

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜRTÜN VE GAVRAZ DERELERİ ARASINDAKİ
SAHADA DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER

Bedirhan GÜRÇAY

2501190057

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. Meral AVCI

İSTANBUL – 2022

ÖZ

KÜRTÜN VE GAVRAZ DERELERİ ARASINDAKİ SAHADA DENDROKRONOLOJİK ANALİZLER BEDİRHAN GÜRÇAY

Yeryüzündeki pek çok orman, gezegenimiz tarihinin canlı birer anıtı niteliğindedir. Bu nedenle önemli ve hassas ekosistemleri meydana getirirler. Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma alanı, barındırdığı ortam çeşitliliği yanında Türkiye için flora ve fauna açısından önemi nedeniyle koruma altına alınmış önemli bir ekosisteme sahiptir. Bir yaşlandırma yöntemi olan ve fiziki coğrafya araştırmalarında da kullanılan dendrokronoloji, ağaçların yıllık halkaları ve büyüme özelliklerinden yola çıkarak doğanın dinamiklerinin anlaşılmasına çalışıldığı önemli bir bilim dalıdır. Bu nedenle Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahada öncelikle asli orman ağaçları kullanılarak Doğu Karadeniz Bölümü için mevcut veri eksikliğinin giderilmesine katkı sağlanmak ve iklime duyarlı kronolojiler elde etmek amaçlanmıştır. Oluşturulan bu kronolojiler kullanılarak; 1) iklim-yıllık halka ilişkilerinde doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme ilişkilerinin anlaşılması, 2) ilişkilerde zaman içerisinde meydana gelen değişimler ile ilişkilerin durağanlığının belirlenmesi ve 3) çalışma alanının dikkat çeken özelliklerinden olan iklim ve akım ilişkilerine ait rekonstrüksiyon denemelerinin yapılması amaçlanmıştır.

Yapılan çalışmada, çalışma alanının hâkim ağaç türü olan Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve yine önemli konifer türlerinden olan sarıçam (*Pinus sylvestris*) ağaçları örneklenmiştir. Toplamda 5 yöreden yaklaşık 70 ağaçtan alınan artım kalemi örnekleri, enine yüzeyleri zımparalandıktan sonra, LINTAB-TSAP Ölçüm Sisteminde ölçülerek eksik ve/veya yalancı halka problemleri giderilmiştir. Daha sonra her bir yıllık halka zaman serisi Biweight Robust ortalama yöntemi ile standardize edilmiş ve otokorelasyondan arındırılmıştır. Sonuç olarak, her bir yöreye ait residual kronolojiler elde edilmiştir. Oluşturulan kronolojiler iklimde meydana gelen değişimlerin geçmişten günümüze bitki örtüsü ve diğer fiziki ortam özelliklerine olan etkisini anlamak için yıllık halka büyüme özellikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma alanında ayrıca dendrokronolojinin geniş kapsamı sayesinde sadece iklim özellikleri değil, yeryüzüne indikten sonra kanallı olan suyun hareketini temsil eden akımlar üzerinden de yıllık halka büyüme ilişkilerini belirlemek için birtakım analizler yapılmıştır. Yöre kronolojileri ile belirtilen fiziki coğrafya faktörleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde korelasyon katsayıları, ilişkilerin zamana bağlı değişimlerinin incelenmesinde hareketli

korelasyon fonksiyonu ve iklimin ağaçlar üzerinde doğrusal olmayan ilişkilerini ortaya koymada GAMM gibi yöntemler kullanılmıştır.

Yapılan tüm bu çeşitli analizlerin sonuçlarına göre; (1) çalışma alanında en uzun yöre kronolojisi 304 yıl ile Örümcek Ormanı (ORU) yöresinde doğu ladini türü için elde edilmiştir. En kısa yöre kronoloji ise 206 yıl ile Bakacak Tepe (BAK) yöresinden sarıçam türü için oluşturulmuştur. (2) Farklı türlerle oluşturulan yöre kronolojileri ile iklim verileri arasındaki korelasyon katsayı değerleri, çalışma alanında benzer yetiştirme ortamında bulunan türlerin iklime ortak tepkiler verdiğini göstermiştir. Bu değerlere göre çalışma alanında kış sonu erken ilkbahar dönemi sıcaklıkları ve Mayıs yağışlarının ağaç halkası gelişimi üzerinde önemli ve olumlu etkileri olduğu görülmektedir. (3) Türlerin yıllık halka gelişimleri üzerinde etkili olan iklim faktörlerinin zamana bağlı ilişkilerinin ve durağanlığının test edildiği hareketli korelasyon fonksiyonu analizlerinde; Büyüme ilişkilerinin değerlendirilen zaman aralığında (1930 – 2020) değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma alanında benzer iklim özellikleri altında türlerin büyüme ilişkilerinde de farklılıklar bulunmaktadır. Buna göre Sarıçam ağaçları üzerinde yağışın sıcaklığa göre daha kararlı ilişkiler gösterdiği, buna karşın Doğu ladini ağaçlarında ise sıcaklığın yağışa göre daha kararlı ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir. (4) İklim faktörleri ve yıllık halka gelişimleri arasında doğrusal olmayan büyüme ilişkilerinin incelendiği GAMM analizinde; sıcaklık koşulları açısından Ocak – Nisan aylarına ait dönemde 2°C – 4°C ortalama sıcaklıkların sarıçam ve ladin ağaçlarının yıllık halka gelişimlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Yağış koşulları açısından ise Mayıs – Haziran aylarına ait dönemde sarıçam ağaçları için yaklaşık 130 – 175 mm, Doğu ladini ağaçları için ise yaklaşık 140 – 185 mm arasındaki toplam yağışların, türlerin yıllık halka gelişimlerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. (5) Çalışma alanında değişen iklim koşullarının hem alandan elde edilen türler üzerinde hem de akım değerleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Özellikle iklimde yaşanan dönemlik eğilimler ve iklim faktörlerinin alanda karmaşık etkileri; zaman içerisinde yıllık halka-iklim büyüme ilişkilerinde önemli tutarsızlıklara yol açmıştır. Bu nedenle alanda iklim ve akım rekonstrüksiyonları denemelerinde istenilen sonuçlara ulaşılamamıştır. Ayrıca Doğu Karadeniz Bölümü için akım değerleri üzerinde doğal süreçlerin yanında insan etkisinin de giderek kuvvetlenen olumsuz etkisi hem değerlere (akım vb.) hem yıllık halka ilişkilerine yansıtılabilmektedir. Yapılan bu gibi çalışmalar, Doğu Karadeniz Bölümünde topografik yapıya bağlı olarak ortam şartlarında karmaşık ilişkilerin görüldüğü alanlarda iklim değişikliği etkilerinin anlaşılmasına bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dendrokronoloji, Dendroklimatoloji, Dendrohidrografiya, İklim değişikliği, Orman ekosistemi, Kürtün Örümcek Ormanı.

ABSTRACT

DENDROCHRONOLOGICAL ANALYZES IN THE FIELD BETWEEN KÜRTÜN AND GAVRAZ CREEKS BEDİRHAN GÜRÇAY

Many forests on Earth are living monuments that witness to the history of our planet, therefore, are important and sensitive ecosystem. The study area, located in the Eastern Black Sea Region between Kürtün and Gavraz Creeks and an important ecosystem that is under protection due to its importance in terms of flora and fauna for Turkey, as well as the diversity of the environment it hosts. Dendrochronology, the study of dating the tree rings and also used in physical geography studies, is an important branch of science that aims to understand the dynamics of annual rings and growth characteristics of trees. For this reason, I aimed to contribute to the elimination of the existing data gap for the Eastern Black Sea Region using primary forest trees and to obtain climate sensitive chronologies. Using these chronologies, it is aimed to 1) understand the linear and nonlinear climate-growth relationships, 2) determine the stability of these relationships over time, and 3) develop climate and streamflow reconstruction.

Oriental spruce or Caucasian spruce (*Picea orientalis*), is the dominant tree species of the study area, and Scots pine (*Pinus sylvestris*), is also one of the important conifer species, were sampled for this study. The core samples were collected in total of 70 trees from five sites. The samples were sanded and measured in the LINTAB-TSAP Measurement System and the missing and/or false rings were eliminated. The time series for each annual ring was then standardised with Biweight Robust Mean method and lastly the residual chronologies of each site was calculated. The calculated chronologies were analysed using annual ring growth characteristics to understand the effect of changes in climate on vegetation and other physical environment characteristics from past to present. In the study area, some analyses were also carried out to determine the annual ring growth relations, not only on the climatic features, but also on the currents that represents the movement of water that is channelled after landing on the earth. The bootstrap correlation coefficients were calculated to determine the relationships between the regional chronologies and the physical geographic factors, and the moving correlation function were used to examine the time-dependent changes of the relationships, and GAMM was used to reveal the nonlinear relationships of the climate on the trees.

According to the results of all these various analyses; (1) The longest site-level chronology (304 year-long) in the study area was obtained for the Oriental spruce species in the Örümcck Forest (ORU) site. The shortest site-level chronology (206 year-long) was obtained for the Scots pine species from the Bakacak Tepe (BAK) site. (2) The correlation coefficient values between the site-level chronologies with different species and the climate data showed that the species in the similar habitat in the study area have common responses to the climate. According to these values, the late winter and early spring temperatures and May precipitation have significant and positive effects on the radial growth in the study area. (3) In the moving correlation analyses, which the temporal relationships and stationarity of the climatic factors that affect the radial growth, the relationships vary in the time interval (1930 – 2020). There are also differences in the growth relationships under similar climatic conditions in the study area. Accordingly, it was determined that precipitation showed more stable relations than temperature on Scotch pine trees, whereas temperature showed more stable relations with precipitation in Eastern spruce trees. (4) In the GAMM analysis, nonlinear growth relationships are examined between climatic factors and radial growth, it was determined that 2 °C – 4 °C mean temperature in the January – April period positively affected the radial growth of Scots pine and spruce trees. On the other hand, the total May – June precipitation (130 – 175 mm for Scots pine; 140 – 185 mm for Oriental spruce) positively affects the radial growth. (5) The changing climatic conditions in the study area were effective both on the species and the streamflow. Especially, the seasonal trends in climate and the complex effects of climatic factors on the study area led to significant inconsistencies in tree ring - climate growth relationships. For this reason, climatic variability found to be a major obstacle in determining backward relationships in climate and streamflow reconstruction experiments in this study area. In addition, the negative effect of natural processes on the streamflow for the Eastern Black Sea region as well as the increasing human impact can be observed both on the streamflow and the tree rings. Such studies will contribute to the understanding of the effects of climate change in areas where complex relationships are observed in environmental conditions depending on the topographic structure in the Eastern Black Sea region.

Keywords: Dendrochronolgy, Dendroclimatology, Dendrohydrology, Climate change, Forest ecosystem, Kürtün Örümcck Forest.

ÖNSÖZ

“Kürtün ve Gavraz Dereleri Arasındaki Sahada Dendrokronolojik Analizler” adlı bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı Programında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahanın barındırdığı doğal orman yapısı özelliklerinin, dendrokronolojik yöntemler kullanılarak bu doğal yapıya ait dinamiklerin anlaşılmasına katkı sağlamaktır.

Bu çalışma konusunun belirlenmesinde ve akademik gelişim sürecinde kendimi keşfetmemde bana kılavuz olan, beni yönlendiren, destek, düşünce ve önerilerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman Hocam Prof. Dr. Meral AVCI’ya teşekkürlerimi bir borç bilirim. Çalışma süresince yardımlarından, bilgi ve önerilerinden faydalandığım değerli Hocam Prof. Dr. Sedat AVCI’ya teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimime başladığım dönemde kendisini tanıma fırsatı bulduğum, dendrokronoloji yöntemi de dahil olmak üzere birçok konuda eğitimler aldığım, çalışmamın her aşamasında değerli fikir, katkı ve ilgisini eksik etmeyen sayın Hocam Prof. Dr. Nesibe KÖSE’ye teşekkür ederim.

Bu çalışmaya ait tüm ölçüm ve çeşitli laboratuvar işlemleri, İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı’nda yapılmıştır. Burada bilgi, tecrübe ve misafirperverlikleri ile göstermiş oldukları her türlü destek ve yardımlarından dolayı sayın Hocalarım Prof. Dr. Ünal AKKEMİK ve Dr. Öğr. Üyesi H. Tuncay GÜNER Hocalarıma teşekkür ederim. Bu yüksek lisans tezinin her türlü istatistiksel analizleri ve görselleştirilmelerin yapılmasında kullandığım programın öğrenimi ve kullanımı sırasında yardımlarından faydalandığım sayın Hocam Prof. Dr. Nüzhet DALFES’e teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmanın çeşitli süreçlerinde benden katkı ve desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Fatih IŞIK, Furkan KARABACAK, Evrim A. ŞAHAN, Sena GENÇ, Hakan ÇELİK’e ve isimlerini sayamadığım daha pek çok kişiye ayrıca teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarında bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü ile Torul Orman İşletme şefliği şefleri ve Gümüşhane Doğa Koruma ve Milli Parklar yetkililerine yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak; tüm yaşamım ve eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak benim hep yanımda olan, desteklerini her zaman hissettiğim ve benim için büyük fedakarlıklarda bulunan ailem; annem Fatma GÜRÇAY, babam Kazım GÜRÇAY'a ve ailem olmuş dostlarıma sonsuz teşekkürler.

BEDİRHAN GÜRÇAY

İSTANBUL, 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
FOTOĞRAF LİSTESİ	xvi
KISALTMALAR LİSTESİ	xvii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANININ İKLİM ÖZELLİKLERİ

1.1.Sıcaklık	67
1.1.1. Günlük Sıcaklıkların (Ortalama) Dağılışı	67
1.1.2. Aylık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı.....	69
1.1.3. Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı	73
1.1.4. Sıcaklık Frekansları.....	76
1.2. Yağış	81
1.2.1. Yağışın Yıllık Dağılışı	82
1.2.2. Yağışın Mevsimlik dağılışı	86
1.2.3. Yağışın Aylık Dağılışı	88
1.2.4. Yağışın Günlük Dağılışı.....	93
1.3.Rüzgâr Özellikleri.....	101
1.4.Çalışma Alanının İklim Sınıflandırmalarındaki Yeri	106

İKİNCİ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANINDA DENDROKRONOLOJİK VE DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR

2.1. Dendrokronolojik Bulgular.....	118
2.1.1. Örümcek Ormanı ORU Yöre Kronolojisi	120
2.1.2. Çıkrıkdüzü Yaylası CIK Yöre Krononolojisi	124
2.1.3. Gavraz Deresi GAV Yöre Krononolojisi	128
2.1.4. Bakacak Tepe BAK Yöre Kronolojisi	132
2.1.5. Şadi Yaylası SAD Yöre Kronolojisi	137

2.2.Dendroklimatolojik Bulgular.....	141
2.2.1. Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri.....	141
2.2.2. Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi 151	
2.2.3. Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkiler.....	160
2.2.4. Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyon Bulguları	165

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇALIŞMA ALANINDA DENDROHİDROGRAFYA ARAŞTIRMALARI

SONUÇ	193
Dendrokronolojik Sonuçlar.....	193
Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerine Ait Sonuçlar.....	197
Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimine Ait Sonuçlar	204
Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkilere Ait Sonuçlar.....	208
Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyon Denemelerine Ait Sonuçlar	210
Dendrohidrografia Araştırmaları ve Yıllık Halka Büyüme Özelliklerine Ait Sonuçlar..	212
KAYNAKÇA	217

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 : Örnek alınan yöreler, özellikleri ve örnek sayıları.	12
Tablo 2 : Çalışma alanında jeolojik dönemlere ait birimlerin alansal ve oransal dağılımları.	29
Tablo 3 : Çalışma alanı yükselti basamaklarının alansal ve oransal dağılımı.	34
Tablo 4 : Çalışma alanında eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.	38
Tablo 5 : Çalışma alanında bakı yönlerinin alansal ve oransal dağılımı.	40
Tablo 6 : Çalışma alanına ait büyük toprak grupları sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.	48
Tablo 1.1 : Çalışma alanı ve çevresine ait MGM istasyon bilgileri.	65
Tablo 1.2 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık sıcaklık değerleri (°C).	71
Tablo 1.3 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait kritik ve optimum sıcaklıkların frekansları.	78
Tablo 1.4 : Giresun istasyonunda günlük ölçümlere göre (7.00, 14.00 ve 21.00) sıcaklık frekansları (1965-2020).	79
Tablo 1.5 : Gümüşhane istasyonunda günlük ölçümlere göre (7.00, 14.00 ve 21.00) sıcaklık frekansları (1965-2020).	79
Tablo 1.6 : Çalışma alanı ve çevresinde aylık ve yıllık ortalama donlu gün sayıları.	80
Tablo 1.7 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait aylık 83	
Tablo 1.8. Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait sağanak yağışlı günlerin frekansları ve oranları.	94
Tablo 1.9. Giresun istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.	95
Tablo 1.10. Gümüşhane istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.	95
Tablo 1.11: De Martonne ait 1923 Kuraklık indisi değerleri ve iklim sınıflandırması.	107
Tablo 1.12 : De Martonne ve Gottmann'a ait 1942 yıllık kuraklık indisi değerleri ve iklim sınıflandırması.	107
Tablo 1.13 : de Martonne formülüne göre çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlarda aylık ve yıllık kuraklık indisi değerleri.	108
Tablo 1.14. Erinç yağış etkinlik indisi ve iklim sınıflandırması.	109
Tablo 1.15 : Erinç formülüne göre çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlarda aylık ve yıllık kuraklık indisi değerleri.	111
Tablo 1.16 : Giresun istasyonu su bilançosu tablosu.	113
Tablo 1.17 : Gümüşhane istasyonu su bilançosu tablosu.	114
Tablo 2.1 : ORU yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).	122
Tablo 2.2 : ORU yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.	123

Tablo 2.3 : CIK yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).	126
Tablo 2.4 : CIK yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	126
Tablo 2.5 : GAV yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).	130
Tablo 2.6 : GAV yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	131
Tablo 2.7 : BAK yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).	135
Tablo 2.8 : BAK yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	135
Tablo 2.9 : SAD yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).	139
Tablo 2.10 : SAD yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.....	139
Tablo 2.11: Sarıçama ait GAMM istatistik sonuçları.	161
Tablo 2.12 : Doğu ladinine ait GAMM istatistik sonuçları.	163
Tablo 2.13 : Kürtün Elciğez istasyonuna ait aylık sıcaklık ve yağış değerleri (2017-2020 yıllarına ait ortalamalar).	164
Tablo 2.14. CRU grid iklim verisi kullanılarak (1930-2020) yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.	168
Tablo 2.15. Gümüşhane MGM verisi kullanılarak (1965-2020) yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.	168
Tablo 2.16. CRU grid iklim verisi (1930-1988) kullanılarak yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.	170
Tablo 3.1 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan AGİ bilgileri.	173
Tablo 3.2 : Çalışma alanında yer alan AGİ'lerin gözlem yıllıklarına ait özellikler (0= akım verisi eksik, 1= akım verisi mevcut, 2= akım verisi ortalama değerleri mevcut, N= akım gözlem yıllığı eksik).	174
Tablo 3.3 : 1965-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.....	176
Tablo 3.4 : 1951-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.....	181
Tablo 3.5 : 1965-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.....	184
Tablo 4.1 : Yöre kronolojilerine ait özellikler ve istatistikler.	193

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Çalışma alanı lokasyon haritası.	5
Şekil 2 : Çalışma alanının jeoloji haritası.	31
Şekil 3 : Doğu Karadeniz Bölümü suları haritası ve Harşit Çayı'nın konumu.	33
Şekil 4 : Çalışma alanı yükselti basamakları haritası.	35
Şekil 5 : Çalışma alanında yer alan önemli akarsuların boyuna profilleri.	37
Şekil 6 : Çalışma alanı eğim özellikleri haritası.	39
Şekil 7 : Çalışma alanı bakı özellikleri haritası.	41
Şekil 8 : Çalışma alanında yer alan akarsu alt havzalarının alansal ve oransal dağılımı.	43
Şekil 9 : Kürtün Deresi (kesintisiz dönem için) aylık ortalama akımı, çeyrekler arası aralığı ve aykırı akım değerlerini gösteren kutu grafik.	44
Şekil 10 : Çalışma alanı alt akarsu havza sınırları haritası.	46
Şekil 11 : Çalışma alanı toprak haritası.	51
Şekil 12 : Çalışma alanı bitki örtüsü haritası.	62
Şekil 1.1: Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonları haritası.	65
Şekil 1.2 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait günlük ortalama sıcaklıkların yıl içerisindeki seyri.	68
Şekil 1.3 : Giresun istasyonuna ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.	72
Şekil 1.4 : Gümüşhane istasyonu aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilim.	72
Şekil 1.5 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların uzun yıllık eğilimi.	74
Şekil 1.6 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların uzun yıllık eğilimi (doğrusal ve polinom ortalamaları).	75
Şekil 1.7 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarında yıllık ortalama sıcaklıkların 1990 sonrası dönemde artış eğilimleri.	76
Şekil 1.8 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık yağışların uzun yıllık eğilimi. ..	85
Şekil 1.9 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık yağışların uzun yıllık eğilimi (doğrusal ve polinom ortalamaları).	85
Şekil 1.10 : Giresun, Gümüşhane, Elciğez ve Arpacık istasyonlarında yağışın mevsimlere göre dağılışı.	87
Şekil 1.11. Giresun istasyonuna ait aylık yağış grafiği.	89
Şekil 1.12. Gümüşhane istasyonuna ait aylık yağış grafiği.	89
Şekil 1.13 . Kürtün Elciğez istasyonuna ait aylık yağış grafiği.	90
Şekil 1.14. Giresun istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.	92
Şekil 1.15. Gümüşhane istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.	92
Şekil 1.16 : Gümüşhane istasyonuna ait sağanak yağışlı günler (1965-2020).	97
Şekil 1.17 : Giresun istasyonuna ait sağanak yağışlı günler (1965-2020).	98

Şekil 1.18 : Giresun sağanak yağışlı günler (1965-2020).....	99
Şekil 1.19 : Giresun sağanak yağışlı günler (1965-2020).....	100
Şekil 1.20 : Giresun, Gümüşhane, Doğankent ve Kürtün'ün Rubinstein yöntemine göre yıllık hakim rüzgar yön ve frekans grafikleri.....	103
Şekil 1.21 : Giresun, Gümüşhane, Doğankent ve Kürtün'ün Rubinstein yöntemine göre mevsimlik hakim rüzgar yön ve frekans grafikleri (siyah oklar birinci dereceden hakim rüzgar yönünü, kırmızı oklar ikinci dereceden hakim rüzgar yönünü ifade etmektedir).	104
Şekil 1.22 : Giresun istasyonu su bilançosu grafiği.	113
Şekil 1.23 : Gümüşhane istasyonu su bilançosu grafiği.....	114
Şekil 2.1: Çalışma alanı örnek alım yerleri haritası.	119
Şekil 2.2 : ORU yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.....	121
Şekil 2.3 : ORU yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.....	122
Şekil 2.4 : ORU yöresi ortalama kronolojisi ile ORU11C kalemine ait zaman korelasyon değerleri.	123
Şekil 2.5 : Örümcek Ormanı, ORU (1400-1600) yöre kronolojisi.	124
Şekil 2.6 : CIK yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.....	125
Şekil 2.7 : CIK yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.	125
Şekil 2.8 : CIK yöresi ortalama kronolojisi ile CIK07B kalemine ait korelasyon değerleri.....	127
Şekil 2.9 : Çıkrıküzü Yaylası, CIK (1700-1800) yöre kronolojisi.....	127
Şekil 2.10 : GAV yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.....	129
Şekil 2.11 : GAV yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.	130
Şekil 2.12 : GAV yöresi ortalama kronolojisi ile GAV12B kalemine ait korelasyon değerleri.	131
Şekil 2.13 : Gavraz Deresi, GAV (1800-1900) yöre kronolojisi.	132
Şekil 2.14 : BAK yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.	133
Şekil 2.15 : BAK yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.....	134
Şekil 2.16 : BAK yöresi ortalama kronolojisi ile BAK02A kalemine ait korelasyon değerleri.	136
Şekil 2.17 : Bakacak Tepe, BAK (1800-1850) yöre kronolojisi.....	136
Şekil 2.18 : SAD yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.....	137
Şekil 2.19 : SAD yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.	138
Şekil 2.20 : SAD yöresi ortalama kronolojisi ile SAD11A kalemine ait korelasyon değerleri.	140
Şekil 2.21 : Şadi Yaylası, SAD (1850-1900) yöre kronolojisi.....	140
Şekil 2.22 : Yıllık halka genişlikleri ve iklim veri setleri arasındaki korelasyon katsayısı yöntemi sonuçları. (Görselde kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait veriler 1965-2020, CRU TS 4.05 grid iklim verisi 1930-2020 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır).	143

Şekil 2.23 : ORU yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).	145
Şekil 2.24 : CIK yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).	146
Şekil 2.25 : GAV yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).	148
Şekil 2.26 : BAK yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).	149
Şekil 2.27 : SAD yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).	150
Şekil 2.28 : ORU yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	152
Şekil 2.29 : CIK yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).	154
Şekil 2.30 : GAV yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder)..	156
Şekil 2.31 : BAK yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder)..	157
Şekil 2.32 : SAD yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder)..	159
Şekil 2.33 : Sarıçama ait GAMM çıktısı (gri tonlar % 95 güven aralığını gösterir, R^2 değeri ise 0,77'dir).	161
Şekil 2.34 : Doğu ladinine ait GAMM çıktısı (gri tonlar % 95 güven aralığını gösterir, R^2 değeri ise 0,62'dir).	163
Şekil 2.35 : Tüm yörelerin CRU grid iklim verisine (1930-2020) ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.....	166
Şekil 2.36 : Tüm yörelerin Giresun (1940-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.....	166
Şekil 2.37 : Tüm yörelerin Giresun (1965-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.....	167
Şekil 2.38 : Tüm yörelerin Gümüşhane (1965-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.....	167

Şekil 2.39. Tüm yörelerin CRU grid iklim verisine (1930-1988) ait sıcaklık ve yağış değişkenlerine göstermiş olduğu korelasyon değerleri.	169
Şekil 2.40. Rekonstrüksiyon için belirlenen aylara ait yöre kronolojilerinden elde edilen PC1 arasındaki hareketli korelasyon analizi sonuçları (PC1 en yüksek varyans değerini açıkladığı için kullanılmıştır).	171
Şekil 3.1 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan AGİ istasyonları haritası.....	173
Şekil 3.2 : Yörelere ait yıllık halka genişlikleri-akım değerleri için hesaplanan korelasyon katsayısı sonuçları.	177
Şekil 3.3 : Kürtün ve Kanlıpelit akarsu gözlem istasyonlarının ortak dönemde yıllık toplam akımlar açısından göstermiş oldukları eğilim özellikleri.	179
Şekil 3.4 : Kürtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait 1965-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.	180
Şekil 3.5 : Kürtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait 1951-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları (Kürtün AGİ için eksik akım verilerinin tamamlanması sonucu ortaya çıkan ilişkiler).....	180
Şekil 3.6 : Kürtün AGİ'ye ait uzun dönemli (1951-1988 / 1943-1988) aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.	182
Şekil 3.7 : Kürtün AGİ'ye ait aylık ortalama akım değerleri ile sadece çalışma alanından elde edilen yöre kronolojilerine ait aylık yıllık halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları (tüm dönemler).....	182
Şekil 3.8 : Kürtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait kısa ve uzun dönemli aylık minimum ve maksimum akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.	183
Şekil 3.9 : Kürtün AGİ'ye ait kısa dönemli (1965-1988) aylık ortalama, minimum ve maksimum akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.	185
Şekil 3.10 : Kürtün-Eymür AGİ'lerine ait aylık ortalama akım değerleri ile yöre kronolojilerine ait yıllık halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları.	187
Şekil 3.11 : Analizlerde kullanılan Kürtün, Kanlıpelit ve Eymür AGİ istasyonlarının uzun yıllık akım değerlerinin eğilimleri.....	189
Şekil 3.12 : Kürtün ve Eymür AGİ istasyonlarının ortak dönemde istatistiksel ilişkileri (istasyonlara ait aylık akım rejimleri, iki istasyona ait akım değerlerinin uzun yıllık eğilimi ve aylık akım değerleri arasındaki korelasyon değerleri).....	189
Şekil 3.13 : Eymür AGİ'ye ait yıllık toplam akım değerleri ile tez kapsamında kullanılan iklim verilerine ait yıllık toplam yağış değerleri eğilimlerin karşılaştırılması (Trabzon istasyonu da karşılaştırmalar için dahil edilmiştir).....	190
Şekil 3.14 : Eymür AGİ'ye ait yıllık ortalama akım değerleri ile tez kapsamında kullanılan iklim verilerine ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması (Trabzon istasyonu da karşılaştırmalar için dahil edilmiştir)	191
Şekil 4.1 : Çalışma alanından elde edilen yöre kronolojileri.	194
Şekil 4.2 : Çalışma alanından elde edilen yörelere ait korelasyon değerleri.....	196

FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 1: Çalışma alanında örneklerin artım burgusuyla alınması (A), örneklerin kâğıt taşıyıcılara yerleştirilmesi (B), arazi defterine notların kaydedilmesi (C).	11
Fotoğraf 2: Artım kalemi örneklerin ahşap taşıyıcılara yerleştirilmesi (A, B), örneklerin zımparalanması (C, D), örneklerin seksiyonlarına ayrılması (E, F, G) ve ölçüme hazır hale getirilmesi işlemleri.	14
Fotoğraf 3 : Ölçümlerin yapıldığı LINTAB-TSAP sistemi (Url-2, 2022).	15

KISALTMALAR LİSTESİ

AGİ	: Akarsu Gözlem İstasyonu
BAK	: Bakacak Tepe Yöre Kronolojisi Kodu
CIK	: Çıkrık düzü Yaylası Yöre Kronolojisi Kodu
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
E	: Doğu
EUY	: Eğrilerin uyum yüzdesi
GAV	: Gavraz Deresi Yöre Kronolojisi Kodu
GAMM	: Genelleştirilmiş Karma Katkılı Model
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
km	: Kilometre
km²	: Kilometre kare
m	: Metre
m/s	: Metre/saniye
m³/sn	: Metreküp/saniye
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mm	: Milimetre
MTA	: Maden Tetkik Arama
N	: Kuzey
NE	: Kuzeydoğu
NW	: Kuzeybatı
°C	: Santigrat derece
OMGİ	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
ORU	: Örümcek Ormanı Yöre Kronolojisi Kodu
ort.	: Ortalama
PE	: Potansiyel Evapotranspirasyon
PCA	: Temel Bileşen Analizi
S	: Güney
SE	: Güneydoğu
SW	: Güneybatı
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
W	: Batı

GİRİŞ

Küresel ölçekte meydana gelen değişimler, biyotik ve abiyotik tüm unsurlar üzerinde etkiye sahiptir. İklim bu değişimlerin izlenebildiğini önemli bir değişkendir. İklimdeki değişiklikler insan faaliyetlerini etkilediği gibi, faaliyetlerinden de etkilenmektedir. İklim değişiminin tahmini, çeşitli modeller ve buna bağlı senaryolar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Söz konusu senaryolar, artan insan faaliyetleri de göz önünde bulundurulduğunda orman ekosisteminin etkilenme boyutunu açıkça ortaya koymaktadır.

Orman ekosistemi, sadece ağaçlardan oluşmaz. Ağaçlarla birlikte ev sahipliği yaptığı floraya ait diğer türler, fauna ve toprak, hava, su gibi ekosfere ait diğer büyük sistemlerin kesişim noktasında olması nedeniyle daha karmaşık bir yapıya işaret ettiği açıktır (Çepel, 1978, s. 4). Orman ekosisteminin de dahil olduğu doğa, insanoğlu için her zaman büyük bir esin kaynağı olmuştur. İnsanın doğayı gözlemleyerek yüzyıllardır elde ettiği bilgi birikimi ve tecrübesi günümüzde artan teknoloji imkânları ile oldukça ileri seviyelere taşınmıştır. Ancak doğadaki her şeyin birbiri ile olan karmaşık ilişki ve bağlantıları bazı durumlarda bu bilgi birikimini yetersiz bırakabilmektedir. Bu gibi durumlarda ise insanın doğayı anlamada yine doğayı kullandığı görülmektedir. İnsanların doğa ile kurduğu ilişkilerde bitkiler dünyasının rolü bu nedenle büyüktür.

Bitkiler dünyasında her canlı büyüme ve gelişim süreçleri sırasında hem biyolojik hem de çevresel faktörlerin birtakım etkileri altındadır (Çepel, 1978, s. 1; Erinç, 1977, ss. 7-8; 1984b, ss. 19-20). Uzun bir yaşam ve odunsu bir karaktere sahip bitkiler olarak ağaçlar söz konusu olduğunda durum daha da farklıdır (Avcı, 2007a; b; 2012) . Yaşamları boyunca büyük ölçüde sabit bir ortamda gelişimlerini sürdüren bu canlıların (Dönmez, 1985, s. 3) ortam ile olan temasları, enerji akışı ve madde döngülerindeki yeri her zaman önemli olmuştur. Hatta ortamda yaşanan tüm bu etkileşimleri bünyelerinde kaydettikleri için çoğu zaman “doğal kayıt cihazı” görevi görmektedirler (Akkemik, 2019, s. 70). Ağaçların benzer yetiştirme ortamlarında aynı değişkenlere benzer tepkiler göstermesi, yapılacak eşleştirme sonucunda daha uzun dönemlere ait verinin oluşturulabilmesi için de mümkündür (Akkemik, 2004, s. 12; Fritts, 1976, ss. 2-4).

Ağaçların mekânda yaşanan değişimleri zaman boyutuyla da göstermesinin yarattığı bakış açısı ve katkı, bir yaşlandırma yöntemi olarak ağaçların yıllık halka genişliklerinin yorumlanmasına dayalı “Dendrokronoloji”nin paleocoğrafya çalışmalarındaki önemine işaret etmektedir (Avcı, 2007a). Köken olarak bakıldığında Eski Yunanca’da, “Dendro” odun,”Chronos” tarih ve “Logos” bilim anlamına gelmektedir (Fritts, 1976, s. 2). Ağaçların yıllık halkaları kullanılarak yapılan dendrokronolojik analizler, geçmiş dönemlerin koşullarını anlamada, bizlere kesine yakın tarihler vermektedir (Köse, 2007, s. 1). Bu özelliği nedeniyle ağaç veya ağaç kalıntılarının olduğu alanlarda, dendrojeomorfoloji (Yaman, 2017), dendroglasyoloji (Reynhout v.d., 2022; Wenwen v.d., 2015), dendrohidrografya (Balybina, 2018; Meko v.d., 2022), dendroekoloji (Manzanedo ve Pederson, 2019; Šamonil v.d., 2018), dendroentokronoloji (Büntgen v.d., 2020), dendroarkeoloji (Towner, 2022) gibi çok farklı çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Akkemik, 2004; Avcı, 2007a; Fritts, 1976). Bu özellikleri nedeniyle dendrokronoloji, iklimden yeryüzü süreçlerine kadar geniş yelpazede meydana gelen doğal olayların anlaşılmasında oldukça tercih edilen bir yöntemdir (Akkemik, 2004; Avcı, 2007b, s. 116; Baillie ve Brown, 2005, s. 75).

Türkiye konumu, sahip olduğu doğal ve kültürel özellikleri ile dünyanın önemli alanları arasında yer almaktadır (Avcı, 1993, s. 226; Şenkul, 2014, s. 7). Bu durum birçok araştırmacının Anadolu’nun farklı yerlerinde çeşitli çalışmalar yapmalarına zemin hazırlamıştır. Türkiye’de dendrokronoloji alanında da yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır (Akkemik v.d., 2008; Ergül Bozkurt v.d., 2021; Genç ve Güner, 2022; Köse, 2007; 2012; Köse ve Güner, 2012; Köse v.d., 2017; Touchan v.d., 2007; Yaman, 2017). Yapılan çalışmalar Türkiye’nin farklı özelliklere sahip yörelerindeki koşulların ortaya konulmasına önemli katkı sağlamaktadır. Bu açıdan ele alındığında Karadeniz Bölgesi’nin özellikle Doğu Karadeniz Bölümü’nün Türkiye’nin diğer alanlarından ayrıldığı görülür. Karadeniz Bölgesi’nin Doğu Karadeniz Bölümü iklim ve topografya değişkenlerinin birbirleri ile olan karmaşık ilişkileri nedeniyle bu sahaya özgü bir ekosistem oluşturmuştur. Doğu Karadeniz Bölümü’ndeki dağlık alanlar ile uzantısındaki Kafkaslardaki pek çok orman; önemli ve hassas ekosistem dengeleri nedeniyle Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) tarafından korunması öncelikli 200 ekolojik bölgenin arasında yer almaktadır (Olson ve Dinerstein, 1998, s. 504). Doğu

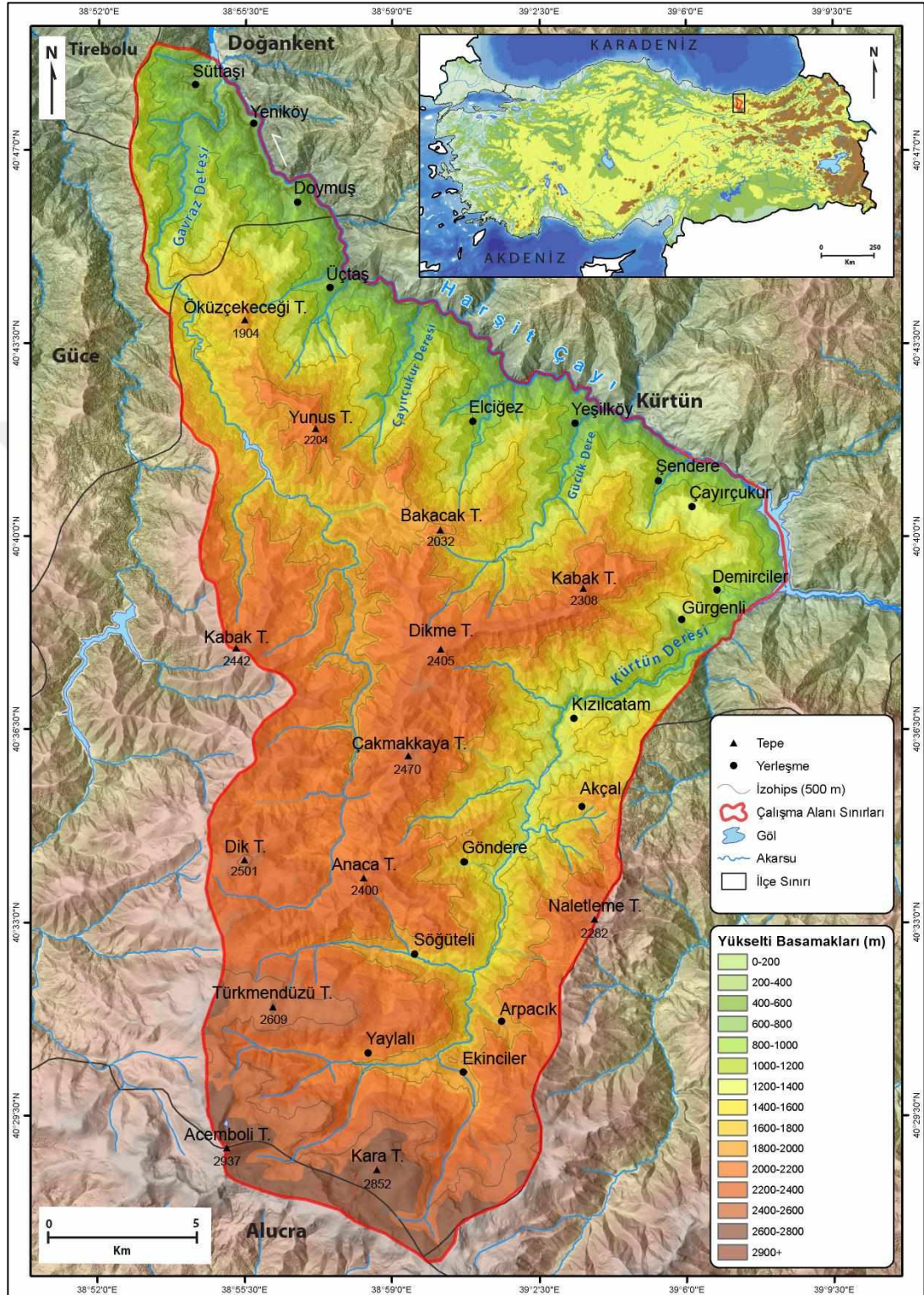
Karadeniz Bölümü ormanları içerisinde yer alan Örümcek Ormanı Tabiat Koruma Alanı ve çevresi, tüm zenginliğine rağmen, dendrokronoloji alanında yapılan çalışmaların sayısının az oluşu ile dikkati çeker.

Türkiye’de Cumhuriyet öncesi dönemde aletsel verilere bağlı meteorolojik kayıtlara ait çeşitli örnekler olmakla birlikte (Erinç ve Bener, 1961, s. 100) esas 1926 yılından itibaren farklı kuruluşlarca düzenli kayıtlar tutulmaya başlanmış, 1937’den itibaren de tek bir yönetim altında birleştirilmiştir (Göymen, 1943, ss. 381-396). Günümüze doğru meteoroloji istasyonları sayıca artarken, rasat yaptıkları değişkenler ve veri toplama yöntemleri de değişmiştir. Söz konusu verinin nispeten kısa bir zaman dilimine ait olması, değişimin ortaya konulmasında yetersiz olabilmektedir. Yetersizliğin giderilmesinde, bu alanda meydana gelen değişimlerin anlaşılması, ortama olan etkilerinin belirlenmesi ve gelecekte meydana gelebilecek değişimleri anlama açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, tez kapsamında yapılan çalışmalarda dendrokronolojik yöntemler kullanılarak Kürtün-Gavraz Dereleri (Gümüşhane) arasında kalan sahanın asli türleri esas alınarak yıllık halka kronolojileri üretilmiştir. Elde edilen bu kronolojiler, sahanın iklim faktörleri altında şekillen (bitki örtüsü, akım değerleri vb.) özelliklerinin geçirdiği uzun dönemli değişimlerin birer kaydı niteliğindedir.

Çalışma Alanının Yeri ve Sınırları

Kürtün ve Gavraz Dereleri arasında yer alan çalışma alanı, Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü içerisinde yer alır. Bu alan Gavraz Deresinin Harşit Çayı'na bağlandığı sınırlar dışında genel olarak Gümüşhane ili, Kürtün ilçesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Çalışma alanının tüm kuzey sınırını Doğu Karadeniz Bölümü'nün önemli akarsularından biri olan ve kaynağını Gümüşhane ve Trabzon dağlarından alan Harşit Çayı oluşturmaktadır. Alanın geri kalan sınırını ise yine bu akarsuyun kolu olan Gavraz (bazı kaynaklarda Kavraz olarak geçmektedir) ve Kürtün Derelerinin su bölümü çizgileri oluşturur (Şekil 1). Yukarıda belirtilen sınırlar alanın doğal sınırları olup çalışma alanı Kürtün ilçesi haricinde, kuzeyde Doğankent, batıda Güce ve güneyde ise Alucra gibi Giresun iline bağlı ilçeler ile çevrilidir. Sadece Gavraz Deresinin aşağı kesimi Doğankent ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır.

Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli topografya haritalarında G41b3, G41c2, G41c3, G42a3, G42a4, G42d1, G42d2, G42d3, G42d4, H41b2, H42a1, H42a2 paftalarına ait sınırlar içerisinde ve 40° 48' - 40°25' kuzey enlemleri ile 38° 55' - 39° 10' doğu boylamları arasında kalmaktadır. Belirtilen sınırlar içerisinde çalışma alanının en dikkat çeken özelliğini ise topografik yapısı oluşturmaktadır. Çalışma alanının kuzeyi ile güneyi, alan içerisinde birtakım farklılıklara sahiptir (Şekil 1). Kuzeyde Öküzçekeceği Tepe (1904 m), Bakacak Tepe (2032 m), Yunus Tepe (2204 m) gibi yükseltisi daha düşük olan tepeler ile topografyanın akarsularca derince yarıldığı Çayırçukur vadisi, Elciğez vadisi ve Gücükdere vadisi gibi kısa boylu akarsu vadilerinden oluşan sistemler yer almaktadır. Çalışma alanının güneyi ise daha çok Gümüşhane dağlarının devamı niteliğinde olması nedeniyle Doğu Karadeniz Dağlarında Kuvaterner buzul-buzul arası dönemlerinde meydana gelen değişimlerin izlerini yansıtmaktadır. Bunun sonucu olarak çalışma alanının güneyinde; çalışma alanının en yüksek tepesi olan Acemboli Tepe (2937 m) ve Kara Tepe (2852 m), Türkmendüzü Tepe (2609 m) gibi diğer yüksek tepelerin olduğu, yükselti değerleri fazla ancak daha sade bir görünümü olan alanlar yer almaktadır. Çalışma alanının sahip olduğu bu topografik yapı, alanın jeomorfoloji, iklim, toprak ve bitki örtüsü gibi diğer fiziki coğrafya özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir.



Şekil 1: Çalışma alanı lokasyon haritası.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Çalışma alanı ve çevresi hem doğal orman ekosistemleri hem de zengin biyoçeşitliliği nedeniyle Anadolu'nun önemli alanlarından birisidir. Bu doğal orman alanları içinde, dendrokronolojik yöntemler kullanılarak çeşitli bilimsel sorulara cevap aranabilecek çok sayıda yaşlı ağaç da mevcuttur. Ancak çalışma alanının doğusunda özellikle Kafkas Dağları ve çevresinde bu sahanın fiziki coğrafya özelliklerinin karmaşık etkileri sonucu yıllık halkalar üzerine yapılan analizlerde birtakım sorunlarla karşılaşmıştır. Burada yıllık halka genişlikleri-iklim ilişkileri arasında tek bir iklim (yağış veya sıcaklık gibi) elemanının korelasyon değerlerini açıklamada yetersiz olması, karşılaşılan en büyük sorunlar arasındadır. Bu nedenle belirtilen alanda dağılışı gösteren ağaçların aynı anda birçok faktörden etkilenmesi, özellikle değişen iklim koşulları altında bölgede iklime ait rekonstrüksiyon elde etmeye yönelik girişimlerin, doğrudan yıllık halka genişlikleri kullanılarak başarılı olmasını engelleyebilmektedir (Dolgova ve Solomina, 2010, s. 371; Solomina ve Matskovsky, 2021, ss. 2-4).

Bu bağlamda bu çalışma kapsamında; mevcut fiziki coğrafya özellikleri, alanın kuzeyinde Karadeniz su kütesinin varlığı, Doğu Karadeniz Bölümü üzerinde yaz ve kış mevsimlerinde etkili olan atmosferik sistemler gibi faktörlerin ortak etkilerinin, alanda yer alan orman ekosistemi üzerine yansımalarının anlaşılması bu çalışmanın en önemli amacını oluşturmaktadır. Bunun için Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki saha sınırları içerisinde genel fiziki coğrafya özelliklerinin ortaya konulması, alanda bulunan asli orman türlerinden dendrokronolojik analizler için uygun olan türlerin ve sahaların belirlenip iklime duyarlı kronolojilerin oluşturulması, çalışma alanındaki dendrokronolojik analizlerin ilk ve en önemli basamağını oluşturmaktadır.

Dendrokronolojik analizlerin ikinci önemli basamağını, elde edilen kronolojiler ile iklim-yıllık halka genişlikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi, türlerin büyüme ve gelişmelerinde etkili olan sınırlayıcı iklim özelliklerin belirlenmesi oluşturmaktadır. Dendrokronolojik analizlerin üçüncü önemli basamağını ise Doğu Karadeniz Bölümü'nün diğer bir karakteristik fiziki coğrafya özelliği olarak sahip olduğu akarsu potansiyeli ve akım özellikleri oluşturmaktadır. Bunun için çalışma alanı sınırları içerisindeki akarsuların akım özelliklerinin belirlenmesi ve sahadan elde edilen kronolojilerle yıllık halka-akım ilişkilerin ortaya konulabilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yıllık halka genişlikleri ile hem iklim hem de akım değerleri arasında anlamlı ilişkilerin bulunması durumunda iklimin ve/veya akımın zamanda geriye yönelik tahminlerinin yapılması amaçlanmaktadır. Bu ilişkilerin ortaya konması dendrokronolojik analizlerin son basamağını oluşturmaktadır. Belirtilen tüm basamaklar bu çalışmanın belli başlı amaçlarını oluşturmaktadır. Tüm bu amaçların gerçekleşmesi durumunda ise çalışma alanı için yıllık halka genişlikleri üzerinden yapılan analizlerle ortam koşullarında geçmişte yaşanan değişimler, bu değişimlerin frekansları ve ortama olan etkileri belirlenebilecektir.

Ayrıca çalışma alanı ve çevresine ait bazı araştırmalar incelendiğinde, jeomorfoloji (Nişancı, 1990; Öner, 1991), bitki örtüsü, meşcere, ekolojik ve sivrikültürel yaklaşımlar özelinde bitki çalışmaları (Eren, 2007; Küçük, 1998; Yüzbaşıoğlu ve Özhatay, 2013), polen analizleri (Türker, 1993), turizm potansiyeli özellikleri (Bağcı v.d., 2020) ve dendrokronoloji gibi (Özkan, 1999; Özkan ve Akbulut, 2003) çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Bu alanda dendrokronoloji yöntemine dayalı 2 çalışma olsa da bunlar daha çok Örümcek Ormanı sınırları içerisinde yapılmıştır. Bu alanda Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) ve Doğu ladini (*Picea orientalis*) ağaçlarından elde edilen örnekler ile sadece standart kronolojiler hazırlanmış, kronolojilere ait eğrilerin uyum yüzdesi ve duyarlılıkları analiz edilmiştir (Özkan, 1999; Özkan ve Akbulut, 2003). Sadece Özkan ve Akbulut (2003) tarafından yapılan çalışmada yıllık halka genişlikleri-iklim ilişkisine değinilmiş ancak herhangi bir analiz yapılmamıştır (Özkan ve Akbulut, 2003).

Bu nedenle bu çalışmada yapılan analizler, çalışma alanı ve çevresinde biyotik ve abiyotik unsurlar arasında gerçekleşen ilişkilerin anlaşılmasına, daha önce aydınlatılamayan ilişkilerin ortaya konmasına ve iklim değişikliği etkilerinin Doğu Karadeniz Bölümü'ndeki yansımalarının anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen kronolojiler Doğu Karadeniz Bölümü ile ilgili yapılacak sonraki çalışmalarda, kullanılabilir bir veri setini oluşturacağı için de önem taşıyacaktır.

Materyal ve Yöntem

Orman ekosistemlerinin önemli bir bileşeni olan ağaçlar bulundukları ortamda meydana gelen ekolojik veya klimatolojik süreçleri kayıt altına alarak, bu ortamlarda meydana gelen değişimleri anlamamızda önemli bir rol üstlenmektedirler. Bu çalışma için öncelikle alanın topografya, jeoloji, iklim, toprak, bitki vb. özelliklerinin belirlenmesinde çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan haritalar ve sayısal vektörel veriler temin edilmiştir. Elde edilen veri setleri, bu veri setlerinden oluşturulan haritalar ve içerikler, çalışma alanının fiziki coğrafya özelliklerinin belirlenmesinde ve ilişkilerin ortaya konulmasında altlık olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanı ve çevresi için fiziki coğrafya özelliklerinin belirlenmesinden sonra bu çalışmanın odak noktasını oluşturan dendrokronolojik araştırmalar için farklı materyal ve yöntemler kullanılmıştır. Dendrokronoloji ve alt disiplinlerini kapsayan yöntem ve materyaller detaylı olarak incelenmiş, çalışma için uygun olanlar seçilmiştir.

Fiziki Coğrafya Özelliklerinin Açıklanmasında Kullanılan Materyaller ve Yöntemler

Çalışma alanının fiziki coğrafya özelliklerini ve alana ait diğer bilgileri belirlemek için, G41b3, G41c2, G41c3, G42a3, G42a4, G42d1, G42d2, G42d3, G42d4, H41b2, H42a1, H42a2 kodlu Harita Genel Komutanlığı'nın (HGM) ürettiği sayısal 1/25.000 ölçekli topografya haritaları temel altlık olarak kullanılmıştır. Ayrıca çalışma alanı için HGM tarafından temin edilen 5 m yükselti çözünürlüğüne sahip Sayısal Yükselti Modeli (SYM) verisi, topografik özelliklerin yansıtılmasında, hidrografya çalışmaları (akarsulara ve havza morfolojisine ait özellikleri belirlemede) için yapılan analizlerde ve alana ait yükselti, eğim, bakı gibi haritaların üretilmesinde kullanılmıştır. Tüm analiz, harita ve görseller ArcGIS 10.8 Programı kullanılarak üretilmiştir.

Çalışma alanının jeoloji haritasının çizilmesinde Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü'nden ilk önce 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli haritalar istenmiştir. Ancak sahanın içerisinde bulunduğu bu ölçeklere ait G41 ve G42 paftalarının veri seti eksiktir.

Belirtilen eksiklikten dolayı jeoloji haritasının çizilmesinde MTA Genel Müdürlüğü Yer Bilimleri Harita Görüntüleyici ve Çizim Editörü programı (Url-1, 2021) üzerinde saha sınırlarını kapsayan alan için jeoloji formasyon bilgileri incelenmiş ve bu program üzerinde alanın görüntüleri elde edilmiştir (Akbaş v.d., 2011). Bu görüntüler ise ArcGIS 10.8 Programı üzerine aktararak sayısallaştırılmış ve çalışma alanının jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanına ait Büyük Toprak Gruplarına ait haritaların üretilmesinde, T.C. Başbakanlık, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan sayısal toprak veri seti kullanılmıştır (Gümüşhane İli Arazi Varlığı, 1996). Bu veri ArcGIS 10.8 Programında düzenlenerek çalışma alanı Büyük Toprak Grupları haritası elde edilmiştir.

Çalışma alanına ait bitki örtüsü dağılışı özelliklerinin belirlenmesinde, Orman Genel Müdürlüğü (OGM), Trabzon Bölge Müdürlüğü, Torul Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Kabaktepe, Örumcek ve Günyüzü Orman şeflikleri ile Giresun Bölge Müdürlüğü, Tirebolu Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Harşit Şefliği sınırları içerisinde kalan alanın meşcere ve amenajman planları temin edilmiştir. Elde edilen veriler bitki coğrafyası bakış açısıyla ArcGIS 10.8 Programında tekrar düzenlenmiş ve çalışma alanını bitki örtüsü dağılışı haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanının iklim özelliklerinin yorumlanmasında ve alana ait ilişkilerin açıklanmasında, Gümüşhane ve Giresun Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne (MGM) ait uzun süreli gözlem istasyonları verilerinden faydalanılmıştır. Bu istasyonlar için uzun yıllık günlük 07.00-14.00-21.00 rasatlarına ait sıcaklık, günlük yağış miktarı, iklim elemanlarının uzun yıllık ortalamalarını içeren ortalama ve ekstrem kıymetler bülten verileri temin edilmiştir. Fakat belirtmek gerekir ki çalışma alanının topografik özellikleri gereği bu istasyonlara ait değerler, alanın iklim özelliklerini tam anlamıyla yansıtmamaktadır. Bu nedenle çalışma alanı sınırları içerisinde kalan yine MGM'ye ait Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) verileri, kısa gözlem sürelerine rağmen alandaki değerler hakkında fikir vermesi amacıyla çalışmaya dahil edilmiştir. Bu istasyonlar için de yukarıda belirtilen tüm veri setleri temin edilmiştir.

Elde edilen tüm veriler (sıcaklık, yağış, rüzgâr), Microsoft 365 Excel programında düzenlenerek günlük, aylık ve uzun yıllık sıcaklık ortalamaları ile trendleri; günlük yağış değerleri düzenlenerek, günlük, aylık ve uzun yıllık yağış ortalamaları, sağanak yağışlar ve trendleri belirlenmiştir. Hakim rüzgar yönlerinin belirlenmesinde ise ekstrem kıymetler bülteninden elde edilen veriler, Avcı (2020) tarafından hazırlanan “PrevailingWindRUB 1.1” programı kullanılarak görselleştirilmiştir. Rüzgâr verisi hariç tüm iklim verilerinin görselleştirilmesinde Excel programı kullanılmış ancak görsellere ait son düzenlemeler Adobe Illustrator CS6 programında yapılmıştır.

Dendrokronolojik, Dendroklimatolojik, Dendrohidrografya Araştırmalarında Kullanılan Materyal ve Yöntemler

Araştırma Materyali, Örnek Alan Seçimi ve Örneklerin Alınması

Coğrafi bir mekân karmaşık ilişkilerin olduğu yapıyı tanımlar. Bitkiler, bu ilişkiler ağıнын sadece bir kısmını temsil etse bile ortam üzerinde etkilere sahiptirler (Erinç, 1984b, s. 3). Dendrokronoloji analizleri kapsamında çalışma alanında bitki-ortam ilişkilerini anlamak için Doğu ladini (*Picea orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana*) türleri kullanılmıştır. Örneklerin araziden toplanması sırasında ortam-bitki ilişkisi açısından etkili olabilecek tüm unsurlar değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda; beşerî etkilerden uzak, çevresel değişkenlere duyarlı yamaç ve yükseltinin fazla olduğu doğal araziler belirlenmiştir. Örnek alımları sırasında ise rüzgâr, kar, kütle hareketleri gibi etkilerden uzak olan ve yara almamış ağaçlardan örnek alınmasına dikkat edilmiştir (Akkemik, 2004, ss. 105-106). Bu bilgiler doğrultusunda uzun kronolojiler oluşturmak amacıyla sahada orman topluluklarının hâkim ağaçlarını oluşturan türlerden örnekler alınmıştır.

Örnekler, canlı ağaçlardan 40 ile 50 cm’lik Pressler Artım Burgusu ile göğüs hizası seviyesinden (130 cm yükseklikten) ağacın merkezine doğru artım kalemleri şeklinde alınmıştır (Fotoğraf 1, A). Seçilen her bir ağaç iki yönlü ve bazı durumlarda üç yönlü olarak örneklenmiştir. Alınan örnekler (artım kalemleri), laboratuvarında incelenene kadar zarar görmemeleri için daha önce hazırlanmış kağıt taşıyıcılara konulmuştur (Cherubini v.d., 2020).



Fotoğraf 1: Çalışma alanında örneklerin artım burlusuyla alınması (A), örneklerin kâğıt taşıyıcılara yerleştirilmesi (B), arazi defterine notların kaydedilmesi (C).

Kâğıt taşıyıcılar üzerine alan kodu, ağaç kodu, ağaç numarası ve ağacın çapı gibi çeşitli bilgiler yazılmıştır (Fotoğraf 1, B). Ayrıca tüm bu bilgilerin yanında çalışma sahasına ait bilgilerin yer aldığı bir arazi defteri tutulmuştur (Fotoğraf 1, C). Arazi defterine yöre bilgileri, koordinat bilgileri, topografyaya ait bilgiler (eğim, bakı, yükseklik vb.) ile çağrışım yaratacak, ağaçlar ve araziye ait tüm önemli ipuçları kaydedilmiştir. Bunun yanında görsel bilginin sağlanması için fotoğraflar çekilmiş ve uçan göz (Drone) görüntüleri alınmıştır (Tablo 1).

Arazi çalışması sonrası kâğıt taşıyıcı içindeki artım kalemleri hazırlık işlemleri, ölçüm ve analizlerin yapılacağı laboratuvara getirilmiştir. Bu taşıyıcılardan çıkartılan örnekler bir tutkal yardımıyla ahşap taşıyıcılara (ortasında artım kaleminin sığabileceği bir büyüklükte kanal olan) yapıştırılmıştır (Fotoğraf 2, A). Söz konusu ahşap taşıyıcılar, artım kalemlerinin daha sağlıklı bir şekilde korunmasını, zımpara sırasında zarar görmemesini ve ölçüm sırasında ölçüm tablası üzerinde artım kalemlerinin daha kolay ölçülmesini sağlamaktadır (Stokes ve Smiley, 1996). Örnek alınan yörelere ait bilgiler Tablo 1’de verilmektedir. Çalışma kapsamında 5 farklı alandan 68 ağaçtan 143 artım kalemi alınmıştır.

Tablo 1 : Örnek alınan yöreler, özellikleri ve örnek sayıları.

Yöre Adı	Yöre Kodu	Şehir	Ağaç Türü	Ağaç / Kalem Sayısı	Bakı	Ortalama Yükselti (m)	Enlem (K)	Boylam (D)	Zaman Aralığı (Toplam Yıl)
Kürtün (Örümcek Ormanı mevki)	ORU	Gümüşhane	<i>Picea orientalis</i> / <i>Abies nordmanniana</i>	16/34	B	1500	40.66	39.03	1717-2020 (304 yıl)
Gavraz Deresi Havzası (Alıncak Tepe mevki)	GAV	Gümüşhane	<i>Pinus sylvestris</i>	16/34	B	1800-1850	40.65	38.96	1721-2020 (300 yıl)
Kürtün (Bakacak Tepe mevki)	BAK	Gümüşhane	<i>Pinus sylvestris</i>	14/30	G	1800-1850	40.66	39.01	1815-2020 (206 yıl)
Kürtün (Şadi Yaylası mevki)	SAD	Gümüşhane	<i>Picea orientalis</i>	12/24	D	1850	40.71	38.95	1789-2020 (232 yıl)
Kürtün (Çıkrıküzü Yaylası mevki)	CIK	Gümüşhane	<i>Picea orientalis</i>	10/21	KD	1700	40.68	38.99	1802-2020 (219 yıl)

Yıllık Halka Analizleri

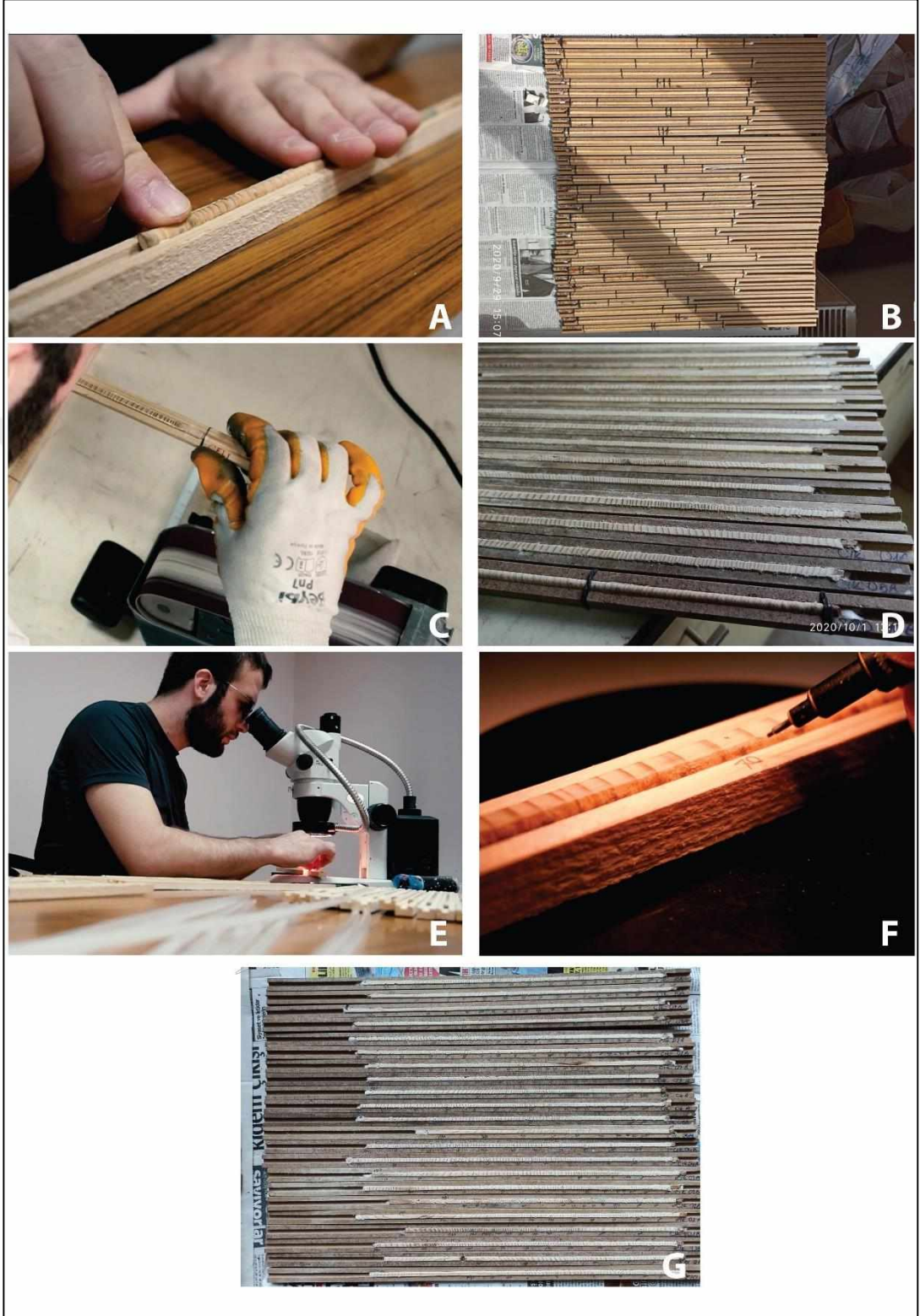
Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahada canlı ağaçlar üzerinden alınan artım kalemi örneklerinin analizleri, İstanbul Üniversitesi–Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Yıllık Halka Araştırmaları ve Odun Anatomisi Laboratuvarı’nda yapılmıştır.

Dendrokronolojik Yöntemler

Yıllık Halka Genişliklerinin Ölçülmesi

Yıllık halkalar artım kalemi halinde iken halka genişliklerinin ölçümüne izin verecek bir yapıda değildir. Bundan dolayı yıllık halka ölçümleri yapılmadan önce örnekler tank zımpara yardımıyla, enine yüzeyleri pürüzsüz hale getirilecek şekilde zımparalanmıştır (Fotoğraf 2, C). Halka görünürlüğünü arttırabilmek için gerekli durumlarda farklı dokuda (280-400-600-800 75x533 Kum/strong) zımpara kağıtları ile halkalar daha görünür hale getirilmiştir.

Ölçüme hazır hale getirilen artım kalemleri kabuktan öze doğru 10’ar ana, 5’er ara yıllar şekilde seksiyonlara ayrılmıştır (Fotoğraf 2, F). Buradaki temel amaç, ölçümde kolaylık sağlaması, örnekler hakkında genel bir fikir oluşturması (dar ve geniş yıllar) ve ölçüm sırasında yaşanabilecek herhangi bir hatanın önüne geçilmesidir. Bu sayede yaşanacak herhangi bir sorun ayrılan periyot içerisinde çözülebilir hale getirilmektedir. Kalemler, LINTAP-TSAP ölçüm sisteminde (Fotoğraf 3) 0.01 mm (10 mikron) hassasiyetinde, TSAP-Win yazılımı üzerinden ölçülmüştür (Rinn, 2013). Ölçüm sonuçları *.rw1 (Tucson 100/1000) uzantılı dosyalar halinde kaydedilmiştir.



Fotoğraf 2: Artım kalemi örneklerin ahşap taşıyıcılara yerleştirilmesi (A, B), örneklerin zımparalanması (C, D), örneklerin seksiyonlarına ayrılması (E, F, G) ve ölçüme hazır hale getirilmesi işlemleri.



Fotoğraf 3 : Ölçümlerin yapıldığı LINTAB-TSAP sistemi (Url-2, 2022).

Eşleştirme (Crossdating)

Ağaçlar; bulundukları ortamın ekolojik ve fizyolojik faktörlerine bağlı olarak meydana gelen stres durumlarında ya halka oluşturmamakta ya da çok dar yıllık halkalar oluşturmaktadır. Bunun yanında ortam koşullarının elverişli olduğu yıllarda ağaçların ikinci bir halka oluşturduğu da görülmektedir (Akkemik, 2004, ss. 12-13; Fritts, 1976, s. 2). Dendrokronolojik araştırmalar yıllık halka serilerinin tam olarak tarihlendirilme zorunluluğundan dolayı bir yıllık hatayı dahi kabul etmemektedir. Bu nedenle yıllık halka serisinde oluşan mikro, yalancı, kısmi ve eksik halkaların belirlenmesi ve varsa ölçüm hatalarının giderilmesinde eşleştirme büyük bir önem taşımaktadır (Akkemik, 2004; Köse, 2007, ss. 43-44).

Eşleştirme işlemi analizi korelasyon katsayılarına dayanan COFECHA bilgisayar programı (Bunn, 2008; Grissino-Mayer, 2001; Holmes, 1983) ve R yazılımı ortamında bulunan, ağaç halka analizleri için oluşturulan ‘dplR’ paketi (sürüm 1.7.2.) kullanılarak yapılmıştır (R Core Team, 2013).

Pakette dört ana fonksiyon mevcut olup bunlar: oluşturulan *.rwl uzantılı dosyaların okutulması, yıllık halka genişliklerinin detrend edilmesi (yıllık halka genişliklerinde analizleri etkileyecek eğilimlerin ortadan kaldırılması), kronoloji oluşturulması ve eşleştirme işlemleridir. Bu paket sunduğu teknolojik ve istatistiksel kolaylıkların yanında daha çok yapılan analizlerin görselleştirilmesinde kullanılmıştır.

Çalışmada, her bir yörede tek tek ölçülen ve *.rwl uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilen ölçümler, *.rwl uzantılı tek bir dosyaya dönüştürülerek COFECHA yazılımına tarihi belirlenen veri seti olarak girilmiş ve yazılım çalıştırılmıştır. COFECHA yardımıyla, yörelere ait ölçüm sonuçları kendi içinde eşleştirilmiş ve problemler belirlenmiştir. Sonuç olarak gözlemlenen her bir olası problemlili kalem düzeltilmiş ve hatalı segmentlerde (yalancı halka, eksik halka, hatalı ölçüm vb.) sorun çözülmüştür. Problemi çözülemeyen kalem veya segmentler ise veri setinden çıkarılmıştır.

Yıllık Halka Kronolojilerinin Elde Edilmesi

Klasik olarak dendrokronolojik çalışmalarda yıllık halka kronolojilerinin elde edilmesinde dört yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler (Akkemik, 2004; Schweingruber, 1988);

- (i) İskelet noktalama yöntemi,
- (ii) Mutlak halka genişliklerinin bir grafik yardımıyla gösterilmesi,
- (iii) Yıllık halka genişliklerinin yarı-logaritmik olarak gösterilmesi,
- (iv) Yıllık halka serilerinin standart hale dönüştürülmesi.

Bu çalışmada ifade edilen yöntemlerden iskelet noktalama yöntemi yöre örneklerinin anlaşılması için, özellikle de alınan örneklerde dar ve geniş yıllık halkaların ayırt edilmesinde kullanılmıştır. Bu sayede çalışma alanı ve çevresi için grafikler elde edilmeden önce önemli yılların (kurak-nemli) görülmesini sağlamıştır. Mutlak halka genişliklerinin bir grafik yardımıyla doğrudan gösterilmesi yöntemiyle işleme devam edilmiştir. Bu yöntemle oluşturulan grafik, ağaç üzerinde etkili olan tüm faktörler etkisinde büyüme gösteren halka genişliklerini yansıtmaktadır. Grafikler, ölçümün gerçekleştirildiği TSAP-Win yazılımında ölçüm işlemi sırasında otomatik olarak oluşmaktadır.

Standardizasyon

Ağaçlar yaşamları boyunca çevrelerinde meydana gelen tüm değişiklikleri bünyelerinde kaydederler. Örneğin genç bir birey bulunduğu meşcere içerisinde kapalılık durumuna bağlı olarak gölgede baskılanabilir veya bulunduğu ortam nedeniyle farklı rekabet özellikleri içerisinde olabilir. Bu gibi tüm çevresel, genetik ve fizyolojik etkiler nedeniyle ağaçların yıllık halkaları üzerinde uzun dönemli eğilimler gözlemlenebilir (Akkemik, 2004, s. 13). Çalışmada dendroklimatolojik analizlerin gerçekleştirilmesi bu eğilimlerin ortadan kaldırılmasına bağlıdır.

Yani her bir yöre kronolojisi için yukarıda ifade edilen etkilerden (gürültü) ayıklanıp iklime bağlı yıllık halka oluşum özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu etkiler ayıklandığında kronolojiler hem farklı yaşta bireylerin analiz edilmesi için hem de iklim, hidrografiya vb. çalışmalar için standart hale dönüştürülmüş olacaktır. Dendrokronolojik analizler için standart kronolojilerin elde edilmesinde ARSTAN bilgisayar programı kullanılmıştır (Akkemik, 2004; Cook v.d., 1990; Douglass, 1933; Fritts, 1976).

Otoregresif Modeller

Standartlaştırma işleminden sonra genç ve yaşlı tüm bireyler arasındaki farklar giderilmiş olmaktadır. Fakat bu durum da analizler için yeterli olmamaktadır. Ayrıca bir ağaç üzerinde yıllık halkaların da birbirleri üzerinde etkileri (otokorelasyonları) bulunmaktadır. Bu nedenle bu etkilerin ortadan kaldırılması ve sadece bir t yılındaki etkileri gözlemlemek amacıyla Otoregresif Modeller (AR) kullanılmıştır (Biondi ve Swetnam, 1987) . Bu AR modeli, kronoloji içerisindeki ilişkilere göre etkileri kaldırmak için AR(1), AR(2)... AR(k)'ya kadar farklı sayıda uygulanabilmektedir (Akkemik, 2004). Çalışmada bu amaçla geliştirilmiş ARSTAN yazılımında otoregresif model her bir yöre için uygulanmıştır. ARSTAN programı komut sistemi ile tüm işlemler otomatik şekilde gerçekleştirilmektedir (Akkemik, 2004; Cook, 1985; Köse, 2007).

Yöre Kronolojilerinin (Ana Kronolojilerin) Elde Edilmesi

Dendrokronolojik çalışmalarda yöre kronolojilerinin oluşturulmasında aritmetik ortalama yöntemi ile Biweight Robust (iki ağırlıklı sağlam (dayanıklı) ortalama) ortalama yöntemi kullanılmaktadır. Bu iki yöntem farklı ağaç ve ortam özelliklerinin açıklanmasında ve yorumlanmasında kullanılmaktadır. Çalışmada, sahadan toplanan örnekler incelendiğinde bazı yıllarda yıllık halka genişliklerinde normalin altında veya üstünde gelişim değerleri görülmüştür. Bu değerlerin oluşumuna yol açan etkiler iklimden başka nedenler olabileceğinden, bunlar ortalama değerleri etkilemekte bu da hem tarihlendirme çalışmalarında hem de dendroklimatolojik analizlerde zayıf korelasyon katsayılarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Akkemik, 2004, ss. 132-133; Cook v.d., 1990, ss. 123-132). Dolayısıyla, söz konusu olumsuzluklara yol açabilecek anormalliklerin ortadan kaldırılmasında Biweight Robust ortalama yöntemi daha etkili olduğundan yöre kronolojilerinin oluşturulmasında tercih edilmiştir. Biweight Robust ortalama yönteminin ayrıntıları, Cook v.d. (1990) tarafından detaylı şekilde anlatılmaktadır. Söz konusu yöntem, her bir yöre için ARSTAN programında ayrı ayrı uygulanmıştır.

Duyarlılık Katsayıları

Bir ağacın yıl içindeki gelişimi, türün kalıtsal özelliklerinin, fizyolojik faaliyetlerinin ve ekolojik koşulların ortak etkisi altında şekillenmektedir. Her bir ağacın büyüme miktarları bu nedenle farklılıklar içermektedir. Türkiye’de mevcut yetişme ortamı çeşitliliği göz önüne alındığında büyüme değişimleri, farklı yörelerde daha büyük değişiklikler sergileyebilmektedir. Her ne kadar farklılıklar olsa da genel olarak benzer değişimlerin yaşandığı yıllarda ağaçlar benzer gelişim özellikleri göstermektedirler. Yetişme ortamındaki değişimlere bağlı olarak yıllık büyüme miktarlarında yıldan yıla değişkenlik görülen ağaçlar duyarlı, diğerleri ise duyarsız ağaçlar olarak tanımlanmaktadır (Akkemik, 2004, ss. 130-131; Fritts, 1976; Schweingruber, 1988). Dendroklimatoloji çalışmalarında iklim değişkenliğini güçlü sinyaller şeklinde yansıtan duyarlı ağaçlar daha çok tercih edilmektedir (Akkemik, 2004; Schweingruber, 1988). Çalışmada duyarlılık katsayıları ARSTAN programı kullanılarak her yöre için hesaplanmıştır.

Yıllık Halka Kronolojilerinin Güvenirliğinin Test Edilmesi

Dendrokronolojik araştırmalarda çeşitli işlem basamakları sonucu elde edilen kronolojilerin güvenirliliği ve kullanılabilirliği önemli bir husustur. Özellikle geçmiş iklim özelliklerinin yeniden saptanabilmesi ve oluşturulabilmesi için önem arz etmektedir. Bu nedenle yıllık halkalardan oluşturulan kronolojilerin güvenirliliği ve kullanılabilirliğinin denetlenmesi gerekmektedir. Bunun için esas alınan temel şartlar, korelasyon katsayıları, örnek alınan ağaç ve artım kalemi sayılarıdır. Çeşitli yöntem ve formüllerle güvenirlilik test edilebilmektedir (Akkemik, 2004, ss. 133-135; Briffa ve Jones, 1990, ss. 137-152). Bu çalışmada bu yöntemlerden Açıklanan Popülasyon İşareti (Expressed Population Signal, EPS) ve İşaretin Gürültüye Oranı (Signal-To-Noise Ratio, SNR) yöntemleri kullanılmıştır.

Açıklanan Popülasyon İşareti

Açıklanan popülasyon işareti, elde edilen ortalama kronolojiyi oluşturan her bir kronoloji sayısı ile ortalama kronolojiyi oluşturan bireysel kronolojiler arasındaki korelasyon katsayısının ortalamasının değeridir. Kısacası kronolojinin gücünü ölçmek için yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür. $EPS = 0.85$ değeri eşik olarak kullanılmakta olup kronolojide bu değerin aşıldığı sayıdaki örnek, dendroklimatolojik analizlerde ölçüt olarak kullanılmaktadır (Akkemik, 2004, s. 134; Briffa ve Jones, 1990; Wigley v.d., 1984). Bu değer ARSTAN programında hesaplanmıştır. Her bir yöre için hangi örnekten sonra bu değere ulaşıldığı incelenmiş ve güvenilir kronolojilerin tarih aralıkları belirlenmiştir.

İşaretin Gürültüye Oranı

İşaretin gürültüye oranı, yıllık halka kronolojilerinin sayısı ile kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayılarına dayanarak, ağaçların benzer faktörlerden ne oranda etkilendiğini ortaya koyan yöntemdir. Dendroklimatoloji çalışmalarında, bu değerin yüksek olması, ağaçlar arasında korelasyon katsayılarının yüksek olduğunun ve yörede yeterli sayıda örnek bulunduğunu ifade etmektedir. Bu değer iklim kaynaklı etkilerin açıklanması açısından önem arz etmektedir (Akkemik, 2004, s. 135; Briffa ve Jones, 1990, ss. 137-152). ARSTAN programında tüm yörelere ait değerler hesaplanmıştır.

Dendroklimatolojik Yöntemler

Meteoroloji istasyonu verileri

Bu çalışmada yıllık halka genişlikleri ile Gümüşhane (1965-2020) ve Giresun (1965-2020/1940-2020) meteoroloji istasyonlarının aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri, kronolojilere ait korelasyon değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Grid İklim Verileri

Dünya üzerinde klimatolojik ve meteorolojik dinamikleri anlamak adına farklı yöntemlerle oluşturulmuş birçok iklim veri seti bulunmaktadır. Ülkemiz sınırlarını da kapsayan bu veri setleri, var olan istasyon sayıları, mekânsal ve zamansal çözünürlükleri ve kullandıkları interpolasyon teknikleri vb. birçok farklılıklar içermektedir. Özellikle ülkemizin karmaşık bir topografyaya sahip olması, uzun süreli istasyon kayıtlarının da çok eskiye gitmemesi ve var olan istasyonların mekâna eşit dağılmaması gibi nedenlerden dolayı bu veri setleri farklı çalışma konularına göre kullanılabilir.

Dendrokronolojik çalışmalarda daha anlamlı ilişkilerin kurulabilmesi ve yapılacak çalışmaların daha doğru ifadesi için uzun yıllık iklim veri setleri gerekmektedir. Belirtilen nedenlerden dolayı dünyanın özellikle kara alanları üzerinde (Antarktika hariç) $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ (55km^2) yersel çözünürlüğe sahip Climate Research Unit (CRU) TS 4.05 grid iklim veri seti (Url-3, 2022) bu çalışmada iklim-yıllık halka ilişkilerinin açıklanmasında kullanılmıştır (Harris v.d., 2020). Bu veri seti belirtildiği gibi uzun yıllık bir iklim veri setidir (1901-2020). Fakat ülkemizde 1930 öncesi kurulan istasyon sayısının az olması, var olan istasyon verilerinde gözlemlenen zamansal boşluklar, istatistiksel olarak güvenilir değerlerin hesaplanmasını etkilemektedir. Bu doğrultuda TS 4.05 grid iklim veri setine ait aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri 1930-2020 dönemini kapsayacak şekilde kullanılmıştır.

Sonuç olarak tüm iklim verilerine ait (istasyon ve grid veri setlerinden elde edilmiş aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık) değerler, yıllık halka genişlikleri-iklim arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılmıştır.

Korelasyon Analizi

İklim kayıtları ile aynı dönemdeki yıllık halka genişlikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesinde dört yöntem kullanılmaktadır. Bunlar korelasyon katsayıları, çok değişkenli regresyon analizi, aşamalı çok değişkenli regresyon analizi ve tepki fonksiyonu yöntemleridir (Akkemik, 2004, s. 139; Fritts, 1976, ss. 332-352). Bu çalışmada iklim-ağaç büyüme ilişkileri belirlenirken korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Korelasyon katsayısının hesaplanmasında, bir önceki yılın eylül ayından halka oluşum yılının ekim ayına kadar (biyolojik yıl) olan dönemdeki aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık verileri bağımsız değişken; standartlaştırılmış yöre kronolojileri de bağımlı değişken olarak kullanılmıştır (Fritts, 1976, ss. 340-352).

Yörelere ait korelasyon katsayılarının hesaplanması, DENDROCLİM2002 (Biondi ve Waikul, 2004) ve R ortamında yer alan ‘Treeclim paketi’(Zang ve Biondi, 2015) kullanılarak yapılmıştır. DENDROCLİM2002 programı iklim ile yıllık halka genişlikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kullanılan ilk ve temel programdır. Ancak teknolojide gelişen şartlara bağlı olarak programlama dilleri ve yazılımlar (Phyton, R, Java vb.) aracılığıyla tüm bu analizler çok daha hızlı ve karşılaştırılabilir şekilde yapılmaktadır. Bu nedenle R’da yer alan ve DENDROCLİM2002 programının işlevselliğini temel alan ancak çok daha çeşitli görselleştirme, analiz ve büyük veriler ile çalışılmasını sağlayan Treeclim paketi (versiyon 2.0.6.0) kullanılmıştır (Zang ve Biondi, 2022). Paket, tepki ve korelasyon fonksiyonlarını gerçekleştirmesinin yanı sıra zaman serisindeki dönemsel değişikliklerin de gösterilmesinde kullanıcı odaklı esnek bir çerçeve sunmaktadır (Zang, 2016).

Treeclim paketinde her bir yöreye ait korelasyon katsayıları, Giresun ve Gümüşhane meteoroloji istasyonları ile grid iklim verisi için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yöre kronolojilerine en yakın meteoroloji istasyonları için hesaplanan korelasyon katsayısı sonuçları ile çalışma sahası ve çevresini kapsayan grid veriler için hesaplanan yöntemde, yöreler için benzer aylarda benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu nedenle bulgular kısmında korelasyon katsayısı sonuçları başlığı altında sadece grid iklim verisi için hesaplanan sonuçlara yer verilmiştir.

Korelasyon katsayısı sonuçları iklimsel rekonstrüksiyonlar (yeniden kurma / yeniden yapılandırma) için önkoşul olup, iklimsel rekonstrüksiyonda kullanılacak ayların seçiminin belirlenmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak rekonstrüksiyon için, iklim-yıllık halka gelişimleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçlarından istatistiksel olarak yüksek (pozitif yönde) ve anlamlı bulunan aylar analizler için seçilmiştir.

Hareketli Korelasyon Fonksiyonu Analizi

Dendroklimatolojik yöntemler, ağaçların yaşamları boyunca bünyesinde kaydettikleri bilgileri bir veri kaynağı olarak kullanarak, özellikle büyüme ve gelişimleri sırasında etkili olan iklimsel özellikleri, ağaçların bu özelliklere verdikleri tepkileri ve daha birçok ilişkiyi açıklamada oldukça fazla kullanılan bir yöntemdir. (Fritts, 1976, ss. 10-13) . Doğanın dinamik yapısı gereği herhangi bir iklim elemanı (sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr vb.) zaman içerisinde sabit değerler göstermeyip çeşitli faktörler altında zaman ve mekânda sürekli değişim halindedir. Dolayısıyla belirli bir ortama bağlı olarak yaşamlarını sürdüren ağaçlar, bu değişimlerden etkilenmektedirler. Çalışma alanından oluşturulan 3 ladin (ORU, CIK, SAD) ve 2 sarıçam (BAK, GAV) yöre kronolojilerinin, iklim-yıllık halka ilişkilerinin göstermiş olduğu sonuçlar (korelasyon katsayıları), zaman içerisinde iklim değerlerinde meydana gelen değişimler, bu değişimlerin yıllık halkalar üzerindeki etkileri ve yıllık halkaların bu durumlara göstermiş olduğu tepkiler, hareketli korelasyon fonksiyonu kullanılarak yine aylık olarak incelenmiştir.

İklim-ağaç büyüme ilişkilerinin zamansal değişimi ve bu değişimin istatistiksel, görsel analizlerinin elde edilmesinde dendroklimatolojik yöntemler kapsamında açıklanan Treeclim paketi içerisindeki Hareketli Pencere (Moving Window) fonksiyonu kullanılmıştır (Zang, 2016; Zang ve Biondi, 2015; 2022). Fonksiyon, seçilen periyot ve kaydırma aralığını baz alarak, iklim-büyüme ilişkisinin zamansal kararlılığını, başlangıç yılından bitiş yılına kadar olan süre için test eder. Böylece bu fonksiyon kullanıcıya farklı zamansal periyotlarda iklim-büyüme ilişkilerindeki değişimi ve ilişkilerin zamansal istikrarını karşılaştırma imkânı sunmaktadır. Bu analiz için mevcut iklim veri setleri üzerinden (Giresun, Gümüşhane meteoroloji

istasyonlarına ait veriler ile CRU grid iklim verisi) farklı zamansal pencere aralıkları kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Bunun nedeni, kullanılan rasat sürelerinin uzunluklarının farklı olmasıdır.

Gerekli niteliklere sahip bir veri (uzun, kesintisiz vb.) her çalışmada olduğu gibi dendrokronolojik çalışmalarda da türlerin ekolojik isteklerinin belirlenmesinde ve bunların açıklanmasında kullanılan çalışmalara anlam katmaktadır. Tüm veri setleri ile yapılan analizler sonrasında, iklim veri setlerinden en uzun zamansal çözünürlüğe CRU TS-4.05 veri setinin sahip olması (1930-2020) ve meteoroloji istasyonları ile karşılaştırıldığında aynı periyotta (1965-2020) benzer ilişkiler göstermesi nedeniyle bu iklim veri seti, tüm hareketli korelasyon analizlerinin yöreler için görselleştirilmesinde ve yorumlanmasında kullanılmıştır. Dendroklimatolojik analizlerde 1930-2020 yılları için kullanılan veri seti, 35 yıllık zaman aralığı ve 5'er yıllık kaydırma olacak şekilde her bir yöre için analiz edilmiştir. Fonksiyon bu işlemi başlangıç yılından itibaren belirtilen periyot için (35 yıl) kaydırma aralığını baz alarak (5) son yıla kadar pencereler halinde inceler (1936-1970, 1941-1975...1986-2020). Meteoroloji istasyonlarına ait analizler ise daha kısa ölçüm süresine sahip olması nedeniyle 30 yıllık zaman aralığı ve 1'er yıllık kaydırma aralığına sahip pencereler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Burada belirtilmesi gereken diğer husus aylık olarak tüm hareketli korelasyon analizleri hem sıcaklık hem yağış için gerçekleştirildikten sonra görsellerde sadece bu alanda yetişen bitkiler üzerinde en önemli etkiye sahip aylara ait değerlerin kullanılmış olmasıdır. Bu nedenle bulgular kısmında yer alan görsellerde belirli dönemlere ait değerler örneğin; Ocak-Şubat ortalama sıcaklıkları, Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerleri gibi dönemler üzerinden sonuçlar anlatılmıştır.

Bu yöntem ayrıca yıllık halka büyüme ve gelişme özelliklerinin açıklanmasında kullanılan iklim, akım vb. veri setleri ile rekonstrüksiyon için gerekli analizlerde de kullanılmıştır. Sonuç olarak hareketli korelasyon fonksiyonu, iklim, akım ve yıllık halka ilişkileri açısından hem bazı problemlerin hem de önemli görülen ilişkilerin açıklanmasında destekleyici bir yöntem olarak kullanılmıştır.

GAMM (Generalised Additive Mixed Model-Genelleştirilmiş Toplamsal Karma Model)) Model Analizi

Dendroklimatolojik çalışmalarda iklim faktörlerinin büyüme özellikleri üzerinde doğrusal olmayan etkilerini incelemek önemli bir husustur. Bunun için son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerden biri Genelleştirilmiş Toplamsal Karma Model (Generalised Additive Mixed Model, GAMM)'dir (Ergül Bozkurt v.d., 2021; Kostić v.d., 2021; Sharma v.d., 2022; Tabakova v.d., 2020).

GAMM, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin açıklanabilirliğini korurken doğrusal olmayan verileri modellememize izin veren bir modeldir. Bu analizi gerçekleştirmek için R'da 'mgcv' paketi (versiyon 1.8-33) içinde yer alan GAMM kullanılmıştır (Wood, 2006, ss. 325-398; 2011). Bu modelde, kronolojiler tepki değişkeni, iklim değerleri de tahmin değişkenleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kronoloji ve yıllar, modelin açıklanması ve test edilmesinde Rassal Etki (Random Effect) fonksiyonu kullanılarak analizlere dahil edilmiştir (Wood, 2006). Model çıktılarında yer alan Etkin Serbestlik Derecesi (Effective Degrees of Freedom, EDF) önemlidir. EDF, GAMM'ın özet bir istatistiği olup bir eğrinin doğrusallık derecesini yansıtır (Wood, 2006, ss. 83-84). EDF sonuçlarında 1'e eşit olan değerler doğrusal bir ilişkiyi, 1 ile 2 arasında olan değerler ($1 < EDF \leq 2$) zayıf doğrusal olmayan bir ilişkiyi ve 2'den büyük değerler ise doğrusal olmayan bir ilişkiyi yansıtmaktadır (Hunsicker v.d., 2016, s. 654).

Sonuç olarak bu model ile dendrokronolojik analizler için çalışma alanından elde edilen Doğu ladini ve sarıçam türlerinin iklim faktörleri karşısında gösterdikleri büyüme tepkileri incelenmiştir. Ayrıca iklim-büyüme ilişkilerinde doğrusal olmama durumu tahmin edilmiş ve türlerin değişen iklim koşullarına karşı muhtemel tepki eşikleri (değerlendirilen iklim değişkenleri için) belirlenmiştir.

Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyonlar

Yıllık halka genişlikleri ile iklim verileri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları; CRU TS-4.05 grid iklim veri seti için sıcaklık-yıllık halka genişliği ilişkileri incelendiğinde kış sonu ve ilkbahar mevsimi (Ocak-Şubat-Mart-Nisan aylarına ait ortalama sıcaklık değerleri), yağış-yıllık halka genişlikleri incelendiğinde ise ilkbahar sonu ve yaz mevsimi (Mayıs-Haziran-Temmuz aylarına ait toplam yağış değerleri) için rekonstrüksiyonların yapılmasına karar verilmiştir. Çalışma alanı ve çevresine en yakın ve uzun iklim kayıtlarına sahip Giresun ve Gümüşhane meteoroloji istasyonlarının da korelasyonlarda benzer sonuçlar göstermesi sebebiyle rekonstrüksiyon için aynı aylar kullanılmıştır.

İklim veri setleri ve yıllık halkalar arasındaki ilişkilere dayanarak rekonstrüksiyon denemeleri yapılmadan önce kronolojiler Temel Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis, PCA) tabi tutulmuştur. Kullanılan iklim verileri (sıcaklık-yağış) ile yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçlarında her bir yöre benzer tepkiler gösterdiği için tüm yörelere ait kronolojiler kümeye dahil edilerek temel bileşenleri hesaplanmıştır. Temel bileşenler analizi yapılarak yıllık halkalardan elde edilen öz vektörler, orijinal ağaç halkası verilerini temsil etmekte ve orijinal veri kümesiyle aynı bilgiyi içermektedir. Burada en önemli öz vektörler, ana bileşenler olarak ifade edilmekte ve veri değişkenliğinin (varyans) büyük kısmını yansıtmaktadır (Akkemik, 2004, s. 143; Dağdeviren v.d., 2004, s. 65; Fritts, 1976, ss. 352-363). Temel bileşenler analizi sonucu elde edilen öz vektörlerden toplam varyansın önemli bir kısmını açıklayanlar, transfer fonksiyonunun oluşturulması için regresyon analizine tabi tutulmuştur. Transfer fonksiyonlarının elde edilmesinde uygulanan regresyon analizinde, yıllık halka kronolojileri bağımsız, iklim verileri bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Regresyon analizleri sonuçlarında iklim veri setleri için belirlenen aylık sıcaklık ve yağış değerlerine ait ilişkilerde, dendroklimatolojik rekonstrüksiyonlarda kabul gören anlamlı istatistiksel değerlere ulaşılamamıştır. Bu nedenle çalışma alanından alınan yöre kronolojilerine ait dendroklimatolojik bir rekonstrüksiyon ilk aşamada elde edilememiştir.

Bu konu ile ilgili yapılan farklı çalışmalar incelendiğinde varyans değerini arttırmak için sadece çalışma alanı ile sınırlı kalmayıp daha geniş ölçekte yapılan tüm dendrokronolojik analizlerin çalışmalara dahil edildiği görülmüştür (Akkemik ve Aras, 2005; Genç ve Güner, 2022; Köse, 2007; Köse v.d., 2011; Touchan v.d., 2005). Bu amaçla çalışma alanına yakın alan için dendrokronoloji verilerinin olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışma alanına çok yakın mesafede (Torul), P. I. Kuniholm tarafından oluşturulan üç yöre kronolojisine ait veriler (Kuniholm, 1990, s. 4), zaman aralıklarının farklı olmasına rağmen varyans değerini arttırmak için yöre kronolojilerine dahil edilmiştir. Bunun için P. I. Kuniholm'e ait Gümüşhane Torul ilçesinden alınan yıllık halka kronolojileri (turk02, turk03 ve turk04), Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (National Oceanic and Atmospheric Administration), Paleoklimatoloji Veri Araştırmaları, Yıllık Halka veri setinden indirilmiştir (NOAA, 2022).

Farklı türlere ait olan bu yöre kronolojileri incelendiğinde 1582-1988* yıllarına ait yıllık halka verisi bulunduğu görülmüştür. Bu zaman aralığı, Kürtün ve Gavraz Dereleri arasında elde edilen kronolojiler ile zamansal olarak eşit değildir (1730-2020). Bu zamansal farklılıktan dolayı çalışma alanından elde edilen yörelere ait 1989-2020 yıllarına ait ağaç halkası verileri, Kuniholm'e ait veriler ile analizlerin gerçekleştirilebilmesi için veri setinden çıkarılmıştır. Sonuç olarak analizlere dahil edilecek yöre kronolojisi sayısı sekize ulaşmıştır. Bu kronolojiler çalışmada ITRDB'deki isimlendirmelerden farklı olarak, bulundukları konumu (Torul, Gümüşhane) ifade eden "TOR" ve kronolojinin elde edildiği türü (sarıçam, Doğu Karadeniz göknarı ve Doğu ladini) ifade eden "PISY, ABNO veya PIOR" kısaltmalarının birleştirilmesinden oluşan yeni yöre adları (TORPISY, TORABNO, TORPIOR) ile kullanılmıştır. Yukarıda dendroklimatolojik analizlerde uygulanan işlemlerin her bir adımı, tüm iklim veri setleri ve iklim elemanları için bu kronolojiler dahil edilerek tekrar gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonucunda yağış-yıllık halka genişlikleri arasında korelasyon katsayısı yüksek olan Mayıs-Haziran-Temmuz aylarına ait değerler rekonstrüksiyon için seçilmiştir. Rekonstrüksiyon işleminde oluşturulacak olan modeller için, daha uzun zaman serisine sahip CRU TS-4.05 grid iklim veri seti 1930-1988 yıllarını

kapsayacak şekilde kullanılmıştır. Bu iklim veri seti daha sonra iki döneme ayrılmış, ilk dönem önce ayarlama, ikinci dönem doğrulamada; daha sonra ikinci dönem ayarlama ve ilk dönem doğrulamada kullanılarak iki ayrı model oluşturulmuştur.

Her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerse, tüm dönemi ayarlama kullanan üçüncü bir model oluşturulmaktadır. Ancak doğrulama aşamasında gerekli anlamlı değerlere ulaşamadığı için rekonstrüksiyon aşaması ve bu nedenle iklim verilerinin geçmiş tahmini değerleri hesaplanamamıştır.

Dendrohidrografya Yöntemleri

Çalışma alanı ve çevresine ait dendrokronolojik analizler için yapılan arazi gözlemleri sırasında saha ve barındırdığı tüm özellikler detaylı olarak incelenmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi özelliklerin bir sonucu olarak özellikle çalışma alanının bulunduğu Karadeniz Bölgesi özelinde Doğu Karadeniz Bölümü, oldukça gelişmiş bir akarsu ağına sahiptir.

Çalışma alanı da bu bakış açısı ile değerlendirildiğinde Doğu Karadeniz sıra dağlarının kuzey aklanında olan konumu, Kürtün ve Gavraz Dereleri ile Doğu Karadeniz akarsularının önemli akarsularından olan Harşit Çayı ile olan ilişkisi, bölgenin hem potansiyeli (enerji, turizm vb.) hem önemli bir sorunu (sel-taşkın, kütle hareketleri vb.) olarak akarsu konusunu önemli kılmaktadır. Çalışma alanı ve çevresi için dendrohidrografya açısından yapılan çalışma, yöntem, bulgu ve tartışmalar bölgenin mevcut bazı sorunları nedeniyle anlamsal bütünlüğün bozulmaması açısından Dendrohidrografya başlığı altında incelenmiştir.

Çalışma Alanının Fiziki Coğrafya Özellikleri

Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

Türkiye jeolojik zamanlar boyunca farklı süreç ve dönüşümlerin etkisi altında mevcut görünümünü almış ve almaya devam etmektedir. Ülkemizin dikkat çeken bir yetiştirme ortamı çeşitliliğine (Avcı, 2005) sahip olmasının altında yatan en önemli etkenlerin başında geçirdiği jeolojik evrim sürecinin önemli bir rolü vardır. Çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz Bölümü'nde dikkat çeken önemli özelliklerin başında bölümün dağlık bir yapı göstermesi gelmektedir. Genel olarak bu dağlarında içinde bulunduğu Türkiye sıradağları birbirinden farklı dört bölgeye ayrılarak incelenmiştir (Ketin, 1959, s. 82; Şengör, 1980). Türkiye'nin orojenik gelişimine dayanarak tektonik üniteler kuzeyden güneye doğru farklı isimlerle adlandırılmış, geniş anlamda Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu sıradağlarını içine alan kesim Pontidler olarak ifade edilmiştir. Bu Pontid içerisinde Doğu Pontid Jeotektonik ünitesi kuzey ve güney olarak iki zona ayrılmıştır. Çalışma alanı ve çevresi ise bu zonun güney bölümünde yer almaktadır (Ketin, 1966, s. 20). Jeolojik süreçler içerisinde bu zonda, güney-kuzey yönlü sıkışmanın doğal sonucu olarak, doğu-batı, güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu kırık sistemleri meydana gelmiştir.

Çalışma alanında çeşitli jeolojik zamanlarda (Mezozoyik, Senozoyik) oluşmuş arazilerin ve bunlara ait çeşitli kayaç grupları görülmektedir (Şekil 2). Sahada Paleozoyik zamana ait kayaç bulunmamaktadır. Sahanın yaklaşık olarak %53'ünü Mezozoyik arazileri meydana getirmektedir. Sahanın geri kalan kısmını ise Senozoyik arazileri oluşturmaktadır (Tablo 2). Sahaya ait Mezozoyik zaman arazilerini, Alt-Orta Jura devrine ait volkanitler ve sedimanter kayalar, Orta Jura-Kretase devrine ait neritik kireçtaşları ve Üst Kretase devrine ait volkanit ve sedimanter kayalardan oluşmaktadır (Şekil 2). Mezozoyik zaman arazileri ise Paleosen granitoidleri, Paleosen-Eosen granitoidleri (bazen Üst Kretase dönemi arazileri dahil) ve Üst-Orta Eosen volkanit ve sedimanter kayalardan oluşmaktadır (Güven, 1993). Karadeniz Bölgesinin tamamı Mezozoyik'te Tetis Denizi tarafından kaplanmış ve Kuzey Anadolu Dağ Kuşağının büyük kısmında bu zamanda oluşmuş araziler geniş yer kaplamıştır.

Özellikle Tetis jeosenklinallerine çökelmiş tortullar ile jeosenkinal tabanında volkanizma faaliyetleri sonucu depolanan çeşitli volkanik üniteler, “volkano-sedimanter” kaya topluluklarını oluşturmuştur (Atalay ve Mortan, 2011, s. 17). Bu kaya topluluğu, çalışma alanında Kürtün Deresi Havzasının alt ve orta kesimi ile Gavraz Deresinin aşağı ve yukarı kesiminde yer almaktadır (Şekil 2).

Tablo 2 : Çalışma alanında jeolojik dönemlere ait birimlerin alansal ve oransal dağılımları.

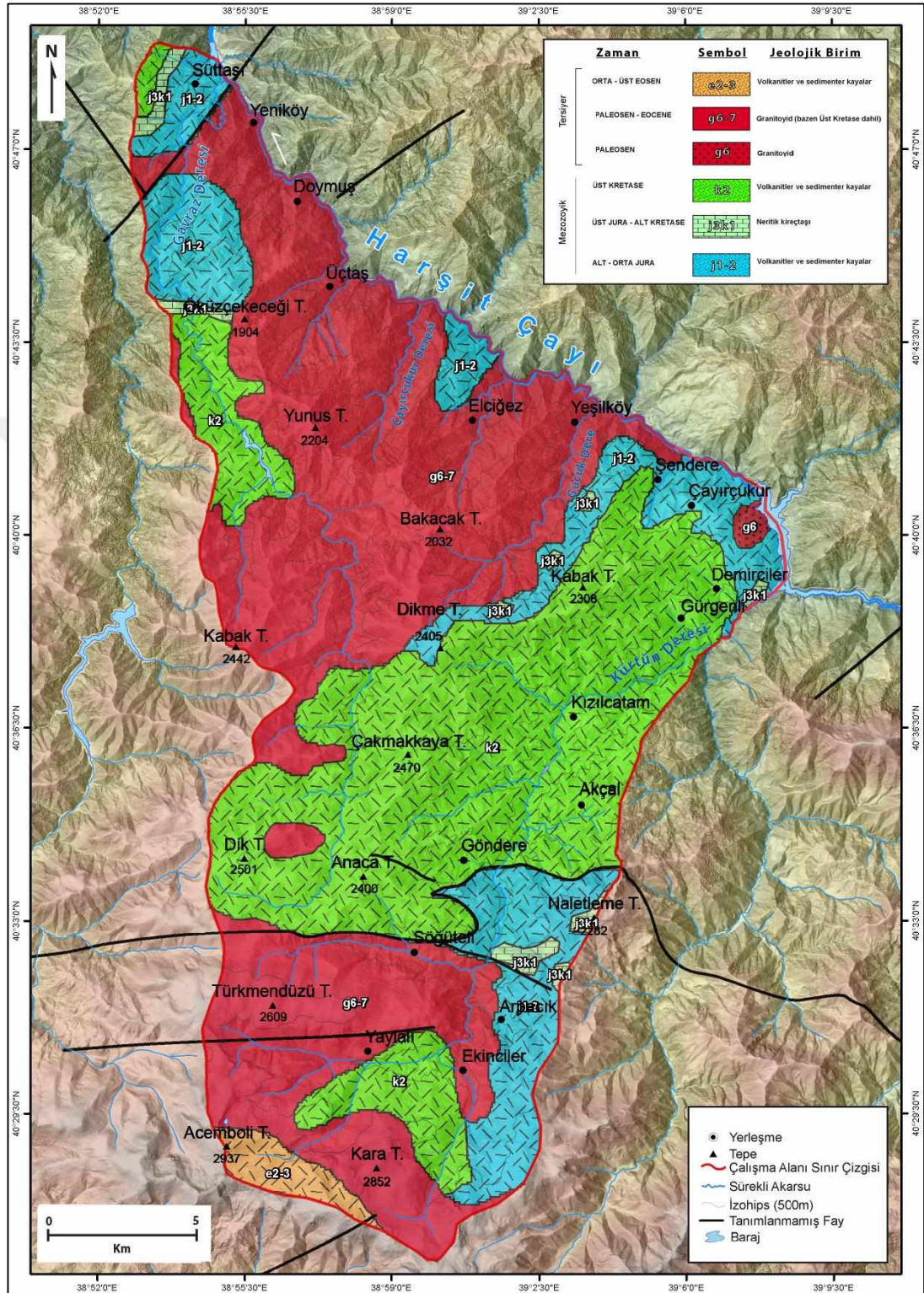
Zaman		Seri	Birim	Alan (km ²)	Oran (%)
Kuvaterner(Q)		Kuvaterner	q	*	*
Tersiyer		Orta-Üst Eosen	e2-3	6,0	1,49
		Paleosen-Eosen	g6-7	210,0	45,31
		Paleosen	g6	1,0	0,34
Mezozoyik	Kretase	Üst Kretase	k2	167,0	36,21
	Jura	Orta Jura- Kretase	j3k1	6,0	1,351
		Alt-Orta Jura	j1-2	70,0	15,27
Toplam				460	100

*Bu zamana ait birimler minimal oranda akarsu yataklarında yer almaktadır.

Sahada denizel ortamlarda oluşmuş tortul tabakalarda mevcuttur. Jeolojik devrelerdeki farklılığa bağlı olarak Orta Jura’ya ait neritik kireçtaşları Kürtün Deresi havzasının yukarı kesiminde, Gavraz Deresi havzasının aşağı kesiminde ve Örumcek Ormanı alt havzasının doğusunda parçalı halde bulunmaktadır (Şekil 2). Paleosen ve Eosen devirlerine ait granitoidler, sahanın en güneyinde yüksek kesimlerde, Gavraz Deresinin yukarı kesiminde ve lokal olarak küçük akarsu havzalarında yayılış göstermektedir (Şekil 2). Sahada yer alan granitoidler, Üst Kretase volkanitleri içerisinde sokulum yapmış ve dokanakları boyunca kontakt metamorfizması meydana getirmişlerdir (Güven, 1993). Çalışmada kullanılan yöntem için alınan artım örnekleri bu jeolojik birimler üzerinde gelişim göstermiş ağaçlardan alınmıştır. Granitoidlerin çatlaklı bir yapıda olması, toprak oluşum süreçleri üzerinde olumlu yönde etkili olmaktadır. Böylece jeolojik yapı ve bunlara ait özellikler doğrudan ve dolaylı olarak ortam üzerinde etkilere yol açarak bitki örtüsü gelişim ve dağılımını belirlemektedir.

Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahada örnek aldığımız yörelerin ana kaya yapısı genel olarak aynı litolojik özellikleri göstermektedir. Örümcek Ormanı Tabiat Koruma Alanından alınan ORU yöresinde ladin ve göknar ağaçları, Bakacak Tepe'den alınan BAK yöresi sarıçam ağaçları, Çıkrıküzü Yaylası'ndan alınan CIK yöresinde ladin ağaçları, Şadi Yaylası'ndan alınan SAD yöresi ladin ağaçları ve Gavraz Deresi Havzasından alınan GAV yöresi sarıçam ağaçları Üst Kretase, Paleosen-Eosen granitoid araziler üzerinde yetişmektedir (Şekil 2).





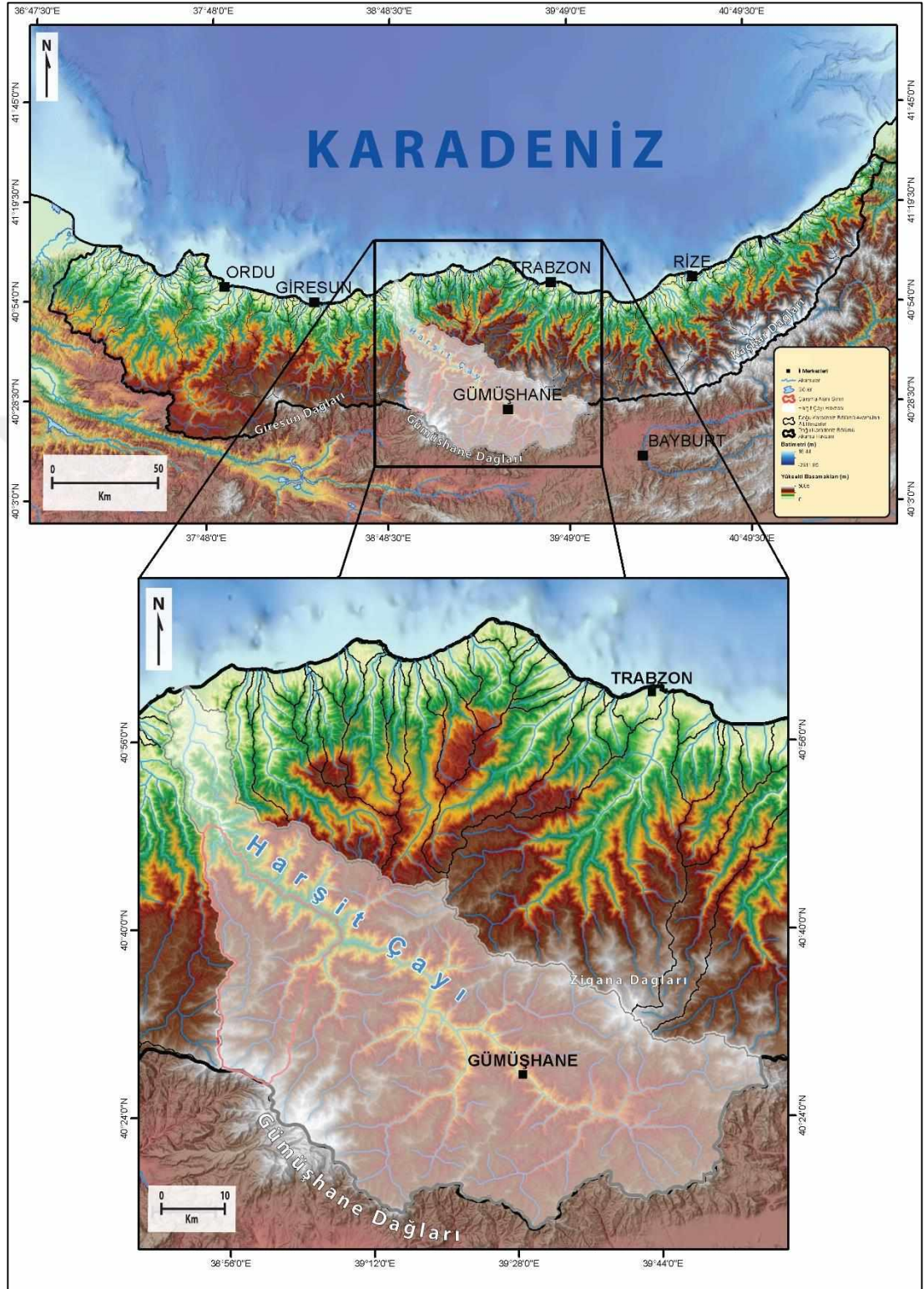
Şekil 2 : Çalışma alanının jeoloji haritası.

Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri

Türkiye'nin ortam çeşitliliği konusunda diğer bir zenginliğini, jeolojik geçmişin de özelliklerini barındıran, jeomorfolojisi oluşturmaktadır. Türkiye'nin şekillenmesinde ve özellikle günümüz görünümünü almasında ise Alp-Himalaya Orojenezinin büyük bir etkisi vardır. Bu yapı üzerine Oligo-Miosen'den beri devam eden tektonizma faaliyetleri, epirojenik kökenli kubbeleşme ve Neotektonik dönem yükselme, sıkışma ve gerilme hareketleri eşlik etmiştir. Böylece Anadolu farklı gelişim süreçlerinin ve etkilerinin yaşandığı dönemlerin ortak bir eseri olmuştur (Uncu, 2016, ss. 34-35). Jeomorfolojik açıdan bakıldığında çalışma alanı ve çevresi dağlık bir üniteden meydana gelmektedir. Bu dağların da içinde bulunduğu Kuzey Anadolu Sıra Dağları ise Anadolu sisteminin kuzey segmentini oluşturmaktadır. Tüm bu yapı ülkemiz için hem rölyef hem bitki örtüsü özelliklerinde önemli bir yere sahiptir.

Mezozoyik dönemin sonlarından itibaren kurulmaya ve yerleşmeye başlayan akarsular bu segment üzerine yerleşerek yükselmeye ayak uydurmuşlardır (Atalay, 2017). Bundan dolayı dağların kuzey aklanlarında eğim yönünde kurulmuş genç vadiler içerisinde birçok akarsu bulunur (Ertek, 2016, s. 77). Çalışma alanı ve çevresinin şekillenmesinde etkili olan en önemli dış kuvvet bu nedenle akarsulardır. Akarsular, bu alanda topografyayı derin bir şekilde yararak çentik vadiler ('V' şekilli) meydana getirmiştir. Bunun sonucunda bölgede yükselti, bakı durumu ve eğim dereceleri kısa mesafelerde önemli değişiklikler göstermektedir (Şekil 3).

Çalışma alanında yer alan akarsulardan Kürtün Deresi, Gücükdere Deresi, Çayır Dere, Harşit Çayı'na güneybatıdan katılırlar. Gavraz Deresi ise Harşit Çayı'na kuzeybatı yönünde akarak katılmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nde akarsuların havza uzanım doğrultusu birçok akarsu için kuzey-güney yönlü olmasına rağmen, çalışma alanındaki Harşit (Doğankent) Çayı'nın havza uzanım doğrultusu kuzeybatı-güneydoğu yönlüdür. Bu uzanım doğrultusu Doğu Karadeniz Bölümü içerisinde yalnızca Harşit (Doğankent) Çayı havzasında görülmektedir (Şekil 3).



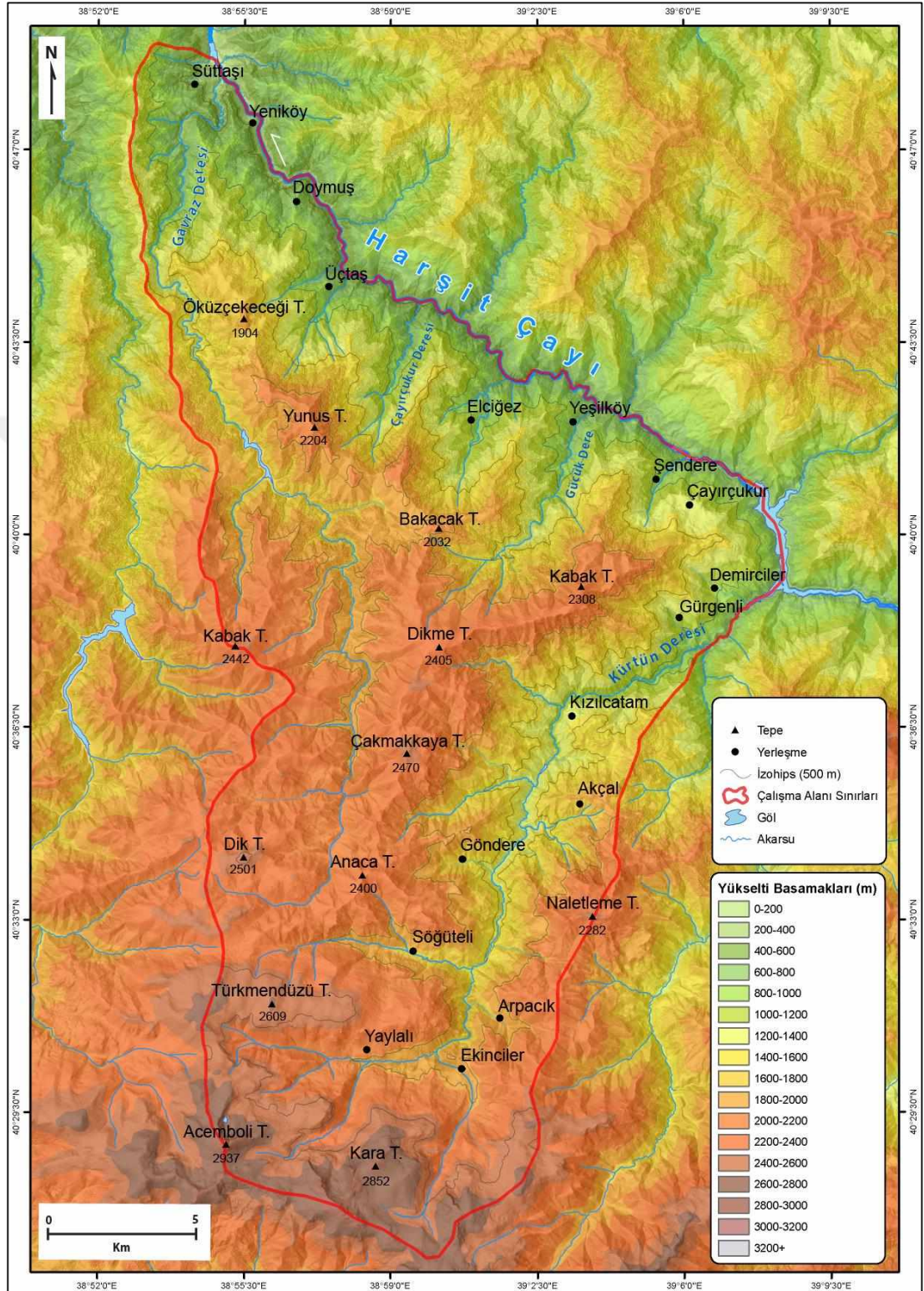
Şekil 3 : Doğu Karadeniz Bölümü suları haritası ve Harşit Çayı'nın konumu.

Havza morfolojisinde görülen bu durum özellikle kuzeybatı sektörlü nemli hava kütlelerinin aynı doğrultuda havzanın iç kısımlarına kadar ulaşmasında etkilidir. Nemli hava kütlelerinin ilerleyişine imkân sunan bu havza özellikleri, kıyı kesimlerinden iç kesimlere doğru gözlemlenen iklim ve bitki örtüsü farklılaşmalarının önemli nedenlerinden biridir.

Çalışma alanında topografya özellikleri incelendiğinde; yükselti değerlerinin yaklaşık olarak 200 ile 3000 m arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4). Yükselti değerlerinin yaklaşık %90'ı ise 1000 m'nin üzerindedir (Tablo 3). Çalışma alanının en yüksek kesimini Acemboli Tepe (2957 m), en alçak kesimini Harşit Çayı vadisi (200 m) tabanı oluşturmaktadır. Genel olarak engebeli bir topografya görünümüne sahip olan bu sahanın yükselti farkı 2800 m'dir (Şekil 4). Bu yükselti farkı akarsuların boyuna profillerindeki maksimum ve minimum yükselti değerleri ile de temsil edilmektedir. Örneğin Kürtün Deresi 2800 m'den 800 m'ye, Gücükdere Deresi 2300 m'den 300 m'ye, Gavraz Deresi ise 2400 m'den 200 m'ye kadar yatağını kazmaktadır (Şekil 5).

Tablo 3 : Çalışma alanı yükselti basamaklarının alansal ve oransal dağılımı.

Yükselti Basamakları (m)	Alan (km²)	Oran (%)
200-500	5,00	1,03
500-1000	44,00	9,57
1000-1500	77,00	16,85
1500-2000	134,60	29,12
2000-2500	164,00	35,61
2500-2957	36,00	7,82
Toplam	460	100

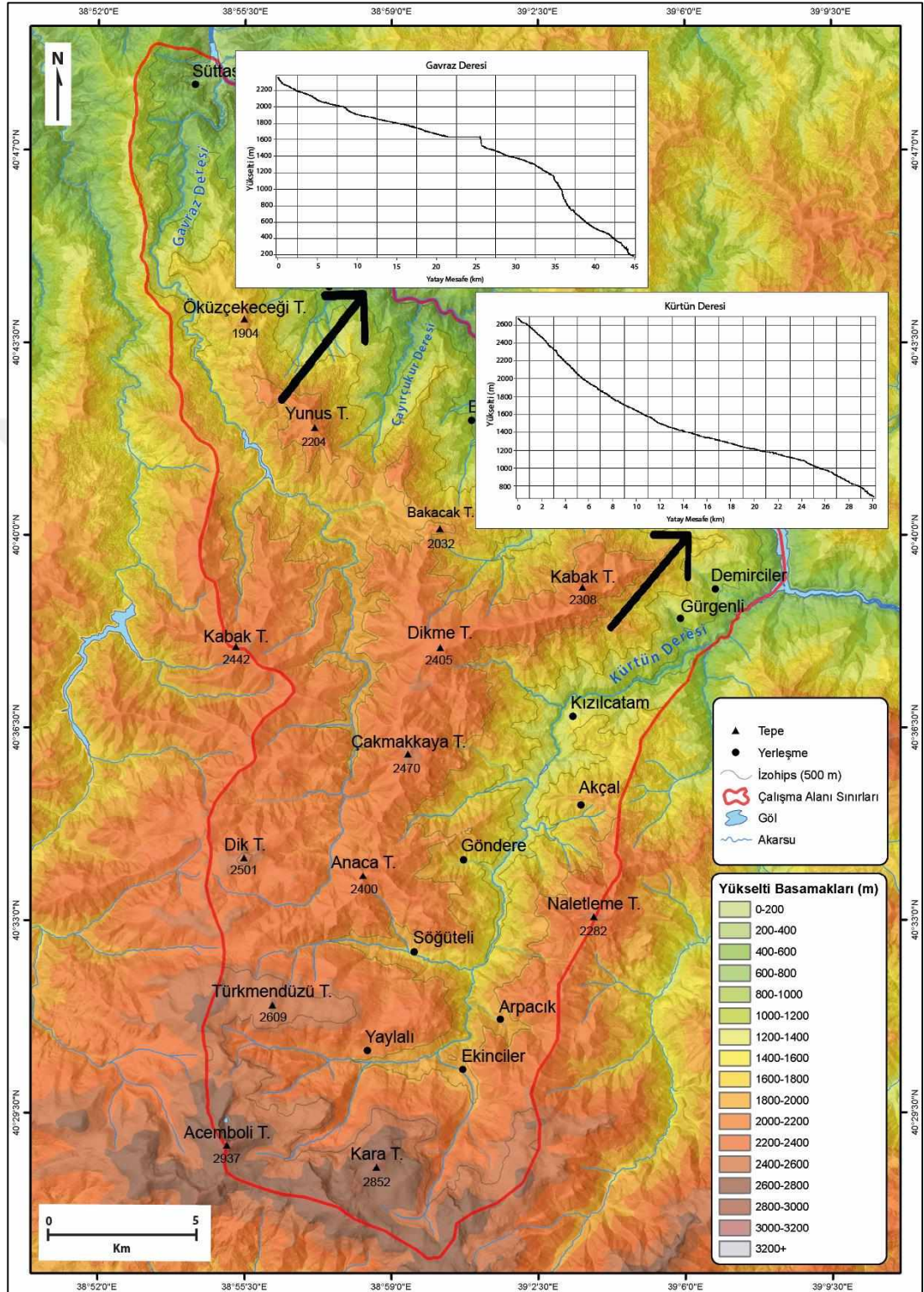


Şekil 4 : Çalışma alanı yükselti basamakları haritası.

Gavraz Deresine ait boyuna profil incelendiğinde ise 800-1200 m arasında akarsu yatak morfolojisinde önemli bir değişim görülmektedir (Şekil 5). Gavraz Deresinde görülen bu duruma çalışma alanı ve çevresine ait Maden Tetkik Arama (MTA) tarafından hazırlanan 1/500.000’lik Samsun ve Trabzon jeoloji paftaları incelendiğinde, haritalanan eski bir fayın Gavraz Deresi boyuna profilinde 800 m ile 1200 m arasında eğim kırıklığı oluşmasına neden olarak akarsu yatak morfolojisinde baskın bir değişime neden olduğu görülmüştür (Şekil 2). Çalışma alanında akarsu vadilerinin enine profilleri incelendiğinde, özellikle de Gavraz Deresinin alt havzasında çentik vadilere çokça rastlanılmaktadır.

Ayrıca çalışma alanının güney kesiminde yer yer yüksek aşınım düzlükleri bulunmakta ve bu alanlar yaylacılık amaçlı kullanılmaktadır. Çalışma alanının güneyinde ortaya çıkan bu özellikler, alanın daha çok Gümüşhane dağlarının devamı niteliğinde olması nedeniyle Doğu Karadeniz Dağlarında Kuvaterner buzul-buzul arası dönemlerinde meydana gelen değişimlerin izlerini yansıtmaktadır. Bunun sonucu olarak çalışma alanının güneyinde yüksek tepelerin olduğu, yükselti değerleri fazla ancak daha sade bir görünümü olan alanlar yer almaktadır. Günümüzde aktif bir buzul bulunmasa da Pleistosen’deki buzul süreçleri sonucunda havzada yer alan Kürtün Deresi yukarı çıkırında buzul vadisi ve diğer aşınım şekillerine ait izler görülmektedir. Havza sınırının kuzeydoğusunda ise alçak aşınım düzlükleri bulunmakta, bu alanda da köy yerleşmeleri (örn. Çayırçukur Köyü) yer almaktadır.

Havzanın yükseltisinin fazla olması ve birçok tepenin varlığı alt havzaların keskin sırtlarla ayrılmasına neden olmuştur. Çalışma alanında topografyanın önemli unsurlarını temsil eden ve farklı yükselti değerlerinde bulunan bazı dağlık ve tepelik alanlar ise: Acemboli Tepe (2937 m), Kara Tepe (2852 m), Türkmendüzü Tepe (2609 m), Dik Tepe (2501 m), Çakmakkaya Tepe (2470 m), Kabak Tepe (2442 m), Dikme Tepe (2405 m), Kabak Tepe (2308 m), Naletleme Tepe (2282 m), Yunus Tepe (2204 m) ve Öküzçekeceği Tepe (1904 m) gibi tepelerdir. Çalışma alanında bu tepelik alanların yanında daha birçok farklı yükselti değerine sahip alan da bulunmaktadır.

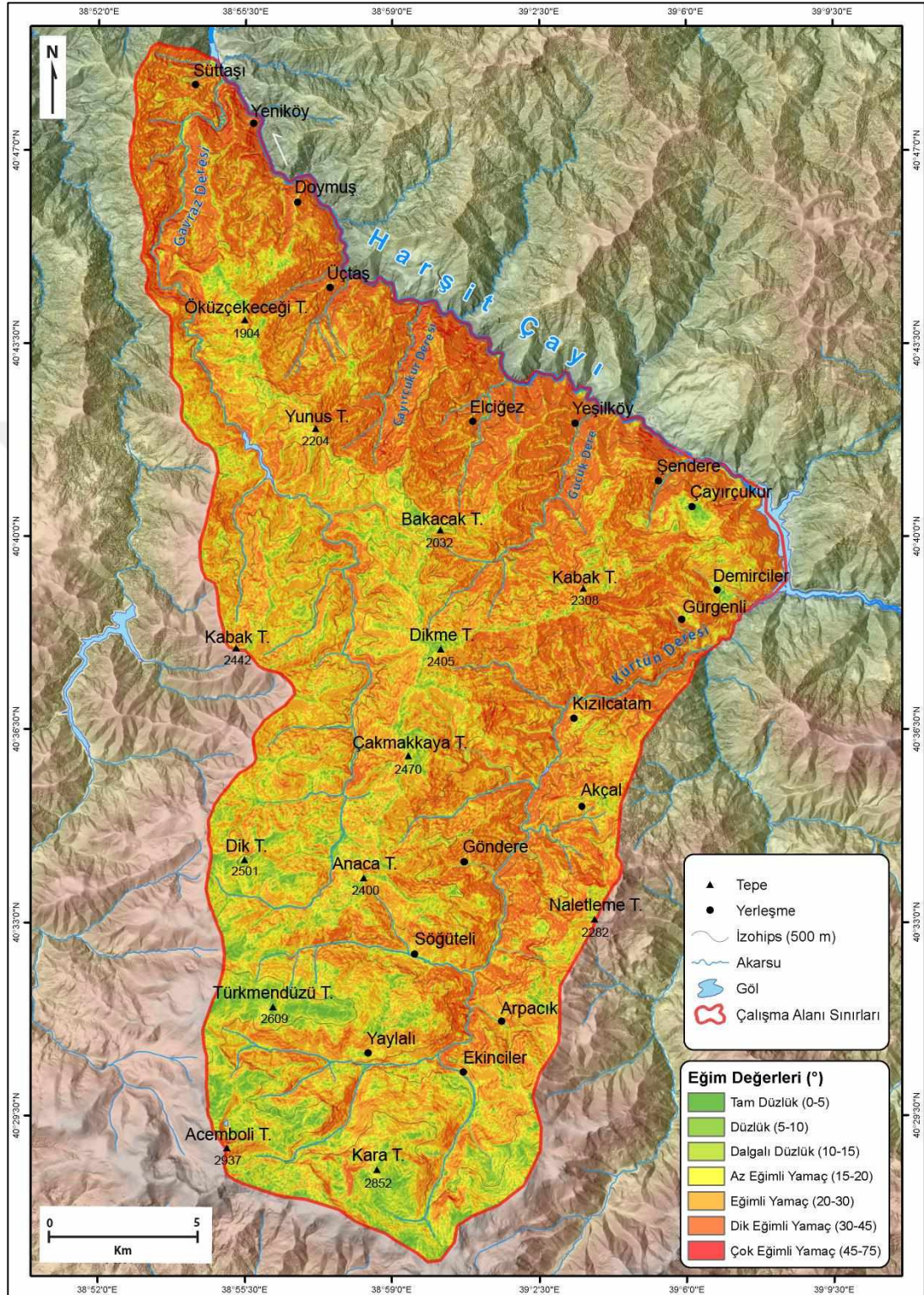


Şekil 5 : Çalışma alanında yer alan önemli akarsuların boyuna profilleri.

Dağlık bir ünite ve üzerinde yer alan akarsu süreçlerinin bir sonucu olarak çalışma alanında yüksek eğim değerleri (0° - 75°) görülmektedir (Şekil 6). Çalışma alanındaki ortalama eğim değeri 24° 'dir. Özellikle akarsularca derince yarılmış vadilerde bu eğim değerleri gözlemlenmektedir. Sahada düz ve düze yakın alanlar çok sınırlı olup bu alanlar genellikle yüksek kesimlerde dağılış göstermektedir. Eğimli (20° - 30°) ve dik eğimli yamaçlar (30° - 45°) havzada en fazla alan kaplayan yayılışa sahip yamaç ünitesi olup (%65), bu alanlar vadi yamaçlarına denk gelmektedir (Tablo 4). Eğim değerlerinin alanda bu derece yüksek olması yüzey süreçleri üzerinde önemli etkilere yol açmaktadır. Özellikle bitkinin yaşam alanını oluşturan topraklar üzerinde erozyon, kütle hareketleri vb. süreçler bitki örtüsü üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Tablo 4 : Çalışma alanında eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.

Eğim Sınıfları ($^{\circ}$)	Alan (km^2)	Oran (%)
Tam Düzlük (0-5)	6,88	1,46
Düzlük (5-10)	24,7	5,36
Dalgalı Düzlük (10-15)	44,56	9,67
Az Eğimli Yamaç (15-20)	68,174	14,83
Eğimli Yamaç (20-30)	174,44	37,89
Dik Eğimli Yamaç (30-45)	135,00	29,32
Çok Dik Eğimli Yamaç (45-75)	6,47	1,40
Toplam	460	100

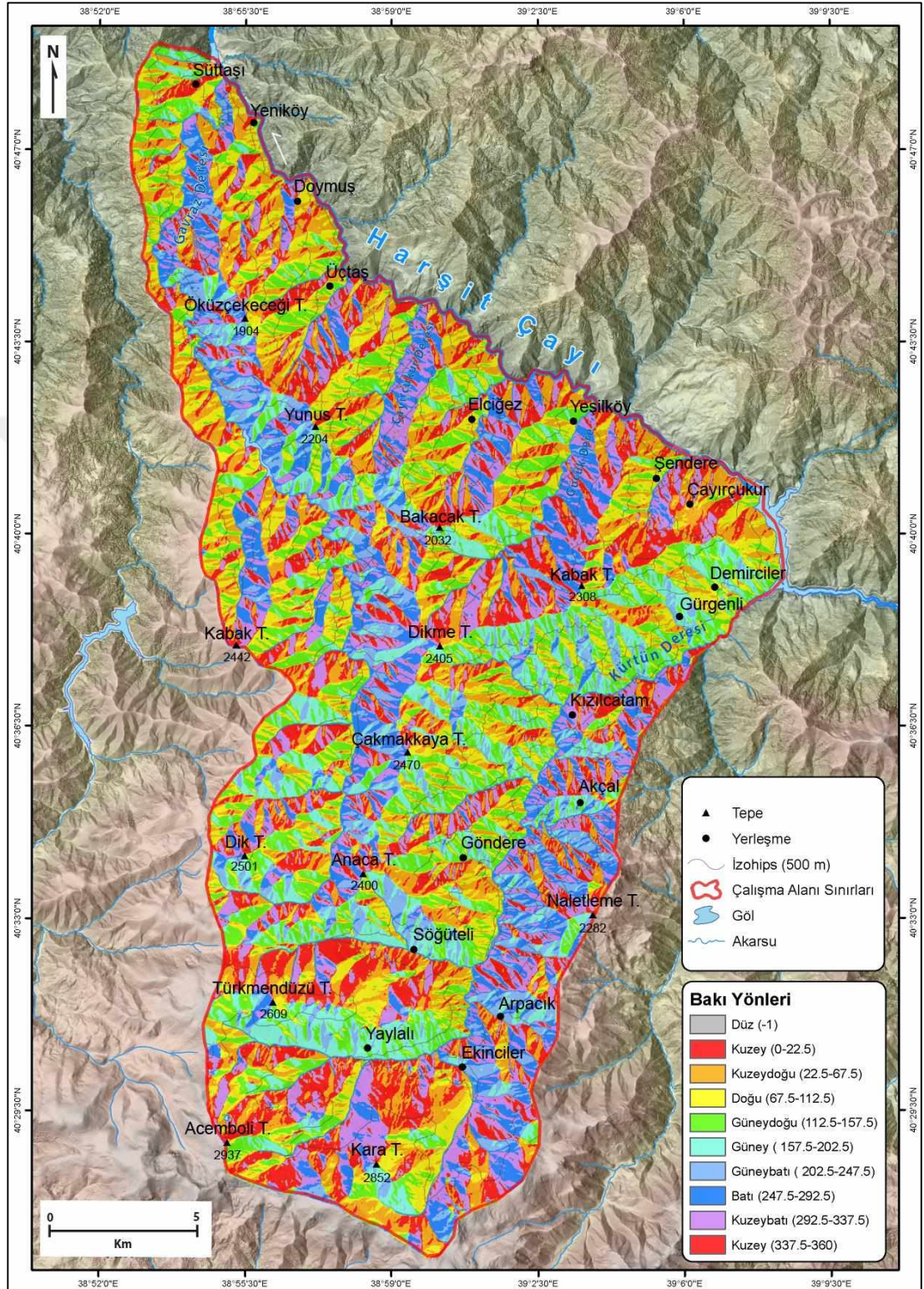


Şekil 6 : Çalışma alanı eğim özellikleri haritası.

Yukarıda anlatılan özelliklere bağlı olarak çalışma alanındaki akarsu vadilerinde ve yan yamaçlar üzerinde özellikle Doğu Karadeniz Bölümü'nde heyelanların tetiklenmesinde önemli bir rol oynayan ani sağanak yağışların neden olduğu kütle hareketlerine rastlanılmaktadır (Görüm ve Fidan, 2021; Karslı v.d., 2009, s. 245; Nefeslioğlu v.d., 2011, s. 459; Üyetürk v.d., 2020, ss. 1-2). Bölgedeki tüm bu topografik özellikler arazi yüzeyi açısından da farklılıkların görünmesini sağlamıştır (Şekil 7). Bu durum güneşten gelen ışınların geliş açılarını etkilemektedir. Bakı etkisi ile hem güneşten gelen enerjide hem iklim özelliklerinde (Türkeş, 2010, s. 378) meydana gelen değişimler sonucu (özellikle yağış tutarları) bitki topluluklarının dağılışı özellikleri farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanında elde edilen bakı yönleri haritası incelendiğinde alanın yarıya yakınının kuzey yönlü bakıya sahip olduğu görülmektedir (Tablo 5). Ayrıca ülkemizin Doğu Karadeniz Bölümü daha çok kuzeyli hava kütlelerinin etkisi altında olmaktadır. Bu nedenle çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz'de, kuzeye bakan yamaçlarda bakı faktörüne bağlı olarak nem oranı yüksek, güneş geliş açıları ise düşüktür. Bunun yanında güneye bakan yamaçlarda güneş ışınlarının geliş açısı diğer yönlerle nazaran daha yüksektir. Sonuç olarak belirtilen tüm bu etkiler alanda yetişen bitkiler üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkili olabilmektedir. Bu durumun bir sonucu olarak çalışma alanında kuzey bakılarda daha çok nem isteği yüksek bitki türleri yayılımı göstermektedir.

Tablo 5 : Çalışma alanında bakı yönlerinin alansal ve oransal dağılımı.

Bakı Yönleri	Alan (km ²)	Oran (%)
Düz / Düze yakın	3,02	0,65
Kuzey	73,00	15,89
Kuzeydoğu	76,32	16,56
Doğu	69,20	15,02
Güneydoğu	63,95	13,88
Güney	43,07	9,35
Güneybatı	29,87	6,48
Batı	41,05	9,04
Kuzeybatı	60,52	13,13
Toplam	460	100



Şekil 7 : Çalışma alanı bakı özellikleri haritası.

Buraya kadar değinilen tüm jeomorfolojik özellikler, çalışma alanında bitki yaşamı için çok farklı ortam koşullarının oluşmasında en önemli faktördür. Tüm bu relief özellikleri ile sahada yer alan bitkiler arasında; bitki toplulukları (formasyonlar), yaşam süreleri, ekolojik istekler ve dağılış özellikleri açısından sıkı bir ilişki mevcuttur.

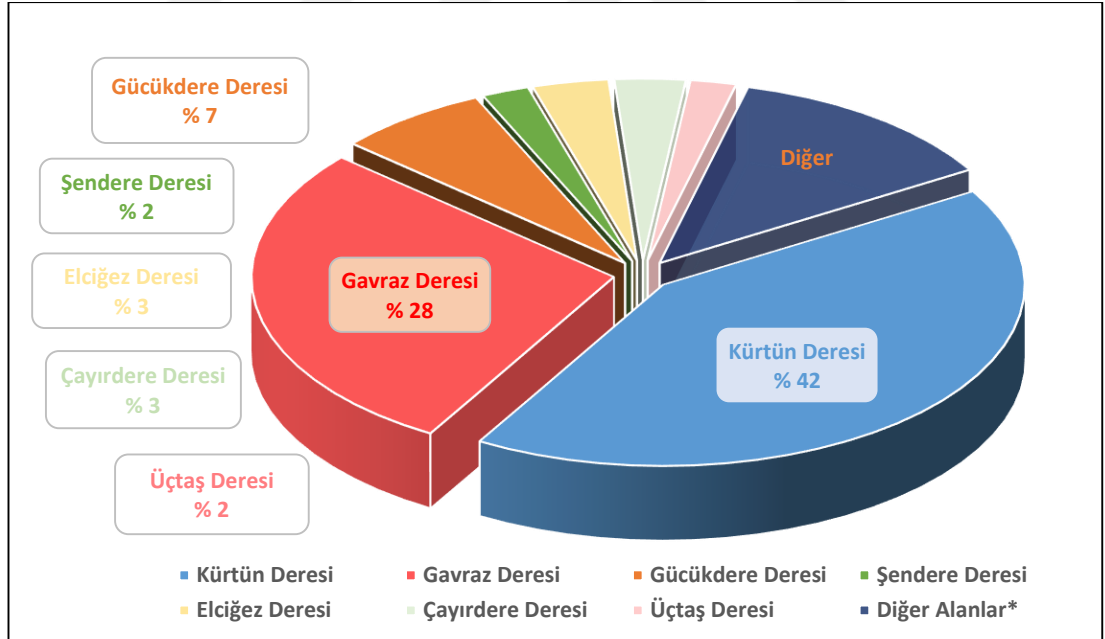
Araştırma Alanının Hidrografiya Özellikleri

Suyun varlığı, kullanılabilirliği ve yönetimi, canlı yaşamının devamlılığında ve dağılışında etkili olan önemli bir husustur. Suyun yaşamsal önemi ve günümüz su kaynakları üzerinde mevcut problemler bu hayati kaynak üzerinde durulmasının önemli nedenlerindendir (Davie ve Quinn, 2019, ss. 1-2). Hidroloji bu nedenle suyun yeryüzündeki dağılımından atmosferdeki hareketine kadar olan geniş bir perspektiften olaya bakmaktadır. Bir havzada akarsu varlığının temelini ise atmosfer koşullarına bağlı bir parametre olan yağış dinamikleri oluşturur. Yeryüzünde akışa geçen akarsular aynı zamanda aşındırma, biriktirme ve taşıma faaliyetleriyle yeryüzünü şekillendiren başlıca kuvvetlerden birini oluşturmaktadır. Özellikle nemli iklim bölgeleri altında akarsuların, yataklarında taşıdığı yük ve su miktarı artmaktadır. Hatta eğim değerlerinin yüksek olduğu sahalarda erozyon şiddeti artmaktadır. Özellikle Karadeniz Bölgesi Türkiye'nin akarsu ağının sık olduğu yerlerden birisidir. Burada yer alan birçok akarsu bu karakteristik özellikleri göstermektedir.

Çalışma alanında yer alan akarsular, iklim, jeolojik ve jeomorfolojik özellikler altında havzayı şekillendirmektedir. Bu özellikler bitki örtüsü dağılışı, toprak oluşumu, arazi kullanımı gibi süreçleri de etkilemektedir. Çalışma alanında temel şekillendirici coğrafi etmen olan akarsular, bölümün iklim özellikleri nedeniyle sürekli akım özelliği göstermektedirler. Bu akarsuların, havza içerisindeki toplam uzunlukları yaklaşık 168 km'dir. Çalışma alanında Kürtün Deresi yaklaşık 81 km uzunluğu ile en uzun sürekli akarsuyu oluşturmaktadır. Gavraz Deresi ise yaklaşık 57 km uzunluğu ile sahanın en uzun sürekli akışa sahip ikinci akarsuyudur. Diğer akarsular sahanın daha ufak vadi sistemleri içerisinde gelişen ve bu nedenle boyları kısa olan, akım ve rejimleri düzensiz akarsulardır. Bunlar; Gücükdere Deresi, Elciğez Deresi, Çayırdere Deresi ve Üçtaş Dereleri'dir. Bütün akarsular Doğankent (Harşit) Çayı'na bağlanmakla beraber, akış yönleri genel olarak güneybatı-kuzeydoğu yönüdür (Şekil

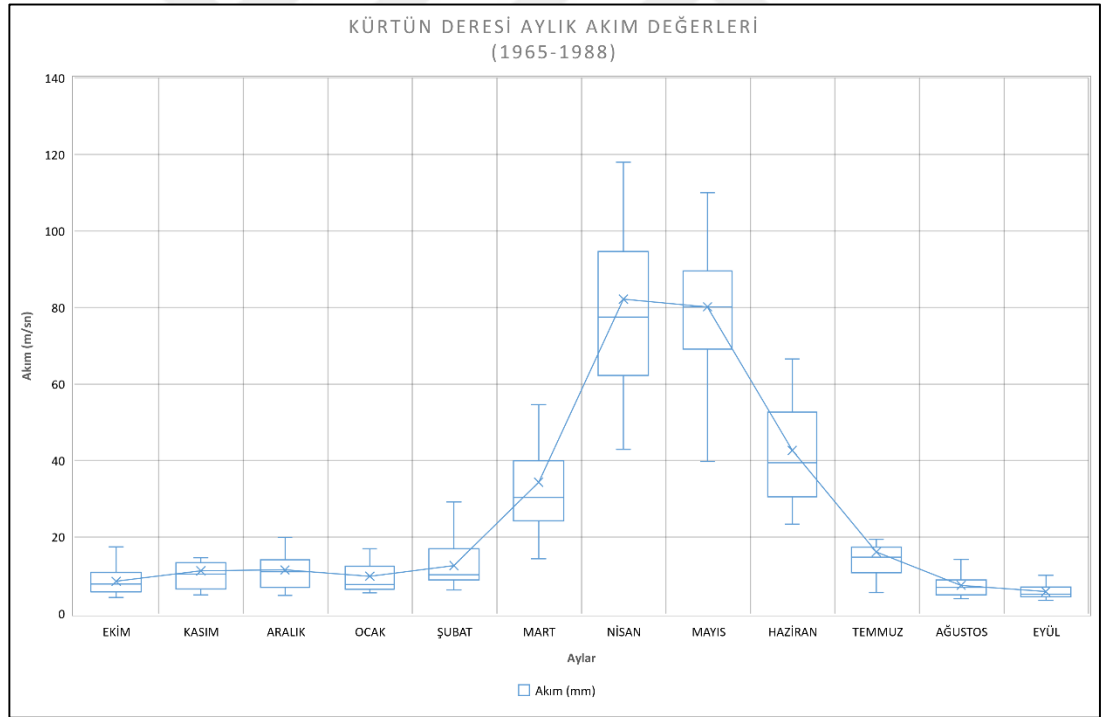
10). Belirtilen akış yönüne istisna olan tek akarsu Gavraz Deresidir. Kaynak sahasından yaklaşık 12 km güney-kuzey yönlü akmaktayken akış yönünü değiştirerek yaklaşık 15 km güneydoğu-kuzeybatı yönünde akmaktadır. Ardından Doğankent Çayı'na güneybatı-kuzeydoğu yönüne akış ile bağlanmaktadır. Her ne kadar Kürtün Deresi dentritik bir drenaj çizse de akarsular Harşit Çayı'na kabaca paralel drenaj şebekesi şeklinde bağlanmaktadır.

Çalışma alanında su bölümü çizgileri ile belirlenen 7 büyük alt havza bulunmaktadır (Şekil 8). Bu havzalar içerisinde Kürtün Deresi alt havzası 193.4 km² (%42) en büyük alt havzadır. Diğer alt havzalar, Gavraz Deresi 128.8 km² (%28), Gücükdere Deresi 31.3 km² (%6.8), Elciğez Deresi 15.6 km² (%3.4), Çayırdere Deresi 14.5 km² (%3.2), Şendere Deresi 9.7 km² (%2.1) ve Üçtaş Deresi 9.4 km² (% 2) değerlerine sahiptir (Şekil 8). Çalışma alanında ayrıca çok küçük akarsu alt havzaları da yer almakta ancak bunlar tek başlarına değerlendirilecek boyutlarda değildir.



Şekil 8 : Çalışma alanında yer alan akarsu alt havzalarının alansal ve oransal dağılımı.

Çalışma alanında yer alan akarsuların rejim özelliğini belirleyen temel faktör iklimdir. Karadeniz İklimi etki sahasında bulunmasına rağmen çalışma alanı ve çevresinin içinde bulunduğu dağlık ünite, topografya ve iklim özelliklerinde önemli değişimlere neden olmaktadır. Özellikle topografik bir bariyer niteliği görmesi sebebiyle bu dağların kuzeye bakan yamaçlarında akarsu gelişimi ve akım değerleri, dağların gerisinde kalan yerlere nazaran değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda bu dağlık yapı ve kaynağını buradan alan akarsularda, suyun bu alanlarda (kaynak alanları) farklı formlarda (kar, buzul) tutulması sonucu aylık akım değerleri üzerinde gecikmeli bir şekilde yansımaktadır. Bu etkiyi göstermek için çalışma alanı sınırları içerisinde yer alan Kürtün Deresi üzerinde Elektrik İşleri Etüt İdaresi'nin (EİEİ) 2201 Harşit Çayı-Kürtün Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) kayıt yaptığı süredeki verileri kullanılarak aylık akım değerlerine ait grafikler oluşturulmuştur.

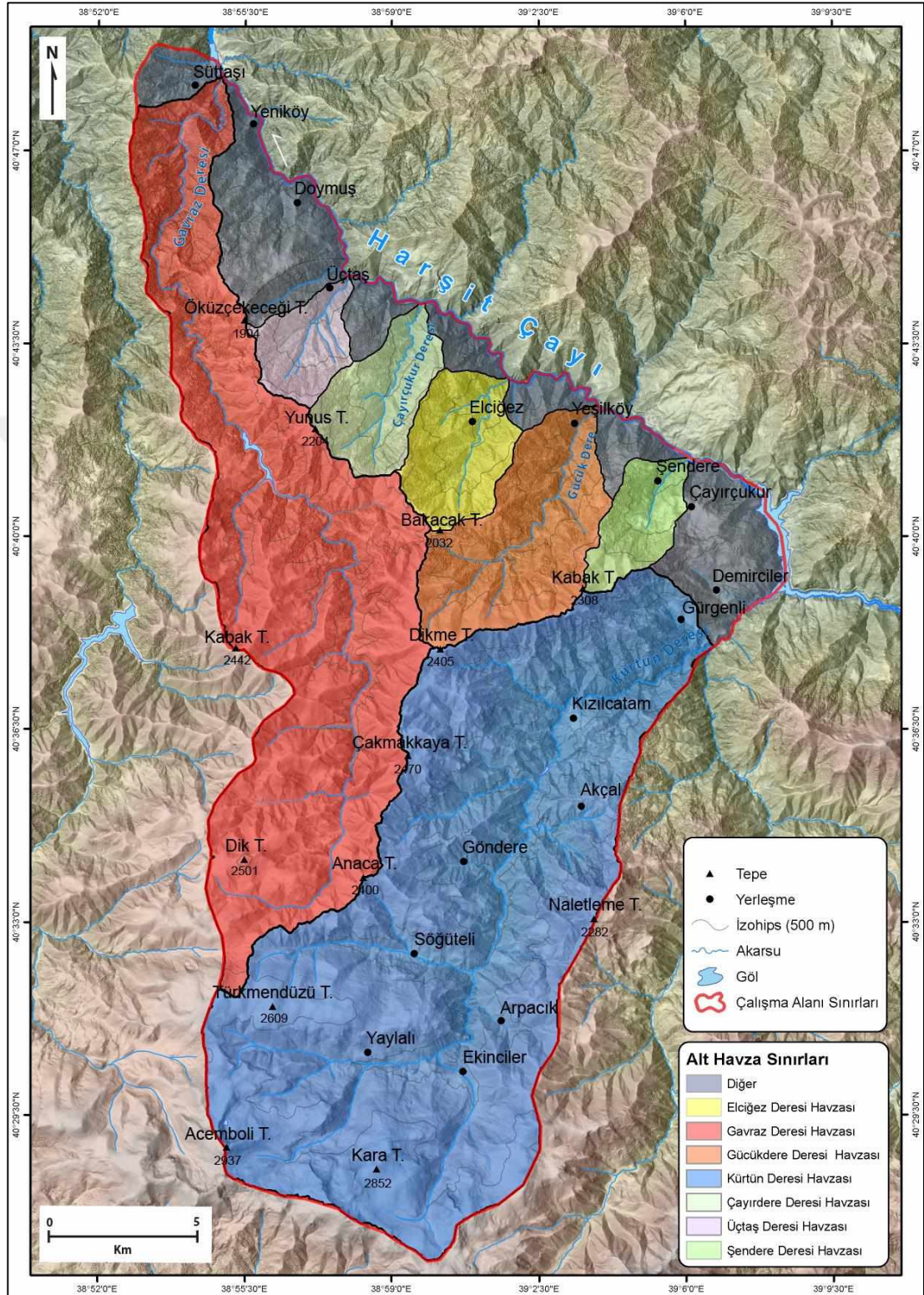


Şekil 9 : Kürtün Deresi (kesintisiz dönem için) aylık ortalama akımı, çeyrekler arası aralığı ve aykırı akım değerlerini gösteren kutu grafik.

Kürtün AGİ¹'ye ait bu akım verisi sahanın akarsu özelliklerinin yorumlanmasında kullanılmıştır. Uzun yıllık aylık akım değerlerine ait kutu grafik incelendiğinde Aralık-Ocak-Şubat aylarında akım değerlerinde düşüş yaşandığı görülmektedir. Bu aylarda düşüş yaşanmasında yağışın daha çok kar şeklinde düşmesi etkili olmaktadır. Bu dönemden sonra ise akarsuların hem yağmur suları hem de kaynak noktasındaki dağlık sahadan kar erimeleri ile beslenmesi sonucu ilkbahar aylarında en yüksek akım değerlerine ulaştığı görülmektedir. Kar erimelerine bağlı olarak haziran ayında da akımların devam ettiği ve bu alandan beslenmenin durmasıyla hızlıca akım değerlerinin düştüğü dikkat çekmektedir. Bu dönem içerisinde nisan-mayıs ayları en yüksek akım değerlerinin görüldüğü aylardır. Beraberinde mayıs ayından eylül ayına doğru düzenli bir düşüş görülmektedir (Şekil 9). Bu durumlardan ötürü çalışma sahası Erinç (1957) tarafından ayrılan rejimlerden, karlı-dağ rejimi tipine girmektedir (Erinç, 1957, ss. 104-105).

Dendrokronolojik analizlerin konu edildiği bu çalışmada, hidrografya ve dendrohidroloji çalışmanın önemli bir başlığını oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışma alanına ait hidrografya değerlendirmeleri, sahanın mevcut durumu, AGİ sayısının varlığı, akım-iklim ilişkileri, akım-yıllık halka ilişkileri gibi daha birçok konuda değerlendirmelerde bulunulmuştur. Bu değerlendirmeler konu bütünlüğü ve yapılan işlemlerin daha rahat anlaşılabilmesi için tezin üçüncü bölümündeki dendrohidrografya kısmında incelenmiştir.

¹ *2201 AGİ nolu Kürtün Deresi İstasyonu uzun yıllık akarsu verisi (40 yıllık) sahadaki uzun yıllık eğilimi değerlendirmek için kullanılmıştır. Akım değerleri 40° 40' 29" K -39° 07' 58" D ve yaklaşık 500m (545 m) yükselti kademesine sahip Kürtün ilçesi civarından ölçülmüştür. Yağış alanı 2750.0 km² olarak belirlenmiştir. Gözlem süresince en yüksek akım 731. m³/s (09.04.1978), gözlem süresinde en az akım 2.45 m³/s (06.08.1972) olarak ölçülmüştür. Gözlem süresince ortalama akımı ise (1959-1964 yılları hariç) 26.2 m³/s'dir (Eİİ, 1988)



Şekil 10 : Çalışma alanı alt akarsu havza sınırları haritası.

Çalışma Alanının Toprak Özellikleri

“Toprak, kara yüzeyinin dış kısmını birkaç milimetre ile birkaç metre kalınlıkta saran, organik ve inorganik maddelerin karışımından oluşan, üzerinde özellikle bitkiler için canlı bir ortam barındıran ayrıışmış bir kattır” (Atalay, 2016; Mater, 2004). Bu nedenle toprak bitki yaşamı açısından gerek yaşam alanı gerek yaşamsal ihtiyaçlarını karşıladıkları ortam olmaları nedeniyle hayati öneme sahiptir. Toprak oluşum ve gelişimi üzerinde birçok etken rol olmakla beraber bunlar arasında iklimin rolü diğerlerinden daha kuvvetlidir. Bu nedenle toprak türleri farklı iklim tipleri altında şekillenip farklı mekânsal dağılımlar sergilemektedir. Bu dağılım üzerinde iklim dışında ana kaya özellikleri, organizmalar, jeomorfolojik özellikler ve zaman da önemli etkilere sahiptir (Erinç, 1977, ss. 37-38) .

Çalışma alanında, büyük ölçüde iklim ve bitki örtüsü özelliklerine göre gelişen zonal topraklar ile intrazonal toprak grubu içinde ele alınan ve hidromorfik topraklar alt başlığı içine dahil edilen alpin sahaların toprakları yayılışa sahiptir (Tablo 6). En geniş yayılışa sahip olan toprak tipleri kireçsiz kahverengi orman toprakları ve yüksek dağ çayırı toprakları oluşturmaktadır. Sadece bu iki tip toprak, alansal olarak çalışma alanının yaklaşık % 80’ini kaplamaktadır (Tablo 6). Çalışma alanında diğer toprak tiplerini ise zonal topraklar içinde değerlendirilen gri kahverengi podzolik topraklar, kırmızı-sarı podzolik topraklar, kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır (Dizdar, 2003; Gümüşhane İli Arazi Varlığı, 1996). Diğer toprak tipleri alanda daha sınırlı yayılışa sahiptir.

Yukarıda belirtilen toprak tiplerinin çalışma alanındaki dağılışı özelliklerine baktığımızda; çalışma alanında en geniş yeri 2000-2200 m orman üst sınırından itibaren dağların zirvelerine kadar yayılışa sahip olan yüksek dağ çayırı toprakları oluşturmaktadır (Şekil 11). Çok geniş bir alanda (209 km²) yayılış gösteren bu toprak tipi, çeşitli anakayalar üzerinde bozuk drenaj ve soğuk iklim koşullarında gleyleşme ve kısmen kalsifikasyon süreçlerinin oluşmasıyla ortaya çıkarlar. Gleyleşme drenajın kötü olduğu topraklarda görülen ve bu toprakların horizonlarında mavi, gri renk değişimlerinin ortaya çıktığı bir süreçtir (Dizdar, 2003, s. 83)

Çalışma alanının yaklaşık olarak %46'sını kaplayan bu topraklar; Alt-Orta Jura volkanitler ve sedimanter kayalar, Üst Kretase volkanitler ve sedimanter kayalar ile Paleosen-Eosen granitoidleri üzerinde yayılışa sahiptirler.

Tablo 6 : Çalışma alanına ait büyük toprak grupları sınıflarının alansal ve oransal dağılımı.

Toprak Tipleri	Alan (km ²)	Oran (%)
Zonal Topraklar		
N-Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	157,00	34,06
M-Kahverengi Orman Toprakları	23,00	5,02
G-Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	53,00	11,61
P-Kırmızı-Sarı Podzolik Topraklar	2,00	0,47
İntrazonal Topraklar (Hidromorfik topraklar)		
Y- Yüksek Dağ Çayır Toprakları	209,00	45,27
Diğer		
Çıplak Kaya ve Molozlar	14,00	3,11
Yerleşmeler	2,00	0,46
TOPLAM	460	100

Çalışma alanında bitki örtüsü özellikleri açısından asıl önemli toprak tiplerini kireçsiz kahverengi orman toprakları, gri kahverengi podzolik topraklar ve kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır. Çalışma alanında genel olarak orman sahalarının en yoğun şekilde bulunduğu kuzey, kuzeybatı kesiminde bu topraklar yayılış göstermektedir. Bu topraklardan daha sınırlı yayılışa sahip (23 km²) kahverengi orman toprakları, çalışma alanının kuzey doğusunda daha çok Harşit Çayı vadisine bakan yamaçlar üzerinde, yağış değerlerinin diğer alanlara göre daha düşük olduğu Kürtün ilçesi ve çevresinde yayılışa sahiptir (Şekil 11). Alt-Orta Jura volkanitler ve

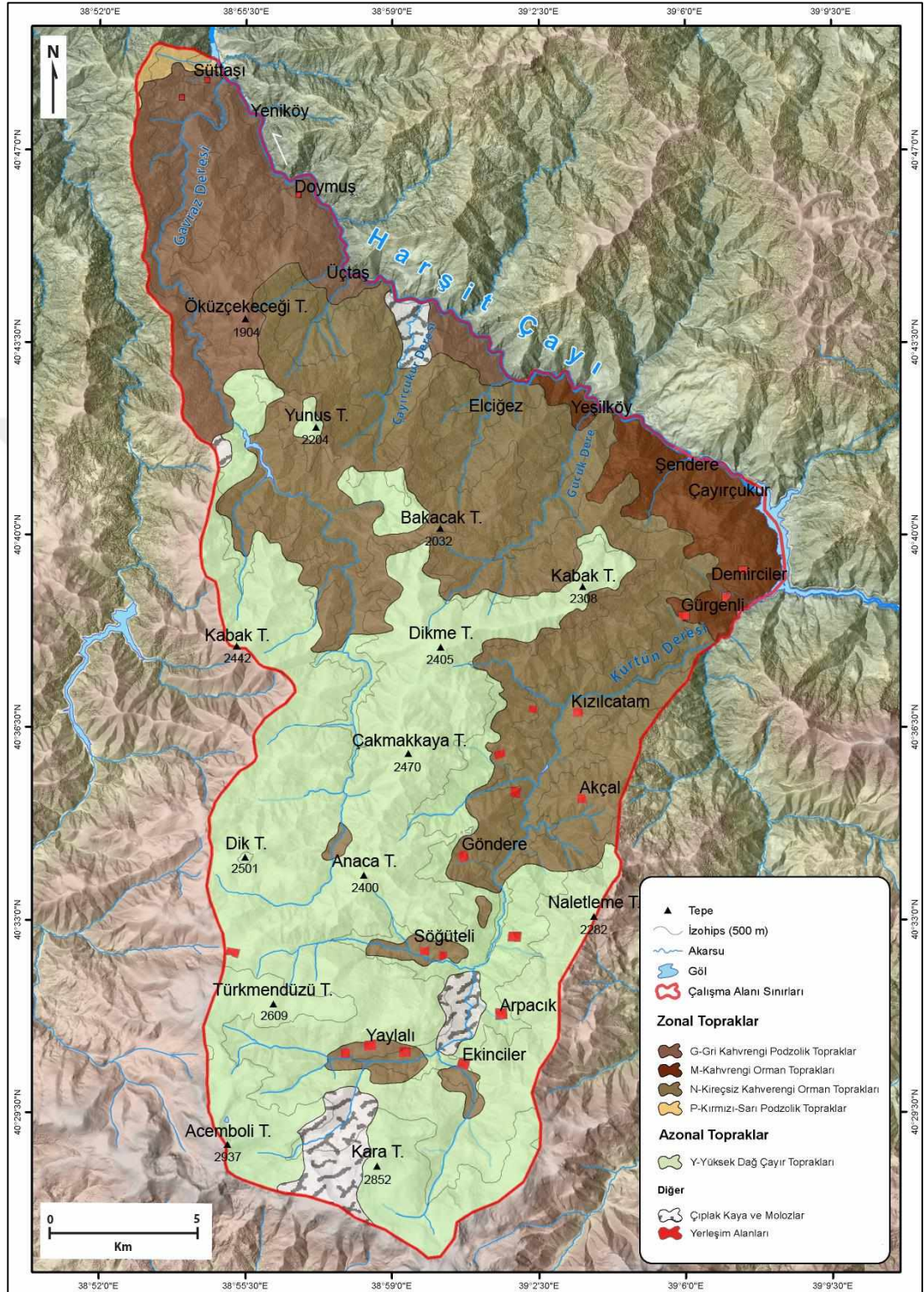
sedimanter kayalar üzerinde bulunan bu topraklar üzerinde daha çok yerleşim alanları ve bitki örtüsü tahrip sahaları yer almaktadır.

Çalışma alanında gri kahverengi podzolik topraklar daha çok Gavraz Deresi havzasının aşağı kesiminde, kuzey-kuzeybatı yönlü hava kütlelerine açık alanda (53 km²) yayılışa sahiptir (Şekil 11). Kuzeyden gelen hava kütlelerinin vadi uzanım doğrultusunda rahatça sokulabilmesi nedeniyle yağış koşulları burada fazla değerler göstermektedir. Bu alana yakın konumda yer alan Doğankent (177 m) OMGİ'ye ait uzun yıllık ortalama toplam yağış değerleri incelendiğinde alanın yaklaşık 1200 mm yağış aldığı görülmektedir. Bu topraklar kayın, meşe ve akçaağaç türleri gibi geniş yapraklı orman ağaçlarının oldukça iyi gelişim gösterdiği yerler altında bulunmaktadır. Ayrıca bu toprakların ana kayasını, Alt-Orta Jura volkanitler ve sedimanter kayalar ile Paleosen-Eosen (bazen Üst Kretase dahil) Granitoid kayalar oluşturmaktadır.

Gavraz Deresi vadisinin orta kesimi, Kürtün Deresi vadisinin alt ve orta kesimi ile bu iki vadinin arasında kalan tüm alanlarda daha çok kireçsiz kahverengi orman toprakları yayılış göstermektedir (Şekil 11). Yüksek dağ çayırı topraklarından sonra en fazla yayılış alanına (157 km²) sahip toprak tipini kireçsiz kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır. Bu topraklar özellikle eğim değerleri yüksek yamaçlarda, hâkim elemanlarını yayvan yapraklı ağaçlar ile konifer ağaçların oluşturduğu karışık orman formasyonu altında 2000 m yükseltilere kadar yayılış göstermektedir. Bir fikir vermesi açısından bu toprakların bulunduğu alanda yer alan Kürtün Elceğiz (1931 m) OMGİ'ye ait uzun yıllık ortalama toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, alanın ortalama 1000 mm yağış ve 6,1 °C sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu iklim özellikleri, çalışma alanının topografik yapısına bağlı olarak yükseldikçe sıcaklıkların azalması ve yağış değerlerinde görülen artışlar nedeniyle fiziksel ve kimyasal süreçler üzerinde önemli etkilere yol açmaktadır. Bu durum toprakta yıkanma ve birikme süreçlerine neden olmakta, bazılarca fakir çoğunlukla asit reaksiyon gösteren toprakların oluşmasını sağlamaktadır.

Bu topraklar yukarıda da belirtildiği gibi alanda orman yoğunluğunun en fazla olduğu yerlerde yayılım göstermesi sebebiyle üzerinde daha detaylı durulmuştur. Bu topraklar horizonlar açısından incelendiğinde; A (B) C horizonlarına sahip topraklar olup, A horizonunun genellikle iyi oluştuğu görülmektedir. Bu topraklarda A horizonunda yıkanmanın fazla olmasından dolayı B katında kireç birikimi vardır (Mater, 2004, s. 184). Dendrokronolojik analizler için alınan tüm yöre örnekleri bu topraklar üzerinde yetişen konifer türlerden alınmıştır (Şekil 11). Bu toprakların anakayasını ise Üst Kretase volkanitler ve sedimanter kayalar ile Paleosen-Eosen (bazen Üst Kretase dahil) granitoidleri oluşturmaktadır.





Şekil 11 : Çalışma alanı toprak haritası.

Çalışma Alanının Bitki Örtüsü Özellikleri

Anadolu, Akdeniz Havzasında flora ve fauna bakımından önemli sığınak alanlarından biri olup, özellikle bitki tür ve genetik zenginliği açısından yüksek bir çeşitlilik barındırmaktadır (Avcı, 2014a, s. 65). Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan Flora bölgesi olmak üzere üç flora bölgesinin temsil edildiği Anadolu (Avcı, 1993), aynı zamanda yeryüzünün endemikler bakımından olağanüstü zengin alanlarına denk gelen ve büyük ölçüde yaşam alanlarının tahribi tehlikesiyle karşı karşıya olan sıcak noktalardan 3 tanesinin de yer aldığı (Akdeniz, İran-Anadolu ve Kafkaslar) bir sahadır (Avcı, 2018; Şekercioğlu v.d., 2011). Ülkemizin hem bugünkü coğrafi özellikleri hem de paleocoğrafya ile ilgili özelliklerinin yarattığı yetiştirme ortamlarındaki çeşitlilik, florasının Akdeniz havzasında özel ve dikkat çekici olmasını sağlamıştır. Bu zenginliği nedeniyle de çevresindeki birçok ülkeden ayrılmaktadır. Yapılan çalışmalar, Türkiye'nin 12.000'e yaklaşan bitki taksonuna (tür, alt tür ve varyete düzeyinde) ev sahipliği yaptığını bunlardan %31 kadarının endemik yani sadece ülkemize özgü olduğunu göstermektedir (Avcı, 2005, s. 28; Güner v.d., 2012).

Karadeniz Coğrafi Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma alanı Davis (1965)'in *"Flora of Turkey and East Aegean Islands"* adlı 10 ciltlik eserindeki karelej sisteminde A7 (Gümüşhane) karesi içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı ayrıca kısmen Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanından (ÖBA) birini oluşturan "Doğu Karadeniz Dağları Önemli Bitki Alanı" (Özhatay v.d., 2008, ss. 123-128)'dan Harşit Çayı ile ayrılır. Araştırma alanımız, dünya flora bölgelerinden Holarktik Bölgenin, Avrupa-Sibirya flora bölgesi içerisinde kalmaktadır. Avrupa-Sibirya flora bölgesi de kendi içerisinde Öksin ve Hırkaniyen Provensi olarak ayrılmaktadır. Gerek Doğu Karadeniz Bölümü gerekse çalışma alanı Öksin provensi ile temsil edilmektedir. Ancak Öksin Provensi, hâkim bitki örtüsü özellikleri açısından kendi içerisinde de farklı karakterler sergilemektedir. Çalışma alanının içinde olduğu Melet Irmağı'nın doğusu Kolşik flora sahası olarak isimlendirilir. Bu ayrımın temel nedeni ekolojik koşulların değişimi yanında florasının zenginliği, relikt ve endemik bitkilerin fazlalığıdır (Avcı, 1993, ss. 232-238).

Çalışma alanı içinde ayrılan Kürtün Örümcek Ormanı Tabiat Koruma Alanı, barındırdığı orman formasyonu, zengin ormanaltı ve farklı vejetasyon katları ile Doğu Karadeniz ormanları içerisinde önemli bir yere sahiptir (Küçük, 1998). Kürtün Örümcek Ormanı Doğu ladini, Doğu Karadeniz göknarı, Doğu kayını, sakallı kızılbaş gibi birçok asli orman ağacı yanında floristik kompozisyonu ve faunasının zenginliği göz önünde bulundurularak 1998 yılında Tabiat Koruma Alanı olarak koruma altına alınmıştır. Bu alan günümüzde, Türkiye'nin 31 Tabiat Koruma Alanı'ndan birini meydana getirmektedir (Url-6, 2021).

Görüldüğü gibi çalışma alanı ve çevresi floristik özellikler bakımından oldukça önemli ve dikkat çekici bir yere sahiptir. Bu sahada yetişme ortamı koşullarının imkân verdiği bitki formasyonlarını, orman formasyonu, çalı formasyonu ve alpin bitkiler olmak üzere ayırmak mümkündür. Bunlardan çalışma alanında en geniş yayılışa sahip formasyon orman formasyonu ile dağların yüksek kesimlerinde gelişim gösteren alpin bitki formasyonudur. Aşağıda alanın bitki örtüsü özellikleri orman, çalı ve alpin formasyon olarak üç başlık altında ayrı ayrı incelenecektir.

Orman Formasyonu

Doğu Karadeniz Bölümü'nün fiziki coğrafya özelliklerine bağlı olarak kısa mesafelerde değişen ortam koşulları bu alanda bitki örtüsüne ait türleri ve bu türlerin yayılışlarını belirleyen en önemli faktördür. Genel olarak yağış miktarlarının fazla olduğu bölümde özellikle kıyı kuşağında kurak devrenin olmaması/az olması, sıcaklık farklılıklarının düşük olması bu alanı bitki yetişme şartları açısından oldukça uygun kılmaktadır. Kıyıya paralel uzanan sıradağlar ise kuzeyden gelen hava kütlelerine karşı bir bariyer görevi görmesi, üzerine yerleşen akarsu sistemlerinin açtığı vadilerin bazı bitkiler açısından özel yetişme ortamları oluşturması nedeniyle önemli etkilere sahiptir. Tüm bu özelliklerin sonucu olarak bölümde asli orman formasyonu hâkim unsurlarını nem talepleri yüksek olan ağaçların oluşturduğu nemli orman formasyonudur. Ancak bu formasyon dağların yüksek kesimlerine doğru çıkıldıkça floristik bakımdan değişikliklere uğramaktadır (Atalay, 2014, s. 67; Avcı, 2014b, s. 36). Bunun yanında insanın doğa üzerindeki etkisinin bir sonucu olarak orman formasyonu sadece kıyı alanlarında değil yüksek kesimlerde de önemli değişimlere uğramıştır.

Doğu Karadeniz Bölümü için genel hatları ile belirtilen tüm bu özellikler, çalışma alanı için de geçerlidir. Özellikle çalışma alanının yaklaşık % 90'ının yükseltisinin 1000 m'nin üzerinde olması ve bu değerlerin kısa mesafelerde topografyaya bağlı olarak ani değişimler göstermesi iklim ve toprak özelliklerinin değişimine dolayısıyla da bitki örtüsü özelliklerinin çeşitlenmesine yol açmaktadır. Kuzeyde yer alan daha alçak kesimler ile güneyde yer alan yüksek kesimler arasında ve vadi tabanları ile vadi yamaçları üzerinde bitki topluluklarının floristik kompozisyonları büyük ölçüde değişmektedir. Topografyanın yarattığı bu değişimler sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarının farklılaşmasıyla kalmayıp vejetasyon devresinin başlangıç, süresi ve bitişi üzerindeki zamanlamayı değişime uğratmaktadır. Tüm bu özelliklerin sonucu olarak çalışma alanında genel hatları ile Harşit Çayı vadisi ve çevresinde başlayan orman formasyonu yaklaşık olarak 2000-2200 m yükselti seviyelerine kadar yayılış göstermektedir (Şekil 12). Bu orman formasyonu barındırdığı türlerin karakterleri bakımından (Avcı, 1998b) ve çalışma alanın da özelliklerine uygun olarak daha çok nemli karakterdeki ormanlardan oluşmaktadır.

Çalışma alanında Harşit Çayı vadi tabanından itibaren 200 ile 1200-1500 m arasında kışın yaprak döken geniş yapraklı orman ağaçlarının bulunduğu I. Kuşak mevcuttur. Bu kuşağın alt yükseltilerinde, Harşit Çayı vadisi ve vadi tabanına yakın alanlarda yerleşim alanlarının fazla olmasının sonucu olarak bu alanda bitki örtüsü daha çok insan kullanımının etkisi ve tahribi altındadır. Bu durum çalışma alanına ait hazırlanan harita incelendiğinde açık bir şekilde görülmektedir. Harşit Çayı vadisinde kuzeybatıda Süttaşlı yerleşmesinden güneydoğuda Çayırçukur yerleşmesine kadar olan sahada yerleşmelerin olduğu her alanda doğal orman toplulukları ortadan kalkmaktadır. Bu alanlar büyük ölçüde meyve bahçeleri ve tarım arazileri ile işgal edilmiştir (Şekil 12). Böylece adı geçen alçak sahalarda orman formasyonu parçalı bir yapı göstermekte, tahrip sonucunda orman alanlarının başlangıç seviyeleri, daha yüksek kesimlerden başlamaktadır.

Harşit Çayı vadisinde yer alan Örümcek Ormanı ve çevresi ise Tabiat Koruma Alanı statüsü nedeniyle bu etkilere karşı büyük ölçüde korunmuş bir alanı oluşturmaktadır. Bunun sonucu olarak da Örümcek ormanı ve çevresinde insan etkisinden uzak alanlarda orman alt sınırı Harşit Çayı vadisine kadar inebilmektedir (Şekil 12). Sonuç olarak çalışma alanında, orman alt sınırını oluşturan alanlarda yetişme şartlarından daha çok insan etkisinin ön planda olduğu, insan etkisi altında olmayan her yerde doğal orman toplulukları açısından uygun koşulların olduğu görülmektedir.

Çalışma alanının özellikle kuzey kesiminde yoğun olan orman formasyonu üzerinde insan etkisinin daha az görüldüğü ve doğal orman yapısının korunduğu alanlarda farklı yükseltilerde; kayın (*Fagus orientalis*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), Kafkas ıhlamuru (*Tilia dasystyla* subsp. *caucasica*), fındık (*Corylus avellana*), kızılğaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*), gürgen cinsine ait türler (*Carpinus betulus*, *C. orientalis*), karağaç cinsine ait türler (*Ulmus glabra*, *U. minör*), akçaağaç cinsine ait türler (*Acer trautvetteri*, *A. cappadocicum*, *A. campestre*), meşe cinsine ait türler (*Quercus hartwissiana*, *Q. macranthera* subsp. *sypirensis*, *Q. petraea* subsp. *iberica*) bu ormanların yaygın türleridir. Özellikle kayın, meşe ve kızılğaç bazı kesimlerde saf topluluklar oluşturmaktadır.

Özellikle çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Gavraz Deresi aşağı kesiminde, iklim özelliklerinin Karadeniz kıyı kuşağında görülen değerlere yakın olması (bu alana oldukça yakın olan 177 m’de yer alan Doğankent OMĞİ istasyonunda, MGM verilerine göre 2013-2020 yılları toplam yağış ortalaması 1104 mm, sıcaklık ortalaması 14,9 °C’dir) bu alandaki bitki örtüsü özelliklerini Harşit çayı ve Kürtün Deresi vadilerinden ayırmaktadır. Bu alanda ormanların hâkim türünü kızılğaç meydana getirmektedir. Bu alanda kızılğaç ile 1500 m yükseltilere kadar kayın, kestane, sapsız meşe, ıhlamur, adi gürgen ve fındık gibi türler karışıma girmektedir. Ayrıca Gavraz Deresi vadisinde havzanın uzanış doğrultusunun kuzey-kuzeybatı yönlü olması havzayı, kuzeyden gelen nemli hava kütlelerine açık hale getirmiştir. Bu vadi boyunca sokulan hava kütleleri 2000-2200 m’lere kadar bu alanda Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) gibi türlerden oluşan orman formasyonunun yayılışına imkân sağlamıştır (Şekil 12).

Harşit Çayı vadisinde ise bu durum değişmekte vadinin uzanış doğrultusu boyunca Kürtün'e kadar sokulan nemli hava kütlelerin etkisi altındaki alanlarda orman formasyonunu güneye indikçe hâkim türü önce kayın, daha iç kesimlerde ve Kürtün Deresi vadisinde ise meşe türleri oluşturmaktadır (Şekil 12). Kürtün'den itibaren ise Torul'a kadar vadi içerisine devam edildikçe yağış değerleri azalmakta (MGM verilerine göre 2013-2020 yılları toplam yağış ortalaması 739 m'de yer alan Kürtün'de 386,5 mm, 1009 m' de yer alan Torul'da 356,9 mm) ve bitki örtüsü özellikleri değişmektedir.

Çalışma alanının doğusunda yer alan Kürtün Deresi havzasında kuzeyden gelen nemli kütlelerin geçişine engel olan topografik yapı (havzanın batısında su bölümünü oluşturan ortalama yükseltileri 2400 m olan Kabak Tepe, Dikme Tepe, Çakmakkaya Tepe gibi tepeler bulunmaktadır), bu havza içerisinde bitki örtüsü özelliklerinde ve yoğunluğunda değişime neden olmaktadır. Bu alanda daha çok Gündere ve Sarıbaba yerleşmelerine kadar, kuzeydoğu-güneybatı yönünde Kürtün-Trabzon oluşu üzerinden gelen nemli hava kütleleri yükseltinin arttığı kesimlere bıraktıkları yağış nedeniyle (MGM verilerine göre Kürtün'de 386,5mm olan yıllık toplam yağış ortalaması Kürtün vadisi yukarı kesiminde 2300 m'lerde yer alan Arpacık istasyonunda 565,5 mm değerlere ulaşmaktadır) bitkilerin yetişme şartları üzerinde önemli etkiye sahiptir.

Vadi boyunca yukarı çıkıldığında özellikle Kürtün Deresi ve yan kollarında akarsu yatağı ve çevresinde ormanların daha yoğunlaştığı dikkati çeker (Şekil 12). Bu vadede hâkim orman örtüsünü meşe türlerinin baskın olduğu gürgen ve kayın ormanları oluşturmaktadır. Vadede kayın sadece 1000-1500 m'lere kadar yayılış göstermekte sonrasında vadinin yukarı kesimlerine kadar nemcil meşe ve gürgen türleri hâkim olarak görülmektedir (Şekil 12).

Çalışma alanında yükseltinin artmasıyla 1000 m'den sonra geniş yapraklı orman ağaçları arasına, konifer orman ağaçları karışmaktadır (Avcı, 2014b, s. 36). Bu karışık ormanları meydana getiren ağaç türlerini, kayın, akçaağaç, kavak ve meşe türleri ile Doğu ladini (*Picea orientalis*), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) türleri oluşturmaktadır (Şekil 12). Ayrıca hem vadi içlerinde hem orman içlerinde yükseklerle çıkıldıkça bu türlerin arasına daha dar yayılışa sahip söğüt cinsine ait türler (*Salix pentandra*, *S. alba*, *S. caprea*) ile titrek kavak (*Populus tremula*.), bazı ardıç cinsine ait türler (*J. Oxycedrus*, *J. excelsa*), sırimbağı (*Daphne pontica*) ve ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus*, *V. arctostaphylos*) gibi türler de karışmaktadır (Küçük, 1998).

Çalışma alanında 1400-1500 m'nin üzerinde soğuk ve nemli iklim şartlarının hakimiyet kazanması sonucunda saf ve karışık orman toplulukları halinde konifer ağaçların bulunduğu II. Kuşak görülmektedir. Bu orman formasyonunun dağılışını özellikle yükselti, sis ve bakı şartları belirler (Atalay, 2014, s. 85). Dendrokronoloji analizleri için tercih edilen alanlar daha çok bu yükselti üzerindeki konifer türler olmuştur. Bu türlerden Doğu Karadeniz ve Kafkaslar boyunca yayılışa sahip olan Doğu ladini (Akgül, 1989, s. 30; Farjon, 2017, s. 610; Günal, 1997, s. 55), çalışma alanının özellikle yüksek kesimlerinde hâkim ağaç türünü oluşturmaktadır. Genel olarak Örümcek Ormanı ve çevresinde 500 m'lere kadar inen Doğu ladini, ekolojik istekleri gereği asıl yayılışını 1400-1500 m'nin üzerindeki yükseltilerde, kuzeye dönük yamaçlarda yapmaktadır. Bu alanda geniş ve saf topluluklar halinde yayılış gösteren tür, Bakacak Tepe ve çevresinde 2000 m, Yunus Tepe ve çevresinde 2200 m'lere kadar yayılış göstermektedir. Kürtün Deresi vadisinde ise vadinin hem kuzeye dönük hem güneye dönük yamaçlarında yayılış göstermektedir. Bu alanda daha çok sarıçam ve alt yükseltilerde kayın ile karışıma girmektedir. Doğu ladini ormanların altında ise ormangülleri ve diğer ormanaltı florasının varlığı dikkat çekicidir (Avcı, 2004b).

Genel olarak türün bulunduğu yükseltiler ve yayılış alanları dikkate alındığında sıcaklık isteğinin az, nem isteğinin ise yüksek olduğu görülmektedir (Akgül, 1989, ss. 34-38; Farjon, 2017, s. 610; Günal, 1997). Bunu daha iyi ifade etmek için, Gavraz Deresi vadisi ve Elciğez Deresi vadisinin su bölümü çizgilerinin kesiştiği alanda 1931 m'de yer alan Elciğez OMGİ istasyonu değerlerine yer verilmiştir.

İstasyonda 2017-2020 yıllarına ait toplam yağış ortalaması 856 mm, yıllık ortalama sıcaklık 6,1°C'dir. Bu istasyon kısa bir gözlem süresine sahip olsa bile çalışma alanında hem Doğu ladinini hem de diğer konifer türlerin yayılış alanlarındaki sıcaklıklar için fikir vermektedir.

Doğu Karadeniz ve Kafkaslar boyunca yayılışa sahip diğer bir tür olan Doğu Karadeniz göknarı (Farjon, 2017, s. 111), çalışma alanında 1200-1800 m'lerde özellikle vadi içlerinde ve nemli kuzey yamaçlarda sınırlı bir yayılışlara sahiptir. Bu türün de nem isteği yüksek olup sıcaklık isteği Doğu ladinine göre daha fazladır (Günel, 1997, s. 37). Çalışma alanının kuzeyinde parçalı bir yayılış gösteren Doğu Karadeniz göknarı, özellikle Örümcek Ormanı'nda bazı alanlarda saf topluluklar halinde olup genellikle ladin ve kayın ile karışık orman toplulukları meydana getirmektedir. Çalışma alanında Örümcek Ormanı ise hem Doğu ladinini hem de Doğu Karadeniz göknarı topluluklarının çok iyi gelişme gösterdiği bir alandır. Örümcek Ormanı Tabiat Koruma Alanında Türkiye'de tescillenmiş 113 Tabiat anıtının 8'i (Url-7, 2021) yer almaktadır (Örümcek Ormanı Göknarı I-IV, Örümcek Ormanı Ladini I-IV). Doğu Karadeniz göknarı, Gavraz Deresi vadisi orta kesiminde ve Kürtün Deresi vadisinde ise Örümcek Ormanı ve çevresinde olduğu kadar yoğun topluluklar oluşturmaz ve daha çok ladin ve sarıçamla birlikte orman topluluklarını meydana getirmektedir (Şekil 12). Belirtilen iki türün bitki yaşamı açısından önemli bir ekolojik istek olan ışıkla olan ilişkileri (Erinç, 1977, s. 10), bu türleri diğer orman ağaçlarından ayıran önemli ve güçlü ortak özellikleri yapmaktadır. İki tür de orman ekosisteminde diğer bitkiler ile ortam kaynaklarını kullanımı konusunda girdikleri rekabette, gölge koşullarına karşı dayanıklı ağaçlar olmaları nedeniyle bulundukları alanlarda ön plana çıkmaktadırlar. Bu sayede gençlik safhalarında diğer türler ile karışım halinde görülseler dahi uygun koşullara eriştiklerinde büyümede gösterdikleri ani ataklar sonucunda alanda yer alan diğer bitkileri rahatlıkla domine edebilmektedirler (Akgül, 1989, ss. 38-39; Günel, 1997, ss. 37,56).

Çalışma alanında yer alan diğer bir konifer orman ağacı ise sarıçamdır. Sarıçam, Kuzey yarımkürede en geniş coğrafi yayılışa sahip tür olup ülkemiz bu yayılış alanının en güney sınırını oluşturmaktadır. Türün önemli özellikleri arasında ve tüm bu geniş yayılış alanında çok farklı ortam koşullarında yaşayabilmesinde ekolojik toleransının oldukça yüksek olması gelmektedir. Sıcaklık isteği düşük, ani sıcaklık düşüşleri ve yükselişlerine karşı dayanıklı ve su isteği de az olan bu tür, toprak özellikleri açısından da oldukça farklı alanlarda yaşayabilmektedir (Farjon, 2017, s. 788; Günal, 1997, s. 8).

Çalışma alanında özellikle Gavraz Deresi vadisi orta kesimlerinde en geniş yayılışına ulaşmakta ve bu alanda daha çok kuzeye bakan yamaçlarda 1500-2200 m arasında değişen yükseltilerde saf ve karışık orman topluluklarını meydana getirmektedir. Çalışma alanının kuzey yönlü hava kütlelerine açık olması nedeniyle söz konusu alanda sarıçam ormanları daha çok nemli karakterdedir (Atalay, 2015, ss. 594-595). Kürtün Deresi bölümünde daha sınırlı bir alanda saf olarak bulunmakta, genellikle ladin ve göknar ile konifer ormanları oluşturmaktadır (Şekil 12). Çalışma alanı ve yakın çevresinde yükseltinin artmasına bağlı olarak iklim özelliklerinin ağaçların yetişmesine artık uygun olmadığı koşullarda, orman toplulukları dağınıklaşmakta ve yerlerini Alpin vejetasyon kuşağına bırakmaktadır.

Çalı Formasyonu

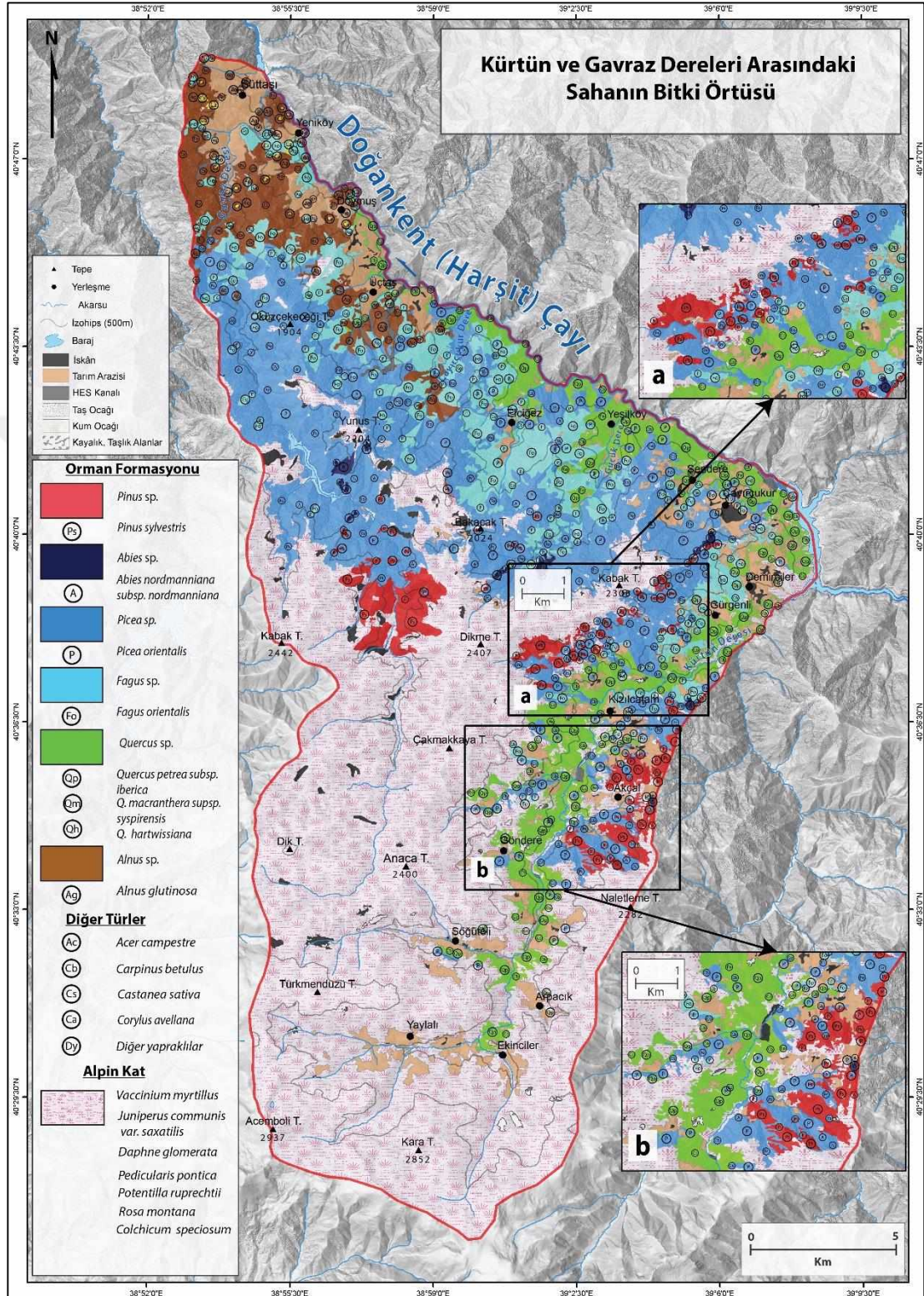
Çalışma alanında ormanların tahrip edildiği alçak kesimlerde yayılış gösteren çalı formasyonu psödomakidir. Psödomaki yaz kış yapraklarını dökmeyen çalı türleri ile kışın yapraklarını döken çalı türlerinin bir arada bulunduğu bir çalı formasyonudur (Avcı, 2014b, s. 28; Dönmez ve Aydınöz, 2012, s. 13; Günel, 2013, ss. 16-17). Çalışma alanının sınırını oluşturan Harşit Çayı vadisinde orman topluluklarının tahrip edildiği yerlerdeki çalı toplulukları içinde, çok sayıda maki elemanı yayılış gösterir. Bu durum vadi sistemine bağlı olarak iklim özelliklerinde ortaya çıkan koşullar ile yakından ilgilidir. Hem Harşit Çayı vadi uzanış doğrultusu özellikleri hem de vadi içlerinde özellikle sıcaklıklarda ortaya çıkan mevsimlik hareketlere bağlı olarak (sıcaklık terselmeleri vb.) vadi, özel bir yetiştirme ortamına sahiptir. Kürtün Deresi vadisinde ise yerleşme alanları ve arazi kullanımı özelliklerine bağlı olarak çalı topluluklarının yayılış alanları daha da genişlemektedir.

Çalışma alanında psödomaki formasyonuna ait hem arazi çalışmaları sırasında gözlemlenen hem de Küçük (1998) tarafından “***Kürtün (Gümüşhane), Örümcek ormanlarının florası ve saf meşcere tiplerinin floristik kompozisyonu***” çalışmasında belirtilen belli başlı türleri; menengiç (*Pistacia terebinthus*), sandal (*Arbutus andrachne*), adaçayı yapraklı laden (*Cistus salviifolius*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*) gibi maki elemanları yanında; şimşir (*Buxus sempervirens*), fındık (*Corylus avellana*), funda (*Erica arborea*), kuş üvezi (*Sorbus aucuparia*), akçaağaç yapraklı üvez (*Sorbus torminalis* var. *torminalis*), mürver (*Sambucus nigra*), bodur mürver (*Sambucus ebulus*), barut ağacı (*Frangula alnus* subsp. *alnus*), ağızlık çalısı (*Staphyla pinnata*), çoban püskülü (*Ilex colchica*), derici sumağı (*Rhus coriaria*), papaz külâhı (*Euonymus latifolius*), Avrupa papaz külâhı (*E.europaeus*), karayemiş (*Lauroceracus officinalis* Roemer), kızılıçık (*Cornus mas*), yabani kızılıçık (*Cornus sanguinea*), orman gülleri (*Rhododendron ponticum*, *Rhododendron luteum*), çitlenbik (*Celtis australis*) tavşanmemesi (*Ruscus aculeatus*, *R. hypoglossum*), ahududu (*Rubus idaeus*, *R. canescens*) Kafkas böğürtleni (*R. caucasicus*), kuşburnu (*Rosa canina*), muşmula (*Mespilus germanica*), dağ muşmulası (*Cotoneaster nummularia*) gibi çalı türleri oluşturmaktadır.

Alpin Bitkiler

Orman formasyonunun yayılış alanlarının sona erdiği ve ağaç sınırının üzerinde olan dağların yüksek kesimleri, ağaçların yetişmesi için uygun şartların ortadan kalktığı alanlardır ve bu sahalar alpin bitkilerin yayılış alanlarını oluşturmaktadır (Avcı, 2005, s. 28; Körner, 1995, s. 45). Alpin bitkiler kuşağında bitkiler, buralardaki düşük sıcaklıklara ve kuvvetli rüzgârlara çeşitli yöntemler geliştirerek uyum sağlamışlar ve zengin bir biyolojik çeşitlilik meydana getirmişlerdir (Erinç, 1977, ss. 6-7; Körner, 2021, ss. 14-15).

Çalışma alanı içerisinde alpin bitkiler kuşağı özellikle Kürtün çevresinde, yaylacılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği önemli ve en eski alanlardan birisidir. (Bağcı v.d., 2020, s. 276). Bu nedenle alpin bitkiler katında bile beşerî faaliyetlerin etkisi ve baskısı önemlidir. Bu etkiler insanların iskân, zirai faaliyetler, turizm ve ticaret gibi doğrudan ve dolaylı yoldan ortam üzerinde yaptığı değişimler olarak sıralanabilir. Çalışma alanında Kürtün Deresi vadisinde özellikle bu vadinin yukarı kesimlerinde yükseltinin vadi içlerinde 2000 m'yi aştığı alanlarda ortaya çıkan bitkilerin çoğunluğu düşük sıcaklıklara dayanıklı türlerdir. Bu alanda arazi çalışmaları sırasında Ekinciler Köyü yukarısında sadece akarsu yatağı boyunca tüylü huş (*Betula litwinowii*), titreşim kavak (*Populus tremula*), adi ardıç (*Juniperus communis* var. *saxatilis*), söğüt türleri (*Salix* sp.) ile yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*) gibi türlerin akarsu çevresinde topluluklar oluşturduğu dikkati çekmiştir. Bu alan haricinde huş çalışma alanında başka bir yerde rastlanılmamıştır. Bu türlerin dışında alpin bitki türlerine *Vaccinium myrtillus*, *V. arctostaphylos*, *Daphne glomerata*, *Aquilegia olympica*, *Anemone narcissiflora*, *Caltha polypetala*, *Primula veris*, *Veratrum album*, *Gagea glacialis*, *Ajuga orientalis*, *Scilla bifolia*, *Polygonum bistorta*, *Taraxacum crepidiforme*, *Colchicum speciosum*, *Ornithogalum balansae*, *Pedicularis pontica*, *Carex atrata*, *Scorzonera laciniata*, *Erophila verna*, *Astragalus viciifolius*, *Draba polित्रicha* örnek olarak verilebilir (Küçük 1998).



Şekil 12 : Çalışma alanı bitki örtüsü haritası.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ÇALIŞMA ALANININ İKLİM ÖZELLİKLERİ

Dünya ekosistemi üzerinde faaliyet gösteren tüm dış etmen ve süreçler, etki mekanizmaları, etkiledikleri ve etkileşim içerisinde bulundukları alanların dağılımı ve bunların işleyişlerinin süresi bakımından her şey iklim kontrolü altındadır (Türkeş, 2010, s. 4). İklim bu nedenle en önemli ekolojik faktör olarak karşımıza çıkmakta, tüm biyotik ve abiyotik unsurlar üzerinde etkisini göstermektedir (Erinç, 1984b, s. 26).

Bitki coğrafyası açısından da iklim, hem yetiştikleri ortamı şekillendiren bir değişken olarak hem de doğrudan bitkiler üzerinde etkili olan en önemli ekolojik faktör olma özelliğine sahiptir (Atalay, 2015, s. 7; Erinç, 1977, s. 5; Erol, 2014, s. 2). Bu nedenle iklim konusunda yapılacak olan her bir değerlendirme, organizmalar üzerinde etkili olan, yaşamsal faaliyetlerini belirleyen ve buna bağlı olarak dağılımlarını anlamamızda fayda sağlayacak ipuçlarıdır. Organizmaları ve bu etkenler karşısında göstermiş olduğu tepkileri anlamak için yetişme ortamı koşullarını bilmek önemlidir (Çepel, 1978, s. 1). Bu nedenle çalışma alanı ve çevresine ait iklim-bitki örtüsü etkileşimlerini daha iyi anlamak, dendrokronolojik analizler ile gözlemlenen durum ve ilişkileri daha iyi ifade edebilmek için, iklim özellikleri ayrıntılı olarak bu bölümde ele alınmıştır.

İklim çok sayıda fiziksel değişkenin ve iklime ait öğelerin bir arada hareket ettiği, bunların da birbirleri ile ilişki halinde olduğu, meteorolojik hadiselerin uzun dönemli karakterini ifade eden çok geniş bir kavramdır (Erol, 2014, s. 3; Türkeş, 2010, s. 6) Türkiye konumu itibarıyla iklim açısından farklı sistemlerin hâkim olduğu bir alanda yer almaktadır. Bunlardan birini Batı rüzgârları sisteminin etkilediği Batı ve Orta Avrupa'nın her mevsimi yağışlı ılıman iklim tipi oluşturmaktadır. Doğu Avrupa'nın karasal iklimi ve subtropikal yüksek basınç rejiminin etkisinde bulunan her mevsimi kurak tropikal bölgeler ise diğer hâkim sistemleri oluşturmaktadır. Bu açıdan Türkiye'de geçiş tipi bir iklim söz konusudur (Koçman, 1993, s. 1). Bu iklim bölgesi içerisinde ise özel konuma bağlı olarak farklı iklim tiplerinin geliştiği görülmektedir.

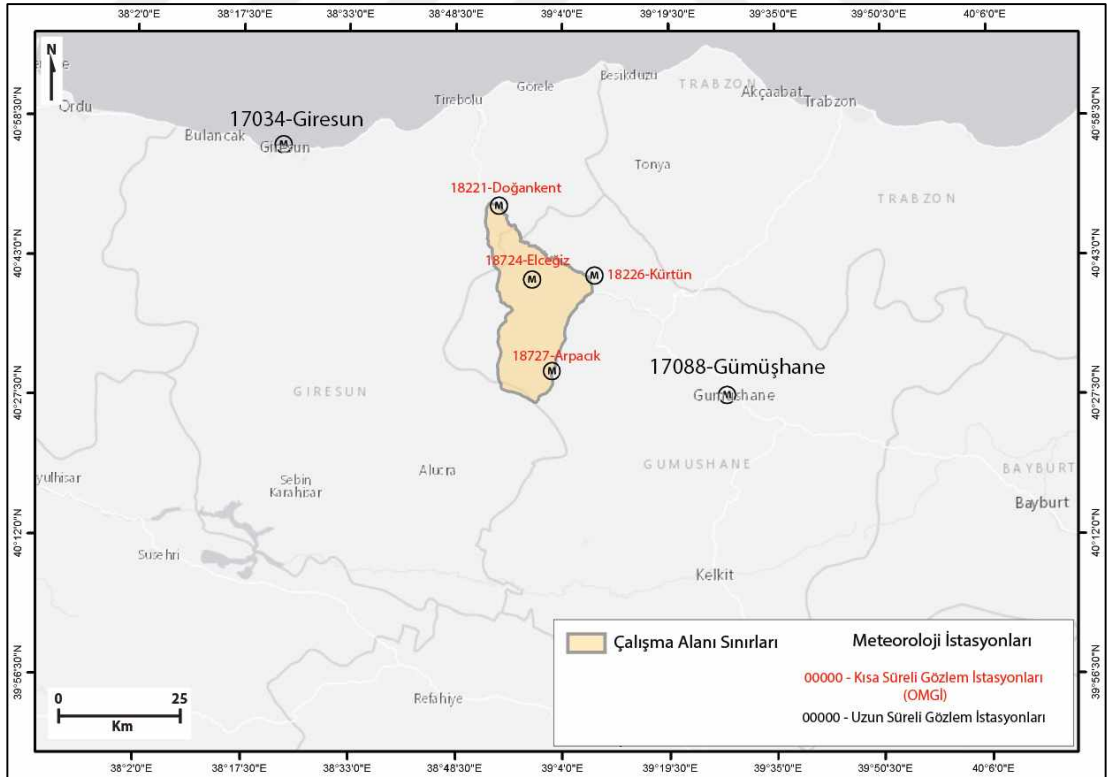
Karadeniz boyunca karakterini denizle olan ilişki ile kıyıya paralel dağ sıralarının özelliklerinin belirlediği bir iklim görülür. Denizin etkisi ile kıyı kesiminde sıcaklık farkları azalır ve nem ile yağış koşullarında artışlar meydana gelir. Kıyı dağları sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları üzerinde büyük değişime yol açarak hem dağlık alanların üzerinde hem de kıyı ve iç kesimler arasında belirgin farklılıkların oluşmasına neden olur. Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma alanı ve çevresinde, kış ve yaz döneminde etkili olan farklı hava kütlelerinden söz etmek mümkündür. Bu hava kütleleri farklı küresel atmosferik sistemlerin varlığına (Karaca v.d., 2000, s. 1228; Ölgün, 2010, s. 89), Karadeniz su külesinden kaynaklanan ve sıcaklık ile yağış gibi iklim elemanları üzerinde görülen denizel etkiye (Bozkurt ve Şen, 2011, s. 712; Kindap, 2010, s. 708) ve sahanın topografik özelliklerine bağlı olarak değişen özel bir alan oluşturmaktadır. Doğu Karadeniz Bölümü bitki-ortam koşulları açısından oldukça uygun ekolojik koşullara sahiptir. Bu alanda özellikle yükseltiye bağlı olarak değişen ortam koşulları, bitki yaşamını da etkiler. İklim elemanlarında yükselti ile yağış arasındaki doğrusal ilişki, sıcaklık açısından aksi yönde gözlenir. Yükseltiye bağlı olarak yağış miktarının da artması, bitki açısından bir su yetersizliğinin oluşmasını engeller. Buna karşılık yükseldikçe sıcaklığın azalması hem bitkilerin sıcaklık isteklerinin karşılanamamasına hem de belli yükseltiden sonra bitkilerin ortamdaki sudan faydalanamamasına (fizyolojik kuraklık) neden olur. Bu durum bitkilerin hem dağılımlarının hem de yaşam sürelerinin farklılaşmasına neden olmaktadır.

İklim elemanlarının çalışma alanı ve çevresindeki dağılım özelliklerini belirlemek amacıyla MGM'den alınan sıcaklık, yağış, rüzgâr vb. iklim elemanlarına ait meteoroloji istasyonu verileri çeşitli analizlerde kullanılmıştır. Bunlardan Giresun ve Gümüşhane'ye ait istasyonların verileri, çalışma alanı ve çevresinde genel iklim karakterlerini yorumlamak için, kısa süreli gözlem istasyonları ise doğrudan çalışma alanında yer aldıkları için ilişkileri ve alan hakkında yorumlamaları desteklemek için kullanılmıştır. Özellikle Kürtün Elciğez ve Kürtün Arpacık istasyonları çalışma alanı sınırları içerisinde yer almaktadır ve (Şekil 1.1) bulundukları yükseltiler nedeniyle de iklim özelliklerinin yükseltiye bağlı olarak değişimi hakkında bir fikir oluşturmaktadırlar (Tablo 1.1).

Genel iklim özelliklerini yorumlamak için iki farklı özelliğe sahip Giresun ve Gümüşhane istasyonları esas alınmıştır. Her ne kadar çalışma alanında yer alan rasat istasyonları varsa da bu istasyonların 2010 yılı sonrasında kurulmuş olması ve veriler setlerindeki eksiklikler değerlendirmelerde Giresun ve Gümüşhane meteoroloji istasyonlarının verilerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir (Tablo 1.1, Şekil 1.1).

Tablo 1.1 : Çalışma alanı ve çevresine ait MGM istasyon bilgileri.

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Rasat S. (Tarih)	Rasat S. (YIL)
17034	GİRESUN	38	40.9227	38.3878	1929 - 2020	89
17088	GÜMÜŞHANE	1216	40.4598	39.4653	1961 - 2020	58
18221	DOĞANKENT	177	40.8106	38.9128	2013 - 2020	8
18226	KÜRTÜN	739	40.6825	39.1456	2014 - 2020	7
18724	KÜRTÜN/ELCİĞEZ KÖYÜ	1931	40.675	38.9936	2017 - 2020	4
18727	KÜRTÜN/ARPACIK KÖYÜ	2366	40.5047	39.0419	2019 - 2020	2



Şekil 1.1: Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonları haritası.

Çalışma alanının güneydoğusunda bulunan Gümüşhane Meteoroloji İstasyonunun 1961-2020 yılları arasına ait (58 yıl) veri bulunmaktadır (Tablo 1.1). Ancak veri setinde 1963 yılının olmaması ve 1964 yılının da eksik olması nedeniyle 1965 yılından itibaren ölçülmüş veriler çalışmada kullanılmıştır. Diğer taraftan sahanın kuzeybatısında yer alan Giresun Meteoroloji İstasyonunda ise 1929-2020 yılları arasında (89 yıl) veri bulunmaktadır (Tablo 1.1). Ancak 1935-36-37-38 yıllarına ait gözlem verileri bulunmamaktadır. Tüm bu hususlar değerlendirilerek, istasyonların yansıttığı iklim karakterlerini aynı ölçekte değerlendirmek amacıyla 1965-2020 yılları arası veriler analizlerde kullanılmıştır.

Çalışma alanında iklim-bitki örtüsü ilişkilerini daha iyi anlamak adına her bir iklim elemanı ayrı ayrı incelenmiştir. Bu inceleme yapılırken analizlerde kullanılan değerleri, iklim elemanının özelliğine göre 7:00, 14:00 ve 21:00 rasatları yanında günlük, aylık ve yıllık ortalamalar ile uzun yıllık ortalamalar oluşturmaktadır. İklim çalışmalarında kayıtların uzun bir gözlem süresinde doğru ve hassas şekilde tutulması o yere ait iklimin karakterini yansıtacak sonuçlara ulaşmak açısından önemlidir. Verilerin uzun olması da sıcaklık, yağış, rüzgâr gibi iklim elemanlarının uzun bir dönem boyunca gösterdiği değişimleri, frekansları veya eğilimleri yansıtmaları açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, çalışma alanının iklim özelliklerini incelerken uzun süreli gözlem istasyonlarına ait yıllık, aylık ve günlük değerler analiz edilmiştir. Kısa süreli gözlem istasyonlarına ait değerlerde görülen farklılıklar (veri seti uzunluğu, eksikliği, boşluklu olup olmaması gibi) nedeniyle bu veriler uzun gözlem istasyonları için yapılan her analizde kullanılamamıştır. Bu gibi durumlarda bu istasyonlar yukarıda belirtildiği gibi analizleri desteklemek adına sadece yorumlamalara dahil edilmiştir.

1.1. Sıcaklık

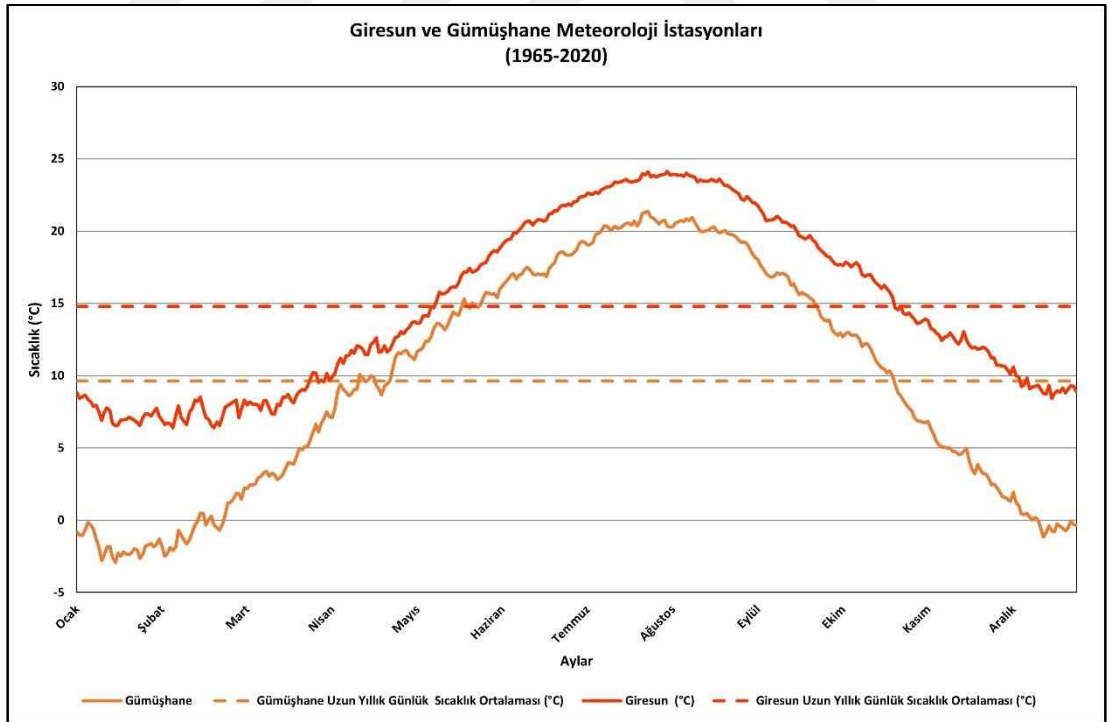
Sıcaklık, bitkilerin tüm yaşamsal faaliyetlerini belirleyen, bu yolla dağılışı ve gelişimlerinde rol oynayan, aynı zamanda bu fizyolojik ve yaşamsal faaliyetlerin zamanlaması üzerinde belirleyici olan bir iklim elemanıdır (Akkemik, 2018, s. 22; Avcı, 2014b, s. 35; Çepel, 1978, s. 33; Dönmez, 1985, s. 7; Erinç, 1977). Çalışma alanı ve çevresine ait istasyonlar, alanın fiziki coğrafya özellikleri ve sıcaklığı etkileyen diğer faktörler de dikkate alınarak değerlendirilmeler yapılmıştır.

1.1.1. Günlük Sıcaklıkların (Ortalama) Dağılışı

İklim-bitki ilişkisi açısından en uygun yetiştirme şartlarının belirlenmesinde günlük sıcaklıklar önemlidir. Bu amaçla çalışma alanı çevresinde yer alan Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait günlük sıcaklık değerleri esas alınarak uzun yıllık günlük ortalama sıcaklıkların diyagramları çizilmiştir. Bu diyagramlara göre iki istasyon arasında günlük sıcaklık ortalamalarının yıl içindeki seyri farklılık göstermektedir. Giresun istasyonunda günlük ortalama sıcaklıklarının uzun yıllık ortalama değeri 14,8 °C'dır (Tablo 1.2). Bu istasyonda en soğuk aylar Ocak, Şubat ve Mart ayları olup bu aylara ait değerler 5°-10 °C arasında 27 Mart'a kadar sürmektedir. Bu süre içerisinde günlük ortalama sıcaklıklar sadece 53 gün 8 °C'nin altına düşmektedir. Bu istasyon için soğuk devreyi yansıtan bu günlere ait en düşük günlük ortalama sıcaklık 6,4 °C ile 15 Ocak ayındadır. 28 Marttan itibaren sıcaklıklar kademeli olarak artmaya başlar. 12 Mayıs'tan itibaren ise günlük ortalama sıcaklıklar, uzun yıllık ortalama sıcaklıkların (14,8 °C) üzerine çıkmaktadır. En sıcak aylar Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Bu aylarda günlük sıcaklık ortalaması 20 °C üzerindedir. Giresun'da günlük ortalama sıcaklık maksimum değere 28 Temmuz'da (24,1 °C) ulaşmaktadır. Ağustos ayından itibaren ise tekrar kademeli olarak azalmaya başlayan sıcaklıklar 25 Ekim tarihinden sonra uzun yıllık günlük ortalama sıcaklık değerinin altına iner. Sıcaklıkların yeniden 10 °C'nin altına düşmesi ise Aralık ayının ilk haftasından sonradır (Şekil 1.2).

Gümüşhane istasyonunda günlük ortalama sıcaklıklarının uzun yıllık ortalama değeri 9,6 °C'dır (Tablo 1.2). Bu istasyonda da en soğuk aylar Ocak, Şubat ve Mart'tır. Ocak ve Şubat aylarında günlük sıcaklık ortalamaları 9 gün dışında (Şubat ayı son iki haftası içerisinde yer almakta) 0°C'nin altındadır.

Soğuk dönem olarak ele alınabilecek bu periyotta en düşük günlük ortalama sıcaklık ise $-2,9^{\circ}\text{C}$ ile 15 Ocak'a denk gelmektedir. Ortalama günlük sıcaklıklar 24 Şubattan itibaren 0°C üzerine çıkar. Sıcaklıklar, Mart ayının sonunda (25 Mart) 5°C 'nin de üzerindedir. Günlük ortalama sıcaklıklar, 14 Nisan'dan itibaren uzun yıllık ortalama değerin üzerine çıkmaktadır. Bu değerler, Ağustos ortalarına kadar kademeli olarak artış göstermektedir. Gümüşhane istasyonunda en sıcak aylar ise Temmuz ve Ağustostur. Günlük sıcaklık ortalamaları 20°C 'nin üzerindedir. Sıcak dönemi ifade eden bu aylarda en yüksek günlük ortalama sıcaklık $21,3^{\circ}\text{C}$ ile 28 Temmuzdur. 22 Ağustos'tan itibaren ise kademeli olarak azalmaya başlayan sıcaklıklar 25 Ekim tarihinden sonra ortalama günlük sıcaklıklar, uzun yıllık ortalamasının altına düşmektedir. Sıcaklıkların yeniden 0°C 'nin altına inmesi Aralık ayının ikinci yarısında yaşanır (Şekil 1.2). Gümüşhane istasyonunda günlük ortalama sıcaklıklar Aralık-Şubat döneminde 64 gün 0°C 'nin altına inerken, sıcaklıkların 5°C altında olduğu dönem ise Kasım-Mart arasındadır (132 gün).



Şekil 1.2 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait günlük ortalama sıcaklıkların yıl içerisindeki seyri.

Meteorolojik rasadı yapılan ve bitki hayatı için değerlendirilebilecek sıcaklıkla ilgili bir diğer değişken, ekstrem sıcaklık değerleridir. Belirlenen 55 yıllık ortak gözlem süresinde Gümüşhane istasyonunda 22/02/1985 tarihinde ölçülen -25,7 °C en düşük sıcaklık, 02/08/2017 tarihinde ölçülen 41,1 °C ise en yüksek sıcaklık değeri iken; Giresun istasyonunda 02/02/1967 tarihinde ölçülen -5,5 °C en düşük sıcaklık, 23/08/1977 tarihinde ölçülen 35,6 °C ise en yüksek sıcaklık değeridir.

İstasyonların genel karakterleri hakkında fikir vermesi açısından incelenen uzun yıllık günlük ortalama sıcaklıklar; Giresun istasyonun deniz etkisine bağlı ortaya çıkan özellikleri, kuzeyden gelen nemli hava kütlelerine açık oluşu ve yaz-kış farklı atmosfer sistemlerinin etkisi altında olması gibi nedenlerden dolayı yıl boyunca dengeli bir seyir gösterebilmektedir. Bunun aksine Karadeniz kıyı dağlarının ardında yer alan Gümüşhane istasyonu için durumun tam tersi olduğu söylenebilir. Bitki yaşamı açısından günlük ortalama sıcaklıkların incelenmesi daha doğru değerlendirmelerin yapılması için önemlidir. Ancak hem bu istasyonların çalışma alanında meydana gelen değişimleri tam olarak yansıtamaması hem de çalışma alanında yer alan kısa süreli gözlem istasyonların veri zaman aralığı ve veri setinde yer alan eksikler nedeniyle, günlük sıcaklıkların yükseltiye bağlı değişimi bu istasyonlar için ifade edilememiştir.

1.1.2. Aylık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı

Aylık ortalama sıcaklıkların incelenmesi, bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirdiği dönemde değişimi görmek açısından önemlidir. Çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlara ait aylık ortalama sıcaklıklar incelendiğinde, en düşük ortalama sıcaklıkların görüldüğü ay Giresun'da 7,3 °C ile Şubat, Gümüşhane'de ise -1,8 °C ile Ocak ayıdır (Tablo 1.2). Her iki istasyon için kış aylarına gelen sıcaklıklardaki bu zamansal farklılık, denizellik ve karasallık özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkan etkinin önemli bir göstergesidir. Deniz ve karaların farklı ısınma ve soğuma özellikleri, kıyıda yer alan Giresun istasyonunda en soğuk ayın Şubat ayında görülmesi üzerinde ayrıca etkilidir. Bu faktörlere yükseltiye bağlı değişen koşullar eklendiğinde ise durum daha farklı olmaktadır.

Özellikle çalışma alanı sınırları çerisindeki istasyonlara ait aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde yaklaşık 2.000 m’de yer alan Kürtün Elciğez istasyonunda en soğuk ayda (Ocak) -3,4 °C ve yaklaşık 2.400 m’de yer alan Kürtün Arpacık istasyonunda ise en soğuk ayda (Ocak)-6,1 °C değerler görölmektedir (Tablo 1.2). Bu fark yükseltinin yanında bu istasyonların kısa rasat süresine sahip olmasından da kaynaklanmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlara ait en yüksek aylık ortalama sıcaklıklar ise Temmuz-Ağustos aylarında görölmektedir. Giresun’da bu sıcaklıklar ortalama 23 °C, Gümüşhane’de ise ortalama 20 °C olarak gerçekleşmektedir (Tablo 1.2).

Sıcaklıklarda en düşük ve en yüksek değerler açısından ortaya çıkan farklılıklar, sıcaklıkların aylıklara göre dağılışında da görölmektedir. Kıyıda yer alan Giresun istasyonunun yükseltisi azdır ve Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütlelerinin etkisine her mevsim açıktır. Bu gerek günlük sıcaklıkların gerekse aylık ortalamaların büyük oranda değişmemesine neden olur. Bunun sonucu olarak aylık ortalama sıcaklıklar arasındaki fark fazla değildir. Giresun meteoroloji istasyonunun verilerine göre en sıcak ay Ağustos (uzun yıllık sıcaklık ortalaması 23,5 °C), en soğuk ay ise Şubat ayıdır (7,3 °C). Buna karşın iç kesimde yer alan ve karasal bir karakteri yansıtan Gümüşhane’de sıcaklıklar, nisan ayı itibariyle hızlı bir şekilde artmakta, Ağustos ayında en yüksek değere ulaşmaktadır (20,2 °C). Ağustos sonu azalmaya başlayan sıcaklıklar en düşük aylık ortalamaya Ocak ayında sahip olur (-1,8 °C).

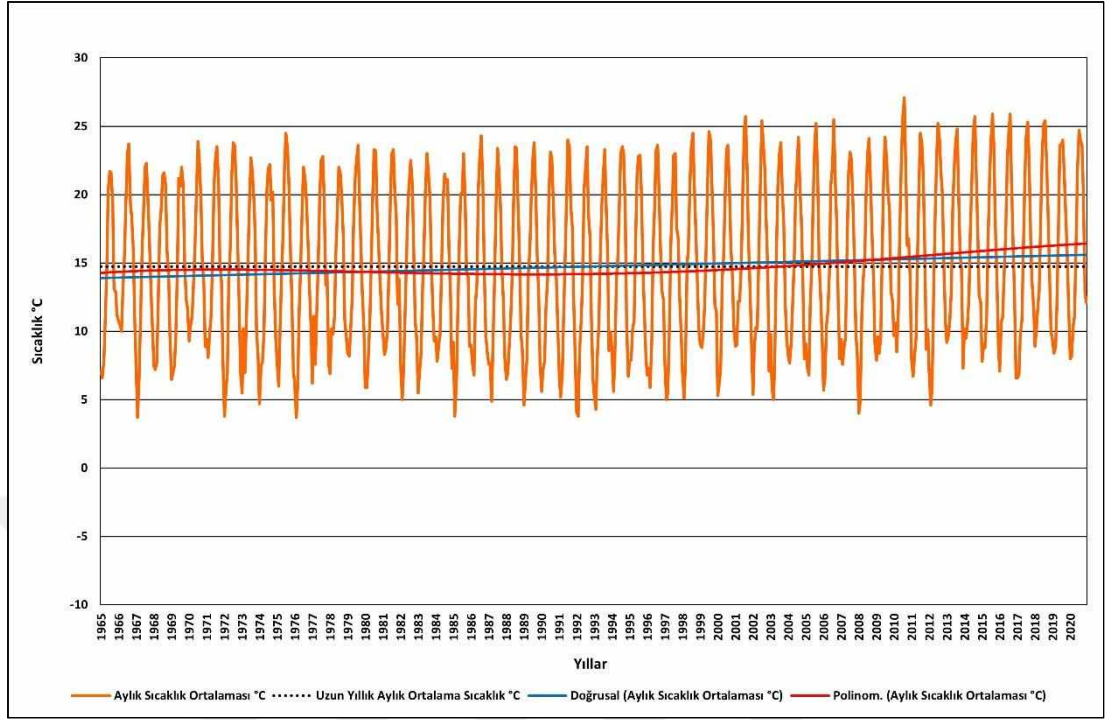
Aylık sıcaklık ortalamalarında ölçülen değerler arasındaki bu fark, en sıcak ve en soğuk ayın ortalama sıcaklıkları arasında da ortaya çıkmaktadır. Giresun meteoroloji istasyonunun yıllık amplitüd değeri 16,2 °C, Gümüşhane’nin ise 22 °C’dir. Deniz ve kara etkisindeki istasyonlar arasında aylık sıcaklıklarda görölen bu farklılığın, yükseltiye bağılı olarak daha da artması beklenilmektedir (Tablo 1.2). Çalışma alanında yer alan ve rasat süresi kısa olan iki istasyonun (Elciğez ve Arpacık) sıcaklıkla ilgili değerleri karşılaştırma yapmaya uygun değildir. Bununla birlikte her iki istasyonda da aylık ortalamaların en yüksek olduğı ay Ağustos, en düşük olduğı ay ise Ocaktır. Elciğez istasyonunda yıllık amplitüd değeri 16,9 °C Arpacık istasyonunda ise 18,1°C’dir (Tablo 1.2). Bu söz konusu istasyonların yüksekte yer

almalarında karşılık, Gümüşhane’ye nazaran daha az karasal olduğunu, Giresun’un ise denizel karakterinin daha belirgin olduğunu göstermektedir.

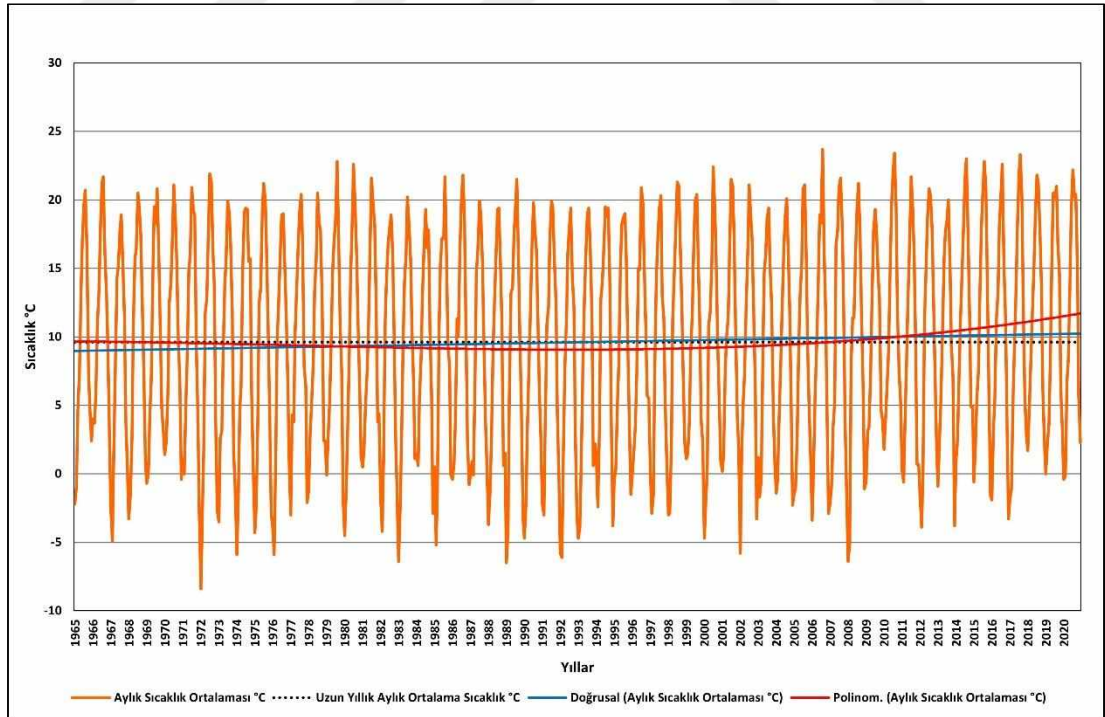
Tablo 1.2 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık sıcaklık değerleri (°C).

İstasyon	Rakım (m)	Rasat (yıl)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Giresun	38	55	7,4	7,3	8,5	11,6	15,7	20,4	23,1	23,5	20,5	16,6	12,7	9,5	14,7
Gümüşhane	1216	55	-1,8	-0,5	3,8	9,3	13,6	17,1	20,1	20,2	16,6	11,4	5,0	0,4	9,6
Doğankent	177	8	7,5	9	10,9	13	17,5	20,5	21,8	22,3	19,9	15,8	12,2	8,7	14,9
Kürtün	739	7	3,1	4,9	7,9	10,7	14,8	17,9	19,9	20,8	17,7	13,3	7,7	4,5	11,9
Kürtün	Elciğez Köyü	1931	-3,4	-2	1,1	3,8	8,9	12,4	13,4	13,5	12,7	9,5	3,1	0,6	6,1
	Arpacık Köyü	2366	-6,1	-5,4	-2,3	0,1	9,5	11,4	12	12	11,3	9,2	1,5	-2,3	4,2

Çalışma alanında uzun yıllık gözleme sahip iki meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllık aylık ortalama sıcaklıklar ve bu sıcaklıkların uzun yıllık eğilimleri görselleştirilmiştir. Buna göre Giresun’da aylık sıcaklıkların uzun yıllık eğilimleri incelendiğinde hem doğrusal eğri hem de polinom eğrisi sıcaklıkların artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ancak polinom eğrisine göre dönemlik bir azalış ve artış söz konusudur. Özellikle 1965-1993 arası dönemde azalma eğilimi, 1994-2020 yılları arası dönemde ise artış eğilimi görülmektedir (Şekil 1.3). Diğer taraftan Gümüşhane istasyonunda da ait aylık sıcaklıkların uzun yıllık eğilimleri incelendiğinde hem doğrusal eğri hem de polinom eğrisi sıcaklıkların artma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Bu istasyonda da polinom eğrisine göre 1965-1993 arası dönemde azalma eğilimi, 1994-2020 yılları arası dönemde ise artış eğilimi görülmektedir (Şekil 1.4). İki istasyon kıyaslandığında Giresun istasyonunun deniz kıyısında bulunmasından dolayı sıcaklıklardaki değişimin daha az belirgin olduğu, buna karşın Gümüşhane istasyonunda ise karasallığın etkisine bağlı olarak değişimin daha açık olarak görülebildiği söylenebilir.



Şekil 1.3 : Giresun istasyonuna ait aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.

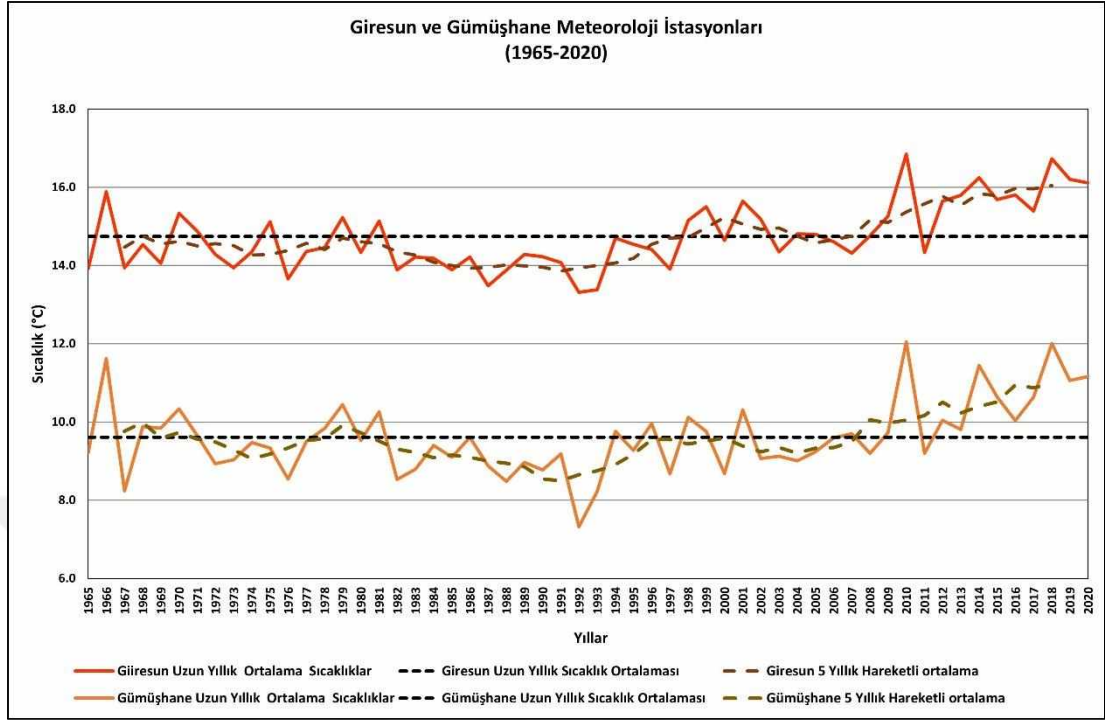


Şekil 1.4 : Gümüşhane istasyonu aylık sıcaklık ortalamalarının uzun yıllık eğilimi.

1.1.3. Yıllık Ortalama Sıcaklıkların Dağılışı

Uzun yıllık ortalama sıcaklık değerleri; deniz seviyesinden 38 m yükseklikte yer alan Giresun'da 14,7 °C, 1216 m yükseklikteki Gümüşhane'de ise 9,6 °C'dir (Tablo 1.2). Bu iki istasyon arasında görülen 5,1 °C'lik fark istasyonların konumları, denizel etki ve yükselti özelliklerine bağlıdır. Topografik özelliklerin kısa mesafelerde çok fazla değiştiği çalışma alanında sıcaklık yatayda ve dikeyde farklılıklar göstermektedir. Bu duruma bir fikir vermesi açısından çalışma alanı sınırları içerisinde yer alan kısa süreli gözlem istasyonlarının değerlendirilmesiyle anlamak mümkündür. Yaklaşık 2.000 m yükseltide yer alan Kürtün Elciğez istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık değeri 6,1 °C, yaklaşık 2.400 m'de yer alan Kürtün Arpacık istasyonunda ise 4,2 °C'dir. Çalışma alanında genel olarak deniz kıyısından uzaklaşmaya bağlı olarak sıcaklıkların iç kesimlere doğru düştüğü, ayrıca yükseltinin de sıcaklık dağılımını etkilediği görülmektedir. Bu duruma bağlı olarak özellikle kıyı ile dağlık sahalar arasında gözlemlenen 10,5 °C'lik fark, çalışma alanında bitki tür ve formasyonlarının dağılışı üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir. Bu sıcaklık farkları bitki bahsinde belirtilen yükseltiye bağlı bitki türleri ve isteklerinde meydana gelen farklılıkların sonucu olan kuşakların oluşumundaki temel nedendir.

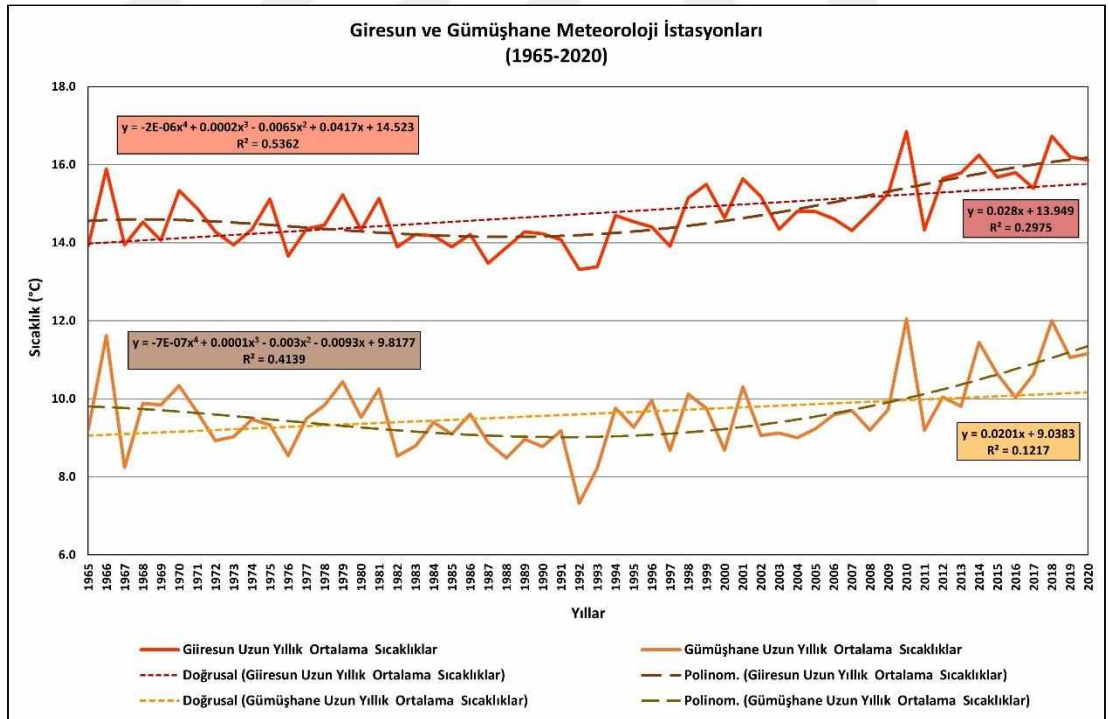
Çalışma alanında uzun yıllık eğilimlerin durumunu belirlemek amacıyla uzun yıllık gözlem süresine sahip istasyonların yıllık ortalama sıcaklık değerleri grafik yardımıyla görselleştirilmiştir (Şekil 1.5, Şekil 1.6, Şekil 1.7). Giresun'da en düşük yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,3 °C ile 1992 yılında, en yüksek yıllık ortalama sıcaklık değeri 16,8 °C ile 2010 yılında gözlenmiştir. Gümüşhane istasyonunda da uzun yıllık ortalamalara göre, en düşük ve en yüksek ortalama sıcaklık değerleri yine aynı yıllarda gerçekleşmiştir. En düşük yıllık ortalama sıcaklık değeri 7,3 °C ile 1992 yılında, en yüksek yıllık ortalama sıcaklık değeri 12,1 °C ile 2010 yılındadır.



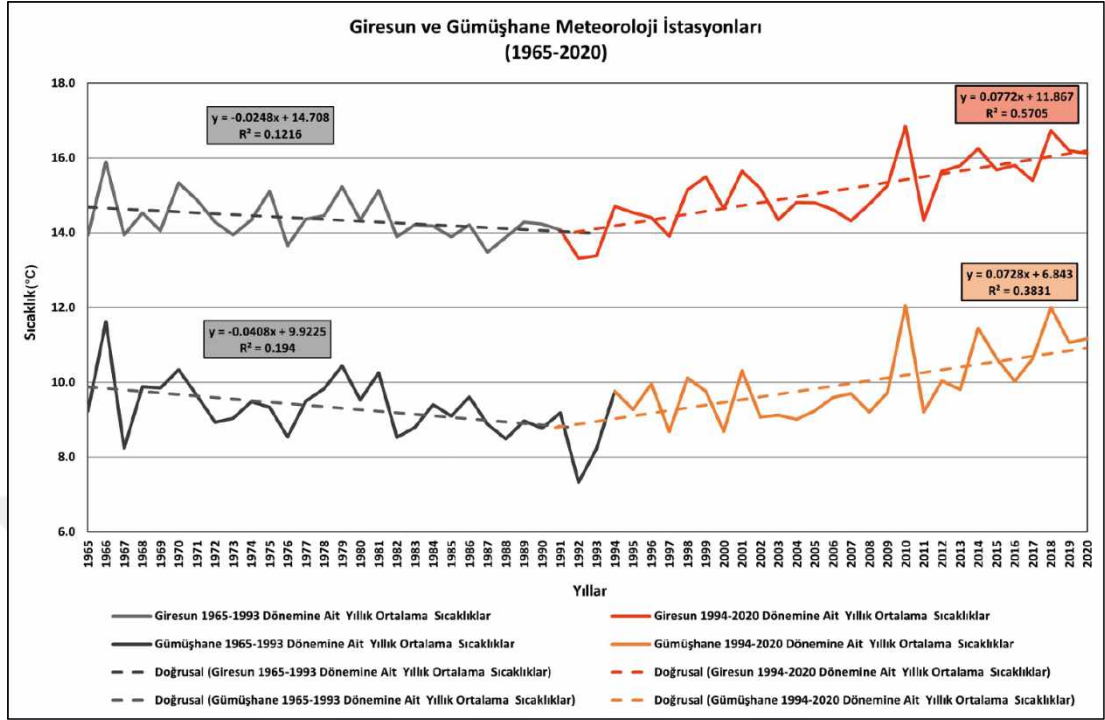
Şekil 1.5 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların uzun yıllık eğilimi.

İstasyonlara ait uzun yıllık ortalama sıcaklık değerleri arasındaki fark istasyonlara ait değerlerdeki yıllık dalgalanmalarda da kendini göstermektedir. Kıyı kesiminde yer alan Giresun istasyonunda, yıldan yıla sıcaklıkta görülen dalgalanmalar daha azdır. Karasal özellikleri yansıtan Gümüşhane istasyonunda ise bu durumun tam tersidir. Yılmaz v.d. (2012) “Türkiye’de Sıcaklık ve Yağışın Düzensizliği 1964-2003” çalışmasında, Türkiye’de 138 istasyona ait aylık ortalama sıcaklıklar ve toplam yağışlara ait değerler kullanılarak bulunan sonuçlarda da bu durum ifade edilmiştir. Çalışmada kıyı alanlarında yer alan istasyonların kara içinde bulunan istasyonlara göre daha düzenli aylık ortalama sıcaklık değerlerine sahip olduğu vurgulanmıştır. Bu durum kıyı istasyonları açısından sıcaklıkların tutarlı olduğu yani ortalamalar altında/üzerinde gerçekleşen düşük ve yüksek sıcaklıkların daha az yaşandığı anlamına gelmektedir. Bu çalışmada belirtilen önemli nokta ise analizler sonucunda Anadolu kıyılarının tamamında bu dönemdeki sıcaklıklarda bir düzensizleşme eğilimi olduğudur (Yılmaz v.d., 2012, s. 67). Bu durum çalışma alanını doğrudan etkilemese bile değerlendirmelerde dikkate alınması gereken önemli bir konudur.

Hem genel azalış ve artış özellikleri hem de uzun dönemli gözlemler ile elde edilen değerlerde görülen oynamaları daha iyi yansıtmak için doğrusal, polinom ve ağırlıklı sadeleştirme yöntemleri uygulanarak iki istasyona ait grafikler oluşturulmuştur. İki istasyonda da sıcaklıklarda artış ve azalışların gerçekleştiği dönemlik hareketlerin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1.6, Şekil 1.7). Doğrusal eğilim çizgilerinde bu durum belirgin olarak 1990'lı yılların başından itibaren iki istasyonda da yıllık ortalama sıcaklıkların artış eğiliminde olduklarını göstermektedir. Bu durum Türkiye için yapılan çalışmalarla uyumludur (Şekil 1.7). Yıllık ortalama sıcaklıklarda görülen bu artış trendi bitki yaşamı açısından da önemli olacaktır. Sıcaklığın bitkilerin yaşamsal faaliyetleri ve bunların zamanlaması gibi konularda olan etkisi nedeniyle alanda yer alan bitkilerin dağılışı ve büyüme özelliklerinde birtakım değişiklikler oluşturacaktır. Sıcaklık-bitki ilişkilerini ortaya koymak için günlük, aylık ve yıllık ortalama sıcaklıklar önemli bilgiler ifade etse de ilişkilerin açıklanmasında sıcaklıkların tekrarlanma durumları daha açıklayıcı olmaktadır.



Şekil 1.6 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık ortalama sıcaklıkların uzun yıllık eğilimi (doğrusal ve polinom ortalamaları).



Şekil 1.7 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarında yıllık ortalama sıcaklıkların 1990 sonrası dönemde artış eğilimleri.

1.1.4. Sıcaklık Frekansları

Sıcaklık bitki yaşamı açısından daha çok vejetasyon döneminin başlaması, devam etmesi ve sonlanması üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bitkiler, büyüme ve çimlenmeyle başlayıp yapraklanma, çiçek açma ve meyve verme ile devam eden bir yetiştirme devresine sahiptir (Avcı, 1998a). Tüm bu fizyolojik faaliyetler süresince bitki, gittikçe artan ve her bitki türüne göre değişen sıcaklıklara ihtiyaç gösterir (Dönmez, 1985, s. 7). Bitkinin aktif devresini ifade eden bu dönem için faaliyetler suyun hücrelere alınıp kullanılması ile başlar. Bunun için suyun donma noktası olan 0 °C sıcaklık eşiği bitkiler için önemlidir (Çepel, 1978, s. 179). Bu sıcaklığın altında su bitkiler için kullanılabilir olmaktan çıkar ve bu fizyolojik kuraklığı ifade eder (Çepel, 1978, s. 183; Erinç, 1977, s. 19). Düşük sıcaklıklar bu nedenle bitki yaşamında büyük etkilere sahiptir. Fakat düşük sıcaklık ve fizyolojik kuraklık hadisesinin meydana gelmesi, türlere ait özelliklerin, en düşük sıcaklığın derecesinin, don olayının şiddetinin, donun meydana geldiği zamandaki fizyolojik koşullar gibi durumların değişim gösterip göstermediği de önemli bir husustur (Çepel, 1978, s. 183).

Buna karşın yüksek sıcaklıklar da bitki yaşamı açısından olumsuz koşullar meydana getirmektedir. Yüksek sıcaklıklar daha çok fizyolojik yoldan etkili olarak solunum ve su kaybı konusunda sorunlara yol açmaktadır. Sıcaklık artışı bitkilerde özellikle solunumu arttırmakta, beraberinde bitki fazla enerji tüketerek bünyesinde organik madde açığına neden olmaktadır. Fotosentez, bitki besin maddelerinin üretildiği en önemli süreç olduğundan solunumla tüketilen madde, üretilen madde miktarını aştığında bitkide sorunlar yaşanır. Diğer açıdan ise artan sıcaklık transpirasyonu arttırarak gerekli olan suyun karşılanamadığı durumlarda bitki ölümlerine neden olabilir (Çepel, 1978, s. 189). Bu nedenle günlük sıcaklık ortalamaları bitki yaşamı için anlamlı değerler ifade etse de düşük ve yüksek sıcaklıkların özellikleri, bu değerlerin yıl içindeki değişimleri bu değişimlerin eğilimleri, frekanslarının bilinmesi de büyük bir önem taşımaktadır (Avcı, 1998a, ss. 155-162; 2004a). Bu değerler vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş zamanlarını kapsayan aylarda daha da önemli hale gelmektedir.

Bu özellikleri belirlemek amacıyla da iki istasyona ait uzun yıllık 07:00, 14:00 ve 21:00 sıcaklıklarına ait veri kullanılarak Giresun ve Gümüşhane istasyonlarının sıcaklık frekansları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılacak değer aralıkları yapılan bitki coğrafyası çalışmalarına uygun olarak 0 °C'nin altı, 9-21 °C'ler arası ve 30 °C'nin üstü olarak belirlenmiştir (Dönmez, 1979).

Giresun istasyonunda 1965-2020 yılları arasında toplam 61.294 değer ölçülmüştür. İstasyona ait veriler incelendiğinde 0°C'nin altında 197 değer olduğu görülmüştür. Ölçülen 31.320 değerden % 51,10'u, 9-21 °C'ler arasındadır. 30 °C'nin üzerinde 58 değer bulunmakta ve bu değerlerin oranı ise 0,09'dur (Tablo 1.3). Gümüşhane istasyonunda ise 1965-2020 yılları arasında toplam 61.296 değer ölçülmüştür. İstasyona ait veriler incelendiğinde 0°C'nin altında 9289 değer olduğu görülmüştür. Ölçülen 24.979 değerden % 40,75'i, 9-21 °C'ler arasında olduğu tespit edilmiştir. 30 °C'nin üzerinde 623 değer olmakla beraber bu değerlerin oranı ise 1.02'dir (Tablo 1.3). Bu özellikler çerçevesinde Giresun'da, optimum sıcaklıkların oranının Gümüşhane istasyonuna göre fazla olduğu görülmüştür.

Vejetasyon devresinin başlangıç ve bitiş zamanlarına denk gelen sıcaklık değerleri incelendiğinde ise bitki yaşamı açısından, 0 °C'nin altında don zararlarına neden olabilecek sıcaklık frekanslarının çok düşük olması ve 30 °C'nin üzerindeki sıcaklık frekanslarının yüksek olmaması yetiştirme devresi açısından olumludur. Bu nedenle Giresun istasyonu için vejetasyon devresi sıcaklık koşullarının neredeyse tüm yıla yayıldığı söylenebilir. Gümüşhane istasyonunda ise 0 °C'nin altında don zararlarına neden olabilecek sıcaklık frekanslarının kış aylarına denk gelen dönemde fazla olduğu görülmüştür. Gümüşhane istasyonunda 1965-2020 yılları arasında 0 °C'nin altında 1120 değer Mart ve Nisan aylarındadır (Tablo 1.5). Bu aylar vejetasyon devresinin başlangıç dönemine denk geldiği için bitki yaşamı için büyük risk oluşturmaktadır. Ayrıca vejetasyon devresi içerisinde yaz aylarında 30 °C'nin üzerindeki sıcaklık frekanslarının Giresun istasyonundan fazladır. Yapılan frekans tablosunda Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar 619 kez ölçülmüştür. Buna göre Gümüşhane ve çevresinde yetiştirme devresindeki sıcaklıkların bitki yaşamını etkileyebilecek olumsuz koşullara sahip olduğu söylenebilir. Optimum ve kritik değerler arasında aynı süre zarfında gözlenen değerlerdeki bu farklılık, istasyonların sahip olduğu karakterler hakkında da fikir vermektedir.

Tablo 1.3 : Giresun ve Gümüşhane 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	%
Giresun (1965-2020)	197	0,32	31320	51,10	58	0,09
Gümüşhane (1965-2020)	9289	15,15	24979	40,75	623	1,02

Tablo 1.4 : Giresun istasyonunda günlük ölçümlere göre (7.00, 14.00 ve 21.00) sıcaklık frekansları (1965-2020).

Giresun (1965-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
(-24)-(-21.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-21)-(-18.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-18)-(-15.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-15)-(-12.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-12)-(-9.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-9)-(-6.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-6)-(-3.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-3)-(-0.1)	84	87	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	197
(0)-(2.9)	501	507	217	16	0	0	0	0	0	0	9	177	1427
(3)-(5.9)	1295	1199	1002	120	0	0	0	0	0	1	168	658	4443
(6)-(8.9)	1655	1457	1978	875	27	0	0	0	1	64	612	1553	8222
(9)-(11.9)	1003	763	993	1883	410	3	0	0	9	321	1180	1532	8097
(12)-(14.9)	402	368	506	1198	1402	79	0	0	96	1057	1626	814	7548
(15)-(17.9)	187	191	292	521	1840	625	54	49	654	1661	1028	289	7391
(18)-(20.9)	71	88	113	243	1123	1780	732	566	1641	1499	299	129	8284
(21)-(23.9)	8	30	54	97	342	1808	1907	1838	1865	512	87	38	8586
(24)-(26.9)	2	5	27	58	49	678	1960	2038	711	77	20	1	5626
(27)-(29.9)	0	0	12	19	12	65	546	687	58	10	6	0	1415
(30)-(32.9)	0	0	1	8	3	2	7	29	2	2	0	0	54
(33)-(35.9)	0	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	4
(36)-(38.9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(39)-(41.9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	5208	4695	5208	5040	5208	5040	5207	5208	5037	5204	5035	5204	61294

Tablo 1.5 : Gümüşhane istasyonunda günlük ölçümlere göre (7.00, 14.00 ve 21.00) sıcaklık frekansları (1965-2020).

Gümüşhane (1965-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
(-24)-(-21.1)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
(-21)-(-18.1)	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
(-18)-(-15.1)	30	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	57
(-15)-(-12.1)	112	59	8	0	0	0	0	0	0	0	1	29	209
(-12)-(-9.1)	256	157	13	0	0	0	0	0	0	0	8	129	563
(-9)-(-6.1)	531	386	79	4	0	0	0	0	0	0	25	306	1331
(-6)-(-3.1)	927	657	280	18	0	0	0	0	0	2	148	684	2716
(-3)-(-0.1)	1175	913	618	96	0	0	0	0	0	27	463	1107	4399
(0)-(2.9)	1119	1063	1061	307	27	0	0	0	4	128	920	1245	5874
(3)-(5.9)	746	824	1066	663	149	7	0	0	20	410	1115	918	5918
(6)-(8.9)	275	469	967	1000	507	62	1	0	134	861	1122	611	6009
(9)-(11.9)	26	129	643	1034	962	385	45	41	516	1250	786	146	5963
(12)-(14.9)	1	28	328	829	1161	974	353	334	996	1081	359	21	6465
(15)-(17.9)	0	1	110	579	892	1045	1047	993	1141	753	81	2	6644
(18)-(20.9)	0	0	25	344	751	977	1175	1193	977	459	6	0	5907
(21)-(23.9)	0	0	3	130	492	839	1173	1229	660	187	0	0	4713
(24)-(26.9)	0	0	0	33	220	489	766	789	394	48	0	0	2739
(27)-(29.9)	0	0	0	3	43	209	359	385	152	1	0	0	1152
(30)-(32.9)	0	0	0	0	4	46	188	168	42	0	0	0	448
(33)-(35.9)	0	0	0	0	0	5	81	64	3	0	0	0	153
(36)-(38.9)	0	0	0	0	0	1	18	3	0	0	0	0	22
(39)-(41.9)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toplam	5208	4704	5205	5040	5208	5039	5206	5199	5039	5207	5034	5207	61296

Ayrıca bitki yaşamı için özellikle vejetasyon devresi başlangıcında ve sonunda meydana gelen donların zararları daha önemli olduğundan aylık donlu gün sayıları da istasyonlar için incelenmiştir (Tablo 1.6). Çalışma alanı ve çevresinde yer alan kısa süreli istasyonlara ait veriler de yükseltiye bağlı olarak meydana gelen değişimi göstermek üzere eklenmiştir.

Tablo 1.6 : Çalışma alanı ve çevresinde aylık ve yıllık ortalama donlu gün sayıları.

İstasyon Adı	Rakım (m)	Aylar												Toplam
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Giresun	38	2,42	2,61	1,25	0,06							0,05	0,61	7
Gümüşhane	1216	25,67	21,89	16,7	4,15	0,24				0,01	1,36	12,01	21,77	103,8
Doğankent	177	3,5	2,25	0,87									3,12	9,7
Kürtün	739	14,71	11	5,57	1,85							3,71	12,14	49
Kürtün/Elciğez Köyü	1931	30,75	24,75	19,5	15,25	2,5				0,5	1,75	13,25	21,25	129,5
Kürtün/Arpacık Köyü	2366	31	27,5	26,5	22					1		19	29	156

Buna göre ilk göze çarpan özellik Giresun ve Doğankent meteoroloji istasyonlarının değerleri benzerlik gösterirken, Gümüşhane, Kürtün, Kürtün Elciğez ve Arpacık meteoroloji istasyonlarının değerleri ayrı bir oluşturmuştur. Birinci grupta yer alan istasyonlarda aylık ve yıllık donlu gün ortalamalarının oldukça azdır. Vejetasyon devresinin başlangıcında don olayları yaşanabilmektedir. İkinci gruptaki meteoroloji istasyonları daha çok karasal özellik göstermektedir. Daha fazla yükseltiye sahip olan bu istasyonlarda yükselti arttıkça aylık ortalama donlu gün sayıları ve oranlarında bir artış görülmektedir (Tablo 1.6). Bu istasyonlarda yaklaşık olarak Mayıs ayına kadar donlu günler yaşanabilmektedir. Vejetasyon devresinin sonuna doğru yaklaşık Eylül ayından sonra tekrar donlu günler yaşanmaya başlamaktadır. Bu durum Gümüşhane istasyonu ve çalışma alanı içerisinde yükseltinin fazla olduğu istasyonlarda vejetasyon süresi içerisinde sıcaklıklarda yaşanabilecek düşüşlerin bitkileri etkileyebileceğini, zaman zaman vejetasyon döneminin kapanmasına neden olabileceğini göstermektedir.

1.2. Yağış

Yağış, sıcaklıkla beraber tüm canlı yaşamı ve gelişimi üzerinde etkili olan en temel iklim elemanlarından biridir. Yağışın buradaki önemi, yaşam için ihtiyaç duyulan suyun sağlamasıdır (Avcı, 1998a, s. 163). Su bitkisel varlığın ilk şartı olup, türlerin ve toplulukların alanlarını belirleyen başlıca faktörlerden biridir (Erinç, 1977, s. 13). Özellikle ılıman iklim koşullarında orman ağaçlarının büyümesi ve gelişmesinde yağışın etkisi büyüktür. Su noksanlığı veya fazlalığı bitkilerde öncelikle hücresel düzeyde değişimlere yol açarak, hücrelerinin gelişimi ve sayısı gibi birtakım fizyolojik özellikleri etkilediği için önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Akkemik, 2004, s. 66).

Yıllık ortalama yağış miktarları açısından Türkiye'nin en yağışlı alanlarından biri olan Doğu Karadeniz Bölümü'nde, yağış koşulları üzerinde etkili olan birçok faktör bulunmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde yağış özellikleri bazı çalışmalarda ele alınmıştır. Yağış rejimi açısından Türkeş (2010)'a göre, inceleme sahasında verileri kullanılan uzun süreli meteoroloji gözlem istasyonları iki farklı yağış rejim bölgesinde yer almaktadır. Bunlar, her mevsimi yağışlı olan en yüksek yağışların sonbaharda görüldüğü kıyı kuşağının Karadeniz Yağış Rejim Bölgesi (KARD); soğuk, kar yağışlı bir kış mevsimi, orta düzeyde bir yağışa sahip ilkbahar/ilkyaz döneminin olduğu, Karasal Doğu Anadolu (KDAN) yağış rejim bölgesidir.

Ölgen (2010) tarafından yapılan çalışma yağışın yıllık ve mevsimsel dağılışı hakkında fikir vermektedir. Türkiye'de yağış değişkenliği hakkında hem yıllık hem de mevsimsel olarak 1950-2009 dönemi için 64 istasyon kullanılarak bir değerlendirmenin yapıldığı bu çalışmada Ölgen (2010), Karadeniz yağış rejim bölgesini, Türkiye'de yağış değişkenliğinin en düşük olduğu bölge olarak tanımlamaktadır. Bunun nedeninin ise yaz ve kış döneminde etkili olan atmosfer sistemleri olduğu vurgulanmıştır.

Diğer taraftan doğrudan Karadeniz Bölgesi için Saphioğlu ve Çoban (2013) tarafından farklı yöntemler kullanılarak bölgede 18 yağış ölçüm istasyonu üzerinde eğilim analizi de yapılmıştır. 1971-2010 dönemini kapsayan bu çalışmada, Gümüşhane ve Giresun istasyonları da değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerde

yağışın iki istasyonda artış eğilimi göstermekle beraber bu artış için sadece Giresun istasyonuna ait Mann – Kendall testi ve Şen eğilim testi sonuçlarının 0.95 güven düzeyinde anlamlılık gösterdiği bulunmuştur. Çalışma sonuçlarında, Karadeniz Bölgesinin batı bölümünde azalış eğiliminin, doğusunda ise artış eğiliminin olduğu vurgulanmaktadır. Artış gösteren yerler kıyı kuşağında yer almaktadır (Saplıoğlu ve Çoban, 2013, ss. 509-511). Ağırbaş ve Ersoy (2019) tarafından “Karadeniz Türkiye Kıyıları Yağış Miktarlarının Uzun Dönemli Değişimi” adlı çalışmada da Doğu Karadeniz Bölümü için yağış miktarlarında artışın anlamlı istatistiksel değerler gösterdiği vurgulanmıştır (Ağırbaş ve Ersoy, 2019, s. 515). Yukarıdaki çalışmalarda ifade edildiği üzere çalışma alanı ve çevresi için değerlendirilen istasyonlar, yağış özelliği açısından farklı yağış rejim bölgelerinde yer almaktadır. Çalışma alanı ve çevresine ait istasyonlara ait veriler, yağışı etkileyen faktörler dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

1.2.1. Yağışın Yıllık Dağılışı

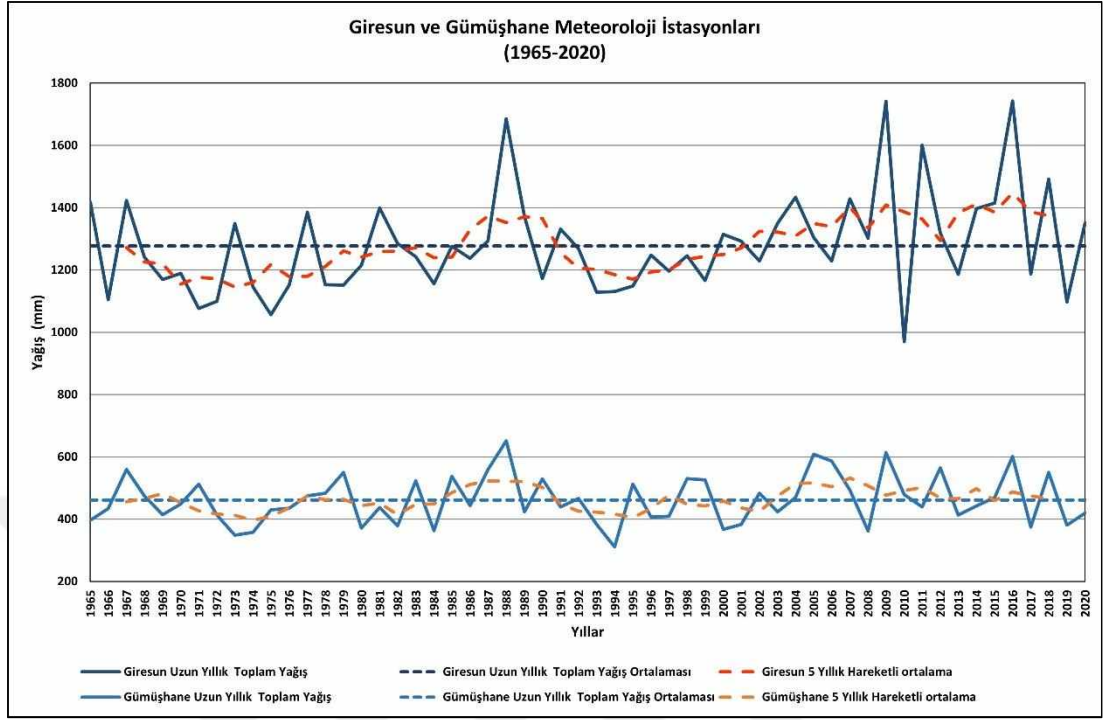
Çalışma alanının yağış özelliklerinin yorumlanması için seçilen iki istasyona ait yıllık toplam yağış değerlerinin 55 yıllık gözleme ait sonuçları incelendiğinde; Giresun istasyonuna ait uzun yıllık toplam yağış değerleri ortalaması 1280,4 mm, Gümüşhane istasyonunda ise 461,7 mm’dir (Tablo 1.7). Görüldüğü gibi iki istasyona ait yağışların uzun yıllık toplam değerleri arasındaki fark oldukça fazladır (818,7 mm). Çalışma alanında ise topografya, vadi sistemleri gibi daha lokal koşullar, yağışın mekânda ve zamandaki yıllık dağılışıda önemli farklılıklar oluşturmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında yağış koşullarını asıl belirleyen özellik sahanın rölyef özellikleri olmaktadır. Bu konuda fikir vermesi açısından, sıcaklık bahsinde olduğu gibi kısa süreli rasatlara sahip meteoroloji istasyonlarına ait veriler de değerlendirilmiştir. Ancak bu istasyonlar, gözlem sürelerinin kısa olması nedeniyle yağışların uzun yıllık eğilimlerin ifadesinden çok, yükseltiye bağlı değişen koşullar hakkında bilgi vermesi açısından katkı sağlamıştır.

Çalışma alanı ve çevresine yakın konumda yer alan Doğankent ve Kürtün istasyonları aynı vadi sistemi içerisinde yer almalarına rağmen çok farklı miktarlarda yağış değerlerine sahiptirler. Denizin ve kuzeyli hava kütlelerinin etkisine açık Doğankent istasyonunda yıllık ortalama toplam yağış değeri 1104 mm ile Giresun istasyonu ile benzerlik göstermektedir. Yine Harşit Çayı vadisinde yer alan Kürtün ise istasyonun bulunduğu konum özellikleri sonucunda yıllık toplam yağış değerleri yaklaşık 400 mm'lere düşmektedir (Tablo 1.7). Çalışma alanı sınırları içerisinde yaklaşık 1900 m'de yer alan Elciğez istasyonunda yıllık toplam yağışlar 900 mm'lere yaklaşmaktadır. Arpacık istasyonunda ise yıllık toplam yağış miktarı yaklaşık 600 mm dolayındadır (Tablo 1.7). Teorik olarak yağışın yükselti ile doğru orantılı olarak bir artış göstermesi beklenilir. Ancak yağışın oluşumunda yükselti dışında birçok faktör etkili olmaktadır. Bu nedenle yükselti artmasına karşılık, meteoroloji istasyonlarının bulundukları konumlara da bağlı olarak yağış değerleri artış göstermemektedir. Bu durum; rölyef özelliklerinin çalışma alanında sıcaklıktan çok, yağış koşulları üzerinde etkili olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Sıcaklıklar açısından daha dengeli bir dağılım söz konusu iken, topografyanın etkisiyle yağış koşulları açısından yatayda ve düşey dağılımda önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

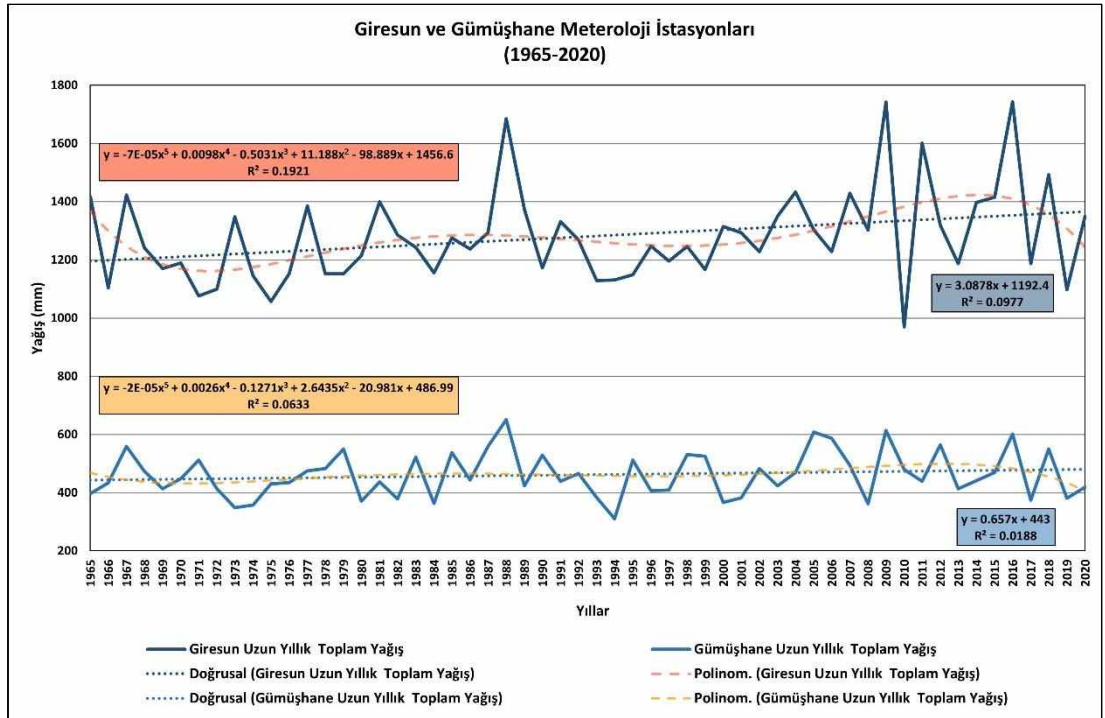
Tablo 1.7 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait aylık ve yıllık yağış değerleri.

İstasyon		Rakım (m)	Rasat (yıl)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Giresun		38	55	124	90	91	77	71	83	81	88	123	172	152	129	1280
Gümüşhane		1216	55	36	32	44	59	69	48	12	13	22	44	42	42	462
Doğankent		177	8	109	71	107	54	91	90	85	64	103	116	94	119	1104
Kürtün		739	7	25	16	48	35	49	48	14	8	24	35	35	49	387
Kürtün	Elciğez Köyü	1931	4	71	68	79	56	120	97	53	56	50	80	60	66	856
	Arpacık Köyü	2366	2	63	66	54	57	2	112	27	43	29	33	40	40	566

Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait uzun yıllık toplam yağış değerleri incelendiğinde; Giresun’da en yüksek yıllık toplam yağış değeri 2016 yılında 1734,4 mm, en düşük yıllık toplam yağış değeri ise 2010 yılında 970,4 mm olarak gerçekleşmiştir. Gümüşhane’de ise en yüksek yıllık toplam yağış değeri 651,0 mm ile 1988 yılında, en düşük yıllık toplam yağış 311,0 mm ile 1994 yılında gerçekleşmiştir (Şekil 1.8). Değerlerin yıldan yıla farklılık göstermesi nedeniyle çizilen grafik eğrilerinde düzensizlikler görülmüştür. Grafikte uzun yıllık yağış değerleri, bu değerlere ait ortalama ve ağırlıklı ortalama değerlerine göre yıllık toplam yağış miktarları beraber gösterilmiştir (Şekil 1.8). Sadeleştirilmiş değerleri gösteren eğriler düzensizliklere rağmen uzun dönemlik eğilimlerin izlenmesinde katkı sağlamaktadır. Bu eğriye göre 55 yıl içerisinde uzun yıllık yağış ortalamasının üzerinde ve altında gerçekleşen ikişer dönemlik eğilimler, iki istasyon için de dikkat çekmektedir. Son 20 yıllık dönemde ise yıllık ortalama toplam yağış değerlerine ait eğilimlerin istasyon ortalamalarının üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Ancak eğilimler polinom olarak incelendiğinde iki istasyonunda 2015 yılından sonra aşağı yönlü bir trend çizdikleri görülmektedir (Şekil 1.9). Bu uzun yıllık eğilimler incelendiğinde istasyonlar için belirli yıllarda daha kurak veya nemli koşulların yaşandığını, bu dönemlerin uzunluklarının da farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 1.8 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık yağışların uzun yıllık eğilimi.



Şekil 1.9 : Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait yıllık yağışların uzun yıllık eğilimi (doğrusal ve polinom ortalamaları).

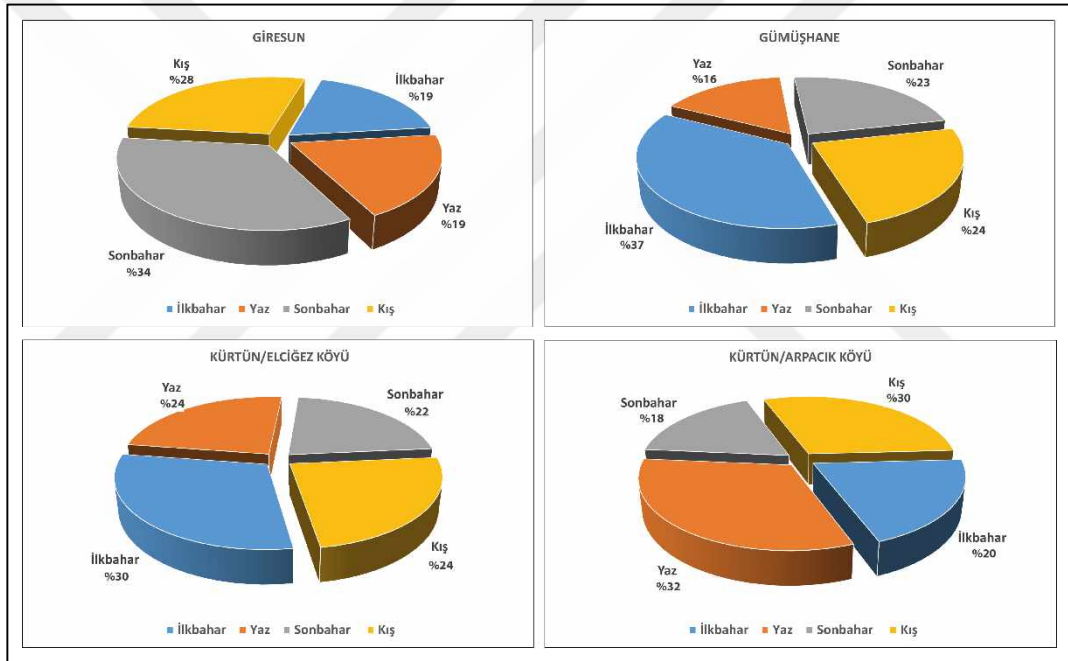
Sonuç olarak uzun süreli gözleme sahip iki istasyonun, uzun yıllık toplam yağış değerlerinde ortaya çıkan farklar bitki örtüsü özelliklerinin iki alanda farklı karakterler göstermesine yol açmıştır. Karadeniz kıyı kuşağında yer alan Giresun istasyonu ve çevresinde nem ihtiyacı yüksek orman formasyonu hâkim iken Gümüşhane ve çevresinde kuru ormanlar ve daha kurakçıl çalı ve ot topluluklarının daha yaygındır. Kıyı kesimden iç kesimlere doğru yağış değerlerindeki değişime bağlı bitki örtüsünde yaşanan değişim, yükselti koşullarına bağlı olarak daha da farklılaşmaya neden olur. Bu durumda daha çok bitkilerin ekolojik isteklerine bağlı olarak bir katmanlaşma (kuşak oluşumu) görülmektedir. Yıllık yağış miktarları, genel eğilimleri yansıtmak açısından önemli olsa dahi bitkiler açısından incelediğimizde önemli olan yağışın yıl içerisindeki dağılışıdır. Bitkiler yaşamlarında özellikle de vejetasyon dönemi süresince birtakım ekosistem gereksinimlerine bağlı olduklarından, ihtiyaç duydukları gereksinimlerin sağlanması hayati öneme sahiptir (Dönmez, 1985, s. 43). Bu nedenle yetiştirme devresinde düşen yağışın hem yıllık hem mevsimlik oranlarını belirlemek gerekmektedir. Yağışın günlük, aylık ve mevsimlik dağılışı ayrı ayrı ele alınmıştır.

1.2.2. Yağışın Mevsimlik dağılışı

Çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlarda yağışın mevsimlere dağılışı incelendiğinde yıllık toplam yağış değerlerinde olduğu gibi yağışın yıl içerisindeki dağılışının da istasyonlar için farklı olduğu görülmüştür. Giresun'da en fazla yağış sonbaharda, en az yağış ise yaz ve ilkbahar mevsimlerinde düşmektedir. Sonbahar mevsiminde yağış oranı % 35, kış mevsiminde % 27, ilkbahar ve yaz mevsiminde ise % 19 şeklindedir (Şekil 1.10). Buna karşın Gümüşhane'de en fazla yağış ilkbaharda, en az yağış yaz mevsiminde düşmektedir. İlkbahar mevsiminde yağış oranı % 37, kış mevsiminde % 24, sonbahar mevsiminde % 23 ve yaz mevsiminde % 16'dır.

Çalışma alanında ise bu istasyonlardan farklı olarak, yükseltiye bağlı yağış koşullarında görülen değişimin mevsimler açısından da farklılık sergilediği görülmüştür (Şekil 1.10). Elciğez istasyonunda yıl içerisinde yağışın mevsimlere neredeyse eşit bir dağılım gösterdiği görülmektedir. İstasyonun yıllık yağış miktarları ve yağışın yıl içerisinde mevsimlere dağılışı açısından ortaya çıkan bu özellik, bitki yaşamı açısından özellikle vejetasyon döneminde önemlidir. Bu istasyonda en fazla yağışın ilkbahar mevsiminde (% 30), en az yağışın ise sonbahar mevsiminde (% 22)

düştüğü görülmektedir (Şekil 1.10). Yükselti değerleri açısından daha üst yükseltilerde yer alan Arpacık istasyonunda ise yağışın yıl içerisindeki dağılışı değişmektedir. Bu istasyonda yaz ve kış yağışlarının daha ön planda olduğu, yıl içerisindeki yağışın en az bahar mevsimlerinde düştüğü görülmektedir (Şekil 1.10). Yağışın oransal dağılımı ise ilkbahar mevsiminde % 18, yaz mevsiminde % 32, sonbahar mevsiminde % 20 ve kış mevsiminde % 30'dur. Bu değerlendirmede Doğankent ve Kürtün istasyonlarına ait yağışın mevsimlik dağılışıyla, Giresun ve Gümüşhane istasyonları ile benzer dağılış özellikleri göstermeleri ve rasat sürelerinin kısa olması nedeniyle yer verilmemiştir.



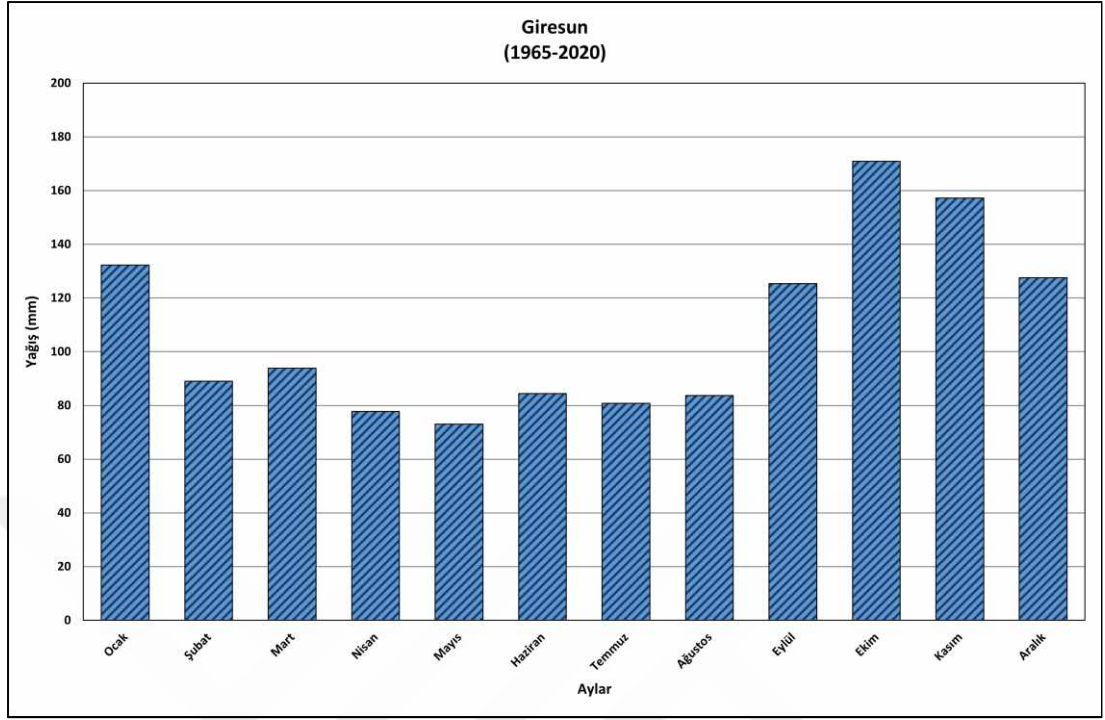
Şekil 1.10 : Giresun, Gümüşhane, Elciğez ve Arpacık istasyonlarında yağışın mevsimlere göre dağılışı.

Sonuç olarak; Giresun'da her mevsimin yağışlı olması, en fazla yağışın sonbahar mevsiminde düşmesi, kurak mevsimin olmayışı, Karadeniz yağış rejiminin etkilerini yansıtmaktadır. Gümüşhane'de ise yıllık yağış miktarı, yağışın en fazla ilkbahar mevsiminde düşmesi, belirgin bir kurak mevsimin olması gibi özellikler Karasal Doğu Anadolu yağış rejiminin etkilerini yansıtmaktadır (Türkeş, 2010, s. 385). Çalışma alanı ise bu iki istasyon ortasında yer almaktadır.

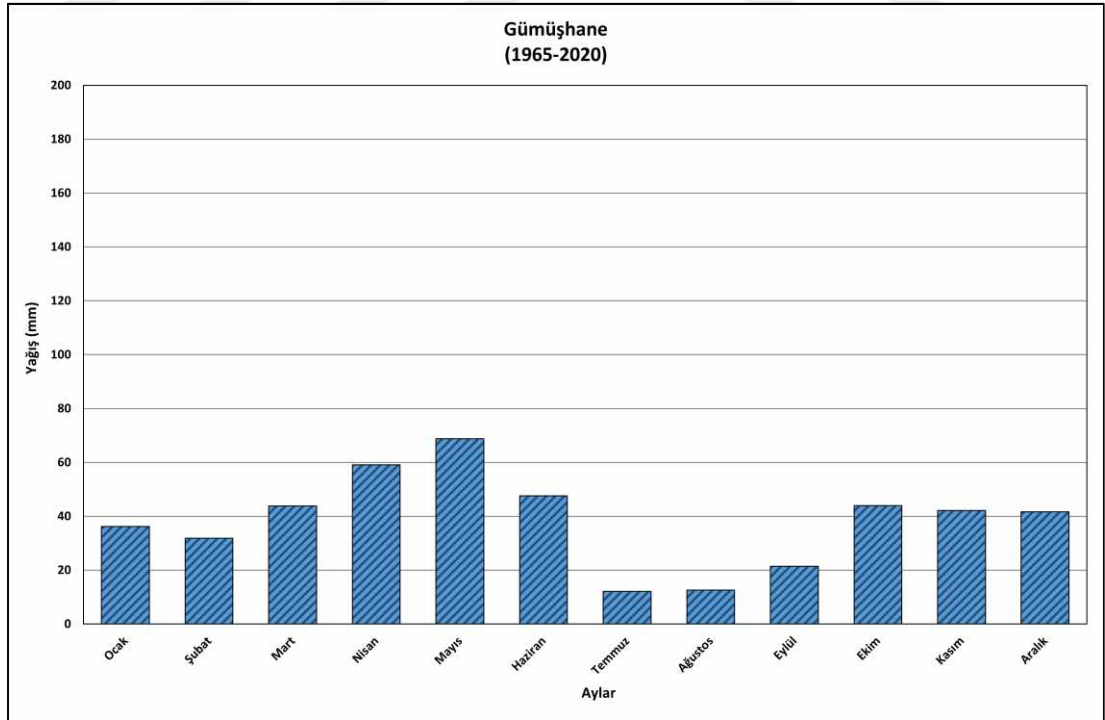
Yükselti ve topografik özellikler düşey doğrultuda iklim elemanlarının dağılışında farklılıklara yol açmaktadır. Özellikle yükseldikçe sadece yağışın artmadığı, aynı zamanda yağışın mevsimlere dağılışının da değiştiği görülmektedir (Şekil 1.10). Çalışma alanındaki Elciğez meteoroloji istasyonunun da yağışın yıl içerisinde göstermiş olduğu dağılış özellikleri, bitki yaşamı açısından her mevsim suyun yeterli miktarlarda sağlanması ve kuru bir devrenin oluşmaması açısından uygun yetiştirme şartlarını oluşturmaktadır.

1.2.3. Yağışın Aylık Dağılışı

Çalışma alanında uzun gözlem süresine ait Giresun ve Gümüşhane istasyonlarında aylık toplam yağışların uzun yıllık ortalaması incelendiğinde, yağışın aylara dağılışı mevsimlik dağılışa uygun olarak iki istasyon için farklılıklar göstermektedir. Giresun'da uzun yıllık toplam yağış değerleri ortalaması 1280,4 mm'dir (Tablo 1.7). Bu değer aylara göre dağılımı incelendiğinde yağışın ilkbahar aylarından itibaren artmaya başladığı ve en yüksek değerlere sonbahar aylarında ulaştığı görülmektedir. Aylık ortalama toplam yağış değerleri bakımından bu istasyonda en yüksek yağış değerleri 171,7 mm ile Ekim ayında, en düşük yağış değerleri ise 70,5 mm ile Mayıs ayında görülmektedir. Diğer taraftan Eylül, Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında yağış miktarı da 100 mm üzerindedir (Tablo 1.7). Düşük yağış değerlerinin olduğu aylarda bile bu değer 70 mm üzerinde gerçekleştiği bu istasyonda, aylık yağış koşulları açısından kurak bir devre görülmemektedir (Şekil 1.11). Gümüşhane'de istasyonunda ise uzun yıllık toplam yağış değeri ortalaması 461,7 mm'dir (Tablo 1.7). Bu değer aylara göre dağılımı incelendiğinde dönemlik artış ve azalışların olduğu dikkat çekmektedir. Özellikle kış aylarından itibaren artmaya başlayan yağışlar Mayıs ayından itibaren düşmeye başlar ve yaz aylarında en düşük değerlere iner. Bu istasyonda aylık ortalama yağış değerlerine göre en yüksek yağış 68,8 mm ile Mayıs ayında, en düşük yağış ise 12,1 mm ile Temmuz ayında görülmektedir. Haziran ayından itibaren yağış miktarında başlayan düşüş, Temmuz ve Ağustos aylarında da devam eder. Sıcaklıkların yüksek olduğu bu aylar, su noksanlığının yaşandığı bir dönemi oluşturmaktadır (Şekil 1.12, Tablo 1.7).

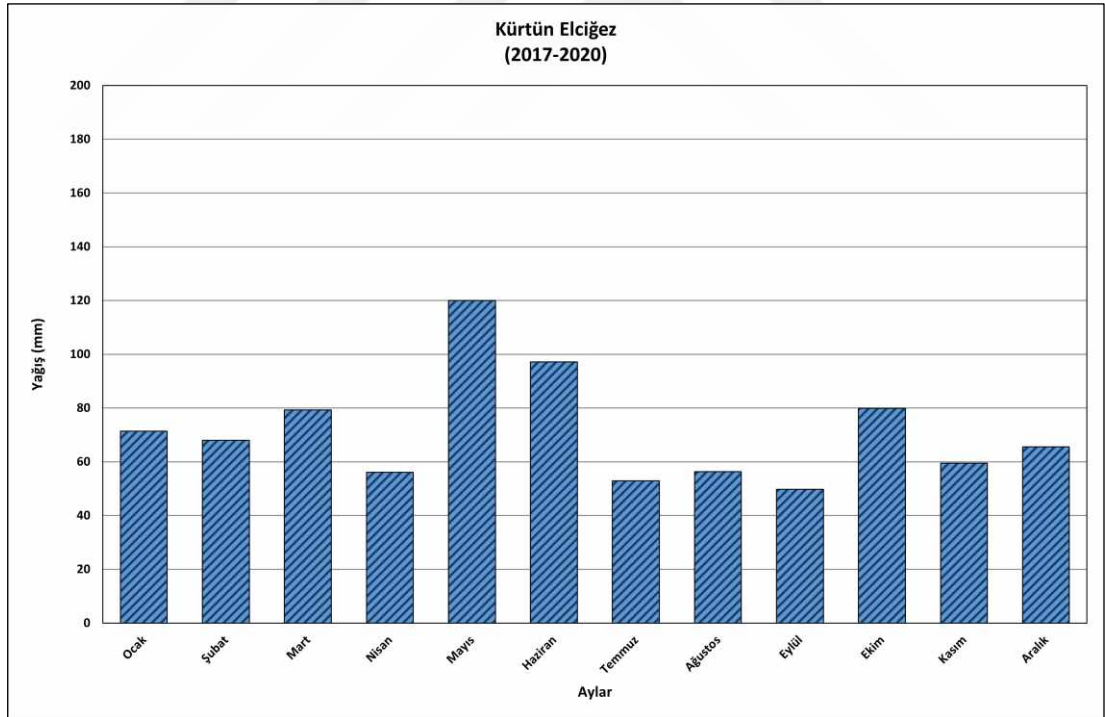


Şekil 1.11. Giresun istasyonuna ait aylık yağış grafiği.



Şekil 1.12. Gümüşhane istasyonuna ait aylık yağış grafiği.

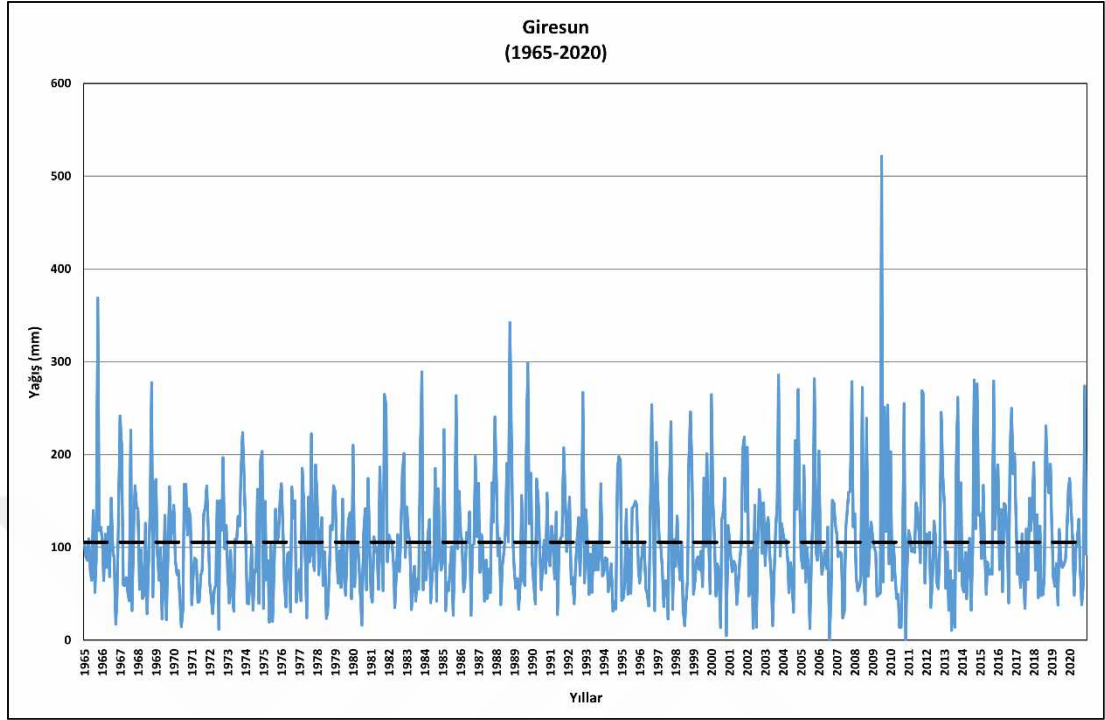
Çalışma alanında aylık toplam yağışların yükseltiye bağlı değişimi açısından fikir vermesi için Elciğez istasyonuna ait aylık toplam yağışların dağılışı da incelenmiştir. Elciğez istasyonunda gözlem süresi içerisindeki yıllık toplam yağış değerleri ortalaması 856 mm'dir (Tablo 1.7). Bu değerler yağışın mevsimlik dağılışında olduğu gibi aylık değerler açısından da birbirine benzerlik göstermektedir. Bu istasyonda aylık ortalama toplam yağışların ilkbahar sonu yaz başlangıcına denk gelen dönemde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Yaz sonundan itibaren aylık yağış değerleri azalmakla beraber benzer koşulların devam ettiği görülmektedir. Aylık ortalama toplam yağış değerleri bakımından bu istasyonda en yüksek yağış değerleri 120 mm ile Mayıs ayında, en düşük yağış değerleri ise 50 mm ile Eylül ayında görülmektedir (Tablo 1.7). Düşük yağış değerlerinin olduğu aylarda bile bu değer 50 mm üzerinde gerçekleştiği bu istasyonda, aylık yağış ortalamalarına göre kurak bir devre yer almamaktadır (Şekil 1.13).



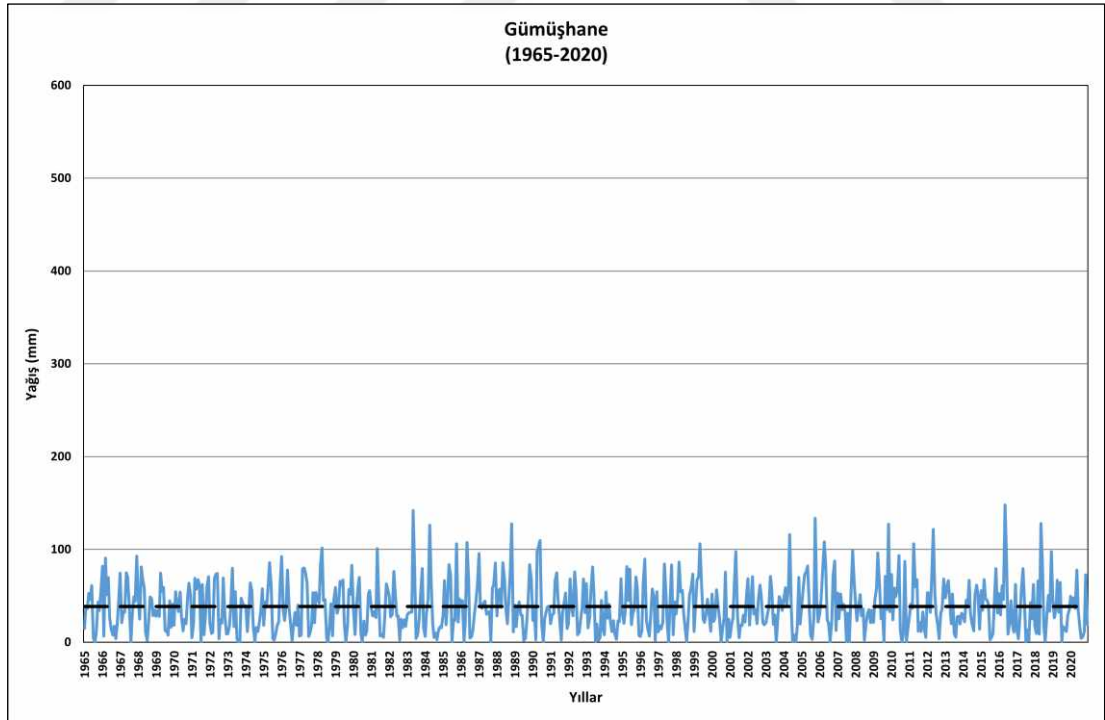
Şekil 1.13 . Kürtün Elciğez istasyonuna ait aylık yağış grafiği.

Aylık yağış değerleri, bitki-yağış özellikleri açısından da değerlendirilmiştir. Giresun istasyonunda yağışın aylara dağılışı düzenlidir. Özellikle vejetasyon devresi süresince ihtiyaç duyulan su, sonbahar ve kış mevsiminde gerçekleşen yağışlar ile toprakta birikir ve yaz mevsiminde gerçekleşen yağışları desteklediği için toprakta su açığı meydana gelmemektedir. Gümüşhane istasyonunda ise yağışın aylara dağılışı değişkenlik göstermektedir. Özellikle ilkbahar aylarında artan yağış değerleri, yaz aylarında düşüş göstermektedir. Bu nedenle vejetasyon mevsimin başladığı ve bitki fizyolojik faaliyetlerinin arttığı dönemde yağış değerlerinde görülen azalmalar, bitkiler üzerinde stres oluşturabilecek koşullara yol açabilir. Bu iki istasyon arasındaki aylık yağış değerlerindeki farklılıklar, bitki türlerini ve gösterdikleri dağılışı bu nedenle doğrudan etkilemektedir.

Bu iki istasyonun çalışma alanına uzaklıkları ve farklı yağış rejim karakterleri nedeniyle çalışma alanına ait gerçek değerleri tam anlamı ile yansıtmamaktadır. Bu nedenle kısa gözlem süresine sahip (2017-2020) Elceğiz istasyonu aylık toplam yağış değerlerinin yıl içerisindeki dağılışı hakkında bir fikir vermesi için incelenmiştir. Bu istasyonun bulunduğu alanda, yağışın aylara dağılışının nispeten düzenli olması, orman formasyonunun gelişmesine neden olmuştur. Yükseltiye bağlı olarak sıcaklıkların nispeten azalması, ormandaki hâkim ağaç türünün koniferlerden oluşmasına neden olmuştur. Vejetasyon döneminin başladığı aylarda yağış koşullarında görülen artışlar, ağaçların büyüme özellikleri üzerine önemli etki yapmaktadır. Çalışma alanında aylık toplam yağış değerlerinin uzun yıllık değişimlerini göstermek için Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait uzun yıllık seyirlerde çizilmiştir. Bu değerlendirme gözlem süreleri nedeniyle kısa süreli istasyonlar için yapılamamıştır. Buna göre, Giresun'da uzun yıllık aylık yağış toplamalarının ortalaması 105,75 mm'dir. En yüksek aylık toplam yağış değeri 2009 yılının temmuz ayında 521,60 mm, en düşük aylık toplam yağış değeri 2006 yılının ağustos ayında 0,20 mm olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1.14). Gümüşhane istasyonunda ise uzun yıllık aylık yağış toplamalarının ortalaması 38,47 mm'dir. En yüksek aylık toplam yağış değeri 2016 yılının mayıs ayında 148,1 mm gerçekleşmiştir. Bazı yıllarda Temmuz (1971, 2000 ve 2017) ve Ağustos (1973, 1990, 2003, 2009 ve 2010) aylarında ise hiç yağış düşmemiştir (Şekil 1.15).



Şekil 1.14. Giresun istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.



Şekil 1.15. Gümüşhane istasyonuna ait aylık toplam yağışların uzun yıllık seyri.

1.2.4. Yağışın Günlük Dağılışı

Bitki yaşamı açısından düşen yağışın ne kadarının faydalı olduğunu, yağışın karakteri belirler. Bitkiler nispeten geniş bir zaman diliminde yavaş yavaş gerçekleşen yağışlardan daha kolay ve fazla yararlanırlar. Buna karşılık sağanak karakterindeki yağışlardan faydalanamazlar (Avcı, 1998a, s. 171; Dönmez, 1968, s. 44). Bunun nedeni sağanak yağışların karakteri gereği kısa bir zaman zarfında gerçekleşmesi, sonucunda suyun toprağa nüfuz edememesi ve yüzeysel akışa geçmesidir. Bitkiler suyu ve gerekli besin ihtiyaçlarını daha çok toprak suyundan elde ettiklerinden sağanak yağışların frekansının, şiddetinin ve eğilimlerinin belirlenmesi önemlidir.

Sağanak karakterin oransal olarak ifade edilmesinde literatürde çeşitli bilim dallarına ve çalışmalara ait farklı sınıflandırmalar söz konusudur. Bunlardan biri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün sağanak tanımı ve sağanak yağışların sınıflandırılmasıdır. Bu sınıflandırmaya göre "Sinoptik açıdan bakıldığında, 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 nitelendirilir" (MGM, 2022). Yapılan literatür çalışmasında bitki coğrafyası araştırmalarında Yamanlar (1956) tarafından oluşturulan sınıflandırma kullanılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre 24 saat içerisinde düşen yağış miktarı, 100 mm'den fazla ise "Şiddetli Sağanak Yağışları", 50,1-100,0 mm arasında ise "Orta Şiddetli Sağanak Yağışları", 25,0-50,0 mm arasında ise "Az Şiddetli Sağanak Yağışları" ifade eder (Dönmez, 1990, s. 187). Sinoptik açıdan yapılan sağanak tanımı, saatlik verilerin kullanımını esas almaktadır. Söz konusu veriler yakın yıllara ait, nispeten kısa bir dönemi içermektedir. Buna karşılık Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan günlük yağış verileri uzun yıllık döneme aittir. Bu nedenle sağanak yağışları tanımlama ve sınıflandırmada 24 saat içinde düşen yağışın değerlendirildiği sınıflandırma esas alınmıştır. Giresun ve Gümüşhane meteoroloji istasyonlarının 1965-2020 yılları arasında 55 yıllık dönemine ait günlük toplam yağışlar analiz edilmiştir.

Tablo 1.8. Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait sağanak yağışlı günlerin frekansları ve oranları.

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 (%)
Giresun (1965-2020)	8703	93	524	5,6	117	1,3	8	0,09	9359	100
Gümüşhane (1965-2020)	7701	99,2	60	0,77	1	0,01	0	0	7764	100

Yağış verisinin incelenmesi 1965-2020 yılları arasındaki 20118 günün; Giresun'da 9359 gününün, Gümüşhane'de ise 7764 gününün yağışlı olduğunu göstermektedir (Tablo 1.8). Giresun'da ise toplam yağışlı günlerden 25 mm altında olanların sayısı 8703 olup bunların payı % 93'tür (Tablo 1.8). Bu değerlerin üzerinde gerçekleşen her bir günlük yağış değeri sağanak yağış karakterini yansıtmaktadır. 25-50 mm arasında az şiddetli sağanak 524 kez gerçekleşmiştir (%5,6), 50,1-100 mm arasındaki orta şiddetli sağanak yağışlar 117 kez (%1,25) ve 100 mm'nin üzerindeki şiddetli sağanaklar ise 8 kez (%0,09) gerçekleşmiştir (Tablo 1.8).

Gümüşhane istasyonunda ise toplam yağışlı gün sayısı 7764'tür. 25 mm'nin altında yağışın olduğu gün sayısı 7701'dir. Bu değerler yağışlarının neredeyse tamamının (%99,2) normal yağış olarak düştüğünü ifade etmektedir (Tablo 1.8). 25-50 mm arasındaki yağışlar 60 kez (% 0,77) ve 50,1-100 mm arasındaki yağışlar ise sadece 8 kez ölçülmüştür (%0,01). Bu istasyonda 100 mm'den fazla olan şiddetli yağış tespit edilmemiştir (Tablo 1.8). İstasyonlara ait günlük yağış değerleri yıllık değil, aylık olarak dağılımları da sağanak yağış değerlerine göre incelenmiştir.

Giresun'da 25-50 mm arasında toplam sağanak yağışlı günler Ekim ayında 84, Kasım ayında 93, Aralık ayında ise 57 kez gerçekleşmiştir. Giresun istasyonunda yağışın en fazla sonbahar ve kış aylarında olduğu düşünüldüğünde, sağanak yağışların bu döneme denk gelmesi tutarlıdır. 50,1-100 mm arasında düşen yağışlar ele alındığında sonbahar aylarındaki sağanak yağışların payının en fazla olduğu, buna karşılık yaz sağanaklarının kış sağanaklarından daha fazla tekrarlandığı görülmektedir

(Aralık ayında 6, Ocak ayında 3 ve Şubat ayında 1 kez sağanak yağış görülmüşken, Haziran ve Temmuz aylarında 8'er, Ağustos ayında ise 13 kez sağanak yağış gerçekleşmiştir). 100 mm üzerindeki şiddetli sağanaklar daha çok Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmesi ekstrem yağışların yaz mevsiminde tekrarlandığını göstermektedir (Tablo 1.9).

Tablo 1.9. Giresun istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.

Sağanak Yağış Sınıfları	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<25 mm	783	762	872	843	809	661	583	583	646	716	673	772	8703
25.-50 mm	56	25	20	21	16	32	25	42	53	84	93	57	524
50-100 mm	3	1	1	0	3	8	8	13	25	31	18	6	117
100 mm>	0	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	0	8

Gümüşhane’de 25-50 mm arasında sağanak yağışlı gün sayısı Mart ve Ekim aylarında 8, Kasım ayında 12 Nisan ayında ise 7’dir. 50,1-100 mm arasında düşen yağışlarda Haziran ayına denk gelen dönem için tek bir değer görülmektedir. 100 mm ve üzerinde ise şiddetli sağanak yağış gerçekleşmemiştir (Tablo 1.10).

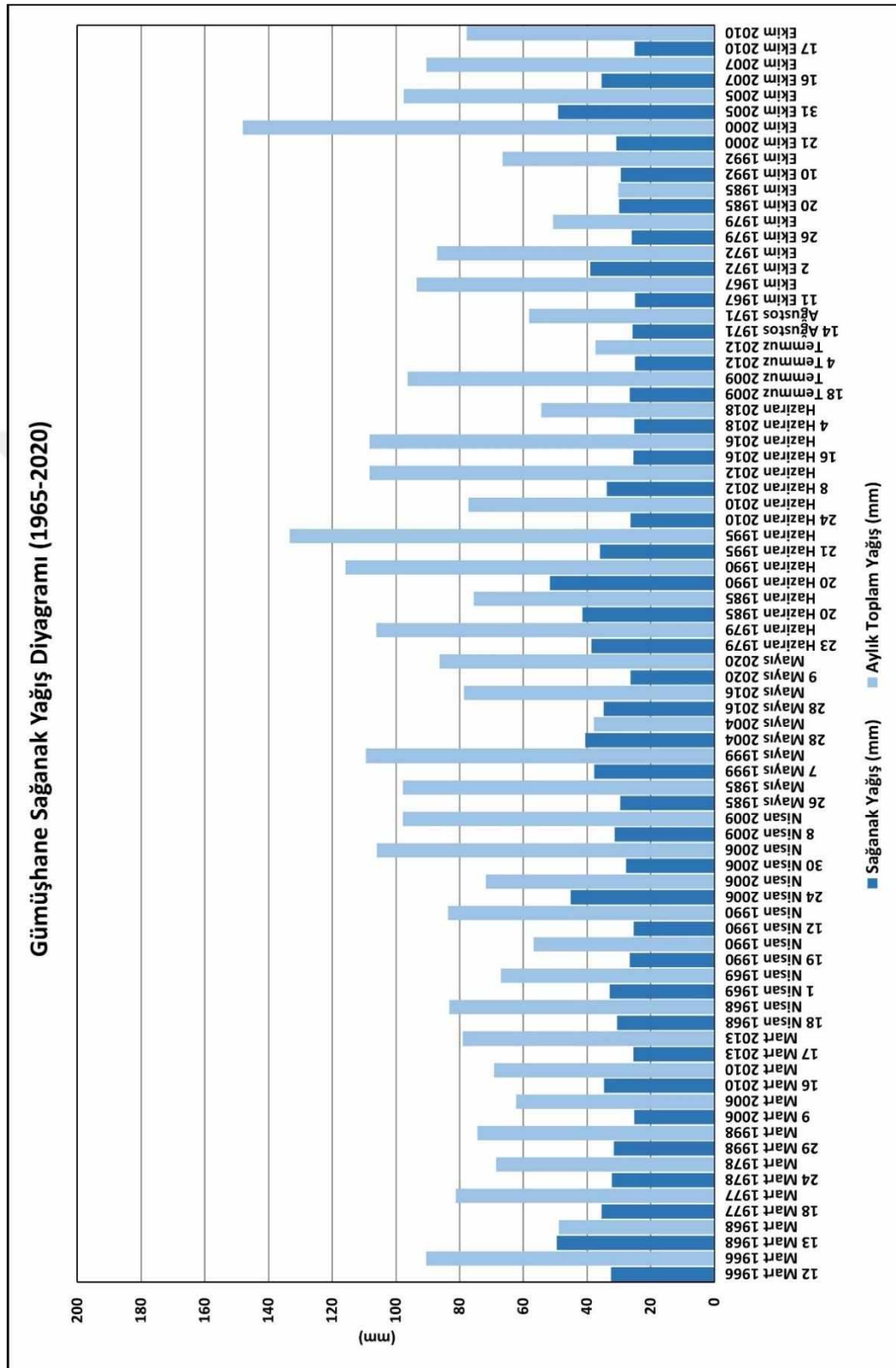
Tablo 1.10. Gümüşhane istasyonuna ait sağanak yağışlı gün sayısının aylara dağılışı.

Sağanak Yağış Sınıfları	Aylar												Toplam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<25 mm	767	725	837	872	978	656	267	239	360	605	632	763	7701
25.-50 mm	3	3	8	7	5	7	1	1	0	8	12	5	60
50-100 mm	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
100 mm>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

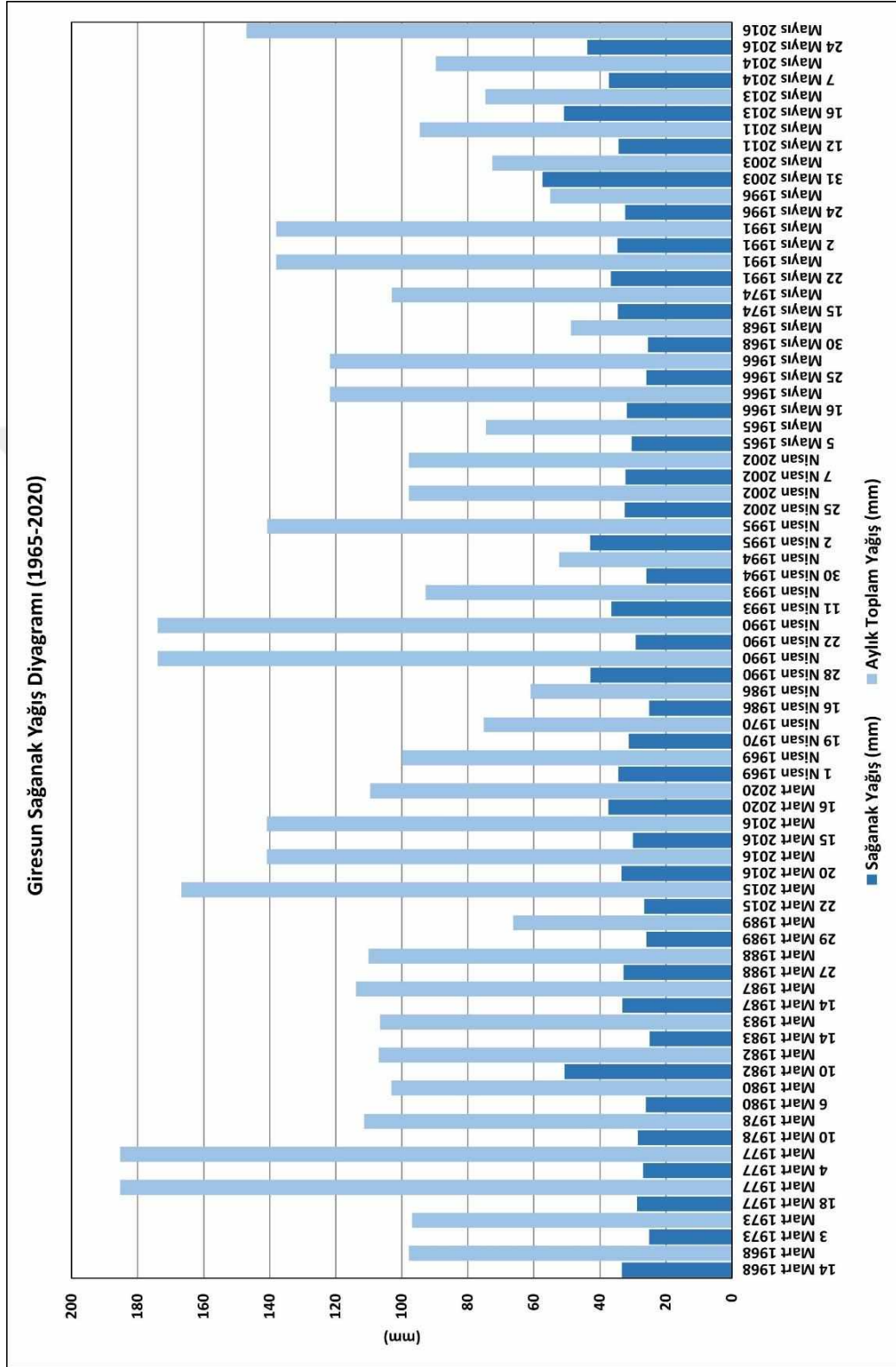
İki istasyonda da hem günlük hem aylık ölçekte karşılaştırılan yağışların karakterleri değerlendirildiğinde; vejetasyon dönemi boyunca hâkim yağışların 25 mm altında olan normal yağışlar olduğu görülmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi, Giresun istasyonunda normal yağışların (<25mm) oranı % 93 iken, Gümüşhane’de % 99’dur (Tablo 1.8). Bu durum 25mm altında olan normal yağışların bütün aylarda görüldüğünü gösterse de bu yağışların aylara olan dağılışı iki istasyon için yağış rejimlerinden dolayı farklılık göstermektedir.

Karadeniz yağış rejimi kaynaklı Giresun istasyonunda günlük yağışların aylık yağış tutarlarındaki oranı en fazla kış ve sonbahar aylarında gerçekleşmektedir (Tablo 1.9). Gümüşhane istasyonunda ise günlük yağışların aylık yağış tutarlarındaki oranı en fazla ilkbahar aylarında gerçekleşmektedir. Temmuz-Eylül döneminde bir düşüş görülmekle beraber bu aylardan sonra ise değerler tekrar yükselmektedir. Bu özellikler vejetasyon dönemlerinde yağışın karakteri açısından iki istasyonu birbirinden ayırmaktadır (Tablo 1.10).

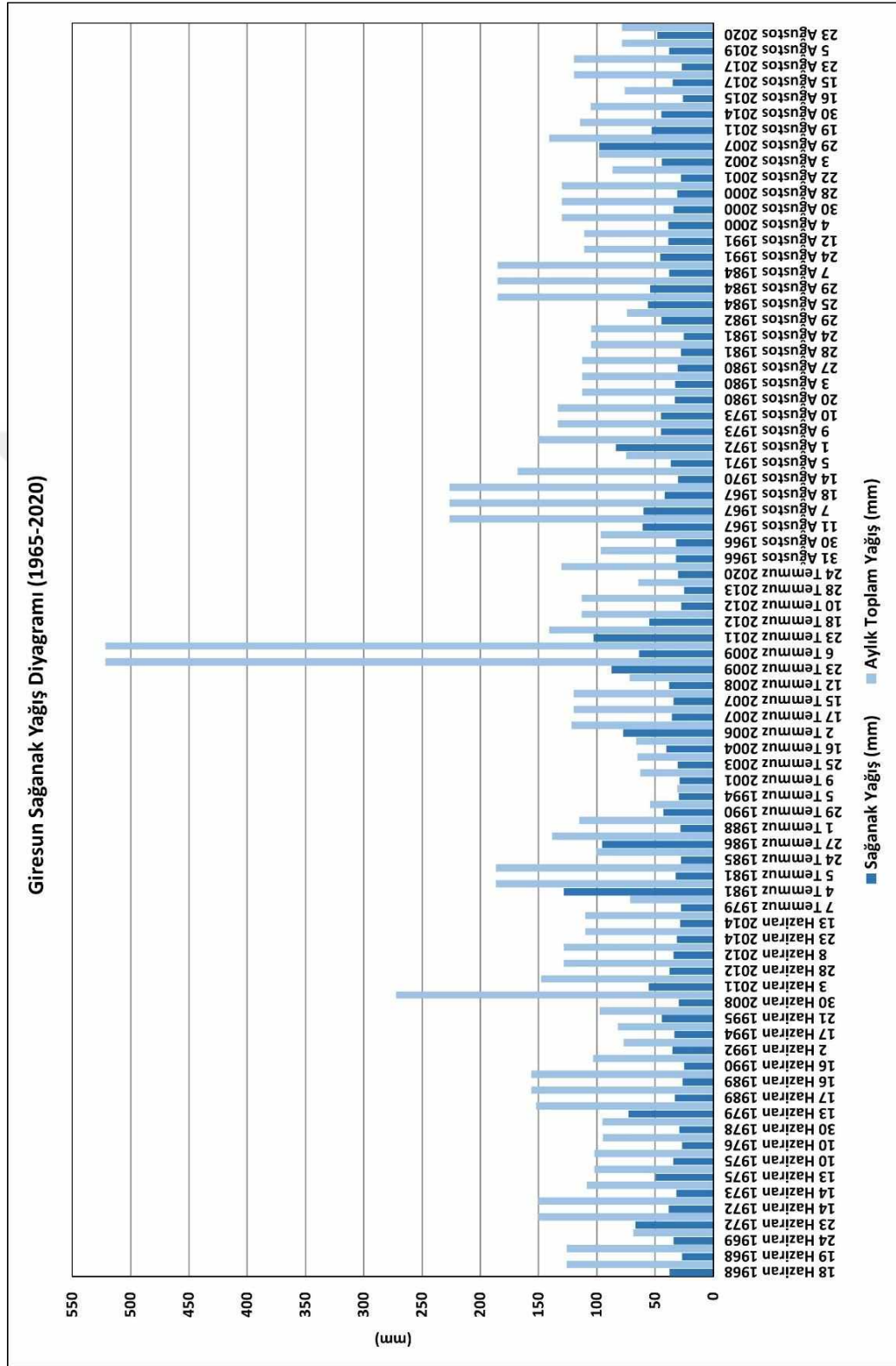
Gümüşhane istasyonunda normal günlük yağışların haziran ayından itibaren üç aylık bir dönemde düşüş sergilemesi bitki yaşamı açısından bu dönemde sıcaklıkların artmasına paralel olarak su ve nem ihtiyaçların karşılanmasında sınırlılıkların oluşabileceğini göstermektedir. Giresun istasyonunda ise günlük yağışların yıl boyu devamlılığı bitki yaşamına olumlu olarak yansımaktadır. Yağışın yıllık, mevsimlik, günlük değerlerinde iki istasyon için ortaya çıkan tüm bu farklılıklar istasyonların bulunduğu alanlarda yer alan bitkilerin karakterlerini ve bitki örtüsü dağılışı özelliklerini belirlemektedir. Ayrıca istasyonların yağış rejimlerinin sonucu olarak, sağanak yağışların genel olarak yağışların arttığı dönemlerde gerçekleştiği görülmektedir. Burada belirtilmesi gereken husus ise orta ve şiddetli sağanak yağışların iki istasyon için yaz aylarında ortaya çıkmasıdır. Bu durum Giresun istasyonunda görülen değerler açısından önem taşır. Çünkü bu sınıflandırmaya giren yağışlar giriş kısmında belirtildiği gibi bitkiler açısından hem kullanılamayan hem de kısa sürede ciddi olumsuz sonuçlara yol açmaları sebebiyle bitki hayatında kesintiye neden olabilecek yağışları ifade etmektedir. Çalışma sahasındaki meteoroloji istasyonlarının sağanak yağışları gözlem süreleri ve günlük verilerdeki boşluklar nedeniyle değerlendirilememiştir. Sağanak yağışlı günler ve sağanakların gerçekleştiği aylara ait toplam yağışlar vejetasyon dönemini kapsayacak (yaklaşık bir dönem olarak Mart-Ekim ayları arası) şekilde grafiklerle gösterilmiştir. Giresun istasyonuna ait yıllık toplam yağış miktarı Gümüşhane'ye göre oldukça fazladır. Bu durum günlük yağış değerlerinin ve bu değerlerin yıl içindeki frekanslarının grafiklerde gösteriminde farklılıklara neden olmuştur. Bu nedenle Giresun'a ait sağanak yağışlı günleri ifade eden 3 grafik (Şekil 1.17, Şekil 1.18, Şekil 1.19), Gümüşhane için 1 grafik (Şekil 1.16) oluşturulmuştur.



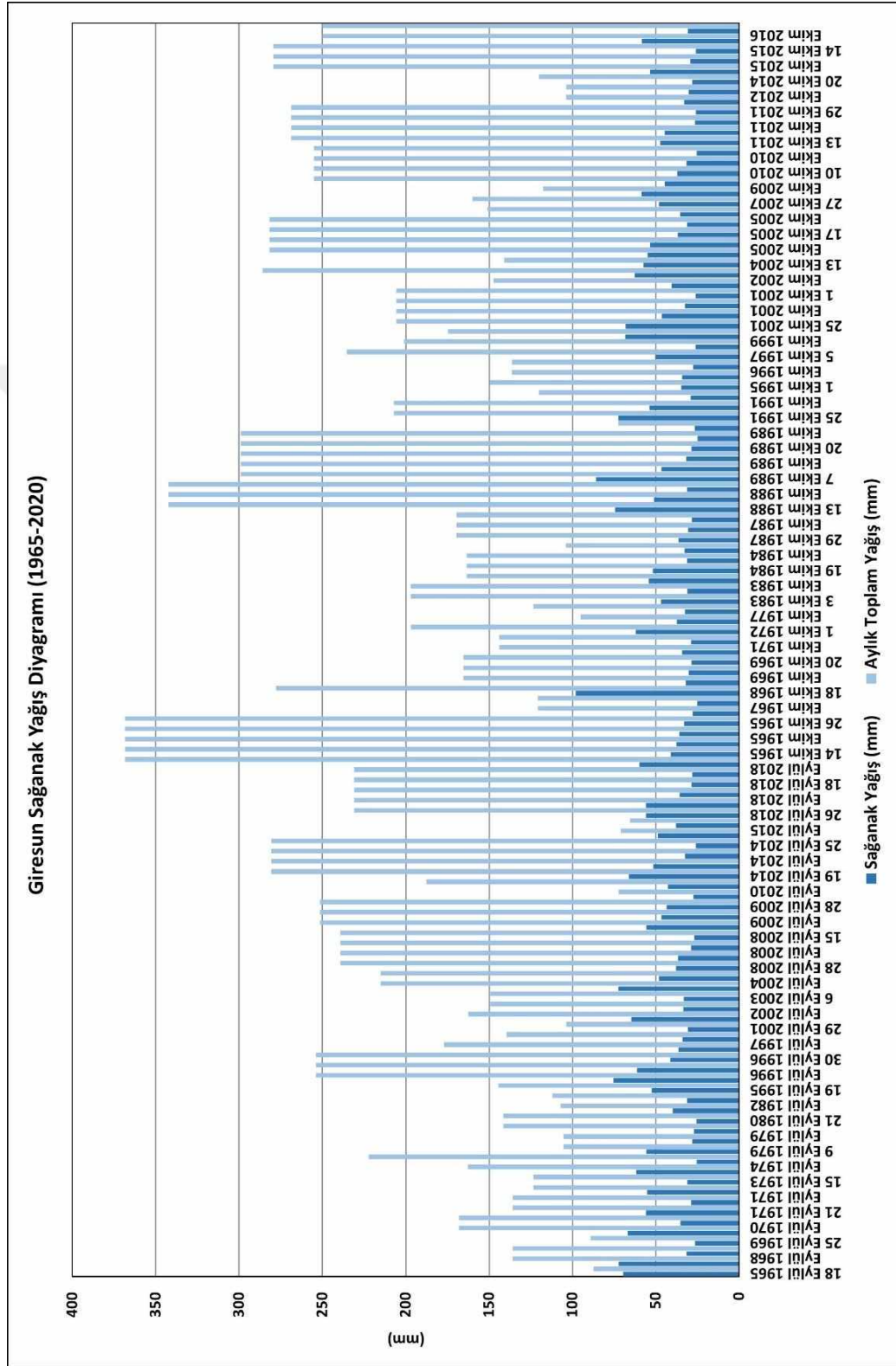
Şekil 1.16 : Gümüşhane istasyonuna ait sağanak yağışlı günler (1965-2020).



Şekil 1.17 : Giresun istasyonuna ait sağanak yağışlı günler (1965-2020).



Şekil 1.18 : Giresun sağanak yağışlı günler (1965-2020).



Şekil 1.19 : Giresun sağanak yağışlı günler (1965-2020).

1.3. Rüzgâr Özellikleri

Genel atmosfer sirkülasyonuna bağlı olarak zemine yakın hava kütlelerinin yer değiştirmesi şeklinde tanımlanan rüzgâr, büyük ölçüde yatay yönde bir harekettir (Erol, 1999, s. 123). Rüzgârın karakteri, esiş süresine, esiş yönüne hızına bağlıdır (Dönmez, 1990, ss. 119-120). Bitkiler açısından rüzgârın etkileri çok farklı şekillerde gerçekleşebilir. Doğanın karmaşık ve etkileşimli yapısı nedeniyle bitki hayatı üzerinde hangi şekilde tesir ettiğini ayırt etmek güçtür. Bunun yanında sıcaklığın ve nemin dağılışında (Lamb, 2011, s. 62), kuraklık, yangınlar, kar erimesi, vejetasyon devresinin erken veya geç başlaması (Oliver, 2005, s. 467), bitkilerin tohumlarının dağılışı (Avcı, 2016, s. 119) veya bitkilerin dal ve sürgünlerinin zarar görmesi, ağaçlarda şekil bozuklukları ile evapotranspirasyonu arttırması (Avcı, 1998, s. 188) gibi olaylarda da rüzgâr etkili olmaktadır.

Burada önemli bir husus çalışma alanı içerisinde rüzgârın nasıl bir karakter gösterdiği ve bitki yaşamı açısından nasıl etkili olduğudur. Bu durumun belirlenmesi amacıyla Giresun ve Gümüşhane istasyonlarına ait rüzgâr esme sayıları kullanılarak hâkim rüzgâr yönünün/yönlerinin belirlenmesi ve yüzde cinsinden frekansların ortaya konulmasında Rubinstein formülü kullanılmıştır. Bu formül yönle göre rüzgâr esme sayılarının toplamdaki payını esas almaktadır. Formül, Avcı (2020) tarafından hazırlanan “PrevailingWindRUB 1.1” isimli yazılım ile bir program haline dönüştürülmüştür. Hesaplamaların matematiksel olarak hatasız ve hızlı bir şekilde yapılması, ayrıca hâkim rüzgâr yönleri ve bunlara ait frekansların görselleştirilmesi programın önemli avantajlarını oluşturmaktadır. Bu nedenle hesaplamalar bu programda yapılmış ve çıktı verileri kullanılmıştır.

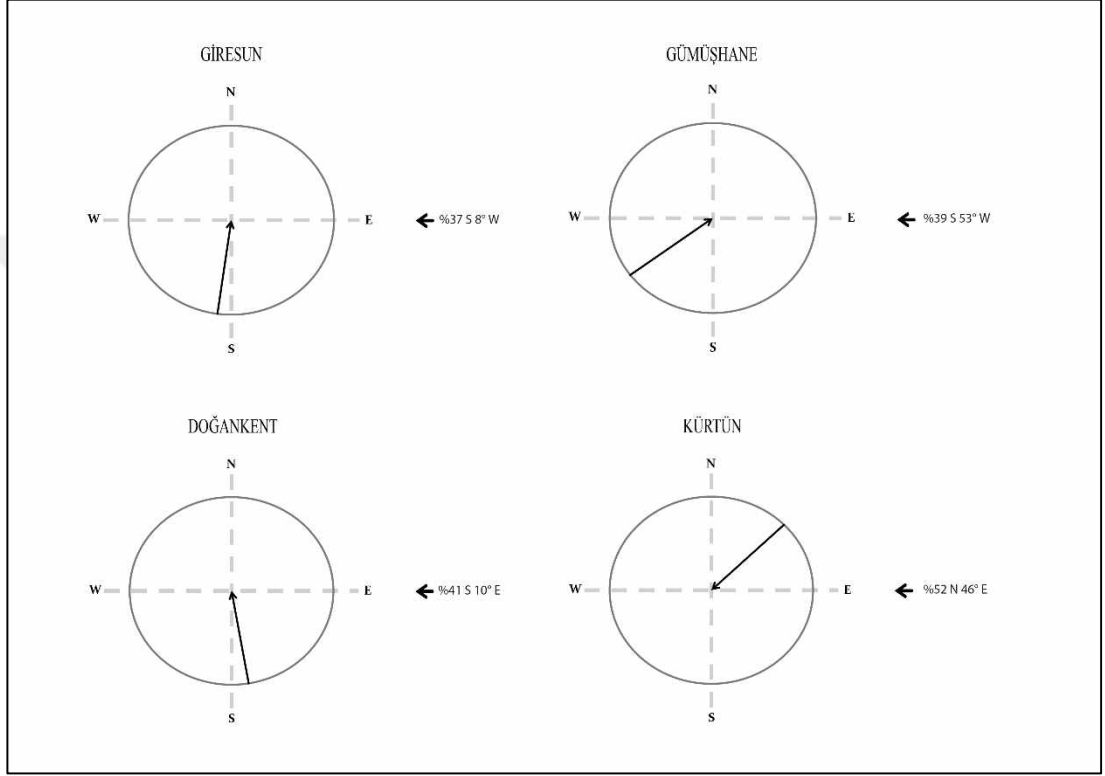
Yıllık değerlere göre Giresun’da hâkim rüzgâr yönü % 37 frekansla S 8° W’dan esmektedir (Şekil 1.20). Giresun istasyonunda sadece ilkbahar mevsiminde ikinci dereceden hâkim rüzgâr yönü vardır. İlkbahar mevsiminde %30,4 frekansla N 19° E’den esen rüzgârlar hâkim rüzgâr yönünü oluştururken, ikinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %29,8 frekansla S 34° W’dan esmektedir. Diğer mevsimlerde tek bir hâkim rüzgâr yönü vardır. Yazın %34 frekansla S 13° W’dan, sonbaharda % 44 frekansla S 6° E’dan, kışın ise % 44 frekansla S 7° W’dan esmektedir (Şekil 1.21).

Gümüşhane istasyonunda yıllık değerlere göre rüzgârın % 39'si S 53° W'dan esmektedir (Şekil 1.20). Gümüşhane istasyonunda da ilkbahar mevsiminde ikinci dereceden hâkim rüzgâr yönü vardır. Birinci dereceden hâkim olan rüzgârlar %34 frekansla S 57° W'dan, ikinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %26 frekansla S 58° E'den esmektedir. Diğer mevsimlerde tek bir hâkim rüzgâr yönü vardır. Yazın % 50 frekansla S 67 ° W'dan, sonbaharda % 39 frekansla S 45° W'dan, kışın ise % 37 frekansla S 10° W'dan esmektedir (Şekil 1.21).

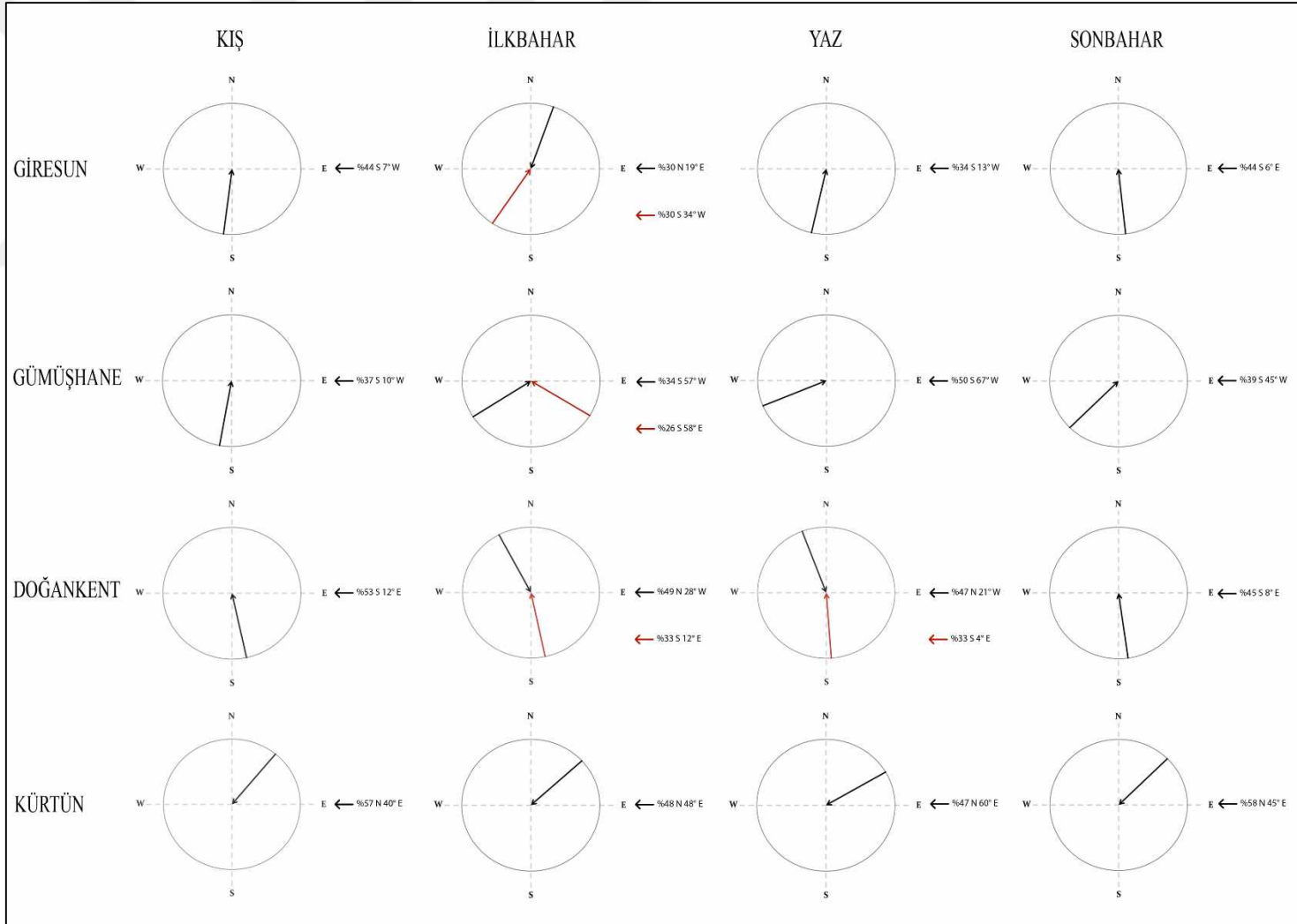
Çalışma alanı ve çevresinde yer alan kısa süreli ölçüm (8 yıl) istasyonlarına ait rüzgâr özellikleri fikir vermesi açısından değerlendirmelere katılmıştır. Doğankent istasyonunda yıllık değerlere göre rüzgârların % 41'i S 10° E'dan esmektedir (Şekil 1.20). Bu istasyonda İlkbahar ve yaz mevsimlerinde ikinci dereceden hâkim rüzgâr yönleri vardır. İlkbaharda birinci dereceden hâkim olan rüzgârlar % 49 frekansla N 28° W'dan, ikinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %33 frekansla S 12° E'dan esmektedir. Yaz mevsiminde ise birinci dereceden hâkim olan rüzgârlar % 47 frekansla N 21° W'dan, ikinci dereceden hâkim rüzgârlar ise %33 frekansla S 4° E'den esmektedir. Sonbahar ve kış mevsimlerinde tek bir hâkim rüzgâr yönü vardır. Sonbaharda % 45 frekansla S 8° E'dan, kışın ise % 53 frekansla S 12° E'dan esmektedir (Şekil 1.21). Doğankent istasyonu bulunduğu lokasyon nedeniyle hem nemli hava kütlelerine açık olup hem de Harşit Çayı vadisi boyunca kanalize olan rüzgâr özellikleri nedeniyle ilkbahar ve kış döneminde farklı yönlerden rüzgârların etkisi altında kalabilmektedir.

Kürtün istasyonunda yıllık değerlere göre rüzgâr % 52'i N 46° E'dan esmektedir (Şekil 1.20). Bu istasyonda ikinci dereceden hâkim rüzgâr yönü yoktur. İlkbaharda birinci dereceden hâkim rüzgâr yönü % 48 frekansla N 48° E'dan, yaz mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr yönü % 47 frekansla N 60° E'dan, sonbahar mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr yönü % 58 frekansla N 45° E'dan ve kış mevsiminde birinci dereceden hâkim rüzgâr yönü % 57 frekansla N 40° E'dan esmektedir (Şekil 1.21). Kürtün istasyonunda topografik şartlara bağlı olarak hâkim rüzgâr yönü hem yıllık hem de mevsimlik değerlendirildiğinde kuzeyli rüzgârların hâkimiyetinde olduğu görülmektedir.

Bunun nedeni Kürtün-Trabzon arasındaki güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu oluşun varlığıdır. Bu alanda vadi boyunca kanalize olan rüzgârlar, hâkim rüzgâr yönünün kuzeydoğu olması üzerinde etkilidir.



Şekil 1.20 : Giresun, Gümüşhane, Doğankent ve Kürtün'ün Rubinstein yöntemine göre yıllık hakim rüzgar yön ve frekans grafikleri.



Şekil 1.21 : Giresun, Gümüşhane, Doğankent ve Kürtün'ün Rubinstein yöntemine göre mevsimlik hakim rüzgar yön ve frekans grafikleri (siyah oklar birinci dereceden hakim rüzgar yönünü, kırmızı oklar ikinci dereceden hakim rüzgar yönünü ifade etmektedir).

Çalışma alanında hâkim rüzgâr özellikleri yukarıda belirtilen özelliklere göre değerlendirildiğinde istasyonlarda, Kürtün istasyonu haricinde hâkim rüzgâr yönlerinin güneyli rüzgârlar olduğu görülmektedir. Bu duruma çalışma alanı ve çevresinde yaz ve kış döneminde etkili olan basınç merkezleri, istasyonların deniz ve karaya olan uzaklıklarına bağlı denizel veya karasal etkiler gibi faktörler neden olmaktadır. Özellikle kış döneminde Anadolu karasında sıcaklık koşullarına bağlı olarak gelişen yüksek basınç alanı ve aynı dönemde denizler üzerindeki alçak basınç alanları arasında önemli bir hareketin gelişmesine neden olmaktadır. Bu hareket sırasında özellikle bir duvar gibi kıyı alanları gerisinde duran Karadeniz sıradağlarını aşan rüzgârlar, adyabatik ısınma ile farklı bir karakter kazanmaktadır (Erinç, 1961, s. 25). Rüzgârın özelliklerinde meydana bu değişim, kış ve ilkbahar dönemlerinde Karadeniz Bölgesi genelinde gözlemlenen ve bitki örtüsü üzerinde önemli sonuçları olan bir faktör olarak fön rüzgârları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sıcak ve kuru rüzgârlara bağlı olarak kış ve ilkbahar aylarında Karadeniz’de yangın riskinin arttığı 2-3 aylık bir dönem yaşanabilmektedir. (Bilgili v.d., 2010, s. 1286; Coşkuner, 2021, s. 375; Erinç, 1961; Erol, 1955; Yetmen ve Aytaç, 2017, s. 364).

Sonuç olarak çalışma alanında değerlendirilen istasyonlar için iç ve kıyı bölgeler arasındaki hâkim rüzgâr yönü üzerinde aylık, mevsimlik ve yıllık değişimler söz konusudur. Topografya ise yönlendirici etkisi ile hâkim rüzgâr yönleri üzerinde rol oynamaktadır. Bitki coğrafyası açısından hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesinin yanında rüzgâr hızlarının da değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu değerlendirmenin çalışma alanındaki istasyon verilerinin kullanılarak yapılması, daha doğru olacaktır. Ancak çalışma alanı içerisindeki meteoroloji istasyonlarının rüzgâr hızına ilişkin kullanılabilir verisi mevcut değildir. Bu nedenle bitki hayatı üzerinde etkili bir faktör olmasına karşılık rüzgâr hızları değerlendirilememiştir.

1.4. Çalışma Alanının İklim Sınıflandırmalarındaki Yeri

İklim elemanlarının ayrı ayrı değerlendirilmesi, bir yerin iklim özelliklerinin ortaya konmasında tek başına yeterli değildir (Dönmez, 1990, s. 229). İklim tiplerinin belirlenmesinde sıcaklık, yağış gibi iklim elemanları yanında güneş radyasyonu, evapotranspirasyon, toprak nem dengesi, bitki örtüsü ve toprak gibi birçok farklı değişken de kullanılmıştır (Türkeş, 2010, ss. 561-582). Bu sınıflandırmalar genellikle belirli amaçlara yönelik yapıldığı için tek bir iklim elemanının sınıflandırmalarda kullanılması karmaşık ilişkilerin açıklanmasında tam anlamı ile başarılı olamamıştır. Bu nedenle sıcaklık, yağış ve diğer iklim elemanlarının birbiri ile olan karşılıklı ilişkilerine dayanan hesaplamalar geliştirilmiş ve yeni sınıflandırmalar yapılmıştır. (Dönmez, 1990, ss. 230-231; Erinç, 1965, ss. 21-22).

Çalışma alanında yer alan uzun ve kısa süreli meteoroloji gözlem istasyonları verilerinden faydalanılarak, de Martonne ve Erinç yağış etkinliği indis formülü yardımıyla kuraklık durumu belirlenmiş, Thornthwaite yöntemi kullanılarak iklim tipi belirlenmiştir. Kuraklık ile ilgili özelliklerin belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden de Martonne ve Erinç yağış-sıcaklık ilişkilerini esas almaktadır. İklim tipinin belirlenmesinde kullanılan Thornthwaite yönteminde ise yağışın evapotranspirasyonla, sıcaklığın evapotranspirasyonla ilişkisi değerlendirilmektedir. Aşağıda önce çalışma sahasının kuraklık/nemlilik durumu ortaya konulacak, ardından Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi ele alınacaktır.

de Martonne Kuraklık İndisi

de Martonne kuraklığın belirlenmesi ile ilgili ilk formülünü 1923 yılında oluşturmuştur. Yıllık kuraklık indisi formülünde yağış ile sıcaklık arasındaki ilişki ele alınmıştır. Böylece çıkan indise göre, kurak, yarı kurak ve yağışlı iklimler tanımlanabilmektedir (Tablo 1.11). Bu formül bir süre aylık ve yıllık kuraklık oranlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Söz konusu yöntemle yıllık kuraklığın belirlenmesinde bazı eksikliklerin olduğu gözlemlendiğinden 1942 yılında Gottmann ile birlikte yeni bir yıllık kuraklık formülü oluşturmuştur. Bu formülde ilk formülden farklı olarak en kurak ayın yağışı ile en kurak ayın sıcaklığı arasındaki ilişki de göz önünde tutulmuş ve yeni bir indis sınıfı oluşturulmuştur (Dönmez, 1990, ss. 250-251)

(Tablo 1.12). Çalışmada aylık kuraklık indisi 1923 yılı formülüne göre hesaplanırken, yıllık değerler ise de Martonne ve Gottman (1942) yıllık kuraklık indisine göre hesaplanmıştır.

Tablo 1.11: De Marttonne ait 1923 Kuraklık indisi değerleri ve iklim sınıflandırması.

Kuraklık İndis Değeri	İklim Özelliği
< 10	Kurak
10-20	Yarı Kurak (Step)
20-30	Yarı Kurak – Nemli Arası
30>	Nemli

Tablo 1.12 : De Martonne ve Gottmann'a ait 1942 yıllık kuraklık indisi değerleri ve iklim sınıflandırması.

Kuraklık İndis Değeri	İklim Özelliği
< 5	Kurak
5-10	Yarı Kurak (Step)
10-20	Yarı Kurak – Nemli Arası
20>	Nemli

de Martonne yöntemine göre Giresun'da Temmuz dışındaki tüm aylar nemli iken, formüle göre sadece Temmuz ayı yarı nemli'dir (Tablo 1.13). Gümüşhane istasyonunda ise durum değişmektedir. de Martonne formülüne göre Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarının kurak, Haziran ve Ekim ayları yarı nemli karaktere sahipken, geri kalan aylar ise nemli olarak belirlemektedir. De Martonne ve Gottman tarafından geliştirilen formül; hem Giresun, hem de Gümüşhane istasyonunun nemli iklim tipine girdiğini göstermektedir.

Kısa süreli rasata sahip olan Doğankent istasyonu, Nisan ve Ağustos aylarında yarı nemli, geri kalan aylar nemli karaktere sahiptir. Bu yarı nemli karaktere sahip aylardan ise Nisan ayı indis değeri 28 olup, Nemli iklim karakteri için belirlenen eşik değerine oldukça yakındır. Doğankent istasyonu da, de Martonne ve Gottman tarafından geliştirilen formüle göre nemli iklime sahip olduğu görülmektedir (Tablo 1.13).

Kürtün istasyonu diğer meteoroloji istasyonlarının aksine yarı nemli iklime sahiptir. Bu istasyonda Temmuz ve Ağustos ayları kurak, Şubat, Eylül ve Ekim ayları yarı kurak, Ocak, Nisan, Mayıs, Haziran ve Kasım ayları yarı nemli Mart ve Aralık

ayları nemli karakterdedir (Tablo 1.13) Eylül ayının indisi, formüle göre yarı kurak olsa da bu ay kurak iklim sınıfı için belirlenen eşiğe oldukça yakın değerler göstermektedir.

Tablo 1.13 : de Martonne formülüne göre çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlarda aylık ve yıllık kuraklık indisi değerleri.

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Giresun (1929-2019)	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ
Gümüşhane (1961-2020)	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	KURAK	KURAK	KURAK	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ
Doğankent (2012-2020)	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ
Kürtün (2012-2020)	YARI NEMLİ	YARI KURAK	NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	KURAK	KURAK	YARI KURAK	YARI KURAK	YARI NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ

de Martonne ait kuraklık indisinin en temel oluşturulma amacı herhangi bir alanda kurak aylar ile yağışlı ayların belirlenmesidir. Bu sayede bitki coğrafyası açısından vejetasyon döneminde bitkinin hangi ayda suya olan ihtiyacının artacağı veya hangi ayda bu ihtiyacının karşılanacağı hakkında bir çıkarım yapılabilir. Özellikle vejetasyon döneminde kurak ve yarı kurak ayların olması bitki yaşamı açısından sorunlar teşkil etmektedir (Dönmez, 1990, s. 253). Bu açıdan çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlardan Gümüşhane ve Kürtün istasyonları haricinde bitki yaşamını olumsuz etkileyecek koşullara sahip dönemin yaşandığı görülmemektedir. Bu iki istasyonda ise genel olarak Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarını kapsayan 3-4 aylık bir süre zarfında kurak-yarı kurak bir dönem mevcuttur (Tablo 1.13). Özellikle kıyıda ve kıyıya yakın istasyonlar ile yükseldikçe yağış ve sıcaklık koşullarında meydana gelen değişimler sonucu değerlendirilen diğer istasyonların bu kuraklık indisi formülüne göre yarı nemli-nemli koşullar gösterdiği söylenebilir. Bu istasyonlar için ortaya çıkan sonuçlara göre; istasyonların bulunduğu alanlar bitki yaşamı açısından elverişli koşullar oluşturmaktadır.

Erinç Kuraklık İndisi

Çalışma alanında yağış ile sıcaklık arasında ilişkiyi ortaya koymak için kullanılan diğer bir formül Erinç'in yağış etkinlik indisi formülüdür. Bu formülde yağış ile sıcaklık arasındaki ilişki esas alınmıştır. Ancak Erinç, ortalama sıcaklıklar yerine, gün içindeki buharlaşmanın en yüksek sıcaklık değeri kadar olabileceğinden hareketle ortalama maksimum sıcaklıkların kullanılmasını önermektedir (Erinç, 1965; 1977, s. 15; 1984a, s. 485). Formüle göre; ortalama maksimum sıcaklıkların buharlaşma ve terleme ile olan kayıpları daha iyi yansıtacaktır. Yağışın kayıpları karşılamak için yeterli veya yetersiz olması kuraklığın büyüklüğünü göstermektedir daha iyi yansıtmasıdır (Erinç, 1965, s. 25). Kuraklık yağış ilişkisi formüle edilerek elde edilen indis değeri ile bulunulan sahanın kuraklık durumu gösterilmektedir (Tablo 1.14).

Tablo 1.14. Erinç yağış etkinlik indisi ve iklim sınıflandırması.

Kuraklık İndis Değeri	İklim Özelliği
< 8	Tam Kurak
8 – 15	Kurak
15 – 23	Yarı Kurak
23 – 40	Yarı Nemli
40 – 55	Nemli
55 >	Çok nemli

Erinç yağış etkinlik indisi her istasyon için ayrı ayrı hesaplanmış ve iklim özellikleri belirlenmiştir. Bu formül önce uzun yıllık istasyonlar için sonrasında saha sınırları ve çevresinde yer alan kısa gözlem süresine sahip istasyonlara uygulanmıştır. Giresun istasyonu yıllık indis değerlerine göre yapılan sınıflamada çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 1.15). Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak bir ayın bu istasyonda yaşanmadığı görülmüştür. Mayıs ve Ağustos ayları nemli, Haziran ve Temmuz ayları ise yarı nemli bir karaktere sahiptir. Haziran ve Temmuz aylarının değerleri nemli ve yarı nemli ayları birbirinden ayrılması için kullanılan eşik değere yakındır (Haziran = 39,7, Temmuz = 36,3) Bunun dışında kalan tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 1.15). Bu indis sonuçlarına göre Giresun istasyonunda tüm yıl boyunca nemli iklim koşullarının hâkim olduğu görülmektedir.

Gümüşhane istasyonu yıllık indis değerlerine göre yapılan sınıflamada ise yarı nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 1.15). Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise Haziran ayı yarı kurak, Temmuz-Ağustos aylarının tam kurak, Eylül ayının ise kurak olduğu belirlenmiştir. Haziran ayına ait indis değerinin yarı nemli indis değerine yakın (22,8) bir değer gösterdiği görülmüştür. Diğer aylara bakıldığında ise Ocak, Şubat, Aralık ayları çok nemli, Mart, Nisan, Kasım ayları nemli ve Mayıs, Ekim ayları ise yarı nemli iklim karakterine sahiptir (Tablo 1.15). Mayıs ayı indis değeri ise nemli iklim sınıfına oldukça yakın değerler (39.2) göstermektedir. Sonuç olarak bu istasyonda Erinç yağış etkinlik indisi sonuçlarına göre Temmuz-Eylül aylarında 3 aylık dönemin kurak geçtiği görülmektedir.

Kısa gözlem süresine sahip Doğankent istasyonunda yıllık indis değerleri nemli iklim karakterindedir (Tablo 1.15). Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise kurak bir ayın bu istasyonda da yaşanmadığı görülmüştür. Mayıs, Haziran ve Eylül ayları nemli, Nisan, Temmuz ve Ağustos ayları yarı nemli bu ayların dışındaki tüm aylar çok nemli olarak belirlenmiştir (Tablo 1.15). Bu özellikleri değerlendirildiğinde Doğankent istasyonu Giresun istasyonu ile benzerlik göstermekte ve tüm yıl boyu nemli bir iklim karakteri bu istasyonlar çevresinde yayılım göstermektedir.

Az rasat süreli meteoroloji istasyonlarından Kürtün, yıllık indis değerleri esas alınarak yapılan hesaplama göre yarı kurak iklim karakterindedir (Tablo 1.15). Bu indisin aylık değerler için hesaplanmasında ise Temmuz-Ağustos aylarının tam kurak, Eylül ayının kurak olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şubat, Nisan ve Ekim ayları yarı kurak bir iklim karakteri göstermiştir. Sonuçlar farklı dönemlerde olmakla beraber 6 ay boyunca bu istasyonda kurak-yarı kurak koşulların görüldüğünü göstermektedir (Tablo 1.15). İstasyonda diğer aylara ait sonuçlar Aralık ayının çok nemli, Mart ayının ise nemli karakterde, Mayıs, Haziran ve Kasım aylarının ise yarı nemli bir karakter gösterdiğini yansıtmaktadır.

Tablo 1.15 : Erinç formülüne göre çalışma alanı ve çevresinde yer alan istasyonlarda aylık ve yıllık kuraklık indisi değerleri.

İstasyonlar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Giresun (1929-2019)	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ
Gümüşhane (1961-2020)	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI KURAK	TAM KURAK	TAM KURAK	KURAK	YARI NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	YARI NEMLİ
Doğankent (2012-2020)	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	NEMLİ	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	ÇOK NEMLİ	NEMLİ
Kürtün (2012-2020)	YARI NEMLİ	YARI KURAK	NEMLİ	YARI KURAK	YARI NEMLİ	YARI NEMLİ	TAM KURAK	TAM KURAK	KURAK	YARI KURAK	YARI NEMLİ	ÇOK NEMLİ	YARI KURAK

Erinç'in yağış etkinlik indisi formülüne göre, değerlendirmede bulunan istasyonlara genel olarak bakıldığında kıyı ve kıyıya yakın Giresun ve Doğankent istasyonlarının nemli-çok nemli iklim sınıfında olduğu görülmektedir. Bunun karşın iç kesimlere doğru denizel etkilerin azalması sonucu Gümüşhane istasyonunun yarı nemli bir iklim özelliği gösterdiği görülmektedir. Kürtün istasyonunda ise istasyonun bulunduğu vadi içerisinde, hava kütlelerine engel olan topografik şartlar nedeniyle iklim değerlerinde önemli farklılıklar meydana gelmektedir. Bu istasyonda bunun sonucuna bağlı olarak yarı kurak bir iklim karakteri görülmektedir. Bu iki istasyonda 3-4 aya (Haziran-Eylül arası) yayılan bir kurak dönemin varlığı söz konusudur.

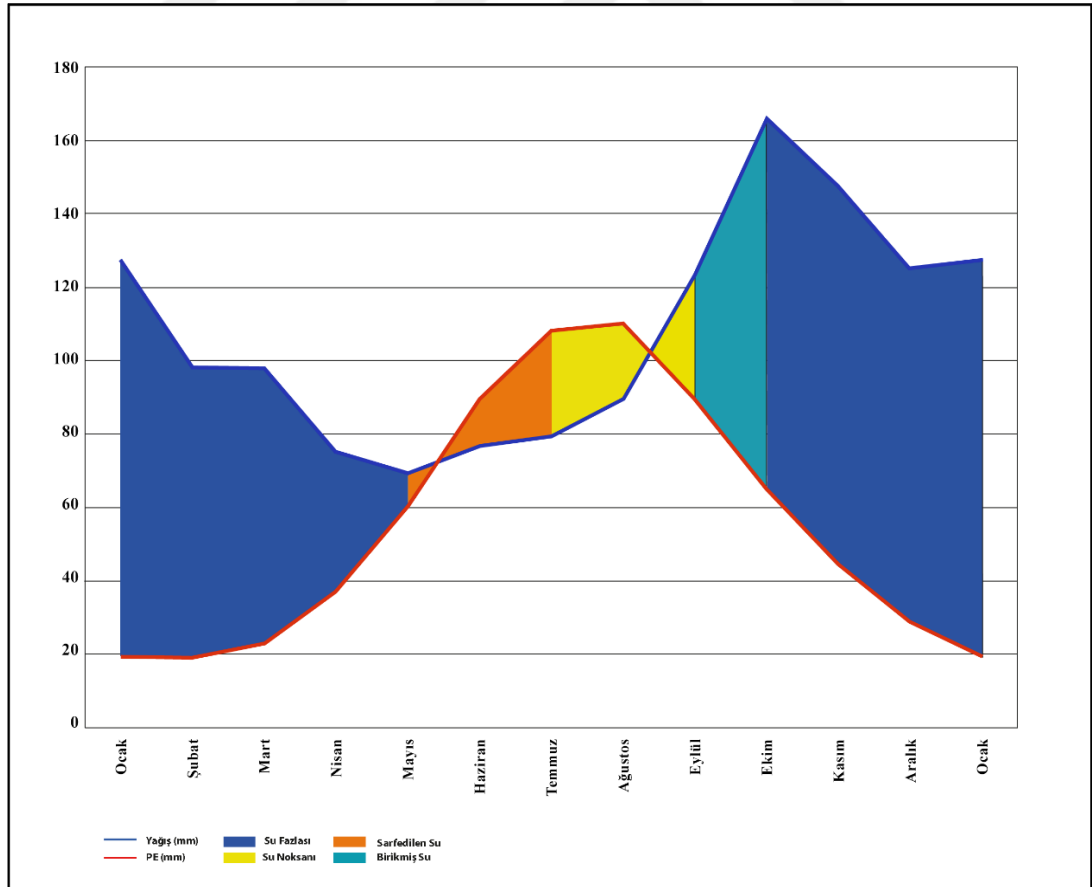
Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Çalışma alanında Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre hangi iklim tipinin görüldüğü araştırılmıştır. Thornthwaite yöntemi yağışla evapotranspirasyonun ve sıcaklıkla evapotranspirasyonun ilişkisine dayanmaktadır (Çolak ve Memişoğlu, 2021, s. 33; Dönmez, 1990, s. 257; MGM, 2016, s. 5; Yılmaz ve Çiçek, 2016, s. 3976). Giresun'da Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yağış, potansiyel evapotranspirasyondan fazladır. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise potansiyel evapotranspirasyon yağışlardan fazladır (Şekil 1.22). Çok az olmakla beraber Temmuz (0.1 mm) ve Ağustos (41.6 mm) aylarında su eksiği görülmektedir. Toplam su noksanı 41.7 mm iken yıllık su fazlası 617.5 mm'dir (Tablo 1.16). Thornthwaite iklim sınıflamasına göre Giresun, **B3, B'2, r, b'4** olarak ifade edilir. Yani nemli (B3) ikinci derece mezotermal (B'2), su noksanı olmayan veya pek az olan (r) ve denizel (b'4) iklim tipine girmektedir.

Gümüşhane'de ise Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Kasım ve Aralık aylarında yağış potansiyel evapotranspirasyondan fazla iken, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yağışlar potansiyel evapotranspirasyonu karşılamaz. Gümüşhane'de su noksanlığının yaşandığı bir dönem görülmektedir (Şekil 1.23). Özellikle yaz dönemine gelen bu devrede, Temmuz (77.4 mm), Ağustos (104.8 mm), Eylül (60.7 mm) ve Ekim (5.3 mm) su noksanlığının yaşandığı aylardır. Toplam su noksanlığı 248.1 mm iken yıllık su fazlası 11.1 mm'dir (Tablo 1.17). Thornthwaite iklim sınıflamasına göre Gümüşhane ise, **C1, B'1, s, b'3** olarak ifade edilir. Yani yarı kurak-az nemli (C1), birinci derece mezotermal (B'1), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan (s) ve Giresun'a göre daha karasal (b'3) iklim tipine girmektedir.

Tablo 1.16 : Giresun istasyonu su bilançosu tablosu.

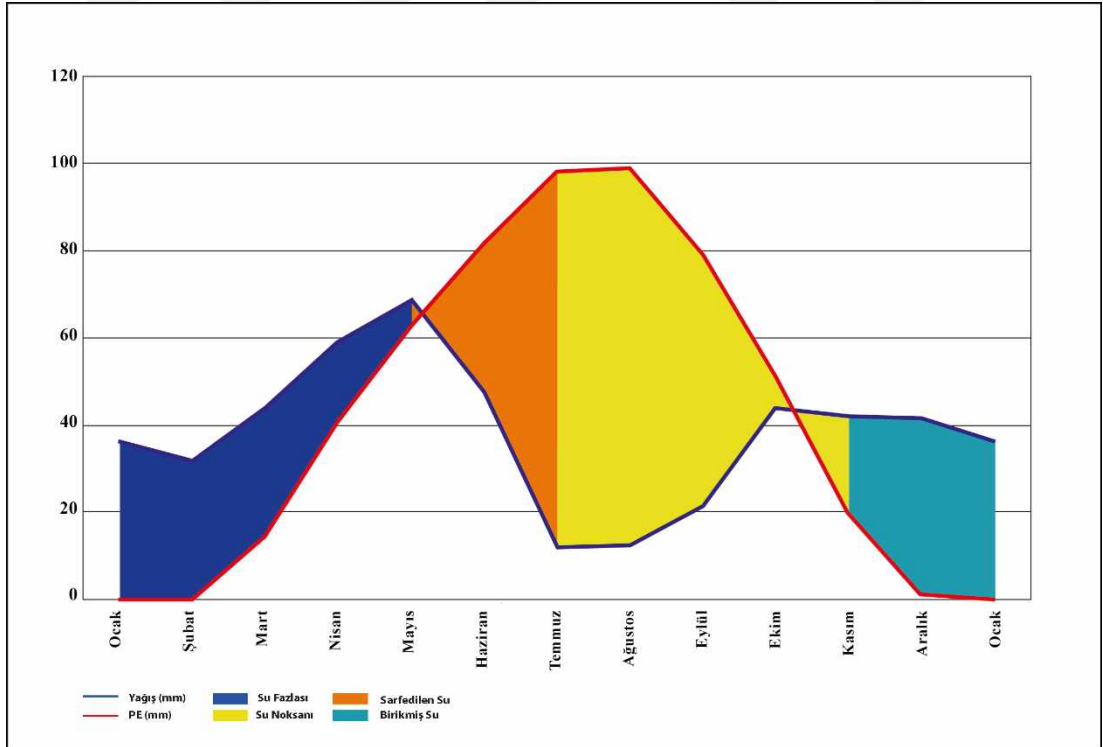
Giresun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (°C)	7,4	7,3	8,2	11,3	15,6	20,2	22,9	23,2	20,2	16,4	12,8	9,6	14,6
Sıcaklık İndisi	1,8	1,8	2,1	3,4	5,6	8,3	10,0	10,2	8,3	6,0	4,2	2,7	64,4
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	19,7	19,3	23,0	37,3	60,7	89,6	108,2	110,4	89,6	65,4	45,1	29,2	697,6
Düzeltilmiş PE (mm)	16,4	16,0	23,7	41,4	75,8	112,8	137,5	131,2	93,2	62,8	37,0	23,4	771,3
Yağış (mm)	127,6	98,4	98,1	75,2	69,6	77,0	79,4	89,6	123,5	166,1	147,7	125,2	1277,4
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	35,8	58,0	0,0	30,3	69,7	0,0	0,0	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	93,8	58,0	0,0	0,0	30,3	100,0	100,0	100,0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	16,4	16,0	23,7	41,4	75,8	112,8	137,4	89,6	93,2	62,8	37,0	23,4	729,6
Eksik Su (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	41,7
Fazla Su (mm)	111,2	82,4	74,4	33,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,3	110,7	101,8	617,5
Akış (mm)	55,6	96,8	78,4	54,1	16,9	0,0	0,0	0,0	0,0	51,6	107,0	106,3	566,6
Nemlilik oranı	6,8	5,1	3,1	0,8	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3	0,3	1,6	3,0	4,4	



Şekil 1.22 : Giresun istasyonu su bilançosu grafiği.

Tablo 1.17 : Gümüşhane istasyonu su bilançosu tablosu.

Gümüşhane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık (°C)	-1,8	-0,5	3,8	9,3	13,6	17,1	20,1	20,2	16,6	11,4	5,0	0,4	9,6
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,7	2,6	4,5	6,4	8,2	8,3	6,2	3,5	1,0	0,0	41,4
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	0,0	0,0	14,5	40,6	62,9	81,8	98,5	99,0	79,0	51,3	19,9	1,1	548,6
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	15,0	45,1	78,3	102,6	125,1	117,4	82,2	49,3	16,4	0,9	632,1
Yağış (mm)	36,2	31,9	43,9	59,1	68,8	47,7	12,1	12,6	21,5	44,0	42,1	41,7	461,6
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	54,9	35,6	0,0	0,0	0,0	25,7	40,8	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	90,5	35,6	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7	66,5	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	0,0	0,0	15,0	45,1	78,3	102,6	47,7	12,6	21,5	44,0	16,4	0,9	384,0
Eksik Su (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,4	104,8	60,7	5,3	0,0	0,0	248,1
Fazla Su (mm)	36,2	31,9	29,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	111,1
Akış (mm)	18,1	34,1	30,4	21,5	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	111,1
Nemlilik oranı	0,0	0,0	1,9	0,3	-0,1	-0,5	-0,9	-0,9	-0,7	-0,1	1,6	46,5	



Çalışma alanında de Martonne kuraklık indisi ve Erinç yağış etkinlik indisi sonuçlarında görülen farklılıklar, Thornthwaite metodu sonuçlarında da ortaya çıkmıştır. Özellikle burada karşılaştırılan uzun süreli gözlem istasyonlarının bulundukları konum, topografik özellikleri, denizellik-karasallık özellikleri, farklı dönemlerde etkili olan atmosferik sistemlerin varlığı ile sıcaklık ve yağış rejimlerinde görülen farklılıklar nedeniyle su bilançosu özellikleri değişiklik göstermektedir.

Kıyıda yer alan Giresun istasyonunda bitki yaşamı açısından vejetasyon döneminin başladığı aylarda yeterli miktarda su bulunmaktadır. Evapotranspirasyonun arttığı dönemde yağışlarında devam etmesi sonucu bu istasyonda su açığı hem süre hem de miktar açısından düşüktür. Kısa süreli bir su açığı döneminden sonra yağış miktarlarında görülen artış sonucunda su açığı telafi edilmekte ve tekrar su fazlası döneme geçilmektedir. Bu durum bitkiler açısından hem vejetasyon döneminin başlangıcı hem de bitiş zamanına denk gelen aylarda suyun varlığı nedeniyle büyük önem taşır. Sonuç olarak Giresun istasyonunda vejetasyon dönemi boyunca bitki yaşamını kesintiye uğratabilecek veya olumsuz etkileyecek şartlar görülmemektedir.

Bunun aksine Gümüşhane istasyonunda durum farklıdır. Kış döneminde evapotranspirasyon değerlerinden fazla olan yağış miktarları nedeniyle kışın toprakta su fazlasının olduğu bir dönem mevcuttur. Mayıs ayından itibaren artan evapotranspirasyon koşulları nedeniyle toprakta depolanan su Temmuz ayına kadar kullanılmakta, Ağustos ayından Kasım ayına kadar olan dönemde su noksanının olduğu bir dönem görülmektedir. Burada kurak devrenin daha kısa olmasında kış ve ilkbahar aylarında düşen yağışın önemi büyüktür. Genel olarak Gümüşhane istasyonunda, vejetasyon döneminin başlangıcından itibaren yağışlarda azalma görülürken artan evapotranspirasyon miktarına bağlı olarak su açığının olduğu 4 aya yayılan kurak bir dönem görülmektedir.

Çalışma alanının kuzeyinde, kuzeyden gelen nemli hava kütlelerinin etkisiyle Giresun ve Doğan kent istasyonlarında kurak bir devre gözlenmez. Kuzeyin nemli özelliklerin Harşit Çayı vadisi boyunca iç kesimlere rahatlıkla taşınabilmesinin de etkisiyle Doğan kent çevresinde benzer özellikler görülmektedir.

Harşit Çayı vadisinden iç kesimlere doğru geçildiğinde ise özellikle yağış koşullarında meydana gelen değişimin sonucu olarak kurak devrenin süresi ve etkisi artmaktadır. Yine Harşit Çayı vadisinde yer alan Kürtün'de istasyonun bulunduğu yerin Harşit Çayına bağlanan Seyidalı Deresi havzasında kuytu bir alanda kalması nedeniyle hem vadiden gelen hem de kuzeyden gelen hava kütlelerinden fazla etkilenmemektedir. Bunun sonucu olarak Doğankent civarında ortalama 1100-1200 mm olan yıllık ortalama yağış tutarları Kürtün'de 350-400 mm'lere düşmektedir. Bu duruma sıcaklık koşulları da eklendiğinde Temmuz-Eylül aylarını kapsayan 3 aylık bir kurak dönemin olduğu görülmektedir. Harşit Çayı vadisi boyunca daha iç kesimlere geçildiğinde ise burada yer alan Gümüşhane istasyonunda da Kürtün' de olduğu gibi 3-4 aya yayılan kurak bir devrenin olduğu görülmektedir.

Çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan Elciğez ve Arpacık istasyonlarında ise değerlendirilen tüm bu istasyonlardan farklı olarak iklim özelliklerinde bazı değişimleri gözlemlemek mümkündür. Bu değişikliklerin bir kısmı topografik koşulların etkisi altında gerçekleştiğini kabul edilebilir. Bunun yanında söz konusu istasyonların rasat sürelerinin karşılaştırmaya imkân vermeyecek kadar kısa olduğunu da unutmamak gerekir. Çalışma alanı içerisinde yükseltinin fazla olması ve kısa süreli gözlem istasyonlarının (Elciğez ve Arpacık) da yaklaşık 2000 m ve daha yüksek seviyelerde yer alması nedeniyle bu istasyonların verileri önem kazanmaktadır. Söz konusu alanda daha çok nemli-çok nemli iklim karakteri hakimdir. Bu istasyonlardan ise Elciğez istasyonu hem yükseltisi (1931 m) hem de orman formasyonunun (özellikle konifer ormanlar) yayılış sahasında bulunması nedeniyle çalışma için değerlidir. Bu istasyonda fiziki kuraklığın olmadığı, ancak özellikle kış aylarında düşük sıcaklıklara bağlı olarak gelişen fizyolojik kuraklıktan söz etmek mümkündür.

Yukarıda Kürtün ve Gümüşhane istasyonlarının çevresi için bitki yaşamını sınırlayıcı faktörleri yağış koşulları meydana getirirken yükseltiye bağlı olarak çalışma alanında sınırlayıcı faktörün daha çok sıcaklık olduğu söylenebilir. Ayrıca sıcaklığın bu sınırlayıcı etkileri özellikle vejetasyon dönemini üzerinde de önemli etkilere neden olmaktadır. Özellikle kış ve sonbaharda görülen düşük sıcaklıklar, hem vejetasyon döneminin daha geç başlaması hem de daha erken sona ermesine neden olarak bitki türleri ve dağılımlarını etkilemektedir.

Genel olarak çalışma alanında orman alt sınırı üzerinde (Harşit Çayı vadisi) insan ve yağış koşullarının sınırlayıcı olan etkisi, yükseltiye bağlı olarak daha çok sıcaklıklar tarafından belirlenmektedir. Bunun sonucu olarak çalışma alanında bitki örtüsü dağılışı özellikleri bu belirtilen koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir.



İKİNCİ BÖLÜM

2. ÇALIŞMA ALANINDA DENDROKRONOLOJİK VE DENDROKLİMATOLOJİK ARAŞTIRMALAR

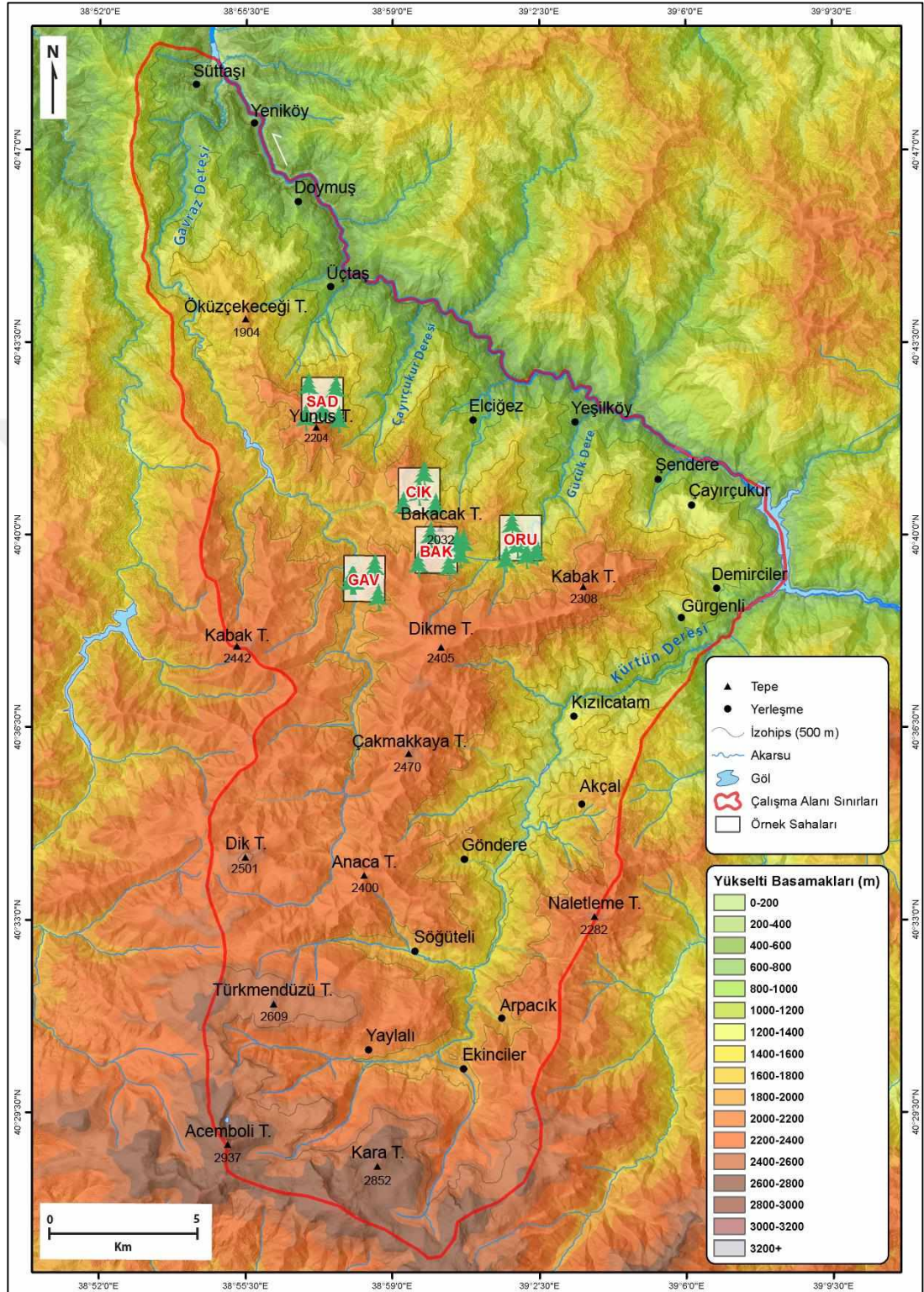
2.1. Dendrokronolojik Bulgular

Kürtün ve Gavraz dereleri arasında yapılan dendrokronolojik çalışmada toplamda 5 yörede 68 ağaçtan 143 artım kalem örneği alınmıştır (Şekil 2.1.). Çalışmada incelenen 5 yörenin seçilmesinde, farklı topografya (yükselti, bakı vb.) özellikleri, bu alanlarda yayılış gösteren ve orman toplulukları meydana getiren konifer türler ve Türkiye’de 31 Tabiat Koruma Alanından biri olan Örümcek Ormanı’nın da bu saha içerisinde yer alması etkili olmuştur.

Dendrokronolojik çalışmalarda örneklerin alınmasından, örneklerin incelemeye hazır hale getirilmesine kadar bir dizi işlemler bulunmaktadır. Bu işlemler gerçekleştirilirken örnek toplama, hazırlama veya ağaçların kendi yapısından kaynaklı bazı sorunlar görülmektedir. Bunlara;

- Artım burgusu ile örnek alım sırasında kalemlerde yaşanan kırılmalar,
- Örneklerin kâğıt taşıyıcılara yerleştirilmesi sırasında yaşanan kırılmalar,
- Örneklerin laboratuvara taşınması sırasında yaşanan kırılmalar,
- Örneklerin Ahşap taşıyıcılara yerleştirilmesi veya parçaların yapıştırılma aşamasında yaşanabilen sorunlar,
- Zımpara işlemi aşamasında örneklerin hasar alması (kırık parçaların yerinden çıkması ve kabuk kısımlarının kopması vb.),
- Ağaçların ortam şartları etkisinde ve büyüme özelliklerinde meydana gelen değişimlere bağlı olarak görülen sorunlar (beşerî faaliyetler, ağacın darbe alması, yangınlar, böcek zararları, rüzgâr etkileri, çürüme vb.) gibi örnekler verilebilir.

Tüm bu sorunlar her bir yörede farklı şekillerde meydana gelmiştir. Bu nedenle her bir yöre içinde ağaçlarda meydana gelen problemler aşağıda belirli ölçüde ifade edilmiştir. Yöre özellikleri, kendi içerisinde alt yükseltiden üst yükseltiye doğru incelenmiştir.



Şekil 2.1: Çalışma alanı örnek alım yerleri haritası.

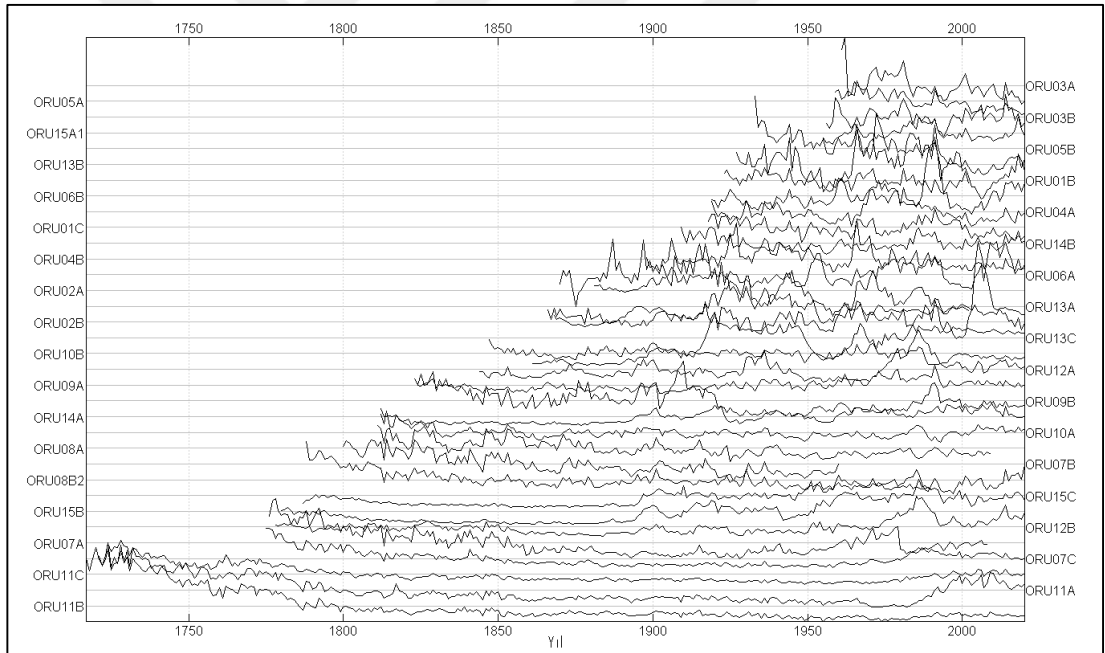
2.1.1. Örümcek Ormanı ORU Yöre Kronolojisi

Örümcek Ormanı Tabiat Koruma alanından 1400-1600 m yükselti aralığında bulunan 16 (11 ladin, 5 göknar) ağaçtan iki yönlü olmak üzere 34 artım kalemi örneği alınmıştır. Alınan örnekler, LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 10 mikron (0.01 mm) duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen örnekler TSAP-Win yazılımında *.rwl uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilmiştir. Örneklerin, ölçüm sonuçlarının denetlenmesi, eksik, kayıp ve yalancı halkaların belirlenmesi için COFECHA yazılımı çalıştırılmıştır. Yukarıda belirtilen problemler nedeniyle COFECHA çıktılarında bazı sorunların olduğu görülmüştür. Bu sorunlar hem mikroskop üzerinde hem de TSAP-Win yazılımı üzerinde kontrol edilmiştir.

Kontrol sonucunda yöreden alınan örneklerde yukarıda ifade edilen problemlerden bazılarına rastlanılmıştır. Özellikle yörede artım kalemleri parçalı (kırıklı) bir yapı göstermektedir. Bu kırıklar ise gövde üzerinde (ORU01A, ORU01B, ORU02A, ORU05A, ORU07B, ORU08A, ORU015A), kabuk kısımlarında, son yıllarında kırıklar (ORU02A) ve eksikler (ORU03B, ORU07A, ORU07B) şeklindedir. Bu durum gerek örneklerin birleştirilmesinde gerekse de kalemlerin bütün halinde ölçümü sırasında engel teşkil etmiştir (Şekil 2.3). Kabuk kısımları kopmuş kırık veya eksik örnekler, dendrokronolojinin eşleştirme ilkesi çerçevesinde, yöreden alınan örneklerin zaman serileri birbirleri ile karşılaştırılarak tarihlenmesi yapılmıştır. Örümcek ormanı ve çevresinden alınan türlerin iklimatik, edafik, fizyografik ve biyotik faktörlerin karşılıklı etkileşimleri sonucu ortaya çıkan büyüme özellikleri, yöreden alınan bazı kalemlerde kendini daha farklı göstermiştir. Bu farklılıklar çeşitli büyüme dönemlerine denk gelen zamanlarda çevresel ve genetik faktörlerin etkisi altında büyümede yaşanan düşüş ve artışlar olarak görülmektedir. Bu özellikle büyüme düşüşleri ve halkaların daraldığı örneklerde (ORU10A, ORU11A, ORU13C, ORU14A, ORU15A, ORU15C) ölçümde zorluklar (halkaların görülmemesi, eksik ve yalancı halka oluşumları vb.) oluşturmuştur (Şekil 2.3). Bazı örnekler üzerinde ise ilkbahar ve yaz odunları içerisinde şeritler halinde enine reçine kanalları da görülmektedir (ORU13C).

Her bir zaman serisi problemlerin giderilmesi amacıyla ölçüm işlemi sonunda ortalama kronoloji ile karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 2.5). Bu karşılaştırmalar ve ifade edilen problemlerin giderilmesinden sonra ORU yöresinin 1717-2020 yıllarına ait 304 yıllık kronolojisi elde edilmiştir.

Tablo 2.1’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 2.2’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. ORU yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 2.5’de verilmiştir.



Şekil 2.2 : ORU yöresine ait artım kalemleri örneklerinin zaman serileri.



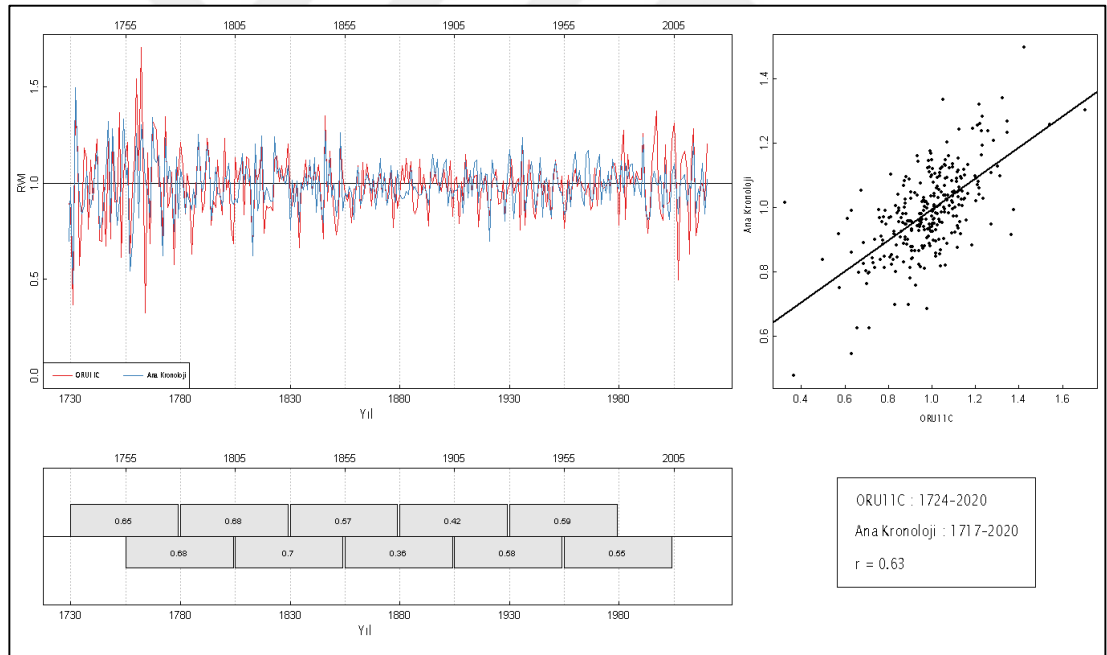
Şekil 2.3 : ORU yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.

Tablo 2.1 : ORU yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

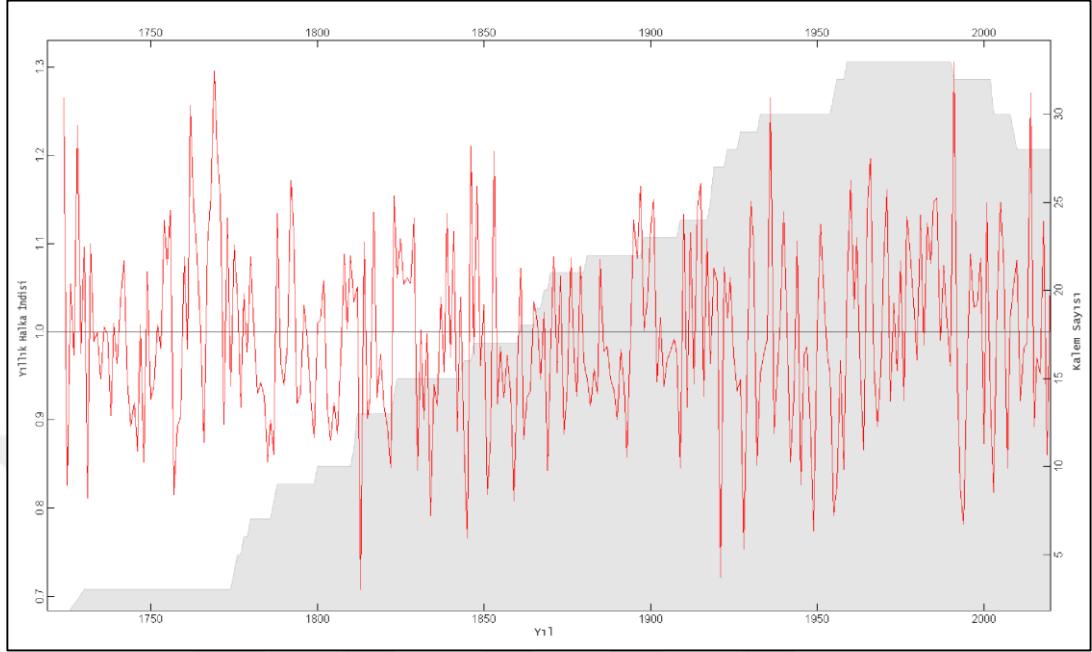
Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 5)
Ortalama	0,9739	0,9916
Medyan	0,9672	0,9747
Ortalama Duyarlılık	0,1107	0,1210
Standart Sapma	0,1789	0,1051
Çarpıklık Katsayısı	0,2794	0,1126
Basıklık Katsayısı	-0,0064	-0,0275
Otokorelasyonlar		
t-1	0,7196	-0,0177
t-2	0,2776	-0,0068
t-3	0,1193	-0,0904

Tablo 2.2 : ORU yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,247	0,281
Ağaçlar Arasında	0,229	0,268
Ağaçlar İçinde	0,531	0,499
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,504	0,535
Sinyal/Gürültü Oranı	2,970	3,654
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,748	0,785
Birinci Özvektörün Varyansı	% 34,66	% 32,5
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,981	1
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,187	0,107



Şekil 2.4 : ORU yöresi ortalama kronolojisi ile ORU11C kalemine ait zaman korelasyon değerleri.

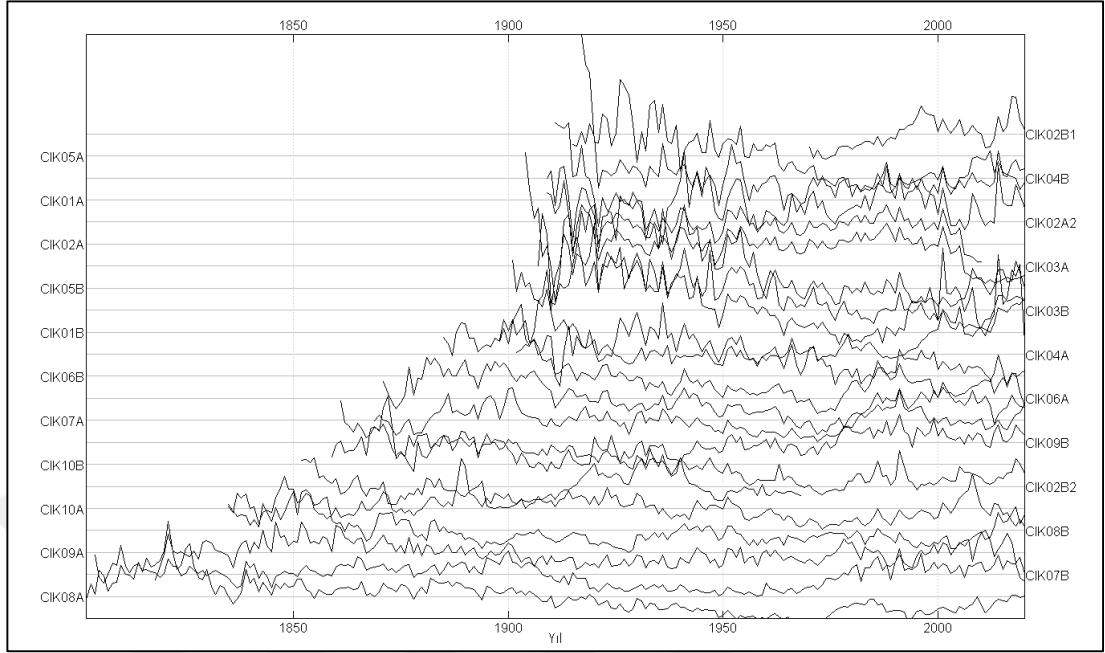


Şekil 2.5 : Örümcek Ormanı, ORU (1400-1600) yöre kronolojisi.

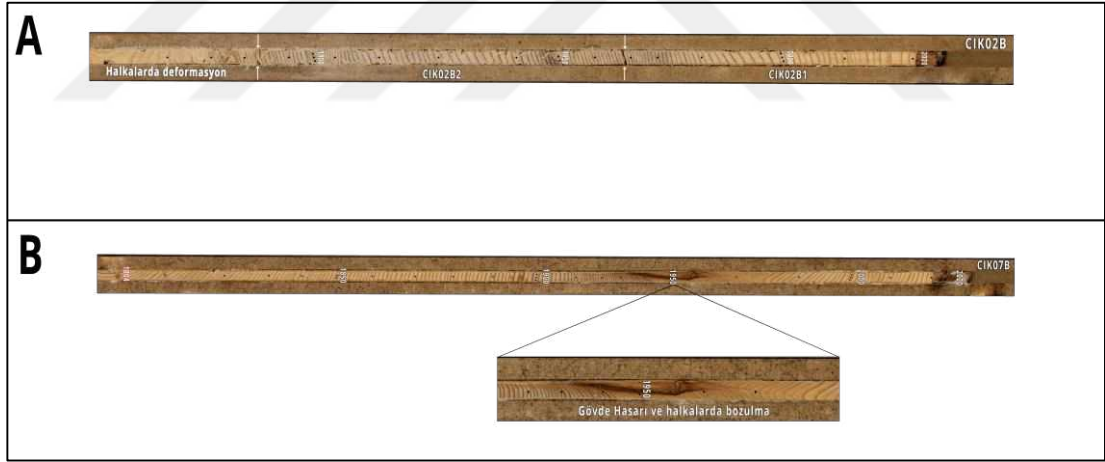
2.1.2. Çıkrıkdüzü Yaylası CIK Yöre Krononolojisi

Çıkrıkdüzü yaylası mevkiinden (Kırıklıkçalı sırtı, bakacak sırtı ve Kurban tepe arasında kalan sahada) 1700-1800 m yükselti aralığında 10 ağaçtan (ladin) iki yönlü olmak üzere 21 artım kalemi örneği alınmıştır. Alınan örnekler, LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 10 mikron (0.01 mm) duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen örnekler TSAP-Win yazılımında *.rw1 uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilmiştir. Örnekler, ölçüm sonuçlarının denetlenmesi, eksik, kayıp ve yalancı halkaların belirlenmesi için COFECHA yazılımı çalıştırılmıştır. Hem mikroskop üzerinde hem de TSAP-Win yazılımı üzerinde yöre ölçümleri kontrol edilmiştir.

Kontrol sonucunda yöreden alınan örneklerde birkaç örnek dışında, yetişen ağaçlarda herhangi bir problem ile karşılaşılmanmıştır. Problem olan kalemlerde ise artım kalemlerinin kırık olduğu (CIK02A, CIK02B), halka oluşumlarının net olmadığı görülmüştür (CIK07B üzerinde 1920-1970 arası dönemde gövdede bir hasar meydana gelmesi sebebiyle halka oluşumu net değildir). Ayrıca bazı örneklerde yıllık halkaların yapılarında bozulmalar (CIK09A, CIK02B) dikkat çekmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.6 : CIK yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.



Şekil 2.7 : CIK yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.

Her bir zaman serisi problemlerin giderilmesi amacıyla ölçüm işlemi sonunda ortalama kronoloji ile karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 2.8). Bu karşılaştırmalar ve ifade edilen problemlerin giderilmesinden sonra CIK yöresinin 1802-2020 yıllarına ait 219 yıllık kronoloji oluşturulmuştur (yöreyle ait ağaçların yaş ortalaması 139,4 yıl). Tablo 2.3’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 2.4’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir.

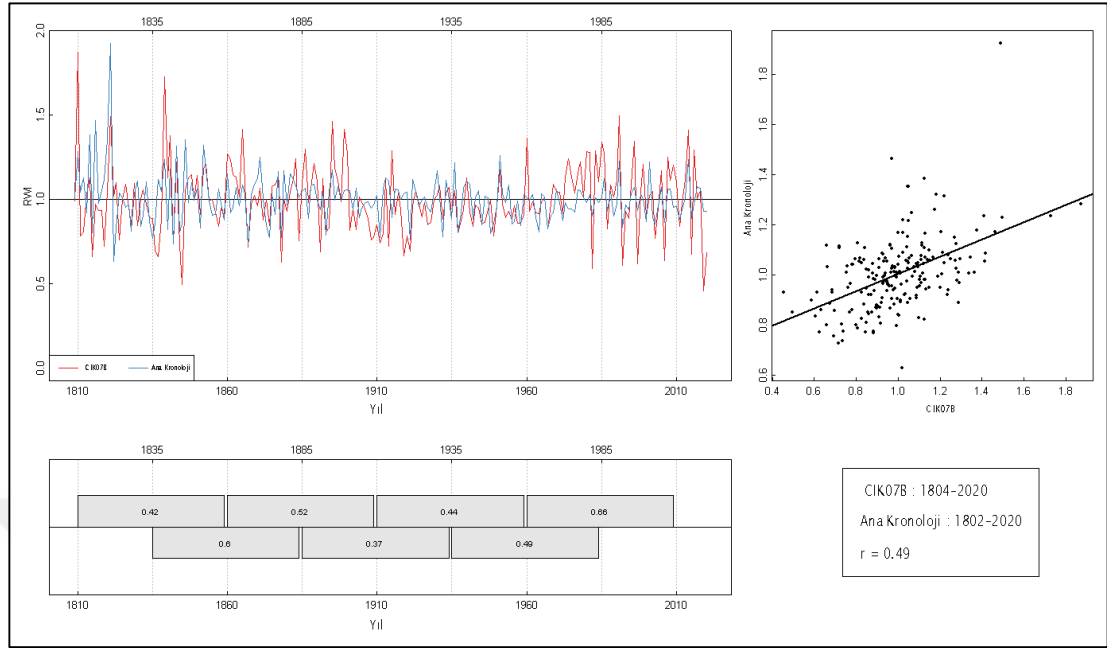
Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. CIK yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 2.9’da verilmiştir.

Tablo 2.3 : CIK yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).

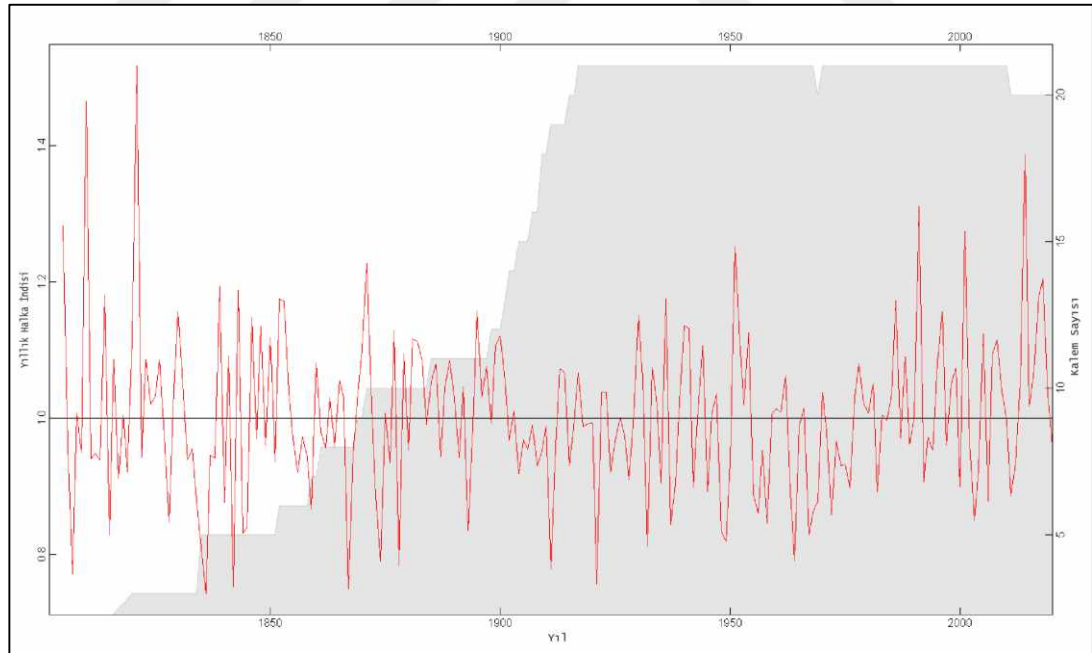
Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 3)
Ortalama	0,9977	1,001
Medyan	0,9969	0,9981
Ortalama Duyarlılık	0,1153	0,121
Standart Sapma	0,1598	0,109
Çarpıklık Katsayısı	0,075	0,2736
Basıklık Katsayısı	0,5204	0,625
Otokorelasyonlar		
t-1	0,5715	-0,004
t-2	0,0959	-0,0078
t-3	0,1384	-0,0086

Tablo 2.4 : CIK yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,244	0,336
Ağaçlar Arasında	0,232	0,329
Ağaçlar İçinde	0,472	0,463
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,529	0,584
Sinyal/Gürültü Oranı	3,018	4,898
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,751	0,830
Birinci Özvektörün Varyansı	% 32,13	% 38,03
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,990	1,001
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,170	0,114



Şekil 2.8 : CIK yöresi ortalama kronolojisi ile CIK07B kalemine ait korelasyon değerleri.



Şekil 2.9 : Çıkrık düzü Yaylası, CIK (1700-1800) yöre kronolojisi.

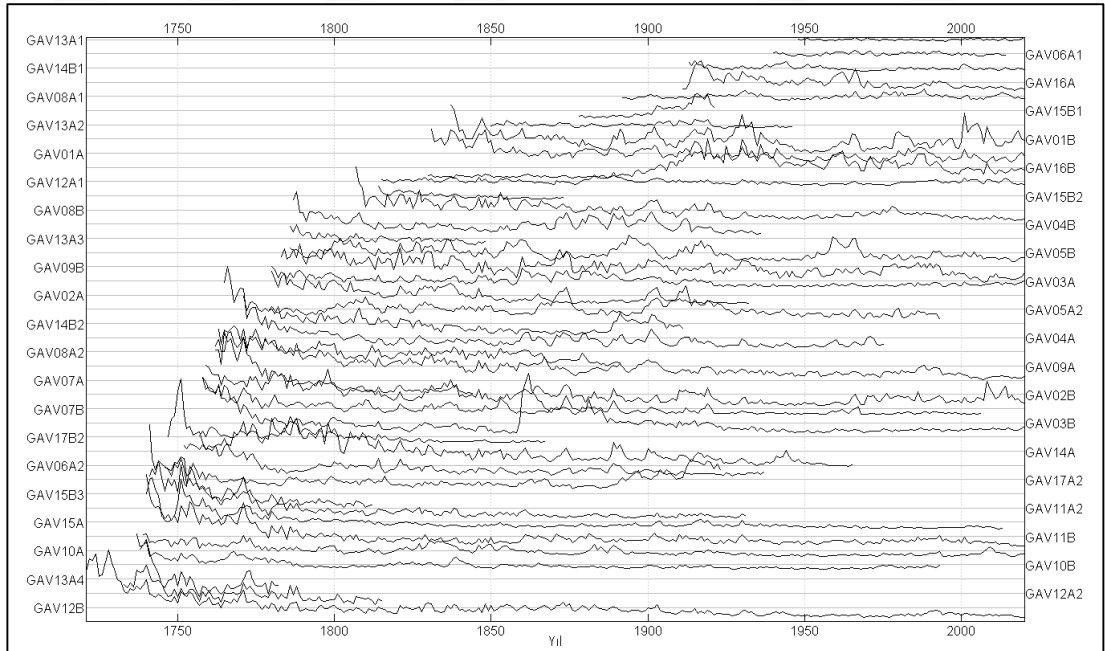
2.1.3. Gavraz Deresi GAV Yöre Krononolojisi

Gavraz Deresi mevkiinden (akarsu ile Harmanlar sırtı arasındaki saha) 1800-1900 m yükselti aralığında 16 ağaçtan (sarıçam) iki yönlü olmak üzere 34 artım kalemi örneği alınmıştır. Alınan örnekler, LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 10 mikron (0.01 mm) duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen örnekler TSAP-Win yazılımında *.rwl uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilmiştir. Örnekler, ölçüm sonuçlarının denetlenmesi, eksik, kayıp ve yalancı halkaların belirlenmesi için COFECHA yazılımı çalıştırılmıştır. COFECHA sonuçlarının yörede bazı problemler işaret ettiği görülmüştür. Bu sorunlar hem mikroskop üzerinde hem de TSAP-Win yazılımı üzerinde kontrol edilmiştir.

Kontrol sonucunda tüm yöreler arasında en fazla problemle bu yörede karşılaşmıştır. Problemlerin başında artım kalemlerinin çok parçalı/kırıklı bir yapı göstermesi gelmektedir. Bu kırıklar genellikle gövde (GAV02B, GAV03A, GAV04B, GAV08A, GAV11A, GAV12A, GAV 15B), kabuk ve kalemin son yıllarında kırık veya eksikler (GAV02A, GAV04A, GAV04B, GAV07A, GAV15B) şeklinde meydana gelmiştir. Bu durum gerek örneklerin birleştirilmesi sırasında gerekse de kalemlerin bütün halinde ölçümü sırasında engel teşkil etmiştir (Şekil 2.11). Kabuk kısımları kopmuş kırık veya eksik örnekler, dendrokronolojinin eşleştirme ilkesi çerçevesinde, yöreden alınan örneklerin zaman serileri birbirleri ile karşılaştırılarak tarihlenmesi yapılmıştır (Şekil 2.10). Diğer bir problem ise bazı kalemlerde belirli dönemde görülen (1930-1960) ani büyüme düşüşleri (GAV03A, GAV04A, GAV05B, GAV07B, GAV08A, GAV10A, GAV12A, GAV12B, GAV14A, GAV15A, GAV15B) olmuştur. Bu büyüme düşüşlerinin yaşandığı örneklerde kısmi halka oluşumlarının ve kontroller sonucunda eksik halkaların olduğu görülmüştür. Bu dönem dışında da büyümede ani değişimlerin görüldüğü örnekler mevcuttur (GAV06A, GAV11A, GAV11B). GAV yöresini oluşturan sarıçam örnekleri üzerinde reçine ve reçine kanallarının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Arazi çalışması sırasında yapılan gözlemler ve ofis çalışmalarında ayrıntılı incelenen veriler (harita, fotoğraf vb.) bu yörede yamaç süreçlerinin çok fazla olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak örneklerin kırıklı oluşu, kabuk kısımlarının olmayışından kaynaklı son yılların eksik olması ve büyümeyi etkileyen özellikler ölçümü etkilemiştir (Şekil 2.11). Bundan dolayı özellikle büyümede sorunun yaşandığı dönemin (eksik halka ve kısmi halka sayılarının fazla olması nedeniyle) öncesi veya sonrası, örneklem derinliği ve yöre içi korelasyon değerinin artması için parçalı olarak ölçülerek ölçüme dahil edilmiştir (Şekil 2.10).

Her bir zaman serisi problemlerin giderilmesi amacıyla ölçüm işlemi sonunda ortalama kronoloji ile karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 2.12). Bu karşılaştırmalar ve ifade edilen problemlerin giderilmesinden sonra GAV yöresinin 1721-2020 yıllarına ait 300 yıllık kronoloji oluşturulmuştur (yöreye ait ağaçların yaş ortalaması 172 yıl). Tablo 2.5’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 2.6’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. GAV yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 2.13’de verilmiştir.



Şekil 2.10 : GAV yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.



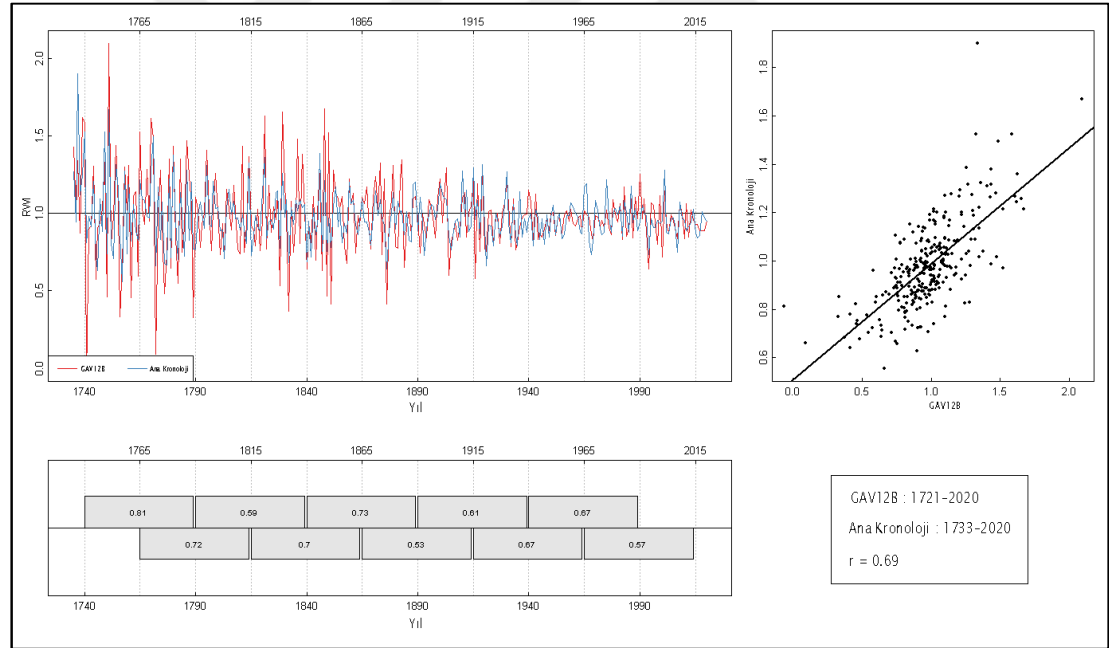
Şekil 2.11 : GAV yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.

Tablo 2.5 : GAV yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

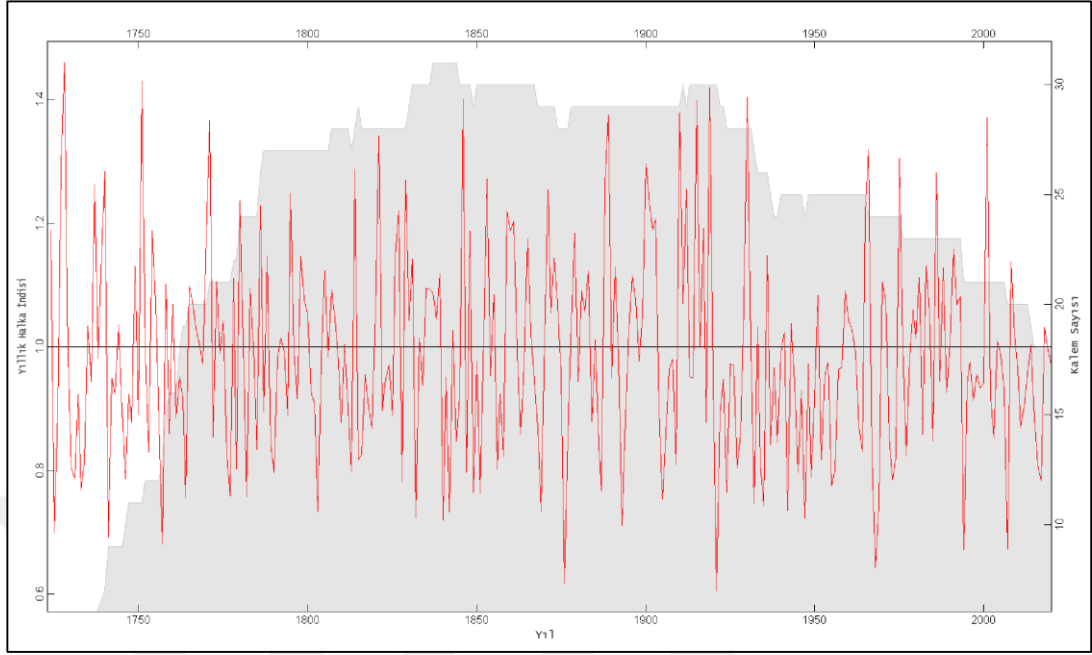
Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9646	0,9839
Medyan	0,9428	0,9740
Ortalama Duyarlılık	0,1634	0,1883
Standart Sapma	0,2069	0,1635
Çarpıklık Katsayısı	0,431	0,4239
Basıklık Katsayısı	0,0006	0,0927
Otokorelasyonlar		
t-1	0,5581	-0,0116
t-2	0,0767	-0,0391
t-3	-0,0355	-0,0595

Tablo 2.6 : GAV yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,269	0,359
Ağaçlar Arasında	0,262	0,352
Ağaçlar İçinde	0,452	0,508
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,542	0,609
Sinyal/Gürültü Oranı	4,250	6,531
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,810	0,867
Birinci Özvektörün Varyansı	% 34,27	% 40,10
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,965	0,987
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,236	0,173



Şekil 2.12 : GAV yöresi ortalama kronolojisi ile GAV12B kalemine ait korelasyon değerleri.



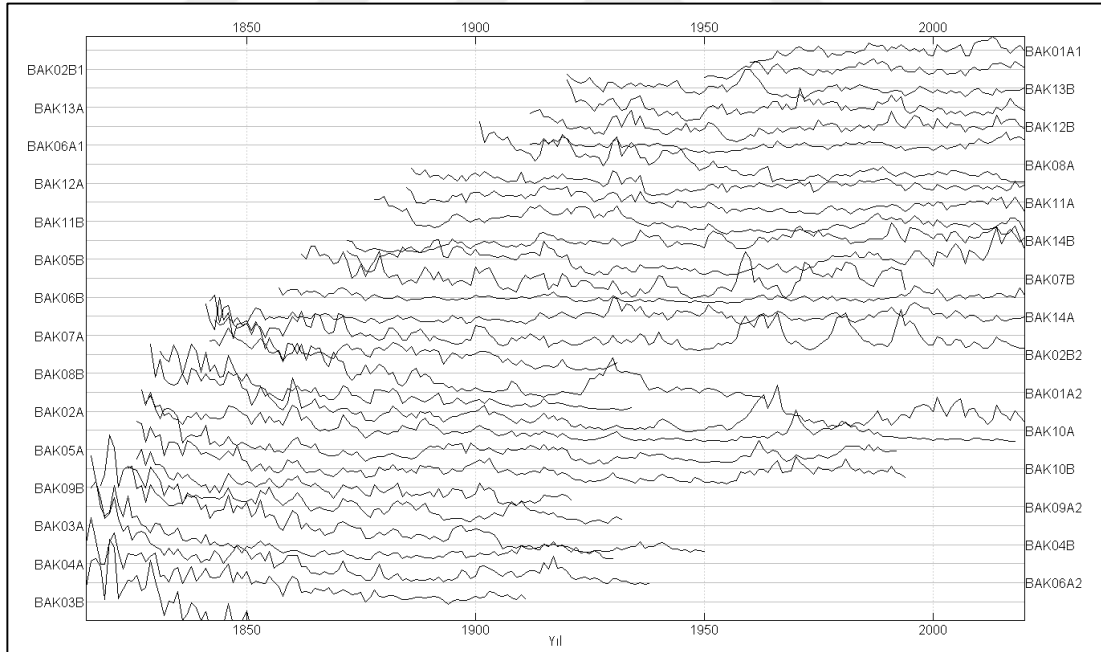
Şekil 2.13 : Gavraz Deresi, GAV (1800-1900) yöre kronolojisi.

2.1.4. Bakacak Tepe BAK Yöre Kronolojisi

Bakacak Tepe mevkiinden (Örümcek Ormanı Tabiat koruma alanının orman üst sınırına yakın alanda, Elciğez Yaylası ve Bakacak Tepe arasında kalan sahada) 1800-1850 m yükselti aralığında 14 ağaçtan (sarıçam) iki yönlü olmak üzere 30 artım kalemi örneği alınmıştır. Alınan örnekler, LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 10 mikron (0.01 mm) duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen örnekler TSAP-Win yazılımında *.rwl uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilmiştir. Örnekler, ölçüm sonuçlarının denetlenmesi, eksik, kayıp ve yalancı halkaların belirlenmesi için COFECHA yazılımı çalıştırılmıştır. Hem mikroskop üzerinde hem de TSAP-Win yazılımı üzerinde yöre ölçümleri kontrol edilmiştir.

Kontrol sonucunda yöreden alınan örneklerde bazı problemlere rastlanılmıştır. Özellikle ağaçların yaşa bağlı olarak büyümede yaşadıkları kademeli düşüşün yanında (BAK07B), bazı ağaçlarda ani düşüşler ve ani büyüme artışının olduğu (BAK01A, BAK01B, BAK02A BAK04A, BAK04B, BAK05A, BAK09A, BAK09B, BAK15A, BAK15B) görülmektedir.

Örnekler üzerinde ani büyüme düşüşlerinin yaşandığı yerlerde ve bu yıllara denk gelen halkalarda, halkaların görülmemesi, eksik ve kısmi halka oluşumları vb. nedenlerle ölçümler yapılamamıştır. Ayrıca bu yöredeki örneklerin yine kırıklar içermesi (BAK02A, BAK05B, BAK07A, BAK08B, BAK09B, BAK12A), kabuk kısımlarının eksik olması (BAK01B, BAK03B, BAK09B, BAK10B) gibi nedenlerle bu kalemlerin ölçümleri parçalı olarak yapılmıştır (Şekil 2.14, Şekil 2.15). Bundan dolayı sorunun yaşandığı dönemin öncesi veya sonrası, örneklem derinliği ve yöre içi korelasyon değerinin artması için parçalı olarak ölçülerek ölçüme dahil edilmiştir (Şekil 2.14). Çalışma alanında yer alan sarıçamlardan oluşan GAV yöresinde olduğu gibi BAK yöresinde de reçine ve reçine kanallarının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Sonuç olarak örneklerin kırıklı oluşu, kabuk kısımlarının olmayışından kaynaklı son yılların eksik olması ve büyümeyi etkileyen özellikler ölçümü etkilemiştir (Şekil 2.15).



Şekil 2.14 : BAK yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.



Şekil 2.15 : BAK yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.

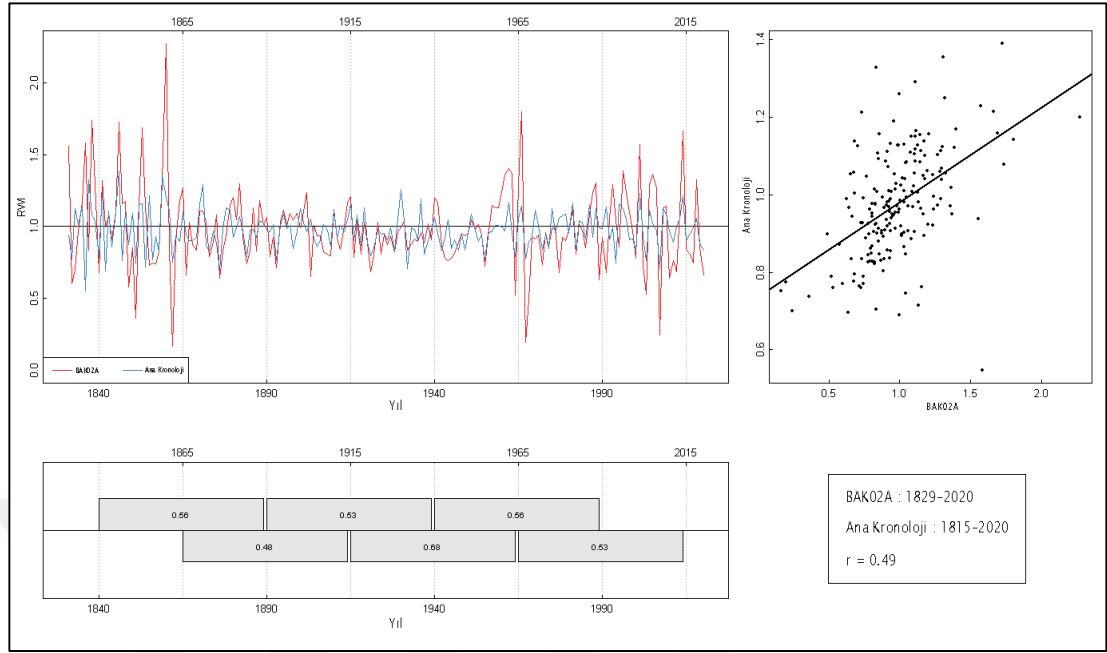
Her bir zaman serisi problemlerin giderilmesi amacıyla ölçüm işlemi sonunda ortalama kronoloji ile karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 2.16). Bu karşılaştırmalar ve ifade edilen problemlerin giderilmesinden sonra BAK yöresinin 1815-2020 yıllarına ait 206 yıllık kronoloji oluşturulmuştur (yöreye ait ağaçların yaş ortalaması : 126,3 yıl). Tablo 2.7’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 2.8’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. BAK yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 2.17’de verilmiştir.

Tablo 2.7 : BAK yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).

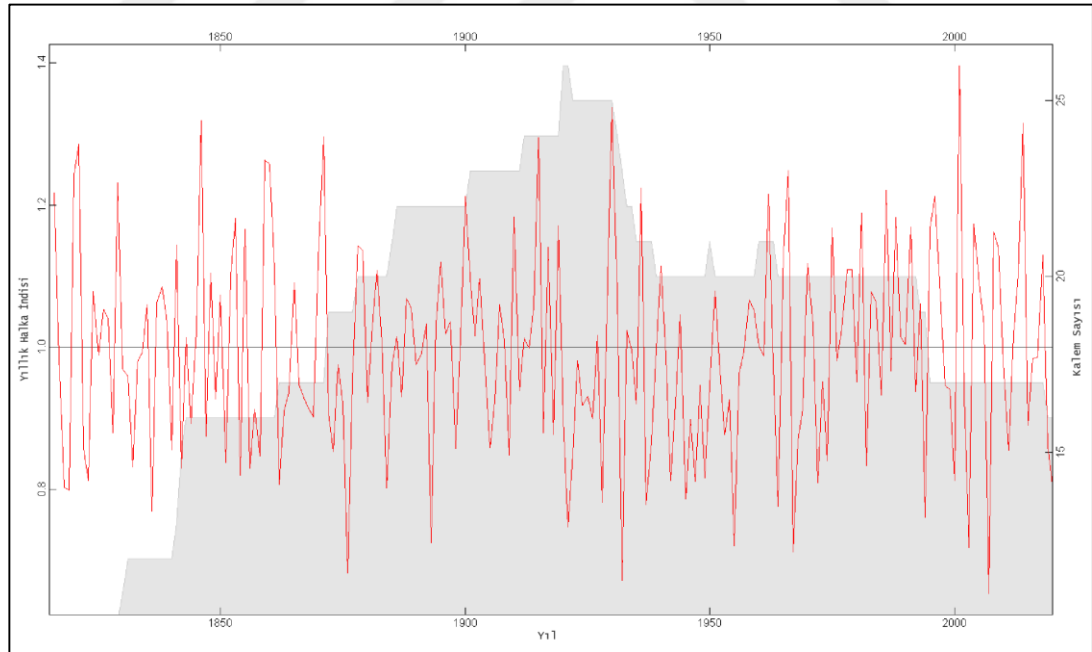
Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9807	0,9935
Medyan	0,9866	0,9877
Ortalama Duyarlılık	0,1406	0,1713
Standart Sapma	0,1862	0,1435
Çarpıklık Katsayısı	-0,2132	0,1879
Basıklık Katsayısı	-0,0745	-0,1437
Otokorelasyonlar		
t-1	0,6029	-0,0776
t-2	0,0106	-0,2159
t-3	0,2164	-0,1338

Tablo 2.8 : BAK yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,190	0,284
Ağaçlar Arasında	0,180	0,273
Ağaçlar İçinde	0,398	0,531
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,467	0,558
Sinyal/Gürültü Oranı	2,195	3,755
Popülasyon Kronolojisiyle Uyum	0,687	0,790
Birinci Özvektörün Varyansı	% 29,98	% 35,67
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,954	0,989
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,219	0,151



Şekil 2.16 : BAK yöresi ortalama kronolojisi ile BAK02A kalemine ait korelasyon değerleri.

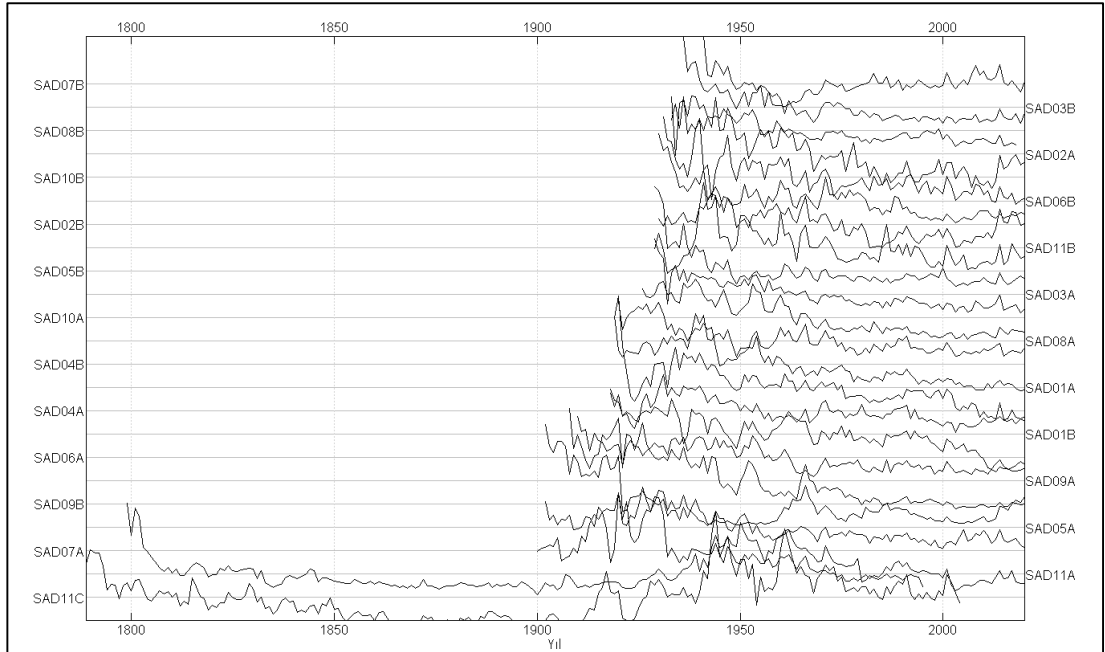


Şekil 2.17 : Bakacak Tepe, BAK (1800-1850) yöre kronolojisi.

2.1.5. Şadi Yaylası SAD Yöre Kronolojisi

Şadi yaylası mevkiinden (Kez Sırtı, Yıldırımtaş Tepe arasında kalan sahada) 1850-1900 m yükselti aralığında 12 ağaçtan (ladin) iki yönlü olmak üzere 24 artım kalemi örneği alınmıştır. Alınan örnekler, LINTAB-TSAP ölçüm sistemi kullanılarak 10 mikron (0.01 mm) duyarlılığında ölçülmüştür. Ölçülen örnekler TSAP-Win yazılımında *.rwl uzantılı dosyalar şeklinde kaydedilmiştir. Örnekler, ölçüm sonuçlarının denetlenmesi, eksik, kayıp ve yalancı halkaların belirlenmesi için COFECHA yazılımı çalıştırılmıştır. Hem mikroskop üzerinde hem de TSAP-Win yazılımı üzerinde yöre ölçümleri kontrol edilmiştir.

Bu yöre diğer yörelere göre daha genç ağaçlardan oluşan bir yöredir ve alınan artım kalemlerinin çoğu sağlamdır. Problem olan kalemlerde ise artım kalemlerinin kırık (SAD02B, SAD05B, SAD07A, SAD11A, SAD11C), kabuk kısımlarının eksik (SAD11C) olduğu görülmektedir. (Şekil 2.19). Her bir zaman serisi problemlerin giderilmesi amacıyla ölçüm işlemi sonunda ortalama kronoloji ile karşılaştırılmış ve korelasyon değerleri incelenmiştir (Şekil 2.20).



Şekil 2.18 : SAD yöresine ait kalem örneklerinin zaman serisi.



Şekil 2.19 : SAD yöresinden bazı sorunlu kalem örnekleri.

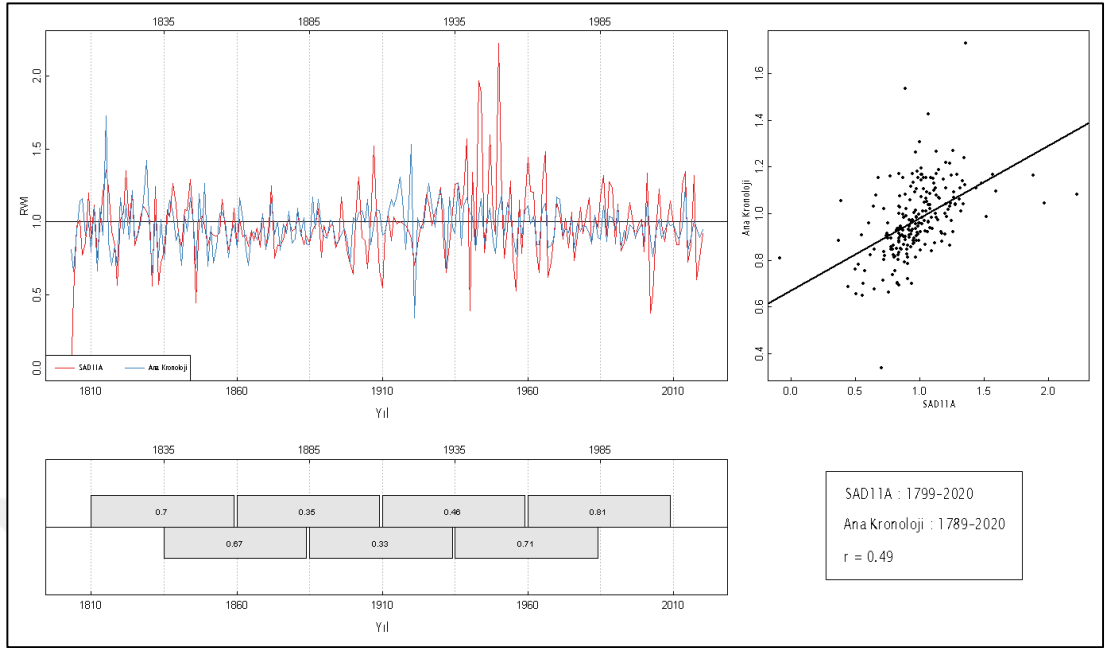
Bu karşılaştırmalar ve ifade edilen problemlerin giderilmesinden sonra SAD yöresinin 1789-2020 yıllarına ait 232 yıllık kronoloji oluşturulmuştur (yöreye ait ağaçların yaş ortalaması 108,2 yıl). Tablo 2.9’de standart ve residual kronolojilerine ait istatistikler ile Tablo 2.10’de ortak zaman aralığı istatistikleri verilmiştir. Yöre kronolojisinin oluşturulmasında, ortalama duyarlılık katsayısı ve sinyal/gürültü oranı daha yüksek olan residual kronoloji tercih edilmiştir. SAD yöresine ait kronoloji ve kalem sayısı Şekil 2.21’de verilmiştir.

Tablo 2.9 : SAD yöresi için oluşturulan standart ve residual kronolojilere ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

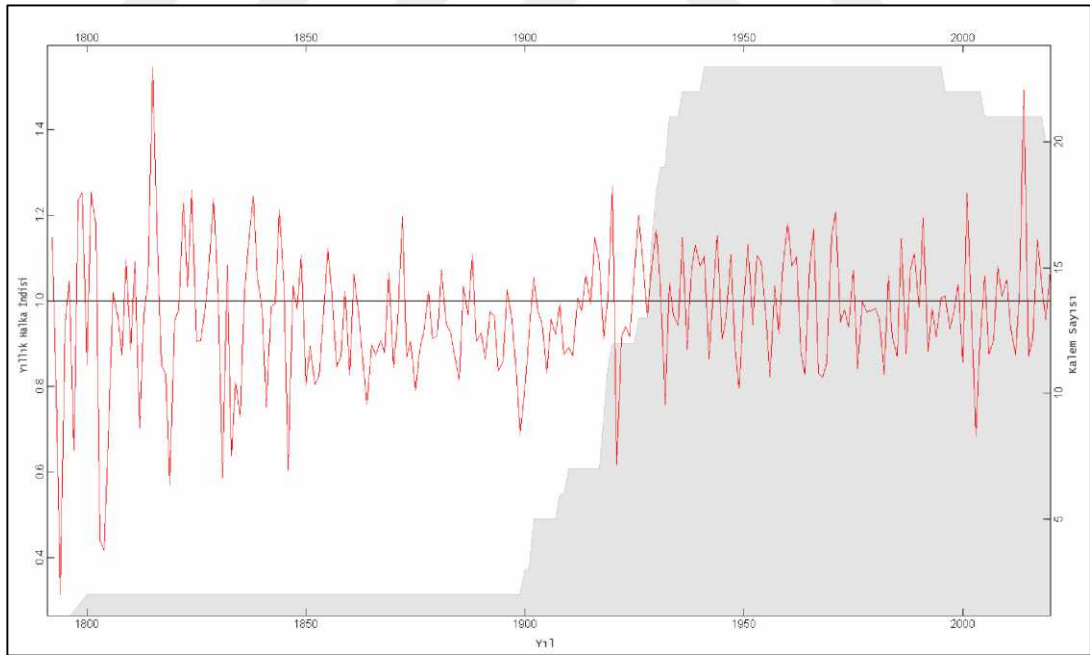
Kronoloji tipi	Standart	Residual (AR 1)
Ortalama	0,9107	0,9944
Medyan	0,9216	0,9827
Ortalama Duyarlılık	0,1614	0,1419
Standart Sapma	0,4116	0,1253
Çarpıklık Katsayısı	1,5502	0,3692
Basıklık Katsayısı	5,1125	1,8096
Otokorelasyonlar		
t-1	0,8469	-0,0476
t-2	0,1184	-0,2339
t-3	0,0362	0,0886

Tablo 2.10 : SAD yöresi için oluşturulan yöre kronolojilerinin ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart Seriler	Residual Seriler
Ortalama Korelasyonlar:		
Tüm Kalemler Arasında	0,191	0,351
Ağaçlar Arasında	0,180	0,344
Ağaçlar İçinde	0,387	0,467
Ortalama ile Kalemler Arasında	0,472	0,599
Sinyal/Gürültü Oranı	2,200	5,252
Populasyon Kronolojisiyle Uyum	0,687	0,840
Birinci Özvektörün Varyansı	% 27,34	% 39,00
Kronoloji Ortak Aralık Ortalaması	0,997	0,996
Kronoloji Ortak Aralık Standart Sapması	0,130	0,126



Şekil 2.20 : SAD yöresi ortalama kronolojisi ile SAD11A kalemine ait korelasyon değerleri.



Şekil 2.21 : Şadi Yaylası, SAD (1850-1900) yöre kronolojisi.

2.2. Dendroklimatolojik Bulgular

2.2.1. Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

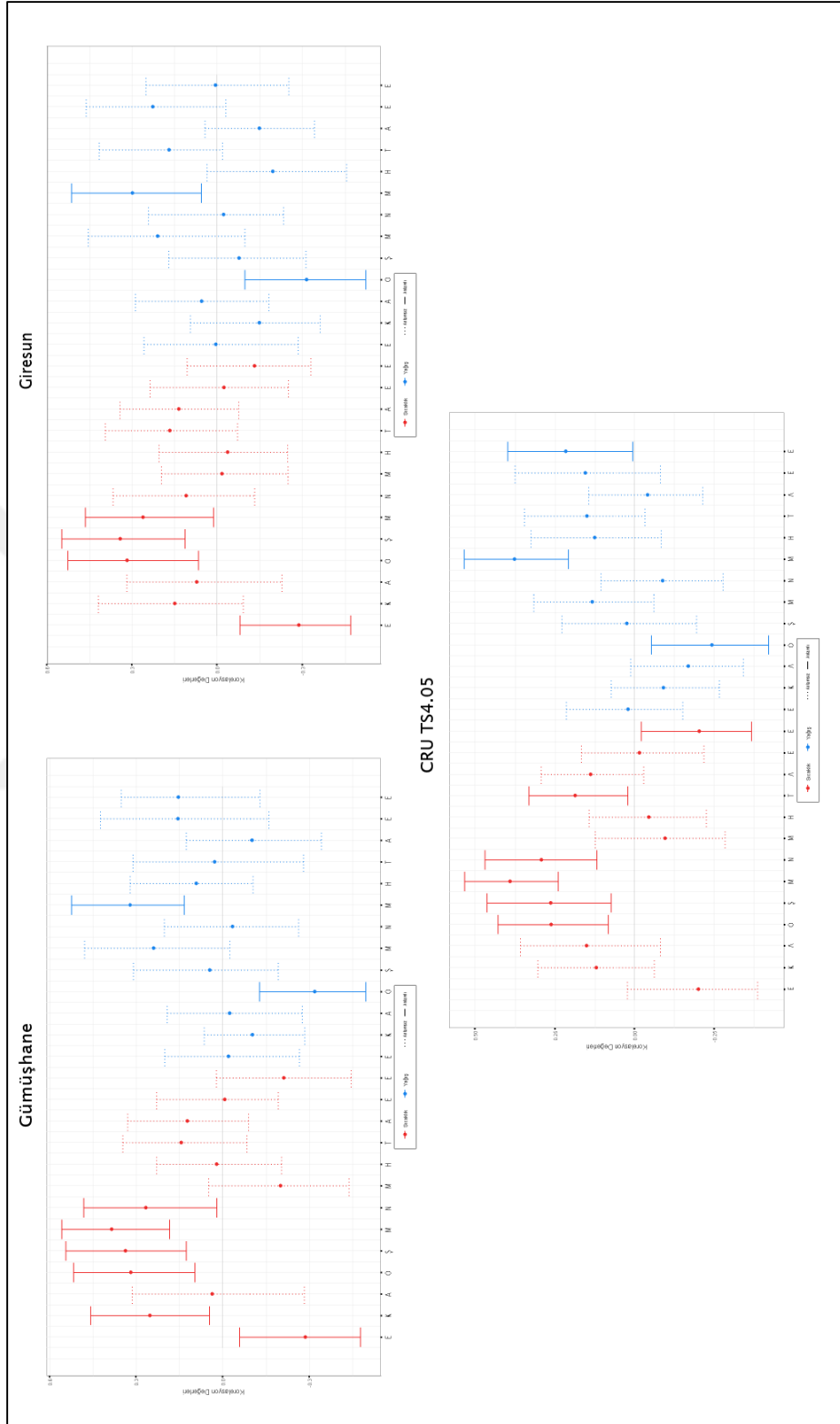
Çalışma alanında elde edilen 3 ladin (ORU, CIK, SAD) ve 2 sarıçam (BAK, GAV) türüne ait yöre kronolojileri, yıllık halka genişlikleri- iklim arasındaki ilişkileri belirleyebilmek için Giresun ve Gümüşhane meteoroloji istasyonlarına ait veriler ile CRU TS-4.05 grid iklim verisi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde farklı iklim verilerin kullanılmasında, çalışma alanı ve çevresinde uzun süreli meteoroloji gözlem istasyonunun olmaması, olan istasyonların ise farklı mesafelerde ve karakterlerde olması etkili olmuştur. Ayrıca analizlerde kullanılan iklim verileri, gözlem süreleri açısından da farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle MGM'ye ait veriler istasyonların hem ortak zaman aralığındaki ilişkiler için 1965-2020 dönemi kullanılarak hem de Giresun verisinin daha uzun bir veri setine sahip olması nedeniyle 1940-2020 dönemi kullanılarak sadece Giresun için analiz edilmiştir. CRU verisi için ise 1930-2020 yılları arasındaki iklim verileri kullanılmıştır (Şekil 2.22).

Bu analizlerde ağaçların ve yıllık halka genişliklerinin büyüme özellikleri üzerinde etkileri önemli olan temel sınırlayıcı iklim faktörleri (aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık) tercih edilmiştir. Büyüme ilişkilerinin analizinde ise korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Korelasyon katsayısının hesaplanmasında, önceki yılın Ekim ayından halka oluşum yılının Ekim ayına kadar olan dönemdeki aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri bağımsız değişken, standartlaştırılmış yöre kronolojileri de bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Bu farklı iklim verileri ile yöre kronolojilerine ait yıllık halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde, yıllık halka genişlikleri-iklim ilişkilerinde genel itibarıyla sıcaklık ve yağış değerlerinde türler için benzer aylarda benzer ilişkiler ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar Fritts (1976, ss. 16-17) tarafından belirtildiği gibi benzer yetiştirme ortamında bulunan türlerin benzer davranışlar ve tepkiler göstermesi ifadesi ile tutarlıdır.

Benzerliği daha iyi yansıtmak için Örümcek Ormanı (ORU) yöresine ait yıllık halka kronolojisi ile her bir iklim veri setinin korelasyon katsayısı sonuçları, R ortamında treeclim paketinde hesaplanmış ve ilişkiler görselleştirilmiştir (Zang ve Biondi, 2015).

Bahsedilen yöre için yıllık halka genişlikleri ile Gümüşhane ve CRU verileri arasında halka oluşum yılının Ocak, Şubat, Mart, Nisan ayları sıcaklıkları ile Giresun'da ise Şubat, Mart, Nisan ayları sıcaklıklarına anlamlı ve olumlu tepkiler verdiği görölmektedir. Yıllık halka genişlikleri ile toplam yağış değerleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları da Mayıs ve Ocak aylarına ait değerler için hepsinde anlamlı olup Mayıs yağışlarının halka gelişimine olumlu, ocak yağışlarının ise olumsuz etkileri olduğu görölmüştür (Şekil 2.22). Bu aylara ait tüm değerler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ayları ifade etmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, analizlerde kullanılan CRU TS-4.05 grid iklim verisinin, kronolojilerin açıklanmasında istasyonlar ile olan benzerliği ve daha uzun bir dönem için iklim veri setine sahip olması nedeniyle yörelere ait iklim ilişkilerinin yorumlanmasında tercih edilmiştir. Burada amaç daha uzun bir zaman süresi boyunca (1930-2020) ağaçların iklim değerlerine gösterdiği tepkileri belirleyebilmektir. Bu nedenle diğ er yöreler için sadece yıllık halka genişlikleri-CRU iklim verisine ait büyüme ilişkileri gösterilmiştir.



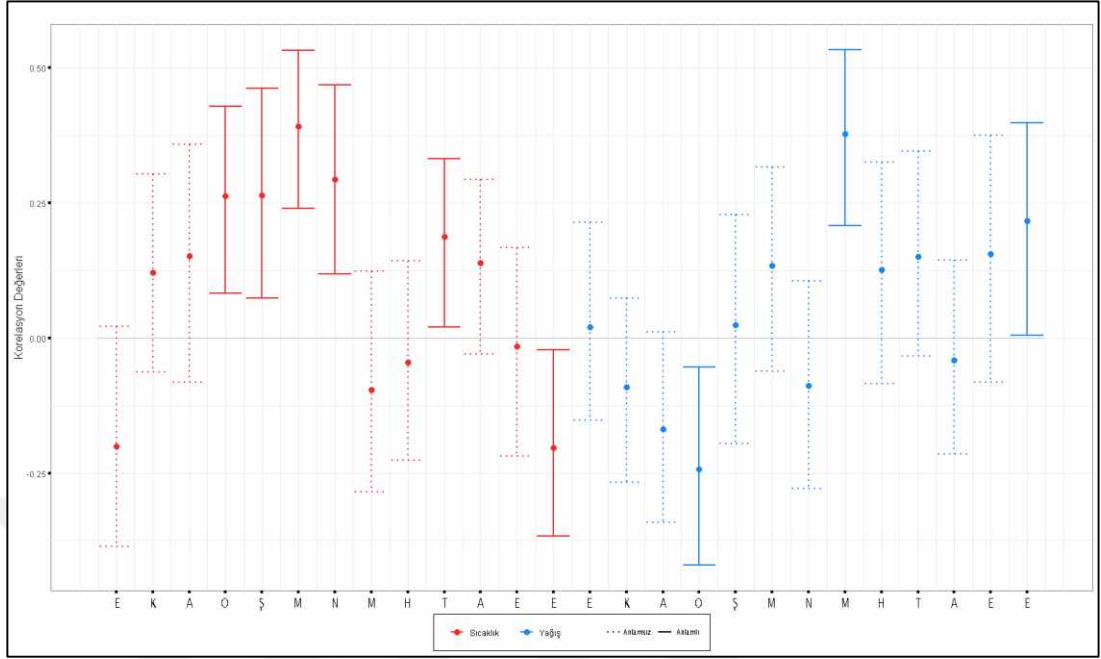
Şekil 2.22 : Yıllık halka genişlikleri ve iklim veri setleri arasındaki korelasyon katsayısı yöntemi sonuçları. (Görselde kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait veriler 1965-2020, CRU TS 4.05 grid iklim verisi 1930-2020 yılları arasındaki dönemi kapsamaktadır).

2.2.1.1. ORU Yöresi Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

ORU yöresinde, yıllık halka genişlikleri ile yağış ve sıcaklık verileri arasında korelasyon katsayısı sonuçlarında belirgin ve anlamlı ilişkilerin olduğu aylar bulunmaktadır.

(a) Yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Ocak-Şubat-Mart-Nisan ve Temmuz ayları sıcaklık değerlerinin, yıllık halka gelişiminde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Halka gelişim yılının Ekim ayı sıcaklıkları ise yıllık halka gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) fakat olumsuz bir etkiye sahiptir. Bunun dışında, önceki yılın Kasım-Aralık ayları ve halka oluşum yılının Ağustos ayına ait sıcaklıklarının halka gelişiminde olumlu etkisinin olduğu ancak bunların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Halka oluşum yılının Haziran ve Eylül aylarına ait sıcaklıklar yıllık halka gelişimleri üzerinde 0'a yakın negatif korelasyon değerleriyle temsil edilmektedir. Önceki yılın Ekim ayı sıcaklıkları ve halka gelişim yılının Mayıs ayı sıcaklıkları ise yıllık halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptir (Şekil 2.23).

(b) Yıllık halka genişlikleri- yağış ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Mayıs ve Ekim ayı yağış değerlerinin ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Ocak ayı yağış değerleri ise ağaç halkası gelişimleri üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) fakat olumsuz bir etkiye sahiptir. Bunun dışında kalan aylardaki yıllık halka genişlikleri ile yağış arasındaki korelasyon katsayısı değerleri 0'a yakın değerlerle temsil edilmektedir. Bunlardan önceki yılın Ekim ayı, halka oluşum yılının Şubat, Mart ve yaz dönemi (Ağustos ayı hariç) ve sonbahar başındaki yağışların ağaçların halka gelişimleri üzerinde olumlu bir etkisi bulunmaktadır. Önceki yılın Kasım, Aralık ve halka oluşum yılının Nisan, Ağustos ayları değerlerinin ise halka gelişimleri üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmaktadır (Şekil 2.23).



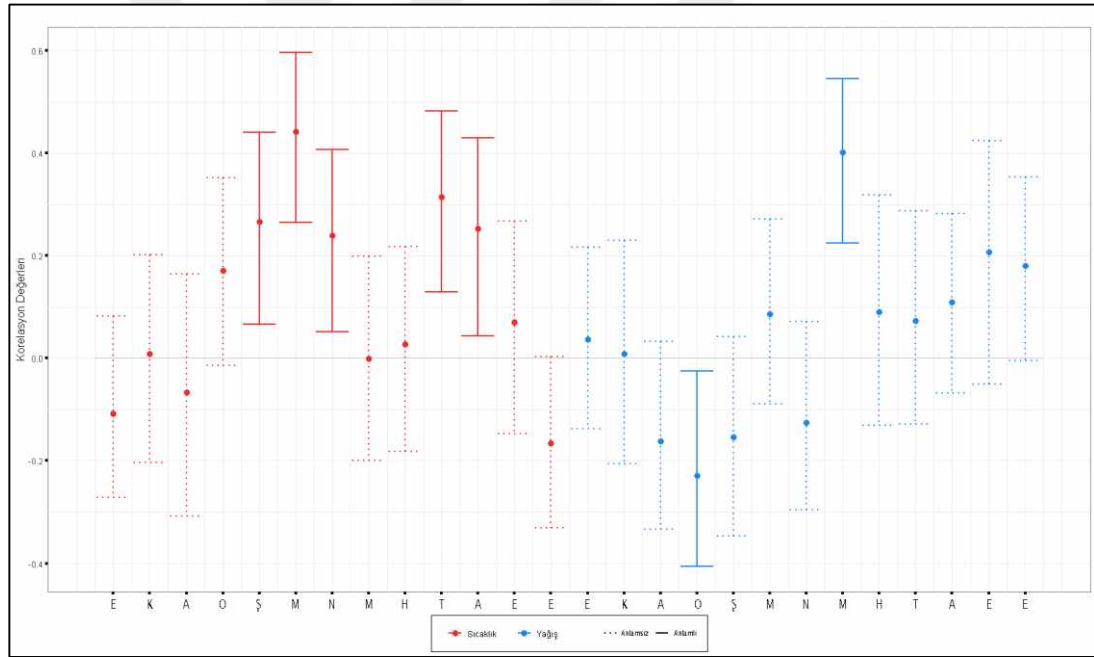
Şekil 2.23 : ORU yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).

2.2.1.2. CIK Yöresi Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

CIK yöresinde, yağış ve sıcaklık verileri ile yıllık halka genişlikleri arasında korelasyon katsayısı sonuçlarında belirgin ve anlamlı ilişkilerin olduğu aylar bulunmaktadır.

(a)Yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Şubat-Mart-Nisan ve Temmuz-Ağustos aylarına ait sıcaklık değerlerinin yıllık halka gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bu ayların dışındaki tüm aylara ait sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı değerleri istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu aylardan halka oluşum yılının ocak ve eylül ayı sıcaklıkları halka gelişiminde olumlu etkiye sahiptir. Önceki yılın Kasım ayı ile halka oluşum yılının Mayıs-Haziran sıcaklıkları ise 0'a yakın korelasyon değerleriyle temsil edilmektedir. Yine önceki yılın Ekim, Aralık ayları sıcaklıkları ile halka oluşum yılının ekim ayı sıcaklıkları ise halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Şekil 2.24)

(b) Yıllık halka genişlikleri-yağış ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Mayıs ayı yağış değerlerinin ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu, Ocak ayı yağış değerlerinin ise ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) fakat olumsuz etkisi olduğu görülmektedir. Önceki yılın Ekim ve Kasım ayı yağış değerleri ile halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı değerleri 0'a yakındır. Halka oluşum yılının Mart ve yaz dönemi (Haziran, Temmuz, Ağustos) ayları ile sonbahar başındaki (Eylül, Ekim) aylara ait yağış değerlerinin yıllık halka gelişimleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. Önceki yılın Aralık ve halka oluşum yılının Şubat ve Nisan aylarının ise halka gelişimleri üzerinde olumsuz bir etkisi görülmektedir (Şekil 2.24).



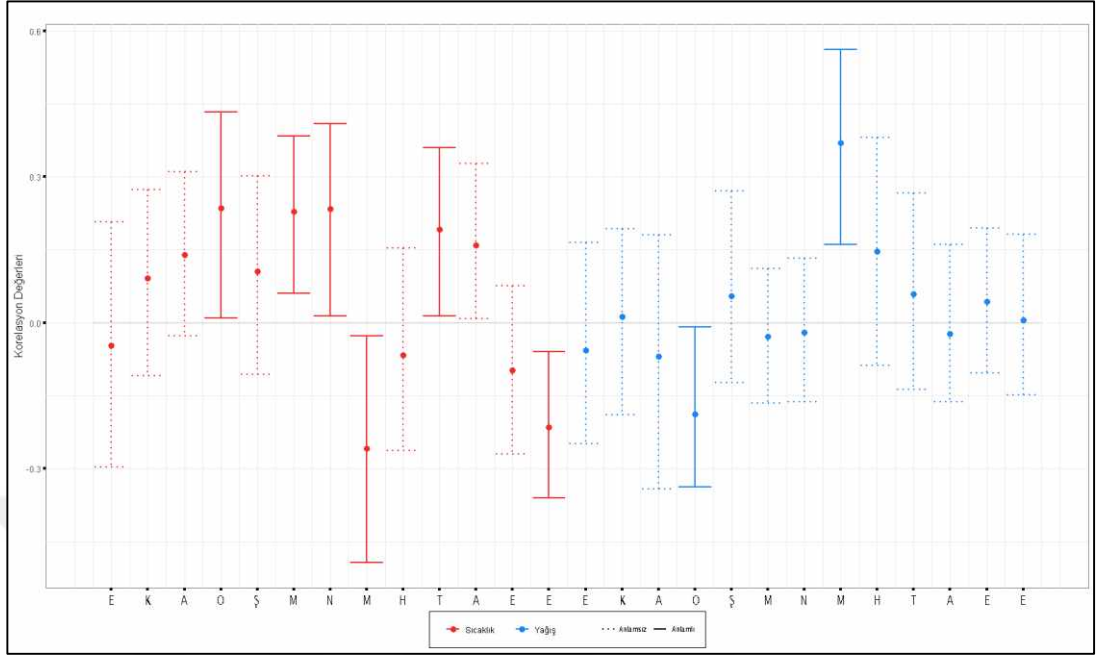
Şekil 2.24 : CIK yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).

2.2.1.3. GAV Yöresi Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

GAV yöresinde, sıcaklık ve yağış değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasında korelasyon katsayısı sonuçlarında belirgin ve anlamlı ilişkilerin olduğu aylar bulunmaktadır.

(a) Yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Ocak-Mart-Nisan ve Temmuz aylarına ait sıcaklık değerlerinin yıllık halka gelişiminde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. Önceki yılın Kasım, Aralık ayları ve halka oluşum yılının Şubat ve Ağustos ayı sıcaklıkları da halka gelişiminde olumlu etkiye sahiptir. Bu yörede halka gelişim yılının Mayıs ve Ekim ayı sıcaklıklarının yıllık halka gelişiminde anlamlı (0.95 güven düzeyi) fakat olumsuz yönde etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tüm yöreler içerisinde Mayıs ayı sıcaklıklarının en kuvvetli olumsuz etkisi GAV yöresinde ortaya çıkmıştır. Bu ayların dışında önceki yılın ekim ayı ve halka oluşum yılının Eylül ayı sıcaklıkları halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Şekil 2.25).

(b) Ağaç halkası-yağış ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Mayıs ayı yağış değerlerinin, ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi, Ocak ayı yağış değerlerinin ise ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumsuz etkisi olduğu bulunmuştur. Halka oluşum yılının Haziran ve Temmuz ayı yağış değerlerinin halka gelişimleri üzerinde olumlu etkisinin devam ettiği fakat bu aylar dışındaki korelasyon katsayılarının 0'a yakın olduğu görülmektedir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25 : GAV yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).

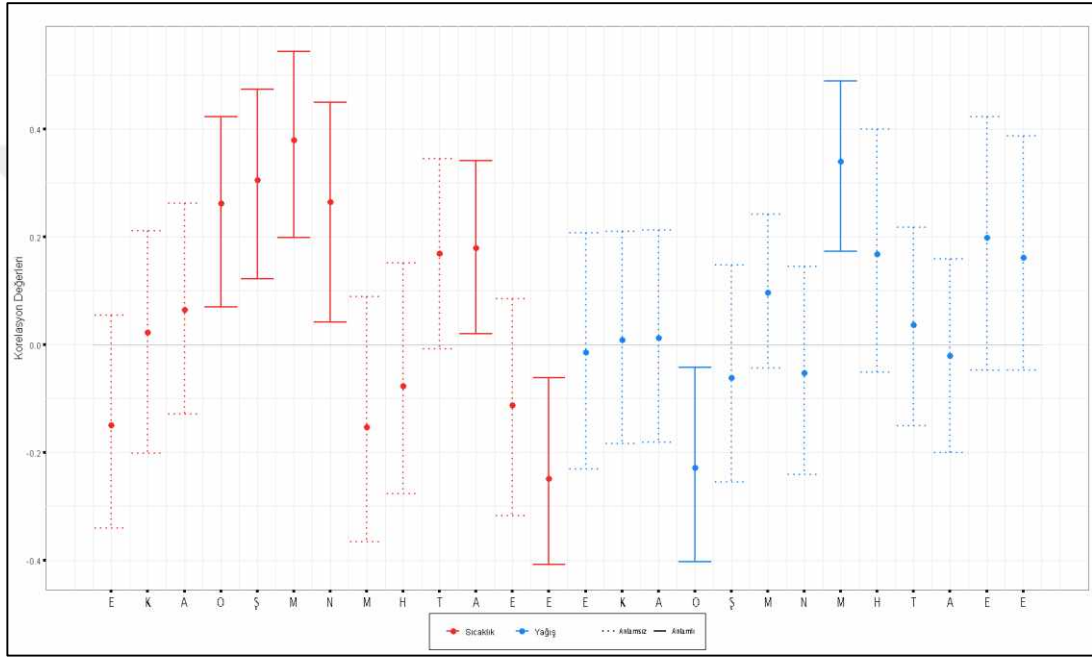
2.2.1.4. BAK Yöresi Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

BAK yöresinde, sıcaklık ve yağış değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasında korelasyon katsayısı sonuçlarında belirgin ve anlamlı ilişkilerin olduğu aylar bulunmaktadır.

(a)Yıllık halka genişlikleri -sıcaklık ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Ocak-Şubat-Mart-Nisan ve Ağustos aylarına ait sıcaklık değerlerinin yıllık halka gelişiminde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkilere sahip olduğu görülmektedir. Halka gelişim yılının Ekim ayı sıcaklıkları ise yıllık halka gelişiminde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ancak olumsuz etkiye sahiptir. Bu ayların dışında önceki yılın Kasım, Aralık ayları ve halka oluşum yılının temmuz ayı sıcaklıkları halka gelişiminde olumlu etkiye sahiptir. Önceki yılın Ekim ayı sıcaklıkları ile halka oluşum yılının Mayıs-Haziran ayı sıcaklıkları ise halka gelişimleri üzerinde olumsuz bir etki göstermektedir (Şekil 2.26).

(b)Yıllık halka genişlikleri-yağış ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Mayıs ayı yağış değerlerinin ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve

olumlu etkiye, Ocak ayı yağış değerlerinin ise ağaç halkası gelişimlerine anlamlı (0.95 güven düzeyi) ancak olumsuz etkiye sahip olduğu görülmektedir. Halka oluşum yılının Mart, Haziran, Eylül ve Ekim ayları yağış değerleri ise halka gelişimleri üzerine olumlu etkilere sahiptir. Bunun dışındaki aylara ait değerler ile halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları 0'a yakın değerlerle temsil edilmektedir (Şekil 2.26).



Şekil 2.26 : BAK yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).

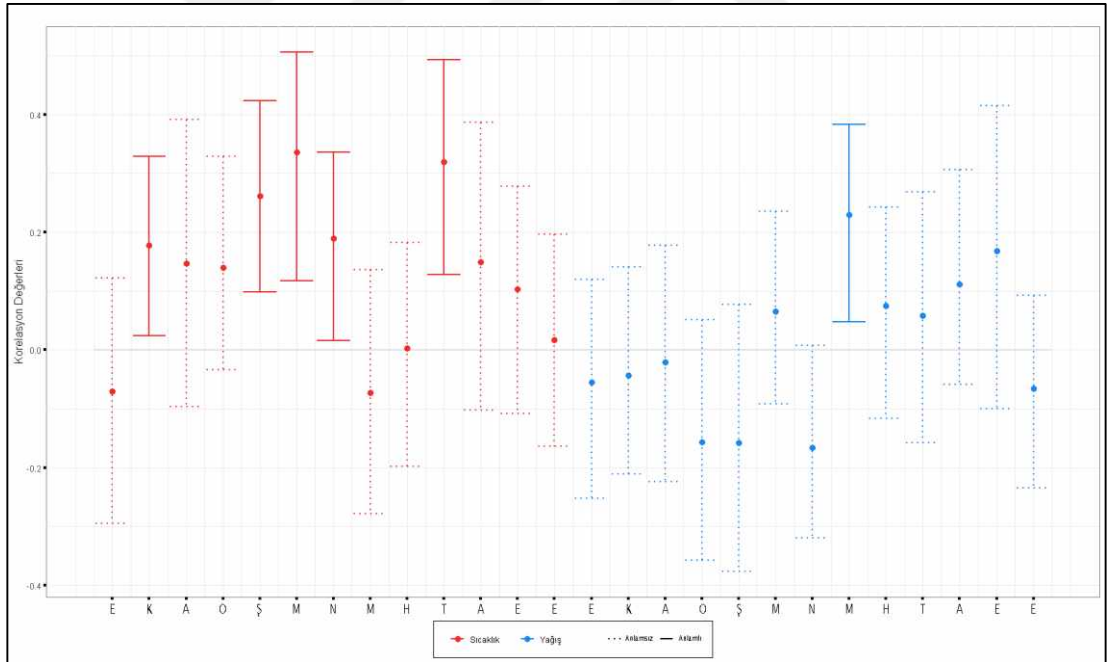
2.2.1.5. SAD Yöresi Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkileri

SAD yöresinde, sıcaklık ve yağış değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasında korelasyon katsayısı sonuçlarında belirgin ve anlamlı ilişkilerin olduğu aylar bulunmaktadır.

(a)Yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkisi: Yörede önceki yılın Kasım ayı ile halka oluşum yılının Şubat-Mart-Nisan ve Temmuz ayları sıcaklık değerlerinin yıllık halka gelişimine anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bu olumlu etki Ağustos-Ekim arasındaki dönemde azalmakta ve ekim ayında 0'a

yakın korelasyon katsayısı değerleri temsil edilmektedir. Önceki yılın Aralık ayı ve halka gelişim yılının Ocak ayı sıcaklıkları ise ağaç halkası gelişimlerinde olumlu etkiye sahiptir. Halka oluşum yılının Mayıs ayı, önceki yılın ise Ekim ayı sıcaklıklarının halka gelişimi üzerinde olumsuz etkisi olduğu görülmektedir (Şekil 2.27).

(b)Yıllık halka genişlikleri-yağış ilişkisi: Yörede halka oluşum yılının Mayıs ayı yağış değerlerinin, ağaç halkası gelişimi üzerinde anlamlı (0.95 güven düzeyi) ve olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bunun dışında yörede anlamlı ilişkiler gösteren başka bir ay bulunmamaktadır. Haziran-Eylül ayları arasındaki yağış değerleri ise halka gelişimleri üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Halka oluşum yılının Ocak, Şubat, Nisan, Ekim ayları ile önceki yılın ekim-aralık aylarındaki yağış değerleri ise ağaç halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27 : SAD yöre kronolojisi ile aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (düz çizgiler istatistiksel olarak 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişkileri, kesikli çizgiler anlamsız ilişkileri göstermektedir).

2.2.2. Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimi

Yıllık halka genişlikleri-iklim arasındaki korelasyon katsayısı analizlerine göre ortaya çıkan ilişkilerin zamansal istikrarını test etmek için çalışma alanından elde edilen 3 ladin (ORU, CIK, SAD) ve 2 sarıçam (BAK, GAV) türüne ait yöre kronolojilerine hareketli korelasyon fonksiyonu uygulanmıştır. Bu analizin yapılmasındaki amaç iklimde meydana gelen değişimin, alandan toplanan ağaçların yıllık halka gelişimleri üzerindeki etki ve yönünü anlamaktır. Bu sayede ağaçlar üzerinde sınırlayıcı temel iklim faktörlerinin (sıcaklık ve yağış) zaman içerisinde meydana gelen değişimlerinde, ağaçların değişen koşullara nasıl tepkiler verdiği veya ortaya çıkan tepkilerin/ilişkilerin zamansal tutarlılığı anlaşılmış olacaktır.

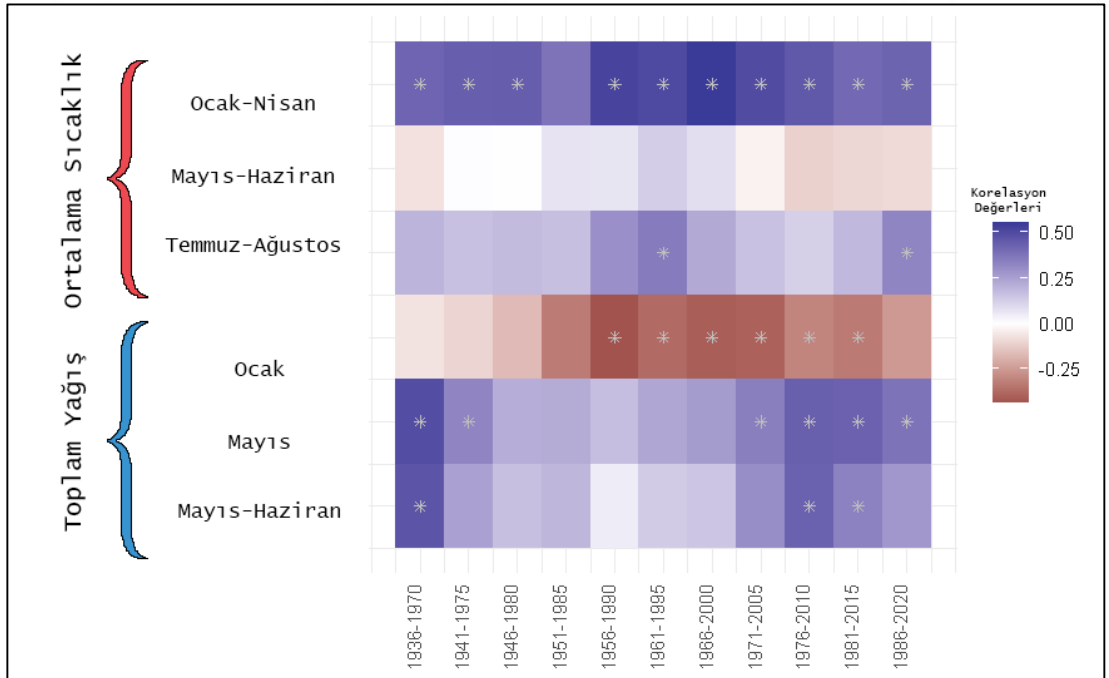
Korelasyon katsayısı analizlerinde olduğu gibi yıllık halka genişlikleri ile iklim veri setleri arasındaki ilişkiler, hareketli korelasyon fonksiyonu analizlerinde de benzer sonuçlar göstermiştir. Hareketli korelasyon analizlerinde uzun zaman aralığı ve korelasyon katsayısı yönteminde istasyonlarla benzer iklim-büyüme ilişkileri göstermesi gibi nedenlerden dolayı CRU TS4.05 grid iklim verisi, tüm hareketli korelasyon analizlerinin yöreler için yorumlanmasında kullanılmıştır.

2.2.2.1. ORU Hareketli Korelasyon Analizi

ORU yöresi için yapılan korelasyon katsayısı analizleri sonucunda halka oluşum yılının Ocak-Nisan (Ocak, Şubat, Mart, Nisan), Mayıs-Haziran ve Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklık değerleri ile Ocak, Mayıs ve Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimleri üzerinde anlamlı ve olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.23). Bu nedenle hareketli korelasyon analizlerinde bu aylara ait iklim değerleri kullanılmıştır. Belirtilen aylara ait ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak-Nisan dönemi sıcaklıklarının analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişiminde gösterdiği anlamlı ve olumlu etkiyi koruduğu görülmektedir. Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklıklarının ise analiz edilen zaman aralığında değişkenlik göstermekle beraber genel olarak anlamsız ilişkilere sahip olduğu (son yıllarda bu etki negatif değerlere dönmekte) söylenebilir. Temmuz-Ağustos dönemi

sıcaklıklarının ise analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişiminde olumlu etkisini devam ettirdiği görülmektedir (Şekil 2.28). Bu olumlu etki sadece bazı dönemlerde yıllık halka gelişimi üzerinde anlamlı değerlere ulaşmaktadır.

Diğer taraftan belirtilen aylara ait aylık toplam yağış değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak ayı toplam yağış değerlerinin analiz edilen zaman aralığı için özellikle 1950 sonrasında yıllık halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum 1950’li yıllardan sonra istatistiksel olarak anlamlı değerlere ulaşmaktadır. Mayıs ayı ve Mayıs-Haziran ayı toplam yağış değerleri ise analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişimlerinde bazı dönemlerde zayıf ilişkiler gösterse bile olumlu etkisini koruduğu görülmektedir. Bu aylara ait değerler benzer zaman aralıklarında benzer anlamlı değerlere ulaşmaktadır. Bu olumlu etki özellikle analiz edilen zaman aralığında 1970 sonrası dönem için halka gelişimlerinde anlamlı değerler göstermektedir (Şekil 2.28).



Şekil 2.28 : ORU yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

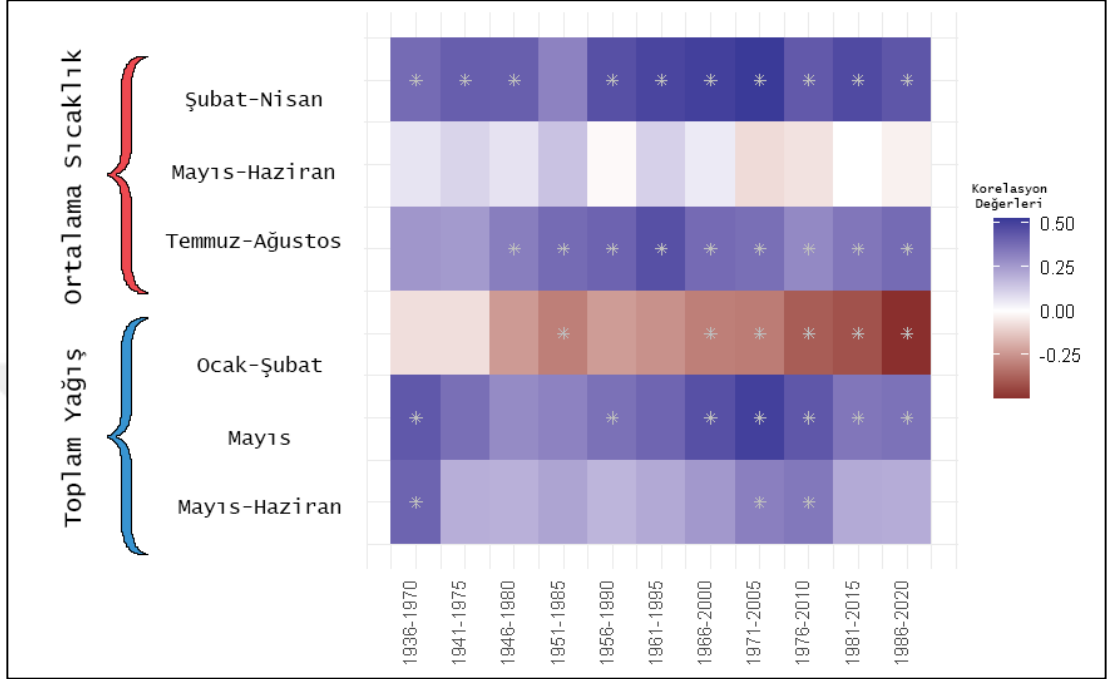
2.2.2.2. CIK Hareketli Korelasyon Analizi

CIK yöresi için yapılan korelasyon katsayısı analizi sonucunda, halka oluşum yılının Ocak-Nisan, Mayıs-Haziran ve Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklık değerleri ile halka oluşum yılının Ocak ve Şubat ayları, yine halka oluşum yılının Mayıs ve Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin, yıllık halka gelişimleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ve anlamlılık gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2.24). Bu nedenle hareketli korelasyon analizlerinde bu aylara ait değerler ile yıllık halka gelişiminde yöredeki zamansal değişim ve ağaçların bu değişime verdikleri tepkilerin zamansal tutarlılığı analiz edilmiştir.

Belirtilen aylara ait ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak-Nisan dönemi sıcaklıklarının analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişiminde gösterdiği anlamlı ve olumlu etkiyi koruduğu görülmektedir. Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklıkları ise analiz edilen zaman aralığında yıllık halka gelişimleri üzerinde anlamlı değerler göstermediği görülmektedir. Burada dikkat çeken durum ise 1970 sonrası dönemde bu aylara ait sıcaklıkların etkisinin zayıflaması ve negatif yönde değişim göstermesidir. Temmuz-Ağustos dönemi sıcaklıklarının ise analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişiminde olumlu etki gösterdiği görülmektedir. Özellikle bu etki 1940-2020 zaman aralığında istatistiksel olarak anlamlı değerler göstermektedir (Şekil 2.29).

CIK yöresi için belirlenen aylara ait aylık toplam yağış değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; halka oluşum yılının Ocak ve Şubat ayları toplam yağış değerlerinin analiz edilen zaman aralığı için yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisinin tüm zaman aralığında olumsuz olduğu görülmüştür (Şekil 2.29). Özellikle bu olumsuz etkinin 1960'lı yıllar sonrasında anlamlılık kazandığı ve son yıllarda yıllık halka gelişimlerinin bu aylara ait yağış değerlerine karşı duyarlılığının arttığı görülmektedir. Mayıs ayı toplam yağış değerleri bu yöre için analiz edilen tüm zaman aralığında olumlu etkisini ve tutarlılığını korumuştur. Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimlere

olan etkisi olumlu olmakla beraber yalnız bazı dönemlerde istatistiksel olarak anlamlı değerlere erişmektedir (Şekil 2.29).



Şekil 2.29 : ÇIK yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız (*), $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

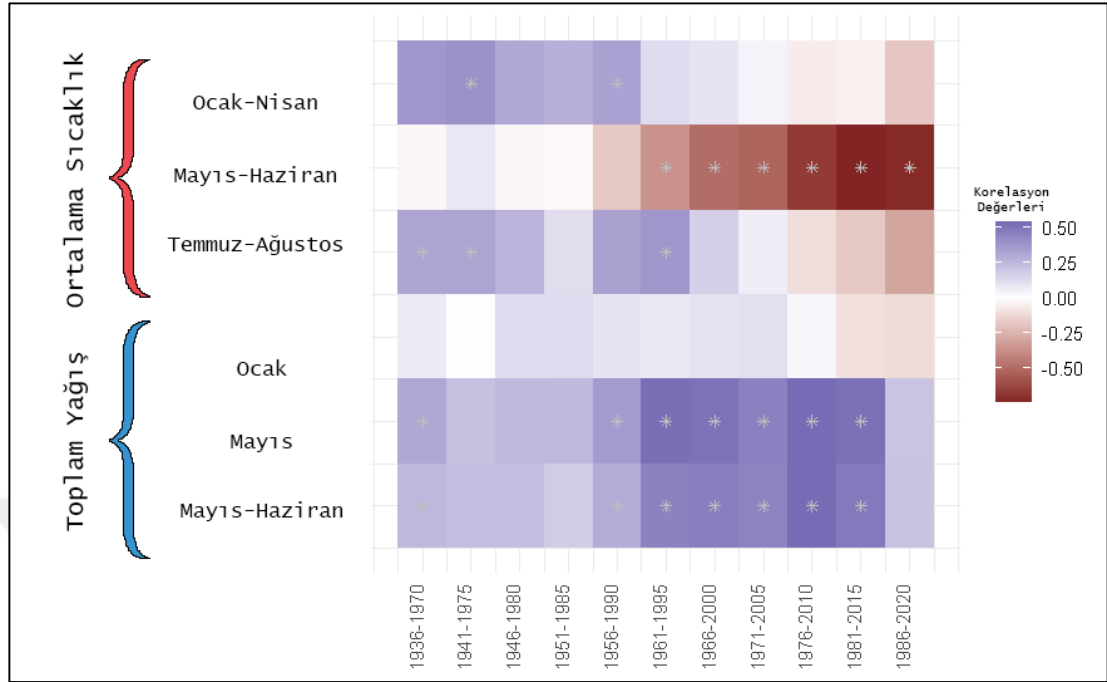
2.2.2.3. GAV Hareketli Korelasyon Analizi

GAV yöresi için yapılan korelasyon katsayısı analizleri sonucunda halka oluşum yılının Ocak-Nisan, Mart-Nisan, Mayıs-Haziran ve Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklık değerleri ile Mayıs ve Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ve anlamlılık gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2.25). Bu nedenle hareketli korelasyon analizlerinde bu aylara ait değerler ile yıllık halka gelişiminde yöredeki zamansal değişim ve ağaçların bu değişime verdikleri tepkilerin zamansal tutarlılığı analiz edilmiştir.

Belirtilen aylara ait ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak-Nisan dönemi analizlerde karşılaştırılmış fakat anlamlı ilişkilere ulaşılamamıştır. Bunun yerine korelasyon katsayısı değerlerinin daha yüksek anlamlara ulaştığı Mart-Nisan aylarına ait sıcaklıklar incelenmiştir. Bu aylara ait ilişkiler de analiz edilen zaman aralığında anlamlı sonuçlar göstermemiştir. Burada dikkat çeken nokta ise bu aylara

ait sıcaklıkların ilk yıllarda yıllık halka gelişimi üzerinde olumlu olarak ortaya çıkan etkisinin, özellikle 1960 sonrasında ortadan kalktığı ve korelasyon değerlerinin sıfıra yakın olmakla beraber negatife döndüğü görülmektedir (Şekil 2.30). Yine Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimi üzerindeki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları dikkat çekicidir. Bu yörede özellikle 1960 sonrası dönemde Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklık değerlerine karşı ağaçların duyarlılıklarının arttığı ve ağaçların bu aylardaki sıcaklık değerlerine karşı olumsuz korelasyon katsayısı değerleri verdiği görülmektedir (Şekil 2.30). Bu aylara ait sıcaklıkların yıllık halka gelişimi üzerindeki olumsuz etkisi giderek kuvvetlenen anlamlı istatistiksel değerler göstermektedir. Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklıklarının da analiz edilen zaman aralığında etkilerinin durağan olmadığı görülmektedir. Özellikle 1960'lı yıllara kadar olan olumlu ve anlamlı etkinin bu dönemden sonra ortadan kalktığı 2000 sonrası dönemde ise bu aylara ait sıcaklıkların yıllık halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 2.30). Bu yörede yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkilerine ait hareketli korelasyon fonksiyonlarında, sıcaklığın artan olumsuz etkilerinin ön plana çıktığı görülmüştür.

GAV yöresi için belirtilen aylara ait aylık toplam yağış değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Mayıs ayı ve Mayıs-Haziran ayı yağışlarının yıllık halka gelişimlerinde önemli olduğu görülmektedir. Özellikle 1950-1960 sonrası sıcaklığın olumsuz etkisinin kuvvetlendiği yörede aynı döneme denk gelen aylardaki yağışların belirgin şekilde önem kazandığı görülmektedir (Şekil 2.30). Bu aylara ait yağış değerleri belirtilen dönemde yıllık halka genişliklerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı değerlere sahiptir.



Şekil 2.30 : GAV yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

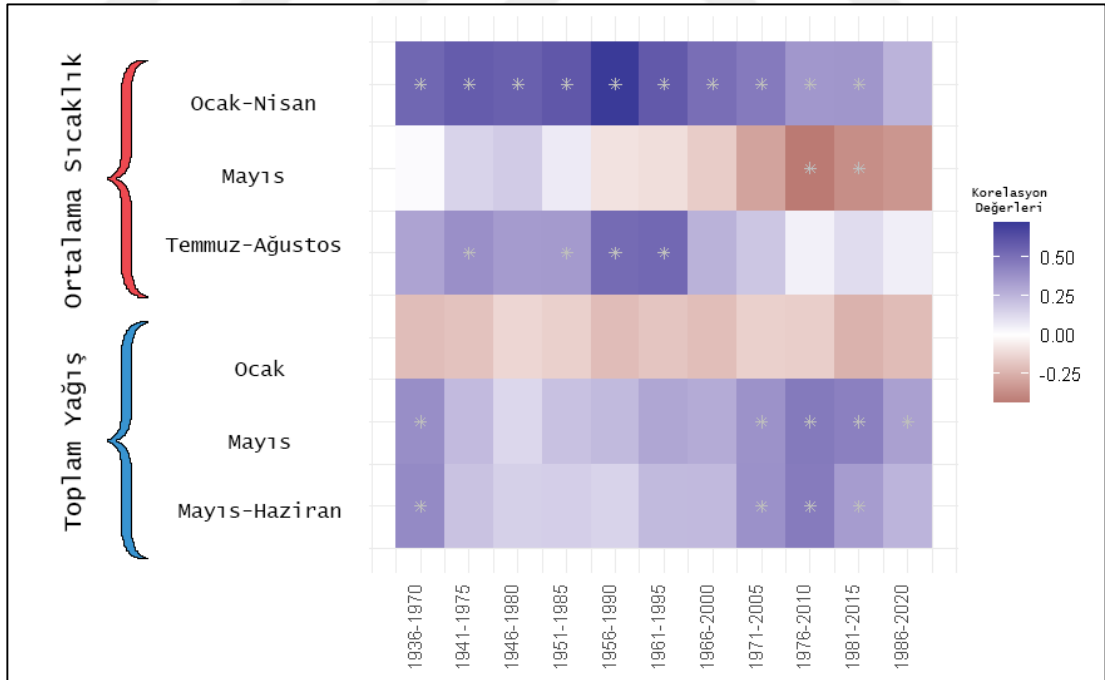
2.2.2.4. BAK Hareketli Korelasyon Analizi

BAK için yapılan korelasyon katsayısı analizleri sonucunda halka oluşum yılının, Ocak-Nisan, Mayıs, Mayıs-Haziran ve Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklık değerleri ile Ocak, Mayıs ve Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimleri üzerinde önemli etkiye sahip olduğu ve anlamlılık gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 2.26). Bu nedenle hareketli korelasyon analizlerinde bu aylara ait değerlerin ile yıllık halka gelişiminde yöredeki zamansal değişim ve ağaçların bu değişime verdikleri tepkilerin zamansal tutarlılığı analiz edilmiştir.

Belirtilen aylara ait ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak-Nisan sıcaklıklarının analiz edilen zaman aralığında anlamlı ve olumlu etkisini son yıllara kadar koruduğunu, son yıllarda ise yıllık halka genişliklerine ait ilişkilerin zayıflamaya başladığı görülmektedir (Şekil 2.31). Mayıs ve Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisinin son yıllarda kuvvetlenen olumsuz etkisi bu yörede de dikkat çekicidir. Bu yörede bu etki 1970 sonrasında

anlamalı değ rlere ulaşmakta ve aēaēların bu duruma olumsuz tepkiler verdiēi görülmektedir (şekil 2.31). Bu yörede de Temmuz-Aēustos ayları ortalama sıcaklıklarının, yıllık halka gelişimi üzerindeki etkisinin de analiz edilen zaman aralıēında ilişkiler aēısından duraēan olmadıēı söylenebilir. Özellikle 1960'lı yıllara kadar olan olumlu ve anlamalı etkinin bu dönemden sonra zayıfladıēı görülmektedir (şekil 2.31).

BAK yöresi iēin belirtilen aylara ait aylık toplam yaēıř değ rleri ile yıllık halka genişliklerine ait hareketli korelasyon katsayısı sonuēları incelendiēinde; Ocak ayı toplam yaēıřlarının yıllık halka gelişimlerinde olumsuz etkisinin olduēu fakat bu değ rlerin istatistiksel olarak anlamalı değ rlere ulařmadıēı görülmektedir (şekil 2.31). Mayıs ayı ve Mayıs-Haziran ayı yaēıř değ rleri, yıllık halka gelişimi üzerinde tüm analiz edilen zaman aralıēı iēin olumlu etkilere sahip olduēu görülmektedir. Özellikle 1970 sonrası sıcaklıēın olumsuz etkisinin kuvvetlendiēi bu yörede aynı döneme denk gelen aylardaki yaēıřların belirgin şekilde önem kazandıēı görülmektedir (şekil 2.31).



şekil 2.31 : BAK yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal deēiřimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamalı ilişkileri temsil eder).

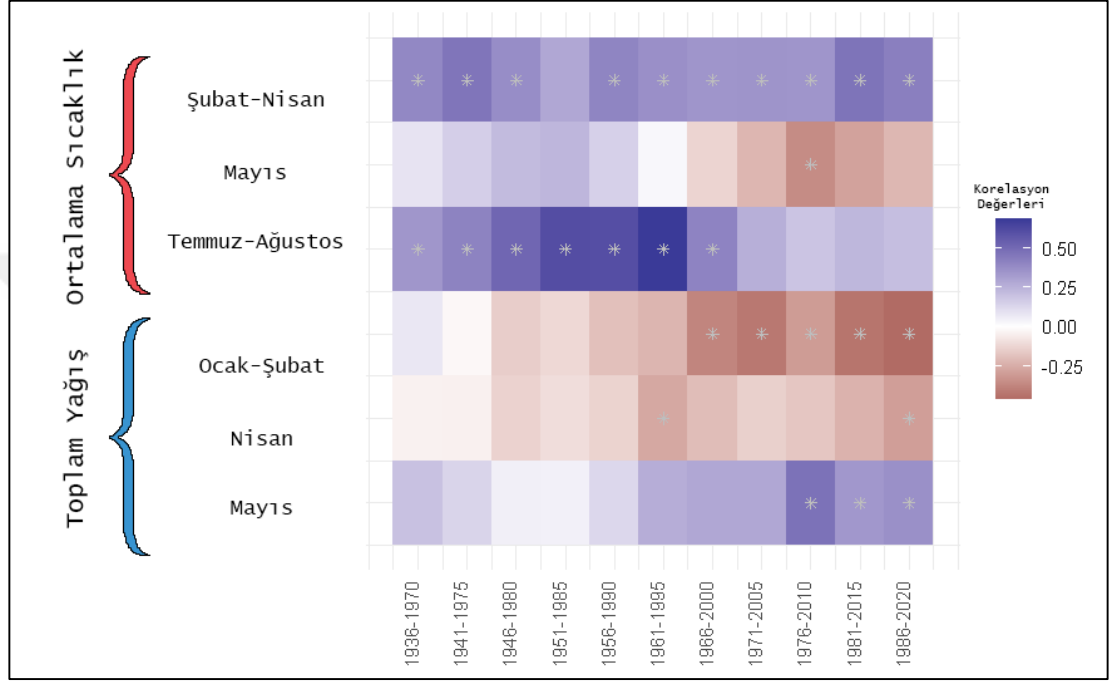
2.2.2.5. SAD Hareketli Korelasyon Analizi

SAD yöresi için yapılan korelasyon katsayısı analizi sonucunda halka oluşum yılının Şubat-Nisan, Mayıs ve Temmuz-Ağustos ayları ortalama sıcaklık değerleri ile Ocak-Şubat, Nisan ve Mayıs ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimleri üzerinde etkiye sahip olduğu ve anlamlılık gösterdiği bulunmuştur (Şekil 2.27). Bu nedenle hareketli korelasyon analizlerinde bu aylara ait değerlerin ile yıllık halka gelişiminde yöredeki zamansal değişim ve ağaçların bu değişime verdikleri tepkilerin zamansal tutarlılığı analiz edilmiştir.

Belirtilen aylara ait ortalama sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; şubat-nisan dönemi sıcaklıklarının analiz edilen tüm zaman aralığında yıllık halka gelişiminde gösterdiği anlamlı ve olumlu etkiyi koruduğu görülmektedir (Şekil 2.32). Mayıs-Haziran ayları ortalama sıcaklıklarının etkisinin ise analiz edilen zaman aralığında durağan ve anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle son yıllarda yıllık halka gelişiminde olumsuz etkisi artan mayıs ayı sıcaklık ortalaması grafikte kullanılmıştır (Şekil 2.32). Temmuz-Ağustos ayları sıcaklıklarının ise tüm zaman aralığında yıllık halka genişliklerinde olumlu ve anlamlı etkisinin olduğu fakat bu anlamlı etkinin 1970 sonrasında zayıfladığı görülmektedir (Şekil 2.32).

SAD yöresi için belirtilen aylık toplam yağış değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait hareketli korelasyon katsayısı sonuçları incelendiğinde; Ocak-Şubat ayı toplam yağış değerlerinin analiz edilen zaman aralığı için özellikle 1950 sonrasında yıllık halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu görülmektedir. Bu olumsuz etkinin özellikle 1970-2020 yılları arasında giderek yıllık halka gelişimlerinde istatistiksel olarak anlamlılık kazandığı görülmektedir (Şekil 2.32). Nisan ayı toplam yağış değerleri de ocak-şubat aylarında olduğu gibi olumsuz etkilere sahip olmakla beraber bazı dönemlerde (1966-1995, 1986-2020) anlamlı değerlere ulaştığı görülmektedir (Şekil 2.32).

Mayıs ayı yağışlarının analiz dönemi halka gelişimi üzerinde her zaman aynı etkiye sahip olmadığı ve tutarlılık göstermediği dikkat çekmektedir (Şekil 2.32). Özellikle yıllık halka gelişimlerinde olumlu olan etki 1980 sonrasında istatistiksel olarak anlamlı değerlere ulaşmaktadır.



Şekil 2.32 : SAD yöre kronolojisine ait 1930-2020 arası dönemde hareketli korelasyon katsayısının zamansal değişimi (yıldız, $p \leq 0.05$ 'te anlamlı ilişkileri temsil eder).

2.2.3. Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkiler

Dendroklimatolojik analizler kapsamında iklim-yıllık halka genişliklerine ait büyüme özelliklerinin açıklanmasında, iklim faktörlerinin büyüme üzerinde doğrusal olmayan etkilerinin belirlenmesinde yararlanılan bir yöntem olarak GAMM kullanılmıştır (Wood, 2011). Bu bakış açısıyla çalışma alanından dendrokronolojik analizler için örnek alınan yöreler üzerinden değil, bu yörelerde yer alan türler üzerinden analizler yapılmıştır. Sonuç olarak çalışma alanından elde edilen sarıçam ve Doğu ladini türlerine bu model uygulanmıştır.

Modelde aylık ortalama sıcaklık, aylık toplam yağış değerleri ve türlere ait residual kronolojiler, iklim-kronoloji ortak zaman aralığı (1930-2020) boyunca analiz edilmiştir (Şekil 2.33, Şekil 2.34). Modelde iki tür için öncelikle tüm aylık iklim değerleri ile yıllık halka gelişimi arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler incelenmiştir. Ancak korelasyon katsayısı ve hareketli korelasyon fonksiyonu yöntemlerinde olduğu gibi belirli iklim değerlerinin belirli aylarda yıllık halka gelişimleri üzerinde önemli olduğu görülmüştür. Sonuç olarak önceki dendroklimatolojik bulgulara da dayanarak (Şekil 2.25, Şekil 2.26, Şekil 2.30, Şekil 2.31), Ocak-Nisan dönemine ait ayların ortalama sıcaklıkları ile Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin türlerin yıllık halka büyüme özellikleri üzerinde doğrusal olmayan büyüme ilişkileri analiz edilmiştir.

2.2.3.1. Sarıçam

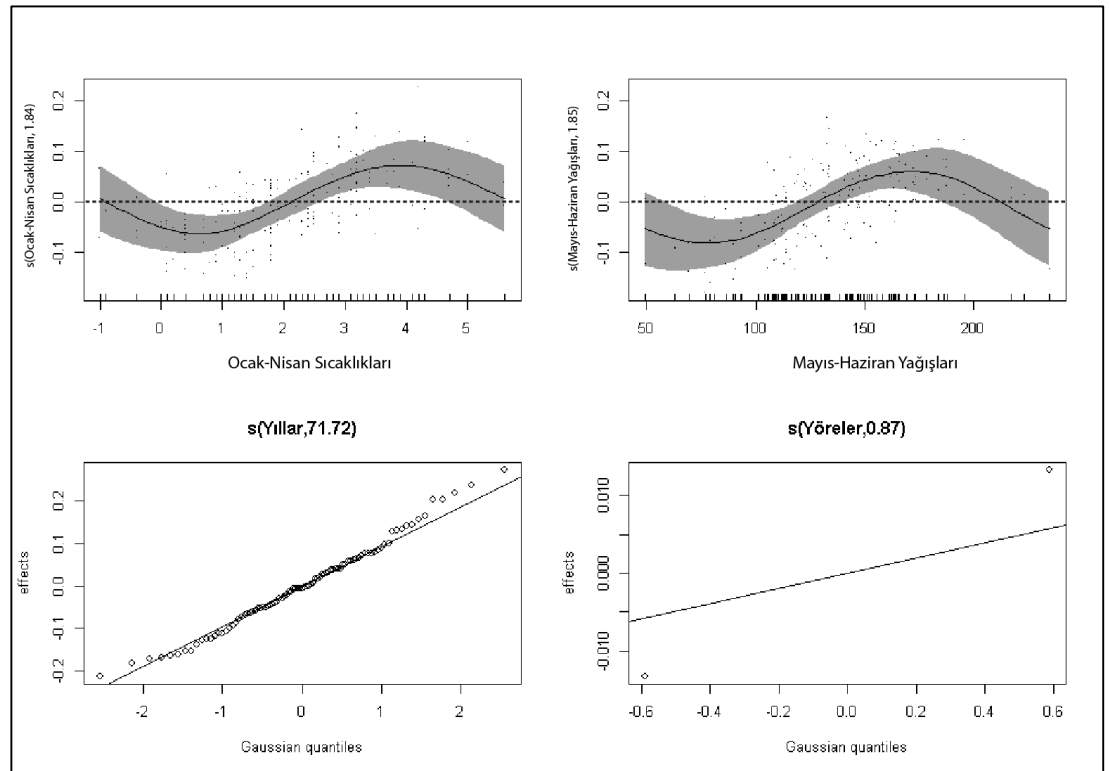
Çalışma alanında sarıçam ağaçlarının yıllık halka büyümesi üzerinde iklim faktörlerinin doğrusal olmayan etkilerinin belirlenmesi için yapılan GAMM analizinde: Hem sıcaklık hem yağış değişkenlerine ait büyüme ilişkilerinde EDF sonuçları açısından benzer değerlere (1,84) ulaşılmıştır (Tablo 2.11). Yöntemde de belirtildiği gibi 1'e eşit EDF değerleri doğrusal ilişkiyi, 1 ile 2 arasında olan EDF değerleri ($1 < EDF \leq 2$) zayıf doğrusal olmayan bir ilişkiyi ve 2'den büyük EDF değerleri doğrusal olmayan bir ilişkiyi yansıtmaktadır (Hunsicker v.d., 2016, s. 654). Model sonuçlarındaki EDF değerleri bu sınıflandırmaya göre değerlendirildiğinde sarıçam ağaçları için yıllık halka genişlikleri-iklim büyüme ilişkileri açısından zayıf doğrusal olmayan büyüme ilişkileri belirlenmiştir (Şekil 2.33, Tablo 2.11). Ayrıca

model sonuçları istatistiksel olarak 0,99 güven düzeyinde ($P < 0,001$) anlamlıdır (Tablo 2.11).

GAMM modeline göre Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarına ait dönem için eşik değeri yaklaşık 2°C olarak belirlenmiştir. Sıcaklık için analiz edilen aylarda 2°C - 4°C arasındaki sıcaklıkların büyüme üzerinde artırıcı, 4°C 'den sonra artmaya başlayan sıcaklıkların ise büyüme üzerinde azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir (Şekil 2.33). Mayıs-Haziran ayları toplam yağışları incelendiğinde ise eşik değeri yaklaşık 130 mm olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Bu değerden itibaren yaklaşık 175 mm'ye kadar olan yağış değerleri yıllık halka büyümesi üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Şekil 2.33).

Tablo 2.11: Sarıçama ait GAMM istatistik sonuçları.

GAMM için seçilen aylar	EDF değeri	F değeri	P değeri
Ocak-Nisan sıcaklıkları	1,84	146,61	<0,001 ***
Mayıs-haziran yağışları	1,84	145,52	<0,001 ***



Şekil 2.33 : Sarıçama ait GAMM çıktısı (gri tonlar % 95 güven aralığını gösterir, R^2 değeri ise 0,77'dir).

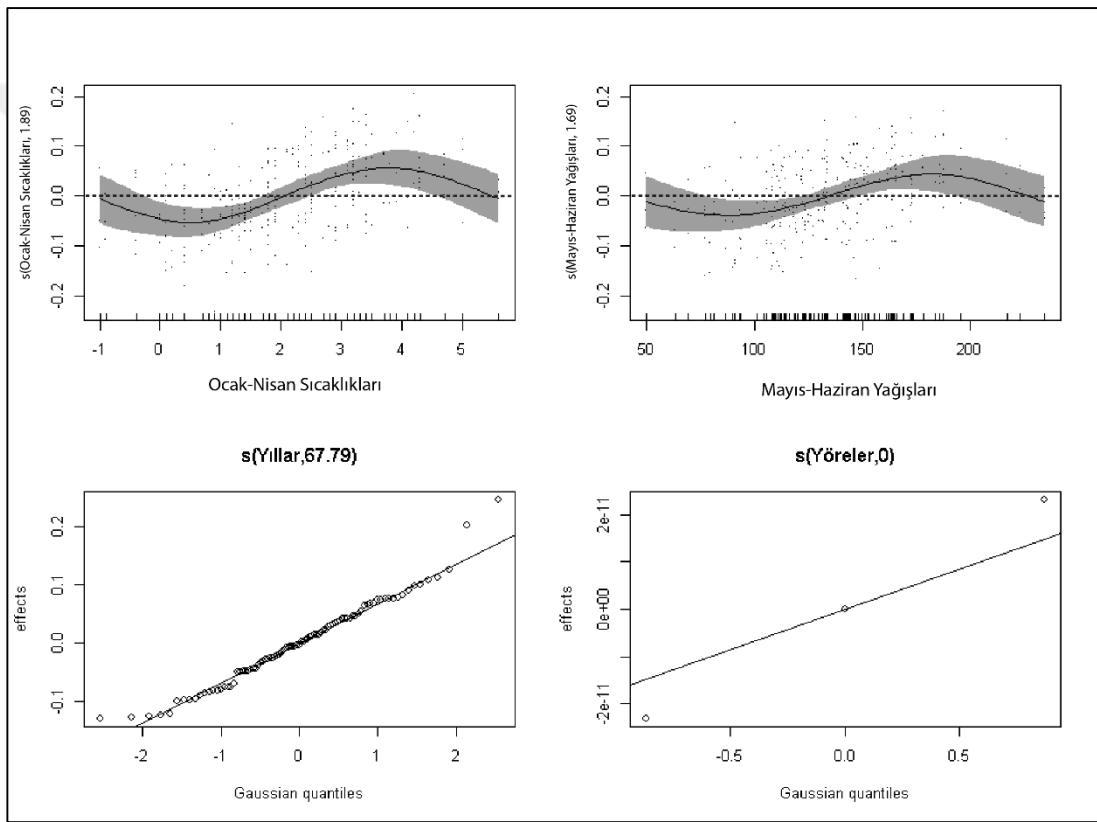
2.2.3.2. Doğu Ladini

Çalışma alanında Doğu ladini ağaçlarının yıllık halka büyümesi üzerinde iklim faktörlerinin doğrusal olmayan etkilerinin belirlenmesi için yapılan GAMM analizinde sarıçam ağaçlarında olduğu gibi doğrusal olmayan büyüme ilişkileri belirlenmiştir. Bu tür için Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarına ait dönem için elde edilen EDF değeri (1,87), Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerleri için elde edilen EDF değerinden (1,69) daha büyüktür (Tablo 2.12). Bu durum çalışma alanında türün büyümesi üzerinde büyüme döneminin başlangıcındaki sıcaklıklarının ilkbahar sonu yaz dönemi başlangıcına denk gelen aylardaki yağışlara göre daha güçlü bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Her iki değişken için de elde edilen EDF sonuçları değerlendirildiğinde yıllık halka genişlikleri-iklim büyüme ilişkileri açısından zayıf doğrusal olmayan büyüme ilişkileri görülmektedir (Tablo 2.12). Doğu ladini türü için de model sonuçları sarıçamda olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlıdır. Ancak analiz edilen iklim değişkenlerinin bu tür için farklı güven düzeylerinde (Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıkları = $P < 0.001$, Mayıs-Haziran ayları toplam yağışları = $P < 0.05$) olduğu görülmektedir (Tablo 2.12).

GAMM modeline göre Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarına ait dönemde sarıçam için belirlenen eşik değer ve değer aralıkları, Doğu ladini içinde benzer sonuçlar göstermiştir. Bu nedenle sarıçamda olduğu gibi Doğu ladininde de eşik değer yaklaşık 2°C olarak belirlenmiştir. Sıcaklık için analiz edilen aylarda 2°C - 4°C arasındaki sıcaklıkların büyüme üzerinde arttırıcı, 4°C 'den sonra artmaya başlayan sıcaklıkların ise büyüme üzerinde azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir (Şekil 2.34). Mayıs-Haziran ayları toplam yağışları incelendiğinde ise eşik değer sarıçam için belirlenen eşik değerden biraz daha yüksek şekilde yaklaşık 140 mm olarak belirlenmiştir. Bu değerden itibaren yaklaşık 185 mm'ye kadar olan yağış değerleri yıllık halka büyümesi üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Şekil 2.34).

Tablo 2.12 : Doğu ladinine ait GAMM istatistik sonuçları.

GAMM için seçilen aylar	EDF değeri	F değeri	P değeri
Ocak-Nisan sıcaklıkları	1,87	91,52	<0,001 ***
Mayıs-haziran yağışları	1,69	55,21	<0,05 **



Şekil 2.34 : Doğu ladinine ait GAMM çıktısı (gri tonlar % 95 güven aralığını gösterir, R^2 değeri ise 0,62'dir).

GAMM analizi ile iklim elemanlarının (sıcaklık ve yağış) yıllık halka büyüme özellikleri üzerindeki etkilerinin yaklaşık değerler ile ifadesini desteklemek adına çalışma alanında yer alan Elciğez OMGİ'ye ait sıcaklık ve yağış değerleri de incelenmiştir. İstasyonun incelenmesinde, örneklerin toplandığı yükselti aralıkları içerisinde yer alması etkili olmuştur. Bu sayede aylık ortalama sıcaklıklar, toplam yağışlarda meydana gelen değişimler ve GAMM ile belirlenen eşik değerler daha iyi anlaşılmış olacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken husus sarıçam ve Doğu ladini için CRU verisi kullanılarak yapılan GAMM analizinin 1930-2020 yıllarını kapsamasıdır. OMGİ istasyonu değerleri ise yaklaşık 5 yıllık bir dönemi temsil etmektedir. Bunun sonucu olarak kısa süreli gözlem istasyonuna ait değerler, modelde ortaya çıkan eşik değerlerden farklılık göstermekle beraber tutarlıdır.

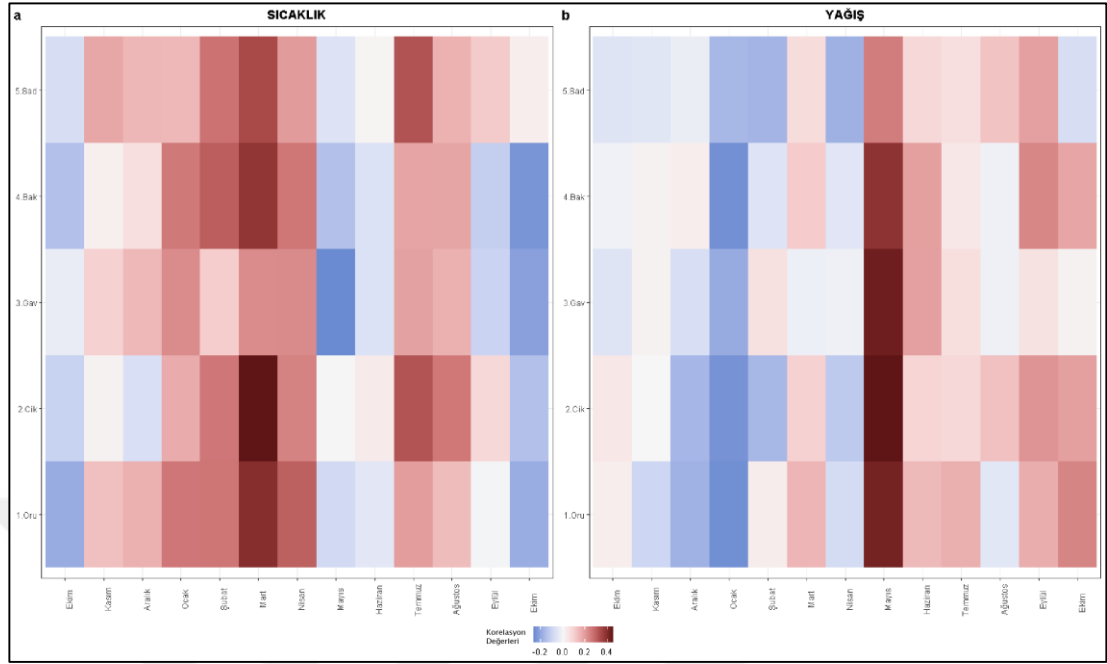
Tablo 2.13 : Kürtün Elciğez istasyonuna ait aylık sıcaklık ve yağış değerleri (2017-2020 yıllarına ait ortalamalar).

İstasyon		Rakım (m)	Rasat (yıl)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Elciğez	Sıcaklık	1931	4	-3,4	-2	1,1	3,8	8,9	12,4	13,4	13,5	12,7	9,5	3,1	0,6	6,1
	Yağış	1931	4	71,40	68,03	79,30	56,10	120,0	97,15	52,88	56,38	49,75	79,95	59,50	65,53	856,0

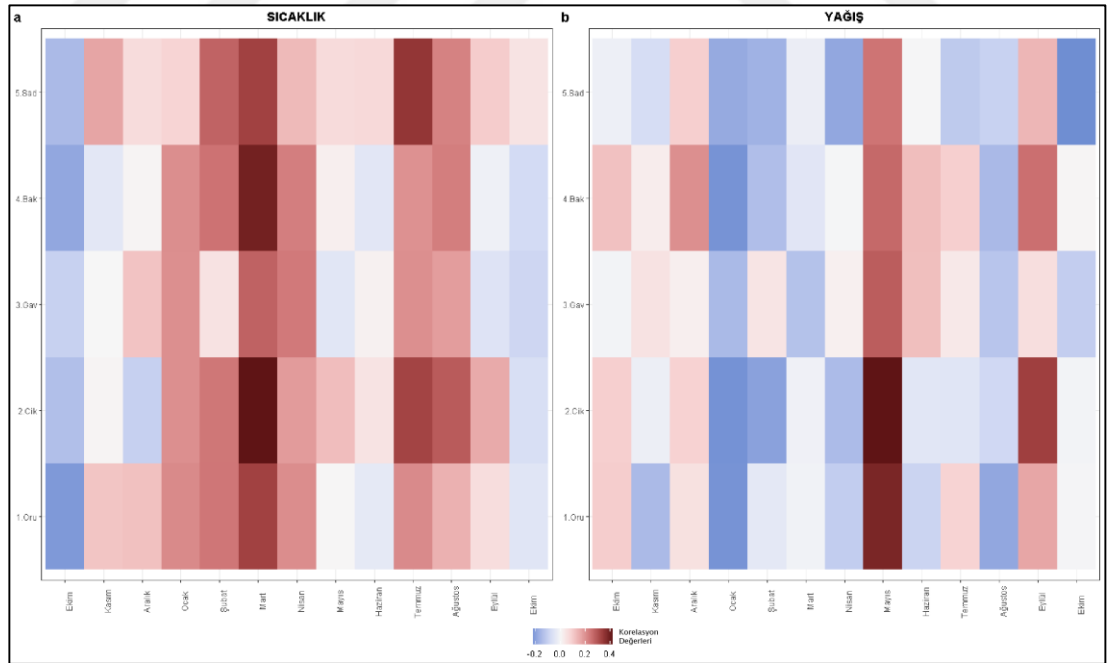
2.2.4. Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyon Bulguları

Çalışma alanında her bir yöre kronolojisi için farklı iklim veri setleri ile hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, yıllık halka genişlikleri-sıcaklık ilişkileri açısından kış sonu-erken ilkbahar (Ocak-Nisan) ve yaz sıcaklıklarının (Temmuz-Ağustos), yıllık halka genişlikleri-yağış ilişkileri açısından ise ilkbahar sonu-yaz dönemi (Mayıs, Mayıs-Temmuz) yağışlarının büyüme üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Şekil 2.35, Şekil 2.36, Şekil 2.37, Şekil 2.38). Farklı iklim verileri kullanılarak yıllık halka büyüme ilişkilerinde ortaya çıkan bu benzer sonuçlara dayanarak Ocak-Nisan/Şubat-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarının ve Mayıs-Haziran-Temmuz ayları toplam yağış değerlerinin rekonstrüksiyon denemelerinin yapılmasına karar verilmiştir.

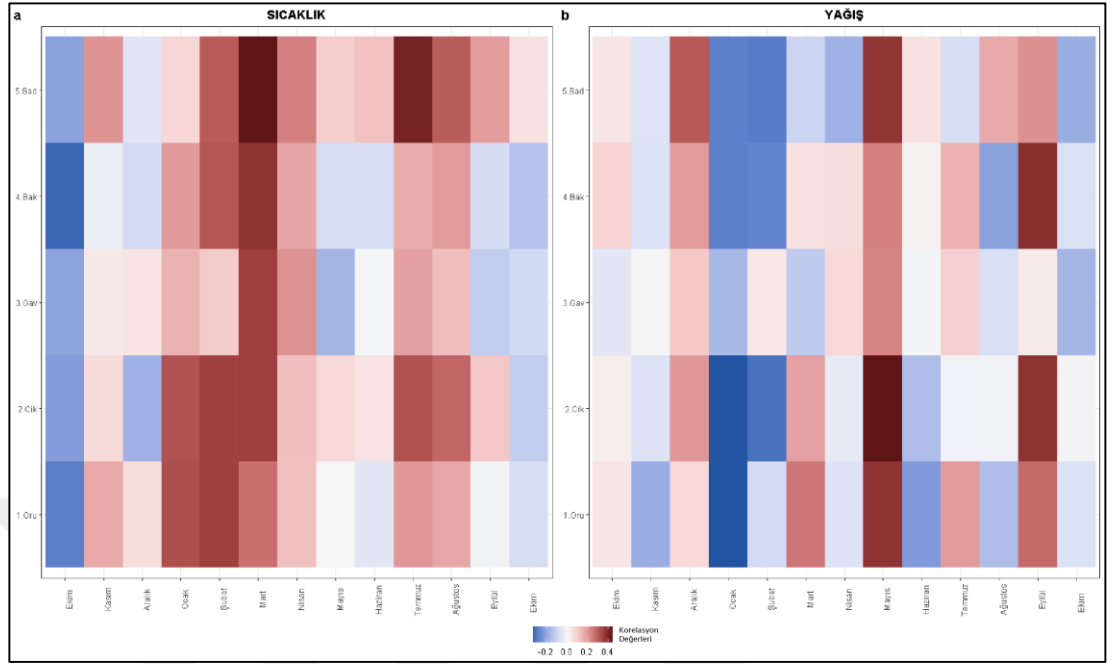
Bunun için öncelikle her bir iklim veri setinde yukarıda rekonstrüksiyon için belirlenen aylara ait anlamlı değerler (korelasyon katsayısı değeri) gösteren yöreler, Temel Bileşenler Analizine tabi tutulmuştur. Bunun sonucunda orijinal yıllık halka genişliklerine ait veri kümesini temsil eden öz vektörler elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak her bir iklim veri seti için regresyon analizleri yapılmıştır. Ancak çalışma alanının uzun süreli gözlem istasyonlarına olan uzaklığı, çalışmada farklı yükselti basamaklarını ve ortam şartlarını temsil eden yöre kronoloji sayısının az olması, örneklenen türlerin iklimle olan ilişkilerinde görülebilen farklılıklar gibi sebeplerden dolayı rekonstrüksiyon için yapılan analizlerde istenilen sonuçlara ilk adımda ulaşamamıştır.



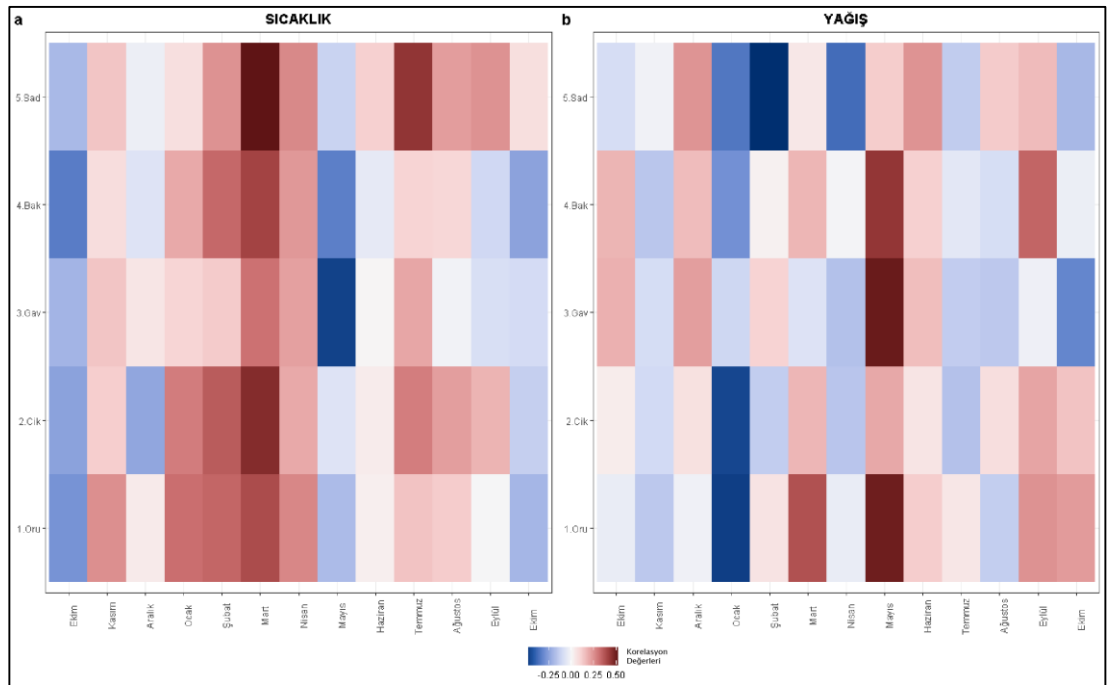
Şekil 2.35 : Tüm yörelerin CRU grid iklim verisine (1930-2020) ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.



Şekil 2.36 : Tüm yörelerin Giresun (1940-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.



Şekil 2.37 : Tüm yörelerin Giresun (1965-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.



Şekil 2.38 : Tüm yörelerin Gümüşhane (1965-2020) iklim verisine ait sıcaklık ve yağış değişkenleri ile olan korelasyon değerleri.

Yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı anlam ve güven testleri açısından olması gereken değerlere ulaşılamamış olması, korelasyon gösteren aylara ait değerlerin geriye yönelik tahminin yapılmasında sınırlılık oluşturmaktadır. Sonuçları daha iyi göstermek adına CRU grid iklim verisi ve Gümüşhane MGM verisine ait belirlenen aylar ve iklim değerleri için yapılan regresyon analizi sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir (Tablo 2.14, Tablo 2.15). Bu iklim verilerinden en yüksek regresyon sonuçlarına ise Gümüşhane iklim verisi kullanılarak, Ocak-Nisan/Şubat-Nisan dönemi sıcaklıkları için yapılan analizde ulaşılmıştır (Tablo 2.15).

Tablo 2.14. CRU grid iklim verisi kullanılarak (1930-2020) yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.

Rekonstrüksiyon	İklim Parametresi	İstasyon	Korelasyon Gösteren Aylar	Dönem	Çoklu R	R ²	Ayarlı R ²	F	p
Çalışma Alanı Rekonstrüksiyon (1930-2020)	Yağış	CRU Grid İklim Verisi	Mayıs-Haziran Toplam Yağışları	1930-2020	0,40	0,16	0,14	8,25	0,0005
				1930-1975*					
				1975-2020*					
			Mayıs-Temmuz Toplam Yağışları	1930-2020	0,39	0,15	0,13	7,77	0,0008
				1930-1975*					
				1975-2020*					
			Mayıs-Eylül Toplam Yağışları	1930-2020	0,40	0,16	0,14	8,43	0,0004
				1930-1975*					
				1975-2020*					
			Mayıs-Ekim Toplam Yağışları	1930-2020	0,38	0,15	0,13	7,61	0,0009
				1930-1975*					
				1975-2020*					
Çalışma Alanı Rekonstrüksiyon (1930-2020)	Sıcaklık	CRU Grid İklim Verisi	Ocak-Şubat-Mart- Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1930-2020	0,48	0,23	0,21	8,81	0,0000
				1930-1975	0,52	0,27	0,22	5,18	0,0040
				1975-2020	0,47	0,22	0,16	3,89	0,0154
			Şubat-Mart-Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1930-2020	0,48	0,23	0,21	8,82	0,0000
				1930-1975	0,46	0,22	0,16	3,76	0,0178
				1975-2020	0,50	0,25	0,20	4,76	0,0060

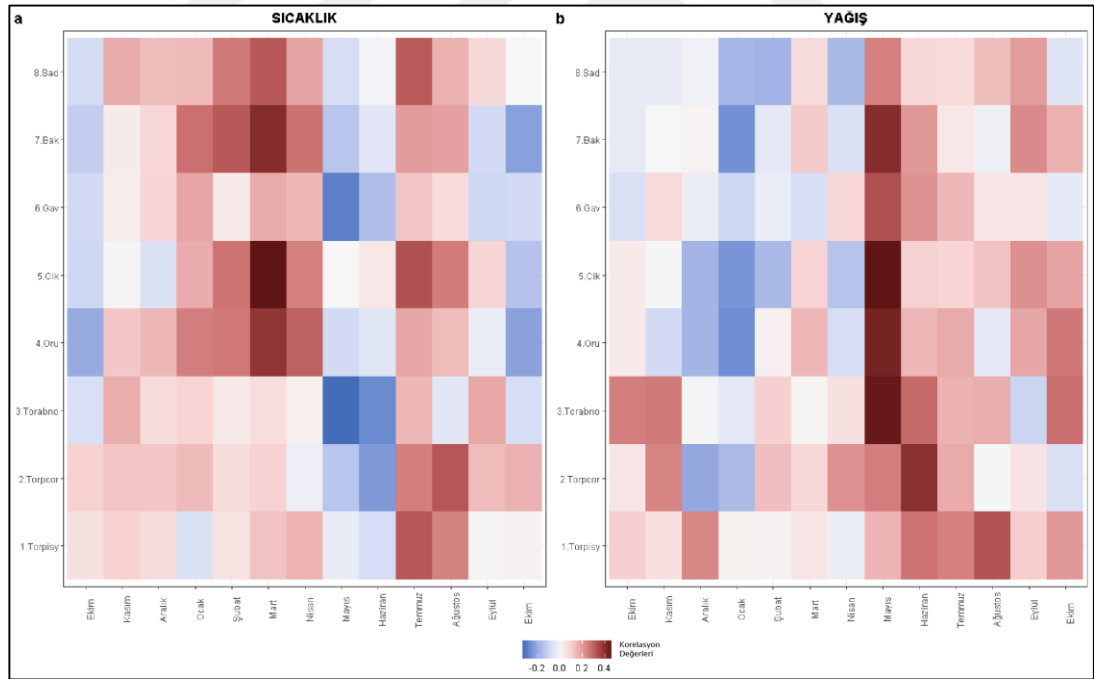
Tabloda (*) simgesi uzun dönemli istatistiksel ilişkiler anlamlı çıkmadığı için hesaplamaların yapılmadığı dönemleri ifade etmektedir.

Tablo 2.15. Gümüşhane MGM verisi kullanılarak (1965-2020) yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.

Rekonstrüksiyon	İklim Parametresi	İstasyon	Korelasyon Gösteren Aylar	Dönem	Çoklu R	R ²	Ayarlı R ²	F	p
Çalışma Alanı Rekonstrüksiyon (1965-2020)	Yağış	Gümüşhane MGM	Mayıs-Haziran Toplam Yağışları	1965-2020	0,24	0,06	0,04	3,29	0,0754
				1965-1992*					
				1993-2020*					
Çalışma Alanı Rekonstrüksiyon (1965-2020)	Sıcaklık	Gümüşhane MGM	Ocak-Şubat-Mart- Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1965-2020	0,54	0,29	0,25	7,16	0,0004
				1965-1992	0,61	0,38	0,30	4,86	0,0088
				1993-2020	0,59	0,34	0,26	4,17	0,0164
			Şubat-Mart-Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1965-2020	0,56	0,32	0,28	8,00	0,0002
				1965-1992	0,58	0,33	0,25	3,98	0,0195
				1993-2020	0,60	0,36	0,28	4,57	0,0114

Tabloda (*) simgesi uzun dönemli istatistiksel ilişkiler anlamlı çıkmadığı için hesaplamaların yapılmadığı dönemleri ifade etmektedir.

Yöre kronolojilerinin çeşitli nedenlerle rekonstrüksiyon denemelerinde ilişkileri açıklamada yetersiz kalması sebebiyle çalışma alanı ve çevresinde P. I. Kuniholm tarafından elde edilen yöre kronolojileri (turk02, turk03 ve turk04) istatistiksel anlamlılığı arttırmak için çalışmaya dahil edilmiştir (Kuniholm, 1990; NOAA, 2022). Ancak Kuniholm tarafından yapılan çalışmaların ve örneklerin alındığı tarihlerin (örneklerin alındığı yıllar 1988-1989 yılları), çalışma alanından elde edilen örneklerle olan zamansal farklılığı nedeniyle 1988 sonrası ağaç halkası verileri analizlerde kullanılamamıştır. Sonuç olarak örnek ve yöre sayısı artmış (8 yöre kronolojisi) ancak iklimsel ilişkilerin değerlendirebileceği yıl sayısında azalma olmuştur. Elde edilen tüm kronolojiler ile dendroklimatolojik işlem adımları tekrarlanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda ve eklenen kronolojilerin yağışa daha yüksek korelasyon değerleri göstermesi nedeniyle yağışın rekonstrüksiyonunun yapılmasına karar verilmiştir (Şekil 2.39).



Şekil 2.39. Tüm yörelerin CRU grid iklim verisine (1930-1988) ait sıcaklık ve yağış değişkenlerine göstermiş olduğu korelasyon değerleri.

Dendroklimatolojik rekonstrüksiyon için gerçekleştirilen analizlerde ise CRU grid iklim verisi kullanılmıştır. Bu veri hem uzun hem de Giresun MGM istasyonuna nazaran yıllık halka ilişkilerini açıklamada daha anlamlı sonuçlar vermesi nedeniyle

tercih edilmiştir. Bu veri ile yapılan analizler sonucunda Mayıs ayı ile Ekim ayı arasında gerçekleşen aylık toplam yağış değerleri gösterdiği anlamlı değerler sebebiyle Mayıs-Haziran döneminden Mayıs-Ekim dönemine kadar olan ilişkiler dönemsel olarak incelenmiştir (Tablo 2.16).

Yapılan analizler sonucunda bazı dikkat çeken durumlarla karşılaşmıştır. Burada üzerinde durulması gereken en önemli nokta, verinin rekonstrüksiyon için uygulanan yöntem aşamalarında, kalibrasyon (1930-1958) ve verifikasyon (1959-1988) dönemi olarak iki farklı döneme (model) ayrılarak incelenmesi sırasında ortaya çıkan istatistiksel farklılıklardır (Tablo 2.16).

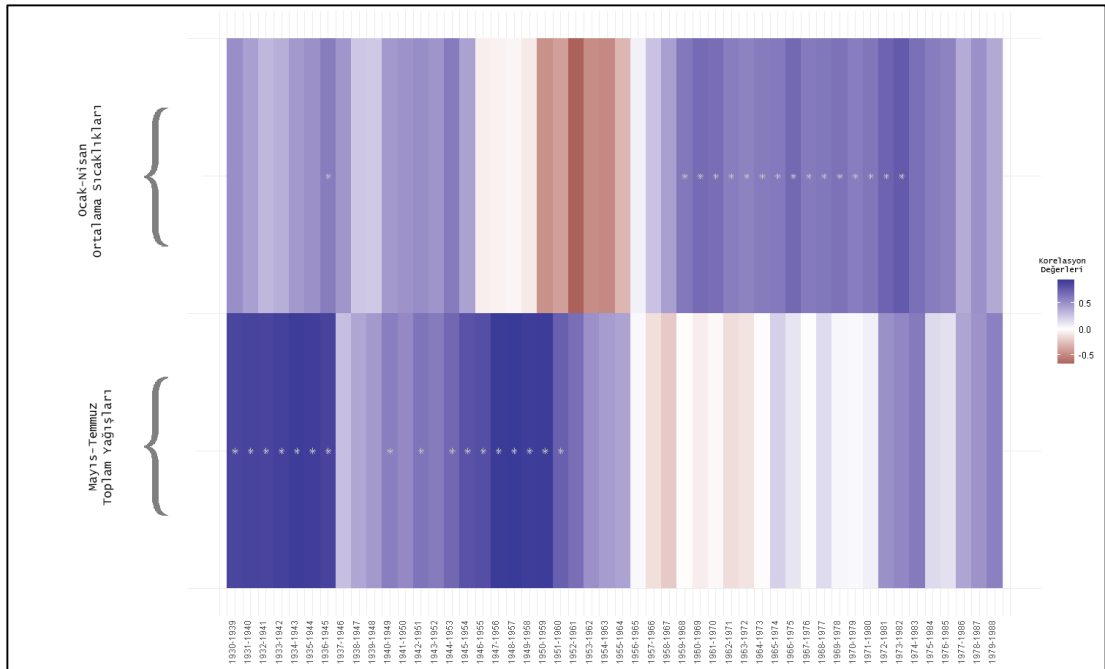
Tablo 2.16. CRU grid iklim verisi (1930-1988) kullanılarak yağış ve sıcaklık rekonstrüksiyonu için oluşturulmuş dönemlere (modellere) ait istatistik sonuçları.

Rekonstrüksiyon	İklim Parametresi	İstasyon	Korelasyon Gösteren Aylar	Dönem	Çoklu R	R ²	Ayarlı R ²	F	p
Gümüşhane Yerel Rekonstrüksiyon (1930-1988)	Yağış	CRU Grid İklim Verisi	Mayıs-Haziran Toplam Yağışları	1930-1988	0,56	0,32	0,27	6,31	0,0003
				1930-1958	0,73	0,54	0,46	6,98	0,0007
				1959-1988	0,39	0,16	0,02	1,15	0,3562
			Mayıs-Temmuz Toplam Yağışları	1930-1988	0,59	0,34	0,29	7,03	0,0001
				1930-1958	0,75	0,57	0,50	7,94	0,0003
				1959-1988	0,39	0,15	0,02	1,12	0,3709
			Mayıs-Eylül Toplam Yağışları	1930-1988	0,54	0,29	0,24	5,61	0,0008
				1930-1958	0,71	0,50	0,42	5,99	0,0017
				1959-1988	0,39	0,15	0,02	1,15	0,3584
			Mayıs-Ekim Toplam Yağışları	1930-1928	0,55	0,30	0,25	5,87	0,0005
				1930-1898	0,69	0,48	0,39	5,47	0,0028
				1959-1989	0,51	0,26	0,14	2,20	0,0981
Gümüşhane Yerel Rekonstrüksiyon (1930-1988)	Sıcaklık	CRU Grid İklim Verisi	Ocak-Şubat-Mart- Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1930-1988	0,53	0,28	0,23	5,28	0,0012
				1930-1958*					
				1959-1988*					
			Şubat-Nisan Ortalama Sıcaklıkları	1930-1928	0,455	0,207	0,148	3,53	0,0125
				1930-1898*					
				1959-1989*					

Tabloda (*) simgesi uzun dönemli istatistiksel ilişkiler anlamlı çıkmadığı için hesaplamaların yapılmadığı dönemleri ifade etmektedir.

Rekonstrüksiyon için model sonuçlarında ortaya çıkan istatistiksel farklılıkları daha iyi anlamak için belirlenen aylara ait iklim verileri ile yıllık halka genişlikleri arasındaki zamansal ilişki ve tutarlılıklar incelenmiştir. Bu inceleme için korelasyon sonuçlarında anlamlı değerler ifade eden Ocak-Şubat-Mart-Nisan ayları ortalama sıcaklıkları ve Mayıs-Haziran-Temmuz ayları toplam yağış değerleri ile PCA ile elde edilen PC'lere 10 yıllık zamansal pencere aralığında 1 yıl kaydırmalı olarak hareketli korelasyon fonksiyonu uygulanmıştır.

Regresyon analizlerinde ortaya çıkan dönemlik farklılıklar, hareketli korelasyon analizleri sonuçlarında da ortaya çıkmıştır. Özellikle bu sonuçlarda sıcaklık ve yağış için iklim-yıllık halka ilişkilerinin zamansal olarak kararlı olmadığı görülmüştür (Şekil 2.40). Mayıs-Temmuz ayları toplam yağış değerleri için 1930-1958 dönemi regresyon değerlerinin yüksek olduğu dönemde, yağış-yıllık halka ilişkilerinin de (0.05 güven aralığında) anlamlı ve kararlı olduğu görülmektedir (Şekil 2.40). Bunun aksine 1959-1988 dönemi için regresyon sonuçlarında düşük değerlerin görüldüğü dönemde, yağış-yıllık halka ilişkilerinin anlamsız ve negatif ilişkiler gösterdiği görülmektedir (Şekil 2.40). Sonuç olarak rekonstrüksiyon için verilerin (yıllık halka ve iklim verileri) farklı dönemlere ait ilişkilerinin test edildiği regresyon analizlerinde görülen (iklim-yıllık halka) dönemlik farklılıklara, yıllık halka genişlikleri iklim değerleri arasında zaman içerisinde ilişkilerde görülen değişimlerin neden olduğu görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda çalışma alanı ve çevresinde kronoloji sayısı arttırılrsa dahi yıllık halka-iklim ilişkilerinde ortaya çıkan bu zamansal tutarsızlığın (ilişkilerde durağansızlık), yapılacak rekonstrüksiyon denemelerinin gerekli istatistiksel değerlere ulaşılmasında en büyük engel olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2.40. Rekonstrüksiyon için belirlenen aylara ait yöre kronolojilerinden elde edilen PC1 arasındaki hareketli korelasyon analizi sonuçları (PC1 en yüksek varyans değerini açıkladığı için kullanılmıştır).

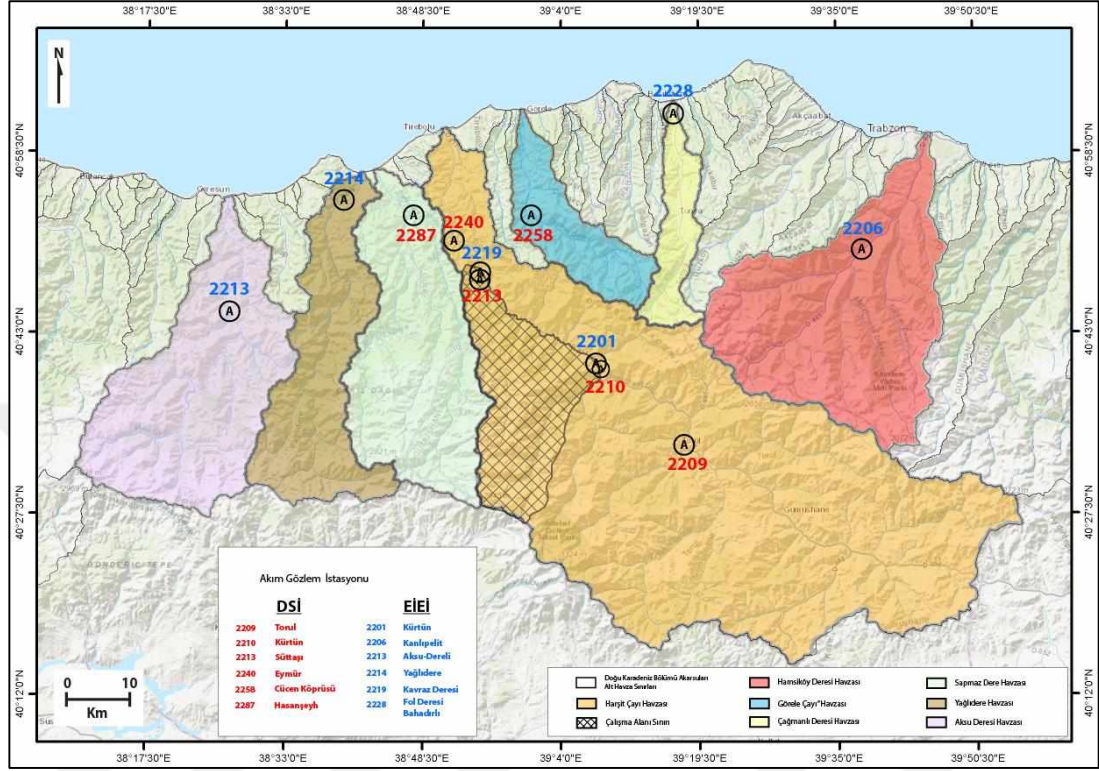
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÇALIŞMA ALANINDA DENDROHİDROGRAFYA ARAŞTIRMALARI

Dendrokronolojik analizlerin bir alt dalı olan dendrohidrografya, bir sahadaki/havzadaki akımın geçmiş yıllardaki durumunun ve zaman içerisinde gerçekleşen davranış özelliklerinin belirlenmesinde önem taşımaktadır (Avcı, 2007a). Bilindiği üzere bir ağacın büyüme ve gelişim sürecinde ve buna bağlı olarak oluşan yıllık halkalar üzerinde suyun varlığı önemli bir role sahiptir. Yeryüzüne farklı şekillerde düşen yağış (su), jeolojik, jeomorfolojik vb. fiziki faktörler altında akışa geçmektedir. Akış çok kapsamlı bir ifade olup yağışın yeryüzüne ulaşmasından kanalize olma sürecine kadar olan tüm hareketi ifade etmektedir. Tüm bu akışa geçen suyun topografyaya uyması ve kanalize olması sonucu akarsu akışı olarak tanımlanan süreç gerçekleşir (Davie ve Quinn, 2019, ss. 78-79).

Çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz Bölümü oldukça gelişmiş bir akarsu ağına sahiptir. Bu havzada kurulmuş olan akarsu ağlarından birini Harşit (Doğankent) Çayı ve kolları oluşturmaktadır. Çalışma alanının sınırlarını oluşturan Kürtün ve Gavraz Dereleri akarsu havzaları, Harşit Çayının önemli alt havzalarından bazılarını oluşturur. Ayrıca çalışma alanı ve çevresinde yer alan akarsuların çeşitli özellikleri ile (enerji elde etme, havza planlama, turizm vb.) bölüm için olan önemi arazi çalışmaları sırasında gözlemlenmiştir. Bu hususlar dikkate alınarak; yıllık halka genişlikleri ile çalışma alanında yer alan akarsuların akım (debi) özellikleri arasındaki ilişkilerin incelenmesine karar verilmiştir. Bu ilişkilerde anlamlı değerlere ulaşılması durumunda ise akım özelliklerinde zaman içerisinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma alanında yıllık halka genişlikleri ile analizlerin gerçekleştirilebilmesi için EİEİ ve DSİ'ye ait akım gözlem yıllıkları ve istasyonların bulundukları konumlar (AGİ), çalışma alanı ve çevresini kapsayacak şekilde detaylı olarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda çalışma alanı sınırları içerisinde EİEİ'e ait 2 AGİ ve DSİ'ye ait 2 AGİ yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan AGİ istasyonları haritası.

Tablo 3.1 : Çalışma alanı ve çevresinde yer alan AGİ bilgileri.

İşletme / AGİ No		İstasyon Adı	Enlem (K)	Boylam (D)	Yağış Alanı (km ²)	Yükselti (m)	Değerlendirme Süresi
DSİ	2210	Harşit Çayı-Kürtün	40° 39' 60"	39° 8' 30"	2.665,7	567	1966-1988
	2209	Harşit Çayı-Torul	40° 0' 0"	39° 17' 0"	1.900,4	925	1967-2011
	2213	Kavraz Deresi-Sütaşı	40° 47' 0"	38° 54' 0"	1.24,85	188	1968-2011
	2240	Harşit Çayı-Eymür	40° 51' 0"	38° 52' 0"	3.132,8	120	1976-2008
	2258	Görel Deresi-Cücen Köprüsü	40° 52' 0"	39° 2' 0"	162,67	300	1979-2020
	2287	Galevera Deresi-Hasanşeyh	40° 49' 0"	38° 51' 0"	256,6	355	1983-2013
Eİİ	2201	Harşit Çayı-Kürtün	40° 40' 29"	39° 07' 58'	2.753,2	490	1943-1988
	2206	Değirmen Dere-Kanlıpelit	40° 50' 01"	39° 37' 43"	737,2	263	1951-1989
	2213	Aksu-Dereli	40° 44' 24'	38° 27' 01"	736,4	248	1955-2005
	2214	Yağlıdere	40° 54' 26'	38° 39' 25"	560,4	35	1954-1972
	2219	Kavraz Deresi-Harşit	40° 48' 18"	38° 54' 56"	118,8	270	1956-1964
	2228	Fol Deresi-Bahadırılı	41° 01' 44"	39° 16' 45"	220,4	17	1960-2011

Tablo 3.2 : Çalışma alanında yer alan AGİ'lerin gözlem yıllıklarına ait özellikler (0= akım verisi eksik, 1= akım verisi mevcut, 2= akım verisi ortalama değerleri mevcut, N= akım gözlem yılı eksik).

Akarsu Gözlem İstasyonu Verileri				
Yıllar	Eİİ		DSİ	
	2201-KÜRTÜN	2219-Gavraz	2210-KÜRTÜN	2213-Sütlüce
1943	1			
1944	1			
1945	1			
1946	1			
1947	1			
1948	1			
1949	1			
1950	1			
1951	1			
1952	1			
1953	1			
1954	1			
1955	1			
1956	1			
1957	1	1		
1958	1	1		
1959	0	0		
1960	0	1		
1961	0	1		
1962	0	1		
1963	0	1		
1964	0	1		
1965	1			
1966	1		2	
1967	1		1	
1968	1		1	0
1969	1		2	2
1970	1		0	1
1971	1		0	1
1972	1		0	1
1973	1		0	1
1974	1		0	2
1975	1		0	1
1976	1		0	1
1977	1		N	1
1978	1		N	1
1979	1		0	1
1980	1		0	1
1981	1		0	1
1982	1		0	1
1983	1		0	1
1984	1		0	1
1985	1		0	1
1986	1		0	1
1987	1		0	2
1988	1		0	0
1989			0	2
1990			0	2
1991			0	2
1992			0	2
1993			0	0
1994			0	0
1995			0	0
1996			2	2
1997			2	0
1998			0	1
1999			0	1
2000			0	1
2001				0
2002				1
2003				1
2004				1
2005				1
2006				1
2007				2
2008				2
2009				1
2010				2
2011				2

Çalışma alanında karşılaştırma yapabilmek için AGİ sayısının yeterli olmasına rağmen gerek verinin uzunluğu gerek verinin kesintisiz olması durumu değerlendirildiğinde, sadece 2201 nolu EİEİ Harşit Çayı-Kürtün AGİ'nin gerekli koşulları sağladığı görülmüştür. Değerlendirme için ilk etapta gerekli koşulların sağlamasına rağmen Kürtün AGİ'ye ait her bir akım yıllığı tarandığında, 1959-1964 (5 yıl) yılları arasında akım verisinin çeşitli nedenlerle tutulmadığı, 1965 ve sonraki yıllara ait ölçümlerin tekrar kaydedildiği görülmüştür (Tablo 3.2). Kürtün AGİ akım veri setinde yer alan 5 yıllık boşluğa rağmen çalışma alanı ve çevresinde akım-yıllık halka ilişkilerinin durumunu incelemek adına, kesintisiz verinin olduğu (1965-1988) dönem korelasyon katsayısı yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil 3.2).

Burada üzerinde durulması gereken nokta, akım değerlerinin tutulduğu yıllıkların su yılı baz alınarak oluşturulmasından kaynaklı verilerde düzenleme işlemi gerekliliğinin olduğudur. Önceki yılın Ekim ayından mevcut yılın Eylül ayına kadar süreyi kapsayan su yılı içerisinde aslında önceki yıla ait verilerin de olması dikkat edilmediği taktirde analizlerde gerçeği yansıtmayan ilişkilere ve hataya neden olacaktır. Belirtilen durumla ilgili olarak; Kürtün AGİ için 1943 akım yılı verisi, 01 Ekim 1942'den 30 Eylül 1943 yılına kadar olan akım değerlerini kapsamaktadır. Burada yer alan Ekim, Kasım ve Aralık aylarının 1942 yılına ait olması bu aylardan öncesi için o yıla ait başka veri olmaması gibi nedenlerle bu aylık veriler kullanılmamıştır. Bunun yanında 1944 yılına ait su yılı verileri ise 1943 yılı verilerinin devamı niteliğinde olduğu için, 1943 yılı Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ait akım verileri 1944 akım yıllığından alınarak 1943 yılına ait takvim yılı verisi oluşturulmuştur. Böylece yıllık halka analizlerinde düzenlenmiş veri setine ait akım değerleri ile yıllık halka genişlikleri karşılaştırılmıştır.

Ayrıca dendroklimatolojik rekonstrüksiyon için yöre sayısının arttırılması ve istatistiksel ilişkilerin kuvvetlendirilmesi amacıyla kullanılan P. I. Kuniholm'e ait kronolojiler, dendrohidrografiya analizlerine de dahil edilmiştir. Burada dendroklimatolojik analizlerden farklı olarak Kürtün AGİ verisinin son gözlem yılı

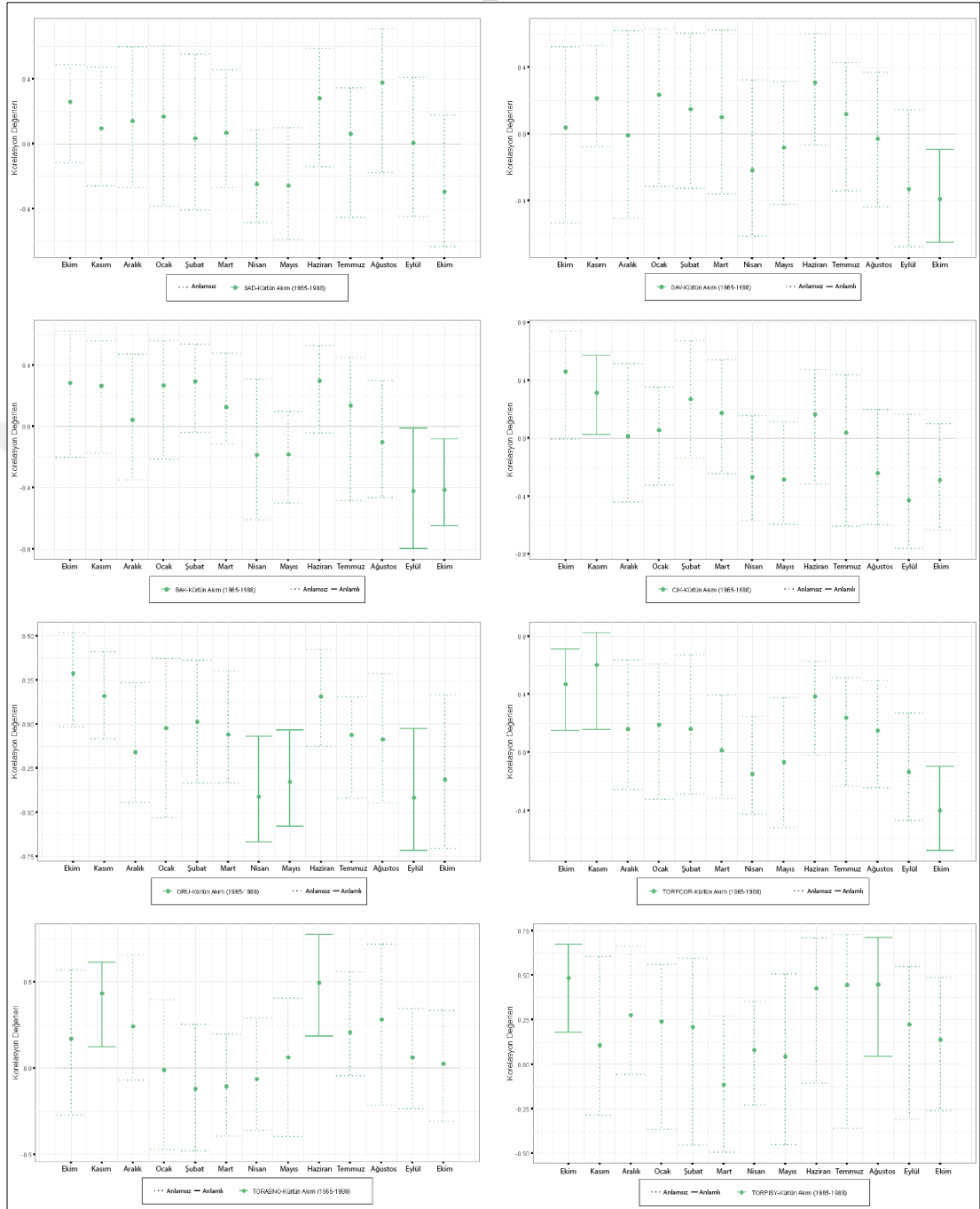
1988’de bitmektedir. Bu nedenle veriler kronoloji kaynaklı değil akım verisinin belirtilen yılda son bulması nedeniyle 1988 sonrası kullanılamamıştır.

Karşılaştırılan 24 yıllık dönem için elde edilen korelasyon katsayısı sonuçlarına göre yaklaşık olarak tüm yörelerde akım değerleri ile benzer aylarda benzer korelasyon sonuçları ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar sadece bazı aylarda istatistiksel olarak anlamlı korelasyon değerlerine ulaşmaktadır (Şekil 3.2). Özellikle AGİ için en yüksek akım değerlerinin görüldüğü Nisan-Mayıs ayları ile akım değerlerinin çok düşük seviyelere indiği Eylül-Ekim aylarında, yıllık halka-akım ilişkileri negatif korelasyon değerleri göstermiştir. Bunun dışında tüm yörelerde yıllık halka genişlikleri-akım ilişkilerinde; önceki yılın Ekim ayı ile halka oluşum yılının Mart ayları (ORU ve TORABNO’da 0’a yakın korelasyon değerleri mevcuttur) ve Haziran-Temmuz / Haziran-Ağustos ayları ortalama akımlarının yıllık halka gelişimi üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak haziran-ağustos ayları akım değerlerinin rekonstrüksiyon denemesi için kullanılabilir olup olmadığını denetlemek için bazı istatistiksel analizler yapılmıştır.

Sonuç olarak bu aylara ait akım değerleri ile anlamlı ilişkiler gösteren yöreler, Temel Bileşenler Analizi (PCA) uygulanarak varyansın büyük kısmını açıklayan PC’ler regresyon analizinde kullanılmıştır. Regresyon analizi sonuçları, dendrohidrografiya çalışmalarda rekonstrüksiyon işlemi için gerekli olan bazı değerleri sağlamıştır (Tablo 3.3). Ancak kullanılan zaman aralığının (24 yıl), kalibrasyon ve doğrulama işlemi için yeterli yılı kapsamaması nedeniyle veri setinde yer alan boşluğun tamamlanmasını gerekli kılmıştır.

Tablo 3.3 : 1965-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.

Regresyon Analizi Dönemi	Değerlendirme Süresi	R ²	Ayarlı R ²	F	P
Haziran-Temmuz Dönemi	1965-1988	0,42	0,33	4,8	P < 0,01
Haziran-Ağustos Dönemi	1965-1988	0,44	0,36	5,3	P < 0,01



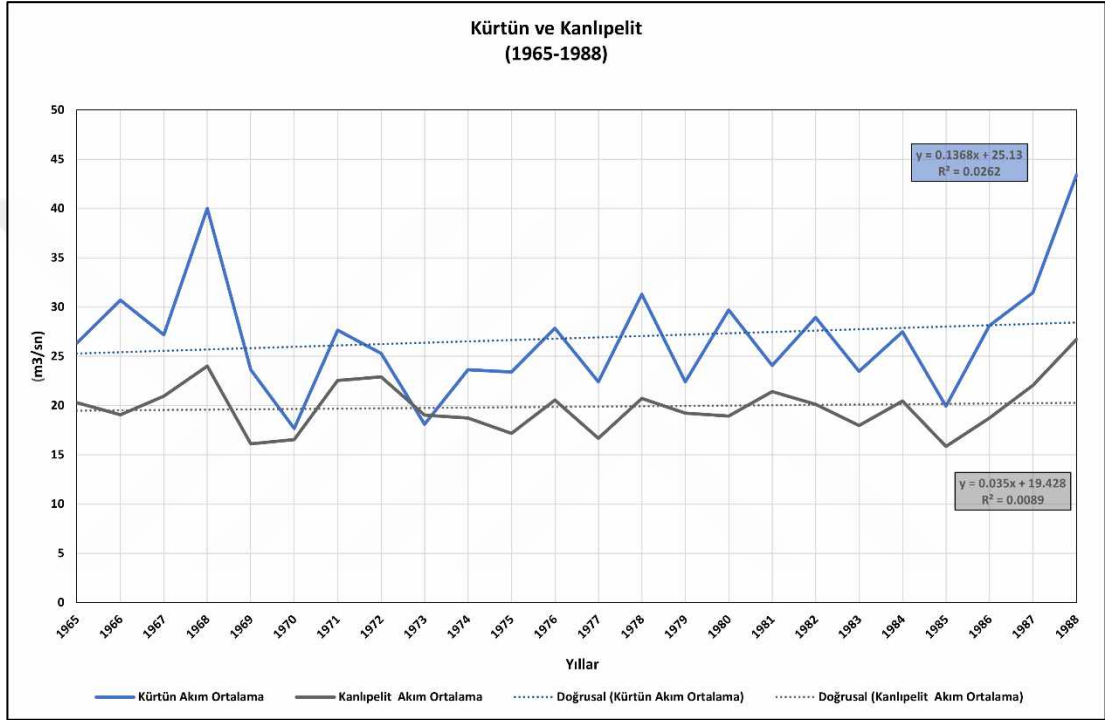
Şekil 3.2 : Yörelere ait yıllık halka genişlikleri-akım değerleri için hesaplanan korelasyon katsayısı sonuçları.

Akım gibi gözleme dayalı verilerde yer alan boşlukların tamamlanması hususunda literatür çalışmaları incelendiğinde farklı formül ve yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir (Bakış ve Göncü, 2015, s. 64; Divya ve Kaur, 2021; Gholami v.d., 2021; Gümüş ve Kavşut, 2013, s. 2; Jevšenak v.d., 2018; Nevo v.d., 2021). Bu yöntemlerden hareketle bu çalışmada Dönmez (1990) tarafından tatbik edilen yöntem, akım verilerinin tamamlanmasında kullanılmıştır. Bu yöntem, eksik verinin tamamlanması konusunda coğrafi bir bakış açısı sunması nedeniyle (karşılaştırma istasyonu seçim kriterleri açısından topografya koşullarının baz alınması, istasyonların benzer iklim bölgesi içerisinde yer alma kriteri, mukayese istasyonunun, rasat süresi içinde boşluk bulunan istasyonun rasat yapmadığı yıllarda rasat yapmış olması vb.) tercih edilmiştir. Yönteme ait detaylar Dönmez (1990) tarafından detaylı şekilde anlatılmıştır.

Kürtün AGİ'ye ait eksik verilerin uygulanacak yöntem ile tamamlanması amacıyla çalışma alanındaki akarsuların döküldüğü Harşit Çayı havzası ve diğer komşu havzalara ait AGİ'ler gözden geçirilmiştir (Tablo 3.1, Şekil 3.1Tablo 3.1). Bunun yapılmasındaki amaç yöntemde kullanılacak istasyonunu doğru bir şekilde belirleyebilmektir. Yapılan araştırmalar sonucunda hem eksik rasat yıllarında (günlük, aylık, yıllık) veri içermesi hem de Harşit Çayı'na komşu akarsu havzası olması nedeniyle Eİİİ 2206 nolu Değirmendere-Kanlıpelit AGİ, karşılaştırma istasyonu olarak seçilmiştir (Şekil 3.1).

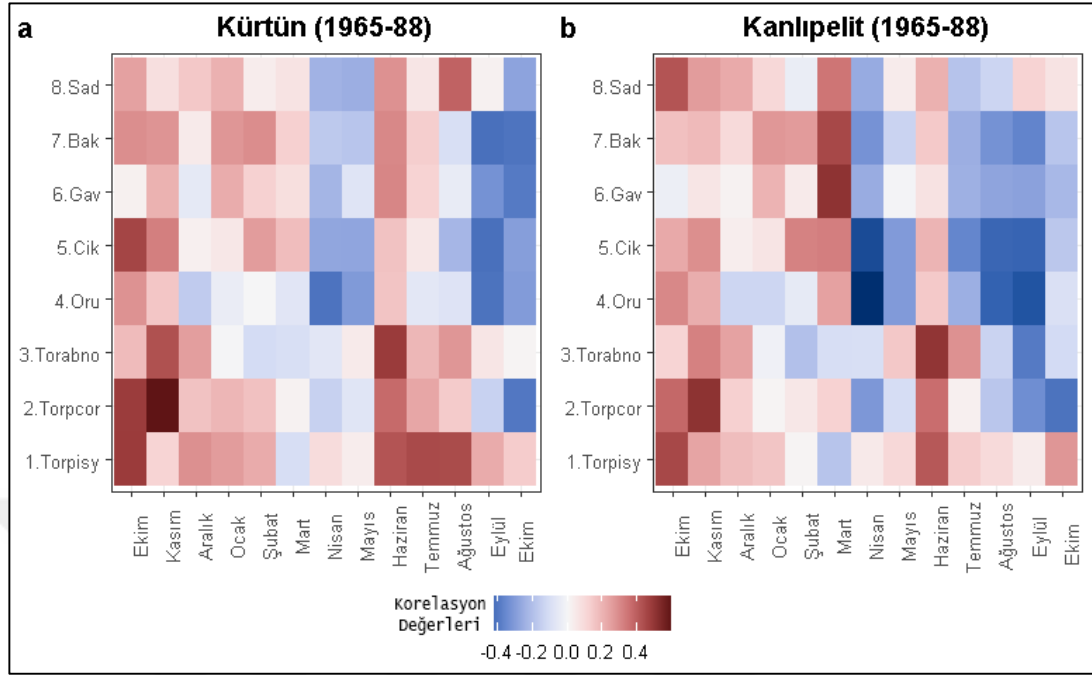
Her iki istasyona ait verilere yöntem uygulanmadan önce aynı döneme denk gelen (1965-1988) yıllık toplam ve aylık ortalama akım verileri arasında istatistiksel uyumun olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda iki AGİ istasyonunun yıllık ortalama toplam akımları için 0.78 düzeyinde korelasyon değerleri gözlemlenmiştir. Ayrıca iki istasyona ait yıllık toplam akımlarda uzun yıllık eğilimlerin de belirtilen zaman aralığında birbirleri ile uyumlu bir seyir izlediği görülmüştür (Şekil 3.3). Bu istatistiksel ilişkiler ve Kanlıpelit AGİ istasyonunun diğer yöntem koşullarını karşılaması sonucu eksik verilerin tamamlanması adımına geçilmiştir.

Karşılaştırma istasyonu verileri, işlemde yerine konularak Kürtün AGİ'ye ait 1959-1964 yıllarına ait eksik aylık ortalama akım verileri tamamlanmıştır. Kürtün AGİ'nin tamamlanan eksik akım verileri ve Kanlıpelit akım verileri ile yöre kronolojileri arasında korelasyon katsayısına ait ilişkiler uzun dönemli olarak yeniden analiz edilmiştir.

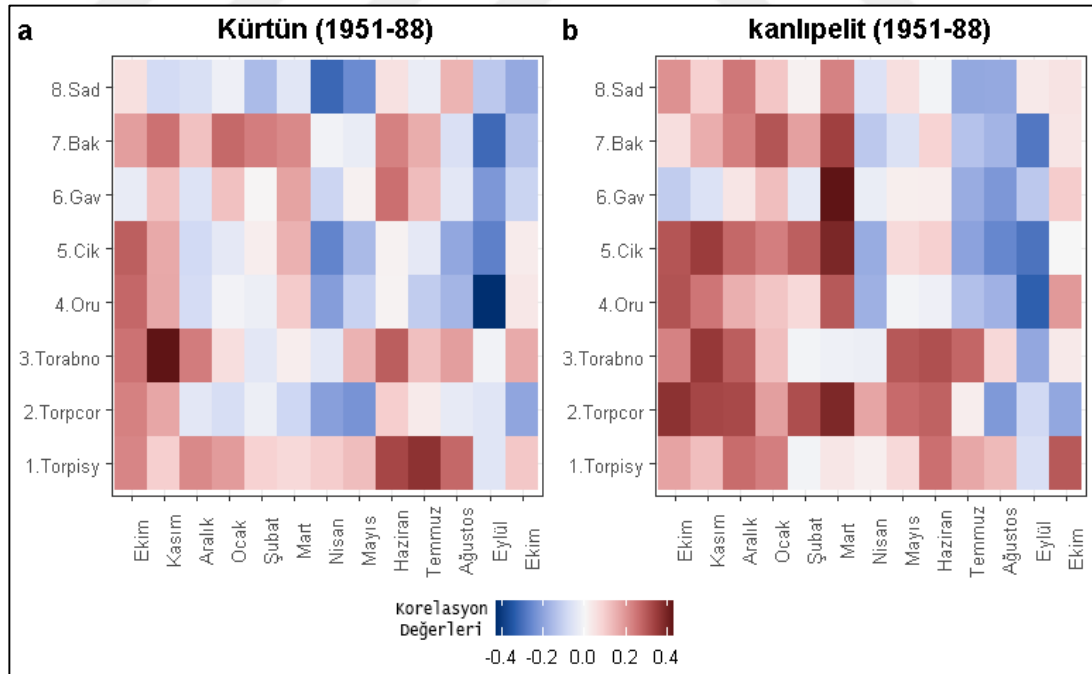


Şekil 3.3 : Kürtün ve Kanlıpelit akarsu gözlem istasyonlarının ortak dönemde yıllık toplam akımlar açısından göstermiş oldukları eğilim özellikleri.

Analizler, Kanlıpelit AGİ istasyonunun 1950-1989 yılları arasında akım verisi bulundurması sebebiyle öncelikle bu istasyonun süresi temel alınarak yapılmıştır. Yani 1965-1988 (ortak dönem) ile 1951-1988 yıllarına (tamamlanmış dönem) ait akım verileri hem Kürtün hem de Kanlıpelit istasyonu yıllık halka-akım ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (Şekil 3.4, Şekil 3.5). Kanlıpelit istasyonuna ait akım-yıllık halka ilişkilerinin de analizlere dahil edilmesinde; bu istasyonun hem yöntem için belirlenen karşılaştırma istasyonu olması hem de çalışma alanı ve çevresinde başka bir akarsuda aynı dönemde yıllık halka-akım ilişkilerinin nasıl sonuçlar gösterdiğini anlamak amaçlanmıştır.



Şekil 3.4 : Kurtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait 1965-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.



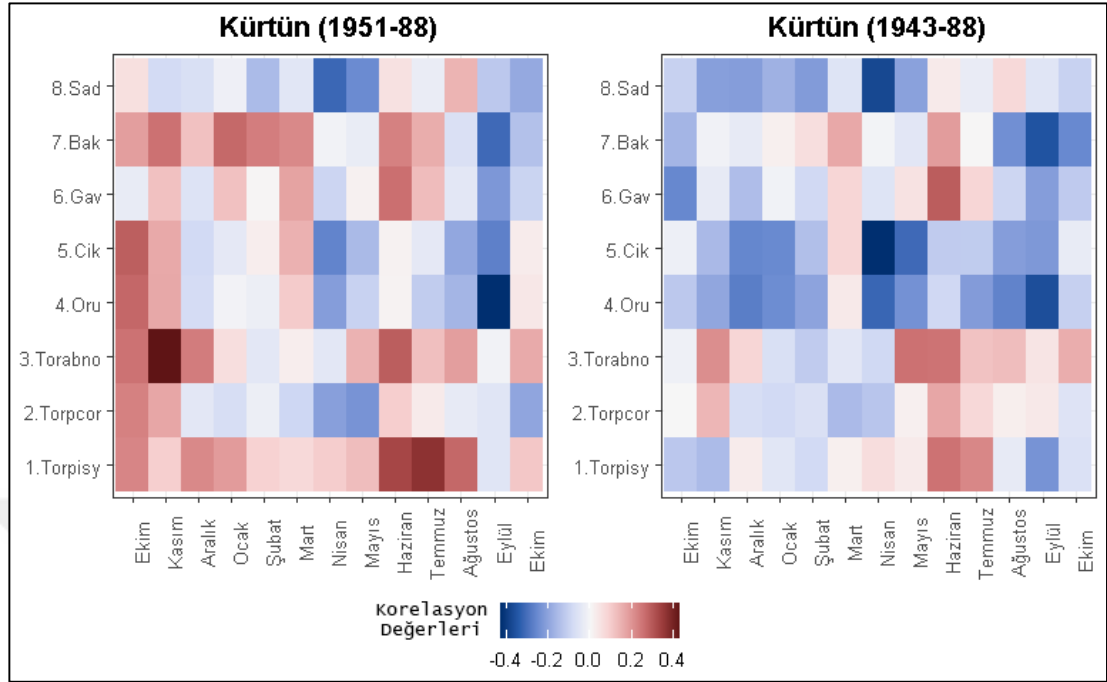
Şekil 3.5 : Kurtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait 1951-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları (Kürtün AGİ için eksik akım verilerinin tamamlanması sonucu ortaya çıkan ilişkiler)

Yapılan analizler sonucunda 1965-1988 dönemi için korelasyon değerleri açısından ortaya çıkan yıllık halka akım ilişkilerinin, 1951-1988 döneminde zayıfladığı belirlenmiştir. Özellikle 1965-1988 döneminde daha yüksek değerler gösteren Haziran-Temmuz/Haziran-Ağustos ayları yıllık halka ilişkisi değerleri, 1951-1988 dönemi için yapılan analizde daha düşük değerler göstermiştir. Korelasyon katsayısı yöntemine göre anlamlı olan yörelerin sayısında azalma olmasına rağmen anlamlı korelasyona sahip yörelerinde mevcut olduğu görülmektedir (Şekil 3.5). Bu nedenle regresyon analizleri bu dönem için tamamlanmış veriler ile yeniden tekrarlanmıştır. Ancak regresyon analizi sonuçlarında anlamlı ilişkiler gösteren yöre sayısının azalması (4-6 yöre kronolojisi kullanılabilmektedir), iki karşılaştırma dönemine ait akım değerlerinde değişkenliğin olması (1950-1965 döneminde daha düşük ortalama akım değerleri, 1965-1988 döneminde daha yüksek ortalama akım değerleri) ve AGİ verilerinin yıllık ortalamalarında görülen artış/azalış trendi gibi nedenlerden dolayı 1950-1988 dönemine ait rekonstrüksiyon için gerekli olan anlamlı değerler sağlanamamıştır (Tablo 3.4).

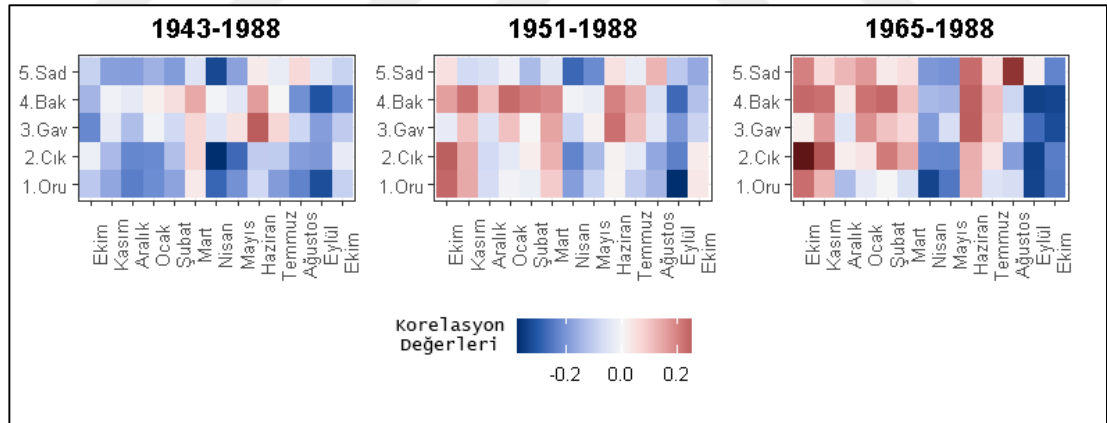
Tablo 3.4 : 1951-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.

Regresyon Analizi Dönemi	Değerlendirme Süresi	R²	Ayarlı R²	F	P
Haziran-Temmuz Dönemi	1951-1988	0,20	0,13	3,0	P < 0,05
Haziran-Ağustos Dönemi	1951-1988	0,20	0,14	3,0	P < 0,05

Bu işlemler Kürtün AGİ'ye ait 1943-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım-yıllık halka ilişkileri için de uygulanmıştır. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı anlamlı değerlere hem negatif hem pozitif korelasyonlar için ulaşılamamıştır. Akım verilerinde karşılaştırma aralığında geriye gidildikçe yıllık halka genişlikleri-akım ilişkilerinin zayıfladığı hatta negatif korelasyon değerleri gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.6). Bu durum zaman ölçeğinde yıllık halka-akım ilişkilerinin durağan olmadığını, akım değerlerinde günümüze doğru yaşanan değişimlerin yıllık halka gelişimi üzerinde etkisinin olumlu yönde olduğunu göstermektedir (Şekil 3.7)



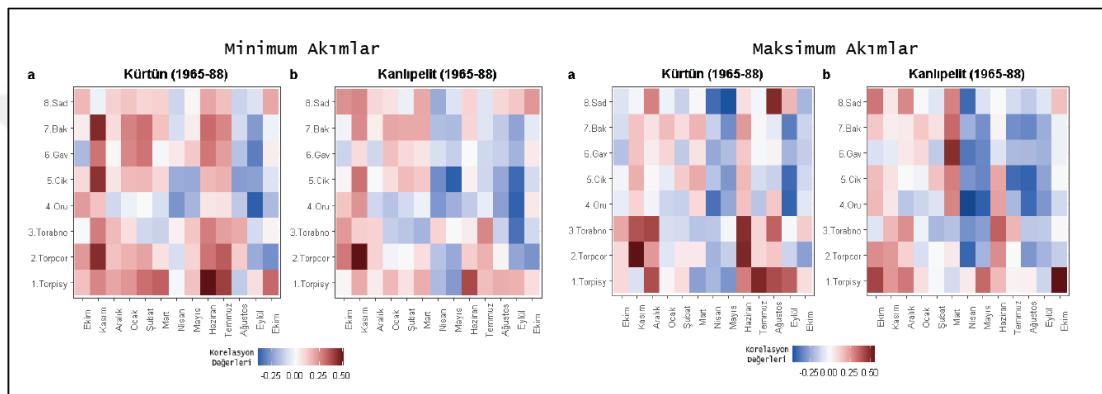
Şekil 3.6 : Kürtün AGİ'ye ait uzun dönemli (1951-1988 / 1943-1988) aylık ortalama akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.



Şekil 3.7 : Kürtün AGİ'ye ait aylık ortalama akım değerleri ile sadece çalışma alanından elde edilen yöre kronolojilerine ait aylık yıllık halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları (tüm dönemler).

Ayrıca Kürtün AGİ ve Kanlıpelit AGİ istasyonlarına ait günlük akım verileri, aylık en düşük ve en yüksek akım değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu iki istasyona ait veriler daha sonra 1965-1988 dönemi için yıllık halka genişlikleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 3.8).

İstasyonlar için minimum ve maksimum verilerin yıllık halka genişlikleri ile karşılaştırılmasının yapılmasında, 1965-1988 dönemi için iki istasyonda da eksiksiz veri bulunması ve aynı dönemde ortalama akım değerleri için yüksek korelasyon değerleri elde edilmesi etkili olmuştur. Ayrıca ilişkilerin yüksek olduğu bu dönemde akarsular için uç değerleri ifade eden minimum ve maksimum akım değerlerinin hem istasyonlar arasında hem çalışma alanındaki ağaçların büyüme ve gelişimleri arasında olabilecek bağlantılar incelenmek istenmiştir.



Şekil 3.8 : Kürtün-Kanlıpelit istasyonlarına ait kısa ve uzun dönemli aylık minimum ve maksimum akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.

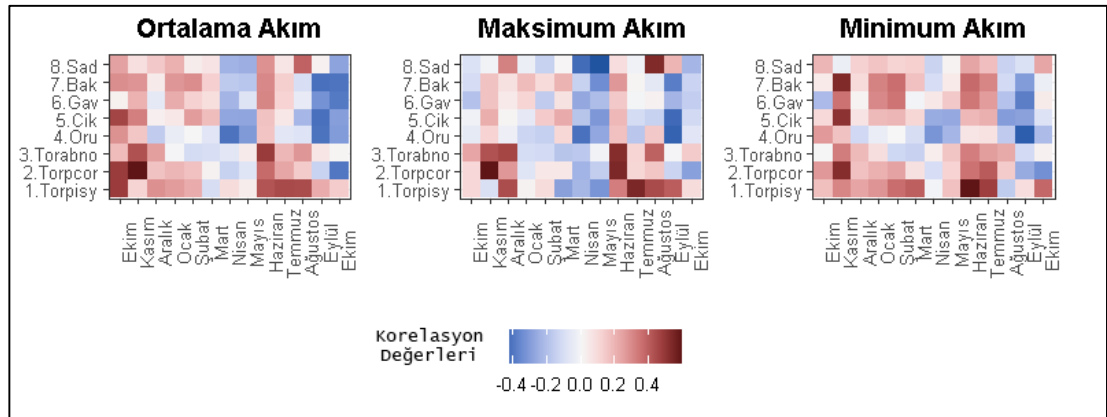
İki istasyona ait korelasyon katsayıları kullanılarak yapılan analizler sonucunda yıllık halka genişlikleri ile en yüksek ilişkiler aylık minimum akım değerleri arasında gözlemlenmiştir. Özellikle Kürtün istasyonunda yaz aylarında ortalamanın üzerindeki minimum akımların yıllık halka genişlikleri üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum Kanlıpelit istasyonuna ait ilişkilerde Kürtün istasyonunda olduğu kadar anlamlı değerler göstermemektedir. Maksimum akımlar açısından ise istasyonlar açısından en yüksek akım değerlerine denk gelen aylardaki akım değerlerinin halka gelişimi üzerinde olumsuz etkisi görülmüştür. Haziran ayında ise maksimum akımlarda görülen ilişkiler tüm yörelerde pozitif korelasyonlar ile temsil edilmektedir. Bu ay ve devamındaki aylarda, en anlamlı ilişkiler Kuniholm tarafından çalışma alanından alınan türlere göre daha alt yükseltilerden alınan türlerde görülmüştür.

Kanlıpelit istasyonunda ise maksimum akımlar ile yıllık halka genişlikleri arasında, Nisan ayından Eylül ayına kadar dönemde görülen maksimum akımlara ait değerlerin yıllık halka genişlikleri üzerinde negatif korelasyon sonuçları gösterdiği görülmüştür. Korelasyon katsayısı değerlerine göre Kürtün istasyonu minimum akımlar ile yıllık halka genişlikleri arasında çıkan sonuçlar doğrultusunda belirlenen aylar için (Mayıs-Haziran-Temmuz ve Haziran-Temmuz) regresyon analizleri bu değerler için de hesaplanmıştır. Analizler sonucunda en yüksek istatistiksel değerlere Haziran-Temmuz aylarına ait minimum akımlarda ulaşılabilmiştir (Tablo 3.5). Belirtilmesi gereken diğer bir husus, aylık ortalama akım verileri için Kürtün AGİ istasyonunda uygulanan boşluk tamamlama yönteminin minimum ve maksimum akım değerleri için uygulanmadığıdır. Bu değerler, akarsu havzasında ve havzayı etkileyen çeşitli etkenler altında gerçekleşen özel durumları ifade ettiği için verilerin herhangi bir yöntem kullanılarak tahmin edilmesi, istatistiksel olarak güvenilir sonuçlar vermeyeceği için analizler bu yıldan gerisi için Kürtün istasyonunda yapılamamıştır. Maksimum akım-yıllık halka ilişkilerinde istatistiksel değerler çok düşük bulunduğu için yer verilmemiştir.

Tablo 3.5 : 1965-1988 arası dönemde akım-yıllık halka korelasyon sonuçları ile belirlenen ayların istatistik sonuçları.

Kürtün En Düşük Akım Değerleri	Değerlendirme Süresi	R²	Ayarlı R²	F	P
Haziran-Temmuz Dönemi Tüm Yöreler	1965-1988	0,34	0,24	3,399	0,038
Haziran-Temmuz Dönemi (SAD yöresi hariç)	1965-1988	0,34	0,24	3,472	0,035

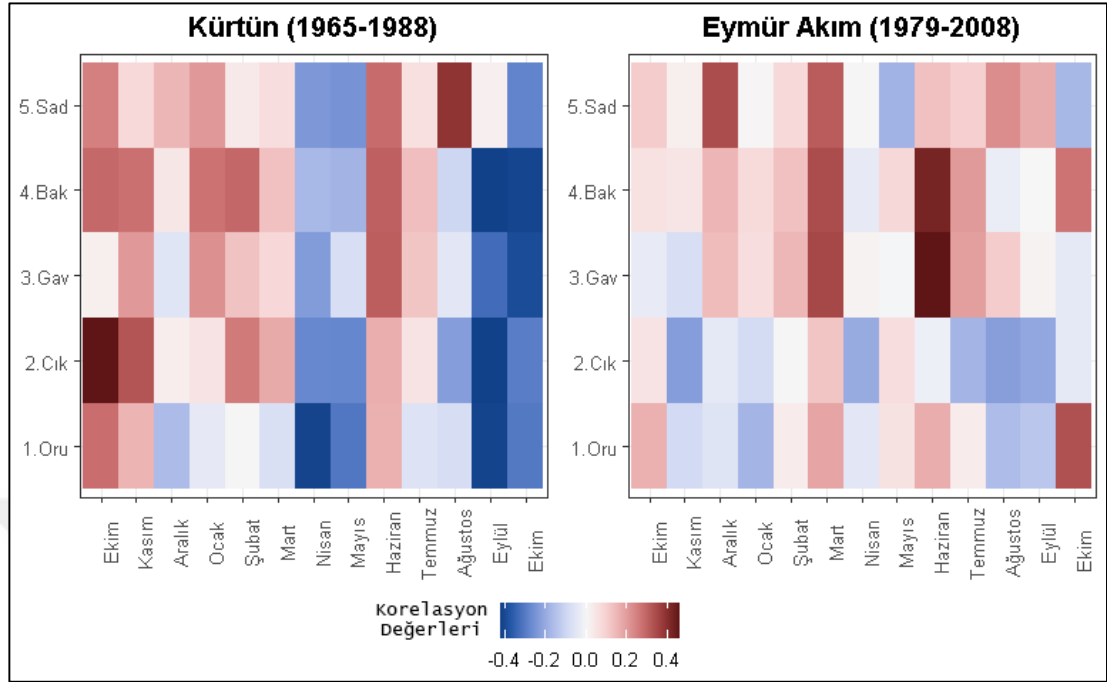
Sonuç olarak bakıldığında Kürtün AGİ'ye ait aylık ortalama, minimum ve maksimum akım verileri, kesintisiz akım gözlem kaydına sahip dönem için değerlendirilmiştir (Şekil 3.9). Bu değerlendirme sırasında daha uzun zaman aralığındaki ilişkileri de görmek adına aylık ortalama akım verisinde eksik veri problemi boşluk tamamlama yöntemiyle giderilmiştir. Belirli koşullara ve bir karşılaştırma istasyonunun baz alındığı yöntemle dayanan bu tamamlama metodu ile hem eksik veri tamamlanmış hem akım-yıllık halka ilişkileri daha uzun zaman aralığı için analiz edilmiştir. Uzun dönem (1950-1988 / 1943-1988) korelasyon katsayısı yöntemi ile belirlenmiş akım-yıllık halka ilişkilerinin, kısa döneme (1965-1988) göre kıyaslandığında zayıfladığı ve anlamlılığını yitirdiği görülmüştür. Bu durumun oluşmasında; (a) yıllık halka kronoloji sayısının çalışılan alan için az olması ve her yörenin aynı korelasyonları göstermemesi, (b) Kürtün AGİ'ye ait akım değerlerinde zaman içerisinde meydana gelen değişimler (akım miktarları ve akım trendleri açısından), (c) akım veri setinde belirli bir zaman aralığı için eksik verinin olması, (d) Eksik veri tamamlama yöntemi sırasındaki sınırlılıklar (eksik verinin bulunduğu zaman aralığı için akım verisine sahip istasyon sayısının yetersiz olması, istatistiksel olarak uyumun aranması, benzer fiziki coğrafya özelliklerine sahip olması) gibi faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir.



Şekil 3.9 : Kürtün AGİ'ye ait kısa dönemli (1965-1988) aylık ortalama, minimum ve maksimum akım değerleri-yıllık halka genişliklerine ait korelasyon katsayısı sonuçları.

Çalışma alanında Kürtün AGİ'ye ait akım verileri ile yapılan istatistiksel ve dendrokronolojik analizlere ait sonuçlar, bu alan için birtakım incelenmesi gereken soruları da beraberinde getirmiştir. Bunlara; (1) Akım-yıllık halka ilişkilerinde analizler sonucunda kısa (65-88) ve uzun dönemde (50-88, 43-88) elde edilen değerlerin, çalışma alanı ve çevresinde 1988 sonrası dönem için olan durumu, (2) Kısa veya uzun dönemde görülen istatistiksel ilişkilerin artış veya azalışlarında verinin rolü (kronoloji sayısı yeterliliği/yetersizliği, akım değerlerinde artış/azalış), (3) akım verisi üzerinde fiziki ve beşerî faktörlerin etkileri gibi konular örnek verilebilir. Bahsedilen soruların cevaplanması ve akım-yıllık halka ilişkileri altında yatan sebeplerin daha iyi anlaşılabilmesi için çalışma alanı ve çevresine ait tüm DSİ ve EİEİ'ye ait akım gözlem yıllıkları ve AGİ'ler tekrar gözden geçirilmiştir.

İncelemeler sonucunda tez kapsamında elde edilen yıllık halka kronolojilerinin zaman aralığını kapsayan (1988-2020 dönemi dahil) kesintisiz ve uzun süreli akım verisine sahip olan 2240 kodlu DSİ Eymür AGİ (1976-2008), yukarıda ifade edilen bazı soruların cevabını bulabilmek amacıyla tercih edilmiş ve detaylı olarak incelenmiştir (Şekil 3.1, Tablo 3.1). İstasyon incelendiğinde; bulunduğu lokasyon itibarıyla Harşit Çayı üzerinde ve Kürtün AGİ'nin kuzeyinde yer aldığı (Şekil 3.1), Kürtün AGİ ile ortak akım gözlem dönemindeki (1978-1988) yüksek istatistiksel ilişkiler gösterdiği (Şekil 3.11, Şekil 3.12) dikkati çeker. Harşit Çayı havzasında üst ve orta kesiminde yer alan tüm akarsu kollarının toplanma noktasında yer alması sebebiyle havzanın genel akım karakterini yansıtabileceği, istasyonun gerisinde oluşabilecek herhangi bir etkinin akım değerlerine doğrudan yansması ve akarsu su toplama alanının büyüklüğü sebebiyle doğal ve beşerî etkilere açık oluşu vb. özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle belirtilen sorulara cevap aramak için Eymür AGİ'ye ait aylık ortalama akım değerleri ile yıllık halka kronolojileri arasındaki ilişkiler korelasyon katsayısı yöntemi kullanılarak 1979-2008 dönemi için analiz edilmiştir (Şekil 3.10).



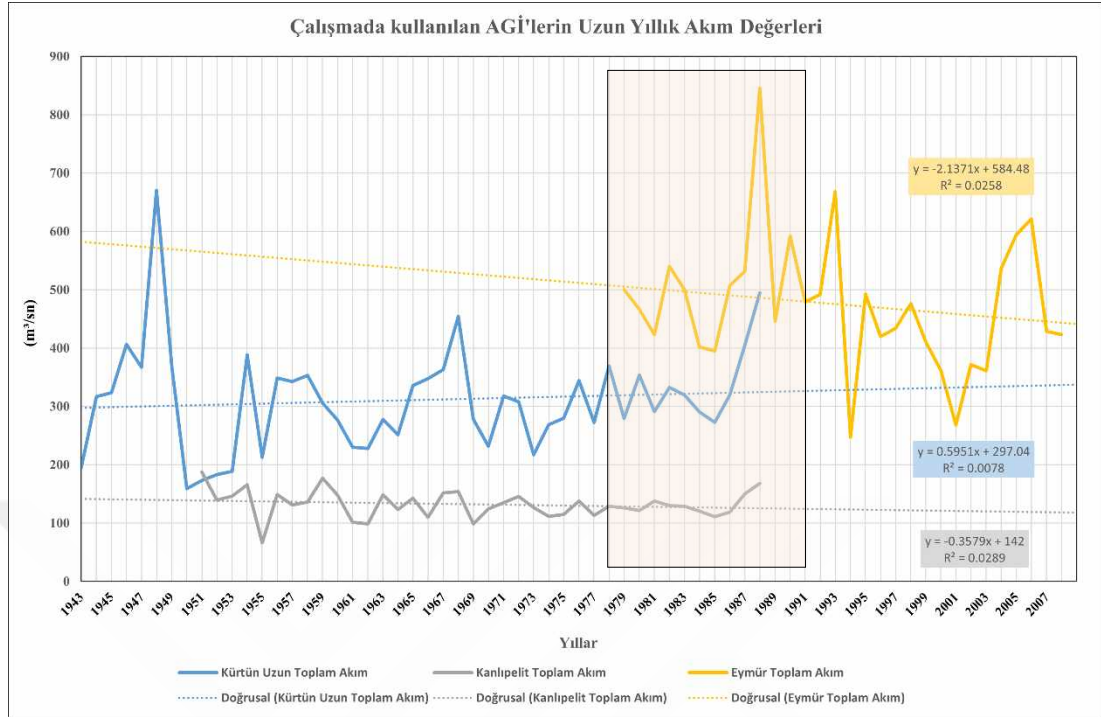
Şekil 3.10 : Kürtün-Eymür AGİ'lerine ait aylık ortalama akım değerleri ile yöre kronolojilerine ait yıllık halka genişlikleri arasındaki korelasyon katsayısı sonuçları.

Dendrokronolojik analizlerde kullanılan P. I. Kuniholm'e ait yıllık halka kronolojileri belirtildiği üzere 1988-1989 yıllarına kadar yıllık halka verisi içermektedir. Bu durum akım-yıllık halka ilişkilerinin günümüze kadar analizlerinde yıllık halka kronolojisi sayısında zorunlu bir sınırlılık getirmiştir. Bu sorun nedeniyle Eymür AGİ'ye ait ortalama akım değerleri ile yıllık halkalar üzerinden kurulan istatistiksel ilişkilerde çalışma alanından elde edilen yöre kronolojileri kullanılmıştır. Burada akım değerleri ile ilişkilerde hem zamansal hem istasyonlar açısından değişimi ifade etmek için Kürtün istasyonuna ait sonuçlar Eymür AGİ ile birlikte gösterilmiştir (Şekil 3.10).

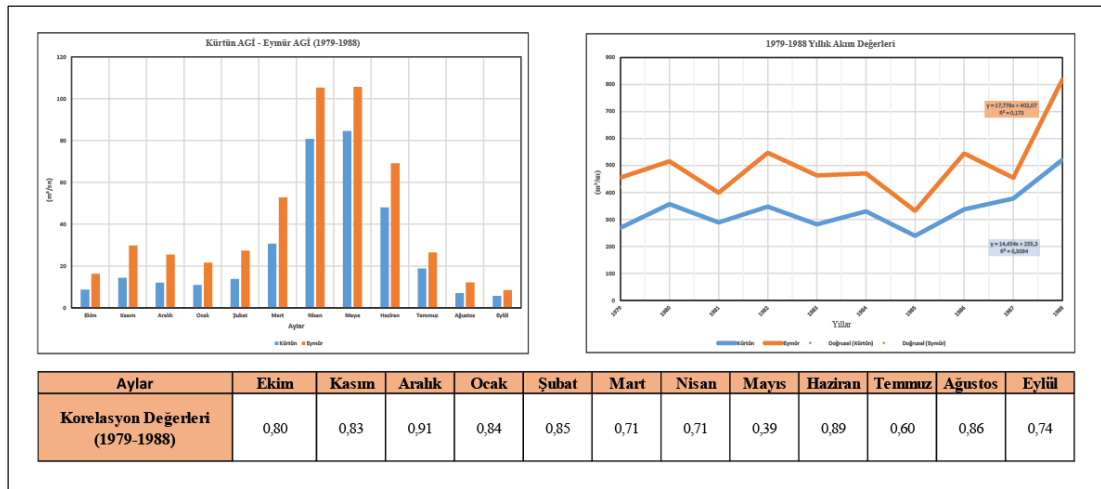
Korelasyon katsayısı sonuçlarına göre Eymür AGİ'de: Kürtün istasyonunda belirli aylarda ortaya çıkan ve negatif korelasyon değerleriyle temsil edilen bazı ilişkilerin, günümüze doğru daha zayıf korelasyon değerleri gösterdiği dikkat çekmektedir. Ayrıca yıllık halka genişlikleri üzerinde akımın olumlu etkisinin özellikle üst yükseltilerden alınan yörelerde daha uzun bir döneme yayıldığı görülmüştür (Şekil 3.10). Bu istasyona ait akım değerleri ile en anlamlı ilişkiler ise sarıçam türlerine ait GAV ve BAK yöreleri arasında Haziran akımları arasında ortaya

çıkıştır. Akım ile yıllık halka ilişkilerinde Eymür AGİ’de ortaya çıkan değişimler, 1980 sonrası dönemde yıllık halka gelişimi üzerinde akım değerlerinin daha pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, Kürtün AGİ istasyonuna ait 1943-1988 dönemi akım-yıllık halka genişliklerinde görülen değişimin devamı niteliğinde bir yapı göstermektedir (Şekil 3.10, Şekil 3.9). Bu değerlendirmelerin sonucunda çalışma alanı ve çevresinde yaklaşık olarak 1940 yılından itibaren iklim ve akım değerlerinde meydana gelen değişimler sonucunda, yıllık halka büyüme ilişkilerinin durağan olmadığı ve akım değerlerinin pozitif etkisinin günümüze doğru arttığı belirlenmiştir.

Yıllık halka-akım ilişkilerine ait sonuçlar ayrıca, Eymür AGİ’nin Kürtün AGİ ile aynı dönemdeki (1979-1988) hem aylık hem yıllık akım değerleri açısından olan istatistiksel uyumu (Şekil 3.11, Şekil 3.12), bulunduğu konum (Şekil 3.1) ve özellikleri beraber değerlendirildiğinde birtakım çıkarımlara imkân vermiştir. Bunlardan en önemlisi Kürtün AGİ istasyonunun Eymür AGİ ile aynı dönemde akım ölçümüne devam etmesi durumunda benzer akım ilişkileri sergileyebileceğidir. Bu nedenle akım değerleri, meteoroloji istasyonları ve CRU grid iklim verisine ait yıllık toplam yağış ve ortalama sıcaklık değerleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 3.13, Şekil 3.14).

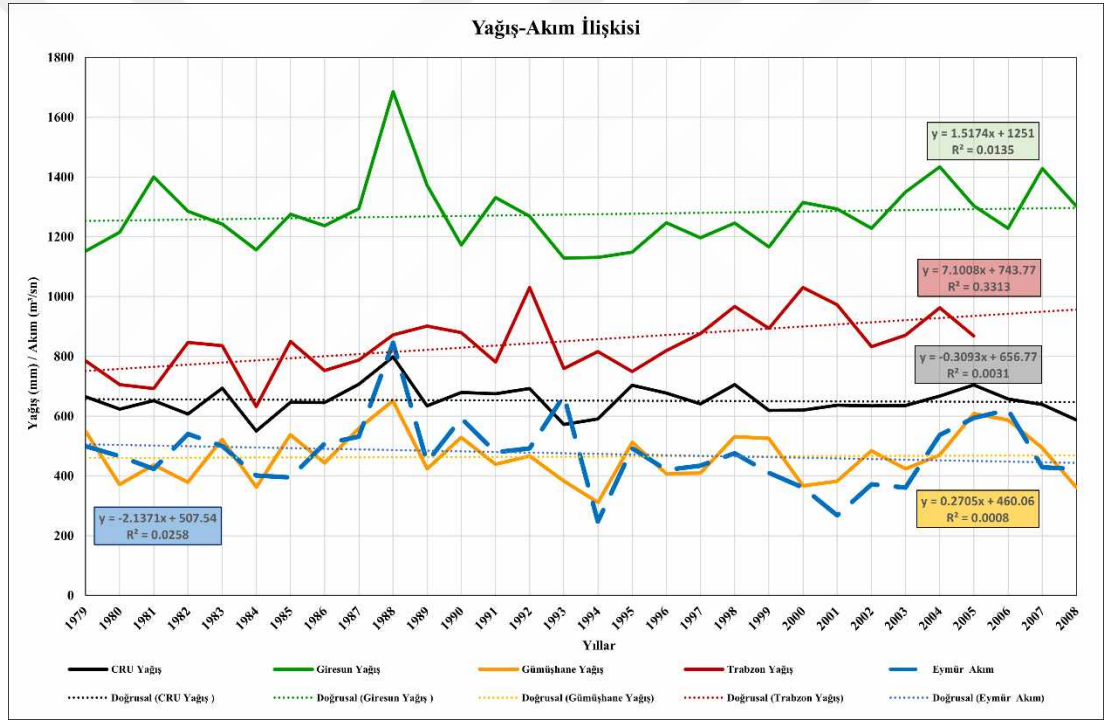


Şekil 3.11 : Analizlerde kullanılan Kürtün, Kanlıpelit ve Eymür AGİ istasyonlarının uzun yıllık akım değerlerinin eğilimleri.



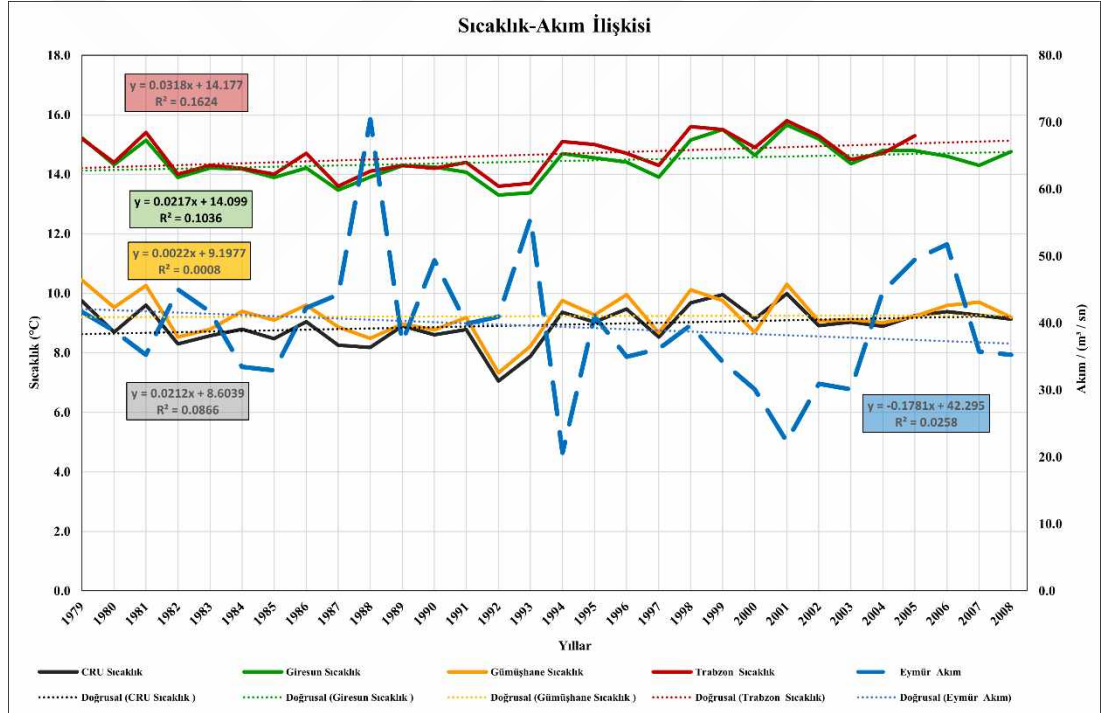
Şekil 3.12 : Kürtün ve Eymür AGİ istasyonlarının ortak dönemde istatistiksel ilişkileri (istasyonlara ait aylık akım rejimleri, iki istasyona ait akım değerlerinin uzun yıllık eğilimi ve aylık akım değerleri arasındaki korelasyon değerleri).

Meteoroloji istasyonları ve CRU grid iklim verisine ait uzun yıllık toplam yağış değerleri ile Eymür AGİ'ye ait uzun yıllık toplam akım değerleri karşılaştırıldığında; yağış-akım ilişkisi açısından doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Özellikle Eymür AGİ'ye ait uzun yıllık toplam akım verisi ile yukarıda belirtilen istasyonlardan Gümüşhane MGM ve CRU grid iklim yağış verisi arasında, akım değerlerinin düşüş ve artış gösterdiği yıllar ile uyumlu bir trend ortaya çıkmaktadır. Bunun aksine kıyıda yer alan Giresun ve Trabzon MGM istasyonlarına ait yağış değerleriyle ise akım değerleri için önemli düşüş ve yükselişlerin olduğu yıllar haricinde uyumlu bir ilişki görülmemiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 : Eymür AGİ'ye ait yıllık toplam akım değerleri ile tez kapsamında kullanılan iklim verilerine ait yıllık toplam yağış değerleri eğilimlerin karşılaştırılması (Trabzon istasyonu da karşılaştırmalar için dahil edilmiştir).

Meteoroloji istasyonları ve CRU grid iklim verisine ait uzun yıllık sıcaklık ortalaması değerleri ile Eymür uzun yıllık ortalama akım verisi karşılaştırıldığında; sıcaklık-akım ilişkisi açısından ters bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Özellikle sıcaklıkların azaldığı, yağış değerlerinin ise yükseldiği yıllarda akım değerlerinin arttığı, buna karşın sıcaklıkların arttığı, yağışların ise azaldığı yıllarda akım değerlerinin düştüğü görülmüştür (Şekil 3.13, Şekil 3.14). Uzun yıllık sıcaklık ortalamalarına ait değerlerin tüm istasyonlarda benzer yıllarda artış ve azalış gösterdiği, sadece yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin istasyonlar için farklılıklar (kıyı istasyonlarında sıcaklık değişimleri daha dengeli, karasal istasyonlarda daha değişken) gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : Eymür AGİ'ye ait yıllık ortalama akım değerleri ile tez kapsamında kullanılan iklim verilerine ait yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin karşılaştırılması (Trabzon istasyonu da karşılaştırmalar için dahil edilmiştir).

Sonuç olarak iklim verileri ile Eymür AGİ'ye ait akım değerleri arasında ortaya çıkan bu eğilimler, istasyonun akım değerlerini kaydettiği Harşit Çayı havzasında iklimde meydana gelen değişimin akım değerleri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle akım istasyonunun Harşit Çayı havzası sularının toplandığı noktada olan konumu ve bu akarsuyun etki alanının daha çok Gümüşhane ili sınırları içerisinde kalması nedeniyle Gümüşhane istasyonuna ait iklim değerlerinin akım değerlerinin yıllık değişimini daha iyi yansıttığı görülmüştür. Burada karşılaştırmalara dahil edilen CRU grid iklim verisinin de bu açıdan Gümüşhane istasyonu ile olan benzer özellikler gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu durum tez kapsamında analizlerin yapıldığı iklim verisi olarak CRU için sahayı temsiliyeti açısından da fikir verdiği için önemlidir.

Fiziki coğrafya özellikleri havza genelinde akım değerleri için yönlendirici kuvvet olmakla beraber, antropojenik faaliyetlerin de bu istasyon için etkili olduğu görülmüştür. Ülkemizin sahip olduğu fiziki coğrafya özelliklerinin bir sonucu olan akarsular üzerinde, nüfusun artan enerji ihtiyacını karşılamak için enerji potansiyelinin oldukça yüksek olduğu Doğu Karadeniz Bölümü'nde Hidroelektrik Santralleri (HES) giderek önem kazanmaktadır. Çalışma alanının bulunduğu Gümüşhane Kürtün İlçesinde, Gümüşhane ili Çevre Raporları incelendiğinde bu alan ve çevresinde HES sayısının son yıllarda arttığı dikkat çekmektedir (Gümüşhane Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2020). Özellikle Kürtün Barajı 1988-2002 yılları arasında inşaat aşamasında olup 2003 yılında işletmeye açılmıştır (Url-8, 2022). Diğer taraftan Giresun İli Doğankent ilçesi sınırlarında 1971 yılında işletmeye açılan Doğankent HES'te Eymür AGİ'nin kaydettiği akım değerleri üzerinde etkili olmaktadır (Url-9, 2022). Bu nedenlerden dolayı çalışma alanı ve çevresinde akım- yıllık halka ilişkilerini etkileyen çok fazla etken bulunmaktadır. Bu durum analizlere yansımakta olup korelasyon katsayılarında, rekonstrüksiyon denemeleri için yapılan regresyon analizlerinde ve çeşitli istatistiksel ilişkilerde görülen artış, azalış ve sorunlar üzerinde kendini göstermektedir. Bu sonuçlar bu alanda yıllık halka-akım ilişkileri açısından yapılacak analizler üzerinde sınırlayıcı birtakım faktörler oluşturmaktadır.

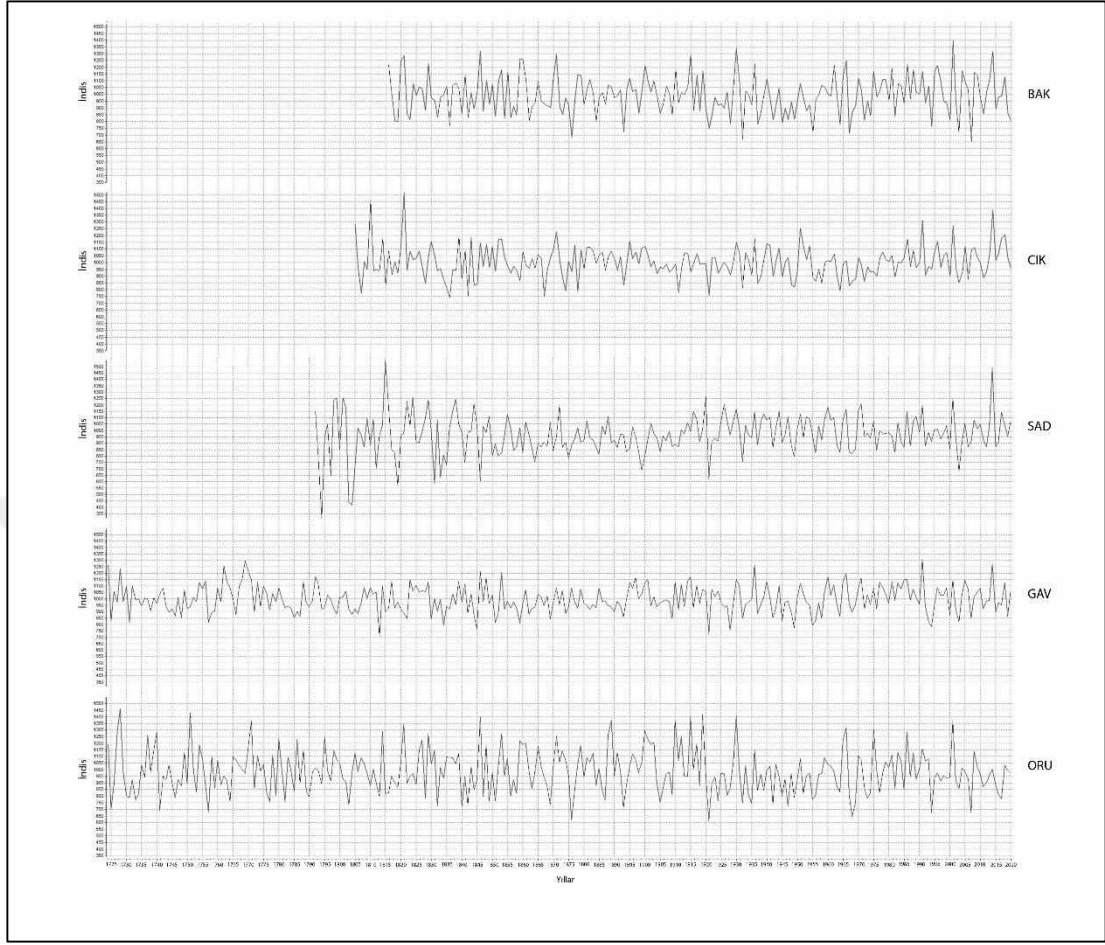
SONUÇ

Dendrokronolojik Sonuçlar

Tez kapsamında Gümüşhane ve Giresun İli sınırları içerisinde kalan Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki çalışma alanından Doğu ladini türüne ait 3 (ORU, CIK, SAD) sarıçam türüne ait 2 (GAV, BAK) yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında en uzun zaman aralığına sahip kronoloji 1717-2020 (304) yıllarını kapsayan ORU kodlu Doğu ladini/Doğu Karadeniz göknarı kronolojisidir. Bu kronolojiye ait örnekler, Örümcek Ormanı Tabiat Koruma Alanı ve çevresine ait alandan alınmıştır. Diğer bir uzun kronolojiyi ise 1721-2020 (300) yıllarını kapsayan GAV kodlu sarıçam kronolojisi oluşturmaktadır. Bu türe ait örnekler ise Gavraz Deresi vadisinde orman üst sınırına yakın bir alandan toplanmıştır. Bu kronolojileri, 1789-2020 (232) yıllarına kapsayan SAD kodlu Doğu ladini kronolojisi, 1802-2020 (219) yıllarını kapsayan CIK kodlu Doğu ladini kronolojisi ve 1815-2020 (206) yıllarını kapsayan BAK kodlu sarıçam kronolojisi izlemektedir (Tablo 3.6, Şekil 3.15).

Tablo 3.6 : Yöre kronolojilerine ait özellikler ve istatistikler.

Ağaç / Kalem Sayısı	Yöre Kodu	Zaman Aralığı (Toplam Yıl)	Bakı	Ortalama Yükselti (m)	Ortalama Duyarlılık Katsayısı	Standart Sapma	Sinyal / Gürültü Oranı	1. öz vektörün varyansı (%)
12/24	SAD	1789-2020 (232 yıl)	D	1850	0,1419	0,1253	5,252	39,00
14/30	BAK	1815-2020 (206 yıl)	G	1800-1850	0,1713	0,1435	3,755	35,67
16/34	GAV	1721-2020 (300 yıl)	B	1800-1850	0,1883	0,1635	6,531	40,10
10/21	CIK	1802-2020 (219 yıl)	KD	1700	0,121	0,109	4,898	38,03
16/34	ORU	1717-2020 (304 yıl)	B	1500	0,121	0,1051	3,654	32,50



Şekil 3.15 : Çalışma alanından elde edilen yöre kronolojileri.

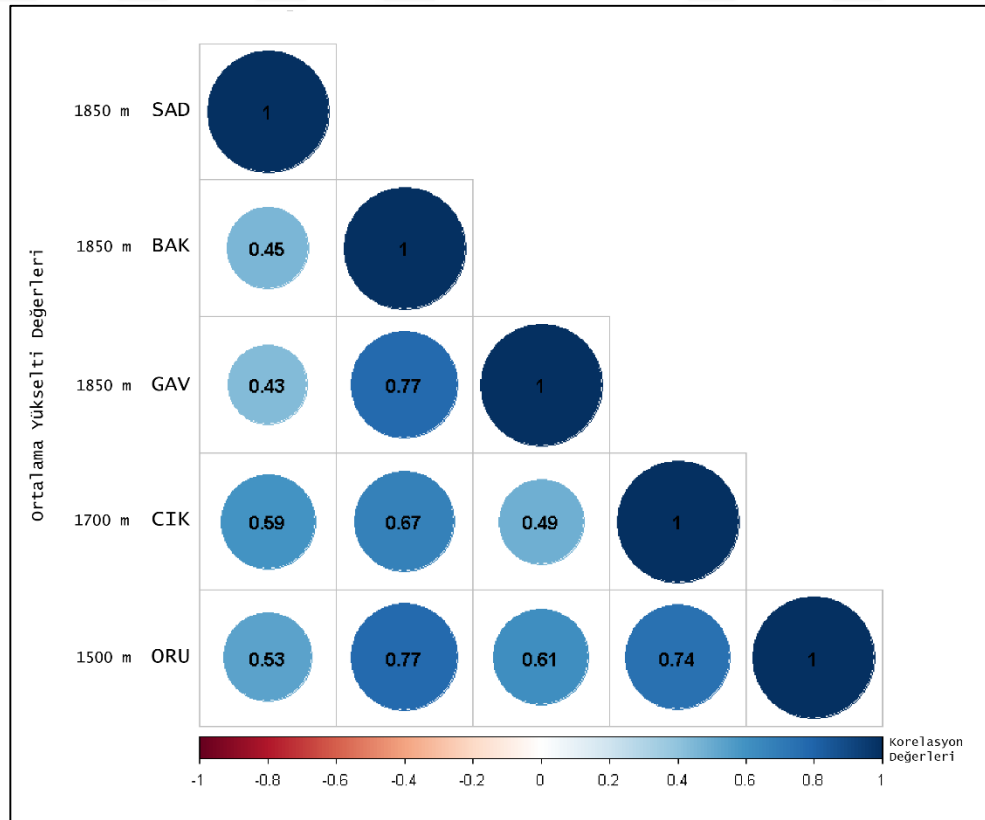
Oluşturulan yöre kronolojilerinin iklime duyarlılıklarını ifade eden ortalama duyarlılık katsayıları en alt yükseltiden üst yükseltiye doğru incelendiğinde, ORU (0.121), CIK (0.121), GAV (0.1883), BAK (0.1713), SAD (0.1419) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.6). Çalışma alanını yöre kronolojilerinin bu duyarlılık sonuçları değerlendirildiğinde, sarıçamaya ait yıllık halka kronolojilerinin duyarlılıklarının Doğu ladinine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Farklı türler arasında görülen bu durum Zheng v.d. (2019) tarafından ITRDB’de yer alan 573 ağaca ait yıllık halka veri setini kullanarak Asya için yapmış oldukları çalışmada da vurgulanmıştır. Bu çalışmada Asya kıtasının çeşitli alanlarından elde (yaklaşık 700 yöre kronolojisi kullanılmıştır) edilen kronolojilerin iklim verileri ile karşılaştırılması sonucunda hem değişen ortam koşulları hem de türlerin bu koşullara verdikleri tepkilere dair ilişkiler analiz edilmiştir.

Çalışma alanından elde edilen türlere ait, dünyanın farklı alanlarında elde edilen duyarlılık katsayıları şöyledir; farklı ortam ve özelliklere sahip alanlarda elde edilen sarıçam türüne ait kronolojilerde (34 kronoloji) 0.09 ± 0.21 arasında değişen duyarlılık katsayıları bulunmuştur. Bu değer aralığı çalışma alanı ve çevresinde yapılan bazı araştırmalarda ise daha yüksek (0.15-0.27) bulunmuştur (Ergül Bozkurt v.d., 2021). Doğu ladini türü için ise Zheng v.d. (2019, s. 809) yapılan çalışmada 0.15 duyarlılık katsayısı değeri belirtilmektedir (Zheng v.d., 2019, s. 809). Ancak Doğu ladini için bu oran tek bir kronolojiyi ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan bu yöre kronolojisi Kuniholm tarafından Torul ve civarından alınan ladin kronolojisidir. (Kuniholm, 1990).

Sonuç olarak çalışma alanında en yüksek duyarlılık katsayısına sarıçam türüne ait GAV yöresinde ulaşılmıştır (Tablo 3.6). Bu durum orman üst sınırına yakın ve farklı fiziki coğrafya koşulları altında yetişen bu ormanda, sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanlarında meydana gelebilecek değişimlere karşı türün daha duyarlı olabileceğini ifade etmektedir. Doğu ladini türlerinden alınan örneklerde ise yükseltiye göre duyarlılık katsayısının bir miktar değişmesine rağmen türe ait duyarlılık katsayılarının genel olarak düşük olduğu görülmektedir. Yine çalışma alanını sınırları içerisinde yer alan Kürtün Örumcek Ormanında Özkan (1999) ve Özkan ve Akbulut (2003) tarafından yapılan çalışmada Doğu ladini ve Doğu Karadeniz göknarı örneklerinde de benzer düşük sonuçlara ulaşılmıştır (0.12 / 0.132). Bu duruma farklı çalışmalarda özellikle Doğu ladini ve Doğu Karadeniz göknarı gibi türlerin ışık şartlarının az, kanopi yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda gelişim göstermeleri nedeniyle uzun yıllar gölge koşullarında kalmaları ile iklim faktörlerinin yanında orman içi rekabet koşullarının da tür için etkili olması vurgulanmıştır (Dario v.d., 2016; Zheng v.d., 2019). Yani sadece ortam şartları değil bitki türünün ekolojik istekleri de bazı şartlar altında baskın hale gelmekte ve iklime karşı olan sinyalleri zayıflatabilmektedir.

Çalışma alanından alınan örneklerde görece hem düşük duyarlılığa hem de daha yüksek duyarlılığa sahip türlerin bulunması önemlidir. Bu durum farklı ekolojik istekleri olan türlerin, benzer iklim özellikleri altında benzer davranışları göstermesinin yanında, yerel farklılık ve coğrafi özelliklere bağlı olarak türlerin yaşam ortamlarında gerçekleşen olaylara özel tepkiler verebileceğini göstermektedir.

Çalışma alanında oluşturulan yöre kronolojileri arasındaki benzerlikleri belirlemek amacıyla korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Yörelere arası korelasyon değerleri incelendiğinde; Doğu İadını kronolojilerine ait ORU, CIK ve SAD yörelerinde korelasyon değerlerinde birbirine yükselti olarak yakın olan yörelerde (ORU ve CIK) daha yüksek değerler görülürken, en üst yükseltide yer alan yörede (SAD) korelasyon değerinde düşüş görülmektedir. Sarıçam kronolojilerine ait GAV ve BAK yörelerine ait korelasyon değerleri ise yüksek korelasyon değerleri ifade etmektedir. Ayrıca tüm yöreler arasında BAK yöresi, ORU ve CIK yöresi ile de uyumlu korelasyon değerleri göstermektedir. Genel olarak tüm yörelerin birbirleri ile pozitif yönde korelasyonlar gösterdiği görülmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 : Çalışma alanından elde edilen yörelere ait korelasyon değerleri.

Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerine Ait Sonuçlar

Çalışma alanından elde edilen sarıçam ve Doğu ladininden oluşturulan 5 yöre kronolojisi ile iklim elamanlarına (sıcaklık ve yağış) ait değerler, yıllık halka genişlikleri-iklim faktörlerine ait analizlerde ve bunlar arasındaki ilişkilerin açıklanmasında kullanılmıştır. Bu ilişkileri açıklarken dendroklimatolojik çalışmalarda çokça tercih edilen, korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır.

Analizler sonucunda benzer iklim koşulları altında, farklı türlerden alınan örnekler, iklim-büyüme özellikleri açısından benzer ilişkiler göstermiştir (Fritts, 1976, s. 16; Köse ve Güner, 2012, s. 507). Bu durum, ağaçların büyüme ve gelişmeleri üzerinde türlerin genetik özelliklerinin yanında bulundukları ortam koşulları ile de yakından gösterdikleri ilişkilerden kaynaklanmaktadır (Schweingruber, 1988, s. 119). Bundan dolayı yıllık halka genişlikleri-iklim özelliklerine ait sonuçların açıklanmasında, içinde bulundukları ortam özellikleri daha fazla dikkate alınmıştır (Akkemik, 2018; Dönmez, 1985; Erinç, 1977, 1997). Genel olarak çalışma alanında dağılışı gösteren türlerin ekolojik istekleri, sahanın topografik özellikleri vb. etkiler değerlendirildiğinde, sıcaklık ve yağış değerlerine ait korelasyon katsayılarının, belirli dönemler için kuvvetli ve anlamlı etkileri olduğu görülmektedir.

Yaklaşık 1400-2000 m yüksekliklerden toplanan örnekler üzerinde vejetasyon döneminin başlangıcına denk gelen ocak-nisan dönemine ait aylardaki sıcaklıklarda ortalamanın üzerinde gerçekleşen sıcaklıkların; iklim faktörleri, vejetasyon döneminin başlangıcı ve uzunluğu, bu dönemlerde gerçekleşecek olan fizyolojik faaliyetlerde (fotosentez ve organik madde üretimi vb.), toprak sıcaklığı ve nemi (kar erimeleri ile kullanılabilir su miktarında artışlar) gibi birtakım süreçlerde önemli rol oynaması sebebiyle yıllık halka gelişimleri üzerinde olumlu ve anlamlı etkisi olduğu görülmektedir (Akkemik, 2004, s. 156; 2018, ss. 101-104; Avcı, 2014b, s. 35; Dağdeviren v.d., 2004, s. 78; Erinç, 1977, ss. 22-30). Bu dönemde yıllık halka genişlikleri ile sıcaklık değerlerinde görülen anlamlı ilişkiler hem yüksek enlemlerde hem de yükselti değerlerinin fazla olduğu alanlarda farklı türler üzerinde yapılan çalışmalarda bu dönem için ortak sonuçlar göstermektedir (Dolgova, 2016; Dolgova ve Solomina, 2010; Ergül Bozkurt v.d., 2021; Koprowski, 2013; Macias v.d., 2004; Martin-Benito v.d., 2018; Matisons v.d., 2021; Opała-Owczarek ve Mendecki, 2014;

Pederson v.d., 2004). Bu durum özellikle kuzey yarımkürede sıcaklıklarda artışlara bağlı olarak büyüme mevsimi üzerinde yaşanan değişimleri de ifade etmektedir. Özellikle büyüme mevsiminin uygun sıcaklık koşullarına bağlı olarak erken başlaması ve daha geç sona ermesi, bitkilerin daha uzun bir yaşam süresine ve bu sürede daha fazla gelişim göstermesine neden olabilir. Ancak olumlu gibi görünen bu değişim, bitkilerin aynı zamanda her türlü olumsuz koşula karşı açık hale gelmesine de neden olabilmektedir. Bu konuda don zararları bu olumsuzlukların başında gelmektedir (Liu v.d., 2018, s. 6).

Diğer taraftan yaz dönemine denk gelen aylarda (Temmuz-Ağustos) sıcaklıklara ait korelasyon katsayısı sonuçları da halka gelişimi üzerinde anlamlı ve olumlu değerler göstermektedir. Çalışma alanının bulunduğu konum ve yetişme ortamı özelliklerine (özellikle yükselti gibi topografik faktörler) bağlı olarak, yükselti arttıkça fiziki ortam şartlarında meydana gelen değişimler sonucunda yaz döneminde çalışma alanı ve çevresinde nem oranı yükselmekte bazı durumlarda sis oluşumu da söz konusu olabilmektedir (Atalay, 2014). Bu durum toprakta bitkiler için nem bakımından uygun şartların oluşmasına neden olur. Ayrıca nemin varlığı yüksek kesimlerde sıcaklığı dengeleyici (gece-gündüz sıcaklıkları) bir unsur olarak etki eder. Yükseltiye bağlı olarak fizyolojik faaliyetlerde ve vejetasyon mevsiminde görülen zamansal değişimlerin sonucu, bitkilerin yaz aylarında büyüme ve gelişim için sıcaklıklara olan ihtiyaçları da önemli hale gelmektedir. Bu nedenle çalışma alanında bu aylarda görece yüksek sıcaklıklar ağaç halka gelişimleri üzerine anlamlı ve olumlu etkiler yapmaktadır (Akkemik, 2018, s. 102; Atalay, 2014, s. 84; Duran, 2013; Fritts, 1976, s. 399).

Çalışma alanı ve çevresinde bu olumlu ilişkilerin yanında, Mayıs-Haziran ayı sıcaklıkları ve Ekim sıcaklıklarının (hem önceki yıl hem halka oluşum yılı) yıllık halka gelişimleri üzerinde olumsuz etkileri olduğu görülmüştür. Genel olarak vejetasyon döneminin başladığı veya bittiği zamanlara denk gelen bu aylarda yüksek/düşük sıcaklıklar ve bu koşullara bağlı ışık şiddetinde yaşanan değişimler, bitki büyüme, gelişme ve metabolik faaliyetleri üzerinde önemli etkilere yol açabilmektedir. Orman ekosisteminde ilişkiler madde ve enerji dengesi üzerine kurulu olduğundan, bitki yaşamı üzerinde gelir gider dengesi korunamadığı durumlarda büyüme ve gelişim

süreçleri etkilenmektedir (Erinç, 1977, ss. 22-31). Özellikle de belirtilen aylarda korelasyon sonuçlarında yıllık hala büyüme özelliklerinde ortaya çıkan olumsuz etki bu durumla yakından ilişkilidir. Çalışma alanı da dahil olmak üzere Türkiye genelinde ilkbahar sonu yaz dönemine denk gelen aylarda orman ağaçları bakımından kambiyum faaliyetleri en hızlı gelişim sürecini yaşamaktadır (Akkemik ve Demir, 2003, s. 30; Ergül Bozkurt v.d., 2021, s. 6). Büyüme mevsiminin sonuna doğru ise fizyolojik faaliyetlerin hala devam etmesinden kaynaklı yüksek veya düşük sıcaklıklar bitki yaşamı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Sonuç olarak vejetasyon döneminin başlangıç ve bitiş dönemine denk gelen dönemde sıcaklıklar bitki yaşamı açısından; fizyolojik faaliyetlerin kesintiye uğraması ve ihtiyaçların karşılanmamasına, bitkilerin su, sıcaklık, ışık, don gibi stres koşullarına maruz kalmasına (Kaçar v.d., 2017, ss. 486-531), vejetasyon süresinde değişimlerin yaşanmasına (uzama veya kısalma yönünde), çeşitli koşullara bağlı olarak enerjinin ve depo edilen organik maddenin harcanmasına ve kışa hazırlıkların gecikmesi gibi durumlara neden olabilmektedir (Fritts, 1976, s. 398).

Bitki büyüme ve gelişme özelliklerinde sıcaklık kadar su ve bu nedenle yağışlar da önemli rol oynamaktadır. Her canlının farklı yaşamsal adaptasyonları ve farklı durumlara göstermiş oldukları savunma mekanizmaları olsa dahi su olmadan yaşamlarını devam ettirme şansları yoktur (Erinç, 1977, p. 13). Örnek alınan ağaçların tür, konum, ekolojik istekleri, topografya özellikleri vb. etkileri yağış açısından da değerlendirildiğinde, yıllık halka gelişim özelliklerinde yağışın önemli etkileri olduğu görülmektedir. Sıcaklık konusunda belirtildiği gibi bu alanda genel olarak yağış koşulları ve dolayısıyla toprak nemi koşulları bitki yaşamı açısından uygundur. Bu koşullar altında yıllık halka genişlikleri-yağış değerlerine ait korelasyon sonuçları incelendiğinde; çalışma alanında özellikle Mayıs ayı toplam yağış değerlerinin tüm yörelerde anlamlı ve olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Bu aya ait yağış değerlerinin yıllık halka gelişimindeki etkisi, Türkiye’de yapılan dendroklimatolojik çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile uyumludur (Akkemik v.d., 2008; Dario v.d., 2016; Ergül Bozkurt v.d., 2021; Köse, 2012; Köse ve Güner, 2012; Touchan v.d., 2007; Touchan v.d., 2014; Touchan v.d., 2003).

Bunun yanında Haziran-Ekim ayları arasındaki yağış değerlerinin de halka gelişimleri üzerinde olumlu etkileri dikkat çekmekte, belirtilen dönem için pozitif ilişkiler göstermektedir. Tüm bu dönemde yağışlarda görülen anlamlı ilişkilerin nedeni, ağaçların büyüme ve gelişmesi sırasında diğer ekosistem ihtiyaçlarına kıyasla suya olan gereksinimlerinin yazın sıcaklık şartları nedeniyle daha fazla olmasıdır (Akkemik, 2018, s. 104). Sonuç olarak, bitkiler için vejetasyon faaliyetlerinin başladığı ve gelişmenin devam ettiği dönemde suyun varlığı ağaç halkası gelişimlerine olumlu olarak yansımaktadır.

Diğer taraftan kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağış-yıllık halka ilişkilerinde korelasyon katsayıları genel olarak 0'a yakın pozitif veya negatif ilişkilerle temsil edilmektedir. Burada sadece önceki yılın (halka oluşum yılı) Aralık ve Ocak aylarına ait yağış değerlerinin anlamlı şekilde negatif (olumsuz) etkilerinin olduğu görülmektedir. Bu olumsuz etkinin altında, çalışma alanının iklim ve topografik koşullara ait özelliklerin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu aylarda yağış ve diğer iklim elemanları arasındaki ilişkilerde dikkate alınarak açıklama yapmak daha doğrudur. Burada yağışın miktarı, düşme şekli veya sıcaklık koşullarına bağlı olarak karın yerde kalma süresi, buna bağlı olarak vejetasyon mevsiminde yaşanabilen gecikmeler gibi özellikler, ağaçların gelişimleri üzerinde etki eden faktörlerdir. Ayrıca türlere ait bazı yapısal özelliklerin de bu olumsuz etkilerin yaşanmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Özellikle sıg kök sistemine sahip türlerden olan ladin için yağışın kar olarak düştüğü ve uzun süre yerde kaldığı durumlarda ortaya çıkan sıcaklık şartları ve bu etkileşimlere bağlı olarak dar yıllık halka oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (Janecka v.d., 2020, s. 9; Köse, 2012, s. 81). Ayrıca konifer türlerin tepe çatılarında biriken karın hem fiziksel olarak ("kar kırması") hem de karın toprağa karışmadan buharlaşması yoluyla çeşitli etlileri yine yıllık halka gelişimi üzerinde etkilere neden olabilmektedir (Çepel, 1978, ss. 205-206). Özellikle iklim faktörlerinin karmaşık ilişkilerine bağlı olarak yağışlı zamanlarda havadaki nem oranı ve buna bağlı bulutluluk özellikleri, sıcaklık-yağış elemanlarının karşılıklı etkileşimi nedeniyle de olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bulutluluk, çalışma alanı ve çevresinde yağış rejimi ve yükselti koşulları altında önemli bir ekolojik faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Yağış koşullarına bağlı olarak bulutluluğun fazla olması, ışık ve sıcaklık gibi bitki

yaşamı açısından önemli olan ekolojik ortam özellikleri üzerinde olumsuz etkilere yol açarak yıllık halka gelişimlerini etkileyebilmektedir (Akkemik, 2018, s. 106; Fritts, 1976, ss. 396-400; Köse, 2012)

Yağışın bu alanda olumsuz etkileri bölgenin atmosferik dinamikleri, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri sonucu suyun fazlalığı durumlarında sel, taşkın ve heyelanlar vb. olumsuz fiziki nedenlerden de kaynaklanabilir. Bu etkiler bitkiler üzerinde daha çok fiziksel sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak atmosferik kökenli unsurların tetiklediği olaylar sonucu büyüme üzerinde olumsuzluklara yol açan fiziksel etkilere (yaralanma, kopma, kırılma), uyum veya direnç gösteremeyen ağaçlar yaşamlarını devam ettirme konusunda sorunlar yaşayabilir. Su fazlalığının oluşturduğu fizyolojik etkiler ise bitki yapısı gereği daha karmaşık olup bu durum özellikle bitkilerin yaşama tutundukları toprakta ve kök sistemi üzerinde kendini göstermektedir. Bu da bitki besin maddelerinin temini, fotosentez gibi değişik süreçler üzerinde etkilere yol açabilmektedir (Akkemik, 2018, p. 108). Tüm bu bahsedilen zararlar iklim-büyüme ilişkilerinin açıklanmasında önemli etkilere sahiptir.

Sonuç olarak, Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahadan yaklaşık 1400-2000 m yükselti aralığından alınan sarıçam ve Doğu ladini örnekleri için, yıllık halka-iklim büyüme ilişkilerinde kış sonu, ilkbahar sıcaklıkları ile yaz dönemi (Temmuz-Ağustos) sıcaklıklarının olumlu etkisi görülmektedir. Bu alanda topografya koşulları ve buna bağlı olarak ortamda meydana gelen değişimler sonucu sıcaklık temel sınırlayıcı faktör olmaktadır. Yağışın ise kış dönemine denk gelen aylarda yörenin yukarıda bahsedilen özellikleri nedeniyle olumsuz etkileri olmaktadır. Mayıs ayı toplam yağış değerleri bu alanda bitki büyüme ve gelişimi açısından oldukça önemlidir. Vejetasyon döneminin devam ettiği yaz ve sonbahar başına denk gelen aylarda yağış yıllık halka gelişimleri üzerinde olumlu etkilere yol açmaktadır. Çalışma alanında ortaya çıkan bu sonuçlar, çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz Bölümü ve çevresi için yapılan bazı dendrokronolojik çalışmalar göz önünde bulundurularak da değerlendirilmiştir.

Dolgova ve Solomina (2010) tarafından, çalışma alanının doğusunda (Kafkasya Bölgesinde) Malaya dağında yaklaşık 2200-2400 m yükseltilerden alınmış sarıçam türü üzerinde yaptıkları dendrokronolojik çalışmada, bu alanda Mart-Nisan ayları sıcaklıkları ile Haziran-Eylül sıcaklıklarının türün gelişimi üzerinde önemli ilişkilerinin olduğunu bulmuşlardır. Yıllık halka genişlikleri ve yoğunluk ölçümü yöntemine dayalı yapılan çalışmada, bölgede 1800-2005 yaz sıcaklıklarına ait ilk rekonstrüksiyon sonuçları elde edilmiştir.

Köse ve Güner (2012), Doğu Karadeniz Bölümünde (Artvin) Doğu kayını türünün yıllık halka gelişimi üzerinde (ilkbahar odunu, yaz odunu ve yıllık halka) sıcaklık (ortalama, minimum ve maksimum) ve yağışın etkisini inceledikleri çalışmada, halka oluşum yılının Ocak ayı toplam yağışlarının olumsuz, Haziran ayı toplam yağışlarının ise türün gelişiminde olumlu etkilerin olduğunu belirlemişlerdir. Örneklerin alındığı tür ve yükselti (1830-2218 m) nedeniyle bu alanda Mart-Haziran ayları ortalama sıcaklıklarının türün gelişimi üzerinde olumlu etkileri görülmektedir. Ayrıca ilkbahar ve yaz odunu gelişimi için aylık minimum ve maksimum sıcaklıklara ait ilişkileri de incelemişler ve en yüksek ilişkiyi maksimum aylık sıcaklıklar arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yağış için ise Haziran ayı toplam yağışlarının büyüme üzerinde olumlu ve anlamlı ilişkiler gösterdiğini gözlemlememişlerdir.

Dolgova (2016), Kafkas dağları üzerinde (Taberda ve Elbruz Dağları Milli Parkı) sarıçam ve Doğu Karadeniz göknar'ı türü üzerinde yaptıkları dendrokronolojik çalışmada, yıllık halka genişlikleri ve maksimum mavi yoğunluk ölçüm yöntemi (maximum density is the blue intensity (BI)) kullanarak iklimin bu türler üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Yükseltinin oldukça fazla olduğu bu alanda türlerin büyüme ve gelişimleri üzerinde temel sınırlayıcı faktörün sıcaklık olduğu görülmüştür. Özellikle yükseltiden kaynaklı olarak Haziran-Eylül sıcaklıklarının anlamlı ilişkiler gösterdiği alanda 1596-2011 yıllarını kapsayan dendrokronolojik rekonstrüksiyon elde edilmiştir.

Dario v.d. (2016) Doğu Karadeniz ve Kafkasya'yı kapsayan alanda konifer ve geniş yapraklı birçok türe ait yöre kronoloji kullanılarak bölge için Mayıs-Haziran ayları toplam yağışlarının bu alan için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu ilişkiler

bölge için 1752 yılına kadar olan ilk yağış rekonstrüksiyonunun yapılmasını sağlamıştır. Bu rekonstrüksiyon sonucunda Doğu Karadeniz Bölümü ve çevresi için yağışın (Mayıs-Haziran toplam yağışları) zaman içerisinde gösterdiği değişim ve bu alanda etkili olan atmosfer sistemleri ile yıllık halka büyüme ilişkilerinin anlaşılmasında önemli sonuçlara ulaşılmıştır.

Holobăcă v.d. (2016), Kafkasya’da Elbruz Dağında, Irik vadisinde 2300 m yükselti seviyesinden sarıçam türüne ait yapılan dendrokronolojik çalışmada, Temmuz-Ağustos ve Mayıs-Haziran (önceki yılın) aylarını kapsayan yaz sıcaklıklarının büyüme gelişmesi üzerinde önemli olduğunu bulmuşlardır. Çalışma alanında yeterli miktarda su varlığı nedeniyle yağış ile olan ilişkilerde zayıf sonuçlar görülmüştür. Bu sonuçlara dayanarak bu alanda 1830 yılına kadar olan zaman aralığı için, temmuz-ağustos sıcaklıklarının rekonstrüksiyonu yapılmıştır.

Dario v.d. (2018), Doğu Karadeniz ve Kafkasya’nın batısını kapsayan geniş bir alanda, farklı karakterde ve ekolojik istekleri olan türler üzerinde yapılan dendrokronolojik çalışmada, ilkbahar-yaz dönemi (Mayıs-Haziran) ve yaz yağışlarına (Haziran-Temmuz) türlerin yıllık halka gelişimlerinde olumlu tepkiler verdiği görülmüştür. Bu alanda yıllık halka gelişimleri açısından aylık ortalama sıcaklıklara ait değerlerin, türler açısından farklı sonuçlar göstermesi dikkat çekicidir. Bu alanda gözlemlenen sonuçlar ile (koniferler açısından) çalışma alanında görülen, önceki yılın ekim ayı ve mayıs sıcaklıklarının olumsuz etkisi, kasım-mart dönemi aylarına ve yaz aylarına (temmuz-ağustos) ait sıcaklıkların olumlu etkileri benzer sonuçlar göstermektedir.

Ergül Bozkurt v.d. (2021), Türkiye’de sarıçam türü üzerinde iklim-büyüme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla geniş bir alanda yapılan dendrokronolojik çalışmada, sarıçamın yıllık halka gelişimi üzerinde Mart-Nisan ayları ortalama sıcaklıkları ile Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinin temel sınırlayıcı faktör olduğunu bulmuşlardır. Bu aylara ait sıcaklık ve yağış değerleri türün büyüme ve gelişmesi üzerinde olumlu etkilere sahipken, Mayıs ayı sıcaklıklarının yıllık halka gelişimi üzerine olan olumsuz etkisi dikkat çekmektedir.

Sonuç olarak çalışma alanında elde edilen sonuçlar ile çalışma alanı ve çevresine ait daha geniş bir alanda farklı türler ve farklı yetiştirme ortamlarında yapılan dendrokronolojik analizlerde genel olarak benzer sonuçların görülmesi önemlidir.

Yıllık Halka Büyüme Özellikleri-İklim İlişkilerinin Zaman İçerisindeki Değişimine Ait Sonuçlar

Farklı türler ve yükseltilerden elde edilen kronolojilere ait yıllık halka genişlikleri ve iklim değerleri arasındaki ilişkilerin; iklim değerlerinde görülen değişimlerin yıllık halka büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerinin zamansal açıdan değerlendirilmesi amacıyla, tüm yöre kronolojilerine hareketli korelasyon fonksiyonu yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ilişkiler arasındaki zamana bağlı değişimleri de hesaba katması sebebiyle dendroklimatolojik çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Calderaro v.d., 2020; Ergül Bozkurt v.d., 2021; Mokria v.d., 2017; Shah v.d., 2021; Stajić v.d., 2020).

Yörelere ait yıllık halka büyüme özellikleri-iklim ilişkilerinin zaman içerisindeki değişimine ait sonuçlarda, karşılaştırılan zaman aralığında ilişkilerde (hem türler hem iklim değerleri için) değişimlerin yaşandığı görülmüştür. Sıcaklık-yıllık halka ilişkilerinin zamansal analizinde; GAV yöresi hariç genel olarak tüm yörelere ait hareketli korelasyon katsayıları sonuçlarında, Ocak-Nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimleri üzerindeki olumlu etkisinin karşılaştırılan tüm zaman aralığında anlamlılığını koruduğu belirlenmiştir. Sarıçama ait GAV yöresinde ise bu aya ait sıcaklık değerleri ile yıllık halka genişlikleri arasında başlangıçta olumlu olan ilişkilerin 1960 sonrası dönemde zayıfladığı hatta son yıllarda 0'a yakın negatif değerler gösterdiği görülmüştür. Ayrıca diğer bir sarıçam türünden oluşan BAK yöresinde de bu döneme ait sıcaklıkların olumlu etkisi devam etmekle beraber istatistiksel olarak anlamlı etkinin kaybolduğu görülmüştür. Bu durum çalışma alanında korelasyon katsayısı yöntemine göre kış sonu erken ilkbahar sıcaklıklarının yıllık halka gelişimi üzerinde olumlu olan etkilerinin sarıçam türünde zayıfladığını göstermektedir. Bu aylardaki sıcaklıklarda zaman içerisinde yaşanan değişimler farklı çalışmalarda da belirtilmiş; genel olarak bu sıcaklık değişimlerinin büyüme mevsiminin başlangıcı boyunca kambiyum aktivitesi ve türün sıcaklığa (ekstremler açısından) karşı olan direncinde zayıflamalar gibi sorunlara yol açarak yıllık halka

gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Koprowski, 2013, ss. 145-146; Martin-Benito v.d., 2018, ss. 1321-1322). Çalışma alanında Doğu ladini için bu tarz bir ilişki görülme de Martin-Benito v.d. (2018) tarafından, çalışma alanının doğusunda yapılan araştırmada türe ait kış sıcaklıklarına azalan pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Temmuz-Ağustos sıcaklıklarına ait hareketli korelasyon sonuçlarında, yöreler ve türler arasında birtakım farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yaklaşık olarak 1400-1700 m yükselti aralığındaki Doğu ladini yörelerinin (ORU, CIK) yaz sıcaklıklarına verdiği olumlu tepkiler sabit olmamakla beraber anlamlıdır. Özellikle CIK yöresinde 1950 sonrası bu değerler istatistiksel olarak anlamlı olup tüm zaman aralığında tutarlı sonuçlar göstermiştir. Yaklaşık 1800 m yüksekliklerden alınan sarıçamlarda ise temmuz-ağustos ayları sıcaklıklarının 1960'lı yıllara kadar olumlu etkisinin (istatistiksel olarak anlamlı) bu dönem sonrasında kaybolduğu, 1980 sonrası dönemde ise bu aylara denk gelen sıcaklıkların olumsuz etkisinin arttığı dikkat çekmektedir. Bu yükselti değerlerinin üzerinde diğer iki yörede (BAK-sarıçam, SAD-Doğu ladini) de benzer bir durum görülmekte olup bu yörelerde sadece olumlu etki ortadan kalkmaktadır.

Mayıs ayı ve Mayıs-Haziran ayları sıcaklıklarına ait hareketli korelasyon katsayısı sonuçlarında; tüm yöre kronolojilerinde bu aylara ait sıcaklıkların kuvvetlenen ve anlamlı hale gelmeye başlayan olumsuz etkisi dikkat çekicidir. Bu ay/aylara ait sıcaklıkların olumsuz etkisi en çok sarıçamlarda görülmektedir. Sarıçamlarda ilişkilerin negatife döndüğü dönem yaklaşık 1950 ve sonrası iken, bu olumsuz etki Doğu ladini için 1970 ve sonrasında ortaya çıkmaktadır. Bu yörelerden ise en kuvvetli olumsuz ilişkiler GAV yöresine ait sarıçamlarda gözlemlenmiştir. Hem yaz dönemi başlangıcı hem de yaz aylarında sıcaklıklarda yaşanan değişimler, çalışma alanındaki türler üzerinde farklı hissedilmektedir. Sıcaklık ve buna bağlı kuraklık koşullarına dayanaklı bir konifer orman ağacı olmasına rağmen sarıçamların, değişen sıcaklık koşullarına karşı daha hassas hale geldiği görülmektedir. Bu durum türün değerlendirildiği farklı çalışmalarda da görülmüştür (Martin-Benito v.d., 2018; Matisons v.d., 2021, s. 9; Tabakova v.d., 2020, ss. 5-6). Bu konuda Martin-Benito v.d. (2018) tarafından belirtilen plastisite (esneklik) yeteneği, türün dünya üzerinde çok

farklı ortam şartlarında ve en güney sınırı olarak ülkemizde yaşadığı düşünüldüğünde, türün geleceği ve yayılış özellikleri bakımından güçlü yanına da vurgu yapmaktadır. Doğu ladini için ise Mayıs-Haziran ayları sıcaklıkları sarıçamda olduğu gibi kuvvetli hissedilmemektedir. Ayrıca Temmuz-Ağustos dönemi sıcaklıklarının halka gelişimi üzerindeki etkisi sadece en üst yükseltide yer alan yörede zayıfladığı görülmüştür.

Yörelere ait yağış-yıllık halka ilişkilerinin hareketli korelasyon katsayısı analizi sonuçları incelendiğinde; Ocak ve Ocak-Şubat dönemine ait yağış değerlerinde görülen değişimin yıllık halka gelişimi açısından olumsuz etkisinin daha çok Doğu ladini türü için olduğu belirlenmiştir. ORU yöresinde 1950 ve sonrasında, CIK ve SAD yöresinde ise 1970 sonrası dönemde bu olumsuz etkiler anlamlı değerler göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Sarıçamlar türünde ise bu aylara ait yağışların olumsuz etkisi negatif olmakla beraber hiçbir zaman anlamlı değerler göstermemiştir.

Mayıs, Mayıs-Haziran aylarına ait toplam yağış değerleri tüm yörelerde yıllık halka gelişiminde olumlu ve anlamlı değerlerle temsil edildiği belirlenmiştir. Özellikle Mayıs ayı toplam yağışları, Mayıs-Haziran ayları toplam yağışlarına ait korelasyon sonuçlarından daha anlamlı değerler göstermektedir. Bu aya ait ilişkilerde ortaya çıkan değişimler türler açısından farklılık göstermektedir. Sarıçamlara ait yörelerde yağışın, aynı aya ait sıcaklıkların olumsuz etkisi görüldüğü ve kuvvetlendiği 1960 ve sonrası yıllarda, anlamlı ve olumlu etkilerin arttığı görülmüştür. Doğu ladini için durum değerlendirildiğinde ise en alt yükseltideki ORU yöresinde Mayıs, Mayıs-Haziran ayları yağış değerlerinin olumlu etkisi, karşılaştırılan tüm zaman aralığında sabit olmayıp, 1970 ve sonrası dönemde halka gelişimi üzerinde anlamlı hale geldiği görülmektedir. CIK yöresinde ise mayıs ayı yağış değerlerin neredeyse tüm zaman aralığında olumlu ve anlamlı etki gösterdiği, mayıs-haziran aylarında olumlu etkinin olduğu fakat bunun belirli aralıklar dışında anlamlı olmadığı görülmektedir. SAD ise en üst yükseltilerden alınan Doğu ladini yöresini oluşturmakta ve bu aya ait değerler incelendiğinde, 1960 dönemine kadar Mayıs yağışlarının etkisinin 0'yakın pozitif değerlerle temsil edildiği bu dönem sonrasında olumlu ilişkilerin kuvvetlendiği özellikle de 1980 sonrası dönemden itibaren anlamlı değerlere ulaştığı görülmektedir. Sarıçamlarda olduğu gibi bu aya ait yağış değerlerinin zamansal olarak anlamlı değerlere ulaştığı dönem, aynı aya ait sıcaklıklarda görülen olumsuz etkilerle ortak

zamanı kapsamaktadır. Bu aylardaki yağış değerleri ile yıllık halkalar arasında tüm yörelerde artan bir ilişkinin görülmesi, sıcaklıklarda meydana gelen artışlar nedeniyle bitkilerin vejetasyon döneminin başlangıcında artan fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamada suya olan ihtiyacının arttığını göstermektedir.

Farklı tür ve yetiştirme ortamlarından elde edilen yöre kronolojileri hareketli korelasyon analizi kullanılarak değerlendirildiğinde; yıllık halka genişlikleri-iklim için korelasyon katsayısı analizlerinde ortaya çıkan ilişkilerin karşılaştırılan zaman aralığında durağan olmadığı görülmüştür. Yani burada sınırlayıcı faktörlerin açıklanmasında iklim özelliklerinin zaman içerisindeki değişen durumları önemli olmaktadır. Bu alanda büyüme ve iklim ilişkileri açısından; sıcaklıklarda görülen ilişkilerin yağış değerlerine göre daha değişken olduğu ve bu değişimin son 50 yıllık dönemde olumsuz etkilere yol açtığı görülmektedir. Alanda ekolojik istekleri farklı türlerden örnekler alındığı için bu olumsuz etkiler her tür için aynı dönemde etki etmemektedir. Sadece bu etkilerin sarıçam türünde daha kuvvetli hissedildiği göze çarpmaktadır. Bu değişimi, Billings v.d. (2015) tarafından sarıçamın enlem ve yükseltiye bağlı coğrafi dağılışıda iklime duyarlılığının büyüme üzerindeki etkilerinin açıklandığı çalışma desteklemektedir. Özellikle sıcaklığın değerlendirilen coğrafi ortamlar boyunca büyük bir değişkenliğe sahip olduğu, 20. y.y ilk döneminin daha soğuk koşulları ifade ederken, ikinci yarısında özellikle de 90'lı yıllar sonrasında daha sıcak koşulların yaşandığı belirtilmiştir (Billings v.d., 2015, s. 7).

Bu konuya farklı bir bakış açısı olarak ise iklim ve ağaç büyümesi ilişkilerinin küresel bir derlemesinin yapıldığı Hofgaard v.d. (2019) tarafından 1970 sonrası dönemde kuzey yarım kürenin kuzeyindeki ağaçların yıllık halkalarının son ısınma eğilimlerini yakalayamadığı da vurgulanmıştır. Bu durum sıcaklık koşulları tarafından sınırlı olan bu alanlar için bir kararsızlık durumunu ifade etmektedir. Zaman içerisinde hem sıcaklık hem yağış koşullarına meydana gelen değişimler sonucu bazı dönemler anlamlı etkiler görülürken bazı dönemde bu etkilerin ortadan kalktığı veya tersine döndüğü görülmektedir. Ayrıca bu sonuçlara bağlı iklim-yıllık halka ilişkilerinde görülen bu durağansızlık durumu, çalışma alanında hem iklim hem akım için rekonstrüksiyon denemelerinde anlamlı değerlere ulaşmada da büyük bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Yıllık Halka Büyüme Özelliklerinde Doğrusal Olmayan İlişkilere Ait Sonuçlar

Çalışma alanında korelasyon katsayısı ve hareketli korelasyon fonksiyonu analizleri ile yıllık halka genişlikleri-iklim ilişkileri açısından örnek alınan Doğu ladini ve sarıçam türlerine ait temel sınırlayıcı faktörler; Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıkları ile Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerleri olarak belirlenmiştir. Doğanın karmaşık yapısı nedeniyle genellikle ağaçların büyüme ve gelişimleri sırasında ortaya çıkan ekolojik ve fizyolojik tepkiler doğrusal ilişkiler göstermeyip zaman ve mekânda farklılıklara sahiptir (Hofgaard v.d., 2019, ss. 3216-3218; Matisons v.d., 2021, ss. 1-2). GAMM gibi modeller, türlerin yaşam ortamlarında değişen koşullara uyum sağlayabilmesi için gerekli iklimsel değerlerin ve türlerin iklime verdikleri tepkilerin belirlenmesinde önemlidir (Billings v.d., 2015, s. 5). Bu amaçla model, analizlerle belirlenen yıllık halka genişlikleri üzerinde alanda sınırlayıcı iklim faktörlerinin türlerin gelişimleri üzerinde doğrusal olmayan büyüme ilişkilerini ve türlerin bu aylara ait değerlerde gösterdiği tepki eşiklerinin belirlenmesi için uygulanmıştır.

GAMM analizleri sonucunda Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarına ait dönem için iki türün benzer değerlerde büyüme özellikleri ve büyüme tepkileri sergilediği görülmüştür. Sarıçam ve Doğu ladini için, Ocak-Nisan ayları ortalama sıcaklıklarına ait dönemde eşik değerin yaklaşık 2°C olduğu, 2°C-4°C arasındaki sıcaklıkların büyüme üzerinde arttırıcı yönde, 4°C'den sonra ise ortalama sıcaklıklardaki artışa bağlı olarak sıcaklığın büyümeyi azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir. Sıcaklıkların yıllık halka gelişimlerinde göstermiş olduğu bu özellikler, analizlerde kullanılan konifer türlerin genetik yapıları ve ortam şartları ile ilişkilidir. Özellikle de çalışmada kullanılan ağaçların, konifer türler olması bakımından yaprakların kış koşullarında ağaçlar üzerinde yer alması, uygun sıcaklık ve ışık koşullarında bitkilerin solunum, fotosentez ve organik madde üretimi açısından daha düşük sıcaklıklarda fizyolojik faaliyetlerine başlamasına olanak sunmaktadır (Çepel, 1978, ss. 172-180). Bu çalışmada model sonuçlarında büyümenin olduğu sıcaklıklar belirtilen duruma bağlı olarak, suyun kullanılabilir olduğu 0°C'den sonra etkili olmaya başlamaktadır. Hatta yüksek enlemlerde güneşlenme süresi ve sıcaklık koşullarına

bağlı olarak türlerin genetik özellikleri dahilinde daha düşük sıcaklıklarda dahi büyümenin gerçekleştiği görülmektedir (Çepel, 1978, ss. 178-179; Lloyd v.d., 2013, s. 335). Modelde ortaya çıkan belirli bir eşik değerden sonra büyümede görülen düşüşler ise hem sıcaklıklarda meydana gelen değişimler hem de sıcaklık şartlarının toprak üzerinde yol açacağı etkilerden kaynaklanabilir. Özellikle kara alanlarında farklı ısınma ve soğuma süreçlerine bağlı olarak hava sıcaklıkları, toprak sıcaklıklarından daha hızlı yükselir. Bu durumda bitkilerin toprağa bağlı oldukları kök sistemlerinde ortaya çıkacak etkilere bağlı olarak farklı stres durumları oluşabilir (Lloyd v.d., 2013, s. 341).

Yağış koşulları açısından ise türlerde Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinde farklı eşik değerlerin olduğu belirlenmiştir. Sarıçamın, Doğu ladinine göre yağış ve nem ihtiyaçları bakımından daha yüksek toleransa sahip olması ve daha düşük değerlere olan talebi (Farjon, 2017; Hytteborn v.d., 2005, ss. 64-66) , Mayıs-Haziran ayları toplam yağış değerlerinde aynı koşullar altında farklı değerler görülmesine yol açmıştır. Sarıçam için bu aylara ait yağış eşik değerinin 130 mm olduğu, bu değerden itibaren türün büyümesi üzerinde (yıllık halka) yaklaşık 175 mm'ye kadar olan yağışların büyümede olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Doğu ladininde ise bu aylara ait eşik değerin yaklaşık 140 mm olduğu, bu değerden itibaren yaklaşık 185 mm'ye kadar olan yağışların büyümede olumlu etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yağış açısından çıkan sonuçlarda miktar açısından farklılıklar olsa bile bu alanda Mayıs-Haziran ayları yağışları büyümeyi kontrol eden önemli bir sınırlayıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu aylarda fizyolojik faaliyetlerin özellikle ilkbahar sonu-yaz başlangıcında aktif hale gelmesine (Akkemik, 2018, s. 83) ve sıcaklıklarda görülen artışların Anadolu için bu aylarda olmasına da bağlı olarak bitkilerde hızlı meydana gelen değişimler sonucunda bazı ekosistem gereksinimleri artmaktadır. Yıllık halka gelişiminde bu nedenle tüm analizlerde Mayıs-Haziran yağışlarının sınırlayıcı etkisi ortaya çıkmaktadır. Yağışa ait model sonuçlara incelendiğinde de belirli bir eşik değerden itibaren yıllık halka büyüme özelliklerinde düşüşler yaşandığı görülmektedir. Bu duruma Temmuz ayından itibaren yağışlarda görülen azalmanın etki ettiği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak türler için eşik

değerler olan 130-140 mm'nin altına düşen yağışlar büyüme üzerinde sınırlayıcı etkilere yol açarak artım kayıplarına neden olmaktadır. Bu aylarda sıcaklıkların ve bitki büyüme süreçlerinin devam etmesi sonucu azalan yağışlardan bitkiler fizyolojik olarak olumsuz etkilenebilmektedir.

Çalışma alanından elde edilen türlerin yıllık halka gelişimleri üzerinde sıcaklık ve yağış değerleri açısından ortaya çıkan bu doğrusal olmayan büyüme ilişkileri türlerin yerel koşullara karşı sağladıkları adaptasyonları ve ortamla olan ilişkilerini anlamada değerli bilgiler vermektedir. Özellikle doğrusal olmayan iklim-büyüme ilişkilerinin test edildiği bu model ile türlerin belirli bir zaman aralığında iklim değerlerine karşı göstermiş oldukları uyum ve tepkilerin anlaşılması, değişen iklim koşulları altında türlerin gösterebileceği davranışları ve etkilenebilirliklerini anlamak açısından önemlidir. Örneğin ortalama sıcaklıklar açısından çalışma alanında Ocak-Nisan aylarında türlerin 2°C-4°C arasında göstermiş oldukları büyüme davranışları, iklim değişikliği nedeniyle meydana gelebilecek ortalama sıcaklıklardaki azalış veya artış durumlarında büyüme üzerinde etkilere yol açabilecektir. Özellikle de mevcut sıcaklık eğilimlerinin devam etmesi durumunda (Pörtner v.d., 2022), ortalama sıcaklıklarda yaşanabilecek artışlar (>4°C) çalışma alanı ve çevresinde yer alan ağaçların yıllık halka büyüme özellikleri üzerinde azaltıcı yönde etki edebilir. Tüm bu olası etkilerin çalışma alanı ve çevresinde yapılacak olan orman ekosistemine ait planlamalarda göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyon Denemelerine Ait Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma alanında yıllık halka-iklim ilişkilerine ait korelasyon değerleri ve zaman zarfında meydana gelen değişimler, farklı iklim veri setleri kullanılarak incelenmiştir. Bunun yapılmasındaki amaç çalışma alanının bulunduğu konum itibarıyla bu alanı temsil eden en iyi iklim-yıllık halka büyüme ilişkilerini yakalayabilmek olmuştur. Analizler sonucunda çalışma alanındaki türlerin büyüme ve gelişmeleri üzerinde etkili olan iklim özelliklerinin istasyonlarda benzer sonuçlar gösterdiği bulunmuştur. Sıcaklık için kış sonu-erken ilkbahar dönemi ve yaz sıcaklıkları (Temmuz-Ağustos), yağış için ise ilkbahar sonu-yaz dönemi (Mayıs-Haziran) yağışlarının etkili olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlardan yola çıkarak bu alanda sıcaklık ve yağış için rekonstrüksiyon denemeleri yapılmıştır. Bu denemelerde kronolojilere ait yıllık halka genişliklerinin varyans oranını arttırmak adına tüm kronolojilere temel bileşenler analizi uygulanmış, bunlardan en yüksek varyansı açıklayanlar analizlerde bağımlı değişken olarak kullanılmıştır. Çalışma alanından elde edilen yöre kronolojilerinin iklime olan duyarlılıkları, kullanılan iklim veri setleri, çalışmada farklı yükselti basamaklarını temsil eden yöre kronoloji sayısının az olması, örneklenen türlerin iklimle olan ilişkilerinde görülebilen farklılıklar gibi sebeplerden dolayı rekonstrüksiyon için yapılan analizlerde istenilen sonuçlara ulaşamamıştır.

Belirtilen sınırlılıkların etkilerini daha iyi anlamak ve çalışma alanı çevresini temsil eden yöre kronolojisi sayısının artırılması durumunda ortaya çıkacak sonuçları incelemek adına, alan ve çevresinde yapılmış dendrokronolojik araştırmalar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma alanı ve çevresinde P. I. Kuniholm tarafından elde edilen yöre kronolojileri, alana yakınlığı ve çalışmada kullanılan ortak türler nedeniyle istatistiksel anlamlılığı arttırmak için kullanılmıştır. Burada P. I. Kuniholm'e ait verilerin kullanılması, bu alandaki kronolojilerin uzunluğu nedeniyle başka bir sınırlılık oluşturmuştur. Bu duruma bağlı olarak analizde kullanılan iklim verisi ve yöre kronolojilerinden kaynaklı 1930-1988 yıllarını kapsayan dönem rekonstrüksiyon denemelerinde kullanılabilmiştir.

Kronolojilere ait korelasyon katsayıları tekrar hesaplanması sonucunda, Mayıs-Temmuz ayları toplam yağış değerlerinin yıllık halka gelişimi üzerinde önemli etkileri olduğu bulunmuştur. Bu aylara ait toplam yağış değerleri ile temel bileşenler analizinden elde edilen PC'ler arasındaki regresyon analizi sonuçları dendroklimatolojik çalışmalarda anlam ve güven testleri açısından olması gereken istatistiksel değerleri sağlamıştır. Ancak modelin anlamlılığı, kalibrasyon (1930-1958) ve verifikasyon (1959-1988) dönemi olarak iki ayrı model olarak incelendiğinde, daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere iklim-yıllık halka ilişkilerinin zamansal olarak kararlı olmaması sebebiyle verifikasyon dönemi istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar göstermemiştir. Bu bulgular doğrultusunda kronoloji sayısı arttırılrsa dahi gerek kronolojilerin iklime olan duyarlılıkları gerek çalışma alanının iklim özelliklerinden kaynaklı olarak iklim-yıllık halka ilişkilerinde görülen kuvvetli zamansal kararsızlık

(stabilitenin olmayışı), çalışma alanı ve çevresinde yapılacak rekonstrüksiyon denemelerinin gerekli istatistiksel değerlere ulaşmasında engel teşkil etmektedir.

Dendrohidrografiya Araştırmaları ve Yıllık Halka Büyüme Özelliklerine Ait Sonuçlar

Çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz Havzası, bölümün jeomorfolojik gelişimi, jeolojik özellikleri, iklim dinamikleri, bitki örtüsü vb. etkileri altında oldukça gelişmiş bir akarsu ağına sahiptir. Burada mevcut su potansiyelinin önemini daha iyi anlamak, çalışma alanı ve çevresinde yer alan akarsuların akım (debi) özellikleri ve zaman içerisinde meydana gelen değişimlerini ortaya koymak için dendrohidrografiya çalışması gerçekleştirilmiştir. Bunun için var olan AGİ'lerin mevcut durumları belirlenmiş ve çalışma alanı sınırları içerisinde bulunan Kürtün AGİ istasyonu bu ilişkileri açıklamak için seçilmiştir. Kürtün AGİ için her bir akım yıllığı tarandığında 1943-1988 yılları arasında veriye sahip olduğu ancak 1959-1964 (5 yıl) yılları arasında akım verisinde eksikliklerin olduğu görülmüştür. Akım-yıllık halka genişlikleri arasındaki ilişkiler var olan kesintisiz veri seti ile karşılaştırıldığında, Haziran-Temmuz / Haziran-Temmuz-Ağustos aylarına ait ortalama akım değerleri ile yıllık halka genişliklerinde anlamlı değerler bulunmuştur.

Var olan akım verisindeki boşluğun tamamlanması durumunda, bulunan anlamlı ilişkilerin tüm akarsu gözlem aralığındaki durumunu belirlemek için akım verisinde boşluk tamamlama yöntemine gidilmiştir. Ayrıca dendroklimatolojik rekonstrüksiyon yönteminde olduğu gibi dendrohidrografiya rekonstrüksiyon yönteminde belirtilen sınırlılıklar nedeniyle çalışma alanı ve çevresinde Kuniholm tarafından oluşturulan yöre kronolojileri akım-yıllık halka ilişkilerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır.

Yapılan literatür çalışması sonucunda çeşitli boşluk tamamlama yöntemleri incelenmiş, bu yöntemlerden hareketle Dönmez (1990) tarafından tatbik edilen yöntem, akım verilerinin tamamlanmasında kullanılmıştır. Bu yöntemin uygulanması için Değirmendere-Kanlıpelit AGİ, karşılaştırma istasyonu olarak seçilmiş ve Kürtün AGİ'ye ait eksik veri seti tamamlanmıştır. Tekrarlanan analizler sonucunda 1965-1988 dönemi için korelasyon katsayısı ve regresyon analizlerinde anlamlı ve yüksek

değerler gösteren Haziran-Temmuz/Haziran-Temmuz-Ağustos ayları akım-yıllık halka ilişkisi değerleri, 1951-1988 dönemi için yapılan analizde daha düşük değerler göstermiştir (1951-1988 mukayese istasyonu gözlem aralığı). Bu işlemler Kürtün AGİ'ye ait 1943-1988 yıllarına ait aylık ortalama akım-yıllık halka ilişkileri için de uygulanmıştır. Ancak yine anlamlı değerlere hem negatif hem pozitif korelasyonlar için ulaşamamıştır.

Akım-yıllık halka genişliklerinde uzun zaman aralığında ilişkilerde görülen zayıflamanın altında yatan nedenleri (veri setinde var olan boşluk, akım değerlerinde yıllar içinde görülen artış-azalış trendleri, belirlenen aylara anlamlı ilişki gösteren yöre sayısının azalması vb.) daha iyi anlamak için farklı analizler de yapılmıştır. Bunun için öncelikle mukayese istasyonu akım verisi de kullanılarak bu AGİ'lere ait minimum ve maksimum akımlar ile yıllık halka genişlikleri kesintisiz dönem için karşılaştırılmıştır. Bunun yapılmasında hem istasyonlar arasındaki hem yörede bulunan ağaçların büyüme ve gelişimleri arasındaki ilişkileri belirlemek etkili olmuştur. Karşılaştırmalar sonucunda yıllık halka genişlikleri ile en yüksek ilişkiler, aylık minimum akım değerlerinde gözlemlenmiştir. Bu ilişkilere ait uzun dönemli analiz, bu verilerin akım için uç değerleri ifade etmesi nedeniyle boşluk tamamlama yöntemi ile tamamlanamamıştır. Bu incelemeler çalışma alanında daha başka problemleri de beraberinde getirdiği için çalışma alanı çevresinde yer alan tüm DSİ ve EİEİ'ye ait AGİ'ler, çalışma kapsamında elde edilen yıllık halka kronolojilerinin zaman aralığını kapsayacak şekilde tekrar gözden geçirilmiştir. Bu tekrarlanan araştırmalar sonucunda ise Kürtün AGİ gibi Harşit Çayı'nın üzerinde bulunan ve Kürtün AGİ ile ortak akım dönemindeki yüksek istatistiksel ilişkiler gösteren Eymür AGİ, havzada günümüze doğru olan yıllık halka-akım ilişkilerinin durumunu belirlemek amacıyla dendrohidrografya analizlerinde kullanılmıştır. Burada belirtilmesi gereken önemli husus, Dendroklimatoloji ve Dendrohidrografya analizleri sırasında istatistiksel ilişkileri arttırmak için dahil edilen Kuniholm'e ait yöre kronolojilerinin 1988-1989 yıllarında sonlanmasıdır. Bu nedenle bu yıllardan sonra sadece tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri kullanılabilmektedir. Özellikle yaz dönemi akımlarına olumlu ve anlamlı tepkiler veren Kuniholm'e ait yörelerin analizlerden çıkarılması sonucu hem istatistiksel analizlerde hem de yöre sayısında azalma olmuştur. Sonuç

olarak ilişkilerin zayıflaması, akım-yıllık halka analiz sonuçları üzerinde günümüze doğru yapılan karşılaştırmalarda başka bir sınırlılığa neden olmuştur.

Çalışma alanından elde edilen kronolojiler ile Eymür AGİ'ye ait 1976-2008 dönemi korelasyon katsayısı sonuçlarında; istasyon için en güçlü akım değerlerinin görüldüğü aylarda (Nisan-Mayıs ayları), daha önceki analizlerde yıllık halka genişlikleri üzerinde görülen olumsuz etkilerin günümüze doğru zayıfladığı görülmektedir. Bu durum, Kürtünde aynı aylara ait akım değerleri ile olan ilişkilerde tüm zaman aralığında (1943-1988) yıllık halka gelişimi üzerinde negatif korelasyon değerleri ile temsil edilmektedir. Ayrıca Kürtün için önceki yılın ekim ayından halka oluşum yılının mart ayına kadar akım değerlerinde daha yüksek değerler ile temsil edilen korelasyon değerleri, Eymür için daha zayıf değerler ile temsil edilmektedir. Bunun dışında ise özellikle sarıçamlar (GAV ve BAK yöreleri) ile en üst yükseltide yer alan Doğu ladini kronolojisinde (SAD) akım değerleri ile yıllık halka genişliklerine ait korelasyon sonuçları neredeyse tüm yıla yayılan pozitif korelasyon değerleri ile temsil edilmektedir. Yıllık halka genişlikleri-akım değerleri arasında günümüze doğru ortaya çıkan bu değişimlere nelerin sebep olabileceğini anlamak için ise iklim veri setleri ile istasyona ait akım değerleri karşılaştırılmış ve istatistiksel ilişkiler görselleştirilmiştir.

Karşılaştırmalar sonucunda Eymür AGİ'nin akımlarını kaydettiği Harşit Çayı havzasında iklimde meydana gelen değişimlerin akım değerleri üzerinde önemli değişikliklere yol açtığı görülmüştür. Ayrıca AGİ'nin bulunduğu alan ve çevresinde yapılan araştırmalarda; Eymür AGİ'ye ait akım değerleri üzerinde fiziki coğrafya faktörlerinin yanında antropojenik faaliyetlerin de etkili olduğu görülmüştür. Bu faaliyetler daha çok su ve enerji ihtiyacının karşılanması veya havza ıslah çalışmaları şeklinde olmuştur. Bunlardan 1971 yılında Eymür AGİ istasyonunun gerisinde, Doğankent ilçe sınırlarında açılan Doğankent HES ile Kürtün ilçe sınırlarında 1988-89 yıllarında yapımına başlanıp 2003 yılında işletmeye açılan Kürtün HES ve daha farklı su yapıları akım değerlerini doğrudan etkileyebilecek önemli yapılardır.

Sonuç olarak çalışma alanında akım-yıllık halka ilişkilerini etkileyen bu hususların etkileri, korelasyon katsayılarında ve regresyon analizlerinde görülen istatistiksel ilişkilerde artış, azalış veya doğrudan sorunlar şeklinde tespit edilmiştir. Bu nedenle belirtilen ve istatistiksel yöntemlerle de doğrulanan sorunlar, alanda dendrohidrografya açısından yapılacak analizlerde hem verilerin kesintiye uğramasına (baraj yapıldığında akım ölçümlerine son verilmesi gibi) hem de akım istasyonlarında ölçülen akım miktarları üzerinde etkili olarak analizlerde sınırlılıklara neden olmaktadır.

ÖNERİLER

Çalışma alanında yayılış gösteren ve yıllık halka genişlikleri-iklim büyüme ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan doğu ladininin duyarlılık katsayısı sonuçları bu alanda önceden yapılmış çalışmalarla yakın değerler göstermiştir. Benzer yetiştirme ortamındaki sarıçam da ise duyarlılık katsayısı sonuçları ladine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu nedenle çalışma alanı ve çevresi için yapılacak dendrokronolojik analizlerde sarıçamın kullanılması tavsiye edilebilir. Ayrıca çalışma alanının doğusunda (Kafkasya), konifer türlere ek olarak geniş yapraklı orman ağaçlarının da çalışmalara dahil edildiği ve yıllık halka-iklim büyüme ilişkilerinde anlamlı sonuçlara (rekonstrüksiyon) ulaşıldığı görülmüştür. Bu tür bir yaklaşım çalışma alanı ve çevresi için de denenebilir.

Özellikle çalışma alanı ve çevresinde yükseltiye bağlı olarak sıcaklık şartları yıllık halka genişlikleri üzerinde sınırlayıcı faktör olarak belirlenmiştir. Ancak yıllık halka genişliği-iklim büyüme ilişkilerinin durağanlığının zaman içerisinde aynı olmadığı görülmüştür. Çalışma alanı ve çevresinde son 30 yıllık periyotta istasyonlar tarafından ölçülen, son 50 yılda ise yıllık halka genişliklerine ait analizlerde hissedilen sıcaklık artış eğilimleri, alanda yer alan ağaçların büyümeleri üzerinde birtakım olumsuzluklara yol açtığı belirlenmiştir. Farklı çalışmalarda, çalışma alanı gibi sıcaklık sınırlı alanların ise ısınma eğilimlerinden fayda sağlayacağı belirtilmektedir. Ancak bu değerlendirmelerin yapılırken türlerin ekolojik özellikleri ve isteklerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan çalışma alanında; iklim özelliklerinin bitki yetiştirme koşulları açısından uygun şartlar oluşturmaması, bu alanda iklimin karmaşık etkileri nedeniyle bitki büyüme özelliklerinde tek bir iklim parametresinin ilişkileri açıklamada yetersiz kalması, iklim koşullarının zaman ve mekânda değişim göstermesi ve buna bağlı yıllık halka-iklim ilişkilerinde durağansızlık gibi nedenlerden dolayı çalışma alanında hem iklim hem akım rekonstrüksiyonları başarısız olmuştur. Bu gibi sorunlar çalışma alanının dahil olduğu Doğu Karadeniz Bölümü ve Kafkas Bölgesinde yapılan araştırmalarda da belirtilmiştir. Bu alanda bu sorunu çözmek için bazı yöntemler uygulanmış (iklime karşı farklı duyarlılığa sahip türlerin analizlere dahil edilmesi, ilkbahar ve yaz odununun ayrı ayrı ölçümleri, halka yoğunluk ölçümleri (maximum density of annual rings), yaz odunu yoğunluk ölçümü (maximum latewood density) ve maksimum mavi yoğunluk ölçümü (maximum density is the blue intensity)), farklı aylara ait sıcaklık ve yağış rekonstrüksiyonların yapılabildiği görülmüştür. Bu nedenle bu tarz yöntemler, çalışma alanı ve çevresindeki karmaşık yıllık halka-iklim büyüme özellikleri açıklanmasında kullanılabilir.

İklim değişikliği ve insan kullanımına bağlı olarak su kaynakları üzerinde baskı artmakta ve su kaynakları giderek daha önemli hale gelmektedir. Çalışma alanının bulunduğu Doğu Karadeniz Bölümü fiziki coğrafya özellikleri nedeniyle büyük bir su potansiyeline sahiptir. Ancak su kaynakları ve potansiyeli açısından önemli olan bu alanda hem fiziki (sel ve taşkınlar) hem de beşerî (baraj ve sulama kanalı gibi) faktörlere bağlı olarak akım verileri eksik ve parçalı bir yapı göstermektedir. Gelecekte daha da önemli hale gelecek olan su kaynakları yönetiminin daha doğru planlanması için alanda yer alan akarsulara ait akım özelliklerinin belirlenmesi çok önemlidir. Bu doğrultuda dendrokronolojik analiz yöntemleri ve teknolojinin getirdiği kolaylıkların beraber kullanılması sonucu hem eksik akım verilerinin tahmini hem de yıllık halka-akım ilişkilerine dayanarak geçmiş dönemlere ait akım özellikleri yeniden oluşturulabilir.

Çalışmada oluşturulan ve bundan sonra oluşturulacak kronolojiler, Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi (NOAA), Paleoklimatoloji Veri Araştırmaları, Yıllık Halka veri setine gönderilerek yayınlanabilir. Bu sayede bu alanda yapılacak olan çalışmalarda veri azlığının giderilmesine bir katkı sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- AĞIRBAŞ, E., ERSOY, E.: 2019 Karadeniz Türkiye kıyıları yağış miktarlarının uzun dönemli değişimi. **Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences**, 4(3), 513-518. <https://doi.org/10.35229/jaes.637591>
- AKBAŞ, B., AKDENİZ, N., AKSAY, A., ALTUN, İ., BALCI, V., BİLGİNER, E., . . . GEDİK, İ.: 2011 1: 1.250. 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası. **Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını**.
- AKGÜL, E.: 1989 Doğu ladininin ekolojisi. Ö. S. Erkuloğlu (Ed.), **Doğu Ladini** (s. 27-54). Ankara, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- AKKEMİK, Ü.: 2004 **Dendrokronoloji, İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri Ve Uygulama Alanları**. İstanbul, Dilek Ofset.
- AKKEMİK, Ü.: 2018 **Ağaç Fizyolojisi**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakültesi.
- AKKEMİK, Ü.: 2019 Depremler ve ormanlar (ağaçların yıllık halkalarından depremlerin tespiti). **ÖLÇÜ**, 70-71. http://olcuistanbul.org/index.php?sx=2019_kasim_17.php
- AKKEMİK, Ü., ARAS, A.: 2005 Reconstruction (1689–1994 AD) of April–August precipitation in the southern part of central Turkey. **International Journal of Climatology**, 25(4), 537-548. <https://doi.org/10.1002/joc.1145>
- AKKEMİK, Ü., D'ARRIGO, R., CHERUBINI, P., KÖSE, N., JACOBY, G. C.: 2008 Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey. **International Journal of Climatology**, 28(2), 173-183. <https://doi.org/10.1002/joc.1522>
- AKKEMİK, Ü., DEMİR, D.: 2003 Belgrad ormanındaki doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)'nda yıllık halka analizleri. **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 53(2), 23-36.
- ATALAY, İ.: 2014 **Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri** (2 bs.). İzmir, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- ATALAY, İ.: 2015 **Ekosistem Ekolojisi Ve Coğrafyası** (2 bs.). İzmir, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- ATALAY, İ.: 2017 **Türkiye Jeomorfolojisi**. İzmir, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- ATALAY, İ., MORTAN, K.: 2011 **Türkiye Bölgesel Coğrafyası**. İstanbul, İnkılâp Yayınevi.

- AVCI, M.: 1993 Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne coğrafi bir yaklaşım. **Türk Coğrafya Dergisi**, (28), 225-248. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21259/228202>
- AVCI, M.: 1998a Ilgaz Dağları ve çevresinin bitki coğrafyası I (bitki örtüsünün coğrafi şartları). **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, (6), 137-216. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25055/264524>
- AVCI, M.: 1998b Ilgaz Dağları ve çevresinin bitki coğrafyası II (bitki örtüsünün coğrafi dağılışı). **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, (6), 275-344. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25055/264526>
- AVCI, M.: 2004a **İç Anadolu Bölgesi Ormanlarının Son Sıgımları: Karacadağ Ve Karadağ Volkanlarının Bitki Örtüsü**. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- AVCI, M.: 2004b Ormangülleri (*Rhododendron* L.) ve Türkiye'deki doğal yayılışları. **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi**, (12), 13-29. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25061/264573>
- AVCI, M.: 2005 Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. **Coğrafya Dergisi**, (13), 27-55. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iucografya/issue/25062/264581>
- AVCI, M.: 2007a **Coğrafyacılar İçin Dendrokronoloji**. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- AVCI, M.: 2007b Dendrokronoloji ve coğrafyacıların Kuaterner çalışmaları açısından önemi. **Türkiye Kuvaterner Sempozyumu (Turqua)-VI**, 16-18 Mayıs 2007, İstanbul. https://www.researchgate.net/publication/272676899_Dendrokronoloji_ve_Cografyacıların_Kuvaterner_Calışmaları_Acısından_Onemi
- AVCI, M.: 2012 Dendrokronoloji. N. Kazancı, A. Gürbüz (Ed.), **Kuvaterner Bilimi** (s. 493-522). Ankara, Ankara Üniversitesi Yayınları.
- AVCI, M.: 2014a Paleocoğrafya. A. Güner, T. Ekim (Ed.), **Resimli Türkiye Florası Cilt 1** (s. 49-75). İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- AVCI, M.: 2014b Türkiye'nin bitki çeşitliliği ve coğrafi açıdan değerlendirmesi. Ü. Akkemik (Ed.), **Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları-I** (s. 28-53). Ankara, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
- AVCI, M.: 2016 **Bitki Coğrafyası**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.

- AVCI, M.: 2018 **Ekosistem Coğrafyası**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- AVCI, S.: 2020 Hâkim rüzgâr yönünün belirlenmesi için bir yazılım önerisi: PrevailingWindRUB 1.0. **Coğrafya Dergisi**, (41), 209-219. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-806385>
- BAĞCI, H. R., KARADURAK, S., KAYA, S.: 2020 Kürtün (Gümüşhane) yaylalarının coğrafi özellikleri. S. Birinci, K. K. Çağlar, Y. Kızılkın (Ed.), **Coğrafi Perspektifte Dağ ve Dağlık Alanlar**. İstanbul, Kriter Yayınevi.
- BAILLIE, M. G., BROWN, D. M.: 2005 Dendrochronology and the reconstruction of fine resolution environmental change in the Holocene. J. Birks, R. Battarbee, A. Mackay, F. Oldfield (Ed.), **Global Change in the Holocene** (pp. 75-91). England, UK, Routledge.
- BAKIŞ, R., GÖNCÜ, S.: 2015 Akarsu debi ölçümlerinde eksik verilerin tamamlanması: Zap Suyu Havzası örneği. **Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik**. 16(1), 63-79. doi:10.18038/btd-a.45640
- BALYBİNA, A.: 2018 Dendroindication of Lake Baikal level dynamics. **Conference Series: Earth and Environmental Science**, 5–11 July 2018, Tomsk, Russian Federation. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/211/1/012042>
- BİLGİLİ, E., DURMAZ, B., BAYSAL, İ., SAĞLAM, B., KÜÇÜK, Ö.: 2010 Doğu Karadeniz ormanlarında orman yangını. **III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin**. [http://karok3.artvin.edu.tr/III.Cilt/\(1280-1290\).pdf](http://karok3.artvin.edu.tr/III.Cilt/(1280-1290).pdf)
- BILLINGS, S. A., GLASER, S. M., BOONE, A. S., STEPHEN, F. M.: 2015 Nonlinear tree growth dynamics predict resilience to disturbance. **Ecosphere**, 6(11), 1-13. <https://doi.org/10.1890/ES15-00176.1>
- BIONDI, F., SWETNAM, T. W.: 1987 Box-Jenkins models of forest interior tree-ring chronologies. **Tree-Ring Bulletin**, 47, 71-96. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/261796>
- BIONDI, F., WAIKUL, K.: 2004 DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. **Computers & geosciences**, 30(3), 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2003.11.004>
- BOZKURT, D., ŞEN, Ö. L.: 2011 Precipitation in the Anatolian Peninsula: Sensitivity to increased SSTs in the surrounding seas. **Climate Dynamics**, 36(3-4), 711-726. <https://doi.org/10.1007/s00382-009-0651-3>
- BRIFFA, K., JONES, P. D.: 1990 Basic chronology statistics and assessment. E. R. Cook, L. A. Kairiukstis (Ed.), **Methods of Dendrochronology : Applications in the Environmental Sciences** (pp. 137-152). Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

- BUNN, A. G.: 2008 A dendrochronology program library in R (dplR). **Dendrochronologia**, 26(2), 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>
- BÜNTGEN, U., LIEBHOLD, A., NIEVERGELT, D., WERMELINGER, B., ROQUES, A., REINIG, F., . . . CHERUBINI, P.: 2020 Return of the moth: Rethinking the effect of climate on insect outbreaks. **Oecologia**, 192(2), 543-552. <https://doi.org/10.1007/s00442-019-04585-9>
- CALDERARO, C., COCOZZA, C., PALOMBO, C., LASSERRE, B., MARCHETTI, M., TOGNETTI, R.: 2020 Climate–growth relationships at the transition between *Fagus sylvatica* and *Pinus mugo* forest communities in a Mediterranean mountain. **Annals of Forest Science**, 77(63), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00964-y>
- CHERUBINI, P., GARGANO, A., GROB, M., NIEVERGELT, D., PASSARDI, S.: 2020 Dendrochronologia’s tutoring recipes: How to take samples for small basic dendroecological studies. **Dendrochronologia**, 64(2020). <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125774>
- COOK, E., BRIFFA, K., SHIYATOV, S., MAZEPA, V., JONES, P. D.: 1990 Data analysis. E. Cook, L. A. Kairiukstis (Ed.), **Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences** (pp. 97-162). Berlin/Heidelberg, Germany, Springer.
- COOK, E. R.: 1985 **A time series analysis approach to tree ring standardization** (A Doctor of Philosophy). University of Arizona. Arizona. <https://lrr.arizona.edu/content/time-series-analysis-approach-tree-ring-standardization>
- COŞKUNER, K. A.: 2021 Doğu Karadeniz orman yangınlarının uzun dönem meteorolojik parametrelerle değerlendirilmesi. **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, 7(2), 374-381. <https://doi.org/10.21324/dacd.885384>
- ÇEPEL, N.: 1978 **Orman Ekolojisi**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- ÇOLAK, E., MEMİŞOĞLU, T.: 2021 Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre Karadeniz Bölgesi iklim sınır haritasının CBS ile üretilmesi. **Geomatik Dergisi**, 6(1), 31-43. <https://doi.org/10.29128/geomatik.651702>
- DAĞDEVİREN, N., AKKEMİK, Ü., DALFES, N.: 2004 Dendroklimatolojik analizlerde tepki fonksiyonunun kullanımı. **Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University**, 54(2), 61-82.
- DARIO, M. B., PEDERSON, N., KÖSE, N., DOĞAN, M., BUGMANN, H., MOSULISHVILI, M., 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. <https://doi.org/10.1111/geb.12799>

- DARIO, M. B., UMMENHOFER, C., KÖSE, N., GÜNER, H. T., PEDERSON, N.: 2016 Tree-ring reconstructed May–June precipitation in the Caucasus since 1752 CE. **Climate Dynamics**, 47(9), 3011-3027. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3010-1>
- DAVIE, T., QUINN, N. W.: 2019 **Fundamentals of Hydrology** (3 ed.). England, Routledge.
- DAVIS, P. H.: 1965 **Flora of Turkey and the East Aegean Islands** (Vol. 1). Edinburgh, Edinburgh University Press.
- DIVYA, K., KAUR, S.: 2021 Dendrochronology with deep learning. **2nd International Conference on Intelligent Engineering and Management (ICIEM)**, 28-30 April 2021, London.
- DİZDAR, M. Y.: 2003 **Türkiye'nin Toprak Kaynakları**. Ankara, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.
- DOLGOVA, E.: 2016 June–September temperature reconstruction in the Northern Caucasus based on blue intensity data. **Dendrochronologia**, 39, 17-23. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2016.03.002>
- DOLGOVA, E., SOLOMINA, O.: 2010 First quantitative reconstruction of air temperature for the warm period in the Caucasus based on dendrochronological data. **Doklady Earth Sciences**, 431(1), 371-375. doi:<https://doi.org/10.1134/S1028334X10030220>
- DOUGLASS, A. E.: 1933 Tree growth and climatic cycles **The Scientific Monthly**, 37(6), 481–495. https://www.jstor.org/stable/15538#metadata_info_tab_contents
- DÖNMEZ, Y.: 1968 **Trakya'nın Bitki Coğrafyası**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- DÖNMEZ, Y.: 1979 **Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- DÖNMEZ, Y.: 1985 **Bitki Coğrafyası**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- DÖNMEZ, Y.: 1990 **Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları**. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- DÖNMEZ, Y., AYDINÖZÜ, D.: 2012 Bitki örtüsü özellikleri açısından Türkiye. **Coğrafya Dergisi**, 1(24), 1-17. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iucografya/issue/25069/264614>
- DURAN, C.: 2013 Türkiye'nin bitki çeşitliliğinde dağlık alanların rolü. **Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi**, 6(1), 72-77.
- ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ (EİEİ): 1988 **1988 Akım gözlem yılı. Ankara.** <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/744> (Son erişim: 22.05.2022)

- EREN, N.: 2007 **Örümcek Tabiatı Koruma Alanı meşcere kuruluşlarının ekolojik ve silvikültürel yönden incelenmesi.** (Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Trabzon.
- ERGÜL BOZKURT, A., ŞAHAN, E. A., KÖSE, N.: 2021 Growth responses of *Pinus sylvestris* L. to climate from the southeastern limit of its natural distribution area, Turkey. **Dendrochronologia**, 70. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125897>
- ERİNÇ, S.: 1957 Türkiye'de akarsu rejimlerine toplu bakış. **Türk Coğrafya Dergisi**, (17), 93-118. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tcd/issue/21267/228318>
- ERİNÇ, S.: 1961 Doğu Karadeniz kıyılarında fön ve termik tesirleri hakkında. **Türk Coğrafya Dergisi**, (21), 15-30. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21264/228279>
- ERİNÇ, S.: 1965 **Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis.** İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- ERİNÇ, S.: 1977 **Vejetasyon Coğrafyası.** İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- ERİNÇ, S.: 1984a **Klimatoloji Ve Metotları** (3 bs.). İstanbul, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- ERİNÇ, S.: 1984b **Ortam Ekolojisi ve Degradasyonel Ekosistem Değişiklikleri.** İstanbul, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- ERİNÇ, S., BENER, M.: 1961 Türkiye'de uzun süreli iki yağış rasadı: İstanbul ve Tarsus. **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 6(12), 100-116.
- EROL, O.: 1955 1953 yılı ocak ayında Trabzon'daki orman yangınları hakkında. **Türk Coğrafya Kurumu IX. Coğrafya Meslek Haftası, 22-29 Aralık 1954, Ankara.**
- EROL, O.: 2014 **Genel Klimatoloji** (10 bs.). İstanbul, Çantay Kitabevi.
- ERTEK, A.: 2016 Türkiye'nin hidrografik özellikleri. M. H. Kanat (Ed.), **Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği** (s. 71-114). Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- FARJON, A.: 2017 **A Handbook of the World's Conifers** (2 ed. Vol. 1). Leiden, Boston Brill.
- FRITTS, H. C.: 1976 **Tree Rings And Climate.** London, Academic Press.
- GENÇ, S., GÜNER, H. T.: 2022 Precipitation and streamflow reconstructions from tree rings for the lower Kızılırmak River Basin, Turkey. **Forests**, 13(4), 501. <https://doi.org/10.3390/f13040501>

- GHOLAMI, V., SAHOUR, H., TORKAMAN, J.: 2021 Monthly river flow modeling using earlywood vessel feature changes, and tree-rings. **Ecological Indicators**, 125, 107590. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107590>
- GÖRÜM, T., FIDAN, S.: 2021 Spatiotemporal variations of fatal landslides in Turkey. **Landslides**, 18(5), 1691-1705. <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01580-7>
- GÖYMEN, A. T.: 1943 Devlet Meteoroloji İşleri Umum Müdürlüğünün teşkilatı ve yapmakta olduğu işler. **Türk Coğrafya Dergisi**, (3-4), 381-396. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/28995/310089>
- GRISSINO-MAYER, H. D.: 2001 Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. **Tree-Ring Research**, 57(2), 205-221. <http://hdl.handle.net/10150/251654>
- GÜMÜŞ, V., KAVŞUT, M. E.: 2013 Zamanti Nehri-Ergenusağı istasyonu eksik aylık akım verilerinin tahmini. **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji**, 1(2), 81-91. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gujsc/issue/7459/98223#article-authors-list>
- GÜMÜŞHANE ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK İL MÜDÜRLÜĞÜ: 2020 **Gümüşhane İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu**. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/gumushane_2019_cvre_durum_raporu-20200810101728.pdf
- GÜMÜŞHANE İLİ ARAZI VARLIĞI: 1996 **Gümüşhane ili arazi varlığı : Toprakları, problemleri, arazi sınıfları, arazi kullanma durumu, önemli tarım arazileri**. Ankara, T.C. Başbakanlık, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.
- GÜNAL, N.: 1997 **Türkiye’de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri**. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- GÜNAL, N.: 2013 Türkiye’de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. **Acta Turcica**, 5(1), 1-22. <https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423865263.pdf>
- GÜNER, A., ASLAN, S., EKİM, T., VURAL, M., BABAÇ, M. T.: 2012 **Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)**. İstanbul, Damarlı Bitkiler, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- GÜVEN, İ. H.: 1993 **Doğu Karadeniz Bölgesi’nin 1/250000 ölçekli jeolojik ve metalojenik haritası**. Ankara, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- HARRIS, I., OSBORN, T. J., JONES, P., LISTER, D.: 2020 Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. **Scientific data**, 7(1), 1-18. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>

- HOFGAARD, A., OLS, C., DROBYSHEV, I., KIRCHHEFER, A. J., SANDBERG, S., SÖDERSTRÖM, L.: 2019 Non-stationary response of tree growth to climate trends along the Arctic margin. **Ecosystems**, 22, 434-451. <https://doi.org/10.1007/s10021-018-0279-4>
- HOLMES, R. L.: 1983 Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree-Ring Bulletin**, 43, 69-78. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/261223>
- HOLOBĂCĂ, I.-H., POP, O., PETREA, D.: 2016 Dendroclimatic reconstruction of late summer temperatures from upper treeline sites in Greater Caucasus, Russia. **Quaternary International**, 415, 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.103>
- HUNSICKER, M. E., KAPPEL, C. V., SELKOE, K. A., HALPERN, B. S., SCARBOROUGH, C., MEASE, L., AMRHEIN, A.: 2016 Characterizing driver–response relationships in marine pelagic ecosystems for improved ocean management. **Ecological applications**, 26(3), 651-663. <https://doi.org/10.1890/14-2200>
- HYTTEBORN, H., MASLOV, A., NAZIMOVA, D. I., RYSIN, L. P.: 2005 Boreal forests of Eurasia. F. Andersson (Ed.), **Ecosystems of the World. 6 : Coniferous Forests** (pp. 23-99). Amsterdam, The Netherlands, Elsevier.
- JANECKA, K., HARVEY, J. E., TROUILLIER, M., KACZKA, R. J., METSLAID, S., METSLAID, M., . . . WILMKING, M.: 2020 Higher winter-spring temperature and winter-spring/summer moisture availability increase scots pine growth on coastal dune microsites around the South Baltic Sea. **Frontiers in Forests and Global Change**, 3, 578912. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.578912>
- JEVŠENAK, J., DŽEROSKI, S., ZAVADLAV, S., LEVANIČ, T.: 2018 A machine learning approach to analyzing the relationship between temperatures and multi-proxy tree-ring records. **Tree-Ring Research**, 74(2), 210-224. <https://doi.org/10.3959/1536-1098-74.2.210>
- KAÇAR, B., KATKAT, V. A., ÖZTÜRK, Ş.: 2017 Stres fizyolojisi. M. Karataş (Ed.), **Bitki Fizyolojisi**. İstanbul, Nobel Akademik Yayıncılık.
- KARACA, M., DENİZ, A., TAYANÇ, M.: 2000 Cyclone track variability over Turkey in association with regional climate. **International Journal of Climatology**, 20(10), 1225-1236. [https://doi.org/10.1002/1097-0088\(200008\)20:10<1225::AID-JOC535>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1097-0088(200008)20:10<1225::AID-JOC535>3.0.CO;2-1)
- KARSLI, F., ATASOY, M., YALÇIN, A., REIS, S., DEMİR, O., GÖKÇEOĞLU, C.: 2009 Effects of land-use changes on landslides in a landslide-prone area (Ardeşen, Rize, NE Turkey). **Environmental Monitoring and Assessment** 156(1), 241-255. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0481-5>
- KETİN, İ.: 1959 Türkiye'nin orojenik gelişmesi. **Maden Tetkik ve Arama Dergisi**, 53.

- KETİN, İ.: 1966 Anadolu'nun Tektonik Birlikleri. **Maden Tetkik ve Arama Dergisi**, 66(20), 20-34. doi:10.19076/mta.18509
- KİNDAP, T.: 2010 A severe sea-effect snow episode over the city of İstanbul. **Natural Hazards**, 54(3), 707-723. <https://doi.org/10.1007/s11069-009-9496-7>
- KOÇMAN, A.: 1993 **Türkiye İklimi**. İzmir, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- KOPROWSKI, M.: 2013 Spatial distribution of introduced *Norway spruce* growth in lowland Poland: The influence of changing climate and extreme weather events. **Quaternary International**, 283, 139-146. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.04.020>
- KOSTIĆ, S., KESIĆ, L., MATOVIĆ, B., ORLOVIĆ, S., STOJANIĆ, S., 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, 125838. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125838>
- KÖRNER, C.: 1995 Alpine plant diversity: A global survey and functional interpretations. C. Körner, F. S. Chapin (Ed.), **Arctic and alpine biodiversity: Patterns, causes and ecosystem consequences** (pp. 45-62). Berlin/Heidelberg, Germany, Springer.
- KÖRNER, C.: 2021 Functional plant ecology of high mountain ecosystems. **Alpine plant life** (3 ed., pp. 500). Berlin/Heidelberg, Germany, Springer.
- KÖSE, N.: 2007 **Batı Anadolu'da iklim değişkenliği ve yıllık halka gelişimi**. (Doktora Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi. İstanbul. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- KÖSE, N.: 2012 Climatic factors affecting tree-ring growth of *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmuelleriana* (Mattf.) Coode&Cullen from Kastamonu, Turkey. **Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University**, 62(1), 71-83. <https://forestist.org/en/climatic-factors-affecting-tree-ring-growth-of-abies-nordmanniana-stev-spach-subsp-bornmuelleriana-mattf-coodeandcullen-from-kastamonu-turkey-16518>
- KÖSE, N., AKKEMİK, Ü., DALFES, H. N., ÖZEREN, M. S.: 2011 Tree-ring reconstructions of May–June precipitation for Western Anatolia. **Quaternary Research**, 75(3), 438-450. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2010.12.005>

- KÖSE, N., 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. <https://doi.org/10.3906/tar-1109-4>
- KÖSE, N., GÜNER, H. T., HARLEY, G. L., 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. <https://doi.org/10.5194/cp-13-1-2017>
- KUNIHOLM, P. I.: 1990 **Aegean Dendrochronology Project, December 1990, Progress Report**. <https://dendro.cornell.edu/reports/report1990.pdf>
- KÜÇÜK, M.: 1998 **Kürtün (Gümüşhane), Örümcek ormanlarının florası ve saf meşcere tiplerinin floristik kompozisyonu**. Trabzon, T.C. Orman Bakanlığı, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- LAMB, H. H.: 2011 **Climate: Present, Past and Future (Volume 1: Fundamentals and climate now)**. New York, Routledge.
- 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), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02690-y>
- LLOYD, A. H., DUFFY, P. A., MANN, D. H.: 2013 Nonlinear responses of white spruce growth to climate variability in interior Alaska. **Canadian Journal of Forest Research**, 43, 331-343. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2012-0372>
- MACIAS, M., TIMONEN, M., KIRCHHEFER, A., LINDHOLM, M., ERONEN, M., GUTIÉRREZ, E.: 2004 Growth variability of Scots pine (*Pinus sylvestris*) along a west-east gradient across Northern Fennoscandia: A dendroclimatic approach. **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**, 36(4), 565-574. doi:10.1657/1523-0430(2004)036[0565:GVOSPP]2.0.CO;2
- MANZANEDO, R. D., PEDERSON, N.: 2019 Towards a more ecological dendroecology. **Tree-Ring Research**, 75(2), 152-159. <https://doi.org/10.3959/1536-1098-75.2.152>
- MARTIN-BENITO, D., PEDERSON, N., KÖSE, N., DOĞAN, M., BUGMANN, H., MOSULISHVILI, M., 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. <https://doi.org/10.1111/geb.12799>
- MATER, B.: 2004 **Toprak Coğrafyası**. İstanbul, Çantay Kitabevi.
- MATISONS, R., ELFERTS, D., KRIŠĀNS, O., SCHNECK, V., GÄRTNER, Non-linear regional weather-growth relationships indicate limited adaptability of the eastern Baltic Scots pine. **Forest Ecology and Management**, 479, 118600. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118600>

H., BAST, A., . . .
JANSONS, A.: 2021

MEKO, D., WOODHOUSE, C. A., WINITSKY, A. G.: 2022
Tree-ring perspectives on the Colorado River: Looking back and moving forward. **Journal of the American Water Resources Association**. <https://doi.org/10.1111/1752-1688.12989>

METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (MGM): 2016
Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. **T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü**.
https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Thornthwaite.pdf

METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (MGM): 2022
Meteoroloji Sözlüğü. (Çevrimiçi)
<https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=S&k=aa10#:~:text=Sinoptik%20a%C3%A7%C4%B1dan%20b ak%C4%B1ld%C4%B1%C4%9F%C4%B1nda%2C%20e%C4%9Fer%20sa%C4%9Fanak,%22%C3%A7ok%20%C5%9Fi ddetli%22%20olarak%20nitelendirilir.> (Son erişim: 01.05.2022)

MOKRIA, M., GEBREKIRSTOS, A., ABIYU, A., VAN NOORDWIJK, M., BRÄUNING, A.: 2017
Multi-century tree-ring precipitation record reveals increasing frequency of extreme dry events in the upper Blue Nile River catchment. **Global Change Biology**, 23(12), 5436-5454. <https://doi.org/10.1111/gcb.13809>

NEFESLİOĞLU, H. A., GÖKÇEOĞLU, C., SÖNMEZ, H., GÖRÜM, T.: 2011
Medium-scale hazard mapping for shallow landslide initiation: The Büyükköy catchment area (Çayeli, Rize, Turkey). **Landslides**, 8(4), 459-483. <https://doi.org/10.1007/s10346-011-0267-7>

NEVO, S., MORIN, E., GERZI ROSENTHAL, A., METZGER, A., BARSHAI, C., WEITZNER, D., . . . DROR, G.: 2021
Flood forecasting with machine learning models in an operational framework. **Hydrology and Earth System Sciences** 26(15), 4013-4032. <https://doi.org/10.5194/hess-2021-554>

NIŞANCI, A.: 1990
Torul-Kürtün arası "Orta Harşit Vadi Yöresi" ve heyelanları. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 5(1), 209-220. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuefd/issue/20255/215076>

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA): 2022
National Oceanic and Atmospheric Administration. (Çevrimiçi). <https://www.ncei.noaa.gov/access/paleo-search/?dataTypeId=18> (Son erişim: 04.06.2022)

OLIVER, J. E.: 2005
Local winds. J. E. Oliver (Ed.), **Encyclopedia of World Climatology**. Dordrecht, Springer.

- OLSON, D. M., DINERSTEIN, E.: 1998 The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. **Conservation biology**, 12(3), 502-515. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1998.012003502.x>
- OPALA-OWCZAREK, M., MENDECKI, M.: 2014 An attempt to dendroclimatic reconstruction of winter temperature based on multispecies tree-ring widths and extreme years chronologies (example of Upper Silesia, Southern Poland). **Theoretical and Applied Climatology**, 115(1), 73-89. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0865-5>
- ÖLGEN, K.: 2010 Türkiye’de yıllık ve mevsimsel yağış değişkenliğinin alansal dağılımı. **Ege Coğrafya Dergisi**, 19(1), 85-95. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd/issue/4873/66903>
- ÖNER, E.: 1991 Gümüşhane (Torul-Kürtün) çevresinde heyelan olayları. **Coğrafya Araştırmaları**, 123-136. https://www.academia.edu/5335773/1991_G%C3%9CM%C3%9C%C5%9EHANE_TORUL_K%C3%9CRT%C3%9CN%C3%87EVRES%C4%B0NDE_HEYELAN_OLAYLARI
- ÖZHATAY, N., BYFIELD, A., ATAY, S.: 2008 **Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı**. İstanbul, WWF (Doğal Hayatı Koruma Vakfı).
- ÖZKAN, Z. C.: 1999 Türkiye’deki doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)’nin dendrokronolojisi. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 23(2), 263-267. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/120416>
- ÖZKAN, Z. C., AKBULUT, S.: 2003 Kürtün (Gümüşhane)-Örümcek Ormanlarındaki Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Sapch. subsp. *nordmanniana*)’nın dendrokronolojisi. **Kafkas Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 1(2), 8-13. <http://ofd.artvin.edu.tr/en/download/article-file/25602>
- PEDERSON, N., COOK, E. R., JACOBY, G. C., PETEET, D. M., GRIFFIN, K. L.: 2004 The influence of winter temperatures on the annual radial growth of six northern range margin tree species. **Dendrochronologia**, 22(1), 7-29. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2004.09.005>
- PÖRTNER, H.-O., ROBERTS, D. C., TIGNOR, M. M. B., POLOCZANSKA, E., MINTENBECK, K., ALEGRIA, A., . . . RAMA, B.: 2022 **IPCC, Climate Change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group II to the sixth assessment report** <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

- R CORE TEAM: 2013 A language and environment for statistical computing. (Çevrimiçi). <http://www.R-project.org> (Son erişim: 15.07.2022)
- REYNHOUT, S., KAPLAN, M. R., SAGREDO, E., ARAVENA, J. C., SOTERES, R. L., SCHWARTZ, R., SCHAEFER, J. M.: 2022 Holocene glacier history of northeastern Cordillera Darwin, southernmost south America (55° S). **Quaternary Research**, 105, 166-181. <https://doi.org/10.1017/qua.2021.45>
- RINN, F.: 2013 **TSAP-Win, software for tree-ring measurement, analysis and presentation** (Çevrimiçi). Heidelberg, Rinntech. <http://www.rinntech.com/> (Son erişim: 15.01.2022)
- ŠAMONIL, P., MORAVCOVÁ, A., POKORNÝ, P., ŽÁČKOVÁ, P., KAŠPAR, J., VAŠÍČKOVÁ, I., ... ADAM, D.: 2018 The disturbance regime of an Early Holocene swamp forest in the Czech Republic, as revealed by dendroecological, pollen and macrofossil data. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 507, 81-96. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.07.001>
- SAPLIOĞLU, K., ÇOBAN, E.: 2013 Karadeniz bölgesi yağış serilerinin trend analizi. **VII. Ulusal Hidroloji Kongresi**, 26 - 27 Eylül 2013, Isparta. https://www.researchgate.net/publication/271510337_KARADENIZ_BOLGESI_YAGIS_SERILERININ_TREND_ANALIZI
- SCHWEINGRUBER, F. H.: 1988 **Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology**. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- SHAH, S., YU, J., LIU, Q., ZHOU, G., YAN, G., ZHOU, H., ... AMBRIN: 2021 The Siberian pine growth dynamics in Altai Mountains, China. **Brazilian Journal of Biology**, 83. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.244011>
- SHARMA, B., FAN, Z.-X., PANTHI, S., GAIRE, N. P., FU, P.-L., ZAW, Z.: 2022 Warming induced tree-growth decline of *Toona ciliata* in (sub-) tropical southwestern China. **Dendrochronologia**, 73, 125954. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2022.125954>
- SOLOMINA, O., MATSKOVSKY, V.: 2021 Dendrochronology in European Russia in the early 21st century: State of the art. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 9. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.738199>
- STAJIĆ, B., KAZIMIROVIĆ, M., DUKIĆ, V., RADAKOVIĆ, N.: 2020 First dendroclimatological insight into Austrian Pine (*Pinus nigra* Arnold) climate-growth relationship in Belgrade area, Serbia. **South-East European forestry**, 11(2), 127-134. <https://doi.org/10.15177/seefer.20-12>

- STOKES, M. A., SMILEY, T. L.: 1996 **Introduction to Tree-Ring Dating.** Tuscon, Arizona, University of Arizona Press.
- ŞEKERCİOĞLU, Ç. H., ANDERSON, S., AKÇAY, E., BILGIN, R., CAN, Ö. E., SEMİZ, G., . . . İPEKDAL, K.: 2011 Turkey's globally important biodiversity in crisis. **Biological Conservation**, 144(12), 2752-2769. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.06.025>
- ŞENGÖR, A. M. C.: 1980 **Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları.** Ankara, Türkiye Jeoloji Kurumu Konferanslar Serisi.
- ŞENKUL, Ç.: 2014 Anadolu ve yakın çevresindeki polen analizleri ve Anadolu'nun Kuvaterner paleocoğrafyasına katkıları. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, 7(1), 7-17. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/derleme/issue/35091/389286>
- TABAKOVA, M., ARZAC, A., MARTÍNEZ, E., KIRDYANOV, A. V.: 2020 Climatic factors controlling *Pinus sylvestris* radial growth along a transect of increasing continentality in southern Siberia. **Dendrochronologia**, 62, 125709. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125709>
- TOUCHAN, R., AKKEMİK, Ü., HUGHES, M., ERKAN, N.: 2007 May-June precipitation reconstruction of southwestern Anatolia, Turkey during the last 900 years from tree rings. **Quaternary Research**, 68(2), 196-202. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2007.07.001>
- 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. **The Holocene**, 24(4), 381-392. <https://doi.org/10.1177/0959683613518594>
- TOUCHAN, R., GARFIN, G. M., MEKO, D. M., FUNKHOUSER, G., ERKAN, N., HUGHES, M. K., WALLIN, B. S.: 2003 Preliminary reconstructions of spring precipitation in southwestern Turkey from tree-ring width. **International Journal of Climatology**, 23(2), 157-171. <https://doi.org/10.1002/joc.850>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00382-005-0016-5>
- TOWNER, R. H.: 2022 Dateless dendroarchaeology. **Forests**, 13(2), 281. <https://doi.org/10.3390/f13020281>

- TÜRKER, M.: 1993 **Gümüşhane Ballarında polen analizi.** (Yüksek Lisans). Fen Bilimleri Enstitüsü, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van.
- TÜRKEŞ, M.: 2010 **Klimatoloji Ve Meteoroloji.** İstanbul, Kriter Yayınevi.
- UNCU, L.: 2016 Türkiye'nin jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri. M. H. Kanat (Ed.), **Türkiye coğrafyası ve jeopolitiği** (s. 29-48). Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- ÜYETÜRK, C. E., HUVAJ, N., BAYRAKTAROGU, H., HÜSEYİNPAŞAOĞLU, M.: 2020 Geotechnical characteristics of residual soils in rainfall-triggered landslides in Rize, Turkey. **Engineering Geology**, 264, 105318. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105318>
- WENWEN, L., PENG, X., HAIFENG, Z., ERYUAN, L.: 2015 A review on dendroglaciology study in southeast Tibetan Plateau. **Quaternary Sciences**, 35(5), 1238-1244. doi:10.11928/j.issn.1001-7410.2015.05.20
- WIGLEY, T. M. L., BRIFFA, K. R., JONES, P. D.: 1984 On the average value of correlated time series, with applications in dendroclimatology and hydrometeorology. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, 23(2), 201-213. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<0201:OTAVOC>2.0.CO;2)
- WOOD, S. N.: 2006 **Generalized additive models: An introduction with R.** United States, CRC Press.
- WOOD, S. N.: 2011 Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)**, 73(1), 3-36. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9868.2010.00749.x>
- YAMAN, B.: 2017 Root wood anatomy of a black pine tree: Landslide traces. **Kastamonu University Journal of Forestry Faculty**, 17(1), 1-8. <https://doi.org/10.17475/kastorman.295309>
- YAMANLAR, O.: 1956 **Marmara Havzası ve Bilhassa Yalova Mıntıkası İçin Arazi Tasnifinin Erozyon Kontrolü Üzerine Yapacağı Tesirler.** İstanbul, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- YETMEN, H., AYTAÇ, A. S.: 2017 Meteorolojik koşulların Doğu Karadeniz'de kış ve ilkbahar aylarında görülen orman yangınlarına etkisi: Çamburnu (Sürmene) orman yangını örneği. **Journal of Current Researches on Social Sciences**, 7(2), 363-374. doi:10.26579/jocress-7.2.26
- YILMAZ, E., ÇİÇEK, İ.: 2016 Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. **Journal of Human Sciences**, 13(3), 3973-3994. doi:10.14687/jhs.v13i3.3994

- YILMAZ, E., ÇİÇEK, İ., ÇALIŞKAN, O., TÜRKÖĞLU, N.: 2012 Türkiye’de sıcaklık ve yağışın düzensizliği 1964-2003. **TÜCAUM VII. Coğrafya Sempozyumu, 18-19 Ekim 2012, Ankara.** http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/semp7_7.pdf
- YÜZBAŞIOĞLU, İ. S., ÖZHATAY, F. N.: 2013 Örumcek Ormanlarında (Kürtün, Gümüşhane) odun dışı bitkisel ürünler. **Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University**, 63(2), 11-20. doi:10.13140/2.1.3149.2800
- ZANG, C.: 2016 **Introduction to treeclim (R Workshop).** <https://rpubs.com/R4AmeriDendro/treeclim>
- ZANG, C., BIONDI, F.: 2015 Treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. **Ecography**, 38(4), 431-436. <https://doi.org/10.1111/ecog.01335>
- ZANG, C., BIONDI, F.: 2022 **Treeclim: Numerical Calibration of Proxy-Climate Relationships.** <https://cran.r-project.org/web/packages/treeclim/index.html>
- ZHENG, Z. P., ZHAO, S. Y., ZHOU, F. F., HE, J. F., HU, S. B., DONG, Z. P., . . . FANG, K. Y.: 2019 Variations of mean sensitivity of tree rings in Asia and their influencing factors. **Chinese Journal of Applied Ecology**, 30(3), 805-813. doi:10.13287/j.1001-9332.201903.003
- Url-1: 2021 <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> (Erişim Tarihi: 24.04.2021)
- Url-2: 2022 <https://www.agriexpo.online/prod/rinntech/product-182572-64783.html> (Erişim Tarihi: 01.06.2022)
- Url-3: 2022 https://climexp.knmi.nl/selectfield_obs2.cgi?id=someone@somewhere (Erişim Tarihi: 15.05.2022)
- Url-4: 2022 <https://www.cepf.net/our-work/biodiversity-hotspots/hotspots-defined> (Erişim Tarihi: 08.04.2022)
- Url-5: 2022 https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/doga_koruma/doal_alanlar/kafkasyaekolojikkoridoru/
- Url-6: 2021 <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/30/Tabiat-Koruma-Alanlari> (Erişim Tarihi: 01.09.2021)
- Url-7: 2021 <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/29/Tabiat-Anitlari> (Erişim Tarihi: 01.09.2021)
- Url-8: 2022 <https://www.suyapi.com.tr/tr/38011/Kurtun-Baraji-ve-HES> (Erişim Tarihi: 05.05.2022)
- Url-9: 2022 <https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/dogankent-hes.html> (Erişim Tarihi: 05.05.2022)

