceğimiz bir büyüme gerçekleşir ve vejetasyon periyodunun uzunluğu, ağacın bulunduğu bölgenin çevresel koşulları bu büyüme ile ilişkilidir. Yıllık halkalar,

ağaç gövdesindeki kabuğun hemen altında kambiyum tabakasının bir vejetasyon dönemi içerisindeki faaliyetleri sonucunda oluşan yıllık odun kısmıdır (Akkemik, 2004: 44). Vejetasyon döneminin kesintiye uğramadığı alanlarda normal olarak her yıl bir ağaç halkası oluşmakta, kesintiye uğrayan dönemlerde ise farklı tonlarda ağaç halkaları oluşmaktadır (Doğan, 2020b: 187). Burada açık renkte olan halka ilkbahar odununu ve koyu renkte olan halka ise yaz odununu göstermekte olup bu iki rengin birleşimi bir yılı ifade etmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Kozalaklı bir ağacın enine kesiti boyunca hücre yapısı ve ifadeleri (Fritts, 1976'den düzenlenerek alınmıştır).

Ağaç halkaları ile tarihlendirme tekniği ilk kez 20 yy. başlarında Amerikalı astronom Andrew Ellicott Douglass tarafından (1867-1962) uygulanmıştır. Douglass, güneş lekelerinin izlerini dünya üzerinde kaydeden temsili kayıtlar ararken, ABD'nin batısında yer alan Batı sarıçamının (*Pinus ponderosa*) yıllık halkalarından bazılarının belirgin şekilde diğerlerinden daha dar olduğunu görmüştür. Bu özelliği aynı türün farklı bireylerinde de belirledikten sonra eşleştirme ya da çapraz tarihleme (crossdating) yapmıştır (Fritts, 1976; McGinnies, 1963). Bu durum, dendrokronoloji disiplinin kurulmasının ilk temellerini oluşturmuştur.

Dendrokronolojik çalışmalar sonucu oluşturulmuş yıllık halka kronolojileri sadece ekoloji temelli araştırmalarda değil, sanat tarihi ve ormancılık gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Yıllık halka genişlikleri ölçülerek elde edilen her ana kronolojilerin

başlangıç ve bitiş yılları bellidir. Tarihi bilinen bu ana kronolojiler üzerinde, hangi yıllara ait olduğu bilinmeyen doğal yollardan ya da tarihi yapılarından alınan örnekler gezdirilerek, çakışan (eşleştirme) yıllar belirlenebilmektedir (URL-1, 2022). Bu sayede tarihi bilinmeyen örnekler tarihlenmekte ve ana kronolojilerin geriye doğru uzatılması sağlanmaktadır (Akkemik, 2004: 2; Doğan, 2020b: 188).

1.2.2. Dendroklimatoloji

Doğa bilimlerinde geçmiş dönemi bilmek, oluşum şartlarını anlamak önemli bir prensiptir. Dendrokronolojinin alt dalı olan dendroklimatolojide, “*ağaç gelişimini günümüz çevre şartları ne şekilde etkiliyorsa, geçmişteki çevre şartları da aynı şekilde etkilemiştir*” düşüncesi hakimdir (Doğan, 2020b: 189). Buradan hareketle günümüzdeki iklim şartları ağaçlarda yıllık halka oluşumunu nasıl belirliyorsa geçmişteki iklim şartları da aynı şekilde geçmiş yıllık halka oluşumunu etkilemektedir (Fritts, 1976: 15). Kısacası ağaçlardaki yıllık halkalara dayanarak geçmiş dönem iklim şartlarını belirlemek dendroklimatoloji bilimi olarak tanımlanmaktadır (Köse, 2007: 3).

Yıllık halkalar, esas itibarıyla sıcaklık ve yağış değişkenleri tarafından etkilenmektedir. Bu değişkenlerin, yıllık halka serilerinde oluşturduğu çok dar ve çok geniş halkalar, iklim bilgilerini anlamamızdaki en iyi yansıtıcılarıdır. Yıllık halka serilerinden geçmiş zamana ait iklim bilgisi elde etmede kalibrasyon (ayarlama), rökonstrüksiyon (tahmin) ve verifikasyon (doğrulama) şeklinde üç aşama mevcuttur (Akkemik, 2004; Fritts, 1976).

Özellikle ülkemizde iklim kayıtlarının çok eskiye gitmemesi (ana istasyonlar dışında 50-60 yıllık iklim verisi) nedeniyle uzun dönem iklim olaylarını ortaya koymada büyük eksiklikler yaşanmaktadır. Bu nedenle uzun dönem iklim olaylarının tahmin edilmesinde, tarımsal planlamalarda, sulama ve içme suyu planlamalarında dendroklimatoloji ile geçmiş iklim durumlarının öğrenilmesi önemli olmuştur /olacaktır.

1.2.3. Dendrohidroloji

Dendrokronolojinin bir diğer alt dalı olan dendrohidroloji, başta nehir akımı olmak üzere göl seviyesi değişiklikleri, nehir yatağı değişimleri, deniz seviyesi değişimleri ve geçmiş taşkın gibi olayları incelemek ve tarihlendirmek için ağacın

yıllık halkalarını kullanan bir bilim dalıdır (Akkemik, 2004: 194–197; Genç, 2019; Kaennel & Schweingruber, 1995: 98).

Bir havzadaki akarsuyun akım süreci yağış ve topografya şartlarıyla şekillenmektedir. Ağaçlardaki yıllık halkalar ile yağış arasında çizilen eğriler, benzer şekilde akım ve yıllık halkalar ile çizilebilmektedir. Yani akım-yağış arasındaki ilişki, akım-yıllık halka şeklinde dolaylı olarak kurulabilmektedir. Kurulan bu ilişki ile akım rökonstrüksiyonları oluşturulabilmekte ve geçmişteki akım değişimleri, kurak ve nemli yıllar saptanabilmektedir. Bu şekilde geçmiş yıllardan elde edilen akım verileri gelecekte yapılacak havza planlamaları için önemli bir gerekliliktir (Güner, 2010) Geçmiş dönemdeki akarsu akım bilgilerine dendroklimatolojideki aşamalara benzer şekilde ulaşılabilmektedir.

1.2.4. Dendroekoloji

Dendroekoloji, bir bitki topluluğunun büyümesini etkileyen dış ve iç faktörleri değerlendirmede, iklim, çevre koşulları ve ağaç büyümesi arasındaki ilişkilerin yıldan yıla etkileşimin belirlenmesidir (Amoroso vd., 2017: 3). Dendroekoloji, yıllık halkalardan yola çıkarak orman yangını, böcek salgınları, hava kirliliği gibi birçok ekolojik sorunların belirlenmesinde önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca topografik farklılıkların yarattığı (eğim, bakı, yükselti) ağaç büyüme değişimlerini anlamada, sınırlılıkları ifade etmede önemli bir bilim dalıdır.

1.2.5. Yıllık Halkalar ve Yıllık Halka Genişliğini Etkileyen İklim Değişkenleri

Yıllık halkalar, “*kambiyum tabakasının bir vejetasyon dönemi içerisindeki faaliyeti sonucunda oluşan yıllık odun kısımlarıdır*” (Akkemik, 2004: 44). Bir alanda yıllık halkanın genişliği veya büyümesi, başta ağacın genetik yapısı olmak üzere çok sayıda faktör tarafından etkilenmektedir/şekillenmektedir. Bu faktörleri dört grupta toplamak mümkündür:

- “1) Fizyolojik faktörler (karbonhidratlar, mineral maddeler, bitkisel hormonlar vb.),
- 2) Bir yıldan diğerine değişen iklim faktörleri (sıcaklık, yağış, rüzgar vb.),
- 3) Yıldan yıla değişmeyen fizyografik (bakı, denizden yükseklik, eğim vb.) ve edafik (toprak özellikleri ve ana kaya) faktörler,
- 4) Doğal olmayan faktörler (yaralama, budama, gübreleme ve en önemlisi de hava kirliliği)” (Akkemik, 2004: 46).

Yıllık halka oluşumlarında etkide bulunan yağış ve sıcaklık faktörleri yıldan yıla değişkenlik gösterirken; bakı, eğim, yükselti, toprak gibi faktörler binlerce yıl değişmeden kalabilmektedir (Dağdeviren vd., 2004: 63). İklim değişkenlerinden yağış ve sıcaklık, yıllık halka gelişimi üzerinde en etkili faktörler olup yıldan yıla değişmesi ağaçların yıllık halka genişliğini etkilemektedir. Bu nedenle yıllık halka gelişiminde etkili olan sıcaklık ve yağış faktörlerinin detaylıca incelenmesi yerinde olacaktır.

1.2.5.1. Sıcaklığın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi

Bitkilerin çeşitli hayati faaliyetleri belirli sıcaklık derecelerine ihtiyaç göstermektedir (Erinç, 1977: 22). Sıcaklığın yıl içindeki seyri bitkilerin büyüme, çimlenme, yapraklanma, çiçek açma, meyve verme, yaprak dökme gibi tüm yaşam faaliyetlerini belirlemektedir. Dünyada sıcaklıklar, genel olarak ekvatorlardan kutuplara, alt yükseltiden üst yükseltiye doğru azalır. Bu durum beraberinde bitki yayılışını ve büyüme etkinliğini etkilemekte ve farklılaştırmaktadır. Örneğin; Türkiye’de Akdeniz ikliminin karakteristik elemanı olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) genellikle 1000 m’nin üzerine çıkamamaktadır. Bu türün yayılış alanını sınırlayan temel faktör sıcaklıktır.

Ağacın kambiyum faaliyeti üstten aşağıya doğru gerçekleşmektedir. İlkbahar ve sonbaharda yaşanan yüksek sıcaklıklar toprakta yeterli su bulunması durumunda ağaçtaki kambiyum faaliyetin olumlu yönde etki yaparken, yaz aylarında kuraklığa bağlı düşük yağışlar kambiyum faaliyetini azaltmaktadır. Bu durumlardan ötürü bitkilerde “*kambiyum tabakasının durmasının ana nedeni düşük sıcaklıklardır*” (Köse, 2007: 6). Yaşanacak yüksek sıcaklıklar alt kuşaklarda kuraklığa neden olup halkaları daraltmakta, üst yükseltiye de ise pozitif etkiye sahip olmaktadır. Ancak alt yükseltiye ağacın radyal gelişimin fazla olmasında normal gelişimi sağlayan vejetasyon döneminin uzunluğudur.

Kış mevsimi sıcaklıkları ile büyüme arasındaki ilişki incelendiğinde ise, kışın yaşanacak yüksek sıcaklıklar kar kalınlığını azaltarak toprak içine suyun süzülmesini sağlamaktadır. Beraberinde toprak sıcaklığı ve fotosentez artar. Bu durum vejetasyon süresini uzatarak büyümede olumlu ilişki ortaya çıkarmaktadır (Akkemik, 2004: 156). Sıcaklıkla ilgili ifade edilen mevsimlik durumlar yağışla beraber bir ilişki gösterip karmaşık bir sürece sahiptir.

1.2.5.2. Yağışın Yıllık Halka Genişliği Üzerindeki Etkisi

Fizyolojik açıdan su/nem bitkisel hayatın ilk şartıdır. Bitkiler gelişimlerini sağlayan maddeleri toprakta çözülmüş halde bulduğunda alabilir ve ilgili organlarına su ile gönderebilir. Toprakta yeterli su olmadığı durumlarda bitkiler transpirasyonla su kaybetmekte, hücre büyümesi/genişlemesi durmakta ve bitkinin kurumasına neden olmaktadır. Bu da bitkilerde “susuzluk ölümü” adını almaktadır (Çepel, 1995; Köse, 2007).

Bir ormanın alt sınırı belirleyen temel iklim değişkeni yağıştır. Dolayısıyla yağışın yıllık halka gelişimindeki etkisini incelemek ya da yakalamak için ormanın alt sınırından örnek alınması gerekmektedir. Özellikle yaz aylarında yağışın azaldığı ve toprak neminin düştüğü alanlarda yağış miktarı daha önemli hale gelmektedir. Genel bir kaide olarak yağışın yüksek olduğu yıllarda halkalar geniş, yağışın düşük olduğu yıllarda ise halkalar dar olmaktadır (Akkemik, 2004). Ancak vejetasyon dönemi içerisinde yüksek yağışların görüldüğü alanlarda bulutluluk oranı fazla olmakta yani güneşlenme süresi azalmakta ve beraberinde sıcaklık düşmektedir. Bu da yıllık halka oluşumunu olumsuz yönde etkilemektedir.

1.2.6. Ekoloji ve Ekosistem

Eco “ortam” loji “bilim” kelimelerinin birleşmesiyle adlandırılan ekoloji, ortamdaki bitki, hayvan, insan canlı ögeler ile iklim, yüzey şekilleri, ana materyal gibi cansız ögeler arasındaki ilişkileri incelemektedir (Atalay, 2004: 134). Bir ortamdaki ekolojik sistemi tanımlamak ve karakterini belirleyebilmek için ortamın özelliğini yansıtan iklim, topografya, ana materyal, toprak bitki örtüsü gibi tüm fiziki coğrafya unsurlarının bilinmesi gerekmektedir. Burada ifade edilen fiziki unsurlar kendine özgü bir ortama sahip olarak canlı faktörlerle sürekli bir ilişki içindedir. Sürekli etkileşim içinde bulunan canlılar ile bu kendine özgü fiziki ortam özelliklerinin oluşturduğu karmaşık ve dinamik sistem ekosistem olarak ifade edilmektedir. Bir diğer ifade ile “*organizmaların yer aldığı tüm etkileşimler ile bitkilerin ve hayvanların yaşadıkları cansız çevreyle birlikte oluşturdukları temel birlik ekosistem*” olarak da tanımlanabilir (Türkeş, 2015: 210). Ekosistemin temel işlevini madde akışı ve döngüsü oluşturmaktadır. Her canlı yaşam süresi boyunca ana materyalden ya da topraktan aldığı besini özümsemekte ve enerjiye dönüşmektedir. Ardından besin zinciri yoluyla başka organizmalara aktararak enerji döngüsü akışı sağlanmaktadır.

1.2.6.1. Orman Ekosistemi

Ormanlar, ağaç, bitki, hayvan ve küçük canlılar ile toprak hava, su, ışık ve sıcaklık gibi fiziksel şartların birlikte oluşturduğu önemli bir doğa parçasıdır. Ormanlar içinde bulundurduğu bu canlı ve cansız unsurlarla etkileşim halinde olup kendine özgü bir orman ekosistemi meydana getirir. Orman ekosisteminin bu yapısı ve işlevi iklime bağlıdır (Atalay, 2015a: 324). Bir bölgede hakim olan iklim özelliğine bağlı olarak ormanlardaki ağaç tipi, orman şekli ve fonksiyonu değişmeye uğramaktadır. Sıcaklık ve yağış şartlarının uygun olduğu ortamlarda ağaçların çapları, boyları, sıklığı ve ürettiği biyokütle miktarı artar. Ayrıca sıcaklık ve yağış şartlarının uygunluğu vejetasyon süresini uzatır, ağaçların yapraklarını genişletir ve fotosentez miktarını artırır. Sıcaklık ve yağış şartlarının azalması da ifade edilen durumların tersini oluşturmaktadır.

İklim koşullarına göre orman ekosistemleri tropikal yağmur ormanı, orta kuşak ormanları ve soğuk bölgedeki iğne yapraklı (boreal) ormanlar şeklinde üç kategoride toplanabilmektedir (Atalay, 2015a: 324). Bu üç farklı orman ekosistemlerinde orman tabanına dökülen yaprak, dal, vb.'nin oluşturduğu toprak yüzeyindeki ölü organik madde oranı farklılık göstermektedir. Tropikal yağmur ormanlarında nem ve sıcaklığın fazla oluşu net primer üretimin (yeşil bitkiler tarafından yapılan üretim) artmasına ve toprak üstüne daha fazla yaprak düşmesine neden olmaktadır. Ancak sıcaklık ve nem şartlarının fazlalığı ayrışmayı arttırmakta, bu da ölü örtüyü azaltmaktadır. Buna karşın iğne yapraklı ormanlarda net primer üretimi düşüktür ancak ayrışma az olduğundan toprak üzerinde organik madde birikimi artmaktadır. Bu bakımdan nemli ve sıcak bölgelerden soğuk ve nemli bölgelere doğru gidildikçe net primer üretimi düşmekte ancak toprak üzerinde ölü örtü artmaktadır. Bu durum ayrışmanın düşmesiyle ifade edilmektedir (Atalay, 2015a: 325–326).

1.3. Literatür Değerlendirmesi

Dendrokronoloji Alanında Başlıca Önemli Kitaplar

Fritts (1976), tarafından yazılan “*Tree Rings and Climate*” adlı kitapta, Dendroklimatolojinin biyolojik temeli ortaya konmuştur. Geliştirilen ileri istatistik yöntemler ile dendrokronoloji işlem süresi detaylıca açıklanmıştır. Ayrıca kitap ağaç halkalarının büyümesindeki uzamsal ve zamansal varyasyonları ve bunların geçmiş iklimi yeniden yapılandırmak için nasıl kullanılabileceğini de içermektedir.

Schweingruber (1988), tarafından kaleme alınan “*Tree-Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*” adlı kitapta da yıllık halka analizlerinde uygulanan temel yöntemler ana hatlarıyla açıklandıktan sonra, dendrokronolojinin tüm uygulama alanları örneklerle açıklanmıştır.

Editörlüğünü Cook ve Kairiukstis (1990)’in yaptığı “*Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Science*” adlı eserde, dendrokronolojik çalışmaların tüm alanlarında kullanılan yöntemler topluca ele alınmış, örnekleme yöntemlerinden, analiz sonuçlarının değerlendirmesine kadar uygulanan tüm yöntemler açıklanmıştır.

Kaennel ve Schweingruber (1995) tarafından yayımlanan “*Multilingual Glossary of Dendrochronology*” adlı kitapta da, dendrokronolojik çalışmalarda geçen terimler ve açıklamaları yedi ayrı dilde topluca verilmiştir.

Schmid ve Schweingruber (1996) tarafından yazılan “*Tree-Rings and Environmental Dendroecology*” adlı eserde, yıllık halka oluşumu ve bunu etkileyen tüm ekolojik faktörler açıklanmıştır.

Akkemik (2004) tarafından yazılan “*Dendrokronoloji: İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri ve Uygulama Alanları*” adlı kitap dendrokronoloji ile ilgili Türkiye’de yazılan ilk kapsamlı Türkçe kitaptır. Kitapta dendrokronoloji ile ilgili detaylı bilgiler verilmiş, örnek uygulamalarla bu alandaki önemli bir boşluk doldurulmuştur.

Avcı (2007), tarafından kaleme alınan “*Coğrafyacılar için Dendrokronoloji*” adlı eser Dendrokronoloji yöntemleri ile ilgili Coğrafya alanında Türkiye’de yazılmış ilk Türkçe kitaptır. Kitapta dendrokronolojinin Coğrafya alanındaki uygulamaları örneklerle anlatılmıştır.

Editörlüğünü Amoroco vd. (2017), yaptığı “*Dendroecology (Tree-Ring Analyses Applied to Ecological Studies)*” adlı kitap, orman ekolojisini ve orman dinamiklerini yıllık ağaç halkalarını kullanarak incelemenin temel prensiplerinden bahsetmektedir. Ayrıca ekofizyoloji, meşcere dinamikleri, ormanların azalması ve ekosistemin küresel çevresel değişime karşı dayanıklılığı konusunda anlayışımızdaki paradigma değişimlerine en yeni dendroekolojik katkıları vurgulamaktadır.

Doğan (2020b), tarafından yazılan “*Bornova Ovası ve Çevresinde İklim Değişkenliğinin Ağaç Gelişimine Etkisi*” adlı kitapta sıcaklık ve yağış değerlerinde meydana gelen değişimlerin ağaçlar üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur. Bu kitap Türkiye’de dendrokronoloji alanında uygulamaları içeren kitap özelliğindedir.

Türkiye’de Yapılmış Dendrokronolojik ve Dendroklimatolojik Çalışmalar

Türkiye’de dendrokronoloji çalışmalarının uzun bir geçmişe sahip olmadığı görülmektedir. İlk dendrokronoloji araştırması 1937 yılında Gassner ve Christiansen-Weniger tarafından yapılmıştır (Gassner ve Christiansen-Weniger, 1948). Bu yılda çalışmadan itibaren 1977 yılına kadar durgun bir dönem hâkimdir. Bu arada yapılan çalışmaların birçoğu tarihlendirme, yıllık halka-iklim ilişkisi ve ormancılıkla ilgili konuları içermektedir. 2000 yılından itibaren dendroklimatolojik araştırmalar yoğunluk kazanmış ve beraberinde iklim, yağış ve akım rökonstrüksiyonları yapılmaya başlanmıştır. Büyük çoğunluğu orman fakültelerindeki araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen bu çalışmalar ile ülkemizin geçmiş iklim durumu ortaya konulmaya başlanmıştır.

Türkiye’de, dendrokronoloji çalışmaları fiziki coğrafyacılar arasında çalışılmaya ilk olarak 1994 yılında Caner tarafından hazırlanan “*İstanbul’da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkisinin Palinoloji ve Dendrokronoloji Yöntemleri İle Belirlenmesi*” adlı doktora tezi ile başlanmıştır. Ardından Çukur’ un (1998) hazırlamış olduğu “*Ege Bölümünün Ekosistemleri*” adlı doktora tezi ile ağaçlardan alınan örneklerden yararlanarak ortam şartlarının (biyom) belirlenmesiyle devam etmiştir. Kamışoğlu’ nun (2008) hazırlamış olduğu “*Yatağan ve Çevresinde Morfo-Klimatik Özelliklerin Ortam-İnsan Sağlığı İlişkisi ve Çevre Eğitimi*” adlı yüksek lisans teziyle de yaş halkaları sayılarak yağış ve hava kirliliği arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Doktora ve yüksek lisans çalışmalarının yanında dendrokronoloji ile ilgili kitap bölümleri de coğrafyacılar tarafından hazırlanmıştır. Bu hususta, Avcı (2013) tarafından hazırlanan “*Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji*” adlı kitap bölümünde dendrokronoloji ve jeomorfolojinin birbirine entegre bir şekilde nasıl kullanılabildiğinden bahsedilmiştir. Günümüze yakın olarak Doğan (2020a) tarafından hazırlanan “*Fiziki Coğrafyada Dendrokronoloji*” adlı kitap bölümünde fiziki coğrafyadaki uygulama alanlarından bahsedilmiştir. Diğer taraftan ülkemizde yerli ve yabancı araştırmacılar tarafından hazırlanan dendrokronoloji konulu çalışmalara bakacak olursa:

Peter Ian KUNIHOLM ve ekibi tarafından yapılan yapılmış olan “*Ege Dendrokronoloji Projesi*” adlı araştırma, tarihlendirme çalışmalarının en kapsamlıdır. Proje ekibi Türkiye, Yunanistan, İtalya ve Balkan ülkelerini kapsayacak şekilde geniş bir coğrafi alanda yürütülmüştür. Bu projede ardıç, sedir, meşe, çam ve şimşir canlı ağaçlarından alınan örnekler ile arkeolojik kalıntılardan çıkartılan ahşap örnekler eşleştirilerek yaklaşık 7000 yıllık ana kronoloji oluşturulmuştur. Kronolojiler her ne kadar boşluklar içerse de ülkemiz açısından önemli bilgiler sunmaktadır (Doğan, 2014'e atfen Kuniholm, 1990, 1989, 1998, 1999, 2000b, 1992, 2000c, 2003, 2004; Kuniholm vd., 2006; Kuniholm, 1995b, 1995a, 2000a, 1993, 1996, 1195, 1991, 1995c; Kuniholm & Striker, 1983).

Özkan (1990), “*Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis (L.) Link.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*” Türkiye'deki Doğu ladininin yıllık büyüme değişimleri analiz edilmiş ve yıllık halkalardan yararlanarak ortalama yıllık halka eğrisi ile standart kronolojileri oluşturulmuştur. Çalışmanın sonucunda Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde doğal olarak yayılan Doğu ladininin 1749-1988 yılları arası standart kronolojisi elde edilmiştir.

Akkemik (1997), “*Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Pinus nigra Arn. ve Abies cilicica Car. Taksonlarında Dendrokronolojik Araştırmalar*” adlı doktora tez çalışmasında karaçam için 651 yıl ve Toros Göknaarı için 151 yıllık kronoloji oluşturulmuştur. Sonucunda oluşturulan bu kronolojilerin ortalama grafikleri birbiriyle karşılaştırılmış ve iklim koşulları ile yıllık halka arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Akkemik (2000a), tarafından hazırlanan “*Dendrochronological Investigations in Two Monumental Pinus nigra Arn. Stands Near Antalya (Turkey)*” adlı çalışmada, Antalya'dan örneklenen karaçam türü üzerinden anıt ağaçların dendrokronolojik potansiyeli ve yıllık halkaların gelişmesinde etkili iklim koşullarının belirlenmesi amaç edinilmiştir. Sonucunda, bir önceki yılın aralık ve mevcut yılın ocak ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişiminde olumsuz, mevcut yıl içinde içindeki yaz yağışlarının ise olumlu yönde etkileği belirlenmiştir.

Akkemik (2000b), “*Dendroclimatology of Umbrella Pine (Pinus pinea L.) in Istanbul, Turkey*” adlı çalışmasında İstanbul-Alemdağ'da bulunan on adet fıstık çamı ağacından yirmi artım kalemi örneği incelenmiştir. Yıllık halkalar ile sıcaklık ve yağış

koşulları arasındaki ilişkiler tepki fonksiyonu ile belirlenmiştir. Sonucunda ağacın yıllık halkasının büyümesinde, mevcut yılın yağış ve büyüme dönemindeki sıcaklık şartlarının önemli ölçüde olumlu etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Akkemik (2000c), “*Tree-Ring Chronology of Abies cilicica Carr. in the Western Mediterranean Region of Turkey and Its Response To Climate*” adlı çalışmada üç farklı yetiştirme alanından Toros Göknaarı örneği alınmış, kronoloji oluşturulmuş ve ağaç halkaları ile iklim arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Toros Göknaarının 0.178 duyarlılık katsayısına sahip olması nedeniyle iklim faktörlerinin etkisini yansıtmada uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak ağacın gelişiminde sınırlayıcı faktörün yaz aylarındaki yüksek sıcaklıkların, ilkbahar ve yaz başlarındaki düşük yağışların ve bir önceki yıldaki az büyümenin etkili olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Hughes vd. (2001), “*Aegean Tree-Ring Signature Years Explained*” adlı çalışmalarında, Ege Havzası’nda 1880-1979 yıllarını kapsayan bir kronoloji oluşturulmuştur. Oluşturulan bu kronolojide tepki fonksiyonu yöntemi kullanılarak 1882, 1886, 1887, 1990, 1916, 1918, 1929, 1935, 1942, 1945, 1949, 1961 yıllarının kurak ve 1881, 1895, 1896, 1897, 1901, 1910, 1917, 1919, 1930, 1933, 1936, 1959, 1960, 1975 yıllarının nemli olduğu tespit edilmiştir.

Dağdeviren (2002), “*Kazdağları’nda Doğal Yetişen Gymnosperm Taksonları Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, Kazdağları yöresinde Gymnospermae (açık tohumlular) taksonları için 1779-2001 yıllarını kapsayan 223 yıl uzunluğunda bir kronoloji oluşturulmuştur. Ayrıca tepki fonksiyonu yöntemi kullanılarak yıllık halka genişliği ile iklim koşulları arasındaki ilişki belirlenmiştir. Tepki sonuçlarına göre yıllık halka gelişimi için mayıs, haziran ve ekim ayları yağışlarına ihtiyaç duyduyu belirlenmiştir. Diğer taraftan şubat ve mart aylarındaki sıcaklık artışlarının yıllık halka genişliğinin olumlu yönde (pozitif); temmuz, ağustos ve eylül ayları sıcaklık artışlarının ise olumsuz yönde (negatif) etkilediği tespit edilmiştir.

Akbulut (2002), “*Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*” adlı yüksek lisans tez çalışmasında; Artvin yöresinden 111 yıllık, Rize yöresinden 53 yıllık, Trabzon yöresinden 76 yıllık ve Giresun yöresinden 73 yıllık Anadolu Kestanesine ait standart

kronolojiler oluşturulmuştur. İklim koşulları ile yıllık halka gelişimi arasındaki ilişkiler incelendiğinde sıcaklık ve yağış değişkenlerinin tek başına sınırlayıcı bir faktör olmadığı, buna karşın iki değişkenin ortak etkisinin yıllık halka gelişimi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Akkemik ve Demir (2003), “*Belgrad Ormanındaki Doğu Kayınında (Fagus Orientalis Lipsky.) Yıllık Halka Analizleri*” adlı çalışmalarında; 11 Doğu Kayını ağacından alınan örnekler ile 1921-2000 yıllarını kapsayan 80 yıllık standartlaştırılmış yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Tepki fonksiyonu yöntemi ile iklim-ağaç arasındaki ilişkinin belirlendiği çalışmada, sıcaklık ve yağışın ağaç gelişimi üzerinde %32 oranında etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca Belgrad ormanında yer alan bu türün, ekstrem sıcaklık ve yağış dışında iklim koşullarındaki değişkenlerden belirgin şekilde etkilenmediği sonucuna varılmıştır.

Touchan vd. (2003), “*Preliminary Reconstructions of Spring Precipitation in Southwestern Turkey from Tree-Ring Width*” adlı çalışmalarında, Türkiye'nin güneybatısındaki Toroz Sediri, Aoylu ardıç, Kızılcım ve Karaçam türleri kullanılarak mayıs-haziran toplan yağışlarının 660 yıllık rökonstrüksiyonu yapılmıştır. Çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında son 660 yılda 5 yıldan daha uzun bir bahar kuraklığı yaşama olasılığının %33'ten daha az olduğu ortaya konulmuştur.

Yaman ve Sarıbaş (2004), “*Bartın-Kumluca Sarıçamlarında (Pinus Sylvertris L.) Dendroklimatolojik Araştırmalar*” adlı çalışmalarında 202 yıllık sarıçam kronolojisi oluşturulmuş ve özellikle yağışların Bartın-Kumluca yöresindeki seyri hakkında bilgiler verilmiştir.

Touchan vd. (2005), “*Standardized Precipitation Index Reconstructed from Turkish Tree-Ring Widths*” adlı çalışmalarında; 1251-1998 dönemi arasındaki mayıs-temmuz aylarının standize edilmiş yağış indisini (SPI) Anadolu'nun büyük bir bölümünde (Batı Anadolu'da dahil) oluşturmuşlardır. Çalışmada rökonstrüksiyon işlemi temel bileşenler analizinden (PCA) geliştirilmiştir. Söz konusu çalışmada, ardışık kurak yılların en fazla iki yıl olduğu (1607-1608, 1675-1676 ve 1907-1908) belirtilmiş ve nemli yılların ise 1330-31, 1428-29, 1503-04, 1629-30 ve 1913-14 yıllarında olduğu ifade edilmiştir.

Touchan vd. (2005), “*Reconstructions of Spring/Summer Precipitation for the Eastern Mediterranean from Tree-Ring Widths and Its Connection to Large-Scale*

Atmospheric Circulation” adlı çalışmaları; Doğu Akdeniz bölümündeki farklı türlerden kronolojiler geliştirmeye odaklanan büyük ölçekli sistematik dendroklimatik örneklemeyi temsil etmektedir. Yapılan 600 yıllık mayıs-ağustos yağış rökonstrüksiyonunda, 1561-1595 yıllarında 5 yıl süren kurak bir dönemin yaşandığı ve 1601-1605 ile 1751-1755 yılları arasında 5 yıl süren nemli dönemlerin yaşandığı bulunmuştur.

Akkemik vd. (2005a), “*A Preliminary Reconstruction (A.D. 1635-2000) of Spring Precipitation Using Oak Tree Rings in the Western Black Sea Region of Turkey*” adlı çalışmalarında, Türkiye’nin Batı Karadeniz Bölümü’nde meşe kronolojisi oluşturulmuş ve bu kronoloji ile yağış rökonstrüksiyonu yapılmıştır. Söz konusu çalışmada, son dört yüzyıl boyunca bu bölümde kuraklık olayları 2 yılı aşmamış, aşırı kurak ve yağışlı olaylar genellikle 1 yıllık aralıklarla meydana gelmiştir.

Akkemik vd. (2005b), “*Anadolu’nun Son 350 Yılında Yaşanan Önemli Kurak ve Yağışlı Yıllar*” adlı çalışmalarında; Kastamonu ve Konya yörelerinden oluşturuldukları meşe ve karaçam kronolojileri ile nisan-haziran dönemi yağışların rökonstrüksiyonlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, kurak yılların genellikle bir yıl, seyrek olarak iki ve Akdeniz Bölgesi’nde de bir kez üç yıl (1745-47) süreli olduğu görülmüştür. Karadeniz ve Akdeniz Bölgelerine ait yörelerde kurak ve yağışlı yılların bazıları benzer iken, büyük çoğunluğu iklim özelliklerinden kaynaklı olarak farklıdır. Her iki bölgede de kurak yıllar 1676, 1679, 1696, 1715, 1725, 1746, 1757, 1797, 1815, 1887, 1927-1928; yağışlı yıllar 1655, 1665, 1678, 1681, 1689, 1698, 1709, 1727, 1871, 1901 olarak saptanmıştır.

Kara (2011), “*Dendrokronolojik Analizler ile Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişisinin Değerlendirilmesi: Uludağ’ın Güneyinden İki Örnek Alan*” adlı yüksek lisans tez çalışmasında; karaçam türünden 1740-2009 ve 1814-2009 yıllarını kapsayan iki yöre kronolojisi oluşturulmuş ve yıllık halka genişlikleri üzerinde sıcaklık ve yağış koşulları incelenmiştir.

Köse vd. (2011), “*Tree-Ring Reconstructions of May–June Precipitation for Western Anatolia*” adlı çalışmalarında; Batı Anadolu için 17 yeni karaçam kronoloji sahası geliştirilmiştir. Bu kronolojiler ile mayıs-haziran dönemi yağışlarının yerel ve mekansal rökonstrüksiyonu gerçekleştirilmiştir. Yerel rökonstrüksiyonlara göre mayıs-haziran yağışları çoğunlukla bir yıllık ve daha az yaygın olarak iki yıllık

kuraklık olayları meydana gelmiştir. Mekansal rökonstrüksiyonlarda ise, 1786 ve 1930 arasında tüm Batı Anadolu için aşırı kurak yılların 1887, 1893, 1794 ve 1740 olduğu bulunmuştur. 215 yıllık süre boyunca en kurak yıl 1887 olmakla birlikte en yağışlı yıllar, Batı Anadolu 1835, 1876, 1881 ve 1901 olarak belirlenmiştir.

Köse ve Güner (2012), “*The Effect of Temperature and Precipitation on the Intra-Annual Radial Growth of Fagus Orientalis Lipsky in Artvin, Turkey*” adlı çalışmalarında; Artvin’de Doğu Kayınının yıllık halka gelişimi üzerinde sıcaklık ve yağış değişkenlerinin etkisi Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan analize göre, haziran ayında artan yağışların ve mart-temmuz dönemlerindeki yüksek sıcaklıkların yıllık halka gelişimi üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca mart-temmuz arasındaki yüksek sıcaklıklar herhangi bir kuraklık sorununa yol açmamıştır.

Köse (2012), “*İklim Faktörlerinin Küre-Kastamonu’da Doğal Yetişen Uludağ Gökarnının (Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. bornmuelleriana (Mattf.) Coode&Cullen) Yıllık Halka Gelişimine Etkisi*” adlı çalışmasında; Kastamonu-Küre Dağları üzerindeki Uludağ gökarnına ait 120 yıl uzunluğunda yıllık halka kronolojisi ile iklim arasındaki ilişki incelenmiştir. Oluşturulan residual kronolojilerin ortalama duyarlılık katsayısı 0.23 olarak hesaplanmış ve tepki fonksiyonu yöntemi kullanılarak iklim-ağaç ilişkisi belirlenmiştir. Tepki fonksiyonu sunucuna göre, ocak ayında gerçekleşen yüksek sıcaklıklar, mayıs-haziran aylarındaki yüksek sıcaklıklar ve şubat-ağustos arasındaki düşük yağışların yıllık halka gelişimini sınırlandırdığı sonucuna varılmıştır.

Köse vd. (2013), “*An Improved Reconstruction of May–June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions*” adlı çalışmalarında; Burdur meteoroloji istasyonuna ait veriler ile karaçam türünden oluşturulan kronololar ile mayıs-haziran dönemine ait yağış rökonstrüksiyonu geliştirilmiştir. 1692-2004 yılları aralığındaki yağış rökonstrüksiyonunda 48 nemli ve 41 kurak yıl saptanmıştır. Saptamaya göre 1725, 1814, 1851, 1887, 1916 ve 1923 çok kurak, 1736, 1780, 1788, 1803 ve 1892 ise çok nemli yıllar olarak belirlenmiştir. Ayrıca kurak ve nemli yılların büyük volkanik patlamalarla arasında olan ilişki incelenmiş ve en büyük volkanik patlamaların olduğu yıllarda veya hemen sonrasında normalden daha nemli yılların olduğu bulunmuştur.

Doğan (2014), “*Sandıras Dağı’nda (Muğla) Fiziki Coğrafya ve Dendroklimatoloji Araştırmaları*” adlı doktora tez çalışmasında; Sandıras Dağı’nda yer alan karaçamlar üzerinde dendrokronolojik ve dendroklimatolojik araştırmalar yapmıştır. Kronolojiler kuzey ve güney yamaçlar ile alt ve st yükselti olmak üzere dört yöre üzerinden oluşturulmuştur. 241, 299, 584 ve 820 yıllı uzunluklarına sahip dört yöre kronolojisi ile iklim elemanları arasındaki ilişkiler tepki fonksiyonu analizi ile belirlenmiştir. Söz konusu tezde, karaçamların yıllık halka gelişiminde şubat ile mart aylarındaki yüksek sıcaklıklar ve mayıs-haziran arasındaki yağışlar olumlu yönde etki göstermiştir. Buna karşın haziran ve ağustos aylarındaki yüksek sıcaklıklar karaçam türünde olumsuz yönde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Touchan vd. (2014), “*Dendroclimatology in The Eastern Mediterranean*” adlı çalışmalarında; iklim değişiminin anlaşılmasında önemli katkıda bulunan dendroklimatoloji amaçlı kronolojilerinin Doğu Akdeniz Havzasında genel bir değelendirmesi yapılmıştır.

Touchan vd. (2014), “*Spatial Patterns of Eastern Mediterranean Climate Influence on Tree Growth*” adlı çalışmalarında; Doğu Akdeniz ve Yakın Doğu’daki uzunlukları 89 ile 990 yıldan oluşan 79 ağaç halkası kronolojisi analiz edilmiş ve bölgesel kuraklık rökonstrüksiyonları için uygunluğu incelenmiştir. İnceleme sonucunda, yöreden yöreye farklılık olmakla birlikte mayıs, haziran ve temmuz yağışları ile kış ve ilkbahar sıcaklıkları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu grlmştir. Buna karşın, mayıs temmuz sıcaklıkları ile negatif yönde ilişki mevcuttur. Yapılan kümeleme analizinde baskın sinyalin mayıs-haziran yağışlarında olduğu belirtilmiştir.

Doğan ve Köse (2014), “*Sandıras Dağı’ndaki (Muğla) Yaşlı Karaçam Ormanlarından Dört Yeni Yıllık Halka Kronolojisi*” adlı çalışmalarında, karaçam türüne ait dört yeni kronoloji üretilmiştir. Üretilen kronolojide Türkiye’de bugüne kadar incelenmiş karaçamlar içinde iklim değişimine en duyarlı ağaçlara (0,27 duyarlılık katsayısı ile) Sandıras Dağı’nın kuzey yamaçlarında karaçam ormanının alt sınırında ulaşılmıştır.

Cook vd. (2015), “*Old World Megadroughts and Pluvials During The Common Era*” adlı çalışmalarında Türkiye’nin de içinde bulunduğu Avrupa ve Akdeniz Havzası üzerinde ağaç halkalarına dayalı olarak Eski Dünya Kuraklık Atlası geliştirilmiştir.

Atlasla göre 11. ve 15. yüzyılın ortalarında Kuzey-Orta Avrupa üzerinde yeniden inşa edilen mega kuraklıklar, Kuzey Amerika ve Asya kuraklığından daha şiddetli olduğunu göstermektedir.

Martin-Benito vd. (2016), “*Tree-Ring Reconstructed May–June Precipitation in The Caucasus Since 1752 CE*” adlı çalışmalarında; 1752 yılından 2001 yılına kadar uzanan mayıs-haziran dönemi yağış rökonstrüksiyonu Batı Kafkasya’da gerçekleştirilmiştir. Araştırmada yüksek yağışa rağmen kuraklığa karşı duyarlı birden çok türe ait ağaçlardan kronolojiler kullanılmıştır. Rökonstrüksiyonda 1754, 1771, 1784, 1817, 1829, 1854 aşırı nemli yıllar; 1757, 1764, 1777, 1813, 1851, 1876, 1909, 1955 aşırı kurak yıllar olarak belirlenmiştir.

Köse vd. (2017), “*Spring Temperature Variability over Turkey Since 1800 CE Reconstructed from A Broad Network of Tree-Ring Data*” adlı çalışmalarında; 1800-2002 dönemi için sıcaklık rökonstrüksiyonu oluşturulmuştur. Araştırma Batı Karadeniz, Marmara ve Batı Akdeniz bölge ve bölümleri üzerinde gerçekleşmiş olup, 1800 ile 1929 yılları arasında 23 soğuk dönem ve 13 sıcak dönem belirlenmiştir. Ayrıca yapılan sıcaklık rökonstrüksiyonunda aşırı sıcak ve soğuk yılların genellikle 1 yıldan kısa sürdüğü, nadiren 2-3 yılı aştığı görülmüştür.

Alfaro-Sánchez vd. (2018), “*Climatic and Volcanic Forcing of Tropical Belt Northern Boundary Over The Past 800 Years*” adlı çalışmalarında, erken ilkbahar tropik kuşağın kuzey sınırının son 800 yıldaki hareketini yeniden oluşturmak için Kuzey Yarımküre'deki beş orta enlem bölgesinden ağaç halkası genişliklerine ilişkin veriler kullanılarak incelenmiştir. Tropik kuşak, stratosfere kükürt enjekte eden büyük volkanik olayların ardından önemli ölçüde daraldığı bulunmuştur. Ayrıca, en uzun kalıcı tropik kuşak genişleme dönemi, Küçük Buz Çağı'nın en soğuk dönemlerinden birinde, on altıncı yüzyılın sonlarında meydana geldiği belirtilmiştir.

Yurtseven (2021), “*Yamanlar Dağı'nda (İzmir) Dendrokronolojik Araştırmalar*” adlı yüksek lisans tezinde Yamanlar Dağı'nın Karagöl mevkiinden 163 yıllık yeni bir kızılçam kronolojisi oluşturulmuştur. Tezde, Doğan (2020b) tarafından yayımlanan “*Bornova Ovası ve Çevresinde Hava Kirliliği ve İklim Değişkenliğinin Ağaç Gelişimine Etkisinin Dendrokronolojik Yöntemlerle Belirlenmesi*” başlıklı projenin sonuçlarını yayımladığı kitabında yer alan karaçam ve kızılçam kronolojilerinden de faydalanılmıştır. Bu üç kronolojiye ait yıllık halka gelişimi

üzerindeki iklim unsurlarının etkisi, korelasyon katsayısı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonucunda mayıs-haziran dönemi yağışlarının karaçamların çap artımını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Kızılçamların çap artımı ise (radyal büyümesi) genellikle yıl boyunca yağışların fazla olduğu aylarda fazla, yağışların az olduğu dönemlerde sınırlı olmaktadır.

Dendrohidrolojik Çalışmalar

Dünyada yıllık halka verilerinden yararlanarak nehir akım kayıtlarını geçmiş dönemlere uzatma fikri ilk olarak George Hardman (1936) tarafından vurgulanmıştır. Bu hususta dendrohidroloji ile ilgili ilk çalışmayı, Hardman, ABD'nin Kaliforniya ve Nevada eyaletlerinde bulunan Truckee nehri üzerinde yapmıştır. Araştırmada, 400 yıl boyunca birbirini takip eden dönemde akımda kurak ve yağışlı dönemlerin yaşandığından bahsedilmiştir (Hardman, 1936).

Türkiye'de akarsu akım kayıtları genel olarak 50 yıldan daha azdır. En uzun akarsu akım kayıtlarının Porsuk ve Göksu Nehirlerinde yapıldığı bilinmektedir (Güner vd., 2017). Bundan dolayı Türkiye'de akarsu akım kayıtlarının dendrohidrolojik çalışmalarla geçmişe götürülmesi önemlidir. Bu hususta ilk dendrohidrolojik araştırma Akkemik vd. (2008), tarafından "***Tree-Ring Reconstructions of Precipitation and Streamflow For North-Western Turkey***" adlı çalışma ile yapılmıştır. Araştırmada Batı Karadeniz Bölümünde yer alan Filyos Nehri'nin 1650-2000 yıllarına ait mayıs-ağustos akım verileri yeniden oluşturulmuştur. Ayrıca bu dönemde yaşanan kurak yıllar ile taşkın yılları belirlenmiştir (Akkemik vd., 2008).

İkinci önemli araştırma Güner (2010), tarafından "***Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonu***" adlı yüksek tezi ile yapılmıştır. Sakarya Nehri Havzasında yapılmış olan bu tezde, 1722-1998 yıllarının kapsayan dönemde nisan-eylül ayları arasındaki ortalama akım tahminleri elde edilmiştir (Güner, 2010). Bu tezden üretilen yayına göre de havzada son iki yüzyıl boyunca 33 kurak ve 28 nemli duruma rastlanılmıştır (Güner vd., 2017).

Genç (2019), tarafından hazırlanan "***Aşağı Kızılırmak Havzası Akım Verilerinin Dendrohidrolojik Rökonstrüksiyonu***" adlı yüksek lisans tezi bir diğer önemli araştırmalardan biridir. Tezde nisan-ağustos aylarındaki ortalama akım değerleri ile yıllık halka genişliği arasında yüksek ve pozitif yönde ilişkiler belirlenmiş ve bu aylara ait akım rökonstrüksiyonu yapılmıştır. 1794-1998 yılları arası için yapılan

rökonstrüksiyonda, 28 kurak (-) ve 33 yağışlı (+) yıl yaşandığı belirlenmiştir. Sonuçlara göre, 1840, 1842, 1873, 1885 ve 1947 yıllarının havzada çok kurak geçtiği, 1829 ve 1837 yıllarının ise havza için çok yağışlı olduğu görülmüştür (Genç, 2019). Ayrıca bu yüksek lisans tezinden bir yayın da çıkmıştır (Genç ve Güner, 2022).

Yaman vd. (2021) tarafından hazırlanan “*Hydrological Evaluations And Effects Of Climate On The Radial Growth Of Oriental Beech (Fagus Orientalis Lipsky) İn Abdipaşa, Bartın, Turkey*” adlı çalışmada Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaçlarının radyal büyümesini etkileyen ana iklim değişkenleri belirlenmiştir. Ayrıca ağaç halkası kronolojisi ile Kocairmak Deresi'nin aylık akarsu akım değerleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Yaman vd., 2021).

Dendroekolojik Çalışmalar

Akkemik (2003), tarafından yapılan “*Tree rings of Cedrus libani at the northern boundary of its natural distribution*” adlı çalışmada Tokat civarında üç bölgeden alınan 41 artım artım örneğinden kronolojiler üretilmiş ve tepki fonksiyonları incelenmiştir. Araştırmada dik yamaçlardaki ağaçların iklim koşullarına daha yüksek korelasyon gösterdiği ve yağışın büyümede sınırlayıcı bir faktör olduğu bulunmuştur. Bunun yanında ilk yıllardaki yıllık halka gelişimi ekolojik koşullardan fazla etkilenmezken, kök ve tepe hacminin artmasına bağlı olarak yıllık halka gelişiminde farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışmada traheidlerin radyal çapları ölçülmüş ve 1994'ten 2000'e kadar son yedi yılı temsil eden traheid sayıları belirlenmiştir. Burada radyal çapların tüm alanlarda hemen hemen benzer olmasına rağmen, traheidlerin sayısı vadi tabanında en fazla iken, dik eğimli alanlarda en düşük olduğu görülmüştür.

Tolunay (2003a), “*Air Pollution Effects on Annual Ring Widths of Forest Trees in Mountainous Land of Izmir (Turkey)*” adlı çalışmasında; İzmir ilinin kuzey kesiminde (Aliağa bölgesi) bulunan sanayi kuruluşlarının bu bölgenin hava kalitesini olumsuz etkilemesine bağlı olarak yıllık halka genişliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada kızılçam ve karaçam türü kullanılmıştır. Hava kirliliğinin yoğun etkileri 1985 yılında başlamış, bu nedenle bu yıl referans olarak alınmıştır. Ardından 1985 referans yılının öncesi ve sonrasındaki yıllık halka genişlikleri incelenmiş, kuzeyde yer alan ağaç örneklerinin yıllık halka genişlikleri hava kirliliğinden etkilenmiş ve bazı azalmaların olduğu görülmüştür.

Tolunay (2003b), tarafından yapılan “*Dendroclimatological investigation of the effects of air pollution caused by Yatağan Thermal Power Plant (Mugla-Turkey) on annual ring widths of Pinus brutia trees*” adlı araştırmada ise Yatağan termik santralının oluşturmuş olduğu hava kirliliğinin kızılçam türünün yıllık halkalarında yıllık ortalama 0.7-2.8 mm azalmaya neden olduğu görülmüştür (Tolunay, 2003b).

Makineci ve Sevgi (2005), “*Seyitömer Termik Santralinin Kuruma Alanlarındaki Karaçam (Pinus nigra Arnold.) Yıllık Halkalarına Etkisinin Araştırılması*” adlı çalışmalarında; Seyitömer Termik Santralinin işletmeye açılma tarihi esas alınarak, kurumuş olan ormandaki karaçam ağaçlarının yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Etkinin incelenmesinde santrale ait üç farklı dönem (termik santral öncesi dönem, termik santralin dört birimin sırasıyla kurulduğu dönem, tüm birimlerin çalıştığı dönem) yılları belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, santrale ait tüm birimlerin çalıştığı dönemden itibaren yıllık halkaların daraldığı görülmüştür.

Sevgi ve Akkemik (2007), “*A dendroecological Study on Pinus nigra Arn. at Different Altitudes of Northern Slopes of Kazdağları, Turkey*” adlı çalışmalarında; Kazdağları'nın farklı yükselti kademelerinden örneklenen karaçam ağaçlarının yıllık halka genişliği ile iklim arasındaki ilişki araştırılmıştır. İklim verileri ile yıllık halka arasındaki ilişki korelasyon katsayısı yöntemi ile hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda nemli iklime sahip alt yükselti kademelerinde ilkbahar ve yaz yağışlarının büyümeyi olumlu yönde etkilediği ancak istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca yüksek rakımlarda bu etkinin daha zayıf olduğu da belirtilmiştir.

Köse vd. (2012), “*Tree-Ring Growth of Pinus nigra Arn. Subsp. pallasiana Under Different Climate Conditions Throughout Western Anatolia*” adlı çalışmalarında; Batı Anadolu'da karaçamın radyal büyümesini etkileyen en önemli iklim faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İklimin radyal büyüme üzerindeki etkisini belirlemek için her bir kronoloji için tepki fonksiyonları ve tepki fonksiyonlarını sıralamak ve iklim tepkilerine dayalı olarak kronolojileri gruplara ayırmak için de hiyerarşik küme analizi uygulanmıştır. Söz konusu çalışmaya göre, yıllık halka gelişiminde başlıca sınırlayıcı faktörün, hemen hemen tüm bölgelerde, özellikle Mayıs ayında, düşük yağışların neden olduğu kuraklık olduğu saptanmıştır. İfade edilen kuraklığın, özellikle step bölgelerine geçişte çok daha etkili olduğu belirtilmiştir.

Coulthard vd. (2017), “*Tree Growth and Vegetation Activity at the Ecosystem-Scale in the Eastern Mediterranean*” adlı çalışmalarında; uzaktan algılama ile elde edilen normleştirilmiş bitki örtüsü indisi (NDVI) ile kızılçamların yıllık halka gelişimi arasındaki ilişki Doğu Akdeniz Havzası ölçeğinde incelenmiştir. Esasında bu tarz çalışmalar sıcaklıkla sınırlı kuzey ve tayga ortamlarında yapılmakta iken burada sıcak bölge elemanı olan kızılçam ile uzaktan algılama görüntülerini karşılaştırmayı amaçlamaktadır. Sonuca göre daha yüksek rakımlı ormanlık alanlardaki ağaç halkası kronolojileri, NDVI ile iklime dayalı bağlantılar sergilemezken, daha düşük rakımlı kuru alanlardaki kronolojiler, kış yağış mevsimi boyunca NDVI ile güçlü bir şekilde ilişki sergilemiştir. Ayrıca, kızılçamların vejetasyon aktivitesi açısından önemli bir vekil kayıt olabileceği görülmüştür.

Jansen vd. (2018), “*Recent Growth Trends of Black Pine (Pinus nigra J.F. Arnold) in the Eastern Mediterranean*” adlı çalışmalarında; Göller yöresi ve çevresinde yer alan karaçam örnekleri üzerinde büyüme eğilimleri ve büyüme eğilimlerinde etkili olan faktörler incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, 1970'lere kadar yavaş yavaş artan bir büyüme eğilimi, ardından azalan bir eğilim görülmüştür. Bu olumsuz eğilimin yaz aylarında artan sıcaklık ve kuraklık ile yüksek oranda ilişkili olduğu ve muhtemelen iklim değişikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Reis vd. (2018), “*Impacts of Climate Change on Annual Diameter Increment of Natural Calabrian Pine (Pinus brutia Ten.) Forests in Kahramanmaraş*” adlı çalışmalarında; küresel iklim değişikliği ile birlikte barajlar ve göllerin ağaçların büyümesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma, Kahramanmaraş'ta Menzelez Baraj havzasında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artımı açısından baraj alanı ile kontrol alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür. Ayrıca, baraj kızılçam ormanlarının yıllık ortalama çap artımını olumlu olarak etkilemiştir.

Akay vd. (2019), “*Variation of Tree Diameters Along Road Edges: The Case of Karacabey Linden Forest in Bursa, Turkey*” adlı çalışmalarında; orman ekosistemi üzerinde yol ağlarının etkisi incelenmiştir. Çalışma, Türkiye'de ıhlamurun önemli yayılış gösterdiği Bursa'nın Karacabey ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Örnek veriler yol kenarındaki 5 m mesafeden alınmış, karşılaştırmada kullanılan kontrol örnekler ise 50 m mesafeden alınmıştır. Sonucunda, yol kenarından olan mesafenin artmasıyla, ortalama ağaç çaplarında ve çap artım değerinde azalma olduğu görülmüştür. Bu

durumun oluşmasında yol kenarındaki ağaçların ışıktan daha fazla yararlanması etkili olmuştur.

Doğan ve Köse (2019), “*Influence of Climate on Radial Growth of Black Pine on the Mountain Regions of Southwestern Turkey*” adlı çalışmalarında; Muğla'nın Sandıras Dağı'nda farklı yükseltilerden alınan dört karaçam örneğinin radyal büyümesinin etkileyen en önemli iklim faktörleri belirlenmiştir. Çalışmada, büyüme mevsimindeki yüksek sıcaklık ile yağışın yıllık halka oluşumunda olumlu yönde etkisi olduğu görülmüştür. Yüksek yaz sıcaklıklarının ise kuraklık şiddetini artırarak radyal büyümeyi olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir.

Ergül Bozkurt vd. (2021), “*Growth Responses of Pinus Sylvestris L. To Climate From The Southeastern Limit of its Natural Distribution Area, Turkey*” adlı çalışmalarında, Türkiye'de seçilmiş 13 alandan alınan Sarıçam türü üzerinde erken ilkbahar sıcaklığının (mart-nisan) ve ilkbahar sonu-yaz başı yağışlarının (mayıs-haziran) büyümede ana itici güç olduğu ifade edilmiştir. Araştırmada yapılan hareketli korelasyon analizinde, büyümede sıcaklığa verilen tepkiler zamanla değişiyorken yağışa karşı tepkilerin durağan olduğu vurgulanmıştır. Doğrusal olmayan analizde ise mart-nisan sıcaklığının önemli bir eşik sağladığı da belirtilmiştir.

Şahan vd. (2022), “*Multi-century Spatiotemporal Patterns of Fire History in Black Pine Forests, Turkey*” adlı çalışmalarında; Batı Anadolu'nun farklı iklim tiplerinde geçmişteki yangınların mekansal-zamansal durumunu, ağaç-halka tabanlı yangın rökonstrüksiyonunu ile belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarından sonra örnek alım bölgelerinin çoğunda yangın sıklığında azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca çalışmada ulaşılan iki kritik yangın rejimine göre; 1853-1934 arasındaki dönem yangının çok sık ve aynı anda birden fazla yangın yaşanmış, 1934'ten sonra ise yangın sıklığında düşüşler olmaya başlamıştır. Birden fazla meydana gelen yangınlar, son 550 yılın en uzun ve en şiddetli kuraklık dönemiyle örtüşmektedir.

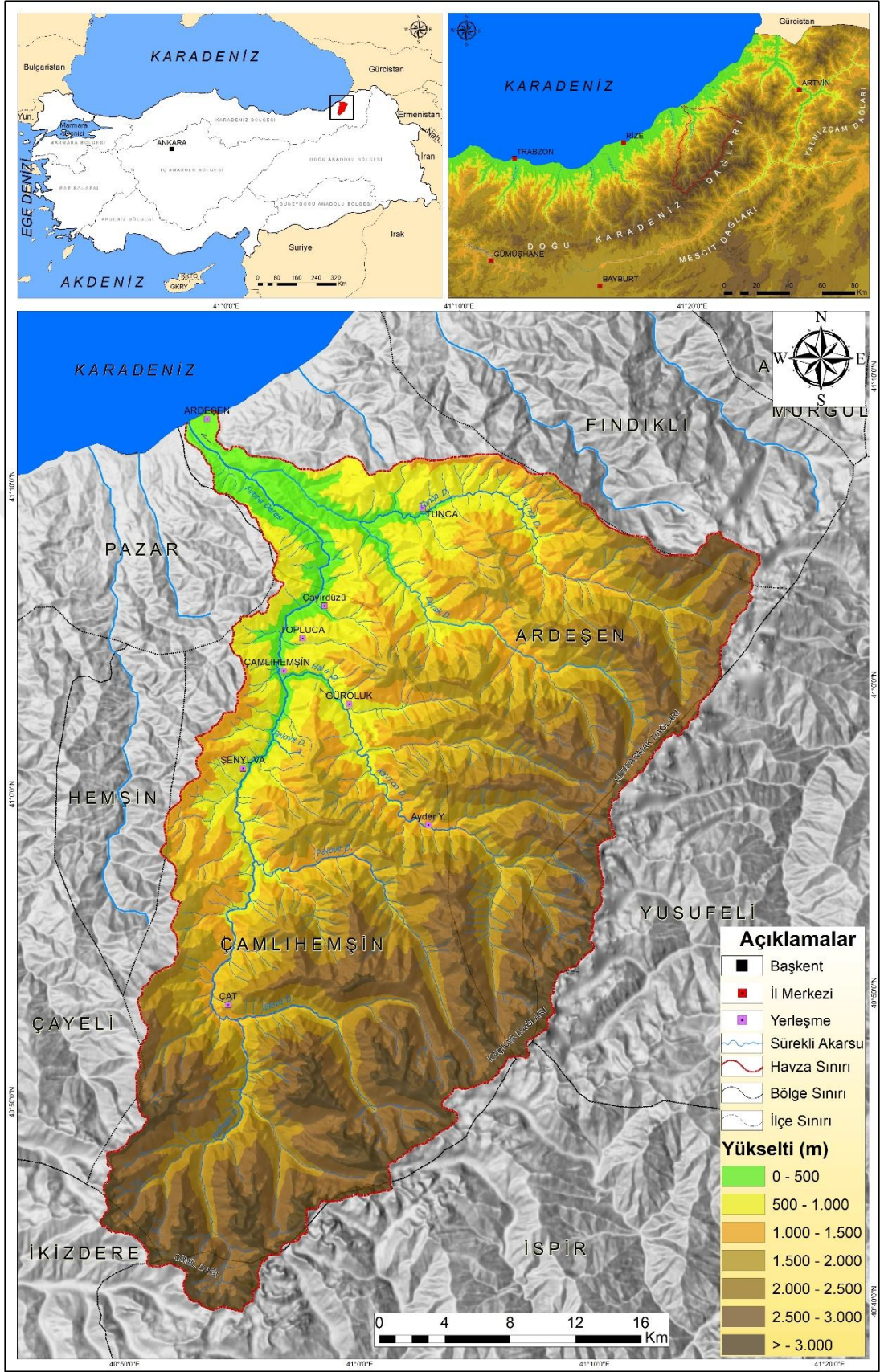
1.4. Araştırma Sahasının Yeri, Sınırları ve Özellikleri

Araştırma sahası, Doğu Karadeniz Bölümü'nün Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey aklanında kalmaktadır. Yaklaşık 1.150 km²'lik yüzölçümü ile Doğu Karadeniz'deki en büyük akarsu havzalarından biri olan havza, idari olarak Rize ilinin Ardeşen ve Çamlıhemşin ilçelerinin sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma

sahası, kuzeyden Karadeniz, güneyden Kaçkar ve Soğanlı Dağları'nın su bölümü çizgisi ile sınırlanmıştır (Şekil 1.2). Havzada, deniz kıyısından itibaren KB-GD doğrultusunda duvar gibi yükselen dağlar 35 km kuş uçuşu mesafede 3.900 m yükseltilere ulaşır. Havza KD-GB doğrultusunda 53 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Türkiye'nin 4. büyük zirvesine sahip olan Kaçkar Dağı (3.932 m) çalışma sahasını güneyden sınırlayan su bölümü hattının en yüksek noktasına da sahiptir (Bayraktar, 2006a). Diğer taraftan, Verçenik Dağı (3.711 m) ve Altıparmak Dağı (3.562 m) sahayı güneyden sınırlayan diğer yüksek kütlelerdir. Ayrıca çalışma sahası hidrografik kuzeydoğuda Fındıklı ilçesinde denize dökülen Tahiroğlu Irmağı Havzası, güneybatıda Pazar ilçesinden denize dökülen Hemşin Deresi Havzası ve güneyden ise Çoruh Havzası ile sınırlanmıştır. Havza 40°41'00"K ve 41°11'30"K enlemleri ile 40°47'39"D ve 41°20'36"D boylamları arasında yer almaktadır.

Fırtına Deresi Havzası, engebeli ve yükseltisi fazla olan bir topoğrafyaya sahip olup kıyı kuşağında Karadeniz ikliminin tipik özellikleri görülmektedir. Genel olarak yıl boyunca yağışlı olan bu iklimde, kıyı kesimde ılıman-nemli, yüksek kesimlerde ise soğuk-nemli iklim hâkimdir (Atalay, 2013: 514). Fazla yağıştan dolayı yöre toprakları genellikle asit reaksiyon göstermekte olup, havzada en geniş yayılışa sahip toprak türü, kireçsiz kahvarengi orman topraklarıdır.

Genel olarak, havzanın kıyı kesiminde orman tahrip sahalarına denk gelen alanlarda psödomaki (çalı) olarak adlandırılan formasyon yer alır. Bu formasyonun üzerinde yaklaşık 1.000 m yükseltiye kadar kışın yaprağını döken yayvan yapraklı orman toplulukları (kayın, kestane, kızılalağaç, ıhlamur, meşe), 1.000 - 1.500 m yükselti arasında yayvan ve iğne yapraklı ağaçların bulunduğu karışık ormanlar (kayın, ladin, gürgen, göknar), 1.500 - 2.100 m yükselti arasında iğne yapraklı ormanlar (ladın, göknar) ve 2.100 m yükseltiden sonra ise geniş alpin çayırılık yer almaktadır. Ayrıca, büyük bir kısmı çalışma sahası içerisinde yer alan Kaçkar Dağları Milli Parkı ve çevresi, Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki endemik taksonların %30'una tek başına ev sahipliği yaparak (Güner vd., 1987) havza bitki örtüsüne zenginlik katmaktadır. Diğer taraftan vadi içlerinde alüvyal taban üzerinde yer alan nadir şimşir ormanları (Aksoy, 1995; 1998 atfen Abay vd., 2006) ve kızılalağaç ormanları da bitki örtüsüne çeşitlilik katmaktadır.



Şekil 1.2. Fırtına Deresi Havzası lokasyon haritası.

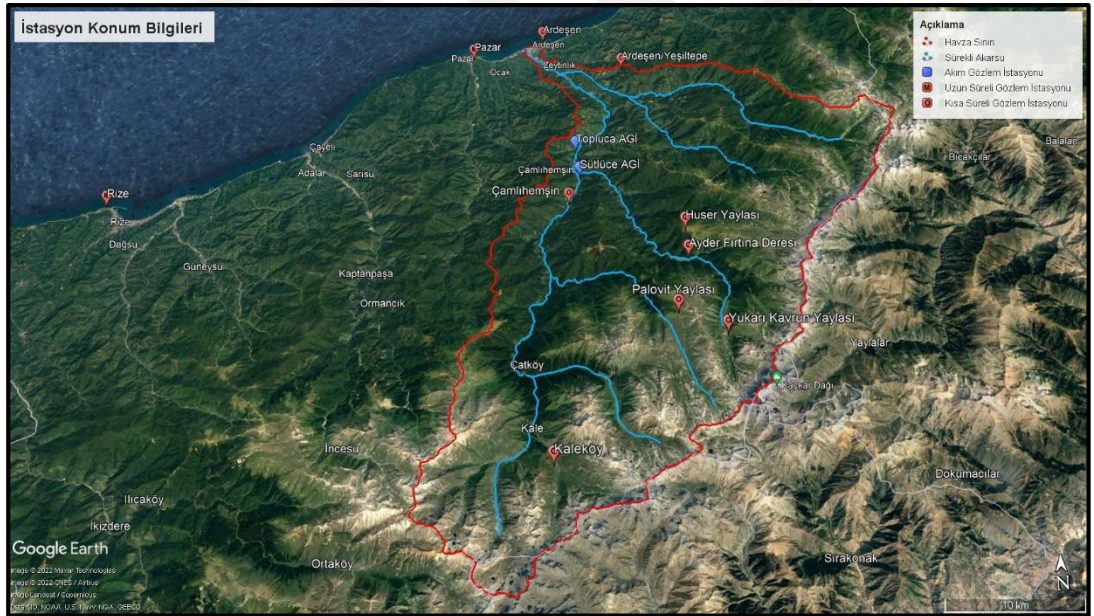
2. MALZEME VE YÖNTEMLER

İnsan-ortam ilişkisi olarak tanımlanan coğrafya disiplini, araştırma yöntemleri itibariyle geniş bir çalışma ve gözlem sahasına sahiptir. Bu disiplinde, geniş araştırma ve gözlem konularının yaygınlığı disiplinler arası etkileşimi de yaygın kılmıştır. Bu nedenle araştırma konusunu oluşturan bitkileri daha iyi anlamak için birden çok alt disiplinleri birbirleriyle etkileşimli bir şekilde yani jeoloji-jeomorfoloji, meteoroloji-klimatoloji, biyocoğrafya-biyoloji ve hidrografya-hidroloji şeklinde fiziki coğrafyayı incelemek gerekmektedir. Bu alt başlık içinde ifade edilen disiplinlerin açıklanmasında kullanılan malzeme ve yöntemlerden bahsedilecektir. Bölüm, fiziki coğrafya özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler ile ladin-gökmar türleri üzerinde dendrokronolojik ve dendroklimatolojik incelemelerin yapıldığı yöntemler şeklinde iki kısımdan oluşmaktadır.

2.1. Fiziki Coğrafya Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Materyal ve Yöntemler

Fırtına Deresi Havzası'nın fiziki coğrafya özelliklerinin belirlenmesinde ve aralarında bulunan ilişkileri ortaya koymakta temel malzeme olarak Harita Genel Komutanlığı'nın ürettiği sayısal ve basılı 1/25.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Araştırma sahasını tanımlayan toplam 17 adet (Şekil 2.1) Artvin F45c2, F45c3, F46d1, F46d2, F46d3, F46d4, F46c4 ile Tortum G45b2, G45b3, G45b4, G45c1, G45c2, G46a1, G46a2, G46a3, G46a4, G46b1 pafta nolu topografya haritasına ulaşılmıştır. Bu paftalar ArcGIS 10.7 programında UTM (Universal Transverse Mercator) Projeksiyon sistemine göre koordinatlanarak birleştirilmiş ve sayısallaştırılmıştır. Çalışmanın diğer safhalarında birleştirilen bu topoğrafya haritaları esas alınarak lokasyon, jeoloji, jeomorfoloji ve hidrografya haritaları hazırlanmıştır.

Araştırma alanının **iklim** özelliklerinin belirlenmesinde kısa ve uzun süreli gözleme sahip meteoroloji istasyon verileri, Meteoroloji 11. (Trabzon) Bölge Müdürlüğü'nden temin edinmiştir. Sahaya en yakın uzun süreli kayıt verisi olarak Rize meteoroloji (17040) istasyonunun 1960-2021 yılları, Pazar meteoroloji (17628) istasyonunun 1964-2021 yılları arasındaki rasatlar bulunmaktadır. İklim özelliklerini aynı ölçekte değerlendirmek için bu uzun ölçüme sahip meteoroloji verileri daha kısa olan (Pazar) verisine uyarlanmıştır. Veri bu haliyle 1964-2021 yıllarını kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Ayrıca havza içerisinde 8 adet kısa süreli otomatik meteoroloji gözlem istasyonu (OMGİ) bulunmaktadır (Şekil 2.2; Tablo 2.1. Havzada kullanılan uzun ve kısa süreli meteoroloji istasyon bilgileri.). Bu istasyonlar kısa gözlem aralığı içermekle beraber ölçümün yapılmadığı bazı aylar da mevcuttur. Gerek uzun zaman aralığında ölçümün olmaması gerekse bazı aylara ait ölçümlerin bulunmaması nedeniyle havzanın iklim özellikleri Rize ve Pazar meteoroloji istasyonu temel alınarak değerlendirilmiştir. Havza içinde yer alan istasyonlar da özel bir kanaat oluşturması bakımından kısmi olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2.2. Fırtına Deresi Havzası MGM ve AGİ konumları haritası.

Tablo 2.1. Havzada kullanılan uzun ve kısa süreli meteoroloji istasyon bilgileri.

İstasyon No	İstasyon Adı	Ölçüm Yılı	Koordinat	Rakım (m)
17040	Rize	1964-2021	41°02'N – 40°30'E	3
17628	Pazar	1964-2021	41°10'N – 40°54'E	78
17765	Çamlıhemşin	2013-2021	41°00'N – 40°59'E	390
17713	Ayder Fırtına Deresi	2010-2021	40°57'N – 41°06'E	1354
17772	Ardeşen/Yeşiltepe	2013-2021	41°09'N – 41°04'E	573
18731	Kaleköy	2015-2021	40°47'N – 40°57'E	2281
19058	Palovit Yaylası	2016-2021	40°54'N – 41°05'E	2633
19059	Huser Yaylası	2016-2021	40°58'N – 41°06'E	2422
19243	Ardeşen	2018-2021	41°11'N – 40°58'E	7
19367	Yukarı Kavrun Yaylası	2018-2021	40°52'N – 41°07'E	2314

Bilindiği üzere iklim elemanları (sıcaklık, nem, basınç) yükseklik denetçisinin etkisi altındadır. Özellikle dağlık bölgelerdeki birçok iklim özelliklerinde karmaşık etkiler yapmaktadır (Türkeş, 2019: 48). İklim-bitki ilişkisinin incelendiği bu çalışmada, verilerin çözünürlüğünün yüksek ve hassas olması önemlidir. Ancak sahada uzun yıllık meteoroloji gözlem istasyonları olan istasyonların deniz seviyesinden yüksekliği Rize’de 3 m, Pazar’da 78 m’dir. Örnek alım yerleri ise 1.000 m ile 2.200 m yükseklik arasında değişmektedir. Bu nedenle söz konusu istasyonlar ile örnek alım yerleri arasında yükselti ve dağlık alanların doğal bir etkisi olarak iklim koşullarında (özellikle sıcaklık ve yağış) farklılıklar oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmada dağlık ve yüksek alanların, sıcaklık ve yağış özelliklerinin mekânsal dağılışının belirlenmesinde yüksek çözünürlüğe sahip veri sitelerinden yararlanılmıştır. Burada sıcaklığın mekânsal dağılışının belirlenmesinde **WorldClim 2.1** (URL-2, 2022); yağışın mekânsal dağılışının belirlenmesinde **CHELSA 2.1** (URL-3, 2022) iklim veri setlerinden yararlanılmıştır. Farklı veri setlerinin tercih edilmesinde, iklim elemanlarına ait mekânsal modellemenin daha iyi yansıtılması etkili olmuştur. İfade edilen veri setlerinde CHELSA 2.1 veri seti, yağışın mekânsal modellemesinde kullandığı orografik faktörler ve havza içerisindeki OMGİ istasyon verilerine benzer değerler göstermesi etkili olmuştur. Bu hususta iki veri setinin kısaca açıklanması yerinde olacaktır.

Bilindiği üzere bir bölgedeki atmosferin durumunu gösteren iklim değişkenleri (sıcaklık, yağış, rüzgar gibi) zamana ve yere göre farklılık göstermektedir. Bu farklılığı

belirlemek için çeşitli matematiksel işlemler yapılmaktadır. Ancak, çalışma alanlarına meteoroloji istasyonlarının uzak olması ve jeomorfolojik birimlerin etkisinde kalarak iklim değişkenlerinin değerlerinde farklılıkların oluşması, araştırılan bölgeye ait iklim tahminini zorlaştırmaktadır. Bu araştırmada da böyle bir durum görülmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere araştırma alanına en yakın uzun yıllık gözlemler Rize ve Pazar meteoroloji istasyonlarına aittir. Lakin bu istasyonlar araştırma sahasını tam olarak yansıtamamaktadır. Zira sahaya yakın olan otomatik gözlem istasyonlarına ait değerler ile uzun yıllık gözlem değerleri farklılık göstermektedir. Bundan dolayı, araştırma alanında sıcaklığın mekansal özelliklerini belirlemek için **Wordclim 2.1 iklim veri seti** kullanılmıştır (URL-2, 2022). Küresel hava ve iklim değerlerine ait bu veri tabanı yüksek mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Özellikle dağlık alanlarda iklim değişkenlerini yakalamakta önemli bir çözünürlüğe sahiptir (Hijmans vd., 2005). Web tabanlı olarak indirilen iklim veri seti/kümesi 1 km²'den 340 km²'ye kadar üç farklı şekilde elde edilebilmektedir (Fick & Hijmans, 2017: 4302). Üç farklı veri seti ifade edilecek olursa:

(i) Tarihsel iklim verileri (1970-2000): Yağış, sıcaklık (mak., ort., min), rüzgar hızı, su buharı basıncı ve biyoklimatik değişkenleri içeren veri seti vardır. Veriler, 30 saniye ile 2.5, 5 ve 10 dakika arasında dört mekânsal çözünürlükte mevcuttur (Fick ve Hijmans, 2017; URL-4, 2022).

(ii) Geçmiş aylık hava durumu verileri: 1960-2018 yılları arasındaki hava durumu verilerini içermektedir. Uzaysal çözünürlüğü 2,5 dakika olup ortalama minimum ve maksimum sıcaklık (°C) ile toplam yağış (mm) verileri indirilmektedir (URL-5, 2022).

(iii) Gelecek iklim verileri: Bu veri seti ise minimum ve maksimum sıcaklık ile yağış değerleri içermektedir. Veri setinde değerler aylık ortalamalar şeklinde 20 yıl aralıklarla yapılmıştır (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100). Daha sonra bu veriler GCM (Global Climate Model) ile SSPs (Shared Socio-economic Pathways) iklim senaryoları için kullanılmıştır (URL-6, 2022).

İklim koşulları hakkında mekânsal boyutta yüksek çözünürlüklü veri, hem doğa hem de ekolojik bilimlerde birçok uygulamada kullanmada temel esaslardan biridir. Bu araştırmada da, mekânsal yağış dağılımını birlemek için CHELSA'ya ait "bio12" kısaltma kodlu veri kullanılmıştır. CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas), İsviçre Federal Orman, Kar ve Peyzaj Araştırmaları

Enstitüsü WSL tarafından barındırılan çok yüksek çözünürlüklü (30 ark sn¹, ~1km) küresel ölçeği küçültülmüş bir iklim veri setidir (URL-3, 2022). Burada kullanılan CHELSA verisi 30 ark saniyelik yüksek çözünürlüklü sıcaklık ve yağış tahminleri sunmaktadır. Sıcaklık algoritması, atmosferik sıcaklıkların istatistiksel olarak küçültülmesine dayanmaktadır. Buna karşın yağış algoritması, rüzgâr alanları, vadi gösterimi ve sınır tabakası yüksekliği gibi orografik tahmin edicileri ve ardından bir sapma düzeltmesini içermektedir. Elde edilen veriler, 1979-2013 yılları için aylık sıcaklık ve yağış klimatolojisinden oluşmaktadır (Karger vd., 2017; 2018). CHELSA projesinde, sürekli olarak genişlemesi ve mevcut değişkenlere farklı parametreler, zaman ölçekleri gibi yeni eklemelerden dolayı veri seti değişkenleri sürekli güncellenmektedir. Ayrıca, CHELSA'nın tüm değişkenleri zamana dayalıdır ve günlük, aylık veya yıllık ortalamaları mevcuttur, ancak bunların karışımlarını içermemektedir. Bu veri seti coğrafi referanslı tiff dosyalar (GeoTIFF) şeklinde sağlanabilmektedir (Karger vd., 2021).

Havzada rüzgâr hızının mekânsal dağılışı haritasını oluşturmada GWA 3.1 (Global Wind Atlas) verisi kullanılmıştır (Badger vd., 2020). Bu veri, planlamacıların ve yatırımcıların rüzgâr enerjisi üretmek için yüksek rüzgâr alanlarını belirlemede geliştirilmiş ücretsiz web tabanlı bir uygulamadır. GWA 3.1 kıyı şeridinden 200 km'ye kadar açık deniz alanını kapsamakta ve yer seviyesinden 10, 50, 100, 150 ve 250 m yükseklikte rüzgâr kaynağı haritalamasına sahiptir (URL-8, 2022). Bunun yanında havzada hâkim rüzgâr yönleri, Rubinstein formülü kullanılarak belirlenmiştir. Bu formül, hâkim rüzgâr istikametini, belirli yönlere bağlı olmadan, derece cinsinden vermekte ve bu yönlerden esen rüzgârın yüzde olarak esiş frekansını da vermektedir (Dönmez, 1979b: 126–128). Rubinstein formülüne ait matematiksel işlemler Avcı (2020) tarafından oluşturulan *PrevailingWindRUB 1.1* isimli yazılımla gerçekleştirilmiştir (URL-9, 2020). Programa aylık verilerin girilmesi durumunda, sonuçlar kısmında hâkim rüzgâr yönleri aylara, mevsimlere ve yıllık toplam değerlerine göre ortaya konulabilmektedir (Avcı, 2020). Elde edilen tüm veriler (sıcaklık, yağış, rüzgâr), Microsoft 365 Excel programında günlük, aylık ve uzun

¹ Açısal saniye veya bir derecenin 3.600'de birine ve bir açısal dakikanın 60'ta birine eşit bir açısal ölçü birimidir (URL-7, 2022).

yıllık olacak şekilde düzenlenerek görselleştirilmiş, ardından bu görsellerin son şekli Adobe Illustrator CS6 programında verilmiştir.

Çalışma alanının **hidrografya** özelliklerinin belirlenmesinde hidrografya haritasından yararlanılmıştır. Hidrografya haritasının çizilmesinde, HGM'den temin edilen 1/25.000 ölçekli basılı topografya haritalarından faydalanılmıştır. Çalışma alanının kapsamında olan tüm akarsular ve göller ArcGIS 10.7 programında sayısal hale getirilmiş ve haritalandırılmıştır. Sahada yer alan akarsuların akım gözlem yıllıklarına <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/744> sitesi üzerinden ulaşılmıştır. Bu siteden temin edilen verilere göre havzada 2 adet AGİ (Akım Gözlem İstasyonu) bulunmaktadır (Tablo 2.2). Bunlardan 2232 nolu AGİ 1964 yılından itibaren EİEİ tarafından işletilmiş olup, en son veriler 2011 yılı için kayda alınmıştır (Elektrik İşleri Etüd İdaresi [EİEİ], 2011). Diğer taraftan site üzerinden temin edilen veriye göre DSİ tarafından kayda alınmış E22A067 nolu AGİ'ye ait 2012-2015 yılları arasında veri bulunmaktadır (Devlet Su İşleri [DSİ], 2015). Ancak resmi yazışmalarla temin edilen veride E22A067 nolu AGİ'nin akarsu kayıtları 2008 yılında başlamış olup 2009-2020 yılları arasını kapsayacak şekildedir. Bu nedenle sahada akım değerlendirme işlemi bu iki istasyona ait eski ve güncel veriler karşılaştırarak yapılmıştır. Veriler incelendiğinde 2232 nolu AGİ'de 2015 yılının ağustos ile eylülünde; E22A067 nolu AGİ'de ise 2017 yılının nisan-eylül arası akım verisi kaydı olmadığı görülmüştür. Bu eksik akım verileri, bulunduğu aya ait uzun yıllık ortalama değerler alınarak giderilmiştir.

Tablo 2.2. Fırtına Deresi Havzasının AGİ bilgileri.

AGİ No	İstasyon Adı	Enlem (K)	Boylam (D)	Yağış Alanı (km ²)	Yükselti (m)	Değerlendirme Süresi
2232	Fırtına Deresi-Topluca	41°03'58"	41°0'28"	763,2	237	1964-2011
E22A067	Hodigor Çayı-Sütlüce	41°02'22"	41°0'33"	504,6	305	2009-2020

Çalışma alanının **toprak** özelliklerinin belirlenmesinde Rize iline ait sayısal toprak haritalarından, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993) "Rize ili toprak varlığı" raporlarından ve çeşitli çalışmalardan yararlanılmıştır. Rize

iline ait sayısal toprak haritalarından büyük toprak grupları belirlenmiş ve ArcGIS 10.7 programında çalışma alanı kapsamında toprak haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanı **bitki örtüsü** özellikleri Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen verilerle belirlenmiştir. Havzanın **vejetasyon** formasyonunun dağılışı alanlarının belirlenmesinde ve haritaların oluşturulmasında bu müdürlüğe bağlı Ardeşen, Çamlıhemşin, Kaçkar ve Şenyuva şeflikleri tarafından oluşturulan en güncel 1/25.000 ölçekli sayısal amenajman verilerinden faydalanılmıştır. Çalışma amacına göre meşcere haritasının çizilmesinde ArcGIS 10.7 programı kullanılmıştır.

2.2. Dendrokronolojik, Dendroklimatolojik, Dendroekolojik Materyal ve Yöntemler

2.2.1. Çalışma Materyali, Örnek Alan Seçimi ve Örneklerin Alınması

Fırtına Deresi Havzasında ağaç gelişimi üzerinde sıcaklık ve yağış özelliklerinin ne gibi bir etkisinin olduğunu ve iklim değişimine karşı bu havzada yer alan ağaçların nasıl bir tepki verdiğini anlamaya yönelik bu çalışmada, Doğu ladini (*Picea orientalis*), Doğu Karadeniz Göknaarı (*Abies nordmanniana subsp. nordmanniana*) ağaçlarından örnekler kullanılmıştır. Bu türlerin bulunduğu mekân ile arasında gerçekleşen ilişkileri anlamada dendrokronolojik yöntemler kullanılmıştır. Dendrokronolojik çalışmalarda öncelikle araştırmanın amacına uygun olarak yetişme ortamı, ağaç türü ve istatistik modellerin seçimi gibi özelliklere dikkat edilmelidir. Bu kısımda da örnek alanı seçimi ve örneklerin alınması sırasında dikkat edilen hususlara değinilecektir.

Örneklenecek ağaçların seçilmesi ve alınacak yerlerin belirlenmesi, dendrokronolojik araştırmalarda güvenilirliği doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle örnek alımında insan etkisinden uzak doğal yetişme alanı olmasına, amaca uygun ortam olmasına, duyarlılık açısından yamaçlı ve yüksek arazi olmasına dikkat edilmiştir (Akkemik, 2004: 105–106). Ayrıca örneklerin, gövdesinde yarası olmayan ve yine gövdede çeşitli nedenlerle (kar, rüzgâr ve toprak kayması gibi) eksantrik gövde oluşturmamış ağaçlardan alınmasına dikkat edilmiştir. İfade edilen bilgiler doğrultusunda örnek alım alanları, meşcere ve topografya haritaları ile güncel uydu görüntülerinden yararlanarak belirlenmiştir. Ayrıca Pazar Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarından alınan bilgilerden de yararlanılmıştır. Genelde uzun kronolojiler

oluşturmak için havzada yer alan çaplı, yaşlı ve baskın ağaçlar seçilmiştir. İlgili kurumlardan alınan izinler sonrasında (Ek-1, Ek-2) 2020 sonbahar ve 2021 yaz mevsiminde gerçekleştirilen 10'ar günlük iki arazi çalışmasıyla artım kalemi örnekleri toplanmıştır. Örnekler, canlı ağaçlardan 50 cm'lik Pressler Artım Burgusu ile göğüs hizası seviyesinden (130 cm yükseklikten) ağacın merkezine doğru artım kalemleri şeklinde alınmıştır (Şekil 2.3). Canlı ağaçlardan bazen iki bazen üç yönlü olmak üzere örnekler alınmıştır. Alınan örnekler (artım kalemleri) arazi sırasında ve sonrasında oluşabilecek bir zarara karşı önceden hazırlanmış kâğıt taşıyıcılara yerleştirilmiştir. Bu kâğıtlar üzerine alan kodu, ağaç numarası ve ağacın çap bilgisi yazılmış ve plastik poster taşıma tüpü içerisinde muhafazaya alınmıştır. Ağaç kodunun belirlenmesinde örnek alım yerini en iyi tanımlayan yerleşme, akarsu, yayla isimleri verilmiştir. Örneğin, Çatköy yerleşmesinin yukarı kesiminden oluşturulan yöre için "CAT yöresi" ismi verilmiştir.



Şekil 2.3. Araziden örnek alım süreci: a) Ağacın A yönünden örnek alımı, b) B yönünden örnek alımı, c) artım kaleminin çıkarılması, d) örneğin göreceli sayılması.

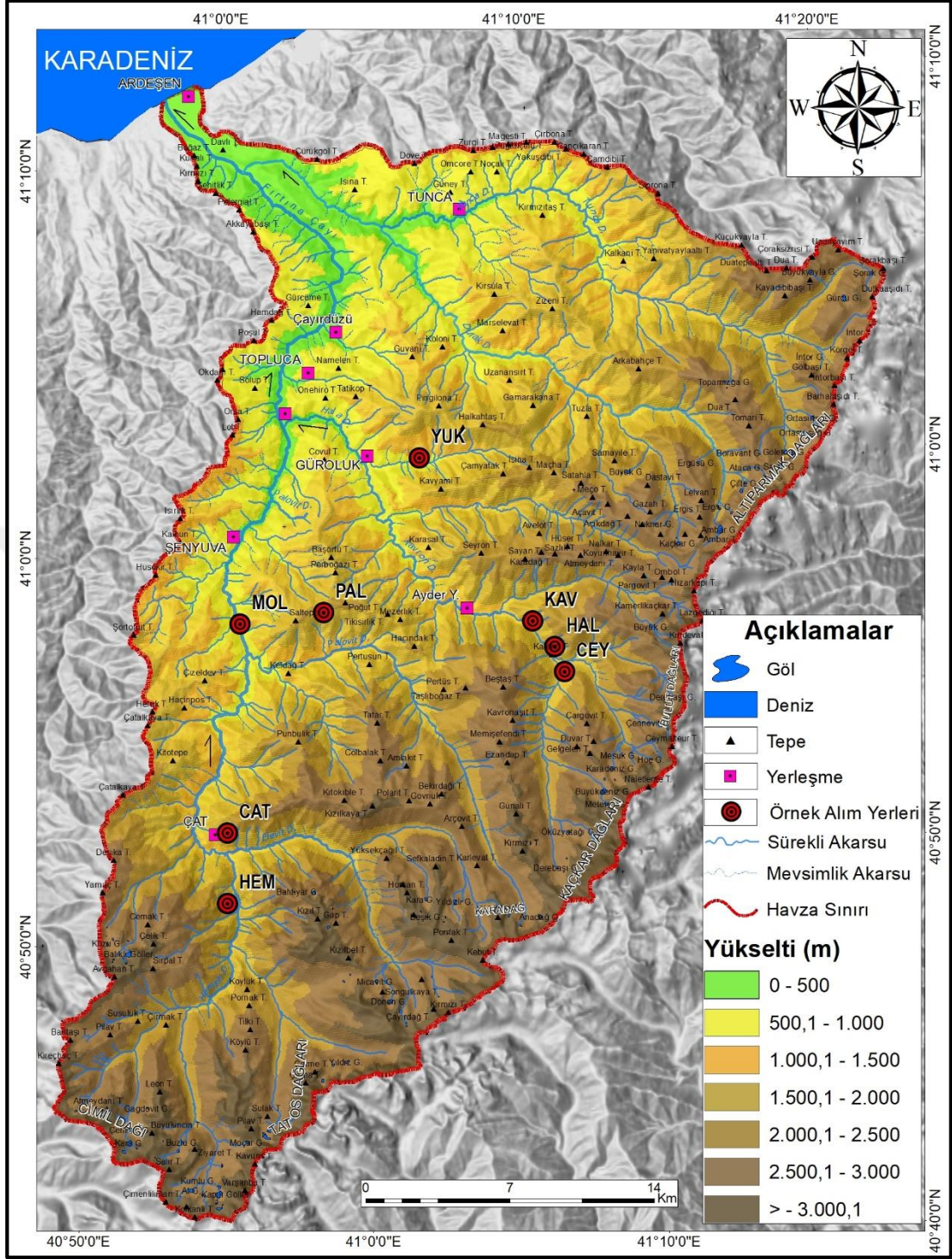
Arazi çalışmaları sırasında dikkat edilen bir diğer durum, örnek toplama alanlarına ait bilgilerin yer aldığı arazi defterinin tutulmasıdır. Bu deftere başta yöre bilgileri olmak üzere, örneklerin koordinat noktaları, topografya bilgileri (eğim, bakı, yükseklik) ve varsa önemli bilgiler not edilmektedir. Örneklerle ait topografya ve koordinat bilgileri android yazılımında kullanılabilen "GPS Essentials" mobil programı ile alınmıştır. Bunun yanında yöre özellikleri ile ilgili görsel materyal oluşturmak için

fotoğraf çekimi yapılmış ve uçan göz (Drone) görüntüleri alınmıştır. Arazi çalışmasının bitmesinden sonra laboratuvara getirilen kâğıt taşıyıcı içindeki artım kalemleri, tutkal yardımıyla daha önceden hazırlanmış olan ahşap taşıyıcılara yapıştırılmıştır. Söz konusu ahşap taşıyıcılar ortasından artım kaleminin sığacağı büyüklükte bir kanala sahiptir. Bu taşıyıcılar, artım kalemlerinin zımparalama esnasında zarar görmesini engellemekte ve ölçüm tablası üzerinde artım kalemlerinin kolay bir şekilde ölçülmesini sağlamaktadır.

2020 Kasım ve 2021 Temmuz aylarında gerçekleştirilen arazi çalışmalarında 8 yörenin 133 canlı ağacından 274 artım kalemi toplanmıştır (Tablo 2.3). Bunlardan 2020 Kasım ayında Ayder Yaylasında bulunan Hala Deresinden **HAL**, Çatköy yerleşmesinin batı yamacından **CAT**, Hemşin Deresinden **HEM** ve Kavron Deresinden **KAV** kodlu yöreler oluşturulmuştur. 2021 Temmuz ayında ise Palovit Yaylası'ndan **PAL**, Yukarışimşirlik Köyünden **YUK**, Aşağıceymakçur Yaylasından **CEY** ve Mollaveyis Köyünden **MOL** kodlu yöreler oluşturulmuştur (yöre kodları buldukları konum/yer isimlerine göre kodlanmıştır). Zengin bir çeşitliliğe sahip havzanın iklim-bitki karakterinin daha iyi anlaşılabilmesi için farklı yükselti, bakı ve eğim değerlerine sahip yörelerin olmasına dikkat edilmiştir. Yöreler, yükselti aralıklarına göre MOL ve YUK yöreleri 900 – 1.100 m, HEM yöresi 1.350 – 1.500 m, HAL, CAT, KAV, PAL ve CEY yöreleri ise 1.750 – 2.050 m şeklinde gruplandırılmaktadır (Şekil 2.4).

Tablo 2.3. Fırtına Deresi Havzasında ağaç halkası kronolojilerinin saha bilgileri.

Yöre adı	Yöre kodu	Enlem (K)	Boylam (D)	Yükselti (m)	Ağaç türü	Örnek sayısı	Kronoloji Dönemi	Bakı	Eğim (%)
Çatköy	CAT	40.8722 370°	40.9454 990°	1800-2050	<i>P. orientalis</i>	20/41	1739-2020	Batı	45
Pokut yaylası	PAL	40.9617 840°	41.0168 950°	1800-2000	<i>P. orientalis</i>	17/35	1802-2020	Güney batı	38
Kavron deresi	KAV	40.9382 910°	41.1412 030°	1750-1900	<i>A. nordmanniana</i> <i>P. orientalis</i>	15/30	1833-2020	Güney	49
Hala Deresi (Ayder)	HAL	40.9262 900°	41.1632 410°	1700-1900	<i>P. orientalis</i>	16/34	1808-2020	Batı	38
Aşağıceymakçur Yaylası	CEY	40.9208 580°	41.1492 260°	1750-1800	<i>A. nordmanniana</i>	21/44	1723-2020	Kuzey	45
Hemşin Deresi	HEM	40.8411 580°	40.9398 340°	1350-1500	<i>P. orientalis</i>	14/28	1786-2020	Güney	50
Mollaveyis (Ülkü) Köyü	MOL	40.9741 610°	40.9747 760°	950-1100	<i>P. orientalis</i>	16/32	1877-2020	Batı	41
Yukarışimşirlik Köyü	YUK	41.0227 010°	41.0791 350°	900-1100	<i>P. orientalis</i>	15/30	1869-2020	Güney	43



Şekil 2.4. Fırtına Deresi Havzasında örnek alım yerleri.

2.2.2. Yıllık Halka Analizleri

2.2.2.1. Dendrokronolojik Yöntemler

Fırtına Deresi Havzasında canlı ağaçlar (Ladin ve Gökmar) üzerinden alınan artım kalemi örneklerinin analizleri, iki farklı şekilde ve zamanda yapılmıştır. İlk

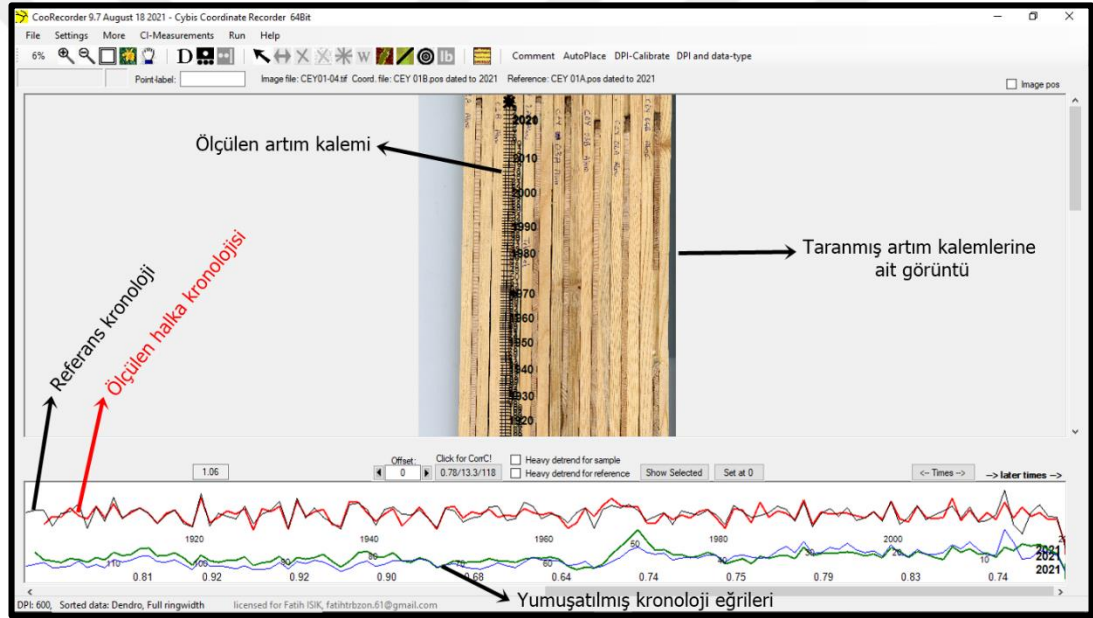
analiz, İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı Dendrokronoloji Laboratuvarında LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak yapılmıştır. İkinci analiz ise, BAP projesi kapsamında satın alınan ve Türkiye’de ilk kullanımı bu araştırmada gerçekleşen CDendro ve CooRecorder 9.7 programı ile yapılmıştır. Ölçüm işlemine başlamadan önce ahşap taşıyıcılara yapıştırılan ve lastik toka ile tutturulan artım kalemlerinde, halkaların daha belirgin hale getirilmesi için zımparalama işlemi (Şekil 2.5) gerçekleştirilmiştir (Stokes ve Smiley, 1968). Ardından artım kalemleri kabuktan öze doğru 10’ar ana, 5’er ara yıllar şeklinde seksiyonlara ayrılmıştır. Seksiyonlara ayırma işlemiyle hem dar ve geniş halkalar için fikir oluşturulmuş hem de ölçüm sırasında oluşabilecek hatanın önüne geçilmiştir.



Şekil 2.5. Artım kalemlerinin tutkalla yapıştırılması (a), lastikle tutturulması (b), zımparalanması (c) ve seksiyonlara ayrılması (d).

Ölçüm işleminde iki farklı program seçilmesindeki temel durum bazı yörelere ait artım kalemlerinin tarayıcı tarafından tam algılanmaması ve dar halka sayısının fazla olmasından dolayıdır. Bu nedenle bu gibi artım kalemleri (özellikle CAT yöresinde) LINTAP-TSAP ölçüm sisteminde 0.01 mm (10 mikron) hassasiyetinde, TSAP-Win yazılımı üzerinden ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları *.rwl (Tucson

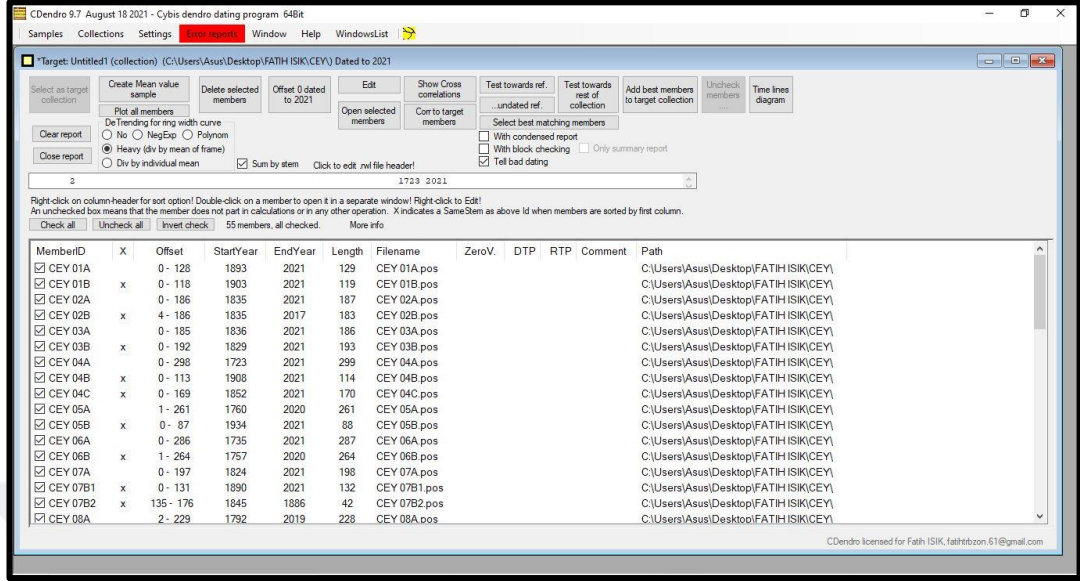
100/1000) uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir (Rinn, 2003). Diğer taraftan ölçümlerin büyük kısmı CDendro ve CooRecorder 9.7 program paketleri ile gerçekleştirilmiştir (Larsson, 2016; URL-10, 2021). Bu program, dendrokronoloji, iklim ve ormancılık araştırmalarında son yıllarda yetkinliği artan ekonomik bir yazılımdır. Program esasında görüntü analizi sürecini içermektedir (Maxwell ve Larsson, 2021). Analiz işlemini gerçekleştirmek için ahşap taşıyıcılara yapıştırılıp zımparalanmış örnekler, uygun bir tarayıcı (Epson Expression 12000XL-GA) ile taranmıştır. Ardından taranarak alınan görüntüler “CooRecorder” programına kabul edilen formatta (.jpg, .gif, .bmp, .png ya da .tif) çağırılmış ve ölçüm işlemine geçilmiştir (URL-11, 2021). Ölçüm işleminde görüntü kalitesinin netliği ve doğruluğu teyit edilmiş referans bir kronolojinin varlığı önemlidir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Ölçüm işleminin yapıldığı CooRecorder programının ara yüzü.

Ölçüm işlemini bittikten sonra kronoloji *.pos uzantısı (GPS Pathfinder Office Software) ile kayıt edilmektedir. Kaydedilen tüm ölçüm dosyaları daha sonra CDendro programında “Collection→Add to the collection” aracı ile çağrılarak ortalama kronoloji oluşturulmuş ve COFECHA programında kullanılmak üzere Collection→Save current collection aracı ile *.rwl uzantılı olarak kaydedilmiştir (Şekil 2.7). Ayrıca bu program içerisinde normalleştirme, eşleştirme, korelasyon katsayısı, Ttest/T-puan, otokorelasyon, çizgisel diyagram oluşturma gibi birçok

istatistiksel ve görsel işlemler de (Şekil 2.7) yapılabilmektedir (URL-12, 2013; URL-13, 2021).



Şekil 2.7. CDendro programına ait ara yüz.

Eşleştirme (Crossdating)

Bir alanda ağacın yetişmesi, ortamın ekolojik ve fizyolojik faktörlerine bağlıdır. Ortam şartlarında meydana gelen stres durumları, ağaçlarda ya yıllık halka oluşturmamakta ya da çok dar yıllık halka oluşturmaktadır. Buna karşın ortam şartlarının elverişli olduğu kimi alanlarda ikinci bir yıllık halka oluşturduğu da görülmektedir (Akkemik, 2004: 12; Fritts, 1976: 2). Dendroklimatolojik çalışmalar bir yıllık hatayı dahi kabul etmediğinden, yıllık halka serilerinin tam olarak tarihlendirilmesi zorunludur. Bu nedenle eşleştirme, yıllık halka serilerinde eksik ve yalancı halkaların saptanmasına ve ölçüm kaynaklı hataların giderilmesine imkân vermektedir (Köse, 2007: 43). Eşleştirme işlemi, Holmes (1983) tarafından geliştirilmiş M-DOS tabanlı COFECHA yazılımı ile gerçekleştirilmektedir (Bunn, 2008; Grissino-Mayer, 2001; Holmes, 1983). COFECHA yardımıyla, havzadan elde edilen yörelere ait ölçüm sonuçları kendi içinde eşleştirilmiş, olası problemliler ve segmentler belirlenmiştir. Daha sonra TSAP-Win ve Cybis Dendrochronology yazılımları kullanılarak problemliler ve segmentler (yalancı halka, eksik halka, hatalı ölçüm vb.) çözülmüştür. Problemi çözülemeyen kalem veya segmentler veri setinden çıkarılmıştır. Ayrıca R ortamında (R Core Team, 2013) bulunan ağaç halka

analizleri için oluşturulan 'dplR' paketi (sürüm 1.7.2.) kullanılarak da istatistiksel analizler ve görselleştirme işlemi yapılmıştır (Bunn vd., 2021; Bunn, 2008).

Yıllık Halka Kronolojilerinin Elde Edilmesi

Ölçüm işlemi yapılan 8 yöreye ait özelliklerin dendrokronolojik grafiklerle ifade edilmesinde: iskelet noktalama ve mutlak halka genişliklerinin bir grafik ile gösterilmesi (Akkemik, 2004; Schweingruber, 1988; Trenard, 1982) yöntemleri kullanılmıştır. İskelet noktalama yöntemi ile dar ve geniş yıllık halkalar ayırt edilmiş, ardından mutlak halka genişliklerinin bir grafikte gösterilmesi yöntemiyle ağaç üzerinde etkili olan tüm faktörler etkisinde büyüme gösteren halka genişlikleri belirlenmiştir. İfade edilen yöntemler ölçüm sırasında TSAP-Win ve Cybis Dendrochronology yazılımları ile otomatik olarak oluşturulmuştur.

Standardizasyon

Ağaçların yetişmesi, kendileri için uygun olan ortam şartlarına bağlıdır. Bu şartları iklim, toprak ve yer şekilleri (eğim, bakı, yükselti) gibi faktörler tayin etmektedir. Ayrıca ağaçlar buldukları meşcere içerisinde de rekabet içinde olup büyüme durumlarında farklılıklar yaşayabilirler (Şekil 2.8). Bunun yanında ağacın yaşı da halka gelişimini etkileyebilmektedir (Akkemik, 2004). Bu durumları yaşayan ağaçlar, hayatları boyunca bünyelerine ortamda meydana gelen her olayı kaydederler. Bu gibi nedenlerle ağaçlar yıllık halka oluşumları sırasında yıllık halka genişliklerinde uzun dönem eğilimleri görülmektedir. Bu eğilimlerin kaldırılması yani halka gelişimindeki diğer etkilerin (yaşa bağlı eğilim, toprak, bakı gibi) ayıklanıp sadece iklim değişkenlerinin belirlenmesi ve dendroklimatolojik özelliklerin net bir şekilde ifade edilmesi için standart hale dönüştürülmesi gerekmektedir (Akkemik, 2004). Bu çalışmada yöre kronolojilerine ait standardizasyon işlemleri ARSTAN yazılımı üzerinden gerçekleştirilmiştir (Akkemik, 2004; Cook vd., 1990; Cook ve Holmes, 1986; Fritts, 1976).

Otoregresif Modeller

Standardizasyon işleminden sonra hem genç hem de yaşlı tüm bireyler arasındaki farklar giderilmiş ancak bir t yılında oluşan yıllık halka genişliği, t-1, t-2, t-3 yıllarında oluşmuş yıllık halkalar tarafından etkilenmektedir. Başka bir ifadeyle, t yılında oluşan yıllık halka genişliği üzerinde önceki yılların da etkisi bulunmaktadır

(otokorelasyon). Önceki yılların etkisinin kaldırılması, yalnızca t yılındaki etkilerin yıllık halka serisi üzerinde görülebilmesi için otoregresif modellerden (Autoregressive Models (AR)) yararlanılmaktadır (Biondi ve Swetnam, 1987). Dendrokronoloji çalışmalarında, bu amaçla geliştirilmiş ARSTAN yazılımında otoregresif modeller hesaplanabilmektedir. ARSTAN yazılımında, yıllık halka serileri girildikten sonra yazılım otomatik olarak çalıştırılarak en uygun model araştırmacı tarafından belirlenmekte ve işlemler gerçekleştirilmektedir (Akkemik, 2004; Cook, 1985; Köse, 2007). Bu çalışma kapsamında, ARSTAN yazılımı üzerinden standartlaştırılmış kronolojilere AR(3) modeline kadar otoregresif model uygulanmıştır.



Şekil 2.8. HEM yöresi 11A-B örneklerine ait artım kalemleri. 1960-1930 yılları arasında muhtemel olarak diğer ağaçların gölgesinde kalmasına bağlı olarak oluşan dar halkalar.

Yöre Kronolojilerinin (Ana Kronolojilerin) Elde Edilmesi

Araştırmada 8 yöre kronolojilerinin elde edilmesinde aritmetik ortalama yöntemi ile Biweight Robust ortalama yöntemi kullanılmıştır. Aritmetik ortalama yönteminde standart hale getirilmiş her bireysel kronolojiye ait indis değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak ortalama kronoloji oluşturulmuştur (Akkemik, 2004; Doğan, 2020a; Köse, 2007). Bazı yıllarda ağaçların yıllık halka genişliklerinde anormal değerler görülmektedir. Bu anormal değerlere neden olan etkiler kesin olarak bilinmediğinden, başka bir anlatımla söz konusu değerlerin nedeninin iklimden başka nedenler olabileceğinden, bunlar ortalama değerleri etkilemekte ve hem tarihlendirme çalışmalarında hem de dendroklimatolojik analizlerde zayıf ilişkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Köse, 2007). Biweight Robust ortalama yöntemi, söz konusu olumsuzlukların ortadan kaldırılmasında ve yöre kronolojilerinin

oluşturulmasında daha çok tercih edilmektedir (Cook vd., 1990: 123–132). Söz konusu yöntem, 8 yöre için ARSTAN programında ayrı ayrı uygulanmıştır. Yazılım çıktılarında her bir yöre için standart ve otoregresif modellerin uygulandığı residual yöre kronolojileri oluşturulmuştur. Dendroklimatoloji analizlerinde, yöre kronolojilerinden ortalama duyarlılık katsayısı ile işaretin gürültüye oranı yüksek olan kronolojiler tercih edilmiştir.

Duyarlılık Katsayıları

Ağaçların yıl içinde büyümesi (gelişimi), ağacın kalıtsal özelliğinin, metabolik faaliyetlerinin ve ekolojik koşulların ortak etkisiyle oluşmaktadır. Ağaçlarda yıllık büyüme miktarları, genel olarak benzer yıllarda benzer yönlerde olmakla birlikte farklı yöre ve ağaçlarda değişik oranda olabilmektedir. Başka bir anlatımla coğrafi çevre koşullarında yıldan yıla meydana gelen değişimler bazı ağaçların yıllık halka genişliklerinde büyük değişime neden olmakta, bazılarında ise belirgin bir şekilde değişime neden olmamaktadır (Akkemik, 2004: 130–131). Bu nedenle ortam koşullarındaki değişimlerden etkilenip yıllık halka genişliklerinde yıldan yıla değişkenlik görülen ağaçlar duyarlı, diğerleri ise duyarsız ağaçlar olarak tanımlanmaktadır (Akkemik, 2004; Doğan, 2014, 2020b; Fritts, 1976; Köse, 2007). Dendroklimatoloji çalışmalarında iklim değişkenliğini güçlü sinyaller şeklinde yansıtan duyarlı ağaçlar daha çok tercih edilmektedir (Akkemik, 2004; Schweingruber, 1988). Ağaçların çevresel değişimlere karşı duyarlı olup olmadığının ifadesi olan duyarlılık katsayısı araştırmadaki her bir yöre için ARSTAN yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

Yıllık Halka Kronolojilerinin Güvenirliğinin Test Edilmesi

Dendrokronolojik yöntemler ile elde edilen yıllık halkalara ait kronolojilerin, güvenilir ve kullanılabilir olması gerekmektedir. Özellikle dendroklimatolojik yöntemlerle iklim çalışmalarının yapılabilmesi ve geçmişteki iklim özelliklerinin tespit edilebilmesi için oluşturulan kronolojilerin güvenilir olması önemlidir (Doğan, 2020a: 202). Bunun için esas alınan temel şartlar: Korelasyon katsayıları, örnek alınan ağaç ve artım kalemi sayılarıdır. Bu konuda güvenilirliğin test edilmesi ile ilgili çeşitli yöntem ve formüller kullanılmaktadır (Akkemik, 2004: 133–135; Briffa ve Jones, 1990: 137–152). Bu çalışmada ise, Açıklanan Popülasyon İşareti (Expressed

Population Signal, EPS) ve İşaretin Gürültüye Oranı (Signal-To-Noise Ratio, SNR) yöntemleri kullanılmıştır.

Açıklanan Popülasyon İşareti

Dendroklimatolojik analizler için kullanılan kronolojilerin kullanılabilir olup olmadığının denetlenmesinde, Açıklanan Popülasyon İşareti (EPS) yöntemi kullanılmaktadır. Buradaki temel durum, sınırlı sayıda ağaca dayalı bir kronolojinin mükemmel veya gerçek kronolojiyi ne kadar iyi temsil ettiğini ölçmektir. EPS, genellikle 0,85'lik belirli bir eşik ile birlikte kullanılmaktadır. Bu eşik üzerinde yer alan bir ana kronolojinin popülasyon sinyalini yeterli ölçüde temsil ettiği varsayılmaktadır. Dendroklimatolojik araştırmalarda bu eşik, rökonstrüksiyon için yeterli ölçüt olarak kabul edilmektedir (Akkemik, 2004: 134; Briffa ve Jones, 1990; Wigley vd., 1984). Her bir yöre için hangi örnekten sonra bu değere ulaşıldığı incelenmiş ve güvenilir kronolojilerin tarih aralıkları belirlenmiştir.

İşaretin Gürültüye Oranı

İşaretin Gürültüye Oranı (SNR), kronolojilerin benzer etkilerden ne oranda etkilendiğini gösteren bir yöntemdir. Bu yöntem, yıllık halka kronolojilerini sayısı ile söz konusu kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayılarına dayanarak hesaplanmaktadır. Dendroklimatoloji çalışmalarında, SNR değerinin yüksek bulunması, ağaçlar arasında korelasyon katsayılarının yüksek olduğunu ve yeterli sayıda örnek bulunduğunu ifade etmektedir. Bu durum, yıllık halka genişlikleri üzerinde iklim koşullarının etkisinin daha iyi inceleneceğini göstermektedir (Akkemik, 2004; Doğan, 2014, 2020a; Köse, 2007). Tüm yörelere ait SNR değerleri, ARSTAN programından yararlanarak hesaplanmıştır.

Yukarıda görüldüğü üzere dendrokronoloji araştırmaları oldukça nicel bir disipline sahiptir. Analizlerin gerçekleştirilmesi birden çok program gerektirmektedir. Bu nedenle dünyanın önde gelen açık kaynaklı istatistiksel bilgi işlem ortamı olarak kabul edilen R istatistiksel programlama ortamında (R Development Core Team, 2013) yeni bir yazılım paketi sunulmuş ve önemli bir kolaylık sağlanmıştır. Bu programlama R ortamında bulunan “dplR” paketi (versiyon 1.7.2) on yıllık biçimli ağaç halkası dosyalarını okur ve kronoloji oluşturma, standart analizler ile çizim işlemleri gerçekleştirilebilir. dplR'deki en önemli işlevler read.rwl ve read.crn'dir. Bu

işlevler, onlu (Tucson) formatlı metin dosyalarının R ortamında okunmasına olanak sağlamaktadır (Bunn, 2008). Pakete ait kodların kullanımı (Bunn vd., 2021) CAT yöresi örneğinde Şekil 2.9'da gösterilmiştir.

```
#kütüphanelerin aktifleştirilmesi
library("devtools")
library("readxl")
library("dplr")
library("dplyr")
library("ggplot2")
library("Rcpp")

#CAT=dat1
dat1 <- read.rwl("CAT.rwl")
rwl.report(dat1)
plot.rwl(dat1,plot.type = "seg")
plot.rwl(dat1,plot.type = "spag")
spag.plot(dat1, useRaster = FALSE, zfac = 0.5, res = 150)
summary(dat1)
# Yöre içinde örneklerin birbirleri ile uyumu
corr.rwl.seg(rwl = dat1, seg.length = 50, bin.floor = 10, n = NULL, prewhiten = TRUE, pcrit = 0.05, biweight = TRUE, method = c("pearson"), make.plot = TRUE, label.cex = 1, floor.plus1 = FALSE, master = NULL)
interseries.cor(dat1, n = NULL, prewhiten = TRUE, biweight = TRUE, method = "pearson")
#CAT06A KALEMİ-MASTER KRONOLOJİ UYUMU
series.rwl.plot(rwl = dat1, series = "CAT06A", seg.length = 50, bin.floor = 10,n = NULL, prewhiten = TRUE, biweight = TRUE, floor.plus1= FALSE)
library(graphics)
library(utils)
#residual değerlere göre CAT CRN dosyasının grafiğinin oluşturulması
Catcrn <- read.crn("CATARS.CRN", header = TRUE)
dat1crn <- Catcrn[c(2,4)]
# CRN Görselin çizilmesi
crn.plot(crn = dat1crn, add.spline = FALSE, nyrs = 50, f = 0.5, crn.line.col='red1',spline.line.col='red', samp.depth.col='grey90', samp.depth.border.col='grey80',crn.lwd=1, spline.lwd=2.0, abline.pos=1, abline.col='black', abline.lty=1.5,abline.lwd=1.5, xlab="Yıl", ylab="Yıllık Halka İndisi")
```

Şekil 2.9. CAT yöre kronolojisinin oluşturulmasında kullanılan 'dplr' paketi kodları.

2.2.2.2. Dendroklimatolojik Yöntemler

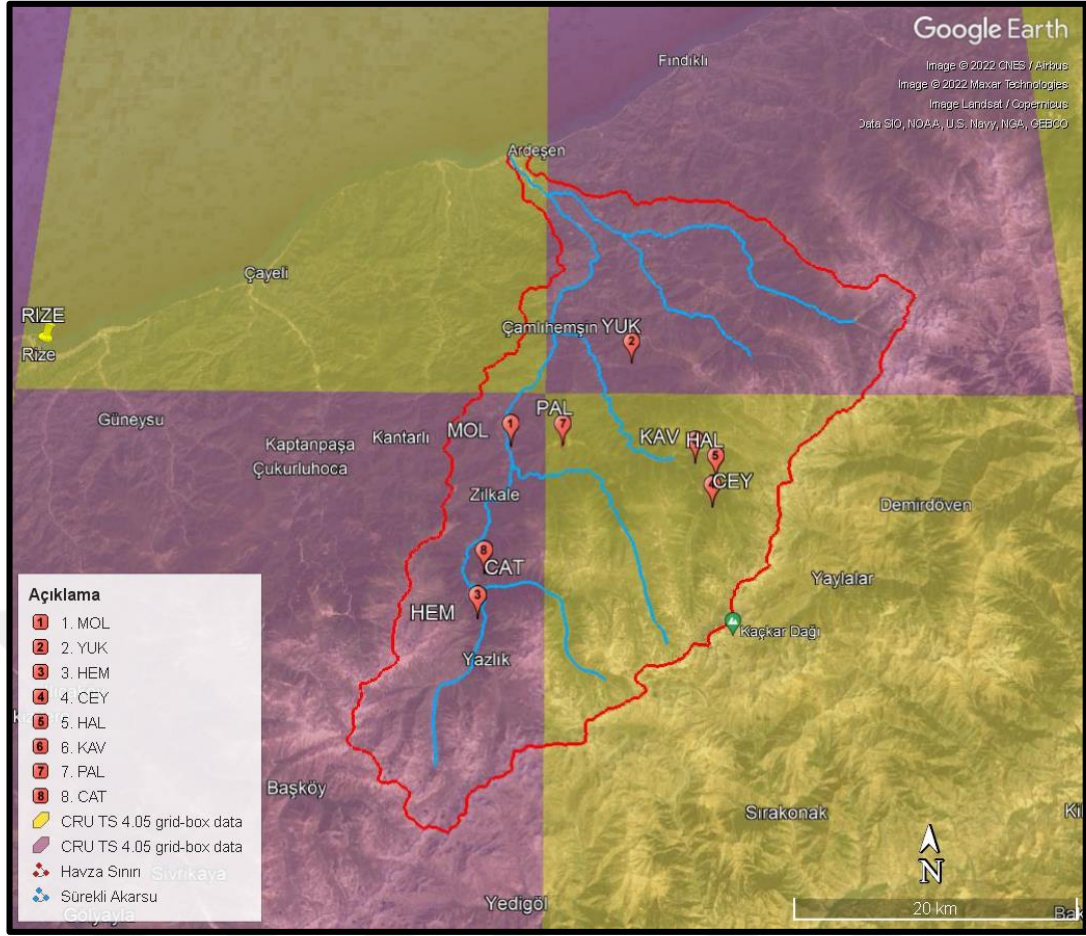
İklim verileri

Araştırmada yıllık halka indisleri ile iklim verileri arasında korelasyon katsayılarının hesaplanmasında Rize ili ve Pazar ilçesi meteoroloji istasyonlarının 1964-2020 yıllarını kapsayan aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kronolojilere ait korelasyon değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Ayrıca

CRU TS 4.05 (land) 0.5x0.5 (55 km²) yersel çözünürlüğünde sıcaklık ve yağış verisi de kullanılmıştır (Harris vd., 2020).

Çalışmanın ana bileşenlerini; iklim veri seti ve yıllık halka veri seti oluşturmaktadır. Burada her yıla ait aylık iklim verilerinin bulunması dendroklimatolojik özelliklerin açıklanmasında/belirlenmesinde önemlidir. Ancak Türkiye’de iklim kayıtları çok eskiye gitmemektedir. Araştırıldığında ülkemizde, Cumhuriyet’in ilanından sonra 1925 yılında, Ankara’da Rasadat-1 Cevviye adıyla ilk meteoroloji gözlem ve ölçümler başlamıştır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2022). İlk örgütlenme çalışmaları İstanbul ve Trakya çevresinde başlamıştır. Ardından Batı, Güney ve Orta Anadolu bölgelerinde düzenli iklim kayıtları alınmaya başlamıştır. Genel olarak tüm Türkiye’de ölçüm istasyonların yoğunluğu 1950 yılında artmış 2003 yılına gelindiğinde ise otomatik meteoroloji gözlem istasyonları kurulmaya başlamıştır (Yılmaz & Darende, 2021: 55) Havza sınırları içerisinde ve çevresinde daha önceden anlatıldığı üzere çok eski (en fazla 1960) iklim kayıtları bulunmamaktadır. Bu nedenden ötürü veri kümesi 1901 yılına kadar uzanan CRU TS v. 4.05 iklim veri seti (URL-14, 2021), iklim-ağaç ilişkisinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

CRU TS (Climatic Research Unit gridded Time Series), Antarktika hariç dünyanın tüm kara alanları üzerinde 0.5° enlem ve 0.5° boylam ızgarasında yaygın olarak kullanılan bir iklim veri setidir. Geniş hava durumu istasyonu gözlem ağlarından aylık iklim anomalilerinin enterpolasyonu ile elde edilir (Harris vd., 2020). Çalışmada, yeni enterpolasyon algoritmasının dördüncü sürümü olup 1901-2020 dönemini kapsayan CRU TS veri kümesi setine ait 4.05 sürümü kullanılmıştır. Dünyanın kara alanlarını 0.5° enlem ve 0.5° boylam ızgara sisteminde kullanılan bu iklim veri seti, havza sınırları içerisinde dört adet ızgaralı değer göstermektedir (Şekil 2.10). Ağaç halkaları ile iklim arasındaki ilişkinin belirlenmesi, CRU TS v. 4.05’e ait dört ızgara veri setinin ortalaması alınarak yapılmıştır. Dört ızgara verinin ortalaması <https://climexp.knmi.nl/> sitesi üzerinden 40.75° K – 41.25° K ile 40.75° D – 41.25°D koordinat değerleri girilerek temin edilmiştir. Bu sayede havzanın iklim-bitki özelliklerini açıklamada hem uzun yıllık veri elde edilmiş, hem de topografik etmenlere bağlı olarak oluşabilecek iklim farklılığı giderilmiştir.



Şekil 2.10. Havza sınırları dâhilinde CRU-TS4.05 verisinin Google Earth görüntüsü.

Korelasyon Analizi

İklim kayıtları ile aynı dönemdeki yıllık halka indisleri arasındaki benzerliklere dayanarak sıcaklık ve yağış gibi iklim unsurlarının ağaç gelişimi (yıllık halka gelişimi) üzerindeki etkisi belirlenebilmektedir. Bu amaçla sıklıkla kullanılan dört yöntem bulunmaktadır. Bunlar korelasyon katsayıları, çok değişkenli regresyon analizi, aşamalı çok değişkenli regresyon analizi ve tepki fonksiyonu yöntemleridir (Akkemik, 2004; Fritts, 1976). Bu yöntemler içinde yaygın olarak tercih edilenler korelasyon katsayıları ile tepki fonksiyonu yöntemleridir. Bu çalışmada iklim-ağaç büyüme ilişkisi belirlenirken korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı hesaplamalarında, biyolojik yıl olarak adlandırılan dönem baz alınarak işlem yapılmaktadır. Bu dönem, Türkiye'nin ılıman kuşakta olmasından dolayı bir önceki yılın ekim ayından halka oluşum yılının eylül ayına kadar olan ayları içermektedir. Korelasyon katsayısı hesaplamada, halka gelişimini etkileyen aylık

ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri bağımsız değişken, standartlaştırılmış yöre kronolojileri ise bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Her bir yöreye ait korelasyon katsayılarının hesaplanması, R studio ortamında/programında yer alan 'treeclim paketi' (Zang ve Biondi, 2015) kullanılarak yapılmıştır. Bu paketin temel işlevselliği, esasında yıllık halka ilişkilerinin incelemesinde ilk kullanılan DENDROCLIM2002 programına (Biondi ve Waikul, 2004) dayanmaktadır. Gelişen teknolojik gelişmelerle birlikte bu programın gerçekleştirdiği analiz, 'Treeclim' paketine (versiyon 2.0.6.0) uyarlanıp R ortamına aktarılmıştır. Bu paket, mevsimlik korelasyonlar da dahil olmak üzere dendroklimatolojik araçların birleşik, hızlı, kamuya açık bir derlemesini sağlamaktadır. Ayrıca hareketli korelasyon fonksiyonu ile dönemsel değişikliği test etmede ve yeniden yapılandırma becerilerinin değerlendirilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır (Zang ve Biondi, 2015). Treeclim paketine ait kodların (Zang, 2016) kullanımı CAT yöresi örneğinde Şekil 2.11'de gösterilmiştir. Pakete ait koda iklim verisi olarak (*climate*) tüm yörelerde daha uzun veri aralığına sahip olan CRU 4.05 grid tabanlı veri kullanılmıştır. Her ne kadar 1901-2020 aralığında veriye sahip olsa da zaman aralığı (*timespan*) olarak Türkiye'de 1930 öncesi kurulan istasyon sayısının az olması, zamansal boşluk ve istatistiksel olarak güvenilir değerlerin olmaması nedeniyle 1930-2020 arası seçilmiştir. Korelasyon katsayılarının önemini tahmin etmek için ise bootstrapped (yeniden örnekleme) güven aralıkları kullanılmaktadır.

2.2.2.3. Rökonstrüksiyon Analizi

Dendroklimatolojik çalışmalarda geçmiş dönem ikliminin yeniden oluşturulması önemli amaçlardan biridir. Rökonstrüksiyon analizi işlemi, yıllık halkaların sıcaklık ve yağış değişkenlerine karşı göstermiş olduğu korelasyon katsayısı sonuçlarına göre yapılmaktadır. Anlamlı ve yüksek korelasyon değeri gösteren aylara göre bir dizi işlemler gerçekleştirilmektedir.

```

#Çalışma kütüphanelerinin ve dosya çıkış yerinin belirlenmesi
setwd("H:/Yeni klasör (2)/DOKTORTA TEZİ/R çalışma dosyası")
#kütüphanelerin aktifleştirilmesi
library("dplyR")
library("dplyr")
library("ggplot2")
library("writexl")
library("treeclim")
library("tibble")
## Çalışmada kullanılacak olan CRU veri setlerinin çağırılması.
temp <- read.csv(file = "temp.2020.csv", header = TRUE, sep = "," )
prec <- read.csv(file = "prec.2020.csv", header = TRUE, sep = "," )
###iklim verilerinin data frame olarak okutulması
temp = data.frame(temp)
view (temp)
prec = data.frame(prec)
view (prec)
#### CAT yöre kronolojisi
Cat <- read.csv(file = "CAT.csv", header = TRUE, sep = "," )
rownames(Cat) = Cat[,1]
Cat = Cat[2]
view(Cat)

Cat.cor = dcc(chrono = Cat,
              climate = list(temp, prec),
              var_names = c("Sıcaklık", "Yağış"),
              timespan = c(1930, 2020),
              selection = -10:10,
              win_size = 35,
              win_offset = 5,
              method = "correlation",
              ci = 0.05)

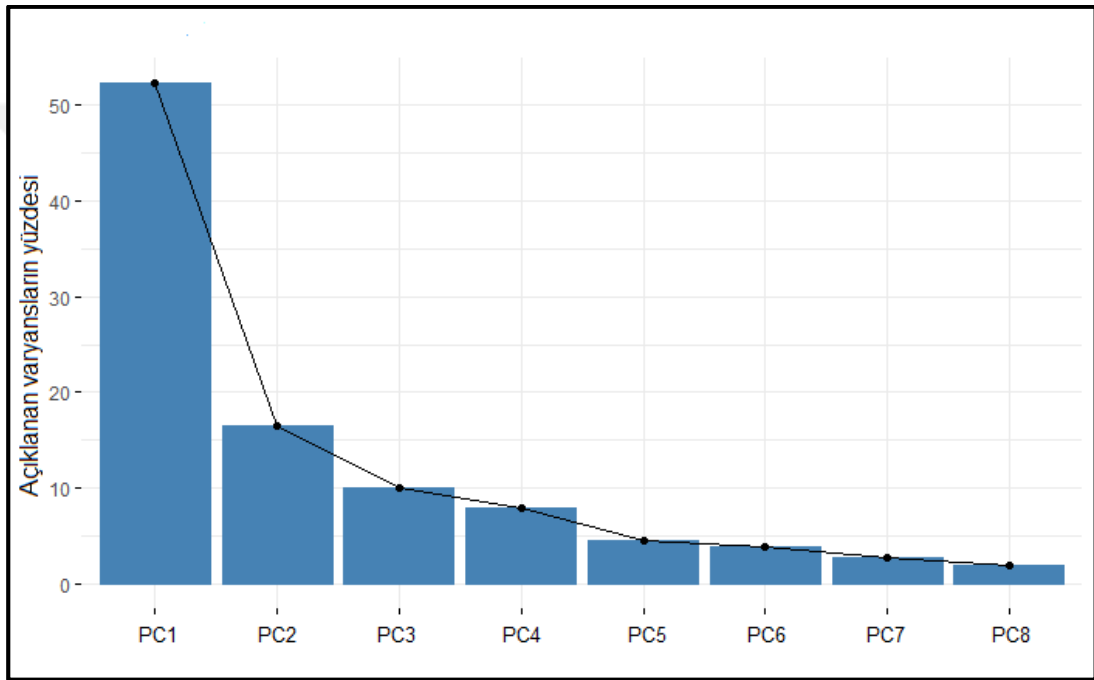
Cat.cor
plot(Cat.cor)

```

Şekil 2.11. CAT yöre kronolojisinin korelasyon katsayısının hesaplanmasında kullanılan treeclim paketi kodları.

Araştırma sahasında rökonstrüksiyon işlemi, hem iklim hem de akım verilerine uygulanarak bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bu işlemi gerçekleştirmeden önce tüm yöre kronolojilerine ait yıllık halka genişliklerine temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis [PCA]) uygulanmıştır. PCA, esasında veri setiyle belirtilmiş olan bilgiyi daha alternatif bir şekilde ifade etmeye dayanan bir metottür (Johnson ve Wichern, 2002). Yıllık halka gelişimine uygulanan bu yöntemin temel amacı yüksek boyuttaki veriyi (yıllık halkalar) en yüksek varyans ile yeni bir veri seti oluşturmaktır.

Bu işlemi gerçekleştirirken de boyut indirgemek ve şekil sıkıştırıp özellik çıkarmak PCA'nın önemli özelliklerindedir (Alkan, 2008: 12). İfade edilen PCA işlemi, R ortamında yer alan 'prcomp' paketi (versiyon 4.0.3) ile yapılmıştır (Becker vd., 1988; Mardia vd., 1979; URL-15, 2022; Venables & Ripley, 2002) Bu işlem sonucunda, ilk temel bileşen (PC1) tüm değişkenlerdeki (yöre kronolojileri) en fazla varyasyonu tanımladığı görülmektedir (Şekil 2.12). Yani PC1 tek başına verilerdeki (tüm yöre kronolojileri) toplam varyansın %52,3'ünü oluşturur. Burada elde edilen PC1 bileşeni daha sonra iklim ve akım verileri ile arasındaki korelasyon katsayısı sonuçlarına göre rökonstrüksiyon yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 2.12. Her bir temel bileşen tarafından açıklanan varyansların yüzdesi.

Rökonstrüksiyon işlemi, iklim ve akım verileri korelasyon katsayısı değerlerine göre farklı aylarda gerçekleştirilmiştir. İfade edilen PC1 değeri ile *dendroklimatolojik rökonstrüksiyon* yapılmasında sıcaklık için ocak-nisan arasındaki ortalama sıcaklık değerleri ve yağış için mayıs-temmuz toplam yağış değerleri kullanılmıştır. Buna karşın PC1 değeri ile *dendrohidrolojik rökonstrüksiyon* yapılmasında şubat ve mart toplam akım değerleri kullanılmıştır. Belirtilen rökonstrüksiyonlarda aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir:

1. Ayarlama (Kalibrasyon): Bu aşamada mevcut iklim ve akım kayıtları ile PC1 arasındaki ilişkiye dayanarak bir transfer fonksiyonu kurulmuştur. Ardından bu

transfer fonksiyonu kullanılarak yeni bir tahmini akım ve iklim serisi oluşturulmuştur. Bu işlem regresyon analizi ile yapılmıştır (Akkemik, 2004; Fritts, 1976).

2. *Doğrulama (Verifikasyon)*: İklim ve akım kayıtlarının bağımsız olarak bırakılan ve ayarlama kullanılmayan kısmı ile ayarlama sonucu elde edilen tahmini iklim serisi karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda iklim serisinin tamamı tahmini seri ile karşılaştırılmıştır (Akkemik, 2004; Fritts, 1976).

3. *Geriye doğru tahminlerin yapılması (Rökonstrüksiyon)*: Transfer fonksiyonu katsayıları kullanılarak iklim ve akım verileri PC1 veri setinin uzunluğu kadar zamanda geriye uzatılmıştır. Böylece iklim ve akım kayıtlarının bulunmadığı dönemler için iklim ve akım değerleri tahmin edilmiştir.

Küme Analizi

Küme (cluster) analizi bir veri seti içerisinde benzerlik ve farklılıkları anlamının bir yoludur. Bu analizin temel amacı, benzerlikleri olan verileri gruplandırmak (sınıflandırmak) ve işe yarar özetleyici bilgiler sunmaktır. Çalışmada 8 yörenin benzerlik ve farklılıklarını belirlemek için bu analiz uygulanmıştır. Analizde hiyerarşik küme analizi uygulanmıştır. Hiyerarşik kümelemede her bir yöre noktasına ilk önce ayrı bir küme atanmıştır. Ardından, en yakın iki küme, tek bir küme kalana kadar özyinelemeli olarak daha büyük ve çok daha büyük kümeler şeklinde birleştirilmiştir. Bu işlem R ortamından yer alan 'cluster' paketi (versiyon 3.2-7) ile gerçekleştirilmiştir (Thrun, 2018; URL-16, 2022).

Hareketli Korelasyon Analizi

Dendroklimatik ilişkilerin zamansal kararlılığını analiz etmek için hareketli korelasyon fonksiyonu kullanılmaktadır. DENDROCLIM2002 yaklaşımına benzer şekilde, 'treeclim' paketi (versiyon 2.0.6.0) hareketli pencere aralıklarında korelasyon işlevlerini uygulayarak yıllık halka genişliği-iklim ilişkilerinin zamana bağımlılığını keşfetmeye olanak sağlamaktadır. Analizde geçmiş yılın eylül ayından halka oluşum yılının ekim ayına kadar olan dönemde dendroklimatik bir pencere oluşturulup 5 yıl kaydırma ile 35 yıllık bir hareket aralığı belirtilmiştir. Bu analiz, esasında geçici kararsız dendroklimatik ilişkileri vurgulamaktadır. Analiz R ortamında bulunan 'treeclim' paketi içerisindeki 'moving' fonksiyonu ile gerçekleştirilmiştir (Zang, 2016; Zang ve Biondi, 2015).

2.2.2.4. Dendroekolojik Yöntemler

Genelleştirilmiş Eklemeli Karma Model (GAMM)

GAMM doğrusal olmayan ekolojik mekanizmaları araştırmak amacıyla son yıllarda sıklıkla kullanılan bir modeldir. GAMM ile ağaç halkalarının değişen iklim şartlarına uyum sağlayabilmesi için türlerin iklime verdiği tepkilere bağlı olarak büyüme eşiklerinin belirlenmesinde oldukça kullanışlı bir modeldir. Bu model R ortamında yer alan 'mgcv' paketi ile çalıştırılmıştır (Wood, 2011). Tepki değişkeni olarak residual kronolojiler, tahmin değişkeni olarak da iklim değerleri kullanılmıştır. Modelde yıl ve yöreler ise rastgele etkiler olarak değerlendirme içine alınmıştır. Modelin istatistik değerleri edf (etkin serbestlik derecesi) olarak ifade edilmektedir. Edf'ye göre 1'e yakın olan değer doğrusallık derecesini, 1'den yüksek değer ise güçlü doğrusal olmayan ilişkileri gösterir (Wood, 2006).

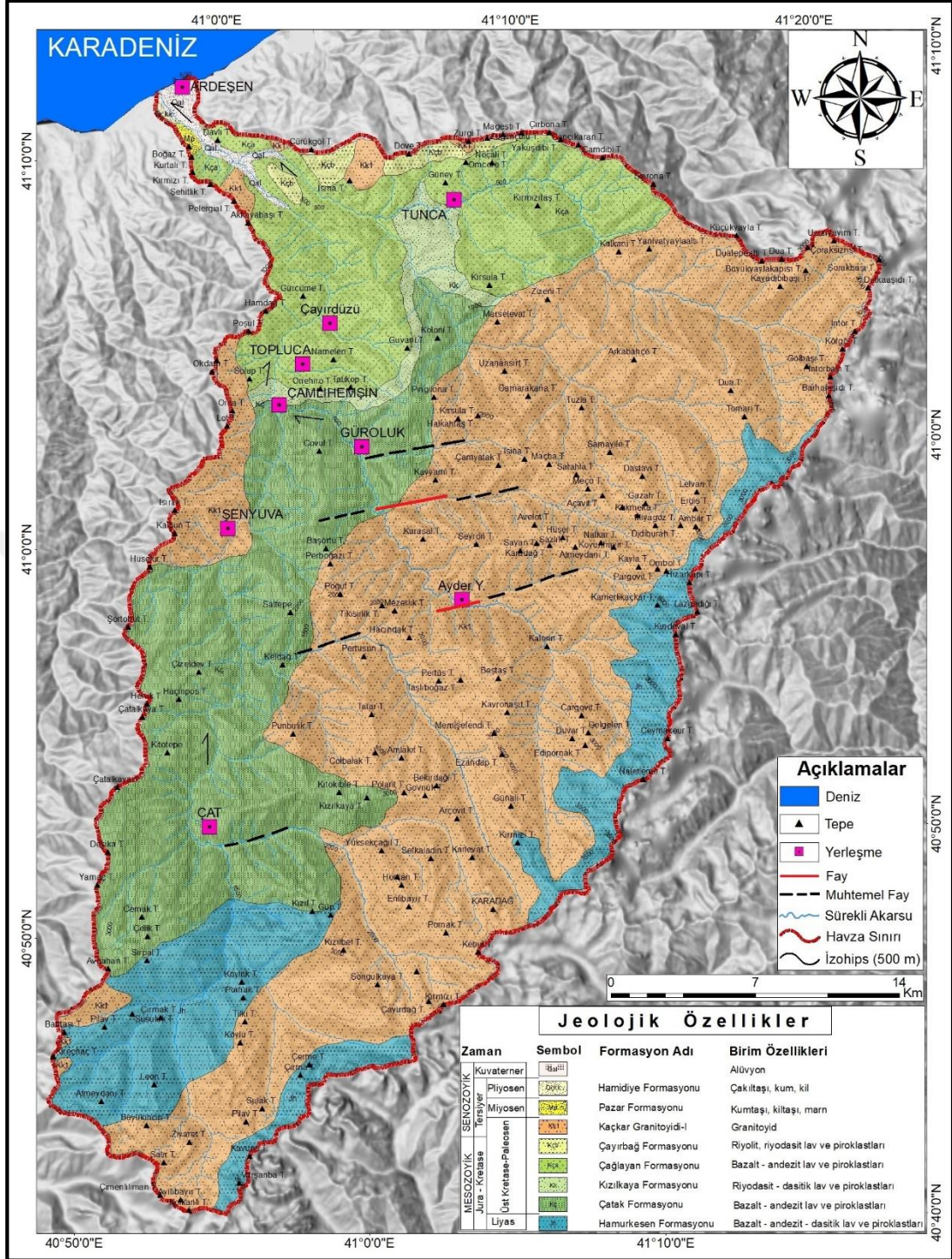
3. ARAŞTIRMA SAHASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

3.1. Jeolojik Özellikler

Bir yerin jeolojik özellikleri açıklanmaya çalışıldığında orojenik, epirojenik, volkanik ve sismolojik olaylar ışığında meydana gelen litolojik birimler akla gelmektedir. Bu olaylar dizisi yerkürenin çekirdeğindeki iç enerji yükselmesinin etkisi altında harekete geçmektedir. “Litosferdeki (katı yerkürenin göreceli olarak sert ve soğuk olan üst 50-200 km’si) ve nihayetinde çekirdek ve mantodaki derin süreçler ve yapılar toposferin (yerkürenin topoğrafyasının bütünü) şeklini ve dinamiklerini etkiler” (Huggett, 2019).

Litosferde yer alan her ana materyal fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre kendine has bir ekolojik birim oluşturmaktadır. Burada yer alan ana materyalin toprak oluşumu, köklerin gelişimi ve bitki beslenmesi açısından ayrı bir önemi vardır. Ana materyalin özelliklerine sahip biyomlar (jeobiyom), aşınmanın etkili olduğu eğimli ve bitki örtüsünün cılız olduğu sahalarda yüzeyde yer yer görülebilmektedir (Atalay, 2015b: 59–60).

Karadeniz Bölgesi’nde bütün jeolojik zamanlarda oluşmuş arazilere ve kaya gruplarına rastlamak mümkündür. Ancak daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde araştırma sahası içinde Paleozoik formasyonlara ait birimlere rastlanılmamıştır. Buna bağlı olarak araştırma sahasının en eski jeolojik birimini Liyas, Üst Kretase ve Paleosen yaşlı bazalt, andezit, dasitik lav ve piroklastları kayaçlarından oluşan formasyonlar oluşturmaktadır. Bu temel araziler üzerinde ise sırasıyla Miyosen ve Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan oluşan formasyonlar yer almaktadır. Sahanın en genç birimlerini ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturmaktadır (Şekil 3.1). Bu husus doğrultusunda sahanın jeolojik özellikleri Mesozoyik’ den Kuvaterner’e yaşlıdan gence olacak şekilde açıklanmıştır.



Şekil 3.1. Fırtına Deresi Havzası jeoloji haritası.

3.1.1. Mesozoyik

Doğu Karadeniz Bölümü'nün stratigrafisi Geç Kretase' ye kadar olan dönemde benzer litolojik özellikler sunarken, Geç Kretase sürecinde kuzey ve güney bölgelerinde litolojik farklılıklar gözlenmektedir. Bölümün güney kesimlerinde

sedimanter kayaçlar, kuzey kesimlerinde ise volkanik kayaçlar daha yaygındır. Bu yüzden bölümün kuzey kesiminde yer alan Fırtına Deresi Havzası'nda, volkanik kayaçlar grubu yaygın olup, bu birimler geniş yer kaplamaktadır. Yörede, Üst Kretase kayaçlara sıkça rastlanmış olup Hamurkesen Formasyonu, Çatak Formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi olarak farklı sınıflara ayrılmıştır (Şekil 3.1).

3.1.1.1. Hamurkesen Formasyonu (Jh)

İnceleme alanında en alt seviyede gözlenen volkano-tortul istif Ağar (1977) tarafından Hamurkesen formasyonu (Jh) olarak adlandırılmıştır. Birim, tabanında şist ve metamorfik kayaç parçalarından oluşmuş taban konglomerası ile başlayıp yukarıya doğru kırmızı ve killi kireçtaşı, kumtaşı, tüffit ara seviyeleri içeren bazalt-andezit bileşimli lav ve piroklastiklerine geçmektedir. Bu formasyon havzanın güney sınırında kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanmaktadır. Ayrıca Hemşin Deresi alt havzasında da bulunmaktadır.

Hamurkesen formasyonu, genellikle mor, yeşilimsi gri renkli bazalt, andezit, dasit, lav ve piroklastlarından oluşur. Yüzeylenen formasyonun görünür kalınlığı 300-500 m dolaylarındadır. Birim içinde yer yer killi kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ara tabakaları bulunur. Formasyondaki bazaltlar intergranüler, mikrolitik, porfirik dokulu olup bol olivinlidir. Bunlarda albitleşme, seritleşme ve kloritleşme yaygındır ve seyrek olarak yastık yapıları görülebilir (Güven, 1998).

3.1.1.2. Çatak Formasyonu (Kç)

Meritik kireçtaşları (Berdiga Formasyonu) üzerine uyumlu olarak gelen bazik karakterli volkano-tortul istif Trabzon-Maçka güneyindeki Çatak Köyü civarında tipik olarak gözlemlendiğinden Güven (1998) tarafından Çatak formasyonu (Kç) olarak adlandırılmıştır. Üst Kretase dönemine ait Çatak Formasyonu havzada en geniş yayılışa sahip ikinci formasyondur. Kuzeydoğu-Güneybatı uzantılı olarak Fırtına Deresi alt havzası boyunca yayılış göstermektedir.

Birim başlıca bazalt, andezit lav ve piroklastları ile kumtaşı, silttaşı, marn, şeyl ve kırmızı bordo renkli killi kireçtaşı tabaka veya seviyelerinin ardalanmasından oluşur. Genel olarak gri-yeşil renk tonunun egemen olduğu birimin lav, tuf ve breşlerden oluşan volkanik seviyeleri koyu gri, yer yer siyah, ayrıştığında kahve renklidir. Lavlar çoğunlukla kırıklı, çatlaklı ve boşluklu olup etkin şekilde ayrılmış ve

kloritleşmiştir. Breş ve aglomeralar içinde tortul kaya çakıl ve blokları bulunabilir. Kurşuni gri renkli kumtaşı, marn ve şeyller düzenli ince tabakalanmalıdır. Bazı kesimlerinde kırmızı-bordo renkli mikritler ve rekristalize kireçtaşları yaygındır (Güven, 1998). Formasyonun içerdiği bazalt-andezit bileşimli volkanikler arasında, pelajik karbonatların bulunması ortamın denizel olduğunu göstermektedir. Magmatik kayaların etrafında yüzeylenen bazik ve ortaç volkanizma daha çok masif lav ve subvolkanik özelliğinde olup, bu alanlar volkanizmanın çıkış merkezleri olarak düşünülmektedir. Çıkış merkezlerinden uzaklaştıkça, sedimantasyon devreye girmekte ve volkanizmaya ait piroklastikleri görülmektedir.

Havzada, Çatak formasyonu içerisinde magmadan yeryüzüne çıkmış bazaltlara ait bazalt sütunlarına da rastlanılmaktadır. Bazalt sütunlar beşgen veya altıgen şekillerin derinlemesine görüldüğü kolon yapılardır. Oluşmasında temel belirleyici sürecin soğuma ve katılma olduğu bu yapılara, havzada Hala Deresinin batı yamacında Aşağışimşirlik mevkiinde ($41^{\circ}1'42.92''K$ - $41^{\circ}2'34.69''D$) rastlanmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çatak formasyonu içerisinde sokulum yapmış bazalt sütunları ile üzerinde yer alan ladin, göknar ve kayınlardan bir görünüm.

Yüzey volkanik kayalardan olan bazaltlar ayrışma gerçekleştiğinde verimli toprak oluşturabilmektedir. Bazaltlar üzerinde toprak oluşumu bazaltların yaşı ile ilgilidir. Diğer taraftan eğimli dağlık alanlarda yaygın olan andezitler üzerinde çoğu kez A horizonuna sahip topraklar bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde ayrıışmış andezitler üzerinde yapılan analizlerde, kumun %73'e kadar çıktığı, kilin %13 ve milin %9'a kadar düştüğü, fazla yıkanmadan dolayı pH'ın 5,8'e kadar düştüğü ve kireç miktarının %3 dolayında olduğu saptanmıştır (Atalay vd., 2020: 48). Bu nedenle andezitler, genellikle ayrıştığında balçık bünyede olup orta derece toprak verimliliğine sahiptir. Havzada geniş yapraklı ormanlar ile tarım yapılan alanlar bu kayalar üzerinde yer almaktadır. Ayrıca CAT, HEM ve MOL yöreleri bu kayalar üzerinde yer alan ağaçlardan oluşturulmuştur.

3.1.1.3. Kızılkaya Formasyonu (Kk)

Kızılkaya formasyonu, çoğunlukla dasit, riyodasit lav ve piroklastiklerinden oluşur. Dasitik lavlar genellikle sarımsı-beyaz, gri renkli, prizmatik soğuma yüzeylidir. Çok iri kuvarslı, porfirik dokulu ve akma yapılıdır. Yer yer tabakalanma gösteren tuf, aglomera ve breş seviyeleri formasyonun üst seviyeleri içinde daha yaygındır. Genel olarak piritleşme, silisleşme, killeşme, hematitleşme ve kloritleşme izlenir (Keskin, 2013). Kızılkaya formasyonu inceleme alanında Çatak formasyonu üzerinde uyumlu olarak bulunmakta olup Tunca yerleşmesinin güneyinde bu birime rastlanmaktadır.

3.1.1.4. Çağlayan Formasyonu (Kça)

İnceleme alanında yüzeylenen bazaltik, andezitik lav ve piroklastikleri ile çamurtaşı, kumtaşı, killi kireçtaşı, marn ve tuf ara yüzeylerinden oluşan ikinci evre bazik karakterli volkanik, volkano-klastik ve çökel kayaç Güven (1993) tarafından Çağlayan formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çağlayan formasyonunun hakim kaya türünü oluşturan bazaltik, andezitik lav ve piroklastikleri arasında gri renkli kumtaşı, marn ve kırmızı-bordo renkli çamurtaşı ve killi kireçtaşı ara yüzeyleri bulunur. Genellikle koyu gri renkli olan lavlar, sert, kırıklı ve çatlaklıdır. Boşluklar ikincil kalsit ve kloritle dolmuştur (Keskin, 2013). Bu formasyona, havza içerisinde Ardeşen ilçesinin güney, Tunca yerleşmesinin doğu ve batı ile Topluca yerleşmesinin kuzey kesimlerinde rastlanmaktadır.

3.1.1.5. Çayırbağ Formasyonu (Kçb)

İnceleme alanında yüzeylenen ikinci evre asidik volkaniklerden riyolit, riyodasit ve dasitik lav ve piroklastiklerinden oluşan birim, Güven (1993) tarafından Çayırbağ formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çayırbağ formasyonu, sarı renkli, mavimsi, gri renkli, iri kuvars kristalli ve ayrıışmış riyolit, riyodasit, dasitik lav ile bunların tuf ve breşlerinden oluşur. Kayaç içinde fenokristal kuvarslar izlenir. Birimin ayrıışma görülen kesimlerinde killeşme ve az silisleşme gözlenmekte olup, yer yer nadir pirit ve çok az kalkopirit gözlenir (Keskin, 2013). Bu formasyona, havzanın kuzey sınırı boyunca ve Tunca ile Fırtına Derelerini ayıran sırt üzerinde rastlanmaktadır.

3.1.2. Tersiyer

Tersiyer arazileri, Kuzey Anadolu dağ kuşağının hem kuzey hem de güney çukur alanlarda görülmektedir. Bu durum Kuzey Anadolu Dağları'nın Kretase' nin sonu Paleosen' in başında su üstüne çıktığını, çukur alanların denizler tarafından işgal edildiğini gösterir (Atalay ve Mortan, 2011). Beraberinde volkano-sedimanter kaya topluluğunu oluşturmuştur. Bu süreç altında havzada, Tersiyer'e ait birimleri Paleojen yaşlı Kaçkar Granitoyidi-I geliştirmiştir. Bu formasyon havzada en geniş yayılışa sahip birimdir. Ayrıca Tersiyer formasyonu içerisinde intrüzif kayaçlardan oluşan serilere de rastlanmaktadır.

3.1.2.1. Kaçkar Granitoyidi-I (Kk1)

Üst Kretase yaşlı birimlerin ve daha sonraki yenilenmesi ile de Eosen yaşlı birimlerin içine sokulan ve granitten gabroya kadar geniş bir yelpaze içinde değişim gösteren intrüzif karmaşık Güven, (1993) tarafından intrüzyon yaşına bakılmaksızın Kaçkar granitoyidleri olarak adlandırılmıştır. Çalışma sahasındaki Kaçkar granitoyidi, en geniş yayılışa sahip jeolojik birim olup sahanın %52,1'ini (598,6 km²) kaplamaktadır (Şekil 3.1; Tablo 3.1).

Genellikle gri, yeşilimsi gri, yer yer pembemsi renkte, çok kırıklı, çatlaklı olan granitoyidler taneli ve porfiritik dokuludur. Mineral kompozisyonları ve dokularına göre granit, mikrogranit, kuvars porfir, kuvarslı diyorit ve diyoritler ayırt edilebilir (Güven, 1998). Mikroskopik olarak yer yer killeşmiş plajiyoklaz, amfibol minerallerinden oluşmuştur. Yer yer monzonitik özellikler gösterir. Bazı kesitlerinde biyotit ve piroksen mineralleri açık renkli minerallere eşlik eder. Granitoyidler, kesmiş

olduğu yan kayaçları felse dönüştürmüştür. Yüzeysel ayrışmaya uğrayan bu kayaçlarda arenalaşma oldukça yaygındır. Granitik kayaçlar hidrotermel ayrışmaya uğramış, ayrışma ürünleri olarak killeşme, serisitleşme, silişleşme ve kloritleşme izlenir. Ayrıca granitlerin yan kayaçlarda olan dokunağında skarn cevherleşmeleri görülür (Keskin, 2013).

Kaçkar Dağları, herhangi bir kazı işlemi yapmadan yüzeyde çok rahatlıkla görülebilen (mostra) granitoidleri barındırmaktadır. “*Granitoid bileşimli kayaçlar genelde GB-KD doğrultulu bölgesel antiklinal yapılarının merkezi kesimlerinde izlenirler*” (Ağan vd., 2017). Genelde Doğu Karadeniz Bölümü’nde GB-KD yönlü uzanış gösteren dağlar içerisinde granitoid iyi bir sokulum göstermiştir. Türkiye’de geniş alan kaplayan granit kütlelerinin en fazla yayılış gösterdiği alan Doğu Karadeniz Bölümü’ndeki Kaçkar Dağlarıdır (Atalay vd., 2020: 133) Granitoidler Hamurkesen ve Çatak formasyonları ile kontak zonlar oluşturmuşlardır.

Tablo 3.1. Fırtına Deresi Havzası jeolojik birimleri alansal ve oransal dağılımları.

Zaman		Seri	Simge	Alan (km ²)	Oran (%)
Kuvaterner(Q)		Kuvaterner	Q	3,56	0,3
Tersiyer	Neojen	Pliyosen	Pl	2,82	0,2
	Paleojen	Paleosen-Eosen	y6-7+	3,20	0,3
		Paleosen	Kk-I	598,6	52,1
Mesozoyik	Kretase	Üst Kretase	K2Q	21,11	1,8
		Üst Kretase	Kç	389,32	33,9
	Jura	Alt-Orta Jura	Jh	131,39	11,4
Toplam				1150	100

Asit derinlik kayası olan granitler, bünyelerinin yarısından fazlasında (%60-65) kuvars, geriye kalanda feldspat ve mika mineralleri bulunur (Atalay, 2015b: 63). Bu kayaçta kuvarsit miktarının fazla olması nedeniyle kumlu ve fizyolojik derinliği fazla olan topraklar meydana gelmektedir. Silis miktarının fazla olması nedeniyle özellikle yağışlı bölgelerde asit reaksiyonlu podzolümsü topraklar yaygın olmaktadır. Kaçkar Dağları’nın kuzeye bakan yamaçlarında granitler üzerinde yer alan kumlu topraklarda kayın, ladin ve göknar ormanları görülmektedir (Atalay vd., 2020: 134). Dendrokronoloji analizi için oluşturulan PAL, KAV, HAL, CEY ve YUK yöreleri bu toprak üzerinde yer alan ormanlardan seçilmiştir.

3.1.2.2. Pazar Formasyonu (Mp)

Pazar formasyonu, *tabanda yer yer çakıltaşlan ile başlayıp üste doğru kumlası, kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı ara katmanlan içeren gri renkli marn ardalanmasıyla devam eder. Birimin en üst düzeyleri ise kum, çakıltaşı ve kayaç parçalan içeren kırmızımsı renkli kil ve çamurlarla son bulur. Çakıl boyutları bir kaç cm, ile 20-30 cm, arasında değişmektedir. Çakıllar kötü boylanmalı olup, alttaki volkanik kayaçlardan türemişlerdir. Kırmızımsı renk gösteren kil ve çamurlar çoğunlukla volkanik kayaç ve türlerin ayrışmasıyla oluşmuşlardır. Formasyonun kumlu ve marnlı düzeyleri bol olarak makro ve mikro fauna içermektedir* (Korkmaz ve Gedik, 1988). Bu formasyona, havzada Fırtına Deresi'nin denize döküldüğü kesimde doğuya bakan yamaçta rastlanmaktadır.

3.1.2.3. Hamidiye Formasyonu (Qçkk)

Hamidiye formasyonu, *kötü katmanlanma gösteren, kum ve kil mercekleri, içeren, gevşek, çimentolu çakıltaşlanndan oluşmuştur. Çakıl boyutları bir kaç cm'den 30-40 cm'ye kadar değişmektedir. Çakıllar volkanik kökenli olup başlıca andezit, bazalt, dasit, granit, diyorit ve granodiyorit çakıllarından oluşmuştur. Çakıllar kötü boylanmalıdır. Birim genelde yatay konumdadır* (Korkmaz ve Gedik, 1988). Bu formasyona, Ardeşen Fırtına Deresi köprüsünün yaklaşık 750 m. güneyinde dere kenarında rastlanmaktadır.

3.1.3. Kuvaterner

Kuvaterner dönemi diğer jeolojik zamanlara oranla en kısa süreli (yaklaşık 2 milyon) jeolojik çağdır. Kuvaterner döneminin Tersiyer döneminden ayrılmasında kısa süreli iklim oynamalarının etkili olduğu bilinmektedir. Bu iklim oynamaları jeolojik kayaçların farklı şekilde aşınmasına ve birikmesine neden olmuştur. Havzada 3900 m yükseltiden deniz seviyesine kadarki farklı yükselti kademelerinde Kuvaterner dönemine ait alüvyon ve moren rastlamak mümkündür.

3.1.3.1. Alüvyonlar (Qal)

Alüvyon birikimlerin havza sınırları içinde akarsuyun denize döküldüğü kesimde, iç kısma doğru geniş vadi tabanlarında geniş düzlükler oluşturduğu görülmektedir. Havzanın %0,3'ü (3,56 km²) alüvyon birikimlerden oluşmaktadır. Fırtına Deresi boyunca alüvyon birikimler geniş tabanlı ovalar görünümünü

almaktadır. Alüvyonlar; granit, granodiorit, bazalt, andezit, kum, çakıltası gibi anakayaların ayrışmasıyla meydana gelmiştir.

3.1.3.2. Morenler

Buzul topografyasının asli birikim şeklini morenler oluşturmaktadır. Kaçkar Dağları'nda güncel buzulların varlığına bağlı olarak Kuvaterner yaşlı moren birikimleri çokça yer almaktadır. Kaçkar Dağı'nda moren depolarını günümüzdeki periglasiyal (buzul çevresi) sahalarda da görmek mümkündür. Özellikle kuzeye bakan kesimlerinde morenler büyük birikim setleri meydana getirirler (Bayrakdar ve Özdemir, 2010).

3.1.4. Tektonik Hareketlilik

Kuzey Anadolu Dağları, Oligosen sonunda Alp-Himalaya orojenezinin etkisiyle kıvrılarak yükselmiş dağlardır. Bu dağlar Batı, Orta ve Doğu Karadeniz olarak üç farklı bölümde incelenmektedir. Çalışma sahası Doğu Karadeniz dağ kuşağı içinde yer almaktadır. ve Doğu Karadeniz kıyı dağları ile ilgili çalışmalar nispeten sınırlıdır. Bu nedenle son yıllarda sahanın tektonik durumunu ortaya koyacak çalışmalar yapılmıştır/yapılmaktadır (Hippolyte vd., 2017; Softa vd., 2017). Araştırıldığında Doğu Karadeniz kıyı kuşağı (Doğu Pontidler) Kuzey Zon, Güney Zon ve Eksen Zon olarak üçe ayrılmaktadır (Bektaş vd., 1995; Eyüboğlu, 2006). Bu üç zon birbirinden faylarla ayrılarak farklı birimde kayaçlar barındırmaktadır (Eyüboğlu, 2006). Doğu Pontidler'in her üç zonunda izlenen bu fay sistemleri bölgenin tektoniğini de kontrol etmekte olup D-B, KD-GB ve KB-GD doğrultusunda uzanmaktadır (Softa vd., 2017). Fırtına Deresi Havzası KD-GB doğrultulu fayın varlığı da önemlidir (Boztuğ vd., 2006). Bu fay, sol yanal atımlıdır. Pliyo-Kuvaterner döneminde yeniden aktive olduğu da düşünülmektedir. *“Hatta bu faylardan bazılarının, kompozit Kaçkar batolitinin Ardeşen (Rize) – İspir (Erzurum) arası kesiminin yaklaşık 20 milyon yıl önce tektonik yükselme şeklinde hızlı bir şekilde yüzeylemesine neden olduğu da ileri sürülmektedir”* (Boztuğ vd., 2005'ne atfen Bayrakdar, 2006). Diğer taraftan Doğu Karadeniz kıyı kuşağında, Alt Pliyosen'de neotektonik dönemin başladığı da ileri sürülmektedir (Yılmaz vd., 2000). Türkiye coğrafi konum itibariyle önemli bir deprem ülkesidir. Ülkeyi boydan boya kat eden Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF), önemli ve sismik aktiviteye neden olan faylardır. Bu doğrultuda, Türkiye'nin büyük bölümü deprem riski altında iken Fırtına Deresi Havzasını da

topluluklarının farklı fiziksel görünüm almasına ve floristik kompozisyonlardaki sınıflandırmanın (takson) ortaya çıkmasına da sebep olmaktadır (Avcı, 2005).

Türkiye konumu itibariyle orta kuşaktaki ‘batı rüzgârları’ sistemine girmektedir. Sistem içerisinde yaz ve kış dönemlerinde farklı hava kütlelerinin etkisinde kalan iklim elamanlarını kontrol altına almaktadır. Bu hususiyetle genel olarak kışın kutbi, yazın tropikal kaynaklı hava kütlelerinin tesirinde kalan Türkiye, iklim özellikleri açısından bir geçiş sahası özelliği kazanmaktadır (Erinç, 1996, s. 295; Türkeş, 2010, ss. 413–416). İklim özellikleri, bölgesel ve yerel farklılıklardan dolayı değişikliğe uğramaktadır. Karadeniz Bölgesi de kuzeyindeki su kütlelerinin varlığı, dağların denize paralel uzanması, bakı ve yükselti gibi topografik etmenlerin etkisinde yıl boyunca yağışlı alır. Bu yüzden, kıyı kesimde nemli-ılıman, yüksek kesimlerde ise nemli-soğuk iklim özellikleri hâkimdir. Nemlilik ve sıcaklık koşullarına göre Karadeniz iklimi nemli-ılıman Karadeniz kıyı kuşağı iklimi, nemli-soğuk Karadeniz dağ iklimi ve Karadeniz ardı yarınemli-yarıkurak iklim şeklinde üç alt tipe ayrılmaktadır (Atalay, 2013). Genel olarak, Fırtına Deresi Havzası’nda bu üç alt iklim tipinden nemli-ılıman ve nemli-soğuk Karadeniz iklimleri görülmektedir. Fırtına Deresi Havzasında güneyde KKD-GGB yönlü uzanan Doğu Karadeniz Dağları da denizden gelen nemli hava kütlelerini bir duvar gibi tutarak sahanın bulutluluk oranını, beraberinde yağış miktarını arttırmaktadır. Bu da sahanın Türkiye’nin en yağışlı yeri olması durumunu sağlamaktadır (Türkeş, 1996: 1059).

3.2.1. İklim Elemanları

Bir sahanın ya da bölgenin iklim özelliklerini ortaya koymak için uzun yıllık (en az 30 yıllık) iklim verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalışma sahasının iklim özelliklerini açıklamak için havzaya en yakın uzun yıllık Rize (İstasyon no: 17040) ve Pazar (İstasyon no: 17628) meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır. Rize meteoroloji istasyonu 1960, Pazar meteoroloji istasyonu ise 1964 yılında kurulmuştur. İklim özelliklerini, ortak zaman aralığında değerlendirmek için iki istasyon verileri 1964 yılından itibaren (57 yıllık) kullanılmıştır. Havza sınırları içerisinde yer alan OMGİ verileri ise iklim özelliklerini yansıtmak için yıl uzunluğuna sahip değildir. Buna karşın mekânsal sıcaklık, yağış, nem vb. özelliklerin dağılımını değerlendirme süreci açısından incelemeye tabi tutulmuştur. Tez konusu

dendrokronoloji bilimi adı altında hazırlandığı için aşağıda ifade edilen bütün iklim elamanları, bitki örtüsü ile olan ilişkisi ile değerlendirilerek açıklanmıştır.

3.2.1.1. Sıcaklık

Dünya üzerinde genel anlamda bütün hava olayları sıcaklığın tesiri altında gerçekleşmektedir. Dünyadaki sıcaklığın temel kaynağı da güneştir. Sıcaklık dünya üzerinde eşit bir şekilde dağılmamaktadır. Bu durumun oluşmasında dünyanın şekli, kara ve denizlerin dağılışı, yükselti, okyanus akıntıları, güneş ışınlarının düşme açısı, eğim, bakı gibi birçok faktör etkilidir. Diğer taraftan sıcaklık bitkilerin fotosentez yapmasında, gelişmesi ve yetişmesinde, yeryüzündeki dağılışında oldukça etkili bir faktördür (Atalay, 2015b; Dönmez, 1976). Bitki türlerinin hayat fonksiyonları gündüz (ışık) ve gece (karanlık) periyodunun uzunluğuna (fotoperiyodizm) ve farklı sıcaklık değerlerine göre başlar, en elverişli duruma girer ve nihayetinde belli bir derecede durur. Burada her bitki türünün hayati fonksiyonunda alt, üst ve optimal sıcaklık sınırları farklıdır. Genellikle bitkilerin büyük kısmı için büyüme bakımından termik alt sınır 0 °C'nin üzerinde (özellikle 5 - 8 °C) iken üst sınır 40 °C civarındadır (Erinç, 1977). Ayrıca topraktaki organik maddelerin ayrışıp bitkiler tarafından kullanılması doğrudan sıcaklık gerektirir. Bu tür nedenlerden dolayı çalışma alanının sıcaklık özelliklerinin bilinmesi bitki örtüsünü açıklamada ve dendroklimatolojik analizlerin yapılmasında büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de meteoroloji istasyonlarının ölçümlerine göre yıllık ortalama sıcaklık 3.7 °C ile 19.9 °C arasında değişmektedir. Ülkemizde kış dönemini temsil eden ocak ayı sıcaklık değerleri +12 °C ile -11 °C arasında iken, yaz dönemini temsil eden temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise 16,3 °C ile 34,4 °C arasındadır (Atalay, 2013: 435–441). Yaz ile kış arasındaki sıcaklık farklı kıyı bölgelerimizden iç bölgelerimize doğru artmaktadır. Kıyı bölgelerimiz içerisinde yer alan Karadeniz Bölgesi'nde sıcaklık değerlendirildiğinde yıllık ortalama sıcaklık deniz kıyısı ile 1000 m arasında 11 - 13 °C ile 6 - 8 °C arasında değişmektedir. 1000-2000 m arasında ise yıllık ortalama sıcaklık 12 - 6 °C dolayındadır. Bu yükselti arasında yazın 20 °C'ye ulaşan sıcaklık kışın 0 °C'nin altına düşmektedir (Atalay, 2013: 515–516).

Vejetasyon devresi, bitkilerin çimlenmeye başladıkları an ile meyvelerinin döküldüğü yahut tohumlarının saçıldığı ana kadar geçen dönemi ifade eder (Dönmez, 1985: 8). Bitkilerin bütün bu hayati faaliyetlerini gerçekleştirmeleri için yetiştirme

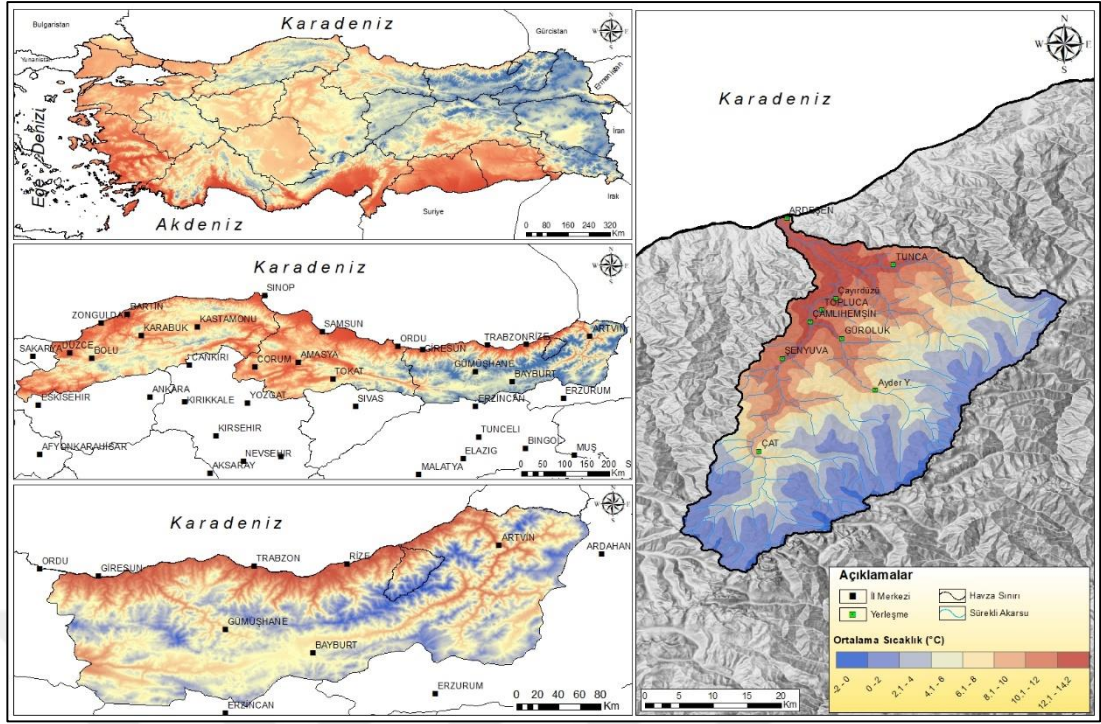
devresi içerisinde ihtiyaç duydukları sıcaklık değerini elde etmeleri gerekmektedir. Bu sıcaklık değeri her bitki türüne göre değişmekle birlikte konu ile ilgili farklı yaklaşımlar da bulunmaktadır. Nitekim, “*Rubner’a göre bu devrenin başlangıcı 10 °C; Tivy’e göre 6 °C; Erinç’e göre 5 °C ile 8 °C’nin üstünde olan günlerin ortalamasına tekabül eden değer; Atalay’ göre ise 8 °C’dir ve bu değer devamlılığı aranmalıdır*” (Avcı, 1998: 143; Akkurt Gümüş, 2020). Vejetasyon devresinin süresini belirlemede bitki coğrafyası ile ilgili çalışmada 8 °C ve üzeri olan günler esas alınmıştır. Bu çalışmada da 8 °C vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş günlük sıcaklık değeri olarak ele alınmıştır. Bu dereceye göre havza özelinde yetiştirme devresi, Karadeniz kıyılarında mart başında başlayıp aralık ortalarında sona ermektedir. Çalışma sahasında bu devre içinde bulunan gün sayıları Rize (277 gün) başta olmak üzere Pazar (269 gün) kıyı bölgelerinde neredeyse kesintiye uğramadan ortalama 273 gün boyunca sürmektedir (Tablo 3.2). İç kesimlere doğru gidildikçe denizellik ve yükselti faktörlerinin ortaya çıkardığı etkiyle bu süre azalmakta bu da bitki örtüsünde tür değişimine açıkça yansımaktadır.

Tablo 3.2. Uzun yıllık veriye sahip istasyonlarda yetiştirme devresi süreleri.

İstasyon	Rasat	Yükselti (m)	Yetiştirme Devresi	Ortanca Değer (Gün)
Rize	1964-2021	3	16 Mart-17 Aralık	277
Pazar		78	17 Mart-10 Aralık	269

Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı

Fırtına Deresi Havzası deniz seviyesinden başlayıp 3900 metrelere kadar ulaşan yükseltisi ile sıcaklığın havza içinde dağılışını farklılaştırmaktadır. Havzanın yıllık ortalama sıcaklık haritası incelenirse; genellikle sıcaklıklar -2 °C ile 14,2 °C arasında değişmektedir. Sıcaklıklar arasındaki bu fark yer şekillerinin etkisinden ileri gelmektedir. En yüksek sıcaklıklar kıyı kesiminde ve havzanın iç kesimlerine doğru vadi hatlarında görülmektedir. Artan yükseklik şartları ile birlikte sıcaklık, havzanın güneybatı-kuzeydoğu dağ silsilesine tırmandıkça azalmaktadır (Şekil 3.4). Bu durum, farklı bitki kuşaklarının oluşmasına ve vejetasyon döneminde başlama ve bitiş sürelerinin değişiklik göstermesine neden olmaktadır.



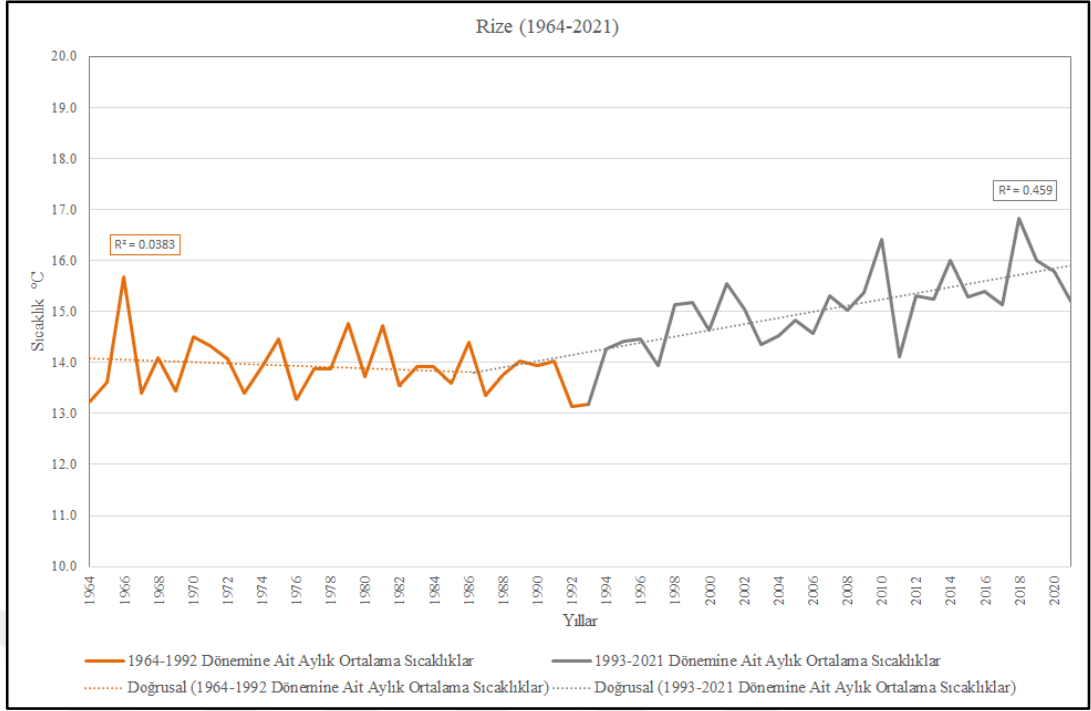
Şekil 3.4. Fırtına Deresi Havzası sıcaklık dağılışı haritası.

Denize yakın kesimde yer alan Ardeşen ilçe merkezinde nemliliğin fazlalığı, yükseltinin azlığı ve atmosfer yoğunluğunun daha fazla olmasıyla sıcaklık değeri yüksek iken iç kesimlere doğru gidildikçe sıcaklık azalmaktadır. Havzanın güney sınırında yer alan Kaçkar Dağları, sıcaklığın en düşük olduğu kesimdir. Rize’de yıllık ortalama sıcaklık 14,5 °C iken Pazar’da 13,9 °C’dir. Farklı yükseltilerde yer alması bakımından iki istasyon arasında 0,7 °C sıcaklık farkı vardır. Kıyı istasyonlarına ait bu sıcaklık değerleri topografik özelliklere bağlı olarak kısa mesafelerde değişiklik göstermektedir. Havza içerisinde farklı yükselti kademelerinde yer alan kısa süreli ve farklı gözlem aralığına sahip OMGİ verileri bu durumu kanıtlamaktadır. Deniz seviyesinden itibaren bu istasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri şu şekildedir: Ardeşen 7 m yükseltide ort. sıcaklık 16,2 °C; Çamlıhemşin 390 m yükseltide ort. sıcaklık 12 °C; Ardeşen/Yeşiltepe 573 m yükseltide ort. sıcaklık 12,9°C; Ayder Fırtına Deresi 1354 m yükseltide ort. sıcaklık 8,7 °C; Kaleköy 2281 m yükseltide ort. sıcaklık 4,5 °C ve Palovit Yaylası 2633 m yükseltide ort. sıcaklık 2,5°C değerlerine sahiptir. İstisnai bir durum Çamlıhemşin ve Ardeşen/Yeşiltepe arasında görülmektedir. Ardeşen/ Yeşiltepe istasyonunun kendisinde daha alçakta yer alan Çamlıhemşin’e göre sıcaklığının yüksek olmasında denizellik etkisine açıklık

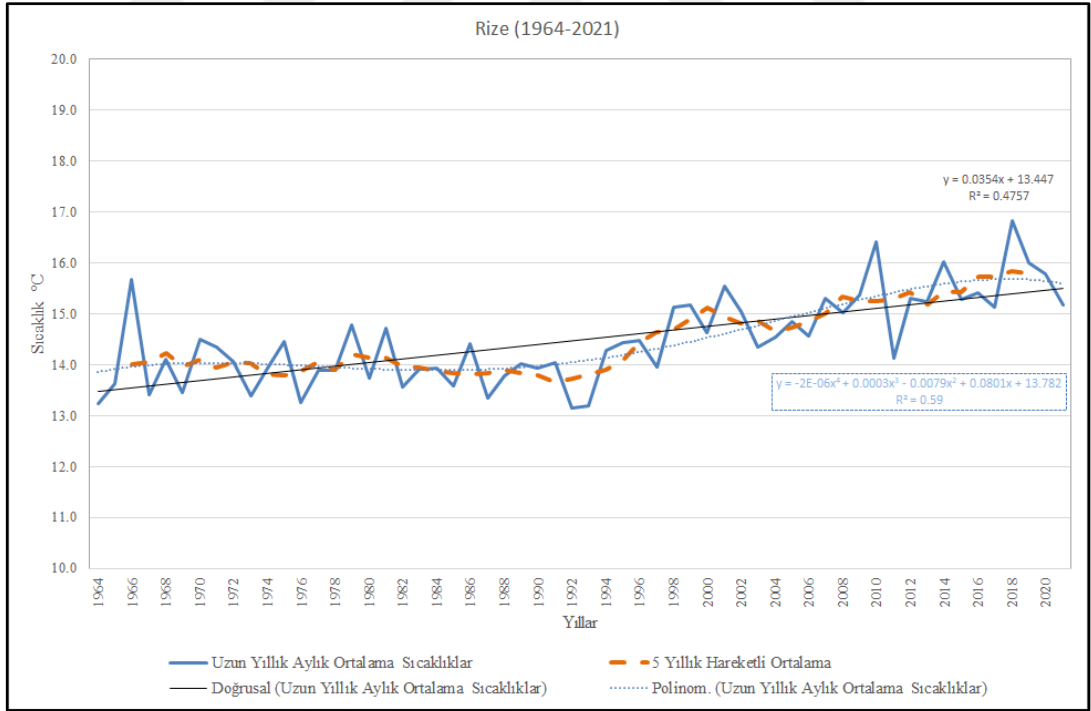
etkilidir. Çamlıhemşin istasyonu ise iç kısımda yer alıp denizellik etkisine uzak kalmaktadır.

Havzada sıcaklıktaki uzun yıllık eğilimleri belirlemek amacıyla Rize ve Pazar istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklık seyir grafikleri hazırlanmıştır. Bu grafiklerde doğrusal ortalama eğrisi uzun yıllık eğilimi genel olarak ifade etmektedir. Polinom eğrisi bu uzun yıllık eğilimdeki artış ve azalışları göstermektedir. 5'li hareketli ortalama ise sıcaklık değerlerindeki ani düşüş ve yükselişlerin ifadesidir. Oluşturulan grafikler incelendiğinde Rize'de 57 yıllık ortalama sıcaklık seyri 13 °C ile 17 °C aralıkta seyretmektedir. Rize istasyonunda, en düşük yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,1 °C ile 1992 yılında, en yüksek yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 16,8 °C ile 2018 yılında ölçülmüştür. Doğrusal ortalamaya göre sıcaklık 1964 - 1992 arasında azalma eğilimi, 1993-2021 yılı arasında artma eğilimi göstermektedir (Şekil 3.5). Yani 1992 yılı sıcaklıkta kırılmanın yaşandığını ve artışa dönüştüğünü işaret eder. Buradaki polinom ortalaması da, sıcaklığın doğrusal bir şekilde artmadığını dönemsel artış ve azalışların olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan 5 yıllık hareketli ortalama çizgisi ortalamaların sıklıkla 1997 yılına kadar 14 °C'ye ulaştığını, 1997 yılından sonra ortalamaların 14 °C'nin üstüne çıkarak 15,5 °C'lere ulaştığını göstermektedir (Şekil 3.6).

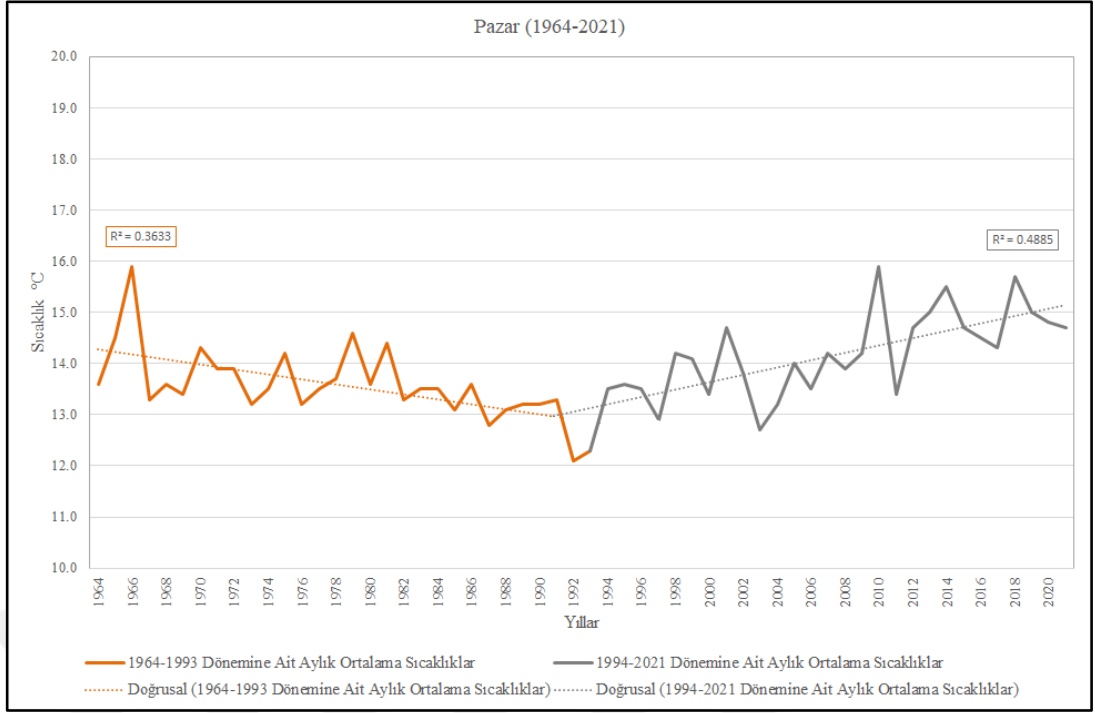
Pazar'da yıllık ortalama sıcaklık seyri ise 12 °C ile 16 °C aralıkta seyretmektedir. Pazar istasyonunda, en düşük yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,1 °C ile 1992 yılında, en yüksek yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 15,9 °C ile 2010 yılında ölçülmüştür. Doğrusal ortalamaya göre sıcaklık 1964 - 1993 arasında azalma eğilimi, 1994 - 2021 yılı arasında artma eğilimi göstermektedir (Şekil 3.7). Burada 1993 yılı sıcaklıkta kırılmanın yaşandığını ve artışa dönüştüğünü işaret eder. Polinom ortalaması da, sıcaklığın doğrusal bir şekilde artmadığını dönemsel artış ve azalışların olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan 5 yıllık hareketli ortalama çizgisi ortalamaların 1979 yılına kadar 14 °C civarında olduğunu, 1979 yılından sonra ortalamaların 14 °C'nin altına indiği ve 2007 yılına kadar sürdüğü görülmektedir. 2008 yılından itibaren ise ortalamaların 14 °C'nin üzerinde seyrettiği görülmektedir (Şekil 3.8). Rize ve Pazar, uzun yıllık sıcaklık ölçümlerinde hem değer aralığı hem de artış azalış yönünde benzerlik göstermektedir. İki istasyon arasında Pearson korelasyon katsayısı analizi değeri 0,85 olarak ($p < 0.05$) bulunmuştur (Şekil 3.9).



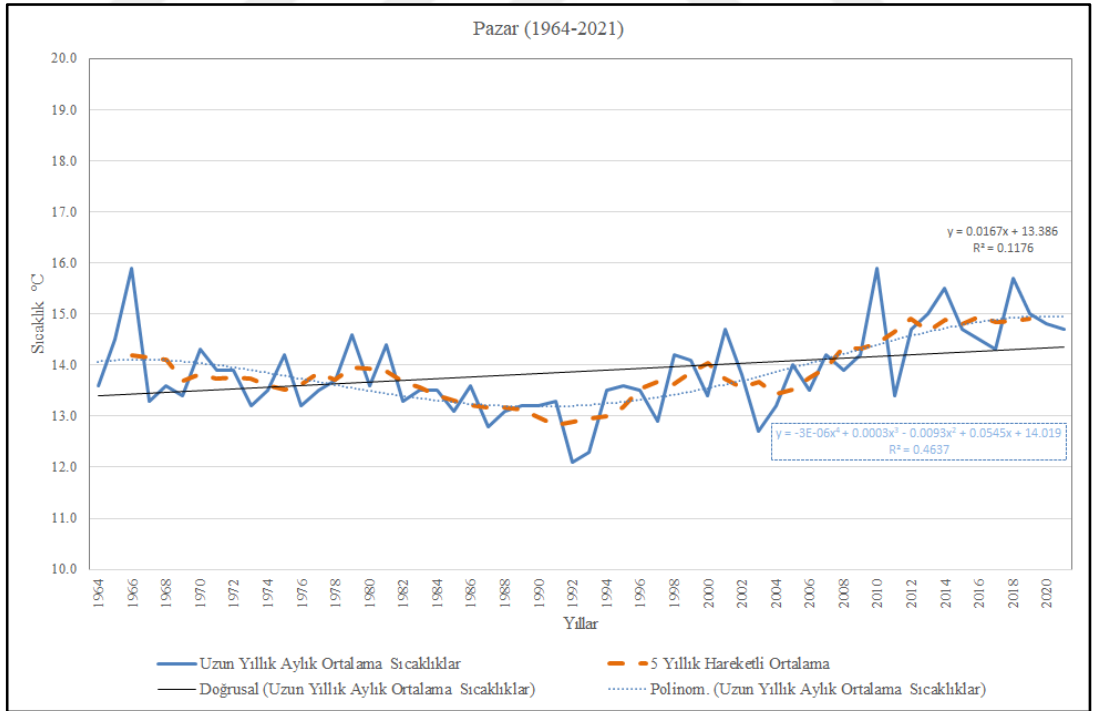
Şekil 3.5. Rize istasyonunda uzun yıllık sıcaklık seyrindeki değişim.



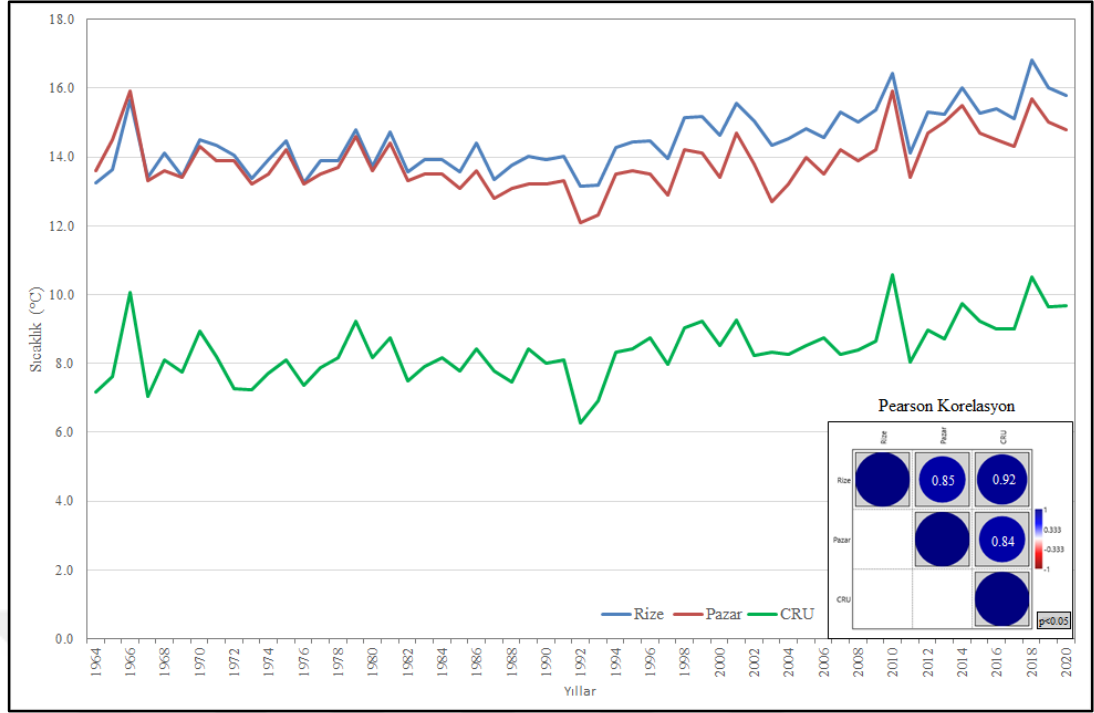
Şekil 3.6. Rize'de yıllık ortalama sıcaklıkların seyri.



Şekil 3.7. Pazar istasyonunda uzun yıllık sıcaklık seyrinindeki değişim.



Şekil 3.8. Pazar'da yıllık ortalama sıcaklıkların seyri.



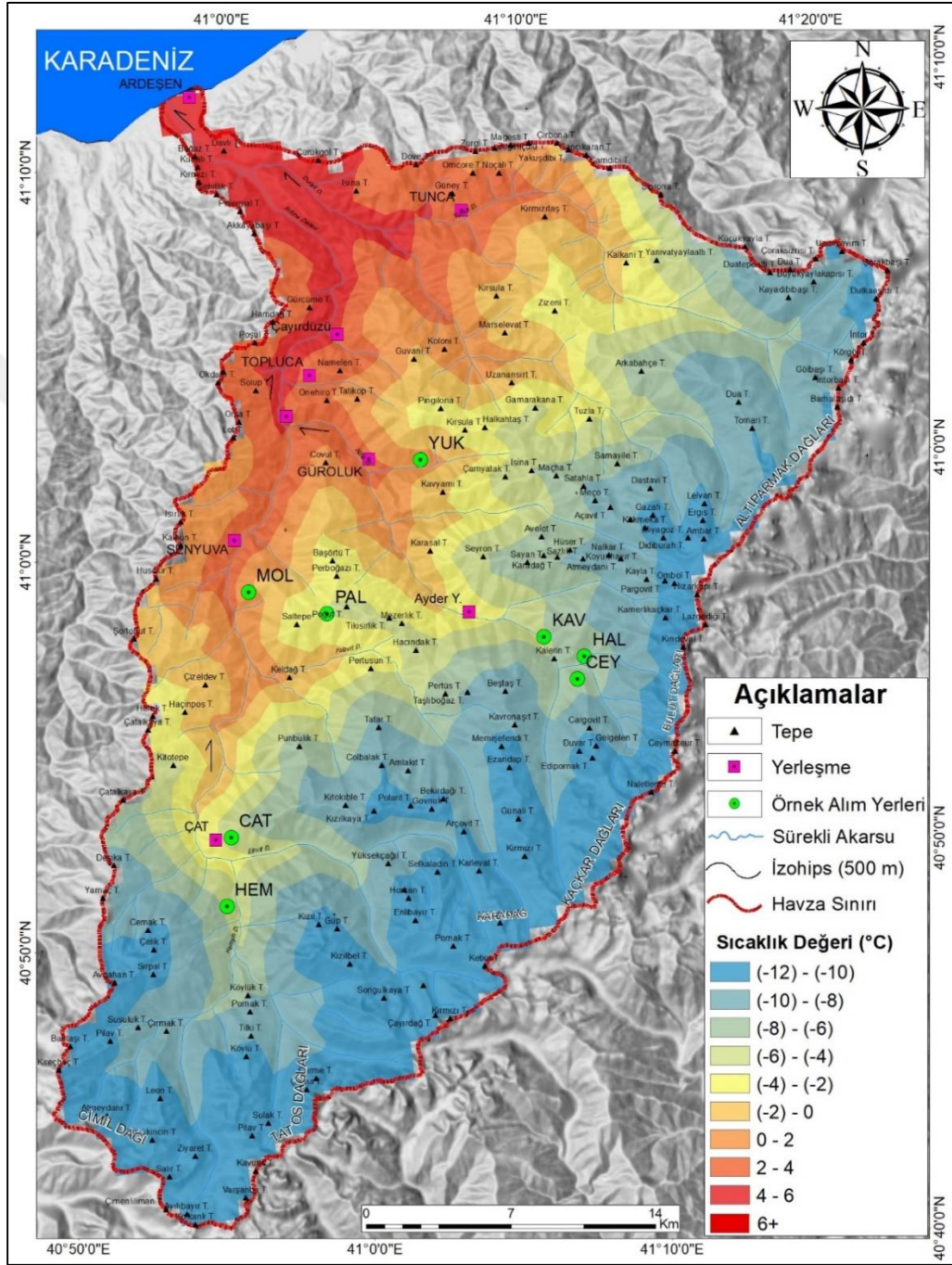
Şekil 3.9. Pearson korelasyon analizine göre Rize ve Pazar meteoroloji istasyonları ile CRU TS-4.05 grid verisine ait sıcaklık değerleri.

Aylık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı

Bitki coğrafyası açısından yıllık ortalama sıcaklıkların büyük önemi yoktur. Çünkü düşük ya da yüksek sıcaklıklar yıllık ortalamalarda fark edilmezler (Dönmez, 1985: 15). Bu bakımdan bir bölgedeki sıcaklıkların yıl içindeki değişimlerini yani aylık sıcaklıkların dağılışını belirlemek çok önemlidir. Özellikle yaz ve kış mevsimi sıcaklıklarını belirlemek bir bölgedeki bitkinin dağılışını açıklamada en çok işe yarayanıdır. “Aylık ortalamalar, ayı teşkil eden günlerin her birinin ortalamasının toplanıp, gün sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir” (Dönmez, 1979b: 3).

Çalışmada kış devresini temsilen ocak, yaz devresini temsilen ise temmuz ayı sıcaklık ortalamaları ele alınmıştır. Ocak ayı sıcaklık ortalamaları, Türkiye'nin tamamına yakınında en düşük sıcaklıkların kaydedildiği ay olarak kabul edilmektedir. Bu hususta ocak ayındaki sıcaklığın, havzadaki mekânsal dağılışını bakıldığında sıcaklığın kuzeyden güneye doğru azaldığı görülmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık haritasına benzer olarak en yüksek sıcaklıklar kıyı kesimlerde (4°C - 7°C), en düşük sıcaklıklar ise (-12°C - 10°C) sahanın kabaca orta kısmına denk gelen dağlık kütlelerin yüksek kesimlerinde ve havzanın GB-KD uzantılı dağ silsilerinde görülmektedir.

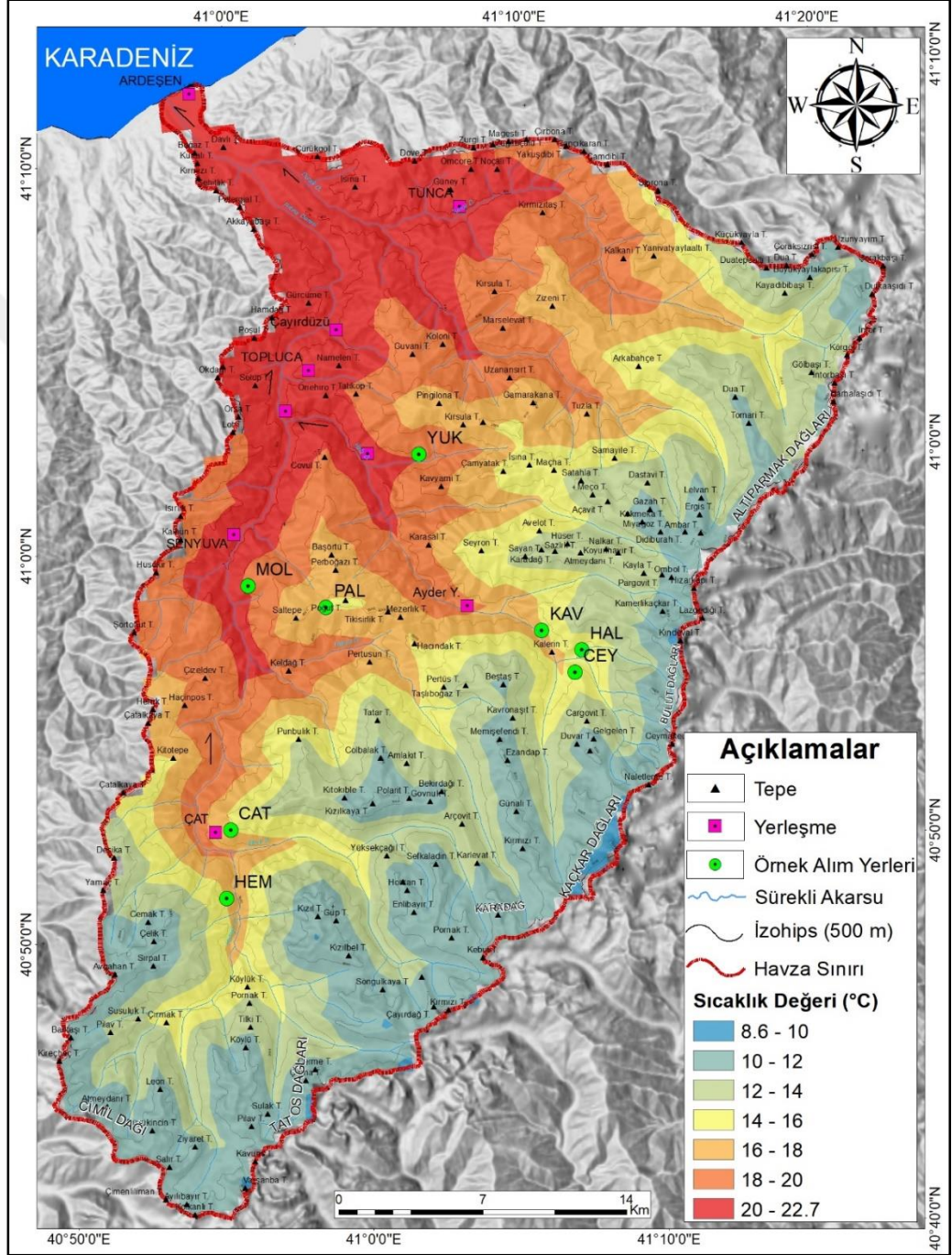
Deniz seviyesinden yaklaşık 1.000 m'ye kadar sıcaklığın 0 °C'nin altına inmediği, bu yükseltiden sonra eksili değerler gösterdiği görülmektedir. Bu durum, 0 ile 1000 m arasındaki kesimde vejetasyon döneminin yıl boyunca devam edebileceğini düşündürmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Fırtına Deresi Havzasında ocak ayı ortalama sıcaklıklarının dağılışı.

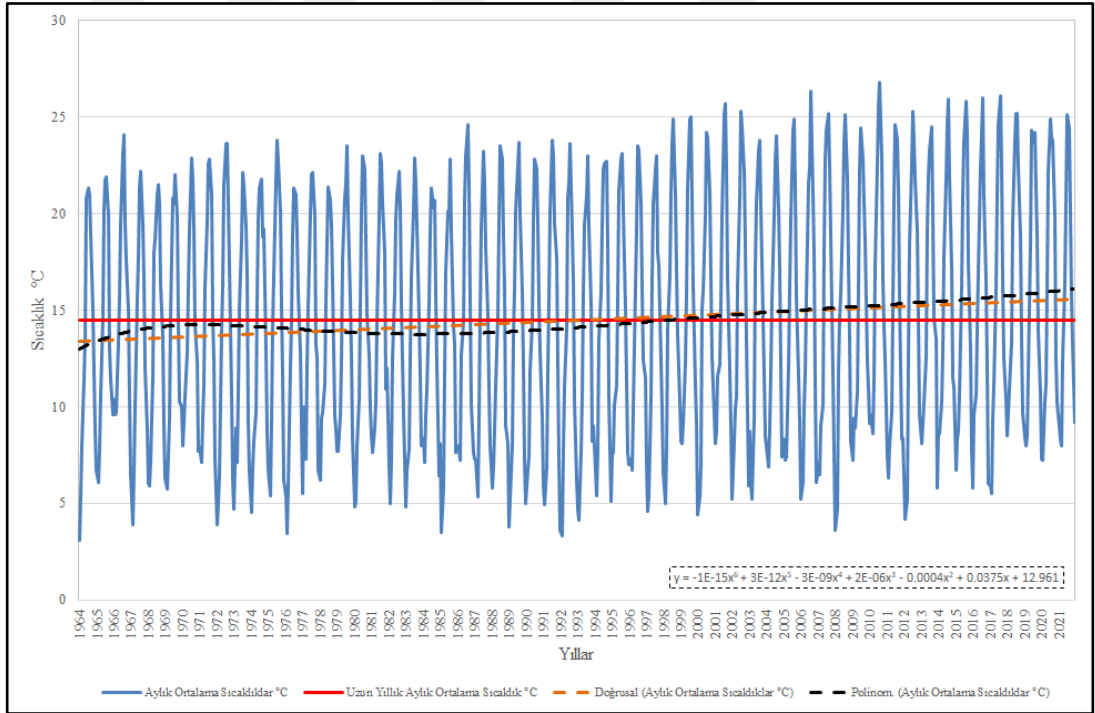
Temmuz ayı sıcaklık değerleri incelendiğinde ise, denizellik etkisine bağlı olarak sıcaklıklar 22 °C ile 8 °C arasında değişmektedir (Şekil 3.11). Alandaki en

yüksek nokta olan Kaçkar Dağı ve çevresinde dahi ortalama değerlerin 8,6 °C'nin altına düşmediği görülmektedir. 0 – 1.000 m arasında 22 °C'den 20 °C'ye ve 1.000 - 2.000 m arasında 20 °C'den 16 °C'ye kadar değişen sıcaklıklar havzada hâkimdir. 2.000 m'den sonra sıcaklıklar yükselti şartları ile birlikte kademeli bir şekilde düşmektedir.

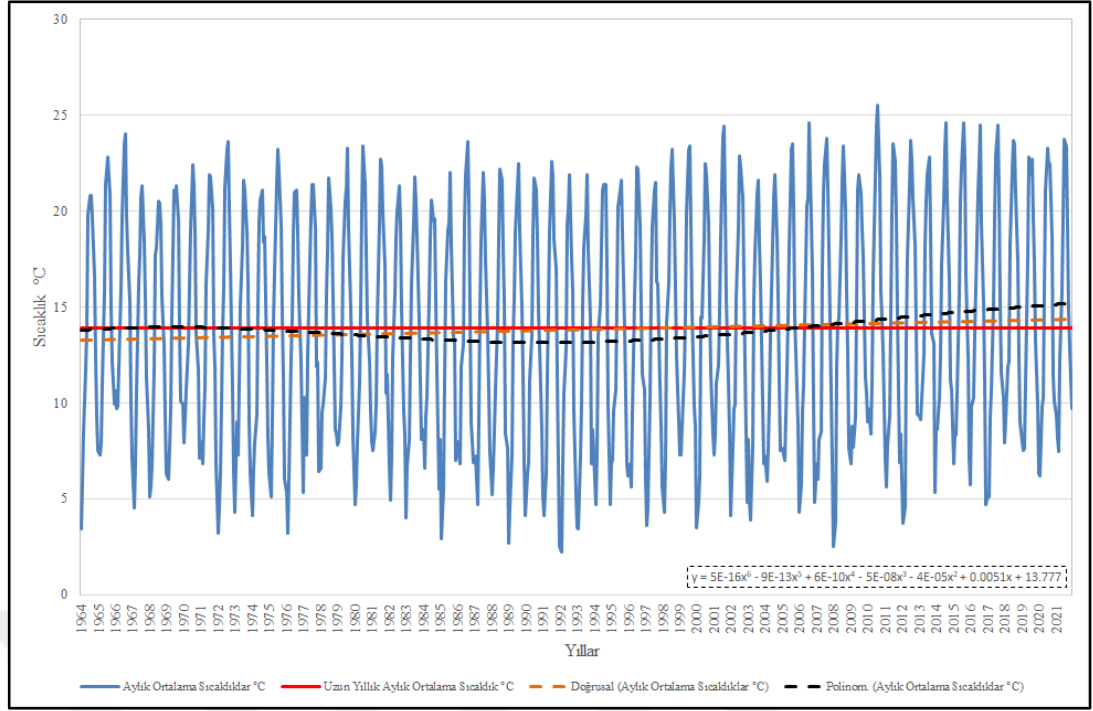


Şekil 3.11. Fırtına Deresi Havzasında temmuz ayı ortalama sıcaklıklarının dağılışı.

Yıllık sıcaklık ortalamalarında yapıldığı gibi aylık ortalama sıcaklıkların seyrini gösteren grafiklerde de doğrusal ve polinom eğriler çizilmiştir. Her iki istasyona ait verilere göre doğrusal olarak aylık sıcaklık ortalamalarında bir artış söz konusuysen, polinom ortalamasında belli dönemlerde artış, belli dönemlerde azalış eğilimi izlenmektedir. Polinom eğrisi sıcaklıklarda Rize’de 1964 - 1972 arasında artış, 1972 - 1988 döneminde azalış, 1988’den sonra ise tekrar artış göstermektedir (Şekil 3.12). Pazar’da ise 1964 - 1972 arası nispeten sabit, 1973 - 1992 arası azalış, 1992’den sonra tekrar artış göstermektedir (Şekil 3.13). Ancak bu değişimler de her iki istasyonda fazla fark olmayıp yarım dereceliktir. Aylık sıcaklık ortalamalarının içerisinde ekstrem değerler olmayıp artış yönünde devam ettiği söylenilebilir. İki istasyon kıyaslandığında deniz kıyısında bulunmalarından dolayı sıcaklıklarının daha dengeli değiştiği ve aralarında genel eğilimleri bozacak büyük farkın olmadığı gözlenmektedir.



Şekil 3.12. Rize istasyonu ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.



Şekil 3.13. Pazar istasyonu ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.

Uzun yıllık ölçümlerde gözlenen aylık ortalama en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri istasyonlar için şöyledir: Rize istasyonunda aylık ortalama en düşük sıcaklık 1964 yılının Ocak ayında 3,1 °C ve en yüksek sıcaklık 2010 yılının Ağustos ayında 26,8 °C olarak gerçekleşmiştir. Pazar istasyonunda ise aylık ortalama en düşük sıcaklık 1972 yılının Şubat ayında 2,2 °C ve en yüksek sıcaklık 2010 yılının Ağustos ayında 25,5 °C olarak gerçekleşmiştir.

Havzada uzun yıllık veriler dikkate alındığında aylık ortalama sıcaklıkların yaklaşık 3 °C ile 26 °C arasında seyrettiği görülmektedir. Rize ve Pazar istasyonlarında sıcaklık ocak ayından itibaren ağustos ayına kadar artmaktadır. Ağustos ayından itibaren sıcaklıklar azalma sürecine girmektedir. İki istasyonda da yıl içindeki en yüksek aylık ortalama sıcaklıklar, Rize’de 23,4 °C ve Pazar’da 22,3 °C ile ağustos ayındadır. En düşük aylık ortalama sıcaklık ise, Rize’de 6,6 °C ve Pazar’da 6,2 °C ile ocak ayındadır. Kasım ve Aralık aylarında sıcaklık düşüşü devam eder. Aralık ayında sıcaklık ortalamaları 10 °C’nin de altına düşer. Araştırma sahasına yakın olan bu istasyonlara göre Aralık ayında ortalama sıcaklıklar Rize’de 8,5 °C ve Pazar’da 8 °C’dir (Tablo 3.3).

Havzada yer alan OMGİ verileri de sıcaklığın sahada dağılımını önemli oranda karakterize etmektedir. Bu istasyonlarda yıllık sıcaklık ortalamaları yükseltiye bağlı olarak kademeli azalmaktadır. Ardeşen’de 8,6 °C ile şubat, Çamlıhemşin’de 3,6 °C ve Ardeşen/Yeşiltepe’de 5,1 °C ile ocak ayı en düşük sıcaklıkların olduğu aylardır. Ayder Fırtına Deresi, Kaleköy ve Palovit Yaylası’nda ise ocak, şubat, mart ve nisan ile kasım, aralık ayları sıcaklıkların 5,6 °C ve altında olduğu hatta eksi değerlere indiği aylardır. En sıcak aylar ise tüm istasyonlarda temmuz ve ağustos aylarıdır (Tablo 3.3). Kaleköy istasyonunda kasım-nisan arası, Palovit Yaylası istasyonunda ise ekim-nisan arası düzenli donlu devreyi oluşturmaktadır.

Tablo 3.3. Meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları (°C).

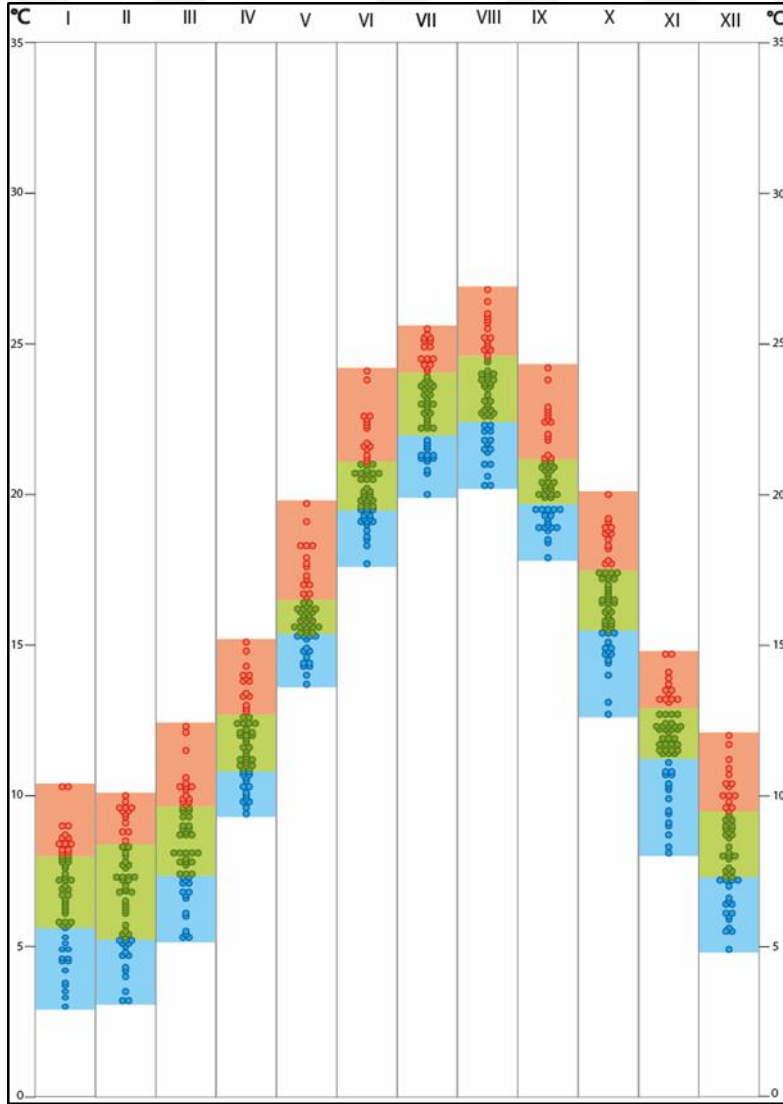
İstasyon	Rakım	Rasat	Aylar												Yıllık ort.
	(m)	(yıl)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Rize	3	57	6,6	6,7	8,3	11,7	16,1	20,5	23,0	23,4	20,5	16,4	11,9	8,5	14,5
Pazar	78	57	6,2	6,4	8,0	11,4	15,5	19,6	21,9	22,3	19,5	15,6	11,2	8,0	13,8
Ardeşen	7	4	9,5	8,6	9,9	12,2	17,7	22,6	24,4	24,3	21,9	18,5	14,0	11,3	16,2
Çamlıhemşin	390	9	3,6	5,3	7,6	10,6	14,7	18,1	20,0	20,8	17,6	13,0	8,4	4,6	12,0
Ardeşen/ Yeşiltepe	573	6	5,1	5,8	7,2	11,3	15,7	18,5	20,0	20,7	18,1	14,5	10,8	7,5	12,9
Ayder Fırtına Deresi	1354	12	0,5	1,5	3,1	7,4	11,7	14,6	16,2	16,6	14,1	10,2	5,6	2,4	8,7
Kaleköy	2281	1	-2,6	-3,7	-4,5	3,9	8,7	10,8	13,3	13,9	7,5	5,1	3,1	-1,7	4,5
Palovit Yaylası	2633	3	-5,8	-5,5	-5,2	0,9	6,1	8,6	10,6	10,7	7,9	5,5	-0,3	-3,8	2,5

Geçmiş ölçüm verilerinden yola çıkarak oluşturulan muhtemel sıcaklık diyagramları gelecekte olabilecek sıcaklık durumuna tahmini görüş belirtmek açısından oldukça faydalıdır. Her bir yılın tüm günleri, sonrasında tüm aylarına ait ortalama sıcaklıklardan elde edilen yıllık sıcaklık ortalamalarının oran olarak dağılımı o bölgenin gelecekteki muhtemel sıcaklığını gösterir. Buradaki muhtemel sıcaklık diyagramı ortalama sıcaklığın olasılığını tanımlamaktadır. Aylık sıcaklık ortalamalarının yıllara göre değişimini göstermek üzere aylık muhtemel sıcaklık diyagramları oluşturulmuştur. Buna göre Rize ve Pazar’da aylık muhtemel sıcaklık diyagramlarında mavi noktalarla gösterilen değerler elde edilen muhtemel sıcaklıkların en düşük %25’lik kısmını, yeşil noktalar orta kesime denk gelen %50’lik kısmını, kırmızı noktalar ise en yüksek değerlerin %25’lik kısmını göstermektedir. Bu noktaların birbirlerine yaklaştığı kısımlar sıcaklık değerlerinin birbirine yakın

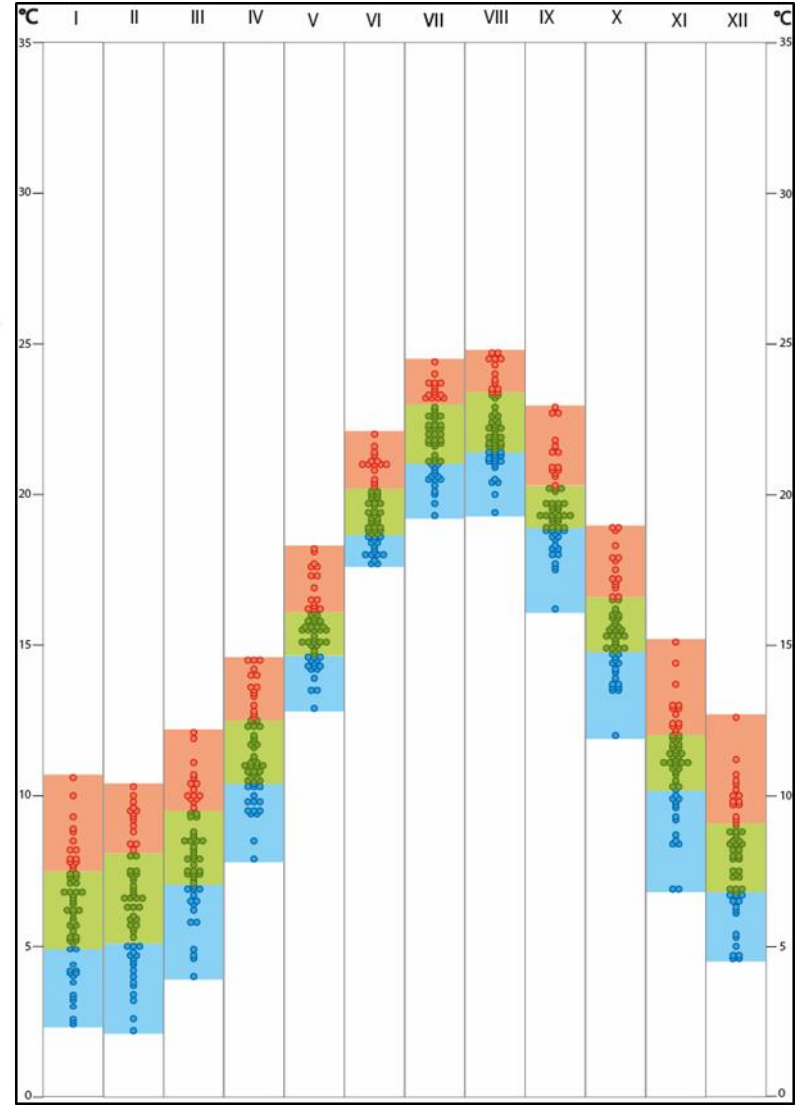
olduğunu gösterirken uzaklaştığı kısımlar ekstrem sıcaklık değerlerini göstermektedir.

Yukarıda ifade edilen duruma göre Rize’de mart, mayıs, haziran, eylül, ekim ve aralık aylarında %25 yüksek değerlerde ekstrem sıcaklıklar bulunmaktadır. %25 yüksek değerlerdeki muhtemel sıcaklıklar 5,4 °C ile 17,9 °C arasında değişmektedir. Aylık muhtemel sıcaklıkların %50’lik kısmı 3,5 °C ile 16,3 °C arasında değişiklik göstermektedir. %50’lik sıcaklıklar mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül aylarında artmaktadır. %50’lik sıcaklıkların en düşük olduğu ay 3,5 °C ile şubat ayıdır. Sıcaklıkların %25’lik düşük kısmını oluşturan mavi noktalara bakıldığında da ekim ve kasım aylarında ekstrem değerler göze çarpmaktadır. %25 düşük değerlerdeki muhtemel sıcaklıklar 2,1 °C ile 14,8 °C arasında değişmektedir (Şekil 3.14).

Pazar’da ise ocak, mart, mayıs, eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında %25 yüksek değerlerde ekstrem sıcaklıklar bulunmaktadır. %25 yüksek değerlerdeki muhtemel sıcaklıklar 5,2 °C ile 17 °C arasında değişmektedir. Aylık muhtemel sıcaklıkların %50’lik kısmı 3,2 °C ile 15,6 °C arasında değişiklik göstermektedir. %50’lik sıcaklıklar mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül aylarında artmaktadır. %50’lik sıcaklıkların en düşük olduğu ay 3,2 °C ile şubat ayıdır. Sıcaklıkların %25’lik düşük kısmını oluşturan mavi noktalara bakıldığında da eylül, ekim ve kasım aylarında ekstrem değerler göze çarpmaktadır. %25 düşük değerlerdeki muhtemel sıcaklıklar 1,5 °C ile 14 °C arasında değişmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.14. Rize’de uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel sıcaklık diyagramı.



Şekil 3.15. Pazar’da uzun yıllık ortalamalara göre aylık muhtemel sıcaklık diyagramı.

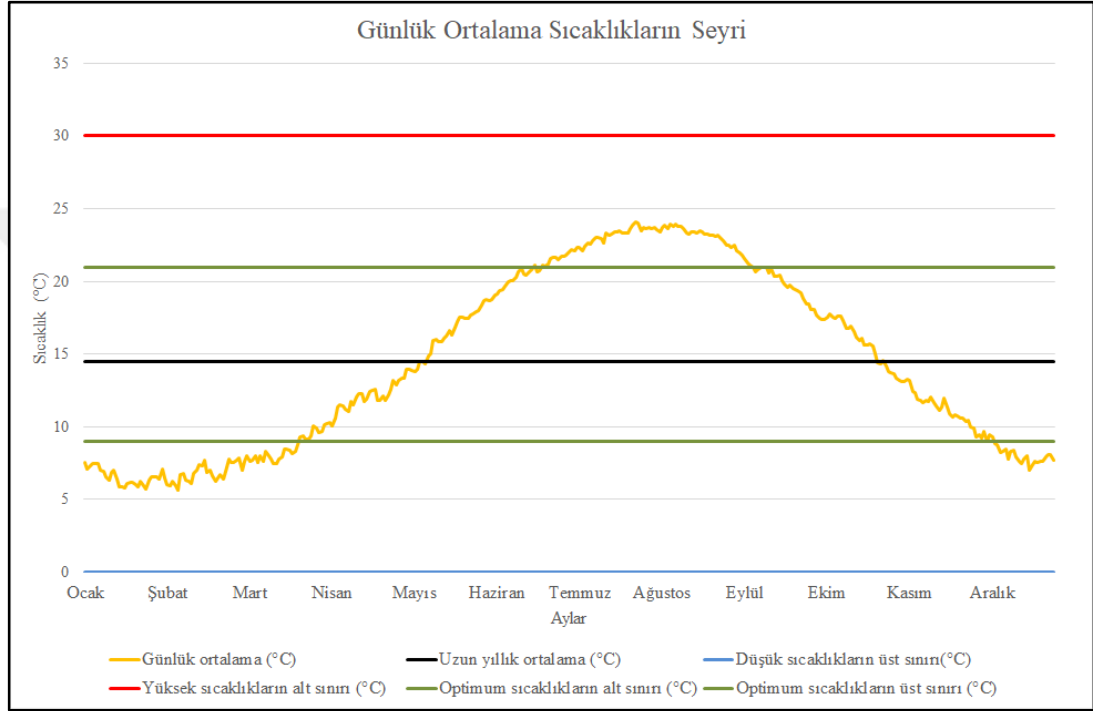
Günlük Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı

İklim-bitki ilişkisinin açıklanmasında günlük ortalama sıcaklıkların önemli bir yeri vardır. Günlük ortalama sıcaklıklardan üretilen diyagramlar aracılığıyla 365 gün içinde sıcaklıkların nasıl bir seyir izlediği ve ay içindeki sıcaklık oynamalarının ne zaman olduğu gözlemlenebilir. Ayrıca bu tip diyagramlarla aylara bağlı kalmadan yıl içindeki en sıcak ve en soğuk devrenin başlangıç ve bitiş tarihleri tespit edilebilmektedir (Dönmez, 1979b: 67–69). Buna göre Rize ve Pazar meteoroloji istasyonlarının 1964 - 2021 yılları arasındaki 57 yıllık günlük sıcaklık verileri incelenmiştir.

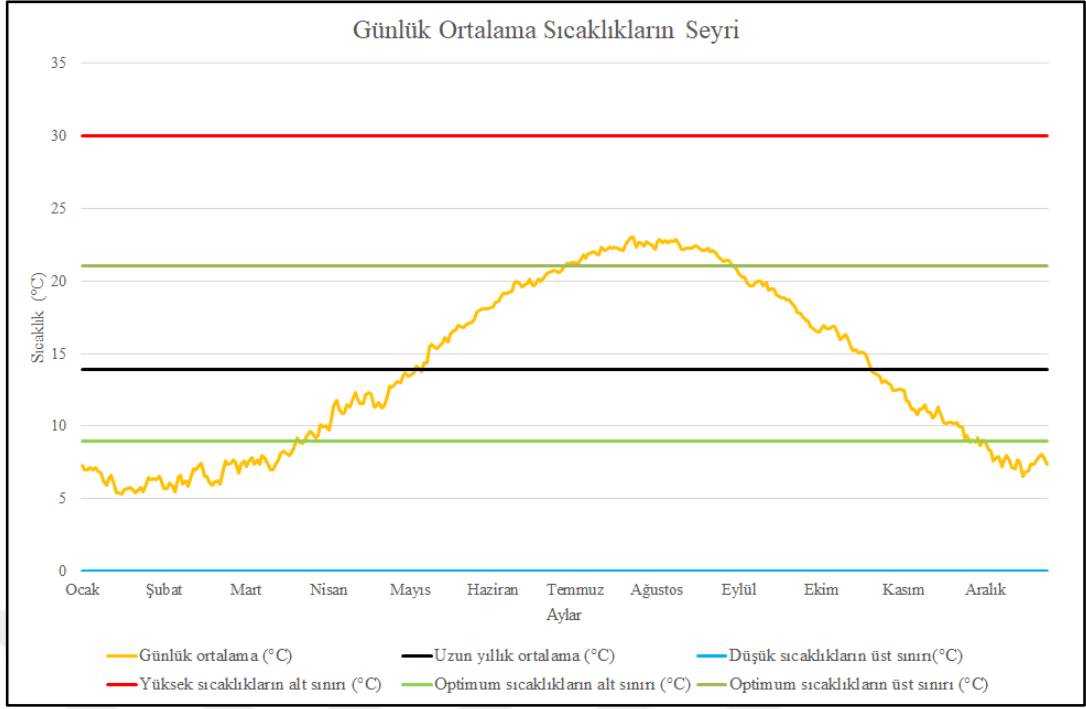
Rize’de en soğuk ay ocak olduğu gözlemlendiği halde şubat ve mart ayları da soğuk olup bu aylara ait değerler 5 °C - 10 °C arasında 31 Mart’a kadar sürmektedir. Bu süre içerisinde günlük ortalama sıcaklıklar sadece 69 gün 8 °C’nin altına düşmektedir. Kış mevsiminde ortalama sıcaklığın en düşük olduğu gün 5,7°C ile 27 ocaktır. 1 nisandan itibaren sıcaklıklar kademeli olarak artmaya başlamakta 7 mayıstan itibaren de günlük ortalama sıcaklıklar uzun yıllık ortalamasının (14,5 °C) üzerine çıkmaktadır. Arada inişlere rağmen, günlük sıcaklık eğrisinin seyri yükselmeye doğrudur. Rize’de en sıcak aylar temmuz ve ağustos aylarıdır. Bu aylara ait sıcaklık değerleri 20 °C’nin üzerinde seyretmektedir. Rize’de maksimum günlük ortalama sıcaklık 24,1 °C ile 27 temmuz günüdür. Bu duruma göre yılı teşkil eden en sıcak gün ile en soğuk gün arasındaki fark 18,4 °C’dir. Ağustos ayından itibaren ise tekrar kademeli olarak azalmaya başlayan sıcaklıklar 26 ekim tarihinden sonra günlük ortalama sıcaklıkların uzun yıllık ortalama değerinin altına, 1 aralıktan itibaren ise sıcaklıklar tekrar 10 °C’nin altına düşmektedir. Uzun yıllık günlük sıcaklık ortalamasının 5 °C altına düşmemesi bitki yaşamı ve vejetasyon devresinin devamlılığı açısından oldukça önemlidir (Şekil 3.16).

Pazar’da ise en soğuk ay ocak, şubat ve mart ayları da soğuk olup bu aylara ait değerler 5 °C – 10 °C arasında 31 marta kadar sürmektedir. Bu süre içerisinde günlük ortalama sıcaklıklar sadece 74 gün 8 °C’nin altına düşmektedir. Kış mevsiminde ortalama sıcaklığın en düşük olduğu gün 5,3 °C ile 16 ocaktır. 1 nisandan itibaren sıcaklıklar kademeli olarak artmaya başlamakta 7 mayıstan itibaren de günlük ortalama sıcaklıklar uzun yıllık ortalamasının (13,9 °C) üzerine çıkmaktadır. Arada inişlere rağmen, günlük sıcaklık eğrisinin seyri yükselmeye doğrudur. Pazar’da en

sıcak aylar temmuz ve ağustos aylarıdır. Bu aylara ait sıcaklık değerleri 20 °C'nin üzerinde seyretmektedir. Pazar'da maksimum günlük ortalama sıcaklık 23 °C ile 27 temmuz günüdür. Bu duruma göre yılı teşkil eden en sıcak gün ile en soğuk gün arasındaki fark 17,7 °C'dir. Ağustos ayından itibaren ise tekrar kademeli olarak azalmaya başlayan sıcaklıklar 25 ekim tarihinden sonra günlük ortalama sıcaklıkların uzun yıllık ortalama değerinin altına, 28 kasımdan itibaren ise sıcaklıklar tekrar 10°C'nin altına düşmektedir (Şekil 3.17).



Şekil 3.16. Rize'de günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.



Şekil 3.17. Pazar'da günlük ortalama sıcaklıkların yıl içindeki seyri.

Sıcaklık Frekansları

Bitki örtüsü, iklimin aynasıdır kavramından yola çıkarak bir bölgedeki bitkilerin yetiştirme şartlarını belirleyen temel unsurun iklim olduğu daha önceden ifade edilmiştir. Bitkilerin tüm yaşam faaliyetlerinin başlamasında sıcaklık gerekli bir iklim faktörüdür. Özellikle Karadeniz Bölgesi ile dağlık kesimlerinde yeterince yağış düşmesinden dolayı bitki hayatı için sınırlayıcı bir faktör olmaktan çıkmakta, sıcaklık birinci derece önem kazanmaktadır (Dönmez, 1985: 4). Burada yıllık, aylık ve günlük sıcaklıklar bitki yaşamı için her ne kadar anlamlı değerler ifade etse de düşük ve yüksek sıcaklıkların değerleri, bu değerlerin özellikle vejetasyon devresi içerisinde dağılımları, eğilimleri ve frekanslarının bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Her bitki türünün dayanabildiği en düşük ve en yüksek sıcaklık değeri vardır. Eğer sıcaklık, o bitki türünün dayanabildiği sıcaklık aralığının alt ve üst değerini aşarsa bitki yaşama imkânı bulamaz. Yani bir bitkinin canlanması, çimlenmesi ve büyümesi, dayanabildikleri en düşük sıcaklık derecesi ile başlar ve en yüksek sıcaklık derecesine kadar devam eder (Dönmez, 1985). Bitkiler bu aktif devre içerisinde bünyelerine su alarak topraktaki besin maddelerinden ozmoz vasıtasıyla yararlanmakta ve hücre gelişimini sağlamaktadır. Topraktaki suyun kullanılabilmesi

için sıcaklığın, suyun donma noktası olan 0 °C'nin altına düşmemesi gerekmektedir. Aksi halde fizyolojik kuraklık hadisesi meydana gelerek bitkilerin yaşamsal faaliyetleri tehlikeye girmektedir (Erinç, 1977: 19). O halde vejetasyon devresi içerisinde düşük sıcaklıkların frekansının bilinmesini hayati bir durumdur. Diğer taraftan yüksek sıcaklık şartları altında bitkinin ihtiyacına yetecek kadar toprakta su bulunmadığından fiziki kuraklık meydana gelecek ve bitki hayatı tehlikeye girecektir (Erinç, 1977). Bu durumda yüksek sıcaklık şartları altında bitki terleme ve buharlaşmaya maruz kalarak bitki ölümlerine neden olabilmektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı bitki yaşamı için anlamlı olan günlük sıcaklık değerleri içerisindeki, düşük ve yüksek sıcaklıkların frekanslarının ve değişimlerinin bilinmesi gerekmektedir. İfade edilen her bir durum bitkinin türüne, don olayının ani olup olmamasına ya da don zamanındaki fizyolojik koşullara bağlıdır. Sıcaklık frekanslarının belirlenmesi amacıyla iki istasyona ait 07, 14 ve 21 saatlerinde yapılan günlük sıcaklık değerleri incelenmiştir. Bu sıcaklık değerleri frekansları, bitki coğrafyası çalışmalarında kullanılan 0 °C'nin altı, 9 - 21 °C'ler arası ve 30 °C'nin üstü değer aralıklarına göre belirlenmiştir (Dönmez, 1979b).

Rize istasyonunda 1964-2021 yılları arasında toplam 63510 değer ölçülmüştür. İstasyona ait veriler incelendiğinde 0 °C'nin altında 196 sıcaklık değeri (%0,3) olduğu görülmüştür. Bitki yetişmesi için optimum aralık olarak belirlenen 9-21°C'ler arasında %20,8 oranla 32246 değer olduğu tespit edilmiştir. 30 °C'nin üzerinde ise %0,2 oranla 137 değer bulunmaktadır. Pazar istasyonunda ise 1964-2021 yılları arasında Rize ile aynı sayıda toplam 63510 değer ölçülmüştür. İstasyona ait veriler incelendiğinde 0 °C'nin altında 447 değer olduğu (%0,7) görülmüştür. 9°C – 21°C'ler arasında %52,1 oranla 33076 değer tespit edilmiştir. 30 °C'nin üzerinde 57 değer olmakla beraber bu değerlerin oranı ise %0,1'dir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Rize ve Pazar istasyonlarına ait kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları

İstasyon	0 °C'nin altındaki gün sayısı	%	9-21 °C'nin arasındaki gün sayısı	%	30 °C'nin üzerindeki gün sayısı	%
Rize (1964-2021)	196	0,3	32246	50,8	137	0,2
Pazar (1964-2021)	447	0,7	33076	52,1	57	0,1

İstasyonlara ait sıcaklık frekansları, Pazar'da optimum sıcaklık oranının daha fazla olduğunu göstermektedir. Buna karşın 0 °C'nin altında sıcaklık değerleri Rize'ye nazaran daha fazladır. Yetiştirme devresinin başlangıç ve bitiş zamanlarına denk gelen sıcaklıklarda 0 °C'nin altı ve don zararları olabilecek değerler çok düşüktür. Ayrıca 30 °C'nin üzerinde sıcaklık frekanslarının az olması bitkilerin sıcak dönemde su açığı yaşamasını azaltmıştır. Rize istasyonunda da Pazar ile benzer durum olup vejetasyon devresinin kesintisiz bir yıl sürdüğü ifade edilebilir. Şüphesiz kıyı istasyonlarında görülen bu durum havzada iç kesimlere gidildikçe artan yükselti şartlarına bağlı olarak değişiklik gösterecektir (Tablo 3.5; Tablo 3.6).

Tablo 3.5. Rize'de 1964-2021 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçümlere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları.

Sınıf Aralığı (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
(-9)-(-6.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-6)-(-3.1)	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
(-3)-(0.1)	77	76	20	2	0	0	0	0	0	0	0	13	188
(0)-(2.9)	651	619	277	21	0	0	0	0	0	0	23	281	1872
(3)-(5.9)	1426	1139	857	147	1	0	0	0	0	11	236	943	4760
(6)-(8.9)	1705	1517	1886	740	34	0	0	0	0	80	761	1626	8349
(9)-(11.9)	1078	944	1319	1785	414	5	1	0	10	386	1347	1553	8842
(12)-(14.9)	381	417	593	1381	1314	149	2	1	174	1141	1554	731	7838
(15)-(17.9)	52	125	309	726	1765	715	139	105	788	1614	1024	200	7562
(18)-(20.9)	14	23	96	272	1263	1597	897	759	1415	1391	240	37	8004
(21)-(23.9)	4	9	24	104	496	1731	1815	1705	1680	666	29	9	8272
(24)-(26.9)	0	2	10	32	92	890	1797	1881	1002	98	5	1	5810
(27)-(29.9)	0	0	1	6	11	126	700	870	147	6	1	0	1868
(30)-(32.9)	0	0	1	3	3	6	41	73	4	0	0	0	131
(33)-(35.9)	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	5
(36)-(38.9)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
(39)-(41.9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	5394	4872	5394	5220	5394	5220	5394	5394	5220	5394	5220	5394	63510

Tablo 3.6. Pazar'da 1964-2021 yılları arasındaki dönemde, günlük ölçmelere (7.00, 14.00 ve 21.00) göre sıcaklık frekansları.

Sınıf Aralığı (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
(-9)-(-6.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-6)-(-3.1)	8	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	23
(-3)-(0.1)	165	159	44	3	0	0	0	0	0	0	0	53	424
(0)-(2.9)	839	711	383	31	0	0	0	0	0	1	71	419	2455
(3)-(5.9)	1401	1202	1057	236	2	0	0	0	0	13	380	1045	5336
(6)-(8.9)	1479	1339	1807	961	104	0	0	0	1	141	863	1570	8265
(9)-(11.9)	953	773	1008	1677	556	27	0	0	37	592	1337	1271	8231
(12)-(14.9)	451	425	550	1152	1432	299	18	14	364	1255	1464	771	8195
(15)-(17.9)	84	199	350	616	1669	977	288	250	940	1524	815	222	7934
(18)-(20.9)	14	47	129	319	1096	1596	1332	1172	1516	1221	240	34	8716
(21)-(23.9)	0	9	51	148	408	1628	1837	1721	1524	559	45	5	7935
(24)-(26.9)	0	0	11	57	91	629	1524	1701	767	80	5	0	4865
(27)-(29.9)	0	0	2	14	27	51	380	521	71	8	0	0	1074
(30)-(32.9)	0	0	0	5	9	12	13	15	0	0	0	0	54
(33)-(35.9)	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
(36)-(38.9)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
(39)-(41.9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	5394	4872	5394	5220	5394	5220	5394	5394	5220	5394	5220	5394	63510

Bilindiği üzere her bitki için bir alt, bir üst bir de optimum sıcaklık değerleri vardır. Bu sınırlar her tür için farklı olduğu gibi her türün yetiştirme durumundaki farklı fonksiyonlarına göre de değerler değişmektedir. Bitkilerin bu durumu düşünülerek uzun yıllık ortalamalarda donlu gün sayılarının bilinmesi önemlidir. Sıcaklık değerlerinin düşüklüğünden dolayı bitkilerin donarak ölmesi esasında iki sebepten ileri gelmektedir. Birincinde, doğrudan doğruya bitki içerisinde var olan suya yaptığı etkidir. Sıcaklığın 0 °C'nin altına indiği durumlarda donma meydana gelir. Bu esnada bitkilerin hücreleri arasında buz billurcukları oluşur ve bunlar protoplazmaya girerek bitkinin bünyesinin değişmesine ve ölümüne neden olurlar (Erinç, 1977: 24). İkinci sebep ise bitkinin yeteri kadar nem alamaması buna karşın buharlaşma ve terleme ile su kaybetmeye devam etmesidir (Erinç, 1977: 25). Bu don olayları bitkiler için özellikle ilkbahar ve sonbaharda önemlidir (Dönmez, 1990: 50). Yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı araştırma sahasında uzun yıllık ortalama donlu günlerin sayıları ve genel dağılımları incelenmiştir. Yükseltiye bağlı değişimi görmek için OMGİ verileri de kullanılmıştır. Kıyıya yakın yerde yer alıp yükseltisi 7 m altında olan istasyonlarda donlu gün sayısı diğer istasyonlara nazaran çok azdır. Genel olarak kıyı istasyonlarından 500 m'ye kadar olan istasyonlarda ocak, şubat, mart, nisan ve aralık

ayında donlu günler yaşanmıştır. 500 m’den sonra donlu günlerin yaşandığı aylar artmış hatta 2.633 m’de yer alan Palovit Yaylası istasyonunda ağustos ayı hariç tüm aylarda donlu günler yaşanmıştır. Artan yükselti şartları ile birlikte donlu gün sayısı yıllık 30’dan 134’e çıkmıştır. Her ne kadar ölçüm yılları sürelerinde farklılıklar olsa da havzada donlu gün sayıları ilkbahar mevsiminde de gerçekleşmekte bu da bitki örtüsü için zararlı hale gelmektedir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. İstasyonlara ait aylık ortalama ve yıllık toplam donlu gün sayıları.

İstasyon	Rakım	AYLAR												Yıllık Toplam
	(m)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Rize	3	2,60	2,74	1,13	0,06								0,74	7,27
Pazar	78	4,18	4,34	2,31	0,17							0,08	1,50	12,58
Ardeşen	7		0,75											0,75
Çamlıhemşin	390	9,22	6,22	2,55	0,33							0,77	7,66	26,75
Ardeşen/ Yeşiltepe	573	9,44	8,55	7,11	0,11							0,55	4,55	30,31
Ayder Fırtına Deresi	1354	19,83	17,41	16,66	7,33	0,5					1,33	8,08	15,25	86,39
Kaleköy	2281	29,0	25,0	30,0	17,0	5,0	1,0			3,00	10,0	13,0	23,0	156,0
Palovit Yaylası	2633	21,5	20,5	22,25	7,50	4,75	1,5	0,25		2,25	6,5	21,5	26,25	134,75

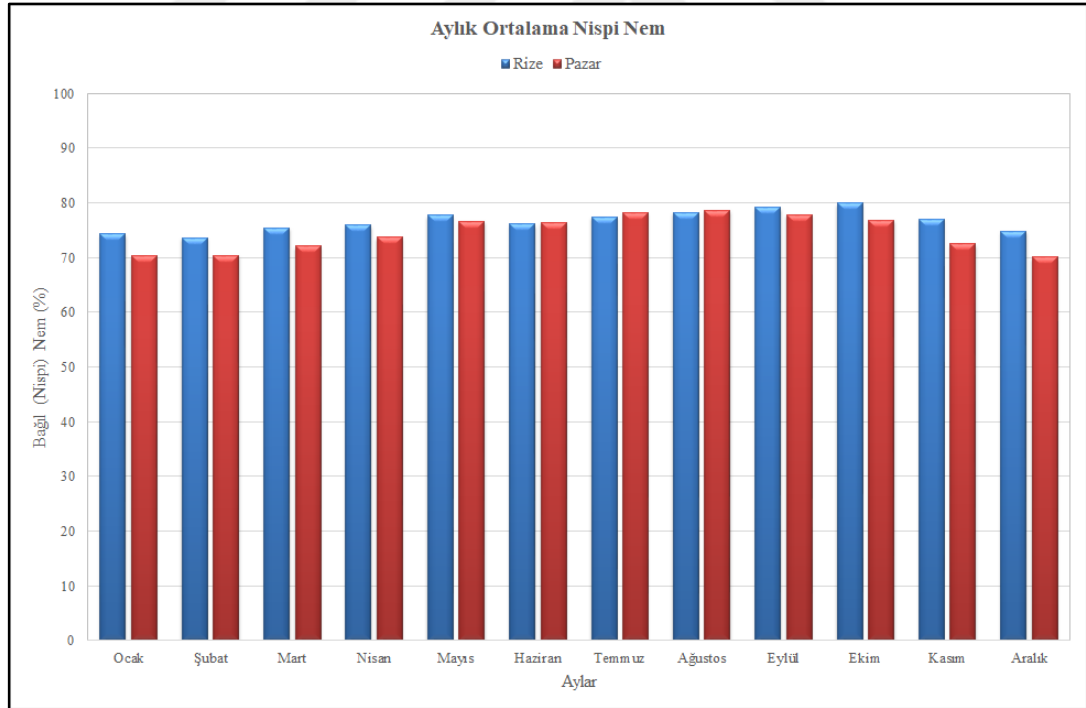
3.2.1.2. Nispi (Bağıl) Nem

Bilindiği üzere Dünyamızı çepeçevre saran atmosfer içindeki su buharına, havanın nemliliği denir (Erol, 2010: 202). Havanın içindeki bu su buharı miktarı ile aynı sıcaklıktaki havanın kazanabileceği en çok su buharı miktarı arasındaki orana nispi nem denir. Rasat kayıtlarında yüzde (%) olarak ifade edilen nispi (bağıl) nem, doyma noktasından ve dolayısıyla yoğunlaşmadan ne kadar uzak bulunduğunu gösterir. Yani nispi nem %50’dir demek, havanın doyması için gereken su buharı miktarının yarısına sahiptir demektir (Dönmez, 1979b: 141).

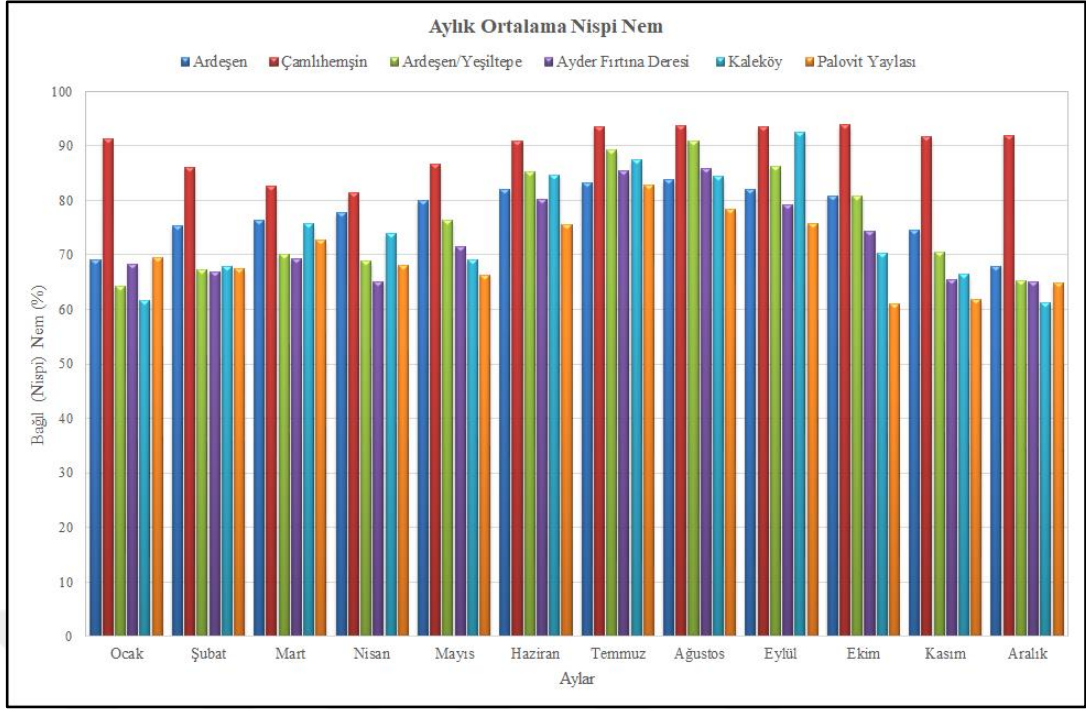
Karadeniz kıyı kuşağı ülkemizde nispi nem oranının en fazla olduğu alandır (Atalay ve Mortan, 2011). Bu kuşakta yıllık nispi nem ortalama %70’in üzerinde olması (Atalay, 2013: 436) bütün yıl boyunca Karadeniz üzerinden gelen nemli hava akımlarının tesirinde kaldığının göstergesidir (Erinç, 1996: 348). Rize ve Pazar istasyonlarının yıl içerisinde ölçülen veriler dikkate alınır ise nispi nemin tüm yıl boyunca %70’in üzerinde olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama nispi nem Rize’de %76,6 iken, Pazar’da %74,5’dir (Şekil 3.18). İki istasyona ait verilere göre kıyı kesimde yazın nispi nem oranı yüksektir. Buna karşın kışın, nispi nem oranı düşüktür.

Bu durum, kışın dağlardan denize doğru esen fön rüzgârları etkisi ile alçalan hava dâhilinde oluşmaktadır (Erinç, 1996: 349).

Kısa süreli yıllıklara sahip olsalar da havza içerisinde yer alan OMGİ verilerinin de incelenmesi havza içerisinde nispi nem durumu hakkında fikir verecektir. Bu verilere göre de nispi nem oranı genel olarak %60'ın üzerinde olup istasyonun yükselti şartlarına göre bir değişim söz konusudur. Yıllık nispi nem oranı ortalaması Ardeşen'de %77,7, Çamlıhemşin'de %89,7, Ardeşen/Yeşiltepe'de %76,2, Ayder Fırtına Deresi'nde %73,1 Kaleköy'de %74,6 ve Palovit Yaylası'nda %70,3'tür. Yıllık nispi nem oranı Çamlıhemşin'de en yüksek iken Palovit Yaylası'nda en düşük değerlere sahiptir. Bu durum artan yükselti şartları tesirinde değişen sıcaklık değeri ile ifade edilebilmektedir (Şekil 3.19). Havzada bağıl nemin yüksek olduğu kesimlerde, bitkiler oluşabilecek herhangi bir kuraklığa daha fazla dayanma durumu elde etmektedir. Bağıl nemin atmosferdeki oranı fazla olduğunda ise küçük sıcaklık düşmeleri ile bağıl nem çığ şeklinde yoğunlaşır ve bu da toprağı ve bitkileri ıslak tutarak kuruma tehlikesini azaltır.



Şekil 3.18. Rize ve Pazar'a ait nispi (bağıl) nem oranları grafiğı.



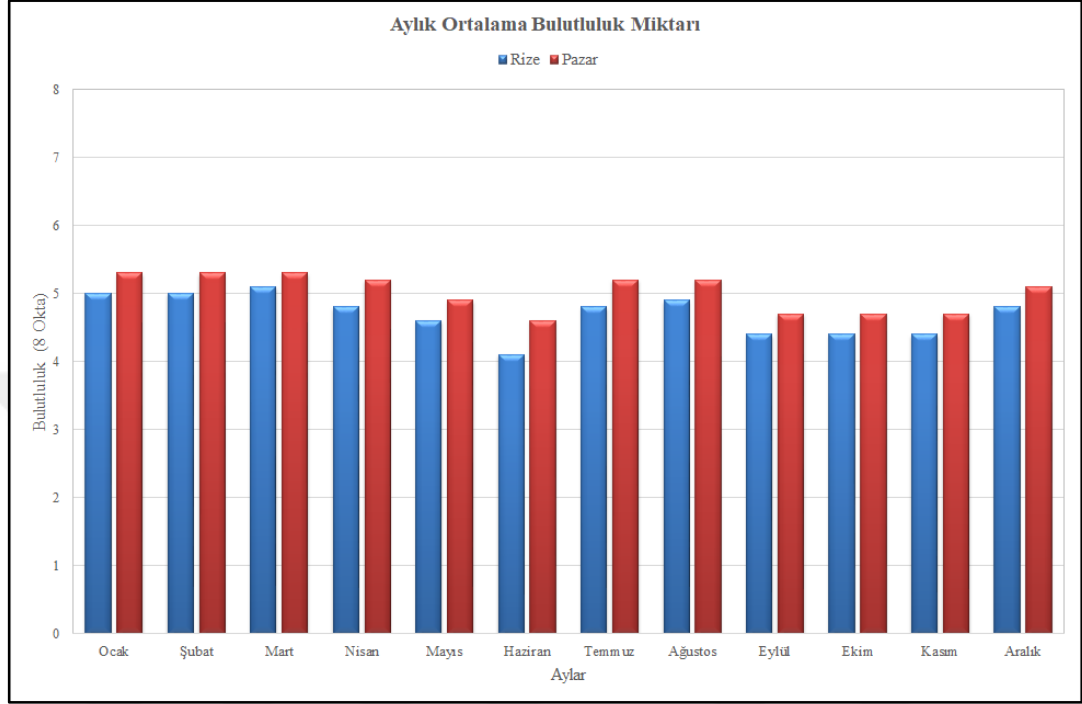
Şekil 3.19. OMGİ'lere ait nispi (bağlı) nem oranları grafiği.

Genel olarak değerlendirilirse nispi nem oranı, yaz döneminde kışa nazaran yüksektir. Yaz aylarında nispi nemin yüksek olmasında sıcaklığın daha fazla olması etkili olmuştur. Temmuz ve ağustos aylarında nispi nem oranı %80'i aşarken, yükseklere doğru havanın soğumasına bağlı olarak nispi nem %90'ın üzerine çıkmaktadır. Havanın soğumasına bağlı olarak kıyıya yakın kesimlerde, vadinin iç kısımlarında bağlı nem %100'ü aşarak çiy olaylarının oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum, beraberinde buharlaşmanın önemli ölçüde azalmasına da sebebiyet vermektedir (Atalay ve Mortan, 2011). Yaz mevsiminde Karadeniz üzerinden gelen nem Fırtına Vadisi aracılığıyla iç kısımlara kadar sokularak havanın nispi neminin artmasına ve vadi tabanlarının puslu bir görünüm kazanmasına olanak sağlamaktadır. Bu durum, havzanın iç kısımlarında bitkilerde terlemeyi ve zeminde buharlaşmayı düşürerek kuraklığın etkisini azaltmaktadır.

3.2.1.3. Bulutluluk

Bulutluluk bitkilerin ışık-radyasyon isteklerine göre yayılışını belirleyen önemli bir faktördür. Nispi nemlilik ile yıllık ortalama bulutluluğun coğrafi dağılışları büyük benzerlik göstermektedir (Erinç, 1996: 349). Bu hususta bulutluluk, Karadeniz kıyılarında özellikle Doğu Karadeniz Bölümünde en yüksek değerlere ulaşmaktadır

(Atalay, 2013: 467). Rize’de yıllık ortalama bulutluluk 8’de 4,7 iken, Pazar’da 5’dir. Her iki istasyonda da bulutluluk oranı nisan, mayıs ve haziran aylarında en düşük değeri göstermektedir. Ocak, şubat, mart, temmuz ve ağustos aylarında ise en yüksek değerlere ulaşmaktadır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Rize ve Pazar istasyonlarına ait bulutluluk değerleri.

3.2.1.4. Sis

Yere dokunan hava katmanlarının yoğunlaşması sis olarak ifade edilmektedir. Durgun ve kararlı havalarda yoğunlaşmış olan su taneciklerinin havada asılı bir biçimde kalması sisleri oluşturur. Anadolu’da Karadeniz Bölgesi’nin kuzeye bakan yamaçlarında yaz mevsiminde sis olayı çokça gerçekleşmektedir.

Havzada üç tip sis oluşumuna rastlanılabilmektedir. Bunlar; yamaç sisi, zemin (radyasyon) sisi ve adveksiyon sisidir. Denizden gelen nemli hava kütlelerinin dağ yamacı boyunca yükselmesi sırasında soğumaya başlaması yamaç sisini oluşturur. 500 m - 2000 m arasındaki kesimlerde temmuz ve ağustos aylarının büyük kısmı sisli geçer. Karadeniz Bölgesi’nin insanı, bu yağışlı ve sisli ayları **çürük aylar** olarak ifade etmektedir. Havzada Doğu Ladini ormanlarının varlığı sis oluşumuyla da ilgilidir (Atalay, 2013). Havanın açık olduğu ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde zemin hızla soğumakta ve nemli hava yoğunlaşmaktadır. Bu da kapalı alanlarda zemin

(radyasyon) sisinin oluşumuna neden olmaktadır. Son olarak adveksiyon sisi ise, sıcak havanın soğuk bir zeminden ya da soğuk havanın sıcak bir zemin üzerinden geçmesiyle oluşur. Havzada kıyı kesimde bu tür sislerin oluşumu mümkündür.

Havza içerisinde yer alan OMGİ'lere ait sisli gün sayısı verisi olmadığından Rize ve Pazar istasyonlarına ait veriler ile sahanın sisli gün sayısı değerlendirilmiştir. Bu verilere göre Rize'de yıllık ortalama sisli gün sayısı 3,2 iken, Pazar'da 2,82'dir (Tablo 3.8). Rize'de sisli günler kış ve ilkbahar mevsimlerinde görülüyorken Pazar'da kış ve ilkbaharın yanında yaz aylarında da (temmuz-ağustos) görülebilmektedir. Havzanın iç kısımlarına doğru artan yükselti şartları tesirinde sisli hava daha da artmaktadır. Dolayısıyla iç ve yüksek kesimlere doğru gittikçe sisli gün sayısında artış beklenir.

Tablo 3.8. Rize ve Pazar'a ait aylık sisli günler sayısı ortalaması (1964-2021).

İstasyon	AYLAR												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Rize	0,14	0,28	0,9	1,09	0,76							0,03	3,2
Pazar	0,09	0,22	0,72	1,05	0,52	0,02		0,09	0,03		0,03	0,05	2,82

3.2.1.5. Yağış

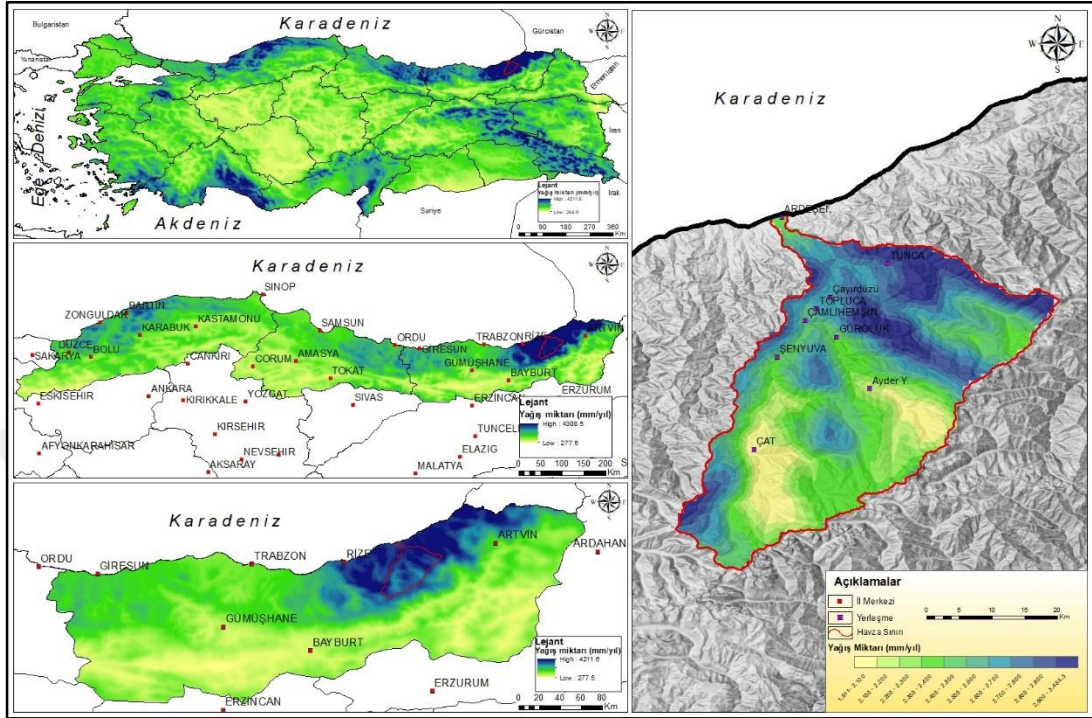
Yağışlar, sıcak ile soğuk hava kütlelerinin karşılaşması (cephe) ve yükselen hava akımlarının (konveksiyonel) sonucudur. Yağışlar, yeryüzündeki suyun kaynağıdır ve su olmadan hiçbir canlının yaşaması mümkün değildir. Canlılar içinde yer alan bitkiler de bütün hayati faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için suya ve neme ihtiyaç duyarlar. Topraktaki besin maddelerinin alınması ve fotosentezin meydana gelebilmesi tamamıyla su şartlarına bağlıdır (Erinç, 1977: 13). Bu nedenle bir sahadaki yağışın oluşumunu, yıl, mevsim, ay ve gün içerisindeki durumunu, yağışın karakteri (sağanak, normal gibi) ve dağılışını belirlemek bitki incelemesi açısından önemlidir.

Türkiye, Dünya üzerinde orta kuşakta yer almaktadır. Bu kuşak boyunca, farklı karakterli hava kütlelerinin (tropikal ve polar) karşılaşmasına bağlı olarak genelde cephe yağışları görülmektedir. Ayrıca fiziki coğrafya şartları tesirinde bölgeler arasında yağışın yıllık ve aylık ortalamalarında son derece keskin farklılıklar görülür. Türkiye yağış haritaları incelendiğinde yağışın en fazla Kuzey Anadolu Dağlarının kuzey akları ile Toros Dağları kuşağının güney akları arasında düştüğü görülmektedir. Bu

durum, büyük kısmı ile dağların uzanış doğrultuları nedeniyle meydana gelmektedir. Nitekim Doğu Karadeniz Bölümü'nün kıyı kuşağında 2000 mm'nin üzerinde yağış düşerken, bu dağın güneyinde uzanan Çoruh vadisinde 300 mm'nin altında yağış düşmektedir (Atalay, 2013: 476). Diğer taraftan yağış miktarı, bölgelere ve dağın yükseklik kademesine göre değişme göstermekle birlikte genel bir kural olarak yükselti ve yağış artışı arasında bir paralellik bulunur. Ancak bu durum Karadeniz kıyı dağlarında diğer alanlara kıyasla farklılık göstermektedir. Esasında yükseltiyle yağış artışı Karadeniz kıyı dağlarında vejetasyon dönemine tekabül eden nisan-eylül arasında görülmektedir (Atalay, 2013: 478).

Karadeniz iklimi; kıyı kesimin ılıman, yüksek kesimlerin soğuk karakterde olduğu ve bölümler arasında farklılık olmakla birlikte yıl boyunca yağışlı olan bir iklim tipidir. Bu iklim tipinin kuzey akları yükseltiye göre değerlendirildiğinde, 0-1000 m arasında nemli-ılıman Karadeniz kıyı kuşağı iklimi ve 1000 m'den sonra nemli-soğuk Karadeniz Dağ iklimi olduğu belirtilmektedir (Atalay, 2013: 514). Araştırma sahası da yükseltiyle ifade edilen iklim tipine benzer bir iklim tipi çizmektedir. Bu bağlamda havzada yağışın mekânsal dağılışı haritası, CHELSA 2.1. veri tabanından elde edilen raster formattaki veri ile çizilmiştir (Şekil 3.21). Elde edilen haritaya göre havzada 1980-2010 yılları arası yıllık toplam yağış ortalamaları 1.900 ile 3.464 mm arasında değişmektedir. En fazla yağış miktarı Tunca ve Topluca yerleşmelerinin kuzeybatı-güneydoğu yönü boyunca uzanan sıradağlarda, Pokut Yaylası ve Kızılkaya Tepe civarında görülmektedir. Sıradağlar ortalama 2000 m ve tepeler ise 3000 m yükseltide olup kuzeybatıdan gelen nemli hava kütlelerini tutacak yapıdadır. Bu durum yağış miktarının buralarda fazla olmasına neden olmaktadır. Buna karşın, Ayder Yaylası ve Çat yerleşmelerinin bulunduğu Palovit, Elevit ve Hemşin alt havzalarında yıllık toplam yağış ortalamaları 2000 mm'nin altına düşmektedir. Bu üç alt havzanın kuzeybatısında güneybatı-kuzeydoğu boyunca uzanan dağların denizden gelen nemli havayı yönlendirici veya değiştirici etkisinden dolayı yağış miktarı az olmaktadır ve birer kapalı depresyon alan oluşturmaktadır. Beraberinde yağışın büyük kısmının Pazar ilçesine düşmesine neden olmaktadır. Bu durumda daha önceden ifade edilen dağların uzanış doğrultusu yağışın düşmesinde daha etkilidir ifadesini doğrulamaktadır. Her ne kadar Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyine bakan yamaçlarında yağış miktarı ardına göre fazla olsa da bu gibi kapalı

depresyon alanlarının varlığı yağış miktarını değiştirmektedir. Ayrıca Schreiber formülünün her alana uygun olmadığını ve yağış dağılımını mekân üzerinde tam olarak yansıtmadığını doğrulamaktadır (Işık vd., 2018).



Şekil 3.21. Fırtına Deresi Havzasına ait yağış dağılımı haritası.

Yıllık Yağışlar

Araştırma sahasında uzun yıllık ortalama yağış özelliklerini belirlemek için Rize ve Pazar istasyonlarına ait 57 yıllık günlük yağış değerlerinden yola çıkarak yıllık yağış miktarları belirlenmiştir. Verilere göre uzun yıllık toplam yağış ortalaması Rize’de 2242 mm, Pazar’da ise 2022 mm’dir (Tablo 3.9). Yıllık yağış miktarları kıyı istasyonlarda oldukça fazladır. Bu durumun oluşmasındaki süreç şu şekilde ifade edilebilmektedir: Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütlesi kıyıya paralel uzanan dağ yamaçları boyunca (özellikle kuzeybatı kesimleri) yukarı çıkararak yükselici hava akımı oluşturmaktadır. Bu yükselici hava akımları soğuyarak yoğunlaşmakta ve orografik (yerçekli) yağışları başlatmaktadır. Ayrıca, deniz üzerinden gelen hava kütleleri dağların yamaçlarında kavuşarak oklüzyon cepheleri (kavuşmuş cephe) oluştururlar(Erinç, 1996: 134; Atalay, 2013: 478). Bu durum yağışın uzun süre devam etmesine ve sahanın fazla yağış almasına neden olmaktadır. Havza içerisinde yer alan OMGİ verileri incelendiğinde ise, Ardeşen’de 1582,8 mm, Çamlıhemşin’de 1199,7

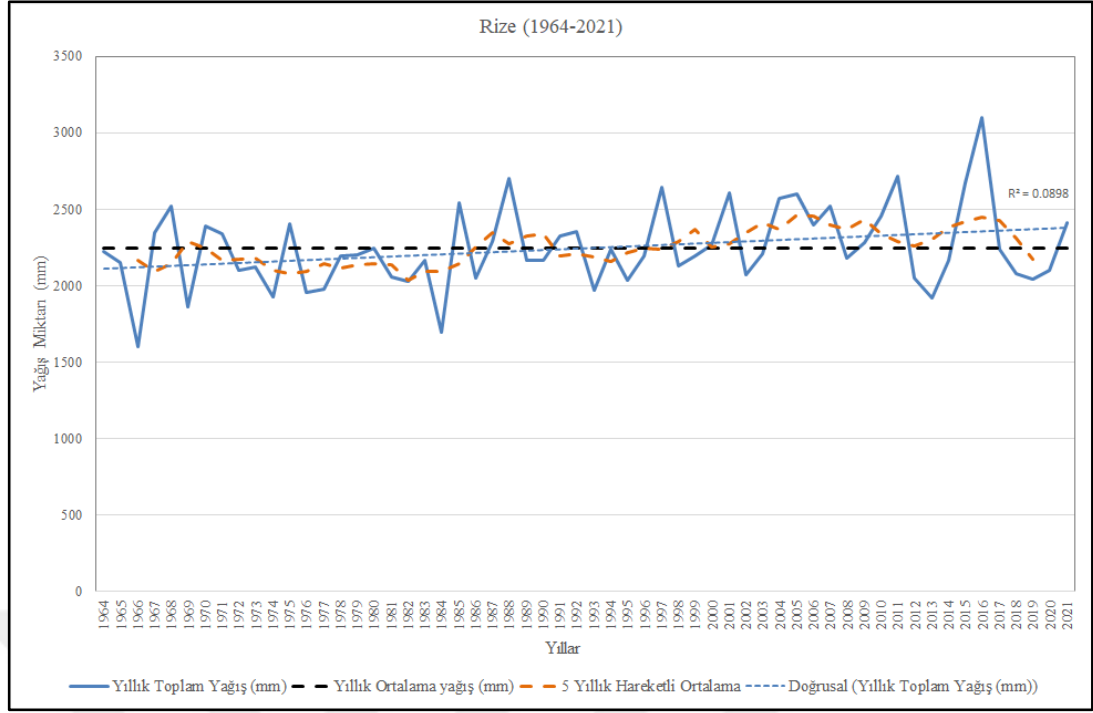
mm, Ardeşen/Yeşiltepe’de 1629,9 mm, Ayder Fırtına Deresi’nde 904,7 mm, Kaleköy’de 755 mm ve Palovit Yaylası’nda 854,6 mm yıllık toplam yağış düşmektedir.

Tablo 3.9. Fırtına Deresi Havzası aylık ve yıllık yağış miktarları (mm).

İstasyon	Rakım	Rasat	AYLAR												Yıllık Toplam
	(m)	(yıl)	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Rize	3	58	219,0	170,1	148,3	95,1	97,3	135,1	150,9	189,2	248,4	299,5	248,3	240,8	2242,0
Pazar	78	58	186,5	150,2	117,5	78,6	82,6	145,9	138,5	165,7	233,1	278,4	224,6	220	2022
Ardeşen	7	4	139,4	105,7	111,0	56,9	55,8	77,5	188,0	103,7	222,8	180,3	162,5	179,5	1582,8
Çamlıhemşin	390	9	85,1	60,7	93,2	57,8	77,1	96,3	88,6	92,3	146,8	155,4	126,1	120,4	1199,7
Ardeşen/Yeşiltepe	573	6	107,4	79,5	120,8	71,0	82,5	112,7	165,1	131,5	221,2	230,5	162,7	145,0	1629,9
Ayder Fırtına Deresi	1354	12	54,2	53,4	74,2	51,6	68,1	97,1	85,5	78,8	92,2	107,0	77,1	65,5	904,7
Kaleköy	2281	1	64,0	39,3	119,5	68,5	22,8	40,4	55,5	131,8	82,6	78,3	31,3	21,0	755,0
Palovit Yaylası	2633	3	87,0	58,5	126,7	27,7	86,4	70,8	72,5	66,1	66,1	66,3	44,2	83,0	1096,7

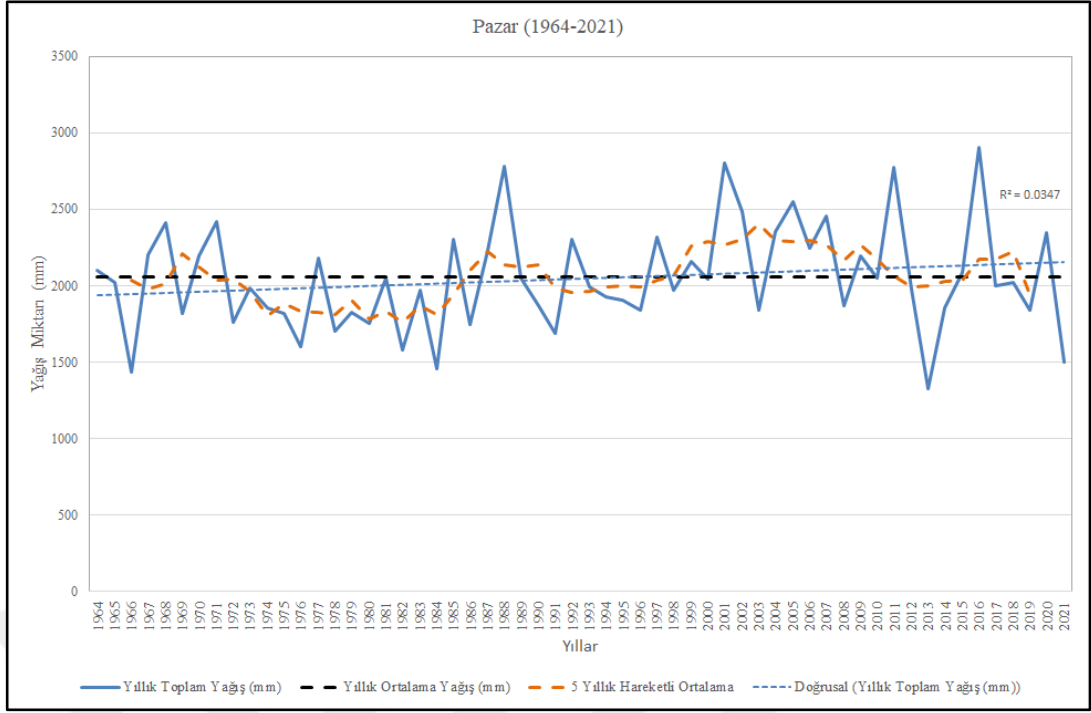
Yıllık yağışlardaki eğilimi ve değişimi belirlemek amacıyla Rize ve Pazar istasyonlarına ait 1964-2021 yılları arasındaki uzun yıllık yağış verisi değerlendirilmiştir. Uzun yıllık veriler ifade edilirken doğrusal ve 5 yıllık hareketli ortalama eğrileri kullanılmıştır. Doğrusal ortalama eğrisi; genel olarak uzun yıllık eğilimi ve 5 yıllık hareketli ortalama ise; yağış değerlerindeki ani artış ve azalışlara ait yumuşak geçişleri ifade etmek için kullanılmıştır.

Rize’nin yıllık yağış değişimine bakıldığında genel olarak 2000 mm ile 2500 mm arasında olup uzun yıllık toplam ortalama yağış 2244 mm’dir. 1966, 1969, 1974, 1976, 1977, 1984, 1993 ve 2013 yıllarında yağış miktarı 2000 mm’nin altında iken, 1968, 1985, 1988, 1997, 2001, 2004, 2005, 2007, 2011, 2015 ve 2016 yıllarında 2500 mm’nin üzerine çıkmıştır. Yağışın uzun yıllık değişiminde genel olarak keskin iniş çıkışlar görülmektedir. Doğrusal eğriye bakıldığında yıllık yağışın artış eğiliminde olduğu ve bu eğiliminin 1990 yılından itibaren yaklaşık olarak 250 mm olduğu görülmektedir. 5 yıllık hareketli ortalamaya göre ise uzun yıllık ortalama yağışlar, 1985 yılına kadar yıllık ortalamanın altında, 1986-1999 yılları arasında yıllık ortalama civarında, 1990’dan sonra ise düşüşler olmakla birlikte yıllık ortalamanın üstünde seyir izlemektedir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Rize'de yıllık yağışların uzun yıllık seyri.

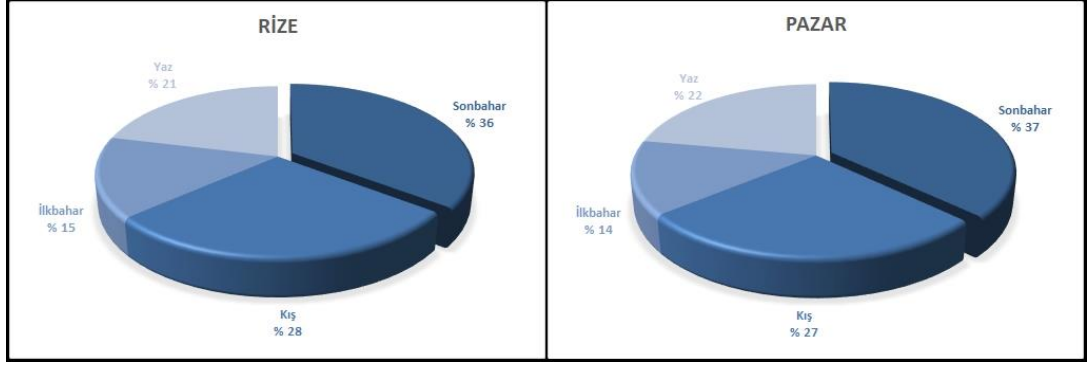
Pazar'da yıllık yağış değişimine bakıldığında ise genel olarak 1500 mm ile 2500 mm arasında olup uzun yıllık toplam ortalama yağış 2057,4 mm'dir. 1966, 1984 ve 2013 yıllarında yağış miktarı 1500 mm'nin altında iken, 1988, 2001, 2005, 2011 ve 2016 yıllarında 2500 mm'nin üzerine çıkmıştır. Yağışın uzun yıllık değişiminde genel olarak keskin iniş çıkışlar Rize'ye göre daha çok görülmektedir. Doğrusal eğriye bakıldığında yıllık yağışın artış eğiliminde olduğu ve bu eğiliminin 1996 yılından itibaren yaklaşık olarak 100 mm olduğu görülmektedir. 5 yıllık hareketli ortalamaya göre ise uzun yıllık ortalama yağışlar, 1970 - 1986 yılları arasında yıllık ortalamanın altında, 1987 - 1990 yılları arasında yıllık ortalamanın üstünde, 1991 - 1998 yılları arasında yıllık ortalamanın altında, 1999'dan sonra ise düşüşler olmakla birlikte yıllık ortalamanın üstünde seyir izlemektedir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Pazar'da yıllık yağışların uzun yıllık seyri.

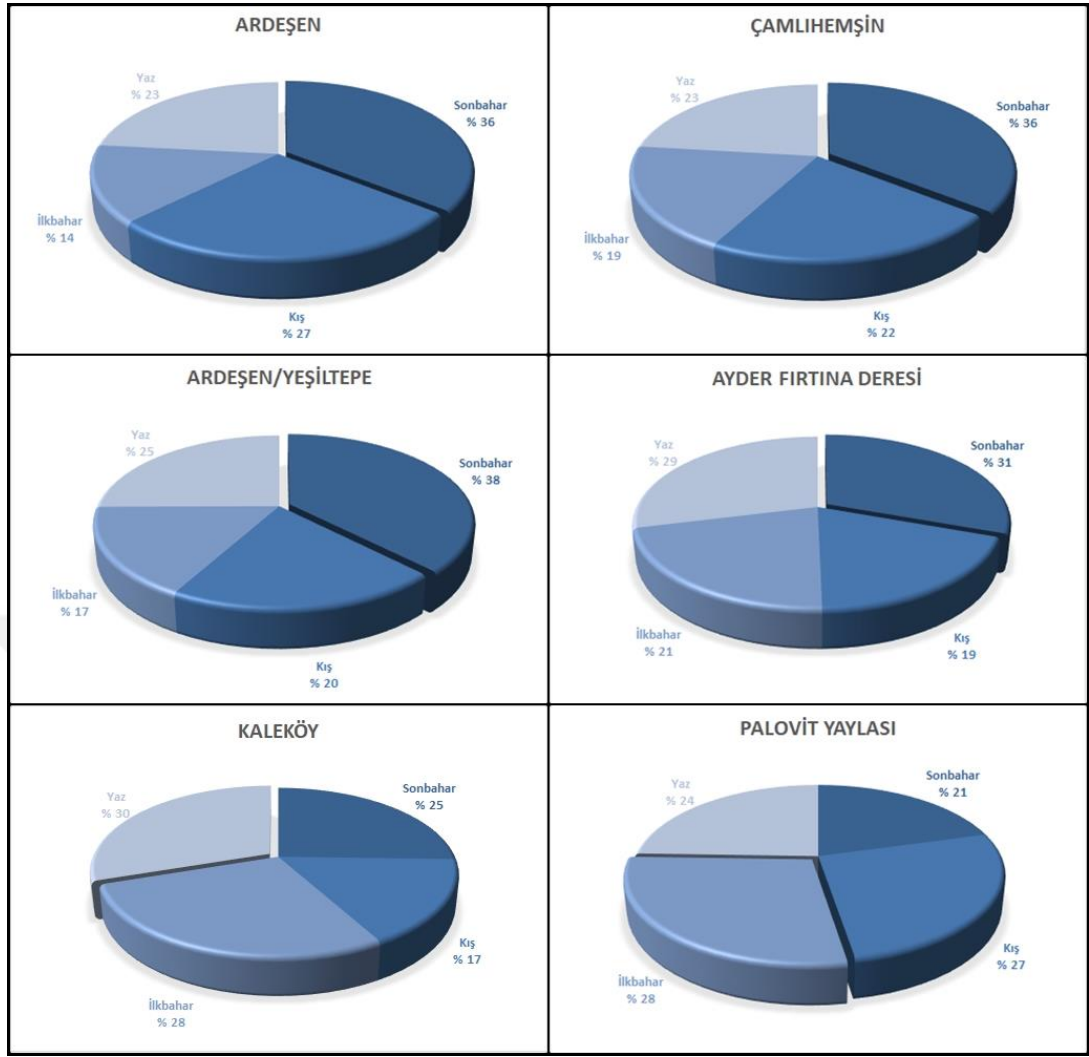
Yağışın Mevsimlere Dağılışı

Vejetasyon devresi içinde düşen yağışlar, bitkiler için hayatidir. Bu nedenle bu devrede, yıllık yağış miktarının yanında yağışların yıl içindeki dağılışını yani mevsimlik durumunu belirlemek önemlidir. Oran olarak dağılımları incelendiğinde; Rize'de sonbahar yağış oranı %36, kış yağış oranı %28, ilkbahar yağış oranı %15 ve yaz yağış oranı %21'dir. Pazar'da ise sonbahar yağış oranı %37, kış yağış oranı %27, ilkbahar yağış oranı %14 ve yaz yağış oranı %22'dir (Şekil 3.24; Şekil 3.24). Yağışların mevsimlik dağılışında, Rize ve Pazar'da en fazla yağış sonbaharda, en az yağış ise ilkbahar mevsiminde düşmektedir. İfade edilen oransal dağılımlar yağışların tüm yıla eşit dağılmadığını göstermektedir. Azami cephe (frontal) faaliyetlerinin en kuvvetli olduğu zamanın sonbahar ve kış mevsimleri olması, yağışların bu mevsimlerde fazla olmasında etkili olmuştur. Diğer taraftan ilkbahar aylarında yağışın az olmasında; güneyli rüzgârların büyük bir frekansla esmesi, yağış ihtimallerini azaltan fönlü hava tiplerinin nispeten fazla görülmesi ve deniz ile kara arasındaki termik farkların azalması etkili olmuştur (Erinç, 1996: 334; Atalay, 2013: 506).



Şekil 3.24. Rize ve Pazar istasyonlarında yağışların mevsimlik dağılışı.

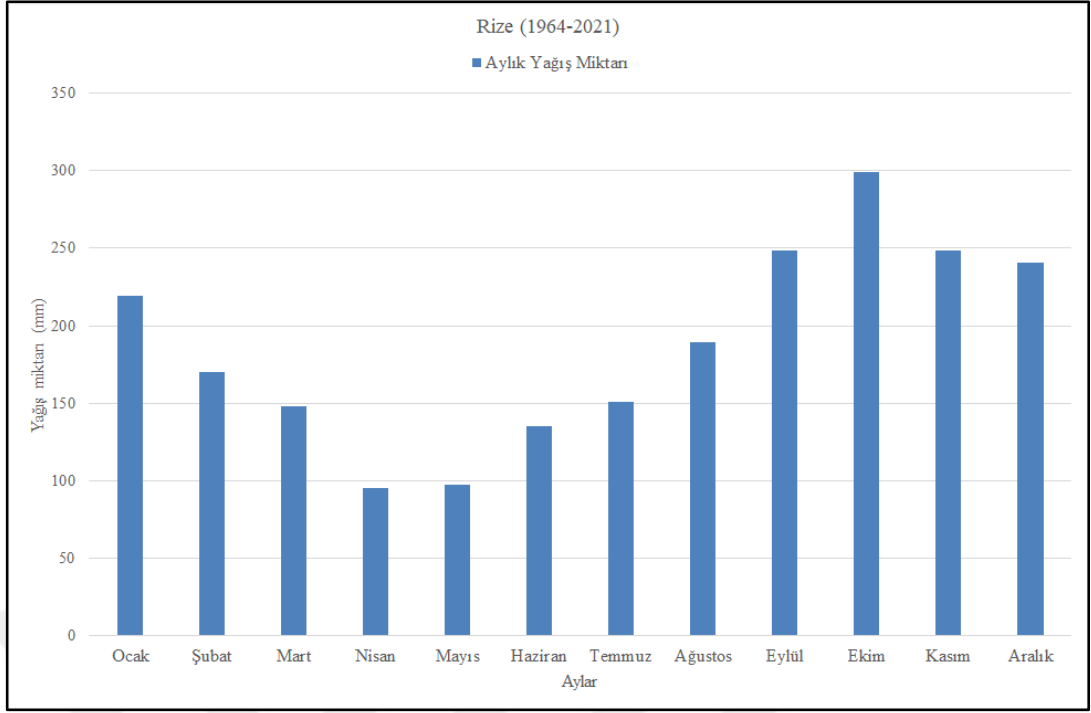
OMGİ verilerine ait yağışların mevsimlik dağılışını incelemek havza içerisindeki değişimi anlamak adına önemlidir. Ardeşen, Çamlıhemşin, Ardeşen/Yeşiltepe ve Ayder Fırtına Deresi istasyonlarında en fazla yağış sonbahar mevsiminde en az yağış ilkbahar mevsiminde görülmektedir. Bu durum, yağışın mevsimlik olarak dağılışının yaklaşık 1300 m yükseltilere kadar kıyı istasyonu ile benzer bir durum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna karşın 2000 m'nin üzerinden sonra yağışların daha çok yaz ve ilkbahar mevsiminde düştüğü görülmektedir. 2281 m'de yer alan Kaleköy'de en fazla yağış yaz ve 2633 m'de yer alan Palovit Yaylası'nda ise ilkbahar mevsiminde düşmüştür. Bu değişimlerin yaşanmasında, havzada hava kütlelerinin farklı uzanırlara sahip vadi sistemleriyle yönlendirilmesi ve değişen yükselti şartları etkili olmuştur (Şekil 3.25).



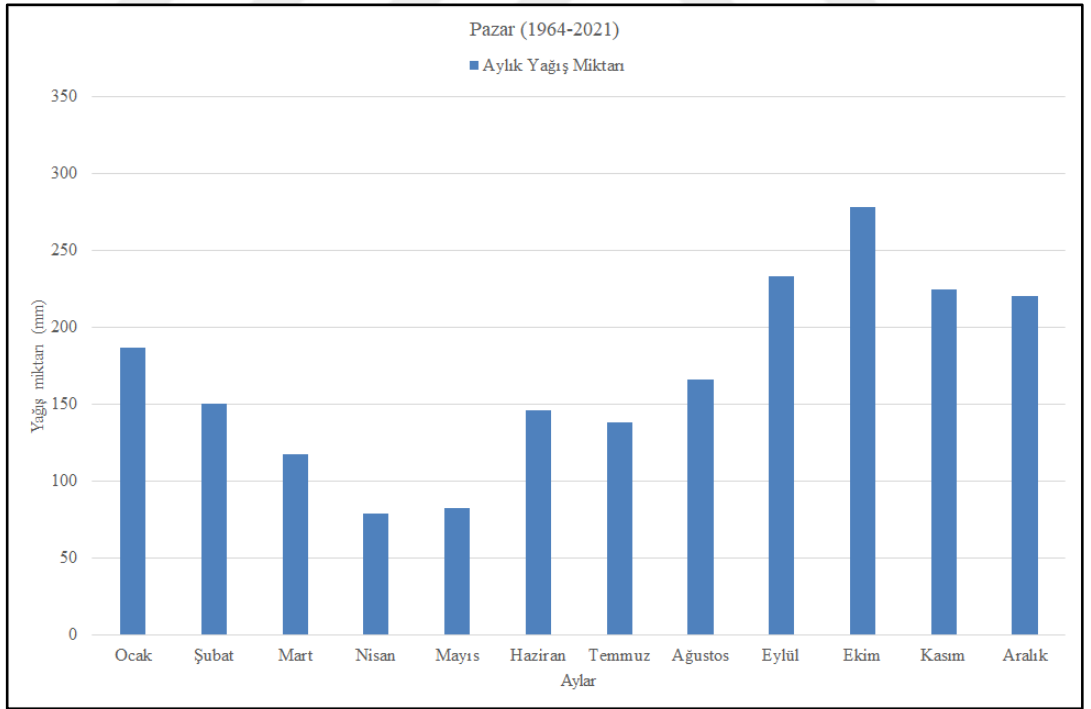
Şekil 3.25. İnceleme alanı içerisinde yer alan OMGİ istasyonlarına at yağışın mevsimlik dağılışı.

Yağışın Aylık Dağılışı

Araştırma sahası, her mevsim yağış alan bir iklime sahip olup yağışların büyük kısmının sonbahar mevsiminde düştüğü daha önceden ifade edilmiştir. Bu duruma göre, inceleme sahasında kıyıda yer alan her iki istasyonda da en fazla yağış eylül, ekim, kasım aylarında en az yağış ise nisan ve mayıs aylarında düşmektedir. Rize’de en fazla yağış 299,5 mm ile ekim, Pazar’da ise 278,4 mm ile benzer şekilde ekim ayında düşmüştür. En az yağış her iki istasyonda da nisan ayında (Rize’de 95,1 mm, Pazar’da ise 78,6 mm) düşmüştür. Haziran ayı hariç tutulduğunda istasyonlarda aylık yağış değişimi yıl bazlı benzerlik göstermektedir. Ocak-nisan arası azalma gösteren yağışlar mayıs ayından ekim ayına kadar artmaktadır (Şekil 3.26; Şekil 3.27).

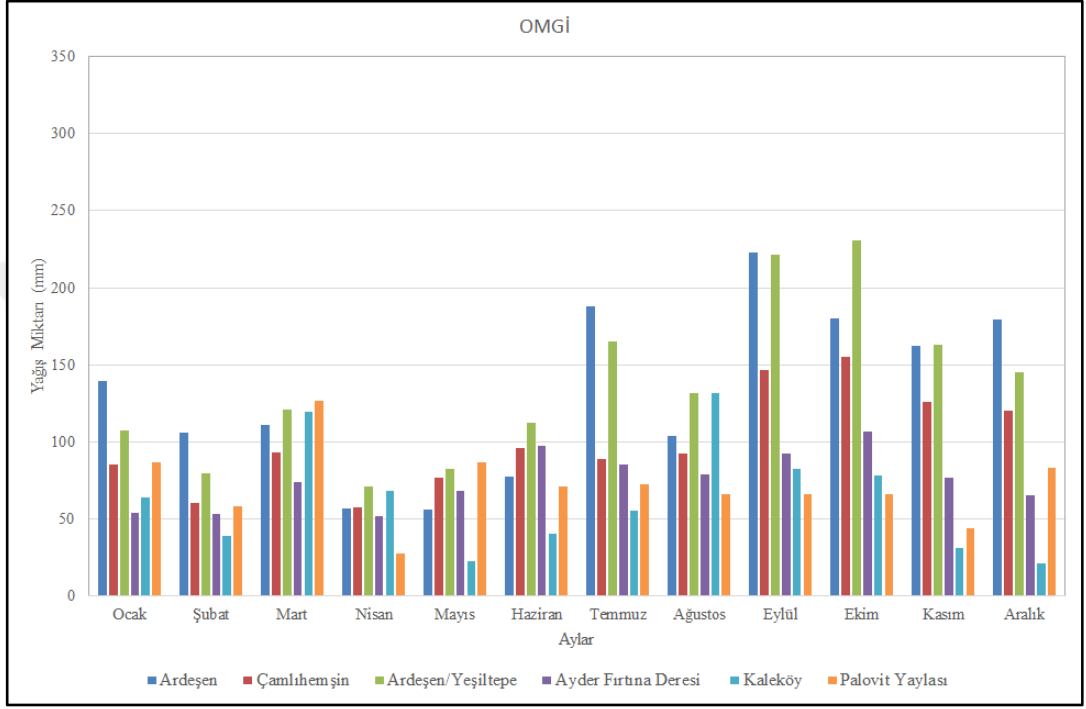


Şekil 3.26. Rize istasyonuna ait aylık yağış grafiği (mm).



Şekil 3.27. Pazar istasyonuna ait aylık yağış grafiği (mm).

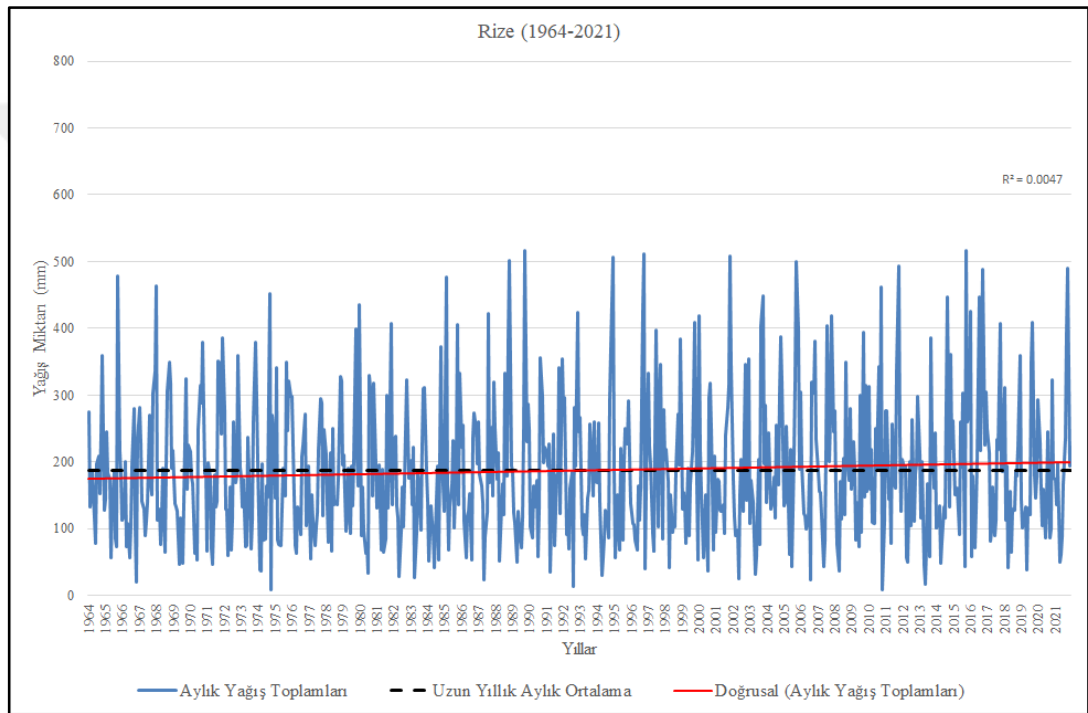
OMGİ'lere ait yağış değerlerinin aylık değerleri incelendiğinde, uzun yıllık istasyonlara benzer durum sergilediği anlaşılmaktadır. Genel olarak en fazla yağışlar eylül, ekim, kasım aylarında, en az yağışlar ise şubat, nisan ve mayıs aylarında düşmüştür. Kıyıya yakın Ardeşen ve Ardeşen/Yeşiltepe (Karadeniz'den gelen hava kütlelerine açık konumda yer alan) istasyonlarında sonbahar ve yaz mevsimlerine ait aylarda düşen yağış miktarı diğer istasyonlara göre daha fazladır (Şekil 3.28)



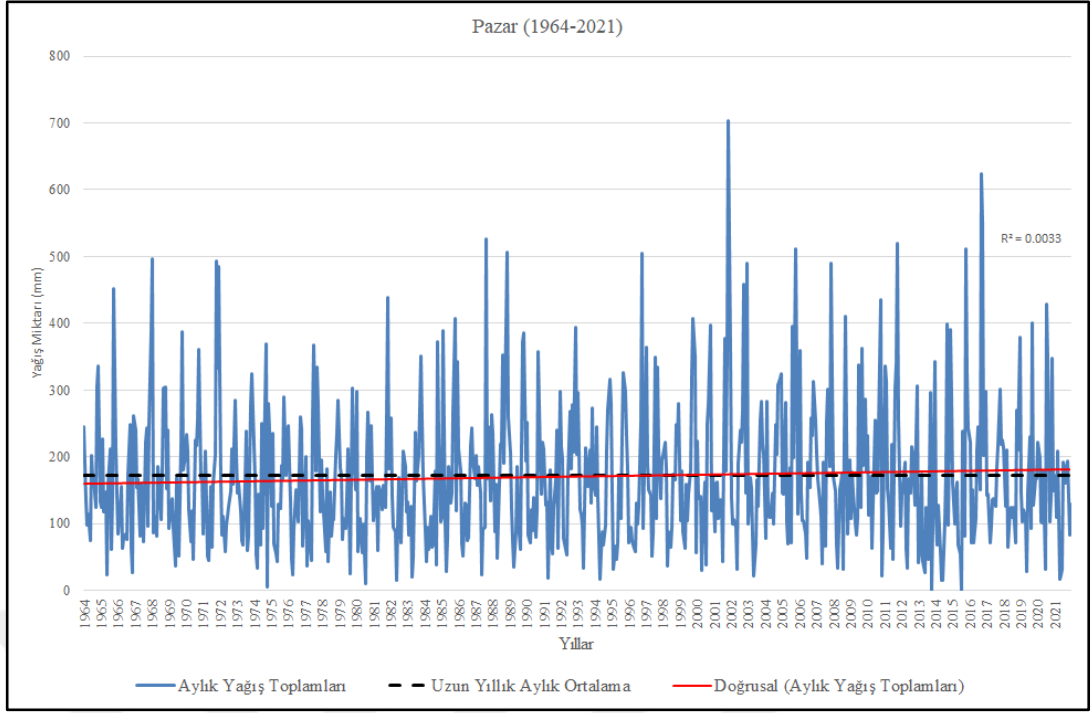
Şekil 3.28. OMGİ'lere ait aylık yağış grafiği (mm).

Aylık bazda yağış değişimleri ifade edilen iki istasyonda vejetasyon devresinde bitkilerin ihtiyacı olan su varlığının bulunduğu görülmektedir. Bitkilerin suya en fazla ihtiyacı olduğu dönemde yağışın görülmesi bitkilerin hayatında stres yaşamamasına ve gelişmelerinin devam etmesine olanak sağlamaktadır. Bu hususta aylık toplam yağışların uzun yıllık değişimlerini görmek çalışma açısından önemli olacaktır. Rize için oluşturulan aylık toplam yağış değerlerinin uzun yıllık seyrinde yağışların 0 - 500 mm arasında salınım yaptığı görülmektedir. Yağışlar hiçbir ayda 0 mm'ye düşmemiş olup 1988 yılının kasım, 1989 yılının ekim, 1994 yılının aralık, 1996 yılının ekim, 2001 yılının kasım, 2005 yılının ekim ve 2015 yılının ekim aylarında 500 mm'nin üzerine çıkmıştır. Rize'nin uzun yıllık aylık yağış toplamalarının ortalaması 186,7 mm'dir. En yüksek aylık toplam yağış 1989 yılın ekim ayında 516,6 mm, en düşük

aylık toplam yağış 2010 yılının kasım ayında 8,2 mm olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.29). Pazar için oluşturulan aylık toplam yağış değerlerinin uzun yıllık seyrinde ise, yağışların 0-500 mm arasında salınım yaptığı ve daha ekstrem yağışların olduğu görülmektedir. Yağışlar hiçbir ayda 0 mm'ye düşmemiş olup 1987 yılının ağustos, 1988 yılının kasım, 1996 yılının ekim, 2001 yılının kasım, 2005 yılının ekim, 2011 yılının ekim, 2015 yılının ekim, 2016 yılının eylül ve ekim aylarında 500 mm'nin üzerine çıkmıştır. Pazar'ın uzun yıllık yağış toplamlarının ortalaması 171,4 mm'dir. En yüksek aylık toplam yağış 2001 yılın Kasım ayında 703,2 mm, en düşük aylık toplam yağış 2015 yılının Temmuz ayında 0 mm olarak gerçekleşmiştir (Şekil 3.30).



Şekil 3.29. Rize istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.



Şekil 3.30. Pazar istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.

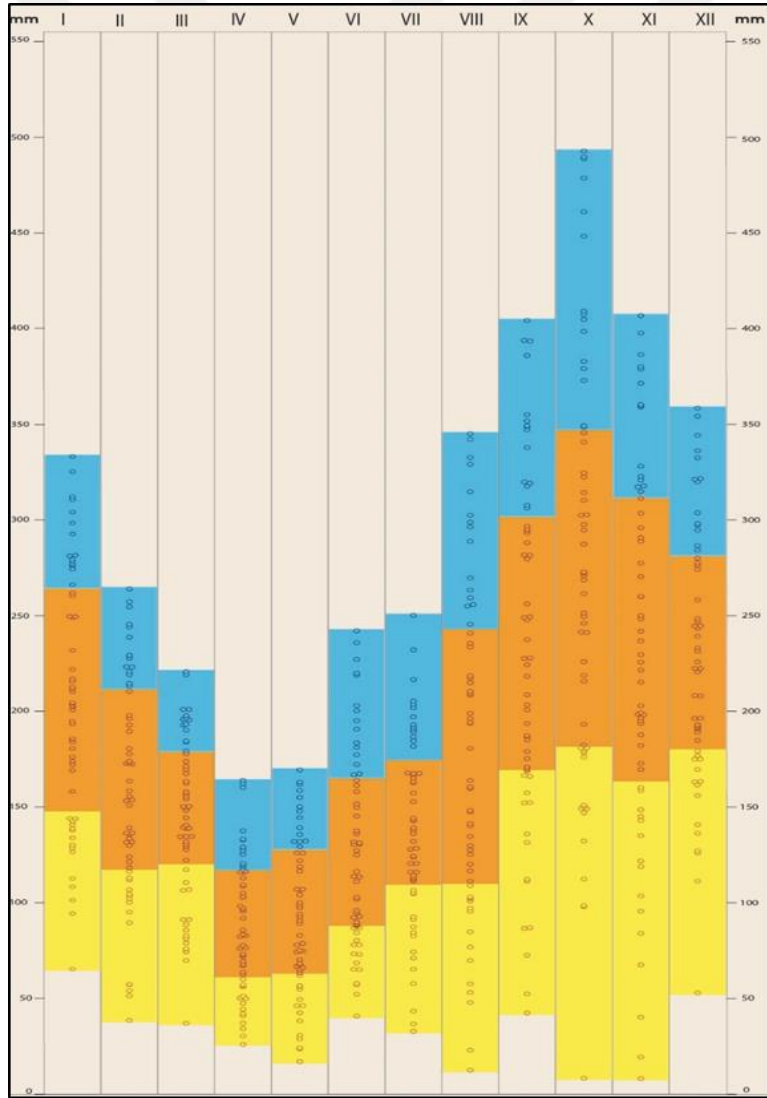
Sıcaklıkta uygulandığı gibi yağışta da geçmişteki aylık toplam yağışlardan yola çıkarak muhtemel yağış olasılığını tahmin etmek mümkündür. Bu grafiklere göre, alt çeyrekteki yağışlar %25 ihtimalle düşmesi muhtemel en düşük yağışların olasılığını, üst çeyrekteki yağışlar %25 ihtimalle düşmesi muhtemel en yüksek yağışların olasılığını göstermektedir (Avcı, 2012 atfen Akkurt Gümüş, 2020).

Rize için oluşturulan grafik incelendiğinde en fazla yağışın gerçekleştiği aylar eylül, ekim ve kasım aylarıdır. Bu aylar arasında ölçülen yağış değerleri arasında büyük farklar olmayıp eylül ayı diğerlerine nazaran daha ekstrem yağışlar içermektedir. Rize’de ilk üst çeyrekte yer alan eylül ayı yağışları 306,4 mm - 404,3 mm, ekim ayı yağışları 348,4 mm - 492,7 mm, kasım ayı yağışları 314,9 mm - 406,8 mm arasındadır. Alt çeyrekte yer alan eylül ayı yağışları ise 42 mm - 168,9 mm, ekim ayı yağışları 8,4 mm - 181 mm ve kasım ayı yağışları 8,2 mm - 161,1 mm arasındadır. Buna karşın nisan ve mayıs en düşük yağışların görüldüğü aylardır (Şekil 3.31).

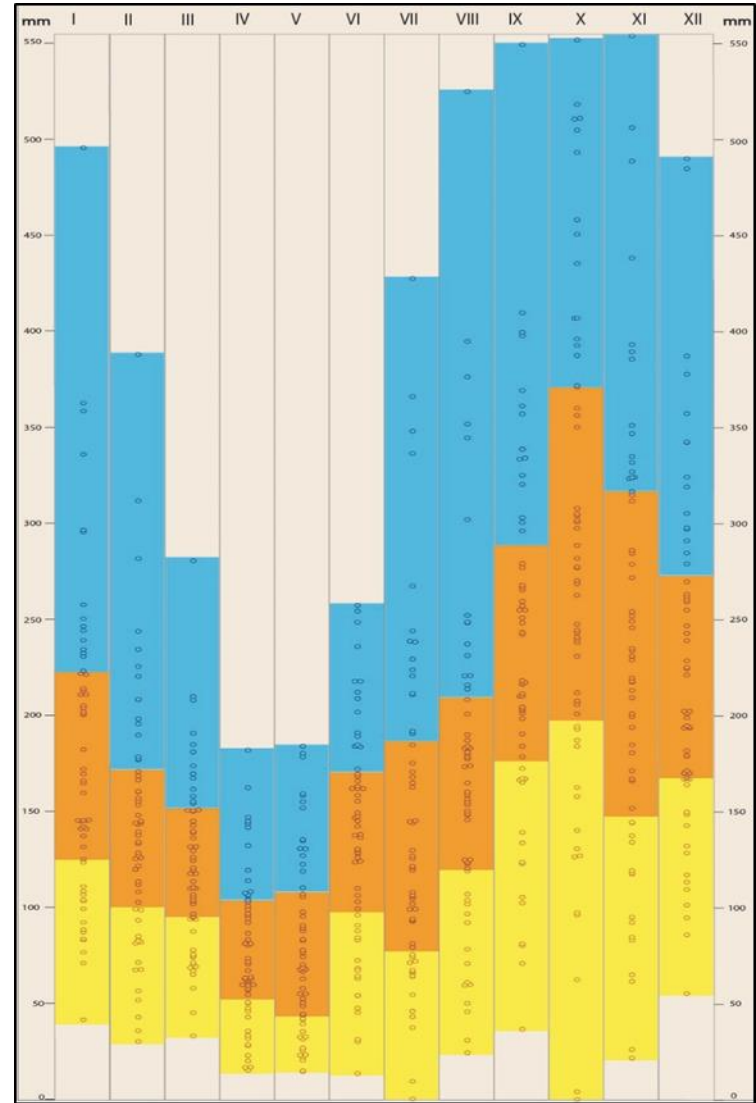
Pazar’a ait muhtemel yağış grafiği incelendiğinde ise durum Rize’ye nazaran biraz daha farklıdır. Bu grafiğe göre yağışların en fazla gerçekleştiği aylar ocak, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarıdır. Pazar istasyonunda ilk üst çeyrekte yer alan ocak ayı yağışları 223,9 mm - 496,2 mm, ağustos ayı yağışları 214,4 mm - 525,5 mm,

eylül 296,8 mm - 624,2 mm, ekim ayı yağışları 372,4 mm - 552,4 mm ve kasım ayı 317,2 mm - 703,2 mm arasındadır. Değerler arasında farkın büyük olması, düşmesi muhtemel yağışların da farklılığına işaretler. Alt çeyrekte ise ağustos ayı yağışları 25 mm - 119,6 mm, eylül 37,3 mm - 173,1 mm, ekim ayı yağışları 0,2 mm - 195 mm ve kasım ayı yağışları 22,2 mm - 145 mm arasındadır. Buradaki alt çeyrekteki yağışların üst çeyrekteki nazaran düşmesi az yağışları göstermektedir. Buna karşın Pazar'da da nisan ve mayıs en düşük yağışların görüldüğü aylardır (Şekil 3.32).





Şekil 3.31. Rize istasyonu ait aylık muhtemel yağışlar.



Şekil 3.32. Pazar istasyonu ait aylık muhtemel yağışlar.

Yağışın Günlük Dağılışı

Genellikle, yağışın 0,1 mm'nin üzerinde düştüğü gün, yağışlı gün olarak kabul edilir (Atalay, 2013: 498). Yağışlı gün içerisinde yağışların düşme süresi yağışın karakterini meydana getirmektedir. Yağışlar birkaç dakikadan yarım saate kadar devam eden şiddetli yağmurlarsa sağanak yağmur olarak ifade edilip (Dönmez, 1979b: 186) diğer durumda normal yağış karakterini almaktadır. Yağışın karakteri bitki hayatı için önem teşkil etmektedir. Vejetasyon dönemlerinde uzun süreli bol yağışlar, sağanak karakterdeki yağışlara oranla bitkiler için daha faydalıdır (Dönmez, 1985: 46). Çünkü kısa süreli hızlıca gerçekleşen sağanak yağışlar toprağın içine işlemeden doğrudan yüzeysel akışa geçmektedir. Bu durum, bitkilerin ihtiyacı olan besin maddelerini topraktan alamamalarına neden olmaktadır. Bu nedenlerden ötürü araştırma sahasında günlük yağışların karakteri, frekansı ve gerçekleşme sıklığının belirlenmesi önemlidir.

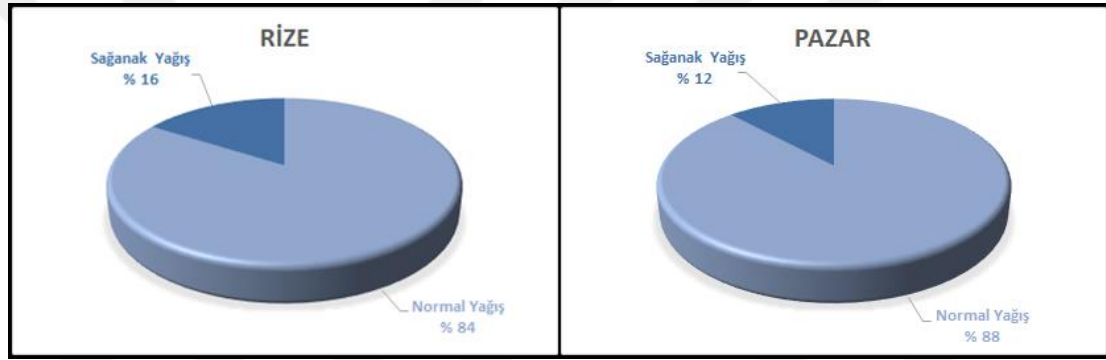
Sağanak karakterdeki yağışlarının sınıflandırılmasında hem bilim dalları hem araştırmacılar tarafından farklı aralık değerleri kullanılmaktadır. MGM'nin (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) sinoptik açıdan bir sınıflandırma yapmış ve eğer *sağanak yağış saatte 0-2 mm. arasında yağış bırakıyorsa "hafif", 2 ile 10 mm. arasında "orta", 10 ile 50 mm. arasında şiddetli, 50 mm.den fazla yağış bırakıyorsa o zaman da "çok şiddetli"* olarak nitelendirmiştir (MGM, 2022). Diğer taraftan Yamanlar (1956) tarafından yapılan sınıflandırma, bitki coğrafyası araştırmalarında çokça kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmaya göre; *24 saat içerisinde düşen yağış miktarı, 100 mm'den fazla ise "şiddetli sağanak yağışları", 50-100 mm arasında ise "orta şiddetli sağanak yağışları", 25-50 mm arasında ise "az şiddetli sağanak yağışları"* ifade eder (Dönmez, 1979b: 187). Tez çalışması konusu temelinde sağanak yağışların sınıflarına göre sayısını ve oranını belirlenmede Yamanlar'ın (1956) sınıflandırması kullanılmıştır.

Rize ve Pazar istasyonlarında 25 mm'nin altındaki yağışların oranı oldukça yüksektir. Rize'de 57 yıllık dönemde günlük toplam yağışlar analiz edildiğinde 8885 gün (%84), Pazar'da ise 10751 gün (%88,1) 25 mm altında normal yağışlar görülmüştür. 25 mm ve üzerinde yer alan sağanak karakterler incelendiğinde, Rize'de 25-50 mm arasında 1239 az şiddetli sağanak (%11,7), 50-100 mm arasında 418 orta şiddetli sağanak (%4) ve 100 mm üzerinde 39 şiddetli sağanak yağışlar (%0,4)

görülmüştür. Buna karşın Pazar'da ise 25-50 mm arasında 1044 az şiddetli sağanak (%8,6), 50-100 mm arasında 370 orta şiddetli sağanak (%3) ve 100 mm üzerinde 44 şiddetli sağanak yağışlar (%0,4) görülmüştür (Tablo 3.10). Toplamda Rize'de 10581, Pazar'da ise 12209 yağışlı gün gerçekleşmiştir. Bu toplam yağışlı gün içerisinde sağanak yağışın oranı Rize'de 16, Pazar'da ise 12'dir (Şekil 3.33).

Tablo 3.10. Rize'ye ve Pazar'a ait sağanak yağış frekans ve oranlarının dağılımı.

İstasyon	Sınıf Aralıkları								Toplam Yağışlı Gün Sayısı	
	0-25 mm		25-50 mm		50-100 mm		100 mm üzeri		Frekans (S)	Oran (%)
	Frekans (S)	Oran (%)	Frekans (S)	Oran (%)	Frekans (S)	Oran (%)	Frekans (S)	Oran (%)		
Rize (1964-2021)	8885	84.0	1239	11.7	418	4.0	39	0.4	10581	100
Pazar (1964-2021)	10751	88.1	1044	8.6	370	3.0	44	0.4	12209	100



Şekil 3.33. Rize ve Pazar'da toplam yağış içinde sağanak yağışların oranı

Konvektif bulutların eseri olan sağanak yağışlı günlerin yıl içerisinde hangi ayda düştüğünü de belirlemek araştırma açısından önemli olacaktır. Rize istasyonunun günlük yağış değerlerinden yola çıkarak 25 mm - 50 mm arasında gerçekleşen sağanak yağışlı günlerin 139'u ocakta, 109'u ağustosta, 115'i eylülde, 162'si ekimde, 166'sı kasımda ve 163'ü aralıkta düşmüştür. 50 mm - 100 mm arası da benzer aylarda sağanak yağışlı günler sayısı fazladır. 100 mm ve üzeri sağanak yağışlar ise ocak (1), haziran (5), temmuz (3), ağustos (6), eylül (11), ekim (6), kasım (5) ve aralık (2) aylarında görülmüştür. Bu aylar özelinde sağanak yağışların daha çok sonbahar mevsiminde yoğunlaştığı görülmektedir (Tablo 3.11). Pazar istasyonuna ait sağanak yağışlı günlerin sayısı aylara göre incelendiğinde Rize istasyonu ile genelde benzer durum sergilemektedir. Nitekim Pazar'da 25 mm - 50 mm arasında gerçekleşen sağanak yağışlı günlerin 108'i ocakta, 121'i eylülde, 150'si ekimde, 142'si kasımda ve 146'sı aralıkta düşmüştür. 50-100 mm arası da benzer

aylarda sağanak yağışlı günler sayısı fazladır. 100 mm ve üzeri sağanak yağışlar ise ocak (2), mayıs (1), haziran (3), temmuz (6), ağustos (7), eylül (9), ekim (11), kasım (4) ve aralık (1) aylarında görülmüştür. Bu aylar özelinde sağanak yağışların Pazar’da da daha çok sonbahar mevsiminde yoğunlaştığı görülmektedir (Tablo 3.12).

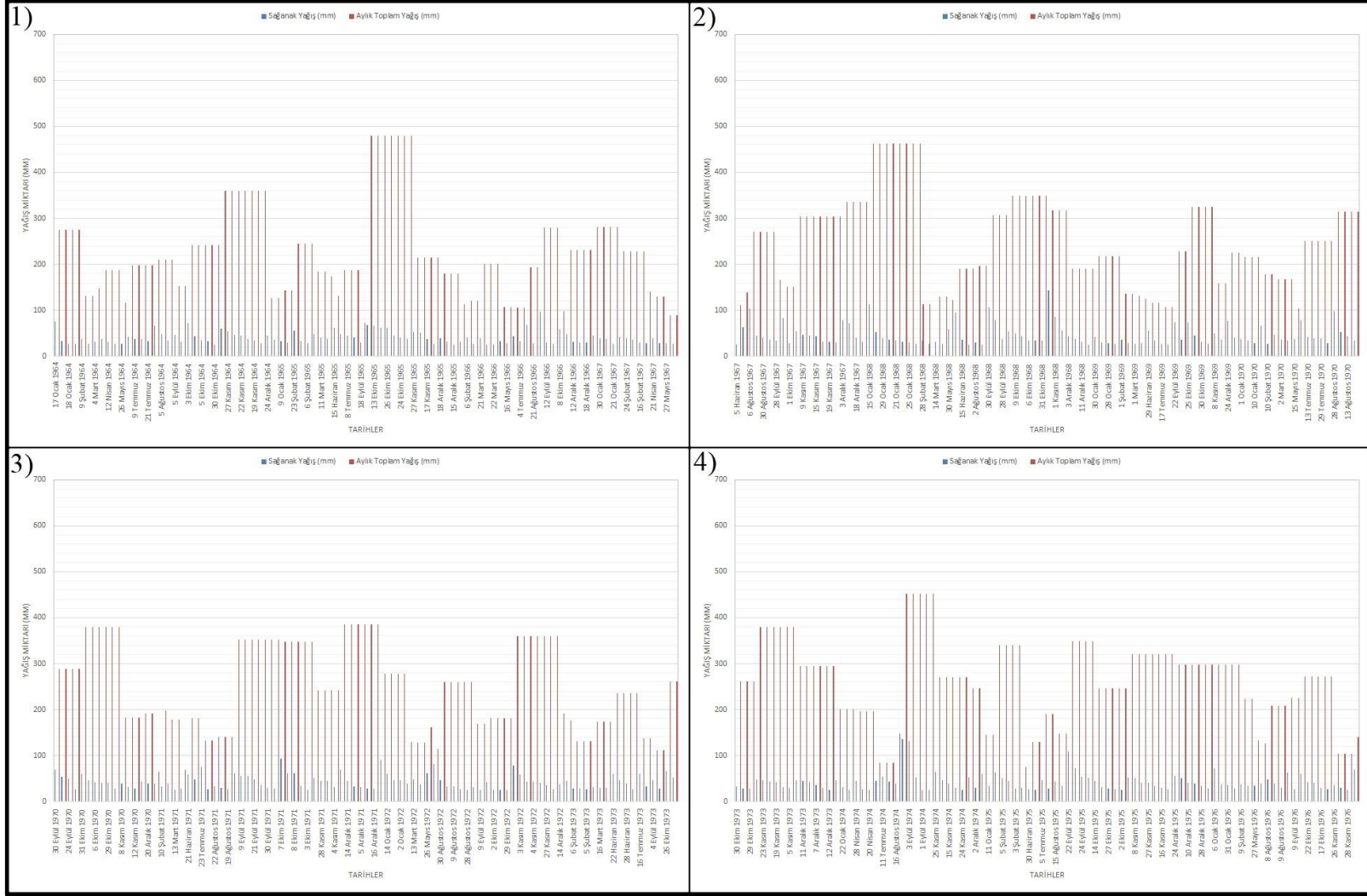
Tablo 3.11. Rize istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.

Sağanak Yağış Sınıfları	Aylar												Toplam
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
< 25	713	715	857	859	850	788	744	732	704	656	590	677	8885
25,1 - 50,0	139	91	83	35	35	67	74	109	115	162	166	163	1239
50,1 - 100,0	34	17	5	1	8	14	30	38	62	99	64	46	418
100,1 >	1	0	0	0	0	5	3	6	11	6	5	2	39

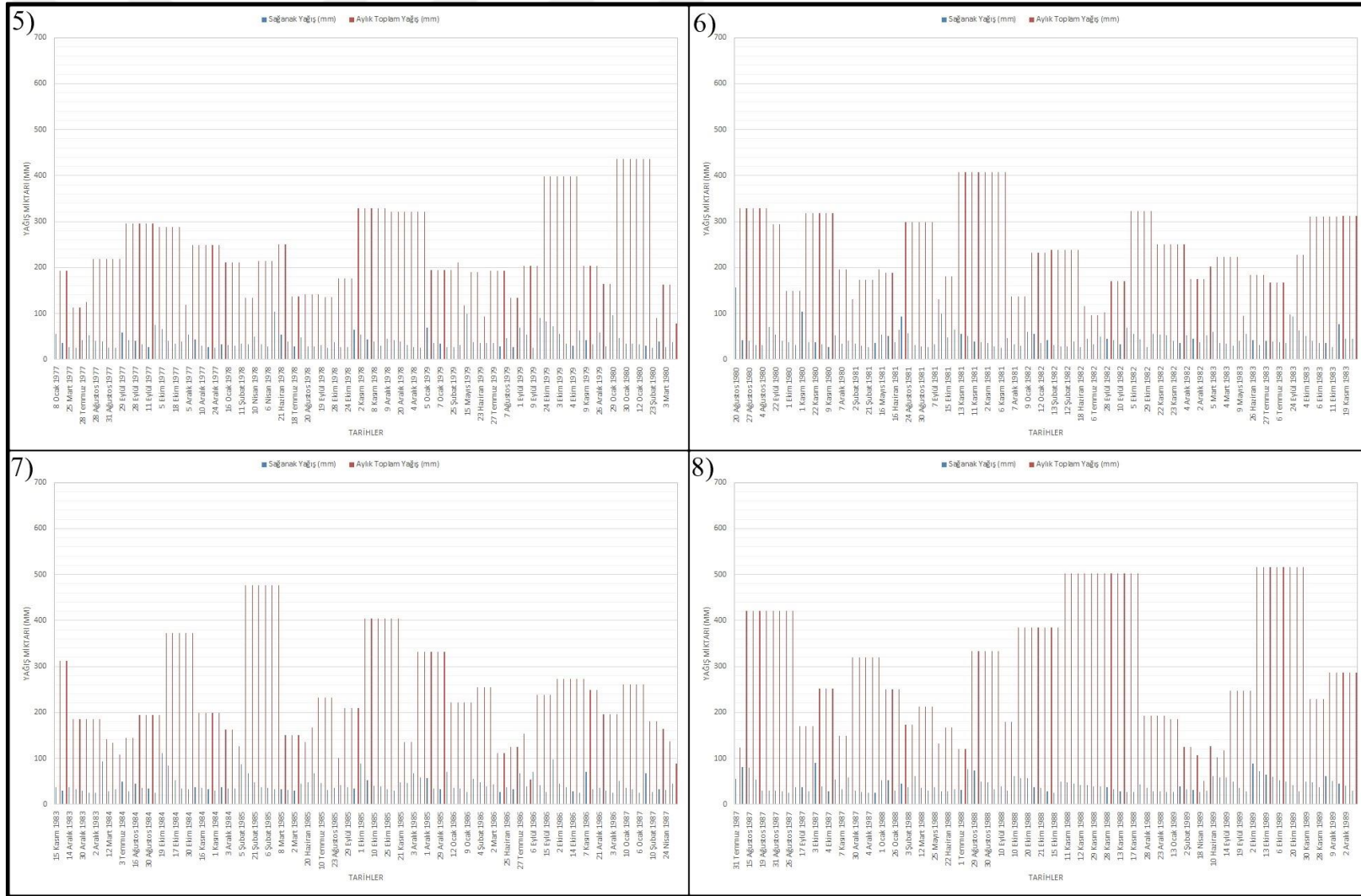
Tablo 3.12. Pazar istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.

Sağanak Yağış Sınıfları	Aylar												Toplam
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
< 25	928	905	1010	984	960	870	859	876	802	838	830	889	10751
25,1 - 50,0	108	67	54	22	36	61	63	74	121	150	142	146	1044
50,1 - 100,0	13	12	3	0	2	27	28	40	61	84	56	44	370
100,1 >	2	0	0	0	1	3	6	7	9	11	4	1	44

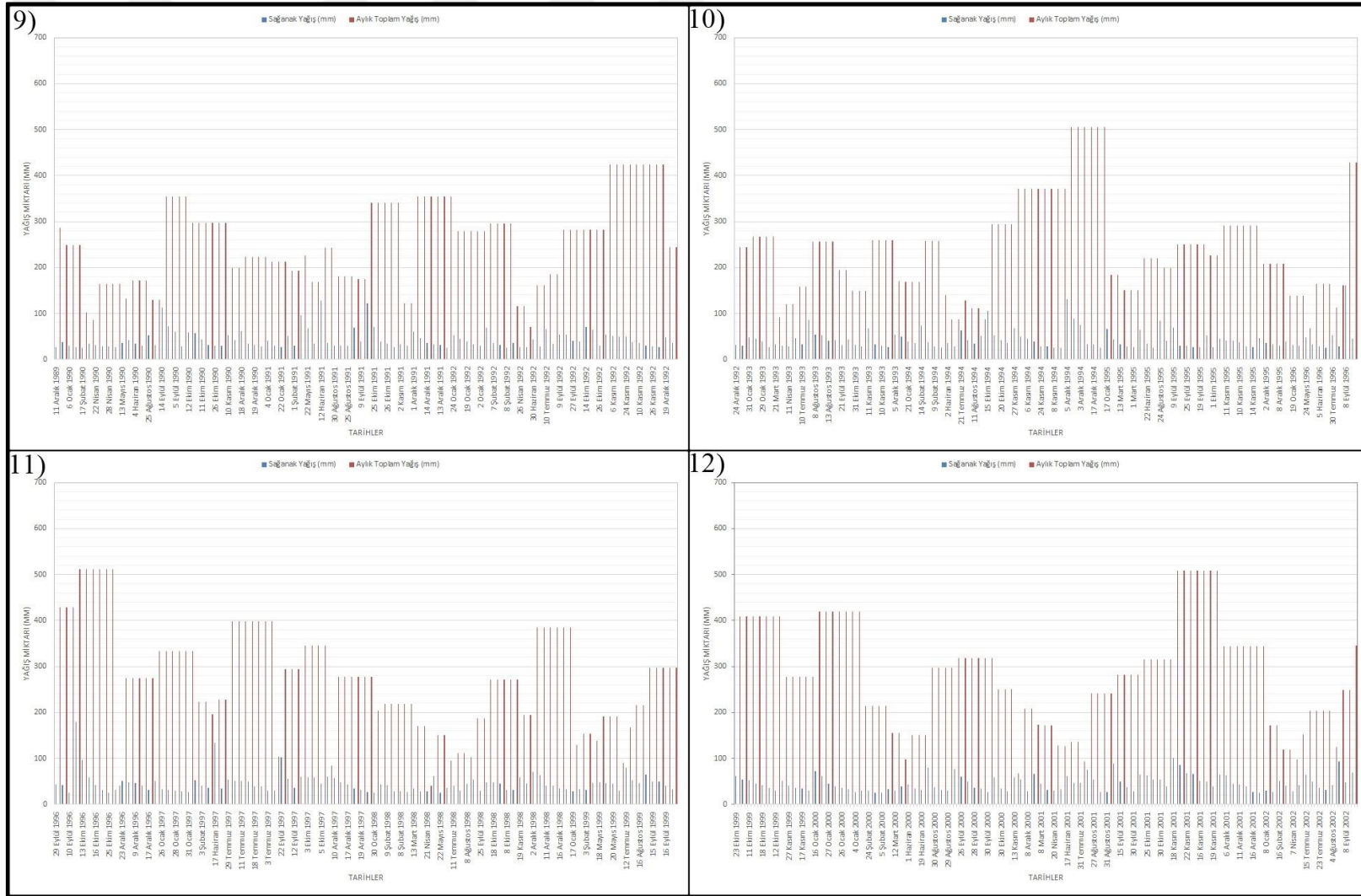
25 mm’nin üstünde düşen yağışların sağanak karakterde olup olmadıkları anlamak için genelde bulunduğu aydaki aylık toplam yağış ile mukayesesi önemlidir. Esasında 24 saatte düşen yağış miktarı ile aylık toplam yağış karşılaştırılmaktadır. Bu hususta, 25 mm üzerinde gerçekleşen sağanak yağışlı günler Rize’de 1696 gün iken, Pazar’da 1458 gündür. Bu günlerin gösteriminde sütun grafik kullanılmış, kırmızı barlar ile aylık toplam yağış değeri, mavi barlar ile sağanak karakterli yağışlar gösterilmiştir. Bu grafiklere göre, Rize’de sağanak yağışlar en fazla eylül ayında kaydedilmiştir. Sonbahar mevsimiyle birlikte yağışlarda artışlar meydana gelmiş ve sağanak yağışlar sonbahar aylarına toplamıştır. Eylül ayında toplam yağışlar, 50 ile 400 mm arasında olup sağanak yağışlar 100 mm’nin altında olmaktadır (Şekil 3.34). Pazar’da ise, en fazla sağanak yağışlar ekim ayında olmuştur. Ekim ayında toplam yağışlar 0’dan 550 mm’ye kadar değişmekte olup sağanak yağışlar 100 mm’nin altında seyretmiştir (Şekil 3.35).



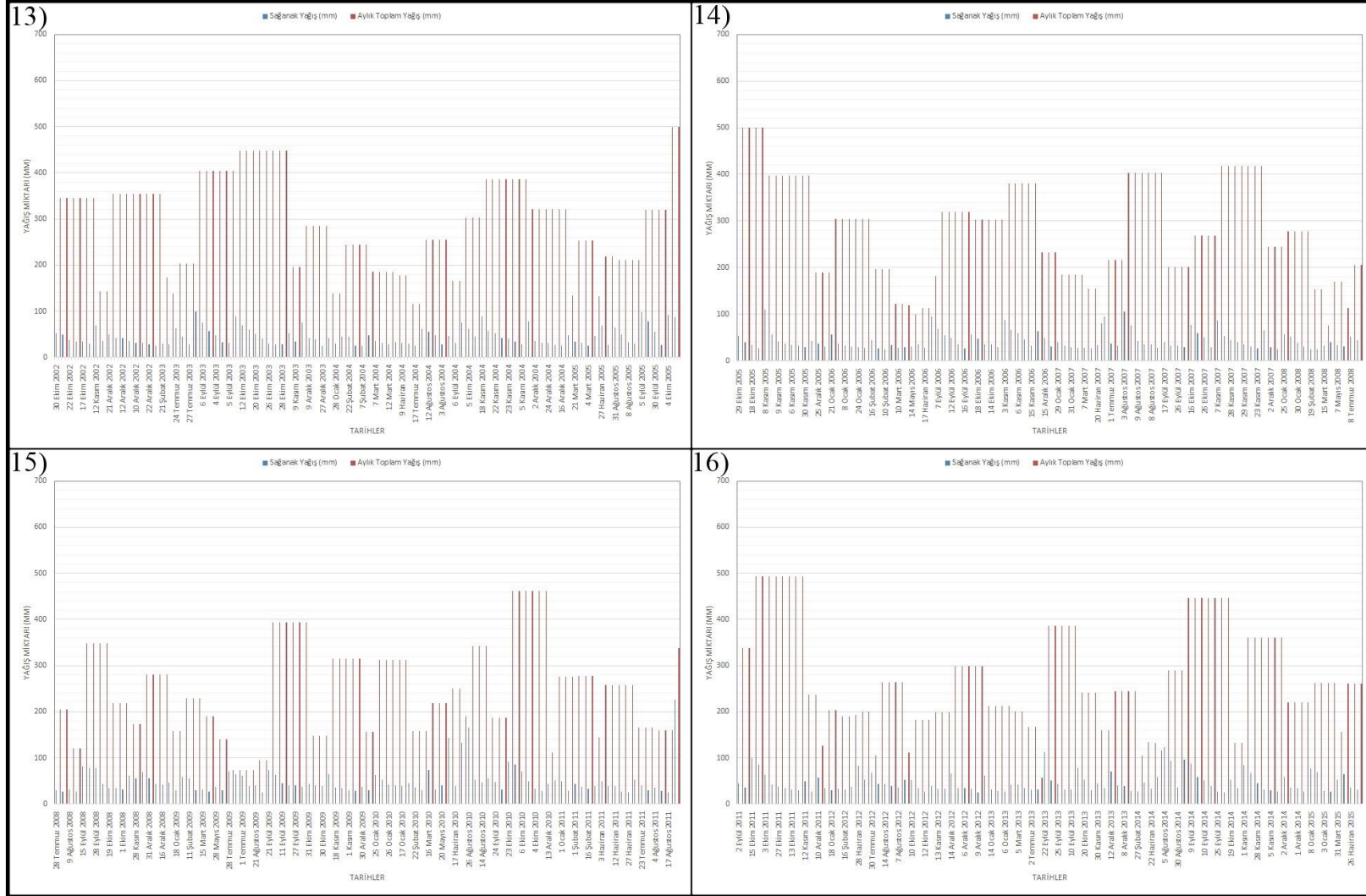
Şekil 3.34. Rize'de sağanak yağışlar ve bulunduğu ayın toplam yağışı ile kıyaslanması.



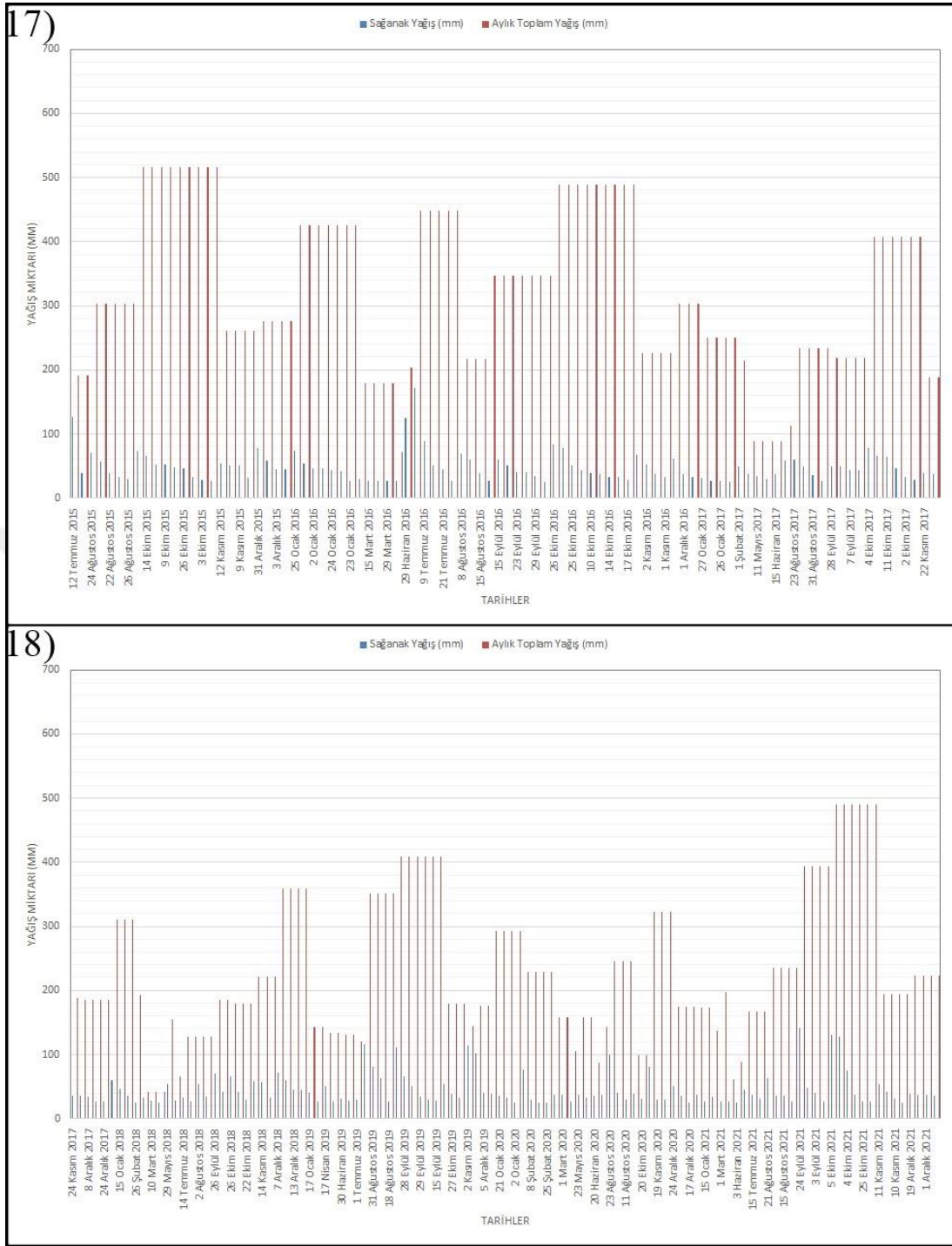
Şekil 3.34'ün devamı... (1)

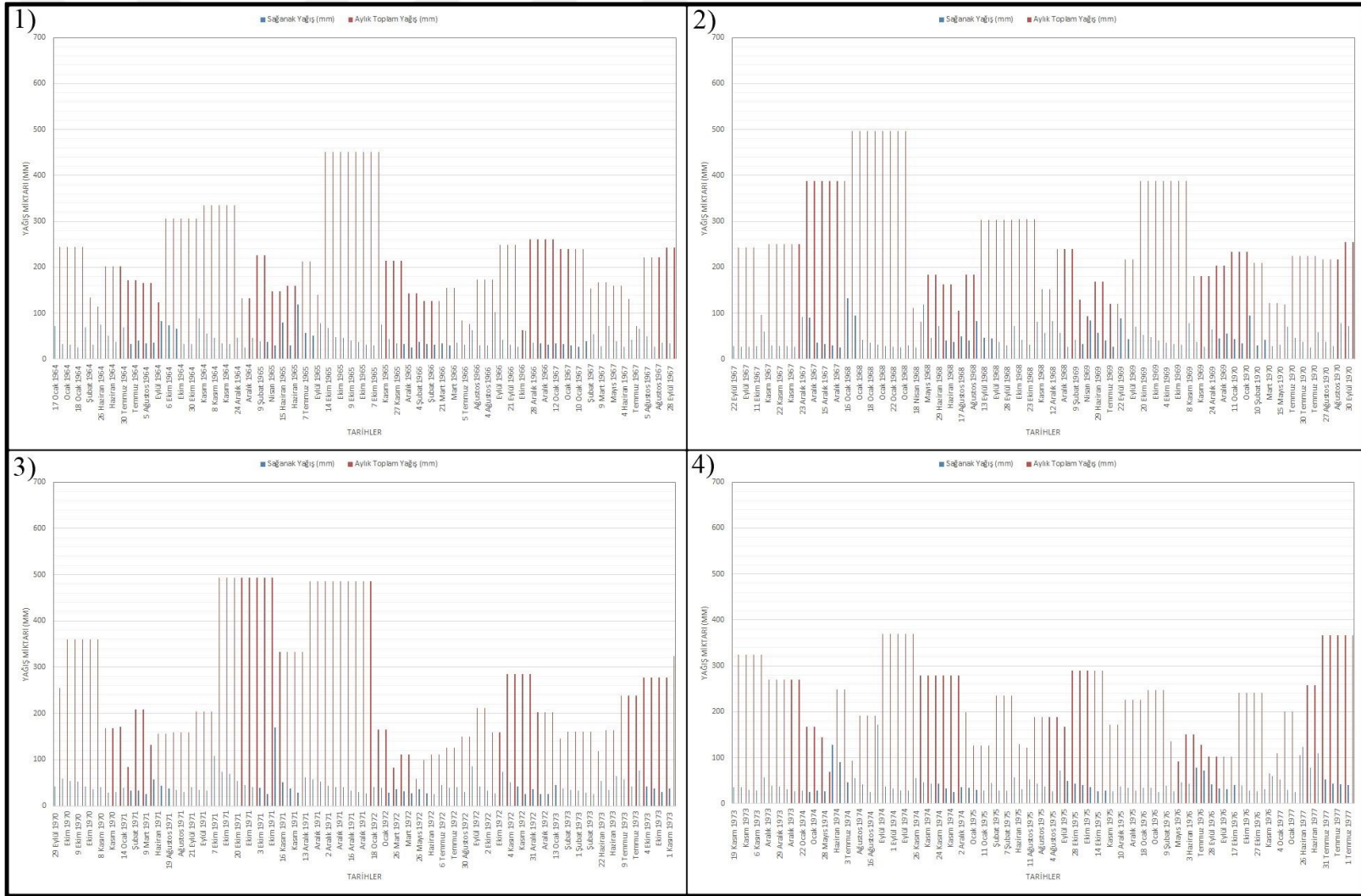


Şekil 3.34'ün devamı... (2)

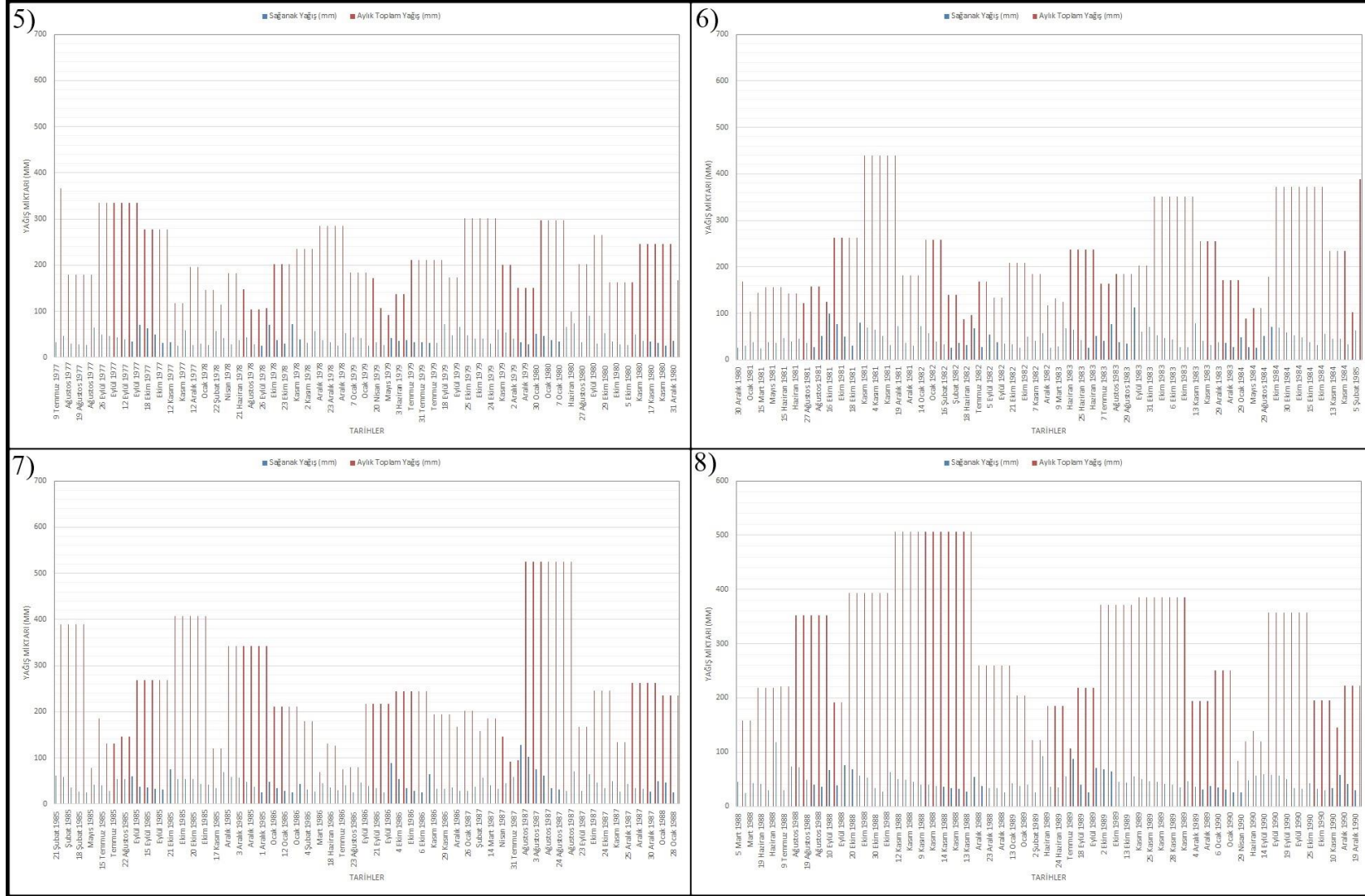


Şekil 3.34'ün devamı... (3)

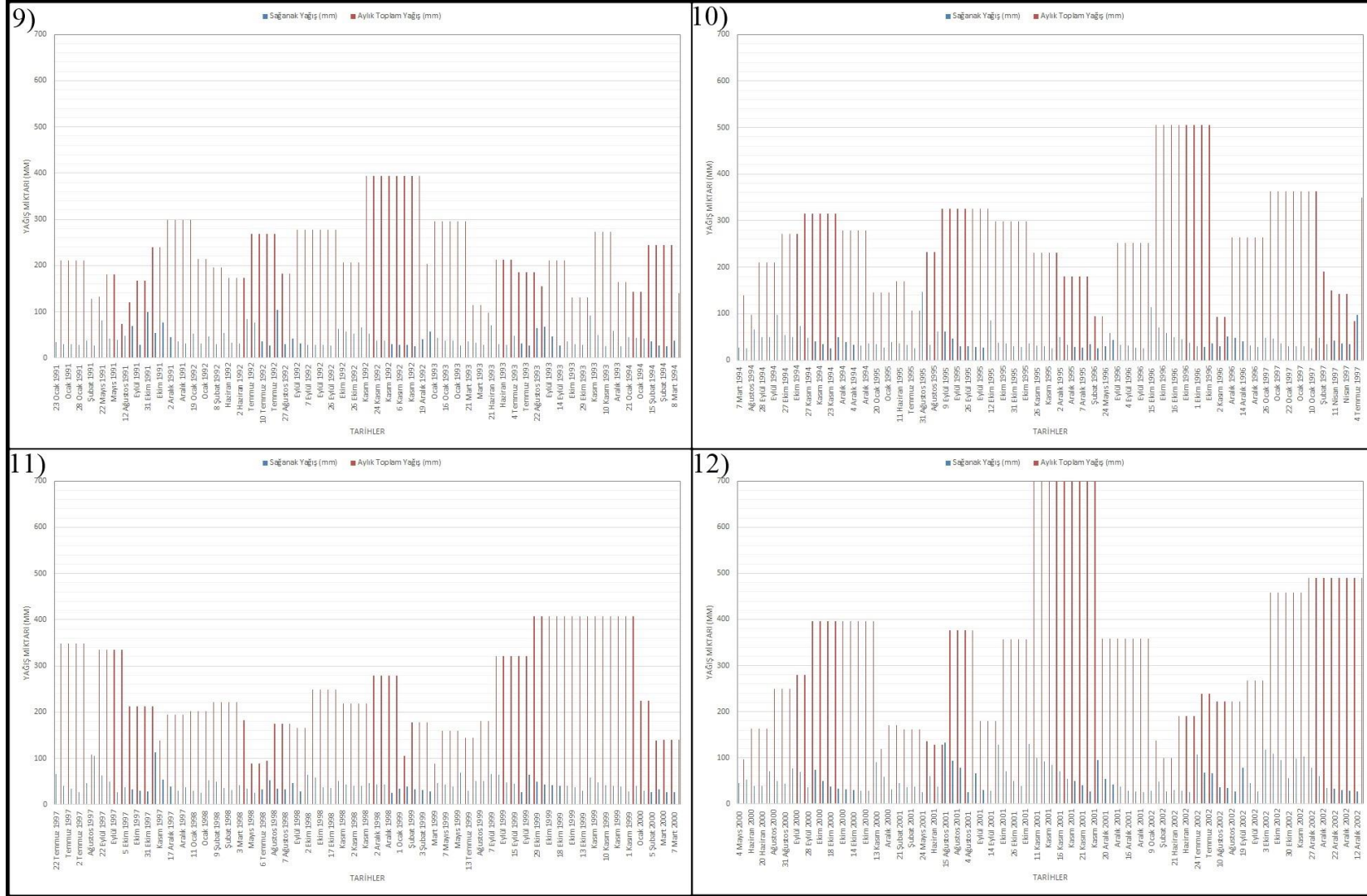




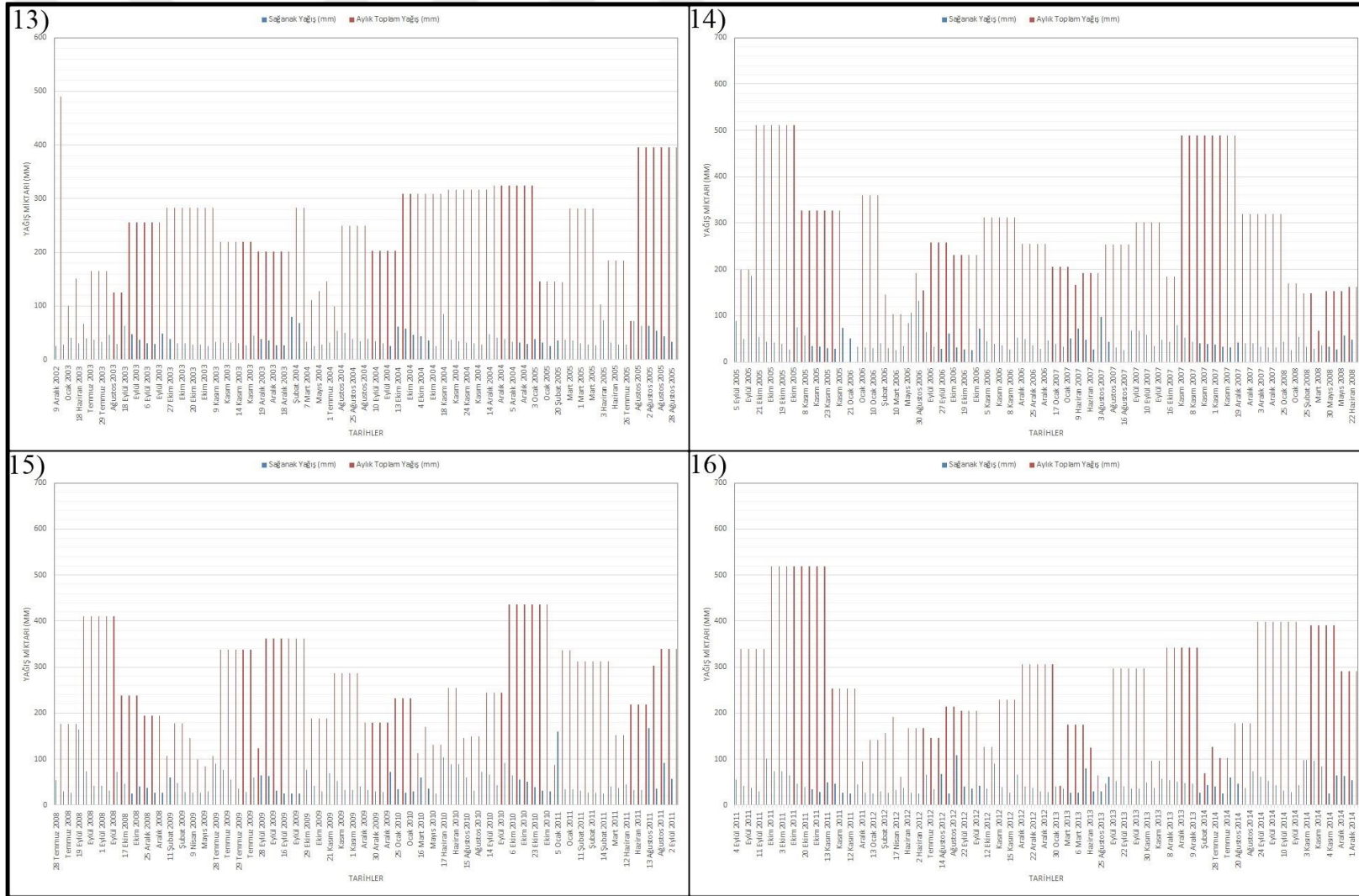
Şekil 3.35. Pazar'da sağanak yağışlar ve bulunduğu ayın toplam yağışı ile kıyaslanması.



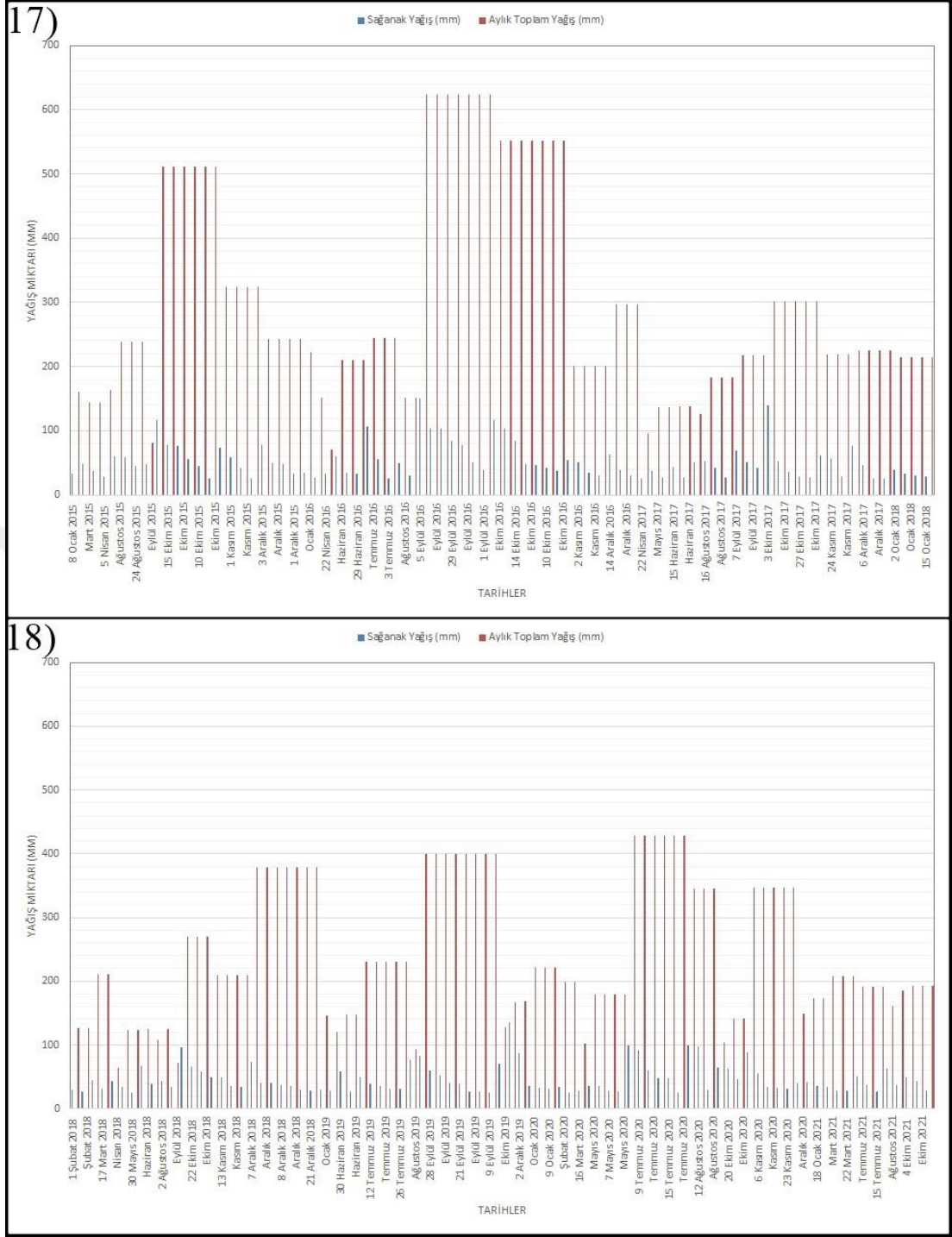
Şekil 3.35'in devamı...(1)



Şekil 3.35'in devamı... (2)



Şekil 3.35'in devamı... (3)



Şekil 3.35'in devamı... (4)

Kar Yağışları ve Karla Örtülü Günler Sayısı

Kar, yalıtım etkisiyle toprak sıcaklığını sabit tutar ve bitki köklerinin donmadan dolayı kurumasını engelleyerek önemli bir örtü görevi üstlenir. Bu nedenle bitki çalışmalarında kar yağışı ve karla örtülü gün sayısı özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Diğer taraftan bir bölgedeki kar yağışları ve karla örtülü gün sayısı, hava sıcaklığına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle havzanın kıyıya yakın kesimleri ile yükseltinin fazla olduğu iç kesimlerde değişen sıcaklık şartlarına bağlı olarak kar yağışları ve karla örtülü gün sayılarının başlama ve bitiş ayları farklıdır. Genel olarak kasım ayında başlayıp nisan ayında sona eren kar yağışları, havzanın yüksek kesimlerinde ağustos ayında başlayarak haziran ayı sonuna kadar devam etmektedir.

Rize istasyonu verilerine göre yıllık kar yağışlı günler sayısı ortalaması 7.45'dir. Kar yağışları kasım ayından başlayıp nisan ayına kadar devam etmektedir. Kar yağışları yoğun olarak ocak (2,56), şubat (2,67) ve aralık (4,63) aylarında yaşanmaktadır. Buna bağlı olarak yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı 21,72 olup karla örtülü gün sayısı en fazla ocak (5,59), şubat (5,69) ve aralık (4,63) aylarıdır (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. Rize'ye ait aylık kar yağışlı günler sayısı, aylık karla örtülü gün sayısı ve aylık ortalama kar yüksekliği değerleri.

Parametre	Rasat (yıl)	AYLAR											Yıllık	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
Aylık Kar Yağışlı Günler Sayısı Ortalaması	52	2,56	2,67	1,02	0,08							0,08	1,04	7,45
Aylık Karla Örtülü Gün Sayısı Ortalaması	34	5,59	5,69	2,81	1							2	4,63	21,72
Aylık Ortalama Kar Yüksekliği (cm)	51	17,3	15,1	19,3	7							1,5	14	12,4

Pazar istasyonu verilerine göre ise yıllık kar yağışlı günler sayısı ortalaması 6.86'dır. Kar yağışları kasım ayından başlayıp mayıs ayına kadar devam etmektedir. Kar yağışları yoğun olarak ocak (2,29), şubat (2,17) ve aralık (1) aylarında yaşanmaktadır. Buna bağlı olarak yıllık ortalama karla örtülü gün sayısı 26,7 olup karla örtülü gün sayısı en fazla ocak (6,16), şubat (6,79) ve aralık (5,07) aylarındadır (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Pazar'a ait aylık kar yağışlı günler sayısı, aylık karla örtülü gün sayısı ve aylık ortalama kar yüksekliği değerleri.

Parametre	Rasat (yıl)	AYLAR											Yıllık	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
Aylık Kar Yağışlı Günler Sayısı Ortalaması	42	2,29	2,17	1,12	0,12	0,02						0,14	1	6,86
Aylık Karla Örtülü Gün Sayısı Ortalaması	31	6,16	6,79	3,68	3,0							2	5,07	26,7
Aylık Ortalama Kar Yüksekliği (cm)	40	17,8	20,6	18,9	4,5							6,2	18,2	14,4

Havzada kar yağışlı gün sayısının ve karla örtülü gün sayısının artan yükselti şartlarıyla birlikte daha çok olacağı muhtemeldir. Bu durumda kar, yüksek kesimlerde bitkileri donma-çözülme döngüsünden koruyarak kış boyunca toprak neminin korunmasında önemli rol görmektedir.

3.2.1.6. Rüzgâr

Rüzgâr, hava basıncı farklarına, dolaylı olarak alan içerisindeki sıcaklık farklarına bağlı olarak oluşan yatay yönlü hava hareketidir (Nişancı, 1990). Sıcaklık farkı nedeniyle meydana gelen basınç farkı rüzgârın yönünü etkileyen en önemli durumdur. Bunun yanında sahanın topografik durumu rüzgârın şekillenmesinde bir diğer önemli özelliktir.

Rüzgârın bitki üzerindeki etkisi, şiddetine, esme yönüne ve esme süresine bağlıdır. Şiddetli rüzgârların devamlı esmesi durumunda ağaçların ince dal ile gövdelerini kırabilmekte ve şiddetli rüzgârlar filizleri koparıp ağaçları bir tarafa yaslayarak olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Diğer taraftan rüzgârlar nem taşıyarak bitkini ihtiyacı olan suyu sağlayabilir ya da bitki polenlerini uzak yerlere taşıyıp bitki yayılışına katkı sağlayarak olumlu etkide bulunabilmektedir (Dönmez, 1985: 63; Erinç, 1977: 31–36). Havzadaki yerel ve bölgesel sirkülasyon durumu havzanın rüzgar özelliklerini etkilemektedir. Bu durum, özellikle su bütçesi açısından bitki hayatını etkilemektedir. Sıcak karakterdeki fön rüzgârları bu hususta önem teşkil etmektedir. Doğu Karadeniz kıyılarında kış ve erken ilkbahar mevsiminde sıcaklık değerlerinin yüksek olması Erinç (1961) tarafından iki sebebe dayalı olarak açıklanmıştır: Bunlardan birincisi, 'Kafkas paravanası' veya 'Kafkas siperi' olarak adlandırılan Kafkas Dağları'nın kış soğuklarını kesmesidir. Böylece soğuk kış rüzgârlarının Doğu Karadeniz kıyılarına girmesi engellenir. İkincisi ise, fön rüzgârlarının etkisiyle açıklanmıştır (Erinç, 1961). Kafkas Dağları'nın merkezi

kısımında bulunan soğuk hava kütleleri, Doğu Karadeniz Dağları tarafından tutularak soğuk havanın aynı özellikleriyle kıyı kesimlere sokulması engellenmektedir. Lakin Doğu Karadeniz Dağları'nı aşan hava kütleleri ise 3900-3500 metre yükseklikten aşağıya doğru inerken adyabatik olarak ısınmakta ve fön karakteri kazanmaktadır. Fön rüzgârı, genel olarak kasım ayından başlayıp nisan ayına kadar devam etmektedir (Erinç, 1961). Bu süreç zarfında fön rüzgârı hem fındık ve çay gibi tarım faaliyetlerine kısmi olarak zarar vermekte (Doğanay, 2001) hem de orman yangınlarına neden olmaktadır (Yetmen, 2014).

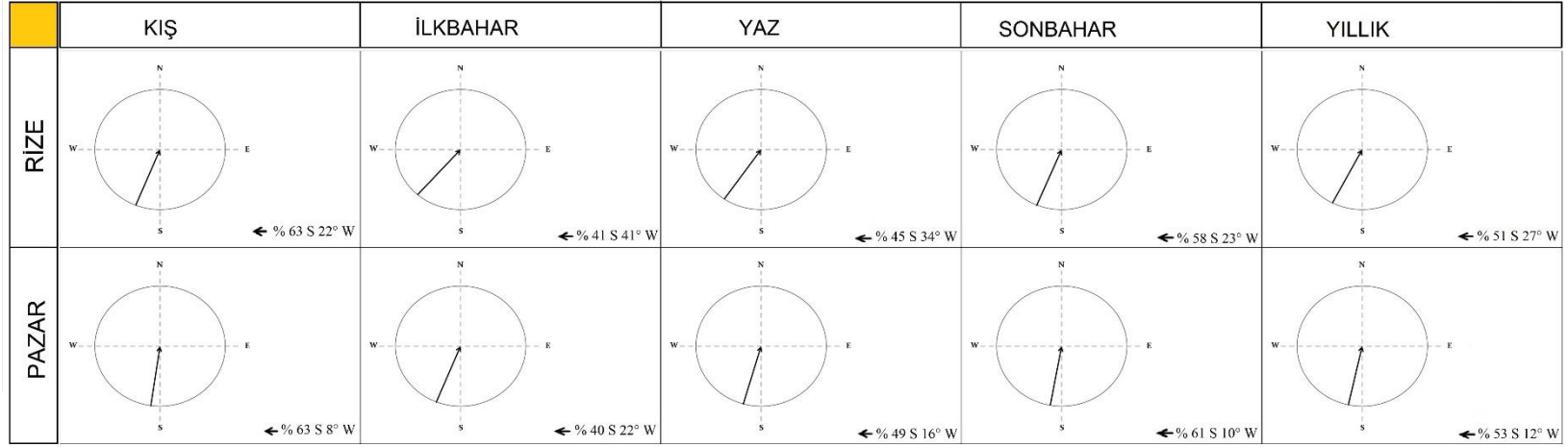
Rubinstein formülüne göre uzun süreli gözleme sahip Rize ve Pazar istasyonlarına ait hâkim rüzgâr yönü *PrevailingWindRUB 1.1* isimli program ile belirlenmiştir. Yıllık değerlere göre Rize'de rüzgârların %58'i S 27° W'dan esmektedir. Bu istasyonda ikinci dereceden hâkim bir rüzgâr yönü olmayıp bütün mevsimlerde rüzgârın daha çok güney sektörlü estiği görülmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %63 frekansla S 22° W yönünden, ilkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %41 frekansla S 41° W yönünden, yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %45 frekansla S 34° W yönünden ve sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %58 frekansla S 23° W yönünden esmektedir (Şekil 3.36).

Yıllık değerlere göre Pazar'da ise, rüzgârların %53'ü S 12° W'dan esmektedir. Bu istasyonda da ikinci dereceden hâkim bir rüzgâr yönü olmayıp bütün mevsimlerde rüzgârın daha çok güney sektörlü estiği görülmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %63 frekansla S 8° W yönünden, ilkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %40 frekansla S 22° W yönünden, yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %49 frekansla S 16° W yönünden ve sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %61 frekansla S 10° W yönünden esmektedir (Şekil 3.36).

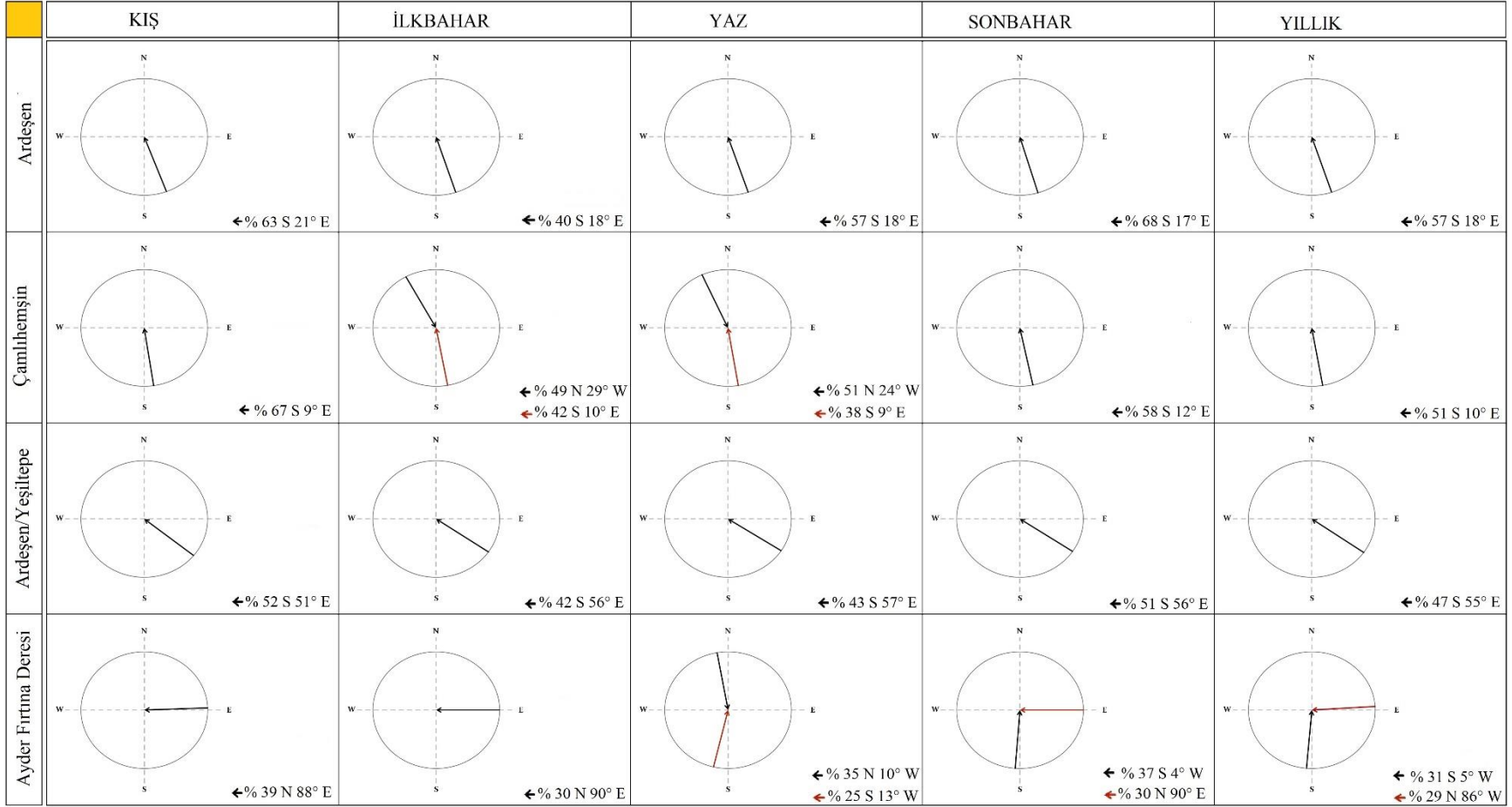
Fırtına Deresi Havzası'nın topografik yapısı arızalı bir görünümündedir. Bu nedenle uzun süreli kıyı istasyonlarından ziyade havza içerisinde yer alan 4 OMGİ'ye ait esme sayıları da incelenmiştir. Ardeşen istasyon ölçümlerine göre sahanın yıllık hâkim rüzgâr %57 frekansla S 18° E yönünden esmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %63 frekansla S 21° E yönünden, ilkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %40 frekansla S 18° E yönünden, yaz mevsiminde

birinci dereceden hâkim rüzgâr %57 frekansla S 18° E yönünden ve sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %68 frekansla S 17° E yönünden esmektedir (Şekil 3.37). Bu durumun yaşanmasında kuzeybatı-güneydoğu yönlü olarak oluşan geniş tabanlı vadinin, rüzgârı kanalize ederek rüzgâr yönünün güney-güneybatı olmasına yol açması sebep olmuştur. Rüzgârın bu şekilde kanalize olup hızlı esmesi 'jet etkisi' şeklinde tanımlanmaktadır (Nişancı, 1990). Ayrıca kışın etkili olan fön rüzgârı ve yaz mevsiminde karadan denize doğru esen yerel rüzgârların etkisi hâkim rüzgâr yönünün güney sektörlü olmasına da neden olmuştur (Atalay ve Mortan, 2011). Çamlıhemşin istasyon ölçümlerine göre sahanın yıllık hâkim rüzgâr %51 frekansla S 10° E yönünden esmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %67 frekansla S 9° E yönündendir. İlkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr 46 frekansla N 29° W yönünden, ikinci dereceden hâkim rüzgâr %42 frekansla S 10° E yönünden esmektedir. Yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %51 frekansla N 24° W yönünden, ikinci dereceden hâkim rüzgâr %34 frekansla S 9° E yönünden esmektedir. Sonbahar mevsiminde ise birinci dereceden hâkim rüzgâr %58 frekansla S 12° E yönünden esmektedir (Şekil 3.37).

Ardeşen/Yeşiltepe istasyon ölçümlerine göre sahanın yıllık hâkim rüzgâr %47 frekansla S 55° E yönünden esmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %52 frekansla S 51° E yönünden, ilkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %42 frekansla S 56° E yönünden, yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %43 frekansla S 57° E yönünden ve sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %51 frekansla S 56° E yönünden esmektedir (Şekil 3.37). Son istasyon olan Ayder Fırtına Deresi ölçümlerine göre sahanın yıllık hâkim rüzgâr birinci dereceden %31 frekansla S 5° W yönünden, ikinci dereceden hâkim rüzgâr ise %29 N 86° E yönünden esmektedir. Kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %39 frekansla N 88° E yönünden, ilkbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %30 frekansla N 90° E yönünden esmektedir. Yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr %35 frekansla N 10° W yönünden, ikinci dereceden hâkim rüzgâr ise %25 S 13° W yönünden esmektedir. Sonbahar mevsiminde ise birinci dereceden hâkim rüzgâr %37 frekansla S 4° W yönünden, ikinci dereceden hâkim rüzgâr ise %30 N 90° E yönünden esmektedir (Şekil 3.37). Havzada dağların uzanış doğrultusunun hâkim rüzgâr yönünü büyük oranda etkilediği görülmektedir.



Şekil 3.36. Rize ve Pazar istasyonlarına ait Rubinstein formülüne göre hâkim rüzgâr yönleri.



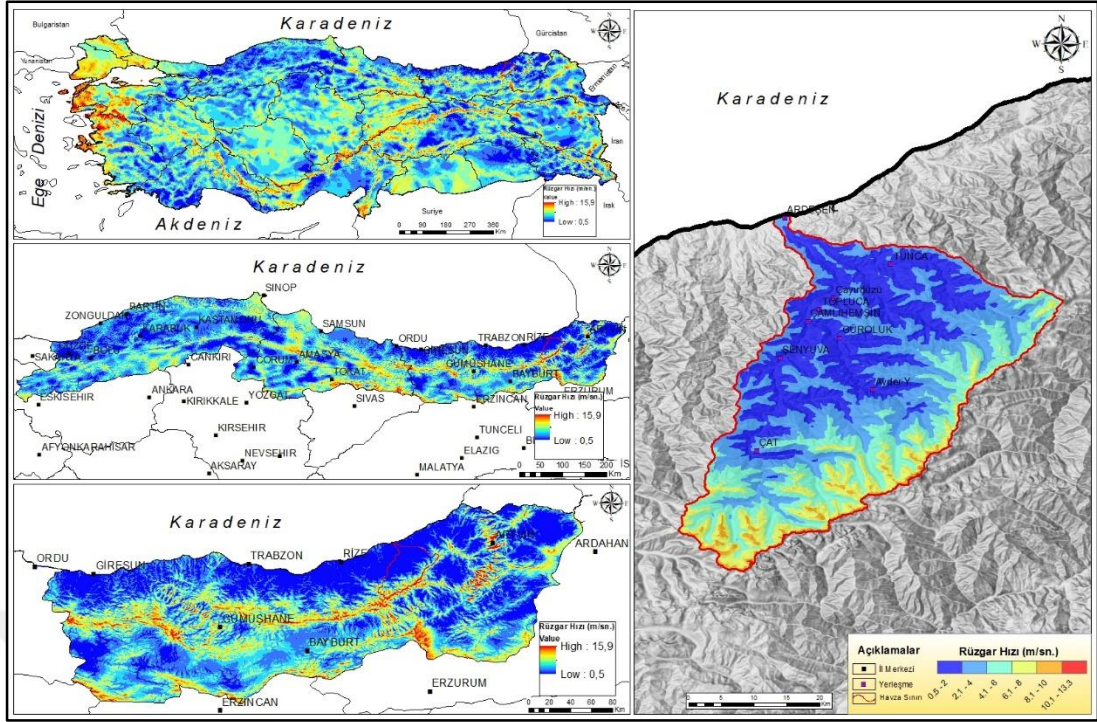
Şekil 3.37. OMGİ verilerine ait Rubinstein formülüne göre hâkim rüzgâr yönleri.

Havzadaki hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesinin yanında rüzgâr hızının da belirlenmesi yerinde olacaktır. Rüzgâr hızının belirlenmesinde Baillie tarafından tespit edilen Beaufort skalası esas alınmıştır. Bu skalaya göre, hız kademesi 6 m/sn'den az “hafif rüzgâr”, 6 - 8 m/sn arası “orta kuvvetteki rüzgâr”, 8 - 12 m/sn arası “kuvvetli rüzgâr”, 12 - 15 m/sn arası “fırtınamsı rüzgâr”, 15 m/sn'den çok ise “fırtına, kasırga” olarak sınıflandırılmıştır (Dönmez, 1985: 124). İnceleme alanında yer alan tüm istasyonlarda aylık ortalama rüzgâr hızı 6 m/sn'den düşük olup hafif rüzgâr sınıfındadır (Tablo 3.15). Rüzgâr hızının havzanın iç kesimlerinde yer alan yüksek istasyonlarda diğer istasyonlara nazaran daha hızlı olduğu görülmektedir. Dağlık sahalarda artan rüzgâr hızı bitkiler üzerinde gövdelerinde kırılma, cilalama, boylarını kısaltma gibi bir takım etkilerde bulunmaktadır.

Tablo 3.15. İstasyonlara ait aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sn)

İstasyonlar	Rasat Süresi	Aylar												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Rize	57	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
Pazar	57	1,9	1,9	1,9	1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	1,9	1,7
Ardeşen	4	1,7	1,5	1,5	1,4	1,5	1,7	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	1,7	1,7
Çamlıhemşin	9	0,8	1,0	1,2	1,3	1,1	0,9	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
Ardeşen/ Yeşiltepe	9	2,4	2,3	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	2,3	2,3	2,5	2,6	2,3
Ayder Fırtına Deresi	12	3,2	3,3	3,2	3,5	3,4	2,9	2,4	2,4	2,8	3,0	3,3	3,5	3,1

GWA 3.1 verisi ile hazırlanan rüzgâr hızı haritası incelendiğinde sahada rüzgârların 0,5 ile 13,3 m/sn arasında estiği görülmektedir. 0,5 ile 2 m/sn arasında esme hızı vadi içlerinde hâkimken, 2,1 ile 4 m/sn arasındaki esme hızının kuzeybatı-güneydoğu uzanışına sahip dağ sırtlarında ve zirvelerinde hâkimdir. Rüzgâr hızının en fazla olduğu kesimler ise havzanın güney sınırını oluşturan güneybatı-kuzeydoğu uzanışa sahip dağ silsileleridir (Şekil 3.38).



Şekil 3.38. Fırtına Deresi Havzası rüzgâr hızı haritası (Kaynak: URL-8, 2022).

3.2.2. İklim Tipi

Türkiye'nin orta kuşakta yer alması, etrafının denizlerle çevrili olması ve sıralar halinde dağların uzanması farklı iklim tiplerinin hüküm sürmesini sağlamıştır. Farklı iklim tipleri, sadece sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem değil bütün iklim elemanlarının bir araya gelmesiyle meydana gelmiştir. Bu nedenle bir sahadaki iklimi değerlendirmek ya da sınıflandırmak bütüncül bir bakış açısı gerektirmektedir. Bundan dolayı şimdiye kadar anlatılmış olan bütün iklim elemanlarına ait bütüncül bakış açısını belirlemek için araştırmacılar tarafından oluşturulan farklı iklim sınıflandırma formülleri kullanılmıştır. Ancak her ne kadar bu sınıflandırmalar geliştirilmiş olsa da bir yerin iklimini tam olarak yansıtmamaktadır. Araştırma sahasının iklim tipini ortaya koymak için Erinc, De Martonne ve Thornthwaite iklim tasnifleri kullanılmıştır.

3.2.2.1. Erinc Kuraklık İndisi

İklim sınıflandırma yöntemleri incelendiğinde tüm süreçlerde kuraklık durumunu ortaya koymaya yönelik formüllerin geliştirildiği görülmüştür. 1965 yılında Sırrı Erinc tarafından üretilen Yağış Etkinlik İndeksi, yağış ve buharlaşmanın neden olduğu su kaybına yol açan yıllık ortalama maksimum sıcaklık dikkate alınarak oluşturulmuştur (MGM, 2016a). Erinc yöntemine göre, evapotranspirasyon ile su kaybının neden olduğu kuraklık ve yağış ilişkisi formülize edilerek bir indeks

bulunmaktadır (Formül 1). Daha sonra bu indeks değerlerine göre iklim tipi belirlenmektedir (Erinç, 1965).

$$Im = \frac{P}{T_{om}} \quad \text{Formül (1)}$$

Im : Yağış etkinlik indeksi

P : Yıllık Toplam Yağış (mm)

T_{om} : Yıllık Ort. Maks. Sıcaklık (°C)

Elde edilen sonuç, belirlenmiş olan altı farklı iklim tipine göre değerlendirilerek bir sahanın iklimi ortaya konulmaktadır (Tablo 3.16).

Tablo 3.16. Erinç sınıflandırmasına göre iklim tipleri.

Yağış Etkinlik İndisi Değeri	İklim Sınıfı
< 8	Tam Kurak
8 - 15	Kurak
15 - 23	Yarı Kurak
23 - 40	Yarı Nemli
40 - 55	Nemli
55'den fazla	Çok Nemli

Erinç sınıflandırma formülü Rize ili için uygulandığında yıllık indis değeri 121,6 olarak bulunmuştur. 55'den fazla bir değer göstermesi bakımından Rize '**çok nemli**' bir iklim tipine girmekte ve bütün aylar da çok nemli bir karakter göstermektedir (Tablo 3.17). Karadeniz'in kıyı kesiminde yer alan çoğu illerde de bu durum yaşanmaktadır. Denizden gelen nemli havanın, kıyıya paralel uzanan dağlar tarafından tutulması bu durumun temel nedeni olarak düşünülmektedir.

Tablo 3.17. Rize istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Rize (1964-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	221,0	170,7	147,4	95,9	97,9	135,9	150,6	188,4	245,8	296,2	249,2	240,8	2239,9
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	10,7	10,9	12,3	15,7	19,7	24,1	26,5	26,9	24,4	20,6	16,4	12,9	18,4
İndis	247,9	187,9	143,8	73,3	59,6	67,7	68,2	84,0	120,9	172,5	182,4	224,0	121,6
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Pazar istasyonu yıllık indis değerlerine göre yapılan sınıflamada ise “**çok nemli**” olarak belirlenmiştir. Bu indisin aylık değerleri hesaplandığında mayıs ayının “nemli”, diğer tüm ayların ise “çok nemli” olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. Pazar istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Pazar (1964-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	182,7	144,7	121,6	79,6	82,1	140,6	142,1	173,5	238,3	284,1	240,8	227,4	2057,4
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	10,1	10,3	11,8	15,4	19,2	23,4	25,5	26	23,6	19,8	15,7	12,2	17,8
İndis	217,0	168,6	123,6	62,0	51,3	72,1	66,9	80,1	121,2	172,2	184,0	223,7	115,9
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Havza içerisinde yer alan kısa gözlem süresine sahip istasyonların (OMGİ) da değerlendirilmesi, değişen yükseklik ve nem şartlarını anlamamızda kolaylık sağlamaktadır. Bu hususta, OMGİ’lerin indis değerleri deniz seviyesinden daha az yüksek olan istasyondan yüksek olan istasyona doğru ifade edilecektir. Ardeşen istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indis aylık değerler için hesaplandığında ise kurak bir ayın bu istasyonda yaşanmadığı görülmüştür. Nisan ve ağustos ayları “nemli”, mayıs ve haziran ayları “yarı nemli”, bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. Ardeşen istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Ardeşen (2018-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	139,4	105,7	111,0	56,9	55,8	77,5	188,0	103,7	222,8	180,3	162,5	179,5	1582,8
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	12,6	12	13,4	15,4	21	25,4	27,3	27,4	25,2	21,7	17,5	14,5	19,5
İndis	132,7	105,7	99,4	44,3	31,9	36,6	82,6	45,4	106,1	99,7	111,4	148,5	81,4
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Çamlıhemşin istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak bir ayın bu istasyonda da yaşanmadığı görülmüştür. Nisan ayı “yarı nemli”, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos ayları “nemli”, bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.20).

Tablo 3.20. Çamlıhemşin istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Çamlıhemşin (2013-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	85,1	60,7	93,2	57,8	77,1	96,3	88,6	92,3	146,8	155,4	126,1	120,4	1199,7
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	9,1	11,7	14	17,7	21,6	24,3	25,2	26,4	23,8	19,4	14,7	9,9	18,2
İndis	112,2	62,2	79,9	39,2	42,8	47,6	42,2	41,9	74,0	96,1	102,9	145,9	66,1
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Ardeşen/Yeşiltepe istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak bir ayın bu istasyonda da yaşanmadığı görülmüştür. Nisan ve mayıs ayları “nemli” bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.21).

Tablo 3.21. Ardeşen/Yeşiltepe istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Ardeşen/Yeşiltepe (2013-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	107,4	79,5	120,8	71,0	82,5	112,7	165,1	131,5	221,2	230,5	162,7	145,0	1629,9
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	9	9,8	11,5	16,4	20,8	22,9	24	24,8	22,5	19,1	15,3	11,8	17,3
İndis	143,2	97,4	126,1	51,9	47,6	59,1	82,5	63,6	118,0	144,8	127,6	147,5	94,1
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Ayder Fırtına Deresi istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak bir ayın bu istasyonda da yaşanmadığı görülmüştür. Nitekim bu istasyonda nisan, mayıs, temmuz ve ağustos ayları “nemli” bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.22).

Tablo 3.22. Ayder Fırtına Deresi istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Ayder Fırtına Deresi (2010-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	54,2	53,4	74,2	51,6	68,1	97,1	85,5	78,8	92,2	107,0	77,1	65,5	904,7
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	4,3	6,2	8,1	12,7	16,7	19,2	20,3	20,9	19	15,2	9,8	5,7	13,2
İndis	151,1	103,4	109,9	48,7	48,9	60,7	50,6	45,3	58,3	84,5	94,4	137,9	68,7
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Kaleköy istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise yarı kurak bir ayın olduğu görülmüştür. Mayıs ayı “yarı kurak”, haziran, temmuz ve kasım ayları “yarı nemli” bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.23). Yarı kurak şartların bu istasyondan itibaren görülmesi yükseltinin tesirinde değişen sıcaklık şartlarına bağlıdır.

Tablo 3.23. Kaleköy istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Kaleköy (2015-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	64	39,3	119,5	68,5	22,8	40,4	55,5	131,8	82,6	78,3	31,3	21	755
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	1	0,5	0,3	8,4	13,8	15,4	17,3	18,2	11,2	9,1	6,9	1,5	8,6
İndis	768,0	943,2	4780,0	97,9	19,8	31,5	38,5	86,9	88,5	103,3	54,4	168,0	87,5
	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	YARI KURAK	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ

Yükseltinin en fazla olduğu Palovit Yaylası istasyonu yıllık indis değerine göre “çok nemli” iklim karakterindedir. Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak ayların yaşandığı görülmüştür. Ocak, şubat, mart ve aralık ayları “tam kurak” bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3.24). Tam kurak şartlar bu istasyonda kış aylarına tekabül etmektedir. Bu durum bitkilerin kış aylarında fizyolojik kuraklık yaşamasına neden olmaktadır (Erinç, 1977: 19).

Tablo 3.24. Palovit Yaylası istasyonuna ait Erinç kuraklık indis değerleri.

Palovit Yaylası (2016-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	87,0	58,5	126,7	27,7	86,4	70,8	72,5	66,1	66,1	66,3	44,2	83,0	855,2
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	-3,1	-1,4	-0,8	5,1	10,7	13,3	14,2	14,3	11,5	9,1	3	-0,8	6,3
İndis	-336,7	-501,3	-1900,2	65,1	96,9	63,9	61,3	55,5	69,0	87,4	176,8	-1244,3	136,6
	TAM KURAK	TAM KURAK	TAM KURAK	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	TAM KURAK	ÇOK NEMLİ

3.2.2.2. De Martonne İklim Sınıflandırması

Bir bölgenin ağaç ya da orman yetişimine elverişli olup olmadığı belirlemek için kuraklık indisleri kullanılmaktadır. Kuraklık indisleri arasında 1925 yılında de Martonne tarafından geliştirilen indeks dünya çapında en çok kullanılan yöntemlerdendir. “Sıcaklık ve yağış değerleri üzerine oluşturulan bu kuraklık belirleme sisteminin temeli, buharlaşmanın iklim ve kuraklık üzerine etkisidir” (MGM, 2016b). Formülde iki temel parametre kullanılmaktadır. Bunlar yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleridir. De Martonne iklim sınıflandırmasında, sıcaklık ve yağışın yıl içindeki dağılımı dikkate alınmakta olup, aylık ve yıllık olarak kuraklık indisleri hesaplanmaktadır. Elde edilen indis değerleri de Martonne tarafından belirlenen sekiz (8) iklim tasnifine göre değerlendirilmektedir.

Uzun süreli gözlem istasyonu olan Rize’de, de Martonne sınıflandırmasına göre tüm aylarda nemli iklim özellikleri görülmektedir (Tablo 3.25). Bunun yanında Pazar istasyonunda da tüm aylar nemli iklim özelliklerine sahiptir (Tablo 3.26).

Tablo 3.25. Rize istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Rize (1964-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	221,0	170,7	147,4	95,9	97,9	135,9	150,6	188,4	245,8	296,2	249,2	240,8	2239,9
Sıcaklık (°C)	6,7	6,7	8,3	11,7	16,1	20,5	23,1	23,4	20,5	16,4	11,9	8,5	14,5
İndis	395,9	305,7	213,1	98,4	73,0	79,6	78,2	96,6	143,9	216,7	251,3	339,9	154,7
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Tablo 3.26. Pazar istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Pazar (1964-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	182,7	144,7	121,6	79,6	82,1	140,6	142,1	173,5	238,3	284,1	240,8	227,4	2057,4
Sıcaklık (°C)	6,2	6,5	8	11,4	15,5	19,6	22	22,3	19,4	15,6	11,3	8,1	13,825
İndis	353,5	267,1	182,4	83,8	63,6	86,1	77,5	93,3	147,4	218,5	255,7	336,9	148,8
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Kısa süreli gözleme sahip Ardeşen, Çamlıhemşin, Ardeşen/Yeşiltepe ve Ayder Fırtına Deresi istasyonlarının Rize ve Pazar istasyonu ile aynı özelliği göstermektedir ve tüm aylar nemli karakterdedir (Tablo 3.27; Tablo 3.28; Tablo 3.29; Tablo 3.30).

Tablo 3.27. Ardeşen istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Ardeşen (2018-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	139,35	105,68	110,98	56,85	55,75	77,48	187,98	103,68	222,75	180,33	162,53	179,48	1582,84
Sıcaklık (°C)	9,5	8,6	9,9	12,2	17,7	22,6	24,4	24,3	21,9	18,5	14	11,3	16,2417
İndis	176,0	147,5	134,5	55,9	37,8	41,1	92,4	51,2	122,1	117,0	139,3	190,6	97,5
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Tablo 3.28. Çamlıhemşin istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Çamlıhemşin (2013-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	85,1	60,7	93,2	57,8	77,1	96,3	88,6	92,3	146,8	155,4	126,1	120,4	1199,7
Sıcaklık (°C)	9,1	11,7	14	17,7	21,6	24,3	25,2	26,4	23,8	19,4	14,7	9,9	18,2
İndis	112,2	62,2	79,9	39,2	42,8	47,6	42,2	41,9	74,0	96,1	102,9	145,9	66,1
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Tablo 3.29. Ardeşen/Yeşiltepe istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Ardeşen/Yeşiltepe (2013-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	107,4	79,5	120,8	71,0	82,5	112,7	165,1	131,5	221,2	230,5	162,7	145,0	1629,9
Sıcaklık (°C)	9	9,8	11,5	16,4	20,8	22,9	24	24,8	22,5	19,1	15,3	11,8	17,3
İndis	143,2	97,4	126,1	51,9	47,6	59,1	82,5	63,6	118,0	144,8	127,6	147,5	94,1
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Tablo 3.30. Ayder Fırtına Deresi istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Ayder Fırtına Deresi (2010-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	54,2	53,4	74,2	51,6	68,1	97,1	85,5	78,8	92,2	107,0	77,1	65,5	904,7
Sıcaklık (°C)	4,3	6,2	8,1	12,7	16,7	19,2	20,3	20,9	19	15,2	9,8	5,7	13,2
İndis	151,1	103,4	109,9	48,7	48,9	60,7	50,6	45,3	58,3	84,5	94,4	137,9	68,7
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

2000 m yükseltinin üstünde yer alan Kaleköy ve Palovit Yaylası istasyonlarında diğer istasyonlardan farklı bir durum görülmektedir. Kaleköy istasyonunda mayıs ayı kurak karakterde olup diğer tüm aylar nemlidir (Tablo 3.31). En yüksek kesimde yer alan Palovit Yaylasında ise ocak, şubat, mart ve aralık ayları kurak, geri kalan aylar

ise nemli karaktere sahiptir (Tablo 3.32). Bu durum bitkilerin kış aylarında fizyolojik kuraklık yaşamasına neden olmaktadır (Erinç, 1977: 19).

Tablo 3.31. Kaleköy istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Kaleköy (2015-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	64	39,3	119,5	68,5	22,8	40,4	55,5	131,8	82,6	78,3	31,3	21	755
Sıcaklık (°C)	1	0,5	0,3	8,4	13,8	15,4	17,3	18,2	11,2	9,1	6,9	1,5	8,6
İndis	768,0	943,2	4780,0	97,9	19,8	31,5	38,5	86,9	88,5	103,3	54,4	168,0	87,5
	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI KURAK	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ

Tablo 3.32. Palovit Yaylası istasyonuna ait De Martonne indis değerleri.

Palovit Yaylası (2016-2021)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	86,98	58,48	126,68	27,68	86,4	70,8	72,48	66,1	66,13	66,28	44,2	82,95	855,16
Sıcaklık (°C)	-3,1	-1,4	-0,8	5,1	10,7	13,3	14,2	14,3	11,5	9,1	3	-0,8	6,3
İndis	-336,7	-501,3	-1900,2	65,1	96,9	63,9	61,3	55,5	69,0	87,4	176,8	-1244,3	136,6
	KURAK	KURAK	KURAK	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	KURAK	NEMLİ

3.2.2.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

İklim sınıflandırmalarında genel amaç, iklimin baskın etkisiyle hem fiziki ortam hem de beşeri hayat üzerinde oluşturduğu farklı özellikleri ortaya koymaktır. Bunu belirlemek adına birçok yöntem hala kullanılmakta veya geliştirilmektedir. 1948 yılında C. Warren Thornthwaite tarafından geliştirilen Thornthwaite iklim sınıflandırması günümüzde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, yağış (P)-buharlaşma (E) ve sıcaklık (T)-buharlaşma (E) ilişkisi ortaya konulmaktadır (Atalay, 2013: 297). Yönteme göre eğer yağış buharlaşmadan fazla ise bu yerde su fazlalığı ortaya çıkar ve toprak suya doymun olur. Bu su fazlalığı olan alanların iklimi nemlidir. Eğer ki buharlaşma yağıştan fazla olursa burada su noksanlığı olur. Haliyle toprakta su birikemez ve bitkilerin ihtiyacı olan su karşılanamaz. Bu alanın iklimi de kuraktır (Thornthwaite, 1948). Genel olarak bakıldığında iklim tasnifi iki uç durum (yağış-buharlaşma) arasında yapılmaktadır. Sınıflandırmada nemli iklimler kendi içinde altı, kurak iklimler ise üç tipe ayrılmaktadır (MGM, 2016c).

Thornthwaite formülüne göre yağışın buharlaşmadan fazla olduğu ay başlangıç noktası olarak kabul edilir. Ancak Rize’de bütün yılın yağışlı geçmesi ve kurak dönemin olmaması başlangıç döneminin belirlenmesinde sıkıntı oluşturmaktadır. Bu matematiksel olarak ‘tanımlanamayan’ durumunu ortaya çıkarmıştır (Yılmaz ve Yılmaz, 2013). Hesaplamadaki bu tür sıkıntılara rağmen Rize’nin; “A, B², r, b⁴” yani “çok nemli, 2. Derece mezotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan” bir

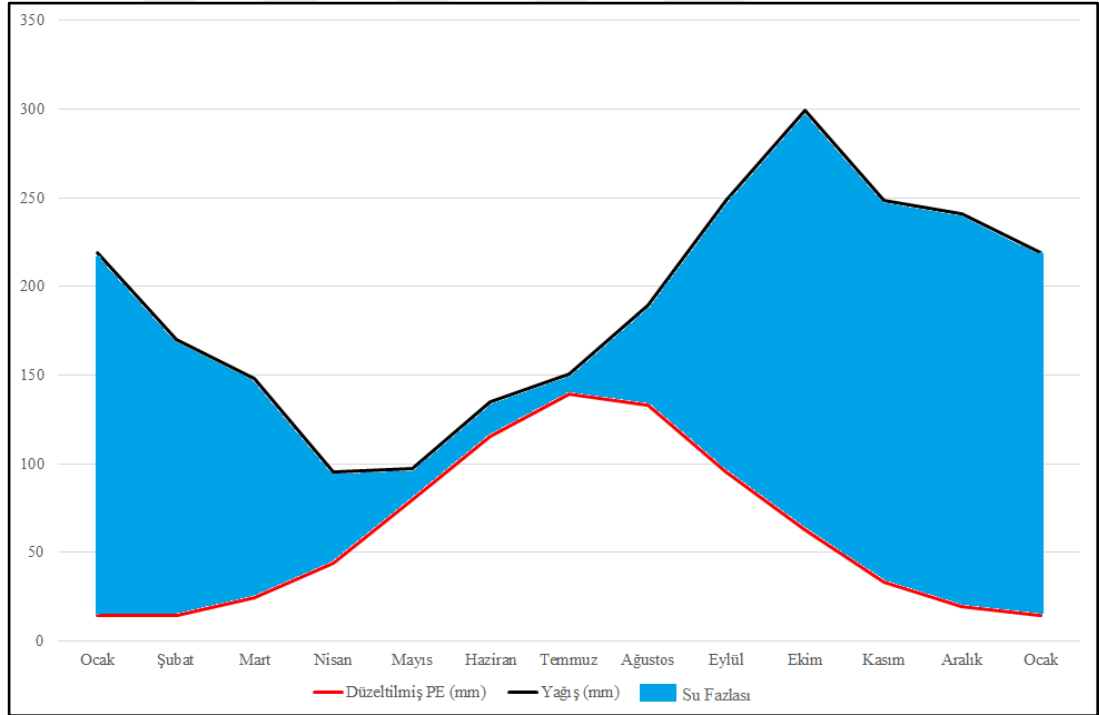
iklim sınıfı içinde yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 3.33; Şekil 3.39). Bu durum yağışın toprağı nemli tuttuğı ve toprakta sürekli su depo edildiğinin bir göstergesi olup, bitkilerin su kuraklığı yaşamadığının bir göstergesidir.

Pazar istasyonunun uzun yıllık aylık ortalama sıcaklık ve aylık ortalama yağış verilerine de Rize istasyonuna benzer bir durum oluşturmuştur. Pazar'da tesirlik indisi “A, B'2, r, b'4” yani “**çok nemli, 2. Derece mezotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan**” bir iklim sınıfı içinde yer aldığı belirlenmiştir (Tablo 3.34; Şekil 3.40). Her iki istasyonun kıyıda yer almasına bağlı olarak fazla yağış alması bu durumu oluşturmuştur. Ancak havzanın iç kısımlarında değışen fiziki şartlara (eğim, yükselti, bakı) bağlı olarak bu durumun değışebileceğı ve farklılık gösterebileceğı göz ardı edilmemelidir.

Bitkiler için önemli olan yağışlar, yetişme devresinde düşen yağışlardır. Bu devrede suyun azlığı ve çokluğu bitki hayatını sınırlayan bir faktör olarak belirlemektedir (Dönmez, 1985: 54). İki istasyona ait Thornthwaite formülüne göre su bilançosu diyagramları incelendiğinde potansiyel evapotranspirasyonun arttığı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yağış miktarı da artmaktadır. Bu durum, toprakta su fazlalığı oluşturarak bitkilerin yetişme döneminde ihtiyacı olan suyun var olmasını sağlamaktadır. Bu durum, beraberinde yaz döneminde oluşabilecek su stresinden bitkileri korumaktadır.

Tablo 3.33. Thornthwaite iklim tasnifine göre Rize su bilançosu.

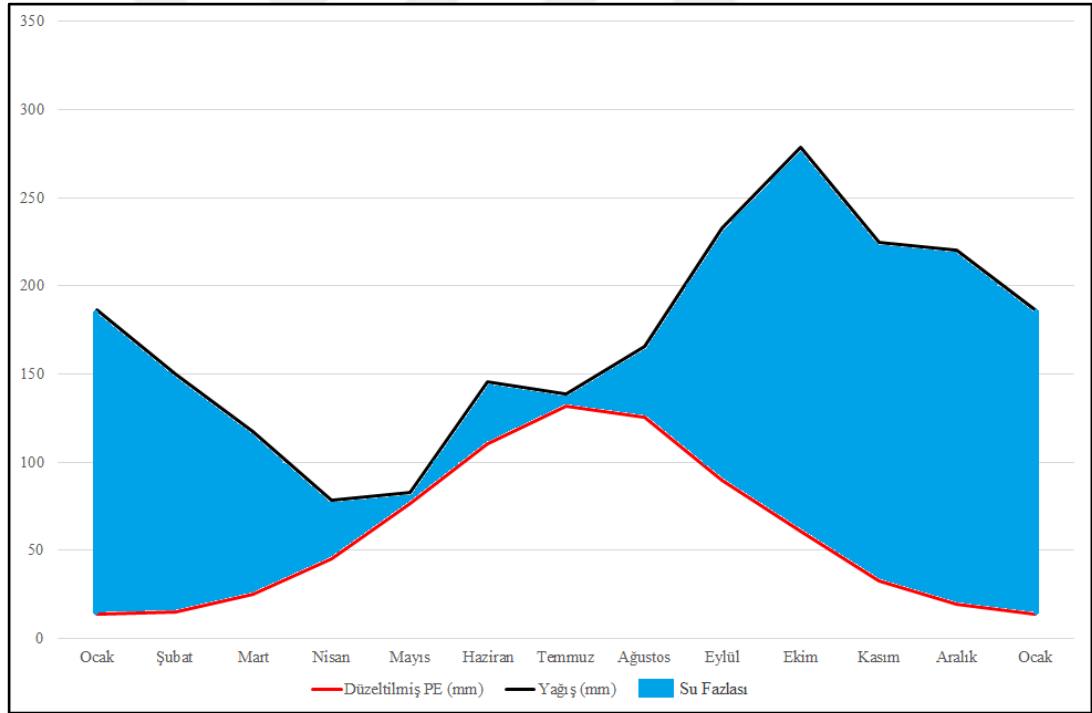
Bilanço Elemanları	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (°C)	6,7	6,7	8,3	11,7	16,1	20,5	23,1	23,4	20,5	16,4	11,9	8,5	14,5
Sıcaklık İndisi	1,6	1,6	2,2	3,6	5,9	8,5	10,1	10,3	8,5	6,0	3,7	2,2	64,2
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	17,1	17,1	23,6	39,5	63,8	91,7	109,7	111,9	91,7	65,6	40,5	24,4	696,4
Düzeltilmiş PE (mm)	14,2	14,2	24,3	43,8	79,7	115,5	139,4	133,1	95,4	62,9	33,2	19,5	775,1
Yağış (mm)	221	170,7	147,4	95,9	97,9	135,9	150,6	188,4	245,8	296,6	249,2	240,8	2239,9
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Birikmiş Su (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14,2	14,2	24,3	43,8	79,7	115,5	139,4	133,1	95,4	62,9	33,2	19,5	775,1
Eksik Su (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Fazla Su (mm)	204,8	155,9	124,0	51,3	17,6	19,6	11,5	56,1	153,0	236,6	215,1	221,3	1466,9
Akış (mm)	102,4	180,4	140,0	87,7	34,4	18,6	15,6	33,8	104,6	194,8	225,8	218,2	1356,2
Nemlilik oranı	14,5	11,0	5,1	1,2	0,2	0,2	0,1	0,4	1,6	3,8	6,5	11,3	



Şekil 3.39. Rize'nin Thornthwaite iklim tasnifine göre su bilançosu diyagramı.

Tablo 3.34. Thornthwaite iklim tasnifine göre Pazar su bilançosu.

Bilanço Elemanları	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (°C)	6,2	6,5	8	11,4	15,2	19,6	22	22,3	19,4	15,6	11,3	8,1	13,8
Sıcaklık İndisi	1,4	1,5	2,0	3,5	5,4	7,9	9,4	9,6	7,8	5,6	3,4	2,1	59,6
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	16,9	18,1	24,4	40,4	61,0	87,7	103,5	105,5	86,4	63,3	39,9	24,8	671,9
Düzeltilmiş PE (mm)	14,0	15,0	25,1	44,9	76,4	110,7	131,6	125,5	89,9	60,6	32,7	19,8	746,3
Yağış (mm)	182,7	144,7	121,6	79,6	82,1	140,6	142,1	173,5	238,3	284,1	240,8	227,4	2057,4
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Birikmiş Su (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14,0	15,0	25,1	44,9	76,4	110,7	131,6	125,5	89,9	60,6	32,7	19,8	746,3
Eksik Su (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fazla Su (mm)	172,5	135,2	92,4	33,7	6,2	35,2	6,9	40,2	143,2	217,8	191,9	200,2	1275,3
Akış (mm)	86,2	153,8	113,8	63,0	20,0	20,7	21,0	23,5	91,7	180,5	204,8	196,0	1175,2
Nemlilik oranı	12,3	9,0	3,7	0,7	0,1	0,3	0,1	0,3	1,6	3,6	5,9	10,1	



Şekil 3.40. Pazar'ın Thornthwaite iklim tasnifine göre su bilançosu diyagramı.

3.3. Hidrografya Özellikleri

Dünya üzerindeki su varlığı, iklim ve yer kabuğunun jeolojik-jeomorfolojik özellikleri ile şekillenmektedir. Doğal çevrenin, yaşamın en önemli unsuru arasında yer alan su, yeryüzünü aşındırmakta ve şekillendirmektedir. Bunun yanında bir alandaki suyun varlığına bağlı olarak da toprak ve bitki örtüsü özellikleri farklılıklar kazanmaktadır. Bu nedenle Fırtına Deresi Havzasında toprak, bitki örtüsü, jeomorfolojik birimler gibi coğrafi özellikleri açıklamak için hidrografya özelliklerin ortaya konulması da önem taşımaktadır.

Yaşam gereği her canlı türünün su isteği farklıdır. Bu hususta bitkilerin tür zenginliği, fiziki gelişimi ve hayati faaliyetlerinde su varlığı önemli unsurdur. Çünkü topraktaki mineralleri almalarında ve fotosentez yapabilmelerinde su gereklidir. Bunun yanında su, ağaç türlerinin yayılışını, fizyolojik gelişimini ve yıllık halka oluşumunu da doğrudan etkilemektedir (Akkemik, 2004).

Çalışmanın bu bölümünde Fırtına Deresi Havzasının akarsu drenaj özellikleri ve akım-rejim özellikleri incelenmiştir. Bilindiği üzere Karadeniz Bölgesi, Türkiye’de akarsu ağının en yoğun olduğu bölgedir. Yüksek yağış miktarı, engebeli yapı, artan yükselti şartları, dar ve derin vadilerin varlığı akarsu ağı sıklığını bu bölgede arttırmaktadır. Fırtına Deresi Havzası da 1.150 km²’lik su toplama alanı ile Doğu Karadeniz Bölümü’nün en büyük akarsu havzalarından biridir. Ardeşen ilçe merkezinden geçerek denize dökülen Fırtına Deresi Kaçkar Dağları’na doğru birçok ikincil akarsu kolluna sahiptir. Havzada sürekli, süreksiz akarsuların yanında, sirk gölleri, kaynaklar ve yeraltı suları diğer hidrografik birimleri oluşturmaktadır. Akarsuyun debisi, yüksek eğim değerleri ve yüksek yağış miktarının etkisiyle artmaktadır. Havzanın hidrografik özellikleri akarsular, göller ve yer altı suları şeklinde üç alt başlık altında incelenmiştir.

3.3.1. Akarsular

Akarsular, doğal bir yatak içinde akan su kütleleri olarak ifade edilmektedir (Hoşgören, 2010). Bölgeden bölgeye fark göstermekle birlikte bir akarsuyun oluşumunda; iklim, zeminin litolojik özellikleri, jeomorfolojik özellikler, yeraltı suları, kaynaklar, göl gidegenleri etkili olmaktadır. Karadeniz Bölgesi’nin kuzey aklanları denizden gelen nemli hava kütleleri ve jeolojik-jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak çok miktarda yağış almaktadır. Bu yağışlar, eğim değerlerinin yüksek olduğu yamaçlar boyunca vadilere akmakta ve yoğun bir akarsu ağı oluşturmaktadır.

Karadeniz'in kıyı çizgisinden başlayıp Kaçkar Dağları'nın kuzey akları boyunca birçok kollara ayrılan Fırtına Deresi, bölümün en önemli akarsularındandır. Fırtına Deresi daha güneye doğru Durak, Tunca, Hala, Palovit, Elevit ve Hemşin derelerini almaktadır. Yatak eğimlerinin fazla olması akarsuların hızlı akış göstermelerine ve boylarının kısa olmasına neden olmuştur. Akarsuların büyük kısmı kaynağını; yağış ve kar erimeleri dışında, Kaçkar Dağları ve Soğanlı Dağları'ndaki sirk göllerinden, yeraltı su kaynaklarından ve yağışlardan almaktadır. Havzadaki sürekli akarsuların gerçek toplam uzunlukları 1.007,6 km'dir. Hemşin deresinden itibaren ölçüldüğünde en uzun akarsu 48,3 km ile (%4,8) Fırtına Deresi'dir. Fırtına Deresi'nin Karadeniz'e dökülmesine 5,2 km kala ana akarsuya katılan Durak Deresi 33,6 km (%3,3) ile ikinci uzun akarsudur. Sırasıyla uzunluğu nispeten fazla olan akarsular 26,3 km (%2,6) ile Tunca Deresi; 22,8 km (%2,3) ile Hala Deresi; 21,6 km (%2,2) ile Palovit Deresi; 14,7 km (%1,4) ile Hemşin Deresi; 13,3 km (%1,3) ile Elevit Deresi'dir (Tablo 3.35).

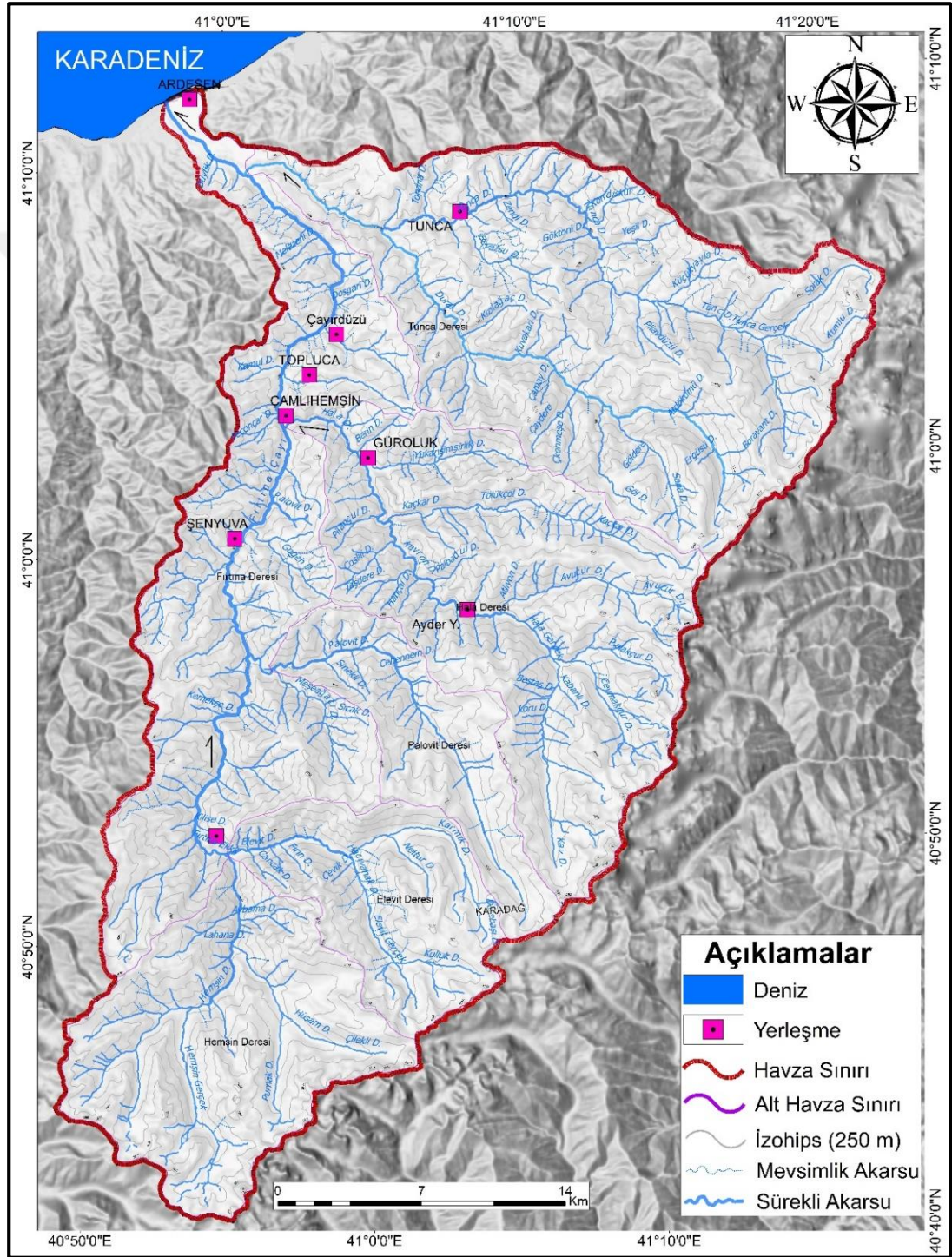
Tablo 3.35. Fırtına Deresi Havzası akarsularının uzunlukları.

Akarsu Adı	Gerçek Uzunluk (km)	Yüzde (%)
Fırtına Deresi	48,3	4,8
Durak Deresi	33,6	3,3
Tunca Deresi	26,2	2,6
Hala Deresi	22,8	2,3
Palovit Deresi	21,6	2,2
Hemşin Deresi	14,7	1,4
Elevit Deresi	13,3	1,3
Diğer Akarsular	827,1	82,1
Toplam	1.007,6	100

3.3.1.1. Akarsu Ağı, Drenaj ve Çatallanma Özellikleri

Havzanın güney sınırını oluşturan Doğu Karadeniz Dağları'nın uzanırları GB-KD doğrultudadır. Bu nedenle ana akarsuya katılan yan kollar çoğunlukla kuzeybatı yönlü akmaktadır. Bu yan kollar paralel akarsu ağı şeklinde Fırtına Deresi'ne katılarak kuzeydoğu yönlü bir akışa geçmektedir. Ana akarsuyun kuzeydoğu yönlü akışı Karadeniz'e dökülmeye 12,4 km kala (Şehitlik ve Pınarlı yerleşmeleri arasında) kuzeye doğru kavışmakta, ardından kuzeybatı yönlü akışa geçmektedir (Şekil 3.41).

Akarsu ağı oluşumunda ve gelişiminde çeşitli etmen ve süreçler rol oynamaktadır. Bu hususa ait en önemli roller yapı (litolojik-tektonik) ve topografya özelliklerine aittir (Hoşgören, 2010). Topografyanın farklılık gösterdiği alanlarda akarsu ağı değişik şekiller çizmektedir. Havzada, hâkim akarsu ağı dandritik (dendritik) şekildedir (Şekil 3.41). Bu drenaj tipinde söğüt dalları gibi düzensiz olarak her yöne doğru farklı açılarda akarsu kolları uzanmaktadır.



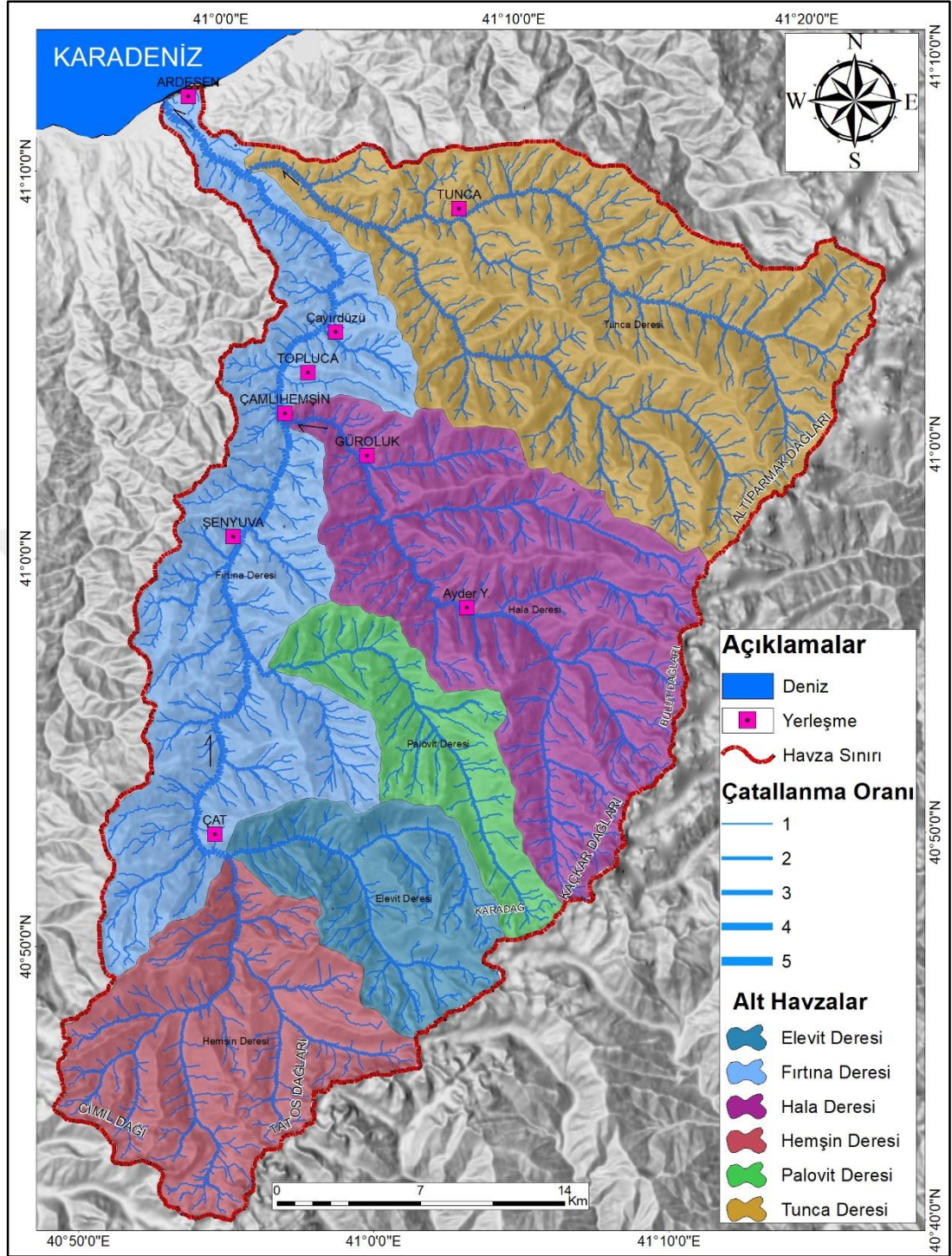
Şekil 3.41. Fırına Deresi havzası akarsu ağı haritası.

Havzadaki tali akarsular genellikle çok dik yamaçlar ile bağlantılı olarak ince, uzun drenaj desenine sahip olup ana akarsu olan Fırtına Deresi'ne dar açılarla katılmaktadır. Havzada Hala, Palovit ve Elevit alt havzalarında fay ve olası fay alanlarında kancalı akarsu ağı özellikleri de bulunmaktadır. Ana akarsuya bağlanan bazı kolların akış yönünün tersi yönünde bir göstermesi akarsulara kanca görünümü kazandırmıştır. Havzanın yüksek kesimlerinde yer alan kuzey-güney uzantılı buzul vadileri akarsu drenajını tek akış yönlü kılmaktadır. Ayrıca havzada paralel ve subparalel drenaj özelliği gösteren akarsular da bulunmaktadır.

Akarsu ağının kendi gelişme düzeyini ortaya koymak adına 1964 yılında Strahler tarafından kollara ayrılma ve çatallanma oranı şeklinde sayısal formül oluşturulmuştur. Formüle göre; “*en küçük kollar 1. Diziyi (sırayı), bunların birleşmesiyle oluşan kol 2. Diziyi, ikinci sırada yer alan kolun katıldığı kol 3. Diziyi..... oluşturur.*” (Strahler, 1964 atfen Hoşgören, 2010). Formüle göre ana akarsu en sondaki diziyi yani en büyük akarsuyu oluşturmaktadır. Bu formüle göre Fırtına Deresi, 5 dizin oluşturmakta ve bu durum orta büyüklükte bir havza olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre 1. Dizin 399 kol sayısı, 2. Dizin 81 kol sayısı, 3. Dizin 16 kol sayısı, 4. Dizin 5 kol sayısı, 5. Dizin 1 kol sayısı oluşturmuştur (Tablo 3.36; Şekil 3.42). Bu netice, havzada zirvelerden ve vadilerin üst kısımlarından doğan kaynakların fazla olduğunu göstermektedir (Bayrakdar, 2006a).

Tablo 3.36. Fırtına Deresi havzası çatallanma oranı dağılımları.

Akarsu Uzunluk (km)	1.Dizin	2.Dizin	3.Dizin	4. Dizin	5. Dizin
598,7	399				
205,1		81			
111,3			16		
44,2				5	
48,3					1



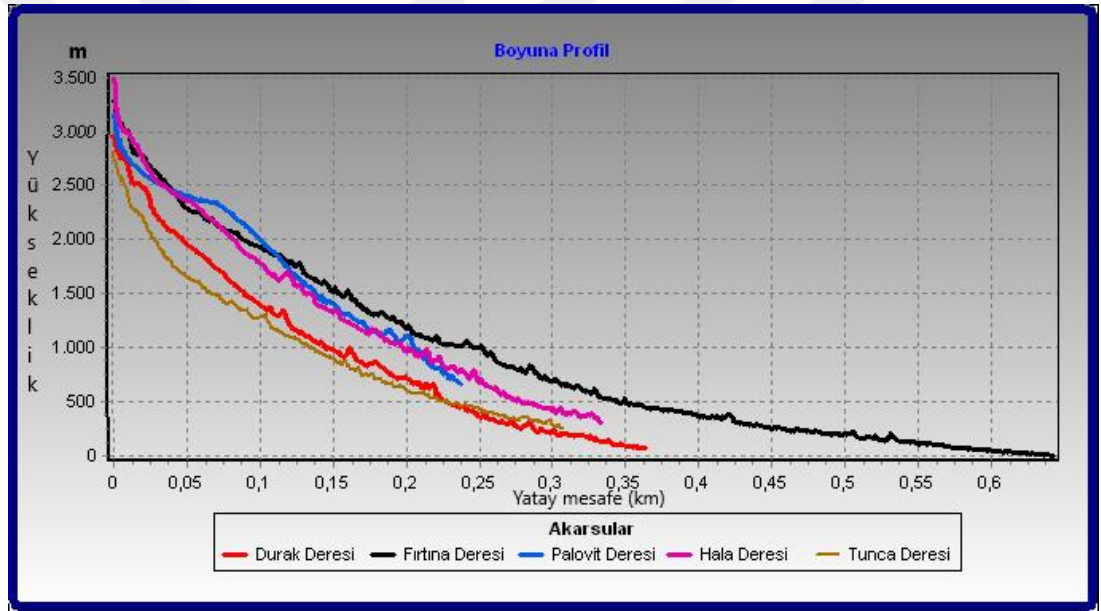
Şekil 3.42. Fırtına Deresi havzası alt havzalar ve çatallanma haritası.

3.3.1.2. Akarsu Boyuna Profil Özellikleri

Akarsuların meydana getirdiği şekillerin büyük kısmı aşındırma süreci ile ilgilidir. Aşındırma sürecinde akarsular, yataklarını derinleştirerek profiller oluşturmaktadır. Akarsuyun kaynağından taban seviyesine kadar yatağında meydana gelen uzunlamasına değişim, boyuna profil olarak bir grafiğe aktarılmaktadır. Bu

grafiğe bakılarak akarsuyun eğim kırıklıkları, ilksel topografyadan ne kadar uzaklaştığı, denge durumu gibi flüvyal şekillenme süreleri hakkında bilgi edinilebilir.

Fırtına Deresi havzasının flüvyal şekillenme sürecindeki boyuna profile bakıldığında iç bükey bir karakter çizdiği görülmektedir. Genel itibariyle akarsuların boyuna profilleri incelendiğinde düzensizliklerin olduğu görülmektedir. 3500 m - 2500 m yükselti arasında vadi tabanlarında bulunan sirk, cephe ve taban morenlerinden kaynaklı eşiklere; 2500 m - 2000 m yükselti arasında polijenik vadilerden kaynaklı eğim kırıklıklarına rastlanılmaktadır. 2000 m - 750 m arasında da eğim kırıkları görülmektedir. 750 m'den kıyıya kadar ki kesimde akarsu nispeten düzenli profil sergilemektedir. Bu düzenli uzanış tamamıyla geniş tabanlı vadilere karşılık gelmektedir (Şekil 3.43).

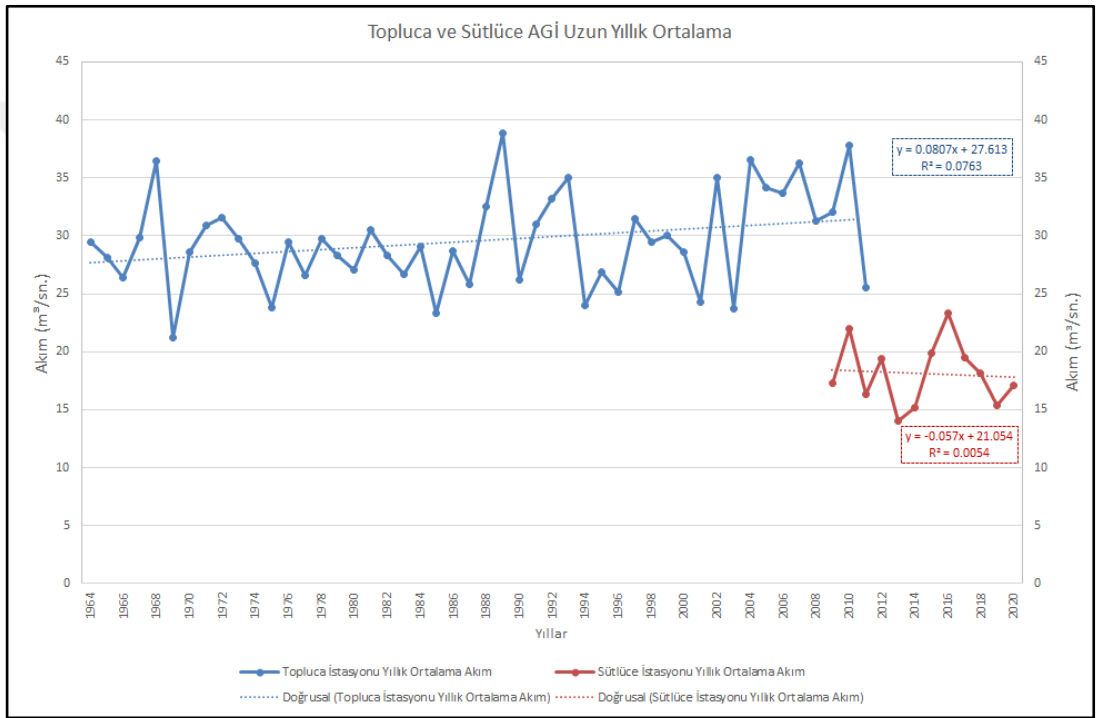


Şekil 3.43. Fırtına Deresi ve bazı kollarının boyuna profilleri.

3.3.1.3. Akarsuların Akım (Debi)-Rejim Özellikleri

Havzada akım-rejim özelliğini belirleyen temel faktör iklimdir. İklim öğeleri içinde de yağış, akım miktarının yıl içinde dağılışında etkili olan önemli coğrafi unsurdur. Havzadaki akarsu akımı, 1964'den 2011'e kadar Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından ölçülmüş 51 yıllık akım değerleri (Topluca AGİ) ve DSİ tarafından 2009-2020 yılları arasındaki 9 yıllık akım değerleri (Sütlüce AGİ) ile değerlendirilmiştir. Fırtına Deresi üzerindeki Topluca AGİ toplam 793,2 km² yağış alanına sahip olup, uzun yıllık ortalama akım 29,6 m³/sn'dir. Hodigor Çayı üzerindeki Sütlüce AGİ ise 504,6 km² alana sahip olup, uzun yıllık ortalama akım 18,1 m³/sn'dir.

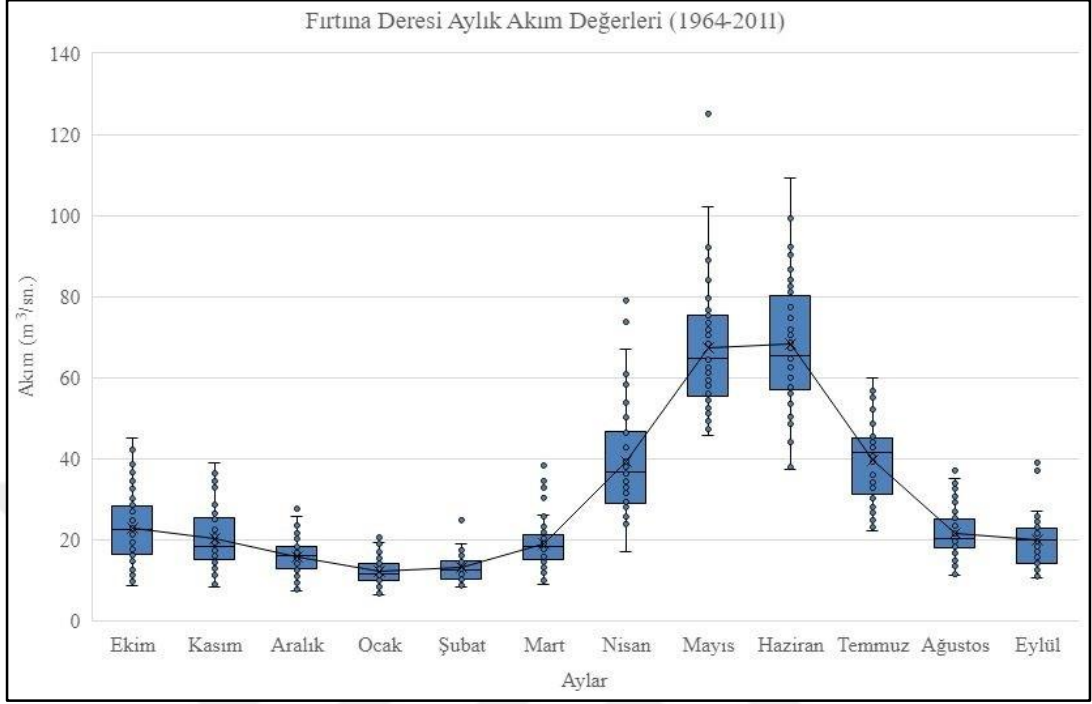
İstasyonlar arası yükselti farkı ve yağış alanından kaynaklı akım değerleri farklılık göstermektedir. Topluca AGİ'nin uzun yıllık akımı incelendiğinde en fazla akım 1968 (36,5 m³/sn), 1989 (38,8 m³/sn), 1993 (35 m³/sn), 2002 (35 m³/sn), 2004 (36,5 m³/sn), 2007 (36,2 m³/sn) ve 2010 (37,8 m³/sn) yıllarında gerçekleşmiştir. En az akım ise 1969 (21,9 m³/sn), 1975 (23,7 m³/sn), 1985 (23,3 m³/sn) ve 2003 (23,7 m³/sn) yıllarında gerçekleşmiştir. Sütlüce AGİ'de ise en fazla akım 2010 (21,9 m³/sn) ve 2016 (23,2 m³/sn) yıllarında, en az akım 2013 (14 m³/sn) ve 2019 (15 m³/sn) yıllarında olmuştur. Genel eğilimde topluca AGİ'de artış görülüyorken, Sütlüce AGİ'de azalma eğilimi gerçekleşmiştir (Şekil 3.44).



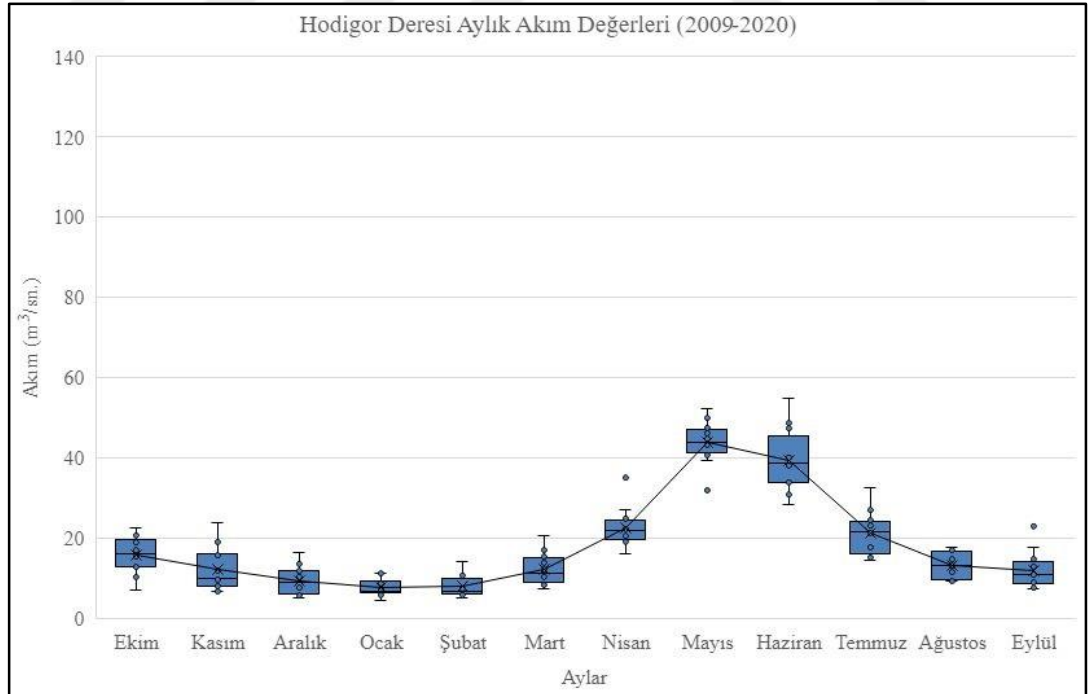
Şekil 3.44. Topluca ve Sütlüce AGİ'ye göre uzun yıllık akım değerleri.

İnceleme alanı, her mevsim yağış aldığından akım değerleri yüksektir. Havzada akarsular, daha çok yağmur sularıyla beslenmekle birlikte Kaçkar ve Soğanlı Dağları'ndaki karlar ilkbahar sonu ile yaz aylarında eriyerek akarsuyun seviyesini arttırmaktadır. Havzada, her iki istasyondaki akım değerlerine bakıldığında aralık, ocak ve şubat aylarında düşüş yaşanmaktadır. Bu aylarda düşüş yaşanmasında yağışların daha çok kar şeklinde düşmesi etkili olmaktadır. Kar erimelerinin görüldüğü ilkbahar sonu ve yaz başlarında ise akım değeri maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Nitekim nisan, mayıs ve haziran ayları akarsularda en yüksek akıma sahip aylardır. Diğer taraftan yaz aylarından kışa doğru akım değerlerinde düzenli olarak bir düşüş

yaşanmaktadır. Bu durum itibariyle Fırtına Deresi Havzası akarsularının özellikle güneyde yer alanları karlı dağ rejimi özellikleri göstermektedir (Şekil 3.45; Şekil 3.46).



Şekil 3.45. Topluca AGİ'ye ait aylık akım değerleri kutu grafiği.



Şekil 3.46. Sütluce AGİ'ye ait aylık akım değerleri kutu grafiği.

Anadolu'da buzullaşmaya (glasiyasyon) maruz kalmış dağlarda oluşan sirk göllerine dair çalışmalar sınırlıdır. Bu hususta Sarı vd., (2015) tarafından Doğu Karadeniz Dağları boyunca 59 gölde incelemede bulunmuş ve göllerin morfometrik özellikleri belirlenmiştir (Sarı vd., 2015). Çalışmada, Fırtına Deresi Havzasında 23 göle ait rakım, yüzey alanı, maksimum derinlik, kıyı çizgisi değişimi gibi birçok özelliklere değinilmiştir. Morfometrik özellikler arasında Çermeş Karagöl 32,7 m ile en derin göl olarak ölçülmüştür. Tüm bu hususlar doğrultusunda topografya, uydu görüntüleri ve arazi kullanımları görüntülerinden elde edilen bilgiye göre havzada irili ufaklı 115 adet göl bulunmaktadır. Bu göllerin büyük çoğunluğu sirk gölü oluşumlu olmakla birlikte moren seti göl oluşumuna da rastlanmaktadır. Tarihi değişkenlik gösteren uydu görüntülerine göre bütün göllerin toplam alanı 1.639.575,1 m²'dir. Bu rakamsal ifade de mevsimlik hava şartlarının durumu göz ardı edilmemelidir. Göl alanlarında değişkenlik söz konusu olabilmektedir. Bu değişkenlik düşünülerek genel bir değerlendirme yapıldığında havzada en büyük yüzey alanı yaklaşık 81,879 m² ile Ambar Göl'e aittir. Bu gölü sırasıyla 76,796 m² ile Kapılı, 58.026 m² ile Çermeş, 56,769 m² ile Sarınçof gölleri izlemektedir (Tablo 3.37).

Tablo 3.37. Fırtına Deresi Havzasında bazı göllerin alansal dağılımı.

Göl Adı	Yükselti (m)	Alt Havza Adı	Alanı (m ²)*	Yüzdesi (%)
Ambar Göl	2421	Tunca Deresi	81.879,7	5,0
Kapılı Göl	2973	Hemşin Deresi	76.796,6	4,7
Çermeş Göl	2795	Hemşin Deresi	58.026,5	3,5
Sarınçof Göl	2835	Hemşin Deresi	56.769,3	3,5
Sulak Göl	2957	Hemşin Deresi	53.951,5	3,3
Büyük Göl	2736	Hala Deresi	51.141,6	3,1
Balıklı Göller	3002	Fırtına Deresi	50.786,7	3,0
Kara Göl	3007	Hemşin Deresi	47.198,9	2,9
Göleteği Göl	2466	Tunca Deresi	45.312,4	2,8
Diğer Göller	2400-3250	-----	1.117.711,9	68,2
Toplam	-----	-----	1.639.575,1	100,0

*Göl alanlarının ölçülmesinde en güncel Google Earth Pro görüntüleri kullanılmıştır. Görüntü tarihleri 08.09.2011 ile 17.09.2020 tarihleri arasında değişmektedir.

3.3.3. Yeraltı Suları ve Kaynaklar

Atmosferde bulunan su buharı, yoğunlaşarak yağmur, kar ve dolu şeklinde yağışlar meydana gelir. Gerçekleşen bu yağışlar, zemine belirli şartlar altında sızarak yeraltı suyunu oluşturur. Yeraltı suyunun miktarını ve coğrafi dağılışını, iklim şartları ile zemini oluşturan kayaların yapısı belirler (Erinç, 2010). Kayaların veyahut döküntü örtüsünün gözeneklilik ve geçirimlilik derecesi, yüzeye düşen suyun oranı ve derinliğini yönlendirici etki yapmaktadır. Sahada, yeraltı suyu oranı ve derinliği üzerinde asıl rolü iklim şartları üstlenmesinin yanında temel kayaç grubu olan katılışım kayaçları da belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bakıldığında katılışım kayaçlarının boşluk oranı çok azdır. Ancak kayacın çatlaklar ve diaklazlar şeklinde kesilmiş olmasının geçirimliliği arttırabileceği düşünülmektedir. Sahanın büyük kısmının özellikle geçirimliliği yüksek olan granitten müteşekkil olması yeraltı suyu oranını yükseltmiştir. Ancak bunların yanında topografik eğim değerinin yüksek olması da kaynak ve yeraltı suyu potansiyelini düşürebilir (Gültekin, 2016).

Rize ili, doğal kaynak suyu açısından Doğu Karadeniz Bölümü'nün en zengin illeri arasındadır (Koby vd., 2014). Bölümde yayılış gösteren granit ve türevi kayaçlar doğal su kaynakları açısından düzenli bir rejim göstermektedir (Bayrakdar, 2006a). Havzadaki doğal kaynaklar, meteorik sulardan doğrudan beslendiği gibi akarsu, sirk gölleri gibi su kütlelerinin tabanlarından dolaylı olarak da beslenmektedir.

Yeraltı suyunun çıkışı, topografya yüzeyinin akiferi kestiği yere, geçirimli-geçirimsiz tabaka durumuna, litolojik özelliklerdeki farklanmalara bağlıdır. Araştırma sahasında bu özelliklere binaen fay kaynaklı sıcak su kaynaklarına rastlanılmaktadır. Sıcak su kaynağının en güzel örneğini Ayder Kaplıcaları oluşturmaktadır. Kaplıca Çamlıhemşin ilçesine bağlı Ayder Yaylası'nda bulunmaktadır. Sahada, Üst Kretase yaşlı Hemşindere formasyonu adı altında andezit, bazalt lav ve piroklastikleri, bu formasyonu kesen Ayder Granitoyid (granit-granodiorti-mikrogranit) intrüzifi ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozu bulunmaktadır (Göçmez vd., 2007; Gürsel, 1991). Ayder sıcak suları, doğu-batı yönlü ana fay ile bu faya dik gelişen KD-GB yönlü fayların kesişim yerlerinden boşalmaktadır (Göçmez vd., 2007). Bu sıcak su kaynakları Kavron Deresi'nin kuzeydoğu yamacında bulunmakta olup su sıcaklığı 33 °C ile 43 °C arasında değişmektedir. Diğer taraftan Göçmez vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada, söz konusu sıcak su kaynağının özelliklerini "*kaynak sıcaklıkları 33-53 °C, debileri 2-14 l/s, pH değerleri 8.6 - 9.2 elektriksel iletkenlik değerleri 157-*

255 μ mho/cm, toplam mineralizasyonları ise 104.8-143.2 mg/l arasında” değiştiği ifade edilmiştir (Göçmez vd., 2007).

3.4. Toprak Özellikleri

Toprak, ana materyalin fiziksel ve kimyasal yollarla ayrışma ve çözünmesiyle, içerisinde flora ve fauna barındıran, bitkilerin beslenmesini sağlayan, birkaç mm ve m arasında kalınlığı değişen canlı ve dinamik bir unsurdur. Toprağı oluşturan elemanlar; hava, su, canlılar, organik ve inorganik maddelerdir. Toprağın oluşum sürecinde iklim, ana materyal, topografya, biyotik ve zaman faktörleri etkili olmaktadır. Özellikle inceleme alanının bulunduğu konum ve coğrafi çevre şartları bu faktörlere farklı karakterler kazandırmakta ve topraktaki farklılaşmayı arttırmaktadır. Topraktaki bu durum, canlı bir unsur olan bitkilerin yapısını ve dağılışını etkilemektedir.

Toprak, bitkiler için önemli bir ekolojik faktördür. Yine, toprak bitkilerin tutunması, su ve besin faaliyetlerinden yararlanması yönüyle son derece önemlidir. Bitkilerin gelişip büyüye bilmesi için sıcaklık, ışık, hava gibi dış faktörlerin yanında nitrojen, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum gibi iç faktörlerin de bulunması gerekir (Atalay, 1982). Bunun yanında toprağın katı fazını oluşturan kil, mil ve kum boyutundaki tekstür özellikleri ile bu boyuttaki malzemelerin birleşmesini (agregasyon) ifade eden strüktür özellikleri de önemlidir. İfade edilen bu özellikler ışığında toprağın tipi, derinliği, taşlılık oranı değişmekte, bu durum ise bitkilerin özellikle ağaçların gelişimini etkilemektedir. Toprağın oluşumunda statik bir faktör gösteren topografyanın, toprak kalınlık oranında ve taban suyu seviyesinde etkisi büyüktür. Havzada eğim değerlerinin yüksek olması, sığ ve taşlıklı bir toprak katmanını oluşturmaktadır. Buna karşın akarsu tabanlarında eğimin düşük olduğu kesimlerde kalın ve taban su seviyesi yüksek toprak profili oluşmaktadır. Taban su seviyesinin yüksek olduğu yerlerde ağaçlardaki yıllık halkaları, iklim değişimine fazla tepki vermezler (Doğan, 2014). Bu nedenle eğimin fazla olduğu, sığ ve taşlı topraklarda yıllık halkalar su noksanlığını daha iyi yansıtmaktadır. Yani yağışın bol olduğu yıllarda halkalar geniş iken az olduğu yıllarda ise halkalar dar olmaktadır (Akkemik, 2004). Buna bağlı olarak örnek seğim alanı genelde eğimli sahalarda olmaktadır.

Fırtına Deresi Havzasının toprak özelliklerinin belirlenmesinde ve haritalanmasında KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü) tarafından 1993 yılında hazırlanan il arazi varlığı raporundan ve bu rapora dayanarak oluşturulmuş sayısal

toprak haritalarından yararlanılmıştır. Ayrıca arazi çalışmalarında elde edilen bilgiler de eklenerek toprak dağılışı ve özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Fırtına Deresi Havzasında başta iklim olmak üzere anakaya, yamaç eğimi, drenaj, yükselti, bitki örtüsü ve beşeri faaliyetlere bağlı olarak farklı tipte toprakların oluştuğu görülmektedir. Drenajın iyi, eğimin az, kısmen de yoğun vejetasyon alanlarında iklim koşullarına bağlı olarak zonal topraklar gelişme gösterirken eğimin fazla olduğu, yüksek alanlarda ana kayanın özelliğinde intrazonal topraklar oluşmuştur. Ayrıca, eğimin az olduğu yamaçlarda, devamlı taşkın ve millenmeye uğrayan taşkın ovalarında belirgin horizonlaşma özelliği göstermeyen azonal topraklar gelişmiştir. Bu özellikler altında havzada üç gruba dâhil olan topraklar yayılışı göstermektedir. Zonal topraklar içerisinde: Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar, Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları ve Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar; Intrazonal topraklar içerisinde: Yüksek Dağ Çayır Toprakları; Azonal topraklar içerisinde ise: Alüvyal ve Kolüvyal topraklar bulunmaktadır (Şekil 3.48).

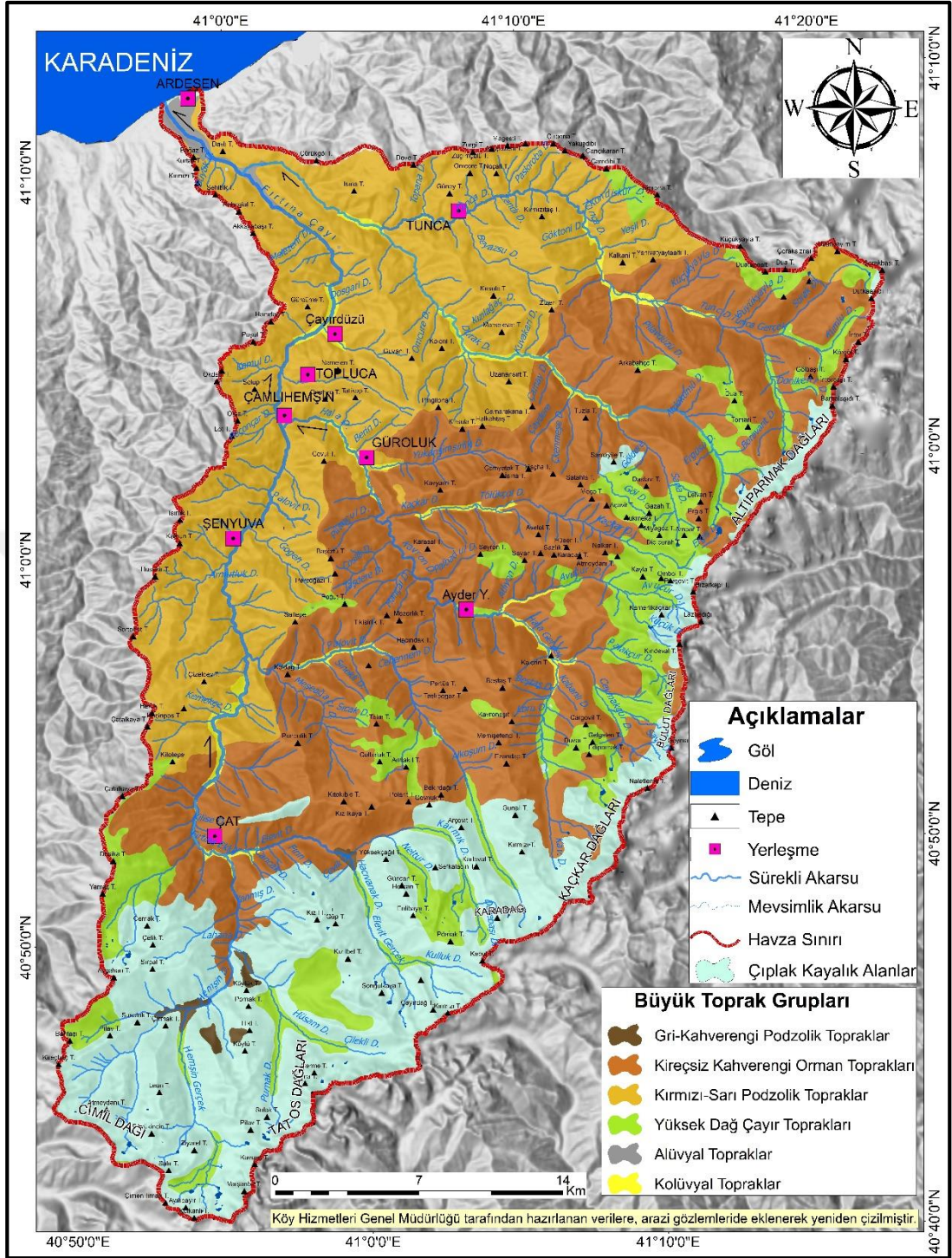
3.4.1. Büyük Toprak Grupları

3.4.1.1. Zonal Topraklar

3.4.1.1.1. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar

Genellikle orta enlemlerin tarım toprakları olarak bilinen gri-kahverengi podzolik topraklar, B horizonunda kil birikiminin olduğu, asit reaksiyon gösteren nemli-soğuk iklimlerin toprak grubudur. Bu toprakların A horizonunda yıkanma, B horizonunda ise birikim hüküm sürmektedir (Atalay, 2016). Podzollaşmanın hafif sürdüğü gri kahverengi topraklarda, A, B ve C horizonları bulunmakta ve yapraklarını mevsimlik toptan döken ağaçlardan oluşan ormanlar (meşe, kayın, akçaağaç gibi) altında iyi gelişim sergilemektedir. Bu topraklarda, ağaçlardan düşen dal, yaprak gibi organik döküntüler yüzeyde yaklaşık 5-10 cm'lik bir humus katı oluşturmaktadır (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1988). Ayrıca bu topraklara kireç ve gübre verildiğinde yüksek verimli toprak haline gelmektedir (Mater, 2004).

KHGM tarafından hazırlanan haritaya göre gri-kahverengi podzolik topraklar Fırtına Deresi Havzasında 4,3 km²'lik (%0,38) bir alana sahiptir. Çoğunlukla Hemşin Deresi alt havzasında bu topraklara rastlamak mümkündür. Kurdoğlu (2002) yaptığı çalışmada bu toprağın genellikle bazalt anakaya üzerinde görüldüğünü ve tamamının 585 Ha yer kapladığını, bunun 437 Ha'nı Çamlıhemşin'de bulunduğunu belirtmektedir (Kurdoğlu, 2002).



Şekil 3.48. Fırtına Deresi Havzasının toprak dağılışı haritası.

3.4.1.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Kireçsiz kahverengi orman toprakları, yıllık yağış miktarının 600 mm'nin üzerinde olduğu alanlarda ve orman örtüsü ile kaplı olan sahalarda yayılış gösterir. A, B ve C horizonuna sahip olan bu topraklarda yıkanmanın fazla olmasından dolayı kireç oranı azdır. Toprağın üzerinde yaprağını döken ormanlar ile iğne yapraklı ormanların olması toprağı organik madde bakımından zengin kılmaktadır. Topraktaki

bu organik maddeler çok çabuk ayrışmaktadır. Ayrışan maddeler kil, humus ve demir ile kompleks bir yapı oluşturarak toprağın rengini koyulaştırmaktadır. Genellikle A horizonu iyi oluşmuş ve gözenekli bir yapıdadır. Bu horizonta toprağın rengi kahverengi iken yüksek yerlere doğru koyu kahverengini almaktadır. Arazi çalışmaları sırasında elde edilen bilgilere göre ise B horizonu zayıf oluşumludur. Granüler veya yuvarlak köşeli blok yapıdan müteşekkil bu horizonta, kısmi kireç birikimi toprağın rengini açık kahverengine ya da açık sarımsı renge çevirmektedir. Ayrıca üst topraklarda olan hafif asidik (pH 6-6,5) toprak reaksiyonu alt kısımlarda daha asidik bir karaktere bürünmektedir (KHGM, 1988; Kurdoğlu, 2002; Bayrakdar, 2006). Bu asidik özelliğin oluşmasında toprakların koloidal bileşiklerinde, absorbe edilmiş katyonları yavaş yavaş kaybederek toprakta hidrojen birikimini yükseltmesi etkili olmuştur (Atalay, 2016).

Kireçsiz kahverengi orman toprakları, çalışma alanında en fazla yayılışa sahip topraklardır. Yaklaşık 430 km²'lik (%37) bir alan kaplamaktadır. Konum bazı incelendiğinde bu topraklar havzanın güney kesiminde Çat, Elevelit, Tirovit, Sıraköy, Ortaköy yerleşmelerinde görülmektedir. Kireçsiz kahverengi orman toprakları inceleme alanında güney sınır boyunca batıdan doğuya doğru bir yayılış göstermektedir. KHGM tarafından hazırlanan arazi varlığı haritası incelendiğinde sahada bu toprakların vadi yataklarından yüksek kesimlere doğru 650 m ile 3000 m yükselti basamağı arasında yayılış gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu yükselti kademelerinin arasının dik ve arızalı bir yapıda olması, toprağa sığ ve çok sığ karakter kazandırmıştır. Dendrokronolojik araştırmaya ait çoğu örnekler bu toprak üstünde gelişen ağaçlardan alınmıştır.

3.4.1.1.3. Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar

Doğu Karadeniz Bölümü'nün sahil şeridinden 600 m'lere kadar yaygın olarak görülen toprak çeşididir. Bu topraklar, iyi gelişime sahip olup, iyi drene olmasıyla asit reaksiyon göstermektedir. Yağışın ve sıcaklığın fazla olmasının yanında yaprağını döken türdeki ormanların varlığı toprak biçiminde etkili rol oynamaktadır. Kırmızı-sarı podzolik toprakların bulunduğu sahalarda yazların sıcak kışların ılık geçmesi bakteri faaliyetini artırmakta beraberinde organik madde içeriğini düşürmektedir (Atalay, 2016). Toprağın oluşumunda podzollaşma ve lateritleşme süreci hâkim olmaktadır. A, B ve C horizonu bariz olarak görüldüğünden zonal toprak grubu içerisinde yer almaktadır. Bu topraklarda, A₀ horizonu mull humus formunda;

A₁ horizonu ince koyu renkli gözenekli kramp formunda ve A₂ horizonu eğer erozyonla taşınmamış ise sarımsı gri renkte ve asidik reaksiyondadır. B horizonu ise kırmızıdan sarıya doğru yuvarlak köşeli blok yapı arz etmektedir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993). Rengin bu şekilde değişmesi, toprak içerisinde yer alan demirin oksitlenmesinden ileri gelmektedir. Ayrıca, A horizonunda yıkanarak gelen killer B horizonunda birikmektedir. Şiddetli yıkanmanın hüküm sürdüğü sarı podzolik topraklarda, uzun lifli, geniş yapraklı ağaç ve ormanların yetişmesine elverişli yapı oluşmaktadır (Atalay, 2016).

Kırmızı sarı podzolik topraklarda ana madde kum taşından şistlere; kalkerden volkanik kayalara kadar çok çeşitlilik arz etmektedir. Bu toprak tipi çalışma sahasında Mesozoyik yaşlı bazalt, andezit lav ve piroklastlarının yayılış gösterdiği jeolojik formasyonlar üzerinde bulunmaktadır. Havzada 325.8 km² (%28) alanla en fazla yayılışa sahip ikinci topraktır. Sahil şeridinden iç kısımlara doğru 1.500 m yükseltilere kadar çıkmaktadır. Toprak üzerinde geniş yapraklı ağaçlar geniş ile kısmi olarak iğne yapraklı ağaçlar yer almaktadır

Kırmızı sarı podzolik topraklar, düşük verimlilikte olup tarım yapılabilmesi için ıslah edilmesi, kireç bulunmadığından kalsiyumca zengin maddelerin eklenmesi gerekmektedir (Mater, 2004). Ayrıca havzada tarımsal amaçlı olarak en çok kullanılan toprak olması şiddetli yağışlarla erozyona uğramasına neden olmaktadır.

3.4.1.2. İntrazonal Topraklar

3.4.1.2.1. Yüksek Dağ Çayır Toprakları

Yüksek dağ çayır toprakları, orman sınırının üstünde, subalpin ve alpin ot örtüsü altında gelişmiş, organik madde bakımından zengin ve asit reaksiyon gösteren topraklardır (Atalay, 2016). Bu topraklarda pedojenez süresinin 3 ya da 4 ay sürmesinden dolayı ayrışma olayları sınırlıdır. Bu nedenle A ve C horizonlu toprak profili oluşmaktadır. Yüksek irtifalarda görülen bu topraklar kötü drenaja sahip olup soğuk iklim şartları altında kısmen gleyleşme ve kısmen de kalsifikasyon işleme ile şekillenmektedir. Toprak sığ ve genellikle taşlı olmaktadır. Üst toprak koyu kahverengi veya gri kahverengiden siyaha kadar renge, çok miktarda organik maddeye, granüler veya gözenekli yapıya sahiptir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993). Bu toprakların yer aldığı sahalarda sık ve kalın çayır vejetasyon örtüsü yer almaktadır. Çayırlar arasında mevsimlik çok çeşitli çiçekler yeşermekte, bu sahalarda yaz aylarında otlak alanı olarak kullanılmaktadır.

Araştırma sahasında bazalt ve granodiyorit kayaç üzerinde gelişme gösteren yüksek dağ çayır toprakları, 126 km²'lik (%1) bir alan kaplamaktadır. İnceleme alanında 2.000 m'den 3.500 m'lere ulaşan yükselti kademeleri arasında bu topraklara rastlamak mümkündür. Ayrıca buzulların aşındırması ile parçalanmış çakıllı depolar üzerinde bu tür topraklar da görülebilmektedir.

3.4.1.3. Azonal Topraklar

3.4.1.3.1. Alüvyal Topraklar

Alüvyal topraklar, akarsuların taşıyarak mansapta veya eğimin azaldığı yerde biriktirdiği ince boyutlu (kum ve mil) malzemelerden müteşekkil genç toprak ya da depolardır. Bu toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, havzanın litolojik bileşimi ile jeolojik süreç içinde gelişen toprak taşınma (erozyon) ve biriktirme devirlerine bağlı olup, heterojendir. Alüvyal topraklar hem yatay hem de dikey yönde devamlı bir değişim göstermektedirler. Dikey yönde belirli bir horizonlaşma göstermeseler de değişik özellikte katlara rastlamak mümkündür. Bu durumun rastlanmasında bünye değişimi ve farklı pedojenik süreçlerin bir arada görülmesi etkilidir (Atalay, 2016).

Alüvyal topraklar, bünyelerine veya buldukları alanlara göre farklı sınıflandırılırlar. Bu gibi topraklarda üst toprak, alt toprağa belirsiz olarak geçiş yapmaktadır. İnce bünyeli ve taban suyu yüksek olan alanlarda bu toprakta düşük geçirgenlik azdır ve organik madde bakımından zengindir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993). Organik maddece zengin olması ve az eğimli sahalarda yayılış göstermesi, kültür bitkilerinin ekilip dikilmesinde elverişli şartlar sağlamaktadır.

Alüvyal topraklar, havzada Fırtına Deresi'nin denize katıldığı kesimden Şenyamaç Köyü'ne kadar (denizden yaklaşık 8 km içeride) akarsu vadi tabanı çevresinde görülmektedir. Ayrıca havzanın gerisinde geniş tabanlı vadilerde, vadi içerisinde kaide seviyesi değişikliklerinin yaşandığı alanlarda ve bazı eğim kırıklıklarının gerisinde bu tür topraklara rastlamak mümkündür.

3.4.1.3.2. Kolüvyal Topraklar

Kolüvyal topraklar, dik ve dike yakın dağların eteklerinde, birikinti konisi ve yelpazeleri üzerinde, vadilerin mansaba yakın kısımlarında yer alırlar. Bu toprakların, yerçekimi, toprak kayması, seyelan, sellenme ve yan derelerden taşınarak gelen materyallerin üzerinde oluşurlar. Toprakta sık sık hem renk hem de malzeme ebadında değişimler görülmektedir. Bu, aşınmanın etkisini mekânsal olarak gösteren

bir durumdur. (A) C profili çizen bu genç topraklarda köşeli çakıl, kum, silt gibi farklı ebatlarda malzeme birikimi olmaktadır. Bu birikim düzenli bir istiflenmeden uzaktır. Yani tane boyutunda ve istifinde herhangi bir derecelenme ve/veya boylanma söz konusu değildir.

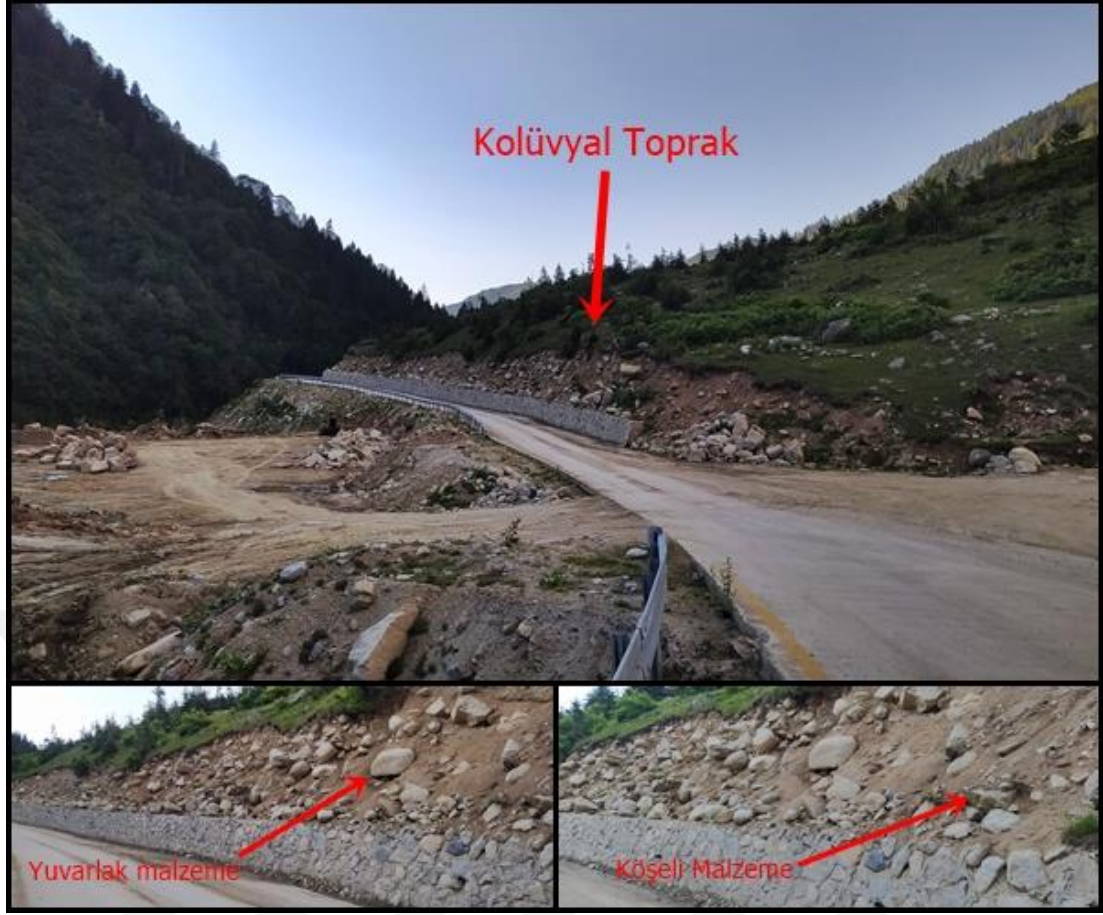
Kolüvyal topraklar, özellikleri itibariyle yüksek arazi topraklarına benzemektedir (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993). Bu toprak tipi kumlu ve çakıllı olmasından mütevellit fizyolojik derinlikleri çok fazladır (Atalay, 2016). Taşınma ve aşınmanın durduğu durumlarda en üst katta bulunan A horizonu kısmi olarak gelişme gösterebilir. Su ve hava dolaşımının iyi olduğu bu gibi fizyolojik derinliğe sahip topraklarda, ağaçlar derin (veyahut kazık) kök geliştirerek gelişimlerini mükemmelleştirebilir.

Araştırma sahasında kolüvyal topraklara Tunca Deresi alt havzası içinde yukarı vadi kenarlarında ve Dua Tepe'nin kuzeydoğu tarafında bu topraklara rastlamak mümkündür. Bunun yanında Fırtına Deresi'nin mansaba yakın bölümlerinde ve Ayder Yaylası'nın Galer Düzü mevkiinde (40°55'46.87"K - 41° 8'31.73"D) yüksek akarsu aşınım seviyeleri üzerinde bu tür topraklara rastlanmaktadır (Şekil 3.49). Rastlanılan toprakların çoğu kalın depolu olup düzensiz bir istiflenmeye sahiptir.

3.4.2. Diğer Alanlar

3.4.2.1. Çıplak Kayalık Alanlar

Yukarıda bahsedilen toprak tiplerinin yanında havzada toprak tipi olmayıp önemli bir yer kaplayan çıplak kayalık alanlara değinmek yerinde olacaktır. Rize ili içerisinde İkizdere ve Çamlıhemşin ilçelerinde en geniş yayılışa sahip (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM], 1993) bu birim, parçalanmamış veya parçalanmış sert kaya ve taşlarla kaplı alanı ifade etmektedir. Bu alanlar, üzerinde toprak örtüsü yoktur. Kaya çatlakları arasında veya kaya yüzeyindeki küçük düzlüklerde kısmi toprak bulunmaktadır. Bu kısmi toprak parçaları üzerinde de ağaçlar, çalılar ve otlar bulunabilir. Havzanın güney-güneydoğu kesiminde ve yüksek tepelik sahalarda çıplak kayalık alanlara yaygın olarak rastlanmaktadır.



Şekil 3.49. Galer Düzlüğünde yer alan kolüvyal depo içerisinde akarsu birim sürecine ait yuvarlak malzemelerin olduğu görülmektedir.

3.5. Bitki Örtüsü Özellikleri

Fırtına Deresi Havzası, Davis (1965: 16) tarafından hazırlanan vejetasyon çalışmasında Avrupa-Sibirya vejetasyon bölgesinin güneydoğu kısmında A8 karesinde yer almaktadır. Atalay'a (1983: 110) göre, Fırtına Deresi Havzası, floristik olarak "Kuzey Anadolu Fitocoğrafya Bölgesi" içerisine dâhil edilmiştir. Yine Atalay'a (2002: 37) göre, ekolojik açıdan havza "Karadeniz Bitki Coğrafya Bölgesi'ne" girer. Bu bölge Türkiye sınırları içinde Yıldız Dağları'ndan başlayarak Doğu Karadeniz Dağları boyunca Kafkasların batı bölümüne kadar uzanan bir kesimi kapsamaktadır. Avrupa-Sibirya flora bölgesi, Öksin ve Hırkaniyen olarak iki ayrı sahaya ayrılmaktadır. Öksin sahası, Karadeniz'e yakın olan batıdaki kısmı; Hırkaniyen sahası ise, İran'ın kuzeyi ile Taliş Dağları'nın bulunduğu alanı ifade etmektedir (Avcı, 1993; 2005). Öksin vejetasyon sahası, bitki türlerinin yoğun olması ve yıllık yağış miktarının doğuya doğru gidildikçe artması nedeniyle ikiye ayrılmaktadır. Sahanın sınır olarak ikiye ayrılmasında Ordu ili sınırları içerisinde yer alan Melet Irmağı baz alınmıştır.

Irmağın doğusunda kalan kısım 'Kolşik' batısında kalan kısım ise 'Öksin' olarak adlandırılmıştır (Avcı, 2005). Ancak son yıllarda hazırlanan çalışmalarda Melet Irmağı'nın bu bakımdan net bir ayırım oluşturmadığı görülmüş (Hatipoğlu, 2017) olup sınırın yeniden belirlenmesine dikkat çekilmiştir.

İki bölge net olmasa da gerek topografik gerekse yağış koşulları bakımından farklılıkların bulunması floristik ve vejetasyon özelliklerinde değişikliklere neden olmuştur. Kolşik bölge yükseltisi 4000 m'lere ulaşan dağlara ayrıca dik ve derin vadilere sahiptir. Bu durum beraberinde yağış miktarını yer yer yıllık 2400 mm'lere ulaştırmaktadır. Diğer yandan Öksin bölgede yağış miktarı Kolşik bölgeye göre daha az olmakta yükseltiler nadiren 2000 m'nin üzerine çıkmaktadır. Ayrıca Öksin bölgede dağların etek kısımlarında ve denize yakın bölgelerde dereler boyunca subasar ormanlarına rastlanılmaktadır (Kavgacı, 2020: 80). Coğrafi faktörlerin yanında iki bölge arasında orman vejetasyonu içerisinde bitki farklılığı bulunmaktadır. Bitki farklılığı, Kolşik bölgede Doğu Ladini (*Picea orientalis*) ve Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana*) ormanları, Öksin bölgede ise Batı Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojana*) ormanları şeklindedir.

Kolşik bölge içerisinde yer alan Fırtına Deresi Havzasında genel olarak Karadeniz kıyısından başlayıp ortalama 1.000 m yüksekliğe kadar kışın yaprağını döken ormanlar bulunur. Bu bölgede denize yakın kesimlerde Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*) ormanları bulunmakta olup çoğunlukla tahrip edilerek psödomaki durumunu almıştır. Bu ormanların üzerinde kestane ormanları yayılış göstermektedir. Kestane ormanlarının üzerinde ise yaklaşık 1.500 m yükseltilere kadar Doğu kayını (*Fagus orientalis*) egemenliği bulunmaktadır. Ancak fındık ve çay bahçeleri nedeniyle geniş yapraklı ormanların yayılışı daralmış ve kesintili orman floristik yapısı oluşmuştur. Akarsu vadileri boyunca kestane ve kayın ormanı kuşağında sakallı kızılalağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) egemenliğinde dere kenarı ormanları bulunmaktadır. 1.000 m civarında yayılışa başlayan doğu ladini (*Picea orientalis*) ormanları ise en yaygın iğne yapraklı Kolşik bölge ormanlarıdır. Bu ormanlar doğu kayın ormanları ile karışık orman yapısı oluşturarak 1.500 m yükseltiden itibaren saf orman toplulukları halinde üst orman sınırına kadar ulaşmaktadır. Doğu ladini ormanı ile birlikte havzada yayılış gösteren diğer iğne yapraklı türler ise Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve adi porsuktur (*Taxus baccata*).

Havzada, nemli-ılıman ile nemli-soğuk iklim şartlarının yaşanması ve yükseltisi 4000 m'leri bulan dağların varlığı bitki örtüsünü çeşitlilik açısından zengin kılmaktadır. Yıllık ortalama yağışın 1000 mm'nin üstünde olması, 2.000 m ve üzerine çıkan orman alanlarında muhtemel yıllık ortalama sıcaklığın 4 °C'nin altına düşmemesi nedeniyle havzada nemcil (higrofit) bitki toplulukları gelişim göstermiştir. Ayrıca saha orman altı florası, çalı toplulukları, geniş alpin çayırliklar ve nadir şimşir ormanları ile kendi özgü bir habitat çizmektedir. Güner vd., (1987) tarafından yapılan araştırmaya göre Kaçkar Dağları Milli Park ve çevresi, Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki endemik türlerin %30'una yakınına barındırmaktadır. Relikt bir meşe türü olan Doğu Karadeniz meşesi (*Quercus pontica*), Doğu ladini (*Picea orientalis*), Kafkas ormangülü (*Rhododendron caucasicum*), dağgülü (*Rhodothamnus sessilifolius*) ve *Daphne glomerata* havzada bulunan önemli bitki türleridir (Avcı, 2005). Bunun yanında havzada hiçbir müdahaleye maruz kalmamış, doğal gelişim ve olgunluğunu serbestçe yapmış doğal yaşlı ormanlar bulunmaktadır (Kurdoğlu, 1996). Bu doğal yaşlı ormanlar, havzada yaklaşık 4603 hektar alan kaplamaktadır (Albayrak ve Avcıoğlu, 2006). Palovit vadisi ve Çatköy civarında bu tür doğal yaşlı ormanlara yoğun olarak rastlanmaktadır. Havza tüm bu özelliklerle ekolojik açıdan Türkiye'nin 9 sıcak noktalarından birini oluşturmaktadır.

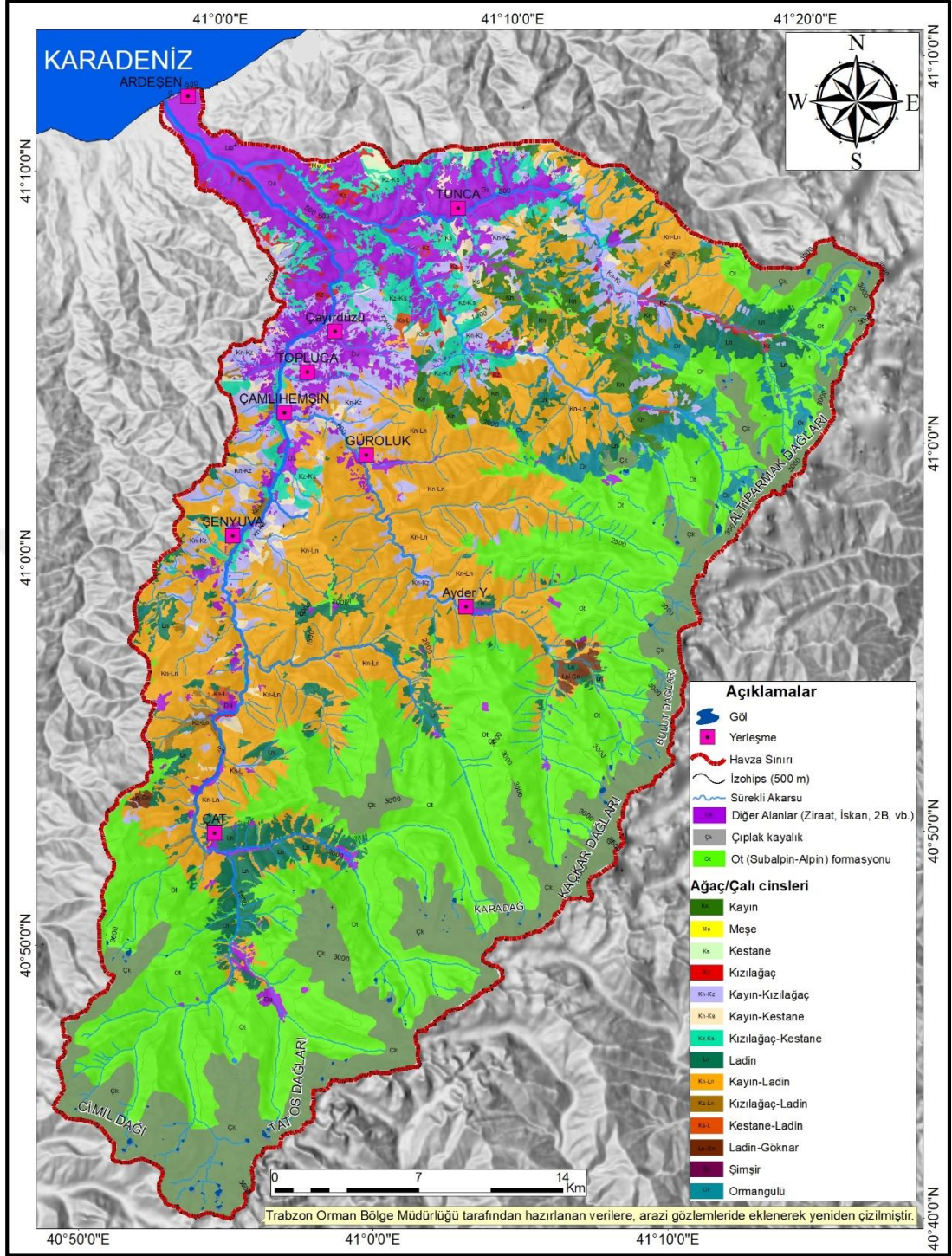
Fırtına Deresi Havzası, Karadeniz Bölgesi içinde endemik tür sayısının nispeten fazla olduğu bir havza görünümündedir. Sahada 300'den fazla endemik bitki türü bulunmaktadır (Bayrakdar, 2006a; Kurdoğlu vd., 2004). Özellikle nemli orman toplulukları içinde karışan ormangülleri (Avcı, 2004; 2005) ve endemik bir tür olarak Çamlıhemşin'de bulunan Doğu Karadeniz huşu (*Betula browicziana* A. Güner) bu konuda ilk akla gelenlerdir (Eminağaoğlu vd., 2020: 359).

Halk arasında “komar” ya da “zifin” gibi adlarla bilinen ormangülleri, gerek tohum ve gerekse vejetatif yoldan yani kök, dal ve gövde sürgünleri ile hızlı bir yayılma yeteneğine sahiptir (Atalay, 1992: 151). Ormangülleri, yetişme şartları bakımından yağış miktarının yüksek olduğu, organik madde bakımından zengin ve iyi drenaja sahip topraklarda iyi gelişim göstermektedir (Atalay, 1992; Çolak, 1997; Avcı, 2004). Türkiye'de 9 ayrı taksonla temsil edilen ormangüllerinden Kafkas ormangülü (*Rhododendron caucasicum*), beyaz çiçekli ormangülü (*R. ungeronii*), mor çiçekli ormangülü (*R. ponticum*) ile sarıçiçekli ormangülleri (*R. luteum*) Fırtına Deresi havzasında görülmektedir. Bunun yanında Albayrak ve Avcıoğlu'na göre (2006) kuş,

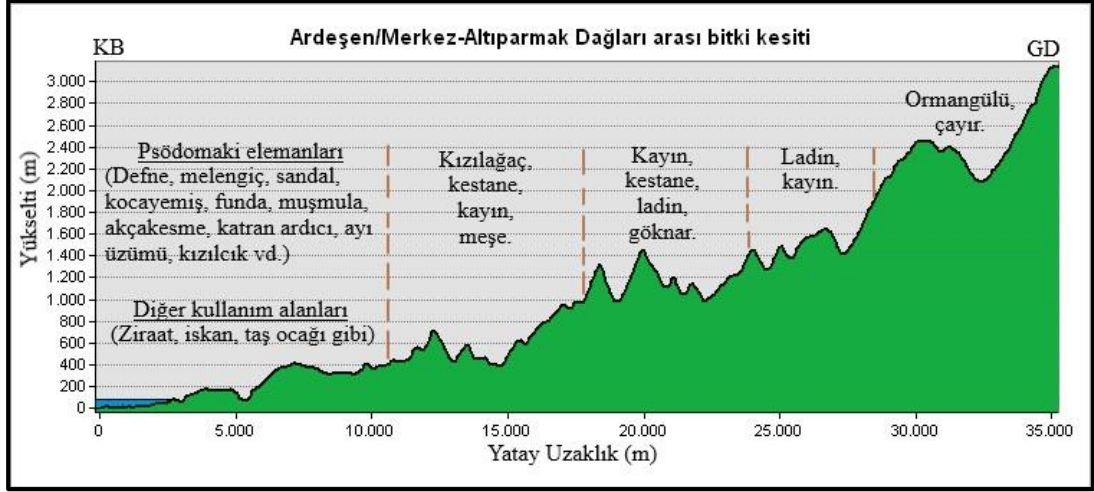
ayı ve geyik gibi pek çok canlıya besin kaynağı olan tüylü yaban gülü (*Rosa villosa*), mavi meyveli ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus*), kuş üvezi (*Sorbus aucuparia*), dağ yaban gülü (*Rosa montana*), frenk üzümü (*Ribes orientale*), tüylü kartopu (*Viburnum lantana*) gibi çalı türleri de havzanın önemli bitki çeşitliliği arasındadır.

Havzada ormanları oluşturan ibrelili ve geniş yapraklı ağaçlar özellikle 1000-1500 m'ye kadar karışık durumdadır (Şekil 3.50). Bu bakımdan ağaç türlerine göre ayrı ayrı ayırmak zor olmaktadır. Buna bağlı olarak bu bölümde vejetasyon formasyonları; Orman formasyonu (ladin, göknar, kayın, kestane gibi), çalı formasyonu (psödomaki) ve ot formasyonu (yüksek dağ [alpin] formasyonu) olarak üç başlıkta incelenecektir. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı orman işletme şefliklerine ait mdb. uzantılı orman amenajman verilerinden, havzaya ait uydu görüntülerinden ve arazi çalışması sırasında yapılan gözlemlerden yararlanarak bitki örtüsü haritası ve yükselti kademesine göre bitki profilleri oluşturulmuştur.

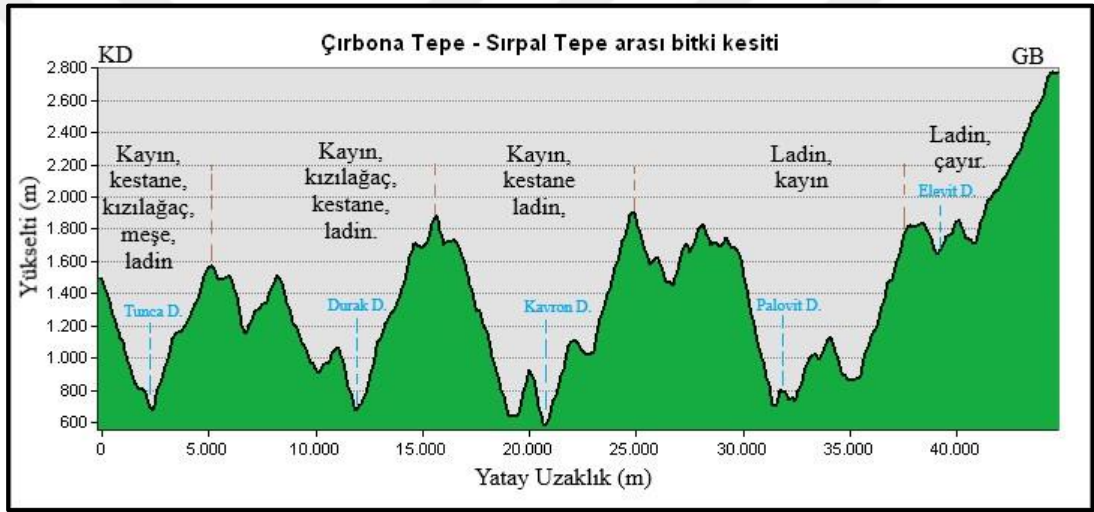
Havzada vejetasyon formasyonlarının dikey yönde kuşaklar halinde uzanmasında ve alt havzalar arasında bitki tür ve topluluklarının farklılık göstermesinde sahanın jeomorfolojik şartları önemli ölçüde rol oynamaktadır. Öyle ki birbirine bakan yamaçlarda bitki türleri değişmekte ve bitkilerin yayılış alanları farklılaşmaktadır. Bu durum iklimin topografik faktörlerle olan karşılıklı ilişkisinden kaynaklanmaktadır. Kuzeybatıdan güneydoğuya doğru alınan yatay profil incelendiğinde kuzeybatıdan gelen nemli hava kütesinin iç kısımlara kadar ilerlemesi geniş yapraklı ağaç cinslerinin (kayın, kızılâğaç) 1.700 m'ye kadar yayılmasını sağlamıştır (Şekil 3.51). Diğer taraftan güneybatı-kuzeydoğu yönlü profil incelendiğinde iç kısımlara doğru nemli ve sıcak havanın yerini serin-sisli havaya bırakması ağaç cinslerinin genişten iğne yapraklıya dönmesine yol açmıştır (Şekil 3.52). Buna bağlı olarak iç kesimde yer alan Elevit ve Hemşin alt havzalarında saf doğu ladini toplulukları da yayılış göstermektedir.



Şekil 3.50. Fırtına Deresi Havzasının bitki örtüsü haritası.



Şekil 3.51. İnceleme alanında Ardeşen/Merkez-Altıparmak Dağları arasının bitki kesiti.



Şekil 3.52. İnceleme alanında Çırbona Tepe-Sırpal Tepe arası bitki kesiti.

3.5.1. Orman Formasyonu

Havzada ve yakın çevresinde nemli orman toplulukları kıyı kuşağından itibaren başlamaktadır. Başta kayın olmak üzere kızilağaç, kestane, ıhlamur, gürgen ve nemcil meşe türleri sık orman örtüsü oluşturmaktadır. Ancak bu geniş yapraklı ormanlar 300-1.500 m yükseltiler arasında bulunmaktadır. Çünkü kıyıdan içeriye doğru yaklaşık 300 m kadar olan alçak sahalarda orman toplulukları büyük ölçüde tahrip edilmiştir. Bu durumun oluşmasında başta ziraat alanı kazanma (özellikle çay ziraatı), yerleşme ve yol açma gibi antropojenik faaliyetler etkili olmuştur. Hatta bazı tahrip alanlarında nemli çalı formasyonu oluşmakta, bu türler Akdeniz çalı toplulukları ile de bir arada bulunarak psödomaki karakteri kazanmaktadır. İnceleme alanında 1.500 m civarında geniş ve iğne yapraklı ağaçların oluşturduğu karışık orman kuşağı bulunmaktadır. Bu

kuşaktan sonra ise yaklaşık 2.000 m kadar doğu ladin (*Picea orientalis*) ve doğu kayın ormanları geniş yayılış göstermektedir.

3.5.1.1. Kızılağaç (*Alnus*) Ormanları

Kızılağaçlar, dere kenarlarındaki alanları işgal eden, bazen de dere yatakları boyunca orman üst sınırına kadar yayılış gösteren odunsu bitkilerdir. Ilıman ve nemli iklim sahalarında yayılış gösteren bir cins olan kızılağaçlar, kışın yapraklarını döken ağaç ve çalı halinde olan odunsu bir morfoloji çizmektedir (Yaltırak ve Efe, 2000: 177). Bu ağaç, tüm Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkasya, Türkiye, İran, Sibiryaya ve Japonya’ da bulunarak geniş bir coğrafi yayılış göstermiştir (Eminağaoğlu vd., 2020: 355). Türkiye’de kızılağacın adı kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve doğu kızılağacı (*Alnus orientalis*) olmak üzere iki doğal türü yetişmektedir. Bu iki tür içerisinde adı kızılağacın (*Alnus glutinosa*) alt türü olan sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) Fırtına Deresi Havzasında yayılış göstermektedir.

Sakallı kızılağaç vadi tabanlarını, dere kenarlarını, durgun suları yetişme ortamı seçerek deniz seviyesinden 1.600 m’ye kadar yükselmektedir (Günel, 1997: 157). Havzada ise Çamlıhemşin Deresi boyunca Kaçkar Dağları’nın kuzey yamaçlarında 2.000 m civarındaki Aşağı Kavrun Yaylası’na kadar sokulmaktadır (Atalay, 1983: 113). Hatta Çamlıhemşin merkez, Zir kale, Çat-Palovit kavşağı ve Ayder’de saf sakallı kızılağaç topluluğu da bulunmaktadır (Kurdoğlu, 2002). Diğer taraftan, kızılağaçlar Tunca vadisi boyunca yaklaşık 1750 m’ye kadar sokulduğu da görülmektedir. Havzada taşkın sahalarının tümü hızlı bir şekilde sakallı kızılağaçlar tarafında işgal edilmekte ve 5-6 yıl içerisinde 7-8 metre boyuna ulaşmaktadır. Bunun yanında insanların kayın ormanlarını tahrip ettiği alanlarda sakallı kızılağaçlar tarafından kaplanmaktadır. Bu orman türünün altı ormangülleri, şimşir (*Buxus sempervirens*) ve karayemişlerle (*Prunus laurocerasus*) önemli ölçüde işgal edilmiş durumdadır (Atalay vd., 1985).

3.5.1.2. Kayın-Kestane-Meşe-Gürgen Ormanları

Kayınlar (*Fagus L.*), açık gri/koyu renkli, kabuklarının ağaç hayatı boyunca çatlamadan düz ve pürüzsüz olarak kalmaları ile bilinirler (Yaltırak ve Efe, 2000:196). Kışın yaprağını döken ağaçlar içerisinde yer alan kayınlar Romanya, Kırım, Kafkasya, Bulgaristan, Türkiye ve Kuzey İran’da yayılış alanına sahiptir (Günel, 1997:118). Çalışma sahasında bu cinse ait olan Doğu kayını (*Fagus orientalis*) alt türü yayılış göstermektedir. Doğu kayını 30-40 m’ye kadar boylanabilen, 1 m’nin üstünde çap

yapabilen, gri renkli kabuğu ile düzgün ve dolgun gövdeli bir ağaçtır. Kapladığı alan açısından meşeden sonra gelen doğu kayını, Karadeniz Bölgesi'nde Düzce ovasının güneyindeki dağlık sahalarda, Bolu Küre dağları, Canik Dağları, Kelkit vadisinin kuzeye bakan yamaçları, Rize, Ardeşen, Hopa gerisindeki dağlık alanlarda yoğun orman oluşturur (Günel, 1997:119). Bu durum elverişli yağış ve nemlilik şartları ile yakından ilişkilidir. Bu tür, havzada sahilden itibaren 1.000 m'ye kadar orman oluşturur ve 1.000 - 1.500 m arasında ladinlerle karışık bir yayılış gösterir. Ancak çay ziraatında yer kazanma adına yoğun bir şekilde tahribe uğramaktadır. Havzada doğu kayını ormanları saf orman oluşturmadan ziyade diğer ağaç türleri ile karışık haldedir. Bu ağaç türleri ıhlamur (*Tilia rubra*), kestane (*Castanea sativa*), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), karaağaç (*Ulmus campestris*), sapsız meşe (*Quercus petraea*), gürgen (*Carpinus orientalis*)'dir. Bu ormanlarda ağaççık olarak ise ormangülleri (*Rhododendron ponticum*, Rh. caucasicum), hanımeli (*Lonicera caucasica*) tüylü kartopu (*Sorbus torminalis*), frenk üzümü (*Ribes beibersteinii*), adi papaz külahlı (*Euonymus europeus*), kayacık (*Ostrya carpinifolia*), fındık (*Corylus avellana*) ve karayemiş (*Prunus laurocerasus*) gibi türler yer alır (Atalay, 2002: 47).

Kestane (*Castanea*), kışın yaprağını döken kabuğu genç gövdelerde düzgün, yaşlı gövdelerde ise çatlaklı olan bir ağaç türüdür. Bu cinsin Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren türü Anadolu kestanesidir (*Castanea sativa*). Anadolu kestanesi boyu 25-30 m'ye kadar uzayabilen, dolgun gövdeli, geniş ve dağınık tepeli bir ağaçtır. Öksin alanın karakteristik bir türü olan Anadolu kestanesi, sıcaklık ve nem isteği yüksek, ışık isteği orta derecede olan bir ağaçtır (Günel, 1997: 128). Kirece karşı hassas olan bu ağaç türü, humus bakımından zengin asit reaksiyonlu kahverengi topraklarda yayılış gösterir. Anadolu kestanesi, Fırtına Deresi Havzasında Ortanköy yerleşmesinin kuzeydoğuya bakan yamaçlarında sakallı kızılağaç türleri ile birlikte 500 m -1.200 m arasında yayılış göstermektedir.

Kayingiller (*Fagaceae*) familyasının bir alt cinsi olan meşe (*Quercus*) kuzey yarımkürenin ılıman ve subtropik bölgelerinde geniş yayıya sahiptir. Relikt tür özelliği gösteren ve dar bir yayılış alana sahip olan Doğu Karadeniz meşesi (*Quercus pontica* C. Koch) havzada bulunan önemli meşe türlerinden biridir. Genel coğrafi yayılışı Kafkasya ve Kuzeydoğu Anadolu'dur. Bu tür genel olarak nemli kuzey yamaçlarda 800 - 2.100 m arasında tek veya küçük gruplar halinde bulunur. Yayılış gösterdiği sahalarda iklim açısından değerlendirildiğinde çok nemli, mezotermal ve su noksanı

olmayan denizel iklim tipi karakterindedir (Yılmaz, 2014). Havzada 800-2.100 m'ler arasında doğu ladini ve ormangülleriyle birlikte karışık halde bulunur. Havzada bu türe Sal ve Pokut Yaylası civarında rastlanmaktadır.

Huşgiller (*Betulacea*) familyasının bir cinsini oluşturan gürgenler (*Carpinus L.*) kışın yaprağını döken ağaç veya boylu çalı halinde bitkilerdir. Türkiye'de bu cinsin iki doğal türü yetişmektedir. Bunlar adi gürgen (*Carpinus betulus*) ve doğu gürgenidir (*C. Orientalis*) (Eminağaoğlu vd, 2020: 363). Fırtına Deresi Havzasında sadece adi gürgen bulunmakta ve havzanın tamamında bu tür yayılmaktadır. Özellikle Ayder Yaylası'nın doğu ve güneydoğu kesiminde ladin ve kayınlarla bir arada bulunmaktadır. Deniz seviyesi ile 1.200 - 1.300 m'ler arasında bulunan adi gürgen genellikle kuzeye bakan nemli yamaçları ve dere yataklarını seçtiği de görülmektedir.

3.5.1.3. Şimşir (*Buxus L.*) Ormanları

Ağaç ve çalı halinde herdem yeşil odunsu bitkiler olarak bilinmektedir (Davis, 1982). Türkiye'de doğal olarak uzun yapraklı şimşir (*Buxus balearica Lam.*) ve adi şimşir (*Buxus sempervirens L.*) adında iki türü bulunmaktadır. Fırtına Deresi Havzasında adi şimşir türü dikkat çekici bir topluluk oluşturmaktadır. Genellikle dere kenarlarında ve alüvyal sahalarda görülmektedir. Ancak yamaç araziler üzerinde de büyük parçalar halinde görülmektedir (Kurdoğlu vd., 2004). Adi şimşir, havzada Kaçkar Dağları Milli Parkı içerisinde ve farklı lokasyonlarda görülmesinin yanında Çamlıhemşin-Çat yolu arasında Meydan köyü civarında 1,5 hektar büyüklüğünde güzel örnekleri de vardır (Abay vd., 2006). Bu ağaçlar sahada dere kenarı boyunda sağ ve solda gruplar halinde bulunmaktadır. İnceleme alanında boylarının 6 - 9 m, çaplarının 10-20 cm arasında değiştiği bireylere rastlanmaktadır (Şekil 3.53). Bunun yanında çapı 32 cm ulaşan şimşir bireyelerine de rastlanılmaktadır (Kurdoğlu vd, 2004). Bu bitki bazı yerlerde saf topluluk oluştururken bazı yerlerde kızılâğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*), doğu ladini (*Picea orientalis*), kestane (*Castanea sativa*), mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*) ve doğu kayını (*Fagus orientalis*) gibi odunsu türlerle karışık meşcereler oluşturmaktadır. Şimşir ormanları içerisinde bulunan diğer tipik bitki türleri ise, ışıldan (*Ilex colchica*), *Hedera colchica*, *Rupus* sp., *Oxalis* sp., geyik dili (*Scolopendrum officinale*), *Pteridium aquilinum*, *Trifolium* sp ile bazı mantar ve yoğun kara yosunları sayılabilir (Kurdoğlu vd., 2004).

Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından, dünyada korunması gereken 200 ekolojik bölge içerisinde yer alan şimşir ormanları 990-1.260 m yükselti arasında

bulunmaktadır. Ancak son yıllarda, Türkiye’de birçok ormanda şimşir ağaçlarının (*Buxus sempervirens*) ölümü gözlemlenmiştir (Akıllı Şimşek vd., 2019). İnsan kaynaklı tahribatın yanı sıra ”şimşir yanıklığı” adı verilen hastalık nedeniyle kayıplar ciddi boyutlara ulaşmıştır (Altunışık vd., 2017). Bu hastalığa *Cylindrocladium buxicola* adı verilen bir mantarın neden olduğu bilinmektedir (Akıllı Şimşek vd., 2019; Lehtijärvi vd., 2014). Bu hususta gerekli önlemlerin alınması orman ekosistemi açısından elzemdir.



Şekil 3.53. Çamlıhemşin-Çat yolu üzerinde yer alan adi şimşir (*Buxus sempervirens* L.) ormanından bir görünüm.

3.5.1.4. Ladin (*Picea*)-Gökmar (*Abies*) Ormanları

Ladinler (*Picea*) doğal ortamında uzun boylara ulaşan, dar ve konik bir tepe oluşturan, açık alanlarda dallanması toprak seviyesine kadar olan herdem yeşil ağaçlardır (Akkemik, 2020: 183). Soğuk ve nemli iklim sahalarının karakteristik ağacı olarak bilinen ladin, Türkiye’de doğu ladini (*Picea orientalis* L.) ile temsil edilmektedir. Bu tür, Kafkas Dağları’nda güney ve batı yamaçları tercih ederken Türkiye’de Doğu Karadeniz Dağları’nın nemli kuzey yamaçlarında yayılış gösterir (Günel, 1997: 53). Uygun ortamda 60 m’lere kadar boylanabilen doğu ladini, asit özelliği sahip kahverengi orman ve podzol topraklar üzerinde yaygındır. Ladin ormanlarının en önemli özelliği sisli hava şartlarını sevmesidir. Sis ve yağmur yönünden zengin olan sahalarda toprak da elverişli ise iyi gelişme gösterir (Akgül,

1989: 33). Kısaca belirtilecek olursa ladinler ekolojik şartlar yönünden yağışlı, nispi nemi yüksek, bulutlu-sisli ve su açığı olmayan ılıman ortamları sevmekte veya yetişmektedir (Atalay, 1983: 118)

Doğu ladini, araştırma sahası dâhilinde 1.000 m den sonra parçalı ya da kuşaklar halinde 2.250 m'lere kadar çıkmaktadır (Şekil 3.54). Yükselti kademeleri boyunca 1.000 m'lerde geniş yapraklı ağaçlarla, 1.500 m civarında saf topluluk halinde, daha üst kesimlerde ise diğer iğne yapraklılarla karışık haldedir. Geniş yapraklı kuşakta kızılâğaç (*Alnus barbata*), kestane (*Castanea sativa*), gürgen (*Carpinus betulus*), kayın (*Fagus orientalis*), ıhlamur (*Tilia rubra*), karaağaç (*Ulmus minor*), akçaağaç (*Acer trauvetteri*, *A. Cappadocicum*); ağaççıklardan ormangülleri, hanımeli, tüylü kartopu, Kafkas orman sarmaşığı, şimşir, karayemiş, üvez, frenk üzümü, adi papaz külahı ile birlikte görülmektedir (Atalay, 1984: 25). İğne yapraklı ormanlarda ise göknar, porsuk, kısmi olarak sarıçam ile bir arada bulunabilmektedir.



Şekil 3.54. Çatköy yerleşmesinin güneyinde dağılış gösteren saf doğu ladini toplulukları.

Fırtına Deresi Havzasında geniş bir yayılış gösteren doğu ladini ormanları, üst sınıra doğru yaprağını döken çalı ve ağaçlar ile bir arada olmaktadır. Çamlıhemşin havzasının güney kesiminde 1.900 m – 2.000 m arasında belli başlı bitkiler ladinler

ile toplanmıştır. Bunların bazıları: *Betula pendula* Roth., *Rosa montana* Chaix ssp., *woronowii* (Lonacz) Ö. Nilson, *Prunus divaricatus* L., *Ribes alpinus* L., *Ribes biebersteini*'dir. Aynı alandaki supalpin otsu türler ise *Geranium psilostemon* Ledeb., *Eryngium giganteum*, *Chaerophyllum temulum* L., *Papaver lateritum* Koch., *Pimpinella rhodantha* Boiss., *Achiella miletdium*, *Lapsana communis* L., *Minuartina* sp., *Sedum* sp., *Vibirnim lantana* L., *Sedum spurium* Bieb., *Polygonum bistorta*'dır (Atalay, 1983: 118). Bununla beraber dere kenarlarında ladinler ile kızılâğaçlar karışmış halde bulunabilir.

Doğu ladini ormanlarına saf topluluklar halinde Çatköy yerleşmesinin doğu ve güney vadileri boyunca rastlanılmaktadır (Şekil 3.55). Doğu ladini ender olarak derinleşebilen bir kök sistemine sahiptir. Bu nedenle sarp, kayalık, dağlık arazilerde kökler, ya kayalara sarılarak ya da çatlaklara girerek bir kök sistemi geliştirmektedir. Ancak ortalama eğim değerlerinin %45 olduğu ve çatlaklara sokulamayan sahalarda ladinler, saçak kök sistemi geliştirmektedir. Buna bağlı olarak arazi çalışmaları sırasında Çatköy yerleşmesinin batıya bakan yamacında onlarca ladinin devrildiği görülmektedir. Bunda topografik şartların tesirinde oluşan sığ kök yapısının yanı sıra ağacın biyolojik sürecinin de rol oynadığı düşünülmektedir.



Şekil 3.55. Çatköy'ün doğu yamacında Doğu ladini ormanlarından örnek alımı.

Çamgiller (*Pinaceae*) familyasının bir diğer iğne yapraklı cinsi olan göknarlar (*Abies*) genel olarak uzun boylara ulaşabilen, olgunlaştığında koni şeklini alan, dalları gövdeye çevrel olarak dizilen, yapraklarını dökmeyen ağaçlardır (Günel, 1997: 36). Bu cinsin iki türü Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve Toros göknarı (*Abies cilicica*) Türkiye’de doğal olarak yetişmektedir (Akkemik, 2020: 162). Bu türler içerisinde araştırma alanında Doğu Karadeniz göknarı yayılış göstermektedir. Genel olarak göknarlar ladine nazaran soğuğa daha dayanıklı olup sarıçam-ladin arasında yer almaktadır (Atalay, 1983: 119). Nem isteği yüksek olan bu tür, gölgeye dayanıklı olup 1.000 m yükseltiden başlayarak 2.000 m yükseltiye kadar çıkabilmektedir. Yayılış alanı genellikle kahverengi orman ve gri kahverengi podzolik topraklardır. Göknarlar, havzada yoğun olarak 1.500 m – 2.000 m arasında yer almaktadır. Bu tür saf orman topluluğu oluşturmaktan ziyade ladin ormanları arasında karışık topluluklar oluşturur (Kahrıman ve Yavuz, 2012).

3.5.2. Çalı Formasyonu

Fırtına Deresi Hvzasında çalı formasyonu psödomaki elamanları ile temsil edilmektedir. Psödomaki; yaz kış yapraklarını dökmeyen çalı türleri ile kışın yapraklarını döken çalı türlerinin bir arada bulunduğu çalı formasyonu olarak tanımlanmaktadır (Avcı, 2018; Günel, 2013). Akdeniz iklim tesirinin sokulduğu bölgelerde, daha nemli iklim bölgelerine yakınlık dolayısıyla yaz kuraklığının azalmasına ve beraberinde yaz yağışları nisbetinin artmasına bağlı olarak bu tür çalı formasyonu oluşmaktadır (Dönmez, 1985: 125). Psödomakinin yaygın olduğu sahalarda, yetişme devresi maki sahalarına nazaran kısadır. Çünkü Akdeniz ikliminin etkinliğinde yetişen makiler belirli bir kış mevsiminden yoksundurlar. Yaprakları daima yeşil kalabilmektedir. Ancak psödomaki elamanlarında kış mevsiminin kendini hissettirmesi bitkilerin yapraklarını dökmesine neden olmaktadır. Yani bitkiler kış mevsiminde dinlenme evresine geçmektedirler (Dönmez, 1985: 125).

Psödomaki, Karadeniz kıyılarında ormanların tahrip edildiği alanlarda, deniz seviyesinden geniş yapraklı orman alt sınırına kadar bir yayılış göstermektedir (Avcı, 2014). Doğu Karadeniz Bölümü’nde maki elamanlarının sayısı 5-6 türü geçmez (Şenkul ve Kaya, 2017). Bu türlerin 100-200 m alanlarda yoğunluk kazanmakla birlikte 1.000 m’ye kadar ulaştığı görülmektedir. Yayılış gösterdiği alanlarda başlıca çalı formasyon türleri; süpürge çalısı (*Calluna vulgaris*), menengiç (*Pistacia terebinthus*), alıç (*Crataegus monogyna*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), sandal

(*Arbutus andrachne*), kermez meşesi (*Quercus coccifera*), akçakesme (*Phillyrea latifolia*), defne (*Laurus nobilis*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), kurtbağrı (*Ligustrum vulgare*) ve erguvan (*Cercis siliquastrum*)'dır. Bu türlere eşlik eden türler ise kızılçık (*Cornus mas* ve *C. sanguinea*), fındık (*Corylus avellana*), geyik dikenini (*Crataegus* sp.), muşmula (*Mespilus germanica*), üvez (*Sorbus torminalis*) yabani elma (*Malus sylvestris*), yabani erik (*Prunus* sp.), böğürtlen (*Rubus fruticosus*) gibi kışın yapraklarını döken türlerdir (Dönmez, 1985: 125). Yukarıda bahsedilen türlerin hemen hepsi havzanın aşağı çıkışında yoğun olmakla birlikte vadiler boyunca yüksek yerlere ulaştıkları da görülmektedir. Bu formasyona ait türlerin havza içerisinde Tunca Deresi alt havzasında daha yoğunluk kazandığı da görülmektedir. Kuşkusuz bunda ziraat alanı olarak ayrılan kesimler dışında tahribin yoğun olması etkilidir.

3.5.3. Ot (Subalpin-Alpin) Formasyonu

Karadeniz kıyısına paralel uzanan Doğu Karadeniz Dağları, jeolojik ve morfolojik yönden önemli bir dağ kuşağıdır. Batıda Giresun Dağları ile başlayan bu dağ kuşağı, doğuya doğru Kaçkar, Güngörmez, Gül (Tiryal) ve Karçal Dağı şeklinde devam etmektedir (Atalay vd., 1985). Bu dağlar, Doğu Karadeniz Bölümü'nün önemli subalpin-alpin çayırlarını oluşturmaktadır. Genel olarak 2.000 m'nin üzerinde otsu formasyon olarak değerlendirilen bu kuşakta yaylacılık faaliyetleri de yoğun olarak yapılmaktadır. Otsu vejetasyon haziran sonu ve temmuz ayında kar örtüsünün kalkmasıyla yeşillenip rengârenk bir yapıya bürünmektedir. Bu formasyondaki bitkiler higrofil (nemcil) özelliktedir. Havzada orman üst sınırı 2.400 m'lere kadar ulaşmaktadır. 2.400 m'den sonra mersin yapraklı ayı üzümü veya yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), Kafkas ormangülü (*Rhododendron caucaica*) gibi bazı odunsu türler sık rastlanılan subalpin bitkiler duruma geçmektedir. Bu yükseltiden sonra odunsu türler yerini ot formasyonuna bırakmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda havzada ot formasyonu arazi incelemeleri ile Güner vd., (1987), Vural (1996) ve Kurdoğlu (2002) tarafından yapılan çalışmalar yardımıyla da açıklanmaya çalışılacaktır.

Rhododendron caucaica- *Vaccinium myrtillus* birliği 2.400-2.850 m arasında kuzey yamaçlarda bulunmaktadır. Buradaki ormangülleri her ne kadar 3.000 m çıkışta da en güzel topluluğu 2.400 m civarında oluşturmaktadır. Bu birliğe Çamlıhemşin'de Hisarlık Köyü, Lamalı-Dilek Dağı, Yukarı Kavron-Çengevit, Ortayayla Köyü-Kumaralık Tepe'de rastlanılmaktadır (Güner vd., 1987).

Büyük çiçekli dağ çayı (*stachys macrantha*)- çimen eveleği (*Polygonum bistorta* subsp. *carneum*) birliği subalpin katın uzun boylu mezofil çayırları temsil etmektedir. 2.150-2.700 m'ler arasında bulunan bu birlik Çamlıhemşin, Hisarcık-Çiçekli Yayla'da bulunmaktadır (Güner vd., 1987; Kurdoğlu, 2002).

Gentiana pyrenalca- kıl otu (*Nardus strica*) birliği buzul vadilerinde 2.050-2.460 m arasında görülmektedir. Yüksek kesimlerdeki dar vadiler boyunca şeritler halinde mezofil karakterli kısa boylu çayırları temsil etmektedir. Havzada yer alan bütün buzul vadileri içinde bulunmakla birlikte Çamlıhemşin Amlakit Yaylası'nda ve Yukarı Kavron-Kaçkar Dağı'nda özel birliği bulunmaktadır (Vural, 1996).

Bodur tavusotu (*Agrostis lazica*)- *sibbaldia parviflora* birliği 2.340-2.850 m arasında dağ ve tepelerin yamaçlarında kısa boylu çayırları temsil etmektedir. Bu çayırlar havzanın büyük kısmında devam ederek geniş alanlar oluşturmaktadır. Çamlıhemşin'de Trevit-Palovit' de, Yukarı Kavrun-Kaçkar Dağı'nda bulunmaktadır (Kurdoğlu, 2002; Vural, 1996). Ayrıca bu bahsedilen birlikler dışında sahada Papatya (*Anthemis cretica*)- *Centaurea appendicigera* birliği, *Saxifraga mollis-Lumium albüm* birliği ve *Festuca lazistanica*-*F. Worrnowii* birlikleri bulunmakta olup bunlar zengin bir otsu vejetasyonu örtüsü oluşturmaktadır.

3.6. Jeomorfolojik Özellikler

Genel olarak Karadeniz Bölgesi'nde orojenik hareketlerle dağ kuşakları oluşmuş, epirojenik hareketlerle de bu kuşaklar yükselmiştir. Özellikle faylanma hareketleri ile tektonik oluklar meydana gelmiştir. Beraberinde akarsu aşındırma faaliyetleri ile dağ kuşakları önemli ölçüde parçalanarak arızalı bir yapı ve derin vadiler oluşmuştur (Atalay & Mortan, 2011: 26). Esas itibariyle araştırma sahasında bu süreçlerin geneli yaşanmış ve yüzey şekilleri bakımından arızalı bir yapı görüntüsüne sahip olmuştur. Fırtına Deresi Havzasının jeomorfolojik birimlerinin açıklanmasında farklı yükselti kademeleri arasında etkili olan aşınım etmen ve süreçleri baz alınabilmektedir. Deniz kıyısından 200 m yükselti değerine kadar basamak şeklinde yükselen taraçalar, 200-1.000 m arasında farklı yükseltilere sahip aşınım yüzeyleri, 2.000 m üzerinde kayalık sahalar ve 2.500 m üzerinde de büyük buzul (glasyal) vadiler ile sivri tepeler önemli jeomorfolojik birliklerdir (Bayrakdar, 2006b). Bunun yanında en dikkat çeken diğer jeomorfolojik özellik gittikçe derinleşen ve darlaşan "V" şekilli çentik vadiler ile bu vadilerin arasında eğim şartlarının uygun olduğu dağ içi ovalarıdır.

Eosen-Oligosen'den bugüne karasal bir görünüm kazanmış olan Kuzey Anadolu Dağ kuşağı (Erol, 1983: 6), içerisinde önemli yüksek bir kütle olan Kaçkar Dağlarını barındırır. Bu kütleyle granit intrüzyonu oluşturur. Bilindiği üzere *“Türkiye’de tektonik-orojenik gelişme, kuzeyden güneye doğru yavaş yavaş ilerlemiş, önce kuzey silsileler sonra iç kısımlar daha sonra Toroslar ve güney silsileler ve en son olarak kenar kıvrımları gelişmiş bulunmaktadır”* (Ketin, 1959: 84). Araştırma sahası da Üst Kretase döneminde tektonik deformasyonlara maruz kalarak kıvrılmış ve yükselmiştir. Anadolu ve Arabistan levhasının çarpışmasıyla başlayan Neotektonik devrede de (Şengör, 1984: 11), bu tektonik deformasyonlar devam etmiştir. Beraberinde doğu-batı ve kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu tektonik hatlar meydana gelmiştir. Bu hatlar akarsu şebekesinin oluşumu ve gelişimini yönlendirmiştir. Bazı alanlarda eğim kırıklıklarının ve ani su düşüşlerinin görülmesindeki neden budur. Havzanın şekillenmesinde iki dış kuvvetin etkili olduğu görülmektedir. Yüksek kesimlerde son buzul çağına ait buzul aşınım ve birikim süreçleri, orta ve aşağı yükseltilerde akarsu aşınım ve birikim süreçleri etkili olmuştur. Buzulların oluşturduğu şekillere 2.100-3.900 m arasında rastlanmakta olup, 2.100 m’den daha alçak irtifalar da ise akarsu aşınım ve birikim şekilleri hâkimdir. Kimi kesimlerde akarsular, nemli-ılıman iklim şartlarını yansıtan kuvvetli yağış etkinliği ile yatağını derince yarmış ve derinliği 1500 m’yi bulan dik derin vadiler açmıştır. Öyle ki kimi yerlerde (Elevit ve Palovit vadilerinde) eğim değerleri 30-33 dereceyi bulmaktadır.

Dağların uzanışı doğrultusu, yükseklik, bakı koşulları ve dağlar arasındaki çukur alanlar havzada yağış, sıcaklık ve bağıl nem dağılışını etkileyerek iklim ve hava şartlarında yerel değişmelere neden olmaktadır. Beraberinde havzada farklı yükselti kademelerinde drenaj, glasiyal ve periglasiyal topografya izlerinin görülmesini sağlamaktadır. Bu topografik izler yüksek kesimlerde güney-kuzey yönlü iken daha alçak seviyelerde kuzeybatıya yönelmektedir. Kuşkusuz bu özelliklerin gelişmesinde dağların KD-GB yönündeki uzanışları etkili olmuştur.

Bir iç deniz özelliği gösteren Karadeniz ve havzası muhtemelen 200 milyon yıldan beri bir çökme ve çökme havzası olma karakterini korumuştur. Çökme temposu değişmekle birlikte devamlı torbalaşmaya uğradığı için dolmamıştır. Bu nedenle hem torbalaşmaya bağlı olarak abisal ovanın alçakta olması hem de birdenbire yükselen dağların varlığı çok önemli seviye farkını oluşturmuştur. Havzada yer alan

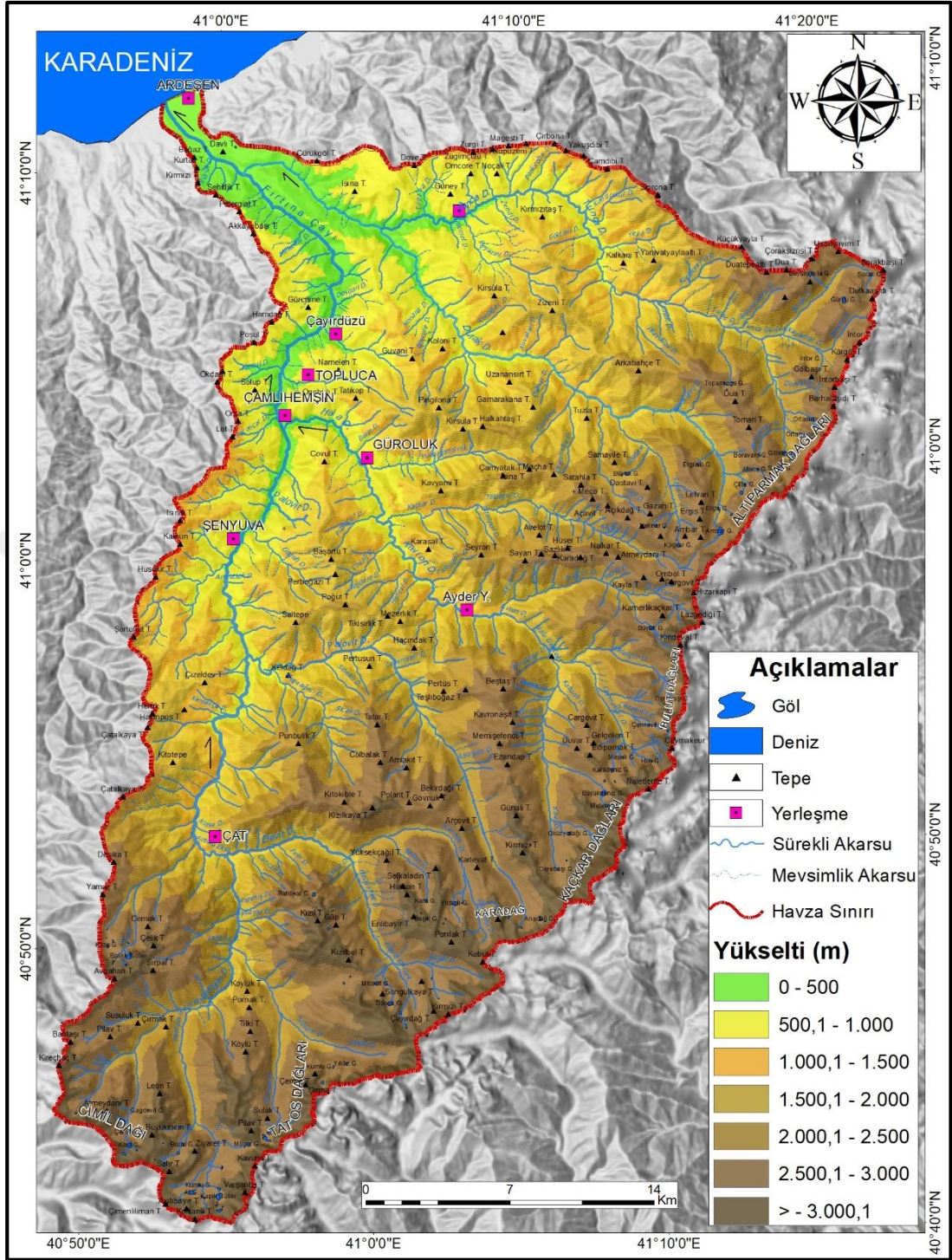
3.937 m'deki Kaçkar Tepesi ile hemen kuzeyde yer alan 2.000 m derinlikteki Karadeniz abisal ovası arasında seviye farkı 6000 m'ye yaklaşır (Atalay, 2017: 508). Öte yandan havzanın kıyısından itibaren Karadeniz kıta yamacı ve eteği üzerinde bütün büyük küçük akarsuların önündeki vadilerde 1500 m derinliği kadar denizaltı vadileri (Erinç, 1958; Atalay, 2017) bulunmaktadır. Bu denizaltı vadilerinin oluşumunda, (i) Son Buzul döneminde deniz seviyesinin 300 m'nin altına düşmesi, (ii) akarsu vadileri boyunca turbidite akıntılarının yatağını kazması ve (iii) Karadeniz çanağının bükülmesi etkili olmuştur (Erinç, 1958).

3.6.1. Yükselti Özellikleri

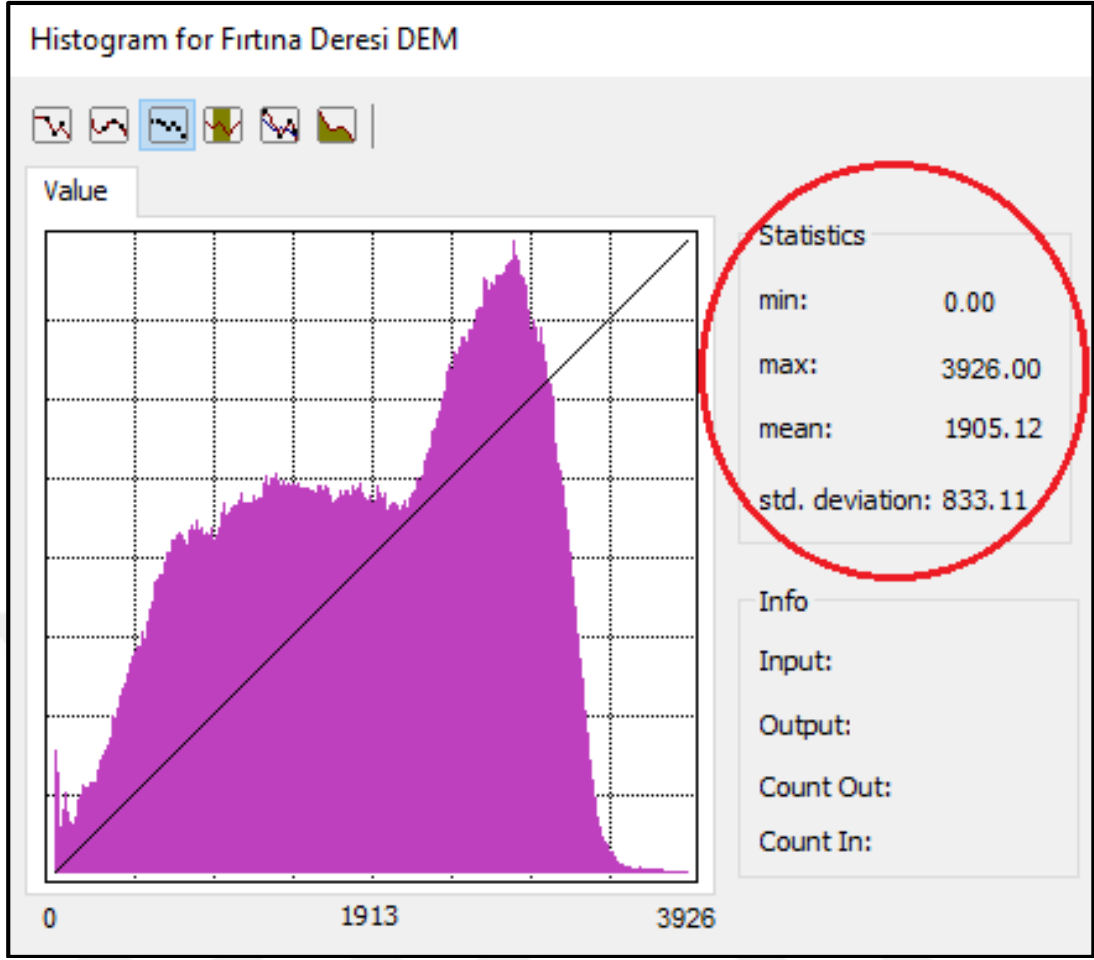
Çalışma sahası ana hatları ile güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda uzanmakta olup 1.150 km² yüzölçümüne sahiptir. Araştırma sahasında yükseklikler kıyıda iç kesimlere doğru kademeli bir şekilde artmakta ve en yüksek yerini 3.937 m ile güneydoğudaki Kaçkar Tepe oluşturmaktadır. Çalışma alanı 500 m aralıklarla 7 yükseklik kademesine ayrılmıştır. Bu kademelere göre en geniş yükselti alanını %24,4 oran (280,3 km²) ile 2500 m -3000 m aralığındaki yükselti oluşturmaktadır (Tablo 3.38). Buna karşın en dar alana sahip yükselti kademesi ise sahanın %4,9'unu (56,6 km²) oluşturan 0-500 m aralığındaki kademedir. Yükselti kademelerinin alansal ve oransal değerlerine göre pay biçildiğinde yüksek alanların havzaya hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 3.56). ArcGIS 10.7 programı ile havzanın yükseklik değerleri ve yüksekliklere karşılık gelen alanlar değerlendirilmiştir (Şekil 3.57). Değerlendirmeye göre sahanın ortalama yükseltisi 1.905 m'dir.

Tablo 3.38. Çalışma sahası yükselti kademelerinin alansal ve oransal dağılımı.

Yükseklik (m)	Alan (km ²)	Toplam Alana Oranı (%)
0- 500	56,6	4,9
500-1000	150,2	13,1
1000-1500	185	16,1
1500-2000	185,3	16,1
2000-2500	210	18,3
2500-3000	280,3	24,4
3000 +	82,6	7,2
Toplam	1150	100



Şekil 3.56. Fırtına Deresi Havzası yükselti basamakları haritası.



Şekil 3.57. Havzanın ortalama yükseltisini gösteren histogram.

3.6.2. Hipsometrik Eğri ve Hipsometrik İntegral

Bir drenaj havzası içinde yüksekliğin dağılımını hipsometrik eğriler ile öğrenebilmektedir. Hipsometrik eğri (Formül 1), toplamdaki havza yüksekliği oranının ($h/H =$ rölatif yükseklik) toplamdaki havza alanı oranı ile ($a/A =$ rölatif alan) birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir (Özdemir, 2011: 466).

$$y = h/H \quad x = a/A \quad (\text{Formül 1})$$

Formülde;

h: Değerlendirmeye alınan yükseklik (m),

H: Havza reliefi (maksimum yükseklik – minimum yükseklik) (m),

a: Alınan yükseklik üzerindeki gerçek alan değeri (m^2),

A: Havzanın gerçek alanıdır (m^2).

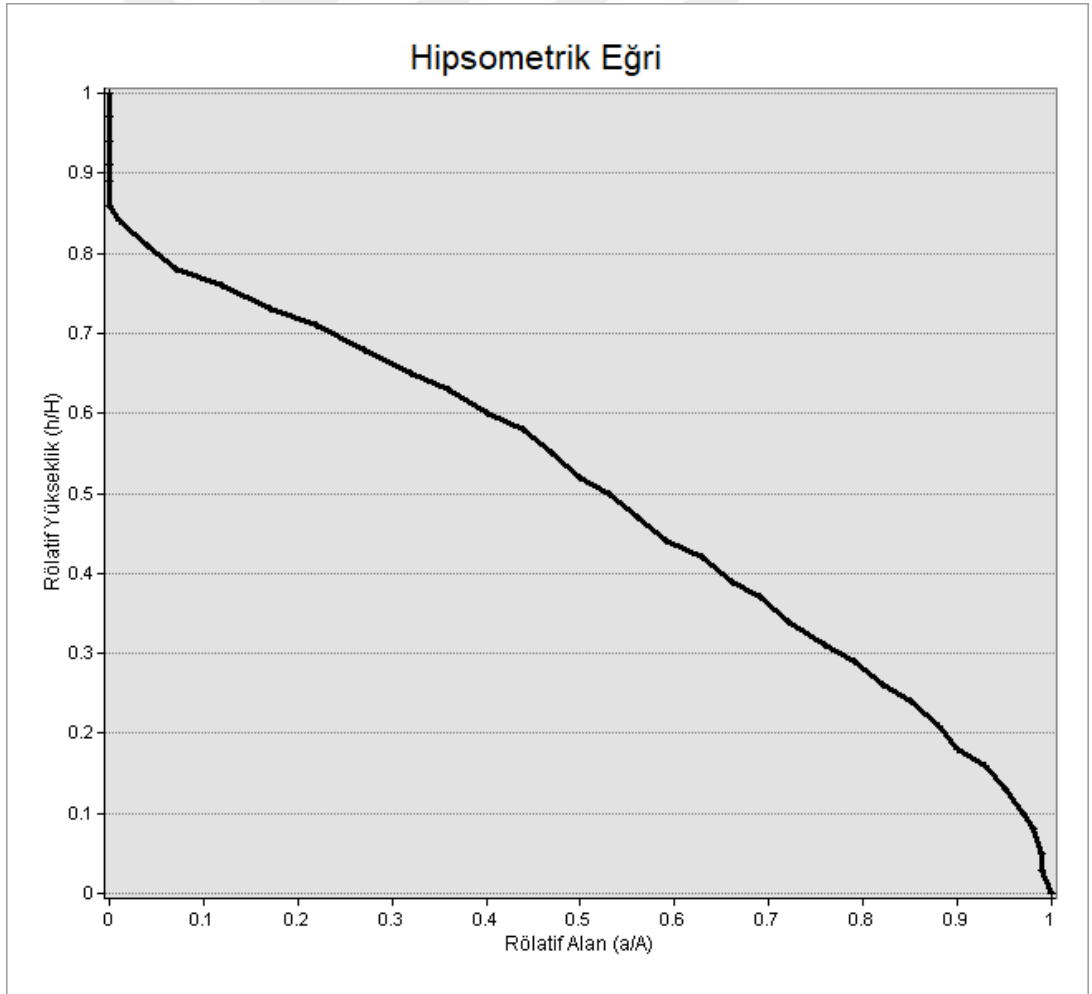
Hipsometrik eğri, havzaların farklı büyüklük ve yükseklik özelliklerini ortadan kaldırması ve normalize etmesi ile farklı drenaj havzalarının karşılıklı değerlendirilmesinde önemli rol oynar (Strahler, 1952). Çalışma alanına ait hipsometrik eğri, topografya haritalarından elde edilen SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) veri seti yardımıyla 100 m yükselti aralığı dikkate alınarak oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan değerler tablo haline getirilmiş ve havzanın hipsometrik eğrisi çizilmiştir (Tablo 3.39).

Tablo 3.39. Hipsometrik eğri için kullanılan veriler.

Yükseklik (h)	Maksimum Yükseklik (H)	Alan (a) m ²	Toplam Çalışma Alanı (A) m ²	Rölatif yükseklik (h/H)	Rölatif alan (a/A)
0	3926	1150099216	1150098482	0,00	1,00
100	3926	1142909912	1150098482	0,03	0,99
200	3926	1136132639	1150098482	0,05	0,99
300	3926	1126640021	1150098482	0,08	0,98
400	3926	1112466293	1150098482	0,10	0,97
500	3926	1092875091	1150098482	0,13	0,95
600	3926	1069103818	1150098482	0,15	0,93
700	3926	1039741464	1150098482	0,18	0,90
800	3926	1007384344	1150098482	0,20	0,88
900	3926	974031073	1150098482	0,23	0,85
1000	3926	941148316	1150098482	0,25	0,82
1100	3926	906053241	1150098482	0,28	0,79
1200	3926	869963122	1150098482	0,31	0,76
1300	3926	832863998	1150098482	0,33	0,72
1400	3926	794771639	1150098482	0,36	0,69
1500	3926	757157016	1150098482	0,38	0,66
1600	3926	719960225	1150098482	0,41	0,63
1700	3926	682961207	1150098482	0,43	0,59
1800	3926	646231927	1150098482	0,46	0,56
1900	3926	609092936	1150098482	0,48	0,53
2000	3926	572609216	1150098482	0,51	0,50
2100	3926	536887966	1150098482	0,53	0,47
2200	3926	500447269	1150098482	0,56	0,44
2300	3926	460221445	1150098482	0,59	0,40
2400	3926	413878632	1150098482	0,61	0,36
2500	3926	362897623	1150098482	0,64	0,32
2600	3926	308844991	1150098482	0,66	0,27
2700	3926	251275141	1150098482	0,69	0,22
2800	3926	191873136	1150098482	0,71	0,17
2900	3926	135099122	1150098482	0,74	0,12

3000	3926	83665670	1150098482	0,76	0,07
3100	3926	42263779	1150098482	0,79	0,04
3200	3926	15108906	1150098482	0,82	0,01
3300	3926	4001247	1150098482	0,84	0,00
3400	3926	1277745	1150098482	0,87	0,00
3500	3926	588867	1150098482	0,89	0,00
3600	3926	249994	1150098482	0,92	0,00
3700	3926	60270	1150098482	0,94	0,00
3800	3926	3275	1150098482	0,97	0,00
3926	3926	0,00	1150098482	1,00	0,00

Fırtına Deresi Havzasına ait hipsometrik eğrinin uzanış eksenini dış bükey (konveks) bir yapıdadır. Bu durum, Strahler (1952) tarafından bildirilen genç bir topografya döneminde olduğuna işaret etmektedir (Şekil 3.58). Burada havzanın dağlık yapıda olması ve eğim değerlerinin yüksek oluşu konveks yapıyı desteklemektedir. Yani “V” şekilli vadiler egemen iken flüvyal süreçler derine aşındırma şeklindedir.



Şekil 3.58. Çalışma sahasının hipsometrik eğrisi.

Diğer taraftan hipsometrik integral değeri, topografyanın morfometrik özelliklerinin çözümlemesinin önemli bir yoludur. Bu değer hipsometrik eğri altında kalan toplam alanı ifade etmektedir. İntegral değeri (Formül 2), ortalama ve minimum yükseklik arasındaki farkın, maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farka oranlanmasıyla hesaplanmaktadır (Mayer, 1990; Özdemir, 2011; Pike ve Wilson, 1971). Buna göre:

$$H_i = \bar{H} - H_{\min} / H_{\max} - H_{\min} \quad (\text{Formül 2})$$

Formülde:

H_i : Hipsometrik integral,

\bar{H} : Havzanın ortalama yüksekliği,

H_{\max} : Havzanın maksimum yükseklik değeri,

H_{\min} : Havzanın minimum yükseklik değeridir.

Formülde yer alan maksimum ve minimum yükseklik değerleri SYM'den, ortalama yükseklik değeri ise havzaya ait SYM histogramından elde edilmiştir. Bu elde edilen değerlere göre hipsometrik integral hesaplanırsa;

$$H_{\text{Fırtına}} = 1905 - 0 / 3926 - 0$$
$$H_{\text{Fırtına}} = 0,485 \text{ değerine ulaşılmaktadır.}$$

Strahler (1952) 'e göre, hipsometrik integral değeri “0” değerine yakınlık havzanın yaşlılık, “1” değerine yakınlık ise havzanın gençlik evresini ifade etmektedir. Yani yüksek değer, topografyanın yüksekliğinin; orta ve düşük değer ise aşındırılmış ve parçalanmış bir topografyanın göstergesidir. Yapılan hesaplama göre çalışma alanının hipsometrik integral değeri 0,485'dir. Bu değere göre, havzanın gençlik safhasında ve akarsuyun gençlikten olgunluk evresine geçmekte olduğunun göstergesidir.

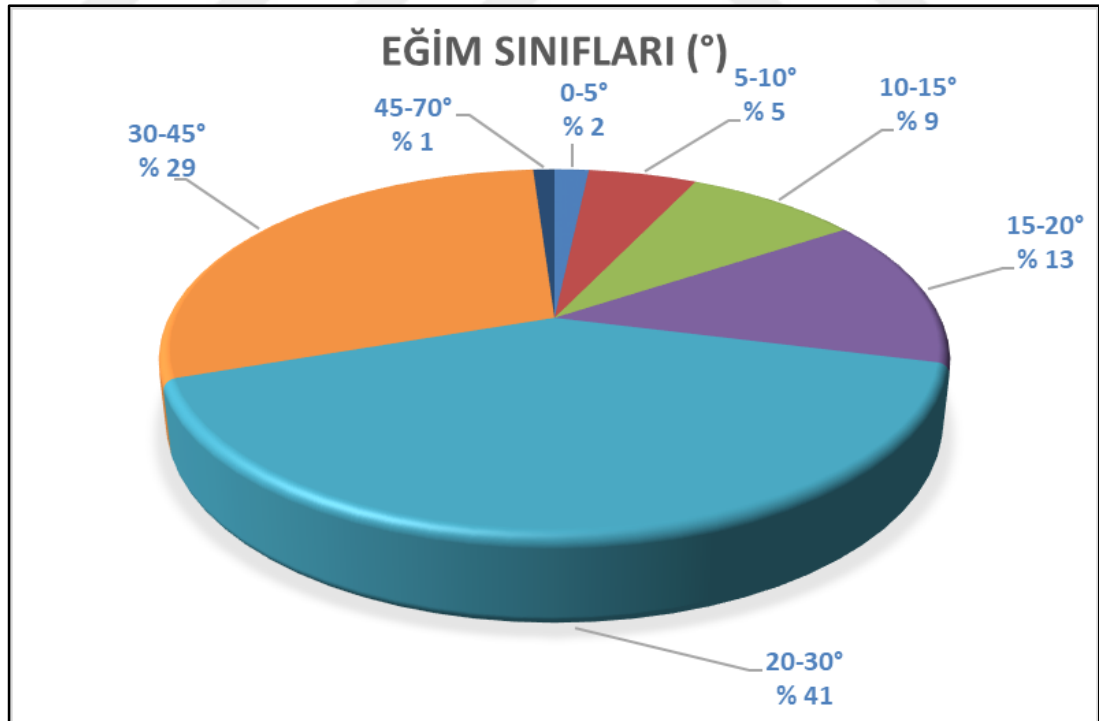
3.6.3. Eğim Özellikleri

Araştırma sahası, farklı ve yüksek derecelerde eğim değerlerine sahip bir akarsu havzasıdır. Havzada kısa mesafelerde nispi yükseltide büyük farklılıklar olup akarsularca derince yarılmış vadiler bulunmaktadır. Sahanın eğim özellikleri derece olarak 7 eğim sınıfı içerisinde ArcGIS programında incelenmiştir (Tablo 3.40). Sahadaki 0-5 derecedeki eğim değerine sahip tam düzlük alanlar Fırtına Deresi ve

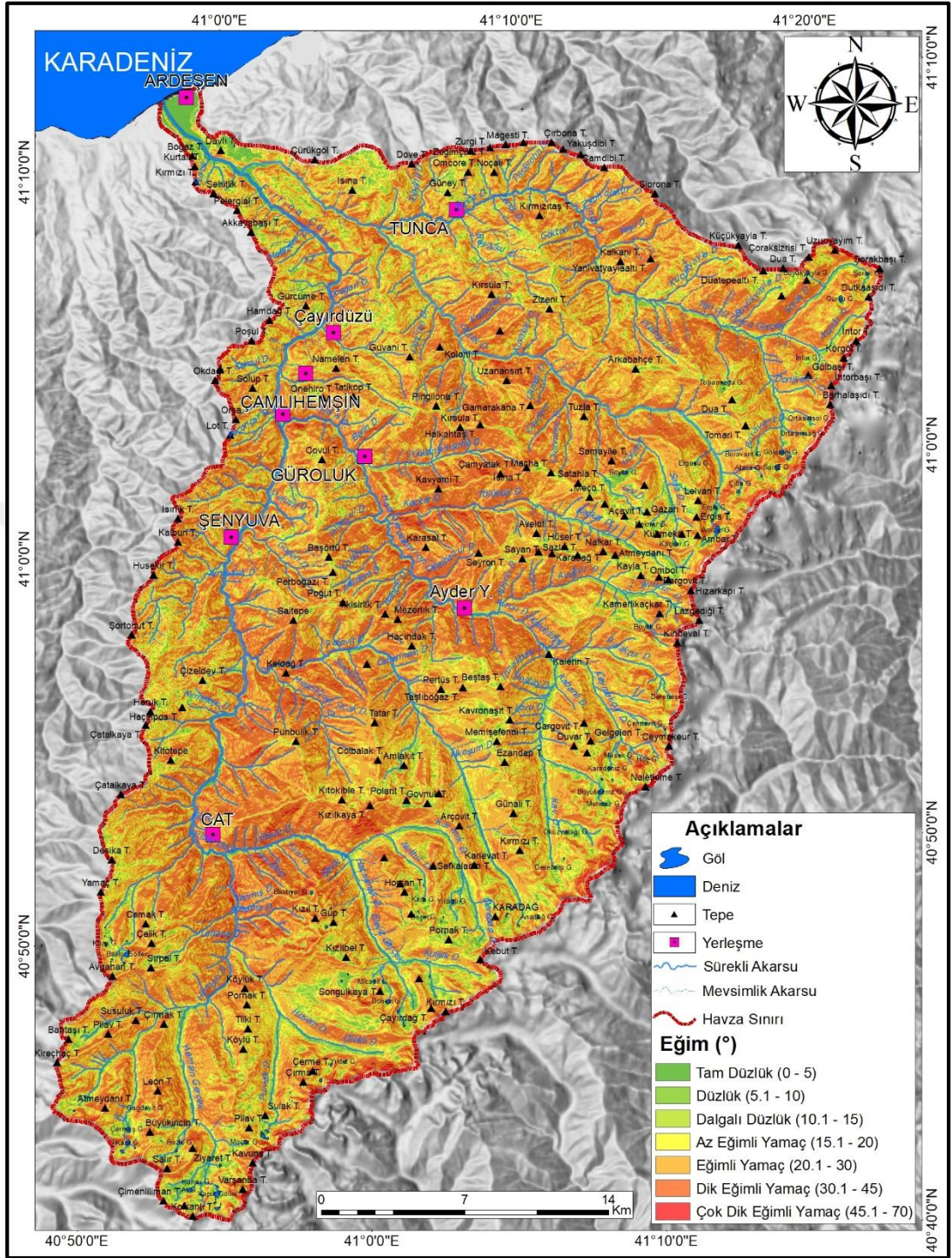
kollarına ait geniş tabanlı ovalar ile kıyı kesimine karşılık gelmektedir. Bu sınıf içerisindeki tam düzlük alanlar 19,5 km² ile %1,7'lik orana sahiptir. Diğer yandan sahada 5-10 derece arasındaki düzlük alanlar, buzul vadilerinin tabanını ve kıyıdaki hafif eğimli yamaçları nitelemektedir. Bu eğim sınıfı da 61,8 km² ile %5,4'lük orana sahiptir. 15-20 derece arasındaki az eğimli yamaç arazileri, 152,2 km² ile %13,3'lük orana sahiptir. Havzada %40,7 oran ile (468,5 km²) en fazla yer alan eğim aralığı 20-30 derecedir. Bu eğim aralığı 500 ile 2.000 m arasındaki yükselti kademeleri arasında Elevit, Hala ve Hemşin alt havzalarında görülmektedir. Özellikle bu eğim aralığı, vadilerin üst kısımlarındaki dışbükey yamaçlara karşılık gelmektedir. İkinci en fazla eğim aralığı ise %29,3 oran (336,5 km²) ile 30-45 derecedir. Bu alanlar yüksek eğimli alanları oluşturup vadi yamaçlarını temsil etmektedir. Havzada en az değere sahip eğim aralığı ise 45-70 derecedir (Şekil 3.59; Şekil 3.60).

Tablo 3.40. Çalışma sahası eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.

Eğim sınıfları (°)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-45	45-70	Toplam
Alan (km ²)	19,5	61,8	99,1	152,5	468,5	336,5	12,1	1150
Oran (%)	1,7	5,4	8,6	13,3	40,7	29,3	1,05	100



Şekil 3.59. Çalışma sahasında eğim sınıflarının dağılışı.



Şekil 3.60. Fırtına Deresi Havzasının eğim haritası.

Bitki gelişimini etkileyen ve yıldan yıla değişmeyen birden çok ortam özellikleri vardır. Ortam özellikleri arasında eğim önemli bir faktördür. Eğim doğrudan ve dolaylı olarak bu etkiyi gerçekleştirmektedir. Doğrudan etkiler arasında, eğim derecesine bağlı olarak ağaçların alt kısımlarında yani toprağa yakın kesimlerde kambiyum hücreleri daha fazla bölünmekte ve kalınlaşma artmaktadır. Bu nedenle eğimin fazla

olduğu arazilerde ağacın gövdeleri, bazen tabanda çok geniş üst kasımlarda çok dar olmaktadır; yani silindirik gövde oluşumdan uzaklaşmaktadır (Akkemik, 2004: 77). Bunun yanında eksantrik gövde oluşumuna da sebep olmaktadır. Havzada örnek alınan sahalarda birçoğunda bu durum çokça görülmektedir (Şekil 3.61). Dolaylı etkiyi ise, eğim derecesinin artmasına bağlı olarak toprak derinliği ve dolayısıyla toprakta depolanan su miktarının azalmasıyla yapmaktadır (Akkemik, 2004: 78). Toprak derinliğinin ve tutulan suyun az olması ağaç gelişimini sınırlandırmaktadır. Bu sınırlandırıcı etki de yağış etkisini ortaya koymada, eğimli ve sığ topraklı arazileri önemli kılmaktadır. Beraberinde çalışmada, örnek toplama alanı seçiminde eğimli ve sığ topraklar tercih edilmiştir. Diğer taraftan eğime bağlı olarak yamaçların aldığı enerji miktarı da değişmektedir. Özellikle kuzeye bakan yamaçlarda eğim değeri arttıkça enerji miktarı da azalmaktadır (Avcı, 2018:104). Güneye bakan yamaçlarda ise düşen enerji miktarı mevsimlere göre değişen bir eğim derecesine kadar artar, fakat yamaç eğimi bu dereceyi aştıktan sonra azalır (Atalay, 1983; Erinç, 1977). Bu nedenlerden ötürü bitki örtüsünün yayılışı ve dağılışı değişiklik gösterebilmektedir.



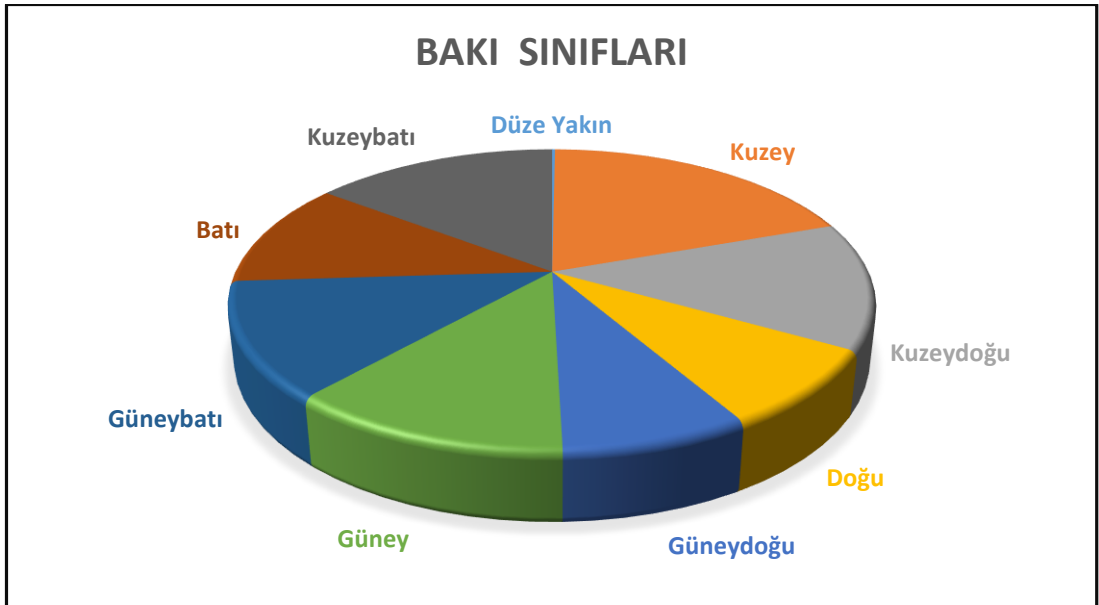
Şekil 3.61. Pokut Yaylasının güneybatı yamacında eksantrik gövde oluşumu

3.6.4. Bakı Özellikleri

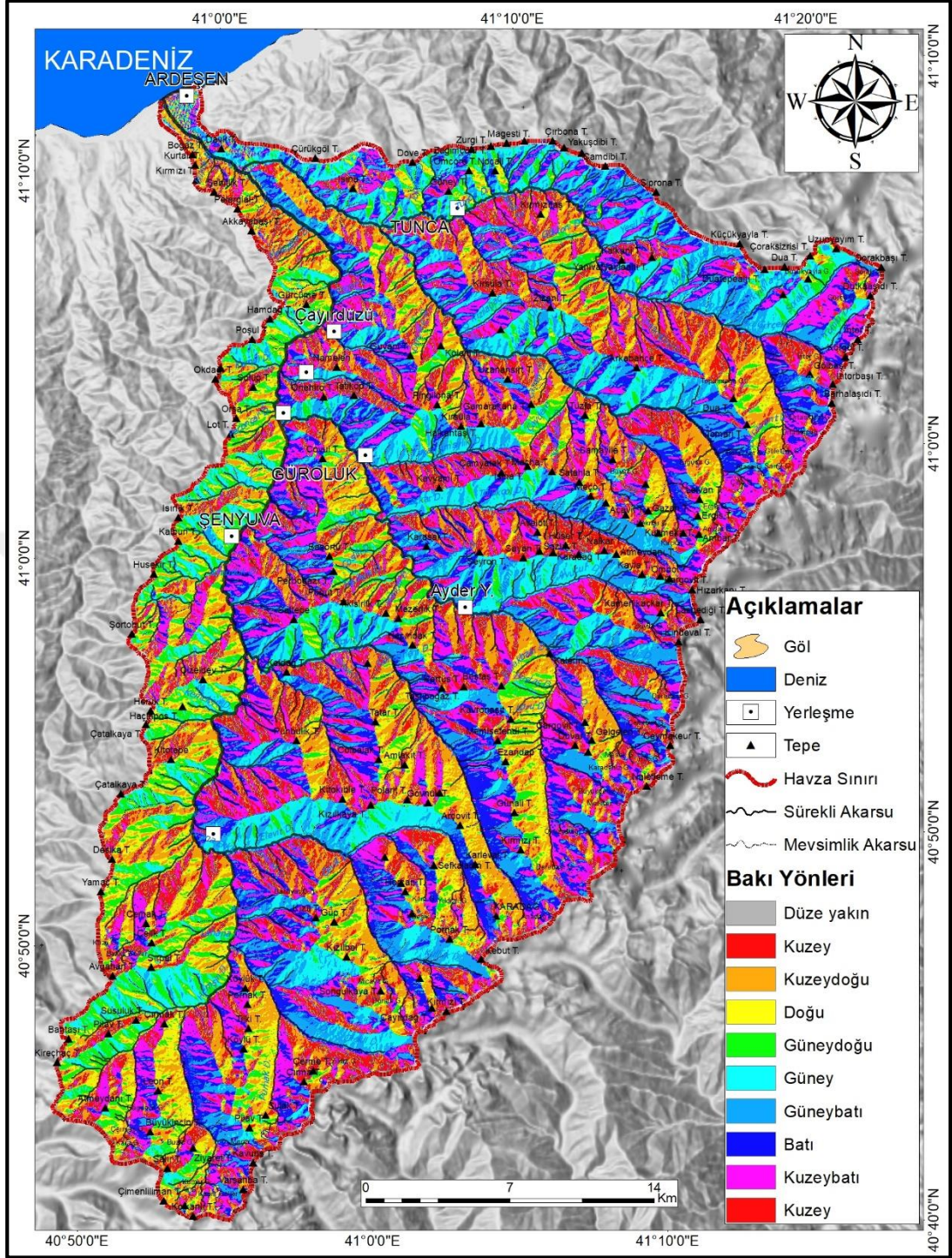
Havzadaki bakı durumu akarsuyun vadileri açma yönü ve yamaç eğimine bağlı olarak değişmektedir. Çalışma alanı Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey aklanında yer alarak daha çok kuzeye bakan yamaçları bulundurmaktadır. Buradan hareketle havzanın bakı durumu ArcGIS 10.7 programında incelenmiş, alansal ve oransal dağılımları yapılmıştır (Tablo 3.41). Bakı sınıfları arasında en geniş alanı toplamda %47,7 oran ile kuzey ve kuzeye dönük alanlar oluşturmaktadır (Şekil 3.62). Diğer bakı sınıfları ise sırasıyla güneybatı %12,3, güney %2,1, batı % 11,3, doğu %8,3 ve güneydoğu %8,0 oranına sahiptir. Sahada en az yayılışa sahip bakı alanı ise %0,2 (2 km²) oran ile düz veya hafif eğimli alanlar oluşturmaktadır. Bu alanlar vadi tabanlarını ve kıyıdaki aşınım düzlüklerine tekabül etmektedir (Şekil 3.63).

Tablo 3.41. Araştırma sahasındaki bakı sınıflarının alansal ve oransal dağılımları.

Bakı Yönleri	Düze Yakın	Kuzey	Kuzeydoğu	Doğu	Güneydoğu	Güney	Güneybatı	Batı	Kuzeybatı	Toplam
Alan (Km ²)	2	223	157	96	92	139	142	130	169	1150
Oran (%)	0,2	19,2	14,0	8,3	8,0	12,1	12,3	11,3	14,5	100



Şekil 3.62. Araştırma sahasında bakı sınıflarının dağılışı.



Şekil 3.63. Fırtına Deresi Havzasının bakı haritası.

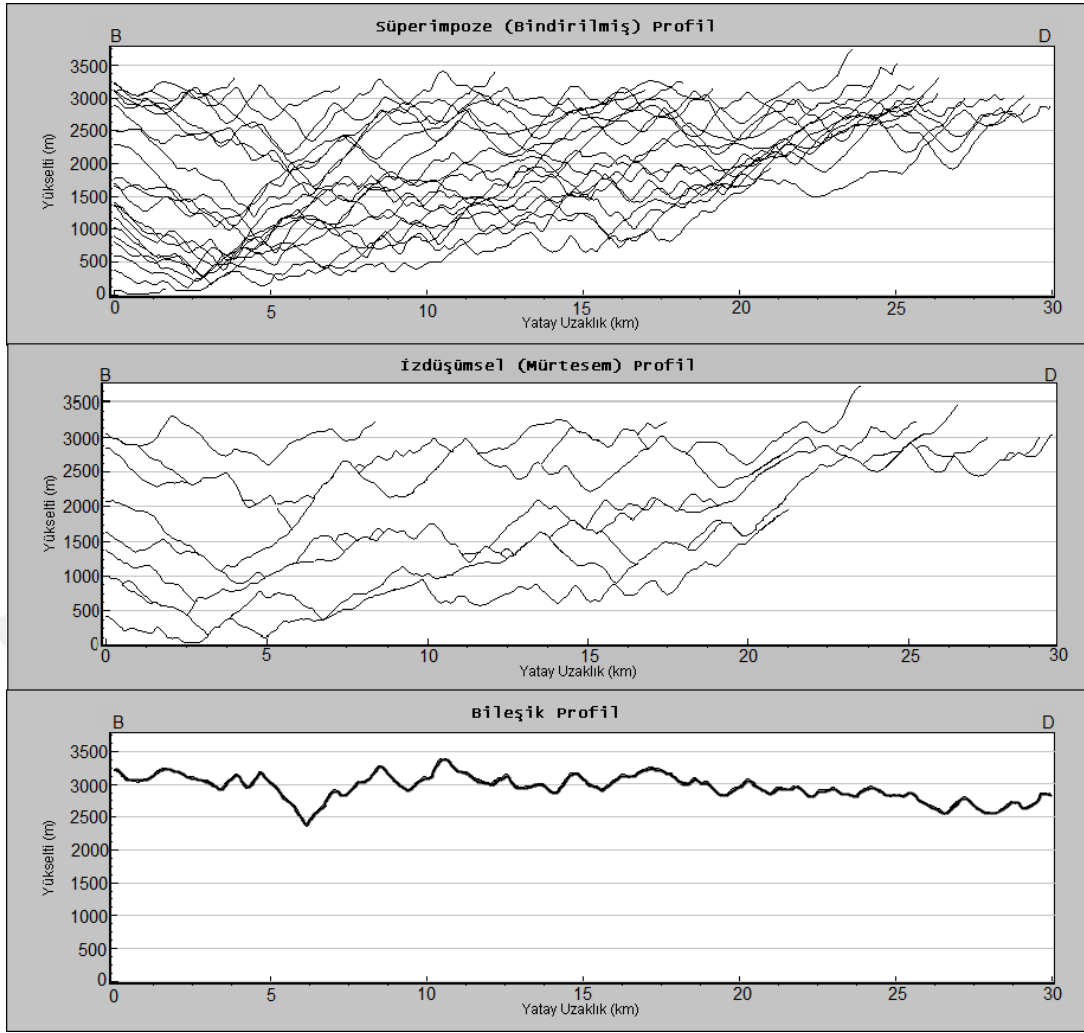
Bakı, bir bölgedeki iklim şartlarını etkileyen önemli topografik özelliklerdendir. Birbirine koşut ışınların yere çarpma açıları, yamacın eğimine ve yamacın baktığı yöne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Sonucunda yerel ısınma farklılıklarını yani bakı etkisini oluşturmaktadır (Türkeş, 2019: 48). Bakı, ayrıca ağaç türlerinin yayılış alanlarını sınırlayan ve yıllık halka genişliğini etkileyen bir faktör olarak da karşımıza

çıkılmaktadır. Sıcaklığın ve güneşlenme süresinin etkisiyle yüksek kesimlerdeki güney bakılarda ağaçlarda geniş yıllık halka oluşuyorken, yüksek kesimlerdeki kuzey bakılarda ise daha dar yıllık halka oluşumu gerçekleşmektedir (Akkemik, 2004: 77). Örneğin, aynı yaştaki Toros göknarı (*Abies cilicica*) ağaçlarından, kuzey bakılarda (Akseki-Türkmen dağı) bulunan ağaçların ortalama yıllık halka genişlikleri, güney bakılarda (Gazipaşa-Karatepe Dağı) bulunanlara göre daha dardır (Akkemik, 1997: 105–110).

Dendroklimatolojik araştırmalarda ağaçlardan alınan örneklerin iklim parametrelerine karşı duyarlı ve duyarsız olmalarına dikkat edilmektedir. Güneşlenme süresinin ve ısınmanın fazla olduğu güneyli bakılarda artan evapotranspirasyon, su kaybını arttırarak su açığı meydana getirmektedir. Bu nedenle yağışların yüksek olduğu yıllarda halka genişliği fazla, az olduğu yıllarda ise halka genişliği dar olmaktadır. Bu da duyarlı halkaları oluşturmaktadır. Kuzey bakılarda, toprak koşulları da uygun ise ağaçlarda genel itibariyle değişmez ve duyarsız halkalar oluşur. Buna karşın eğer toprak koşulları uygun değilse kuzeyli yamaçlarda duyarlı halkalar oluşur (Akkemik, 2004: 77). Tüm bu nedenlerden ötürü havzada örnek toplama alanı seçiminde güney yönlü yamaçların olmasına özen gösterilmiştir. Ancak hem güney yönlü yamaçların azlığı hem de yaşlı ormanların güney yönlü yamaçlarda az olması bu özenin gösterilmesini zorlaştırmıştır.

3.6.5. Profil Analizleri

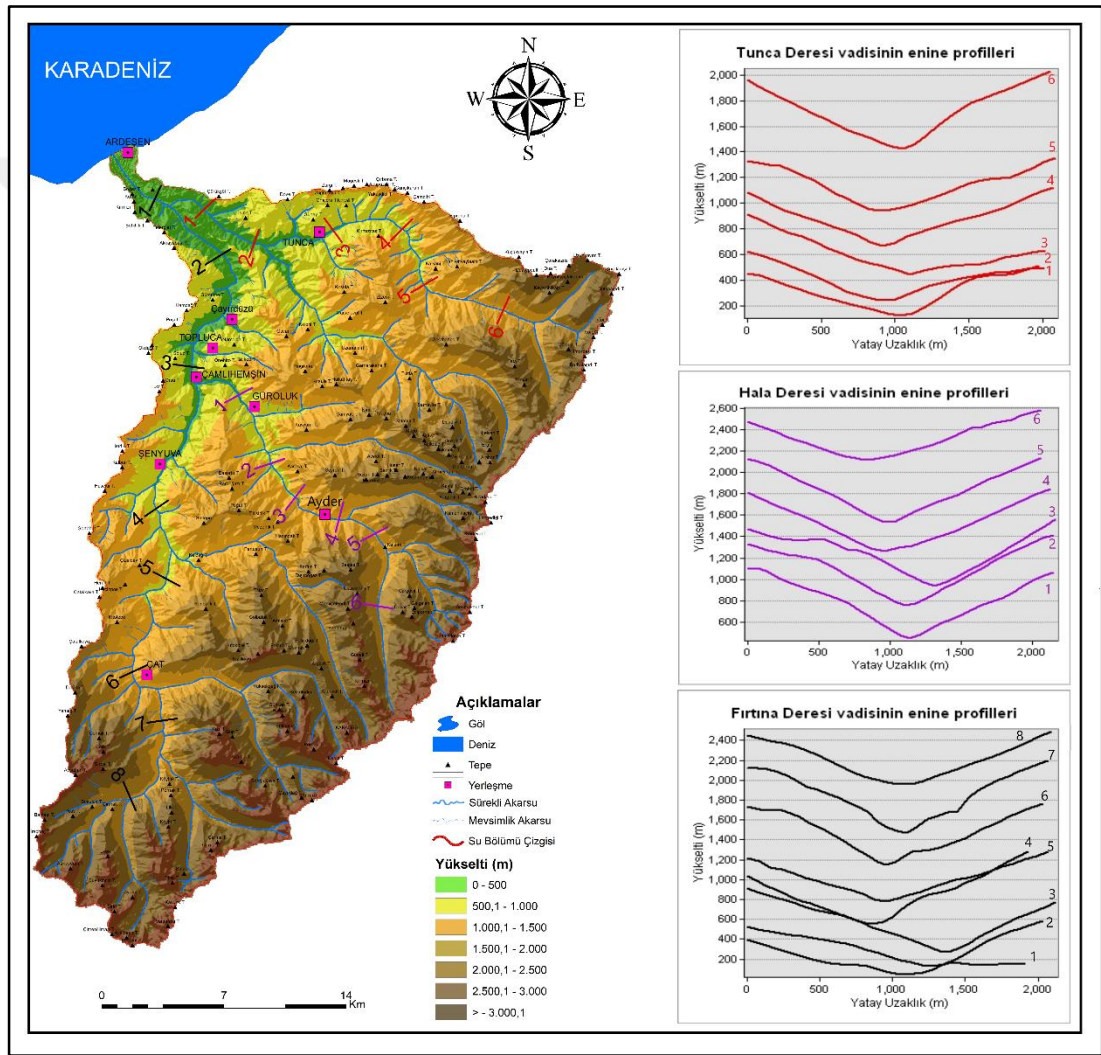
Havzada bir profil hattında bütün karakterlerin gözükmemesi ve farklı morfolojik devrelerde gelişmiş yüzeylerin belirlenmesi için üç profil serisi hazırlanmıştır. Hazırlanan süperimpoze (bindirilmiş) profilinde, yarı olgun yüzeyler, derin-eğimli vadiler ve doğudan batıya doğru bir çarpılma görülmektedir (Bayrakdar, 2006: 40). Özellikle karışık bir manzara içerisinde kademeli yapı ve kuvvetli aşınım izleri rahat bir şekilde görülmektedir. İzdüşümsel (mürtesem) profilinde sahada ön planda alçak aşınım yüzeyleri, orta planda farklı seviyelerde gelişmiş eğimli-arızalı aşınım yüzeyleri ve en geride ise yüksek zirve dağlar ortaya çıkmaktadır. Son olarak bileşik profil serisinde yüksek kesimlerde derine aşındırmanın batıda 2500 m kadar indiği ve zirve kesimlerin birbirine yakın yükselti aralığında olduğu kolayca görülmektedir (Şekil 3.64).



Şekil 3.64. Fırtına Deresi Havzasının profil serileri.

Çalışma sahasının da içinde bulunduğu Kuzey Anadolu Dağları, Mesozoyik sonundan itibaren kara haline gelmesiyle ilk drenaj ağı kurulmaya başlanmıştır. Neojen başlarından Kuvaterner ortalarına kadar devam eden epirojenik hareketlerle akarsular, yataklarını kazarak Kuzey Anadolu dağ kuşağını yarmışlardır (Atalay, 2017: 71). Kuvaterner esnasında da bir taraftan genç tektonik hareketlerin zaman zaman canlanması, diğer taraftan iklimde meydana gelen önemli değişiklikler akarsu şebekelerinde bir takım güçlükler ortaya çıkarmıştır (Arđos, 1996: 2). Araştırma sahasında akarsuların kurulumu ve gelişimi kabaca bu bahsedilen süreçleri geçirmiştir. Süreç içerisinde de Fırtına Deresi ve kolları yataklarını kazıyarak dar ve derin vadiler oluşturmuştur. Havzada yer alan vadi profillerini daha net bir şekilde anlamak için ArcGIS 10.7 programında SYM verisi üzerinden yaklaşık 2 km'lik yatay mesafeye sahip enine profiller çıkarılmıştır. Enine profiller; Fırtına, Hala ve Tunca Dereleri üzerinden alınmıştır. Profiller incelendiğinde yüksek sahalarda, buzul etkisi altında

şekillenen “U” şekilli tekne vadi şekilleri bulunmaktadır. Bu vadilerin devamında da hem flüvyal hem de glasiyal etken ve süreçlerinin etkisinde gelişen polijenik vadi oluşumları gerçekleşmiştir. Diğer taraftan dağlık alanlardaki akarsular sınırlandırılmış bir yatak içerisinde akarak “V” şekilli genç vadiler oluşturmaktadır (Şekil 3.65). Havzanın mansap kısmına doğru ise akarsu profilleri yatık yamaçlı bir görünüm almaktadır. Genel itibariyle havzada yükseltinin fazla oluşu, akarsu debilerinin fazla oluşu, tektonik hareketlerle yükselme aşındırma süreçlerini hızlandırmıştır. Bu da havzanın büyük kısmında “V” şekilli dış bükey vadilerin yaygınlığını arttırmıştır.



Şekil 3.65. Fırtına Deresi ve kollarının enine profilleri.

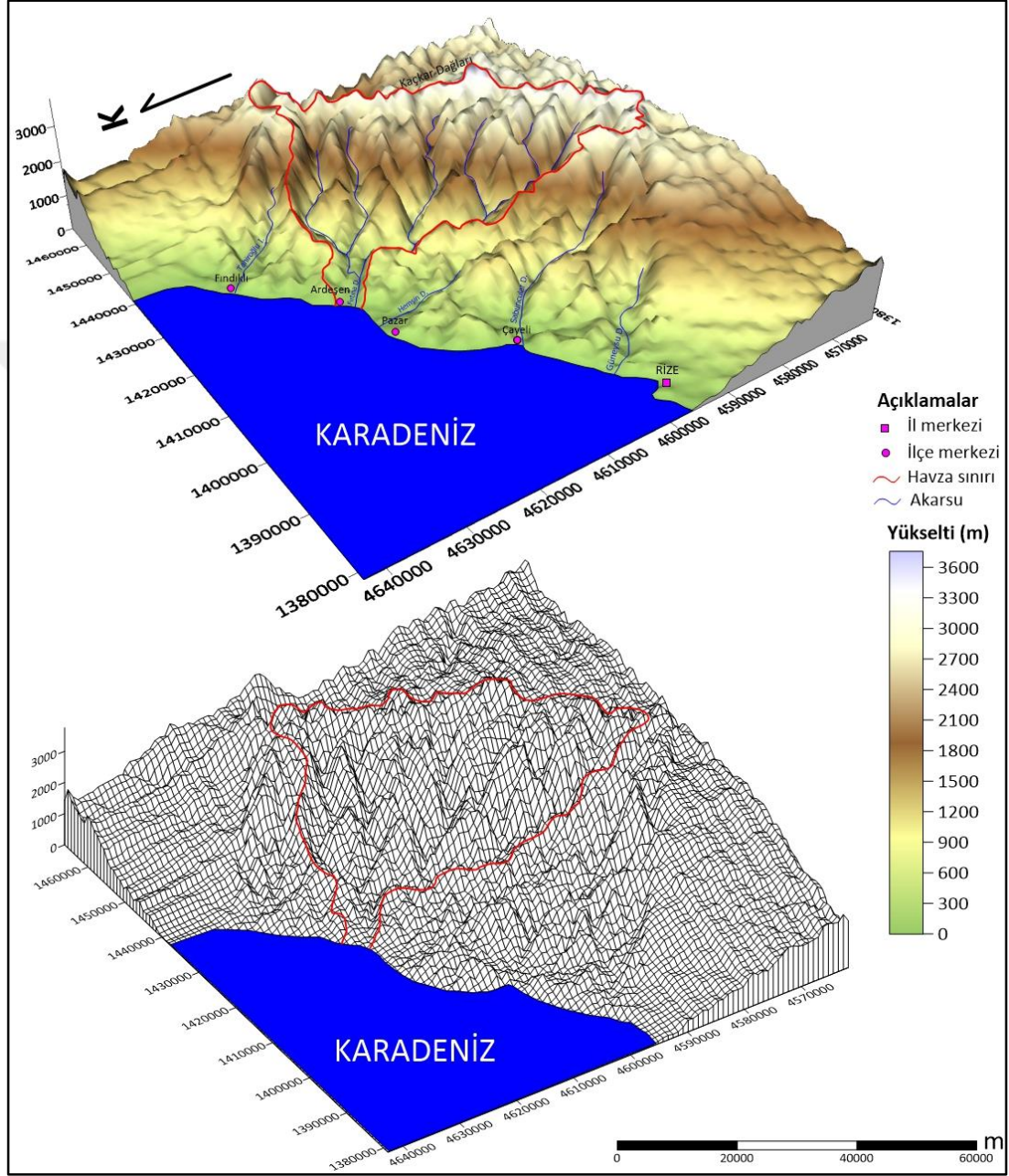
3.6.6. Başlıca Jeomorfolojik Birimler

Genç sıradağlara sahip çalışma alanı, çeşitli aşındırma süreçlerinin tesirinde farklı jeomorfolojik birimlere sahip olmuştur. Kuzey Anadolu kıvrım dağları kuşağının kuzey aklanında yer alan araştırma sahası, genel hatları ile güneydoğu-kuzeybatı yönünde uzanan yüksek dağlardan (Şekil 3.66), Pleistosen' deki buzul dönemlerine ait buzul aşınım ve birikim şekillerinden, Fırtına Deresi ve kollarının açmış olduğu dar ve derin vadilerden, akarsuyun denize ulaştığı kesimlerdeki geniş tabanlı vadilerden ve taraçalardan oluşmaktadır.

Bilindiği üzere Türkiye'nin kuzeyinde yer alan Kuzey Anadolu Dağları tek bir orojenezle değil, birkaç orojenez ve onu izleyen post-orojenik hareketlerle şekillenmiştir. Bu dağlar Üçüncü Zaman sonları ve Dördüncü Zaman başlarında epirojenik hareketlerle bütün olarak yeni bir yükselmeye maruz kalmış ve sahip olduğu yükselti nedeniyle şiddetli erozyona uğramıştır (Şahin vd., 2010: 36). Çalışma sahasının GB-KD doğrultusunda yer alan Cimil Dağı, Tatos Dağları, Karadağ, Verçenik (Üçdörük) Dağı, Kaçkar Dağları, Bulut Dağları ve Altıparmak Dağları sahanın güney sınırını oluşturan önemli dağ silsileleridir. Bu dağ silsileleri yaklaşık 3.000 m üzerinde yüksekliklere sahiptirler. Sadece Altıparmak Dağları'ndan sonra yükselti 3.000 m'nin altına inmektedir. Buna bağlı olarak da eğim değerleri ve yarıлма dereceleri de farklılık göstermektedir. Bu durumun nedenini Erinç (1945: 119), sıradağların bünyesinde çok büyük rol oynayan Mesozoik-Tersiyer erüptif (püsküren) örtünün Melet boylarından itibaren doğuya gidildikçe büsbütün önem kazanması ve granodioritin sıradağların yüksek merkezi sırtlarında satha çıkışıyla açıklamaktadır.

Havzanın güney sınırında GB-KD uzantısı üzerinde en yüksek noktaları Büyükcincin T. (3.344 m), Ziyaret T. (3.188 m), Kolkanlı T. (3.351 m), Varşanba T. (3.709 m), Pılav T. (3.263 m), Sulak T. (2.944 m), Çırma T. (3.303 m), Atalanı T. (3.428 m), Kebut T. (3.329 m), Naletleme T. (3.404 m), Çeymakçur T. (3.420 m), Ayvikur T. (3.180 m), Kuşaklıkul T. (3281 m), Kındevul T. (3.562 m), Lazgediği T. (3.353 m), Hizarkapı T. (3.330 m), Barbalaşdı T. (3.170 m), İntorbaşı T. (3169 m), Körgöl T. (2.906 m), İntor T. (3.101 m), Dutkaaşdı T. 2.987 m), Şorakbaşı T. (3.118 m) ve Uzunyayın T. (2.934 m) oluşturmaktadır. Söz konusu zirve noktalara bakıldığında güneybatıdaki yüksekliklerin kuzeybatıya nazaran daha yüksek değerlere eriştiği görülmektedir. Havzada GB-KD doğrultusunda uzanan ana dağ kuşağına dik bir şekilde kabaca KB-GD yönlü sırt/doruk çizgileri bulunmaktadır. Bu sırt/doruk

çizgileri alt havzaları birbirinden ayıran sınırlar olup ana akarsuya karışacak akarsulara yön vermektedir. Yukarıda ifade edilen dağ silsileleri ve sırt/doruk çizgileri Pleistosen’ de buzullarla kaplanmış, beraberinde buzulların aşındırma ve biriktirmeleriyle çeşitli topografya şekilleri meydana gelmiştir.



Şekil 3.66. Fırtına Deresi Havzasının blok diyagramı, kuzeybatıdan bakış.

3.6.6.1. Aşınım Yüzeyleri

Aşınım yüzeyleri, yeryüzünün akarsular tarafından aşındırılıp tesviye edilmesiyle meydana gelmiş hafif dalgalı topografya yüzeyleri olarak bilinmektedir. Havzada uzun süre devam eden akarsu aşınması, deniz seviyesi değişmesi ve tektonik

hareketlerle yükselme değişik seviyelerde aşınım yüzeylerinin meydana gelmesini sağlamıştır. Özellikle ana akarsu vadisinde bu aşınım yüzeyleri basamaklı görünüm oluşturmuştur (Şekil 3.67). Bu aşınım yüzeyleri kimi yerde yerleşim alanı, kimi yerde ise tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Ancak yamaç eğiminin yüksek olması yüzeysel akış ve kütle hareketlerinin etkisini arttırmış ve aşınım yüzeylerinin deforme olmalarına neden olmuştur. Sahanın mansap kısmına doğru ise litolojik farklılıklar yatık yamaçlı vadilerin oluşmasında etkili olmuştur. Mansap kısımda yer alan volkano-tortul istif, granitoyid ve bazaltlara nazaran daha kolay aşınması yatık yamaçlı vadilerin oluşumunu sağlamıştır.



Şekil 3.67. Çamlıhemşin'de eski akarsu aşınım seviyelerinden bir görünüm (güneye bakış).

3.6.6.2. Vadiler

Yer çekimi, akan su ve sıcaklık değişimleri yamaç süreçlerinin arkasındaki başlıca kuvvetlerdir. Bu kuvvetler yamaçların şekillenmesinde yavaş ve devamlı süreçlerden, hızlı ve kesintili süreçlere doğru etki göstermektedir. Daha önceden de ifade edildiği gibi çalışma alanı hem yüksek hem de eğimli bir yapıya sahiptir. Bu da flüvyal aşındırmanın şiddetli olarak devam etmesine neden olmaktadır. Özellikle Neojen öncesi ve Neojen'de kurulan akarsular milyonlarca yıl süren aşındırma

faaliyetleriyle orojenik kuşakları yüzlerce ve hatta bin metreyi aşan derinliklerle yarmıştır (Atalay, 2017: 106).

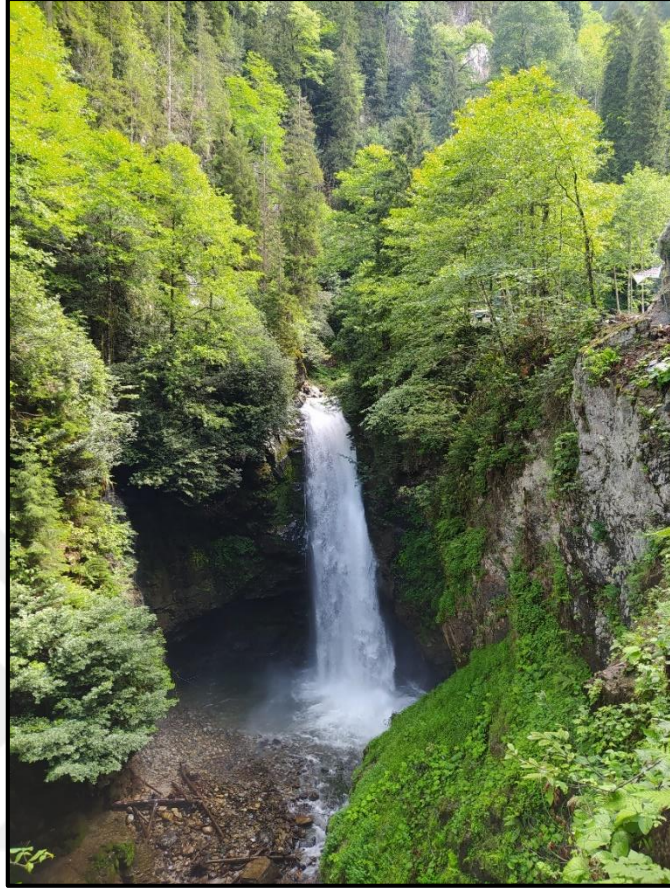
Fırtına Deresi Havzasının günümüz jeomorfolojik görünümünü kazanmasında en etkili faktör, flüvyal süreçlerdir. Flüvyal süreçlerin kuvvetlenmesinde kıyıdan itibaren hızlı yükselti artışı ve her mevsim yüksek değerlere ulaşan yağış miktarı etkilidir. Havzadaki eğimli yamaçları; litolojik ve yapısal kökenli diklikler, köşeli malzemelerden oluşan yamaç molozları, heyelan yaraları, akarsu ve buzul vadileri oluşturmaktadır. Bu alanlar, aşınmanın en fazla geliştiği yerlerdir. Havzada dağlık kesimin büyük bölümünde, yükseltinin fazla olması ve akarsu debilerinin yüksek oluşu **“V” şekilli (çentik)** derin vadilerin gelişimini hızlandırmıştır (Şekil 3.68). Beraberinde havzanın arızalı bir görünüm almasına neden olmuştur.



Şekil 3.68. Havzada yer alan “V” şekilli vadiden bir görünüm (Zil Kale’ye kuzeyden bakış).

Kabaca KD-GB doğrultulu düşey atımlı faylar, boyuna profillerin değişmesine ve su düşüşlerinin yaşanmasına neden olmaktadır. Su düşüşleri, litolojik birim farklılığına bağlı olarak aşınım etkisinin değişimine göre de meydana gelmiş olabilmektedir. Bu durumlar havzanın önemli şekillerinden şelaleleri oluşturmaktadır. Palovit Şelalesi en güzel örneklerinden biridir (Şekil 3.69). Şelale yaklaşık 15 m

yükseklikten düşmekte olup debisi en yüksek şelalelerdendir. Şelalenin oluşmasında litolojik farklılık ve muhtemel faylanmanın etkisi olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3.69. Palovit Şelalesinden bir görünüm.

Akarsular aşındırmada, taşıma ve sediment depolamada kapasiteleri güçlü jeomorfik araçlardır. Akarsuların bu özelliği akma hızına göre şekillenmektedir. Akarsuların akma hızını, akarsu yatağının gradyanı, tabanının pürüzlü oluşu ve enine kesitinin biçimi etkiler (Karabıyıköğlu, 2019: 193). Bu bakımdan havzada eğimin azalmaya başladığı kıyıya yakın alanlarda yer alan alüvyal düzlükler önemli alçak alanlardır. Geniş vadi tabanı ve kenarda yüksekte kalmış taraçalar da sahadaki diğer alçak alandaki jeomorfolojik birimlerdir.

Taşkın ovası olarak da ifade edilen **geniş tabanlı vadi** havzada kıyıda başlayarak iç kısımlara doğru daralarak devam edip sonlanmaktadır (Şekil 3.70). Bu vadi tipi sahada ender olarak görülmektedir. Her ne kadar kıyıda bu vadi tipine rastlanılsa da iç kısımlarda da görülebilmektedir. İç kısımlarda yer almasında, tektonizma ve küle hareketlerine bağlı olarak değişen kaide seviyesi değişikliği etkili

olmuştur. Eğimin azalması, yatağın sığlaşması ve yük fazlalığı bu vadi tipinde örgülü akarsu ağı oluşturmuştur.



Şekil 3.70. Havzada yer alan geniş tabanlı vadiden bir görünüm (Ardeşen/Akkaya Köyü kuzeye bakış).

3.6.6.3. Taraçalar

Havza geneline göre çok küçük bir alana denk gelen kıyı çizgisi doğu-batı doğrultusunda yaklaşık 2 km'lik bir uzanışa sahiptir. Mansap kısmında Fırtına Deresi tarafından küçük bir delta oluşumu bulunmaktadır. Ardeşen ilçesi bu delta üzerinde yer almaktadır. Deniz altı topografyanın hemen derinleşmesi ve kıyıda etken ile süreçlerin faaliyetleri nedeniyle kıyıda belirgin bir delta çıkıntı gelişmemiştir. Buna karşın kıyıda, farklı seviyelerde deniz seviyesinin alçalması veya karanın yükselmesi nedeniyle gelişen **denizel taraçalar** bulunmaktadır. Bu taraçalar, Fırtına Deresi'nin ağız kısmında 20, 50, 80, 100, 1.400 m'lerde değişen seviyelerde görülebilmektedir. Taraçalar kuzeye eğimli olup eski deniz kıyısı ovalarının yüksekte kalmış parçaları olarak nitelendirilmektedir (Bayrakdar, 2006: 64).

3.6.6.4. Glasiyal Şekiller

Sıkıştırılmış kardan oluşmuş buzullar, kendi ağırlığı altında yavaşça hareket ederek aşındırma ya da biriktirme faaliyeti gösterirler. Jeolojik zamanlar içerisinde en

fazla iklim değişimi, Senozoyik'in dördüncü devrinde yani Kuvaterner' de meydana gelmiş, bu dönemde 16 adet buzul ve buzullarası dönem olmuştur (Atalay, 2017: 439). Bu buzul ve buzullarası dönemde havzadaki dağlık ve yüksek sahalarda buzullaşma meydana gelmiştir. Pleistosen' deki bu buzullaşma, aşınım ve birikim şekillerini meydana getirmiştir. Havzada buzul vadileri, sirkler, sirk gölleri, moren depoları, cilalı-çizikli-oluklu kayalar ve asılı vadiler olmak üzere bütün buzul topografya şekillerine rastlamak mümkündür.

Geçmiş çağlarda buzulların kapladığı alan, güncel buzul dağılımını anlamak için önemlidir. Derin deniz sondajlarından elde edilen izotop verileri dünyanın yörünge parametrelerindeki değişkenlik tarafından kontrol edilen, buzul ve buzullarası dönemleri olarak bilinen dondurucu ve sıcak koşulların ardalanmasından oluşan bir serinin varlığını ortaya koymuştur (Çiçek, 2019: 256). Bu dönemsel ardalanma çalışma sahasının da içinde bulunduğu orta ve yüksek kesimdeki arazilerde belirgin değişiklikler ortaya çıkarmıştır. Bu durum eğim, bakı ve yükselti gibi jeomorfolojik parametrelerden etkilenmiş, buzul şekillerinin özelliklerinde farklılıklara neden olmuştur. Havzadaki buzul sahalarında bu farklılık net bir şekilde görülebilmektedir. Kuzey yamaçlarda buzul şekillerinin havza dışındaki güney yamaçlara oranla nicelik olarak daha fazla ve nitelik olarak da daha belirgin olduğu ifade edilmektedir (Geçen, 2011; Geçen vd., 2018a: 51). Ayrıca daimi kar sınırı kuzey güney yamaçlarda farklılık göstermektedir. Daimi kar sınırı kuzey yamaçta 3100 m - 3200 m arasında, güney yamaçta ise 3500-3550 m arasında olduğu belirlenmiştir (Çiner, 2003: 64; Erinç, 1949). Kuzey yamaçta daimi kar sınırının güney yamaca oranla daha alçak olmasının sebebi büyük olasılıkla kuzey yamacın daha fazla yağış alması olarak gösterilmiştir (Erinç, 1952: 92; Sarıkaya, 2011: 536).

Halen farklı boyutlarda güncel buzulların yer aldığı Kaçkar ve Verçenik Dağları'nda ¹⁰Be ve ²⁶Al kozmojenik izotopları kullanılarak yapılan yaşlandırmada buzullar, Geç (Üst) Kuvaterner' de maksimum boyutlarına 21.5 ± 1.6 bin yıl önce ulaşmış; 15.6 ± 1.2 bin yıl öncesine kadar etkinliklerini korumuştur. Sahada daha genç morenler ise 12.1 ± 1.1. ve 10.0 ± 1.1 bin yıl öncesinde depolanmıştır (Atalay, 2017: 440). Turoğlu'nun (2015: 82) derlemesine göre de, Doğu Karadeniz Dağları'nda buzullaşmanın G.Ö. (günümüzden önce) 26 (±1.2) bin yıl gibi başladığı, G.Ö. 18.3 (±0,9) bin yıla kadar devam ettiği ve bu tarihten sonra buzulların çekilmeye başladığı kozmojenik tarihlendirme yöntemiyle belirlenmiştir (Akçar vd, 2007b, 2007a, 2008;

Akçar ve Schlüchter, 2005). Verçenik Dağlarında buzullaşma ise G.Ö. 26.1 (± 1.2) – 18.8 (± 0.8) bin yıl aralığında gerçekleştiği belirlenmiştir (Akçar vd., 2008). Kaçkar Dağları'ndaki Geç Buzul Dönemi buzullaşmaları ise G.Ö. ± 12 bin yıl periyoduna denk gelmektedir (Sarıkaya vd., 2008; Sarıkaya vd., 2009). Araştırma sahasında yer alan buzullar, Çiner (2003: 64) tarafından yapılan bir araştırmada derlenen kısma göre ifade edilecektir. Araştırmada, buzullar 3 dağ silsileleri esas alınarak gruplandırılmış ve açıklanmıştır.

Doğu Karadeniz Dağları'nın en yüksek zirvesi **Kaçkar Dağı** (3932 m) olup yamaçlarında 6 adet buzul barındırmaktadır. Bunlardan en büyüğü 2850 m'ye kadar inmekte olup, Erinç (1949) tarafından Kaçkar I buzulu olarak adlandırılmıştır. 1975 yılı Landsat MSS uydu görüntülerinde ise Kaçkar I buzulu 3650 m civarında başlayıp 2900 m'ye kadar inen ve toplam uzunluğu 1500 m olan bir buzul olarak tesbit edilmiştir (Kurter, 1991: 16). Bölgede kapsamlı bir çalışma yapan Doğu vd., (1993) buzulun 3600- 3000 m yüksekliğinde 1250-1300 m'lik bir uzunluğa sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bölgede bulunan diğer buzullardan Kaçkar II buzulu 3000 m'ye ve Kaçkar III buzulu da 2940 m'ye ulaşmaktadır (Erinç, 1949). 1975 tarihli Landsat MSS uydu görüntülerinde ise 3650 m'den başlayan iki buzul sırasıyla 2990 m ve 3130 m'ye kadar inmektedirler (Kurter, 1991: 16). Doğu vd., (1993) tarafından yapılan gözlemler ise yine daha yüksek buzul dili sınırları vermektedir (3080 ve 3100 m). Kaçkar Dağı'nda çok daha küçük boyutlu üç adet çekirdek buzul da (Krenek I, Krenek 11 ve Dübe buzulları) bulunmaktadır (Krenek, 1932).

Bölgenin en yüksek ikinci zirvesi **Verçenik Dağı** (3709 m) olup Erinç (1949a) kuzey yamacında üç adet buzul tespit etmiştir. Buna karşın, 1975'de çekilen Landsat MSS uydu görüntülerinde yalnızca iki adet buzulun (Dilektepe (700 m) ve Sinañor buzulları (300 m)) kaldığı gözükmemektedir (Kurter, 1991: 16). Bölgede çalışan Doğu vd., (1996) ise haritalarında bu iki buzula yer vermemişler, buna karşın moren seti gölleri ve çeşitli tipte morenlerin varlığından bahsetmişlerdir.

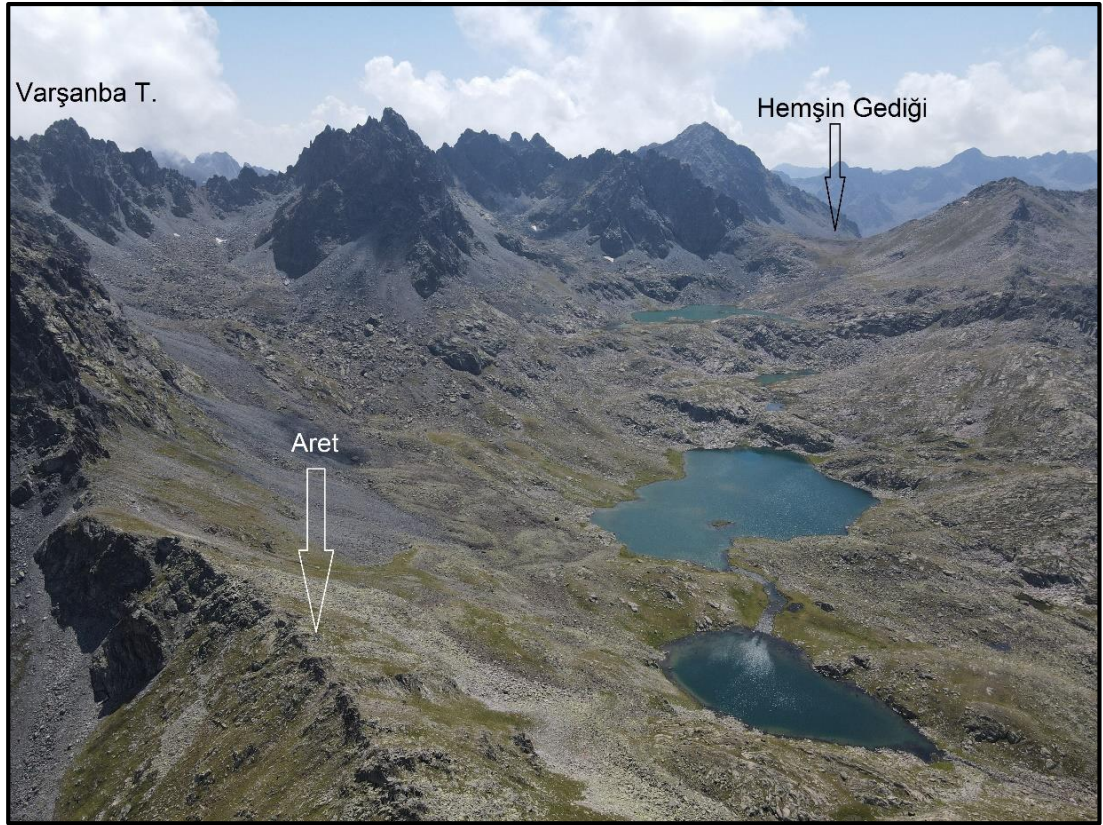
Doğuya doğru, daha alçak olmalarına karşın **Bulut-Altıparmak Dağları** da birkaç küçük buzul barındırır. Bunlardan en büyüğü olan Kırmızıgedik buzulu 500 m uzunluğunda olup Lazgediği zirvesinin (3353 m) doğusundaki bir buzyalağı içine yerleşmiştir. Bir diğeri de Kindevul zirvesinin (3562 m) doğusundaki bir buzyalağında bulunan ve uzunluğu ancak 150 m'yi bulan Avucur buzuludur (Doğu vd., 1997).

Sirk ve Sirk Gölleri

Sirkler, dağlık arazilerde buzul tarafından aşındırılan çeşitli boyut ve şekillerde olabilen genellikle hilal şekilli (ya da amfi tiyatro, koltuk) çukurluklardır. Sirkler araştırma sahasında bütün vadilerin başlangıç kısmında bulunmakta olup en fazla görülen glasiyal aşındırma şekillerindendir. Sirklerin geliştiği litolojik yapıya bakıldığında bazaltlarla granitoidlerin dokonak noktasına tekabül ettiği görülmektedir. Bu kayaçların buzul aşınımına farklı direnç göstermesi sonucunda sirkler, çoğunlukla konjelifraksiyonla aşınan granitoidlerin içerisinde oluşmuştur (Bayrakdar, 2006: 46). Ayrıca sirk alanlarının su ile dolmasıyla sirk gölleri meydana gelmiştir. *“Alansal dağılışı özelliklerine göre sirk göllerinin çok büyük bir bölümü*

(%77) Doğu Karadeniz Dağları üzerinde bulunmaktadır ve bu dağlık alanlarda sirk gölü/sirk sayısı oranı (G/S oranı) %30'a ulaşmaktadır” (Öztürk vd, 2021: 49). Geçen vd. (2018b) tarafından yapılan araştırmada da, Doğu Karadeniz Dağları üzerinde yer alan göllerin %85'i 2.700 m – 3.200 m yükselti arasında olduğu ve %63'ünün kuzey yamaçta yer aldığı ifade edilmektedir.

Yukarıda ifade edilen sirk göllerinin büyük bir kısmı çalışma alanı sınırları içerisinde kalmaktadır. Sirk gölleri tek tek parçalı halde bazen de art arda eşiklerle ayrılmış sıralar halinde bulunabilmektedir (Şekil 3.71). Sahada göl sayısının çok olmasında kuzeye bakan yamaçların varlığına bağlı olarak havzanın fazla yağış alması etkili olmuştur. Havzada yer alan önemli sirk gölleri güneydoğudan kuzeybatıya doğru: Çermeş G., Kara G., At G., Buzlu Göller, Kapılı G., Moçar G., Sulak G., Sarıncof G., Yıldız G., Dönen G., Yıldızlı G., Anadağ G., Büyükdeniz G., Karadeniz G., Çennovit G., Kaçkar G., Ambar G., Samlı G., Göleteği G., Ortasırsol G., Gürcü G. ve Büyükyayla G. olarak sayılabilir.



Şekil 3.71. Verçenek Dağında sıralı şekilde Kapılı sirk göllerinden bir görünüm.

Aretler

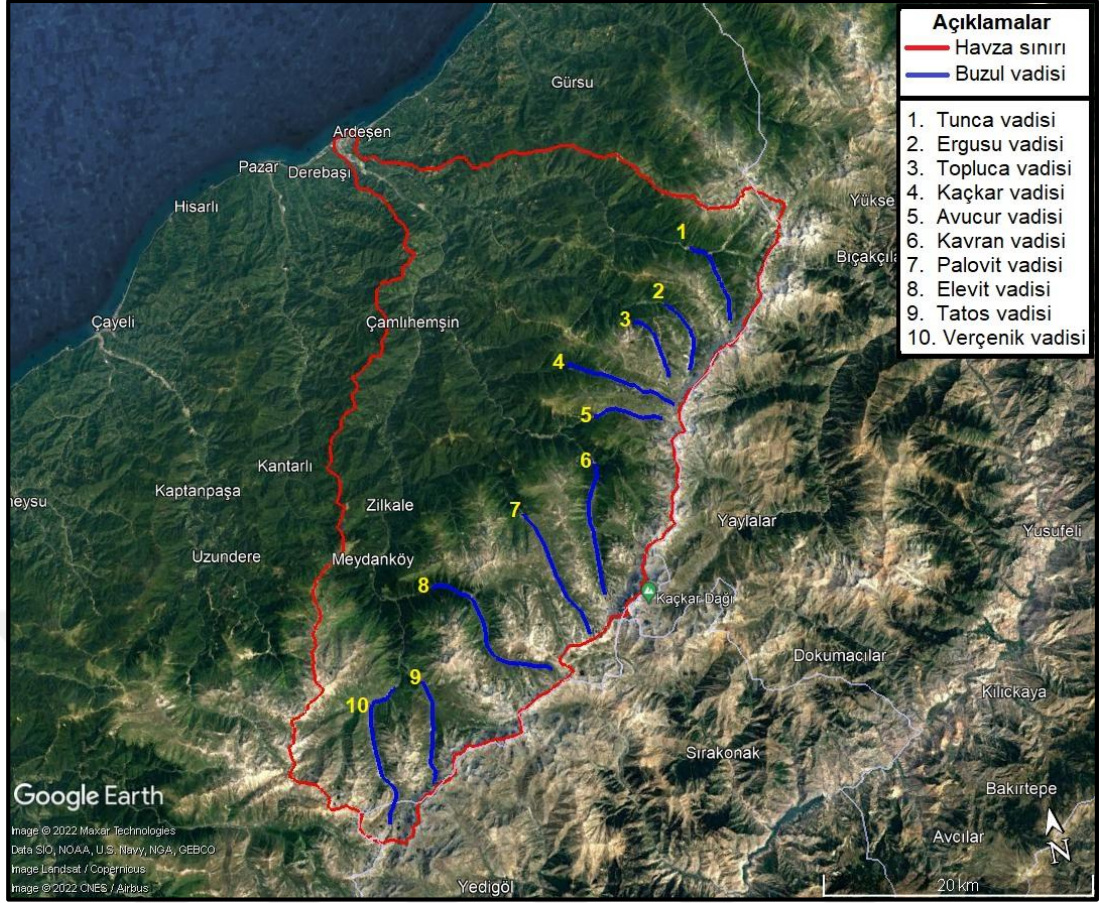
Aretler, dağ buzullarında sirkleri veya buzul vadilerini birbirinden ayıran bıçak sırtı ya da testere ağzı görünümündeki keskin sırtlardır (Turoğlu, 2011: 417). Sirklerin ve buzul vadilerinin yukarı kısımlarındaki yamaçlarda geriye aşındırma ile meydana gelirler. Havzada kabaca kuzey-güney uzantılı birden çok aretler bulunmaktadır. Özellikle yan yana olan iki sirk yamaçlarında çok fazla gelişmiştir. Buzul vadilerinde, buzullaşma ve donma-çözölmeye bağlı süreçler zamanla aşınım seviyesini arttırarak uzun ve yüksek aretler oluşturmuştur (Şekil 3.72).



Şekil 3.72. Salır Tepeden aretlerin bir görünümü.

Tekne (Buzul) Vadiler

Buzullaşma öncesi döneme ait “V” şekilli akarsu vadileri, buzullaşmanın etkin olduğu dönemde buzullar tarafından işgal edilir. Eğim ve morfolojik özelliklere bağlı olarak buzul zamanla “V” şekilli vadiyi yana ve geriye doğru aşındırarak deformasyona uğratar. Deformasyon sonucunda “U” profilli tekne vadiler oluşur (Turoğlu, 2011: 427). Tekne vadiler, araştırma sahasının yüksek yaylaları içerisinde sırt/doruk çizgilerinin arasında yer almaktadır. Geçen vd. (2018a) tarafından yapılan bir araştırmada saha sınırları içerisinde 10 adet buzul vadisinin varlığından bahsedilmiştir (Şekil 3.73). Buzul vadileri, değişik yükselti aralığına sahip olmakla birlikte ortalama başlangıç yükseltileri 2.766 m, ortalama bitiş yükseltileri 1.767 m ve ortalama yükselti farkı ise 1.000 m civarındadır (Tablo 3.42).



Şekil 3.73. Araştırma sahasında yer alan bazı buzul vadileri (Geçen vd., 2018a'dan yararlanarak).

Tablo 3.42. Araştırma sahasında yer alan buzul vadilerinin yükselti özellikleri (Geçen vd., 2018a'dan yararlanarak)

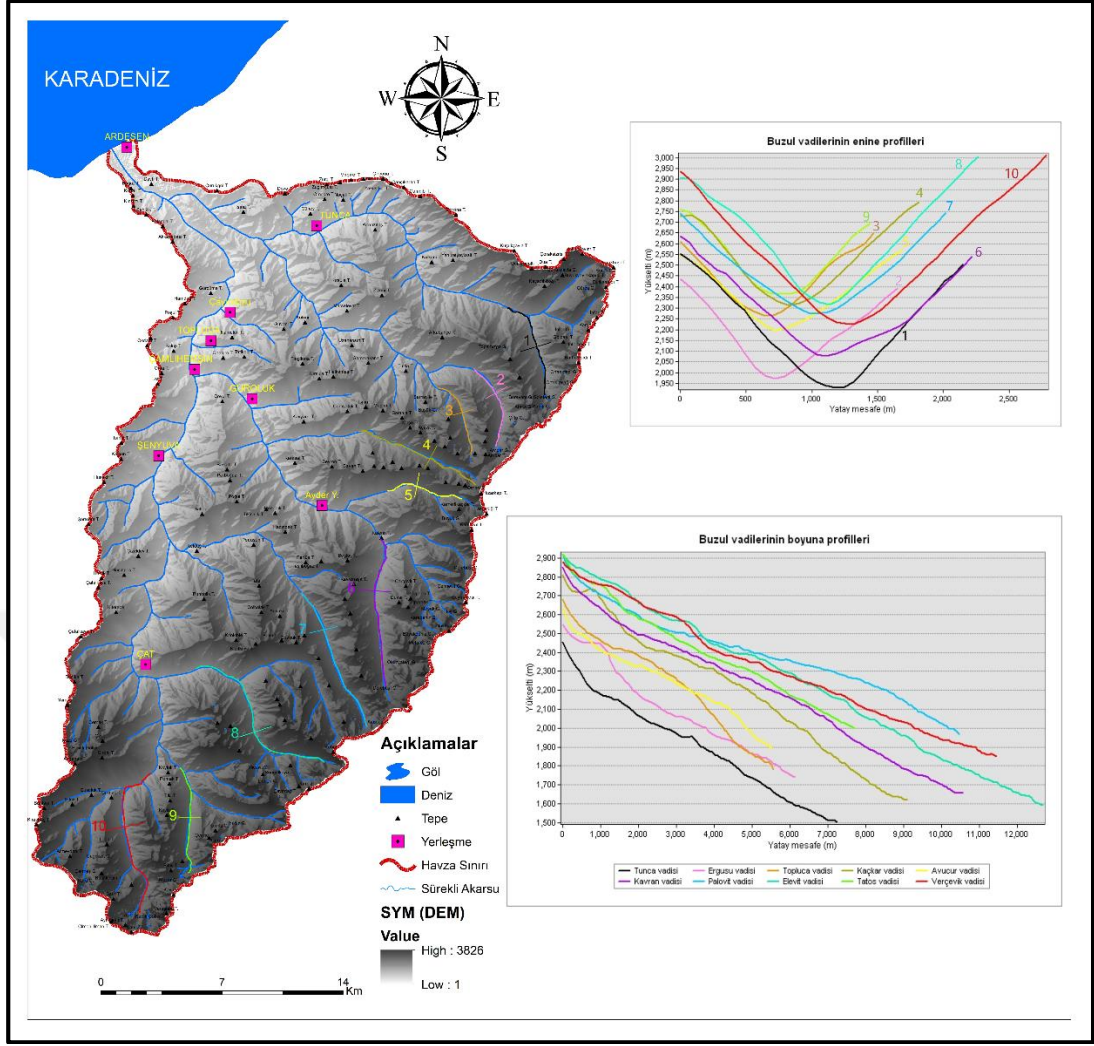
No	Adı	Başlangıç noktası (m)	Bitiş noktası (m)	Yükselti Farkı (m)
1	Tunca	2463	1506	957
2	Ergusu	2558	1748,7	809,3
3	Topluca	2698,4	1791,9	906,5
4	Kaçkar	2805,4	1613,1	1192,3
5	Avucur	2642,6	1890,8	751,8
6	Kavran	2854	1657,5	1196,5
7	Palovit	2902,2	1997,4	904,8
8	Elevit	2915	1595,7	1319,3
9	Tatos	2928,8	2010,7	918,1
10	Verçenik	2900,3	1860	1040,3

Havzada yer alan buzul vadileri kabaca kuzey-güney yönlü uzanmaktadır. Ancak Trovit buzul vadisinde bu durum farklılık göstermektedir. Vadi ilk başta kuzey-güney yönlü bir uzanışa sahipken, 6 km'den sonra batıya doğru yönelmektedir. Bu durumun doğu-batı faylanmalara bağlı olduğu söylenilmektedir (Bayrakdar, 2006: 49).

Genel prensip olarak buzulların aşındırma etkinliğini; buzulun kalınlığı, buzul altı malzeme temini, yatak eğimi, buzul hareket hızı, ana kayanın yapısal özelliği, zaman gibi faktörler etkilemektedir. Bu faktörlere bağlı olarak aşındırma süreci tesiri, buzul vadilerinin enine ve boyuna profillerini de şekillendirmektedir. Bu durumda buzul vadilerinin enine profilleri incelendiğinde “U” şekilli tekne vadi karakteri çok net görülmektedir (Şekil 3.74). Bu vadilerin enine genişlikleri farklı olmakla birlikte 1,5 km’ye ulaştığı da görülmektedir. Diğer yandan 2.900 m’den 1.500 m’ye kadar değişebilen aralıklarda boyuna profiller incelendiğinde yer yer eğim kırıklarına ve profil düzensizliklerine rastlamak mümkündür. Vadi tabanlarında yer alan sirk, taban ve cephe morenleri bu durumun oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Şekil 3.75).



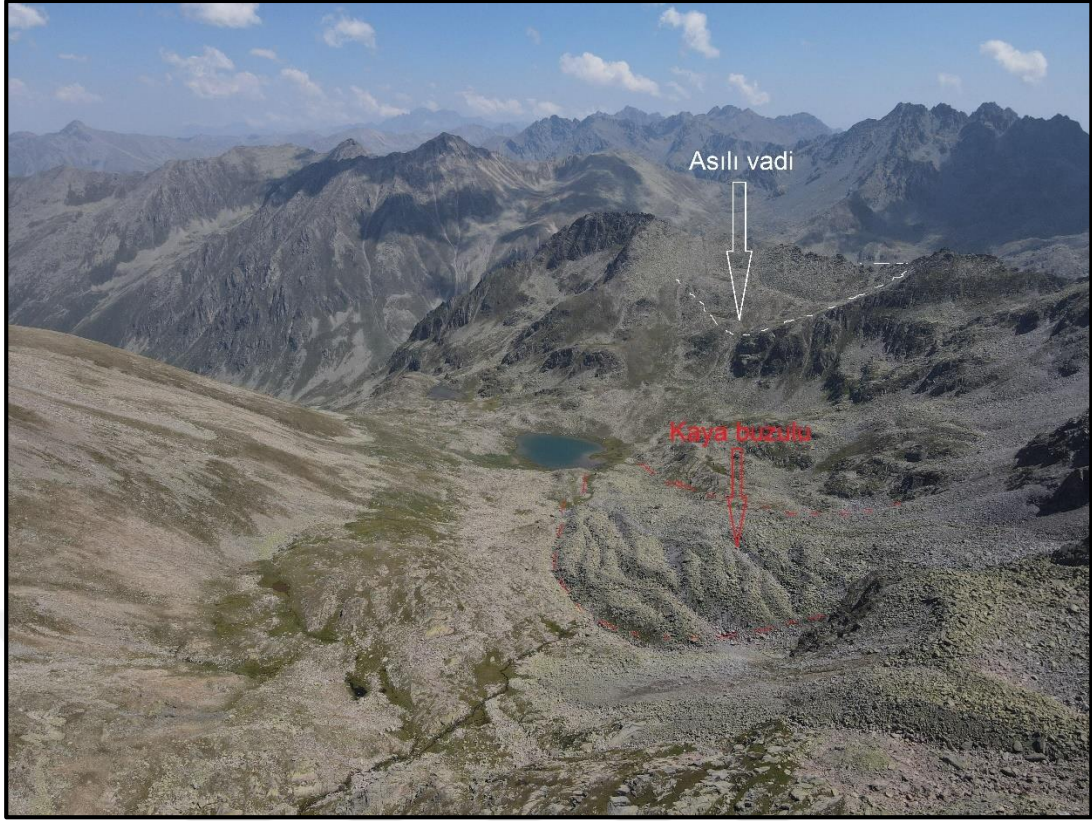
Şekil 3.74. Verçenik buzul vadisinden bir görünüm (kuzeye bakış)



Şekil 3.75. Fırtına Deresi Havzasında yer alan buzul vadilerinin boyuna ve enine profilleri.

Asılı vadiler

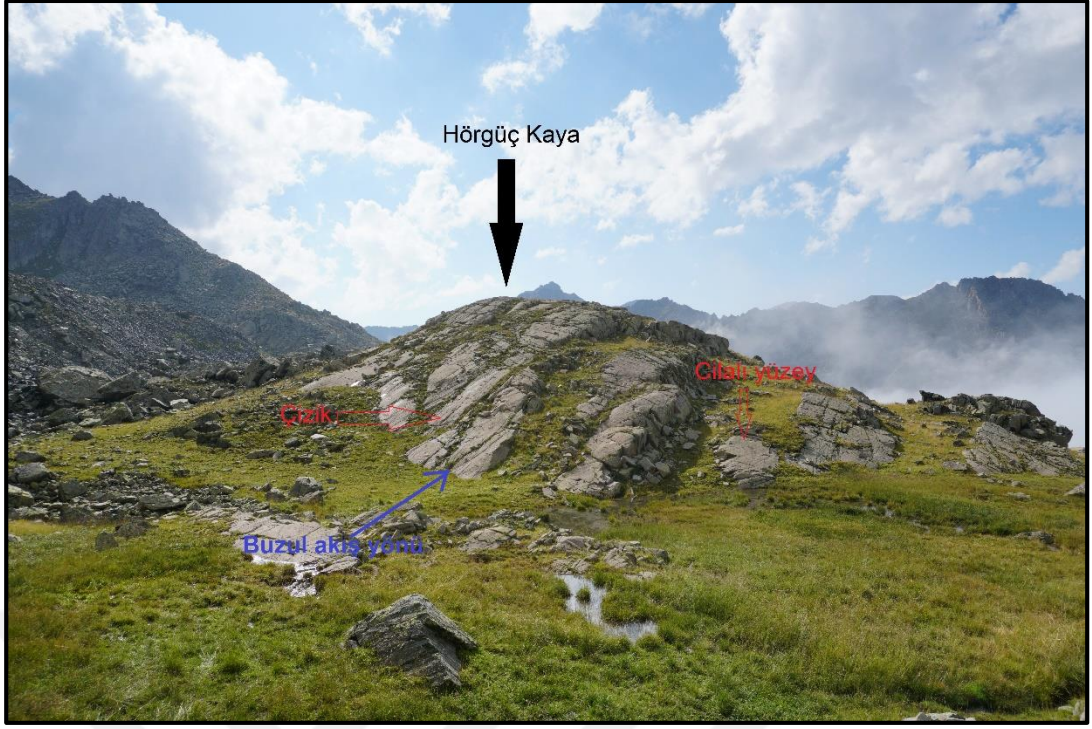
Ana buzul vadisine bağlanan küçük yan buzul kollarının açtığı vadilere “asılı vadi” denilmektedir. Fazla derine inemeyen bu vadilerin tabanı ile ana buzul vadisinin tabanı arasında yükselti farklı bulunmaktadır. Havzada asıl vadi karakterinde birden çok vadi bulunmaktadır. Kaçkar, Kavron, Palovit, Elevit ve Tunca buzul vadilerinin batıya bakan yamaçlarında asılı vadi şekillerine (Doğu vd., 1994: 196–203) daha çok rastlanıldığı görülmektedir (Şekil 3.76). Akçar vd. (2005: 171–172) tarafından yapılan araştırmada, Kavron vadi sisteminde üç asılı vadinin (Derebaşı Düzlüğü, Mezovit Çayırı ve İfrit Çayırı) bulunduğu ve bu vadilerin ana vadiye buzul çökellerinin ana kaya tarafından engellenerek yığılması sonucu oluşan moren eşikleri ile bağlandığı belirtilmiştir.



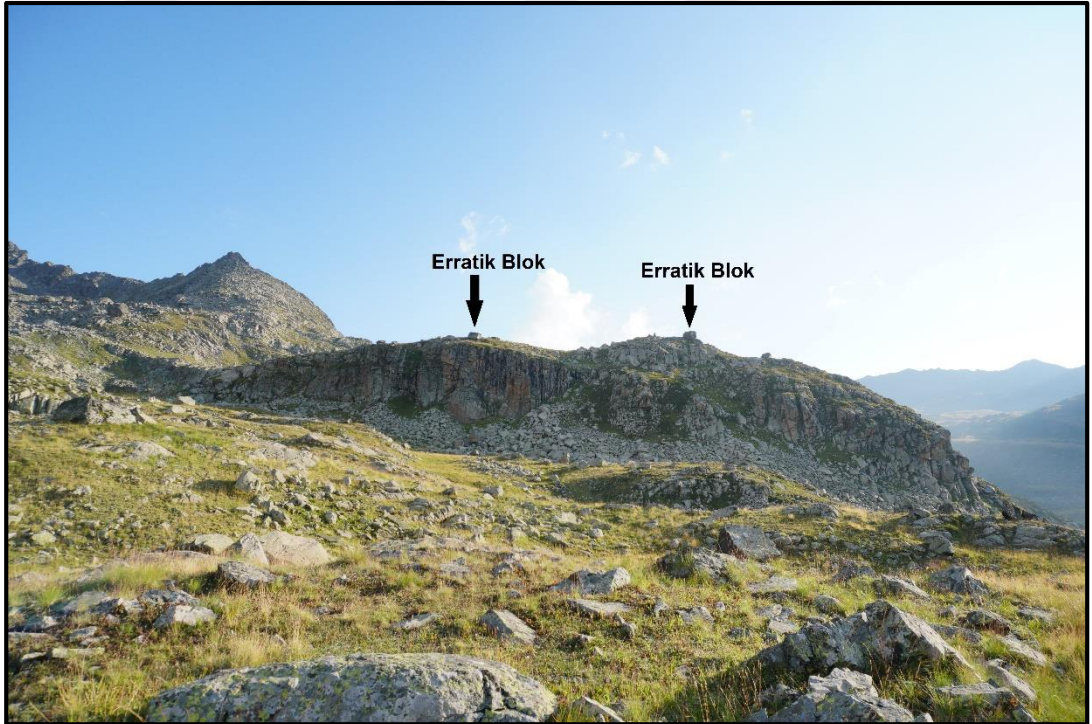
Şekil 3.76. Verçenik buzul vadisinde yer alan asılı vadiden bir görünüm.

Hörgüç Kaya

Hörgüç kayalar, esasında bir tür asimetrik sırtı ifade etmektedir. Havzada buzul yatağı içerisinde anakaya çıkıntılarının ilerleme istikameti doğrultusunda törpülenmiş ya da cilalı halde bulunabilmektedir. Kimi alanlarda bu kayaların yüzeyleri deformasyonlara uğrayıp çizik, oluk ve çentik şekiller de olabilmektedir (Şekil 3.77). Ayrıca bazı hörgüç kayaların üzerinde de çok iri boyutlarda erratik bloklara rastlamak da mümkündür (Şekil 3.78).



Şekil 3.77. Verçenik buzul vadisinde yer alan hörgüç kayadan bir görünüm.



Şekil 3.78. Verçenik buzul vadisinde hörgüç kaya üzerinde yer alan erratik bloklardan bir görünüm.

Moren Depoları

En yaygın buzul birikim şekillerinden olan moren depoları araştırma sahasında geniş yer kaplamaktadır. Moren depoları ve setleri buldukları yerler bakımından farklılık göstermektedir. Havzada sirklerin önünde, tekne vadilerin üst kısımlarında ve tekne vadilerin boğaz vadiye dönüşmeye başladığı periglasiyal sahalarda bu depolara rastlanmaktadır.

Buzul vadilerinin boyuna profillerinde eğim kırıklıkları görülmesinde moren depolarının etkisi çoktur. Buzulların hareket yönüne bağlı olarak morenler kuzeye bakan kesimlerde büyük setler meydana getirir. Bu setler kademeli bir şekilde geriye doğru sıralanması buzul çekilmesinin önemli bir işaretidir. Sahadaki morenlerin kayaç niteliği ve tekstür ile strüktür özellikleri de farklılık göstermektedir. Kavron buzul vadisinde yer alan morenler, granit, granodiyorit, bazalt çakıl ve bloklarından oluşmuştur. Granit blokları üzerindeki çiziklerin alterasyona maruz kalıp yok olması nedeniyle çizik morenlerin çoğu bazaltik sahalarda görülmektedir. Granit üzerinde oluşan aşırı günlenmeden dolayı ayrışan malzemeye morenler içinde çokça rastlanılmaktadır (Bayrakdar ve Özdemir, 2010: 5).

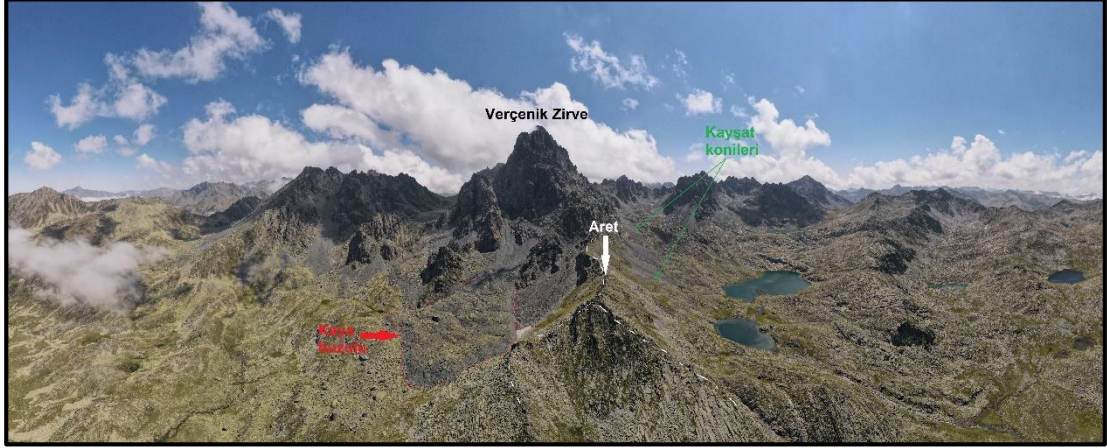
3.6.6.5. Periglasiyal Şekiller

Buzulçevresi ya da buzulaltı sahalı olarak ifade edilen periglasiyal, yüksek dağlık kütleler üzerinde ve orman üst sınırının yukarısında yer alan alpin bitkiler katına karşılık gelmektedir. Bu katta donma-çözülme olaylarına bağlı olarak meydana gelen fiziksel (mekanik) parçalanma çok etkilidir. Akarsuyun etkisi ise çok az olup sınırlı bir süreye rastlamaktadır. Buna karşın, rüzgâr bazı morfolojik gelişmelerde önemli yer tutmaktadır.

Havzada buzulçevresi sahaları 2.100 m'ye kadar inmektedir. Bu yükselti kademesine kadar zemini oluşturan kayaçlar mekanik ayrışma ile parçalanır ve soliflüksiyonla alçak sahalara taşınıp depolanır. Depolanan bu malzeme eğimli sahalarda girland olarak tanımlanan minyatür taraçaları oluşturur.

Buz-buzul içeren hareket halindeki donmuş enkaz yığınları olarak ifade edilen kaya buzulları da periglasiyal sahaların karakteristik topografya şekillerindedir. Havzada kaya buzulları, sirkten ya da vadiden aşağıya sarkan buzul dillerinin üzerinde fiziksel parçalanma ürünü kenarlı köşeli anakaya parçalarından oluşan enkaz ve morenler ile örtülü haldedir. Kaçkar Dağları'nda birçok kesiminde (zirvelerden 2.000

m'ye) bulunmakla birlikte Verçenik Dağı'nın kuzey yamaçlarında döküntü örtüsü altında kaya buzullarına (Gürgen, 2015: 84) rastlamak mümkündür (Şekil 3.79).



Şekil 3.79. Verçenik Zirve'de yer alan kaya buzulundan bir görünüm.

Havza içerisinde periglasiyal sahalarda yer alan önemli bir diğer şekil ise tor topografyasıdır. Genellikle bu topoğrafyanın zemini granit kumuyla (arenayla) kaplı olup bitki örtüsü bakımından cılızdır. Siyah mika ve plajyoklaz tipi feldspat mineraller bakımından zengin, çatlaklı ve kırık yapıda olma gibi özellikler sert ve dayanıklı kayaç olarak bilinen granitlerin çözülmesinde önemli rol oynar (Hoşgören, 2011: 118). Granitlerin çözülmesinde günlenme süreci etkilidir (Şekil 3.80). Havzanın yüksek seviyelerindeki çıplak arazilerde donmuş olan zemin, sıcak dönemlerde parçalanarak rüzgâr erozyonu (deflasyon) ile kolay bir şekilde yer değiştirebilmektedir.

Buzul ve akarsuyun ortak etkisiyle meydana gelmiş polijenik vadiler, periglasiyal sahaların son şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Polijenik vadiler, havzada 1.500 - 2.000 m arasında hem aşındırma hem de biriktirme sürecinin bir eseridir. Soğuk günlerin etkili olduğu dönemlerde buzullarla işlenmiş olan sahalarda “U” şekilli tekne vadiler gelişmişken, buzulun etkisinin yitirmesiyle (geri çekilme) aşındırma süreci akarsuyun tesirinde gelişmeye başlamıştır. Bu durum, hem buzul hem de akarsu sürecinde gelişmiş glasyoflüvyal arazileri oluşturmuştur. Havzada Trovit ve Avusur vadilerinde polijenik karakterde vadiler açıkça görülmektedir (Bayrakdar, 2006: 53).



Şekil 3.80. Palovit havzasının yukarı kesiminde günlenme sürecine bağlı olarak oluşan arenalar ve üzerinde siğ A horizonuna sahip topraktan bir görünüm.

4. BULGULAR

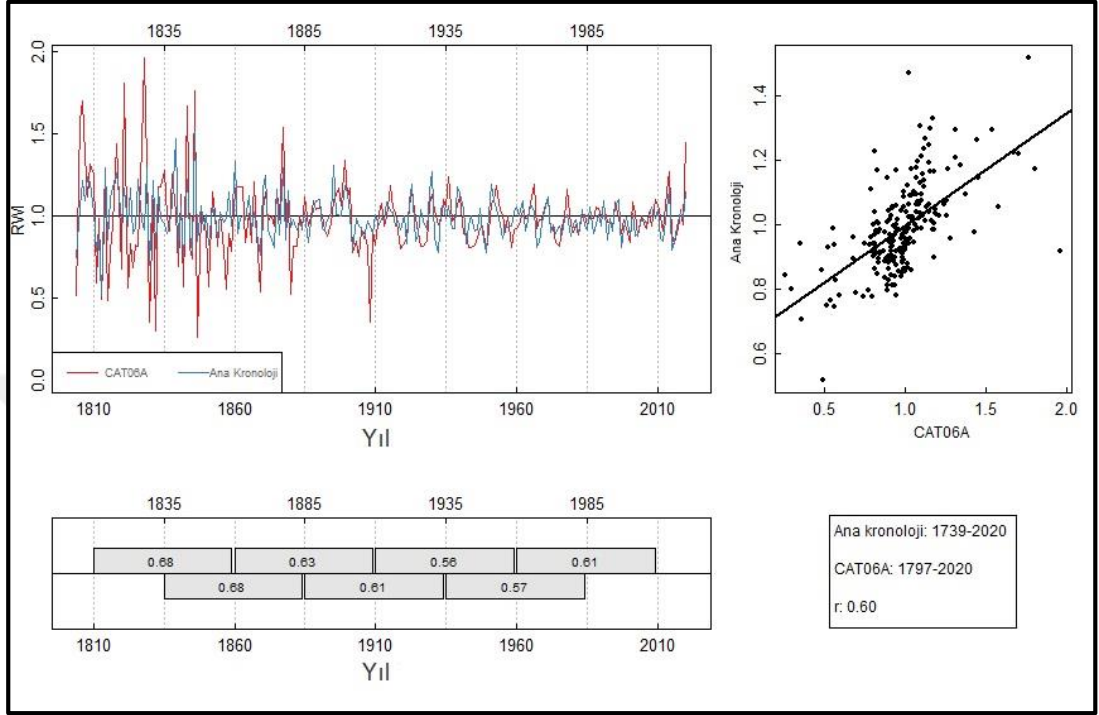
4.1. Dendrokronolojik Bulgular

Fırtına Deresi Havzasında yapılan dendrokronolojik araştırmada, 2020 Kasım ve 2021 Temmuz aylarında gerçekleştirilen iki arazi çalışmalarında toplamda 8 yörenin 133 canlı ağacından 274 artım kalemi toplanmıştır. Araştırmada yörelerin belirlenmesinde: başta yükselti olmak üzere bakı, eğim şartları ve yaşlı bireylere sahip ormanların dağılışı temel kriterler olmuştur. Sahanın, dendrokronoloji yöntemiyle çalışılmasında Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından “*Avrupa Ormanlarının Sıcak Noktaları*” olarak tanımlanan 100 orman içerisinde Türkiye’deki 9 sıcak noktadan biri olması (Can, 2013, 100; Güneş ve Satar, 2014: 30) ve yine Dünya Koruma Vakfı (WWF) tarafından dünyada korunması gereken 200 ekolojik bölge arasında yer alması (Olson ve Dinerstein, 2002) etkili olmuştur. 8 yöreye ait her bir örnek ölçme aşamasından önce bir dizi işlemler içermektedir. Bu işlemler sırasında toplama, hazırlama ve ağaç yapısından kaynaklı birtakım sorunlar içermektedir. Toplama aşamasında artım burgusu kaynaklı kırılma, kâğıt taşıyıcıya yerleştirme sırasında kırılma, taşıma sırasında kırılma; hazırlama aşamasında yapıştırırken kırılma, zımparalarken kopma; ağaç yapısında ise darbe alması, yangın, böcek zararları gibi sorunlar yaşanabilmektedir. Buna bağlı olarak her bir yöreye ait eksik ve yalancı halkalar da bulunmaktadır. Bu sorunlar, her bir yöre içerisinde ayrı ayrı belirtilmiş olup yörelerin dendrokronolojik özellikleri, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru incelenmiştir.

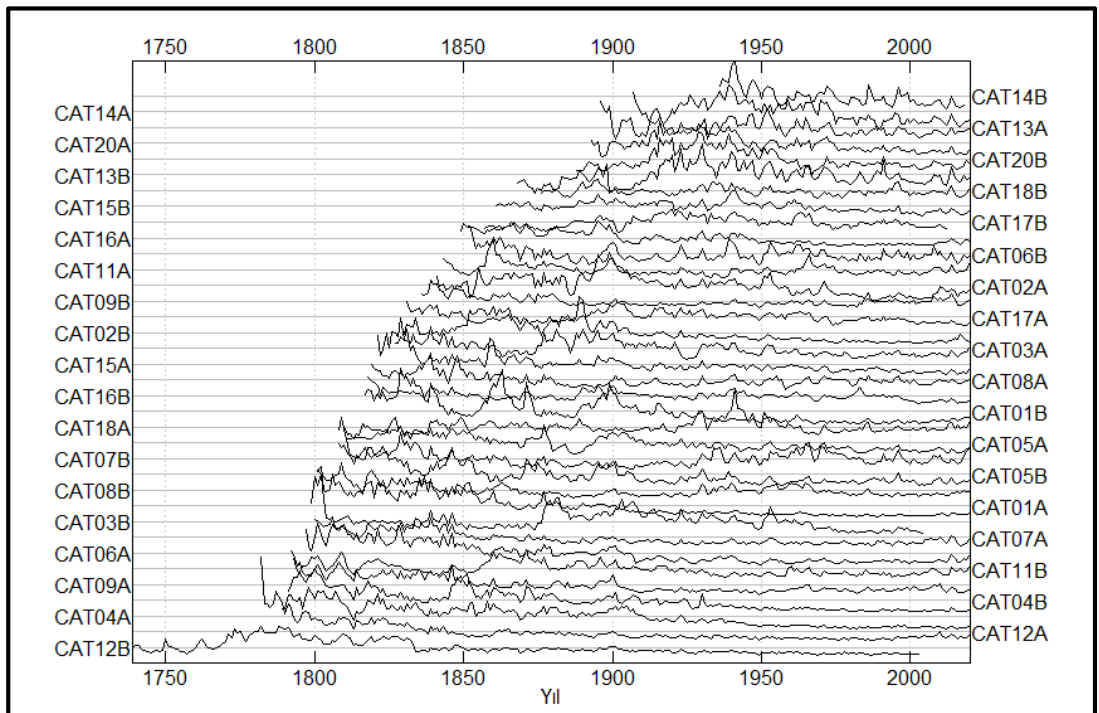
4.1.1. CAT Yöre Kronolojisi

Çatköy yerleşmesinin batı yamacından bu kronoloji oluşturulmuştur. CAT yöre kronolojisini oluşturmak için 1.800-2.050 m yükselti aralığında yer alan 20 ağaçtan (ladin) 41 artım kalemi alınmıştır. Ladin örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafıklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.1). Sonuçlar incelendiğinde CAT12B numaralı kalemde 1799-1800 yılları arasında eksik halka problemi olduğu tespit edilmiş ve eksik halka giderilmiştir. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan CAT03B 2004’e, CAT12B

2003'e, CAT14B 2018'e ve CAT17B 2012'e tarihlendirilmiştir. Ayrıca CAT19A ve CAT19B kalemlerinin halka problemleri çözülemediğinden dolayı analize dâhil edilmemiştir (Şekil 4.2). Bu hususlar neticesinde, 39 kalem ile 1739-2020 yıllarını kapsayan 282 yıllık CAT yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.1. CAT06A kalemine ait zaman serisinin CAT yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.2. CAT yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

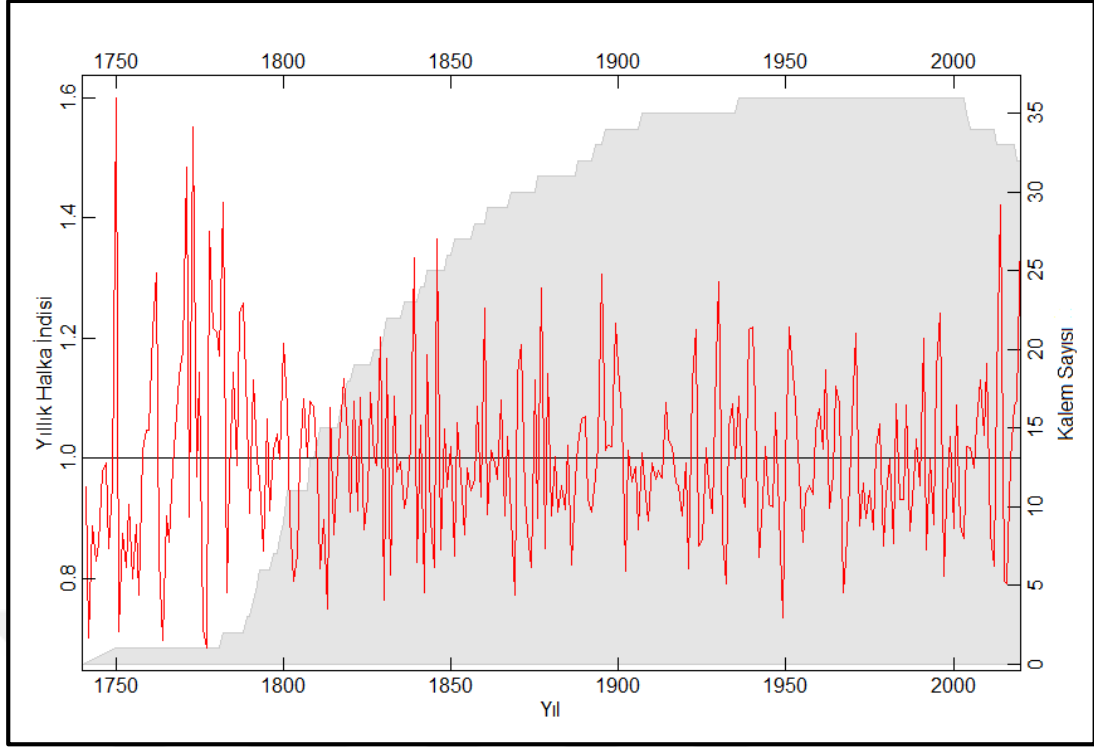
Tablo 4.1’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.2’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektörün varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. CAT yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.1. CAT (1800-2050 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9699	0,9992
Medyan	0,9676	0,9860
Ortalama Duyarlılık	0,1364	0,1545
Standart Sapma	0,2524	0,1490
Çarpıklık Katsayısı	0,1476	0,8509
Basıklık Katsayısı	2,1280	1,4886
Otokorelasyonlar		
t-1	0,7582	-0,0049
t-2	0,0731	0,0047
t-3	0,0261	-0,0853

Tablo 4.2. CAT (1850-2050 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

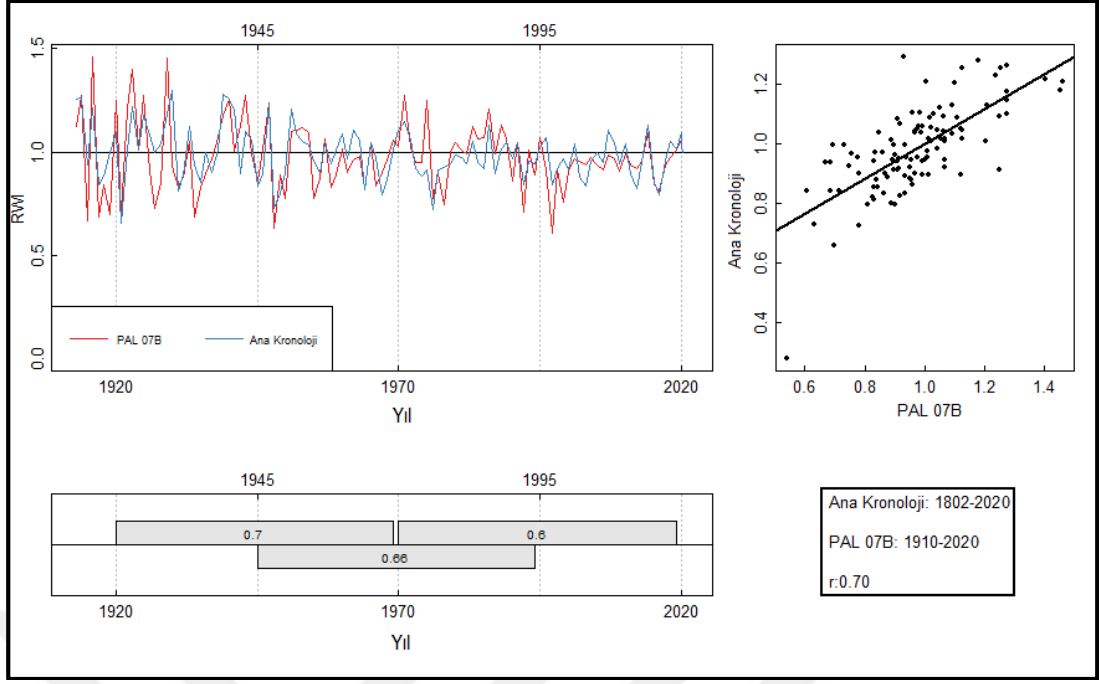
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,245	0,347
Ağaçlar Arasında	0,240	0,342
Ağaçlar İçinde	0,375	0,469
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,499	0,599
Sinyal/Gürültü Oranı	4,738	7,807
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,826	0,886
Birinci Özvektörün Varyansı	%29,91	%38,14
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,985	0,997
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,155	0,125



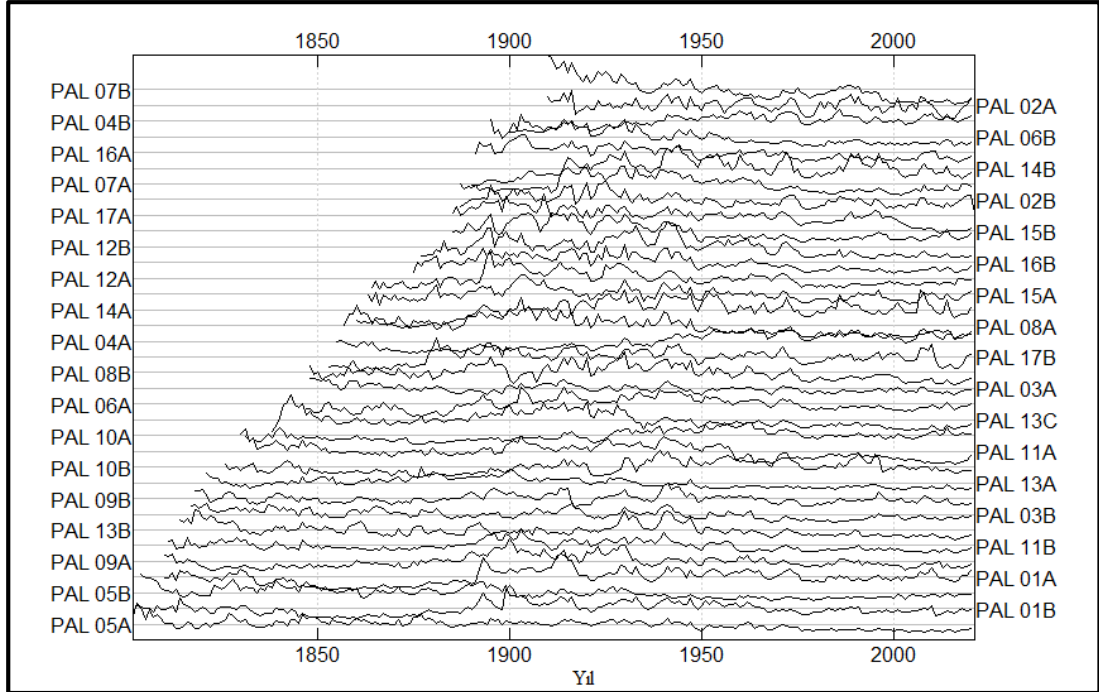
Şekil 4.3. CAT (1800-2050 m) ladin yöre kronolojisi.

4.1.2. PAL Yöre Kronolojisi

Pokut Yaylası'nın güneybatı yamacından bu kronoloji oluşturulmuştur. PAL yöre kronolojisini oluşturmak için 1.800-2.000 m yükselti aralığında yer alan 17 ağaçtan (ladin) 35 artım kalemi alınmıştır. Ladin örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşup oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.4). Sonuçlar incelendiğinde herhangi bir eksik halkaya rastlanmamıştır (Şekil 4.5). Ayrıca yöreden alınan tüm örnekler kırıksız bir şekilde ölçülmüş ve son halkalar 2020 yılı olarak tarihlenmiştir. Bu hususlar neticesinde, 35 kalem ile 1802-2020 yıllarını kapsayan 219 yıllık PAL yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.4. PAL07B kalemine ait zaman serisinin PAL yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.5. PAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

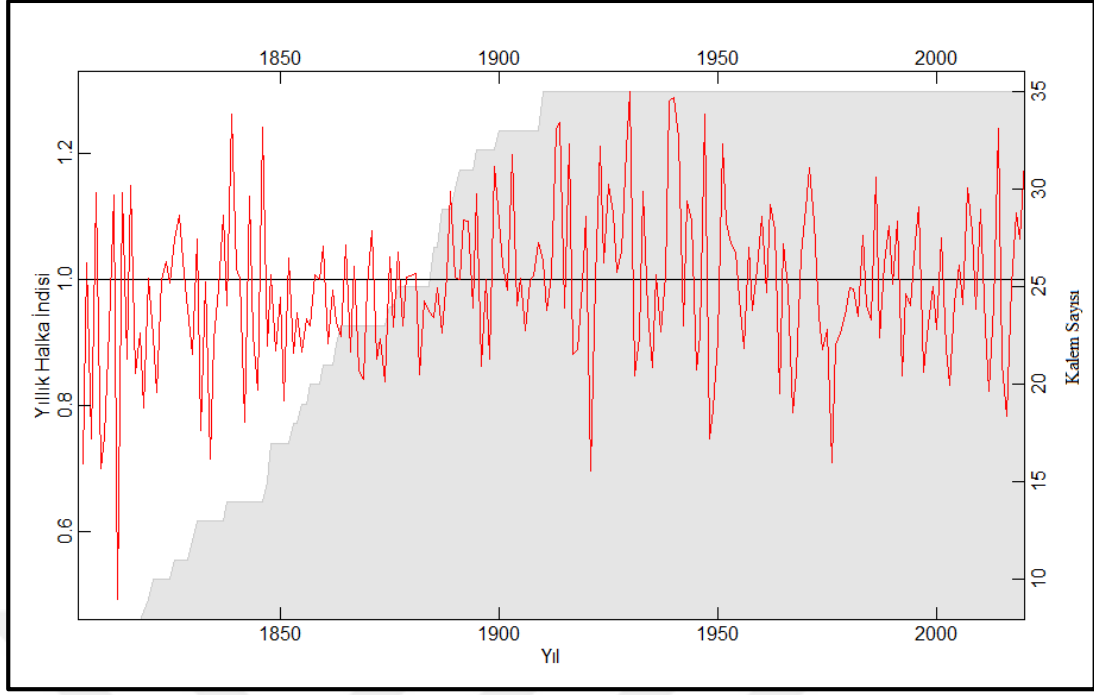
Tablo 4.3’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.4’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. PAL yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 3.48’de verilmiştir.

Tablo 4.3. PAL (1800-2000 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9752	0,9911
Medyan	0,9703	0,9894
Ortalama Duyarlılık	0,1164	0,1386
Standart Sapma	0,2194	0,1251
Çarpıklık Katsayısı	0,5123	-0,0383
Basıklık Katsayısı	0,1718	0,8575
Otokorelasyonlar		
t-1	0,7643	0,0194
t-2	0,2096	-0,0535
t-3	0,0210	-0,0225

Tablo 4.4. PAL (1800-2000 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

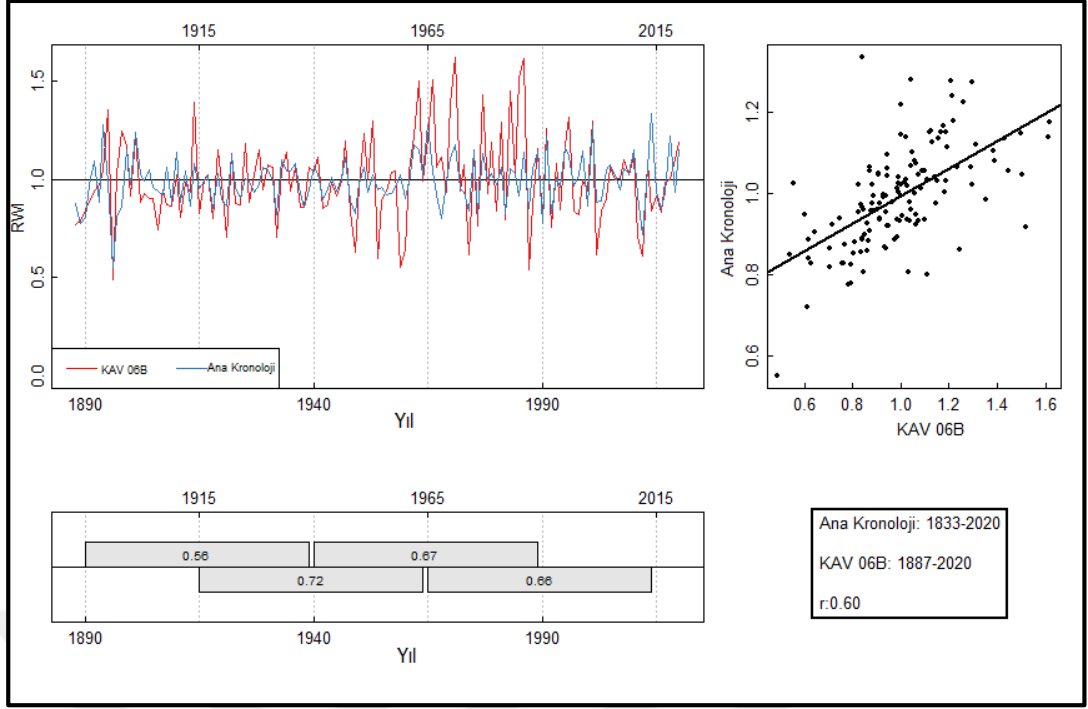
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,331	0,372
Ağaçlar Arasında	0,331	0,372
Ağaçlar İçinde	0,329	0,379
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,589	0,618
Sinyal/Gürültü Oranı	15,803	18,950
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,5	0,537
Birinci Özvektörün Varyansı	%39,78	%39,64
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,053	1,011
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,197	0,127



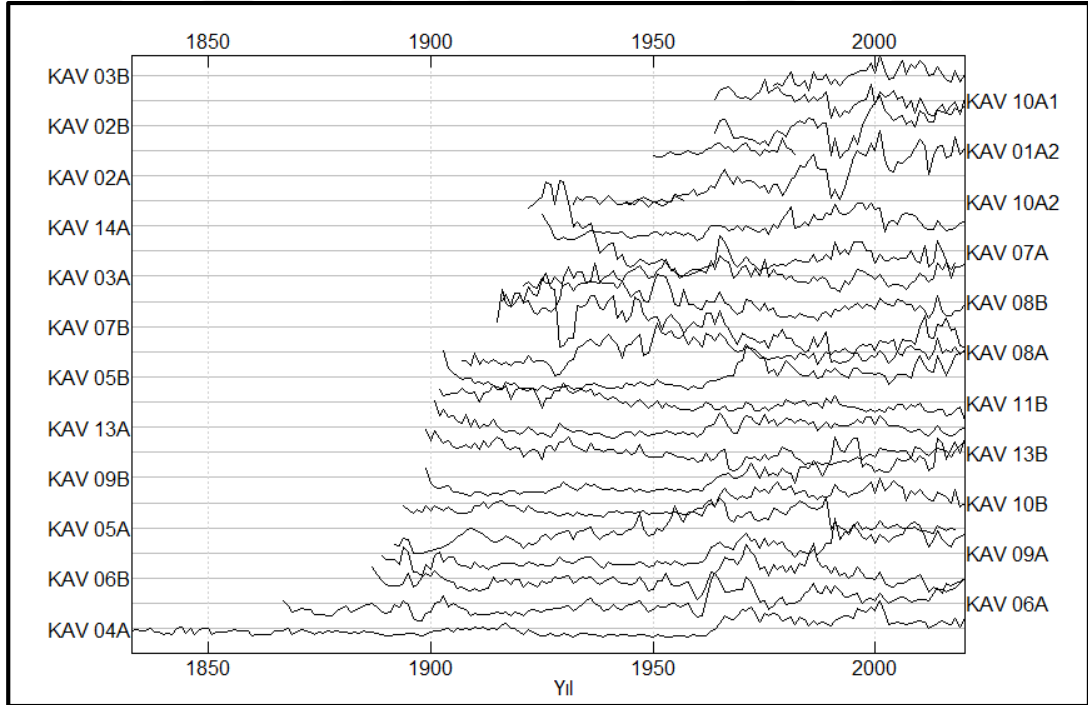
Şekil 4.6. PAL (1800-2000 m) ladin yöre kronolojisi.

4.1.3. KAV Yöre Kronolojisi

Kavran Deresi'nin güney yamacından bu kronoloji oluşturulmuştur. KAV yöre kronolojisini oluşturmak için 1.750-1.900 m yükselti aralığında yer alan 15 ağaçtan (ladin-gök nar) 30 artım kalemi alınmıştır. Ladin-gök nar örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.7). Sonuçlar incelendiğinde herhangi bir eksik halkaya rastlanmamıştır. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan KAV01A 1982'ye, KAV03A 2018'e, KAV05A 2018'e tarihlendirilmiştir. Ayrıca KAV01B, KAV04B, KAV11A, KAV14B, KAV15A ve KAV15B kalemlerinin halka problemleri çözülemediğinden dolayı analize dâhil edilmemiştir (Şekil 4.8). Bu hususlar neticesinde, 23 kalem ile 1833-2020 yıllarını kapsayan 188 yıllık KAV yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.7. KAV06B kalemine ait zaman serisinin KAV yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.8. KAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

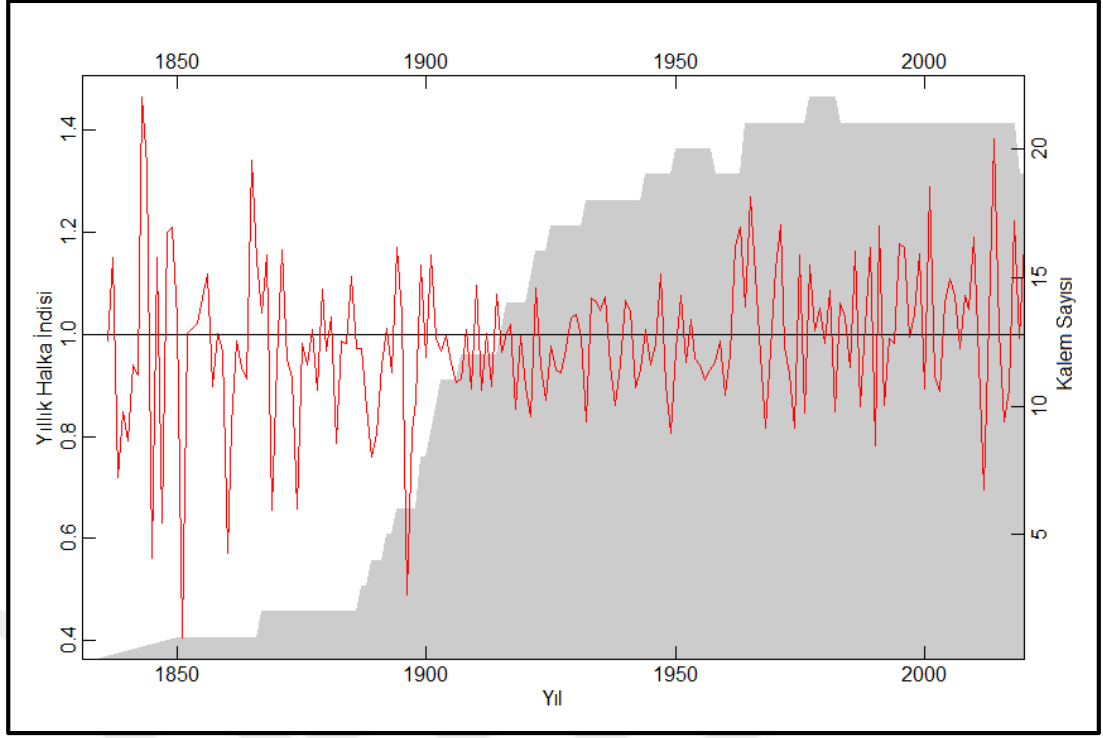
Tablo 4.5’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.6’da ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. KAV yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.5. KAV (1750-1900 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 5)
Ortalama	0,876	0,998
Medyan	0,8298	0,9921
Ortalama Duyarlılık	0,1573	0,1417
Standart Sapma	0,2516	0,1258
Çarpıklık Katsayısı	0,2373	-0,111
Basıklık Katsayısı	-0,4054	1,7995
Otokorelasyonlar		
t-1	0,7457	0,0041
t-2	0,3133	-0,0867
t-3	0,0376	-0,0754

Tablo 4.6. KAV (1750-1900 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

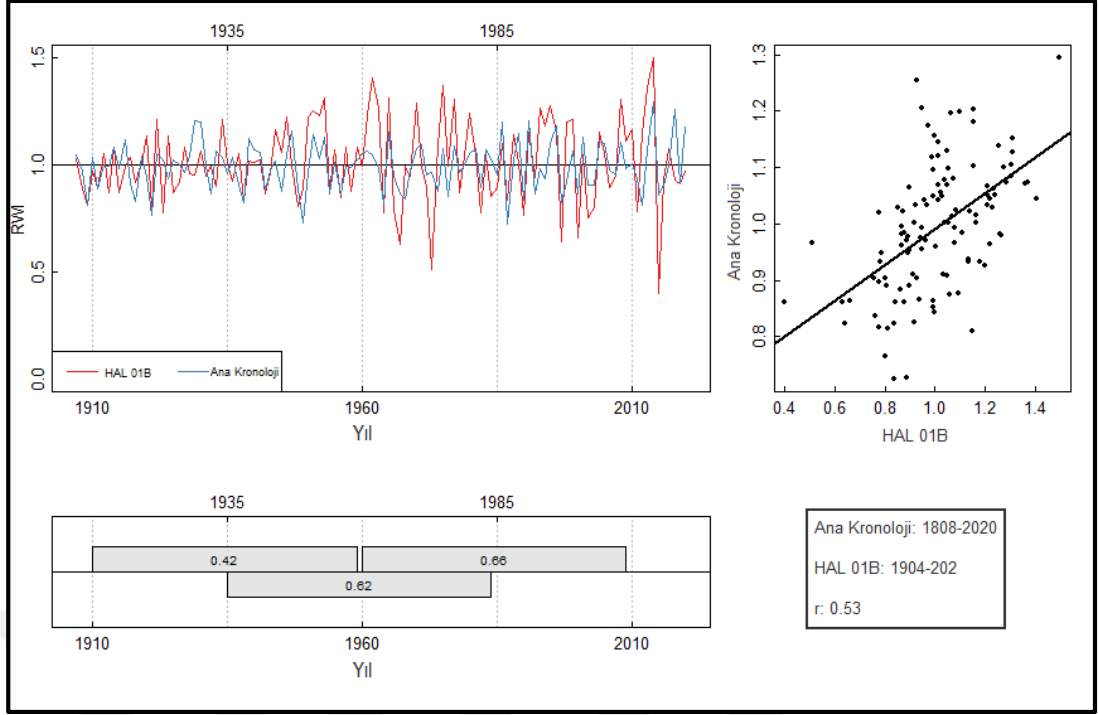
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,173	0,323
Ağaçlar Arasında	0,174	0,301
Ağaçlar İçinde	0,173	0,34
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,457	0,574
Sinyal/Gürültü Oranı	0,422	0,861
Populasyon Kronolojisiyle Uyum	0,297	0,463
Birinci Özvektörün Varyansı	%39,27	%36,78
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,042	1,01
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,21	0,126



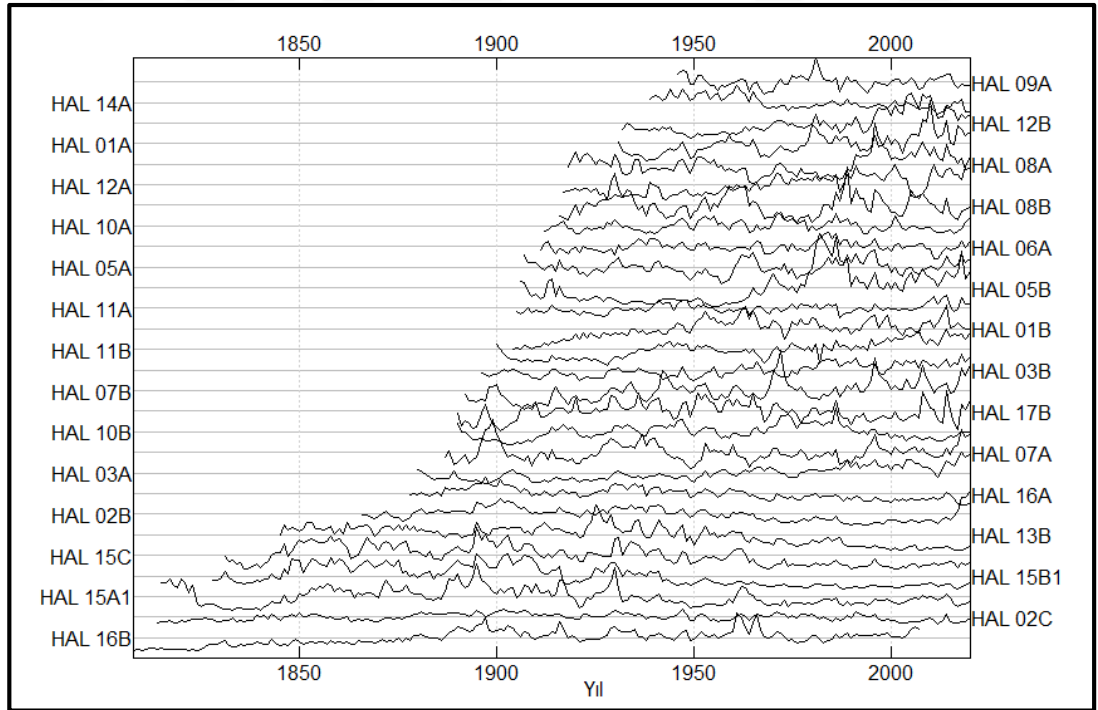
Şekil 4.9. KAV (1750-1900 m) ladin-gökmar yöre kronolojisi.

4.1.4. HAL Yöre Kronolojisi

HAL yöresi kronolojisi Hala Deresi'nin batı yamacından alınan örneklerle oluşturulmuştur. HAL yöre kronolojisini oluşturmak için 1700-1900 m yükselti aralığında yer alan 16 ağaçtan (gökmar) 34 artım kalemi alınmıştır. Ladin türü örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.10). Sonuçlar incelendiğinde eksik ve yalancı halka görülmemiştir. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan HAL16B 2007'ye tarihlendirilmiştir. Ayrıca HAL02A, HAL06B, HAL09B, HAL13A, HAL14B ve HAL17A kalemlerinin halka problemleri çözülemediğinden dolayı analize dâhil edilmemiştir (Şekil 4.11). Bu hususlar neticesinde, 28 kalem ile 1808-2020 yıllarını kapsayan 213 yıllık HAL yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.10. HAL01B kalemine ait zaman serisinin KAV yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.11. HAL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

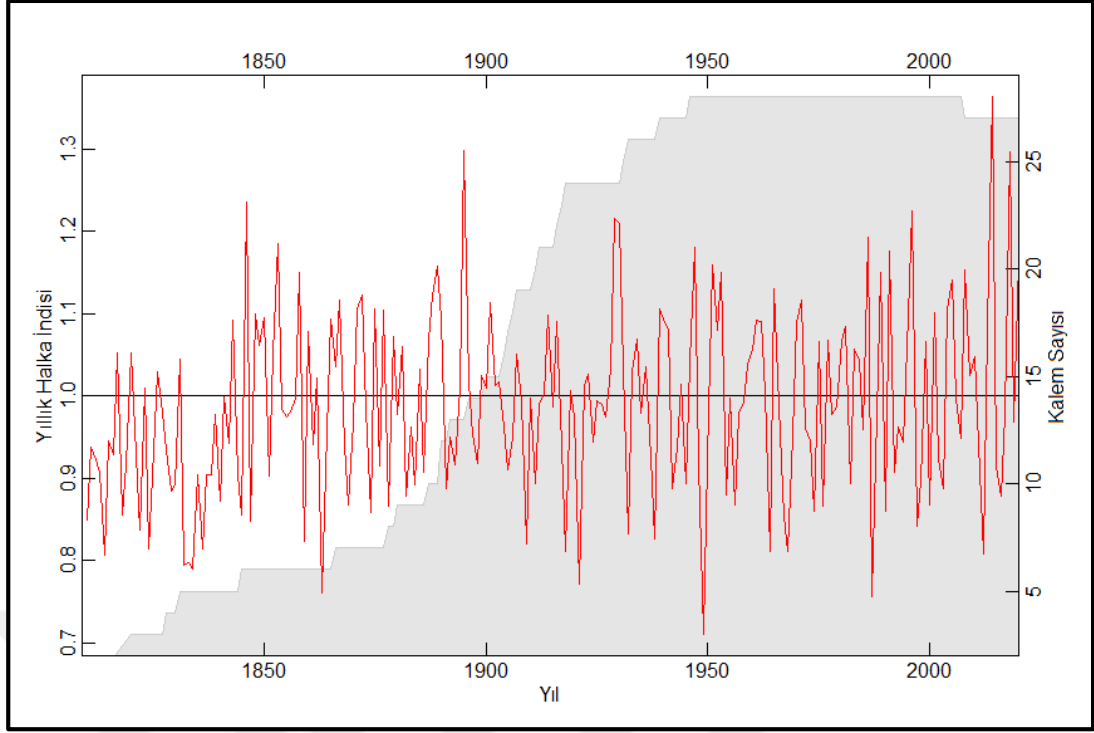
Tablo 4.7’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.8’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektör varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. HAL yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.7. HAL (1700-1900 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9124	0,9949
Medyan	0,9556	0,99
Ortalama Duyarlılık	0,1236	0,1315
Standart Sapma	0,2384	0,114
Çarpıklık Katsayısı	-1,0714	0,2353
Basıklık Katsayısı	1,053	0,1277
Otokorelasyonlar		
t-1	0,8152	-0,0065
t-2	0,179	-0,0911
t-3	0,0689	-0,0741

Tablo 4.8. HAL (1700-1900 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

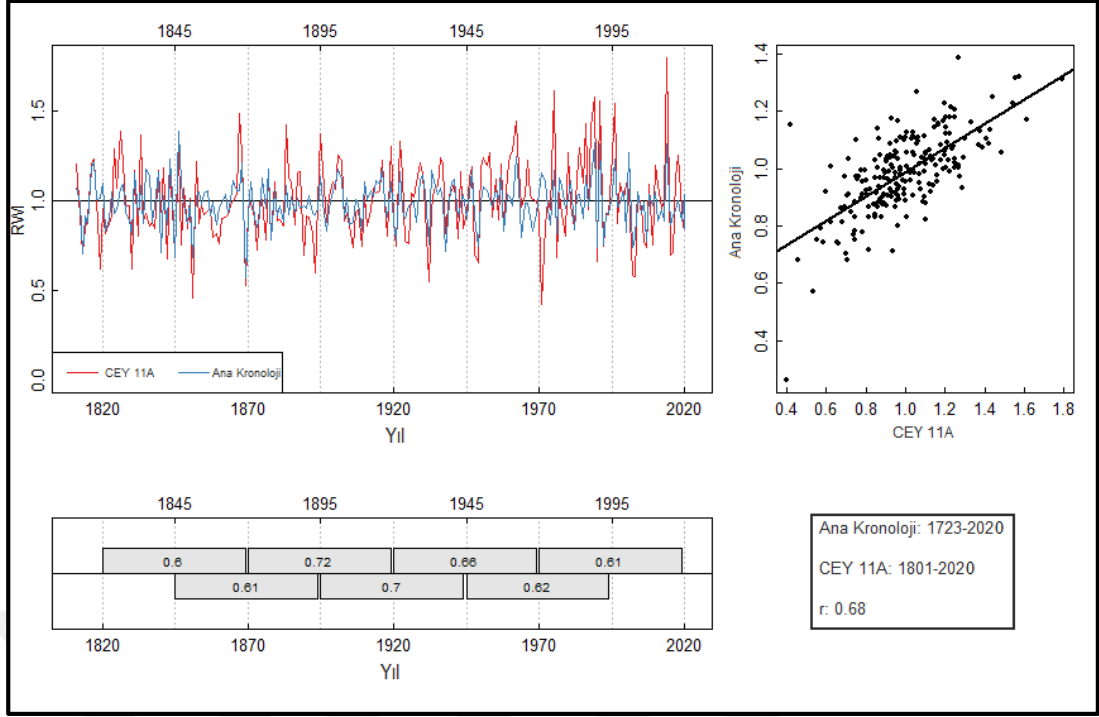
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,140	0,328
Ağaçlar Arasında	0,118	0,297
Ağaçlar İçinde	0,164	0,362
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,404	0,579
Sinyal/Gürültü Oranı	0,267	0,845
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,211	0,458
Birinci Özvektörün Varyansı	%21,93	%36,40
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,005	1,003
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,140	0,119



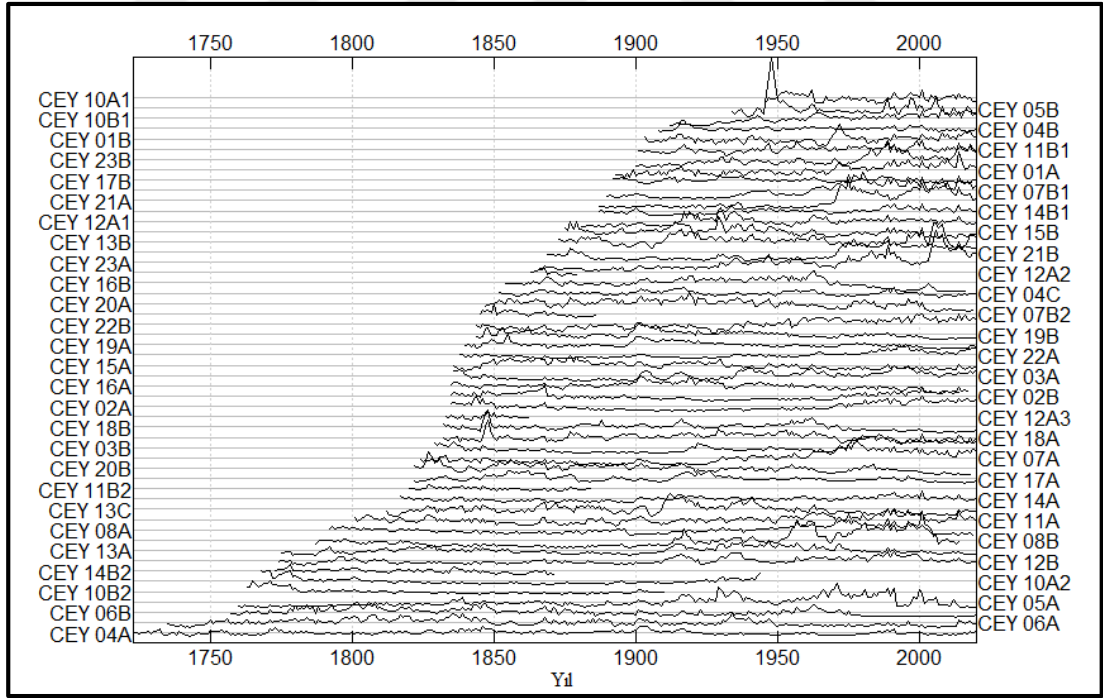
Şekil 4.12. HAL (1700-1900 m) ladin yöre kronolojisi.

4.1.5. CEY Yöre Kronolojisi

CEY yöresi kronolojisi Aşağıceymakçur Yaylası'nın kuzey yamacından alınan örneklerle oluşturulmuştur. CEY yöre kronolojisini oluşturmak için 1.750-1.800 m yükselti aralığında yer alan 21 ağaçtan (göknar) 44 artım kalemi alınmıştır. Göknar örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.13). Sonuçlar incelendiğinde eksik ve yalancı halka görülmemiştir. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan CEY02B 2017'ye, CEY16A 2014'e, CEY14B 2016'a, CEY20A 2019'a ve CEY20B2018'e tarihlendirilmiştir. Ayrıca CEY09A ve CEY09B kalemlerinin halka problemleri çözülemediğinden dolayı analize dâhil edilmemiştir (Şekil 4.14). Bu hususlar neticesinde, 42 kalem ile 1723-2020 yıllarını kapsayan 298 yıllık CEY yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Bu yöre tüm yöreler içerisinde en uzun kronolojiye sahiptir.



Şekil 4.13. CEY11A kalemine ait zaman serisinin CEY yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.14. CEY yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

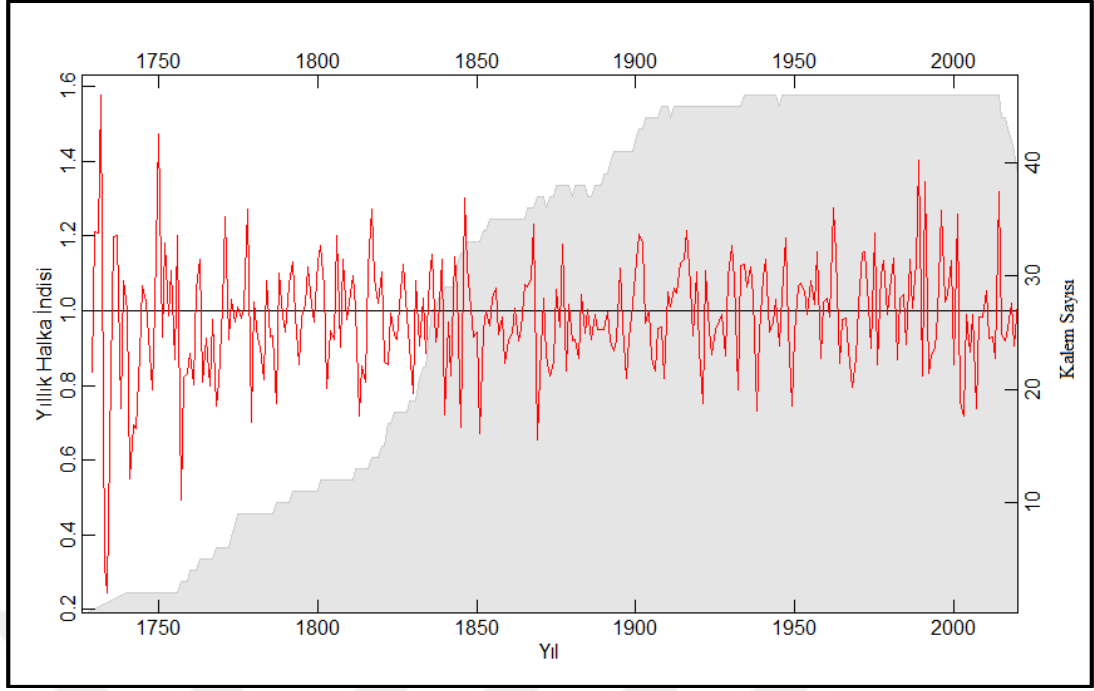
Tablo 4.9’da standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.10’da ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektör varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. CEY yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.9. CEY (1750-1800 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 3)
Ortalama	0,9252	0,9839
Medyan	0,9192	0,9865
Ortalama Duyarlılık	0,1526	0,1574
Standart Sapma	0,2277	0,1298
Çarpıklık Katsayısı	0,2472	-0,1313
Basıklık Katsayısı	0,8864	0,3371
Otokorelasyonlar		
t-1	0,6606	-0,0055
t-2	0,2650	-0,0104
t-3	0,0535	-0,0112

Tablo 4.10. CEY (1750-1800 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

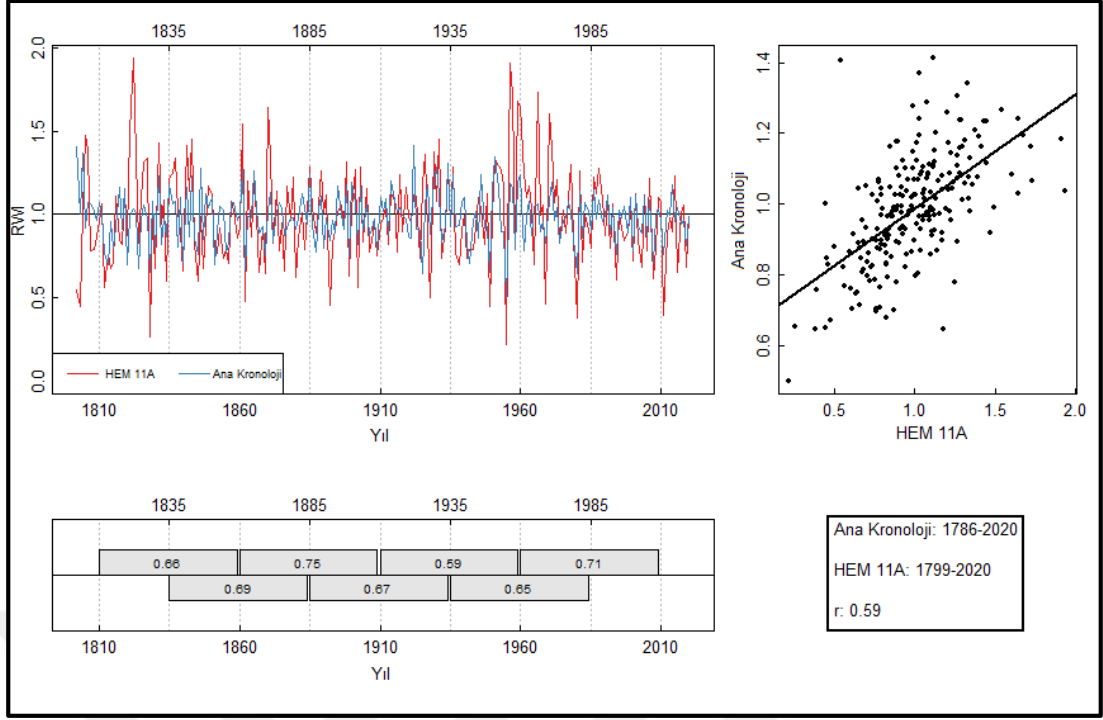
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,141	0,333
Ağaçlar Arasında	0,081	0,304
Ağaçlar İçinde	0,248	0,386
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,385	0,566
Sinyal/Gürültü Oranı	0,264	1,308
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,209	0,567
Birinci Özvektörün Varyansı	%32,87	%36,16
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,039	1,007
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,207	0,136



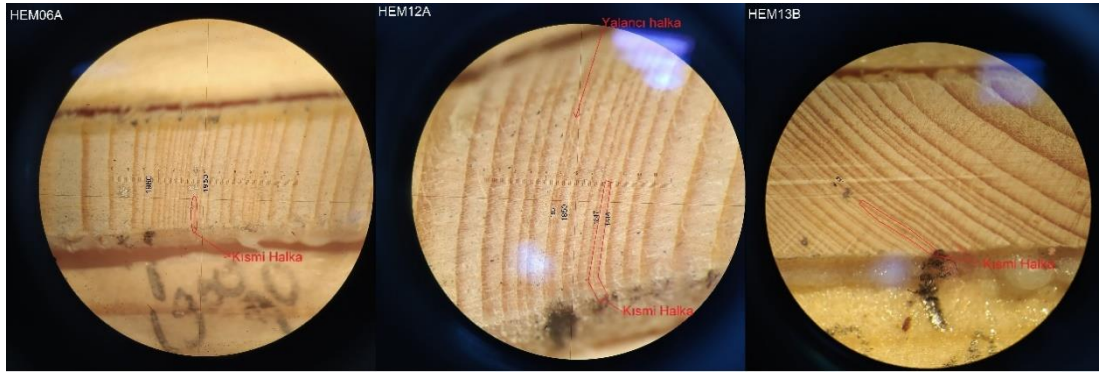
Şekil 4.15. CEY (1750-1800 m) ladin-gökmar yöre kronolojisi.

4.1.6. HEM Yöre Kronolojisi

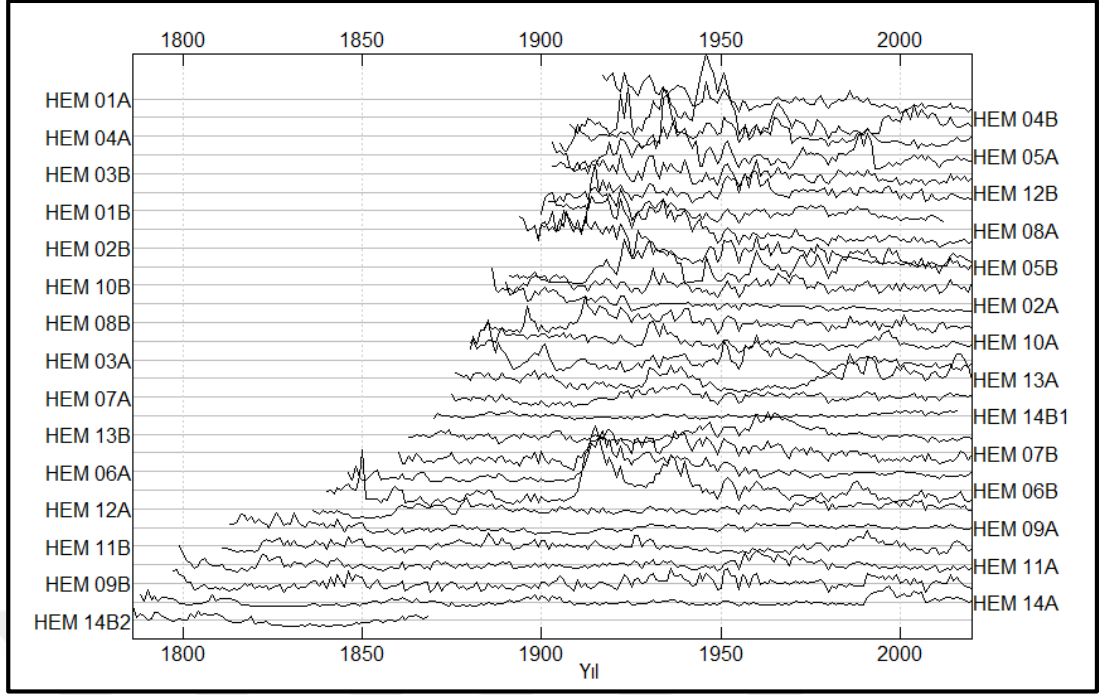
HEM yöresi kronolojisi Hemşin Deresi'nin güney yamacından alınan örneklerle oluşturulmuştur. HEM yöre kronolojisini oluşturmak için 1.350-1.500 m yükselti aralığında yer alan 14 ağaçtan (ladin) 28 artım kalemi alınmıştır. Ladin türü örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.16). Sonuçlar incelendiğinde HEM06A'nın 1951-52 yılları arasında kısmi, HEM12A'nın 1850-51 yılları arasında yalancı ile 1846-47 yılları arasında kısmi halka ve HEM13B'nin 1820-1821 yılları arasında kısmi halka olduğu görüşmüştü ve düzeltilmiştir (Şekil 4.17). Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan HEM01B 2012'e ve HEM14B 2016'ya tarihlendirilmiştir (Şekil 4.18). Bu hususlar neticesinde, 29 kalem ile 1786-2020 yıllarını kapsayan 235 yıllık HEM yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.16. HEM11A kalemine ait zaman serisinin HEM yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.17. HEM yöresi kronolojisine ait bazı kısmi ve yalancı halka örnekleri.



Şekil 4.18. HEM yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

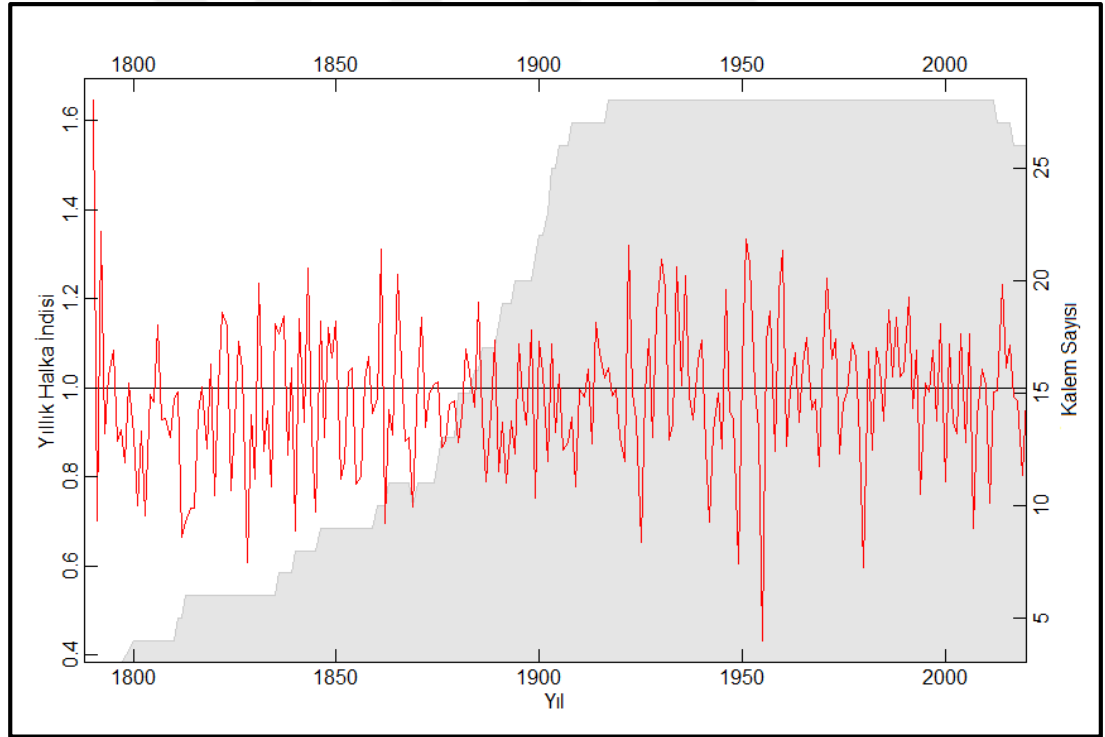
Tablo 4.11’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.12’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektör varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. HEM yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.11. HEM (1350-1500 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 2)
Ortalama	0,9523	0,9784
Medyan	0,9513	0,9831
Ortalama Duyarlılık	0,1856	0,1872
Standart Sapma	0,2147	0,154
Çarpıklık Katsayısı	0,5924	-0,2322
Basıklık Katsayısı	1,0418	0,3721
Otokorelasyonlar		
t-1	0,4333	-0,0223
t-2	0,3644	-0,0264
t-3	-0,0193	-0,1541

Tablo 4.12. HEM (1350-1500 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

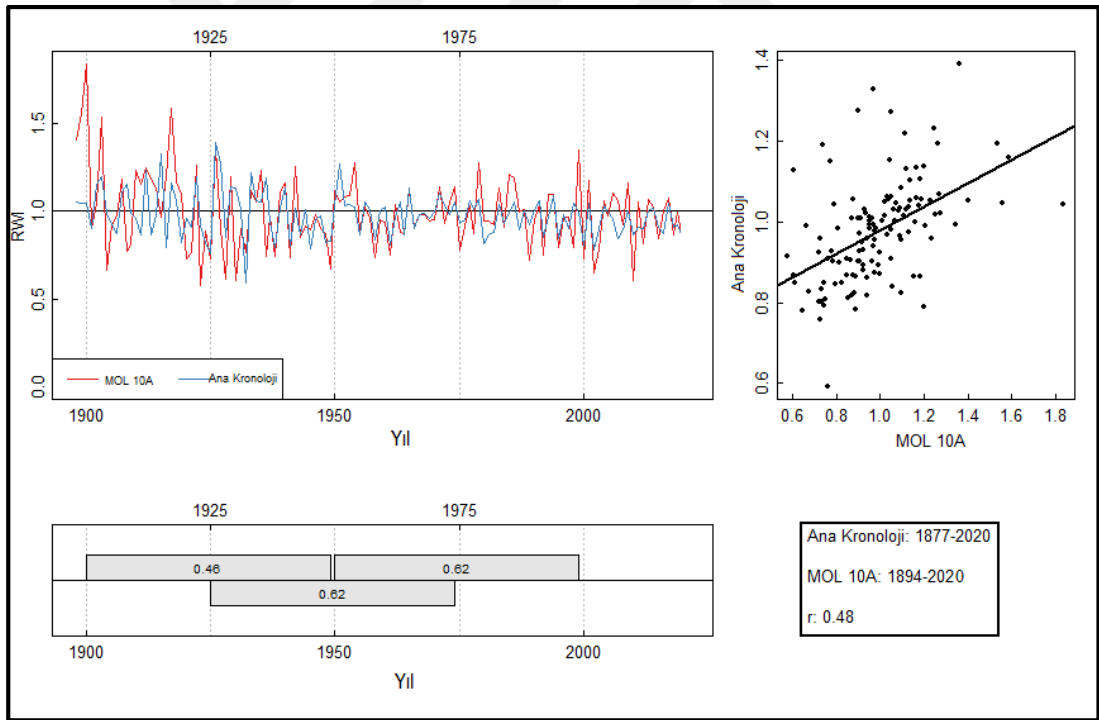
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,185	0,386
Ağaçlar Arasında	0,131	0,363
Ağaçlar İçinde	0,236	0,408
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,453	0,623
Sinyal/Gürültü Oranı	0,301	1,139
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,232	0,533
Birinci Özvektörün Varyansı	%25,02	%41,70
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,018	1,001
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,182	0,162



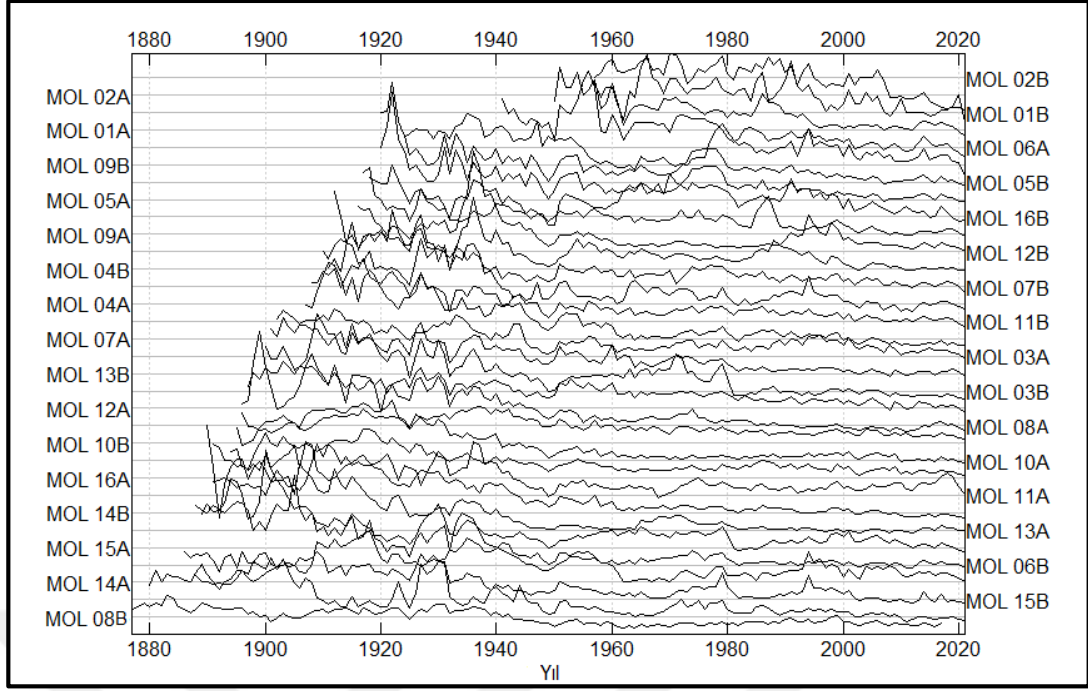
Şekil 4.19. HEM (1350-1500 m) ladin yöre kronolojisi.

4.1.7. MOL Yöre Kronolojisi

MOL yöre kronolojisi Mollaveyis (Ülkü) Köyü'nün batı yamacından alınan örneklerle oluşturulmuştur. MOL yöre kronolojisini oluşturmak için 950-1.100 m yükselti aralığında yer alan 16 ağaçtan (ladin) 32 artım kalemi alınmıştır. Ladin türü örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.20). Sonuçlar incelendiğinde eksik ve yalancı halka görülmemiştir. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan MOL08B 2017'ye tarihlendirilmiştir. (Şekil 4.21). Bu hususlar neticesinde, 32 kalem ile 1877-2020 yıllarını kapsayan 144 yıllık MOL yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.20. MOL10A kalemine ait zaman serisinin MOL yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.21. MOL yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

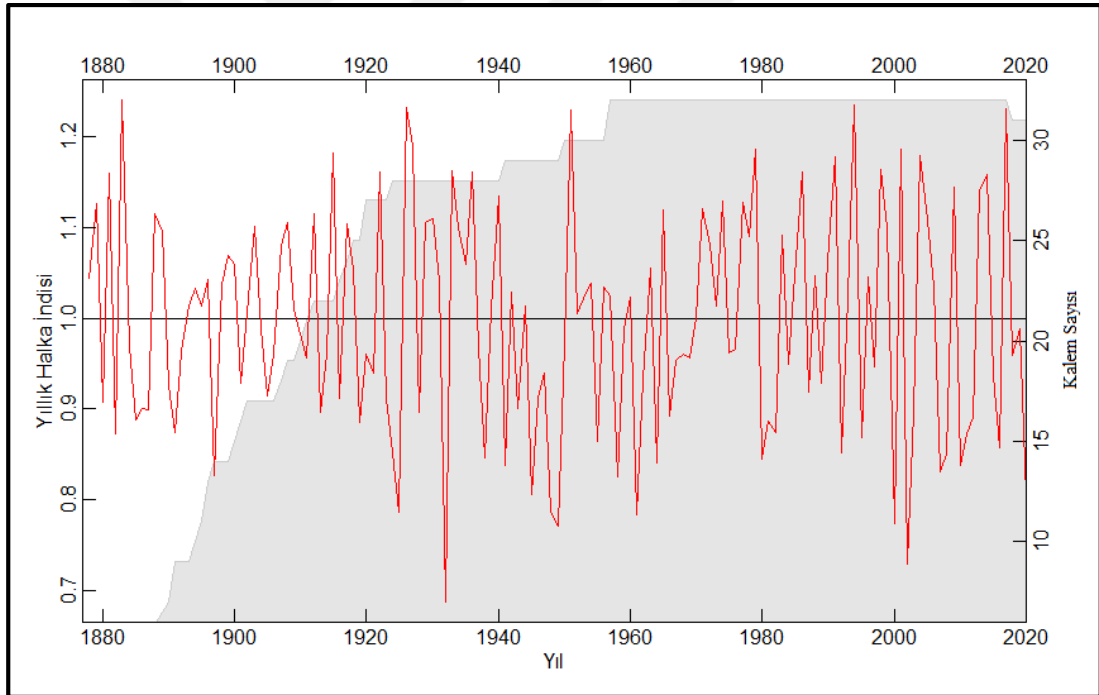
Tablo 4.13’da standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.14’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı, sinyal/gürültü oranı ve birinci özvektör varyansı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. MOL yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.13. MOL (950-1100 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9811	0,9957
Medyan	0,9818	1,0013
Ortalama Duyarlılık	0,1203	0,1460
Standart Sapma	0,1476	0,1219
Çarpıklık Katsayısı	-0,1391	-0,0251
Basıklık Katsayısı	0,0087	-0,5924
Otokorelasyonlar		
t-1	0,5370	-0,1227
t-2	0,0513	-0,1689
t-3	0,1527	-0,0539

Tablo 4.14. MOL (950-1100 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

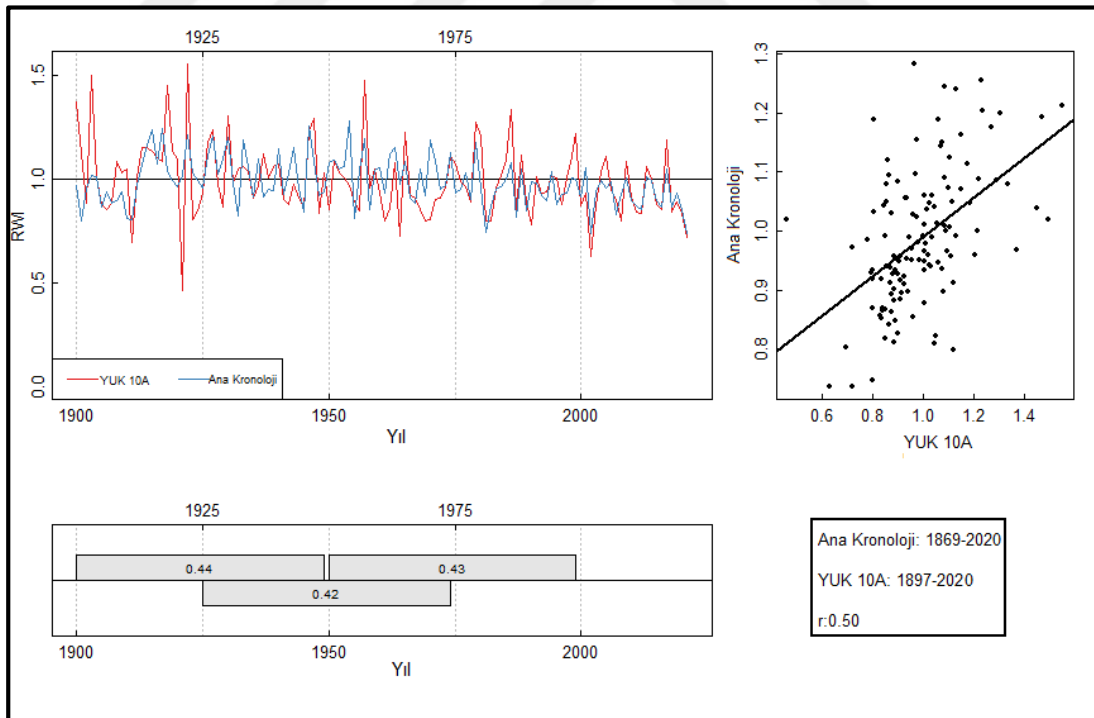
	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,281	0,403
Ağaçlar Arasında	0,281	0,403
Ağaçlar İçinde	0,000	0,000
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,543	0,645
Sinyal/Gürültü Oranı	10,533	18,258
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,913	0,948
Birinci Özvektörün Varyansı	%32,47	%43,18
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,984	0,994
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,160	0,135



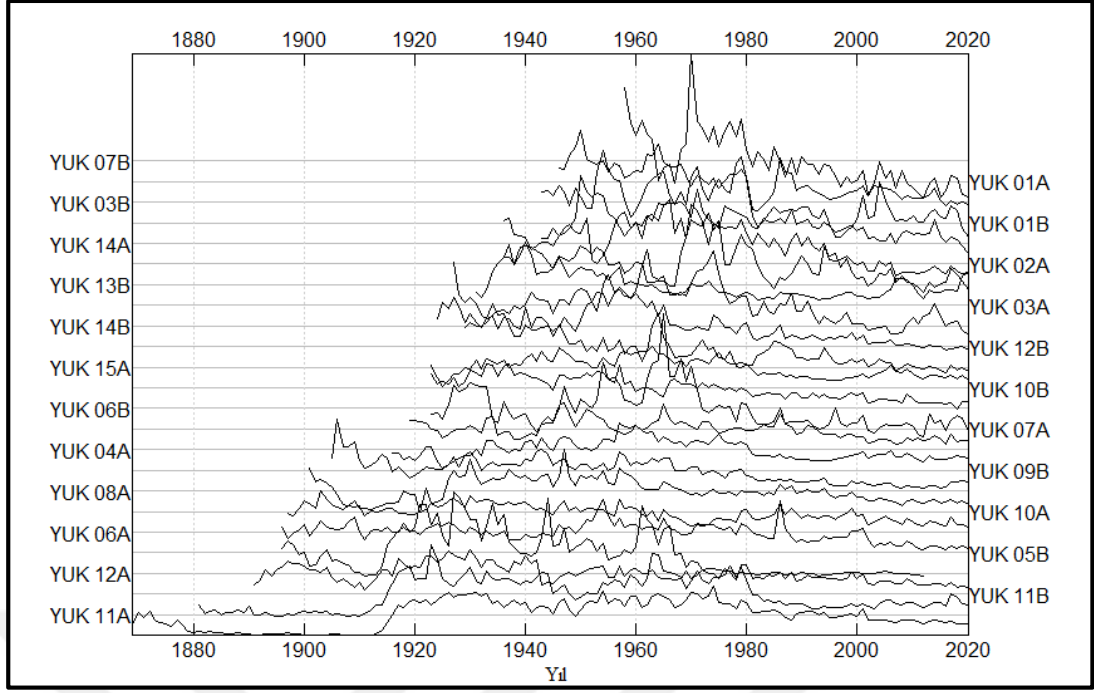
Şekil 4.22. MOL (950-1100 m) ladin yöre kronolojisi.

4.1.8. YUK Yöre Kronolojisi

YUK yöresi kronolojisi Yukarışimşirlik Yaylası'nın güney yamacından alınan örneklerle oluşturulmuştur. YUK yöre kronolojisini oluşturmak için 900-1.000 m yükselti aralığında yer alan 15 ağaçtan (ladin) 30 artım kalemi alınmıştır. Ladin türü örneklerinin ölçümleri tek bir *.rwl dosyasında birleştirilerek COFECHA programı çalıştırılmıştır. İskelet noktalama yöntemiyle oluşturulan grafiklere bakılarak ve ilgili örnekler incelenmiş ardından halkaların oluşmadığı yıllar belirlenmiştir. Ayrıca her artım kalemine ait zaman serisi problemlerinin giderilmesi için ölçüm işlemi sonucunda ortalama kronoloji ile artım kalemleri karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 4.23). Sonuçlar incelendiğinde eksik ve yalancı halka görülmemiştir. Diğer taraftan kabuk kısmı kırıklarının olduğu ve bundan dolayı kabuk bulunmayan YUK05B 2012'ye tarihlendirilmiştir. Ayrıca YUK02B, YUK04B, YUK05A, YUK08B, YUK09A, YUK13A ve YUK15B kalemlerinin halka problemleri çözülemediğinden dolayı analize dâhil edilmemiştir (Şekil 4.24). Bu hususlar neticesinde, 23 kalem ile 1869-2020 yıllarını kapsayan 152 yıllık YUK yöre kronolojisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.23. YUK10A kalemine ait zaman serisinin YUK yöresi ortalama kronolojisi üzerindeki yeri ve korelasyon değerleri.



Şekil 4.24. YUK yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.

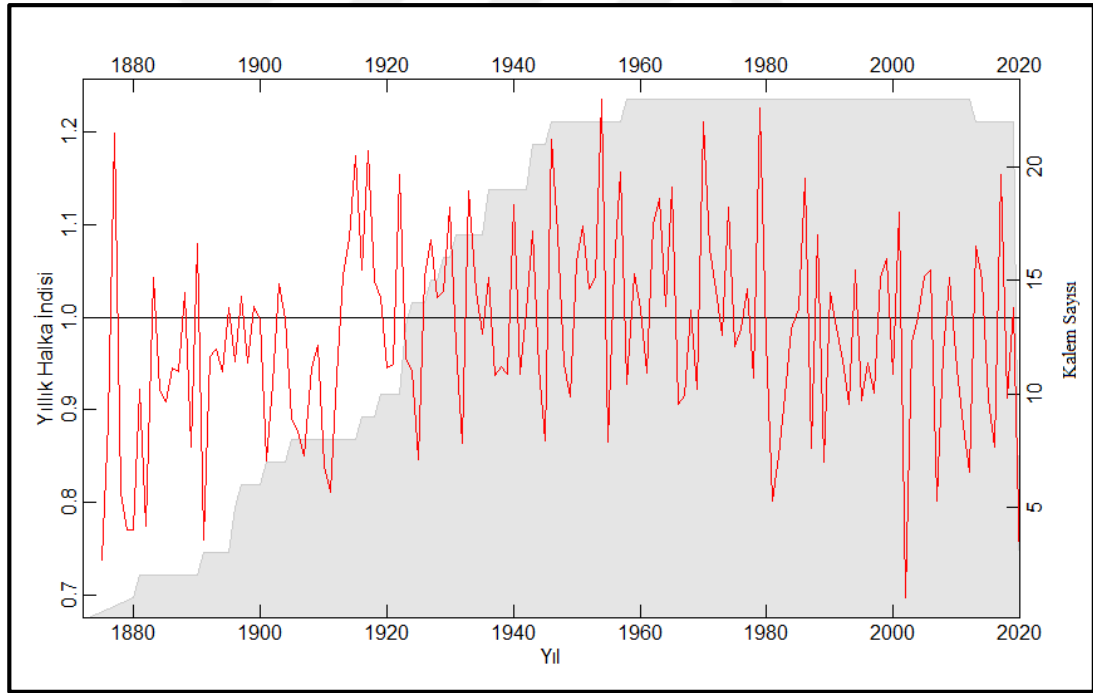
Tablo 4.15’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 4.16’da ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. YUK yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.15. YUK (900-1000 m) yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 3)
Ortalama	0,8643	0,9893
Medyan	0,9176	0,9878
Ortalama Duyarlılık	0,1488	0,1186
Standart Sapma	0,2979	0,1050
Çarpıklık Katsayısı	-0,7783	-0,2853
Basıklık Katsayısı	-0,0761	0,0708
Otokorelasyonlar		
t-1	0,8769	0,0173
t-2	0,2708	0,0113
t-3	0,2180	0,0579

Tablo 4.16. YUK (900-1000 m) yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,245	0,261
Ağaçlar Arasında	0,245	0,261
Ağaçlar İçinde	0,00	0,00
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,518	0,517
Sinyal/Gürültü Oranı	6,801	7,410
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,872	0,881
Birinci Özvektörün Varyansı	%35,11	%31,46
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	1,009	0,995
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,176	0,108



Şekil 4.25. YUK (900-1000 m) ladin yöre kronolojisi.

4.2. Dendroklimatolojik Bulgular

4.2.1. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

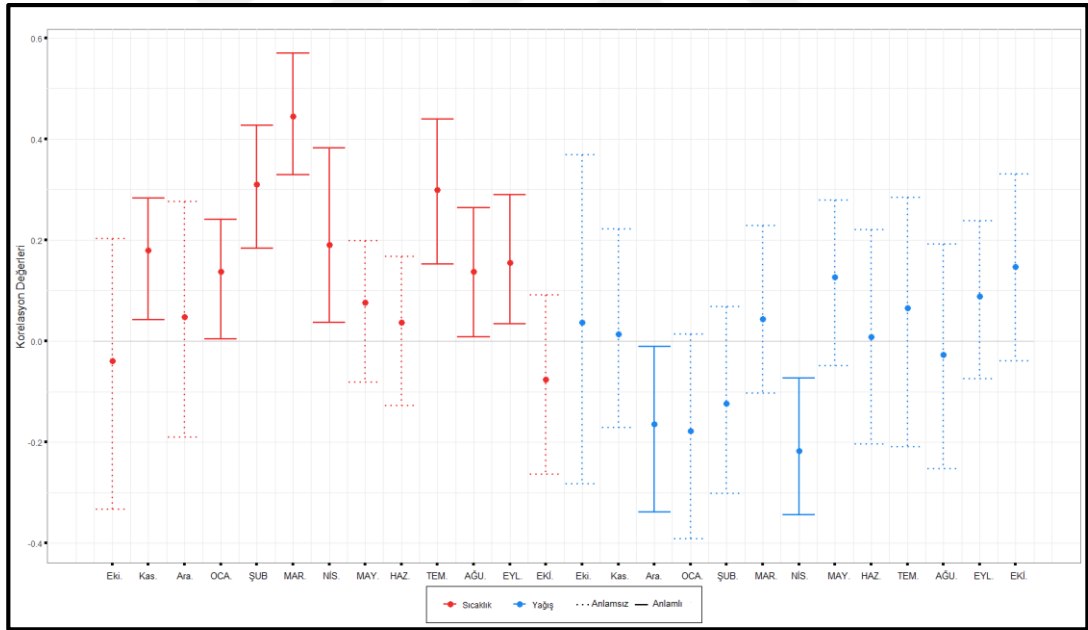
Oluşturulan yöre kronoloji ile iklim arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Korelasyon katsayısının belirlenmesinde grid iklim verisi CRU TS-4.05 kullanılmıştır. Bu veri <https://climexp.knmi.nl/> sitesinden 40.75° K – 41.25° K ile 40.75° D – 41.25°D koordinatları girilerek temin edilmiştir. CRU TS-4.05 grid iklim verisinin kullanılmasında çalışma sahası yakınında yer alan mevcut istasyon verilerine benzerliği ve 1901-2020 yılları aralığında uzun bir dönem verisine sahip olması belirleyici olmuştur. Ancak Türkiye’de 1930 öncesi kurulan istasyon sayısının az olması ve zamansal boşluk istatistiksel olarak güvenilir değerlerin hesaplanmasını etkilemektedir. Bu nedenle çalışmada, 1930-2020 yılları arasındaki veri kullanılmıştır. Korelasyon katsayısı hesaplamasında standartlaştırılmış yöre kronolojileri bağımlı değişken, aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Bu iklim verileri önceki yılın ekim ayından halka oluşum yılının ekim ayına kadar olacak (-10 +10) şekilde düzenlemiştir. Korelasyon katsayısı yöntemi kullanılarak tüm yörelere ait yıllık halka kronolojileri ile iklim değerleri arasındaki ilişki R ortamında yer alan Treeclim' paketi ile hesaplanmış, ilgili görseller bu paket fonksiyonu ile çıkarılmıştır (Zang ve Biondi, 2015).

4.2.1.1. CAT Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

Havzada en yüksek kesimden oluşturulan CAT yöresi yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.26).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: CAT yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında önceki yılın kasım ayı, halka oluşum yılının ocak-şubat-mart-nisan, temmuz-ağustos-eylül ayları değerlerinin ağaçların yıllık halka oluşumuna belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakın olup sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösteren korelasyon katsayıları anlamlı değildir.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının nisan ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkiye sahiptir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



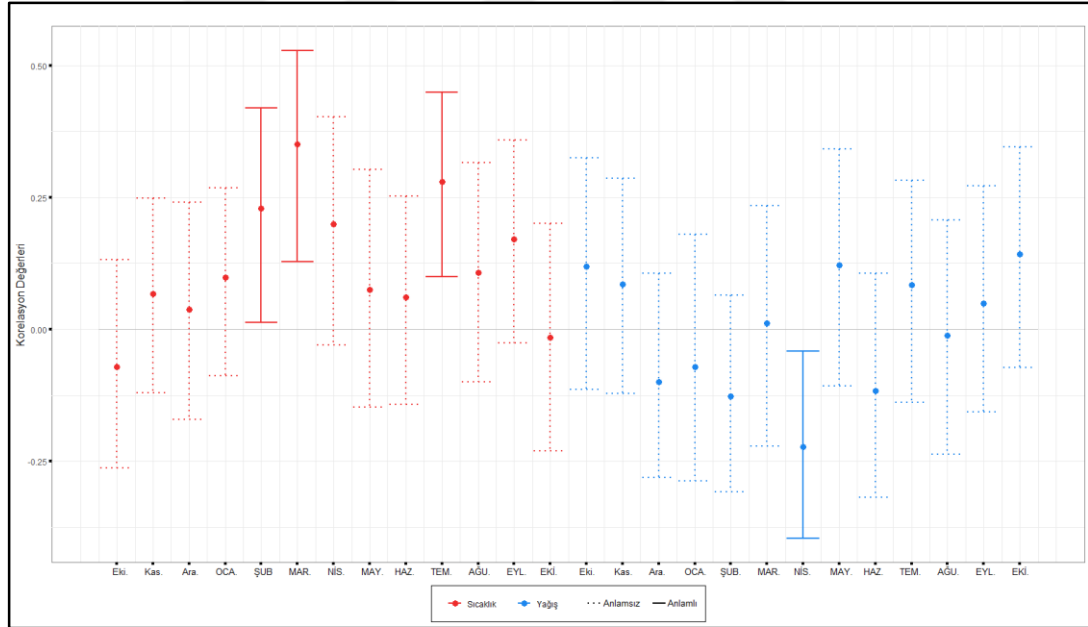
Şekil 4.26. CAT yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.2. PAL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

1.800-2.000 m yükseltiden oluşturulan PAL yöresi yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.27).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: PAL yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında halka oluşum yılının şubat-mart ayları ile temmuz ayı değerlerinin ağaçların yıllık halka oluşumuna belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakın olup sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösteren korelasyon katsayıları anlamlı değildir.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının nisan ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkiye sahiptir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



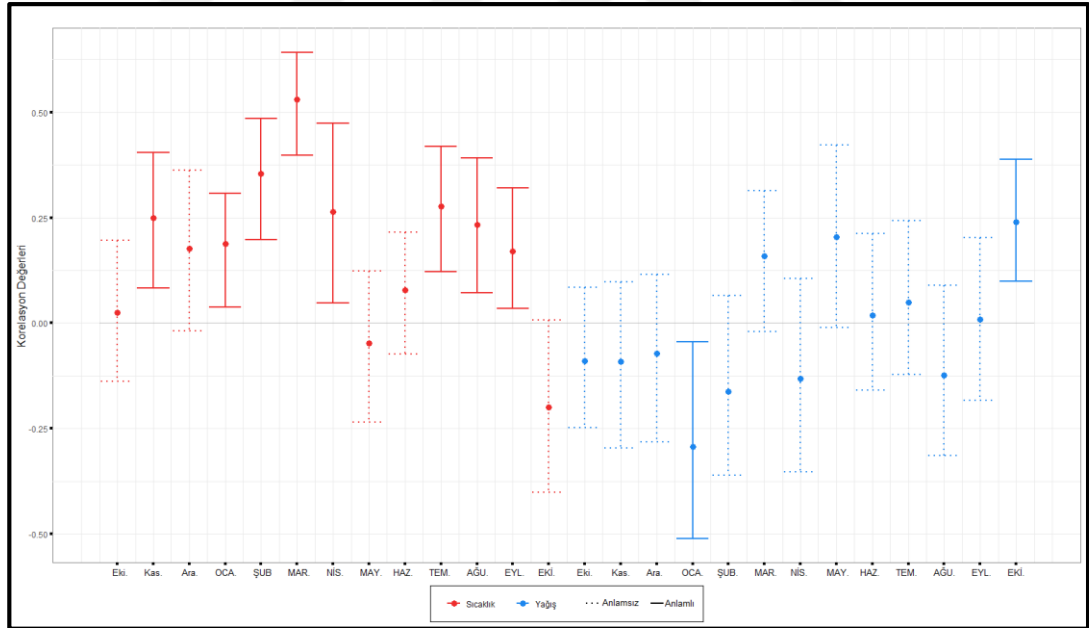
Şekil 4.27. PAL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.3. KAV Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

1.750-1.900 m yükseltiden oluşturulan KAV yöresi yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.28).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: KAV yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında önceki yılın kasım ayı, halka oluşum yılının ocak-şubat-mart-nisan, temmuz-ağustos-eylül ayları değerlerinin ağaçların yıllık halka oluşumuna belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakın olup sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösteren korelasyon katsayıları anlamlı değildir.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının ocak ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkiye sahiptir. Diğer taraftan ekim ayı yağışları ile belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde pozitif yönde etki bulunmaktadır. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



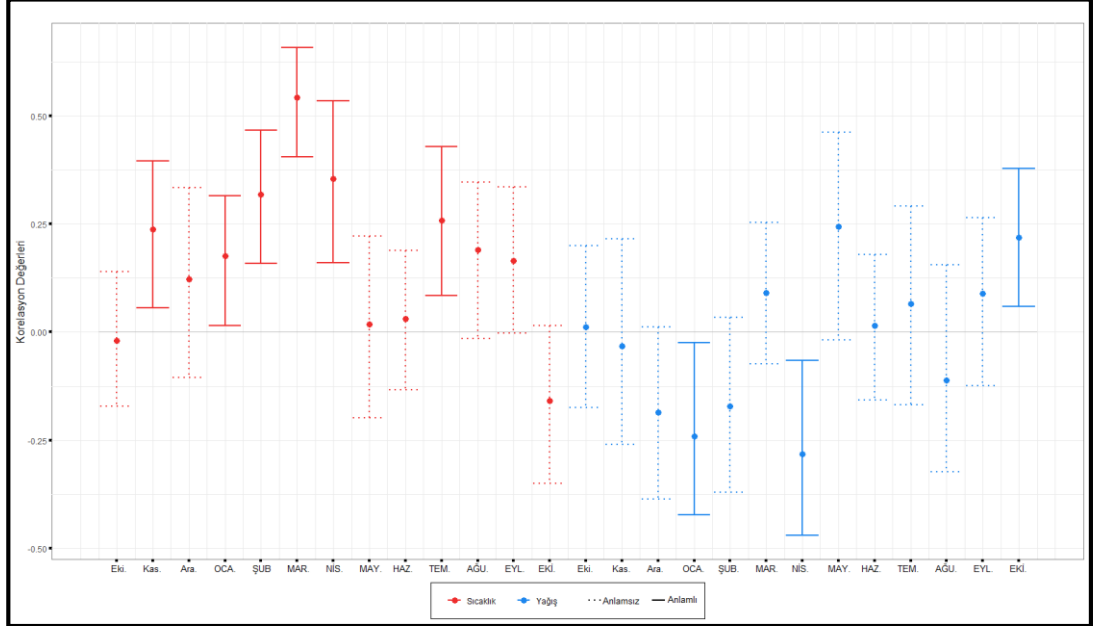
Şekil 4.28. KAV yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.4. HAL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

1.700-1.900 m yükseltiden oluşturulan HAL yöresi yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.29).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: HAL yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında önceki yılın kasım ayı, halka oluşum yılının ocak-şubat-mart-nisan, temmuz ayları değerlerinin ağaçların yıllık halka oluşumuna belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakın olup sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösteren korelasyon katsayıları anlamlı değildir.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının ocak ve nisan ayları yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın ekim ayı yağışları ile yıllık halka gelişimi arasında belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde pozitif yönde etki görülmektedir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



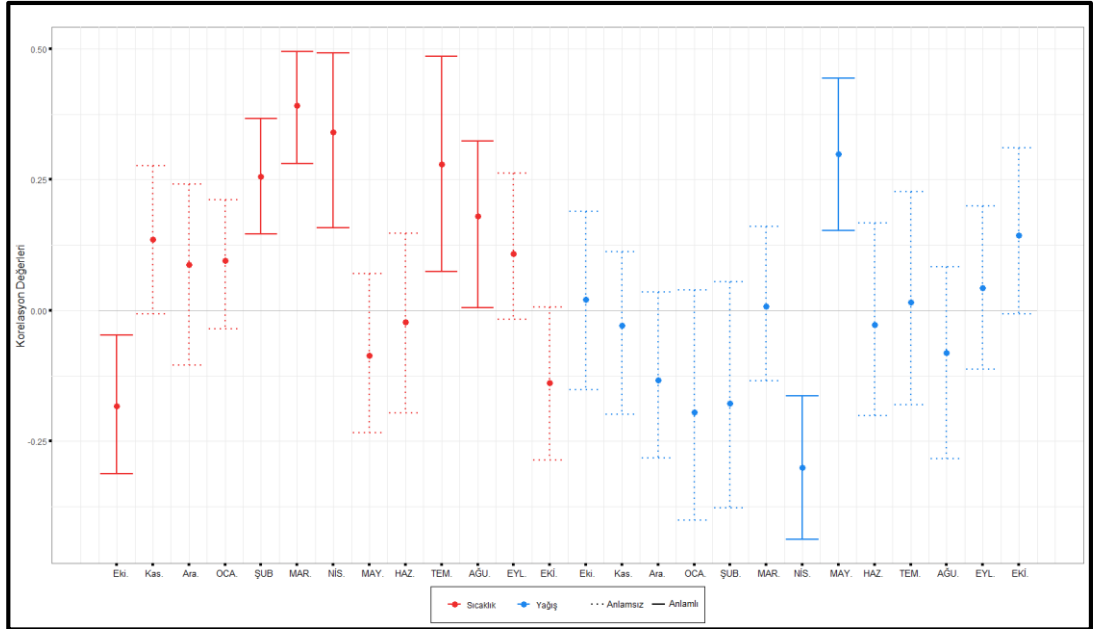
Şekil 4.29. HAL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.5. CEY Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

1.750-1.800 m yükseltiden oluşturulan CEY yöresi (gök nar) yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Şekil 4.30).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: CEY yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında önceki yılın ekim ayı değerlerinin, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın, halka oluşum yılının şubat-mart-nisan, temmuz-ağustos ayları sıcaklık değerlerinin ağaçların yıllık halka oluşumuna belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etkisi olduğu görülmüştür. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakın olup sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisini gösteren korelasyon katsayıları anlamlı değildir.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının nisan ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın mayıs ayı yağışları ile yıllık halka gelişimi arasında belirgin ve anlamlı şekilde pozitif yönde etki görülmektedir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilir.



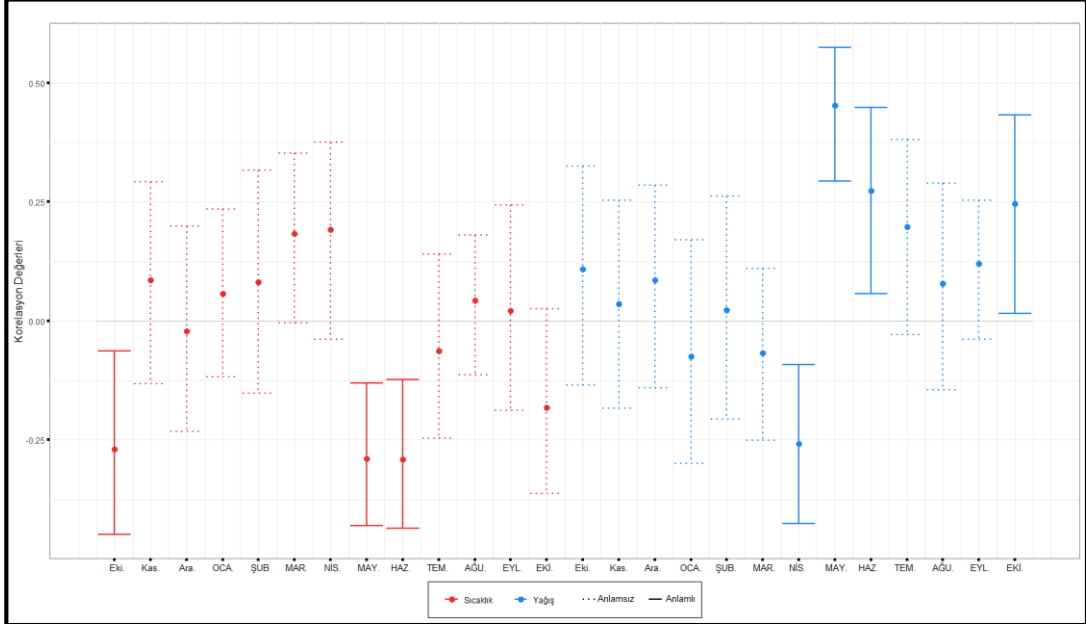
Şekil 4.30. CEY yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.6. HEM Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

1.350-1.500 m yükseltiden oluşturulan HEM yöresi yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler diğer yörelerden farklı olmuştur (Şekil 4.31).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: HEM yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında önceki yılın ekim ayı, halka oluşum yılının mayıs-haziran ayları değerlerinin, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Bu aylar dışındaki aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakındır.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının nisan ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın mayıs-haziran, ekim ayları yağışları ile yıllık halka gelişimi arasında belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde pozitif yönde etki görülmektedir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



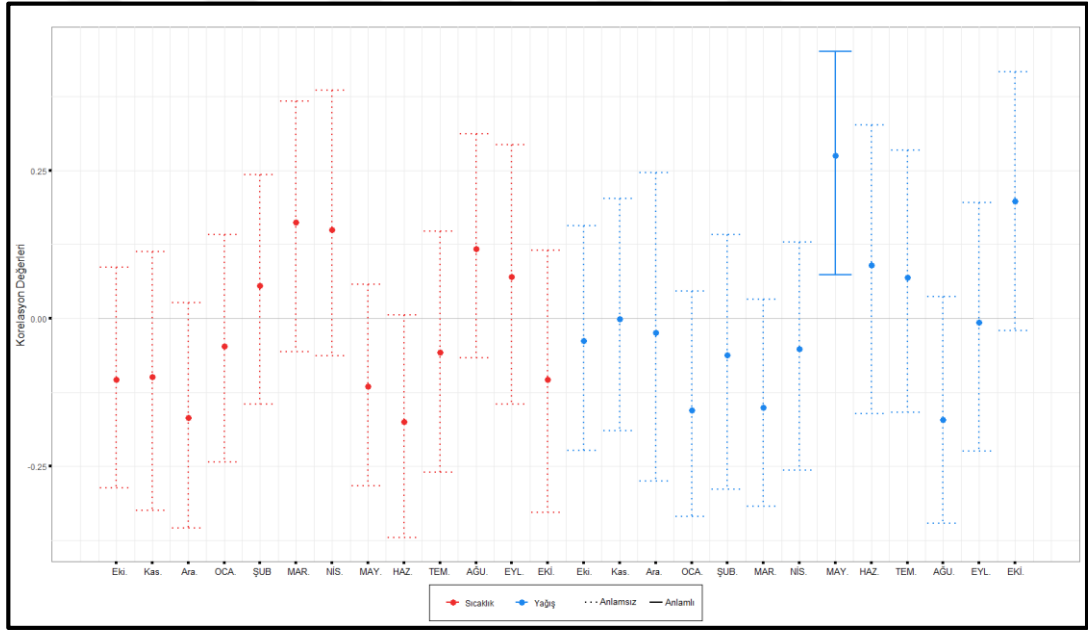
Şekil 4.31. HEM yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.7. MOL Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

900-1.100 m yükseltiden oluşturulan MOL yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler diğer yörelere nazaran çok daha azdır (Şekil 4.32).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: MOL yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) etkisi bulunmamaktadır. Bütün aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakındır.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının mayıs ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde pozitif yönde etkisi bulunmaktadır. Bu ay dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



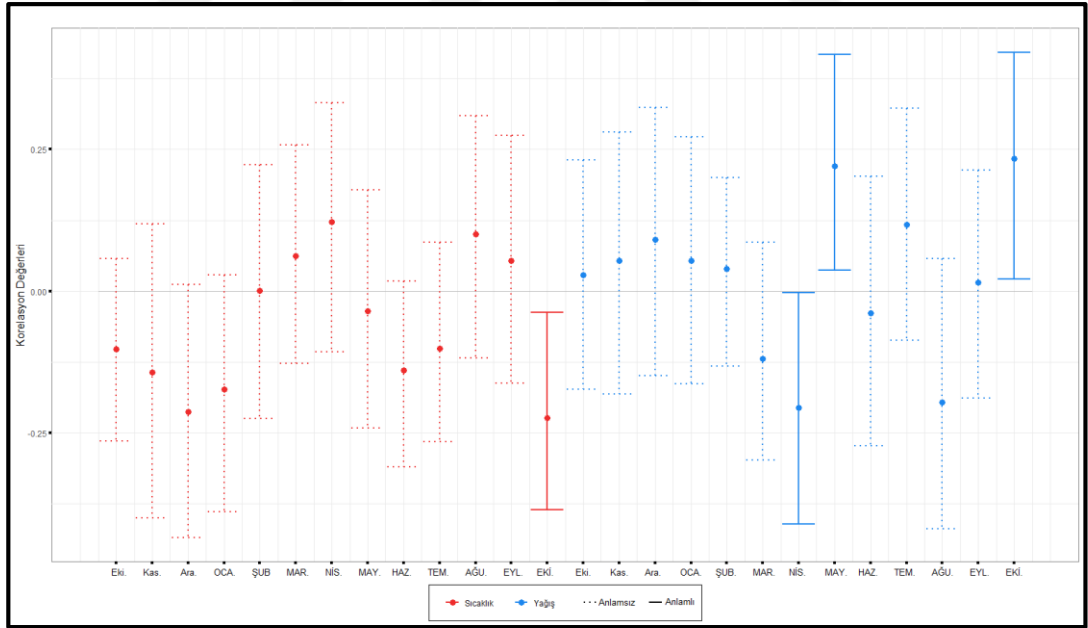
Şekil 4.32. MOL yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.1.8. YUK Yöresi Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkileri

950-1.100 m yükselti aralığı ile en alt yöreyi oluşturulan YUK yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık ve yağış arasında belirgin ve anlamlı ilişkiler sınırlıdır (Şekil 4.33).

a) Ağaç halkası-sıcaklık ilişkisi: YUK yöresinde yıllık halka genişliği ile sıcaklık değerleri arasında ağaç halkası gelişimi üzerinde sadece ekim ayı değerlerinin belirgin ve anlamlı etkisi (0,95 güven düzeyi) negatif yöndedir. Diğer bütün aylarda korelasyon katsayıları 0'a yakındır.

b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede yağış değerleri ile halka genişlikleri arasında ilişkiler incelendiğinde ise, halka oluşum yılının nisan ayı yağış değerleri, ağaç halkası gelişimi üzerinde belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde negatif yönde etkisi bulunmaktadır. Buna karşın mayıs ve ekim ayları yağışları ile yıllık halka gelişimi arasında belirgin ve anlamlı (0,95 güven düzeyi) şekilde pozitif yönde etki görülmektedir. Bu aylar dışındaki yağışlar halka gelişimi üzerinde 0'a yakın korelasyon katsayılarıyla temsil edilen bir etkiye sahiptir.



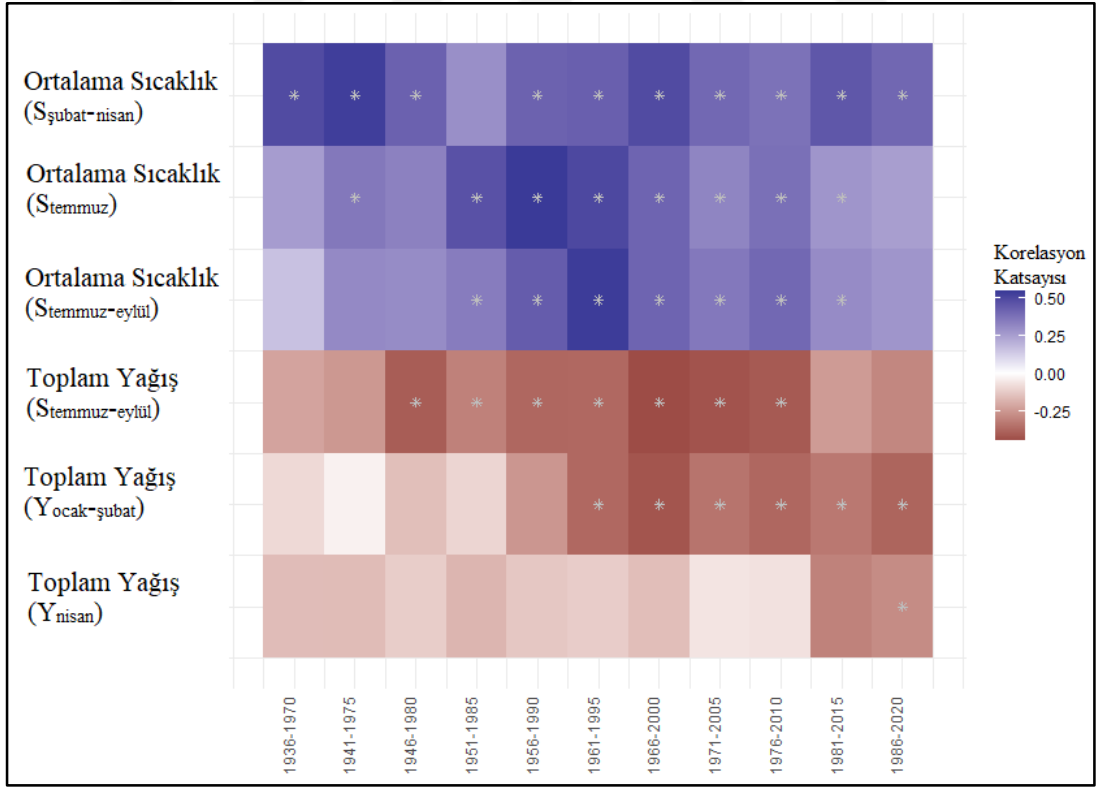
Şekil 4.33. YUK yöre kronolojisi ile sıcak ve yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri (Kırmızı renkler sıcaklığı, mavi renkler yağışı, düz kesiksiz çizgiler 0,95 güven düzeyinde anlamlı, kesikli çizgiler ise anlamsız olduğunu ifade etmektedir).

4.2.2. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi

İklimdeki zamansal kararlılığın test edilmesinde 5 yıl kaydırmalı 35 yıllık hareketli korelasyon analizi yapılmış ve ağaç büyümesinde etkili olan sıcaklık ve yağış değerlerinin stabilite durumu incelenmiştir. Bu analizde, ladin ve göknar ağaçları büyümesi üzerinde iklim etkisi, önceki yılın ekim ayıdan ve mevcut yılın eylül ayı arasındaki dönemde incelenmiş, ancak korelasyon değeri yüksek ve anlamlı olan aylar seçilerek pencereler oluşturulmuştur. Alçak ve yüksek rakımlarda farklı dönemler boyunca ağaç büyümesi üzerinde sıcaklık ve yağış etkisinin stabil olmadığı görölmektedir. Bu durum, farklı yükseklik kademeleri boyunca ağaç büyüme-iklim ilişkilerinde iklim değişikliğinden kaynaklanan iklime verilen tepkinin zaman içerisinde stabil olmamasındandır. Buradan hareketle her bir yöreye ait hareketli korelasyon analizi yüksek rakımdan alt rakımlara doğru açıklanacaktır.

4.2.2.1. CAT Yöresi

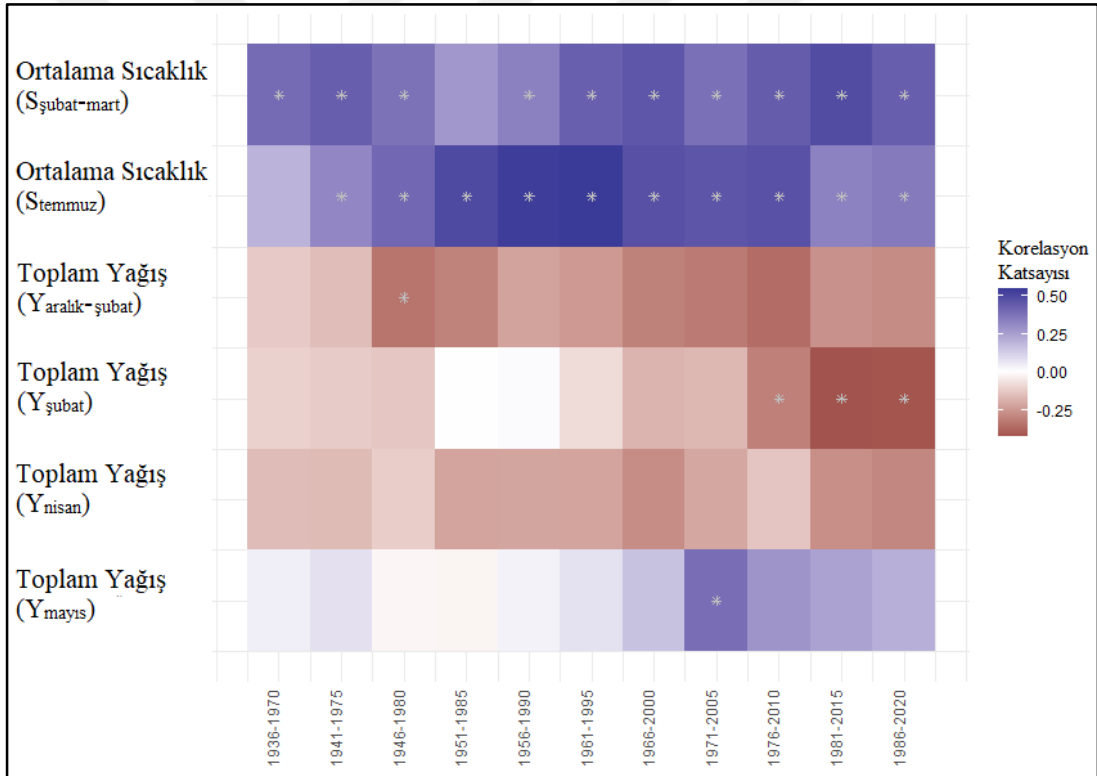
1.800-2.050 m yükselti arasında oluşturulan CAT yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için şubat-nisan arası ortalama sıcaklığı ($S_{\text{şubat-nisan}}$), temmuz ortalama sıcaklığı (S_{temmuz}) ve temmuz-eylül arası ortalama sıcaklığı ($S_{\text{temmuz-eylül}}$) seçilmiştir. Yağış için ise bir önceki yılın aralık ile mevcut yılın şubat toplam yağışı ($Y_{\text{aralık-şubat}}$), ocak-şubat toplam yağışı ($Y_{\text{ocak-şubat}}$) ve nisan toplam yağışı (Y_{nisan}) değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, şubat-mart-nisan ortalama sıcaklık değerleri pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Temmuz ile temmuz-eylül sıcaklıkları ise pozitif ve anlamlı etkisi 1951-2015 yılları arasında stabilitesi korumuş son dönemde de pozitif etkisi azalmaya başlamıştır. Buna karşın temmuz-eylül arası toplam yağışların negatif yönde etkisi 1946-2010 yılları arasında kararlı ve anlamlı olmuştur. Ocak-şubat kış yağışlarının negatif yönde 1961 yılından itibaren kararlı ve anlamlıdır. Nisan ayı toplam yağışları ise 1930-1981 arasında etkisiz ve anlamsız durumda iken yaklaşık 1990 yılından günümüze yıllık halka gelişiminde negatif yönde etkisi anlamlı olmaya başlamıştır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. 1930-2020 arası dönemde CAT yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.2. PAL Yöresi

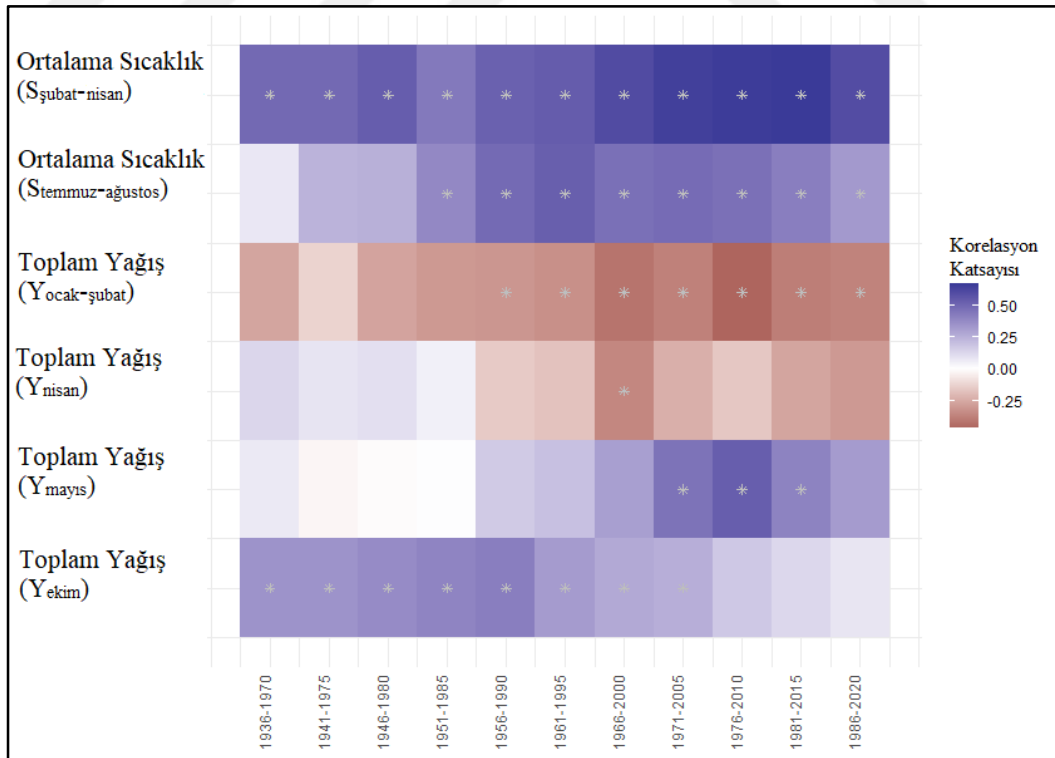
1.800-2.000 m yükselti arasında oluşturulan PAL yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için şubat-mart ortalama sıcaklığı ($S_{\text{şubat-mart}}$) ve temmuz ortalama sıcaklığı (S_{temmuz}) seçilmiştir. Yağış için ise bir önceki yılın aralık ile mevcut yılın şubat toplam yağışı ($Y_{\text{aralık-şubat}}$), şubat toplam yağışı ($Y_{\text{şubat}}$), nisan toplam yağışı (Y_{nisan}) ve mayıs toplam yağışı ($Y_{\text{mayıs}}$) değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, şubat-mart ile temmuz-eylül ortalama sıcaklık değerleri pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Buna karşın aralık-şubat arası, şubat ve nisan ayları toplam yağışlar negatif yönde etkisi artmış, şubat yağışları 1976 yılından itibaren anlamlı olmaya başlamıştır. Mayıs ayı yağışlarının ilk yıllardaki etkisiz durumu 1971 yılından itibaren pozitif yönde olmaya başlamıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. 1930-2020 arası dönemde PAL yöre kronolojisine hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.3. KAV Yöresi

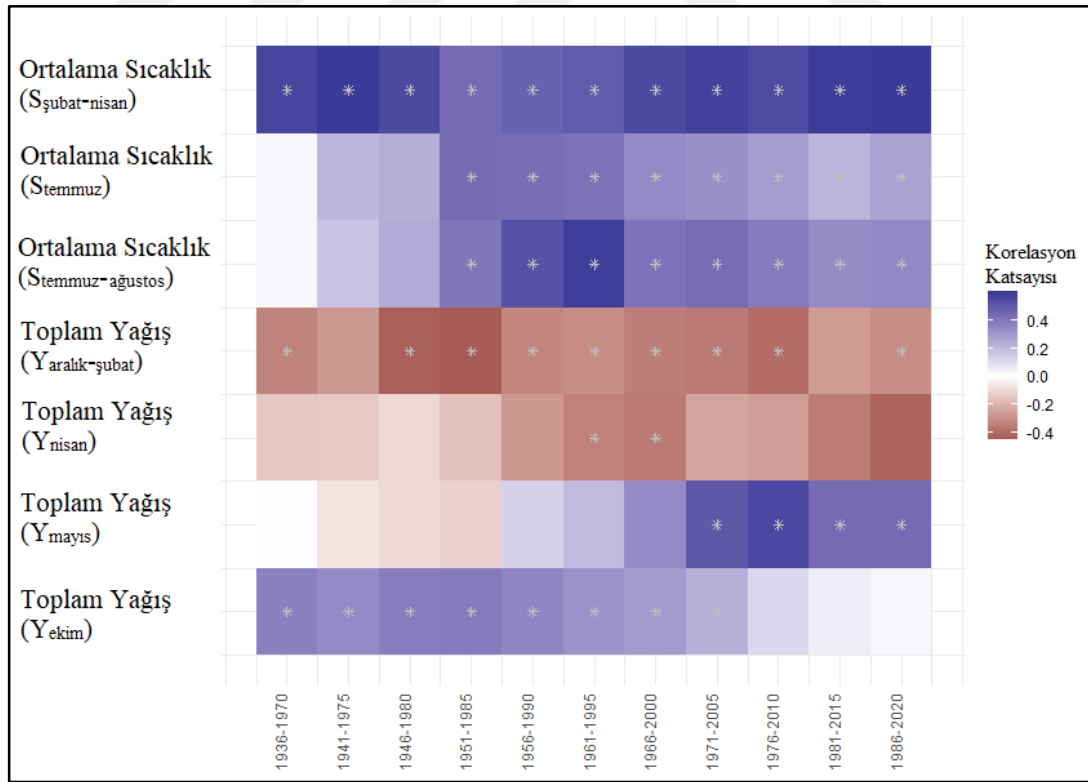
1.750-1.900 m yükselti arasında oluşturulan KAV yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için şubat-mart-nisan ortalama sıcaklığı ($S_{\text{şubat-nisan}}$) ve temmuz-ağustos-eylül ortalama sıcaklığı ($S_{\text{temmuz-eylül}}$) seçilmiştir. Yağış için ise ocak-şubat toplam yağışı ($Y_{\text{ocak-şubat}}$), nisan toplam yağışı (Y_{nisan}), mayıs toplam yağışı ($Y_{\text{mayıs}}$) ve ekim toplam yağışı (Y_{ekim}) değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, şubat-nisan arası ortalama sıcaklık değerleri pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Temmuz-ağustos arası sıcaklıkları ise pozitif ve anlamlı etkisi 1951-2020 yılları arasında stabilitesini korumuş son dönemde de pozitif etkisi azalmaya başlamıştır. Buna karşın ocak-şubat arası kış yağışlarının negatif yönde etkisi giderek artmış, 1956 yılından itibaren anlamlı olmaya başlamıştır. Nisan ayı toplam yağışlarının pozitif/etkisiz durumu ise 1956 yılından itibaren negatif yönde halka gelişimini etkilemeye başlamıştır. Mayıs ayı yağışlarının etkisiz durumu 1971 yılından itibaren pozitif ve anlamlı yönde halka gelişimini etkilemiştir. Ayrıca ekim ayı yağışlarının halka gelişiminde ilk yıllardaki pozitif ve anlamlı etkisi yaklaşık 1971 yılından itibaren etkisiz olmaya ve anlamını yitirmeye başlamıştır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. 1930-2020 arası dönemde KAV yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.4. HAL Yöresi

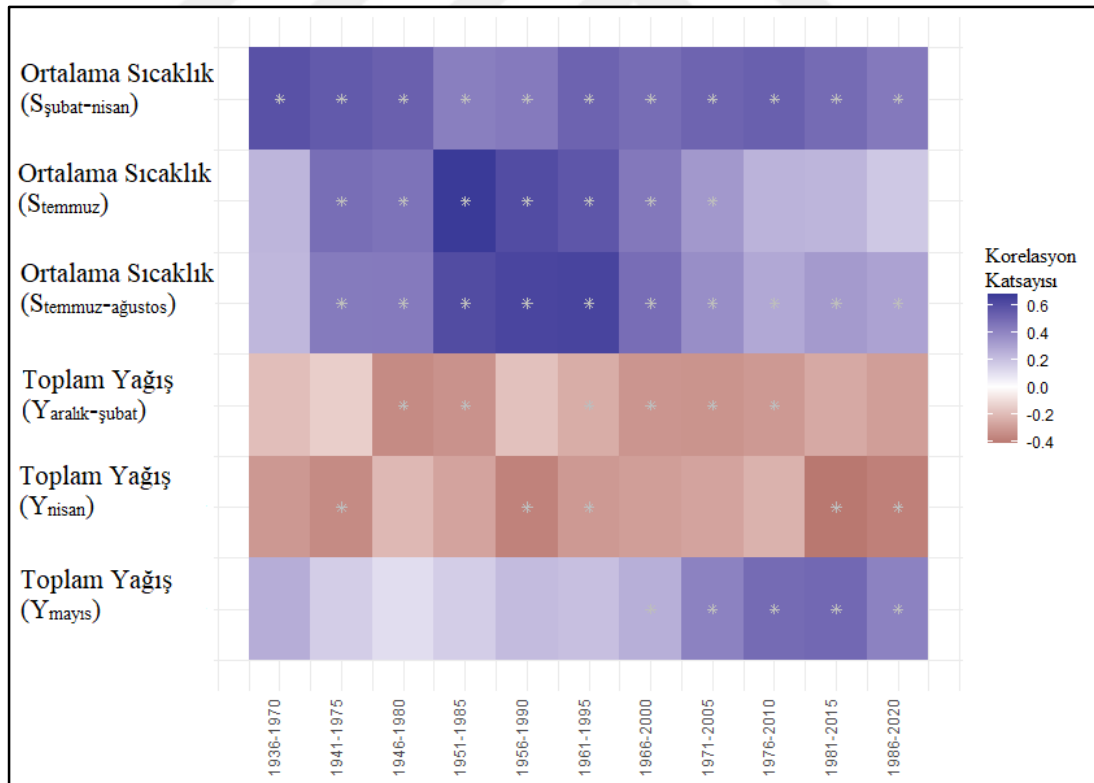
1.700-1.900 m yükselti arasında oluşturulan HAL yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencereelerde sıcaklık için şubat-nisan ($S_{\text{şubat-nisan}}$), temmuz (S_{temmuz}) ve temmuz-ağustos ($S_{\text{temmuz-eylül}}$) ortalama sıcaklıkları seçilmiştir. Yağış için ise bir önceki yılın aralık ile mevcut yılın şubat ($Y_{\text{aralık-şubat}}$), nisan (Y_{nisan}), mayıs ($Y_{\text{mayıs}}$) ve ekim (Y_{ekim}) ayları toplam yağışları değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, şubat-nisan arası ortalama sıcaklık değerleri pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Temmuz ile temmuz-ağustos arası sıcaklıkları ise pozitif ve anlamlı etkisi yaklaşık 1951 yılından itibaren dir. Buna karşın aralık-şubat arası kış yağışlarının negatif yönde etkisi olup iki dönem dışında diğer bütün dönemlerde anlamlılığını sürdürmüştür. Nisan ayı toplam yağışlarının negatif etkisi 1956 yılından itibaren negatif ve anlamlı yönde, mayıs ayı yağışlarının ilk yıllardaki etkisiz/negatif durumu ise 1961 yılından itibaren pozitif yönde olmaya başlamıştır. Ayrıca ekim ayı yağışlarının halka gelişiminde ilk yıllardaki pozitif ve anlamlı etkisi son yıllarda etkisiz olmaya ve anlamını yitirmeye başlamıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. 1930-2020 arası dönemde HAL yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.5. CEY Yöresi

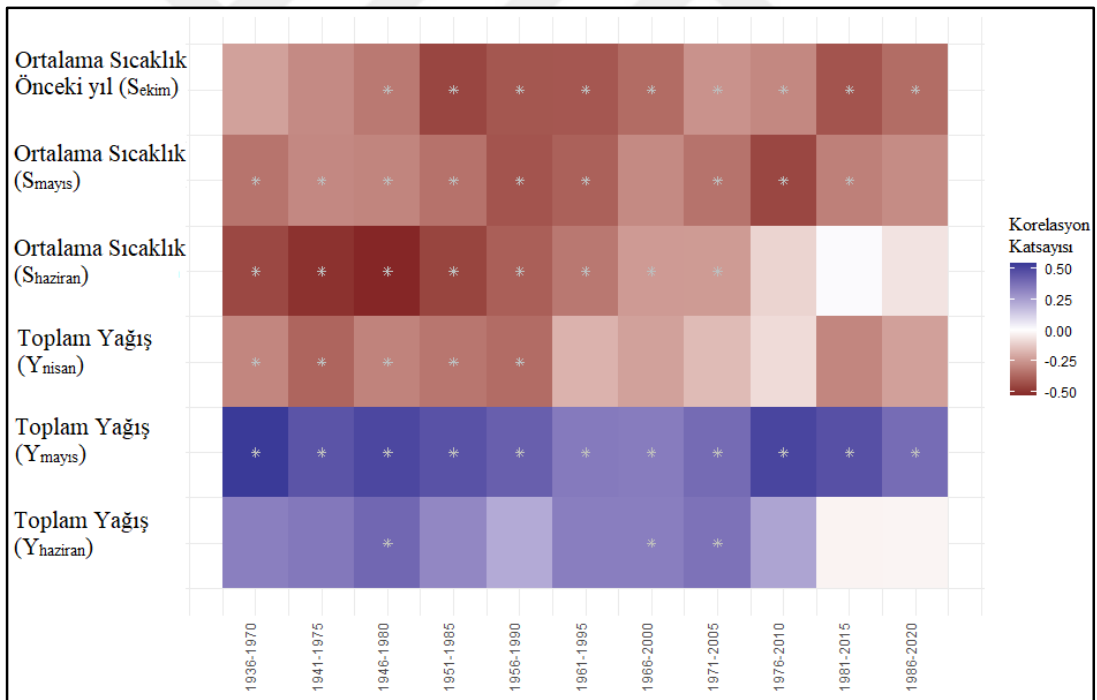
1.750-1.800 m yükselti arasında oluşturulan CEY yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için şubat-nisan ($S_{\text{şubat-nisan}}$), temmuz (S_{temmuz}) ve temmuz-ağustos ($S_{\text{temmuz-eylül}}$) ortalama sıcaklıkları seçilmiştir. Yağış için ise bir önceki yılın aralık ile mevcut yılın şubat ($Y_{\text{aralık-şubat}}$), nisan (Y_{nisan}), ve mayıs ($Y_{\text{mayıs}}$) ayları toplam yağışları değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, şubat-nisan arası ortalama sıcaklık değerleri pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Temmuz ayı sıcaklıklarının pozitif ve anlamlı etkisi 1971 yılından itibaren etkisi azalmış ve anlamını yitirmiştir. Temmuz-ağustos arası sıcaklıkları ise 1941 yılından itibaren anlamlı ve pozitif yöndedir. Buna karşın aralık-şubat arası ve nisan ayı yağışlarının negatif yönde etkileri olup birkaç dönem dışında diğer bütün dönemlerde anlamlılığını sürdürmüştür. Mayıs ayı yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde etkisinin ilk yıllarda etkisiz/pozitif olduğu, yaklaşık 1971 yılından itibaren güçlü pozitif yönde ve anlamlı olmaya başladığı görülmüştür (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. 1930-2020 arası dönemde CEY yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.6. HEM Yöresi

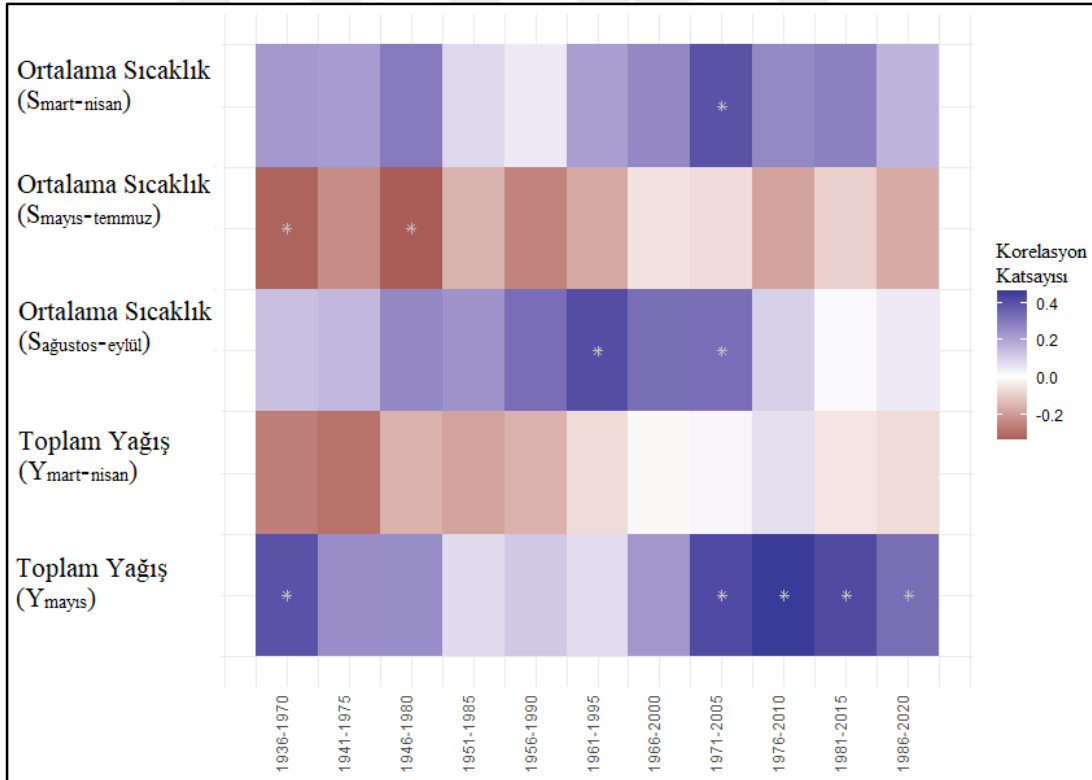
1.350-1.500 m yükselti arasında oluşturulan HEM yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencereelerde sıcaklık için önceki yılın ekim (S_{ekim}), mayıs ($S_{mayıs}$) ve haziran ($S_{haziran}$) ortalama sıcaklıkları seçilmiştir. Yağış için nisan (Y_{nisan}) ve mayıs ($Y_{mayıs}$) ve haziran ($Y_{haziran}$) ayları toplam yağışları değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, önceki yılın ekim ve mevcut yılın mayıs ayları ortalama sıcaklık değerleri negatif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Haziran ayı sıcaklıklarının negatif ve anlamlı etkisi 1976 yılına kadar gelmiş bu yıldan itibaren etkisi azalmış ve anlamını yitirmiştir. Buna karşın nisan ayı yağışlarının negatif yönde etkileri olup 1961 yılından itibaren anlamlılığını kaybetmiştir. Mayıs ayı yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde etkisinin bütün dönemlerde pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Haziran ayı yağışlarının ise yıllık halka gelişiminde pozitif yönde etkisi 1981 yılından günümüze etkisiz olmaya başlamıştır (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. 1930-2020 arası dönemde HEM yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.7. MOL Yöresi

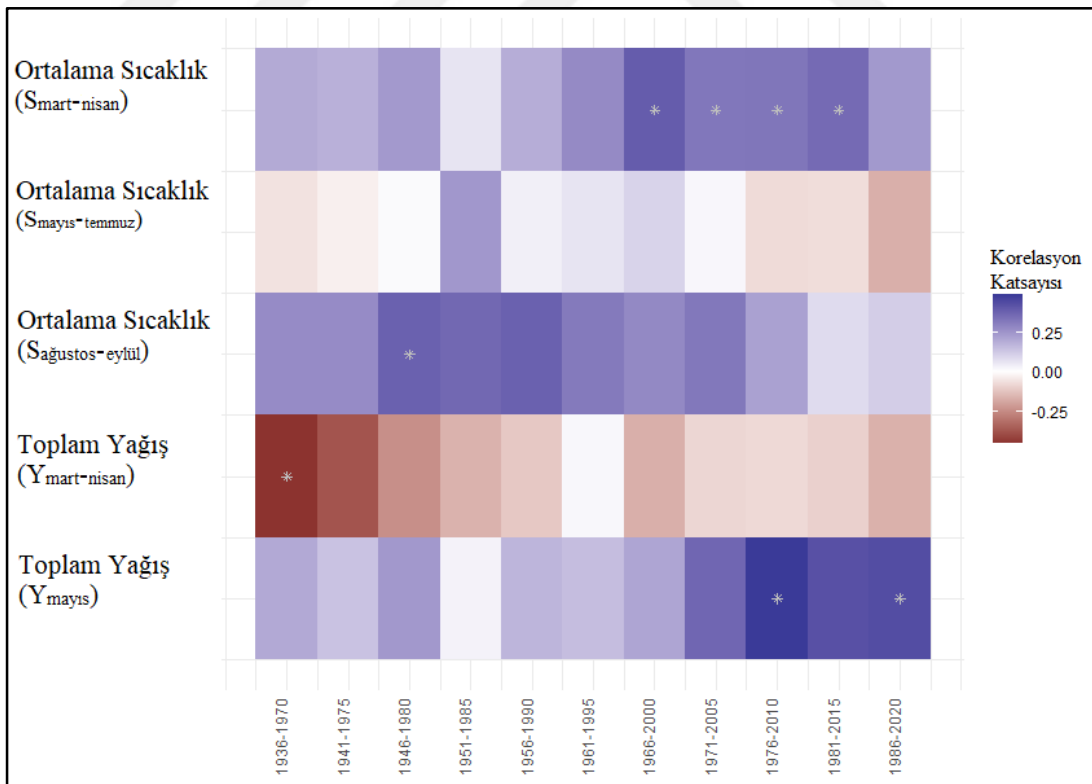
950-1.100 m yükselti arasında oluşturulan MOL yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için mart-nisan ($S_{\text{mart-nisan}}$), mayıs-temmuz ($S_{\text{mayıs-temmuz}}$) ve ağustos-eylül ($S_{\text{ağustos-eylül}}$) ortalama sıcaklıkları seçilmiştir. Yağış için ise mart-nisan ($Y_{\text{mart-nisan}}$) ve mayıs ($Y_{\text{mayıs}}$) ayları toplam yağışları değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, ifade edilen aylarda stabilitenin olmadığı görülmektedir. Mart-nisan arası ortalama sıcaklık değerleri arada kesintiler (etkisiz) olmakla birlikte pozitif yönde devam etmiştir. Mayıs-temmuz arası sıcaklıklarda anlamlı ve negatif yöndeki etki giderek önemini kaybetmiştir. Ağustos-eylül sıcaklıkları ise 2005 yılına kadar olan pozitif yönde etkisi bu yıldan itibaren etkisiz olmuştur. Buna karşın mart-nisan ayı yağışlarının negatif yönde etkisi 1961 yılından itibaren etkisiz olmaya başlamıştır. Mayıs ayı yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde etkisinin pozitif olduğu, 1966 yılından itibaren güçlü pozitif yönde ve anlamlı olmaya başladığı görülmüştür (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. 1930-2020 arası dönemde MOL yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.2.2.8. YUK Yöresi

900-1.100 m yükselti arasında oluşturulan YUK yöresi korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için mart-nisan ($S_{\text{mart-nisan}}$), mayıs-temmuz ($S_{\text{mayıs-temmuz}}$) ve ağustos-eylül ($S_{\text{ağustos-eylül}}$) ortalama sıcaklıkları seçilmiştir. Yağış için ise mart-nisan ($Y_{\text{mart-nisan}}$) ve mayıs ($Y_{\text{mayıs}}$) ayları toplam yağışları değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre iklime verilen tepkinin zamansal stabilitesi incelendiğinde, ifade edilen aylarda stabilitenin olmadığı görülmektedir. Mart-nisan arası ortalama sıcaklık değerleri arada kesintiler (etkisiz) olmakla birlikte pozitif yönde devam etmiş ve 1966-2015 arası anlamlı olmuştur. Mayıs-temmuz arası sıcaklıklarda anlamsız yöndeki etki son yıllarda negatif yönde olmaya başlamıştır. Ağustos-eylül sıcaklıkları ise 2010 yılına kadar olan pozitif yönde etkisi bu yıldan itibaren etkisiz olmuştur. Buna karşın mart-nisan ayı yağışlarının ilk yıllardaki güçlü ve anlamlı negatif yönde etkisi 1975 yılından itibaren etkisiz olmaya başlamıştır. Mayıs ayı yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde etkisinin ilk yıllarda etkisiz/pozitif olduğu, 1971 yılından itibaren güçlü pozitif yönde ve anlamlı olmaya başladığı görülmüştür (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. 1930-2020 arası dönemde YUK yöre kronolojisine ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

4.3. Rökonstrüksiyon Süreci

Fırtına Deresi Havzasında 1931-2020 yıllarını kapsayan uzun dönemli iklim kayıtlarına sahip CRU TS 4.05 verisi içerisindeki ocak-nisan, şubat-nisan ve temmuz-eylül arası ortalama sıcaklık ile nisan, mayıs toplam yağış değerleri rökonstrüksiyon işlemi için kullanılmıştır. Bu ayların rökonstrüksiyon işlemi için seçilmesinde ağaç halkaları ile yüksek korelasyon göstermeleri etkili olmuştur. Rökonstrüksiyon işleminde ilk önce tüm yöre kronolojilerine ait yıllık halka genişliklerine temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis [PCA]) uygulanmıştır. PCA, esasında veri setiyle belirtilmiş olan bilgiyi daha alternatif bir şekilde ifade etmeye dayanan bir metottur (Johnson ve Wichern, 2002). Yıllık halka gelişimine uygulanan bu yöntemin temel amacı yüksek boyuttaki veriyi (yıllık halkalar) en yüksek varyans ile yeni bir veri setine dönüştürmektedir. Bu veri setine dönüştürme işleminde tüm kronolojiler, alt örnek sinyal gücüne (EPS/SSS) kadar seçilmiştir (Briffa ve Jones, 1990). Esasında alt örnek sinyal gücüne sekiz yörenin minimum örnek derinliğine denk gelmektedir (Wigley vd., 1984). Gerçekleştirilen PCA süreci ile PC1, PC2, PC3 ve PC4 verileri elde edilmiş ve bunlar tüm yöre kronolojilerindeki toplam varyansın %86,8'ini oluşturmuştur. Ardından PC1, PC2, PC3 ve PC4 ile ifade edilen aylara ait sıcaklık ve yağış değerleri kullanılarak çoklu regresyon analizi işlemi yapılmıştır. Yapılan çoklu regresyon analizi işleminde elde edilen sonuç çıktılarına göre rökonstrüksiyon işlemi yapılıp yapılmayacağına karar verilmiştir. Çoklu regresyon analizinde sonuç çıktılarının orta ve üzerinde olması, ağaç halkaları ile ilgili aylara ait sıcaklık değerleri arasındaki ilişkinin güçlü ve geçerli olduğunu ifade edecektir. Burada Çoklu R, R^2 ve Ayarlı R^2 değerlerinin 0,30'dan yüksek olması beklenmektedir (Fritts, 1976). Özellikle birden fazla çoklu değişken kullanımında (PC1, PC2, PC3 gibi) Ayarlı R^2 değerinin 0,30 eşik değerinden yüksek olması gerekmektedir. Ancak yapılan çoklu regresyon analizinde, Ayarlı R^2 değerinin tüm aylarda 0,30'un altında olduğu görülmüştür (Tablo 4.17). Bu da rökonstrüksiyon işleminin yapılmasının geçerli olmayacağını ve yapılması durumunda hataya yol açacağını göstermektedir.

Yukarıda ifade edildiği üzere araştırmada rökonstrüksiyon yani belirtilen aylara ait geçmiş yıllardaki ortalama sıcaklık ve toplam yağış değerleri gerçekleştirme işleminin zor olduğu görülmektedir. Bu durumun temel sebebi olarak, iklime verilen tepkide zamansal stabilitenin olmamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Hareketli korelasyon analizlerinde de görüldüğü üzere, hem sıcaklık hem de yağış

değerlerindeki değişimler nedeniyle yıllık ağaç halkası oluşumu farklı zaman aralıklarında başka aylara karşı korelasyon göstermeye başlamıştır. Haliyle iklim-büyüme arasında stabilitenin olmaması rökonstrüksiyon sürecinin yapılmasını mümkün kılmamaktadır. Bu sorunun, özellikle araştırma sahası gibi nemli bölgelerde farklı türlerin dâhil edilmesi (Martin-Benito vd., 2018) ve ağaç sayısının artırılması ile (Genç ve Güner, 2022) giderilebileceği, sonrasında rökonstrüksiyon işleminin yapılabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.17. Çoklu regresyon işlemine ait sonuç çıktıları.

Rekonstrüksiyon	İstasyon Adı	Korelasyon Gösteren Aylar	Dönem	Çoklu R	R ²	Ayarlı R ²	F	P
Sıcaklık	CRU TS v. 4.05 Grnd İklim Verisi	Ocak-Şubat-Mart-Nisan Ortalama Sıcaklığı	1930-2020	0,48	0,23	0,19	6,55	0,000
			1930-1976	0,58	0,34	0,27	5,41	0,001
			1977-2020	0,53	0,28	0,20	3,98	0,008
		Şubat-Mart-Nisan Ortalama Sıcaklığı	1930-2020	0,63	0,40	0,25	2,62	0,020
			1930-1976	0,62	0,38	0,24	2,82	0,015
			1977-2020	0,58	0,33	0,27	5,10	0,000
		Temmuz-Ağustos-Eylül Ortalama Sıcaklığı	1930-2020	0,15	0,02	-0,02	0,53	0,714
			1930-1976	0,12	0,01	-0,08	0,15	0,961
			1977-2020	0,35	0,12	0,03	1,41	0,248
Yağış	CRU TS v. 4.05 Grnd İklim Verisi	Nisan Yağışı	1930-2020	0,15	0,02	-0,02	0,52	0,723
			1930-1976	0,11	0,01	-0,08	0,13	0,972
			1977-2020	0,33	0,11	0,02	1,29	0,290
		Mayıs Yağışı	1930-2020	0,24	0,06	0,01	1,35	0,258
			1930-1976	0,23	0,05	-0,04	0,60	0,665
			1977-2020	0,40	0,16	0,07	1,92	0,126

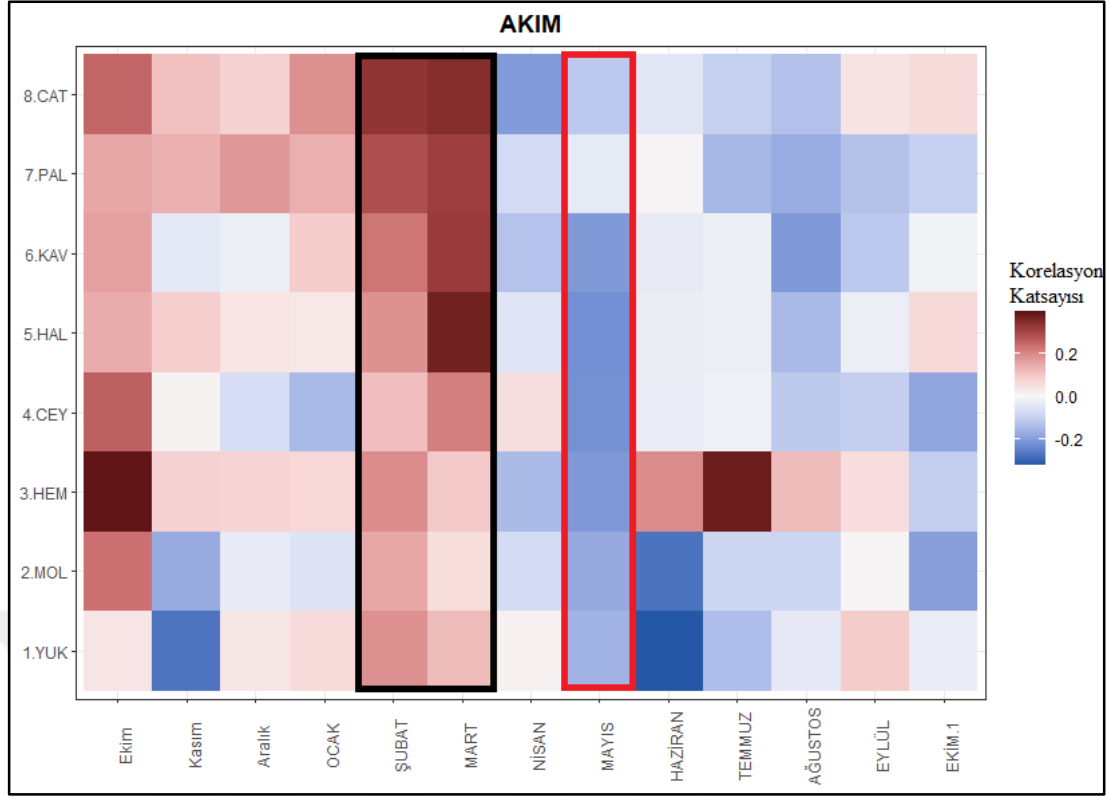
4.4. Dendrohidrolojik Bulgular

Su kaynakları planlamacıları ve yöneticileri hidrolojik kayıtlar tarafından sağlanan bilgilerle daha doğru kararlar verebilirler. Özellikle kuraklık veya sel oluşum ile büyüklükleri hakkında hidroklimatik bir yaklaşımla değerlendirilme imkânı da bulunabilmektedir. Bu hususta ağaç halkaları, hidrolojik değişkenleri (yağış, akım, evapotranspirasyon, toprak nemi vb.) yeniden yapılandırmak ve atmosferik nem dolaşımının geniş bölgeler üzerindeki temel bilimsel anlayışı kavramak için vekil olarak kullanılabilir (Loaiciga ve Michaelson, 1993). Bu nedenle ağaç halkası büyümesini ve akımı etkileyen iklim faktörlerinden (yağış vb.) hareketle Fırtına Deresi akımının rökonstrüksiyonu yapılmaya çalışılmıştır. Bu durum beraberinde ağaçların hidrolojik değişkenlerden etkilenen ortam koşullarına karşı gösterdiği biyolojik tepki anlaşılacaktır.

Fırtına Deresi Havzasında akarsu akımının ölçümüne 237 m yükseltide 1964 yılında başlanmıştır. Yöre kronolojilerine bağlı olarak uzun yıllık akım verisini

oluşturmak için 900 m'den 2.050 m'ye kadar olan farklı yükselti kademelerinden 8 yöre örneğine temel bileşen analizi (PCA) yapılmıştır. Neticesinde tüm yöreleri barındıran PCA değerleri ile akarsu akım verisi arasında ilişki bulunmaya çalışılmıştır. Ağaç halkası kronolojileri ile akarsu akım verileri arasındaki ilişkiler, önceki yılın ekim ayından bir sonraki yılın ekim ayına kadar olan biyolojik büyüme yılı için korelasyon analizi kullanılarak tanımlanmıştır.

Korelasyon analizinin yapılmasında R Studio ortamına aktarılan 'treeclim' paketi kullanılarak yapılmıştır (Zang ve Biondi, 2015). Korelasyon değeri sonuçlarına göre, tüm yöreler şubat ve mart aylarında pozitif korelasyon; mayıs ayına ise negatif korelasyon göstermişlerdir. Ayrıca 1.350 - 1.500 m yükselti arasında yer alan HEM yöresine ait haziran, temmuz, ağustos ayları da pozitif korelasyon göstermiştir (Şekil 4.42). Yörelerin yüksek pozitif korelasyonlar gösterdiği ocak, şubat ve mart ayları, Fırtına Deresi'nin uzun yıllık akımının rökonstrüksiyonu olarak seçilmiştir. Rökonstrüksiyon işlemi yapılmadan önce PC1, PC2, PC3 ve PC4 ile ocak-mart arası toplam akım değerleri kullanılarak çoklu regresyon analizi işlemi yapılmıştır. Burada regresyon istatistiklerinden: Çoklu R, R^2 ve Ayarlı R^2 değerlerinin 0,30'dan yüksek olması beklenmektedir. Bu değerlerin altında olması durumunda işlemin geçerli olmayacağı ve hataya yol açacağı ifade edilmektedir (Fritts, 1976). Bu bilgi doğrultusunda yapılan regresyon analizinde istatistiksel değerlerin düşük çıkmış, akıma ait rökonstrüksiyon işlemi gerçekleştirilememiştir (Tablo 4.18). Bu işlemin gerçekleştirilememesinde iklimde kararlılığın olmaması ve akarsuyun daha çok kar ve buz sularıyla beslenmesi yani dağlı-kar rejimine sahip olmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.42. Ladin ve göknar popülasyonu ağaç halkası büyümesi ile geçmiş Ekim ayından mevcut Ekim ayına olan korelasyon grafiği. (Siyah çerçeve pozitif korelasyonu ve kırmızı çerçeve negatif korelasyonu göstermektedir).

Tablo 4.18. Akıma ait regresyon istatistik değerleri.

Rekonstrüksiyon	İstasyon Adı	Korelasyon Gösteren Aylar	Dönem	Çoklu R	R ²	Ayarlı R ²	F	P
Akarsu Akım	Topluca AGİ	Ocak-Şubat-Mart Akımları	1964-2015	0,36	0,13	0,05	1,74	0,1561
			1964-1989	0,33	0,11	-0,06	0,64	0,6374
			1990-2015	0,25	0,06	-0,11	0,38	0,8220
		Şubat-Mart Akımları	1964-2015	0,37	0,13	0,06	1,87	0,1310
			1964-1989	0,61	0,37	0,24	3,22	0,0329
			1990-2015	0,25	0,06	-0,11	0,38	0,8220

4.5. Dendroekolojik Bulgular

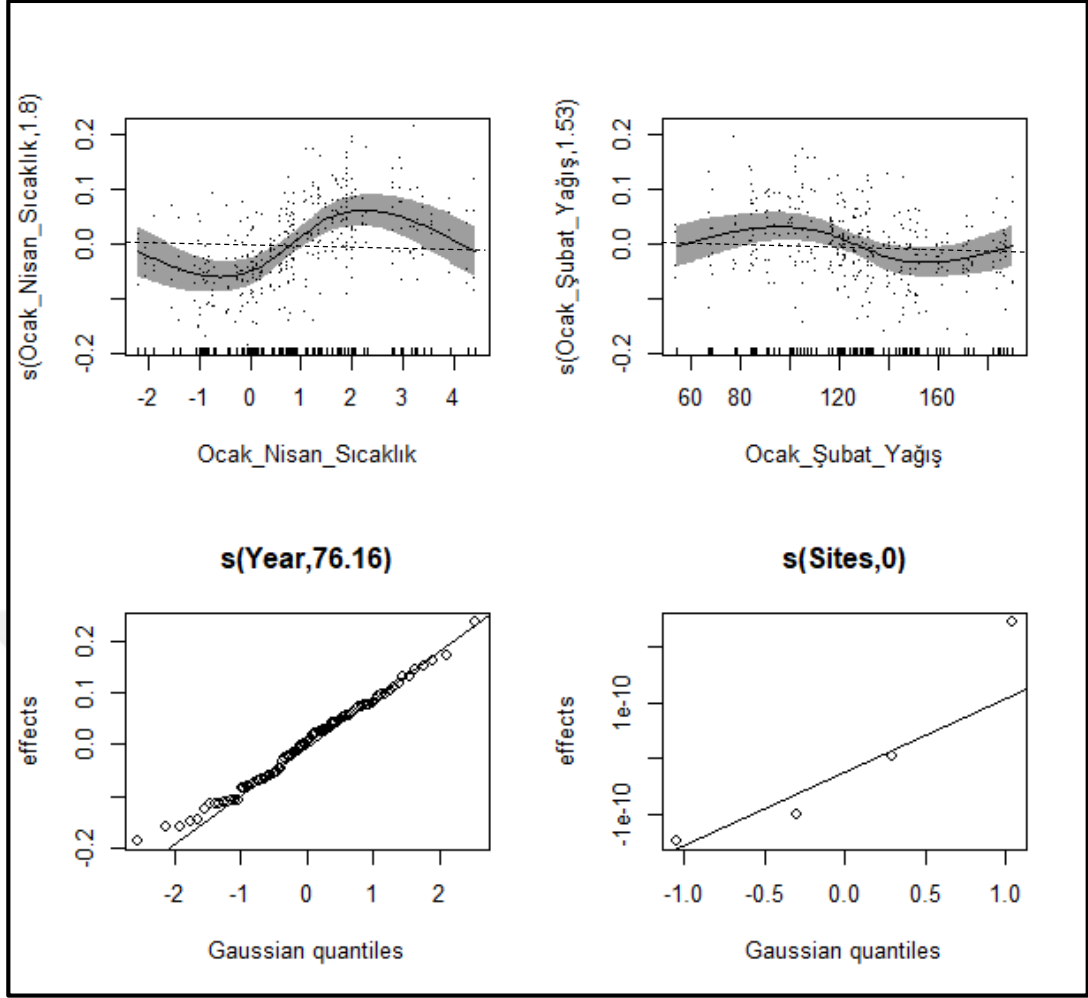
4.5.1. Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkiler

Ağaç halka genişliğindeki değişiklikler için iklim değişkenleri en sınırlayıcı faktördür. İklim-büyüme arasındaki ilişkiler genellikle korelasyon analiziyle yani doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı ile incelenmektedir. Ancak, ağaç büyümesindeki ekolojik ve fiziksel tepkiler çoğunlukla doğrusal değildir (Hofgaard vd., 2019; Wilmking vd., 2020) Bu bağlamda, genelleştirilmiş eklemeli karma model (GAMM)

olarak ifade edilebilen yöntem kullanılarak ana iklim faktörlerinin büyüme üzerinde doğrusal olmama durumu tespit edilebilmektedir (Wood, 2011). GAMM, ağaç halkalarının değişen iklim şartlarına uyum sağlayabilmesi için türlerin iklime verdiği tepkilere bağlı olarak büyüme eşiklerinin belirlenmesinde son yıllarda kullanımı artan bir modeldir (Bozkurt vd., 2021; García-Suárez vd., 2009; Kostić vd., 2021; Sharma vd., 2022).

İklim-halka gelişimi arasındaki ilişkiler korelasyon katsayısına göre, ocak-nisan arası ortalama sıcaklıkları ile ocak-şubat arası toplam yağışlarının anlamlı değişkenler olarak etkiledikleri görülmüştür. Bu değişkenler GAMM analizinde kullanılmış ayrıca her bir aya ait ilişkiler tek tek denenmiştir. Kurulan ilişkilerdeki model çıktısına göre, bu havza için doğu ladin türü büyümesi üzerinde sıcaklıkla ilgili değişken yağış değişkenine göre daha güçlü bir etki sergilediğini göstermektedir.

GAMM analizi çıktısına göre: Ocak-nisan aylarındaki 0 °C – 2 °C arasındaki ortalama sıcaklıklar ile ocak-şubat aylarında yaklaşık 60 – 100 mm arasındaki toplam yağışların, ladin türü büyümesini olumlu yönde etkilediği ve yıllık halka üretimde kritik eşik değerleri oluşturduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.43; Tablo 4.19). Kış sıcaklıklarına verilen bu tepki, küçük bir ısınmanın büyüme üzerinde olumlu etkisini göstermektedir. Bu doğrultuda, kış ve erken ilkbahar mevsimlerine ait sıcaklık ve yağış değerleri havzanın özellikle yüksek kesimlerinde ağaç büyümesinde diğer mevsimlere nazaran daha etkin ve sınırlayıcıdır sonucuna varılabilmektedir.



Şekil 4.43. 1930 ve 2020 arasındaki sınırlayıcı faktörlere göre GAMM çıktısı. (gri tonlar %95 güven aralığını gösterir. R^2 değeri ise 0,725'dir).

Tablo 4.19. GAMM çıktısına ait istatistiksel değerler.

Parametreler	Etkin Serbestlik Derecesi (Edf)	F değeri	p-değeri
Ocak_Nisan_Sıcaklık	1,80	693,803	< 0,001
Ocak_Şubat_Yağış	1,53	195,085	< 0,05

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziki Coğrafya Sonuçları

Araştırma alanı, Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde, Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey aklanında yer alan Fırtına Deresi Havzasıdır. Havza, kuzeyden Karadeniz, güneyden Kaçkar ve Soğanlı Dağları'nın su bölümü çizgisiyle sınırlanmış olup yaklaşık 1.150 km² alan kaplamaktadır. İdari yönden Rize'nin Ardeşen ve Çamlıhemşin ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır.

Araştırma alanında Liyas'tan başlayıp Kuvaterner'e kadar uzanan döneme ait farklı yaşlarda ve özelliklerde kayalar yayılım göstermektedir. Havzanın temel kayalar grubunu katılma kayaları türleri oluşturmaktadır. Buna göre çalışma sahasındaki Liyas yaşlı birim, volkanik karakterli Hamurkesen formasyonudur. Üst Kretase-Paleosen yaşlı birimler yine volkanik karakterli Çatak formasyonu, Kızılkaya formasyonu, Çağlayan formasyonu, Çayırbağ formasyonu ve Kaçkar granitoyidi-I'dir. Kaçkar granitoyidi-I, 598.6 km² ile sahadaki tüm birimler içerisinde en geniş yayılım alanına sahiptir. Çalışma sahasındaki en genç birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır. Bu birim genel olarak Fırtına Deresi'nin ağız kısmında ve ağız kısmından geriye doğru devam eden vadi tabanı boyunca (yaklaşık 8 km) yayılım gösterir.

Çalışma sahası iklim verileri incelenirken sahaya en yakın uzun süreli rasata sahip Rize ve Pazar istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. Bu istasyonların yanında havza içerisinde yer alan OMGİ'lere ait veriler de değerlendirme amaçlı kullanılmıştır. Buna göre Rize'de yıllık ortalama sıcaklık 14,5 °C, uzun yıllık toplam yağış ortalaması 2242 mm'dir. Pazar'da ise yıllık ortalama sıcaklık 13,8 °C, uzun yıllık toplam yağış ortalaması 2022 mm'dir. Havzada dağların uzanış yönleri, yükselti, bakı ve derin geniş vadi sistemleri iklim özelliklerini şekillendirmekte ve iklim özelliklerine farklılıklar kazandırmaktadır. Bu durum havza içerisinde yer alan OMGİ verilerine de yansımaktadır. Havzanın güney sınırını oluşturan ve 3.900 m ulaşan KKD-GGB yönlü uzanan Doğu Karadeniz Dağları, Karadeniz üzerinde gelen nemli hava kütlelerini havzada hapsederek havzayı, fazla yağış alan, az güneşlenen yer haline getirmektedir. Erinç formülüne göre Rize ve Pazar “**çok nemli**” sahalar içerisinde kalmaktadır ve “**çok nemli orman**” vejetasyonu ile temsil edilmektedir. De Martonne formülü ile değerlendirildiğinde indis değeri Rize'de 154,7; Pazar'da 148,8 çıkmaktadır. Buna göre Rize ve Pazar “**nemli iklim**” bölgesinde kalmaktadır. Thornthwaite formülüne

göre ise, her iki istasyonda “A” harfi ile gösterilen “çok nemli” iklime ve “B'2, r, b'4” harfleri ile de ifade edilen “2. Derece mezotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan” bir iklim sınıfına sahiptir.

Fırtına Deresi kaynağını Kaçkar Dağı ve Soğanlı Dağları'ndan alır. Havzadaki sürekli akarsuların gerçek toplam uzunlukları 1.007,6 km'dir. Hemşin Deresi'nden itibaren ölçüldüğünde en uzun akarsu 48,3 km ile Fırtına Deresi olmaktadır. Havzada, akarsu ağı dandritik (dendritik) şekilde olup boyuna profil özelliklerine bakıldığında iç bükey bir profil almaktadır. Ana akarsu üzerinde kurulmuş olan Topluca AĞI verisine göre uzun yıllık (1964-2011) ortalama akım 29,6 m³/sn'dir. Ölçüm istasyonlarına ait akım değerleri incelendiğinde aralık, ocak ve şubat aylarında akım değerleri minimum seviyeye; nisan, mayıs ve haziran aylarında ise maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Bu durum itibariyle Fırtına Deresi Havzası akarsuları, karlı dağ rejimi özelliği göstermektedir.

Çalışma alanının toprakları KHGM verilerine göre büyük toprak grupları sınıflandırma sisteminin altı sınıfına ayrılmıştır. Buna göre, havzada en geniş yayılışa sahip toprak grubu kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır (430 km²). İkinci en geniş yayılışa sahip toprak ise 325,8 km² ile kırmızı-sarı podzolik topraklardır. Çalışma alanında en dar yayılış alanına sahip toprak türü ise alüvyal topraklardır (2,1 km²).

Kolşik bölge içerisinde yer alan Fırtına Deresi Havzası, bitki örtüsünü çeşitliliği açısından zengindir. Genel olarak 0 ile 1.000 m arasında geniş yapraklı ağaçlardan gürgen, kayın, kestane, kızılâğaç, meşe gibi türler yayılış göstermektedir. Ancak bu yükselti aralığında fındık ve çay bahçeleri nedeniyle geniş yapraklı ormanların yayılışı daralmış ve bazı tahrip sahalarında psödomaki görünümünü almıştır. 1.000 – 1.500 m arasında geniş ve iğne yapraklı ağaçlar (kayın, ladin, kestane, göknar) karışık duruma geçmektedir. 1.500 – 2.100 m arasında ise iğne yapraklı ormanlar saf (özellikle ladin) ve karışık topluluklar halinde yayılış göstermektedir.

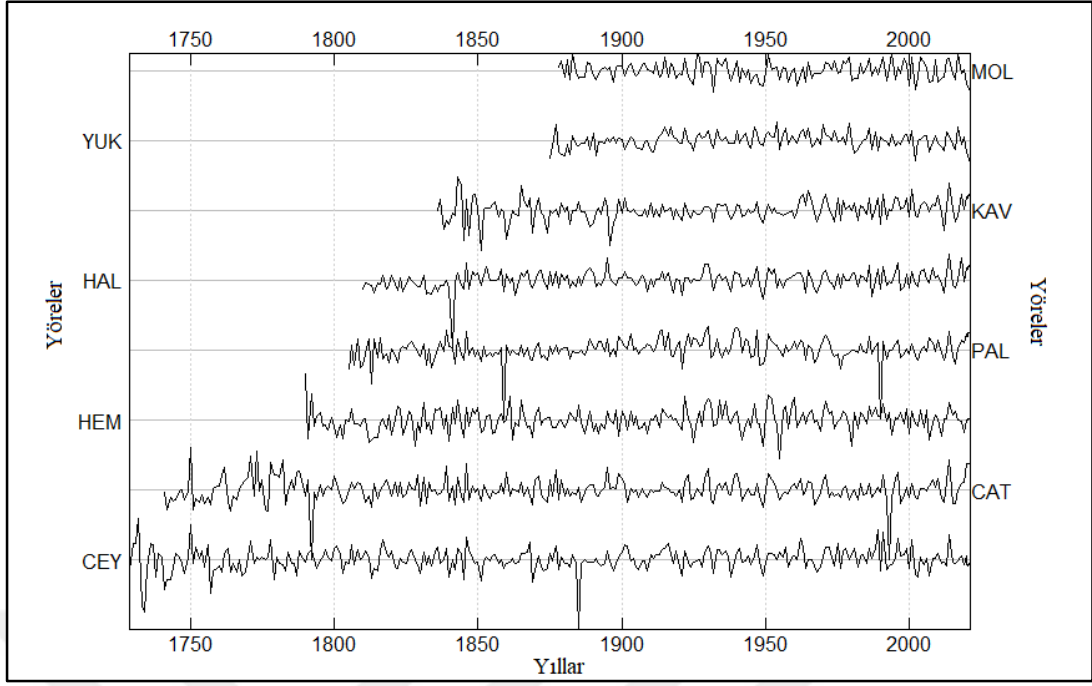
Çalışma sahası jeomorfolojik açıdan genel hatlarıyla kıyıda başlayan ve basamak şeklinde yükselen taraçalar, güneyde dağlık alan üzerinde gelişmiş aşınım yüzeyler ile dağlık alanları yararak Karadeniz'e ulaşan Fırtına Deresi ve kollarına ait dar, derin vadilerden oluşur. Havzanın iç kısımlarında akarsu boyunca vadi tabanlarında ve eğim şartlarının da müsaade ettiği yüksek kısımlarda dağ içi ovalar yer alır. 2.500 metrenin üzerinde ise büyük buzul vadileri, daha üst seviyelerde ise hakim sivri tepeler ve daimi karlarla ve buzullarla kaplı dağlar yer alır.

5.2. Dendrokronoloji Sonuçları

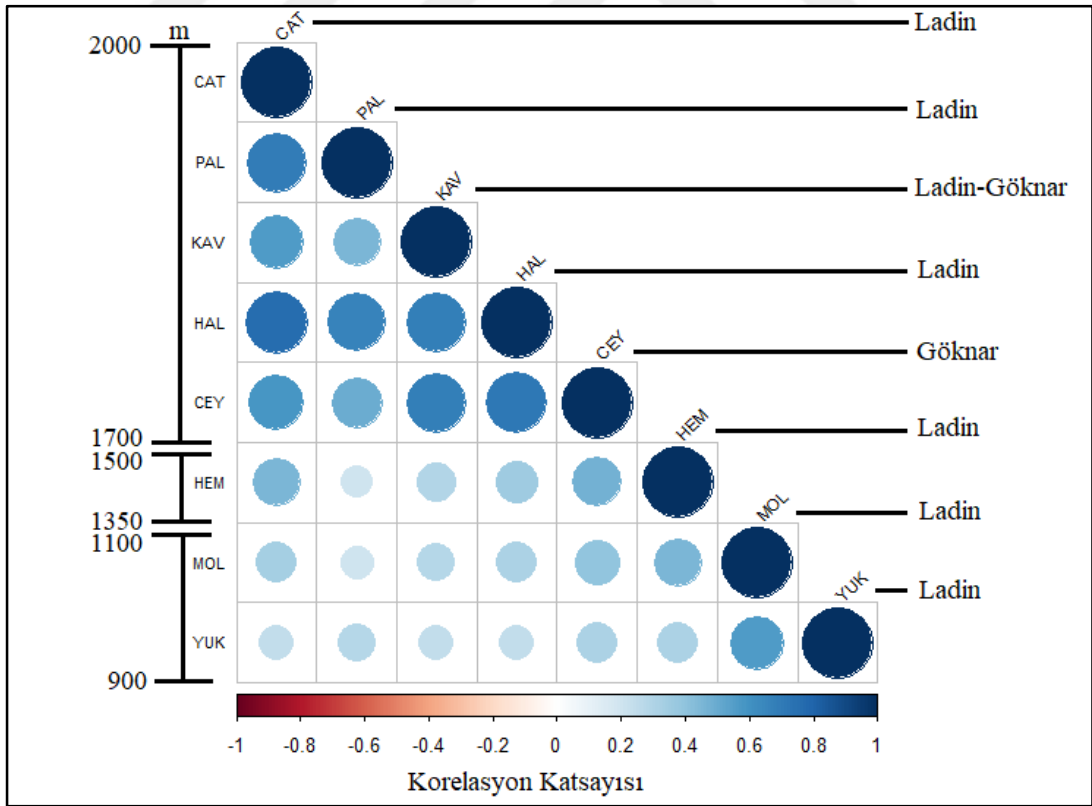
Araştırma sahası olan Fırtına Deresi Havzasında 900 m’den 2.050 m’ye kadar değişen yükseltilerde toplamda 8 yöre, 133 canlı ağaçtan 274 artım kalemi toplanmıştır. Toplanan örnekler, laboratuvar ortamında incelenmiş ve Doğu Karadeniz Bölümünde Rize iline referans olacak ağaç halkası kronolojileri oluşturulmuştur. Bu kronolojilere ait özet istatistikler Tablo 5.1’de sunulmuştur. Havzada; Hala Deresinden HAL, Çatköy yerleşmesinin batı yamacından CAT, Hemşin Deresinden HEM, Kavron Deresi’nden KAV, Palovit Yaylası’ndan PAL, Yukarışimşirlik Köyünden YUK, Aşağıceymakçur Yaylasından CEY ve Mollaveyis Köyünden MOL kodlu toplam 8 yöre kronolojileri oluşturulmuştur. En uzun kronolojiyi üst rakımlarda 298 yıl ile CEY oluştururken, en kısa kronolojiyi alt rakımlarda 144 yıl ile MOL yöresi oluşturmaktadır. Diğer kronolojiler ise CAT 282 yıl, HEM 235 yıl, PAL 219 yıl, HAL 213 yıl, KAV 188 yıl ve YUK 152 yıl uzunluğuna sahiptir (Şekil 5.1). Yörelere duyarlılık açısından incelendiğinde; 1500 m yükselti kademesinde yer alan HEM yöresi 0,1872 değer ile ortalama duyarlılık katsayısı en yüksek, en alt yükseltide yer alan YUK yöresi ise 0,1108 değer ile ortalama duyarlılık katsayısı en düşük yöredir. Rökonstrüksiyon işlemine yağışa en duyarlı yöre HEM, sıcaklığa en duyarlı yöreler CAT ve PAL, akıma en duyarlı yöreler ise CAT, PAL ve HEM yöreleri olmuştur. Diğer taraftan kronolojiler arasındaki benzerlikleri saptamak amacıyla oluşturulan korelasyon katsayıları matrisine göre, 1700-2000 m arasında yer alan CAT, PAL, KAV, HAL ve CEY yöreleri birbirine daha benzer değer göstermiştir (Şekil 5.2).

Tablo 5.1. Kronolojilerin ARSTAN Programından elde edilen özet istatistikleri.

Yöre Kodu	Ağaç/Kalem Sayısı	Zaman Aralığı	Başlangıç Yılı *EPS> 0.85	Bakı	Yükselti (m)	Ortalama Duyarlılık Katsayısı	Standart Sapma	Sinyal/Gürültü Oranı	1. öz vektörün varyansı (%)
CAT	20/41	1739-2020 (282 yıl)	1794	Batı	1800-2050	0.1545	0.1490	7.807	38.18
PAL	17/35	1802-2020 (219 yıl)	1805	Güneybatı	1800-2000	0.1448	0.1523	1.159	39.73
KAV	15/30	1833-2020 (188 yıl)	1869	Güneybatı	1750-1900	0.1417	0.1258	0.861	36.78
HAL	16/34	1808-2020 (213 yıl)	1816	Batı	1700-1900	0.1315	0.1140	0.845	36.40
CEY	21/44	1723-2020 (298 yıl)	1738	Kuzey	1750-1800	0.1574	0.1455	1.315	36.11
HEM	14/28	1786-2020 (235 yıl)	1790	Güney	1350-1500	0.1872	0.1540	1.139	41.70
MOL	16/32	1877-2020 (144 yıl)	1881	Batı	950-1100	0.1468	0.1242	1.154	42.32
YUK	15/30	1869-2020 (152 yıl)	1882	Güney	900-1100	0.1231	0.1108	0.636	31.54



Şekil 5.1. Fırtına Deresi Havzasında tüm yörelere ait residual kronolojiler.



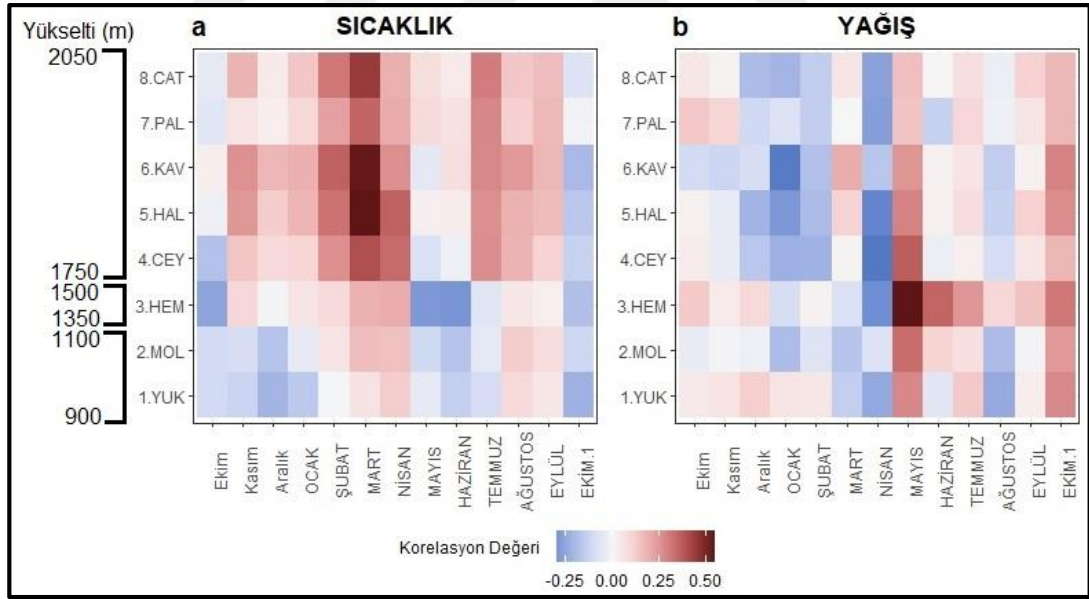
Şekil 5.2. Yöre kronolojileri arasındaki pearson korelasyon katsayıları matrisi.

5.3. Dendroklimatoloji Sonuçları

Yıllık halka gelişimi ile iklim arasındaki ilişkiler her bir yöre için 4.2.1.'de detaylıca incelenmiştir. Tüm yörelerden elde edilen korelasyon değeri sonuçlarını bütüncül bir şekilde görmek dendroklimatolojik özelliklerin ana hatlarıyla açıklanması açısından önemli olacaktır. Bilindiği üzere orman ağaçlarında belirli bir optimum yayılış alanı bulunmaktadır. Yayılış alanlarının alt ve üst sınırında, yani denizden yüksekliğin az ya da fazla olduğu alanlarda orman ağaçlarının sıcaklık ve yağış istekleri farklılaşmaktadır. Havzadan oluşturulan kronolojilere ait korelasyon değerlerine göre, 1750-2050 m yükselti arasında yer alan CAT, PAL, KAV, HAL ve CEY yörelerini sınırlayıcı temel faktör ocak-şubat-mart-nisan ayları ile temmuz-ağustos-eylül aylarındaki sıcaklıklardır. Özellikle kış aylarındaki sıcaklıklar, fotosentez ve diğer büyüme artırıcı hayat faaliyetlerinin düşük sıcaklıklar tarafından sınırlandırılmasıyla ortaya çıkmaktadır (Akkemik, 2004: 156). Burada dikkati çeken durum kış ve erken ilkbahar sıcaklıkları ile büyüme arasında doğrudan ilişkinin varlığıdır. Esasında yetiştirme ortamındaki iç koşullardan meydana gelmektedir. Kış mevsiminde yaşanan ortalama üstünde sıcaklıklar kar erimesini artırarak toprak içine suyun süzülmesine bu da ağacın büyümesine olanak sağlamaktadır. Diğer taraftan erken ilkbaharda toprakta yeteri miktarda bulunan nem, vejetasyon döneminin başlangıcı olan dönemde ortalamanın üstünde sıcaklıklar olarak büyümeyi olumlu yönde artırmaktadır. Temmuz-ağustos aylarında ise Doğu Karadeniz Bölümü'nde yağış rejiminden kaynaklı olarak uygun yağış değerlerine sahip olması bu aylardaki yüksek sıcaklıkların ağaç halka gelişimine pozitif yönde etki oluşturmaktadır. Ancak ifade edilen aylara ait bu sıcaklık etkileri 1500 m'den daha aşağısında yer alan HEM, MOL ve YUK yörelerinde daha az olmakta ve 0'a yakın korelasyon değerleri ile temsil edilmektedir. Özetlenecek olursa sıcaklık şartları, 1750-2050 m arasında beş yörede (CAT, PAL, KAV, HAL ve CEY) ocak-şubat-mart-nisan ayları ile temmuz-ağustos-eylül aylarında sınırlayıcı faktör olmakta bu da orman üst sınırının sıcaklık tarafından belirlendiği bilgisini doğrulamaktadır (Fritts, 1976). 1500 m yükselti kademesinin altında yer alan yörelerde sıcaklığın sınırlayıcı etkisi azalarak düşük korelasyon değerleri göstermektedir (Şekil 5.3a).

İklim ve yıllık halka gelişimi arasındaki ilişkiyi anlamada yağış da önemli bir faktördür. Havzada mayıs ayı toplam yağışlarının özellikle 1500-1350 metre arasında yer alan HEM yöresinde anlamlı ve olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bu etki,

yörelere yükseltinin artışıyla birlikte azalmaktadır. Buradan hareketle bu havzada, 1500 m’de (± 100) düşen Mayıs ayı yağışları, ladin türünün halka gelişiminde önemli bir sınırlayıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 5.3b). Ayrıca Ekim ayı toplam yağışlarının da yıllık halka gelişiminde olumlu etkisi vardır. Buna karşın Nisan ayı toplam yağışları tüm yörelere negatif yönde bir etkiye sahiptir. Vegetasyon döneminin başlangıcına denk gelen bu aylarda kambiyum faaliyetinin gerçekleşmesi için sıcaklık istediği yüksek olmaktadır. Bu dönemde gerçekleşecek sıcaklık ve buna bağlı olarak ışık faktörü bitki gelişimini olumlu etkilerken Nisan ayında yağış koşullarına bağlı olarak bulutluluk miktarının fazla olması bitki gelişimine olumsuz şekilde yansımaktadır (Akkemik, 2018: 101–104). Yağışın belirgin ve anlamlı bir diğer negatif etkisi Aralık-Ocak-Şubat aylarında görülmektedir (Şekil 5.3). İklim koşulları açısından bu aylar ağaçların duraklama dönemi olmasına rağmen, bu dönemdeki iklim koşulları, izleyen vegetasyon döneminde yıllık halka gelişimi üzerinde etkili olabilmektedir (Köse, 2012). Kar kalınlığının yüksek olması toprak sıcaklığının düşmesine neden olup vegetasyon dönemini geç başlatabilir.

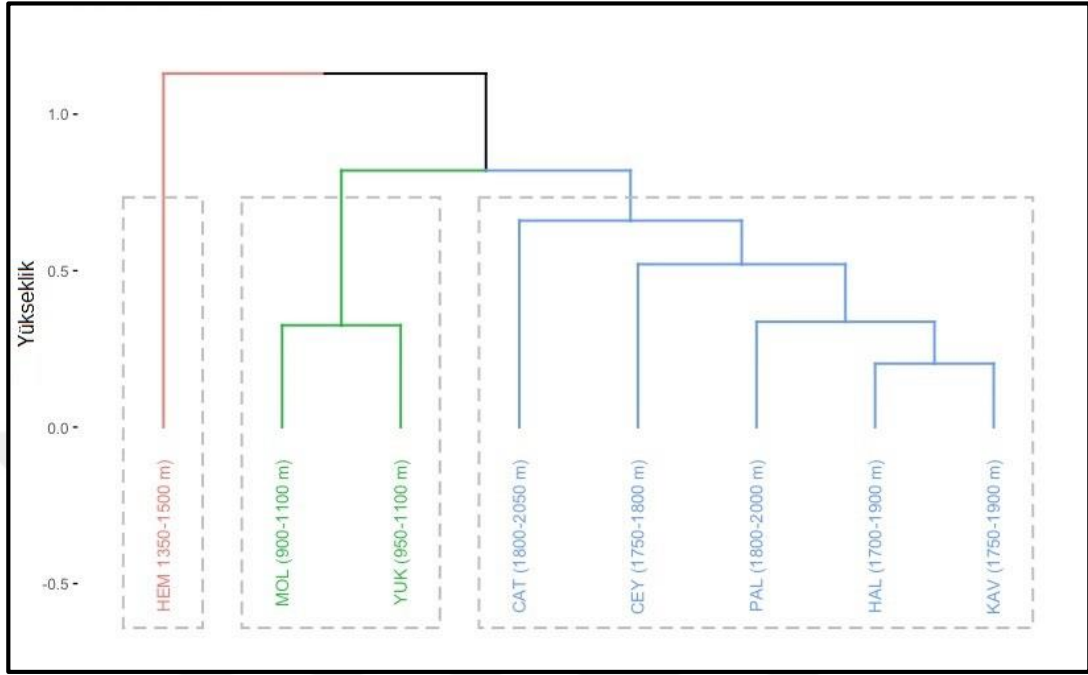


Şekil 5.3. Tüm yörelere sıcaklık (a) ve yağış (b) değişkenlerine göstermiş olduğu korelasyon değerleri.

5.3.1. Yıllık Halka Genişliği-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi

Araştırma sahasından oluşturulan 6 ladin (CAT, PAL, HAL, HEM, YUK, MOL), 1 göknar (CEY) ve 1 ladin-göknar (KAV) yöre kronolojileri ile dendroklimatolojik çalışmalar temelinde korelasyon katsayılarına hiyerarşik küme

analizi uygulanmış ve dendrogram çizilmiştir (Şekil 5.4). Bu kronolojiler, sıcaklık ve yağış iklim elemanlarına verdikleri tepkilere göre üç temel kümede toplanmıştır. Oluşturulan üç kümede yükseltiye bağlı iklim şartlarının değişimi etkili olmuştur.



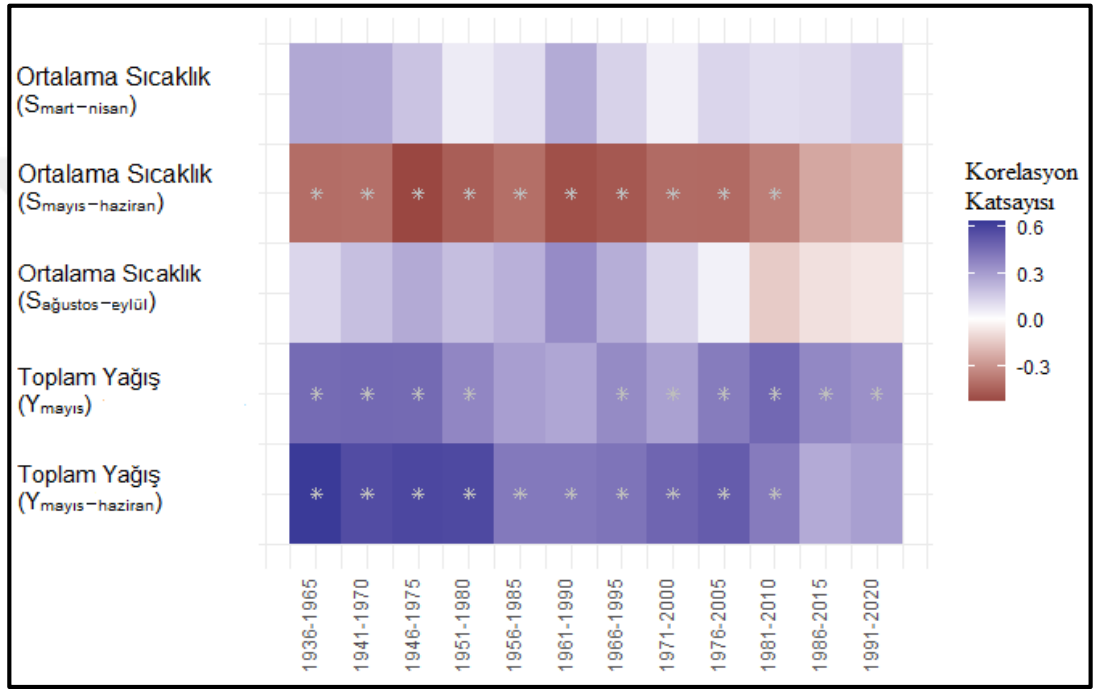
Şekil 5.4. Yöre kronolojileri korelasyon katsayılarına ait dendrogram.

Birinci Küme

1.350 - 1.500 m arasında yer alan HEM yöresi dendrogramda kırmızı renkle gösterilen birinci kümede toplanmıştır. Yöre kronolojisi diğer yörelerden ayrı olarak özellikle Mayıs ayı yağışlarına yüksek korelasyon göstermiştir. Bu kümede yer alan yörenin dendroklimatolojik olarak zamansal kararlılığını test etmek için hareketli (moving) korelasyon fonksiyonu uygulanmıştır. Hareketli korelasyonda 5 yıl adımlı 35 yıllık zaman aralığına sahip hareketli pencere kullanılmıştır. Hareketli pencerelerde sıcaklık için Mart-Nisan ortalama sıcaklığı ($S_{\text{Mart-Nisan}}$), Mayıs-Haziran ortalama sıcaklığı ($S_{\text{Mayıs-Haziran}}$) ve Ağustos-Eylül ortalama sıcaklığı ($S_{\text{Ağustos-Eylül}}$); yağış için toplam Mayıs yağışı ($Y_{\text{Mayıs}}$) ve Mayıs-Haziran toplam yağışı ($Y_{\text{Mayıs-Haziran}}$) değişken olarak seçilmiştir (Şekil 5.5).

Değişkenler incelendiğinde zamansal kararsızlıkların olduğu görülmektedir. Sıcaklık şartlarının yıllık seyri Mart ve Nisan ayı için incelendiğinde pozitif yönde anlamsızlığını koruduğu görülmektedir. Buna karşın yörede ladin türünde Mayıs-Haziran ortalama sıcaklığının güçlü negatif etkisi yaklaşık son 30 yılda etkisiz bir

korelasyona dönüşmüştür. Yani, yıllık halka büyümesi üzerinde sınırlandırıcı etkisi azalmaya başlamıştır. 1930-2000 yılları arasında yıllık halka gelişimi ile ağustos-eylül arasındaki ortalama sıcaklık değerleri de pozitif yönde anlamsız iken 1981 yılından itibaren negatif yönde olmaya başlamıştır. Yağışın halka gelişimi üzerindeki seyri ise mayıs ayında pozitif yönde etkilidir. Bu etki, yaklaşık 1956-1990 yılları arasında anlamsız iken diğer yıllarda anlamlılığını devam ettirmiştir. Diğer taraftan mayıs-haziran toplam yağışın güçlü pozitif anlamlı etkisi son yıllarda etkisiz bir duruma doğru geçmektedir (Şekil 5.5).

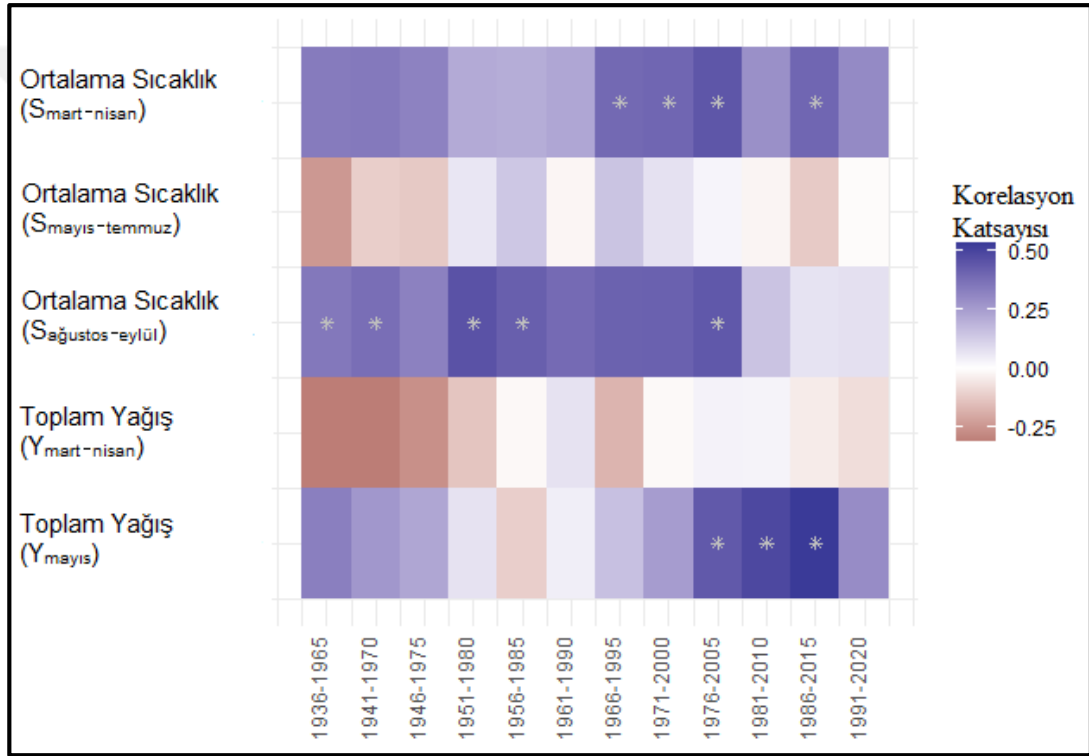


Şekil 5.5. 1930-2020 arası dönemde birinci kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

İkinci Küme

1.100 - 900 m arasında yer alan MOL ve YUK yöresi dendrogramda yeşil renkle gösterilen ikinci kümede toplanmıştır. Yöre kronolojileri diğer yörelerden farklı olarak sıcaklık ve yağış için keskin bir korelasyon değeri göstermemiştir. Yine de pozitif ve negatif yönlü etkisine göre belirli aylar seçilip hareketli korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için mart-nisan ortalama sıcaklığı ($S_{mart-nisan}$), mayıs-haziran-temmuz ortalama sıcaklığı ($S_{mayıs-temmuz}$) ve ağustos-eylül ortalama sıcaklığı ($S_{ağustos-eylül}$); yağış için toplam mart-nisan yağışı ($Y_{mart-nisan}$) ve mayıs toplam yağışı ($Y_{mayıs}$) değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre zamansal kararlılık incelendiğinde mart-nisan ortalama

sıcaklıkları, yıllık halka gelişiminde pozitif yönlü etkisi 1991 yılına kadar anlamsız iken bu yıldan itibaren sıcaklıkların istatistiksel olarak anlamlı hale geldiği görülmektedir. Mayıs-haziran-temmuz ortalama sıcaklığı karşılaştırıldığı dönem itibariyle tutarlılık görülmemiştir. Ağustos-eylül ortalama sıcaklıkları ise pozitif yönde etkisi bulunuyorken 1981 yılından itibaren bu durum etkisiz olmaya başlamıştır. Toplam yağış miktarının yıllık halka gelişimi üzerinde kararlılık durumuna bakıldığında mart-nisan toplam yağışlarının ilk dönemlerdeki negatif etkisi 1956 yılından günümüze etkisiz olarak devam etmiştir. Mayıs ayı yağışlarının pozitif yönlü etkisi 1951-1990 arasında etkisiz olmuştur. Ardından 1990'dan itibaren pozitif etki tekrar başlamış ve 1976-2015 yılları arasında anlamlılık kazanmıştır (Şekil 5.6).

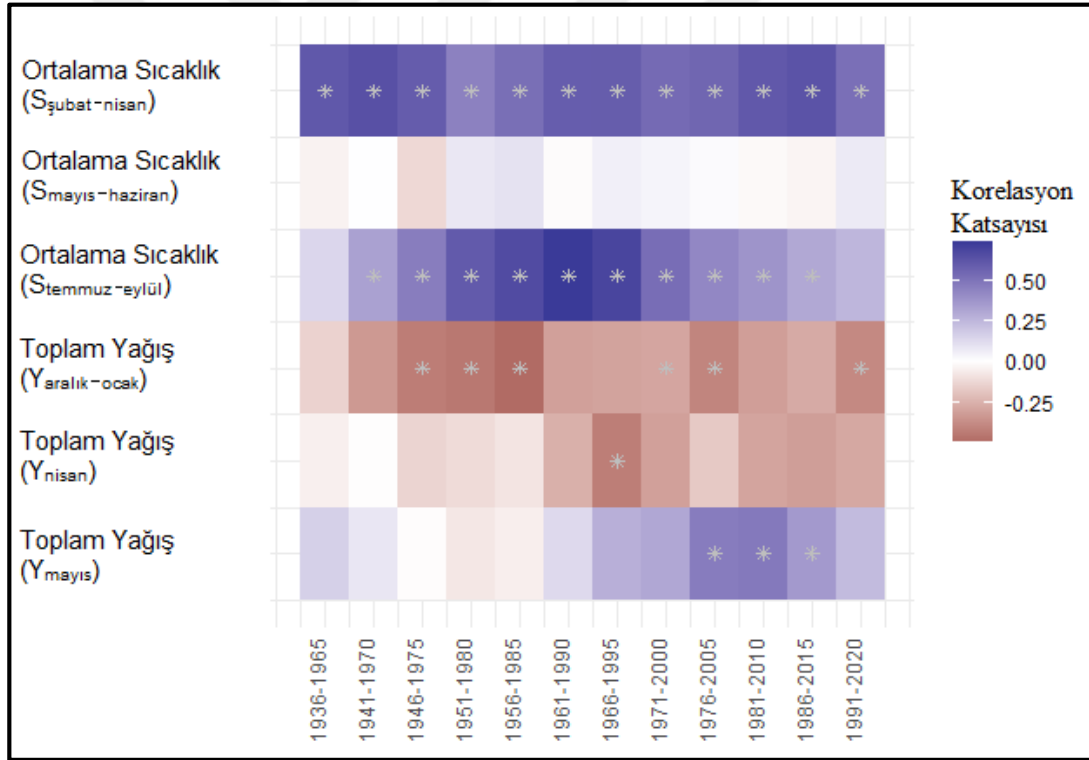


Şekil 5.6. 1930-2020 arası dönemde ikinci kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

Üçüncü Küme

1.700 – 2.050 m arasında yer alan CAT, CEY, PAL, HAL ve KAV yöreleri dendrogramda mavi renkle gösterilen üçüncü kümede toplanmıştır. Yöre kronolojileri diğer yörelerden farklı olarak sıcaklık için keskin bir korelasyon değeri göstermiştir. Özellikle bu yörelerde kış ve erken ilkbahar döneminde ortalama sıcaklıklar yıllık halka gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Korelasyon değerlerine göre hareketli pencerelerde sıcaklık için şubat-mart-nisan ortalama sıcaklığı ($S_{\text{şubat-nisan}}$), mayıs-

haziran ortalama sıcaklığı ($S_{\text{mayıs-haziran}}$) ve temmuz-ağustos-eylül ortalama sıcaklığı ($S_{\text{temmuz-eylül}}$) seçilmiştir. Yağış için ise bir önceki yılın aralık ile mevcut yılın ocak toplam yağışı ($Y_{\text{aralık-ocak}}$), nisan toplam yağışı ($Y_{\text{mayıs}}$) ve mayıs toplam yağışı ($Y_{\text{mayıs}}$) değişken olarak seçilmiştir. Değişkenlere göre zamansal kararlılık incelendiğinde şubat-mart-nisan ortalama sıcaklık değerleri yıllık halka gelişiminde pozitif ve anlamlı olarak bütün dönem devam etmiştir. Temmuz-ağustos-eylül ortalama sıcaklıkların ise pozitif ve anlamlı etkisi 1941-2015 yılları arasında kararlılığını korumuş son dönemde de pozitif etkisi azalmaya başlamıştır. Buna karşın kış yağışlarının etkisi (aralık-ocak-şubat) negatif yönde kararsız olmuştur. Nisan toplam yağışları 1930-1985 arasında etkisiz durumda iken 1961 yılından günümüze yıllık halka gelişiminde negatif yönde etkisi artmıştır. Mayıs toplam yağışları ise 1930-1990 döneminde etkisiz durumda iken yaklaşık 1966-2020 arasında pozitif yönde etkisi artmıştır (Şekil 5.7).

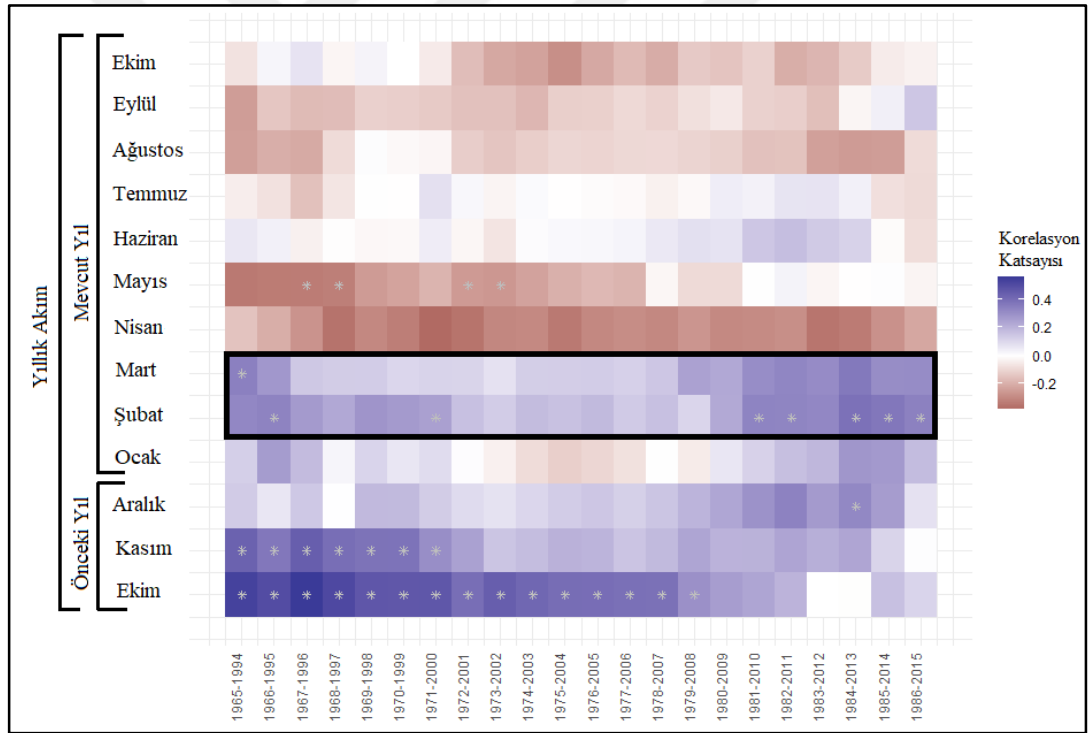


Şekil 5.7. 1930-2020 arası dönemde üçüncü kümeye ait hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (Yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

5.4. Dendrohidrolojik Sonuçlar

Dünyanın birçok yerinde nehir taşkınlarının yıllıkları, akımın azaldığı veya arttığı dönemler yıllık halka kronolojileri kullanılarak saptanmaktadır. Fırtına Deresi'nin akım yıllığı da yıllık halka verileriyle gerçekleştirilmeye çalışılmış ancak

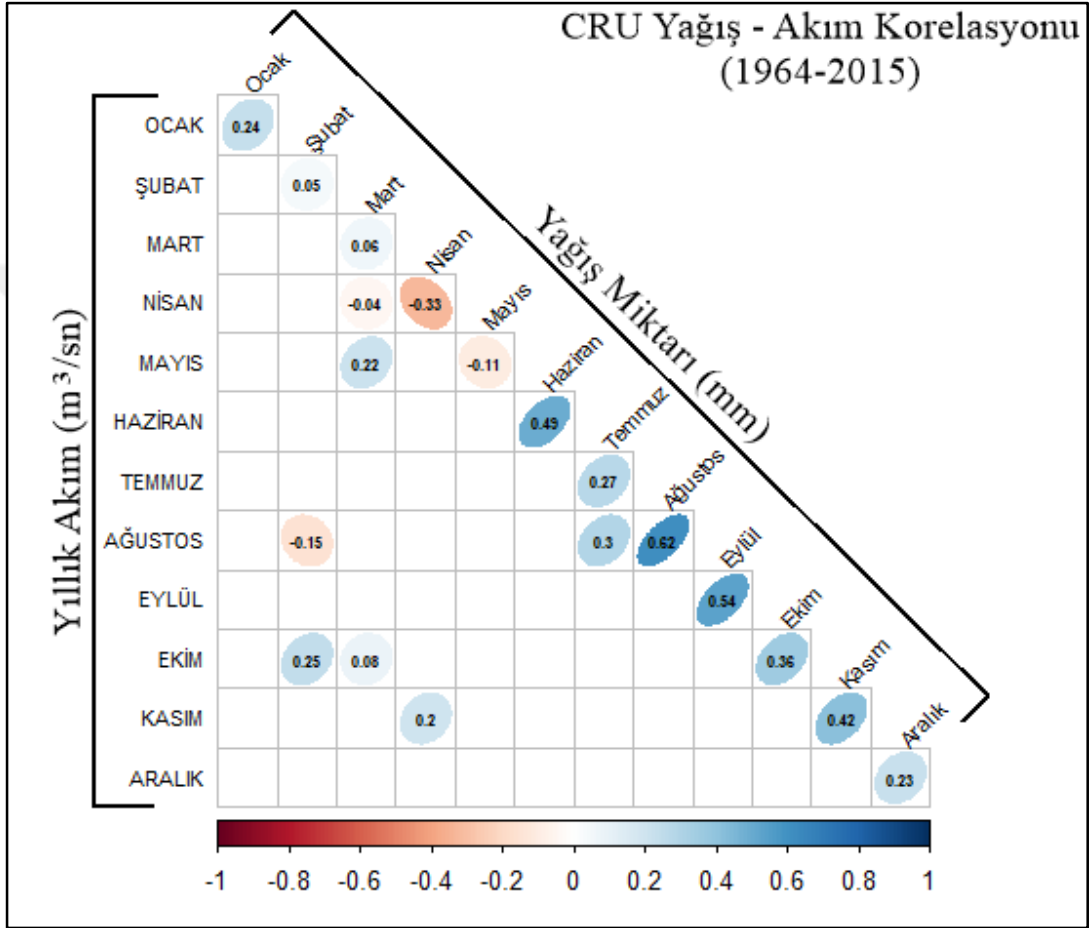
regresyon değerinin düşük olmasından dolayı yapılması uygun görülmemiştir. Burada regresyon değerinin düşük olmasında iki neden olduğu düşünülmektedir. Birinci neden olarak yıllık halka-iklim büyüme ilişkilerinin zaman içerisinde tutarlı korelasyon değerine sahip olmamasıdır. Akım miktarı üzerinde iklim faktörlerinin önemli bir etkisi olduğu için iklimde meydana gelebilecek değişiklikler akım değerlerine de yansımaktadır. Buna bağlı olarak en yüksek korelasyona sahip CAT yöresi özelinde yıllık akım durumu, hareketli korelasyonla incelendiğinde durum daha iyi anlaşılmaktadır. Yüksek korelasyon gösteren şubat ve mart aylarının dönemde hareketli korelasyon pencerelerine bakıldığında yaklaşık 1967-2009 arası dönemde anlamsız ve etkisiz durumda olduğu ve 1981 yılından itibaren pozitif ve anlamlı olmaya başladığı görülmektedir. Bu kararsızlığın nedeni yağıştaki dönemsel değişiklikler olmaktadır. Beraberinde bu durum regresyon değerinin düşük çıkmasına ve rökonstrüksiyon işleminin yapılamamasına neden olmuştur (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. CAT yöre kronoloji ile yıllık akım değerleri arasında hareketli korelasyon katsayısı.

Yıllık akımın rökonstrüksiyon işleminin gerçekleştirilememesinde bir diğer neden, yağış miktarı ve akım arasındaki ilişkinin kış yağışlarından daha çok yaz yağışlarıyla korelasyon göstermesidir. CRU verisine ait yağış miktarı ile akım arasında haziran ayından itibaren ilişki görülmeye başlanmış ve bu durumda şubat ve marta ait akım rökonstrüksiyonu yapılamamıştır. Beraberinde şubat ve mart aylarına

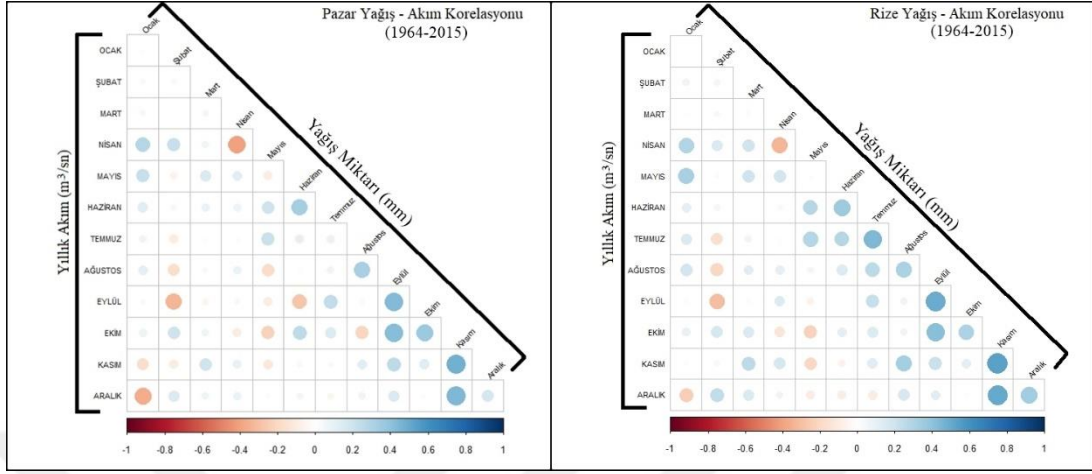
korelasyon gösteren yüksek kesimdeki yöreler, kış mevsiminde yağışların kar şeklinde düşmesi nedeniyle yıllık akımda istenilen regresyon istatistik değerlerine ulaşamamıştır. Diğer taraftan nisan ve mayıs ayı akım değerlerinin kar erimeleriyle arttığı buna karşın yağışların azaldığı dönem olması nedeniyle negatif düşük korelasyon görülmektedir (Şekil 5.9). Bu durum havza yakınında yer alan uzun yıllık veriye sahip Rize ve Pazar istasyonlarında da görülmektedir (Şekil 5.10).



Şekil 5.9. CRU yağış miktarı ve yıllık akım arasındaki korelasyon matrisi.

Yukarıda ifade edilen durumun yanında diğer önemli bir durum, 1350-1500 m yükselti kademesinde oluşturulan HEM yöresinde, hem yağış hem de akımda pozitif korelasyon haziran-eylül arası aylarda elde edilmiştir. Bu yükselti aralığında yer alan ağaçların yağışa karşı duyarlı olması, beraberinde akım rökonstrüksiyonu oluşturmada diğer yükseltilere nazaran çok daha uygun olduğu/olacağı sonucunu doğurmaktadır. Ayrıca, HEM yöresi diğer yörelere nazaran en yüksek eğim değerine (45°-60° arası) ve güney yönlü bakı şartlarına sahip yöredir. Buna bağlı olarak, duyarlılık değeri (0,1872) çok yüksek olmaktadır. Bu nedenle araştırma alanı ve

benzeri sahalarda akım rökonstrüksiyonu yapmak için 1300-1600 m arası yükselti aralığında, 50° ve üzeri eğim değerine sahip güney bakıllı yamaçlardan örnek alınması ve sayısının artırılması gerekli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.10. Rize ve Pazar istasyonlarına ait yağış miktarı ve yıllık akım arasındaki korelasyon matrisi.

5.5. Dendroekolojik Sonuçlar

Ağaç türlerinin iklime verdiği tepkilere bağlı olarak büyüme eşiklerinin ve doğrusal olmayan ilişkilerin belirlenmesinde kullanılan GAMM analizinde Fırtına Deresi Havzasında yer alan ladinlerde ocak-nisan arası ortalama sıcaklıkları ile ocak-nisan arası toplam yağışlarının anlamlı değişkenler olarak etkiledikleri görülmektedir. Model çıktısına göre, yüksek kesimlerde sıcaklıklar yağış değişkenine göre daha güçlü bir etki göstermektedir (Fritts, 1976). Ocak-nisan arasındaki ortalama sıcaklık değerlerinin büyüme üzerinde olumlu etkisi 0 °C ile 2 °C arasında olmuştur. Buna karşın ocak-şubat arasındaki toplam yağış ise 100 mm/ay yağışa kadar büyümeyi arttırmaktadır. Bu durum, bitki türleri açısından uygun ekolojik koşulların sağlanması durumunda daha düşük sıcaklık değerlerinde dahi fizyolojik faaliyetlerini gerçekleştirebileceğini göstermektedir (Matisons vd., 2021).

Ağaç büyümesi ve gelişiminin iklim değişikliğine duyarlılığı hem tür hem de bölgeler arasında önemli ölçüde değişmektedir. Yüksek rakım ve enlemlerde ağaç büyümesi düşük sıcaklık tarafından sınırlandırılmakta (Körner, 1999: 154), beraberinde küresel ısınmayla birlikte artan sıcaklıkların ağaç büyümesini ve orman verimliliğini artırması beklenmektedir (Gao vd., 2018; Qi vd., 2015; Schurman vd., 2019; Silva vd., 2016). GAMM çıktısına göre ocak-nisan döneminde 0°C ile 2°C arasındaki sıcaklık artışı doğu ladininin büyüme eşiği olduğu görülmektedir. Bu

durum, yüksek rakımlı bölgelerde vejetasyon süresinin iklim değişikliği ile birlikte erken başlamasına neden olacak ve su stresinin az olduğu yerlerde ağaç büyümesini arttıracaktır. Beraberinde atmosferdeki karbonu tutma ile depolama kapasitesini ve orman verimliliğini de arttıracaktır. Buna karşın, alçak enlemlerde ve rakımlarda büyüyen ağaçlar neme daha duyarlıdır (Zhou vd., 2021). Artan sıcaklıklar evapotranspirasyonun şiddetini artırarak alçak kesimlerde ağaç büyümesini azaltacaktır. Gelecekte ısınmanın devam etmesi durumunda kozalaklı ağaçlar yüksek ve orta yükseltilerde olumlu, düşük rakımlarda ise ısınma kaynaklı su eksikliği nedeniyle olumsuz etkilenecektir (Shi vd., 2021).

GAMM analizinin gerçekleştirildiği doğu ladini türüne ait dört yöre kronolojisi 1750-2050 metre arasında değişen yükselti değerlerine sahiptir. Örnek alanların oluşturulduğu bu yükselti aralığında sıcaklığın, Wordclim 2.1 verisine göre ocak, şubat ve mart aylarında 0 °C'nin altında değerler gösterdiği görülmektedir. Bu aylarda fizyolojik kuraklık nedeniyle bitkiler suyu doğrudan kullanamamaktadır. Bu duruma bağlı olarak sıcaklıkların 0 °C'nin üzerine çıkmasıyla donmuş haldeki su eriyerek kullanılabilir duruma gelmekte, bu da ağaçların sudan faydalanmasını sağlamaktadır (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. GAMM analizinde kullanılan yörelere ait Wordclim 2.1 sıcaklık ve yağış değerleri.

Yöreler	Ortalama Sıcaklık (°C)				Toplam Yağış (mm)	
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Ocak	Şubat
CAT	-5,4	-4,1	-0,7	5,7	48	44
PAL	-4,3	-3,9	-1,0	5,1	54	48
HAL	-6,8	-5,9	-2,2	4,3	52	47
KAV	-5,4	-4,4	-0,5	5,8	52	48

Araştırmanın amaçlarından biri olan sıcaklık ve yağış rökonstrüksiyonları istenilen regresyon istatistik değerleri sağlayamamasından dolayı yapılamamıştır. Doğu Karadeniz Bölümü'nün iklim durumlarının (nemli-sıcak ve nemli-soğuk iklim) bitki yaşamı açısından uygun şartları barındırması tek bir iklim faktörüne bağ olarak yıllık halka büyüme özelliklerini açıklamada sınırlılıklar oluşturmuştur. Ayrıca kullanılan türler buldukları ortamda yalnızca iklim koşullarından etkilenmezler. İklimin yanında ortam şartlarının değişebilen etkisi, iklim büyüme ilişkilerini

zayıflatabilir. Bu nedenle farklı yörelerden ve farklı türlerden kronolojiler dâhil edilip açıklanabilir varyans değeri arttırılırsa iklim rökonstrüksiyonun yapılması söz konusu olabilir.

Geniş ölçüde istikrarlı iklim-büyüme korelasyonları, son on yıllardaki ısınmanın kuraklık stresini arttıracığı ve daha yüksek bölgelerde soğuk sınırlamalarını gevşeteceği yönündedir. Araştırmada ulaşılan sonuçlar Fırtına Deresi Havzası örneği doğrultusunda Doğu Karadeniz Bölümü ormanlarının gelecekteki iklim değişikliklerine nasıl tepki verebileceği konusunda fikir vermektedir. Bu araştırmada sekiz yöre ele alınmış ve beş yörenin sıcaklığa karşı tepkilerinin benzer ve güçlü yönde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıkların daha da artması sebebi ile türlerin gelişimindeki iklim kısıtlamalarının azalması ve büyümenin özellikle yüksek kesimlerde hızlanması beklenmektedir. Bu eğilim devam ederse kozalaklı ağaçların büyüme mevsimi uzayacak ve muhtemelen kış karbon fiksasyonunu arttıracaktır. Bununla birlikte ısınma solunum hızlarını da artırabilir (Haeni vd., 2017) veya soğuğa dayanıklılığı azaltabilir ve küresel ısınmaya rağmen aşırı düşük sıcaklıklar meydana gelirse (Liu vd, 2018) bu durum don hasarını artırabilir (Schaberg, 2000).

Bu tez çalışmasındaki ağaçların çoğu yaşlı ormanlardan seçilmiştir. Yaşlı ormanların korunması, bölgenin yüksek biyolojik çeşitliliğini ve yapısal çeşitliliğini korumak için sürdürülebilir kalkınma ve ormancılık için bir önceliktir. Ayrıca ekolojik sürdürülebilirlik açısından genç ağaçların küresel ısınma/iklim değişimine karşı gösterdiği direnç, yenilenme ve adapte olma durumlarının incelenmesi de önemlidir. Bu nedenle yöredeki yaşlı ve genç ormanların korunmasını da destekleyecek bir ağaç halkası ağının, zamansal ve mekânsal kapsamını iyileştirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Son olarak iklim açıdan hassas ve yaşlı ağaçlardan oluşan bir ağ, bölge için yeni iklim rökonstrüksiyonları geliştirme olanağı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abay, G., Uyar, G., Çetin, B. ve Keçeci, T. (2006). Fırtına Vadisi (Çamlıhemşin, Rize) *Buxus sempervirens* L. toplumlarının yayılış gösterdiği alanların karayosunu (muscı) florası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 37–49. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195579> adresinden erişildi.
- Ağan, A., Altınbaş, A. F., Eroglu, C. İ., Hamzaçelebi, S., Aydın, Ü. ve Çetiner, L. (2017). Trabzon-Rize (Doğu Karadeniz Bölgesi) metalik maden aramaları. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 23, 53–65. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutuphane/ekonomi-bultenleri/2017_23/Sayi23_53-65.pdf adresinden erişildi.
- Ağar, Ü. (1977). *Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstanbul.
- Akay, A. E., Taş, I. ve Gencal, B. (2019). Variation of tree diameters along road edges: The case of Karacabey linden forest in Bursa, Turkey. *Forestist*, 69(2), 81–86. doi:10.26650/forestist.2019.18014
- Akbulut, S. (2002). *Doğu Karadeniz Bölgesindeki Anadolu kestanesi (Castanea sativa Mill.) üzerinde dendrokronolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P. W., Vardar, M. ve Schlüchter, C. (2007a). Cosmogenic exposure dating of snow-avalanche ridges Eastern Black Sea Mountains, NE Turkey. *Quaternary International*, 167–168, 4–11. doi:10.1016/j.quaint.2006.11.011
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P. W., Vardar, M. ve Schlüchter, C. (2007b). Paleoglacial records from Kavron Valley, NE Turkey: Field and cosmogenic exposure dating evidence. *Quaternary International*, 164–165, 170–183. doi:10.1016/j.quaint.2006.12.020
- Akçar, N., Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P. W., Vardar, M. ve Schlüchter, C. (2008). A case for a downwasting mountain glacier during Termination I, Verçenik valley, northeastern Turkey. *Journal of Quaternary Science*, 23(3), 273–284. doi:10.1002/jqs
- Akçar, Naki ve Schlüchter, C. (2005). Paleoglaciations in Anatolia : a schematic review and first results. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 55, 102–121.
- Akçar, Naki, Yavuz, V., Ivy-Ochs, S., Kubik, P. W., Vardar, M. ve Schlüchter, C. (2005). Kavron vadisindeki buzul çökellerinin Kuvaterner jeolojisi ve ¹⁰Be – ²⁶Al kozmojenik yaş tayinleri, Kaçkar Dağları, Doğu Karadeniz, Türkiye. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu TURQUA-5 Bildiriler Kitabı* içinde (ss. 171–175). İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü. http://www.turqua.itu.edu.tr/docs/librariesprovider222/default-document-library/turqua_v_2005_kuvaterner_sempozyumu.pdf?sfvrsn=0 adresinden erişildi.
- Akgül, E. (1989). Doğu ladininin ekolojisi. Ö. S. Erkuloğlu (Ed.), *Doğu Ladini* içinde (ss. 27–58). Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Akıllı Şimşek, S., Katırcıoğlu, Y. Z., Çakar, D., Rigling, D. ve Maden, S. (2019). Impact of fungal diseases on common box (*Buxus sempervirens* L.) vegetation in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 153(4), 1203–1220. doi:10.1007/s10658-018-01636-4
- Akkemik, Ü. (1997). *Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Pinus Arn. ve Abies cilicica Carr. Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Akkemik, Ü. (2000a). Dendrochronological investigations in two monumental *Pinus nigra* Arn. stands near Antalya (Turkey). N. Pipkov, P. Zhelev ve I. Draganova (Ed.),

Lesotekhnicheski Universitet. Yubileen sbornik nauchni dokladi: 75 godini visshe lesotekhnicheskoe obrazovanie v B" Igarinya. Sektsiya Ekologiya i opazvane na okolnata sreda içinde (ss. 179–187). Bulgaria: University of Forestry.

- Akkemik, Ü. (2000b). Dendroclimatology of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) in Istanbul, Turkey. *Tree-Ring Bulletin*, 56, 17–20.
- Akkemik, Ü. (2000c). Tree-ring chronology of *Abies cilicica* Carr. in the Western Mediterranean region of Turkey and its response to climate. *Dendrochronologia*, 18, 73–81. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20033061577> adresinden erişildi.
- Akkemik, Ü. (2003). Tree rings of *Cedrus libani* at the northern boundary of its natural distribution. *IAWA Journal*, 24(1), 63–73. doi:10.1163/22941932-90000321
- Akkemik, Ü. (2004). *Dendrokronoloji İlkeleri - Biyolojik Temelleri - Yöntemleri - Uygulama Alanları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Akkemik, Ü. (2018). *Ağaç Fizyolojisi*. İstanbul: İlbey Matbaa.
- Akkemik, Ü. (2020). Pinaceae. Ü. Akkemik (Ed.), *Türkiye'nin bütün ağaçları ve çalları içinde (ss. 161–214)*. İstanbul: Kültür Yayınları.
- Akkemik, Ü., D'Arrigo, R., Cherubini, P., Köse, N. ve C., J. G. (2008). Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey. *International Journal of Climatology*, 28, 173–183. doi:10.1002/joc.1522
- Akkemik, Ü., Dağdeviren, N. ve Aras, A. (2005). A preliminary reconstruction (A.D. 1635–2000) of spring precipitation using oak tree rings in the western Black Sea region of Turkey. *International Journal of Biometeorology*, 49(5), 297–302. doi:10.1007/s00484-004-0249-8
- Akkemik, Ü. ve Demir, D. (2003). Belgrad Ormanı'ndaki doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nda yıllık halka analizleri. *Review of the Faculty of Forestry, University of Istanbul*, 53(2), 23–26. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/176066> adresinden erişildi.
- Akkemik, Ü., Köse, N., Aras, A. ve Dalfes, H. N. (2005). Anadolu'nun son 350 yılında yaşanan önemli kurak ve yağışlı yıllar. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*. İstanbul.
- Akkurt Gümüş, S. (2020). *Manavgat Çayı-Dim Çayı arasının bitki örtüsü ve biyoçeşitlilik analizi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Aksoy, N. (1995). Fırtına Vadisi'ndeki *Buxus sempervirens* toplumlarının yayılışı ve floristik bakımdan incelenme. *I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler 3. Cilt içinde (ss. 7–15)*. Trabzon.
- Aksoy, N. (1998). Expeditions to the box (*Buxus sempervirens*) forest at Fırtına Cachment area (Çamlıhemşin, Rize). *Karaca Arboretum*, 4(3), 97–108. <http://search/yayin/detay/50546> adresinden erişildi.
- Albayrak, F. F. ve Avcioğlu, B. (2006). Fırtına vadisi. *9 Sıcak nokta, National Geographic Türkiye*, 1–20.
- Alfaro-Sánchez, R., Nguyen, H., Klesse, S., Hudson, A., Belmecheri, S., Köse, N., ... Trouet, V. (2018). Climatic and volcanic forcing of tropical belt northern boundary over the past 800 years. *Nature Geoscience*, 11(12), 933–938. doi:10.1038/s41561-018-0242-1
- Alkan, Ö. (2008). *Temel bileşenler analizi ve bir uygulama örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Erzurum.
- Altunışık, A., Oskay, F., Aday Kaya, A. G., Lehtijärvi, A. ve Doğmuş-Lehtijärvi, H. T. (2017). Şimşirlerimiz üzerinde yeni bir tehdit : Şimşir yanıklığı. *Orman ve Av*, (October), 43–46.

- Amoroso, M. M., Daniels, L. D. ve Baker, P. J. (2017). *Dendroecology Tree-Ring Analyses Applied to Ecological Studies*. Springer Nature.
- Anchukaitis, K. J. (2017). Tree rings reveal climate change past, present, and future. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 161(3), 244–263.
- Ardos, M. (1996). Türkiye’de akarsu şebekesinin Kuaterner’deki oluşum ve gelişimi. *Coğrafya Dergisi*, 0(4). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231105> adresinden erişildi.
- Atalay, İ. (1982). *Toprak Coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Fakültesi Yayınları No:8.
- Atalay, İ. (1983). *Türkiye vejetasyon coğrafyasına giriş*. İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:19.
- Atalay, İ. (1984). *Doğu ladini (Picea orientalis L.) tohum transfer rejyonlaması*. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Yayın no:2. [https://ortohum.ogm.gov.tr/Yayinlar/Muhtelif Yayınlar/Doğu Ladini \(Picea orientalis L.\) Tohum Transfer Rejyonlaması.pdf](https://ortohum.ogm.gov.tr/Yayinlar/Muhtelif%20Yayinlar/Doğu%20Ladini%20(Picea%20orientalis%20L.)%20Tohum%20Transfer%20Rejyonlaması.pdf) adresinden erişildi.
- Atalay, İ. (1992). Kayın (Fagus orientalis Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Ankara: Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü yayın no:5, Ankara.
- Atalay, İ. (2002). *Türkiye’nin ekolojik bölgeleri*. İzmir: Orman Bakanlığı yayınları.
- Atalay, İ. (2004). *Doğa Bilimleri Sözlüğü* (1. Baskı.). İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji* (2. Baskı.). İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2015a). *Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası* (2. Baskı.). İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2015b). *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2016). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası* (5. Baskı.). İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ. (2017). *Türkiye Jeomorfolojisi*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Atalay, İ., Altunbaş, S., Coşkun, M. ve Siler, M. (2020). Taşların ekolojisi ile topografyanın toprak oluşumu, tarım ve ormancılık açısından önemi, (January 2021), 202.
- Atalay, İ., Mehmet, T. ve Yılmaz, Ö. (1985). *Kuzeydoğu Anadolu’nun ekosistemi*. Ankara: Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, no:141.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2011). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İstanbul: İnkılap Kitapevi.
- Avcı, M. (1993). Türkiye’nin flora bölgeleri ve “Anadolu Diagonali” ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 225–248. doi:10.17211/tcd.46652
- Avcı, M. (1998). Ilgaz Dağları ve çevresinin bitki coğrafyası I (bitki örtüsünün coğrafi dağılışı). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 6, 136–216.
- Avcı, M. (2004). Ormangülleri (Rhododendron L.) ve Türkiye’deki doğal yayılışları. *Coğrafya Dergisi*, (12), 13–29.
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye’nin Bitki Örtüsü. *Coğrafya Dergisi*, (13), 27–55. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231199> adresinden erişildi.
- Avcı, M. (2007). *Coğrafyacılar için Dendrokronoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.

- Avcı, M. (2012). Coğrafi veri değerlendirmesinde bilgisayar uygulamaları-I. İstanbul: (2012-2013 Öğretim Yılı Basılmamış Ders Notları), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Avcı, M. (2013). Dendrokronoloji ve jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji. *Ege Üniversitesi Yayınları*, 181, 387–406.
- Avcı, M. (2014). Türkiye'nin bitki çeşitliliği ve coğrafi açıdan değerlendirilmesi. *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I* içinde (1. Basım., ss. 28–53). Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Avcı, M. (2018). Bitki coğrafyası. *İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafya lisans programı*. İstanbul.
- Avcı, S. (2020). Hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesi için bir yazılım önerisi: PrevailingWindRUB 1.0. *Journal of Geography*, 41, 209–219. doi:10.26650/jgeog2020-806385
- Badger, J., Bauwens, I., Casso, P., Davis, N., Hahmann, A., Hansen, S. B. K., ... Volker, P. (2020). Global Wind Atlas 3.1. <https://globalwindatlas.info/> adresinden erişildi.
- Bayrakdar, C. (2006a). *Fırtına Deresi Havzasının Uygulamalı Jeomorfoloji Etüdü*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Bayrakdar, C. (2006b). Uygulamalı jeomorfoloji çalışmalarında CBS'nin kullanımı: Fırtına Deresi havzası (Rize) örneği. *UZAL-CBS*, (196).
- Bayrakdar, C. ve Özdemir, H. (2010). Kaçkar Dağı 'nda Bakı Faktörünün Glasiyal ve Periglasiyal Topografya Gelişimi Üzerindeki Etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 54, 1–13.
- Becker, R. A., Hambers, J. M. ve Wilks, A. R. (1988). *The New S Language*. Wadsworth & Brooks/Cole.
- Bektaş, O., Yılmaz, C., Taşlı, K., Akdag, K. ve Özgür, S. (1995). Cretaceous rifting of the Eastern Pontide carbonate platform (NE Turkey): the formation of carbonate breccia and turbidites as evidence of a drowned platform. *Giornale di Geologia*, 57(1–2), 233–244.
- Biondi, F. ve Swetnam, T. W. (1987). *Box-Jenkins models of forest interior tree-ring chronologies*. Tree-Ring Bulletin 47.
- Biondi, F. ve Waikul, K. (2004). DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers and Geosciences*, 30(3), 303–311. doi:10.1016/j.cageo.2003.11.004
- Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science*, 320(5882), 1444–1449. doi:10.1126/science.1155121
- Bozkurt, A. E., Şahan, E. A. ve Köse, N. (2021). Growth responses of Pinus Sylvestris L. to climate from the southeastern limit of its natural distribution area, Turkey. *Dendrochronologia*, 70(May). doi:10.1016/j.dendro.2021.125897
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Enkelmann, E., Ratsbacher, L. ve Wagner, G. (2005). Geodynamic implications of rapid denudation of the granitoids at about 50 and 20 Ma in the eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results. *15th Annual V M Goldschmidt Conference* içinde . Moscow, Russia.
- Boztuğ, Durmuş, Erçin, A. İ., Kuruçelik, M. K., Göç, D., Kömür, İ. ve İskenderoğlu, A. (2006). Geochemical characteristics of the composite Kaçkar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, Eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 286–302. doi:10.1016/j.jseas.2005.03.008
- Bradley, R. S. (2014). *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Elsevier. doi:10.1016/C2009-0-18310-1

- Briffa, K. R. ve Jones, P. D. (1990). Basic chronology statistics and assessment. L. K. ER Cook (Ed.), *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Science* içinde (ss. 137–152). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. <https://www.springer.com/gb/book/9780792305866> adresinden erişildi.
- Bunn, A. G. (2008). A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 26(2), 115–124. doi:10.1016/j.dendro.2008.01.002
- Bunn, A., Korpela, M., Biondi, F., Campelo, F., Merian, P., Qeadan, F., ... Ronald, V. (2021). Package “dplR” Dendrochronology Program Library in R. <https://cran.r-project.org/web/packages/dplR/dplR.pdf> adresinden erişildi.
- Can, T. (2013). *Ormanın kitabı*. İstanbul: WWF(World Wide Fund for Nature)-Türkiye. https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_ormanin_kitabi_web.pdf adresinden erişildi.
- Caner, H. (1994). *İstanbul’da kentleşmenin doğal orman alanlarına etkisinin palinoloji ve dendrokronoloji yöntemleri ile belirlenmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Uygulamalı Coğrafya Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Canlı, K. (2010). Küresel ısınmanın orman ekosistemine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(2), 86–96. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/makufebed/issue/19425/206573> adresinden erişildi.
- Çepel, N. (1995). *Orman ekolojisi*. (İstanbul, Ed.). İ.Ü.Orman Fakültesi Yayın No: 3886/433.
- Çiçek, İ. (2019). Glasyal ve Glasyoflüvyal Araziler. U. Doğan (Ed.), *Jeomorfolojinin temelleri* içinde (3. Basım., ss. 247–289). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Çiner, A. (2003). Recent Glaciers and Late Quaternary Glacial Deposits of Turkey. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46(1), 55–78.
- Çolak, H. A. (1997). *Rhododendron ponticum L. (mor çiçekli ormangülü)’un silvikültürel özellikleri üzerine araştırmalar*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Cook, E. R., Briffa, K. R., Shiyatov, S. ve Mazepa, V. (1990). Tree-ring standardization and growth-trend estimation. *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences* içinde (ss. 104–123). Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Cook, E. R. ve Kairiukstis, L. A. (1990). *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cook, E. R., Shiyatov, S. ve Mazepa, V. (1990). *Estimation of the mean chronology, Methods of Dendrochronology: Applications in the environmental sciences*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cook, Edward R. ve Holmes, R. L. (1986). Arstan, (16), 1–9. https://www.esf.edu/for/bevilacqua/for496/arstan_description.pdf adresinden erişildi.
- Cook, Edward R., Seager, R., Kushnir, Y., Briffa, K. R., Büntgen, U., Frank, D., ... Zang, C. (2015). Old World megadroughts and pluvials during the Common Era. *Science Advances*, 1(10), 1–10. doi:10.1126/sciadv.1500561
- Cook, Edward Roger. (1985). *A time series analysis approach to tree ring standardization*. PhD Thesis, University of Arizona, Tucson.
- Coulthard, B. L., Touchan, R., Anchukaitis, K. J., Meko, D. M. ve Sivrikaya, F. (2017). Tree growth and vegetation activity at the ecosystem-scale in the eastern Mediterranean. *Environmental Research Letters*, 12(8). doi:10.1088/1748-9326/aa7b26
- Çukur, H. (1998). *Ege Bölümünün ekosistemleri*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İzmir.

- Dağdeviren, N. (2002). *Kazdağları'nda doğal yetişen gymnosperm taksonları üzerinde dendrokronolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Dağdeviren, N., Akkemik, Ü. ve Dalfes, H. N. (2004). Dendroklimatolojik Analizlerde Tepki Fonksiyonunun Kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 54(2), 63–81.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey and East Aegean Islands*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Davis, P. H. (1982). Buxus l. In *Flora of Turkey and East Aegean Islands*. (P. H. Davis, Ed.). Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Devlet Su İşleri [DSİ]. (2015). Akım gözlem yıllıkları (1959-2015). Ankara. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/744> adresinden erişildi.
- Doğan, M. (2014). *Sandıras Dağı'nda (Muğla) fiziki coğrafya ve dendroklimatoloji araştırmaları*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İzmir.
- Doğan, M. (2020a). Fiziki coğrafyada dendrokronoloji. N. Özgen ve S. Karadoğan (Ed.), *Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikler* içinde (ss. 185–222). Ankara: Pegem Akademi.
- Doğan, M. (2020b). *Bornova Ovası ve çevresinde iklim değişkenliğinin ağaç gelişimine etkisi*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Doğan, M. ve Köse, N. (2014). Sandıras Dağı'ndaki (Muğla) yaşlı karaçam ormanlarından dört yeni yıllık halka kronolojisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 65(2), 1–16. doi:10.17099/jffiu.64600
- Doğan, M. ve Köse, N. (2019). Influence of climate on radial growth of black pine on the mountain regions of southwestern turkey. *Plants*, 8(8). doi:10.3390/plants8080276
- Doğanay, S. (2001). Trabzon ilinde fındık tarımı. *Eastern Geographical Review*, 13, 233–252.
- Doğu, A. F., Çiçek, İ., Gürgen, G. ve Tunçel, H. (1996). Üçdörük (Verçenik) Dağında buzul şekilleri, yaylalar ve turizm. *AÜ Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 5, 29–52.
- Doğu, A. F., Çiçek, İ., Gürgen, G., Tunçel, H. ve Somuncu, M. (1994). Göller (Hunut) Dağında buzul şekilleri, yaylalar ve turizm. *AÜ Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 193–218. http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/tucaum6_5.pdf adresinden erişildi.
- Doğu, A. F., Gürgen, G., Tunçel, H. ve Çiçek, İ. (1997). Bulut-Altıparmak Dağlarında buzul şekilleri, yaylalar ve turizm. *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 6, 63–91.
- Doğu, A. F., Somuncu, M., Çiçek, İ., Tunçel, H. ve Gürgen, G. (1993). Kaçkar Dağı'nda Buzul Şekilleri, Yaylalar ve Turizm. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi - DTCF Dergisi*, 36(1.2), 53–78.
- Dönmez, Y. (1976). *Bitki coğrafyasına giriş*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Dönmez, Y. (1979a). *Umumi klimatoloji ve iklim çalışmaları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Dönmez, Y. (1979b). *Kocaeli yarımadasının bitki coğrafyası*. İstanbul: İ.Ü Yayın No: 2620 Coğrafya Enstitüsü yayın no: 112.
- Dönmez, Y. (1985). *Bitki coğrafyası*. İstanbul: Güryay Matbaacılık.
- Dönmez, Y. (1990). *Trakya'nın bitki coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.

- Elektrik İşleri Etüd İdaresi [EİEİ]. (2011). *Akım gözlem yıllıkları (1935-2011)*. Ankara. <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/744> adresinden erişildi.
- Eminağaoğlu, Ö., Özkan, N. G. ve Aksoy, N. (2020). Betulaceae. Ü. Akkemik (Ed.), *Türkiye'nin bütün ağaçları ve çaluları* içinde (ss. 203–2012). İstanbul: Kültür Yayınları.
- Erinç, S. (1945). Kuzey Anadolu kenar dağlarının Ordu-Giresun kesiminde landşaft şartları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0(7–8), 119–140. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21249/227982> adresinden erişildi.
- Erinç, S. (1949). Eiszeitliche formen und gegenwärtige Vergleitscherung im nordostanatolischen Randgebirge. *Geologische Rundschau*, 37, 75–83.
- Erinç, S. (1952). Glacial Evidences of the Climatic Variations in Turkey. *Geografiska Annaler*, 34, 89–98.
- Erinç, S. (1958). Karadeniz denizaltı morfolojisi. *Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 5(2).
- Erinç, S. (1961). Doğu Karadeniz kıyılarında fön ve termik tesirleri hakkında. *Türk Coğrafya Dergisi*, 21, 15–30.
- Erinç, S. (1965). Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları*, 41.
- Erinç, S. (1977). *Vejetasyon coğrafyası*. İstanbul: İsyenbul Üniversitesi Yayınları.
- Erinç, S. (1996). *Klimatoloji ve metodları* (4. Basım53.). İstanbul: ALFA Basım Yayım Dağıtım.
- Erinç, S. (2010). *Jeomorfoloji II*. İstanbul: Der Yayınları.
- Erol, O. (1983). Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik gelişimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 11.
- Erol, O. (2010). *Genel klimatoloji*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Eyüboğlu, Y. (2006). *Doğu Pontid magmatik yayında (KD Türkiye) Alaska-Tip mafik-ultramafiklerin tanımı ve jeotektonik önemi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Fick, S. E. ve Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. doi:10.1002/joc.5086
- Fritts, H. (1976). *Tree rings and climate*. London: Academic Press.
- Gao, L., Gou, X., Deng, Y., Wang, Z., Gu, F. ve Wang, F. (2018). Increased growth of Qinghai spruce in northwestern China during the recent warming hiatus. *Agricultural and Forest Meteorology*, 260–261(June), 9–16. doi:10.1016/j.agrformet.2018.05.025
- García-Suárez, A. M., Butler, C. J. ve Baillie, M. G. L. (2009). Climate signal in tree-ring chronologies in a temperate climate: A multi-species approach. *Dendrochronologia*, 27(3), 183–198. doi:10.1016/j.dendro.2009.05.003
- Gassner, G. ve Christiansen-Weniger, F. (1948). *Anadolu çamlarında yıl halkaları gelişmesi üzerinde dendroklimatolojik araştırmalar*. Kerim Ömer Çağlar (çev.), İstanbul: Ticaret Dünyası Basımevi.
- Geçen, R. (2011). *Evaluation of glaciation and glacial shapes using geographic information systems and remote sensing (Eastern Black Sea)*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Geçen, R., Toprak, V. ve Tonbul, S. (2018a). The Effect of Aspect On Glaciation: A case Study of Eastern Black Sea Mountains (Turkey). *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2017), 35–

- Geçen, R., Toprak, V. ve Tonbul, S. (2018b). Doğu Karadeniz Dağlarında buzul gölleri, dağılışı ve morfometrik özellikleri. *TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu* içinde (ss. 1057–1076). Ankara.
- Genç, S. (2019). *Aşağı Kızılırmak Havzası akım verilerinin dendrohidrolojik rökonstrüksiyonu*. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa.
- Genç, S. ve Güner, H. T. (2022). Precipitation and streamflow reconstructions from tree rings for the lower Kızılırmak River Basin, Turkey.
- George, S. (2014). The global network of tree-ring widths and its applications to paleoclimatology. *Past Global Changes Magazine*, 22(1), 16–17. doi:10.22498/pages.22.1.16
- Göçmez, G., Kara, İ. ve Bozdağ Ayaz, A. (2007). Rize ilindeki sıcak ve Mineralli Suların Hidrokimyasal Özellikleri. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 23(1–2), 165–176.
- Granato-Souza, D., Stahle, D. W., Barbosa, A. C., Feng, S., Torbenson, M. C. A., de Assis Pereira, G., ... Griffin, D. (2019). Tree rings and rainfall in the equatorial Amazon. *Climate Dynamics*, 52(3–4), 1857–1869. doi:10.1007/s00382-018-4227-y
- Grissino-Mayer, H. D. (2001). Research report evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program Cofecha. *Tree-Ring Res*, 57(2), 205–221.
- Gültekin, F. (2016). Doğu Karadeniz Bölümü Yeraltı Suyu Kaynakları. S. Korkmaz (Ed.), *Jeoloji Mühendisliği Bölümünün 50. Kuruluş Yılı Etkinlikler, Konferanslar ve Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi* içinde (ss. 81–92). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları. https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/jeoloji_0b7af.pdf adresinden erişildi.
- Günel, N. (1997). *Türkiye’de başlıca ağaç türlerinin coğrafi yayılışları, ekolojik ve floristik özellikleri*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Günel, N. (2013). Türkiye’de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, 1, 1–22.
- Güner, A., Vural, M. ve Sorkun, K. (1987). Rize florası, vejetasyonu ve yöre ballarının polen analizi. *Tübitak*.
- Güner, H. T. (2010). *Sakarya Havzası akım verilerinin dendroklimatolojik yöntemlerle rökonstrüksiyonu*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Güner, H. T., Köse, N. ve Harley, G. L. (2017). A 200-year reconstruction of Kocasu River (Sakarya River Basin, Turkey) streamflow derived from a tree-ring network. *International Journal of Biometeorology*, 61(3), 427–437. doi:10.1007/s00484-016-1223-y
- Güneş, G. ve Satar, İ. (2014). Türkiye’nin biyolojik çeşitlilik sıcak noktaları. T. V. İnsan (Ed.), *Tabiat ve İnsan* içinde . Ankara: Türkiye Tabiatını Koruma derneği.
- Gürgen, G. (2015). Verçenik Dağı buzulları (Rize). *TÜCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde (ss. 73–86).
- Gürsel (Gültekin), F. (1991). *Ayder (Çamlıhemşin-Rize) ve çevresinin jeotermal enerji yönünden incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Güven, İ. H. (1993). *Doğu Pontitler’in jeolojisi ve 1/250.000 ölçekli kompilasyonu*. Ankara: MTA.
- Güven, İ. H. (1998). *1/100.000 Ölçekli Türkiye jeoloji haritaları*. Ankara.

- Haeni, M., Zweifel, R., Eugster, W., Gessler, A., Zielis, S., Bernhofer, C., ... Buchmann, N. (2017). Winter respiratory C losses provide explanatory power for net ecosystem productivity. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 122(1), 243–260. doi:10.1002/2016JG003455
- Hardman, G. (1936). The relationship between tree-growths and stream-runoff in The Truckee River Basin, California-Nevada. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 17(2), 491–493. doi:10.1029/TR017i002p00491
- Harris, I., Osborn, T. J., Jones, P. ve Lister, D. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data*, 7(1), 1–18. doi:10.1038/s41597-020-0453-3
- Hatipoğlu, İ. K. (2017). *Melet Irmağı orta ve aşağı çığırının uygulamalı jeomorfolojisi*, Ordu. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Samsun.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. ve Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965–1978. doi:10.1002/joc.1276
- Hippolyte, J. C., Müller, C., Sangu, E. ve Kaymakci, N. (2017). Stratigraphic comparisons along the Pontides (Turkey) based on new nannoplankton age determinations in the Eastern Pontides: Geodynamic implications. *Geological Society Special Publication*, 428(1), 323–358. doi:10.1144/SP428.9
- Hofgaard, A., Ols, C., Drobyshev, I., Kirchhefer, A. J., Sandberg, S. ve Söderström, L. (2019). Non-stationary response of tree growth to climate trends along the Arctic Margin. *Ecosystems*, 22(2), 434–451. doi:10.1007/s10021-018-0279-4
- Holmes, R. (1983). Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-ring bulletin*, 43, 69–78.
- Hoşgören, M. Y. (2010). *Hidrografya'nın ana çizgileri-I (yeraltı suları-kaynaklar-akarsular)*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Hoşgören, M. Y. (2011). *Jeomorfoloji terimler sözlüğü* (1. Baskı.). İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Huggett, R. J. (2019). *Jeomorfolojinin temelleri*. (U. Doğan, Ed.) (3. Baskı.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Hughes, M. K., Kuniholm, P. I., Eischeid, J. K., Garfin, G., Griggs, C. B. ve Latini, C. (2001). Aegean tree-ring signature years explained. *Tree-Ring Research*, 57, 67–73.
- IPCC. (2022). Climate change 2022: mitigation of climate change. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. J. M. P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz (Ed.), (ss. 1–2913). UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157926
- Işık, F., Bahadır, M. ve Çağlak, S. (2018). Artvin ilinde yağışın mekânsal dağılışı üzerine bir deneme, schreiber formülü. *Uluslararası Artvin Sempozyumu* içinde (ss. 391–403). Artvin. <https://www.artvin.edu.tr/uploads/ias.artvin.edu.tr/userfiles/files/ias2018tammetin.pdf> adresinden erişildi.
- Janssen, E., Kint, V., Bontemps, J. D., Özkan, K., Mert, A., Köse, N., ... Muys, B. (2018). Recent growth trends of black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold) in the eastern mediterranean. *Forest Ecology and Management*, 412(November 2017), 21–28. doi:10.1016/j.foreco.2018.01.047
- Johnson, R. A. ve Wichern, D. W. (2002). *Applied multivariate statistical analysis*. Pearson

Education (Fifth Edit.). New Jersey, Prentice-Hall.

- Kaennel, M. ve Schweingruber, F. H. (1995). *Multilingual glossary of dendrochronology. Terms and definitions in English*. Berne, Stuttgart, Vienna: Paul Haupt Publishers. <https://www.researchgate.net/publication/259810249> adresinden erişildi.
- Kahriman, A. ve Yavuz, H. (2012). Doğu Karadeniz Göknarı - Doğu Ladini karışık meşcerelerinde çeşitli yarışma endekslerinin tek ağaçların çap artımındaki etkilerinin incelenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 235–249.
- Kamışoğlu, S. (2008). *Yatağan ve çevresinde morfo-klimatik özelliklerin ortam-insan sağlığı ilişkisi ve çevre eğitimi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, İzmir.
- Kara, S. (2011). *Dendrokronolojik analizler ile sıcaklık ve yağış koşullarının ilişkisinin değerlendirilmesi: Uludağ'ın güneyinden iki örnek alan*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Karabıykoğlu, M. (2019). Flüvyal araziler. U. Doğan (Ed.), *Jeomorfolojinin temelleri* içinde (3. Basım., ss. 187–246). Ankara.
- Karger, D.N., Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W. Zimmermann, N. E., ... Kessler, M. (2021). Climatologies at High resolution for the Earth Land Surface Areas CHELSA V1.2: Technical specification. *Scientific Data*, 4, 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122> adresinden erişildi.
- Karger, Dirk Nikolaus, Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., ... Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4, 1–20. doi:10.1038/sdata.2017.122
- Karger, Dirk Nikolaus, Conrad, O., Böhrner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., ... Kessler, M. (2018). Data from: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. Dryad Digital Repository. doi:<https://doi.org/10.5061/dryad.kd1d4>
- Kavgacı, A. (2020). Türkiye'nin orman vejetasyonu. Ü. Akkemik (Ed.), *Türkiye'nin bütün ağaçları ve çaluları* içinde (ss. 79–95). İstanbul: Kültür Yayınları.
- Keskin, İ. (2013). *Artvin-F46 paftasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası*. MTA yayını, Ankara.
- Ketin, İ. (1959). Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 53.
- Kobyay, Y., Yeşilkanat, C. M. ve Çakır, B. (2014). Artvin, Rize ve Trabzon' daki doğal kaynak sularında Toplam alfa, toplam beta aktivite değerlerinin belirlenmesi ve jeostatistiksel olarak modellenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 35(4), 1–10.
- Korkmaz, Sadettin ve Gedik, A. (1988). Rize-Fındıklı-Çamlıhemşin arasında kalan bölgenin jeolojisi ve petrol oluşumları. *Jeoloji Mühendisliği*, 32(33), 5–15.
- Körner, C. (1999). *Alpine plant life: Functional plant ecology of high mountain ecosystems* (2nd Editio.). Springer Cham. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-59538-8> adresinden erişildi.
- Köse, N. (2007). *Batı Anadolu'da iklim değişikliği ve yıllık halka gelişimi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Köse, N. (2012). Climatic factors affecting tree-ring growth of *Abies nordmanniana* (Stev .) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) coode & cullen from Kastamonu, Türkiye. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 62(1), 71–83.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N. ve Özeren, M. S. (2011). Tree-ring reconstructions of May-June precipitation for western Anatolia. *Quaternary Research*, 75(3), 438–450.

doi:10.1016/j.yqres.2010.12.005

- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., Özeren, M. S. ve Tolunay, D. (2012). Tree-ring growth of *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* under different climate conditions throughout western Anatolia. *Dendrochronologia*, 30(4), 295–301. doi:10.1016/j.dendro.2012.04.003
- Köse, N., Akkemik, Ü., Güner, H. T., Dalfes, H. N., Grissino-Mayer, H. D., Özeren, M. S. ve Kındap, T. (2013). An improved reconstruction of May-June precipitation using tree-ring data from western Turkey and its links to volcanic eruptions. *International Journal of Biometeorology*, 57(5), 691–701. doi:10.1007/s00484-012-0595-x
- Köse, N. ve Güner, H. T. (2012). The effect of temperature and precipitation on the intra-annual radial growth of *Fagus orientalis* Lipsky in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(4), 501–509. doi:10.3906/tar-1109-4
- Köse, N., Tuncay Güner, H., Harley, G. L. ve Guiot, J. (2017). Spring temperature variability over Turkey since 1800 CE reconstructed from a broad network of tree-ring data. *Climate of the Past*, 13(1), 1–15. doi:10.5194/cp-13-1-2017
- Kostić, S., Kesić, L., Matović, B., Orlović, S., Stojnić, S. ve Stojanović, D. B. (2021). Soil properties are significant modifiers of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) radial increment variations and their sensitivity to drought. *Dendrochronologia*, 67(June 2020). doi:10.1016/j.dendro.2021.125838
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM]. (1988). *Rize İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu*. Ankara.
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü [KHGM]. (1993). *Rize İli Arazi Varlığı Raporu*. Ankara.
- Krenek, L. (1932). Gletschar im pontischen gabirga. *Zeitschrift für Gletscherkunde*, 20(1–3), 129–131.
- Kuniholm, P. I. (1989). Aegean Dendrochronology Project: 1988-1989 results. *V. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 87–96). T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını.
- Kuniholm, P. I. (1990). Aegean Dendrochronology Project: 1989-1990 results, Ege'deki Dendrokronoloji Projesi: 1989-1990 Sonuçları. *VI. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde . T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzele.
- Kuniholm, P. I. (1991). A 1503 Year chronology for the Bronze and Iron Ages: 1990-1991 progress report of the Aegean Dendrochronology Project. *VII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 121–130). Ankara: 27-31 Mayıs 1991, Çanakkale, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını.
- Kuniholm, P. I. (1992). Aegean Dendrochronology Project extensions to the ong chronologies, VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı. *VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 453–464). Ankara: 25-29 Mayıs 1992, Ankara, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını.
- Kuniholm, P. I. (1993). Aegean Dendrochronology Project 1992/1993 annual rogress report. *IX. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 281–291). Ankara: 24-28 Mayıs 1993, Ankara, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayını.
- Kuniholm, P. I. (1995a). Dendrochronology, Science in Archaeology: A Review. *American Journal of Archaeology*, 99(1), 99–102.
- Kuniholm, P. I. (1995b). Aegean Dendrochronology Project: 1993-1994. Ankara (Ed.), *XI. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 181–188). 29 Mayıs-2 Haziran 1995, Ankara, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Yayın No: 1810.
- Kuniholm, P. I. (1995c). *Aegean Dendrochronology Project, December 1995, Progress*

Report.

- Kuniholm, P. I. (1995d). Aegean Dendrochronology Project: 1994-1995. *XI. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 189–201). Ankara: 29 Mayıs-2 Haziran 1995, Ankara, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Yayın No: 1810.
- Kuniholm, P. I. (1996). Aegean Dendrochronology Project 1995-1996 results. *XII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 163–175). Ankara: 27-31 Mayıs 1996, Ankara, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Yayın No: 1876.
- Kuniholm, P. I. (1998). Aegean Dendrochronology Project 1996-1997 results. *XIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 49–59). T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları Yayın No: 2010.
- Kuniholm, P. I. (1999). New Dates From Old Trees (1998). *XIV. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 39–44). Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları Yayın No: 2201.
- Kuniholm, P. I. (2000a). Aegean Dendrochronology Project: 1998-1999. *XV. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 145–147). Ankara: T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları Yayın No: 2346.
- Kuniholm, P. I. (2000b). *Dendrochronologically dated ottoman monuments, A Historical Archaeology of the Ottoman Empire: Breaking New Ground.* (U. Baram ve L. Carrol, Ed.). Nem York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Kuniholm, P. I. (2000c). Aegean Dendrochronology Project 1999-2000 results. *16. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 79–84). Ankara: 22-26 Mayıs 2000, İzmir, T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları Yayın No: 2531.
- Kuniholm, P. I. (2003). Aegean Dendrochronology Project: 2001-2002 results. *19. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 1–5). Ankara: 26-31 Mayıs 2003, Ankara, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları Yayın No: 2996.
- Kuniholm, P. I. (2004). Aegean Dendrochronology Project: 2003-2004 results. *20. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 1–4). Ankara: 24-28 Mayıs 2004, Konya, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları Yayın No: 3032.
- Kuniholm, P. I. ve Striker, C. L. (1983). Dendrochronological investigations in the aegean and neighboring regions, 1977-1982. *Journal of Field Archaeology*, *10*, 411–420.
- Kuniholm, P. I., Watkins, J. D. ve Petrucci, A. G. (2006). Aegean Dendrochronology Procet: 2004-2006 results. *22. Arkeometri Sonuçları Toplantısı* içinde (ss. 59–70). Ankara: 29 Mayıs-2 Haziran 2006, Çanakkale, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları Yayın No: 3081.
- Kurdoğlu, O. (1996). Doğu Karadeniz'in doğal yaşlı ormanları. *Doğal Hayatı Koruma Derneği*.
- Kurdoğlu, O. (2002). *Kaçkar Dağları Milli Parkı ve yakın çevresinin doğal kaynak yönetimi açısından incelenmesi.* Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kurdoğlu, O., Kurdoğlu, B. Ç. ve Eminağaoğlu, Ö. (2004). Doğal ve kültürel değerlerin korunması açısından Kaçkar Dağları Milli Parkı'nın önemi ve mevcut çevresel tehditler. *Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *21*, 134–150.
- Kurter, A. (1991). Glaciers of Middle East and Africa-Glaciers of Turkey. S. W. Richard ve J. G. Ferrigno (Ed.), *Satellite Image Atlas of the World* içinde (ss. 1–30). Washington: USGS Professional Paper 1386-G-1.

- Larsson, L.-A. (2016). CDendro & CooRecorder program package for tree ring measurements and crossdating of the data, version 9.7. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/> adresinden erişildi.
- Lehtijärvi, A., Doğmuş-Lehtijärvi, H. T. ve Oskay, F. (2014). *Cylindrocladium buxicola* is threatening the native *Buxus sempervirens* populations in Turkey – short communication. *Plant Protection Science*, 50(4), 227–229. doi:10.17221/18/2014-pps
- Liu, Q., Piao, S., Janssens, I. A., Fu, Y., Peng, S., Lian, X., ... Wang, T. (2018). Extension of the growing season increases vegetation exposure to frost. *Nature Communications*, 9(1). doi:10.1038/s41467-017-02690-y
- Loaiciga, H. A. ve Michaelsen, J. (1993). Phenomena long-term hydrologic. *Dendrohydrology*, 31(93), 151–171.
- Lopez, L., Stahle, D., Villalba, R., Torbenson, M., Feng, S. ve Cook, E. (2017). Tree ring reconstructed rainfall over the southern Amazon Basin. *Geophysical Research Letters*, 44(14), 7410–7418. doi:10.1002/2017GL073363
- Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., ... Grace, J. (2007). The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests. *Nature*, 447(7146), 848–850. doi:10.1038/nature05847
- Makineci, E. ve Sevgi, O. (2005). Seyitömer termik santralının kuruma alanlarındaki karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) yıllık halkalarına etkisinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(2), 11–22. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/195692> adresinden erişildi.
- Mardia, K. V., Kent, T. J. ve Bibby, J. M. (1979). *Multivariate analysis*. London: Academic Press.
- Martin-Benito, D., Pederson, N., Köse, N., Doğan, M., Bugmann, H., Mosulishvili, M. ve Bigler, C. (2018). Pervasive effects of drought on tree growth across a wide climatic gradient in the temperate forests of the Caucasus. *Global Ecology and Biogeography*, 27(11), 1314–1325. doi:10.1111/geb.12799
- Martin-Benito, D., Ummenhofer, C. C., Köse, N., Güner, H. T. ve Pederson, N. (2016). Tree-ring reconstructed May–June precipitation in the Caucasus since 1752 CE. *Climate Dynamics*, 47(9–10), 3011–3027. doi:10.1007/s00382-016-3010-1
- Mater, B. (2004). *Toprak Coğrafyası*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Matisons, R., Elferts, D., Krišāns, O., Schneck, V., Gärtner, H., Bast, A., ... Jansons, Ā. (2021). Non-linear regional weather-growth relationships indicate limited adaptability of the eastern Baltic Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 479(September 2020), 118600. doi:10.1016/j.foreco.2020.118600
- Maxwell, R. S. ve Larsson, L. A. (2021). Measuring tree-ring widths using the CooRecorder software application. *Dendrochronologia*, 67(May), 125841. doi:10.1016/j.dendro.2021.125841
- Mayer, L. (1990). *Introduction to quantitative geomorphology: an exercise manual*. New Jersey: Prentice Hall.
- McGinnies, W. G. (1963). Dendrochronology. *Journal of Forestry*, 61(1), 5–11. doi:10.1093/jof/61.1.5
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2016a). *Erinç iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi*. Ankara. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/erinc.pdf adresinden erişildi.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2016b). *De Martonne kuraklık indeksine göre Türkiye iklimi*. Ankara.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2016c). *Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Ankara. https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thorntwaite.pdf adresinden erişildi.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM]. (2022). Meteoroloji sözlüğü. *T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. 21 Mayıs 2022 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=S&k=aa10> adresinden erişildi.
- Nişancı, A. (1990). *Klimatoloji*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basımevi, Yayın no:59.
- Olson, D. M. ve Dinerstein, E. (2002). The global 200: Priority rcoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 89(2), 199–224.
- Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar. D. Ekinci (Ed.), *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel* içinde (ss. 507–526). Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Özkan, Z. C. (1990). *Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis (L.) Link.) üzerinde dendrokronolojik araştırmalar*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Öztürk, M. Z., Şimşek, M. ve Utlu, M. (2021). Anadolu' nun sirk gölleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 78, 49–60.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., ... Hayes, D. (2011). A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333(6045), 988–993. doi:10.1126/science.1201609
- Pike, R. J. ve Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. *Bulletin of the Geological Society of America*, 82(4), 1079–1084. doi:10.1130/0016-7606(1971)82[1079:ERHIAG]2.0.CO;2
- Qi, Z., Liu, H., Wu, X. ve Hao, Q. (2015). Climate-driven speedup of alpine treeline forest growth in the Tianshan Mountains, Northwestern China. *Global Change Biology*, 21(2), 816–826. doi:10.1111/gcb.12703
- Ramstein, G., Landais, A., Bouttes, N., Sepulchre, P. ve Govin, A. (2021). *Paleoclimatology*. Springer Cham. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-24982-3> adresinden erişildi.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., Tat, S. ve Reis, A. (2018). Impacts of climate change on annual diameter increment of natural Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19(3), 219–225. doi:10.18182/tjf.407487
- Şahan, E. A., Köse, N., Güner, H. T., Trouet, V., Tavşanoğlu, Ç., Akkemik, Ü. ve Dalfes, H. N. (2022). Multi-century spatiotemporal patterns of fire history in black pine forests, Turkey. *Forest Ecology and Management*, 518(March), 120296. doi:10.1016/j.foreco.2022.120296
- Şahin, C., Doğanay, H. ve Özcan, N. A. (2010). *Türkiye coğrafyası (fiziki-beşeri-ekonomik-jeopolitik)*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Salehnia, N. ve Ahn, J. (2022). Modelling and reconstructing tree ring growth index with climate variables through artificial intelligence and statistical methods. *Ecological Indicators*, 134(September 2021), 108496. doi:10.1016/j.ecolind.2021.108496
- Sano, M., Buckley, B. M. ve Sweda, T. (2009). Tree-ring based hydroclimate reconstruction over northern Vietnam from *Fokienia hodginsi*: Eighteenth century mega-drought and tropical Pacific influence. *Climate Dynamics*, 33(2–3), 331–340. doi:10.1007/s00382-008-0454-y

- Sarı, H. M., Ustaoglu, M. R., İlhan, A. ve Özbek, M. (2015). Morphometrical features of the lakes on Kaçkar and Soğanlı Mountains (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(1), 31–36. doi:10.12714/egejfas.2015.32.1.05
- Sarıkaya, M. A. (2011). Türkiye' nin güncel buzulları. D. Ekinci (Ed.), *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel* içinde (ss. 527–544). İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A. ve Zreda, M. (2009). Kozmojenik yaş tayini ve buzul modellemesinden elde edilmiş Türkiye Geç Kuvaterner buzul kronolojisi ve eski iklim ortam yorumları. *62. Türkiye Jeoloji Kurultayı* içinde (ss. 724–725). Ankara: 13–17 Nisan 2009, MTA.
- Sarıkaya, M., Zreda, M. ve Çiner, A. (2008). Late Quaternary paleoclimates of Turkey from glacial records and their link to the climate change of the past century. *American Geophysical Union Conference* içinde (ss. 13B – 1440). San Francisco, USA. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2008AGUFMPP13B1440S/abstract> adresinden erişildi.
- Schaberg, P. G. (2000). Winter Photosynthesis in Red Spruce (*Picea rubens* Sarg.): Limitations, Potential Benefits, and Risks. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 32(4), 375–380. doi:10.1080/15230430.2000.12003380
- Schmid, R. ve Schweingruber, F. H. (1996). Tree Rings and Environment: Dendroecology. *Taxon*. doi:10.2307/1224418
- Schurman, J. S., Babst, F., Björklund, J., Rydval, M., Bače, R., Čada, V., ... Svoboda, M. (2019). The climatic drivers of primary *Picea* forest growth along the Carpathian arc are changing under rising temperatures. *Global Change Biology*, 25(9), 3136–3150. doi:10.1111/gcb.14721
- Schweingruber, F. H. (1988). *Tree rings: basics and applications of dendrochronology*. Springer Science & Business Media.
- Şengör, A. M. C. (1984). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. *TJK Konferanslar Serisi*, 40.
- Şenkul, Ç. ve Kaya, S. (2017). Türkiye endemik bitkilerin coğrafi dağılışı. *Türk coğrafya dergisi*, 69, 109–120.
- Sevgi, O. ve Akkemik, Ü. (2007). A dendroecological study on *Pinus nigra* Arn. at different altitudes of northern slopes of Kazdağları, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 28(1), 73–75.
- Sharma, B., Fan, Z.-X., Panthi, S., Gaire, N. P., Fu, P.-L. ve Zaw, Z. (2022). Warming induced tree-growth decline of *Toona ciliata* in (sub-) tropical southwestern China. *Dendrochronologia*, 73(January), 125954. doi:10.1016/j.dendro.2022.125954
- Shi, S., Liu, G., Li, Z. ve Ye, X. (2021). Elevation-dependent growth trends of forests as affected by climate warming in the southeastern Tibetan Plateau. *Forest Ecology and Management*, 498(July), 119551. doi:10.1016/j.foreco.2021.119551
- Silva, L. C. R., Sun, G., Zhu-Barker, X., Liang, Q., Wu, N. ve Horwath, W. R. (2016). Tree growth acceleration and expansion of alpine forests: The synergistic effect of atmospheric and edaphic change. *Science Advances*, 2(8). doi:10.1126/sciadv.1501302
- Softa, M., Emre, T., Sözbilir, H., Spencer, J. Q. G. ve Turan, M. (2017). Doğu Pontidler'in (Trabzon-Rize yakın çevresi) depremselliği. *4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 1–6.
- Stokes, M. A. ve Smiley, T. (1968). *An introduction to tree-ring dating*. University of Chicago Press.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography.

- Geological society of America bulletin*, 63(11), 1117–1142.
- Strahler, A. N. (1964). *Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks*. (V. T. Chow, Ed.). New York: Handbook of Applied Hydrology.
- Team, R. D. C. (2013). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55. doi:10.2307/210739
- Thrun, M. C. (2018). *Projection-based clustering through self-organization and swarm intelligence* (1. bs.). Springer Vieweg Wiesbaden. doi:10.1007/978-3-658-20540-9
- Tolunay, D. (2003a). Air pollution effects on annual ring widths of forest trees in mountainous land of Izmir (Turkey). *Water, Air, and Soil Pollution: Focus*, 3(5–6), 227–242.
- Tolunay, D. (2003b). Dendroclimatological investigation of the effects of air pollution caused by Yatagan Thermal Power Plant (Muğla-Turkey) on annual ring widths of Pinus brutia trees. *Fresenius Environmental Bulletin*, 12(9), 1006–1014.
- Touchan, R., Anchukaitis, K. J., Shishov, V. V., Sivrikaya, F., Attieh, J., Ketmen, M., ... Meko, D. M. (2014). Spatial patterns of eastern Mediterranean climate influence on tree growth. *Holocene*, 24(4), 381–392. doi:10.1177/0959683613518594
- Touchan, R., Funkhouser, G., Hughes, M. K. ve Erkan, N. (2005). Standardized precipitation index reconstructed from Turkish tree-ring widths. *Climatic Change*, 72(3), 339–353. doi:10.1007/s10584-005-5358-9
- Touchan, R., Garfin, G. M., Meko, D. M., Funkhouser, G., Erkan, N., Hughes, M. K. ve Wallin, B. S. (2003). Preliminary reconstructions of spring precipitation in Southwestern Turkey from tree-ring width. *International Journal of Climatology*, 23(2), 157–171. doi:10.1002/joc.850
- Touchan, R., Meko, D. M. ve Anchukaitis, K. J. (2014). Dendroclimatology in the Eastern Mediterranean. *Radiocarbon*, 56(4), S61–S68. doi:10.2458/azu_rc.56.18321
- Touchan, R., Xoplaki, E., Funkhouser, G., Luterbacher, J., Hughes, M. K., Erkan, N., ... Stephan, J. (2005). Reconstructions of spring/summer precipitation for the Eastern Mediterranean from tree-ring widths and its connection to large-scale atmospheric circulation. *Climate Dynamics*, 25(1), 75–98. doi:10.1007/s00382-005-0016-5
- Trenard, Y. (1982). Making wood speak: An introduction to dendrochronology. *Commonwealth Forestry Bureau*, 43(12), 729–759.
- Tucker, C. S. ve Pearl, J. K. (2021). Coastal tree-ring records for paleoclimate and paleoenvironmental applications in North America. *Quaternary Science Reviews*, 265, 107044. doi:10.1016/j.quascirev.2021.107044
- Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(9), 1057–1076. doi:10.1002/(SICI)1097-0088(199609)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. İstanbul: Kriter Yayınları.
- Türkeş, M. (2015). *Biyocoğrafya-bir paleocoğrafya ve ekoloji yaklaşımı* (2. Basım.). Ankara: Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2019). *Genel klimatoloji* (4. basım.). İstanbul: Kriter yayınevi.
- Turoğlu, H. (2011). *Buzullar ve buzul jeomorfolojisi*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Turoğlu, H. (2015). Tarihlendirilmi bazı jeomorfolojik verilere dayandırılan, Anadolu'nun Kuvaterner iklim özellikleri rekonstrüksiyonu. R. Efe (Ed.), *Coğrafya'da yeni yaklaşımlar (Prof. Atalay'ın 45. meslek yılına armağan)* içinde (ss. 75–102). İzmir:

Dokuz Eylül Üniversitesi yayımları.

- URL-1. (2022). ETH Zurich (Crossdating). <https://fe.ethz.ch/en/research/dendrochronology-and-phenology/tree-ring-lab/crossdating.html> adresinden erişildi.
- URL-2. (2022). WorldClim. <https://www.worldclim.org/data/index.html> adresinden erişildi.
- URL-3. (2022). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas (CHELSA). https://envicloud.wsl.ch/#/?prefix=chelsa%2Fchelsa_V2%2FGLOBAL%2F adresinden erişildi.
- URL-4. (2022). WorldClim - Historical climate data. <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> adresinden erişildi.
- URL-5. (2022). WorldClim - Historical monthly weather data. <https://www.worldclim.org/data/monthlywth.html> adresinden erişildi.
- URL-6. (2022). WorldClim - Future climate data. <https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6climate.html> adresinden erişildi.
- URL-7. (2022). Açısal saniye. https://tr.wikipedia.org/wiki/Açısal_saniye adresinden erişildi.
- URL-8. (2022). Global Wind Atlas. <https://globalwindatlas.info/> adresinden erişildi.
- URL-9. (2020). Software proposal for determining the prevailing wind direction: PrevailingWindRUB 1.0. <https://zenodo.org/record/5796641> adresinden erişildi.
- URL-10. (2021). Cybis Dendrochronology Home of CDendro & Coorecorder. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/> adresinden erişildi.
- URL-11. (2021). Coorecorder basics. *Cybis Dendrochronology Home of CDendro & Coorecorder*. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/helpcoorecorder7/index.php> adresinden erişildi.
- URL-12. (2013). On detrending, normalization, discrimination and autocorrelation. *Cybis Dendrochronology Home of CDendro & Coorecorder*. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/detrendandnormalize/index.htm> adresinden erişildi.
- URL-13. (2021). Dendrochronology, curve matching and mathematics. *Cybis Dendrochronology Home of CDendro & Coorecorder*. <http://www.cybis.se/forfun/dendro/newmath2/index.htm> adresinden erişildi.
- URL-14. (2021). CRU TS Version 4.05. https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.05/ adresinden erişildi.
- URL-15. (2022). prcomp: Principal Components Analysis. <https://www.rdocumentation.org/packages/stats/versions/3.6.2/topics/prcomp> adresinden erişildi.
- URL-16. (2022). Cluster analysis in R – complete guide on clustering in R. *TechVidvan*. <https://techvidvan.com/tutorials/cluster-analysis-in-r/> adresinden erişildi.
- Venables, W. N. ve Ripley, B. D. (2002). *Modern applied statistics with S* (4. bs.). Springer-Verlag. doi:10.1007/978-1-4757-2719-7_14
- Vural, M. (1996). Yüksek dağ vejetasyonu. *Turkish Journal of Botany*, 20, 83–102.
- Wigley, T. M. L., Briffa, K. R. ve Jones, P. D. (1984). On the average value of correlated time series with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. *Journal of Climate & Applied Meteorology*, 23(2), 201–213. doi:10.1175/1520-0450(1984)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2
- Wilmking, M., van der Maaten-Theunissen, M., van der Maaten, E., Scharnweber, T., Buras, A., Biermann, C., ... Trouillier, M. (2020). Global assessment of relationships between climate and tree growth. *Global Change Biology*, 26(6), 3212–3220.

doi:10.1111/gcb.15057

- Wood, S. N. (2006). *Generalized additive generalized additive models an introduction with R*. Texts in Statistical Science. Boca Raton. adresinden erişildi.
- Wood, S. N. (2011). Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society*, 73, 3–36. doi:10.7538/yzk.2014.48.11.1969
- Yaltrak, F. ve Efe, A. (2000). *Dendroloji ders kitabı (Gymnospermae-Angiospermae) (II. Baskı.)*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Yaman, B., Özel, H. B., Yıldız, Y., Pulat, E. ve Işık, B. (2021). Hydrological evaluations and effects of climate on the radial growth of oriental beech (*Fagus orientalis lipsky*) in Abdipasa, Bartın, Turkey. *Forestist*, 71(2), 102–109. doi:10.5152/forestist.2020.20034
- Yaman, B. ve Sarıbaş, M. (2004). Bartın-Kumluca Sarıçam (*Pinus Sylvertris L.*)’larında dendroklimatolojik araştırmalar. *Anadolo Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1), 129–135.
- Yamanlar, O. (1956). *Marmara Havzası ve bilhassa Yalova Mıntıkası için arazi tasnifinin erozyon kontrolü üzerine yapacağı tesirler*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No: 42.
- Yetmen, H. (2014). Ardeşen (Rize)’ de Mart 2014 ’te Meydana Gelen Orman Yangınının Meteorolojik Hazırlayıcıları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 133–148.
- Yılmaz, A., Adamia, S., Chabukiani, A., Chkhotua, T., Erdoğan, K., Tuzcu, S. ve Karabıyıköğlü, M. (2000). Structural correlation of the southern Transcaucasus (Georgia)-eastern Pontides (Turkey). *Geological Society Special Publication*, 173, 171–182. doi:10.1144/GSL.SP.2000.173.01.08
- Yılmaz, E. ve Darende, V. (2021). Türkiye’de yağış ölçümü yapılan manuel-otomatik meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin karşılaştırılması. *Türk Coğrafya Dergisi*, 77, 53–66. doi:10.17211/tcd.834500
- Yılmaz, F. K. ve Yılmaz, Ö. (2013). Rize and Ardahan aases in respect of thornthwaite climate classification. I. C. Recep Efe, İbrahim Atalay (Ed.), *3rd International Geography Symposium - GEOMED* içinde (ss. 415–428). Antalya.
- Yılmaz, R. (2014). *Determining of flora and vegetation in the distribution areas of pontine oak (Quercus Pontica C. Koch.)*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yurtseven, N. (2021). *Yamanlar Dağı’nda (İzmir) dendrokronolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, İzmir.
- Zaman, M. (2008). Fırtına Deresi Havzası ve Kaçkar Dağları Milli Parkı’nın alternatif turizm açısından önemi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(2), 1–33.
- Zang, C. (2016). Introduction to treeclim. *R Workshop, AmeriDendro 2016*. <https://rpubs.com/R4AmeriDendro/treeclim> adresinden erişildi.
- Zang, C. ve Biondi, F. (2015). Treeclim: An R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. *Ecography*. doi:10.1111/ecog.01335
- Zhou, P., Huang, J. G., Liang, H., Rossi, S., Bergeron, Y., Shishov, V. V., ... Dong, Z. (2021). Radial growth of *Larix sibirica* was more sensitive to climate at low than high altitudes in the Altai Mountains, China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 304–305(September 2020), 108392. doi:10.1016/j.agrformet.2021.108392

EKLER

EK-1

Orman Genel Müdürlüğü araştırma izni belgesi:



T.C.
ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı

Sayı : E-36178555-604.02.01-2667381

03.12.2020

Konu : Yasal İzin Belgesi (Fatih IŞIK)

DAĞITIM YERLERİNE

Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü öğretim üyesi Dr. İter Kutlu HATIPOĞLU'nun danışmanlığında araştırma görevlisi Fatih IŞIK'ın "Fırtına Deresi (Rize) Havzası'nda Paleoklimatolojik Araştırmalar" adlı doktora çalışması yapılacaktır. Söz konusu doktora çalışması Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Pazar Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Ardeşen, Şenyuva ve Çamlıhemşin Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde uygulanacaktır. Yukarıda bahsedilen doktora çalışmasının ilgili Orman Bölge Müdürlüğü koordinatörlüğünde yürütülmesi ile proje sonuç raporunun bir (1) nüshasının da Genel Müdürlüğümüze gönderilmesi koşuluyla, söz konusu doktora çalışmasının yapılması Genel Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini arz/rica ederim

Mehmet KOÇ
Genel Müdür a.
Daire Başkanı

Ek:

- 1 - Gümüşhane Üniversitesi yazısı (1 sayfa)
- 2 - Araşt. Gör. Fatih Işık'ın dilekçesi (4 sayfa)

Dağıtım:

Gereği:

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜNE
(Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü)(Ekler
konulmadı)

Bağlarbaşı Mh. PK.29100 Merkez/GÜMÜŞHANE

Bilgi:

TRABZON ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜNE

Belge Doğrulama Kodu : EOVGFACE

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ogm-ebys>

Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dai. Bşk.-Araştırma Planlama ve Projelendirme Şb.
Mh-Beştepe Mah. Söğütözü Cad. No 3/1 06560 Y Mahalle/ANK.
Telefon No:+90312 243 1703 Belge Geçer No:+90312 243 1712
e-posta: internet adresi:

Bilgi için: Ahmet KARAKAŞ
Şube Müdürü



EK-2

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü araştırma izni belgesi:



T.C.
TARIM VE ORMAN BAKANLIĞI
Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü

GIDANI KORU
SOFRAMA SAHİP ÇIK

Sayı : E-21264211-288.04-2822936
Konu : Araştırma İzinleri (Fatih Işık)

08.10.2020

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

Gümüşhane Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi Fatih IŞIK tarafından yürütülecek olan "**Fırtına Deresi (Rize) Havzası'nda Paleoklimatolojik Araştırmalar**" başlıklı proje kapsamında araştırmacı personelin yürütmesi planlanan arazi çalışmaları ile ilgili Bilimsel Araştırma İzin Başvurusu Genel Müdürlüğümüz yetki ve sorumlulukları çerçevesinde incelenmiş olup, buna göre;

- Çalışmaların sahada bulunan flora, fauna, doğal ve kültürel değerlerin yanı sıra ekosistem bütünlüğüne de zarar vermeyecek şekilde yapılması,
- Arazi çalışması öncesinde ve arazide yapılacak her türlü çalışma ile ilgili Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili taşra teşkilatına bilgi verilmesi,
- Söz konusu çalışmaların 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında yer alan sınırlar dahilinde kalması durumunda çalışmanın süreç ve sonucu hakkında mutlak suretle ilgili Milli Park Müdürlüğüne bilgi verilmesi,
- Arazi çalışmalarının 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında yer alan sınırlar dahilinde olması durumunda bu kısımlarda çalışma yapılırken Bakanlığımız ilgili taşra teşkilatından bir mihmandar eşliğinde araziye çıkılmasının sağlanması,
- Arazi çalışmalarının yapılacağı yerin il merkezlerinde Valiliğe, ilçelerde ise Kaymakamlığa bilgi verilmesi,
- Araştırma sırasında elde edilen fotoğraf, video vb. dijital verinin kurumumuzun ayrı bir izni olmaksızın medya vb. organlarda yayımlanmaması, bilimsel maksatlar haricinde yayın yapılmaması,
- Çalışmalar kapsamında toplanacak örneklerde izin dosyasında belirtilen miktarın aşılmaması ve bu örneklerin yurtdışına çıkarılmaması,
- Araştırma ara ve sonuç raporlarının basılı ve dijital ortamda birer kopyasının Genel Müdürlüğümüze gönderilmesi,

şartıyla bahse konu çalışmaların yapılması Genel Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Hasan KANCA
Bakan a.
Genel Müdür Yardımcısı

Ek: Rapor Genel Tanım Bilgileri (3 sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu : ILXGMFYE Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/tarim-ve-orman-bakanligi-ebys>
Beştepe Mah. Alparslan Türkeş Cad. No:71 Yenimahalle/ANKARA Bilgi için:Fulya YA YCILI
Telefon: (0312) 207 50 00 Tarım ve Orman Uzmanı
KEP: tarimveormanbakanligi@hs01.kep.tr



ÖZ GEÇMİŞ

Fatih IŞIK, Trabzon/Of Şehit Ahmet Türkan Çok Programlı Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya bölümünden 09.06.2014 tarihinde mezun oldu. 2017 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans programını bitirdi. 2019 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya devam eden Fatih IŞIK orta derecede İngilizce bilmektedir. Temel araştırma alanları; Dendrokronoloji, Ekoloji, Biyocoğrafya, Jeomorfoloji, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Afetler Coğrafyası ve Klimatolojidir.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0001-9507-5651

Yayımlar:

1. Bahadır, M. & Işık, F. (2021). Şavşat Peribacalarının Artvin Jeomorfolojisi ve Jeoturizm Potansiyeli. *Kesit Akademi Dergisi (The Journal of Kesit Academy)*, 7(26), 145–160.
2. Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H. İ. & Çağlak, S. (2020). Karadere Çayı Taşkını Araklı -TRABZON . *Mavi Atlas* 8(2), 526–547.
3. Işık, F., Bahadır, M. & Zeybek, H. İ. (2019). Doğankent Harşit Çayı Havzası'nın Yukarı ve Orta Kesimlerinde Arazi Uygulamalı Çığ Duyarlılık Analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (77), 335–353.
4. Işık, F., Bahadır, M. & Uzun, A. (2019). Karaçam Deresi Havzasının Çığ Duyarlılık Analizi Trabzon/TÜRKİYE. *Doğu Coğrafya Dergisi (Eastern Geographical Review)*, 24(42), 51–66.

Kongre, Sempozyum ve Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler

1. Bağcı, H. R., Bahadır, M. & Işık, F. (2019). Gölalan Şelalesi Samsun Gölalan Waterfall Samsun. Sunuldu II. *Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi*, Gümüşhane.
2. Çağlak, S., Bahadır, M. & Işık, F. (2019). Biyoklimatik Konfor Şartlarının Yaşlı Nüfus Açısından İncelenmesi Sinop Örneği. Sunuldu *Uluslararası Afet ve Dirençlilik Kongresi*, Eskişehir.

3. Hatipoğlu, İ. K., Uzun, A., Zeybek, H. İ., Dinçer, H., Hatipoğlu, Ş. C. & Işık, F. (2018). Jeomorfositlerin Turizm potansiyeli Üzerine Bir Araştırma Sarpdere Havzası Ordu. Sunuldu *II. Uluslararası Sürdürülebilir Turizm Kongresi*, Gümüşhane.
4. Bahadır, M. & Işık, F. (2018). Perşembe Yaylasında Ordu Jeomorfositler ve Turizm Amaçlı Kullanımları. Sunuldu *Uluslararası Katılımlı Kapadokya Yer Bilimleri Sempozyumu*, Niğde.
5. Işık, F. & Bahadır, M. (2018). Karaçam Deresi Trabzon Havzasında Heyelan Risk Analizi. Sunuldu *Internationally Participated Cappadocia Geosciences Symposium*, Niğde.
6. Çağlak, S., Bahadır, M. & Işık, F. (2018). Atakum Samsun ilçesi şehir merkezinin biyoklimatik konfor şartlarının incelenmesi. Sunuldu *The 2nd International UNIDOKAP Black Sea Symposium on BIODIVERSITY*, Samsun.
7. Işık, F., Bahadır, M. & Çağlak, S. (2018). Artvin İlinde Yağışın Mekânsal Dağılışı Üzerine Bir Deneme Schreiber Formülü. Sunuldu *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin.
8. Bahadır, M. & Işık, F. (2018). Şavşat Peribacalarının Jeoturizm Potansiyeli Artvin. Sunuldu *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, Artvin.
9. Işık, F. & Bahadır, M. (2018). Karaçam Deresi Havzası nda Trabzon Toprak Erozyonu ve Geleneksel Bir Korunma Yöntemi. Sunuldu *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*, İstanbul.
10. Bahadır, M., Dinçer, H. & Işık, F. (2017). Turizmde Yaşam Döngü Modelinin Doğu Karadeniz'e Uygulanmasına Bir Örnek Uzungöl. Sunuldu *DOKAP Bölgesi Uluslararası Turizm Sempozyumu*, Trabzon.

Görev Aldığı Projeler

1. Fırtına Deresi (Rize) Havzasında Paleoklimatolojik Araştırmalar, 2020-2022, Araştırmacı, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (GÜBAP 2902: Hızlı destek Programı), Proje no: 20.F1218.02.01

