KARÇAL DAĞLARI'NIN GÜNEYİNDE GÖKNAR *(Abies nordmanniana (Stev.)*, LADİN *(Picea orientalis* L.*)* ve SARIÇAM *(Pinus sylvestris* L.*)* AĞAÇLARI ÜZERİNDE DENDROKLİMATOLOJİK ANALİZLER

2023
YÜKSEK LİSANS TEZİ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

İmren ALKAN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM

KARÇAL DAĞLARI'NIN GÜNEYİNDE GÖKNAR *(Abies nordmanniana (Stev.)*, LADİN (*Picea orientalis* L.) ve SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) AĞAÇLARI ÜZERİNDE DENDROKLİMATOLOJİK ANALİZLER

İmren ALKAN

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM

T.C.

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Coğrafya Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Ağustos 2023

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER 1
TEZ ONAY SAYFASI 4
DOĞRULUK BEYANI 5
ÖNSÖZ 6
ÖZET 8
ABSTRACT 10
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ 12
ARCHIVE RECORD INFORMATION 13
KISALTMALAR 14
GİRİŞ 16
ARAŞTIRMANIN KAPSAMI 18
ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI 20
ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI 20
ÇALIŞMANIN MATERYAL, YÖNTEM VE TEKNİKLERİ 21
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 35
1. ÇALIŞMA SAHASININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ 42
1.1. Çalışma Alanının İklim Özellikleri 42
1.1.1. İklimi Etkileyen Faktörler 42
1.1.1.1. Planeter Faktörler 42
1.1.1.2. Coğrafi Faktörler 43
1.1.2. İklim Elemanları 43
1.1.2.1. Sıcaklık 43
1.1.2.2. Don olayı 54

1.1.2.3. Toprak Sıcaklığı 55
1.1.2.4. Basınç ve Rüzgarlar 56
1.1.2.4.a. Basınç 56
1.1.2.4.b. Rüzgarlar 56
1.1.2.5. Bağıl Nem ve Bulutluluk 65
1.1.2.5.a. Bağıl Nem 65
1.1.2.5.b. Bulutluluk 67
1.1.2.6. Yağış 68
1.1.3. İklim Tipi 75
1.1.3.1. Erinç Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları 75
1.1.3.2. Thorntwaite Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları 77
1.2. Jeolojik Yapı 85
1.3. Jeomorfolojik Birimler 91
1.4. Hidrografik Unsurlar 104
1.4.1. Akarsu Ağı ve Akım Özellikleri 105
1.4.2. Göller 111
1.4.2.1. Doğal Göller 111
1.4.2.2. Barajlar 116
1.4.3. Şelaleler 119
1.4.4. Yer İçi Suları 122
1.5. Toprak Örtüsü 124
1.5.1. Zonal Topraklar 124
1.5.1.1. Kahverengi Orman Toprakları 124
1.5.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları 125
1.5.1.3. Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar 126
1.5.2. İntrazonal Topraklar 127
1.5.2.1. Yüksek Dağ Çayır Toprakları 127
1.5.3. Azonal Topraklar 127
1.5.3.1. Alüvyal Topraklar 127
1.5.3.2. Kolüvyal Topraklar 127
1.6. Bitki Örtüsü 129
1.6.1. Ağaç Vejetasyonu 130
1.6.2. Çalı Formasyonu 141

1.6.3.Ot Formasyonu 146
2. BULGULAR VE YORUMLAR 153
2.1. Dendrokronolojik Bulgular 153
2.1.1.Karçal (Ortaköy) Göknar Alt Yetişme Sınırı 153
2.1.2.Karçal(Ortaköy) Göknar Üst Yetişme Sınırı 155
2.1.3.Karçal (Ortaköy) Ladin Alt Yetişme Sınırı 156
2.1.4.Karçal (Ortaköy) Ladin Üst Yetişme Sınırı 158
2.1.5.Karçal (Sakalar) Sarıçam Alt Yetişme Sınırı 160
2.1.6.Karçal (Sakalar) Sarıçam Üst Yetişme Sınırı 161
2.2. Dendroklimatolojik Bulgular 163
2.2.1.Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları 163
2.2.2.İşaret Testi Sonuçları 200
SONUÇLAR, TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER 212
ÖNERİLER 219
KAYNAKÇA 220
WEB SAYFALARI 227
TABLOLAR LİSTESİ 228
ŞEKİLLER LİSTESİ 232
GRAFİKLER LİSTESİ 233
HARİTALAR LİSTESİ 239
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ 240
ÖZGEÇMİŞ 243

TEZ ONAY SAYFASI

İmren ALKAN tarafından hazırlanan "KARÇAL DAĞLARI'NIN GÜNEYİNDE GÖKNAR *(Abies nordmanniana (Stev.)*, LADİN (*Picea orientalis* L.) ve SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.) AĞAÇLARI ÜZERİNDE DENDROKLİMATOLOJİK ANALİZLER" başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM .....

Tez Danışmanı, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Fiziki Coğrafya Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 24.08.2023

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu) İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI (GÜ) .....

Üye : Prof. Dr. Mücahit COŞKUN (KBÜ) .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM (KBÜ) .....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN .....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntıların intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: İmren ALKAN

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Karçal Dağları'nın güneyinde göknar, ladin ve sarıçam ağaçları üzerinde dendroklimatolojik analizlerin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma giriş kısmı haricinde iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Karçal Dağı ve yakın çevresinin genel fiziki coğrafya özellikleri anlatılmış, ikinci bölümde ise araştırma sahasındaki ağaçlardan alınan yıllık halka örneklerinin dendroklimatolojik analizleri yapılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, desteklerini esirgemeyen, dendrokronoloji konusunda bilgi birikimini sabır ve anlayışla bana aktaran değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM ve bu süreçte yardımlarını esirgemeyen değerli eşi Saadet İRDEM'e teşekkürü borç bilirim.

Lisans ve yüksek lisans döneminde kendinden çok şey öğrendiğim ve öğrenmeye devam ettiğim, aynı zamanda lisans tez danışmanım da olan Prof. Dr. Mücahit COŞKUN'a teşekkürlerimi sunuyorum. Tez jürimde bulunan, yapıcı eleştirileri ile bana katkı sağlayan kıymetli hocam Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI'ya değerli katkılarından ötürü teşekkür ederim. Gerek lisans gerek yüksek lisans süresi boyunca her birinden ayrı güzellikler, eşsiz bilgiler edindiğim, bizlere kapıları her zaman açık olan saygıdeğer Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü hocalarıma teşekkür ederim. Ayrıca üzerimde emekleri büyük olan kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Ersin GÜNGÖRDÜ hocamızı rahmetle anıyorum.

Eğitimim boyunca bana güç veren, bir kadın olarak kendimi geliştirmem ve eğitimin gerekliliğini her seferinde vurgulayan kıymetli annem Selvi ALKAN ve babam Emrullah ALKAN'a ve sevgili kardeşlerim Erkan ALKAN ve Muammer ALKAN'a, bu yolda yürürken beni destekleyen ve motive eden kıymetli arkadaşım Musur ARAZGELDİYEW'e, tez dönemim boyunca bana ekmek teknesi olan Lokum Tantuni ailesine, tezi destekleyen burada tek tek yer veremediğim tüm kurumlara ve kişilere, dostlarıma çok teşekkür ederim.

Son olarak “Kadınlar toplum yaşamında erkeklerle birlikte yürüyerek birbirinin yardımcısı ve destekçisi olacaklardır.” sözleriyle biz kadınlara ilham olan, güç veren Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk’e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Karabük Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Proje No: KBÜBAP-21-YL-074

İmren ALKAN

Karabük 2023

ÖZET

Hazırlanan çalışmanın amacı Karçal Dağları'nda sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. Nordmanniana*) ve doğu ladininin *(Picea orientalis* L. *carr.)* alt ve üst yetişme sınırlarında, sıcaklık ile yağışın yıllık halka gelişimi üzerine etkisini analiz etmektir. Karçal Dağları Borçka ile Şavşat İlçeleri arasında doğal bir sınır oluşturmaktadır. Bununla birlikte çalışma alanını kuzeyde Gürcistan, doğuda Göze Dağı, güneyde Berta Vadisi ile batıda Çoruh Nehri sınırlandırmaktadır.

Türkiye'de yıllık halka gelişimi ile iklim koşulları arasındaki ilişkileri farklı ağaç türleri için karşılaştırmalı olarak ele alan yayınların sayısının oldukça az olması nedeniyle bu çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca sıcaklık ve yağış koşullarında meydana gelebilecek olası değişikliklerin ağaçların çap artımı üzerinde etkilerinin anlaşılması bakımından çalışmanın katkı sunması umulmaktadır.

Çalışmada alanın haritalar yardımı ile görselleştirilmesi için ArcGIS programı kullanılmıştır. Programda kullanılmak üzere gerekli veriler ilgili kurumlardan elde edilmiştir. Gerek çalışma alanının iklimi anlatılırken gerek iklim-halka ilişkileri kurulurken kullanılan veriler MGM'den alınmış ve amaca yönelik olarak düzenlenmiştir. Dendroklimatolojik analizler yapılırken uzun dönemli verilere sahip olması nedeniyle tercih edilen istasyonlar; Artvin, Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarıdır.

Çalışma kapsamında Karçal Dağları'nda, 2 Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. Nordmanniana*), 2 doğu ladini (*Picea orientalis* L. *carr.*), 2 sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) olmak üzere toplamda 6 yöre kronolojisi (159,163;133,118;145 ve 98 yıllık) oluşturulmuştur. Analizler için tercih edilen örnekler göknar, sarıçam ve ladinin alt ve üst yetişme sınırlarından artım burgusu kullanılarak 15'er canlı ağaçtan 30'ar kalem olacak şekilde alınmıştır. Yıllık halka genişlikleri LINTAB-TSAB programında ölçülüp COFECHA programında eşleştirme yapılmıştır. Yıllık halka serileri ARTSAN programında standardize edilmiş, yaşa bağlı etkiler ortadan kaldırılmıştır. Yıllık halka gelişimi ile sıcaklık ve yağış arasındaki

istatistik ilişkileri ortaya koymak amacıyla DENDROCLIM2002 programı yardımıyla her bir yöre kronolojisi için ayrı ayrı Tepki Fonksiyonları hesaplanmış ve 0,95 güven düzeyinde istatistik açıdan anlamlı ilişkiler belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre eylül ayı yağışlarının ladinler üzerindeki pozitif etkisi dikkat çekicidir. Çalışma sahasında sarıçam alt ve üst yetişme sınırları için temmuz ayı yağışlarıyla yıllık halka gelişimi arasında genel olarak pozitif ilişki tespit edilmiştir. Nisan ve ekim ayı yağışları tüm yöre kronolojileri için yıllık halka gelişimini negatif yönde, mayıs ve haziran yağışları ise pozitif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı yağışlarının halka gelişimine etkisi göknar üst sınırı dışında pozitif yönlüdür fakat istatistik açıdan anlamlı değildir. Sıcaklık yıllık halka ilişkileri analizi sonuçlarına göre önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs haziran ayının ortalama sıcaklıkları arasında negatif; şubat, mart ve temmuz aylarının ortalama sıcaklıklar ile halka gelişimi arasında pozitif yönlü ilişki ağır basmaktadır. Özetle sarıçam ve ladinlerin yıllık halka gelişimleri üzerinde özellikle bahar aylarında sıcaklığın, yaz aylarında ise yağışın etkisi açıkça görülmektedir.

Son olarak işaret testi yapılarak geriye dönük iklim tahminlerinde kullanılabilecek aylar ve dönemler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; haziran ayı toplam yağışlarında KLA yöresi için Artvin istasyonunda, mart ayı ortalama sıcaklıklarında KGU yöresi için Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarında, mayıs ayı toplam yağış için KGA yöresinde Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarında , mayıs-haziran dönemi için KLA yöresinde Yusufeli ve Ardanuç için anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu sonuçlar, bundan sonraki çalışmalarda araştırma sahasının dendrokronolojik yöntemler kullanılarak geriye dönük iklim tahminlerinin yapılması açısından iyi bir potansiyele sahip olduğuna da işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karçal Dağları; Dendroklimatoloji; Doğu Karadeniz Göknarı; Doğu Ladini; Sarıçam

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the annual temperature and precipitation in the lower and upper growing borders of Scots pine *(Pinus sylvestris* L.), fir *(Abies nordmanniana (Stev.*) *Spach. subsp. Nordmanniana*) and eastern spruce (*Picea orientalis* L. *carr.*) in the Karçal Mountains. is to analyze the effect on ring development. Karçal Mountains form a natural border between Borcka and Savsat districts. However, the study area is bordered by Georgia in the north, Göze Mountain in the east, Berta Valley in the south and Çoruh River in the west.

It is expected that this study will make an important contribution to the literature, since the number of publications that comparatively discuss the relationship between annual ring development and climatic conditions for different tree species in Turkey is quite low. In addition, it is hoped that the study will contribute to understanding the effects of possible changes in temperature and precipitation conditions on the diameter increase of trees.

In the study, ArcGIS 10.4.1 program was used to visualize the area with the help of maps. The necessary data to be used in the program were obtained from the relevant institutions. The data used both in describing the climate of the study area and in establishing climate-public relations were obtained from MGM and arranged for the purpose. Preferred stations because of having long-term data while performing dendroclimatological analyzes; Artvin, Yusufeli and Ardanuç stations are.

Within the scope of the study, 2 eastern black sea fir (*Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. Nordmanniana)*, 2 eastern spruce *(Picea orientalis* L. *carr*.), 2 Scots pine *(Pinus sylvestris* L.) in total in the Karçal Mountains. chronology (159,163;133,118;145 and 98 years) was created. Preferred samples for analysis were taken from the lower and upper growth limits of fir, Scott pine and spruce, using an increment auger, as 30 cores from 15 living trees each. Measurements was made LINTAB-TSAB program and matched in the COFECHA program. Annual ring series were standardized in the ARTSAN program and age-related effects were eliminated. In order to reveal the statistical relationships between annual ring development and

temperature and precipitation, Response Functions were calculated separately for each region chronology with the help of the DENDROCLIM2002 program and statistically significant relationships were determined at a confidence level of 0.95.

According to the results of the analysis, the positive effect of September precipitation on spruces is remarkable. In the study area, for the lower and upper growing limits of Scots pine, a generally positive relationship was determined between the precipitation in July and the annual ring development. April and October precipitations affect the annual ring development negatively for all regional chronologies, while May and June precipitations affect positively. The effect of the previous year's October precipitation on the development of the ring is positive except for the upper limit of the fir, but it is not statistically significant. According to the results of the annual ring relations analysis, the average temperatures between October of the previous year and May-June of the ring formation year were negative; The positive relationship between the average temperatures of February, March and July and the development of the ring predominates. In summary, the effects of temperature in the spring and precipitation in the summer are clearly visible on the annual ring development of scotch pine and spruce.

Finally, the months and periods that can be used in retrospective climate forecasts were determined by performing the sign test. According to the results obtained; For the total precipitation in June, at Artvin station for the KLA region, for the average temperatures of March at Yusufeli and Ardanuç stations for the KGU region, for the total precipitation in May at the Yusufeli and Ardanuç stations in the KGA region, for the May-June period for the Yusufeli and Ardanuç region in the KLA region. These results also indicate that the research area has a good potential in terms of making retrospective climate forecasts using dendrochronological methods in future studies.

Keywords: Karçal Mountains; Dendroclimatology; Eastern Black Sea Fir; Eastern Spruce; Scott Pine

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Karçal Dağları'nın Güneyinde Göknar *(Abies Nordmanniana (Stev.)*, Ladin *(Picea Orientalis* L.) Ve Sarıçam *(Pinus Sylvestris* L.) Ağaçları Üzerinde Dendroklimatolojik Analizler
Tezin Yazarı	İmren ALKAN
Tezin Danışmanı	Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans
Tezin Tarihi	24.08.2023
Tezin Alanı	Fiziki Coğrafya, Dendroklimatoloji
Tezin Yeri	KBÜ/LEE
Tezin Sayfa Sayısı	243
Anahtar Kelimeler	Karçal Dağları; Dendroklimatoloji; Doğu Karadeniz Göknarı; Doğu Ladini; Sarıçam

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	Dendroclımatologıcal Analysıs On Fır *(Abies Nordmanniana* (Stev.), *Spruce (Picea Orientalis* L.*)* And *Scots Pine (Pinus Sylvestris* L.*)* Trees In The South Of The Karçal Mountaıns
Author of the Thesis	İmren ALKAN
Advisor of the Thesis	Dr. Öğr. Üyesi Cemil İRDEM
Status of the Thesis	Master Degree
Date of the Thesis	24.08.2023
Field of the Thesis	Physical Geography, Dendroclimatology
Place of the Thesis	UNIKA/IGP
Total Page Number	243
Keywords	Karçal Mountains; Dendroclimatology; Eastern Black Sea Fir; Eastern Spruce; Scott Pine

KISALTMALAR

DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

MTA : Maden Tetkik Arama

IDW : Inverse Distance Weighting

KGA : Göknar Alt Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

KGU : Göknar Üst Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

KLA : Ladin Alt Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

KLU : Ladin Üst Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

KSA : Sarıçam Alt Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

KSU : Sarıçam Üst Sınır Yöre Kronolojisi Kodu

mm : Milimetre

m : Metre

km : Kilometre

km2 : Kilometre kare

m/s : Metre/saniye

m3/sn : Metreküp/saniye

ºC : Santigrat derece

hPa : Hektopaskal

cP : Karasal Polar

D : Doğu

B : Batı

K : Kuzey

G : Güney

KD : Kuzeydoğu

KB **:** Kuzeybatı

GD **:** Güneydoğu

GB **:** Güneybatı

ort. **:** Ortalama

PE **:** Potansiyel Evapotranspirasyon

GİRİŞ

Doğanın kendi içindeki süreçlerin birbiri ile ilişkili olması, bu ilişkilerin çözümlenmesi ve açıklanması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Başlangıçta doğanın tasvir edilmesiyle ortaya çıkan Coğrafya Bilimi, doğanın kendi içindeki ilişkilerin yorumlanarak açıklanmaya başlanmasıyla birlikte farklı yöntemlere ihtiyaç duymaya başlamıştır. Bu yöntemlerden biri de ağaç yaş halkalarının tarihlendirilmesine dayanan dendrokronolojidir.

"Dendrokronoloji, yıllık halkalara dayanarak yaş saptama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Eski Yunanca'da "Dendron" odun, "Chronos" tarih ve "Logos" bilim anlamına gelmektedir" (Fritts, 1976, s.2). Bu kelimelerin birleşmesiyle, bu bilim dalı adlandırılmıştır. Doğada yaşanan her değişim doğanın her bir alanına izler bırakmaktadır. Doğa geçmişe ait birçok izi bünyesinde barındırır.

> Geçmişteki doğa olaylarının tarihlendirilmesinde, her yıl oluşan geniş ve dar halka dizileri iklimsel olarak yalnızca o yılı tanımlar. Halkalardaki iklim işareti yine de bize iklimin geçmişte nasıl olduğu ve gelecekte de nasıl olabileceği hakkında bakış açısı sunar. Daha geniş anlamda dendrokronolojinin bir alt dalı olan dendroklimatoloji, ağaç halkaları kullanılarak geçmiş iklimin yeniden yapılandırılması olarak bilinir (Fritts, 1976, s. 2).

Dendroklimatolojik yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar paleoklimatoloji araştırmalarında da çok önemli bir yer tutmaktadır.

> Düzenli meteorolojik kayıtların son birkaç yüzyıl gibi dünya tarihinin çok kısa bir dönemini kapsadığı ve büyük ölçüde antropojenik etkiler altında kaldığı göz önüne alındığında, geçmişteki iklim değişmeleri ile ilgili yerkürede mevcut kanıtları analiz etmek ve yorumlamak giderek önem kazanmaktadır. Aynı zamanda elde edilen veriler yardımıyla oluşturulan iklim modelleri, geleceği görebilmemize yardım etmektedir (Erlat, 2016,s. 99).

Bu çalışmanın konu kapsamını Karçal Dağları'ndan alınan göknar, sarıçam ve ladin örnekleri üzerinde dendrokronolojik ve dendroklimatolojik analizler oluşturmaktadır. "Dağ sıralarını yaran derin ve geniş vadiler, Karadeniz'in nemli havasının iç kesimlere sokulmasını sağlayarak özellikle yarı kurak alanlarda sarıçamların yetişmesini sağlar" (Atalay ve Efe, 2015, s. 149). Çalışma sahasında bulunan sarıçamlar Ortaköy Deresi'nin bulunduğu vadinin yamaçlarında yer yer göknarlar ile karışık halde bulunmaktadır.

> Doğu Karadeniz bölümünde göknarın yaygın olduğu yerler, Yalnızçam Dağları'nın kuzeye bakan sisli yamaçlarındaki Ardanuç ve Şavşat havzaları, Doğu Karadeniz kıyı dağlarının üst kesimleridir. Nadiren saf topluluklar, çoğunlukla ladin, nadiren sarıçamla birlikte orman oluşturur (Atalay ve Efe, 2015, s. 142).

> Genel yayılışını Türkiye ve Kafkasya'da yapan ladinler Doğu Karadeniz Dağları'nda ormanlar kurar. Çoğunlukla baskın bir ağaçtır ve 1000-2000 m yükseltilerde, kuzeye bakan nemli yamaçlarda saf veya Pinus sylvestris, Abies nordmanniana ve Fagus orientalis ile karışık meşçereler oluşturur (Eminağaoğlu, 2018).

Türkiye'de dendrokronoloji alanında iğne yapraklılardan sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) üzerine sayısı giderek artan çalışmalar bulunmaktadır (Yaman ve Sarıbaş, 2004; Bogino vd., 2009; Köse vd., 2017; Hugles, 2019; İrdem, 2019; Bozkurt vd., 2021; Özel, 2021). Yine göknar ve ladin üzerine yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Özkan, 1990; Akkemik, 1997; Akkemik, 2000; Dağdeviren, 2002; Hughes vd., 2019; Işık, 2022; Popa vd., 2022). Ancak yapılan literatür taramasına göre bu üç ayrı türün aynı çalışmada karşılaştırılmasına yönelik bir çalışmanın az olmasının alana katkı açısından bu çalışmayı önemli kılacağı düşünülmüştür.

Karçal Dağları kendine özgü iklimi, toprak yapısı ve yer şekli karakteri ile vejetasyon bakımından özel bir yapıya sahiptir. Farklı ve endemik türlerin bir arada bulunduğu Karçal Dağları Türkiye'nin ilk ve öncü biyosfer rezervidir.

"Aynı zamanda Conservation International, Dünya Bankası ve Küresel Çevre Fonu tarafından belirlenen biyolojik açıdan zengin ve tehdit altında olan dünyadaki 25 karasal ekolojik bölgeden birinde yer alır" (Url 1). "Volkanik bir kütle olan, Paleozoik, Mezozoik ve Senozoik devirlerine ait kayaçların görüldüğü Karçal Dağı'nda zonal, intrazonal ve azonal topraklar yer alır" (Yılmaz, 2016, s.6).

> Kütle güneybatı-kuzeydoğu yönlü topografik uzanışa sahip yüksek bir kütle özelliği göstermektedir. Genel hatlar itibariyle buzullar tarafından aşındırılmış ve akarsular tarafından derince yarılmış arızalı bir yapıdan oluşmaktadır. Topografik uzanışı da göz önüne alınırsa; doğu ile kuzey yamaçlarının buzullaşmadan daha fazla etkilendiği görülmektedir. Bu etki buzul vadilerinin yoğunluğu ile de desteklenmektedir. Çalışma alanı güneyden kuzeye doğru alçalma eğilimi göstermektedir (Dede, 2016, s. 35).

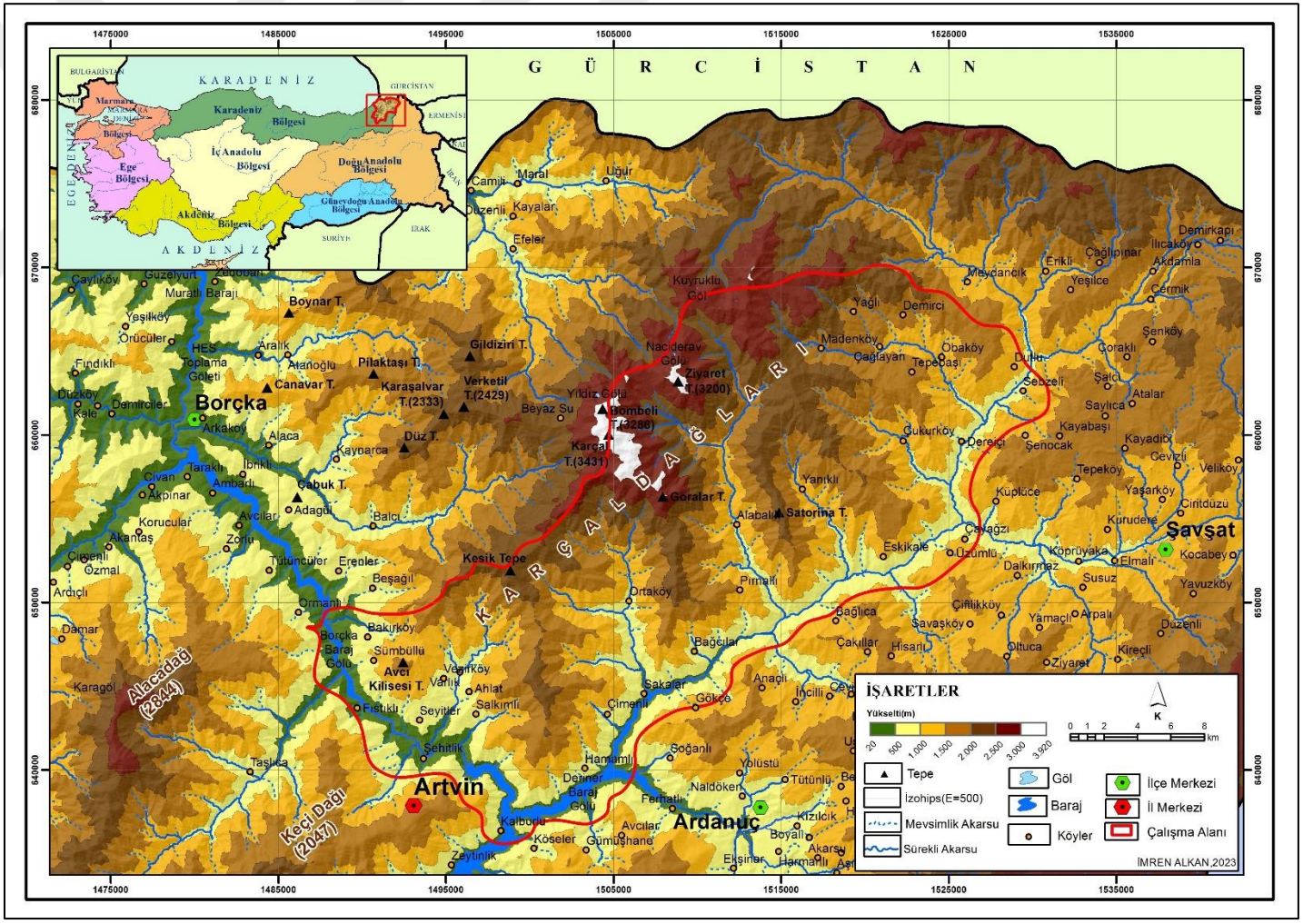
ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Konu Kapsamı

Çalışmanın konu kapsamını ***"Karçal Dağları'nın Güneyinde Göknar, Ladin ve Sarıçam Ağaçları Üzerinde Dendroklimatolojik Analizler"*** oluşturmaktadır. Bu kapsamda, çalışma alanından alınan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ladin *(Fagus orientali*s L. carr.) ve göknar (*Abies nordmanniana (Stev.) Spach. subsp. Nordmanniana)* örneklerinin yıllık halka genişlikleriyle Artvin, Yusufeli ve Ardanuç meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık ile aylık toplam yağış verileri arasındaki ilişkiler ortaya konarak, uygun olan aylar ve dönemler için işaret testi yapılmıştır. Daha sonra elde edilen sonuçlar kendi içinde ve diğer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Alan Kapsamı

Çalışmanın alan kapsamını Karçal Dağları'nın güney kesimi oluşturmaktadır. Karçal Dağları, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nün doğusu ile Gürcistan'ın güneyinde, Artvin ili sınırları içerisinde yer alan Borçka ile Şavşat ilçeleri arasında kuzeydoğu güneybatı doğrultusunda uzanış gösterir. Karçal Dağları, 41°38'09.58" - 41°08'37.97" kuzey enlemleri ile 42°33'59.33" - 41°41'13.06" doğu boylamları arasında yer alır. Yüzölçümü 1298 km^2, çevre uzunluğu ise 162 kilometredir. En doğusundan en batısına yaklaşık uzaklık 76 km iken, en güneyinden en kuzeyine uzaklık 56 km'dir. Çalışma alanını kuzeyde Gürcistan, doğuda Göze Dağı, güneyde Berta Vadisi ile batıda Çoruh Nehri sınırlandırmaktadır (Harita 1).



Harita 1: Çalışma sahasının lokasyon haritası.

ARAŞTIRMANIN AMACI VE ALT AMAÇLARI

Bu çalışmada, Karçal Dağları'nın güneyinde dendroklimatolojik analizler yapılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki hedefler belirlenmiştir:

- Karçal Dağı ve yakın çevresinde iklime duyarlı kronolojiler oluşturulabilir mi?
- Bu kronolojilerle sıcaklık ve yağış arasındaki ilgi ne yöndedir?
- Elde edilen kronolojiler yardımıyla Karçal Dağları ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış değerleri geriye dönük uzatılabilir mi?

ARAŞTIRMANIN GEREKÇESİ, ÖNEMİ VE SINIRLILIKLARI

Çalışma konusunun ve çalışma sahasının belirlenmesi sırasında bu alanda daha önce yapılan çalışmalar Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi'nde kayıtlı olan yüksek lisans, doktora tezleri ile tez çalışmaları dışındaki ulusal ve uluslarası yayınlar incelenmiştir.

Türkiye'de daha önce yapılan dendrokronolojik çalışmalar çoğunlukla tek tür üzerine olup üç farklı türün karşılaştırılmasına yönelik çalışmaların sayıca az olduğu tespit edilmiştir. Karçal Dağları ve yakın çevresinde sarıçam, göknar ve ladin türlerinin bir arada bulunması nedeniyle bu tez çalışmasının söz konusu eksikliğin giderilmesine ve yapılacak olan sonraki çalışmalara katkı sağlaması düşünülmektedir.

Karçal Dağları ve yakın çevresinde uzun dönemli ve kesintisiz verilere sahip meteoroloji istasyonları Artvin, Ardanuç ve Yusufeli istasyonlarıdır. Bu istasyonların verileri kullanılarak yapılacak yıllık halka gelişimi ile iklim ilişkilendirilmelerin, sıcaklık ve yağış koşullarında meydana gelebilecek olası değişikliklerin ağaçların çap artımı üzerinde etkilerinin anlaşılması bakımından yararlı olması beklenmektedir.

ÇALIŞMANIN MATERYAL, YÖNTEM VE TEKNİKLERİ

Çalışmanın Materyali

Çalışma sahasına ait topografya, yükselti, bakı ve eğim haritaları oluşturulurken Harita Genel Müdürlüğü tarafından üretilen 1/25.000 ölçekli Türkiye Topografya Haritası'ndan yararlanılmıştır. Haritaların üretiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı olan ArcGIS programı kullanılmıştır. Daha sonra ArcGIS programında oluşturulan haritalardan elde edilen veriler Microsoft Office Excel 365 programına aktarılarak yükselti, eğim ve bakı gruplarının oransal dağılışını analiz eden grafikler oluşturulmuştur.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden alınan 1/25.000 ölçekli paftalardan yararlanarak ArcGIS programında jeoloji haritası oluşturulmuştur.

Toprak haritası, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden alınan Artvin İli Arazi varlığı raporları ve sitesinden indirilen veriler ile karşılaştırılarak ArcGIS programında oluşturulmuştur.

Artvin Orman İşletme Müdürlüğü'nden temin edilen meşçere verileri kullanılarak ArcGIS programında vejetasyon haritası oluşturulmuştur. Vejetasyon gruplarının oransal dağılışını göstermek için Microsoft Office 365 Excel programında grafikler oluşturulmuştur. Çalışma sahasına ait bitki kesitleri ise ArcGIS ve Paint.net programları kullanılarak yapılmıştır.

Hidrografya haritası ArcGIS programında Spatial Analyst- Hydrology Analysis kısmından yapılmış. Daha sonra Harita Genel Komutanlığı'nın 1/25.000'lik haritaları ve GoogleEarth programı karşılaştırılarak hidrolojik unsurlar teyit edilmiştir. Bu kısımda yer alan akım grafikleri Devlet Su İşleri'nden alınarak Microsoft Office 365 Excel programında grafikler oluşturulmuştur.

Çalışma sahasının iklimine yönelik analizler için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait Artvin (1949-2022), Ardanuç (1966-2022), Beşağıl Köyü (2018-2022), Borçka (2015-2022), Mersivan Kayak Merkezi (2021-2022), Şavşat Çukur Yaylası (2016-2022), Şavşat Yavuzköy (2021-2022) ve Yusufeli (1968-2022) istasyonlarının verilerinden yararlanılmıştır.

Hakim rüzgar yönleri ve frekansları Rubinstein formülü (Dönmez,1979) kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlere ait grafikler Microsoft Office 365 Excel ve Paint.net programlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

Yağış haritaları hazırlanırken ilk olarak çalışma alanının yakın çevresinde 8 meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Daha sonra meteoroloji istasyonlarının etki alanlarına göre Thiessen Polygon yardımı ile 3000 sanal istasyon atanmıştır. Sanal istasyonların yağış değerleri Schereiber formülüne göre yükseklere çıkıldıkça her 100 m'de yağışın 54 mm artması, alçak rakımlara inildikçe yağışın her 100 m'de 54 mm azalması (Dönmez,1979) baz alınarak formüller aracılığı ile ArcGIS ortamında hesaplanmıştır. Bu formüller;

Rasadı yapılan meteoroloji istasyonundan alçakta bulunan sanal istasyonlar için:

a=b-(54[*c]/100)

a: Yükseltisi bilinen sanal noktanın yağış tutarı

b: Yağış verisi(Gerçek istasyona ait)

c: Yükselti farkı

Rasadı yapılan meteoroloji istasyonundan yüksekte bulunan sanal istasyonlar için:

a=b+(54[*c]/100)

a: Yükseltisi bilinen sanal noktanın yağış tutarı

b: Yağış verisi(Poligona yakın gerçek istasyonun değeri)

c: Yükselti farkı

Son olarak ArcGIS programında IDW (Inverse Distance Weighting) yöntemi ile yağış haritaları oluşturulmuştur.

Yağış haritaları hazırlanırken ilk olarak çalışma alanının yakın çevresinde 8 meteoroloji istasyonu seçilmiştir. Daha sonra meteoroloji istasyonlarının etki alanlarına göre Thiessen Polygon yardımı ile 3000 sanal istasyon atanmıştır. Sanal

istasyonların yağış değerleri yükseklere çıkıldıkça her 100 m'de sıcaklığın 0,5 derece düşmesi, alçak rakımlara inildikçe sıcaklığın her 100 m'de 0,5 derece artması(Dönmez, 1979) baz alınarak formüller aracılığı ile ArcGIS ortamında hesaplanmıştır. Bu formüller;

Rasadı yapılan meteoroloji istasyonundan alçakta bulunan sanal istasyonlar için:

$$y= x+([z]/200)$$

y: Yükseltisi bilinen sanal noktanın sıcaklık tutarı

x: Sıcaklık verisi(Poligona yakın gerçek istasyonun değeri)

z: Yükselti farkı

Rasadı yapılan meteoroloji istasyonundan yüksekte bulunan sanal istasyonlar için:

$$y= x-([z]/200)$$

y: Yükseltisi bilinen sanal noktanın sıcaklık tutarı

x: Sıcaklık verisi(Poligona yakın gerçek istasyonun değeri)

z: Yükselti farkı

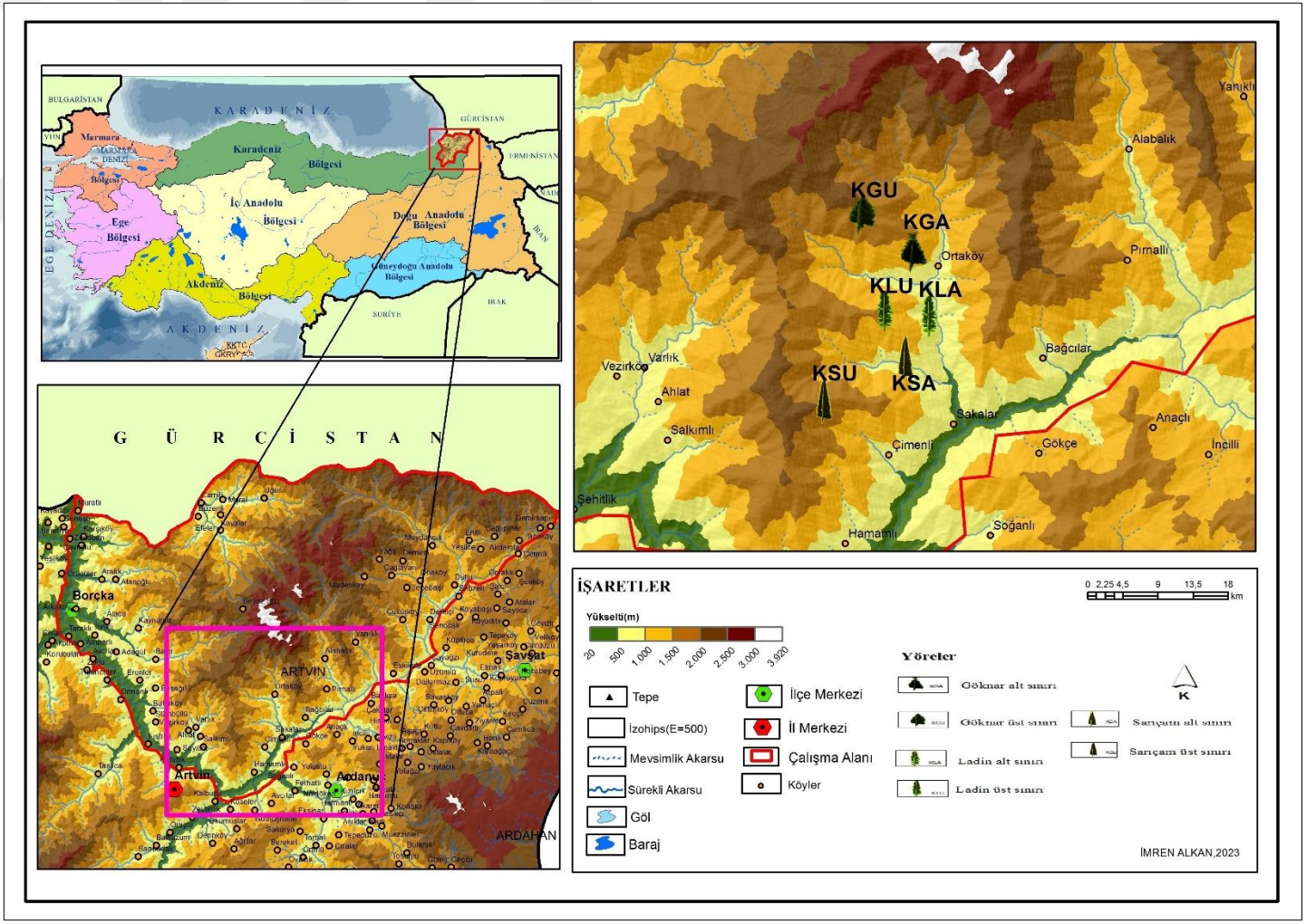
Son olarak IDW yöntemi ile yağış haritaları oluşturulmuştur.

İklim sınıflandırılmaları oluşturulurken Erinç ve Thorntwaite yönteminden yararlanılmıştır. Microsoft Office 365 Excel programında hesaplamalar yapılmış ardından şekiller oluşturulmuştur.

Dendrokronolojik çalışmaların ilk aşaması olan arazi çalışmalarında aşağıdaki adımlar takip edilmiştir.

- Karçal Dağları'ndan örnekler güney yamaçlardan alt ve üst sınırından olmak üzere toplam altı farklı yöreden alınmıştır (Harita 2). Örnekler alınırken dendrokronolojik çalışmalara uygun olacak şekilde insan etkisinden uzakta, doğal yetişme alanlarından olması tercih edilmiştir. Bu sayede iklimin etkisinin

daha doğru bir şekilde ortaya çıkmasını sağlamak amaçlanmıştır. Örnekler alınırken yaralı, kusurlu gövdeli ağaçlar tercih edilmemiştir.



Harita 2: Örnek alınan yerlerin lokasyonu.

- Örnekler, canlı ağaçlardan iki yönlü olarak 40 ve 50 cm'lik Haglöf Artım Burgusu yardımıyla, 130 cm yükseklikten alınmıştır. Çalışma sahasından 6 yöreden 90 ağaçtan 180 kalem örnek alınmıştır (Fotoğraf 1).



Fotoğraf 1: Ortaköy Dağları civarından alınan ladin örnekleri.

- Alınan örneklerin ağaç türü, koordinat, yükselti, enlem, boylam, boy, eğim, bakı özellikleri not edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Yöre kronolojilerine ait tanıtıcı bilgiler.

Yöre Adı	Yöre Kodu	Ağaç Türü	Ağaç/ Kalem Sayısı	Koordinat	Yükselti	Çap	Boy	Eğim	Bakı
Karçal (Ortaköy) Göknar Alt Sınırı	KGA	*Abies nordmanniana*	7/13	41.14838K 41.56475D	850-950	32-58	35-40	30%	KD
Karçal (Ortaköy) Göknar Üst Sınırı	KGU	*Abies nordmanniana*	15/30	41.147085K 41.55760D	1891-1940	29-45	30-40	40%	D
Karçal (Ortaköy) Ladin Alt Sınırı	KLA	*Picea orientalis*	15/28	41.14818K 41.58387D	900-1050	27-51	25-30	30%	K
Karçal (Ortaköy) Ladin Üst Sınırı	KLU	*Picea orientalis*	14/27	41.47355K 45.69689D	1700-1750	32-47	25-35	40%	KD
Karçal (Sakalar) Sarıçam Alt Sınırı	KSA	*Pinus sylvestris*	13/22	41.48867K 45.67940D	825-860	28-62	15-35	40%	GD
Karçal (Sakalar) Sarıçam Üst Sınırı	KSU	*Pinus sylvestris*	14/28	41.46990K 45.69612D	1732-1760	28-52	30-40	40%	GB

- Kalem örnekler yöre kodu, ağaç numarası etiketlenerek kağıt taşıyıcılara yerleştirilmiştir (Yöre kodlaması yapılırken U üst sınırı A ise alt sınırı temsil etmektedir) (Fotoğraf 2).
-



Fotoğraf 2: Alınan örneklerin (sarıçam, göknar, ladin) kağıt taşıyıcılardaki görselleri (Kağıt taşıyıcılar örneklerin arazide zarar görmesini engeller ve laboratuvar ortamına güvende gelmesini sağlar).

- Daha sonra laboratuvar ölçümlerine hazır hale getirmek için önce ahşap taşıyıcılara yapıştırılmıştır (Fotoğraf 3).



Fotoğraf 3: Örneklerin ahşap taşıyıcılardaki görüntüleri (Ahşap taşıyıcılar zımparalama ve ölçüm işlemleri sırasında kolaylık sağlamaktadır, aynı zamanda örneklere güvenli bir şekilde arşivlenme olanağı sunmaktadır).

Grissino-Mayer (1993) dendrokronolojik çalışmalarda kullanılabilecek ağaç türlerini önem derecelerine göre sınıflandırmıştır. Dedndrokronolojik çalışmalar için önem arz eden türler "2", önem dereceleri az olanlar veya bu çalışmalar için sıklıkla tercih edilmeyenler "1", ilgili çalışmalar için önem taşımayanlar ise "0" olarak kodlanmıştır. Çalışma sahasında bulunan ve dendrokronolojik araştırmalarda kullanılabilecek türler tabloda sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2: Çalışma sahasında dendrokronolojik çalışmalarda kullanılabilecek türler ve önem dereceleri.

Ağaç Adı (Latince)	**Türkçe Adı**	**Önem Derecesi**
Abies nordmanniana	Doğu Karadeniz Göknarı	1
Alnus orientalis	Doğu Kızılağacı	0
Alnus glutinosa	Adi Kızılağaç	1
Juniperus excelsa	Boylu Ardıç	1

Ağaç Adı (Latince)	Türkçe Adı	Önem Derecesi
Castanea sativa	Anadolu Kestanesi	1
Carpinus betulus	Adi Gürgen	0
Fagus orientalis	Doğu Kayını	1
Pinus sylvestris	Sarıçam	2
Picea orientalis	Doğu Ladini	1
Quercus petraea	Sapsız Meşe	2

Çalışmada (Tablo 2) dendrokronolojik çalışmalar için uygun olması nedeniyle sarıçam *(Pinus sylvestris)*, ladin *(Picea orientalis)*, göknar *(Abies nordmanniana)* türleri tercih edilmiştir.

Çalışmanın Yöntem ve Teknikleri

Çalışmada Karçal Dağları ve yakın çevresindeki ağaçlardan elde edilen örnekler üzerinde dendrokronolojik yöntemler kullanılarak dendroklimatolojik analizler yapılmıştır.

Yıllık Halka Analizleri

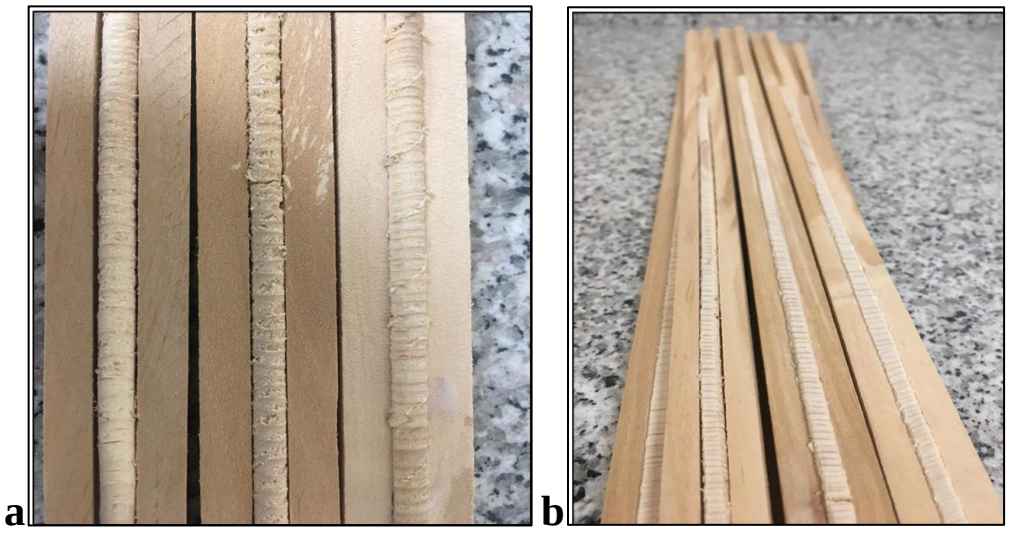
Dendrokronolojik Yöntemler

Yıllık Halka Genişliklerinin Ölçülmesi

Örnekler, üzerindeki pürüzlü yapının (Fotoğraf 5.a) giderilmesi ve ölçüm sırasında daha rahat gözlenebilmesi (Fotoğraf 5.b) amacıyla zımparalama işlemi yapılmıştır (Fotoğraf 4).

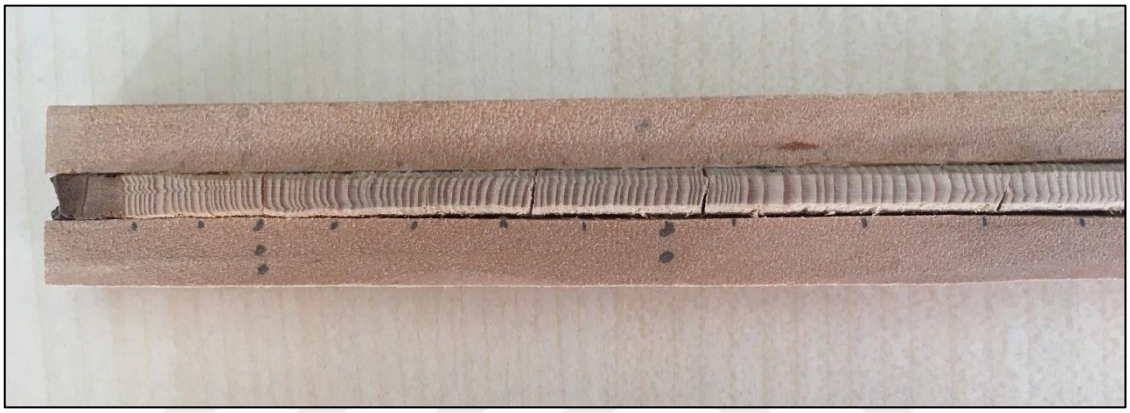


Fotoğraf 4: Zımparalama işlemine ilişkin fotoğraf.



Fotoğraf 5: a) Zımparalama işlemi öncesi görüntü. b)Zımparalama işlemi sonrası görüntü.

Örnekler zımparalanarak ölçüme hazır hale getirildikten sonra mikroskop yardımı ile son oluşan halkadan başlayarak 10'ar yıllık seksiyonlara ayrılmıştır. Seksiyonlarına ayırma işlemi sırasında, ahşap taşıyıcılarda halkaların üzerine 100'ün katlarına üç nokta, 50'li yıllara iki nokta ve 10'lu yıllara bir nokta konulmuştur. Seksiyonlarına ayırma işlemi sayesinde ölçüm sırasında yapılabilecek olası bir hata çok fazla vakit kaybetmeden daha kısa sürede tespit edilip kolayca müdahale edilebilmektedir (Fotoğraf 6).



Fotoğraf 6: Seksiyonlara ayırma aşaması.

Daha sonra yıllık halka genişlikleri LİNTAB-TSAP ölçüm sisteminde 0.01 duyarlılıkta ölçülmüş ve TSAP-WİN programında *.rwl uzantılı olarak kaydedilmiştir (Fotoğraf 7).

Yapılan ölçümlerin güvenilirliğini test etmek için COFECHA (Holmes, 1983; Grisino Mayer, 2001) programı kullanılmıştır.

TSAP-WIN programında *.rwl formatında kaydedilen ölçümler tek bir dosya altında toplanıp COFECHA programında işleme sokulmuştur. İşlem sonucunda hatalar tespit edilip eksik ve yalancı halkalar çözümlenmiştir. Hataları giderilemeyen örnekler yöre kronolojisine dahil edilmemiştir (Fotoğraf 8).



Fotoğraf 7: Yıllık halka genişliklerinin LİNTAB-TSAP programında ölçüm aşaması (Örnekler Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü Dendrokronoloji Laboratuvarında ölçülmüştür).



Fotoğraf 8: Arazi sırasında hasar gören, çürük ve ölçüme dahil edilmeyen kalemlerden örnekler.

Dendrokronolojik Grafiklerin Elde Edilmesi ve Standartlaştırılması

> Dendrokronolojik grafiklerin elde edilmesinde 4 yöntem kullanılmaktadır: 1-İskelet noktalama, 2-Mutlak halka genişliklerinin bir grafikle gösterilmesi, 3-Yıllık halka genişliklerinin yarı-logaritmik olarak gösterilmesi 4-Yıllık halka serilerinin standart hale dönüştürülmesi (Trenard, 1982; Schweingruber, 1988; Akkemik, 2004, s. 115).

Dendrokronolojik grafikler elde edilirken yıllık halka serilerinin standart hale dönüştürülmesi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile iklimin etkisinin daha net görülebilmesi için yaşa bağlı etkiler ortadan kaldırılmıştır.

Standardize etme aşamasında; doğrusal regresyon modeli, eğrisel regresyon modeli, negatif üstel fonksiyon ve filtre yöntemleri kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada kronolojilerin durumuna en uygun yöntem olması sebebi ile ayrıntıları Akkemik (2004)'te anlatılan *"doğrusal regresyon modeli"* kullanılmıştır. Standartlaştırmadan sonra ise otoregresif modeller ve grafiklerin karşılaştırılması aşamasına geçilmiştir. Tezde grafikler karşılaştırılırken TSAP-WIN programı kullanılmıştır. Standartlaştırma işlemi yapılırken, Biweight Robust (Cook vd., 1990) yöntemi ile yöre kronolojileri oluşturulurken, duyarlılık katsayıları hesaplanırken ve işaretin gürültüye oranı belirlenirken ise ARSTAN programından yararlanılmıştır.

Dendroklimatolojik Yöntemler

Tepki Fonksiyonu ve Korelasyon Katsayıları

Tepki fonksiyonları her bir yöre için Artvin, Yusufeli, Ardanuç meteoroloji istasyonlarına ait aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Tepki fonksiyonları DENDROCLIM2002 programı kullanılarak hesaplanırken biyolojik yıl (Fritss, 1976) olarak adlandırılan önceki yılın ekim ayından halka oluşum yılının ekim ayına kadar olan bu dönemdeki aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık verileri bağımsız değişken, yöre kronolojileri de bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

> Pearson'ın korelasyon katsayısının 1'e yakın olması durumunda güçlü doğrusal pozitif ilişki, -1'e yakın olması durumunda ise güçlü doğrusal negatif ilişki olduğu belirlenir. Değerin 0'a yakın olması durumunda ilişki çok zayıf ya da hiç yoktur. (Mendehall ve diğer., 1986, aktr. Çubukçu, 2020, s.99)

Bu çalışmada; 1949-2021 yıllarını kapsayan Artvin istasyonunda, 1966-2021 yıllarını kapsayan Yusufeli istasyonunda ve 1968-2021 yıllarını kapsayan Ardanuç istasyonunda aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri, kronolojilere ait tepki fonksiyonlarının ve korelasyon katsayılarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dendrokronoloji Alanında Yapılan Belli Başlı Çalışmalar

Araştırma konusuna yönelik daha önceden çalışılan yüksek lisans, doktora tezleri, makale, bildiri, kitap ve kitap bölümü türündeki yayınlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Araştırma konusuna dair daha önceden çalışılan yüksek lisans, doktora tezleri, makale, bildiri, kitap ve kitap bölümü türündeki yayınlar.

Yazar	Yıl	Çalışmanın Başlığı	Bilim Dalı	Tür
Fritts	1976	*Tree Rings and Climate*	Botanik	Kitap
Kantay	1986	*Çoruh Meşesi (Quercus dschorochensis K.Koch)'nde Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisliği	Doktora Tezi
Schweingruber	1988	*Tree-Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*	Botanik	Kitap
Özkan	1990	*Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea Orientalis(L.) Link.)Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisiği	Doktora Tezi
Aytuğ ve Kılıç	1993	*Contribution D'une Étude Dendrochronologique Á La Constatation De L'áge Du Lac Sülük (Bolu)*	Orman Mühendisliği	Bildiri
Caner	1994	*İstanbul'da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkisinin Palinoloji ve Dendrokronoloji Yöntemleri ile Araştırılması*	Coğrafya	Doktora Tezi
Sheppard ve White	1995	*Tree-Ring Responses to the 1978 Earthquake at Stephens Pass, Northeastern California*	Orman Bilimleri	Makale
Akkemik	1997	*Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Pinus Nigra Arn. ve Abies Cilicica Carr. Taksonlarında Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisliği	Doktora Tezi
Akkemik	2000	*Dendrochronological Investigations in Two Monumental Pinus Nigra Arn. Stands Near Antalya (Turkey)*	Orman Mühendisliği	Bildiri
Benson vd.	2001	*Renewal of Tidal Forest in Washington State after a Subduction Earthquake in A.D. 1700*	Jeoloji Mühendisliği	Makale

Hughes ve diğ.	2001	*Aegean Tree-Ring Signature Years Explained*	Klimatoloji	Makale
Akbulut	2002	*Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Anadolu Kestanesi (Castanea sativa mill.) Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Dağdeviren	2002	*Kazdağla'ında Doğal Yetişen Gymnosperm Taksonları Üzerinde Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Carrara ve O'Neill	2003	*Tree-Ring Dated Landslide Movements and Their Relationship to Seismic Events in Southwestern Montana, USA*	Jeoloji	Makale
Akkemik	2004	*Dendrokronoloji: İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri ve Uygulama Alanları*	Orman Mühendisliği	Kitap
Bekker	2004	*Spatial Variation in The Response of Tree Rings to Normal Faulting During the Hebgen Lake Earthquake, Southwestern Montana, USA*	Coğrafya	Makale
Erkan ve diğ.	2004	*Dendrokronolojik Yöntemle Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde Geçmişte Yaşanmış İlkbahar Kuraklık Periyotlarının Tespiti*	Orman Mühendisliği	Makale
Stefanini	2004	*Spatio-Temporal Analysis of a Complex Landslide in Northern Apennines (Italy) by means of Dendrochronology*	Coğrafya	Makale
Akkemik ve Aras	2005	*Reconstruction (1689–1994 AD) of April-August Precipitation in the Southern Part of Central Turkey*	Orman Mühendisliği	Makale
Karaman	2005	*Safranbolu Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dendrokronolojik Özelliklerin Belirlenmesi*	Mobilya ve Dekorasyon	Bilim Uzmanlığı Tezi
Avcı	2007	*Coğrafyacılar için Dendrokronoloji*	Coğrafya	Kitap
Köse	2007	*Batı Anadolu'da İklim Değişkenliği ve Yıllık Halka Gelişimi*	Orman Mühendisliği	Doktora Tezi
Aral	2009	*Bolu (Yaylacık) Karaçam Ağaç Halkalarının Duraylı İzotop Oranlarının Değişimlerinin İncelenmesi*	Jeoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi

Güner	2010	*Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonları*	Orman Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Kara	2011	*Dendrokronolojik Analizler ile Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkisinin Değerlendirilmesi*	Coğrafya	Yüksek Lisans Tezi
Kozacı	2011	*Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Kesimi Üzerinde Dendrosismolojik Çalışmalar: Üçyüz Yıllık Yüzey Kırığı Geçmişinin Ağaç Halkaları Kullanılarak Belgelenmesi*	Jeoloji Mühendisliği	Bildiri
Köse ve Güner	2012	*The Effect Of Temperature And Precipitation On The İntra-Annual Radial Growth of Fagus orientalis Lipsky in Artvin, Turkey*	Orman Mühendisliği	Makale
Köse ve diğ.	2012	*Anadolu'da Karaçamın (Pinus Nigra Subsp. Pallasiana, Pinaceae) Yıllık Halka Gelişimini Etkileyen İklim Faktörleri*	Orman Mühendisliği	Makale
Pınarcı ve Çetin	2012	*Haç Gediği Heyelanının (Karasisalı-Adana) Ağaç Halkaları Yöntemiyle Analizi*	Jeoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Avcı	2013	*Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji*	Coğrafya	Kitap Bölümü
Henrich ve diğ	2013	*Winter-to-spring temperature dynamics in Turkey derived fromtree rings since AD 1125*	Coğrafya	Makale
Köse ve diğ.	2013	*An İmproved Reconstruction of May-June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions*	Orman Mühendisliği	Makale
Yaman vd.	2013	*Cahnges in Stem Growth Rates and Wood Anatomy of Oriental Beech after a Landslide Event in Hanyeri, Bartın, Turkey*	Orman Mühendisliği	Makale
Sezerer	2013	*İstanbul-Yenikapı'daki Holosen Yaşlı Denizel İstifin Dendrokronoloji Yardımıyla Yaşlandırılması ve Çökelme Ortamı Analizi*	Jeoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Doğan	2014	*Sandıras Dağı'nda (Muğla) fiziki coğrafya ve dendroklimatoloji araştırmaları*	Coğrafya	Doktora Tezi

Durmuş	2016	*Akdağ Heyelanı (Batı Toroslar)'nın Kuzeydoğu Yamacındaki İkincil Heyelanların Dendrojeomorfolojik Açıdan Analizi*	Coğrafya	Yüksek Lisans
Uzun	2016	*Samsun, Kavak'taki Ahşap Camilerin Mimari Özellikleri ve Koruma Sorunları – Dere Camisi Restorasyon Projesi Önerisi*	Mimarlık	Yüksek Lisans Tezi
Köse ve diğ.	2017	*Spring Temperature Variability Over Turkey Since 1800 CE Reconstructed From A Broad Network of Tree-Ring Data*	Orman Mühendisliği	Makale
Doğan	2018	*Çeşitli Müzik Aletlerinin Yapımında Kullanılan Ağaçların Orijinleri ve Kullanım Dönemleri Üzerine Dendrokronolojik Araştırmalar*	Orman Mühendisliği	Yüksek Lisans
İrdem	2019	*Elmacık Dağı ve Yakın Çevresinin Dendroklimatolojik ve Dendrojeomorfolojik Yöntemlerle Analizi*	Coğrafya	Doktora Tezi
Üredi	2019	*Doğal Afet Araştırmalarında Dendrojeomorfolojik Yöntemlerin Kullanımının Değerlendirilmesi*	Coğrafya	Yüksek Lisans Tezi
Genç	2019	*Aşağı Kızılırmak Havzası Akım Verilerinin Dendrohidrolojik Rökonstrüksiyonu*	Orman Mühendisliği	Yüksek Lisans Tezi
Yurtseven	2021	*Yamanlar Dağı'nda (İzmir) Dendrokronolojik Araştırmalar*	Coğrafya	Yüksek Lisans Tezi
Gürçay	2022	*Kürtün ve Gavraz Dereleri Arasındaki Sahada Dendrokronolojik Analizler*	Coğrafya	Yüksek Lisans Tezi
Işık	2022	*Fırtına Deresi (Rize) Havzasında Dendroklimatolojik Araştırmalar*	Coğrafya	Doktora Tezi
Şahan	2022	*Fıre Hıstory And Clımate Change: Black Pıne Forests In Western Anatolıa*	Orman Mühendisliği	Doktora Tezi

Dendrokronoloji Alanında Yazılan Kaynak Kitaplar

Fritts'in (1976), *"Tree Rings and Climate"* adlı eseri dendrokronoloji alanında temel kitaplardan biridir. Bu kitapta dendrokronolojinin temel ilkelerine, uygulama alanlarına ve dendrokronoloji için istatistik yöntemler anlatılmıştır.

Schweingruber (1988) *"Tree-Rings: Basics and Applications of Dendrochronology"* adllı kitabı da söz konusu araştırmalar için başvurulan kitaplardandır. Kitapta dendrokonolojinin tarihinden, yöre kronolojisinden ve yıllık halka analizlerinde uygulanan metotlar açıklanmıştır.

Akkemik (2004) *Dendrokronoloji: İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri ve Uygulama Alanları*" adlı kitap Türkçe olarak yazılmış ilk kapsamlı kitaptır. Bu alanda önemli bir ihtiyacı karşılamaktadır.

Avcı (2007)'nın *"Coğrafyacılar için Dendrokronoloji"* adlı kitabı, Türkiye'de Coğrafya alanında yazılan ilk kitaptır.

Dendroklimatoloji Alanında Yapılan Çalışmalar

Kantay (1986), Belgrad Ormanları'nda Çoruh meşesi üzerine yaptığı çalışmada; orta derecedeki kuraklıklardan çok fazla etkilenmediğini (0,14), mayıs ayı yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerine pozitif etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Akkemik (1997), karaçam ve Toros göknarı üzerinde yapmış olduğu çalışmada; karaçamların Nisan-Eylül dönemi yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif etkisi olduğunu, sıcaklıkların ise negatif etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Toros göknarının yıllık halka gelişimi ile sıcaklık ve yağış arasındaki ilişkinin karaçama benzer olduğunu ifade etmiştir.

Akkemik (2000), Antalya yakınlarında yapmış olduğu çalışmada sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerinde ocak ve şubat aylarında negatif, yağışın bahar ve yaz aylarında pozitif etkisinin olduğunu ortaya koymuştur.

Hughes ve diğ. (2001), 11 tane farklı ağaç türü kullanarak Ege havzasında yapmış oldukları *Aegean Tree-Ring Signature Years Explained* adlı çalışmada; 1882, 1886, 1887, 1890, 1928 ve 1935 yıllarında yağışın fazla olduğu yıllarda yıllık

halkaların dar, 1881, 1930 ve 1936 yıllarında yağışın az olduğu yıllarda geniş halkaların olduğu ortaya konulmuştur.

Erkan ve diğ. (2004), sedir, karaçam, ardıç ve kızılçam üzerinde çalışma yapmış, kurak ve nemli dönemleri ortaya koymuştur. Mayıs-haziran yağışları için 1476-1479 yılları arası kurak, yine mayıs-haziran yağışları için 1532-1535 dönemlerini kurak dönemler olduğunu ortaya koymuşlardır.

Akkemik ve Aras (2005), çalışmasında Toros dağlarında karaçam üzerinde yapmış oldukları çalışmada; ekstrem kurak yıllar 1693, 1725, 1819, 1868, 1878, 1887 ve 1893, ekstrem yağışlı yıllar da 1692, 1709, 1717, 1755, 1788, 1897, 1919 ve 1930 olduğu ortaya konulmuştur.

Köse (2007), çalışmasında sıcaklık yıllık halka ilişkileri için anlamlı ilişkiler bulamamıştır.

Güner (2010), çalışmasında oluşturduğu yörelerde sıcaklık yıllık halka ilişkilerine bakıldığında çoğu yöre için anlamsız ilişkiler öne çıkmaktadır. Yağış ile yıllık halka arasındaki ilişkiler anlamlıdır.

Kara (2011), çalışmasında iki kronoloji oluşturmuştur. Kronolojinin birinde yıllık halka sıcaklık ve yağış arasında anlamlı ilişkiler tespit edilemezken, bir diğer kronolojide mart ayında yıllık halka ile sıcaklık arasında ve mayıs ayında yıllık halka ile yağış arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Köse ve Güner (2012), çalışmalarında sıcaklıkların yıllık halka gelişimini artırdığını, yağışın ise yıllık halka gelişimini haziran ayında pozitif yönde etkilediği ortaya koyulmuştur.

Köse ve diğ. (2012), çalışmalarında tüm kronolojilerde düşük yağışın yıllık halka genişliğini etkilediği ortaya koyulmuştur.

Henrich ve diğ. (2013), boylu ardıç üzerinde yapmış oldukları çalışmada; 1125-1510 arasında ortalamanın üzerinde sıcaklıklar, 1700'lü yıllarda ortalamanın altında sıcaklıklar tespit emişlerdir. 20. yüzyılda sadece 1980'lerden sonra sıcaklıklarda bir artış olduğunu ortaya koymuşlardır.

Köse ve diğ. (2013), çalışmalarında 41 kurak 48 nemli yıl belirlemişlerdir. Çok kurak yıllar 1725, 1814, 1851, 1887, 1916, ve 1923; çok nemli yılar ise 1736, 1780, 1788, 1803 ve 1892 yılları olduğu analiz edilmiştir.

Doğan (2014), çalışmasında oluşturduğu dört yörede, sıcaklık yıllık halka genişliği ilişkilerine bakıldığında önceki yılın kasım-aralık ayları ile halka oluşum yılının şubat, mart ve nisan aylarında pozitif ilişki; yağış yıllık halka ilişkilerine baktığımızda ise mayıs-haziran aylarında pozitif ilişki söz konusudur.

Köse ve diğ. (2017), çalışmalarında elde ettikleri sonuçlara göre 1800–1929 dönemi için 23 soğuk dönem (1813, 1818, 1821, 1824, 1837, 1848, 1854, 1858, 1860, 1869, 1877–1878, 1880–1881, 1883, 1897–1898, 1905–1907, 1911–1912, 1923) ve 13 sıcak dönem (1801–1802, 1807, 1845, 1853, 1866, 1872–1873, 1879, 1885, 1890, 1901, 1926) belirlenmiştir.

İrdem (2019), çalışmasında mayıs yağışlarının ve nisan sıcaklıklarının tüm yörelerde yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilediği öne çıkmaktadır. Ayrıca Bolu, Düzce ve Sakarya istasyonlarının işaret testi sonuçları uygun olan aylar için sıcaklık ve yağış rekonstrüksiyonu yapmıştır.

Işık (2022), yapmış olduğu araştırmada, ocak-nisan ortalama sıcaklıkları ile ağaç halkası gelişimi ve mayıs ayı yağışları ile ağaç halkası gelişimi arasında pozitif ilişki, nisan ayı toplam yağışları ile ağaç halkası gelişimi arasında ise negatif ilişki olduğunu ortaya koymuştur.

Şahan (2022), çalışmasında bölgesel yangın kronolojilerinin iklim ve yangın yılları arasındaki ilişki, Kütahya ve Bolu'daki büyük yangınların kurak yıllarla, Isparta'daki büyük yangınların ise iki yıl önceki yağışlı koşullarla ise ilişkili olduğunu ortaya koymuştur.

1. ÇALIŞMA SAHASININ DOĞAL ORTAM ÖZELLİKLERİ

1.1. Çalışma Alanının İklim Özellikleri

Karçal Dağları'nın iklimine dair bilgi verildiği bu bölümde sıcaklık, nem, rüzgâr, yağış gibi verilerin analizi, grafikler ve tablolar Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan (Tablo 4) bültenlerden yararlanılarak yapılmıştır.

Tablo 4: Çalışma sahasında yer alan ve iklim verilerinin analizinde kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait veriler.

İstasyon Adı	Rakım(m)	Veri Periyodu
Artvin, Merkez	613	1949-2022
Ardanuç	577	1966-2022
Beşağıl Köyü	695	2018-2022
Borçka, Merkez	190	2015-2022
Mersivan Kayak Merkezi	1646	2021-2022
Şavşat Çukur Yaylası	2257	2016-2022
Şavşat, Yavuzköy	1760	2021-2022
Yusufeli	601	1968-2022

1.1.1. İklimi Etkileyen Faktörler

Çalışma sahasının iklimi üzerinde etkili olan faktörler incelenirken iki başlık altında incelenmiştir. Bunlar; Türkiye ile çalışma sahasında da etkili olan planeter faktörler ile çalışma sahasının coğrafi konumu dolayısıyla etkilendiği coğrafi faktörlerdir.

1.1.1.1. Planeter Faktörler

> Türkiye'yi etkileyen hava tipleri ve bunun mevsimlere göre değişmesi, basınç koşullarına bağlı olarak hâkim rüzgâr yönleri, siklonik ve antisiklonik koşullar atmosferin üst seviyelerindeki Rossby dalgaları Kuzey Atlantik ve Arktik osilasyonlar, Türkiye'nin iklim koşullarında önemli rol oynamaktadır. (Atalay, 2013, s.406)

> Sibirya üzerinden gelen cP hava kütlesi karasal karakterli soğuk ve kurudur. Kış aylarında sis ve ayaza neden olur, bazen Karadeniz'i geçerken nem kazanarak orografik yağışlar yapabilir. Atlas Okyanusundan gelen mP hava kütlesi ise Avrupa ülkeleri ve Balkanları geçerek Ülkemizi etkiler. Yerde belirgin olmayan A.B. Sistemleri ile gelmedikleri için kararsızlık yağışları yapar. Yağış olarak Karadeniz sahilinde yağmur iç kesimlerde kar bırakabilir(Url 2).

1.1.1.2.Coğrafi Faktörler

Karçal Dağları'nın ikliminin belirlenmesinde doğu-batı ve kuzey-güney doğrultudaki değişen yükselti ve denizel etkilerin önemi büyüktür. Çoruh Vadisi'nin aşağı kısımlarında her mevsim yağışlı, yazlar sıcak, kışları çok soğuk olmayan iklim tipi görülür. Kışların ılık geçmesinde denizel etkilerin olduğu gibi Kafkas Dağlarının sahaya kalkan görevi görmesi de etkili olmuştur.

Çalışma alanı oldukça eğimli ve yükseltisi 3000 metrenin üzerine çıkan dağlık bir kütle olup en yüksek yeri 3431 m olan Karçal Tepe'dir (Harita 10). Yükselti basamaklarının sahada farklı dağılışı yağış ve sıcaklık koşullarını etkilemektedir. Bu konuyu bir örnekle açıklamak gerekirse; sahanın en yüksek yeri olan Karçal Tepe ve civarında yıllık ortalama sıcaklıklar 1-5 ºC arasında değişirken, daha alçak kesimlerde yıllık ortalama sıcaklıklar 12 ºC'nin üstüne çıkmaktadır (Harita 5). Ocak ayı ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde yükseltinin fazla olduğu çalışma sahasının kuzeydoğusunda sıcaklık değerleri mevsimin de etkisiyle -4 ile -6 ºC arasında değişmektedir (Harita 3). Temmuz ayı ortalama sıcaklıklarında ise çalışma sahasının kuzeydoğusunda en düşük sıcaklık değerleri 13 ile 15 ºC arasındadır (Harita 4).

1.1.2. İklim Elemanları

1.1.2.1.Sıcaklık

Artvin'de 12,4 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında 2,7 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 21,2 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 18,5 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 1). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 17,4 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 26,4 ºC'ye kadar çıkmaktadır (Tablo 6, Grafik 1). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 8,5 ºC olup, ocak ayında bu değerler -0,1'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 1).

Ardanuç'ta 13,9 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında 2,4 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 25,3 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 22,9 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 2). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise

21ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 32,7 ºC'ye kadar çıkmaktadır (Tablo 6, Grafik 2). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 8,6 ºC olup, ocak ayında bu değerler -1,3 ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 2).

Beşağıl Köyü'nde 12,7 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında 4,1 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 21,1 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 17,0 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 3). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 17,8 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 17,8 ºC'ye kadar çıkmaktadır. (Tablo 6, Grafik 3). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 9 ºC olup, şubat ayında bu değerler 1,4 ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 3).

Borçka'da 14,0 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında 4,7 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 23,7 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 19,0 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 4). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 20 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 29,2 ºC 'ye kadar çıkmaktadır (Tablo 6, Grafik 4). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 9,6 ºC olup, ocak ayında bu değerler 0,9 ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 4).

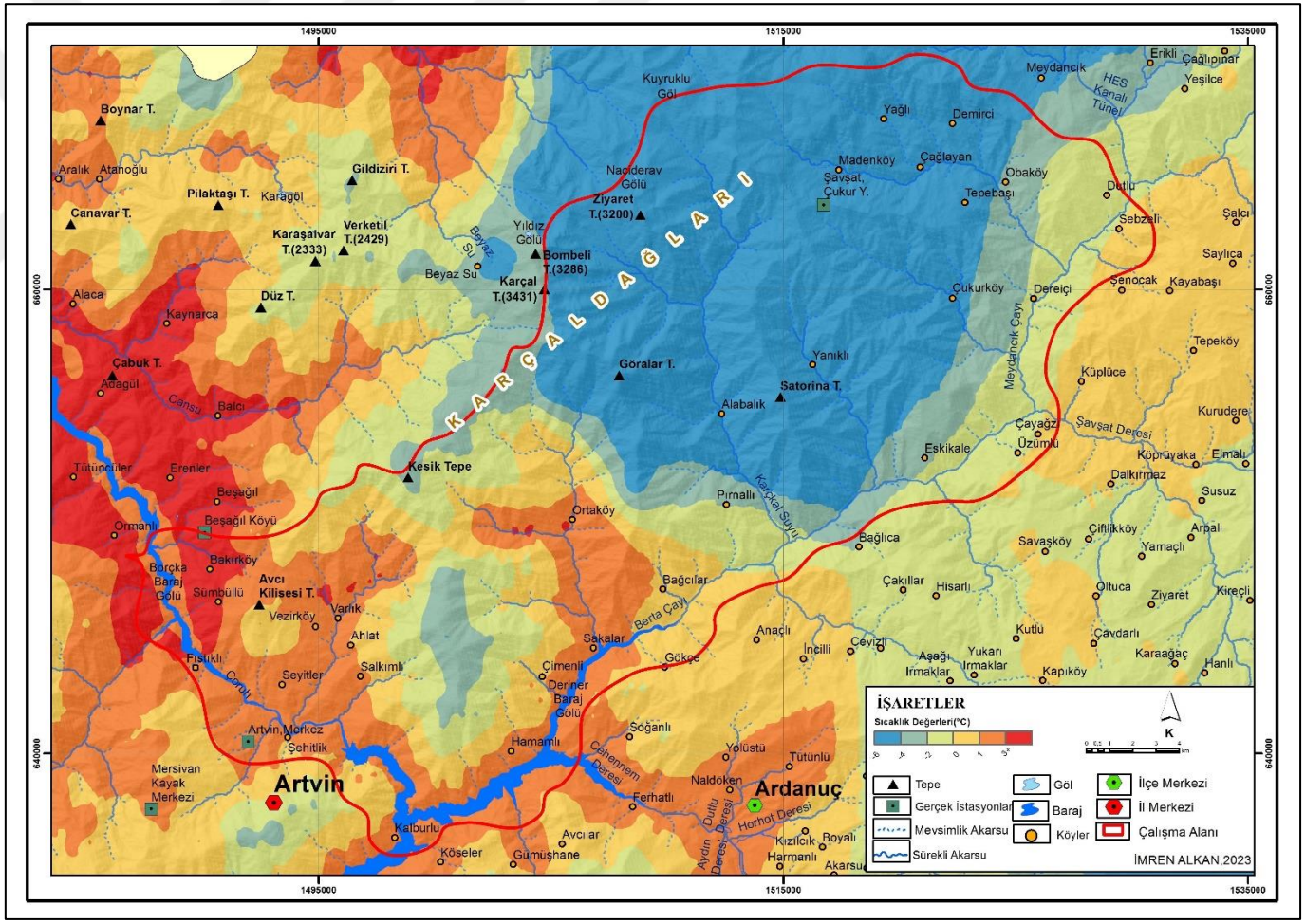
Mersivan Kayak Merkezi'nde 7,7 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında -1.1 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 18,1 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 17,0 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 5). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 12,1 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 23,5 ºC'ye kadar çıkmaktadır (Tablo 6, Grafik 5). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması -4,6 ºC olup, mart ayında bu değerler -4,9ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 5).

Şavşat Çukur Yaylası'nda 4,8 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında -6,1 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 15,8 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 9,7 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 6). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 8,7 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 21,4 ºC'ye kadar çıkmaktadır. (Tablo 6, Grafik 6). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık

ortalaması 2 ºC olup, ocak ayında bu değerler -8 ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 6).

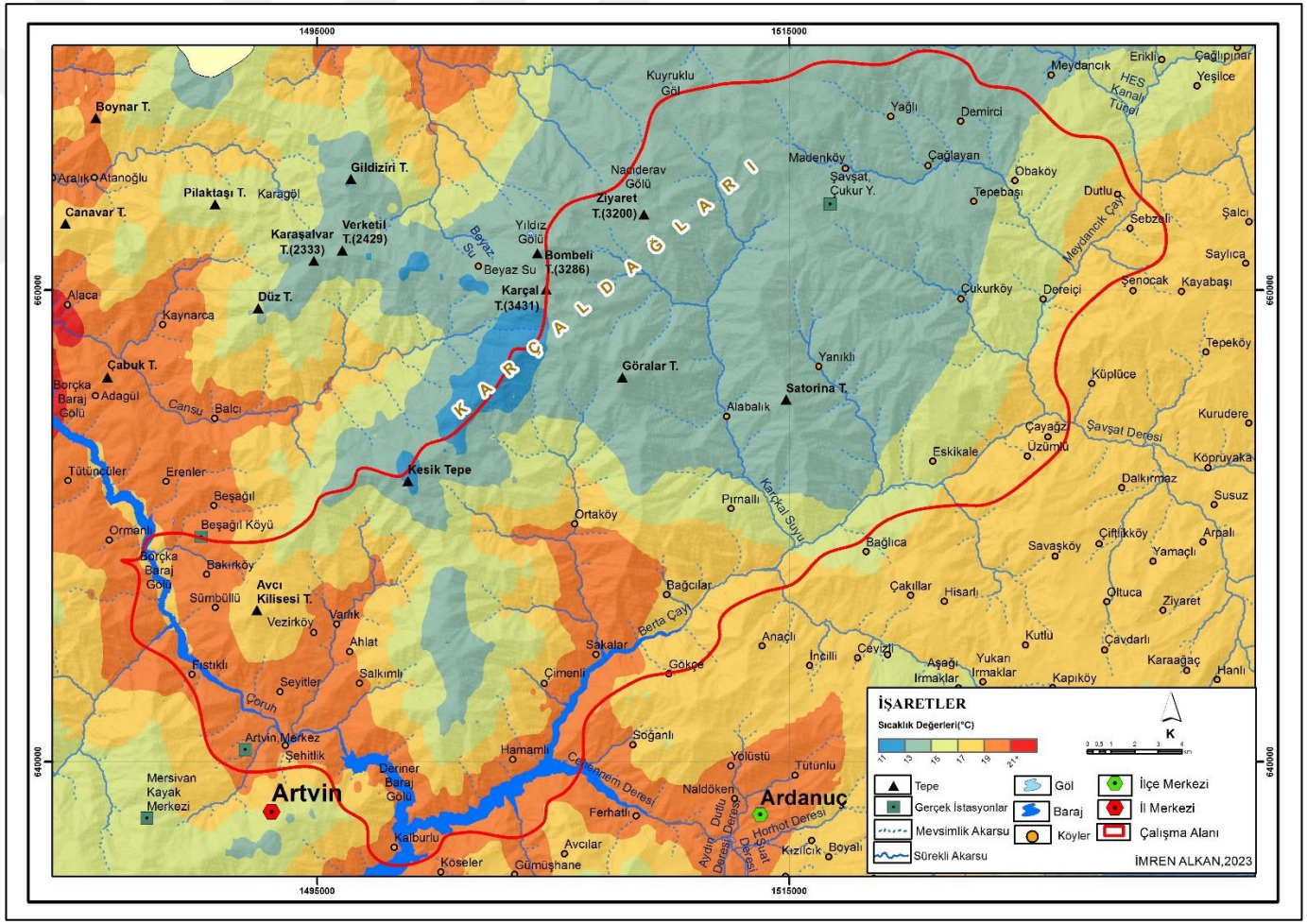
Şavşat Yavuzköy'de 7,5 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında -2.6 ºC'ye düşerken, ağustos ayında bu değerler 19,1 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 16,5 ºC'dir (Tablo 5, Grafik 7). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 12,6 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 26,1 ºC'ye kadar çıkmaktadır (Tablo 6, Grafik 7). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 3,8 ºC olup, ocak ayında bu değerler -5,5 ºC'ye düşmektedir (Tablo 7, Grafik 7).

Yusufeli'nde 15,1 ºC olan ortalama yıllık sıcaklıklar ocak ayında 1,9 ºC düşerken, ağustos ayında bu değerler 27,5 ºC'ye kadar yükselmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu ay ile düşük olduğu ay arasındaki fark ise 25,6 ºC'dir (*Tablo 5, Grafik 8*). Sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu maksimum değerlerin yıllık ortalaması ise 21,8 ºC'dir. Bu değerler ağustos ayında 35,4 ºC'ye kadar çıkmaktadır (*Tablo6, Grafik 8*). Sıcaklıkların en düşük olduğu minimum değerlerin yıllık ortalaması 9,9 ºC olup, ocak ayında bu değerler -1,2 ºC'ye düşmektedir (*Tablo 7, Grafik 8*)

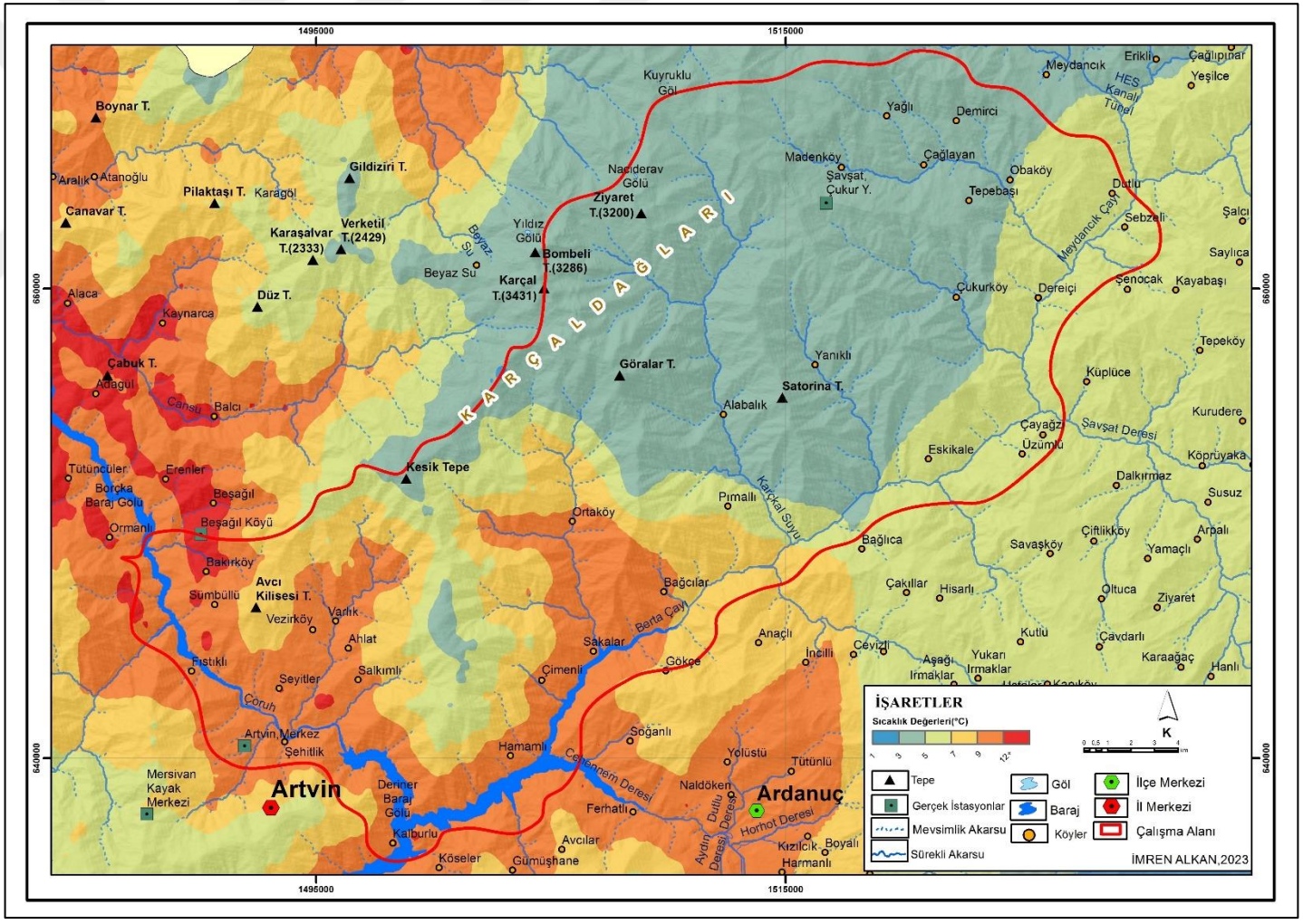


Harita 3: Karçal Dağları ve yakın çevresinin ocak ayı ortalama sıcaklık haritası

.



Harita 4: Karçal Dağları ve yakın çevresini temmuz ayı ortalama sıcaklık haritası.



Harita 5: Karçal Dağları ve yakın çevresinin yıllık ortalama sıcaklık haritası.

Tablo 5: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamaları.

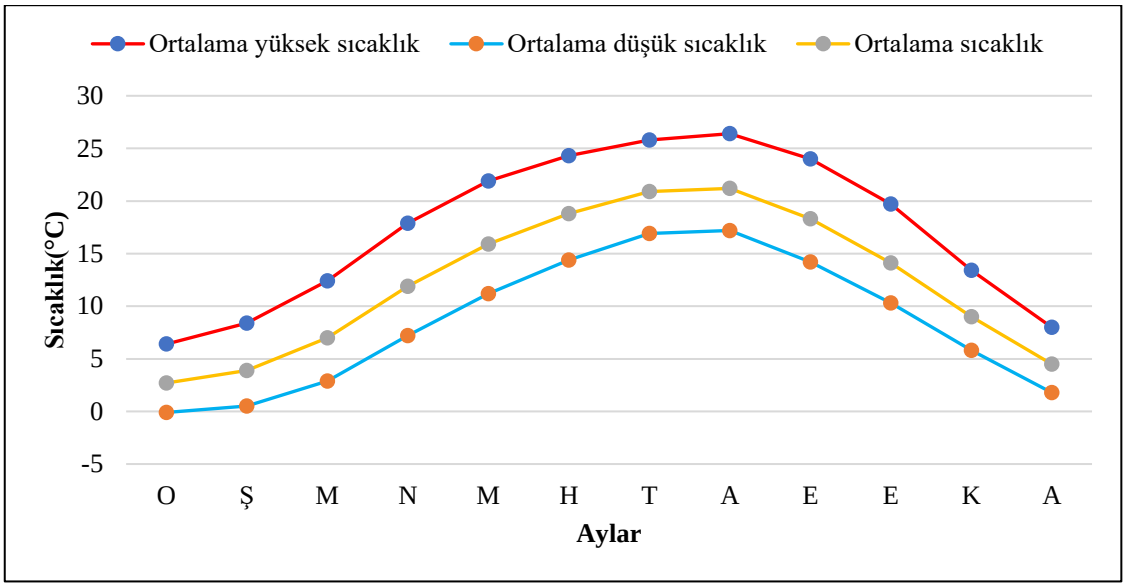
İstasyon Adı	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Artvin	2,7	3,9	7	11,9	15,9	18,8	20,9	21,2	18,3	14	9	4,5	12,4
Ardanuç	2,4	5,3	8,5	13,2	17,8	22,1	24,4	25,3	21,1	15	8,4	3,4	13,9
Beşağıl Köyü	4,1	5,1	6,6	11,2	15,5	19,3	20,5	21,1	18,2	15	9,7	6,7	12,7
Borçka	4,7	6,3	9,1	12,7	17,1	21,3	22,6	23,7	20	15	9,5	5,9	14
Mersivan Kayak Merkezi	-1,1	0,2	-2	8,1	10,3	13,8	15,5	18,1	13,1	8,7	5,7	1,9	7,7
Şavşat Çukur Yaylası	-6,1	-4,1	-2,5	3,1	7,4	12,3	14,4	15,8	11,5	7,1	1,1	-2,9	4,8
Şavşat Yavuzköy	-2,6	-1	-2,2	7,9	10,4	15,5	17	19,1	13,4	8,1	4,4	-0,2	7,5
Yusufeli	1,9	5,7	10,3	14,4	19,2	24,1	26,9	27,5	23,2	16	8,4	3	15,1

Tablo 6: Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklıklar.

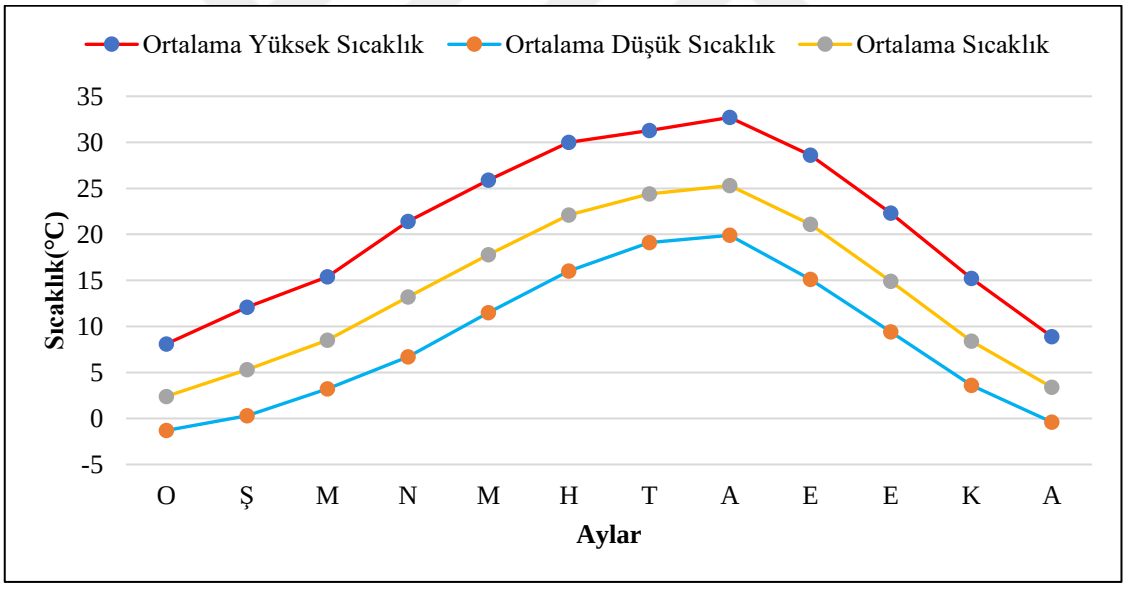
İstasyon Adı	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Artvin	6,4	8,4	12,4	17,9	21,9	24,3	25,8	26,4	24	19,7	13,4	8	17,4
Ardanuç	8,1	12,1	15,4	21,4	25,9	30	31,3	32,7	28,6	22,3	15,2	8,9	21
Beşağıl Köyü	7,4	9,3	11,9	17,5	21,6	24,7	25,1	26,2	23,8	20,2	14,6	10,7	17,8
Borçka	9,8	12,6	15,2	20,4	24	27,1	27,9	29,2	26,4	21,2	15,6	10,9	20
Mersivan Kayak Merkezi	2,2	4,3	2,4	13,6	15,8	18,7	20	23,5	17,8	12,9	8,9	5,1	12,1
Şavşat Çukur Yaylası	-3,5	-1	0,9	7,2	11,9	17,1	19,7	21,4	16,5	11	4,1	-0,5	8,7
Şavşat Yavuzköy	0,7	3,8	2,6	13,9	16,7	21,9	23	26,1	19,2	13	7,8	2,3	12,6
Yusufeli	6,7	11,6	16,6	21,7	26,6	32,1	34,4	35,4	30,9	23,3	14,4	7,4	21,8

Tablo 7: Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama minimum sıcaklıklar**.**

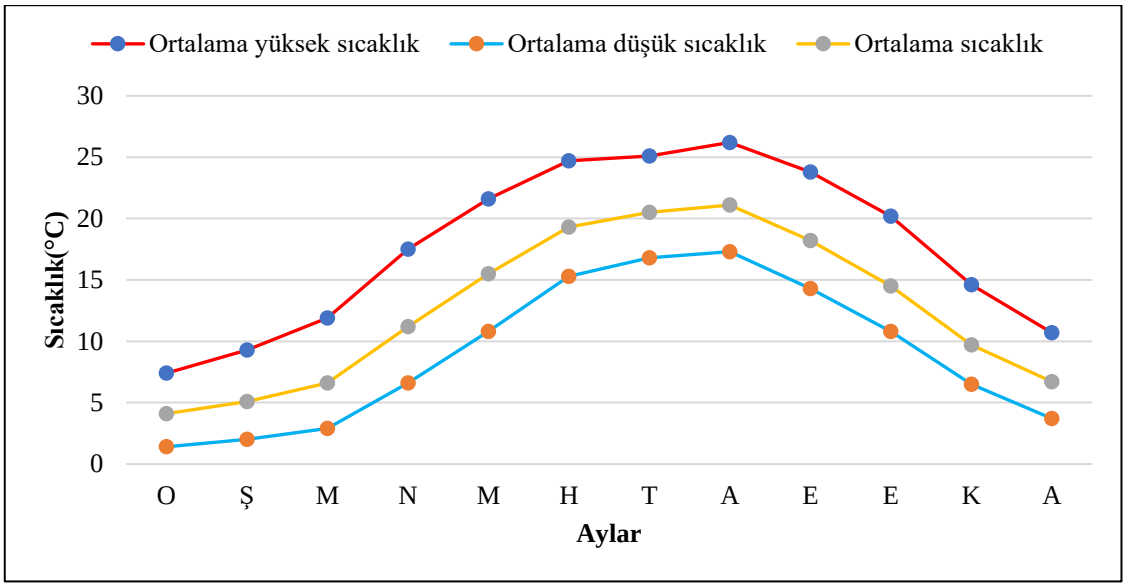
İstasyon Adı	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Artvin	-0,1	0,5	2,9	7,2	11,2	14,4	16,9	17,2	14,2	10,3	5,8	1,8	8,5
Ardanuç	-1,3	0,3	3,2	6,7	11,5	16	19,1	19,9	15,1	9,4	3,6	-0,4	8,6
Beşağıl Köyü	1,4	2	2,9	6,6	10,8	15,3	16,8	17,3	14,3	10,8	6,5	3,7	9
Borçka	0,9	2,1	4,1	6,4	11,3	16,7	18,4	19,6	15,6	11,2	5,8	2,6	9,6
Mersivan Kayak Merkezi	-3,4	-2,7	-4,9	3,8	5,4	10,7	12,5	14,9	10	5,9	3,3	-0,5	4,6
Şavşat Çukur Yaylası	-8	-6,5	-5	0	4,2	8,8	10,8	12,1	8,3	4,5	-0,8	-4,7	2
Şavşat Yavuzköy	-4,9	-4	-5,5	3,2	5,4	10,1	12,7	14,5	9,5	4,9	2,1	-2,1	3,8
Yusufeli	-1,2	1,2	5,2	8,4	13,4	17,5	20,7	21,2	17	10,9	4,4	0,1	9,9



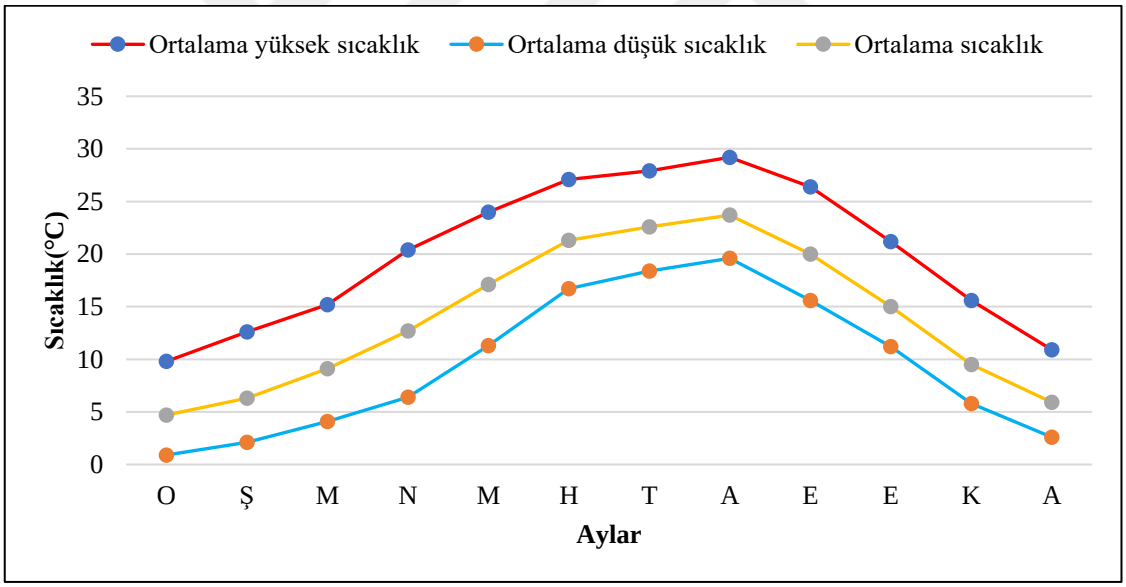
Grafik 1: Artvin'de ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



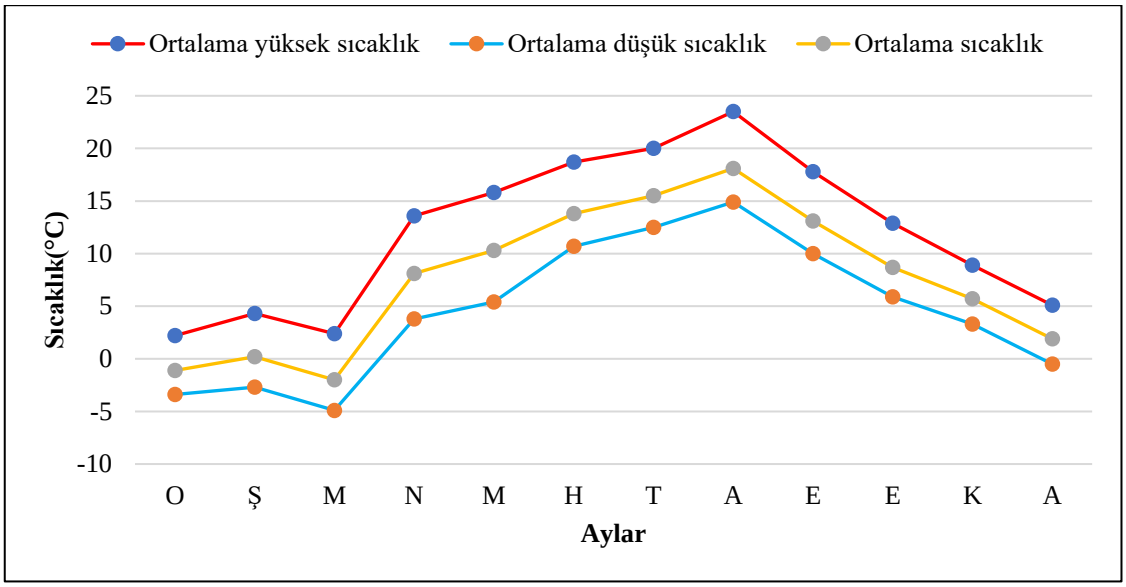
Grafik 2: Ardanuç'ta ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



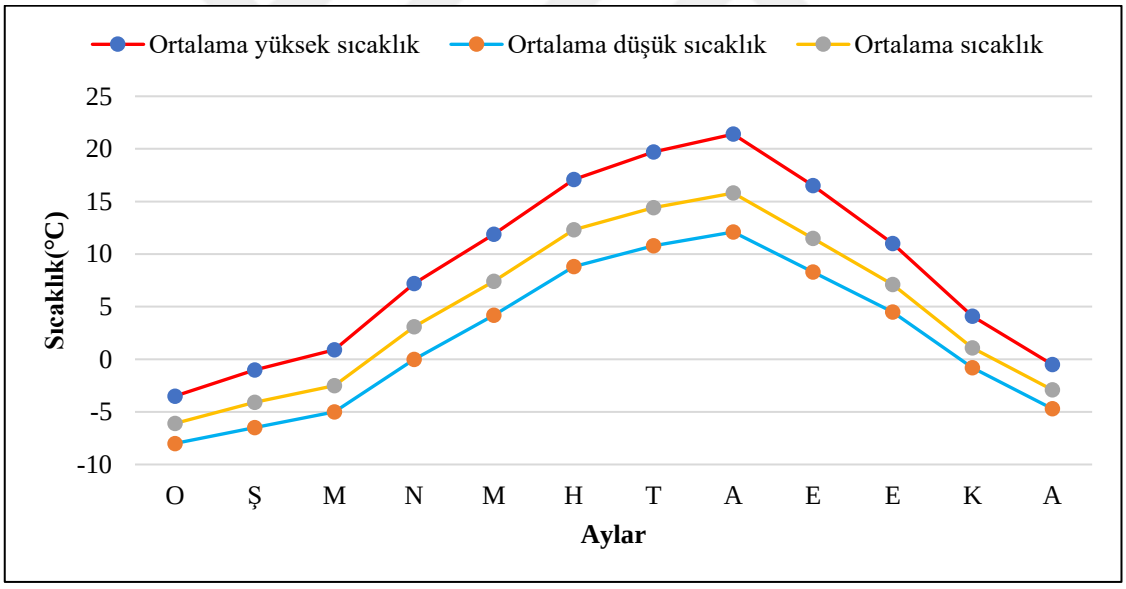
Grafik 3: Beşağıl Köyü istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



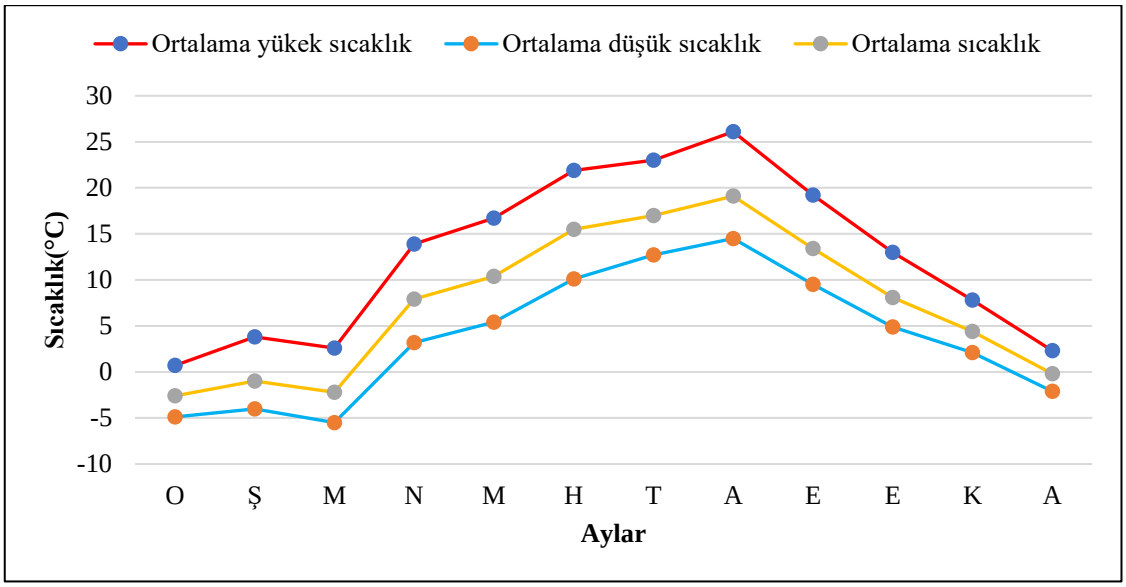
Grafik 4: Borçka istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



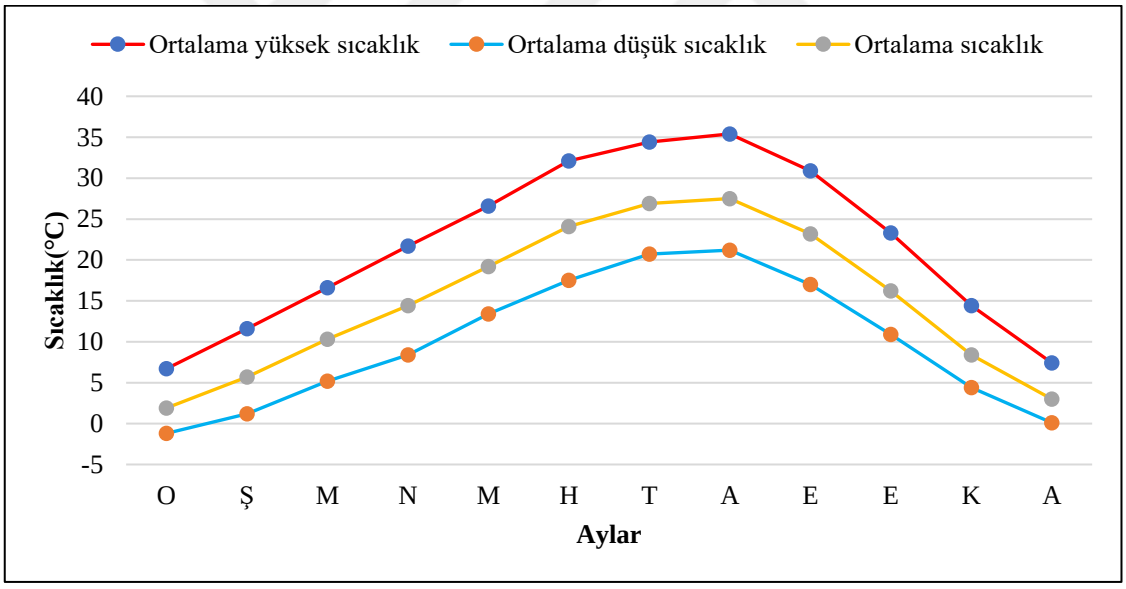
Grafik 5: Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Grafik 6: Şavşat Çukur Yaylası istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Grafik 7: Şavşat Yavuzköy istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Grafik 8: Yusufeli istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.

> Ülkemizde sıcaklığın bitkiler üzerindeki etkisini, belli sıcaklık derecesine göre değerlendirilen vejetasyon süresinin uzunluğu da tayin eder. Bu devreyi genel olarak belirlemek için, özellikle ağaçların tomurcuklarını patlatmaya başladıkları eşik sıcaklık değeri olarak 8 C° esas alınmıştır; bu ve bunun üstündeki sıcaklıkların kesintisiz olarak devam ettiği devre vejetasyon devresi olarak kabul edilmiştir(Atalay ve Efe, 2015, s. 20).

Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların vejetasyon dönemleri hesaplanırken vejetasyon süresinin başlangıcı 8 C° baz alınarak hesaplanmıştır. Vejetasyon süresinin bitişi ise 8C° den düşük olmaya başladığı günler baz alınmıştır. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlar incelendiğinde en kısa vejetasyon dönemi uzunluğu 150 gün ile en yüksek rakıma (2257 m) sahip olan Şavşat Çukur Yaylası'nda görülmektedir. En uzun vejetasyon dönemi ise 267 gün ile rakımın en düşük (190 m) olduğu Borçka istasyonunda görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 8: Çalışma sahası ve yakın çevresinde yer alan istasyonların vejetasyon süreleri (vejetasyon dönemleri hesaplanırken 8 C° ve üstü değerlerin başladığı ve bittiği günler baz alınarak hesaplanmıştır).

İstasyon Adı	Vejetasyon Dönemi Başlangıcı	Vejetasyon Dönemi Bitişi	Vejetasyon Dönemi Uzunluğu(Gün)
Artvin,Merkez	23 Mart	22 Kasım	245
Ardanuç	7 Mart	18 Kasım	257
Beşağıl Köyü	31 Mart	2 Aralık	247
Borçka,Merkez	25 Şubat	18 Kasım	267
Şavşat Çukur Yaylası	14 Mayıs	10 Ekim	150

1.1.2.2.Don olayı

Karçal Dağları ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarında sıcaklığın -0,1 ve daha düşük olduğu gün sayısı 22,20 gün (Beşağıl Köyü) ile 155,81 gün (Şavşat Çukur Yaylası) arasında değişmektedir. Donlu gün sayısının en çok görüldüğü istasyon Şavşat Çukur Yaylası'dır (Tablo 9).

Tablo 9: Araştırma alanı ve yakın çevresinde sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayıları**.**

İstasyon Adı	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Artvin	15,47	12,32	6,44	0,56	0,01					0,12	1,90	9,37	46,19
Ardanuç	18,20	12,10	6,10	0,60							4,60	16,30	57,90
Beşağıl Köyü	6,40	5,00	7,60	0,40								2,80	22,20
Borçka	10,75	6,00	2,75	0,50							1,62	6,50	28,12
Mersivan Kayak Merkezi	23,00	21,00	28,50	7,00	2,00					1,50	4,50	15,50	103,00
Şavşat Çukur Yaylası	30,71	27,28	26,85	15,00	4,57				1,42	5,71	17,42	26,85	155,81
Şavşat Yavuzköy	27,00	24,50	28,00	5,50	2,00					3,50	5,00	19,50	115,00
Yusufeli	16,62	9,37	1,37	0,12							2,75	15,50	45,73

1.1.2.3.Toprak Sıcaklığı

Çalışma sahası ve yakın çevresinde toprak sıcaklığına ait verisi olan istasyon Artvin istasyonudur. İki istasyon için 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinlikler için toprak sıcaklığını karşılaştırmak adına yeterli veri olmadığı görülmektedir. Artvin istasyonunu değerlendirildiğinde; en düşük toprak sıcaklığı 5, 10, 20, 50 cm toprak derinlikleri için ocak, 100 cm toprak derinliği için ise şubattır. En yüksek toprak sıcaklıkları ise tüm derinliklerde temmuz-ağustos aylarındadır (Tablo 10).

Tablo 10: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarda toprak sıcaklıkları.

İstasyon	Toprak Sıcaklıkları	AYLAR												
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort,
Artvin	Ort, Sıcaklık	2,7	3,9	7	12	16	19	21	21,2	18,3	14,1	9	4,5	12,4
	Ort, 5 cm Toprak Sıc,	1,5	2,7	6,7	12,6	18,2	22,3	24,8	24,5	19,9	13,6	7,5	3,0	13,1
	Ort, 10 cm Toprak Sıc,	2,4	3,4	7,0	12,5	17,9	21,9	24,5	24,5	20,4	14,3	8,4	4,0	13,4
	Ort, 20 cm Toprak Sıc,	2,6	3,3	6,6	11,9	17,1	21,1	23,6	23,9	20,2	14,5	8,8	4,3	13,2
	Ort, 50 cm Toprak Sıc,	4,1	4,1	6,5	11,0	15,4	19,3	21,9	22,7	20,2	15,4	10,4	6,1	13,1
	Ort, 100 cm Toprak Sıc,	6,4	5,6	6,7	9,8	13,2	16,5	19,1	20,5	19,5	16,5	12,6	8,8	12,9

1.1.2.4.Basınç ve Rüzgarlar

1.1.2.4.a. Basınç

Çalışma alanı ve yakın çevresinde hava basıncı ölçümü yapan meteoroloji istasyonları Artvin, Ardanuç ve Yusufeli istasyonlarıdır. Birbirine yakın yükseltilerde bulunan istasyonların basınçlarının da birbirine yakın olduğu görülmektedir (Artvin: 613 m, Ardanuç: 577 m Yusufeli: 601 m). Basıncın, sıcaklık değişimine bağlı olarak yaz aylarında düşerken kış aylarında da arttığı görülmektedir. Artvin istasyonunda 948,4 hPa ile kasım ayında en yüksek seviyeyi, 941,3 hPa ile temmuz ayında en düşük seviyeyi göstermektedir. Ardanuç istasyonunda ise 956,8 hPa ile en yüksek seviyeye çıkarken, 945,9 hPa ile en düşük seviyeye inmektedir. Son olarak Yusufeli istasyonunda basınç değerleri aralık ayında 946,9 ile en yüksek seviyeye, 934,4 hPa ile temmuz ayında en düşük değerleri göstermektedir (Tablo 11).

Tablo 11: Çalışma alanı ve yakın çevresindeki istasyonların ortalama basınç değerleri (hPa).

İstasyon Adı	AYLAR												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Artvin	947,7	946,2	945,4	943,5	943,7	942,4	941,3	942,3	945,1	947,8	948,4	948,2	945,2
Ardanuç	954,2	954,1	950,7	950,2	948,8	946,7	945,9	946,3	949,5	953,9	955,8	956,8	951,1
Yusufeli	944,2	943,5	939,7	939,2	937,8	935,9	934,4	935,3	938,5	942,8	945,5	946,9	940,3

1.1.2.4.b. Rüzgarlar

Karçal Dağları ve yakın çevresinde basınç ölçümü yapan meteoroloji istasyonları Artvin, Ardanuç, Borçka, Mersivan Kayak Merkezi ve Yusufeli'dir. Rüzgar analizleri için bu istasyonlara ait veriler ayrı ayrı olarak analiz edilmiştir.

Artvin istasyonunda kış mevsiminde KB (%30,4) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. D (%4,4) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 66,3 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 1).

Ardanuç istasyonunda kış mevsiminde D (%22,6) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%4,2) yönünden esen rüzgarlar ise minimum

seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 78,8 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 2).

Borçka istasyonunda kış mevsiminde GB (%34,2) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. KB (%4,6) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 61 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 3).

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda kış mevsiminde D (%34,1) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%3,9) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 75,8 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 4).

Yusufeli istasyonunda kış mevsiminde GD (%42,7) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. KD (%3,3) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 76,7 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 5).

Artvin istasyonunda ilkbahar mevsiminde KB (%25,3) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. D (%6,2) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 62,5 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 1).

Ardanuç istasyonunda ilkbahar mevsiminde KB (%33,2) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%3,6) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 47 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 2).

Borçka istasyonunda ilkbahar mevsiminde GB (%31,0) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GD (%6,3) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 62 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 3).

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda ilkbahar mevsiminde D (%37,4) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%2,1) yönünden esen rüzgarlar ise

minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 77,1 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 4).

Yusufeli istasyonunda ilkbahar mevsiminde GD (%24,9) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. G (%4,5) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 64,1 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 5).

Artvin istasyonunda yaz mevsiminde KB (%28,5) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GD (%3,7) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 60,6 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 1).

Ardanuç istasyonunda yaz mevsiminde KB (%48,3 yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%1,7) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 62,3 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 2).

Borçka istasyonunda yaz mevsiminde GB (%27,7) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GD (%4,4) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 68,2 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 3).

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda yaz mevsiminde D (%27,1) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%1,4) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 77 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 4).

Yusufeli istasyonunda yaz mevsiminde B (%29,8) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. N (%3,1) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 73,5 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 5).

Artvin istasyonunda sonbahar mevsiminde KB (%28,7) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. D (%3,3) yönünden esen rüzgarlar ise

minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 64,5 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 1).

Ardanuç istasyonunda sonbahar mevsiminde KB (%24,4) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%3,4) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 83,6 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 2).

Borçka istasyonunda sonbahar mevsiminde GB (%33,0) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GD (%6,5) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 58,2 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 3).

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda sonbahar mevsiminde D (%30,4) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%2,2) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 77,5 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 4).

Yusufeli istasyonunda sonbahar mevsiminde GD (%33,9) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%4,8) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 53,8 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 5).

Artvin istasyonunda yıllık oranlara baktığımızda KB (%28,3) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. D (%4,5) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 63,6 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 1).

Ardanuç istasyonunda yıllık oranlara baktığımızda KB (%30,4) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%3,2) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre K 85,7 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 2).

Borçka istasyonunda yıllık oranlara baktığımızda GB (%31,5) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GD (%6,2) yönünden esen rüzgarlar ise

minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 62 B yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 3).

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda yıllık oranlara baktığımızda D (%32,2) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. K (%2,4) yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 76,7 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 4).

Yusufeli Kayak Merkezi istasyonunda yıllık oranlara baktığımızda GD (%29,5) yönlü rüzgarlar maksimum frekans oranına sahiplerdir. GB (%5,1 yönünden esen rüzgarlar ise minimum seviyelerde esen rüzgarlardır (Tablo 12). Rubinstein formülüne göre G 58,9 D yönlü rüzgarlar hakim rüzgar yönünü göstermektedir (Şekil 5).

Artvin istasyonunda yıllık ortalama 2,9 m/s olan rüzgar hızlarının, yıl içinde genel olarak minimum hızlarına K, KD ve D yönlerinden eylül ve ekim aylarında rastlanmaktadır. Maksimum rüzgar hızlarına ise mart, nisan, mayıs, temmuz ve ağustos aylarında GD, G, GB, B KB yönlerinde görülmektedir (Tablo 13).

Ardanuç'ta yıllık ortalama 3,09 m/s olan rüzgar hızının, yıl içinde minimum rüzgar hızlarına ekim, kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında rastlanmaktadır (1,2 m/s). Maksimum rüzgar hızları ise nisan ayındadır (1,7 m/s) (Tablo 13).

Borçka'da yıllık ortalama 2,4 m/s olan rüzgar hızının, yıl içinde minimum rüzgar hızlarına haziran, temmuz, ağustos, eylül, ekim ve kasım aylarında rastlanmaktadır. Maksimum rüzgar hızlarına ise GB yönünden mayıs-eylül arası rastlanılmaktadır (Tablo 13).

Mersivan Kayak Merkezi'nde yıllık ortalama 2,4 m/s olan rüzgar hızlarının yıl içinde minimum rüzgar hızlarına GB yönünden ocak, şubat aylarında, KB yönünden haziran, temmuz, NE yönünden ise ağustos, eylül ve ekim aylarında rastlanmaktadır. Maksimum rüzgar hızları ise D yönünden ocak, şubat, mart ve nisan aylarında görülmektedir (Tablo 13).

Yusufeli'de yıllık ortalama 2,3 m/s olan rüzgar hızlarına yıl içinde minimum rüzgar hızlarına K, KD, D, GD, G, GB yönlerinde ocak ve şubat aylarında, GD, G yönlerinde eylül, ekim, kasım ve aralık aylarında rastlanmaktadır. Maksimum rüzgar

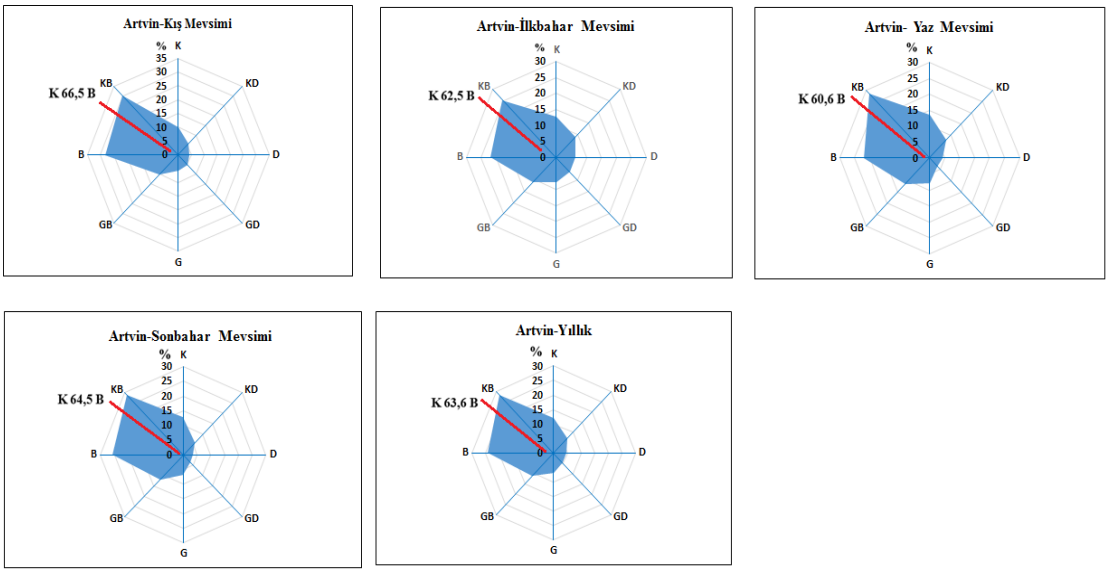
hızlarına ise KB yönünde temmuz ve ağustos aylarında, KD, K yönlerinde mayıs, haziran ve temmuz aylarında rastlanmaktadır (Tablo 13).

Tablo 12: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında mevsimlik ve yıllık rüzgâr esme frekansları (%).

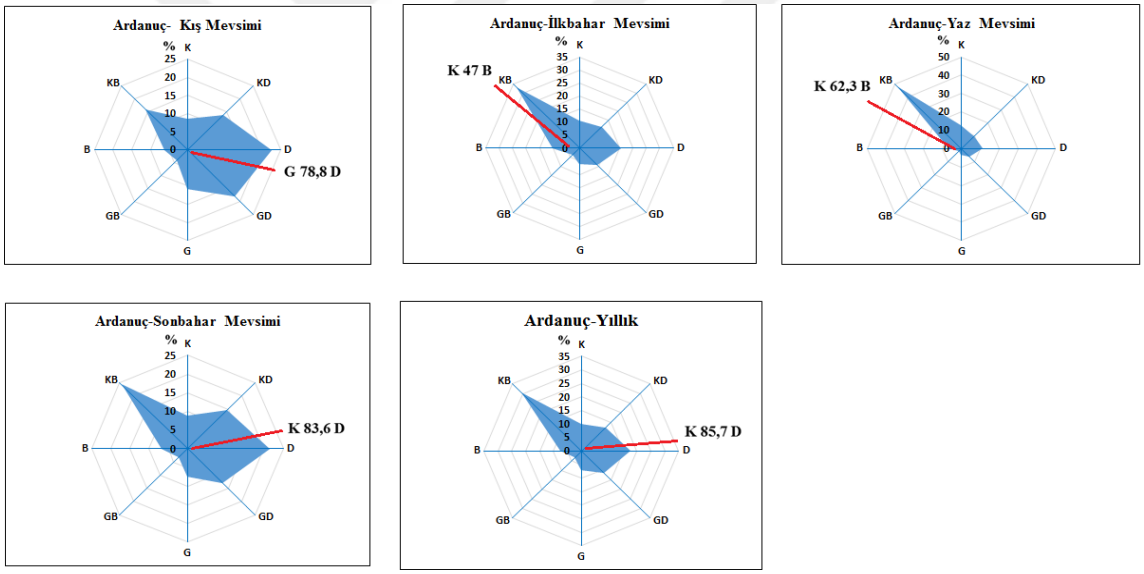
	Yön	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık		Yön	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Artvin	K	9,8	12,6	13,4	12,8	12,2	Mersivan Kayak Merkezi	K	3,9	2,1	1,4	2,2	2,4
	KD	5,6	9,0	7,9	5,9	7,1		KD	6,1	4,6	3,2	5,0	4,7
	D	4,4	6,2	4,2	3,3	4,5		D	34,1	37,4	27,1	30,4	32,2
	GD	5,1	6,4	3,7	3,5	4,7		GD	18,6	17,4	12,3	14,7	15,8
	G	5,8	7,8	7,8	6,8	7,0		G	6,2	6,8	4,6	4,4	5,5
	GB	10,0	11,1	11,5	11,8	11,1		GB	4,7	7,1	6,3	6,5	6,2
	B	28,0	22,0	21,8	25,6	24,4		B	10,1	17,6	21,9	16,9	16,6
	KB	30,4	25,3	28,5	28,7	28,3		KB	5,3	4,1	5,5	5,5	5,1
	Yön	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık		Yön	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık
Ardanuç	K	8,6	10,7	12,7	8,8	10,2	Yusufeli	K	3,6	6,3	8,3	4,8	5,8
	KD	13,7	11,7	9,6	14,7	12,4		KD	3,3	6,0	9,3	5,3	6,0
	D	22,6	15,4	11,4	21,4	17,7		D	17,0	18,2	15,0	13,7	16,0
	GD	17,9	9,3	6,4	12,9	11,6		GD	42,7	24,9	16,4	33,9	29,5
	G	10,8	5,9	3,2	7,6	6,9		G	7,5	4,5	3,1	7,6	5,7
	GB	4,2	3,6	1,7	3,4	3,2		GB	5,3	5,1	4,0	6,0	5,1
	B	6,2	10,1	6,6	6,8	7,4		B	13,2	21,7	29,8	20,2	21,3
	KB	15,8	33,2	48,3	24,4	30,4		KB	7,4	13,3	14,1	8,6	10,8
	Yön	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Yıllık							
Borçka	K	4,8	8,0	11,0	8,3	8,0							
	KD	7,8	7,8	10,4	6,8	8,2							
	D	11,5	11,0	7,8	8,8	9,8							
	GD	7,7	6,3	4,4	6,5	6,2							
	G	6,6	6,7	4,8	9,5	6,9							
	GB	34,2	31,0	27,7	33,0	31,5							
	B	22,7	21,2	21,1	18,6	20,9							
	KB	4,6	7,9	12,8	8,5	8,5							

Tablo 13: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme hızları (m/s).

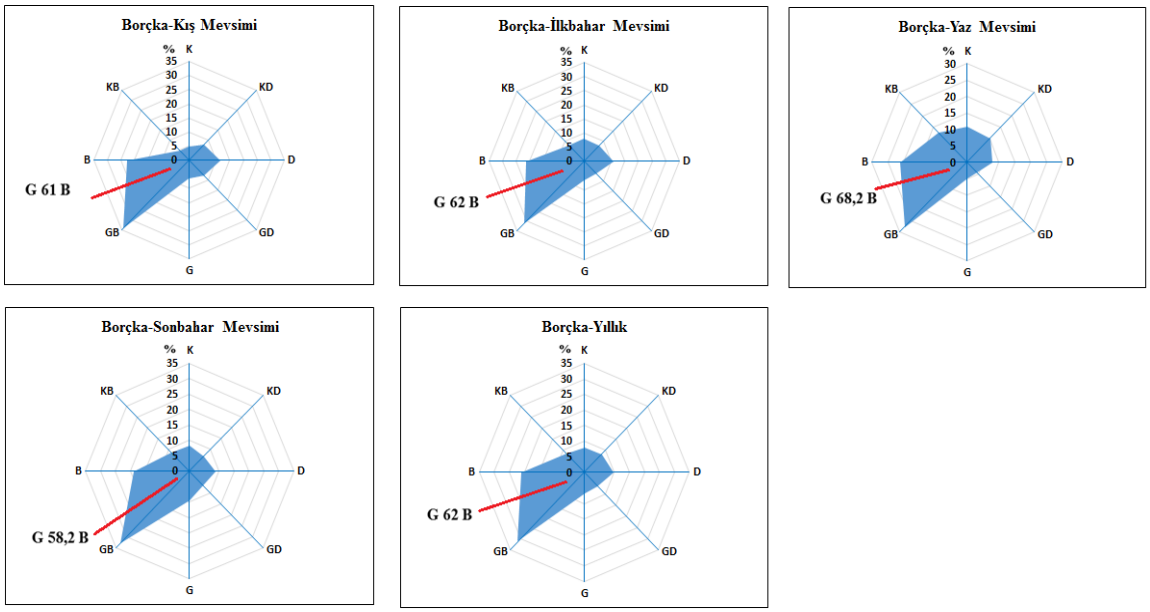
İstasyon	Yön	Aylar												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Artvin	K	2,2	2,3	2,7	2,7	2,5	2,8	2,7	2,6	2,1	1,7	1,8	2,0	2,3
	KD	2,7	3,1	3,0	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	1,7	2,1	2,6	2,3
	D	2,7	3,1	3,0	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	1,7	2,1	2,6	2,3
	GD	3,4	3,9	3,9	3,5	3,0	2,8	2,6	2,6	2,5	2,2	2,7	3,2	3,0
	G	3,4	3,9	3,9	3,5	3,0	2,8	2,6	2,6	2,5	2,2	2,7	3,2	3,0
	GB	2,5	2,9	3,1	2,9	2,7	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,4	2,6
	B	3,2	3,5	3,9	3,9	4,0	4,3	4,8	4,6	3,9	3,2	3,0	3,1	3,8
	KB	3,1	3,4	4,3	4,5	4,6	5,4	5,9	5,8	4,5	3,2	2,9	2,9	4,2
Ardanuç	K	1,7	2,0	2,3	2,8	3,0	3,5	3,8	3,7	3,2	2,2	1,6	1,5	2,7
	KD	3,5	4,3	5,7	6,6	6,9	7,8	8,3	7,6	7,4	4,9	3,5	3,0	5,8
	D	1,5	1,6	1,9	2,1	2,1	2,1	2,1	1,9	1,9	1,6	1,4	1,2	1,8
	GD	1,7	1,7	2,4	2,5	2,3	2,5	2,0	2,0	1,9	1,7	1,5	1,4	2,0
	G	1,9	1,8	2,6	2,6	2,7	2,8	2,4	2,4	2,3	1,9	1,7	1,6	2,2
	GB	1,6	1,9	2,5	2,8	2,7	2,7	2,9	2,6	2,3	2,1	1,6	1,4	2,2
	B	1,8	2,3	3,5	3,9	3,9	4,3	4,5	4,0	4,2	2,7	1,9	1,5	3,2
	KB	3,4	4,0	5,9	6,4	6,2	6,8	6,5	5,9	6,0	4,4	3,4	2,9	5,1
Borçka	K	2,0	2,8	3,1	3,0	2,3	2,2	1,7	2,1	2,0	2,7	2,5	2,4	2,4
	KD	3,7	3,0	2,7	2,0	1,6	1,4	1,2	1,3	1,3	1,7	2,1	2,6	2,0
	D	4,7	3,6	3,8	2,8	1,9	1,8	1,5	1,5	1,3	1,7	2,6	3,8	2,6
	GD	2,9	2,2	2,1	2,2	1,6	1,9	1,5	1,5	1,4	1,7	2,2	3,6	2,1
	G	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	2,1	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	2,5	1,9
	GB	2,2	2,7	3,8	4,2	4,7	5,8	5,4	5,1	4,1	2,6	1,9	1,9	3,7
	B	1,8	2,3	2,7	2,9	2,8	3,3	3,1	2,9	2,3	1,9	1,7	1,7	2,5
	KB	2,2	2,7	3,1	3,1	2,4	2,5	2,0	2,5	2,1	2,6	2,2	2,2	2,5
Mersivan Kayak Merkezi	K	2,6	1,9	2,4	2,0	1,7	1,4	2,0	2,1	1,7	2,0	1,8	2,1	2,0
	KD	2,7	2,6	2,2	2,3	2,1	1,7	2,2	2,0	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1
	D	3,9	3,9	3,1	3,7	3,5	3,1	3,0	3,5	2,8	3,1	3,0	3,1	3,3
	GD	3,6	3,2	2,6	3,3	2,7	2,5	2,0	2,5	2,4	2,7	2,8	2,9	2,8
	G	3,3	3,3	2,6	3,5	2,2	2,1	1,6	2,1	2,0	2,2	2,5	3,5	2,6
	GB	2,1	2,1	2,1	2,6	2,0	2,2	2,2	2,0	2,0	2,2	2,2	2,6	2,2
	B	2,2	2,1	2,7	2,9	2,7	3,0	2,8	2,8	2,5	2,5	2,4	2,0	2,6
	KB	2,3	1,6	2,1	2,3	2,4	2,0	1,6	2,2	2,0	1,8	2,2	2,2	2,0
Yusufeli	K	1,7	2,0	2,7	2,8	2,5	2,9	3,1	3,1	2,6	2,3	1,7	1,6	2,5
	KD	1,7	2,0	2,6	2,5	2,5	3,0	3,2	3,3	2,8	2,2	1,6	1,5	2,4
	D	1,5	1,8	2,0	2,1	2,1	2,6	2,5	2,8	2,4	1,8	1,3	1,4	2,0
	GD	1,2	1,3	1,5	1,5	1,6	1,9	1,7	1,8	1,7	1,3	1,2	1,2	1,5
	G	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,3	2,1	2,1	1,9	1,4	1,1	1,2	1,7
	GB	1,4	1,9	2,3	2,6	2,6	2,9	3,0	2,8	2,5	1,8	1,3	1,3	2,2
	B	1,9	2,4	3,0	3,2	3,2	3,7	4,8	4,4	3,5	2,6	2,0	1,6	3,0
	KB	2,0	2,4	3,1	3,3	3,2	3,4	4,1	3,9	3,4	2,7	2,0	1,7	3,0



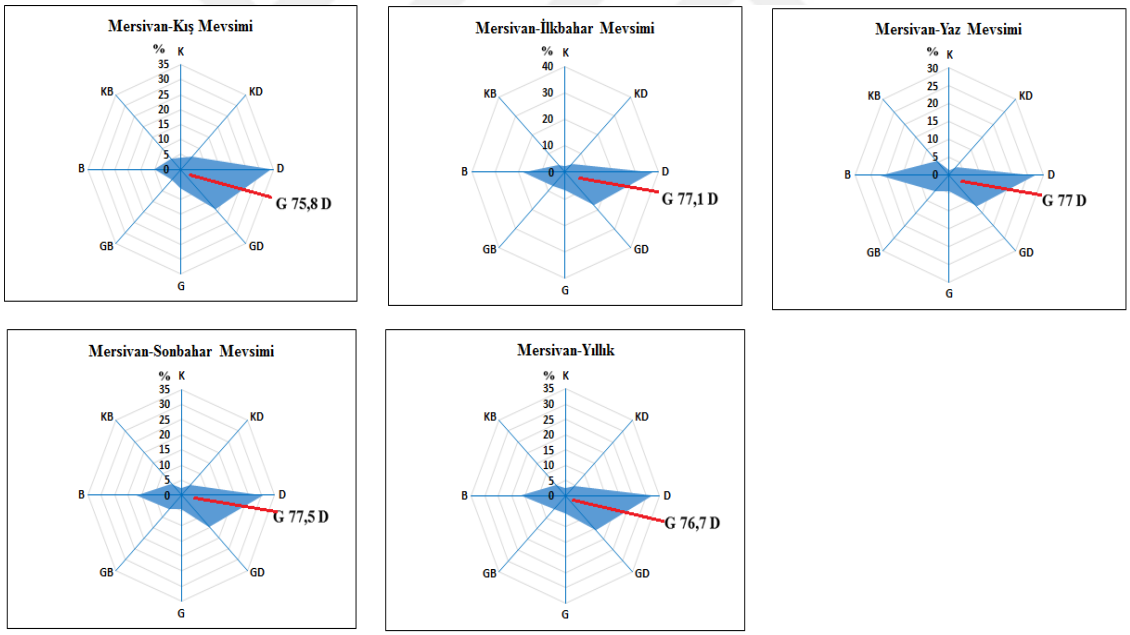
Şekil 1: Artvin istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri.



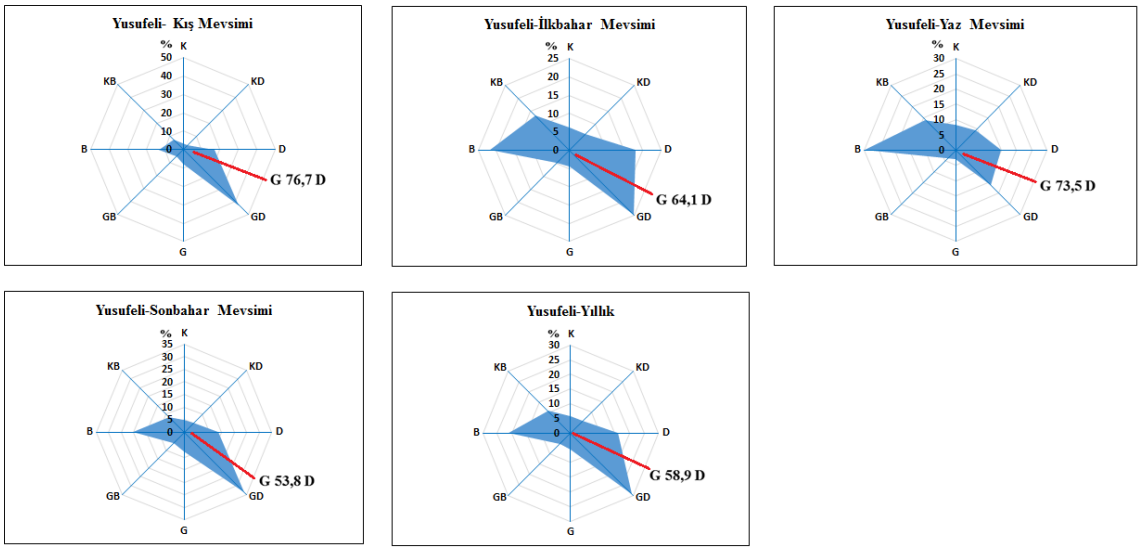
Şekil 2: Ardanuç istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri.



Şekil 3: Borçka istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri.



Şekil 4: Mersivan istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri.



Şekil 5: Yusufeli istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri.

1.1.2.5. Bağıl Nem ve Bulutluluk

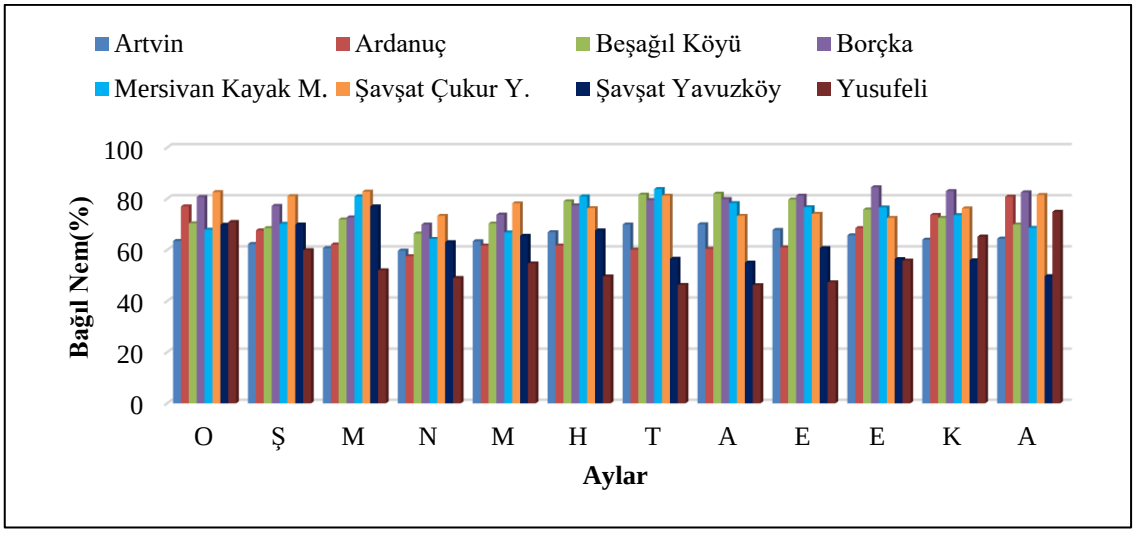
1.1.2.5.a.Bağıl Nem

Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan istasyonların yıllık ortalama nem değerlerine incelendiğinde en düşük yıllık ortalama değer %56 ile Yusufeli istasyonunda, en yüksek değer ise %78,5 ile Borçka istasyonunda kaydedilmiştir. Bağıl nemin aylık ortalama değerlerinde ise 8 istasyon içinde kaydedilen düşük değer %46,2 ile ile ağustos ayında Yusufeli istasyonunda görülmektedir. En yüksek bağıl nem oranı ise %84,5 ile ekim ayında Borçka istasyonunda görülmektedir. En düşük ortalama bağıl nem oranları Artvin istasyonunda %59,7 ile nisan ayında, Ardanuç istasyonunda %57,5 ile nisan ayında, Beşağıl istasyonunda %66,4 ile nisan ayında, Borçka istasyonunda %69,9 ile nisan ayında, Mersivan istasyonunda %64,3 ile nisan ayında, Çukur Yaylası istasyonunda %72,5 ile ekim ayında, Yavuzköy istasyonunda %49,7 ile aralık ayında, Yusufeli istasyonunda %46,2 ile ağustos ayında ölçülmüştür. Çukur Yaylası, Yavuzköy ve Yusufeli istasyonları dışındaki istasyonlarda bağıl nemin düşük olduğu ay nisan ayıdır. En yüksek bağıl nem oranları ise Artvin istasyonunda %70 ile ağustos ayında, Ardanuç istasyonunda %80,8 ile aralık ayında, Beşağıl istasyonunda %82 ile ağustos ayında, Borçka istasyonunda %84,5 ile ekim ayında, Merisvan istasyonunda %83,8 ile temmuz ayında, Çukur Yaylası istasyonunda %82,6

ile ocak ayında, Yavuzköy istasyonunda %69,9 ile şubat ayında, Yusufeli istasyonunda %74,9 ile aralık ayında görülmektedir (Tablo 14, Grafik 9).

Tablo 14: Çalışma sahası ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi ve yıllık ortalama değerler.

İstasyon Adı	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort,
Artvin Merkez	63,5	62,3	60,7	59,7	63,4	66,9	69,9	70	67,8	65,7	64	64,4	64,9
Ardanuç	77	67,6	62,1	57,5	61,7	61,7	60,1	60,4	61	68,5	73,7	80,8	66
Beşağıl Köyü	70,4	68,5	71,9	66,4	70,3	79	81,6	82	79,7	75,8	72,5	69,9	74
Borçka Merkez	80,7	77,2	72,7	69,9	73,8	77,4	79,5	79,9	81,2	84,5	83	82,5	78,5
Mersivan Kayak Merkezi	67,9	70,2	80,9	64,3	66,8	80,9	83,8	78,3	76,7	76,6	73,6	68,6	74,1
Şavşat Çukur Yaylası	82,6	81	82,8	73,3	78,2	76,3	81,2	73,3	74,1	72,5	76,2	81,5	77,8
Şavşat Yavuzköy	69,8	69,9	77	63	65,5	67,6	56,5	55	60,7	56,4	55,9	49,7	62,3
Yusufeli	70,9	59,9	52	49	54,7	49,6	46,3	46,2	47,3	55,8	65,2	74,9	56



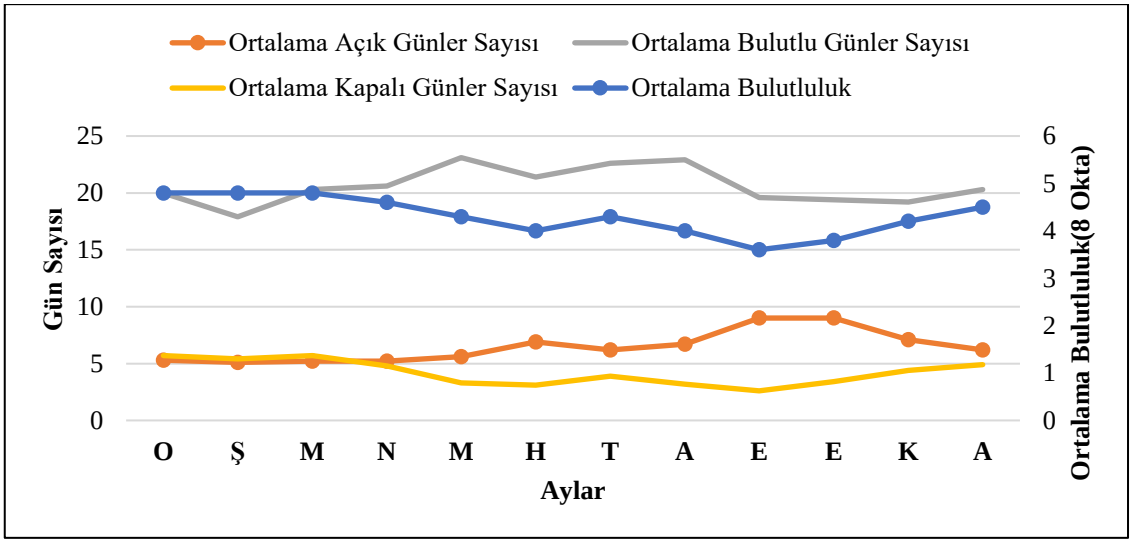
Grafik 9: Çalışma sahası ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi.

1.1.2.5.b.Bulutluluk

Çalışma sahasında sadece Artvin istasyonuna ait bulutluluk verisi bulunmaktadır. Bulutluluk verileri 8 Okta üzerindendir. Buna göre Artvin istasyonunda ortalama bulutluluk en düşük eylül ayı (3,6), en yüksek olduğu aylar ise ocak, şubat ve mart aylarıdır (4,8). Ortalama açık günler sayısına baktığımızda en düşük değerin şubat ayında (5,1) kaydedilirken, en yüksek değerin eylül ve ekim (9) aylarında kaydedilmiştir. Ortalama kapalı günler sayısına bakıldığında en düşük değerin eylül (2,6) ayında iken, bu değerin ocak ve mart (5,7) aylarında yükseldiği tespit edilmiştir. Ortalama bulutlu günler sayısı incelendiğinde şubat ayında (17,9) düşük değer görülürken, bu değer ağustos ayında (22,9) yükselmiştir (Tablo 15, Grafik 10).

Tablo 15: Artvin istasyonunda ortalama bulutluluk, açık günler sayısı, bulutlu günler sayısı, kapalı günler sayısı.

Artvin İstasyonu (1949-2022)	Aylar												Yıllık Ort.
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ortalama Bulutluluk	4,8	4,8	4,8	4,6	4,3	4	4,3	4	3,6	3,8	4,2	4,5	4,3
Ortalama Açık Günler Sayısı	5,3	5,1	5,2	5,2	5,6	6,9	6,2	6,7	9	9	7,1	6,2	77,5
Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	20	17,9	20,3	20,6	23,1	21,4	22,6	22,9	19,6	19,4	19,2	20,3	50,4
Ortalama Kapalı Günler Sayısı	5,7	5,4	5,7	4,8	3,3	3,1	3,9	3,2	2,6	3,4	4,4	4,9	50,4



Grafik 10: Artvin istasyonunda ortalama bulutluluk, açık günler sayısı, bulutlu günler sayısı, kapalı günler sayısının aylık değişimi.

1.1.2.6.Yağış

> Türkiye, konumu ve fiziki özellikleri nedeniyle, kısa mesafelerde değişik iklim şartlarının yaşandığı bir ülkedir. İklimin önemli bir elemanı olan "yağışın", zamansal ve alansal değişimleri ile birlikte ele alındığında oldukça karmaşık ve düzensiz bir özellik göstermektedir. Dolayısıyla, değişikliği enfazla olan yağışın istatistiksel sonuçlarını bilmek yararlı sonuçlar verebilir (Koç ve İrdem, 2007).

Çalışma alanında yıllık ortalama toplam yağış değerleri en düşük 338,6 Yusufeli istasyonu ile en yüksek 1418,3 Borçka istasyonu arasında değişmektedir. İstasyonlar arasında aylık toplam yağış değerlerine baktığımızda ise en düşük yağış değerleri Yusufeli istasyonunda şubat (12,7 mm) ayında, en yüksek aylık toplam yağış ise Borçka istasyonunda aralık (179,6 mm) ayındadır. Çalışma alanında en düşük yağışlar Artvin'de ağustos (29,3 mm) ayında, Ardanuç'ta şubat(14,8 mm) ayında, Beşağıl Köyü'nde ağustos (25,6) ayında, Borçka'da nisan (43,4 mm) ayında, Mersivan Kayak Merkezi'nde kasım (29,7 mm) ayında, Çukur Yaylası'nda temmuz (35,7 mm) ayında, Yavuzköy'de kasım (42,4 mm) ayında, Yusufeli'de şubat (12,7 mm) ayında kaydedilmiştir. En yüksek değerlere sahip aylar ise şöyledir: Artvin'de aralık (85,6 mm) ayı, Ardanuç'ta mayıs(53 mm) ayı, Beşağıl Köyü'nde mart (81,2 mm) ayı, Borçka'da aralık (179,6 mm) ayı, Mersivan Kayak Merkezi'nde mart (139,5 mm) ayı, Çukur Yaylası'nda aralık (100,3 mm) ayı, Yavuzköy'de haziran (133,4 mm) ayı, Yusufeli'de mayıs (52,3 mm) ayıdır (Tablo 16, Şekil 6).

Tablo 16: Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama toplam yağış değerleri.

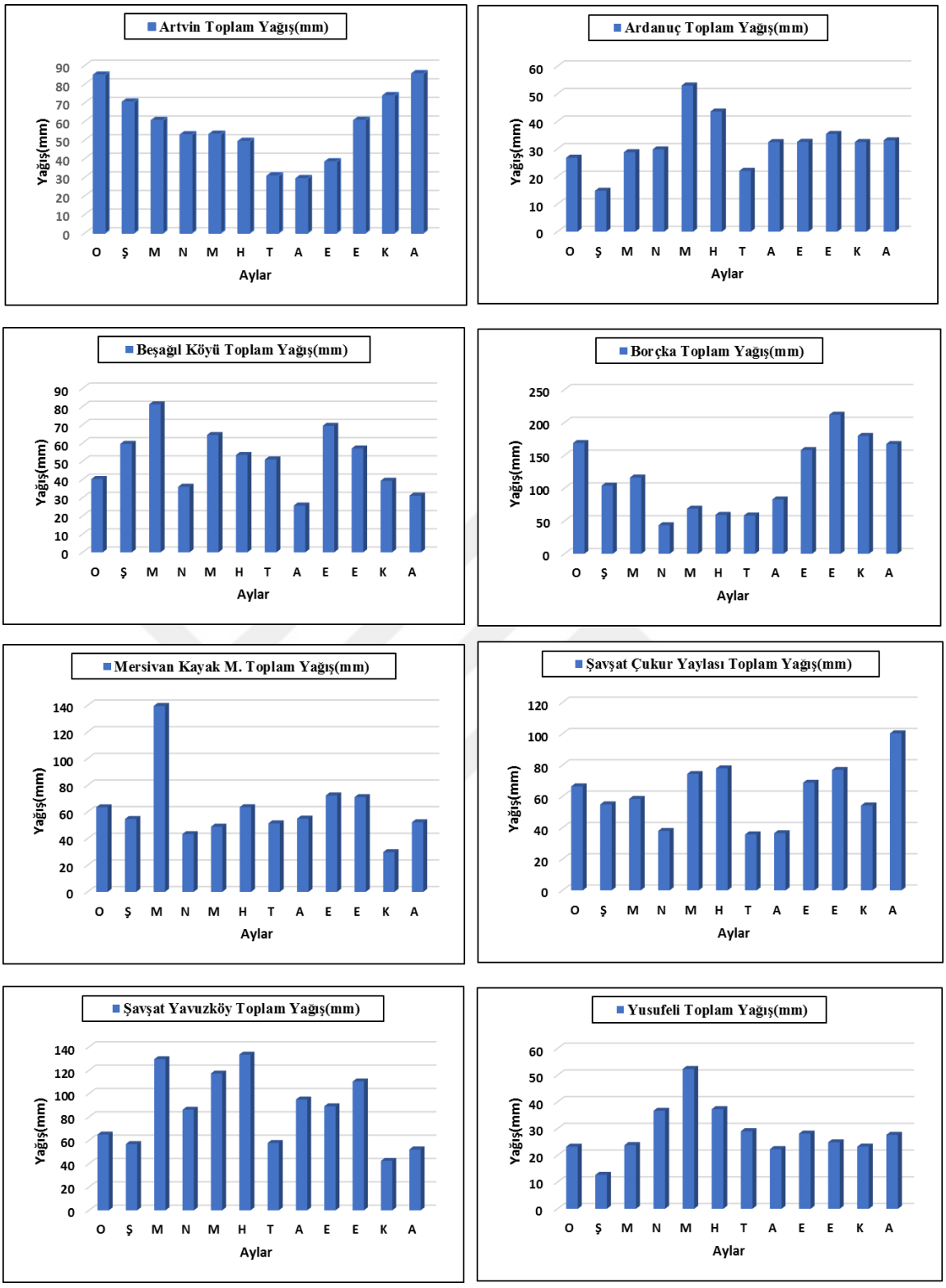
İstasyon Adı	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Toplam
Artvin Merkez	1949-2022	84,9	70,4	60,5	52,8	53,1	49,3	30,7	29,3	38,3	60,6	73,8	85,6	689,3
Ardanuç	2013-2022	26,8	14,8	28,8	29,8	53	43,57	22,0	32,4	32,6	35,4	32,5	33,1	382,4
Beşağıl Köyü	2018-2022	40,2	59,5	81,2	35,9	64,3	53,4	50,9	25,6	69,4	57	39,2	31,1	608
Borçka Merkez	2015-2022	168,8	103,8	116,2	43,4	68,7	59,29	58,3	82,7	158,0	212	179,7	167,2	1418,3
Mersivan Kayak Merkezi	2021-2022	63,4	54,6	139,5	43,3	48,9	63,55	51,4	54,9	72,3	71,1	29,8	52,2	745,1
Şavşat Çukur Yaylası	2016-2022	66,4	54,8	58,4	37,9	74,3	77,86	35,7	36,4	68,7	76,9	54,2	100,3	742,0
Şavşat Yavuzköy	2021-2022	64,9	56,8	129,5	86,2	117,2	133,45	57,7	94,9	89,1	110,5	42,4	52,2	1035
Yusufeli	2013-2022	23,2	12,7	23,8	36,6	52,3	37,31	29,0	22,3	28,1	24,9	23,3	27,7	338,6

Çalışma alanında bulunan tüm istasyonlar değerlendirildiğinde en kurak ve en yağışlı mevsimler istasyonlara göre farklılık göstermektedir. Yıllık toplam yağışın mevsimlere göre dağılışı açısından en kurak mevsimler ise Artvin'de %15,9 ile yaz mevsimi, Ardanuç'ta %19,6 ile kış mevsimi, Beşağıl Köyü'nde %21,5 ile kış, %21,4 ile yaz mevsimi, Borçka'da %14,1 ile yaz mevsimi, Mersivan Kayak Merkezi'nde %22,9 ile kış, %22,8 ile yaz mevsimi, Çukur Yaylası'nda %20,2 ile yaz mevsimi, Yavuzköy'de %16,8 ile kış mevsimi, Yusufeli'de %18,8 ile kış mevsimidir. En yağışlı mevsimler ise Artvin'de %34,9 ile kış mevsimi, Ardanuç'ta %29,2 ile ilkbahar mevsimi, Beşağıl Köyü'nde %29,9 ile ilkbahar mevsimi, Borçka'da %38,8 ile sonbahar mevsimi, Mersivan Kayak Merkezi'nde %31,1 ile ilkbahar mevsimi, Çukur Yaylası'nda %29,9 ile kış mevsiminde, Yavuzköy'de %32,2 ile ilkbahar mevsiminde, Yusufeli'de %33,3 ile ilkbahar mevsiminde görülmektedir (Tablo 17, Şekil 7).

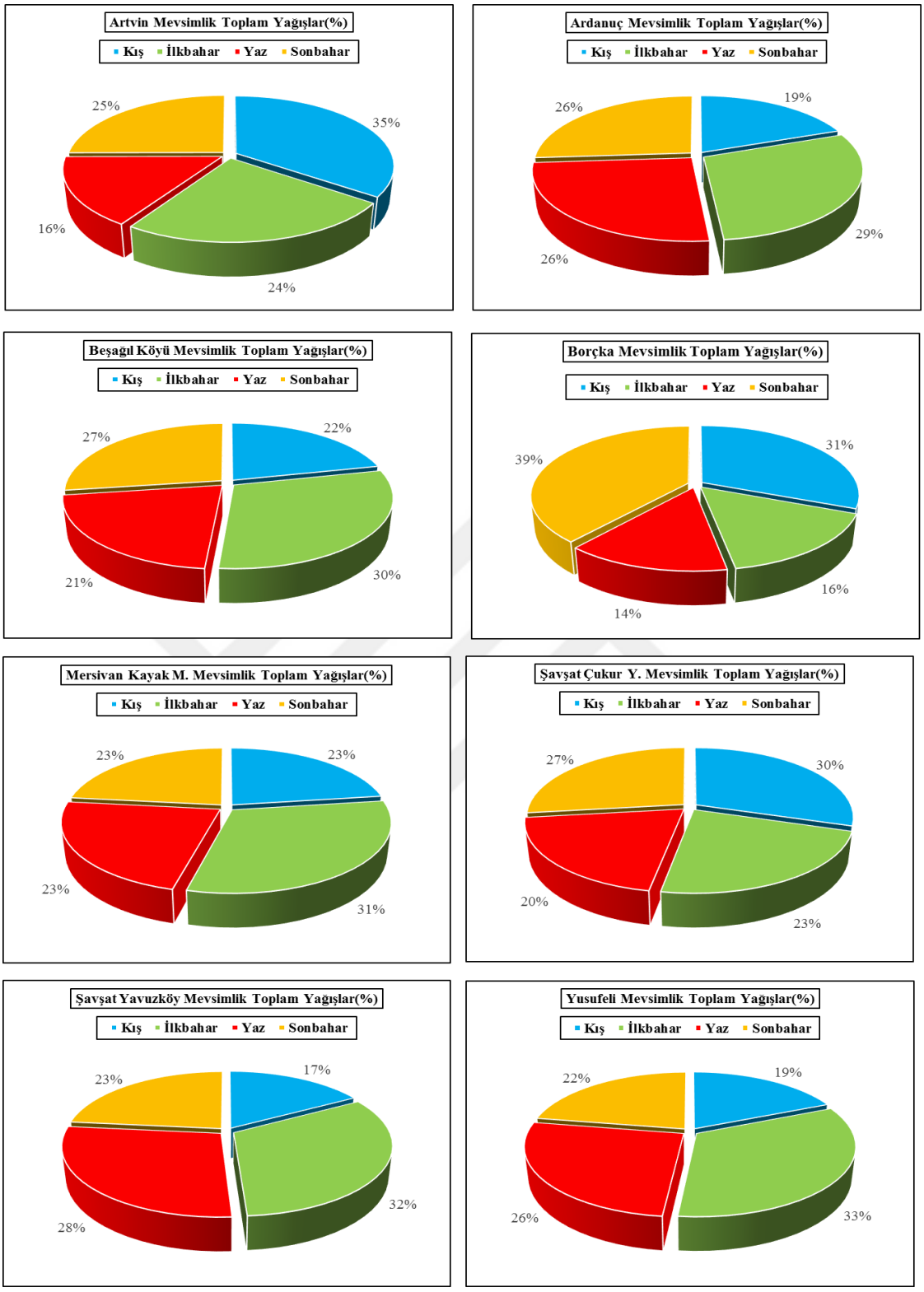
Çalışma sahasının ocak ayı toplam yağış haritası incelendiğinde sahanın batı kesiminde yağışın doğu kesimine göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Temmuz ayında bu fark daha da belirgindir. Yıllık toplam yağış değerlerinde ise ocak ve temmuz aylarına göre sahada yağış için daha dengeli bir durum göze çarpmaktadır (Harita 6-7-8).

Tablo 17: Çalışma alanı ve yakın çevresinde mevsimlik yağış toplamları ve yüzdeleri.

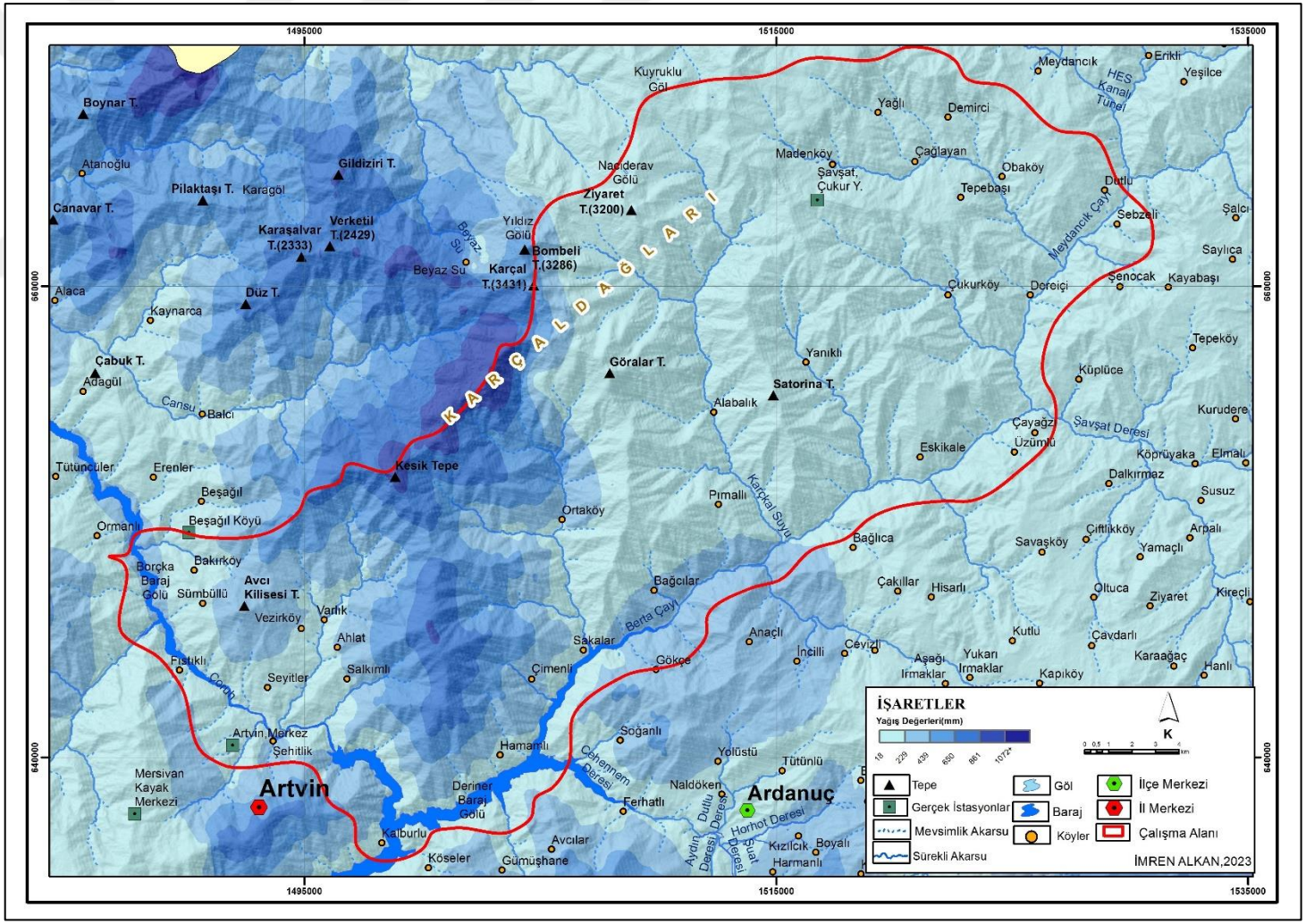
İstasyon Adı	Mevsimlik Yağış Toplamları(mm) ve Yüzdeleri(%)							
	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Artvin,Merkez	240,9	34,9	166,4	24,1	109,3	15,9	172,7	25,1
Ardanuç	74,8	19,6	111,7	29,2	98,1	25,7	100,5	26,3
Beşağıl Köyü	130,8	21,5	181,6	29,9	130,0	21,4	165,6	27,2
Borçka,Merkez	439,9	31,0	228,5	16,1	200,4	14,1	549,6	38,8
Mersivan Kayak Merkezi	170,3	22,9	231,7	31,1	169,9	22,8	173,2	23,2
Şavşat Çukur Yaylası	221,5	29,9	170,7	23,0	150,0	20,2	199,8	26,9
Şavşat,Yavuzköy	174,0	16,8	333,0	32,2	286,1	27,6	242,0	23,4
Yusufeli	63,7	18,8	112,9	33,3	88,7	26,2	76,3	22,5



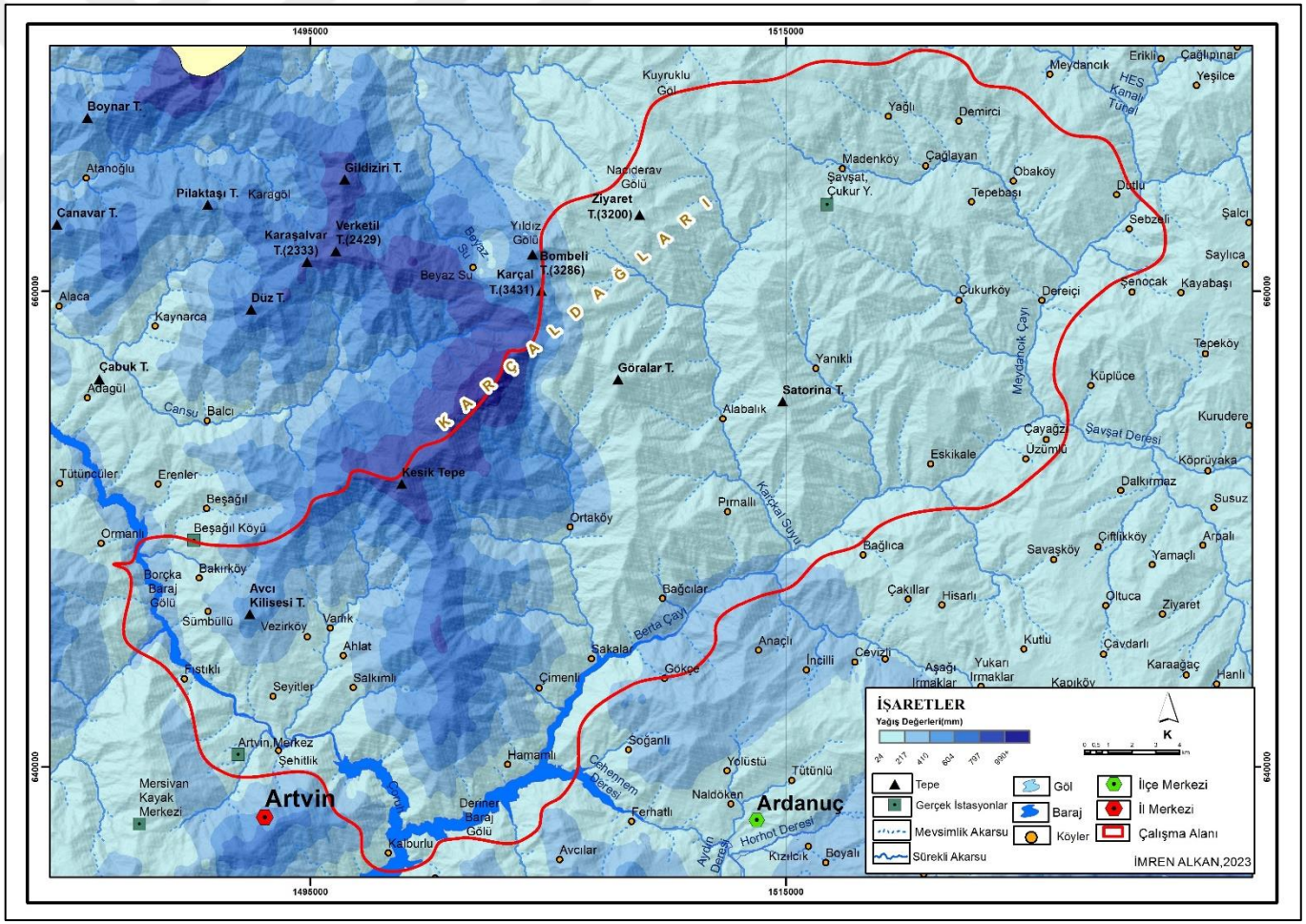
Şekil 6: Çalışma sahası ve yakın çevresinde bulunan istasyonların ortalama toplam yağışlarının aylık değişimi.



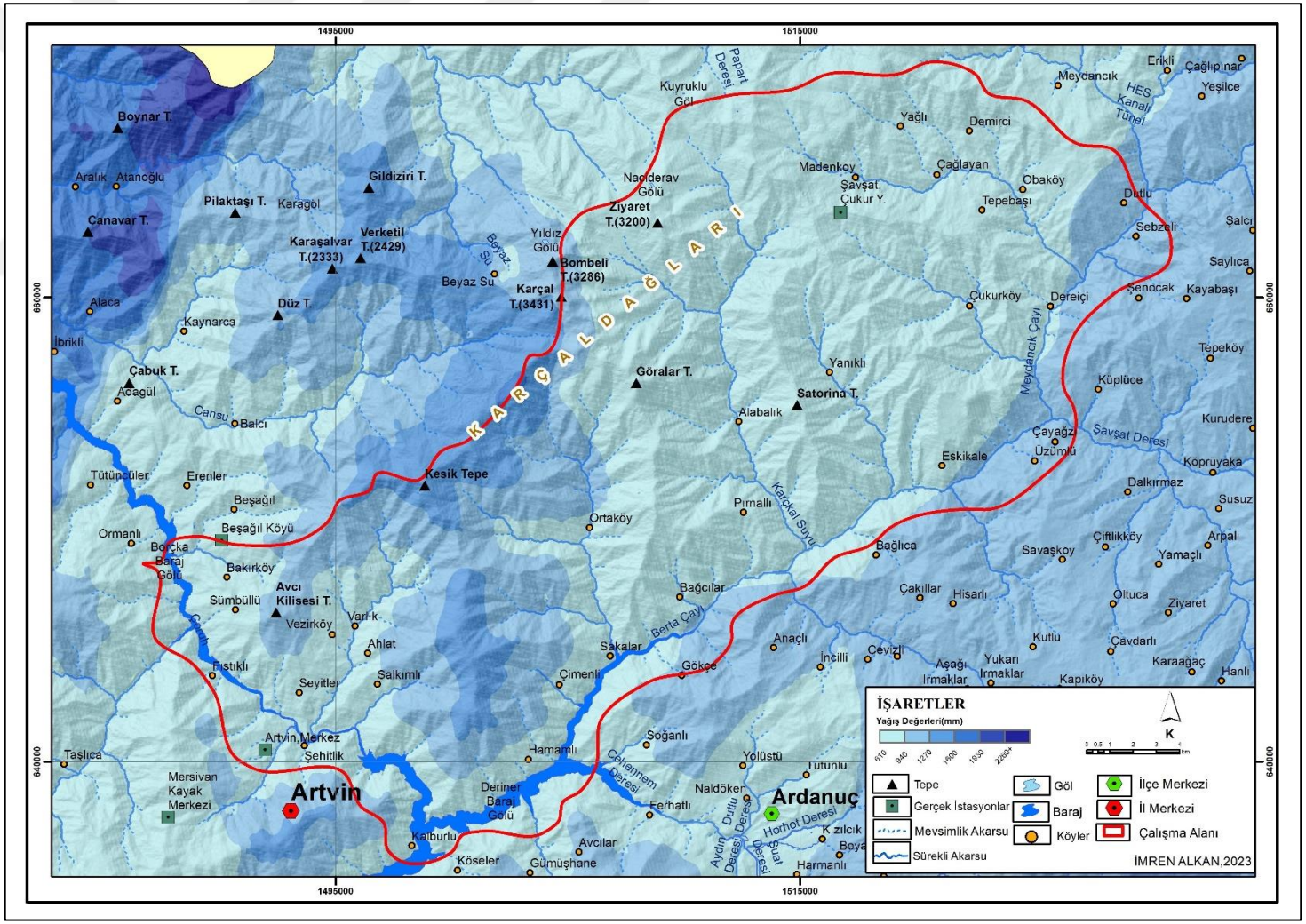
Şekil 7: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların yıllık yağış toplamlarının mevsimlere göre oransal dağılışı.



Harita 6: Çalışma sahası ve yakın çevresinin ocak ayı toplam yağış haritası.



Harita 7: Çalışma sahası ve yakın çevresinin temmuz ayı toplam yağış haritası.



Harita 8: Çalışma sahası ve yakın çevresinin yıllık toplam yağış haritası.

1.1.3. İklim Tipi

Çalışma alanında uzun ve kesintisiz veriye sahip olan Artvin istasyonunun iklim sınıfları Meteoroloji Genel Müdürlüğünce belirlenmiş ve Tablo 18'deki bilgiler kurumun sayfasından alınmıştır. Bu bölümde çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan sekiz istasyon için Erinç ve Thorntwaite yöntemi ile iklim sınıflandırmaları yapılmıştır.

Tablo 18: Çalışma sahasının yakın çevresinde bulunan merkezi Artvin istasyonunun iklim sınıfları (MGM, 2023).

İstasyon Adı	Aydeniz İklim Sınıflandırmasına Göre	Erinç İklim Sınıflandırmasına Göre	De Martonne İklim Sınıflandırmasına Göre	Trewartha İklim Sınıflandırmasına Göre	Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına Göre
Artvin	Nemli	Nemli	Yarı nemli	Yazları ılık	Yarı nemli, 1, derece mezotermal

1.1.3.1.Erinç Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları

Çalışma alanı ve yakın çevresindeki istasyonları yıllık değerlendirildiğinde Beşağıl istasyonu yarı nemli, Artvin istasyonu nemli, Borçka, Mersivan, Çukur Yaylası ve Yavuzköy istasyonları çok nemli, Ardanuç ve Yusufeli istasyonları ise yarı kuraktır. Aylık olarak değerlendirdiğimizde ise Artvin'de nisan, mayıs, haziran ve ekim ayları yarı nemli; ocak, şubat, mart, kasım ve aralık ayları çok nemli; eylül ayı yarı kurak, temmuz ve ağustos ayları kuraktır. Ardanuç'ta ocak ve aralık ayları nemli; mayıs ve kasım ayları yarı nemli; temmuz ayı çok nemli, mart, nisan, mayıs, haziran ve ekim ayları yarı kurak; şubat, ağustos ve eylül ayları kuraktır. Beşağıl Köyü'nde nisan, mayıs, haziran, temmuz, eylül, ekim, kasım, aralık ayları yarı nemli; ocak, şubat ve mart ayları çok nemli; ağustos ayı ise kuraktır. Borçka'da nisan, mayıs, haziran, ağustos ve temmuz ayları yarı nemli; ocak, şubat, mart, eylül, ekim, kasım ve aralık ayları çok nemlidir (Tablo 19).

Tablo 19: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların yıllık ve aylık yağış etkinlik indisleri ve iklim sınıfları.

İstasyon Adı	Aylar												
	O	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**	**K**	**A**	**Yıllık**
Artvin	158,4	99,6	57,6	34,8	28,8	25,2	13,2	13,2	18	37,2	66	128,4	39,6
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli
Ardanuç	39,6	14,4	21,6	15,6	24	18	1164	12	13,2	18	25,2	44,4	18,2
	Nemli	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Çok Nemli	Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Nemli	Yarı Kurak
Beşağıl Köyü	64,8	75,6	81,6	25,2	36	26,2	24	12	36	34,8	32,4	36	34,2
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli
Borçka	206,4	98,4	91,2	25,2	34,8	26,4	25,2	33,6	72	120	138	183,6	70,9
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli
Mersivan Kayak Merkezi	346,8	152,4	697,2	38,4	38,4	40,8	31,2	27,6	49,2	67,2	39,6	122,4	61,5
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli
Şavşat Çukur Yaylası	-	-	777,6	63,6	74,4	55,2	21,6	20,4	50,4	80,4	294	-	85,2
	-	-	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	-	Çok Nemli
Şavşat Yavuzköy	1112,2	178,8	597,6	74,4	84	73,2	30	43,2	55,2	57,6	64,8	272,4	82,1
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli	Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemi	Çok Nemli	Çok Nemli
Yusufeli	42	13,2	16,8	19,2	22,8	14,4	9,6	7,2	10,8	13,2	19,2	44,4	15,5
	Çok Nemli	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Yarı Kurak	Kurak	Kurak	Tam Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Nemli	Yarı Kurak

Mersivan Kayak Merkezi'nde temmuz, ağustos ve kasım ayları yarı nemli; nisan, mayıs, haziran ve eylül ayları nemli; ocak, şubat, mart, ekim ve aralık ayları çok nemlidir. Çukur Yaylası'nda eylül ayı nemli; mart, nisan, mayıs, haziran, ekim ve kasım ayları çok nemli; temmuz ve ağustos ayları ise yarı kuraktır. Yavuzköy'de temmuz ayı yarı nemli; ağustos ayı nemli, ocak, şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, eylül, ekim, kasım ve aralık ayları çok nemlidir.

Yusufeli'de aralık ayı nemli; ocak ayı çok nemli; mart, nisan, mayıs ve kasım ayları yarı kurak; şubat, haziran, temmuz, eylül ve ekim ayları kurak; ağustos ayı ise tam kuraktır (Tablo 19).

1.1.3.2.Thorntwaite Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları

Artvin istasyonundaki su bilançosuna bakıldığında, aylık yağış PE'den fazla olduğu için ekim, kasım, aralık ayına kadar toprakta su birikmeye başlamış ve aralık ayından nisan ayına kadar su fazlası durum ortaya çıkmıştır. Nisan ayında topraktaki su kullanılmaya başlanmıştır. PE'nin aylık yağıştan fazla olması temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise su noksanlığına sebep olmuştur (Tablo 20, Şekil 8). Artvin istasyonunda yağış etkinlik indisi 10,2'dir (yarı nemli) ve C2 sembolü ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 706,61'dir (mezotermal) ve B'1 sembolü ile gösterilir, Kuraklık indisi 31,18'dir(su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan) ve s ile gösterilmektedir. PE üç yaz ayına oranı 49,53'tür(denizel etkili) ve b'4' sembolü ile gösterilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırılması yöntemine göre C2B'1sb'4' formülü ile gösterilmektedir. Yani yarı nemli, mezotermal (orta sıcaklıklardaki iklimler), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, denizel etkili iklim sınıfına girmektedir.

Tablo 20: Artvin istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	2,7	3,9	7	11,9	15,9	18,8	20,9	21,2	18,3	14,1	9	4,5	12,35
Sıcaklık İndisi	0,4	0,7	1,7	3,7	5,8	7,4	8,7	8,9	7,1	4,8	2,4	0,9	52,5
Düzeltilmemiş P.E.	6,7	10,8	23,4	47,1	68,9	86,0	98,8	100,7	83,0	58,8	32,6	13,1	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	5,7	9,1	24,1	52,2	84,8	106,6	124,5	118,8	86,3	56,5	27,4	10,7	706,6
Aylık Toplam Yağış	84,9	70,4	60,5	52,8	53,1	49,3	30,7	29,3	38,3	60,6	73,8	85,6	689,3
Birikmiş Suyun Değişimi	0,0	0,0	0,0	0,0	-31,7	-57,3	-11,0	0,0	0,0	4,1	46,5	49,4	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	100,0	68,3	11,0	0,0	0,0	0,0	4,1	50,6	100,0	
Gerçek P.E.	5,7	9,1	24,1	52,2	84,8	106,6	41,7	29,3	38,3	56,5	27,4	10,7	486,3
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,8	89,5	48,0	0,0	0,0	0,0	220,3
Su Fazlası	79,2	61,3	36,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	203,0
Yüzeysel Akış	52,4	70,3	48,9	18,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	203,0
Nemlilik Oranı	14,0	6,7	1,5	0,0	-0,4	-0,5	-0,8	-0,8	-0,6	0,1	1,7	7,0	

Ardanuç istasyonunda aralık, ocak, şubat, mart ayı ve nisan ayına kadar aylık yağış miktarı PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmiştir ve su fazlası durum ortaya çıkmıştır. Topraktaki su nisan ayında kullanılmaya başlamış, PE'nin aylık

yağıştan fazla olması sebebiyle temmuz, ağustos ve eylül ayları ile ekim ayına kadar olan dönemde su noksanı durum ortaya çıkmıştır (Tablo 21, Şekil 8). Ardanuç istasyonunun yağış etkinlik indisi -30,8'dir (yarı kurak) ve D sembolü ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinlik indisi 720,9'dir (mezotermal) ve B'2 ile ifade edilmektedir. Kuraklık indisi 0 'dir (su fazlası olmayan veya pek az olan) ve ile gösterilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 54,2 (denizel etkili) olup b'3' sembolü ile gösterilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırmasındaki formülü DB'20b'3' olup; yarı kurak, orta sıcaklıktaki iklimler, su fazlası olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklimler sınıfına girmektedir.

Tablo 21: Ardanuç istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	2,4	5,3	8,5	13,2	17,8	22,1	24,4	25,3	21,1	14,9	8,4	3,4	13,9
Sıcaklık İndisi	0,4	0,7	1,7	3,7	5,8	7,4	8,7	8,9	7,1	4,8	2,4	0,9	52,5
Düzeltilmemiş P.E.	6,7	10,8	23,4	47,1	68,9	86,0	98,8	100,7	83,0	58,8	32,6	13,1	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	5,7	9,1	24,1	52,2	84,8	106,6	124,5	118,8	86,3	56,5	27,4	10,7	706,6
Aylık Toplam Yağış	84,9	70,4	60,5	52,8	53,1	49,3	30,7	29,3	38,3	60,6	73,8	85,6	689,3
Birikmiş Suyun Değişimi	0,0	0,0	0,0	0,0	-31,7	-57,3	-11,0	0,0	0,0	4,1	46,5	49,4	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	100,0	68,3	11,0	0,0	0,0	0,0	4,1	50,6	100,0	
Gerçek P.E.	5,7	9,1	24,1	52,2	84,8	106,6	41,7	29,3	38,3	56,5	27,4	10,7	486,3
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,8	89,5	48,0	0,0	0,0	0,0	220,3
Su Fazlası	79,2	61,3	36,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	203,0
Yüzeysel Akış	52,4	70,3	48,9	18,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	203,0
Nemlilik Oranı	14,0	6,7	1,5	0,0	-0,4	-0,5	-0,8	-0,8	-0,6	0,1	1,7	7,0	

Beşağıl istasyonunda kasım ayında aylık toplam yağışın PE'den fazla olması sebebiyle toprakta su birikmeye başlamış bu durum mart ayına kadar devam etmiş, mart ayında su fazlası durum ortaya çıkmıştır, Nisan ayında topraktaki su kullanılmaya başlamış bu durum ağustos ayına kadar devam etmiştir. PE'nin ağustos-ekim döneminde aylık toplam yağıştan fazla olması sebebiyle de su noksanı durum ortaya çıkmıştır (Tablo 22, Şekil 8). Beşağıl Köyü'nün yağış etkinlik indisi -1,6'dir (kurak-az nemli) ve C1 sembolü ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinlik indisi 655,6 (mezotermal) olup B'1 sembolü ile idade edilmektedir. Kuraklık indisi 7'dir (su fazlası olmayan

veya pek az olan) ve d ile ifade edilir. PE'nin üç yaz ayına oranı 44,7'dir (tam denizel) ve a' ile gösterilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırması formülüne göre C1B'1da' ile gösterilip; kurak-az nemli, orta sıcaklıklardaki iklimler, su fazlası olmayan veya pek az olan, tam denizel iklim sınıfındadır.

Tablo 22: Beşağıl istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	4,1	5,1	6,6	11,2	15,5	19,3	20,5	21,1	18,2	14,5	9,7	6,7	12,7
Sıcaklık İndisi	0,7	1,0	1,5	3,4	5,6	7,7	8,5	8,9	7,1	5,0	2,7	1,6	53,7
Düzeltilmemiş P.E.	11,2	15,0	21,1	42,8	66,0	88,5	95,9	99,7	81,8	60,4	35,3	21,5	
P.E. Düzeltme Katsayısı	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Düzeltilmiş P.E.	11,6	14,1	21,9	43,2	68,6	89,3	99,7	103,6	82,6	62,8	35,6	22,4	655,6
Aylık Toplam Yağış	40,2	59,5	81,2	36,0	64,4	53,4	50,9	25,7	69,4	57,0	39,2	31,1	608,0
Birikmiş Suyun Değişimi	28,6	45,5	13,7	-7,2	-4,2	-35,9	-48,8	-3,8	0,0	0,0	3,6	8,7	
Birikmiş Su	40,9	86,3	100,0	92,8	88,6	52,6	3,8	0,0	0,0	0,0	3,6	12,3	
Gerçek P.E.	11,6	14,1	21,9	43,2	68,6	89,3	99,7	29,5	69,4	57,0	35,6	22,4	562,4
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,1	13,2	5,8	0,0	0,0	93,1
Su Fazlası	0,0	0,0	45,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6
Yüzeysel Akış	0,0	0,0	22,8	22,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6
Nemlilik Oranı	2,5	3,2	2,7	-0,2	-0,1	-0,4	-0,5	-0,8	-0,2	-0,1	0,1	0,4	

Borçka istasyonunda eylül ayında aylık toplam yağışın PE'den fazla olması sebebiyle toprakta su birikmeye başlamıştır ve bu durum ekim ayına kadar devam etmiştir. Ekimden nisan ayına kadar olan dönemde su fazlası durum ortaya çıkmıştır. Nisan ayında topraktaki su kullanılmaya başlanmış, PE'nin aylık toplam yağıştan fazla olması sebebiyle temmuz-ağustos döneminde su noksanlığı yaşanmıştır (Tablo 23, Şekil 8). Borçka istasyonunun yağış etkinlik indisi 90,7'tir (nemli) ve B4 ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinliği indisi 768'dir (mezotermal) ve B'2 ile ifade edilmektedir. Kuraklık indisi 15,4 (su noksanı olmayan veya pek az olan) olup r ile ifade edilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 51,1'dir ve b'4' (denizel etkili) ile gösterilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırılması formülü B4B'2rb'4' olup; nemli, orta sıcaklıklardaki iklimler, su noksanı olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklimler sınıfında yer almaktadır.

Tablo 23: Borçka istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	4,7	6,3	9,1	12,7	17,1	21,3	22,6	23,7	20	15	9,5	5,9	13,9
Sıcaklık İndisi	0,9	1,4	2,5	4,1	6,4	9,0	9,8	10,6	8,2	5,3	2,6	1,3	62,0
Düzeltilmemiş P.E.	10,7	16,4	28,1	45,8	70,9	97,9	106,8	114,5	89,2	58,5	29,9	14,9	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	9,0	13,6	28,9	50,9	87,9	122,3	135,6	135,1	92,8	56,2	24,8	12,0	769,0
Aylık Toplam Yağış	168,9	103,8	116,2	43,5	68,7	59,3	58,3	82,8	158,1	211,9	179,7	167,2	1418,4
Birikmiş Suyun Değişimi	0,0	0,0	0,0	-7,4	-19,2	-63,0	-10,4	0,0	65,3	34,7	0,0	0,0	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	92,7	73,5	10,4	0,0	0,0	65,3	100,0	100,0	100,0	
Gerçek P.E.	9,0	13,6	28,9	50,9	87,9	122,3	68,7	82,8	92,8	56,2	24,8	12,0	649,9
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,8	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	119,1
Su Fazlası	160,0	90,2	87,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	121,1	154,9	155,2	768,5
Yüzeysel Akış	157,6	125,1	88,7	43,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,5	138,0	155,0	768,5
Nemlilik Oranı	17,9	6,6	3,0	-0,1	-0,2	-0,5	-0,6	-0,4	0,7	2,8	6,2	12,9	

Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda, eylül ayında aylık toplam yağışın PE'den fazla olması sebebiyle toprakta su birikmeye başlamıştır ve bu durum ocak ayına kadar devam etmiştir. Ocak ayından nisan ayına kadar olan dönemde su fazlası durum ortaya çıkmıştır. PE'nin aylık toplam yağıştan fazla olması sebebiyle nisan ayında topraktaki su kullanılmaya başlamış bu durum ağustos ayına kadar devam etmiştir. Ağustos ayında su noksanlığı ortaya çıkmıştır (Tablo 24, Şekil 8). Mersivan istasyonunun yağış etkinlik indisi 36,9'dir (nemli) ve B1 ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinlik indisi 559,1 (mikrotermal) olup C'2 ile ifade edilmektedir. Kuraklık indisi 8,89(su noksanı olmayan veyaz pek az olan) olup r ile gösterilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 53,52'dir (denizel etkili) ve b'3' ile gösterilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırılmasına göre formülü B1C'2rb'3' ile gösterlip; nemli, düşük sıcaklıklardaki iklimler, su noksanı olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklim sınıfında yer almaktadır.

Tablo 24: Mersivan Kayak Merkezi istasyonunun Thorntwaitw yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	-1,1	0,2	-2	8,1	10,3	13,8	15,5	18,1	13,1	8,7	5,7	1,9	7,69
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	2,1	3,0	4,7	5,6	7,0	4,3	2,3	1,2	0,2	30,4
Düzeltilmemiş P.E.	0,0	1,1	0,0	42,0	53,2	71,0	79,6	92,7	67,5	45,1	29,8	10,1	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	0,0	0,9	0,0	46,7	66,0	88,8	101,1	109,4	70,2	43,3	24,7	8,2	559,1
Aylık Toplam Yağış	63,5	54,7	139,5	43,3	48,9	63,6	51,4	55,0	72,4	71,1	29,8	52,2	745,4
Birikmiş Suyun Değişimi	20,8	0,0	0,0	-3,4	-17,1	-25,2	-49,7	-4,7	2,3	27,8	5,1	44,0	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	96,7	79,5	54,4	4,7	0,0	2,3	30,1	35,2	79,2	
Gerçek P.E.	0,0	0,9	0,0	46,7	66,0	88,8	101,1	59,7	70,2	43,3	24,7	8,2	509,4
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,7	0,0	0,0	0,0	0,0	49,7
Su Fazlası	42,7	53,8	139,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	236,0
Yüzeysel Akış	21,4	48,2	96,6	69,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	236,0
Nemlilik Oranı	0,0	59,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,3	-0,5	-0,5	0,0	0,6	0,2	5,4	

Çukur Yaylası istasyonunda aylık toplam yağış PE'den fazla olduğu için topraktas us birikmeye başlamış ve aralık ayına kadar devam etmiştir. Daha sonra aralık-mayıs ayı döneminde su fazlası durum ortaya çıkmıştır. Haziran ayında PE'nin aylık toplam yapıştan fazla olması sebebiyle topraktaki su kulanılmaya başlanmış olup ağustos ayına kadar bu durum devam etmiştir. Ardından ağustos ayında su noksanı durum ortaya çıkmıştır (Tablo 25, Şekil 8). Çukur Yaylası istasyonunda yağış etkinliği indisi 55,6 (nemli) olup B2 ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinliği indisi 487,3'tür (mikrotermal) ve C'2 ile gösterilmektedir. Kuraklık indisi 8,3 (su noksanı olmayan veya pek az olan) olup r ile gösterilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 59,6 (denizel etkili) olup b'2'ile ifade edilmektedir. Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre formülü B2C'2rb'2' olup; nemli, düşük sıcaklıklardaki iklimler, su noksanı olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklimler sınıfında yer almaktadır.

Tablo 25: Çukur Yaylası istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	-6,1	-4,1	-2,5	3,1	7,4	12,3	14,4	15,8	11,5	7,1	1,1	-2,9	4,6
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	0,5	1,8	3,9	5,0	5,7	3,5	1,7	0,1	0,0	22,2
Düzeltilmemiş P.E.	0,0	0,0	0,0	21,3	45,0	69,7	79,8	86,4	65,8	43,5	8,8	0,0	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	0,0	0,0	0,0	23,7	55,8	87,1	101,4	102,0	68,4	41,7	7,3	0,0	487,3
Aylık Toplam Yağış	66,4	54,9	58,4	38,0	74,3	77,9	35,7	36,4	68,7	76,9	54,2	100,3	742,1
Birikmiş Suyun Değişimi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,2	-65,7	-25,1	0,3	35,2	46,9	17,6	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,8	25,1	0,0	0,3	35,5	82,4	100,0	
Gerçek P.E.	0,0	0,0	0,0	23,7	55,8	87,1	101,4	61,5	68,4	41,7	7,3	0,0	446,9
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4
Su Fazlası	66,4	54,9	58,4	14,3	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,7	295,2
Yüzeysel Akış	74,6	60,7	56,7	36,4	16,4	9,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	295,2
Nemlilik Oranı	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	-0,1	-0,7	-0,6	0,0	0,8	6,5	0,0	

Yavuzköy istasyonunda eylül ayında aylık toplam yağışın PE'den fazla olması sebebiyle toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum kasım ayına kadar devam etmiş kasım ayından sonra toprakta su fazlası durum ortaya çıkmış su yüzeysel akışa geçmiştir. Su fazlası durum kasım ayından temmuz ayına kadar devam etmiştir. Temmuz ayında PE'nin aylık toplam yağıştan fazla olmasından dolayı topraktaki su kullanılmaya başlanmış ve eylül ayına kadar devam etmiştir (Tablo 26, Şekil 8). Yavuzköy istasyonunda yağış etkinlik indisi 79,8 (nemli) olup B3 sembolü ile gösterilmektedir. Sıcaklık etkinlik indisi 560,1'dir (mikrotermal) ve C'2 ile ifade edilmektedir. Kuraklık indisi 0 (su noksanı olmayan veya pek az olan) olup r ile ifade edilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 57,6'dır (denizel etkili) ve b'2' sembolü ile ifade edilir. Thorntwaite iklim sınıflandırmasına göre formülü B3C'2rb'2' şeklindedir ve nemli, düşük sıcaklıklardaki iklimler, su noksanı olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklimler sınıfına girmektedir.

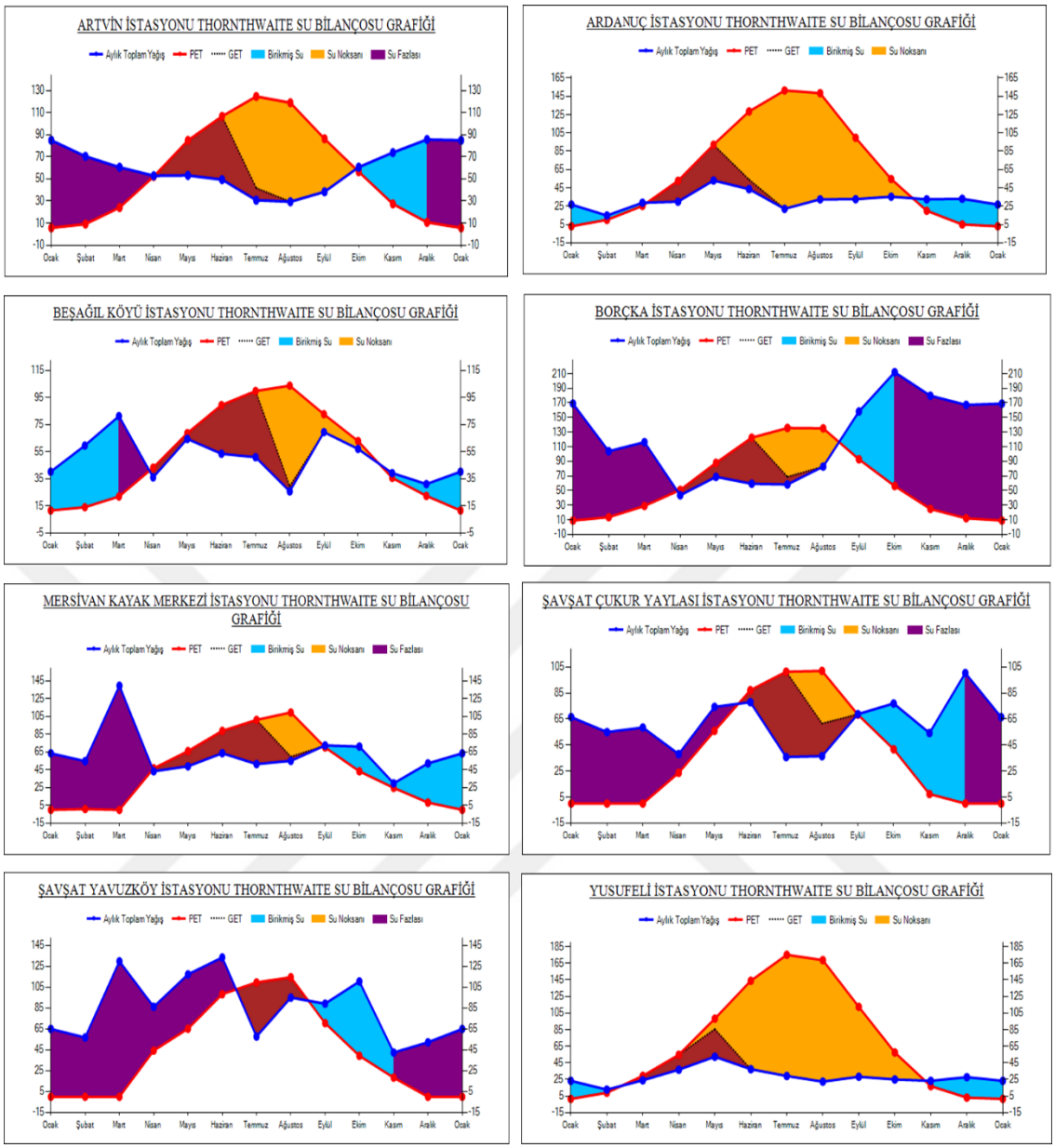
Tablo 26: Yavuzköy istasyonunun Thorntwaite iklim sınıflandırması yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	-2,6	-1	-2,2	7,9	10,4	15,5	17	19,1	13,4	8,1	4,4	-0,2	7,48
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	5,6	6,4	7,6	4,5	2,1	0,8	0,0	31,9
Düzeltilmemiş P.E.	0,0	0,0	0,0	39,9	52,6	78,6	86,3	97,0	67,9	40,9	22,1	0,0	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	0,0	0,0	0,0	44,3	65,2	98,3	109,6	114,5	70,6	39,3	18,4	0,0	560,1
Aylık Toplam Yağış	65,0	56,8	129,8	86,2	117,3	133,5	57,7	95,0	89,2	110,5	42,4	52,2	1035,6
Birikmiş Suyun Değişimi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-51,9	-19,5	18,6	71,3	10,2	0,0	
Birikmiş Su	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	48,1	28,6	18,6	89,8	100,0	100,0	
Gerçek P.E.	0,0	0,0	0,0	44,3	65,2	98,3	109,6	114,5	70,6	39,3	18,4	0,0	560,1
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Su Fazlası	65,0	56,8	129,8	41,9	52,1	35,2	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	52,2	446,9
Yüzeysel Akış	58,6	60,9	93,3	85,9	47,0	43,7	17,6	0,0	0,0	0,0	6,9	33,0	446,9
Nemlilik Oranı	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,4	-0,5	-0,2	0,3	1,8	1,3	0,0	

Yusufeli istasyonuna baktığımızda kasım ayında aylık toplam yağışın PE'den fazla olması sebebiyle toprakta su birikmeye başlamıştır ve bu durum şubat ayına kadar devam etmiştir. Şubat ayında topraktaki su kullanılmaya başlanmış ve haziran ayına kadar devam etmiştir. Haziran ayında PE'nin aylık toplam yağıştan fazla olmasından dolayı su noksanlığı yaşanmıştır ve kasım ayına kadar devam etmiştir (Tablo 27, Şekil 8). Yusufeli istasyonunda yağış etkinlik indisi -36,4 (yarı kurak) olup D ile ifade edilmektedir. Sıcaklık etkinlik indisi 870,2'dir (mezotermal) ve B'3 ile gösterilmektedir. Kuraklık indisi 0'dır (su fazlası olmayan veya pek az olan) ve d ile gösterilmektedir. PE'nin üç yaz ayına oranı 56,1 (denizel etkili) olup b'3' ile ifade edilir. Thorntwaite iklim sınıflandırılmasına göre DB'3db'3' şeklinde fomülle gösterilir, Buna göre yarıkurak, orta sıcaklıklardaki iklimler, su fazlası olmayan veya pek az olan, denizel etkili iklimler sınıfına girmektedir.

Tablo 27: Yusufeli istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Aylık Ortalama Sıcaklık	1,9	5,7	10,3	14,4	19,2	24,1	26,9	27,5	23,2	16,2	8,4	3	15,07
Sıcaklık İndisi	0,2	1,2	3,0	5,0	7,7	10,8	12,8	13,2	10,2	5,9	2,2	0,5	72,7
Düzeltilmemiş P.E.	1,8	10,7	28,4	49,3	79,2	115,1	137,9	143,0	108,1	59,9	20,3	3,7	
P.E. Düzeltme Katsayısı	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	0,8	0,8	
Düzeltilmiş P.E.	1,5	8,9	29,3	54,7	98,2	143,9	175,2	168,8	112,4	57,5	16,9	3,0	870,2
Aylık Toplam Yağış	23,3	12,7	23,9	36,7	52,3	37,3	29,1	22,3	28,2	24,9	23,3	27,7	341,7
Birikmiş Suyun Değişimi	21,8	3,8	-5,4	-18,0	-33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	24,7	
Birikmiş Su	52,9	56,7	51,4	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	31,1	
Gerçek P.E.	1,5	8,9	29,3	54,7	85,6	37,3	29,1	22,3	28,2	24,9	16,9	3,0	341,7
Su Noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	106,6	146,1	146,5	84,2	32,6	0,0	0,0	528,5
Su Fazlası	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yüzeysel Akış	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nemlilik Oranı	14,7	0,4	-0,2	-0,3	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9	-0,8	-0,6	0,4	8,2	



Şekil 8: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların Thorntwaite yöntemine göre su bilançosu.

1.2. Jeolojik Yapı

Karçal Dağları'nın güneyine ait jeoloji haritası MTA'dan alınan jeoloji verilerinden üretilip, yapılan literatür çalışmaları ve arazi gözlemlerinden faydalanılarak yorumlanmıştır. Çalışma sahasında Paleozoik, Mesozoik (Jura, Kretase) ve Senozoik (Paleosen, Eosen, Kuvaterner) yaşlı araziler bulunmaktadır. Tez sahasında

Paleozoik yaşlı araziler çalışma alanının güneybatısında dar bir alanda granitoyidlerle temsil edilmektedir (Harita 9).

Jura yaşlı kırıntılılar Yağlı Köyü'nün batısında ve kuzeyinde dalgalı şeritler halinde yer alır (Harita 9).

Kretase'nin kırıntılıları ve karbonatları çalışma sahasında Avcı Kisesi Tepesi ve Varlık Köyü arasında, Bakırköy'ün kuzeydoğusunda bulunur. Kretase yaşlı flişler ise çalışma sahasının kuzeybatısında Kaynarca Köyü'nün kuzeydoğusunda yer almaktadır. Çalışma sahasını batıdan sınırlayan Kurt Dağı dasit, riyolit ve riyodasit kökenlidir. Karçal Dağları'nın güneyinde bulunan Pırnallı ve Alabalık köylerinin bulunduğu alan granitoyid temellidir. Volkanitler ve sedimenter kayalar çalışma alanının en büyük bölümünü oluşturur. Bu alan içerisinde bazaltik, andezitik lav ve piroklastikler, çamurtaşı, kumtaşı ve tüfler yer alır (Harita 9, Fotoğraf 9-10-11).



Fotoğraf 9: Çalışma sahasında yer alan Bakırköy Köyü'nün batısında dasit ve riyolitler.



Fotoğraf 10: Artvin-Borçka arası Bakırköy kuzeyinde Kretase yaşlı şeyl, kumtaşı, kil taşı ve marnlar.



Fotoğraf 11: Çalışma sahasının kuzeyinde Kretase yaşlı flişler.

Çalışma sahasının kuzeyinde bulunan Kuyruklu Gölü'nün tabanının Eosen yaşlı andezit kayaçlar oluşturmaktadır. Avcı Kilisesi Tepesi ile Sümbüllü Köyü'nün bulunduğu alan ayrışmamış volkanitlerden oluşmaktadır. Aynı zamanda Eosen yaşlı volkanitler (Fotoğraf 12) ve sedimenter kayalar (Fotoğraf 13) ise çalışma alanının kuzeyinde Ziyaret Tepe civarında bulunmakla birlikte Naciderav Gölü'nün tabanını oluşturmaktadır (Harita 9).



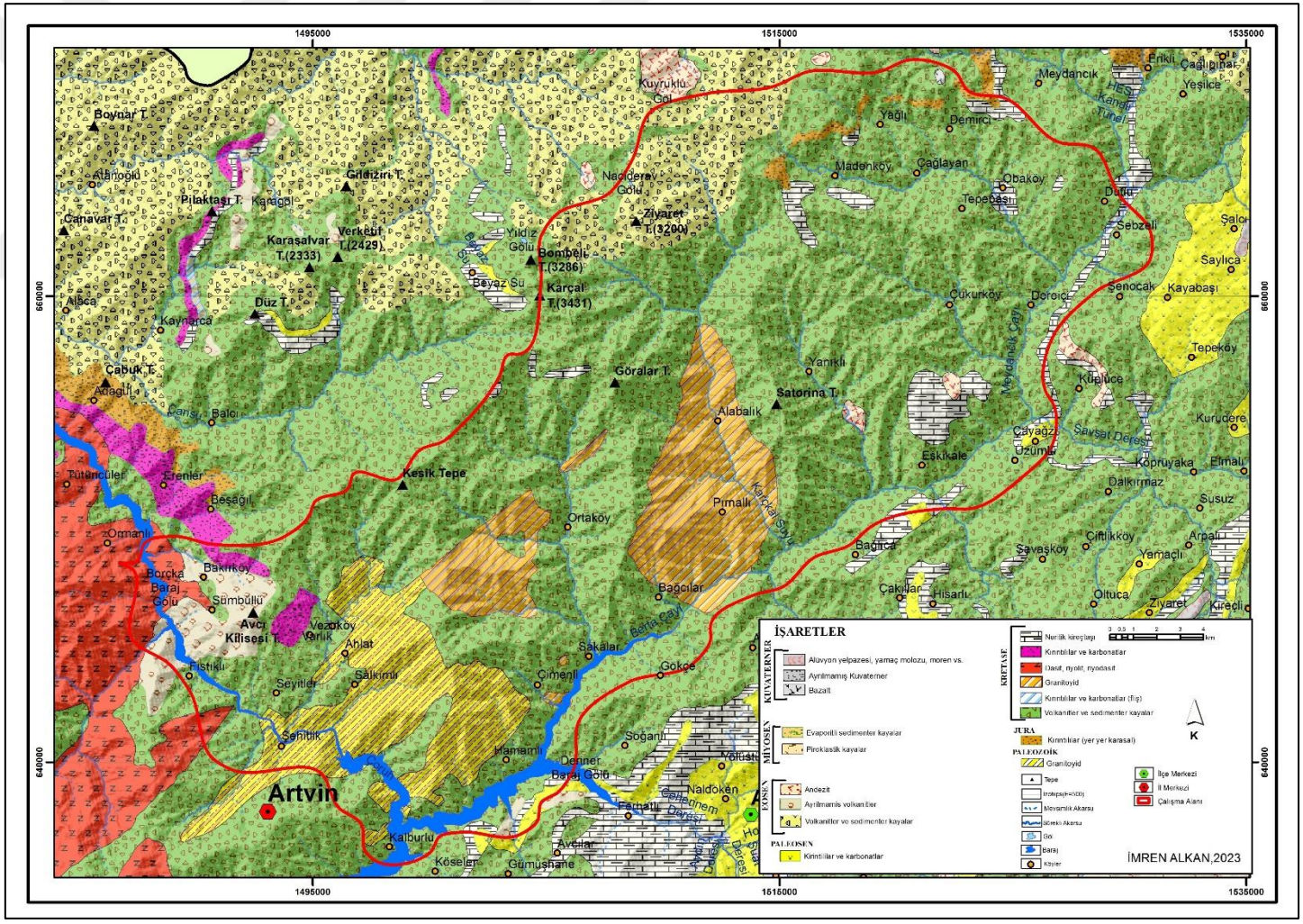
Fotoğraf 12: Çalışma sahasında Eosen yaşlı volkanitler ve bazalt sütun oluşumları ve üzerinde ladinler.



Fotoğraf 13: Çalışma sahasının kuzeyinde yayılış gösteren Eosen yaşlı volkano sedimenter kayaçlar.

> Eosen yaşlı formasyonları takiben bölgedeki en genç oluşumlar Kuvaterner yaşlı morenlerdir. Morenler buzul vadilerinin tabanlarında yer almakta ve genel olarak Çukunet yaylası batısı, Ziyaret Tepe kuzeyi, Yıldız Gölü civarı, Karagöl'ün batısında görülmektedir. Kaya buzulları Eosen yaşlı volkanitlerden oluşmuşlardır. Volkanitler zirve bölümlerini oluşturmakla beraber çok geniş alan kaplamaktadır (Dede vd., 2015, s.64-65).

Kuvaterner'e ait seri alüvyon yelpazesi, yamaç molozu ve moren gibi unsurlardan oluşur; Borçka İlçe Merkezi'nin yer aldığı alandaki akarsu yatağının temelinde ayrışmamış kuvaterner çökelleri bulunmaktadır. Meydancık Köyü'nün batısı, Demirci Köyü'nün kuzeyi ile Meydancık Çayı'nın güneyinde küçük bir alanda bazalt türü kayaçlar yer alır (Harita 9).



Harita 9: Çalışma sahasının jeoloji haritası.

1.3. Jeomorfolojik Birimler

Çalışma sahasında bulunan jeomorfolojik birimler, dağlık alanlar, dağ içlerinde küçük plato alanları ile yamaç ve vadilerdir.

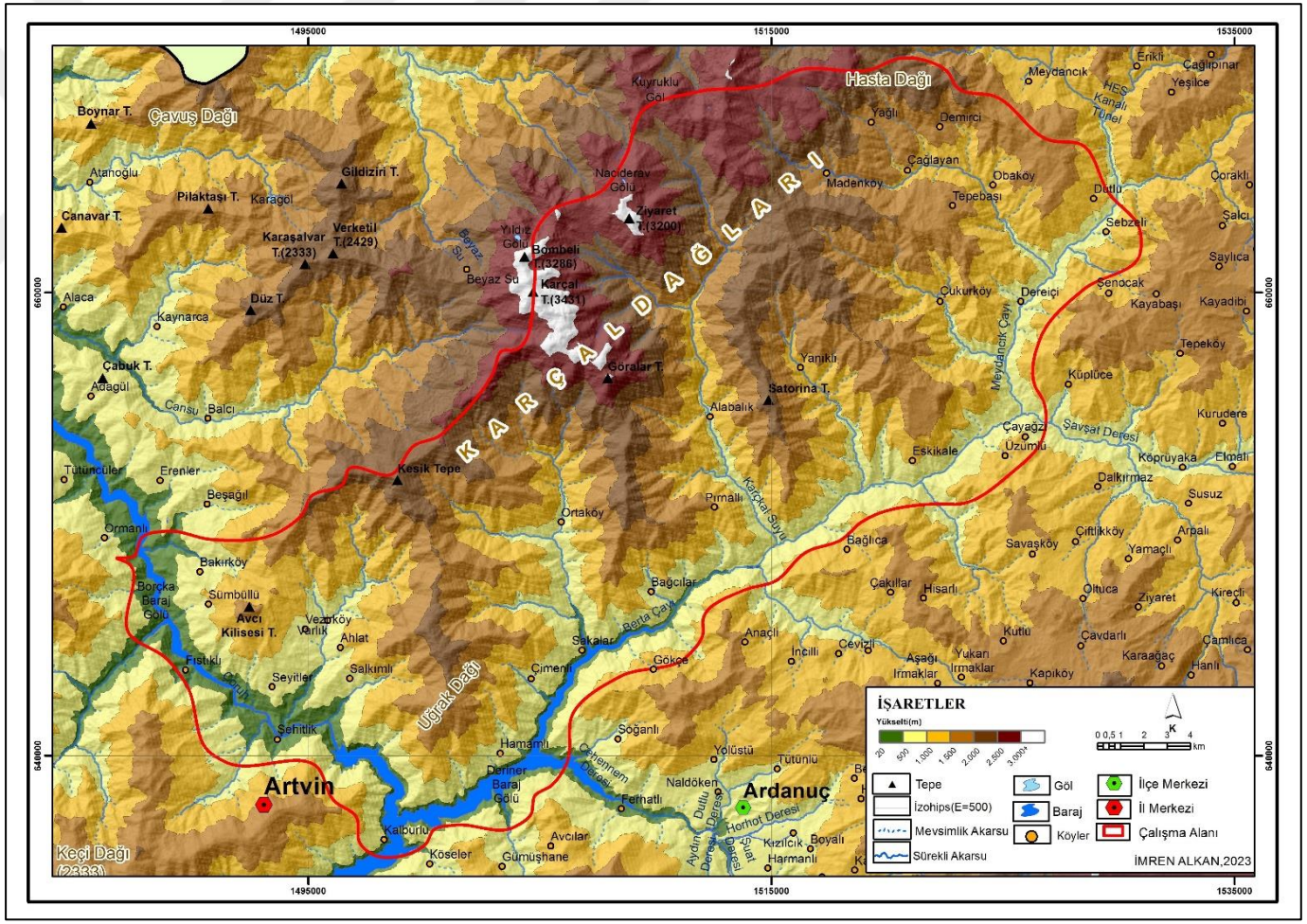
Karçal Dağları Borçka ve Şavşat ilçeleri arasında doğal bir sınır oluşturur. Kuzeydoğu güneybatı doğrultusunda uzanan bu dağları batıda Çoruh Vadisi doğuda Berta Vadisi sınırlandırmakta, kuzeyde Gürcistan sınırını takiben son bulmaktadır. Çalışma alanını oluşturan Karçal Dağları'nın güneyinde yer alan belli başlı tepeler; Karçal Tepe(3431 m), Bombeli Tepe(3286 m), Ziyaret Tepe(3200), Göralar Tepe, Kesik Tepe, Satorina Tepe, Avcı Kilisesi Tepesi'dir (Harita 10, Harita 12).

> Anadolu'nun, kuzeydoğu ucunda, Çoruh Nehri ve kolları tarafından derince yarılmış vadilerin çevrelediği Karçal Dağı, tek ve yüksek bir kütle özelliği taşır. Batıdaki Kaçkar ve diğer zirvelerde granit, siyenit gibi iç püskürük kayaçlar hâkim durumda iken, Karçal Dağı'nda bazalt, andezit gibi volkanitler yaygındır. Karadeniz'e yaklaşık 40 km uzaklıkta bulunan ve zirveleri 3500 m'ye yaklaşan Karçal Dağı, bu alanı etkileyen hava kütlelerinin geliş yönü ile sıcaklık-yağış koşullarına bağlı olarak, Pleistosen'de buzullaşmaya uğramıştır (Gürgen. ve Yeşilyurt, 2012 s. 94).

Çalışma sahası jeolomorfolojik açıdan değerlendirildiğinde; oldukça eğimli dağlık alanlar ve oldukça eğimli yamaçlar tepeler ile bu tepeleri ayıran dar ve derin; V profilli çentik vadiler ile U profilli vadiler (Fotoğraf 14) görülmektedir. Çalışma alanında yer alan en büyük vadi Çoruh Nehri'nin bulunduğu vadidir. Çalışma alanının güneybatısında Taşlıca Köyü civarında Hatila Deresi'nin oluşturduğu Hatila Vadisi, çalışma alanının batısında Murgul Deresi'nin oluşturduğu Murgul Vadisi, çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan Göknar Deresi'nin oluşturduğu Papart Vadisi, Meydancık Deresi'nin oluşturduğu İmerhev Vadisi belli başlı çentik vadilerdendir (Harita 10, Harita 12).

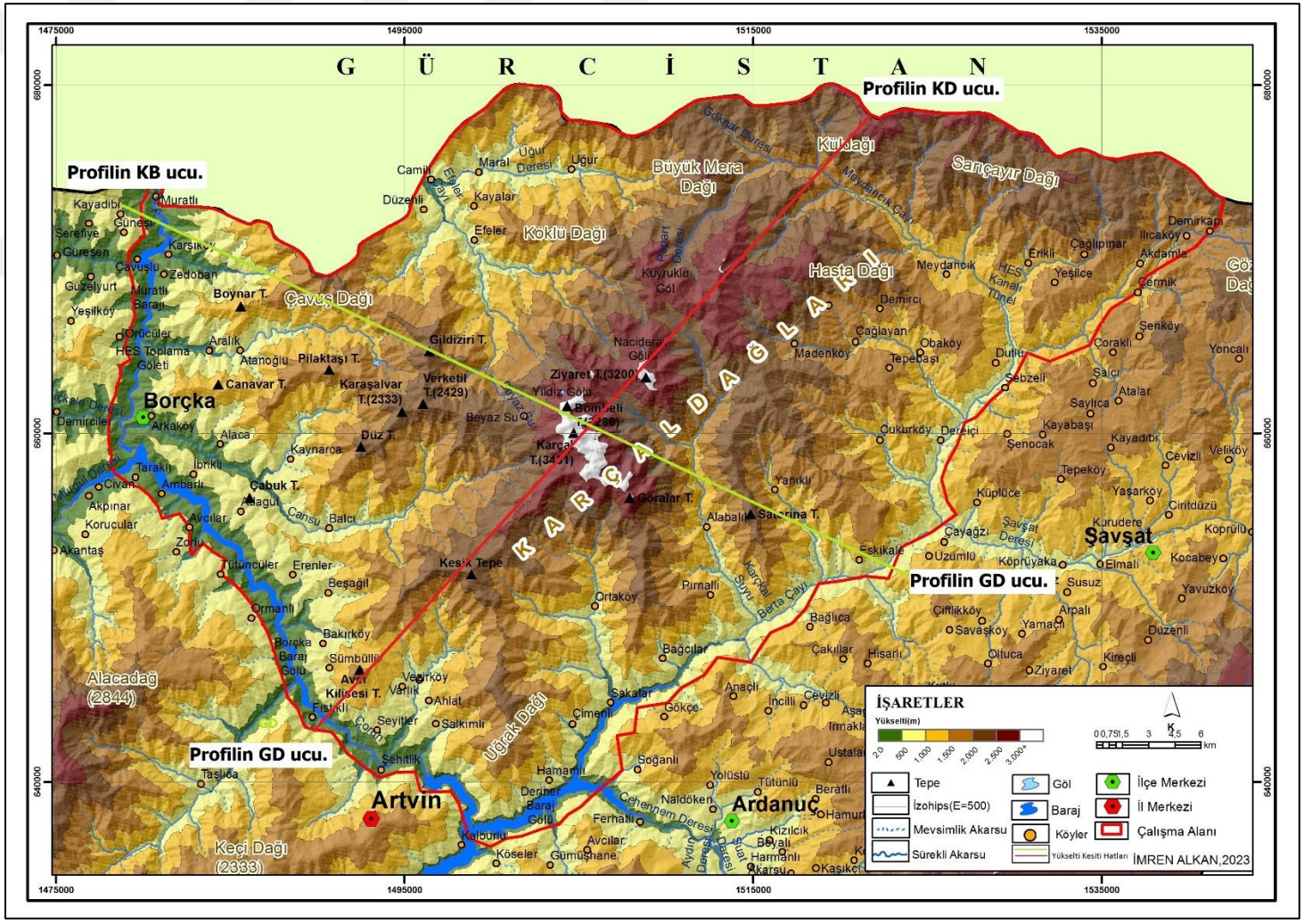


Fotoğraf 14: Karçal Dağları'nda Gorgit Yaylası civarında U profilli buzul vadi ve moren depoları.

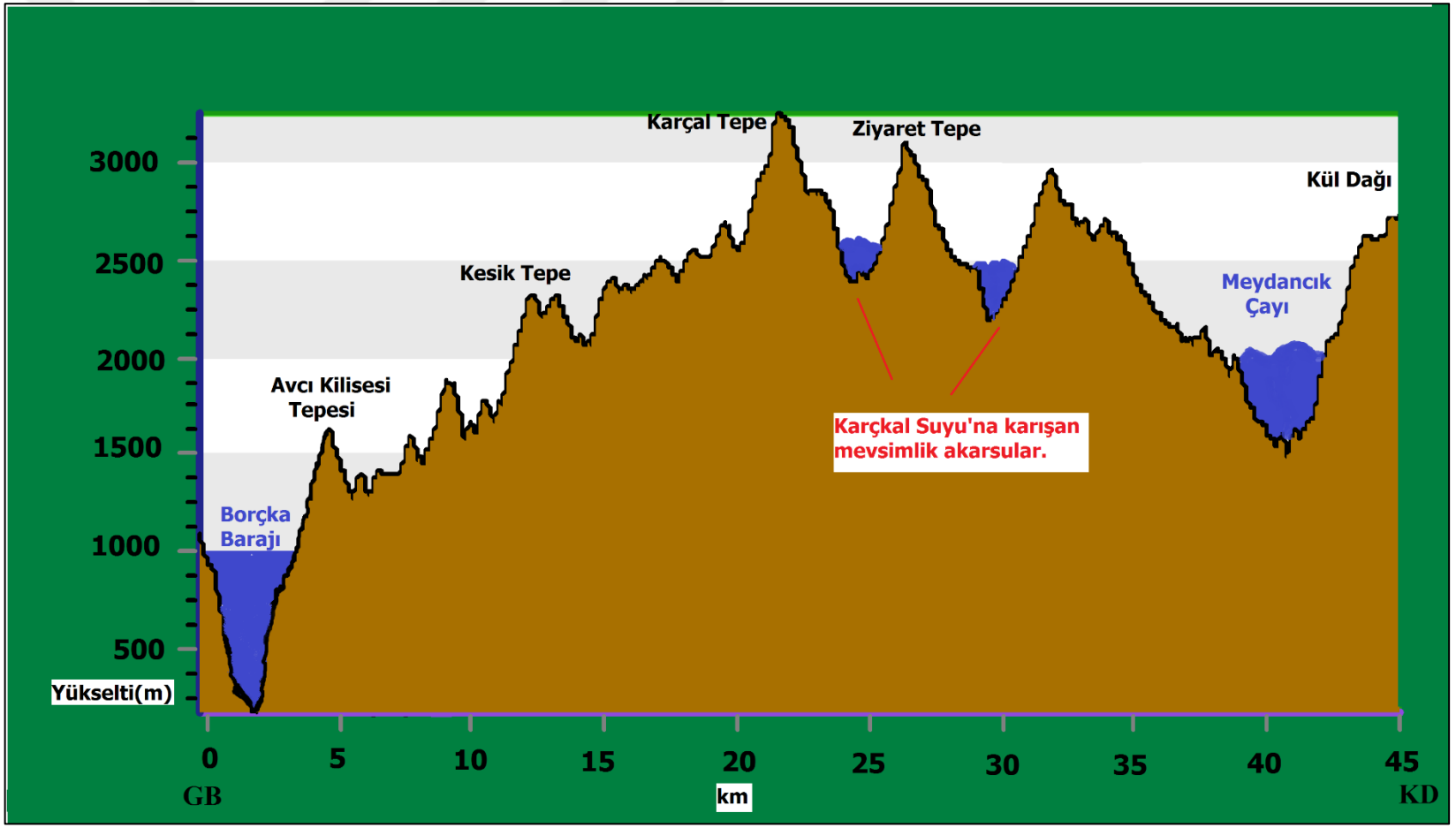


Harita 10: Çalışma sahasının yükselti haritası.

Karçal Dağları'nın GB-KD yönlü yükselti profili incelendiğinde en yüksek noktanın Karçal Tepesi, en alçak yerin ise Borçka Barajı olduğu görülmektedir. Yükselti kuzeydoğu yönünde kademeli bir şekilde artmış olup, mevsimlik ve devamlı akarsular arazinin şekillenmesinde etkili olmuştur. Çoruh Havzası'na dökülen akarsular sarp kütleleri derine aşındırarak dar ve derin vadiler oluşturmuştur (Harita 11, Şekil 9). Bu vadiler sahayı şekillendirdiği gibi bazı ağaç türlerinin de yüksek kesimlerde yaşamasına olanak sağlamıştır (Örneğin Papart Vadisi'nde doğu kayınının 2000 metrenin üzerine çıkması) (Harita 10, Harita 17).

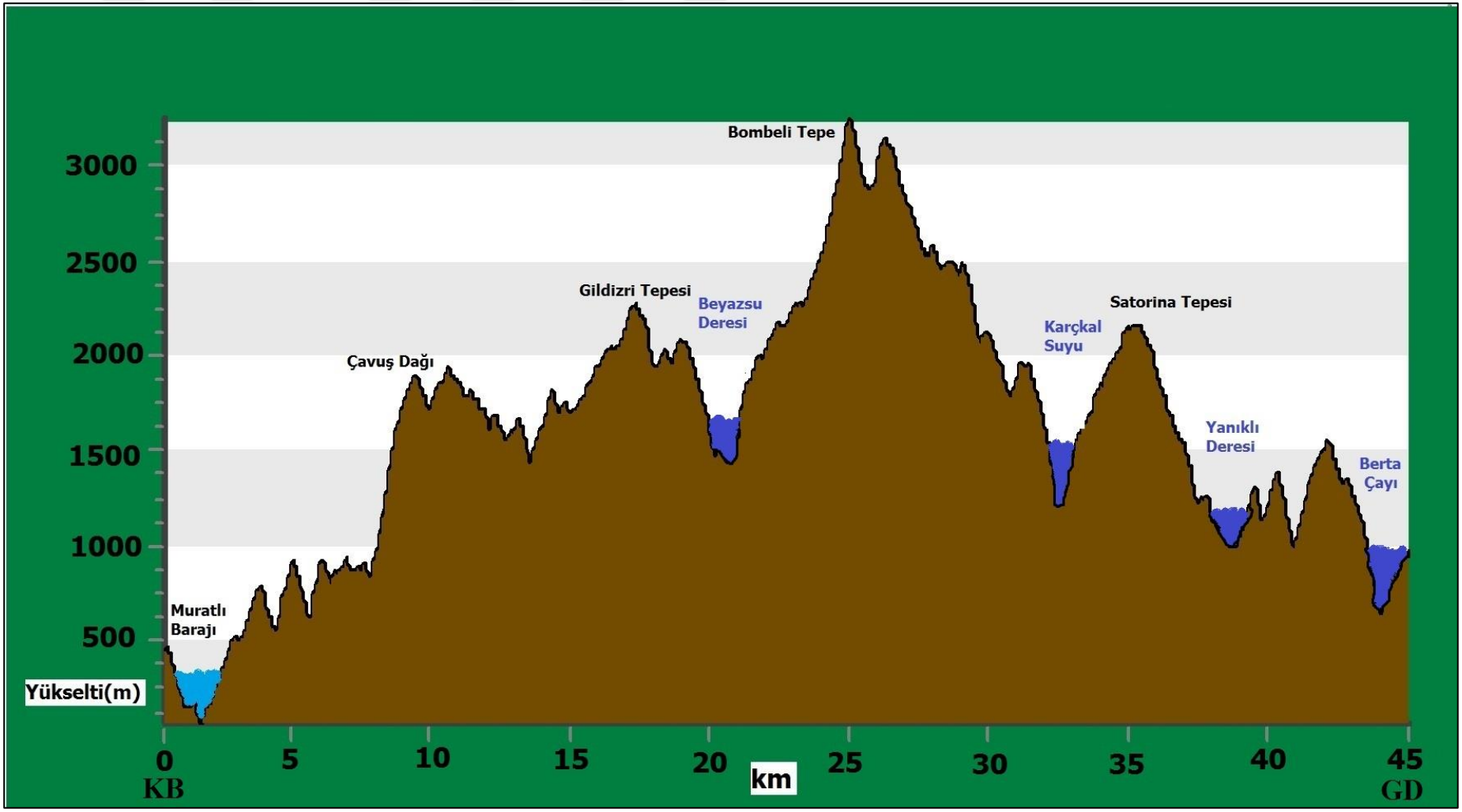


Harita 11: Karçal Dağları'na ait profil çıkarılan hatlar harita üzerinde gösterilmiştir.

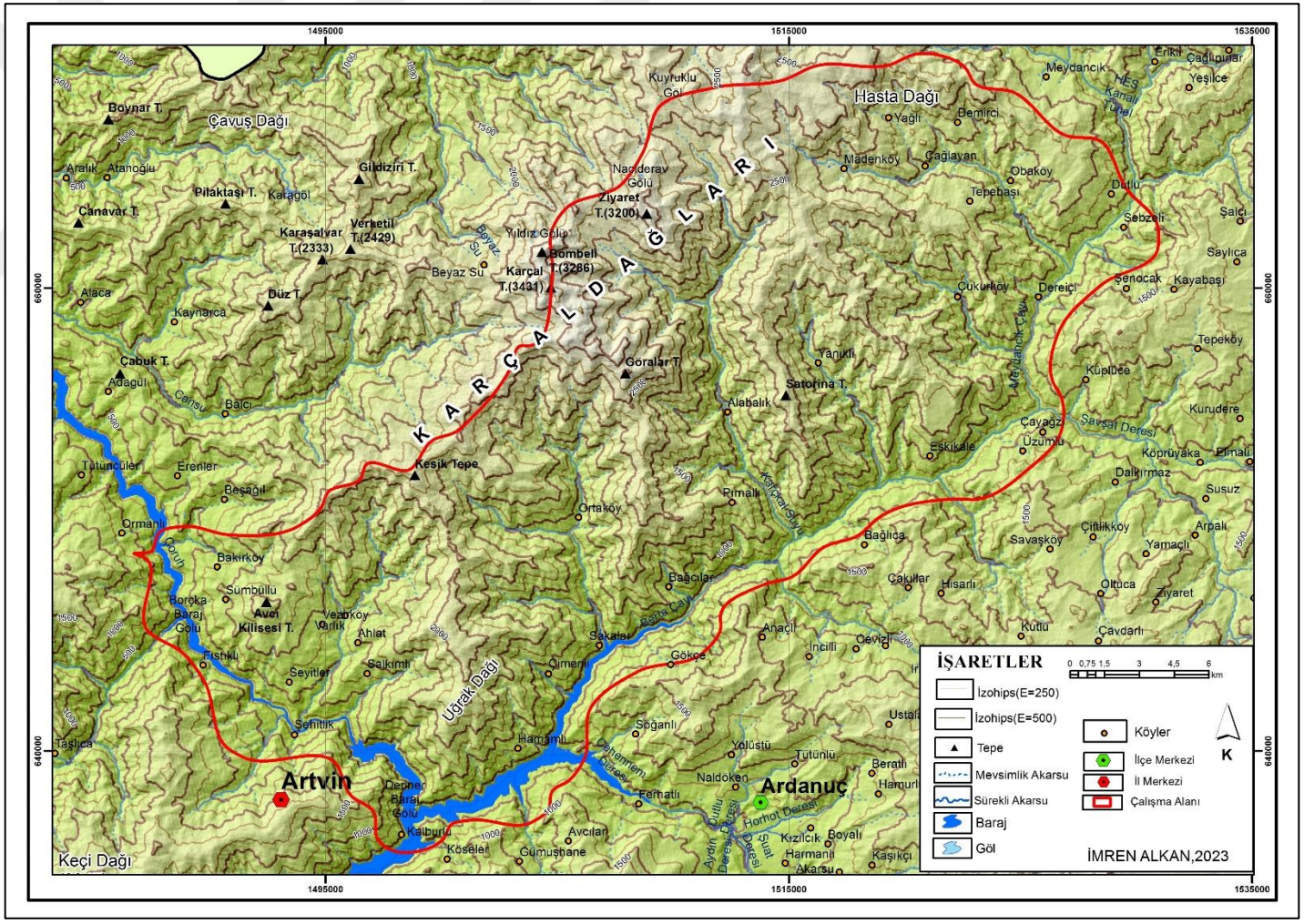


Şekil 9: Karçal Dağları'nın GB-KD yönündeki yükselti kesiti.

Karçal Dağları'nın KB-GD yönündeki yükselti kesitine bakıldığında ise en yüksek nokta Bombeli Tepe, en alçak alan ise Çoruh Nehri üzerinde kurulan Muratlı Barajı'dır. Eğim güneydoğu yönünde belirgin bir şekilde artmıştır (Harita 11, Şekil 10).



Şekil 10: Karçal Dağları'nın KB-GD yönlü yükselti kesiti.

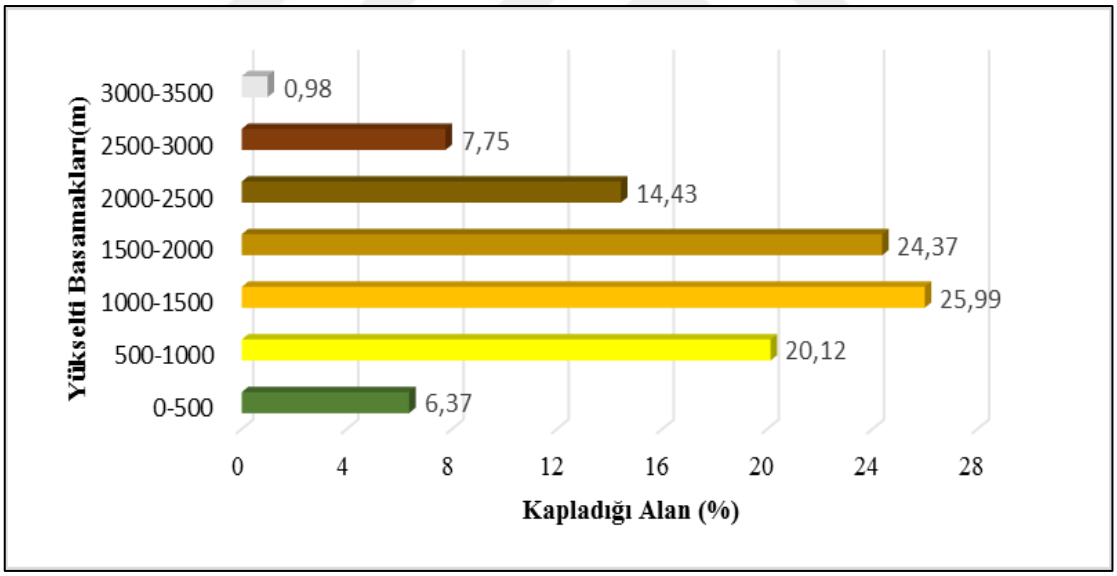


Harita 12: Çalışma sahasının topografya haritası.

Çalışma sahasının %73'ü 1000 metrenin üzerinde yükseltiye sahiptir. Sahada en geniş yükselti dağılışına sahip yükselti grubu %25,99 ile 1000-1500 metre arasıdır. Sahada en az yer kaplayan yükselti grubuna baktığımızda ise 3000 metrenin üzerindeki alanlar (%6,9) olduğu görülmektedir (Tablo 28, Grafik 11).

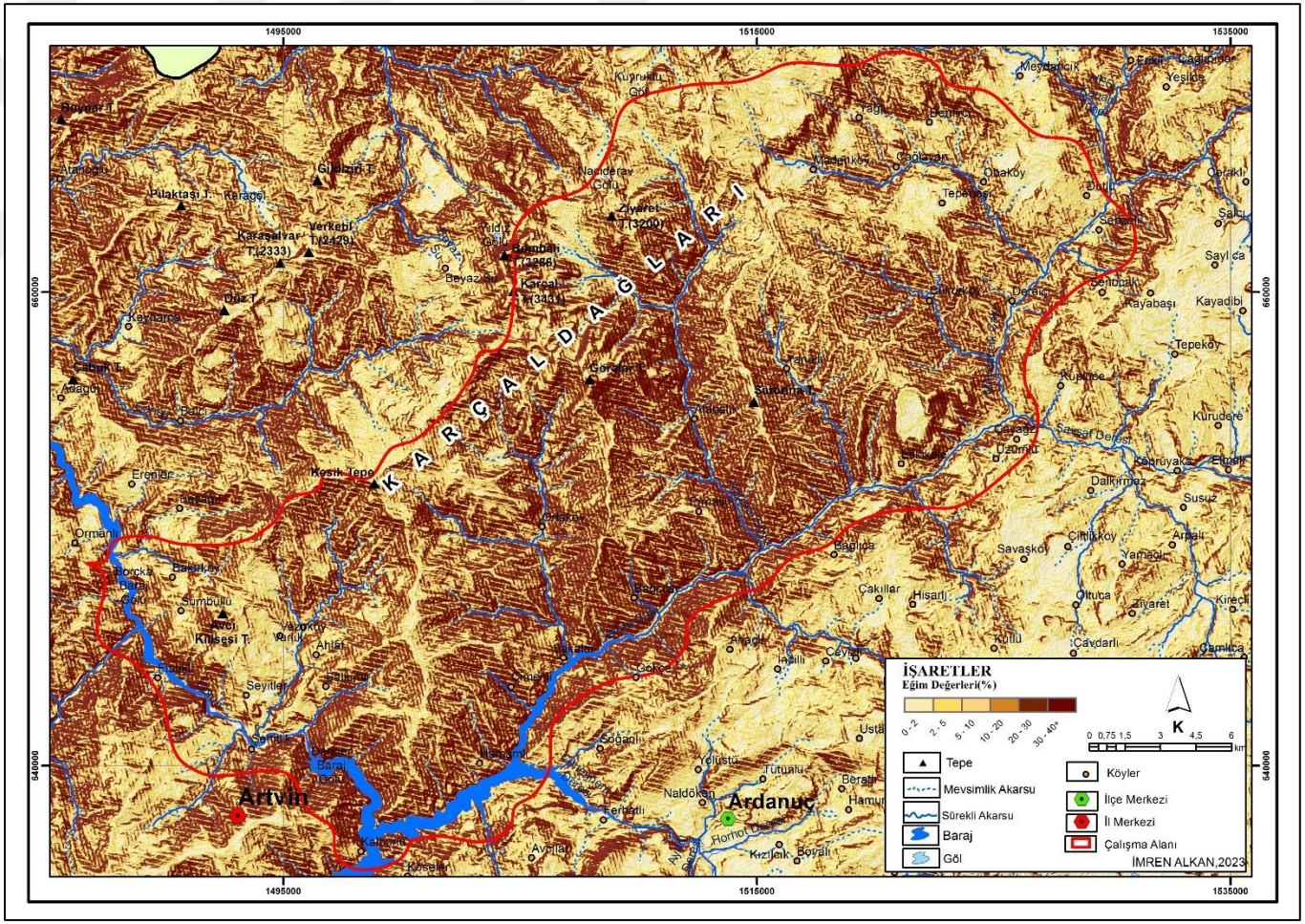
Tablo 28: Çalışma alanında yükselti basamaklarının dağılışı.

Yükselti Basamağı(m)	Kapladığı Alan(km2)	Kapladığı Alan(%)
0-500	44,9	6,36
500-1000	141,8	20,12
1000-1500	183,2	25,99
1500-2000	171,8	24,37
2000-2500	101,7	14,43
2500-3000	54,6	7,75
3000+	6,9	0,98
Toplam	**704,9**	**100**



Grafik 11: Çalışma sahasında yükselti basamaklarının oransal dağılımı.

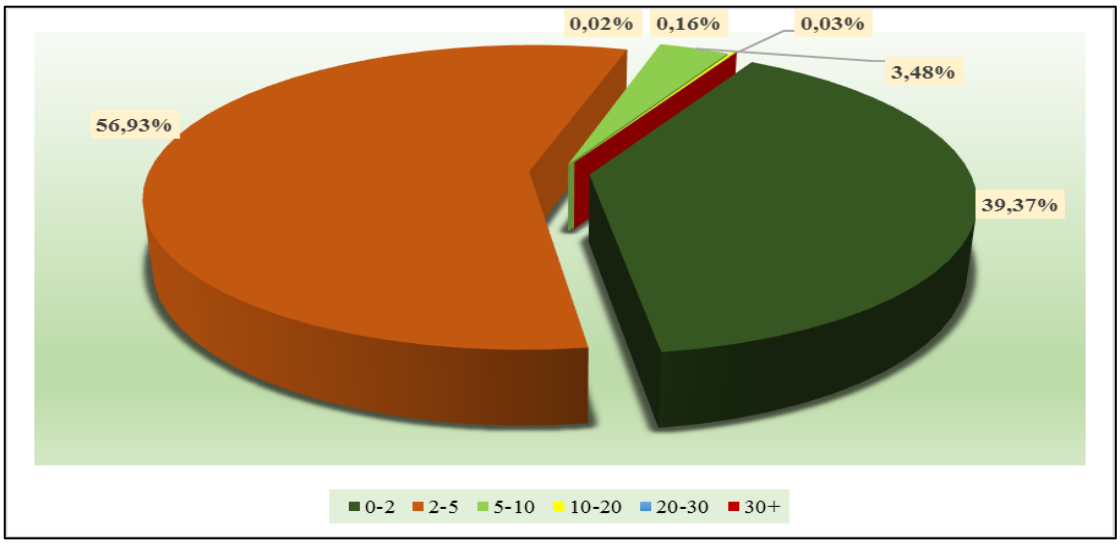
Karçal Dağları'nın güneyini eğim yönünden incelediğimizde çalışma sahasının güneyi, kuzeybatısı ve kuzeyinde eğimin artığı görülmektedir (Harita 13). Sahada en geniş dağılışa sahip eğim grubu %56,93 ile 2-5 derece arasındaki eğim grubudur (Tablo 29, Grafik 12).



Harita 13: Çalışma sahasının eğim haritası.

Tablo 29: Çalışma alanındaki eğim gruplarının alansal dağılımı.

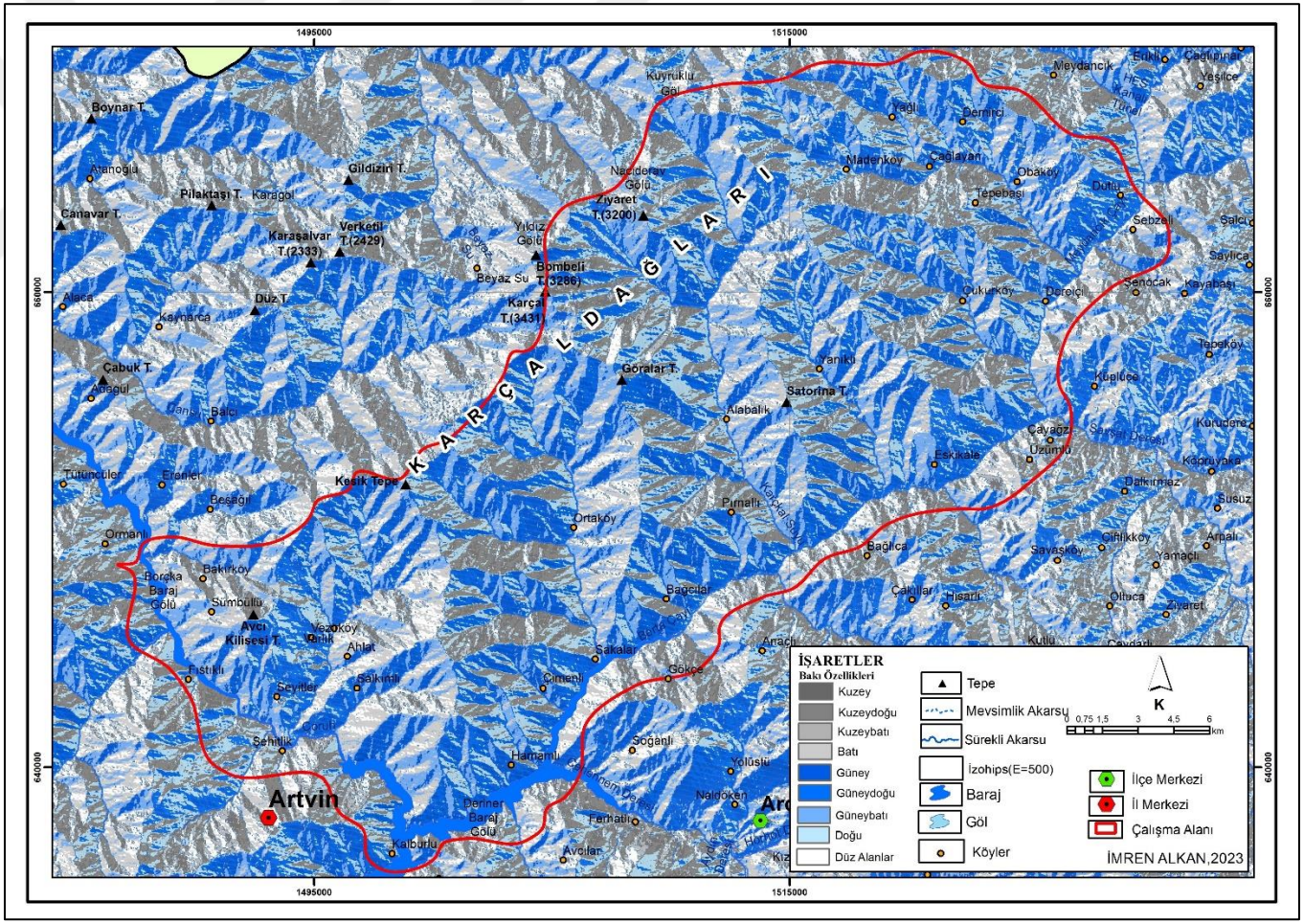
Eğim	Kapladığı Alan(km2)	Kapladığı Alan(%)
0-2	277,57	39,36
2-5	401,36	56,93
5-10	24,55	3,48
10-20	1,11	0,16
20-30	0,14	0,02
30+	0,24	0,03
Toplam	704,97	100



Grafik 12: Çalışma sahasında eğim değerlerinin oransal dağılımı.

Çalışma sahasının bakı özellikleri değerlendirildiğinde, %35,53'ünü kuzeyli bakılar oluştururken , % 64,46'sını ise güneyli bakılar oluşmaktadır

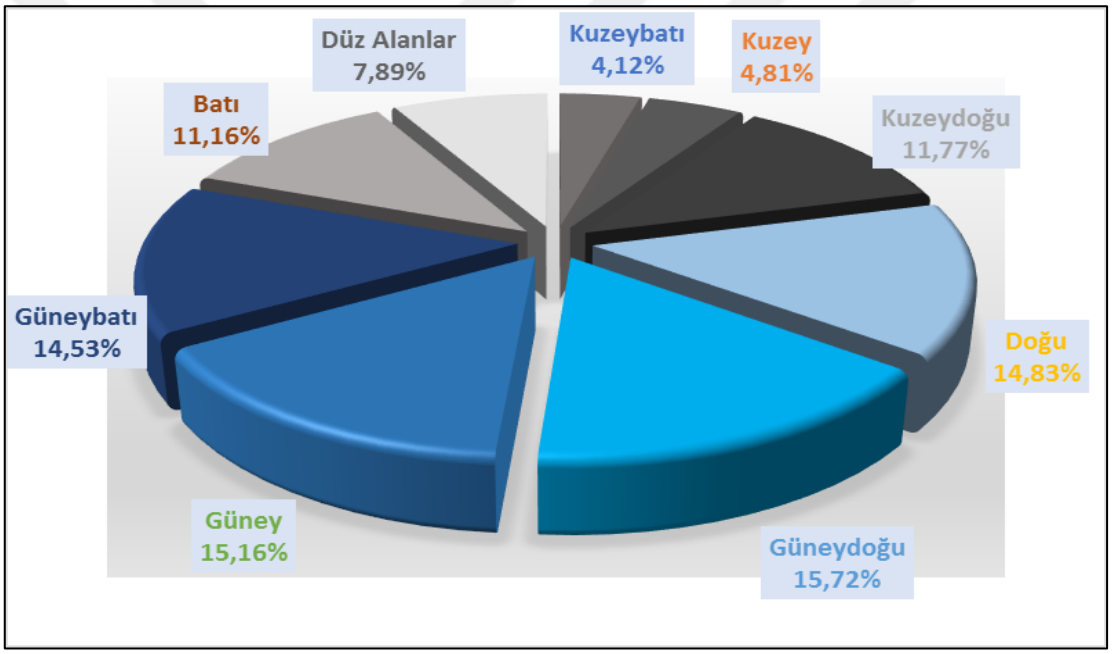
(Harita 14, Tablo 30, Grafik 13).



Harita 14: Çalışma sahasının bakı haritası.

Tablo 30: Çalışma sahasında bakı gruplarının dağılımı.

Bakı	Kapladığı Alan(km2)	Kapladığı Alan(%)
Kuzeybatı	29,03	4,12
Kuzey	33,93	4,81
Kuzeydoğu	82,98	11,77
Doğu	104,54	14,83
Güneydoğu	110,72	15,72
Güney	106,85	15,16
Güneybatı	102,39	14,54
Batı	78,63	11,16
Düz Alanlar	55,64	7,89
Toplam	704,77	100



Grafik 13: Çalışma sahasında bakı gruplarının oransal dağılımı.

1.4. Hidrografik Unsurlar

Çalışma alanı ve çevresinde yer alan akarsular; Çoruh Nehri ve onun yan kolları olan Berta Çayı, Cansu Deresi, Karçkal Suyu, Efeler Çayı, Uğur Deresi, Papart Deresi, Göknar Deresi, Meydancık Çayı'dır (Harita 15).

Hidrografik unsurlardan bir diğeri olan göllere incelendiğinde Aralık Yaylası civarında bulunan Karagöl ve Karçal Dağları zirvesi civarında bulunan Yıldız Gölü,

Naciderav Gölü ve Kuyruklu Gölü çalışma alanında bulunan önemli doğal oluşumlu göllerdendir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde Muratlı Köyü civarında Muratlı Barajı ile Borçka ilçe merkezi civarında bulunan Borçka Barajı, Artvin il merkezinde Deriner Barajı üç adet baraj gölü bulunmaktadır (Harita 15).

Camili Biyosfer Alanı içerisinde Maral Şelalesi, Bardnala Şelalesi bulunur.

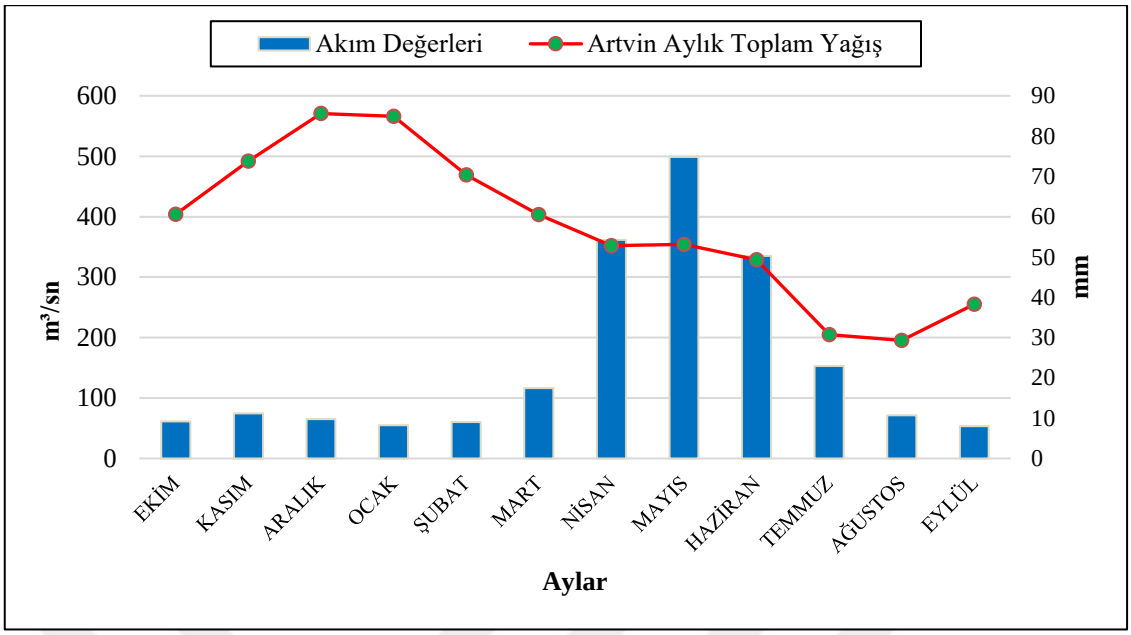
Çalışma alanı ve yakın çevresinde yöre halkı tarafından çermik olarak adlandırılan kaplıcalar; Otingo Kaplıcası, Ilıca Çermiği(Mikeletin Çermiği), Nağsitin Çermiği, Uyuz Çermiği'dir.

1.4.1. Akarsu Ağı ve Akım Özellikleri

Çoruh Nehri: Çalışma alanının batısında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanır. Sahanın şekillenmesinde Çoruh Nehri ve yan kollarının etkisi oldukça fazladır (Harita 15, Fotoğraf 15- 16-17-18-19).

> Türkiye'nin kuzeydoğusunda güneybatı-kuzeydoğu istikametinde uzanan Çoruh Nehri, 390 km'lik uzunluğu ile Erzurum Dağlarından doğup, Kaçkarlar'ı aşarak Doğu Karadeniz'den Gürcistan'a ulaşmakta, oradan da 20 km, akıp Karadeniz'e dökülmektedir (Küçükbaşol,2015, s.134).

Çoruh Nehri üzerinde bulunan Şehitlik akım gözlem istasyonu incelendiğinde yağış alanı toplam 1854,8 km^{2}dir. İstasyonun yıllık ortalama akım miktarı 1904,5 m^3/sn olup en yüksek akıma mayıs (498,9 m^3/sn) ayında ulaşmaktadır. Akım gözlem istasyonu ile karşılaştırmak için seçilen en yakın istasyon olan Artvin istasyonunun aylık toplam yağış değerlerinin değişimi incelendiğinde, kış aylarında yağış artarken ilkbahar ve yaz aylarında azalmaktadır. Yani akım değerleri ile bir paralellik bulunmamaktadır. Bu durumda ilkbahar aylarında debisi yükselen akarsuyun kar erimeleri ile beslendiği yönünde yorumlanabilmektedir. Aynı zamanda yaz aylarında da yağışlar ile akım değerlerinde de düşüş olmuştur (Grafik 14). Akarsu debisinin kar ermeleri ve yağışla artıp azalmasından dolayı düzensiz rejimli akarsu olarak değerlendirilebilir.



Grafik 14: Çoruh Nehri/Şehitlik akım değerleri ve Artvin Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış miktarı.



Fotoğraf 15: Çoruh Nehri'nin Hatila Vadisi'nden görüntüsü, Keçi Dağı'nın etekleri(solda), Karçal Dağları'nın etekleri(sağda).



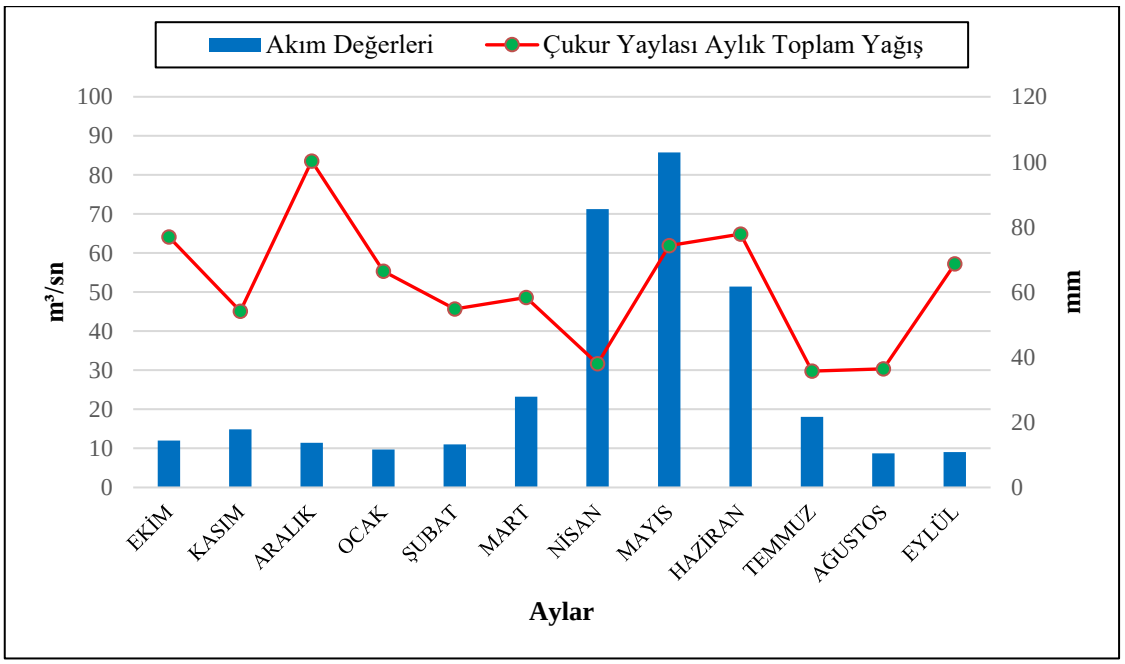
Fotoğraf 16: Çoruh Nehri'nin Borçka İlçe Merkezi'nden görünüşü, İlçe Merkezi'nin girişinde Borçka Barajı gövdesi (Url 3).

Berta Çayı: Kaynağını Karçal Dağları'ndan alan Berta Çayı Meydancık Köyü'nün doğusundan Meydancık Deresi'ni, Pırnallı Köyü'nün doğusundan Karçkal Suyu'nu, Küplüce civarında Şavşat Deresi'ni alarak Deriner Barajına karışmaktadır (Harita 15).

> Güverda bağlarının bulunduğu Berta çayı vadisi, doğu yönünden Yalnızçam sıradağları (Çadır Dağı 3054 m) ile batıdan Karçal Dağlarının (3415 m) çevrelediği yüksek dağ sıraları arasında alçak bir sahaya tekabül eder. Berta Vadisi, Meydancık Çayı ile Şavşat Çayı'nın birleştiği yerden (Okçular) güneybatıda Ferhatlı Çayı'nın Berta Çayı'na kavuştuğu kesime kadar 30 km boyunca uzanır, Enine profili çoğu yerde "V" şeklinde olup uzunluğu (500-700 m) fazla değildir(Albayrak ve Yılmaz, 2021, s.303).

Çalışma alanında Çoruh Havzası'nın ana kollarından olan Berta Çayı'nın Berta civarında bulunan akım gözlem istasyonu toplam 1680 km^2'lik yağış alanına sahiptir. Yıllık ortalama akım miktarı 326,5 m^3/sn olmakla birlikte akarsuyun akımının yüksek olduğu aylar nisan, mayıs ve haziran aylarıdır. Akarsu akımının en yüksek seviyeye ulaştığı ay ise mayıs(85,7 m^3/sn) ayıdır. Akım gözlem istasyonuna yakın seçilen Çukur Yaylası istasyonu aylık toplam yağış değerlerine baktığımızda ise aralık ayında en yüksek değerlere ulaşan yağışın ocak ve şubat aylarında düşüş yaşandığı görülmektedir. Bu dönemlerde akarsu akımı düşüktür.

akat mart ve mayıs aylarında az da olsa yağışta bir artış görülmekle birlikte aynı zamanda akım değerlerinde de artış yaşanmaktadır (Grafik 15). Sonuç olarak Berta Çayı'nın gerek kar erimeleri gerekse ilkbahar yağışlarıyla beslendiği şeklinde yorumlayabilmektedir. Son olarak Berta ayı yılın sadece üç ayı yüksek akım göstermesi sebebiyle düzensiz rejimli akarsu olarak değerlendirilebilmektedir.



Grafik 15: Berta Çayı/Berta akım değerleri ve Çukur Yaylası Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış miktarı.

Cansu Deresi: Çalışma alanının batısında Karçal Dağları'nın kuzey yamaçlarından doğarak Kesik Tepe ve Düz Tepe arasından akarak kuzeybatı yönünden Arkaköy yakınlarından Çoruh Nehri'ne karışır (Harita 15).

Karçkal Suyu: Karçal Dağları'nın güney yamaçlarından doğan akarsu Göralar Tepe ile Satorina Tepe arasındaki vadi boyunca uzanıp Berta Çayı'na karışır. Üzerinde Kalecik hidrolektrik santrali bulunmaktadır (Harita 15).

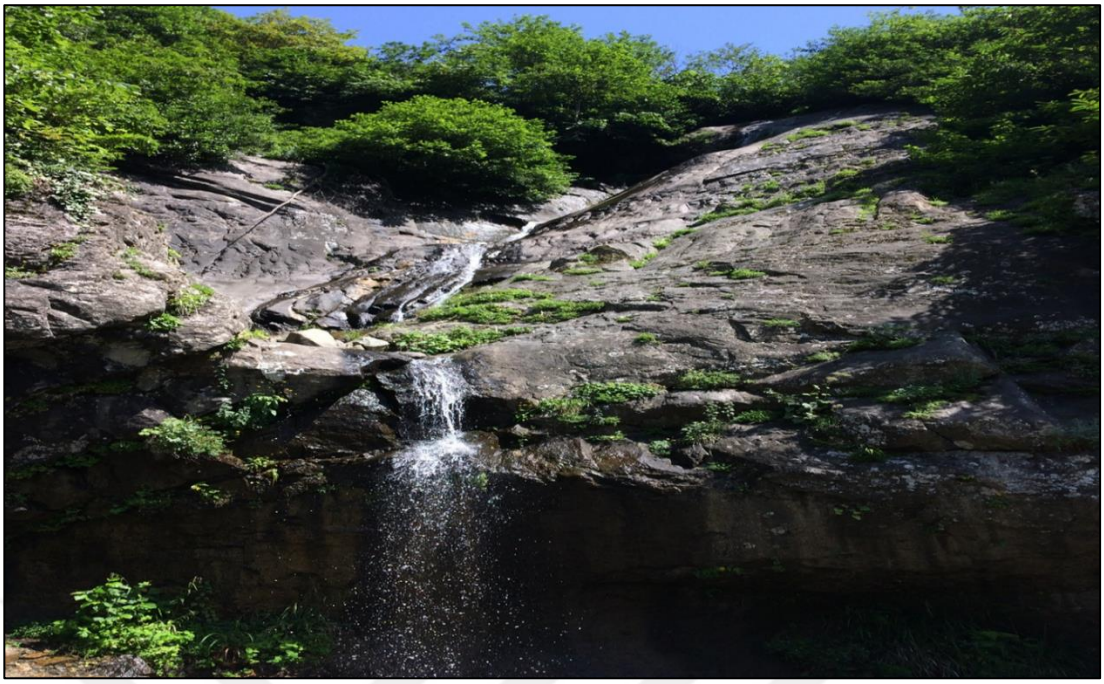
Efeler Çayı: Kaynağını Karçal Dağları'nın kuzey eteklerinden Beyazsu Yaylası civarından alan Efeler Çayı, Camili Köyü civarında Uğur Deresi ile karışarak Gürcistan sınırlarına geçer (Harita 15).

Meydancık Çayı: Çalışma alanının kuzeydoğusunda kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan Meydancık Çayı; Büyük Mera Dağı civarından Göknar Deresi'ni, Kuyruklu Göl civarından Papart Deresini alarak Dutlu Köyü yakınlarında Berta Çayı'na karışır. Papart Dere'si üzerinde Erik, Diyoban ve Papart olmak üzere üç adet hidroelektrik santrali bulunmaktadır (Harita 15).

> Kültür ve Turizm Bakanlığı, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 4 Ağustos 2010'da Papart Vadisi'nin büyük bölümü 1'nci, vadideki yerleşim yerleri ise 3'üncü derece Doğal SİT alanı alan edilmiştir (Eminağaoğlu, 2015, s. 7).



Fotoğraf 17: Muratlı köyü yolu üzerinde bulunan mevsimlik akarsu.



Fotoğraf 18: Aralık Köyü Civarı'nda bulunan mevsimlik bir akarsu.



Fotoğraf 19: Karagöl civarında bulunan mevsimlik akarsu.

1.4.2. Göller

1.4.2.1.Doğal Göller

Karagöl: Çalışma alanının batısında Gildizri ve Pilaktaşı Tepeleri'nin arasıda bulunan Karagöl heyelan set gölüdür. Güney kesiminde Verketil ve Karaşalvar Tepeleri bulunmaktadır (Harita 15). Karagöl, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafya Bölgesi'nin (Davis, P,H., 1965) Kolşik Flora bölümünde yer almaktadır. Biyoçeşitlilik oldukça yüksektir. Bölgede nemlilik isteği fazla, sıcaklık isteği düşük, soğuğa dayanıklı göknar *(Abies nordmonniana)*, ladin *(Picea orientalis)*, sarıçam *(Pinus slyvestris)*, kayın *(Fagus orientalis)* ağaçları yer alır, orman altı florası ise; eğrelti otu *(Pteredium aquilinium)*, Kafkas orman sarmaşığı *(Hedera colchica)*, Orman gülleri *(Rhondodentron)* oluşturur. Karagöl ve çevresi 14.08.2004 tarihinde Tabiat Parkı ilan edilmiştir. Borkça Karagöl 14.08.2002 tarihinde tabiat parkı olarak ilan edilmiştir (Fotoğraf 20-21-22-23-24).

> Karagöl heyelan gölü, güneydeki Karaşalvar Tepe (2333 m) ile inceleme alanının en yüksek noktasını oluşturan Verketil Tepe (2429 m) arasındaki zirveleri birbirine yakın tepelik kesimde oluşmuştur. Yamaçtan kopan binlerce ton materyal vadi oluğuna kanalize olup, eğimli yatakta daha da hızlanarak, kabaca güney-kuzey doğrultusunda akış gösteren Savgule vadisinin önünü kesmiştir(Sever ve Kopar, 2008, s.28).



Fotoğraf 20: Karagöl'ün panoramik görüntüsü.



Fotoğraf 21: Karagöl'de bulunan kayınlar ve eğrelti otları.



Fotoğraf 22: Karagöl'de bulunan göknar ormanları.



Fotoğraf 23: Karagöl bulunan balık popülasyonunda zengin olan bir göldür (Sazan balıkları).



Fotoğraf 24: Aralık Deresi'nin Karagöl'e döküldüğü yer (Aralık Deresi'nin ağzı).

Yıldız Gölü: Karçal Dağları üzerinde bulunan Bombeli Tepesi'nin kuzeyinde yer alan buzul gölüdür (Harita 15, Fotoğraf 25).



Fotoğraf 25: Karçal Dağları'nda bulunan Yıldız Gölü (Url 4).

Nacidarev Gölü (Naçadirev): Karçal Dağları üzerinde bulunan Ziyaret Tepesi'nin kuzeyinde bulunan bir krater gölüdür (Harita 15, Fotoğraf 26).



Fotoğraf 26: Ziyaret Tepesi'nin kuzeyinde bulunan Nacidarev Gölü (Url 5)

1.4.2.2.Barajlar

Muratlı Barajı HES: Borçka İlçesi sınırlarında, çalışma alanının kuzeybatı ucunda Muratlı Köyü yakınlarında bulunmaktadır. Türkiye'nin ilk asfalt kaplamalı kaya dolgu tipinde (Sever, 2004, s.146) barajıdır (Harita 15, Fotoğraf 27).

> Artvin il merkezine 45 km, Borçka ilçe merkezine 17 km ve Gürcistan ülke sınırına ise 200 m mesafede Çoruh Nehri üzerine inşa edilmiştir. Her biri 57,5 MW olan 2 generatörüyle toplam 115 MW kurulu güce sahip olup yıllık üretim kapasitesi 444 milyon 120 bin kWh olarak öngörülmüştür (Url 6).

Söz konusu baraj yapımı sırasında Çavuşlu ve Karşıköy yerleşimleri barajdan etkilenmiş Muratlı Çay Fabrikası sular altında kalmıştır.



Fotoğraf 27: Muratlı Barajı'nın Karşıköy'den görüntüsü.

Borçka Barajı: Borçka ilçe merkezinde, Murgul Çayı'nın Çoruh Nehri ile birleşim noktasında yer alır. Kil çekirdekli kaya dolgu tipinde (Sever, 2004, s.148) barajdır (Harita 15, Fotoğraf 28).

> Artvin il merkezine 30 km, Borçka ilçe merkezine 5 km mesafede Çoruh Nehri üzerine inşa edilmiştir. Her biri 150,3 MW olan 2 generatörüyle toplam 300,6 MW kurulu güce sahip olup yıllık üretim kapasitesi 1 milyar 39 milyon kWh olarak öngörülmüştür (Url 7).



Fotoğraf 28: Murgul Vadisi, Alacadağ (solda) ve Balıklı Dağı'nın (sağda) Artvin-Borçka yolu üzerinden görünüşü (Borçka Baraj Gölü).

Deriner Barajı: Çalışma alanının güneyinde Artvin ili sınırları içerisinde bulunmaktadır (Harita 15).

> Temelden 249 metre gövde yüksekliğine sahip olan Deriner Barajı, beton kemer tipi barajlar sıralamasında tamamlandığı tarih itibariyle Türkiye'nin en yüksek, Avrupa'nın 4, büyük ve Dünya'nın ise 13, büyük barajı unvanına sahiptir. (Vural ve Batuhan, 2021, s. 1251)

Her biri 167,4 MW olan 4 jeneratörüyle toplam 669,6 MW kurulu güce sahip olup yıllık üretim kapasitesi 2 milyar 117 milyon 750 bin kWh olarak öngörülmüştür (Url 8).

> Bölge Müdürlüğü verilerine göre; Borçka Barajı'ndan 260 hektar (2,600,000 m2), Deriner Barajı'nda 519 hektar (5,190,000 m2), Muratlı Barajı'nda 220 hektar (2,200,000 m 2) alan kamulaştırılmıştır (Bahçalı vd,, 2017 s.110).

1.4.3. Şelaleler

Çalışma sahası akarsu yönünden zengin olup aynı zamanda oldukça fazla eğim kırıklığına sahip olduğundan dolayı şelale varlığına olanak sağlamıştır (Fotoğraf 29-30).

Maral Şelalesi: Çalışma alanının kuzeyinde Borçka İli sınırları içerisinde Maraköy civarında bulunmaktadır.

> Maral Şelalesi önemli bir hidro-jeomorfolojik oluşumdur. Klasik tip şelaleler sınıfında yer alan şelale, Türkiye'nin direnç farkından kaynaklanan bir eğim kırığından suları tek seferde 63 m düşen bilinen en yüksek şelalesidir. Şelalenin yer aldığı saha henüz doğallığından hiçbir unsuru kaybetmemiş bilimsel ve rekreasyonal çekim merkezi olmaya aday kesimlerden birisidir (Sever ve Kopar, 2009, s.27).



Fotoğraf 29: Borçka Karagöl yol üstünde yer alan civarında Bardnala Şelalesi.

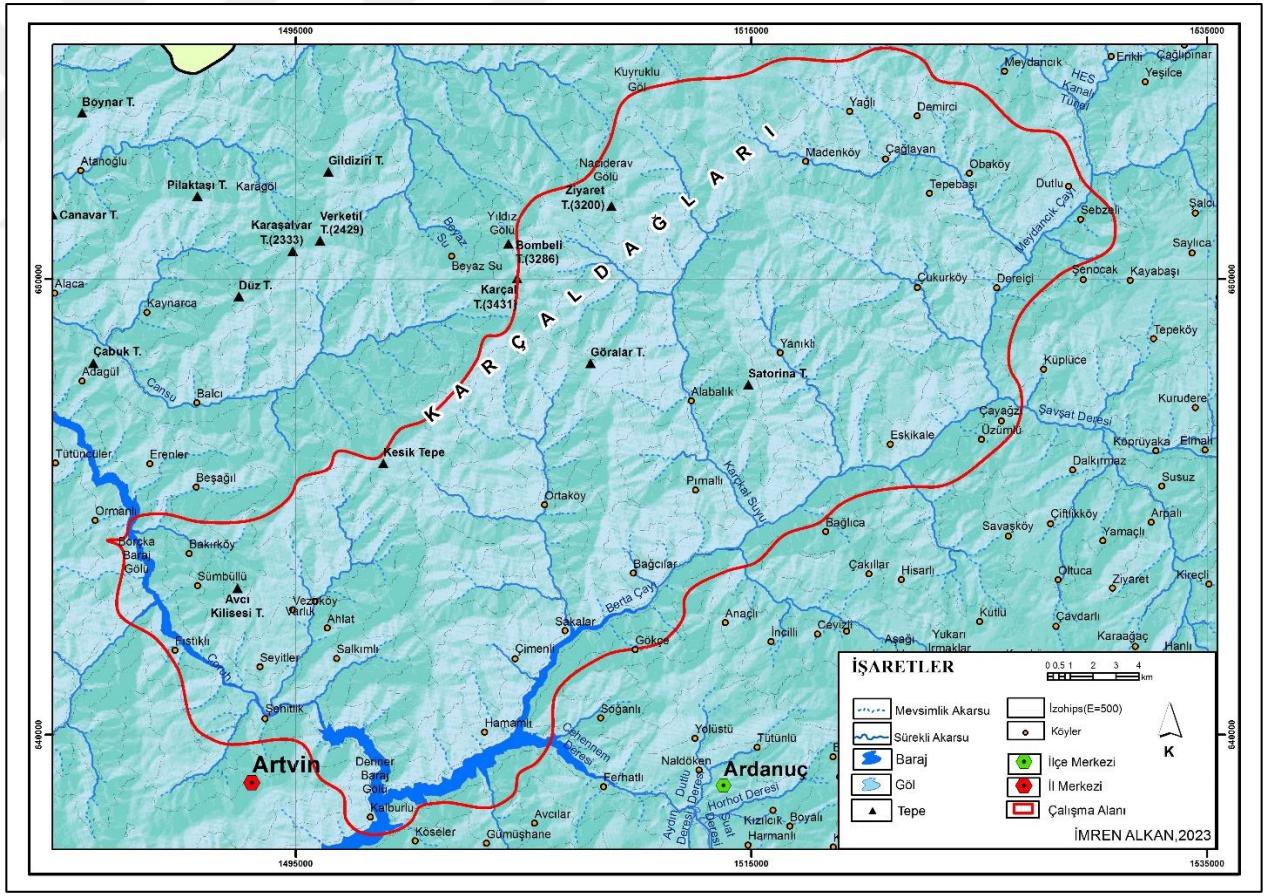


Fotoğraf 30: Borçka Karagöl yolunda oldukça dik bir eğim kırıklığından düşen bir şelale.

1.4.4. Yer İçi Suları

> Maden suyu kaynaklarına, genellikle derin vadi yamaçlarında ve kırık hatlar boyunca tedaf edilir, Kocabey, Meşeli, Ciritdüzü, Çoraklı, Çukur ve Ilıca köyleri(Şavşat) çevresinde pek maden suyuu özelliği taşımayan altı kaynak bulunmaktadır, Demirli çökeltili, hafif maden suyu tadındaki bu kaynak suları kaşıntı, idrar yolları, böbrek ve romatizmal hastalıklara iy gelmektedir, (Sever, 2004, s. 68-69)

Çalışma alanının batısında Balcı köyü'nde Balcı (Otingo) Deresi içinden çıkan su üzerinde Otingo Kaplıcası, Ilıcaköy civarında Ilıca Çermiği (Mikeletin Çermiği), Nağsitin Çermiği, Uyuz Çermiği bulunmaktadır.



Harita 15: Çalışma sahasının hidrografya haritası

.

1.5. Toprak Örtüsü

Bu kısım, yapılan arazi çalışmalarından ve Tarım ve Orman Bakanlığı ssitesinden indirilen verilerden yararlanılıp ArcGIS ortamında analiz edilerek yorumlanmıştır.

Çalışma alanında yayılış gösteren toprak tipleri; kahverengi orman toprakları, kireçsiz kaverengi orman toprakları, kırmızı sarı podzololik topraklar, alüvyal topraklar ve yüksek dağ çayır toprakları'dır (Harita 16).

1.5.1. Zonal Topraklar

1.5.1.1. Kahverengi Orman Toprakları

> Kireçli kahverengi orman toprakları, yağış miktarının genel olarak 600 mm'nin altına düştüğü meşe, karaçam, ardıç ve sarıçamlardan oluşan kurakçıl ormanlar altında görülür. Bu ormanlar, Karadeniz ardındaki oluklarda özellikle Çoruh vadisinde, Ardanuç çevresinde, Oltu-Olur havzalarının alt kesimlerinde ve İç Anadolu'nun çevresindeki alanlarda görülür (Atalay, 2011, s. 402).

Bu topraklar Borçka İlçe Merkezi'nin güneyinden başlayarak çalışma alanının güney ucunu da alarak çalışma alanının kuzeydoğusunda Demirkapı köyü caivarına kadar devam eder. Toprak oluşumunun başlangıcı ana kayanın ufalanması ile olmaktadır (Coşkun ve Coşkun, 2019). Çalışma alanında en çok yer kaplayan birinci toprak grubudur (Harita 16, Fotoğraf 31).



Fotoğraf 31: Çalışma sahaısnın kuzeyinde Camili dolaylarında yayılış gösteren Kırmızı Kahverengi Orman Toprakları.

1.5.1.2.Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

Kireçsiz Kahverengi topraklar, Kahverengi ve Kestane renkli toprakların bulunduğu alanlara göre yağışın biraz daha fazla olduğu kesimlerde görülür (Atalay, 2011, s. 410).

Bu topraklar genel olarak çalışma alanının kuzeybatısında yer alır. Bu toprak grubunu güneyde Kesik Tepe'ye batıda Çabuk Tepe'ye kadar devam eder. Borçka İlçe merkezini de içine alır. Kireçsiz kahverengi orman toprakları çalışma alanında kahverengi orman toprakları ile kırmızı sarı podzololik topraklar arasında kalmaktadır (Harita 16, Fotoğraf 32).

Yıllık yağış ortalamasına bakıldığında çalışma alanında kireçsiz kahverengi orman topraklarının bulunduğu alanın yağış ortalamasının diğer alanlara göre yüksek olduğu görülmektedir (Harita 8, Harita 16).



Fotoğraf 32: Çalışma alanının batısında yayılış gösteren kireçsiz kahverengi orman toprakları.

1.5.1.3.Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar

Kırmızı-Sarı Podzolik topraklar, Karadeniz Bölgesi'nin doğu kısmında Trabzon-Hopa arasındaki kıyı kesiminde ve Ordu'nun batısında, batı kısmında ise, Samsun-Sinop arasında, Sinop'un batısında, Bolu'nun kuzeydoğusundan denize doğru ve Zonguldak civarında görülmektedir. Bu topraklar Karadeniz Bölgesi büyük toprak grupları içerisinde yaklaşık 967700 ha yüzölçümü ile dördüncü büyük toprak grubunu oluşturmakta olup, bunun yarısından fazlası Trabzon, Rize ve Artvin İllerinde yer almaktadır (Dizdar, 2003, s. 317).

Bu toprak grupları çalışma alanının kuzeyinde Meydancık Deresi ile Karagöl arasındaki alanı kaplar, Düzenli, Camili, Efeler, Kayalar, Maralköy ve Efeler köylerinin bulunduğu alanı kapsamaktadır (Harita 16).

1.5.2. İntrazonal Topraklar

1.5.2.1.Yüksek Dağ Çayır Toprakları

> Bu topraklar, orman sınırının üstünde çayır vejetasyonu özellikle subalpin ve alpin ot örtüsü altında helişmiş, organik madde bakımından zengin ve asit reaksiyon gösteren topraklardır. Bu sahalarda vejetasyon dönemine tekabül eden pedojenez süresi ortalama 3-4 aylık bir dönemi kapsaması, ayrışma olaylarını ve prpfil gelişmesini sınırlandırır; bu yüzden ancak A,C horizonlu topraklar oluşur (Atalay, 2011, s. 432).

Yüksek dağ çayır toprakları çalışma alanında Karçal Dağları'nın zirvelerine yakın kesimlerde, Meydancık Çayı'nın kuzeyinde lokal olarak görülmektedir (Harita 16).

1.5.3. Azonal Topraklar

1.5.3.1.Alüvyal Topraklar

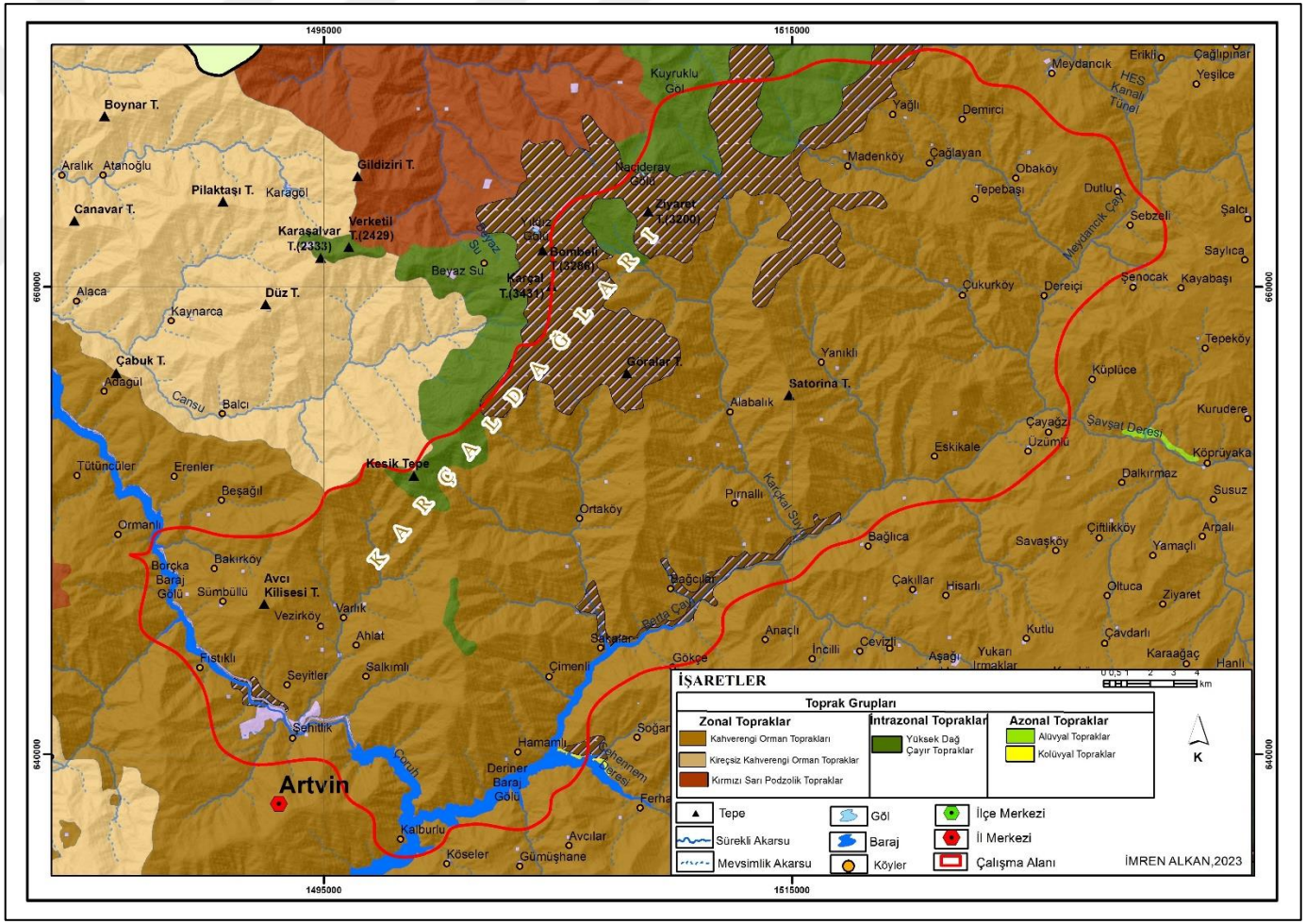
> Alüvyal topraklar, akarsuların biriktirdiği genellikle ince boyutlu (kum ve mil) malzemelerin üzerindeki topraklar ya da depolardır. Alüvyal topraklar, akarsuların denize döküldüğü deltalarda, nehirlerin taşkın ve birikme yaptığı, özellikle suların durulduğu taşkın alanlarında ve eski akarsu yataklarında, tektonik kökenli olukların içerisindeki düzlüklerde yer alır (Atalay, 2011, s. 435)

Bu toprak türü çalışma alanının kuzeybatı ucunda Muratlı Köyü ile Gürcistan sınırının olduğu küçük bir alanda bulunmaktadır. Çalışma alanında en az yer kaplayan ikinci toprak türüdür (Harita 16).

1.5.3.2.Kolüvyal Topraklar

> Çoğunlukla dik eğimli yamaçların etek kısımlarında veya vadinin mansaba yakın kısımlarında bulunurlar. Yerçekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan dereler vasıtasıyla taşınarak etek kısımlarda biriken materyaller üzerinde oluşurlar. AC horizonlarına sahip genç topraklardır (Yüksek ve Ölmez, 2002, s. 55).

Bu topraklar çalışma alanının güneyinde Cehennem Deresi'nin Berta Çayı ile karıştığı alanda bulunmaktadır. Çalışma alanında yer en az kaplayan birinci toprak türüdür (Harita 16).



Harita 16: Çalışma sahasının toprak haritası.

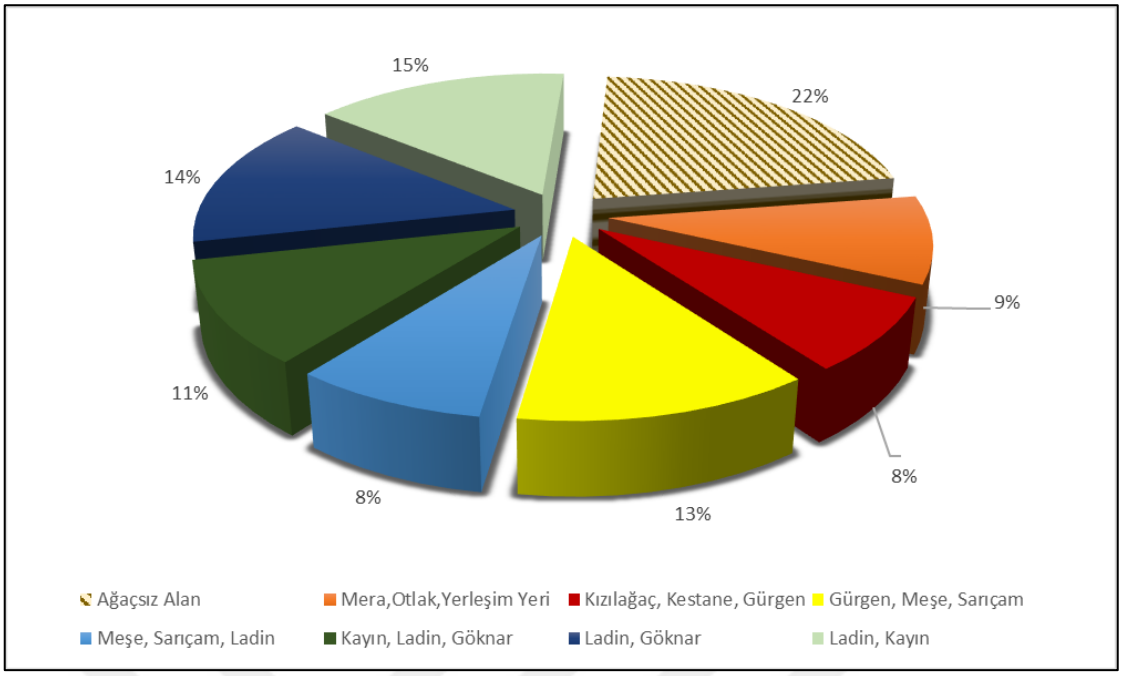
1.6. Bitki Örtüsü

Bu bölümde Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen meşçere verilerinden, yapılan arazi çalışmalarından ve Karçal Dağları üzerinde yapılan floristik çalışmalardan yararlanılarak çalışma alanının bitki örtüsü hakkında genel bilgiler verilmiştir. Elde edilen meşçere verileri işlenerek çalışma alanının güneybatı-kuzeydoğu ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda vejetasyon değişimi ortaya konulmuştur.

Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan Karçal Dağı, Avrupa-Sibirya flora bölgesinin kolşik (Avcı, 1993) kesiminde kalmaktadır. Aynı zamanda Karçal Dağları bünyesinde Türkiye'nin ilk ve tek biyosfer rezervi (Url 9) olan ve endemik türlere ev sahipliği yapan Camili Biyosfer Rezervi'ni bulundurmaktadır.

> Karçal Dağları, WWF (Dünya Doğayı Koruma Vakfı) ve IUCN (Dünya Doğayı Koruma Birliği) tarafından belirlenen, küresel düzeyde korunmada öncelikli "200 Ekolojik Bölge"den birisi olan "Kafkasya ve Kuzey Anadolu Ilıman Kuşak Ormanları" sınırları içinde kalmaktadır.Conservation International (CI), Dünya Bankası ve GEF gibi uluslararası kuruluşlar da Kafkasya Bölgesini, dünyanın en zengin ama tehlike altındaki 25 karasal "ekolojik bölge"sinden biri olarak göstermektedir. Bölge, Avrupa ve Orta Asyayı içine alan coğrafyadaki en geniş doğal yaşlı orman ekosistemlerine sahiptir (Url 10).

Karçal Dağları'nın büyük bir kısmınını (%22) ağaçsız alanlar oluşturmaktadır. Sahanın bitki dağılışına bakıldığında ise en fazla yer kaplayan %15 oran ile ladin ve kayın toplulukları olduğu görülmektedir. Ladin ve göknar toplulukları ise sahada en çok yer kaplayan (%14) ikinci bitki topluluğudur. Bu sırayı %13 ile gürgen, meşe, sarıçam; %11 ile kayın, ladin, göknar; %8 oranı ile kızılağaç, kestane, gürgen ve meşe, sarıçam, ladin takip etmektedir. Alanda en az yer kaplayan topluluklara bakıldığında ise fıstıkçamı, ardıç ve psödomaki alanları olduğu görülmektedir (Grafik 16, Harita 17).



Grafik 16: Çalışma sahasında bitki topluluklarının oransal dağılışı.

1.6.1. Ağaç Vejetasyonu

Çalışma sahasında bulunan orman formasyonuna ait ağaç türleri; doğu kayını (*Fagus orientalis)*, doğu ladini *(Picea orientalis)*, doğu karadeniz göknarı *(Abies nordmanniana subsp. nordmanniana)*, sarıçam (*Pinus sylvestris)*, sapsız meşe *(Quercus petraea subsp. iberica)*, gürgen *(Carpinus betulus, Carpinus orientalis)*, Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*), ardıç *(Juniperus excelsa, Juniperus foetidissima)*, fıstıkçamı *(Pinus pinea)*'dır (Harita 17, Fotoğraf 33-34-35-36-37-38).



Fotoğraf 33: Aralık Deresi'nin kıyısında bulunan kızılağaçlar (600-700 metre).



Fotoğraf 34: Atanoğlu Köyü dolaylarında kızılağaç, göknar ve karaağaç toplulukları (600-700 metre).



Fotoğraf 35: Borçka Karagöl'de kayın ve kızılağaç toplulukları (1300-1400 metre).



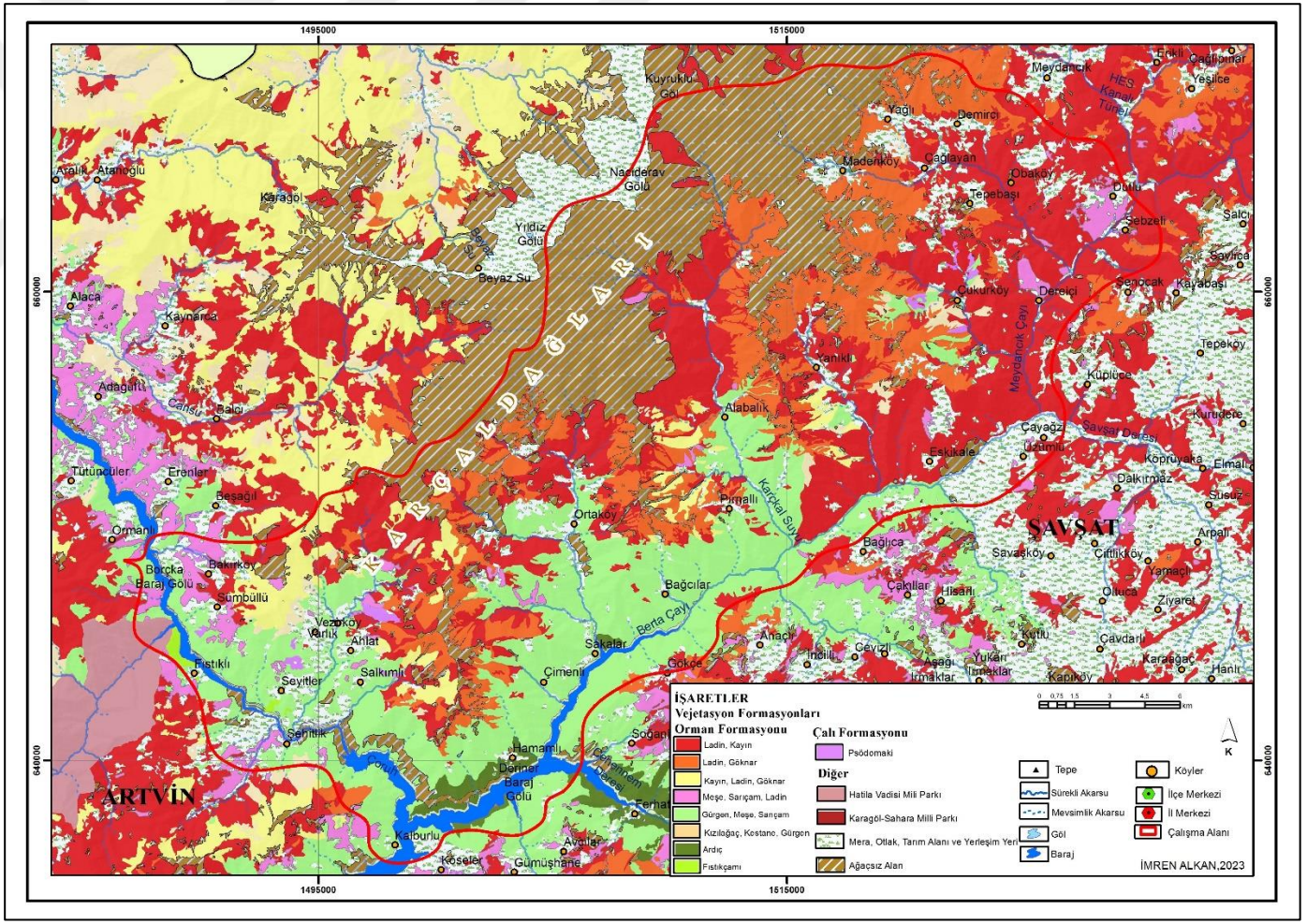
Fotoğraf 36: Machael Geçidi dolaylarından Karaşalvar Tepesi yamaçlarında göknar ve ladin ormanlarının görünüşü (1700-1800).



Fotoğraf 37: Atanoğlu Mezrası civarında doğu ladini (önde) (1100-1200).

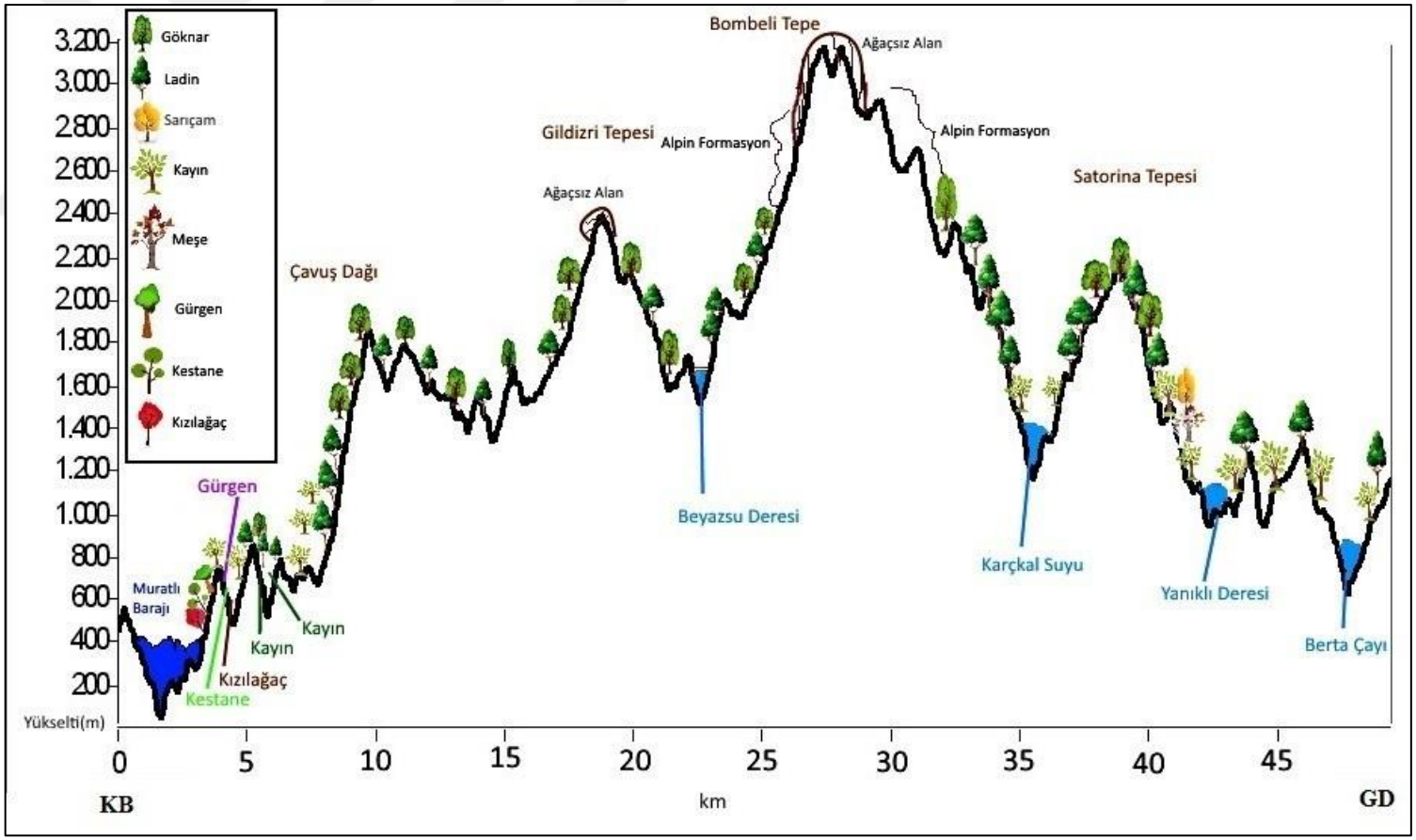


Fotoğraf 38: Atanoğlu Mezrası dolaylarında doğu kayını (1100-1200).



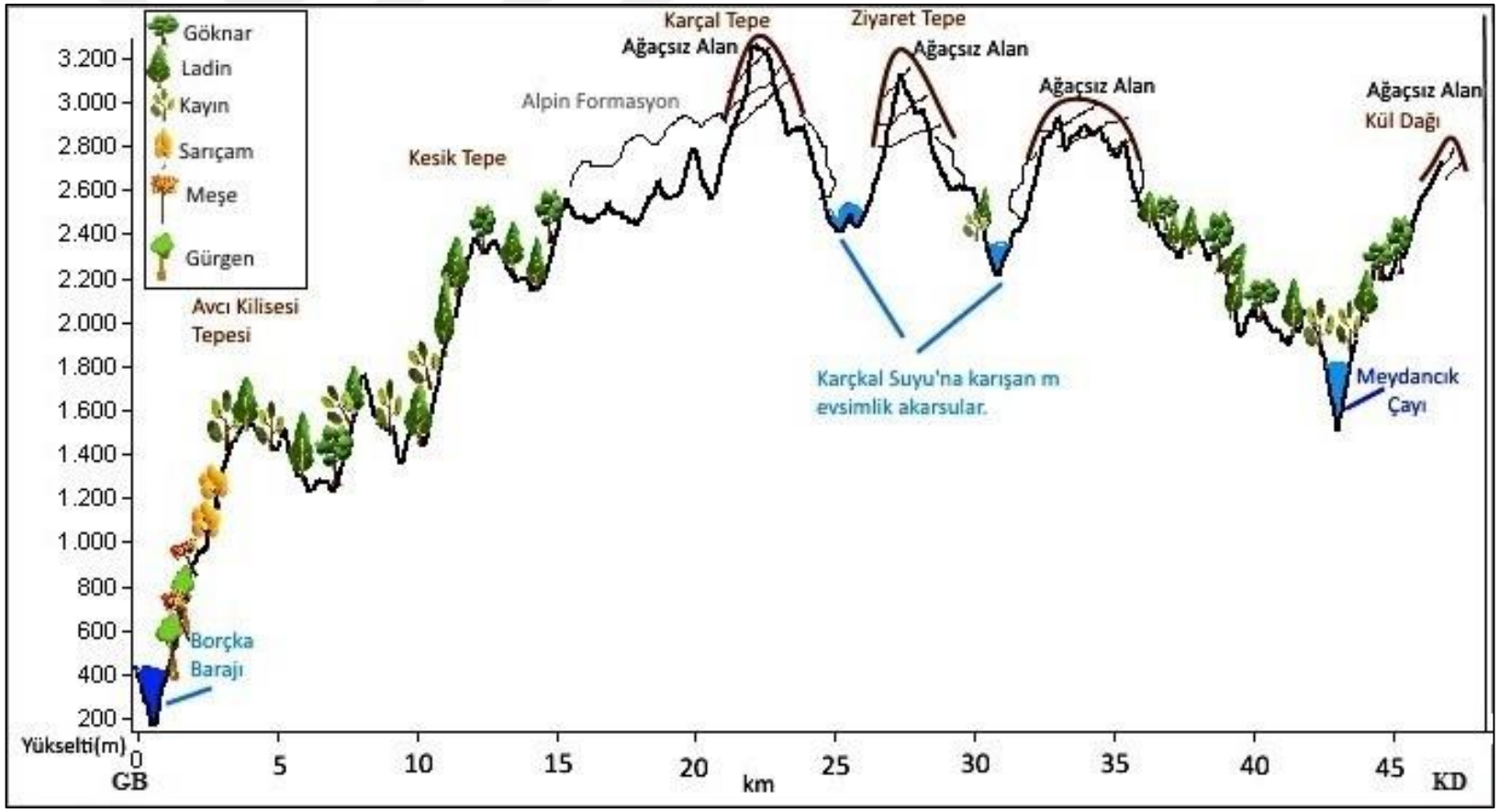
Harita 17: Çalışma sahasının vejetasyon haritası.

Karçal Dağları KB-GD doğrultusunda incelendiğinde; 300-400 metre yükseltilerde başlayan kızılağaç, kestane, gürgen toplulukları 700 metreye kadar devam etmekte olup 800 metrede yerini kayınlara bırakmaktadır. 800- 1100 metre arasında kayınlar ve ladinler karışık orman oluşturmaktadır. 1100 metreden sonra Çavuş Dağı'nın yamaçlarında ladin-göknar karışık ormanları ile devam etmektedir. Ladin- göknar karışık ormanları Gildizri Tepe'si ve Bombeli Tepe'nin kuzey ve güney yamaçlarında ortalama 2000 metreye kadar çıkmaktadır. Bombeli Tepe'nin güney yamacında 1400 metrede kayın-ladin karışık orman oluşturmakta ve Satorina Tepesi dolaylarında 2000 metreye kadar çıkmaktadır. Satorina Tepe'nin güney yamaçlarında 1400 metrede kayın, ortalama 1300 metrede sarıçam ve meşeler görülmekte olup 1100 metrelerde kayınlar Yanıklı Deresi ve Berta Vadisi tabanlarına doğru yayılış göstermektedir (Şekil 11).



Şekil 11: Karçal Dağları'nın KB-GD doğrultulu bitki kesiti.

Karçal Dağları'na ait KB-GD doğrultulu bitki kesiti incelendiğinde; ortalama 300-400 metrelerde başlayan gürgen, meşe karışık ormanları 1000 metreye kadar çıkmaktadır. 1000 metrede sarıçamlar meşeler ile karışık orman oluşturmakta olup 1400 metrede yerini kayın ladin topluluklarına bırakmaktadır. 1800 metreye kadar kayın- ladin toplulukları yer yer göknarlar ile karışarak devam etmektedir. 1800 metrelerden sonra ladin- kayın ormanları başlamakta olup ortalama 2400 metreye kadar devam etmektedir. 2400 metreden sonra alpin çayırlar başlamakta ve zirve özelliği gösteren Karçal Tepe ve Ziyaret Tepe 'de orman örtüsü bulunmamaktadır. Ziyaret Tepe'nin güney yamaçlarında ortalama 2300 metrelerde kayın ve ladin toplulukları yer almaktadır. 2300 metrelerde Meydancık Çayı'na inen güney yamaçlarda göknar-ladin karışık ormanları bulunmakta ve 1800 metrelerde akarsı vadisi yamaçlarına kayınlar gelmektedir. Kül Dağı'nın kuzey yamaçlarında 2200 metrelere kadar ladin-göknar toplulukları çıkmaktadır (Şekil 12).



Şekil 12: Karçal Dağları'nın GB-KD doğrultulu bitki kesiti.

1.6.2. Çalı Formasyonu

Çalışma sahsında tespit edilen yaygın çalı türleri; kızılcık *(Cornus mas),* muşmula *(Mespilus germanica),* fındık *(Corylus avellana),* karaçalı *(Poliunus spina-christi Mill.),* kuşburnu *(Rosa canina),* böğürtlen *(Rubus fructicous),* yabanmersini *(Vaccinium myrtillus),* beyaz çiçekli orman gülü *(Rhododendron ungernii)*, mor çiçekli orman gülü *(Rhododendron ponticum),* sarı çiçekli orman gülü *(Rhododendron luteum),* pembe çiçekli orman gülü *(Rhododendron smirnovii),* keçi söğüdü *(Salix caprea),* karayemiş *(Prunus laurocerasus)* türleridir (Fotoğraf 39-40-41-42-43-44).

> Psödomaki formasyonu, Karçal dağının güneybatı yamaçlarının aşağı seviyelerinde, Borçka-Artvin arasında, Çoruh vadisinde yayılış gösterir. Karadeniz ve Akdeniz elemanlarının dağınık veya küçük topluluklar halinde bulunduğu psödomaki formasyonu, Çoruh nehri vadi tabanında 200 m'den başlar ve 600-700 m'ye kadar yükselir. Katran ardıcı *(Juniperus oxycedrus),* kermes meşesi *(Quercus coccifera),* akçakesme *(Phillyrea latifolia),* defne *(Laurus nobilis),* menengiç *(Pistacia terebinithus),* delice *(Olea europea var. sylvestris),* beyaz çiçekli laden *(Cistus salvifolius)*, pembe çiçekli laden *(Cistus creticus),* sandal *(Arbutus andrachne),* erguvan *(Cercis siliquastrum),* kızılcık *(Cornus mas, C. sanguinea),* dişbudak *(Fraxinus ornus),* muşmula *(Mesp.ilus germanica),* böğürtlen *(Rubus fruticosus),* yabani erik *(Prunus sp.inosa),* yabani kiraz *(Prunus avium),* yabani elma *(Pyrus malus),* ahlat *(Pyrus communis)*, üvez *(Sorbus torminalis),* derici sumağı *(Rhus coriaria),* ateş dikeni *(Pyracantha coccinea*), boyacı sumağı *(Cotinus coggyria),* yasemin (Jasminum fruticans), tavşan kirazı *(Ruscus colchicus),* geyik dikeni *(Crataegus monogyna, C. microphylla)*, deniz üzümü *(Ephedra majör),* dağ muşmulası *(Cotoneaster nummularia),* boyacı katırtırnağı *(Genista tinctoria),* yabani sinameki *(Colutea sp.)* psödomaki formasyonunu oluşturan türlerdir (Yılmaz, 2016, s.186).



Fotoğraf 39: Ortaköy civarında yer alan karaçalı (500-600 m).



Fotoğraf 40: Karagöl dolaylarında pembe çiçekli orman gülü (1100-1200).



Fotoğraf 41: Machael Geçidi dolaylarında beyaz çiçekli orman gülü (1600-1700 metre).



Fotoğraf 42: Çalışma sahasında Sakalar civarında bulunan böğürtlen (800-900 metre).



Fotoğraf 43: Gorgit Yaylası'ndan (1700 m) yaban mersini.



Fotoğraf 44: Efeler Köyü dolaylarında bulunan söğüt gençliği (1000-1200 metre).

1.6.3. Ot Formasyonu

Çalışma sahasındaki bulunan ot toplulukları Yılmaz (2016) tarafından aşağıdaki gibidir:

> Cüce ardıç *(Juniperus communis subsp. nana),* çoban üzümü *(V.myrtillus),* siyah meyveli ayı üzümü *(V .uliginosum)* dağ muşmulası *(Cotoneaster nummularia, C. integerrimus),* karamuk *(Berberis sp.),* dafne *(Dafne glomerata, D. oleides),* eğrelti *(Polypodium vulgare),* çan çiçeği *(Campaluna sp.),* çuha çiçeği *(Primula sp.),* turnagagası *(Geranium sp.),* aslan pençesi *(Alchemilla sp.),* kantaron *(Gentiana sp.),* dağ labadası *(Rumex sp.)*, sütleğen *(Euphorbia sp.),* mercan köşk *(Origanum sp.),* üçgül (Trifolium sp.), yumak *(Festuca sp.),* kaya çiçeği *(Draba sp.),* mayasıl otu *(Teucrium sp.),* geven *(Astragalus sp.),* Kafkas yıldız patısı *(Aster sp.)*, ısırgan *(Urtica sp.),* kekik *(Thymus sp.),* boğlumca *(Polygonum sp.),* düğün çiçeği *(Ranunculus sp.),* çöpleme *(Veratrum sp.),* zambak *(Lilium sp.),* yavşan otu *(Veronica sp.),* pancar *(Polygonum carneum),* mayasıl otu *(Ajua sp.),* gelincik *(Papaver sp.),* sormuk *(Nonea sp.),* soğan *(Allium sp.),* menekşe *(Viola sp.),* kaya çiçeği *(Draba sp.),* dam koruğu *(Sedum sp.),* yayla dede gülü *(Jurinea moschus),* astranya *(Astrantia sp.),* yapışkan otu *(Silene sp.),* taç otu *(Coronilla sp.),* beş parmak otu *(Potentilla sp.),* su nergisi *(Caltha polypetala),* dağ lalesi *(Anemone narcissiflora),* ters lale *(Fritillaria latifolia),* unutma beni *(Myosotis sp.),* taşkıran *(Salixfraga sp.)* alpin formasyon katında en çok görülen türlerdir (Yılmaz, 2016, s.187) (Fotoğraf 45-46-47-48).



Fotoğraf 45: Karçal Dağları'nın güneydoğu ucuna Berta Vadisi'nden bakış. Fotoğrafta orman üst sınırı ve alpin çayırlar görülmektedir. Sığır kuyruğu (önde).

Yukarıda belirtilen ot türlerine ilave olarak kanlıbasıra *(Silene compacta)*, deve dikeni *(Silybum marianum)*, andız otu *(Inula helenium)*, dağ çileği *(Fragaria vesca)*, civanperçemi *(Achillie millefolium L.)* ve sinek mantarı *(Amanita muscaria)* tarafımızca gözlemlenmiştir (Fotoğraf 49-50-51-52-53-54).



Fotoğraf 46: Camili dolaylarında sarı kantaron otu (1600-1700 metre).



Fotoğraf 47: Camili civarında çan çiçeği (1500-1600 metre).



Fotoğraf 48: Karagöl Milli Parkı'nda eğrelti otları (1200-1300 metre).



Fotoğraf 49: Camili dolaylarında kanlıbasıra otu (1500-1600 metre).



Fotoğraf 50: Karagöl dolaylarında deve dikeni (1400 metre)



Fotoğraf 51: Karagöl Millli Parkı'nda andız otları (1200-1300 metre).



Fotoğraf 52: Camili Biyosfer Alanı civarında dağ çileği (1000-1200 metre).



Fotoğraf 53: Machael Gecidi'nde beyaz civanperçemi (1700-1800 m).



Fotoğraf 54: Efeler Köyü zehirli ve yenildiği takdirde halisülasyonlara sebep olan, delilik hali oluşturan sinek mantarı (1200-1300 metre).

2. BULGULAR VE YORUMLAR

2.1. Dendrokronolojik Bulgular

2.1.1. Karçal (Ortaköy) Göknar Alt Yetişme Sınırı

Artvin ili Merkez ilçesine bağlı Ortaköy Köyü'ne bağlı Ortaköy Mezrası civarından 15 ağaçtan alınan 30 kalem göknar örneklerini eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KGA01B, KGA03A, KGA07A, KGA07B, KGA10A, KGA10B, KGA12A, KGA12B kalemleri araziden alındığında kırıklar bulunduğu ve çok fazla dağıldığı için ahşap taşıyıcılara sağlıklı bir şekilde yerleştirilememiş ve ölçüme dahil edilmemiştir.
- KGA09B kaleminde 1922 yılında yalancı halka tespit edilmiştir.
- KGA01A, KGA05A, KGA05B, KGA11A, KGA11B, KGA13A, KGA13B, KGA15A, KGA15B kalemleri kırıklı olduklarından ve problemleri giderilemediğinden kronolojiden çıkarılmıştır.

KGA yöre kronolojisi toplam 7 ağaç 13 kalemden oluşturulmuştur. Yöre kronolojisine ait istatistiki sonuçlar Tablo 31'de sunulmuştur. 1932-2018 (87 yıl) yılları arasındaki ortak zaman aralığına ait istatistiki bilgiler Tablo 32'te sunulmuştur. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır. 1863-2021 yıllarını kapsayan 159 yıl uzunluğundaki KGA yöre kronolojisi Grafik 17'te gösterilmektedir.

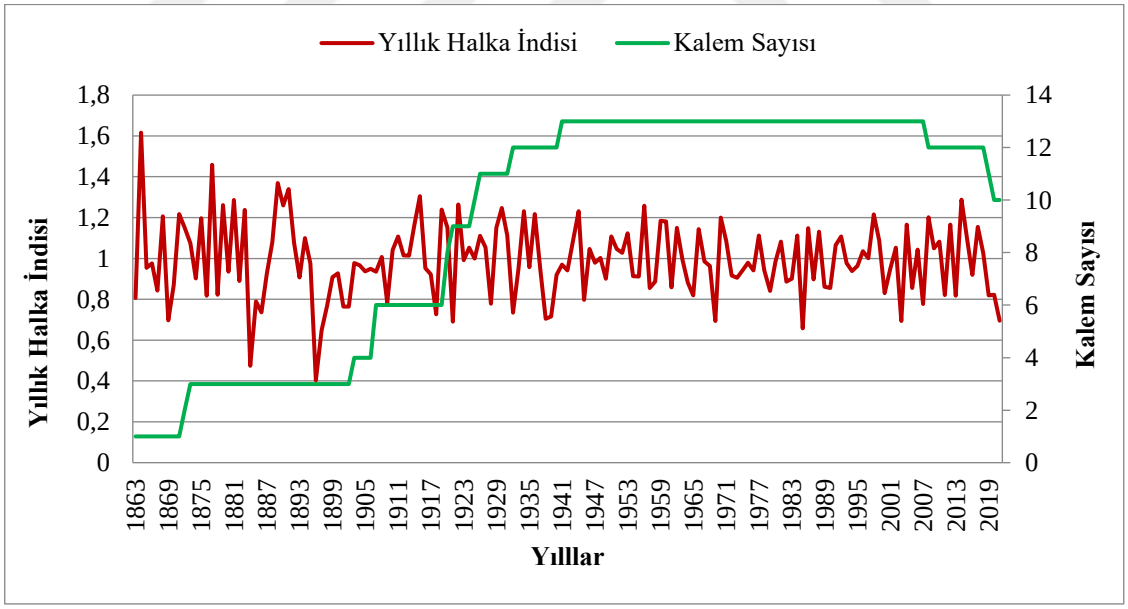
Tablo 31: Ortaköy Mezrası'ndan alınan göknar alt sınır örneklerinin standart ve residual yöre kronolojileri istatistiki sonuçları ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	1,0081	1,0247
Medyan	0,9927	1,0039
Ortalama duyarlılık	0,1868	0,1967
Standart sapma	0,3500	0,3181
Çarpıklık katsayısı	6,2469	5,5556
Basıklık katsayısı	58,7108	34,8515
Otokorelasyonlar		
t-1	0,1375	-0,1711

t-2	0,0856	0,3451
t-3	0,0267	-0,0108

Tablo 32: Ortaköy Mezrası'ndan alınan göknar alt sınır örneklerinin yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistiki sonuçları.

	Standart	**Residual**
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,186	0,281
Ağaçlar arasında	0,161	0,262
Ağaçlar içinde	0,610	0,614
Ortalama ile kalemler arasında	0,488	0,553
Sinyal/Gürültü oranı	1,537	2,842
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,606	0,740
Birinci özvektörün varyansı	28,38%	34,97%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,981	0,986
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,158	0,139



Grafik 17: Ortaköy Mezrası civarından alınan göknar alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

2.1.2. Karçal(Ortaköy) Göknar Üst Yetişme Sınırı

Ortaköy sınırları içerisinde, Çakmaklı Mahallesi kuzeyinde yer alan Ortaköy Dağlarından 15 ağaçtan alınan 30 kalem göknar örneklerini eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KGU02B kaleminde çok sayıda kırık olduğu için kâğıt taşıyıcıdan ahşap taşıyıcıya aktarılamamış ölçümlere dahil edilmemiştir.
- KGU06A, KGU06B örneklerindeki hatalar düzeltilemediği için kronolojiden çıkarılmıştır.
- KGU15B örneğinde 2021 halkasının oluşmadığı tespit edilmiştir.

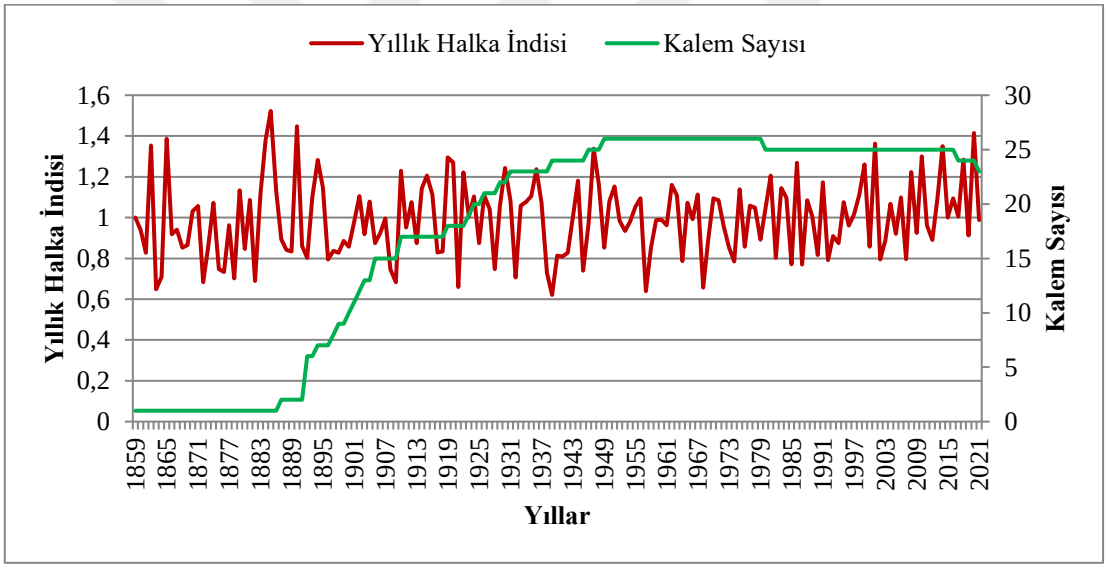
KGU yöre kronolojisi 14 ağaçtan 25 kalemden oluşturulmuştur. Tablo 33'te yöre kronolojisine ait istatistiki sonuçlar sunulmuştur. 1933-2016 (164 yıl) yılları arasındaki ortak zaman aralığına ait istatistiki bilgiler Tablo 34'te sunulmuştur. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır, 1859-2021 dönemi 163 yıllık KGU yöre kronolojisi Grafik 18'de verilmektedir.

Tablo 33: Ortaköy Dağları'ndan alınan göknar üst sınır örnekleri standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistiki sonuçlar ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9487	0,993
Medyan	0,9546	0,9899
Ortalama duyarlılık	0,1955	0,2213
Standart sapma	0,2679	0,187
Çarpıklık katsayısı	0,1123	0,3042
Basıklık katsayısı	0,2774	-0,2294
Otokorelasyonlar		
t-1	0,6671	-0,0693
t-2	0,1061	-0,0845
t-3	0,1529	0,0056

Tablo 34: Ortaköy Dağları'ndan alınan göknar üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistiki sonuçları.

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,356	0,438
Ağaçlar arasında	0,340	0,428
Ağaçlar içinde	0,804	0,723
Ortalama ile kalemler arasında	0,607	0,674
Sinyal/Gürültü oranı	7,203	10,481
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,878	0,913
Birinci özvektörün varyansı	40,14%	47,14%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,974	0,996
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,219	0,167



Grafik 18: Ortaköy Dağları civarından alınan göknar üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

2.1.3. Karçal (Ortaköy) Ladin Alt Yetişme Sınırı

Ortaköy Dere Mahallesi civarında yer alan Ortaköy Ormanlarından 15 ağaçtan alınan 30 kalem ladin örneklerini eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KLA14B kalemi COFECHA programında hata verdiği ve hatalar düzeltilemediği için kronolojiye dahil edilmemiştir.
- KLA15A kalemi hatalar giderilemediği için kronolojiden çıkarıldı.

KLA yöre kronolojisi 15 ağaçtan 28 kalemden oluşturulmuştur. Tablo 35'te yöre kronolojisine ait istatistik sonuçları sunulmuştur. Tablo 36'da 1938-2018 (81 yıl) dönemine ait ortak zaman aralığı istatistiki sonuçları gösterilmektedir. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır. 1890-2021 dönemi, 133 yıllık KLA yöre kronolojisi Grafik 19'da gösterilmektedir.

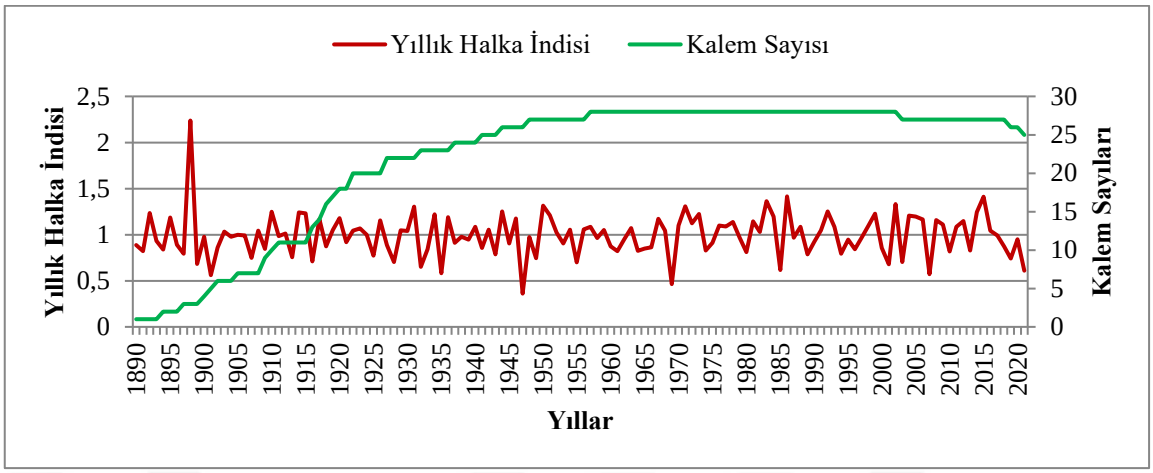
Tablo 35: Ortaköy Ormanları'ndan alınan ladin alt sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri istatistiki sonuçları ("t" son halkanın oluştuğu son yılı ifade etmektedir).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9674	0,9816
Medyan	0,9734	0,9965
Ortalama duyarlılık	0,2269	0,2361
Standart sapma	0,2391	0,2021
Çarpıklık katsayısı	-0,3113	-0,3107
Basıklık katsayısı	0,7389	0,0223
Otokorelasyonlar		
t-1	0,3391	0,0097
t-2	0,1687	-0,0901
t-3	-0,0073	-0,0773

Tablo 36: Ortaköy Ormanları'ndan alınan ladin alt örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,296	0,445
Ağaçlar arasında	0,278	0,434
Ağaçlar içinde	0,721	0,716
Ortalama ile kalemler arasında	0,546	0,664
Sinyal/Gürültü oranı	5,005	9,959
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,833	0,909
Birinci özvektörün varyansı	34,32%	47,88%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	1,008	1,004

Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,231	0,203



Grafik 19: Ortaköy Ormanları civarından alınan ladin alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

2.1.4. Karçal (Ortaköy) Ladin Üst Yetişme Sınırı

Ortaköy Köyü Çakmaklı Ormanı'ndan 15 ağaçtan alınan 30 kalem ladin örneklerinin ölçüm sonuçlarını eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KLU11A, KLU11B kalemleri hatalar giderilemediği için kronolojiden çıkarılmıştır.

KLU yöre kronolojisi 14 ağaçtan 28 kalemden oluşturulmuştur. Tablo 37'de yöre kronolojisine ait istatistik sonuçları sunulmuştur. Tablo 38'de 1931-2021 (90 yıl) dönemine ait ortak zaman aralığı istatistik sonuçları sunulmuştur. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır, 1904-2021 dönemi 118 yıllık KLU yöre kronolojisi Grafik 20'de gösterilmektedir.

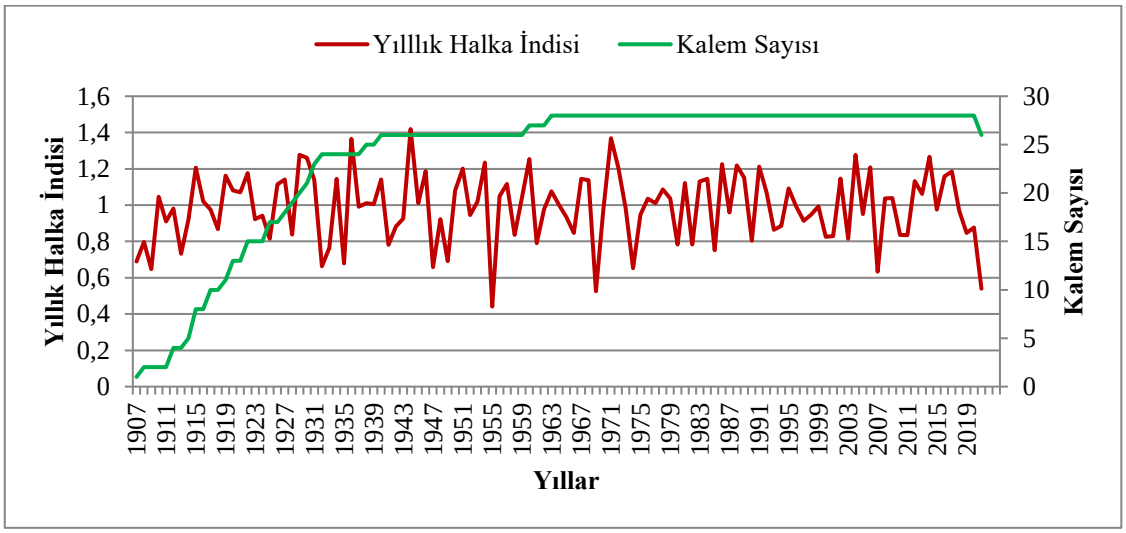
Tablo 37: Çakmaklı Ormanı'ndan alınan ladin üst örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9762	9,896
Medyan	0,9800	1,0100

Ortalama duyarlılık	0,2016	0,2179
Standart sapma	0,2032	0,1919
Çarpıklık katsayısı	-0,3178	-0,4071
Basıklık katsayısı	-0,0632	-0,0127
Otokorelasyonlar		
t-1	0,2732	0,0296
t-2	0,0735	-0,1222
t-3	0,0193	-0,0814

Tablo 38: Çakmaklı Ormanı'ndan alınan ladin üst sınır örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	**Residual**
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,351	0,526
Ağaçlar arasında	0,337	0,518
Ağaçlar içinde	0,663	0,708
Ortalama ile kalemler arasında	0,607	0,727
Sinyal/Gürültü oranı	6,088	12,906
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,859	0,928
Birinci özvektörün varyansı	38,73%	54,96%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,999	0,991
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,186	0,187



Grafik 20: Çakmaklı Ormanı civarından alınan ladin üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

2.1.5. Karçal (Sakalar) Sarıçam Alt Yetişme Sınırı

Sakalar Köyü yayla yolu civarından 15 ağaçtan alınan 30 kalem sarıçam örneklerini eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KSA03B, KSA06A, KSA06B, KSA09A, KSA12B, KSA13A hatalar düzeltilemediği için kronolojiden çıkarılmıştır.
- KSA15A, KSA15B kalemlerinin yaşları küçük olduğu için kronolojiden çıkarılmıştır.

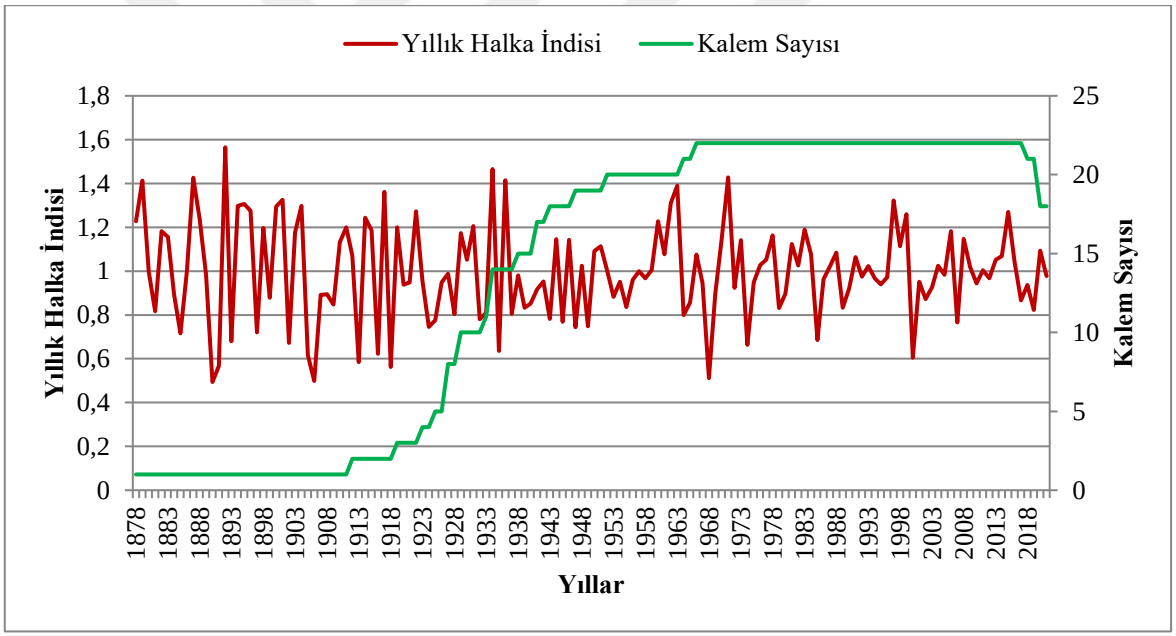
KSA yöre kronolojisi 13 ağaçtan alınan 22 kalemden oluşturulmuştur. Tablo 39'ta yöre kronolojisine ait istatistiki sonuçlar sunulmuştur. Tablo 40'ta 1946-2017 (72 yıl) dönemi ortak zaman aralığına ait istatistiki sonuçlar verilmektedir. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır. 1877-2021 dönemine ait 145 yıllık KSA yöre kronolojisi Grafik 21'de sunulmaktadır.

Tablo 39: Sakalar Köyü'nden alınan sarıçam alt sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9908	0,9847
Medyan	0,9579	0,9811
Ortalama duyarlılık	0,2023	0,1892
Standart sapma	0,2558	0,1769
Çarpıklık katsayısı	0,3809	0,3764
Basıklık katsayısı	0,3422	0,6294
Otokorelasyonlar		
t-1	0,4976	0,009
t-2	-0,0576	0,0494
t-3	-0,0566	-0,2124

Tablo 40: Sakalar Köyü'nden alınan sarıçam alt sınır örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,220	0,293
Ağaçlar arasında	0,211	0,282
Ağaçlar içinde	0,496	0,622
Ortalama ile kalemler arasında	0,502	0,564
Sinyal/Gürültü oranı	3,474	5,107
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,776	0,836
Birinci özvektörün varyansı	28,01%	34,10%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,998	1,000
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,221	0,172



Grafik 21: Sakalar köyü civarından alınan sarıçam alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

2.1.6. Karçal (Sakalar) Sarıçam Üst Yetişme Sınırı

Sakalar Mezrası'ndan 15 ağaçtan alınan 30 kalem sarıçam örneklerini eşleştirmek için COFECHA programından yararlanılmıştır.

- KSU03B örneği arazi aşamasında kırıldığı ve parçalar birleştirilemediği için ölçüme dahil edilmedi.
- KSU11A, KSU11B kalemleri sorunlar giderilemediği için kronolojiden çıkarılmıştır.

KSU yöre kronolojisi 14 ağaçtan alınan 27 kalemden oluşturulmuştur. Tablo 41'de yöre kronolojisine ait istatistik sonuçları sunulmuştur. Tablo 42'de 1957-2019 (63 yıl) dönemine ait ortak zaman aralığı istatistikleri sunulmuştur. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji kullanılmıştır, 1914-2021 dönemine ait 108 yıllık KSU yöre kronolojisi Grafik 22'de sunulmaktadır.

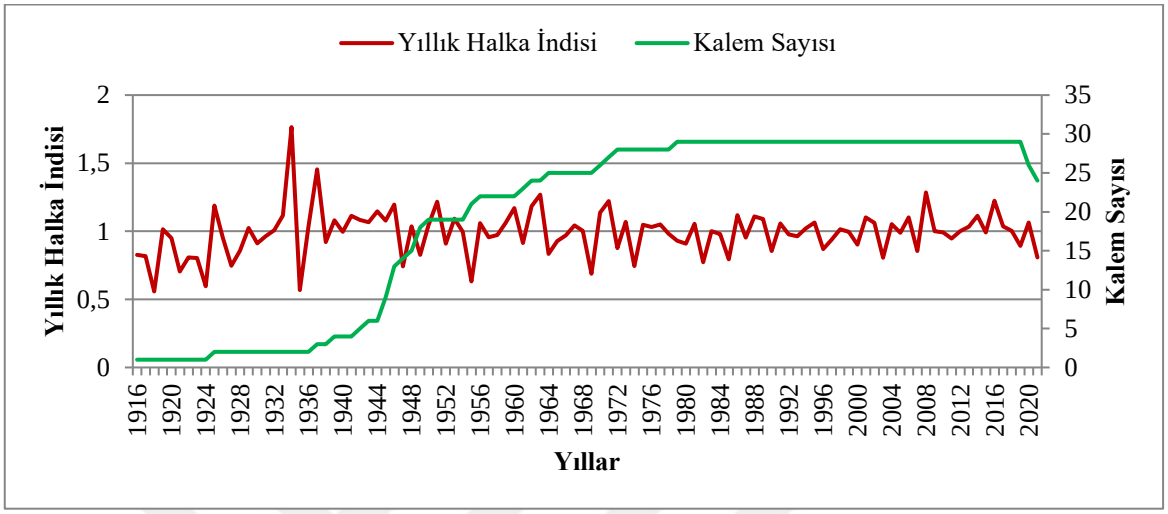
Tablo 41: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual(AR2)
Ortalama	0,9890	1,0002
Medyan	0,9773	1,0083
Ortalama duyarlılık	0,1536	0,1405
Standart sapma	0,2093	0,1261
Çarpıklık katsayısı	1,0960	-0,2600
Basıklık katsayısı	3,2119	0,8123
Otokorelasyonlar		
t-1	0,4784	0,0150
t-2	0,1122	-0,0344
t-3	0,0969	0,0600

Tablo 42: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerinin yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama Korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0,220	0,294
Ağaçlar arasında	0,203	0,282
Ağaçlar içinde	0,769	0,667
Ortalama ile kalemler arasında	0,546	0,546
Sinyal/Gürültü oranı	3,8130	5,888
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0,792	0,855

Birinci özvektörün varyansı	33,64%	34,17%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0,988	1,001
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0,139	0,117



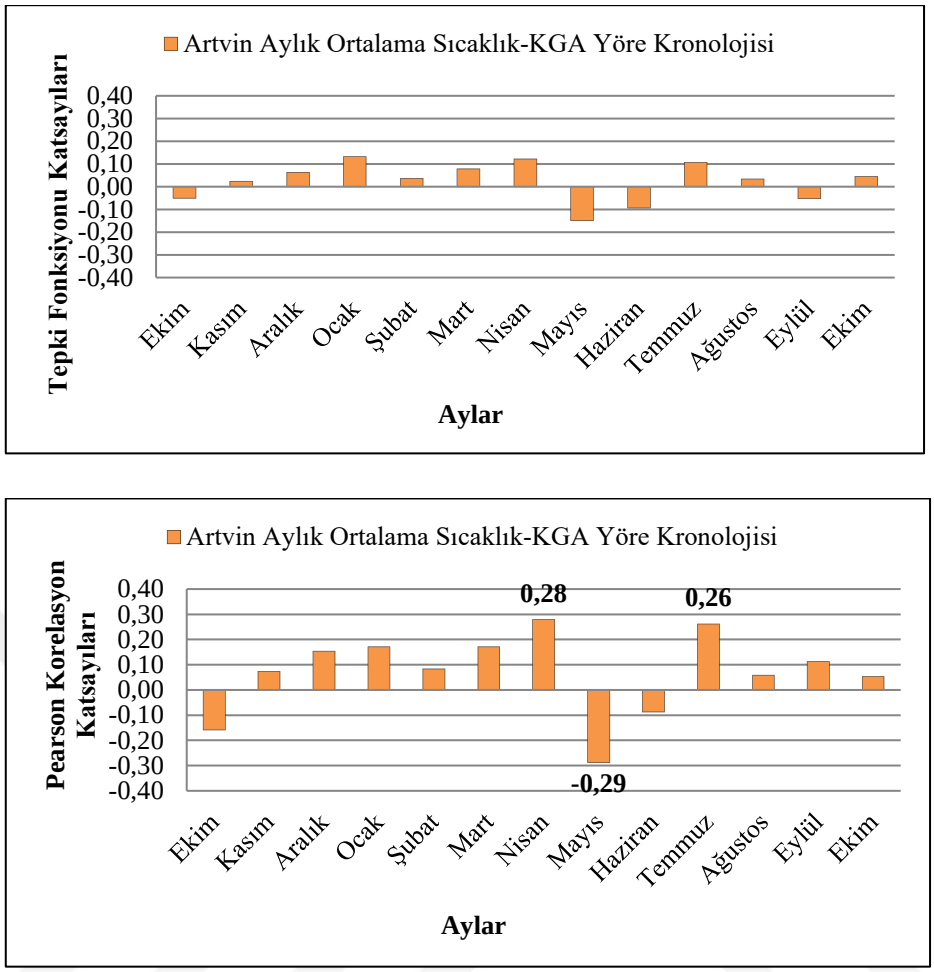
Grafik 22: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerine ait yöre kronolojisi.

2.2. Dendroklimatolojik Bulgular

2.2.1. Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları

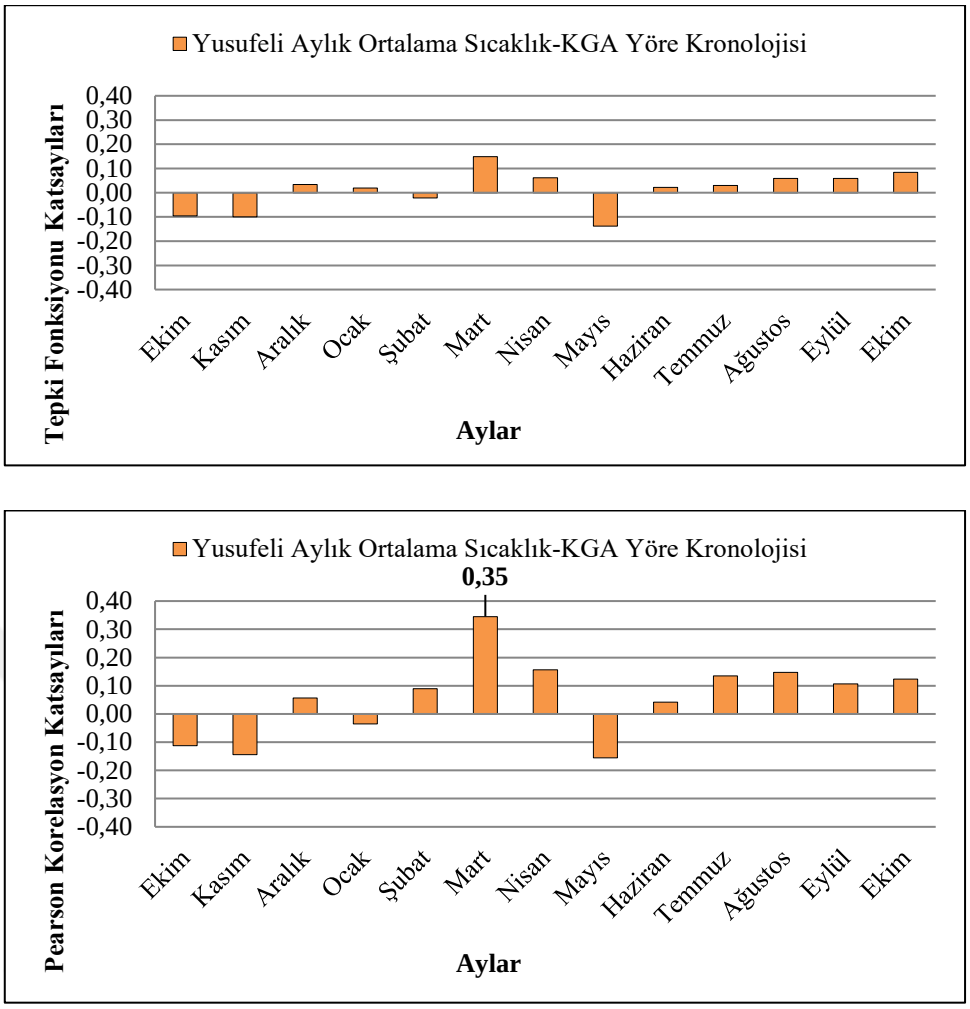
Karçal (Ortaköy) Göknar Ormanı Alt Sınırı Yöre Kronolojisi

Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayılarına göre Artvin'de ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın), mayıs ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Kasım, aralık ayları (önceki yılın) ve ocak, şubat, mart, nisan, temmuz, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki sıcaklıklar halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Pearson korelasyon katsayısı için nisan, mayıs ve temmuz aylarında anlamlılık tespit edilmiştir. Tepki fonksiyonu katsayısı eylül ayında negatif çıkarken, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitiftir (Grafik 23).



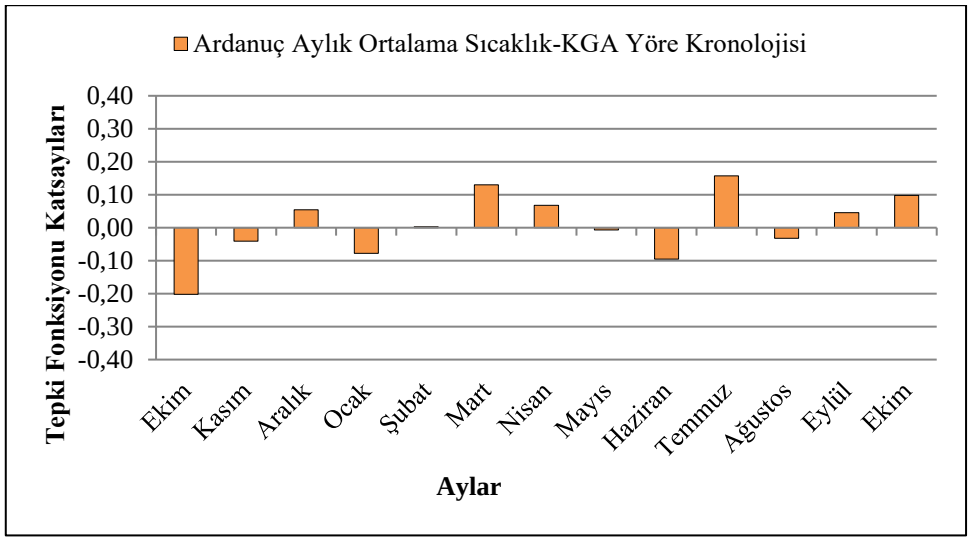
Grafik 23: Artvin'e ait ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

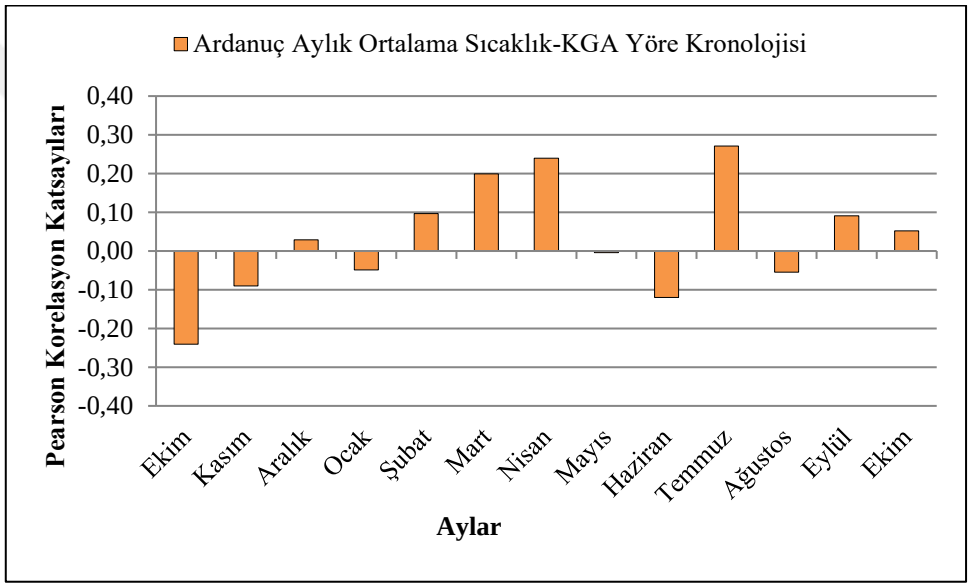
Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile mayıs (halka oluşum yılının) ayındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir, Aralık (önceki yılın) ayı ile mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişiminin sıcaklık ile ilişkisi ise olumlu yöndedir. Mart ayı için pearson korelasyon katsayısı anlamlıdır. Ocak ayında Tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatiftir. Şubat ayında ise Tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitiftir (Grafik 24).



Grafik 24: Yusufeli'ne ait ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

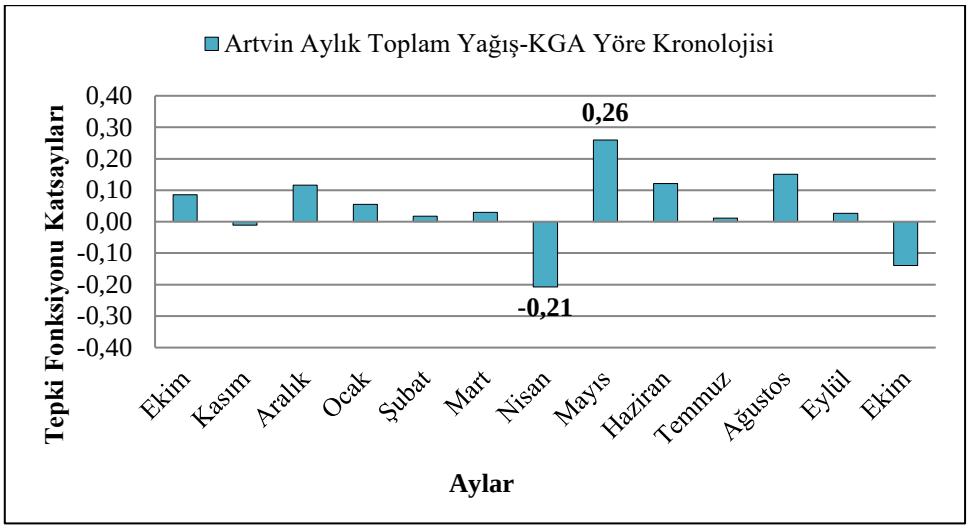
Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs, haziran ve ağustos (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Aralık (önceki yılın), şubat, mart, nisan, temmuz, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarında halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de anlamlı aylar tespit edilememiştir (Grafik 25).

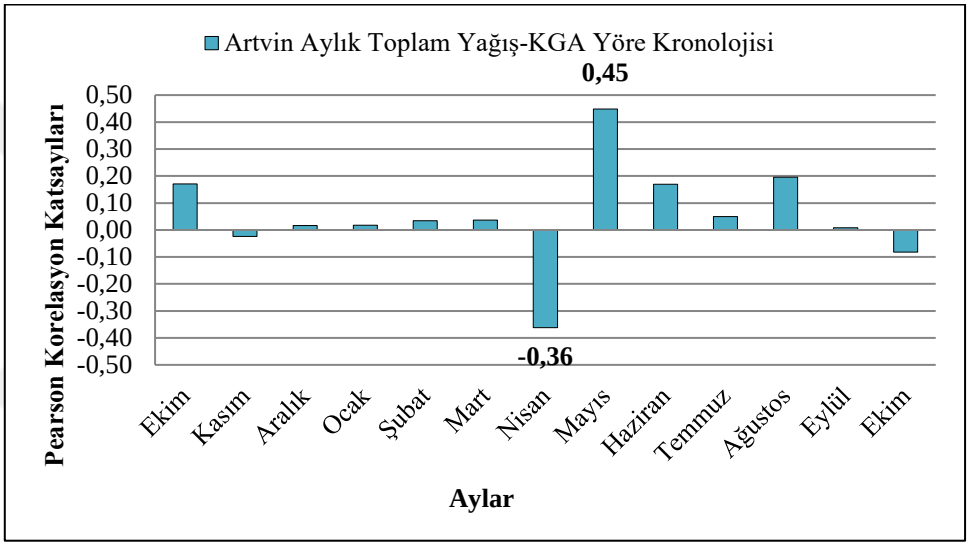




Grafik 25: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

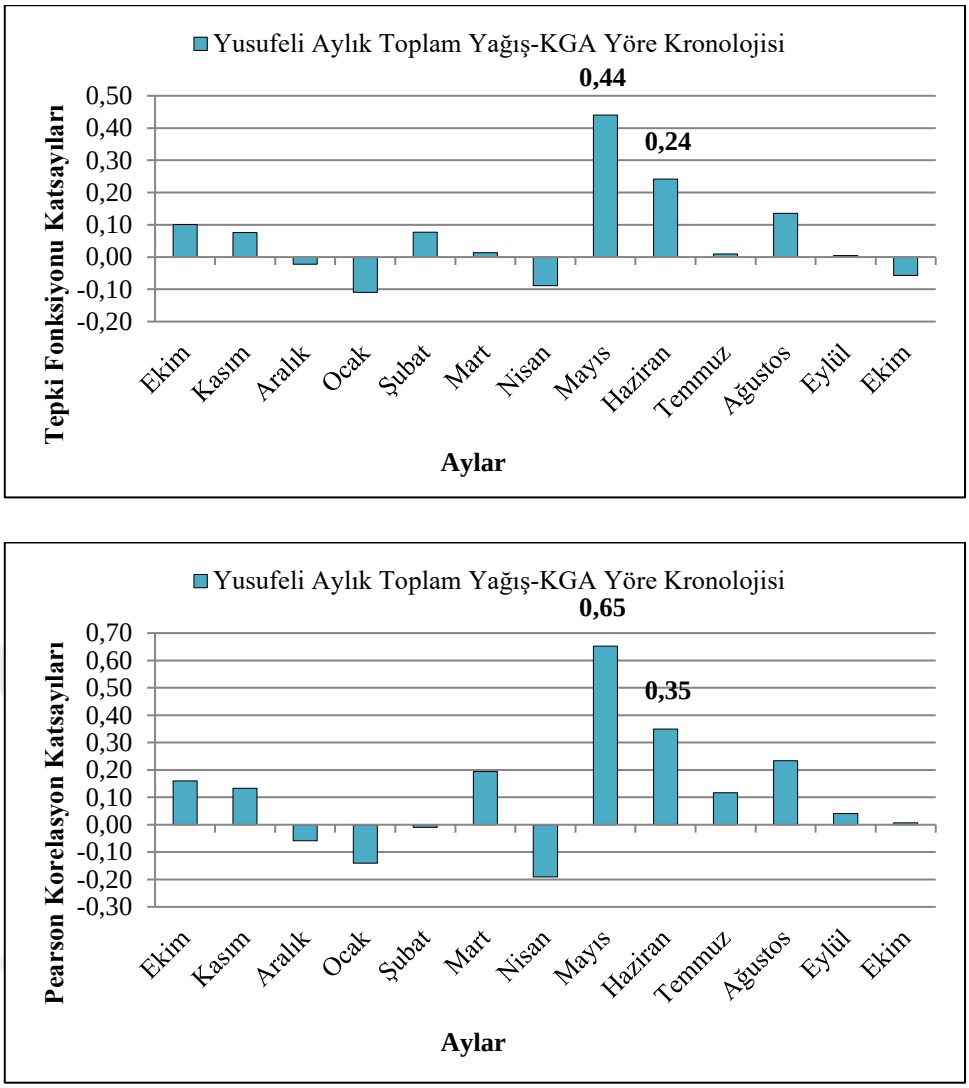
Artvin'de toplam yağışların, kasım (önceki yılın) ayı ile nisan ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini olumsuz yönde etkilediği analiz edilmiştir. Ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, şubat, mart, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Her iki korelasyon katsayısı için de nisan ve mayıs ayları anlamlıdır (Grafik 26).





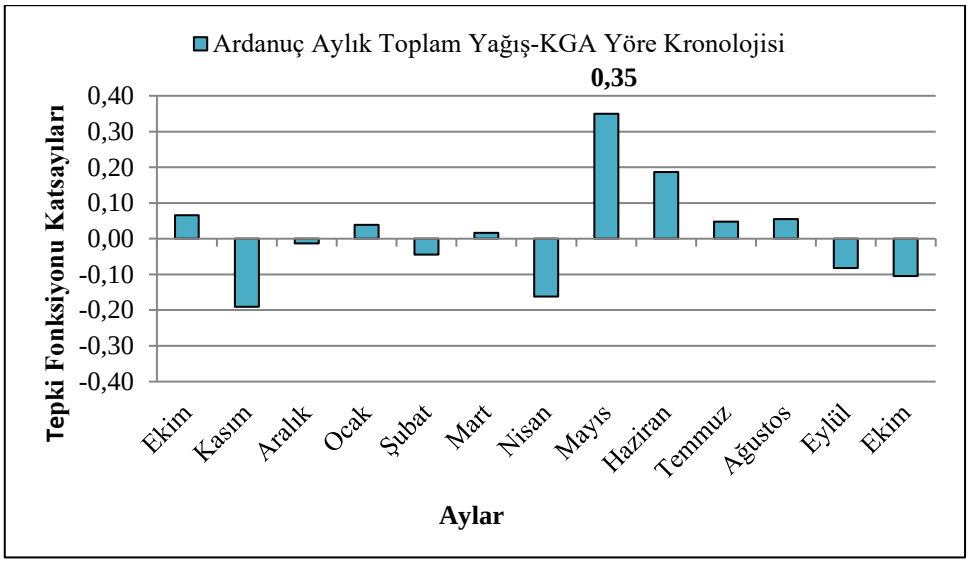
Grafik 26: Artvin'de toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

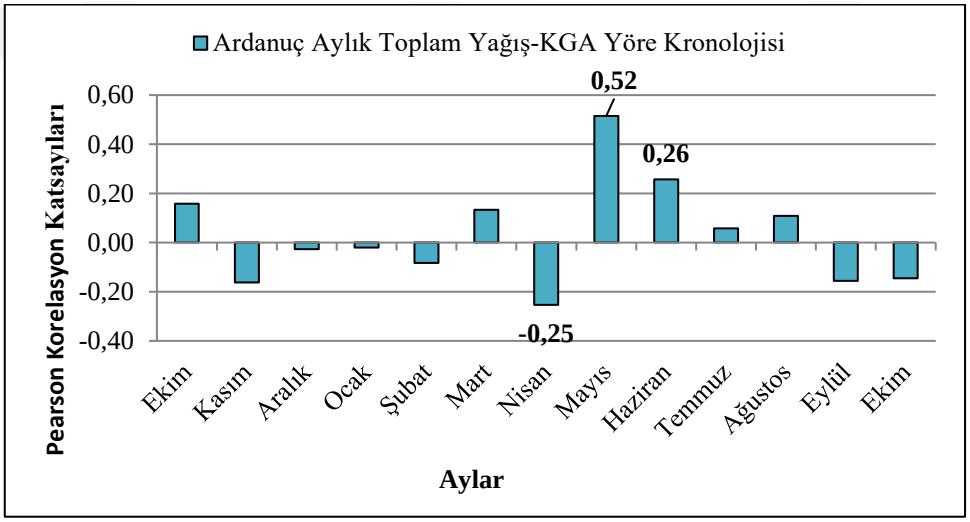
Yusufeli'de toplam yağışların, aralık (önceki yılın) ayı ile ocak ve nisan (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumlu yönde etkisi bulunmaktadır. Ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de mayıs ve haziran ayları anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için şubat ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için şubat ayı negatiftir. Tepki fonksiyonu katsayısı ekim ayında negatif yönde iken Pearson korelasyon katsayısı pozitif yöndedir (Grafik 27).



Grafik 27: Yusufeli'nde toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta toplam yağışların, kasım ve aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, nisan, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Ekim (önceki yılın) ayı ile mart, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini ise artırmaktadır. İki korelasyon katsayısında da mayıs ayı anlamlı iken, nisan ve haziran ayında Pearson korelasyon katsayısı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısında ise ocak ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için ocak ayı negatiftir (Grafik 28).



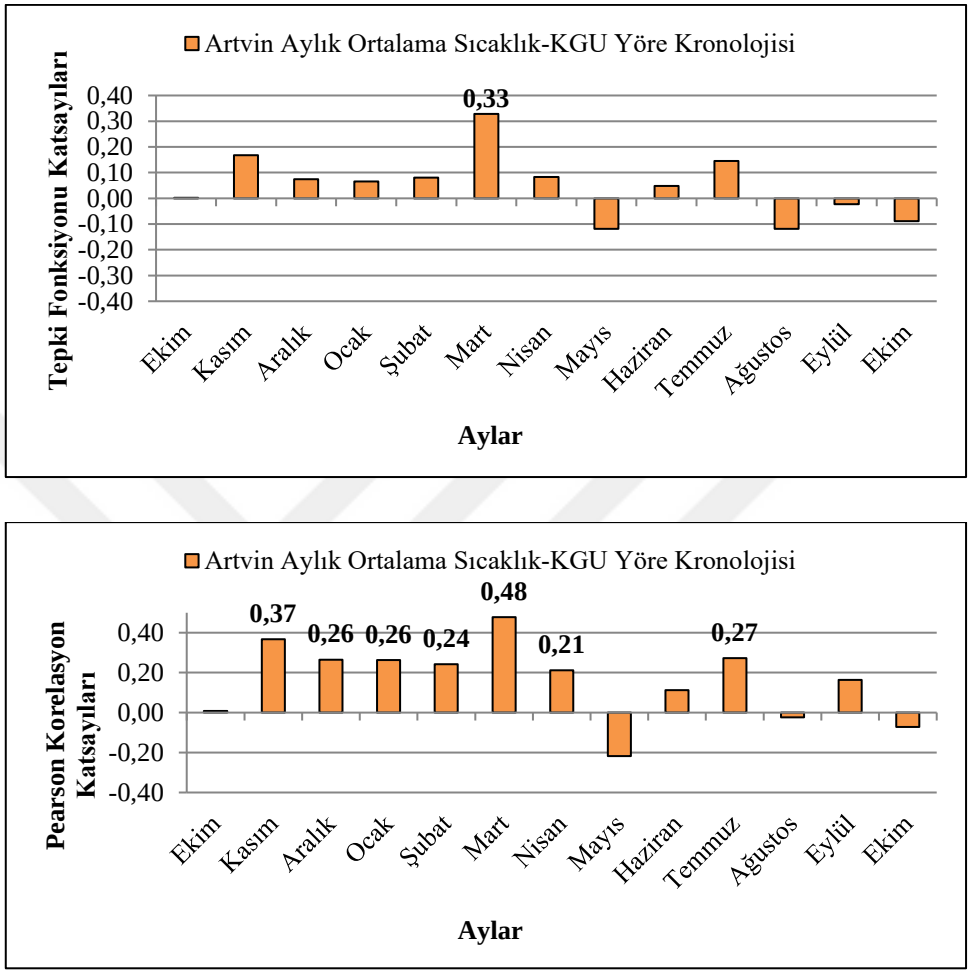


Grafik 28: Ardanuç'ta toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Karçal(Ortaköy) Göknar Ormanı Üst Sınırı Yöre Kronolojisi

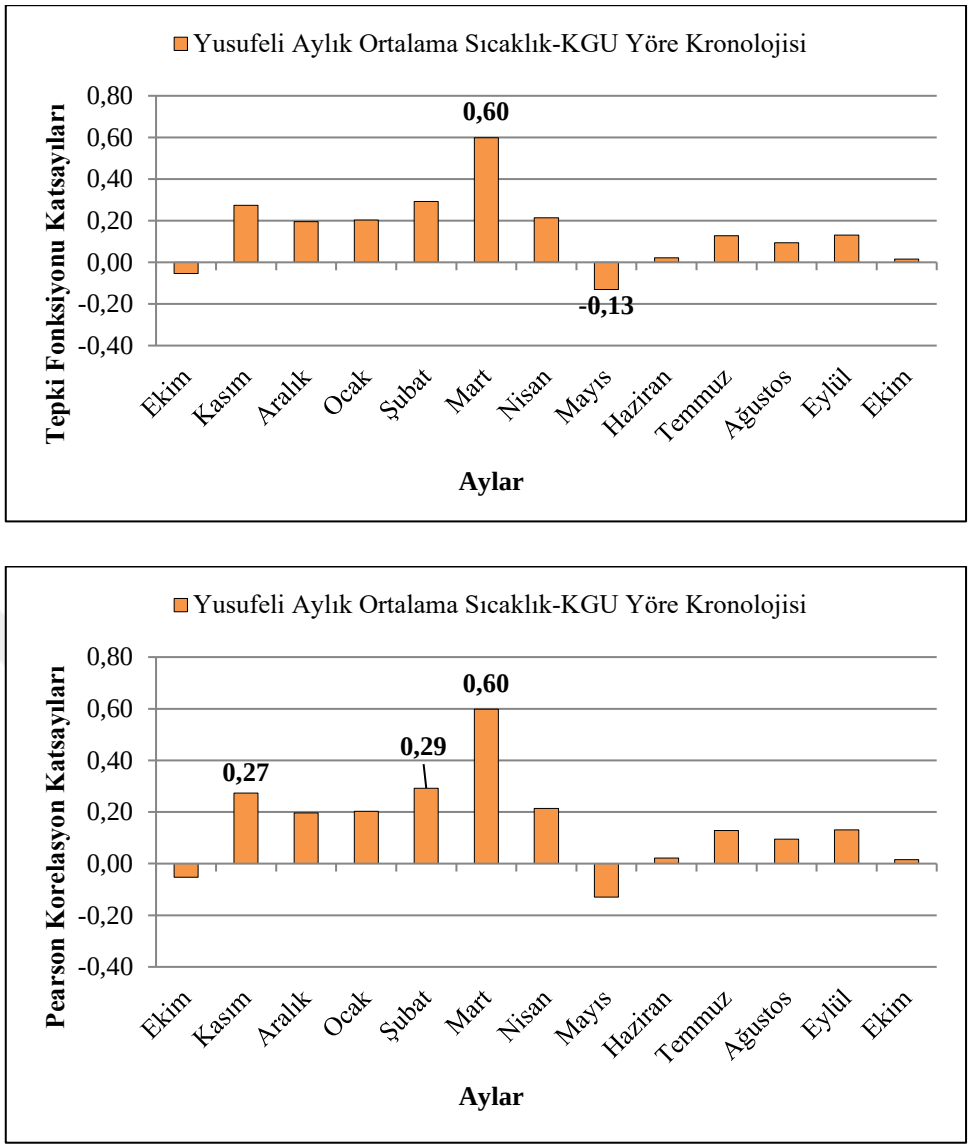
Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde Artvin'de ortalama sıcaklıklar, mayıs, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Ekim, kasım, aralık (önceki yılın) ile ocak, şubat, mart, nisan, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini ise pozitif yönde etkilemektedir. Her iki korelasyon katsayısı için de mart ayı anlamlı iken Pearson korelasyon katsayısı için kasım, aralık, ocak, şubat, nisan ve

temmuz ayları anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için eylül ayı negatif iken Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 29).



Grafik 29: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

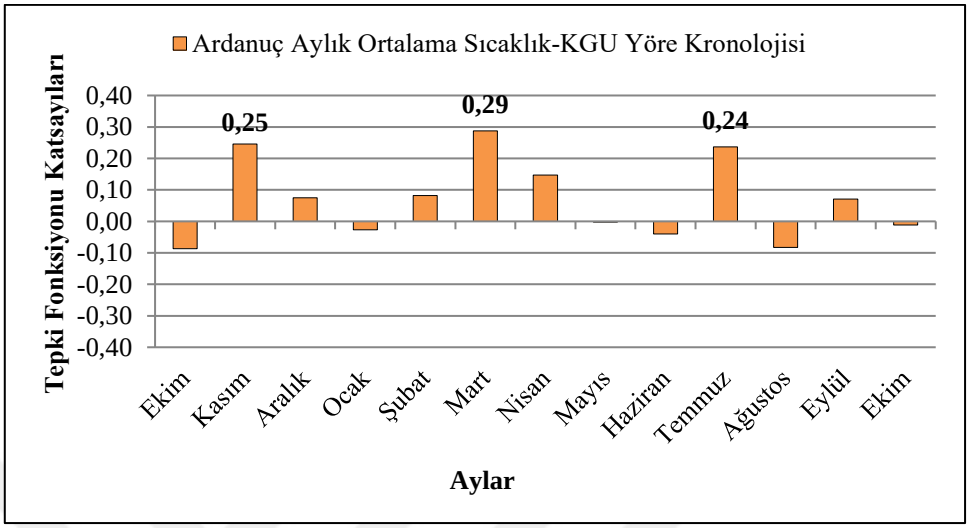
Yusufeli'de ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın) ayı ile mayıs (halka oluşum yılının) ayındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Kasım, aralık (önceki yılın) ile ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırmaktadır. Tepki fonksiyonu katsayısı mayıs ayı için anlamlı iken, Pearson korelasyon için kasım, şubat ve mart ayları anlamlıdır (Grafik 30).

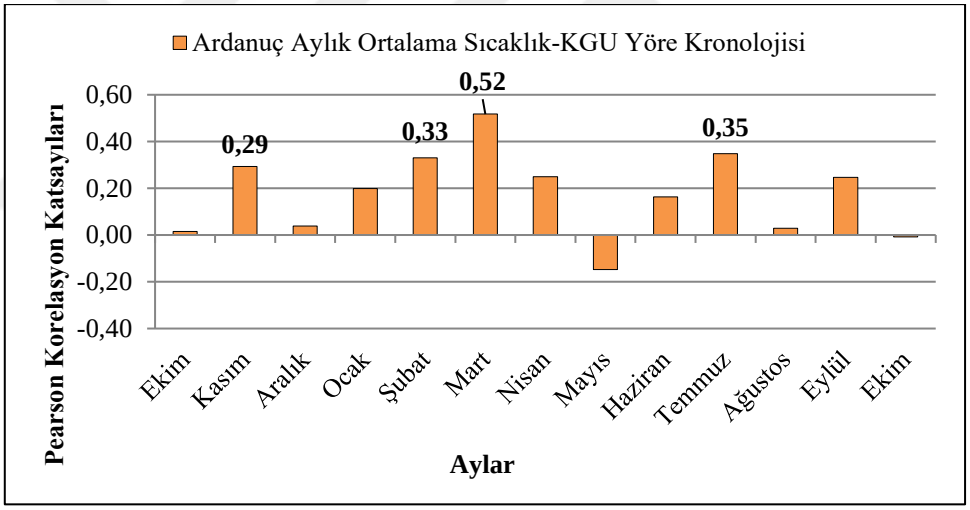


Grafik 30: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların, mayıs, haziran, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi görülmektedir. Kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, mart, nisan, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Kasım, mart, temmuz ayları iki korelasyon katsayısı için de anlamlı iken Pearson korelasyon için şubat ayı anlamlıdır. Önceki yılın ekim ayı tepki fonksiyonu katsayısı için negatifken Pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir. Tepki fonksiyonu için halka oluşum

yılının ocak, haziran ve ağustos ayı negatif iken Pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir (Grafik 31).

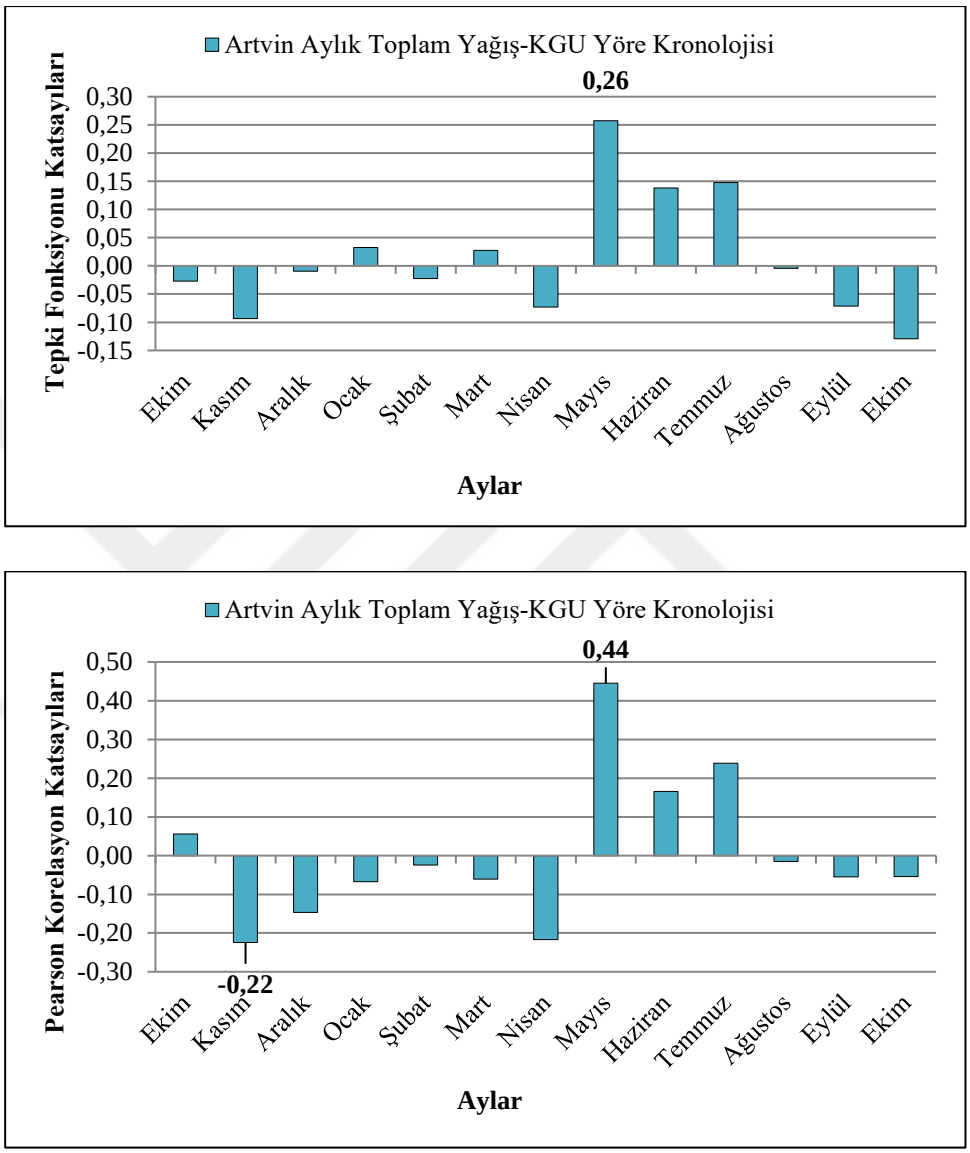




Grafik 31: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Artvin'de toplam yağışlar ekim, kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, nisan, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ocak, mart, mayıs, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Her iki korelasyon katsayısı için de mayıs ayı anlamlı iken Pearson korelasyon için kasım ayı anlamlıdır. Tepki

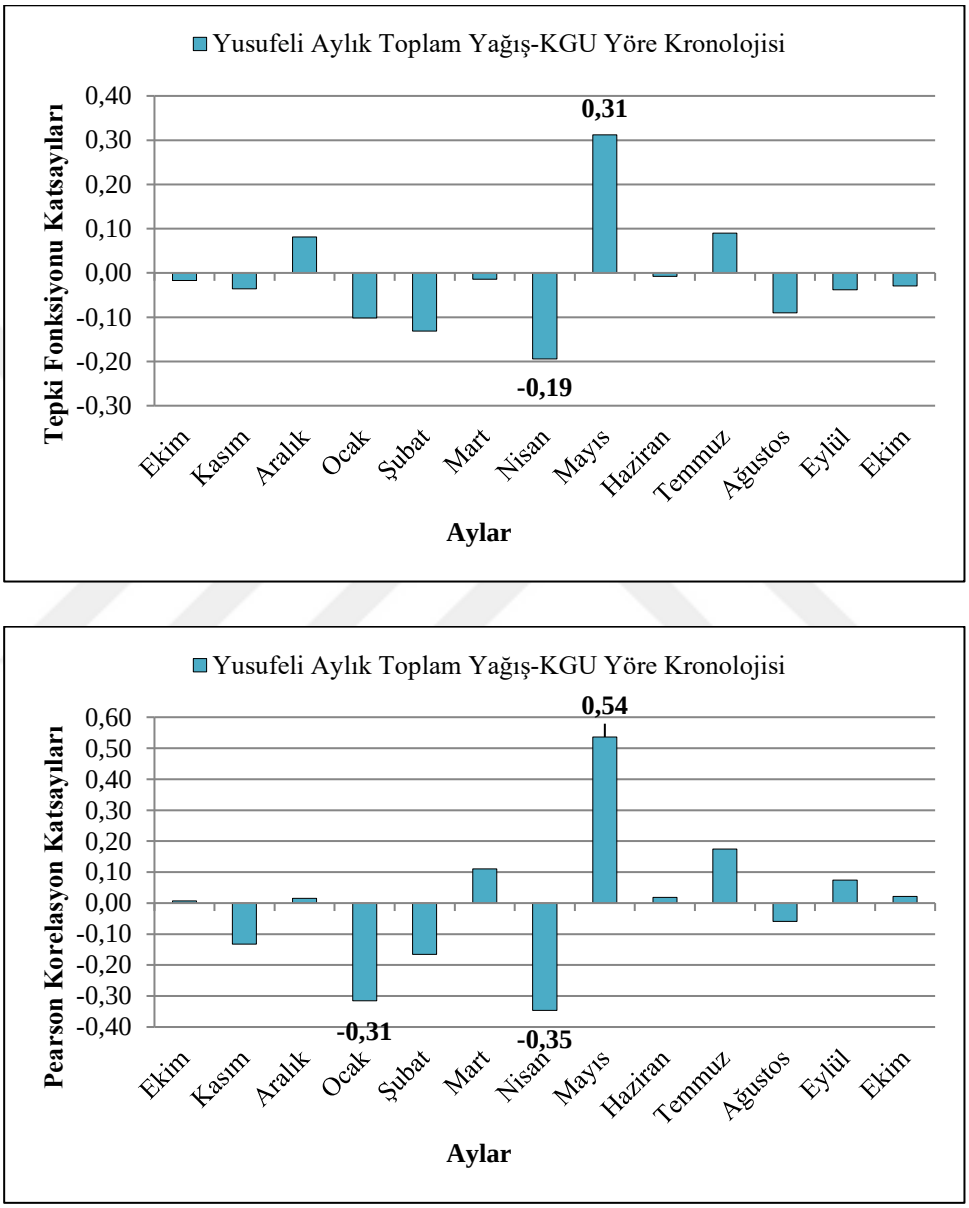
fonksiyonu katsayısı için ekim ayı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitiftir. Tepki fonksiyonu katsayısı için ocak, mart ayı pozitif iken, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir (Grafik 32).



Grafik 32: Artvin'de toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

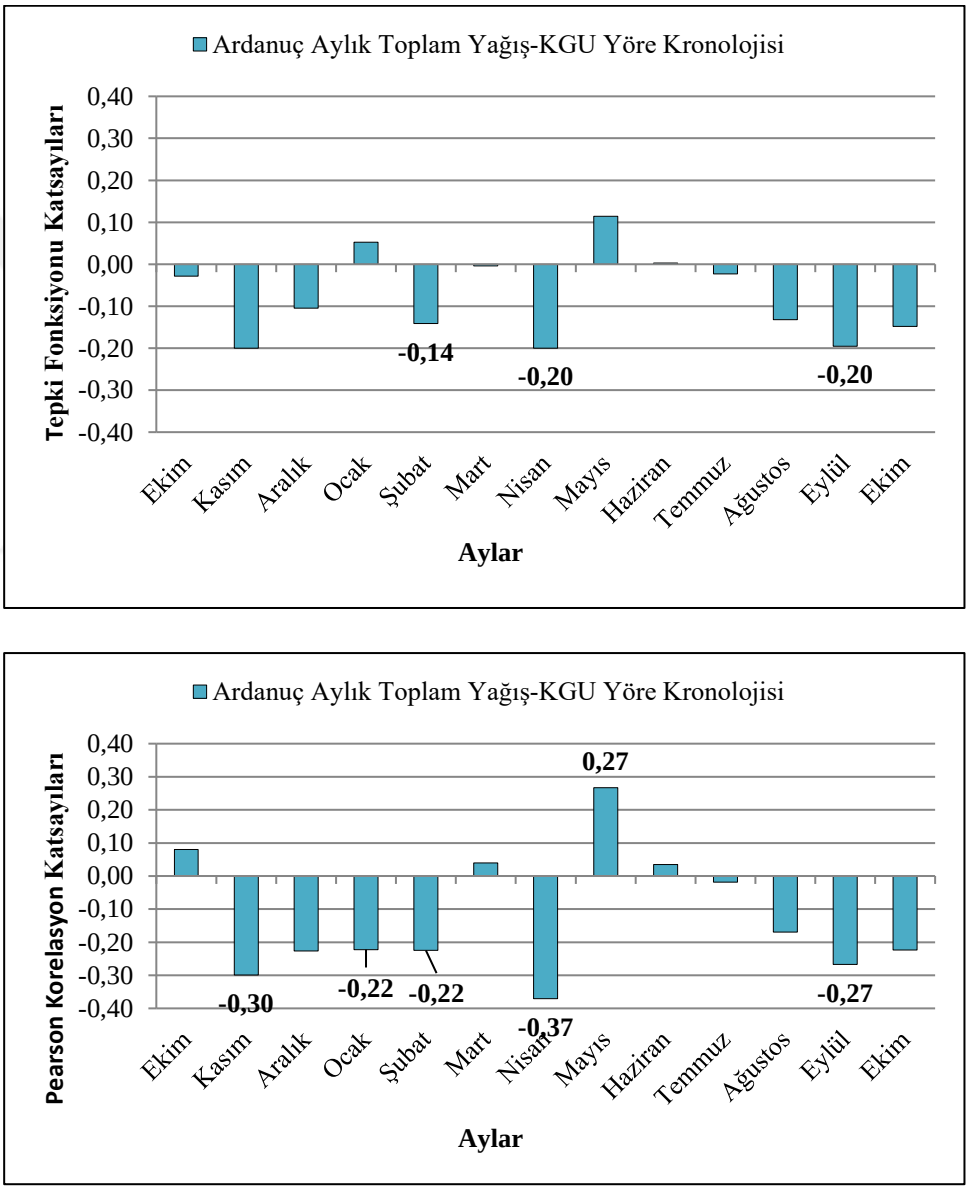
Yusufeli'de toplam yağışların ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile ocak, şubat, mart, nisan, haziran, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarına etkisi olumsuz yöndedir. Aralık (önceki yılın) ayı ile halka oluşum yılının mayıs ve temmuz

ayı halka gelişimini arttırmaktadır. Her iki korelasyon katsayısında da nisan ve mayıs ayı anlamlı iken Pearson korelasyon katsayısı için ocak ayı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısına göre ekim, mart, haziran, eylül ayları negatif, Pearson korelasyon katsayısına göre pozitiftir (Grafik 33).



Grafik 33: Yusufeli 'de toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

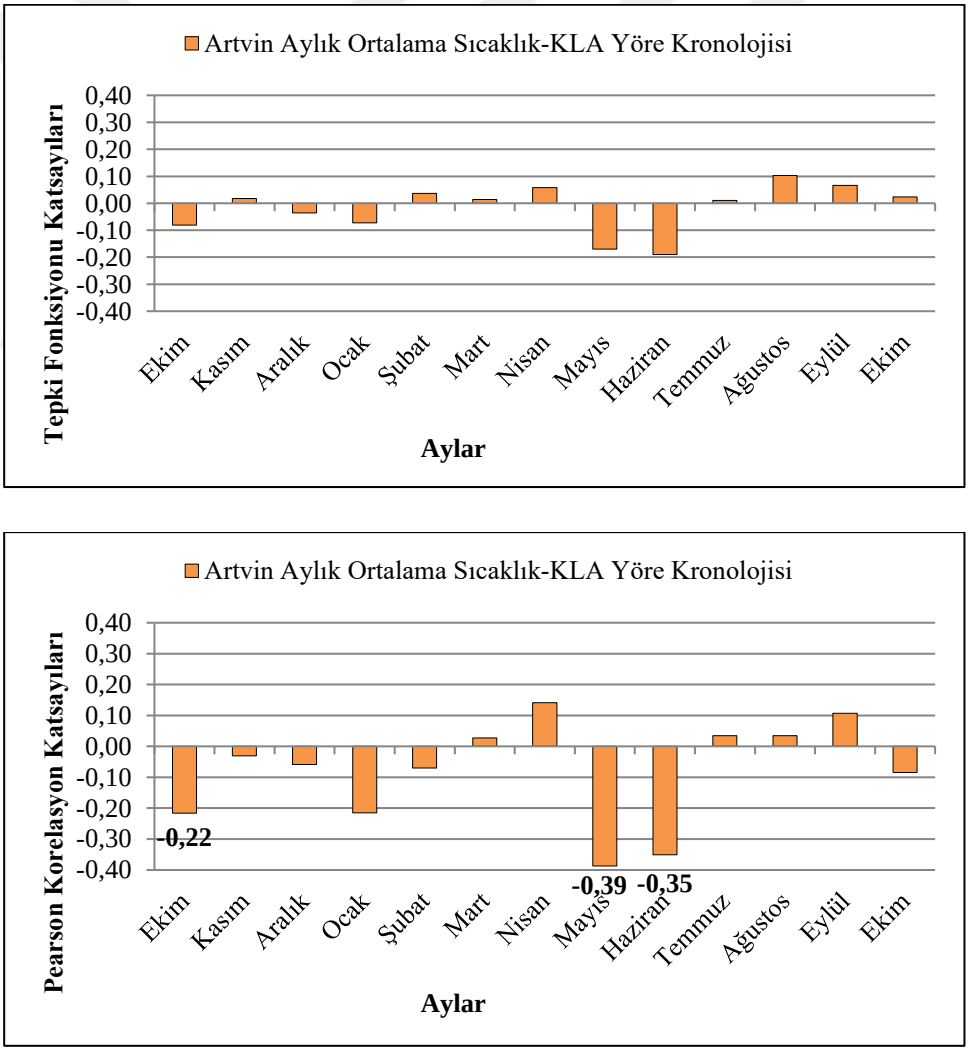
Ardanuç'ta toplam yağışların kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, nisan, temmuz, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yönde görülmektedir. Halka oluşum yılının mayıs ve haziran aylarının halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Tepki fonksiyonu için ekim ve mart ayı negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir. Tepki fonksiyonu için ocak ayı pozitif, Pearson korelasyon için negatiftir (Grafik 34).



Grafik 34: Ardanuç'ta toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

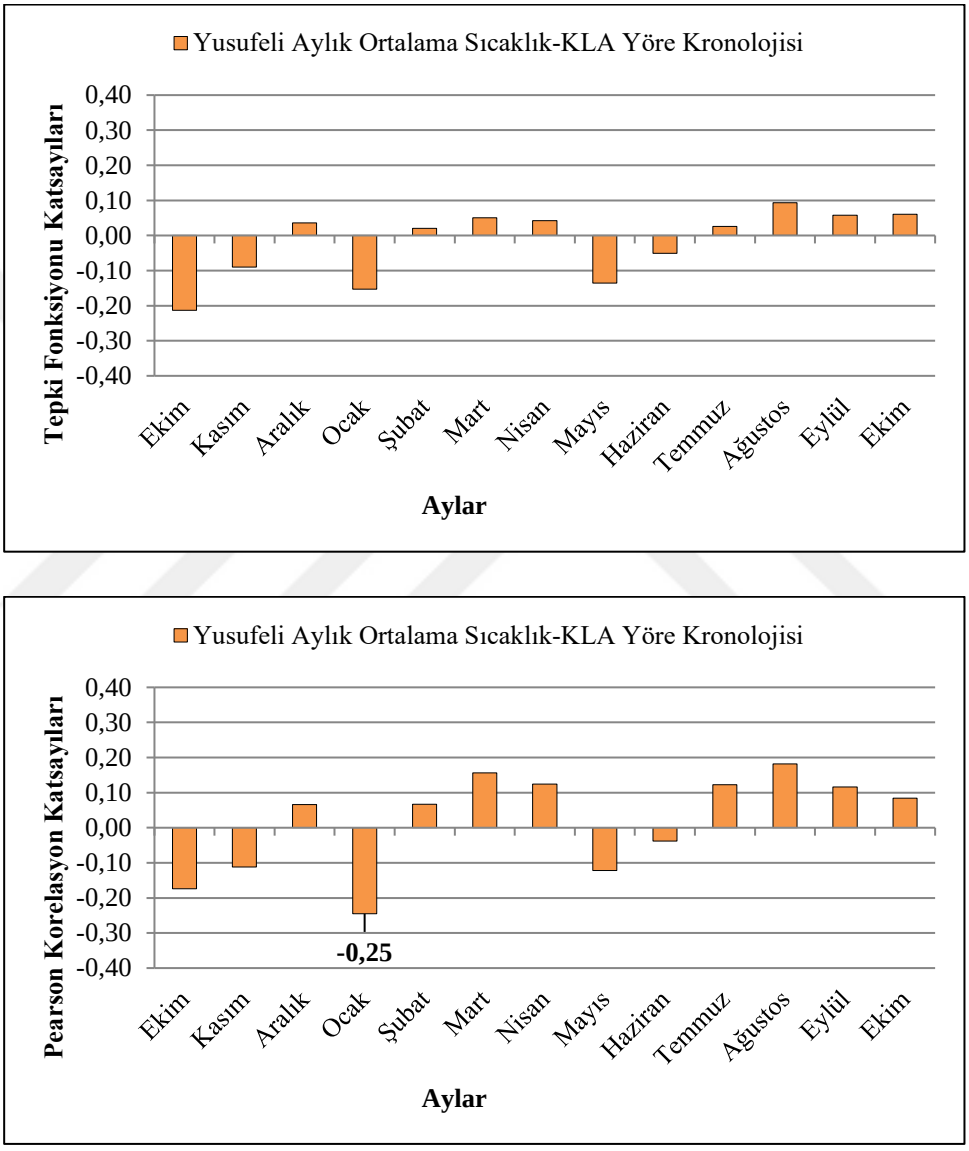
Karçal (Ortaköy) Ladin Ormanı Alt Sınırı Yöre Kronolojisi

Artvin'de ortalama sıcaklıkların ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs, haziran (halka oluşum yılının) aylarını olumsuz yönde etkilediği görülmektedir. Mart, nisan, temmuz, ağustos ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs ve haziran ayları için Pearson korelasyon katsayısı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için kasım, şubat, ekim ayları pozitif, Pearson korelasyon katsayısı negatiftir (Grafik 35).



Grafik 35: Artvin'nde ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

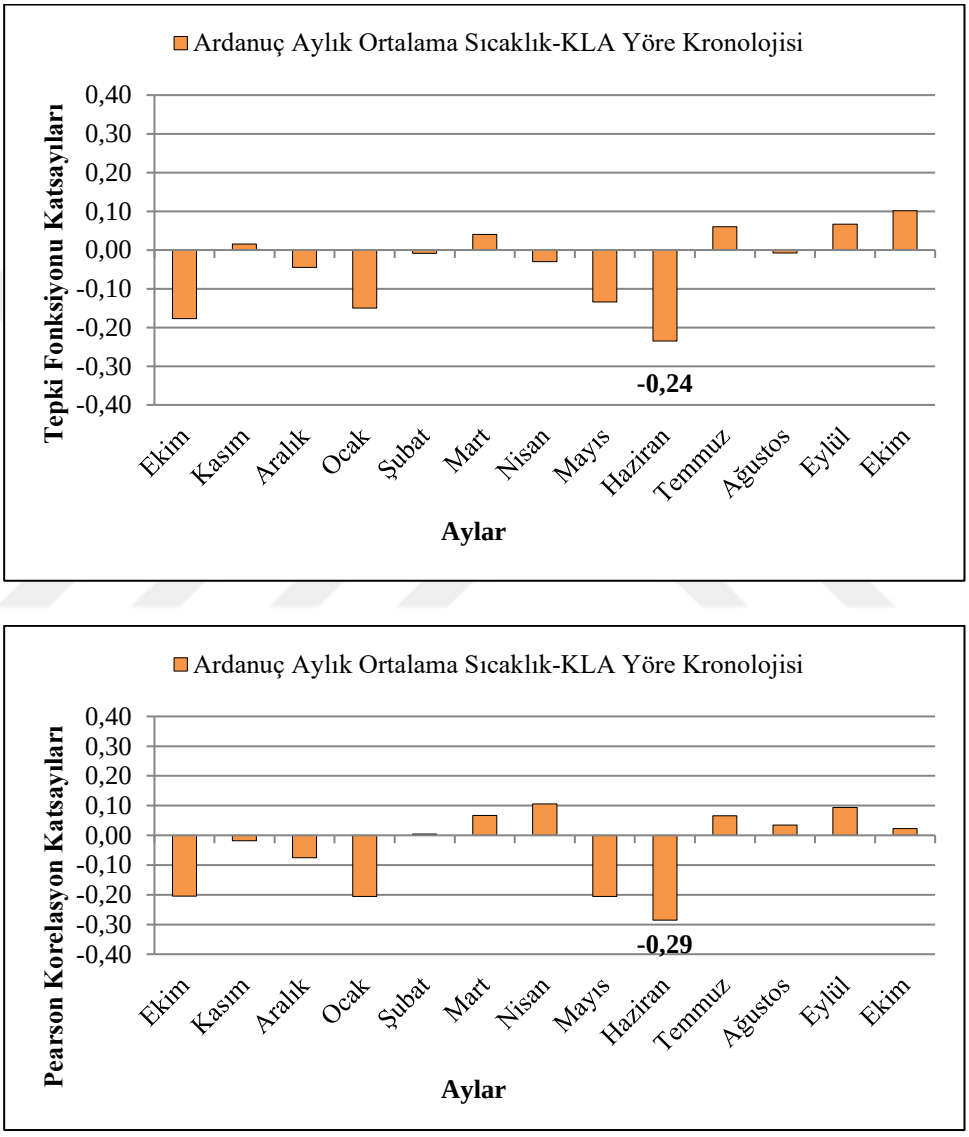
Yusufeli ‘de ortalama sıcaklıkların ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Aralık (önceki yılın) ayı ile şubat, mart, nisan, temmuz, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Pearson korelasyon katsayısı için ocak ayı anlamlıdır (Grafik 36).



Grafik 36: Yusufeli’nde ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları(İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç’ta ortalama sıcaklıkların ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz

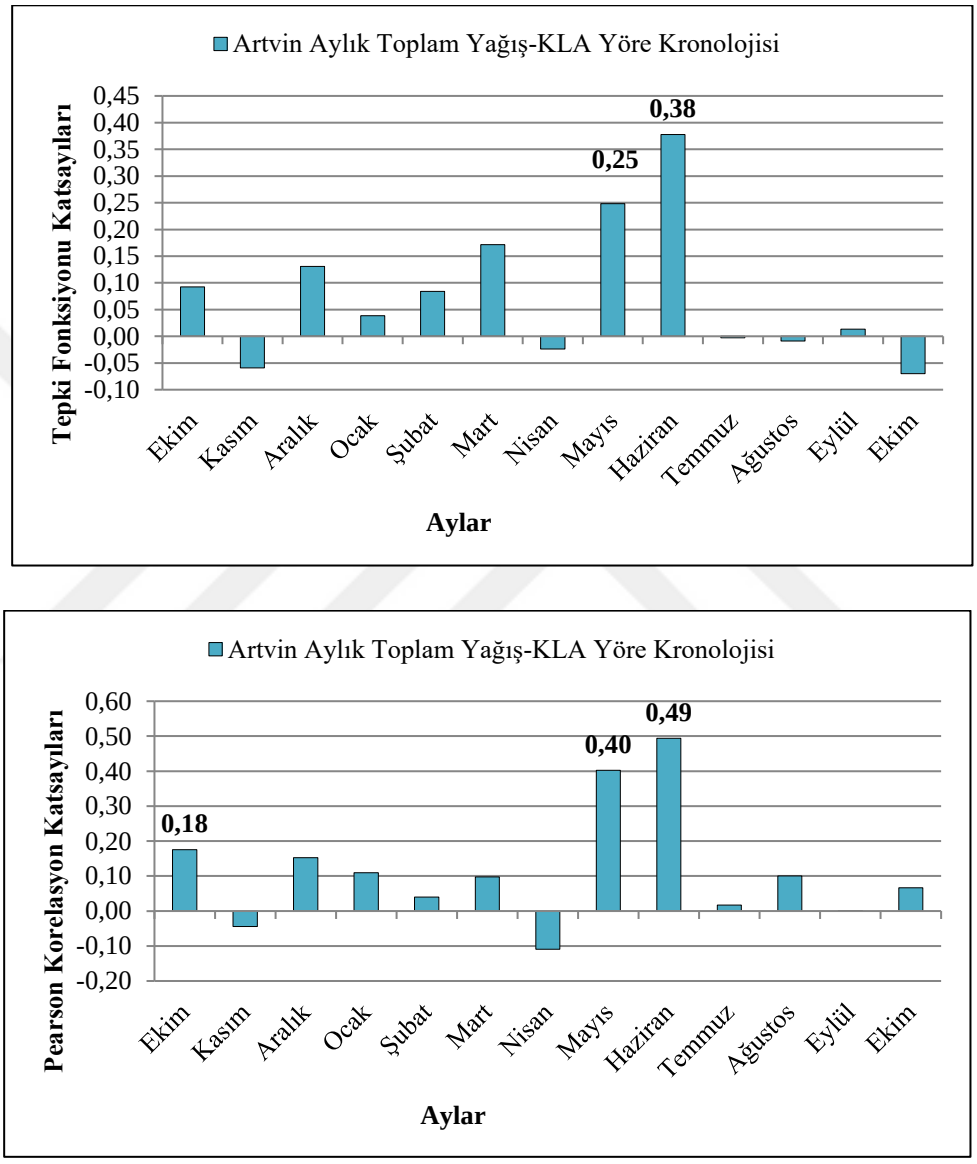
yöndedir. Halka oluşum yılının mart, temmuz, eylül ve ekim aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. İki korelasyon katsayısı için haziran ayında anlamlı ilişkiler görülmektedir. Kasım ayı Tepki fonksiyonu katsayısı için pozitif, Pearson korelasyon için negatiftir. Tepki fonksiyonu katsayısı için şubat, nisan, ağustos ayları negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 37).



Grafik 37: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gsteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Artvin'de toplam yağışların, kasım (önceki yılın) ayı ile nisan (halka oluşum yılının) ayında halka gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, şubat, mart, mayıs, haziran ve eylül (halka oluşum yılının)

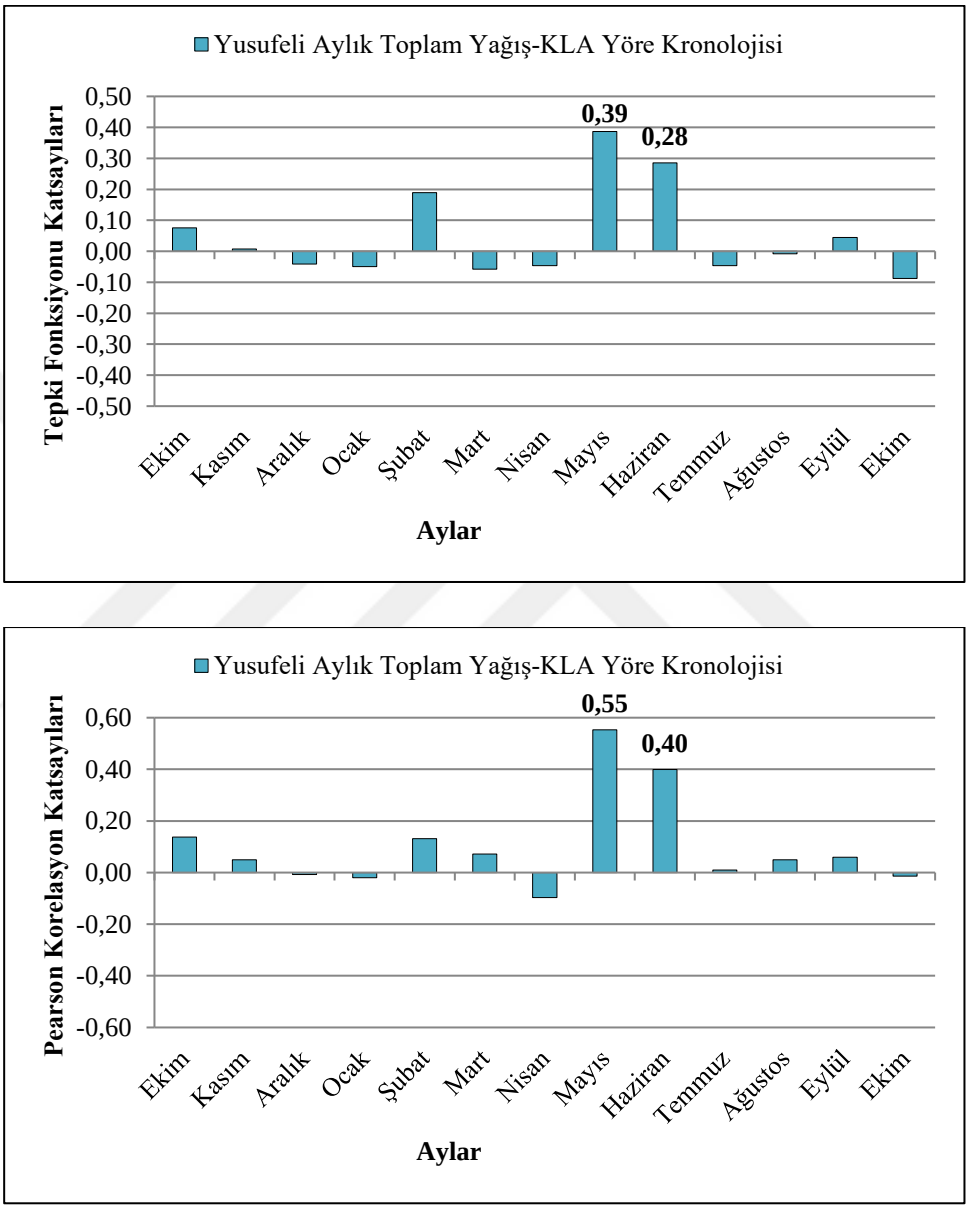
aylarında halka gelişimine etkisi pozitif yöndedir. İki korelasyon katsayısı için mayıs ve haziran ayı anlamlı iken ekim ayı için Pearson korelasyon katsayısı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için temmuz, ağustos ve ekim ayları negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 38).



Grafik 38: Artvin'de toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli 'de toplam yağışların, aralık (önceki yılın) ayı ile ocak, nisan ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim, kasım (önceki yılın) ayları ile şubat, mayıs, haziran ve eylül (halka oluşum yılının)

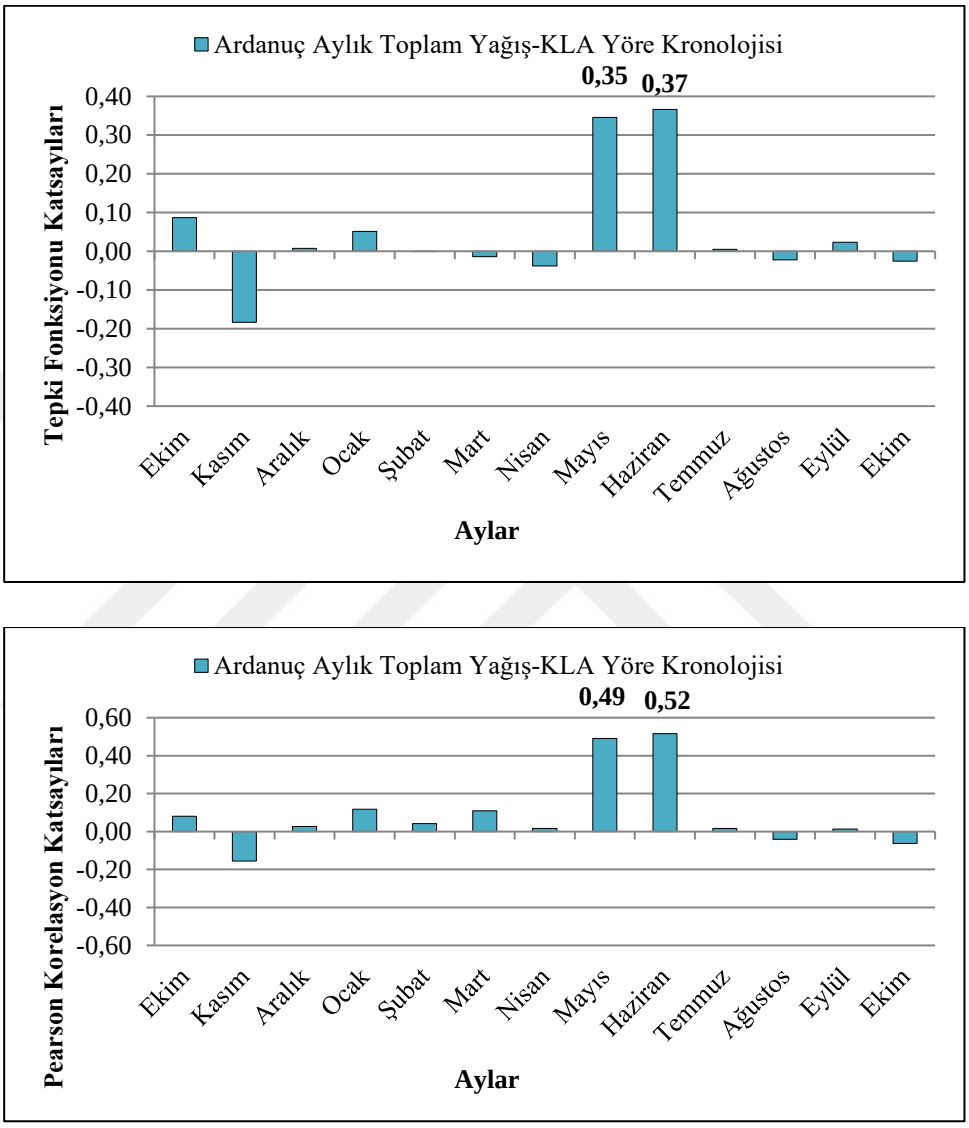
aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. İki korelasyon katsayısı için de mayıs, haziran anlamlıdır. Mart, temmuz, ağustos ayları için Tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir (Grafik 39).



Grafik 39: Yusufeli'nde aylık toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta toplam yağışların kasım (önceki yılın) ayı ile halka oluşum yılının ağustos ve ekim aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs, haziran, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının)

aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Her iki korelasyon katsayısı için de mayıs, haziran ayı anlamlı ilişkiler görülmektedir. Şubat, mart, nisan ayı için Tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitiftir (Grafik 40).

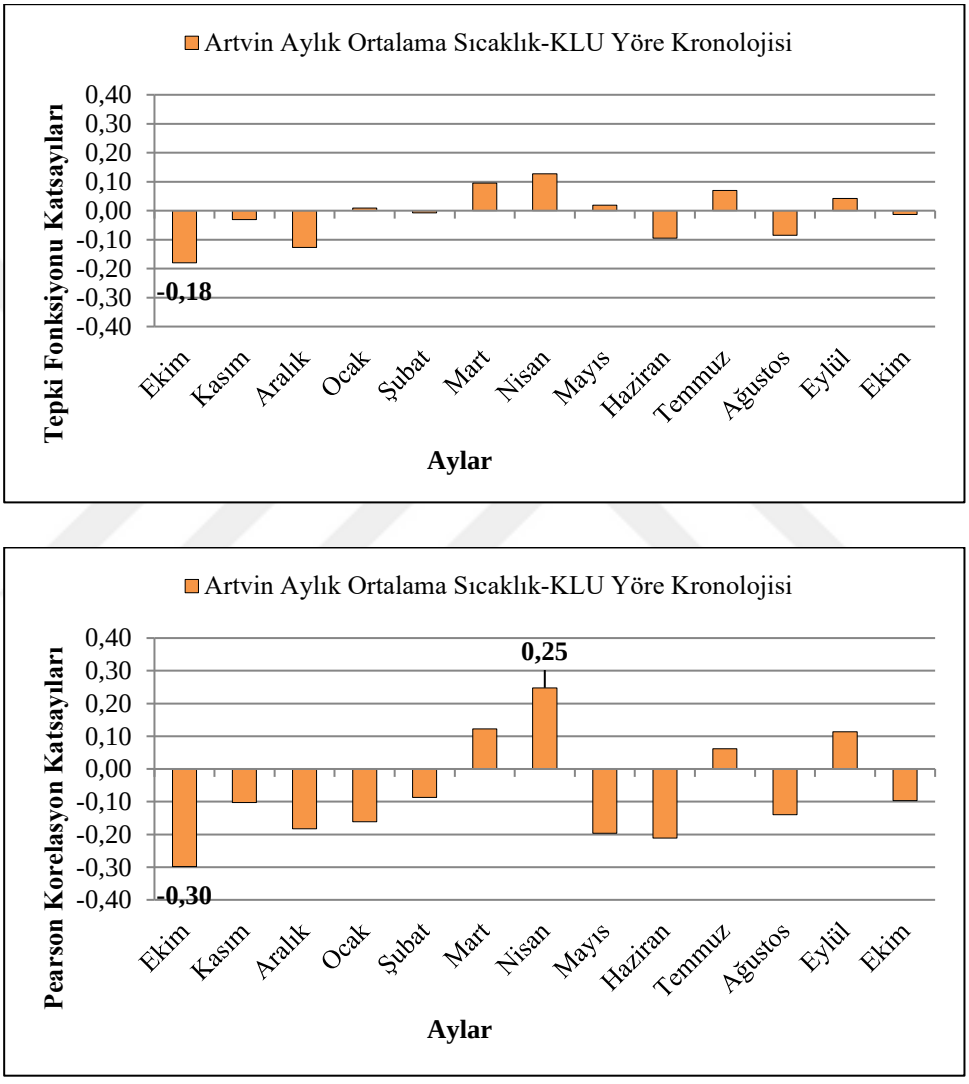


Grafik 40: Ardanuç'ta toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Karçal (Ortaköy) Ladin Ormanları Üst Sınırı Yöre Kronolojisi

Artvin'de ortalama sıcaklıkların ekim, kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, haziran, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine

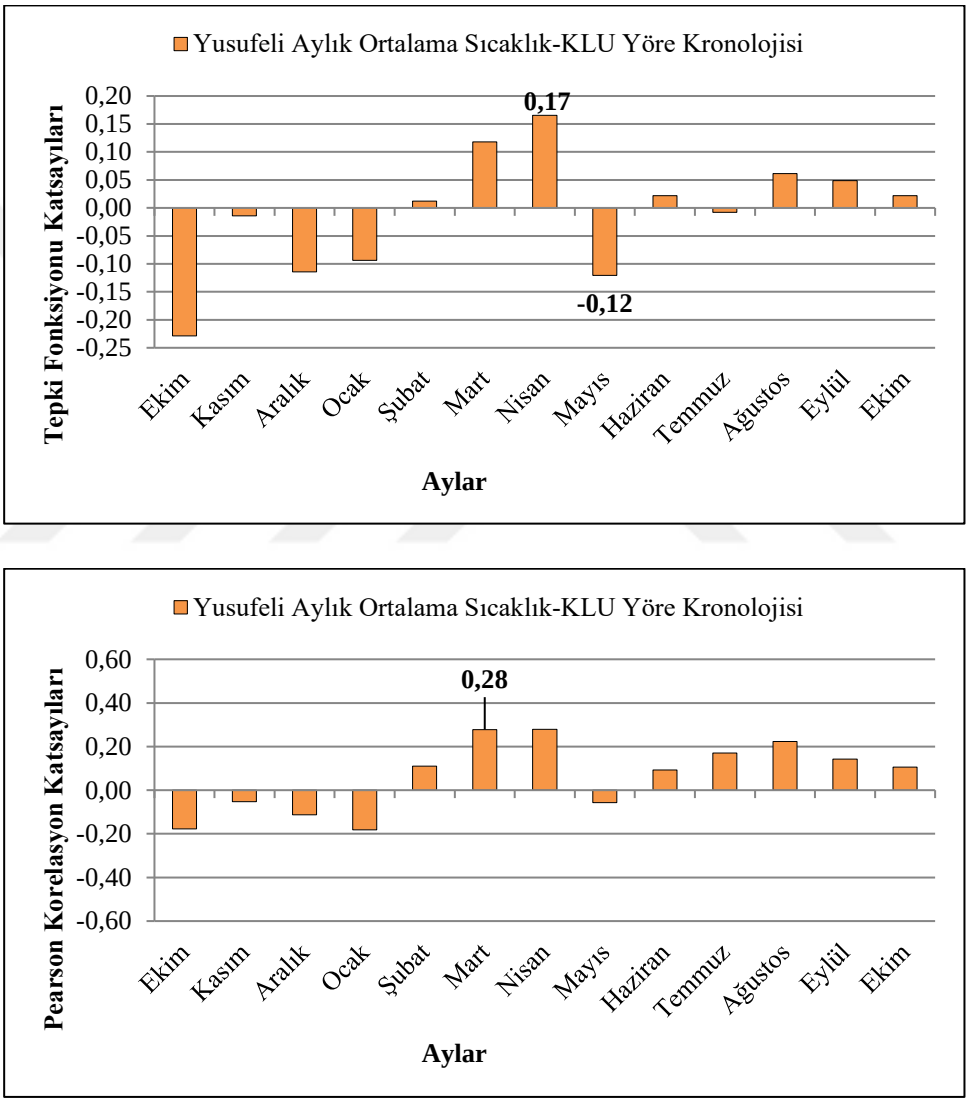
etkisi olumsuz yöndedir. Mart, nisan, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir, Her iki korelasyon katsayısı için ekim ayı anlamlıdır. Nisan ayında Pearson korelasyon katsayısı için anlamlı ilişkiler görülmektedir. Tepki fonksiyonu katsayısı için ocak ve mayıs ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir (Grafik 41).



Grafik 41: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

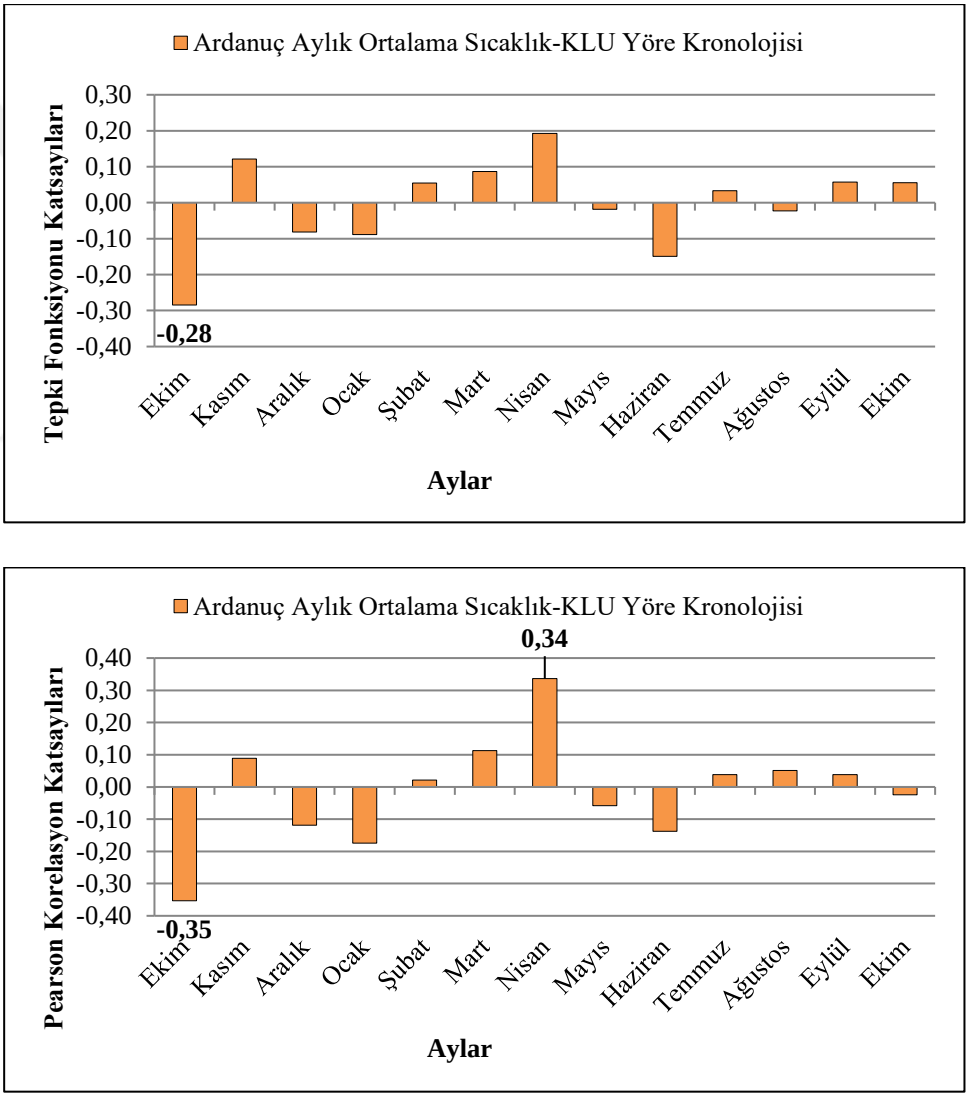
Yusufeli'de ortalama sıcaklıkların ekim, kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimi üzerinde etkisi olumsuz

yöndedir. Şubat, mart, nisan, haziran, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka oluşumunu artırdığı tespit edilmiştir. Tepki fonksiyonu katsayısı için nisan mayıs ayları, Pearson korelasyon için mart ayı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için mayıs ayında olumlu, Pearson korelasyon katsayısı için olumsuz ilişki söz konusudur. Tepki fonksiyonu katsayısı için temmuz ayı negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 42).



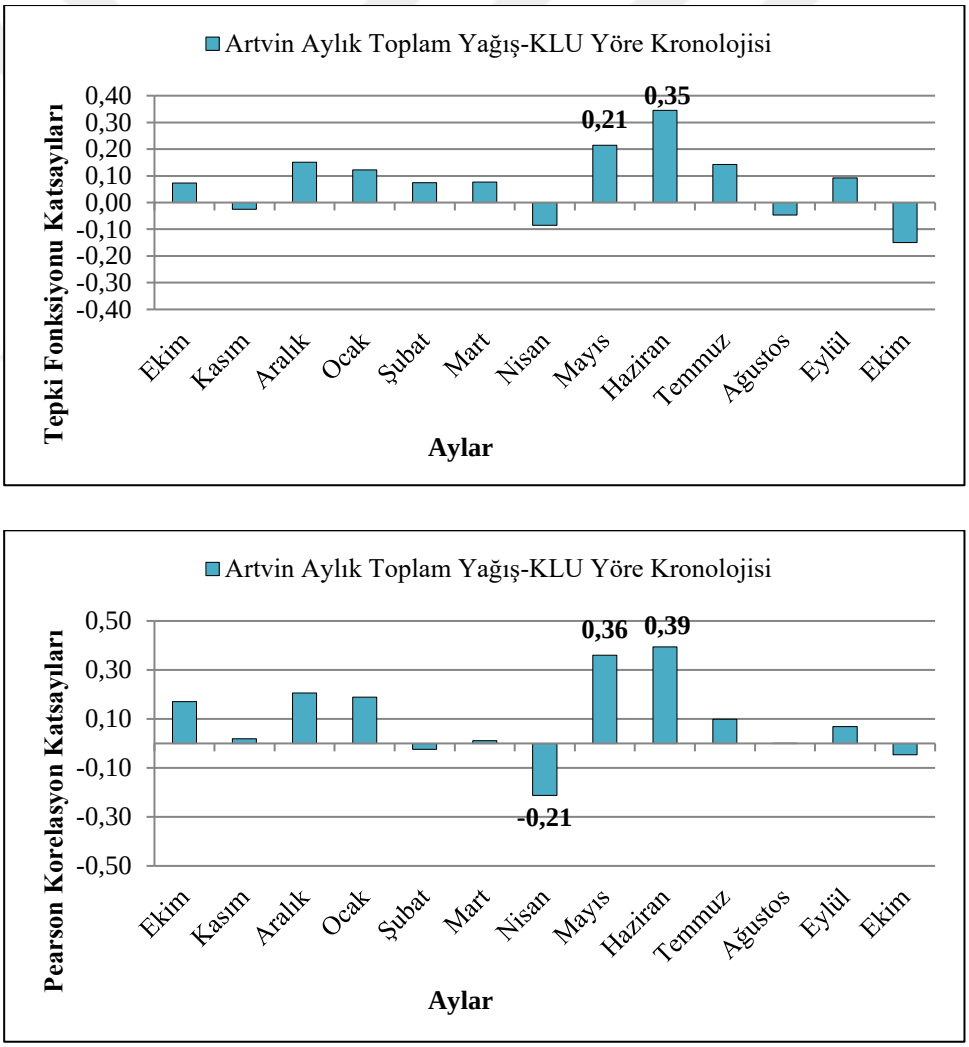
Grafik 42: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs, haziran (halka oluşum yılının) halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Kasım ayı (önceki yılın) ile şubat, mart, nisan, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısında da ekim ayı anlamlı iken nisan ayı için Pearson korelasyon katsayısı anlamlıdır. Ağustos ayı için Tepki fonksiyonu katsayısı olumsuz, Pearson korelasyon katsayısı için olumlu yöndedir. Ekim ayı için tepki fonksiyonu katsayısı pozitif yönde iken, Pearson korelasyon katsayısı için negatif yöndedir (Grafik 43).



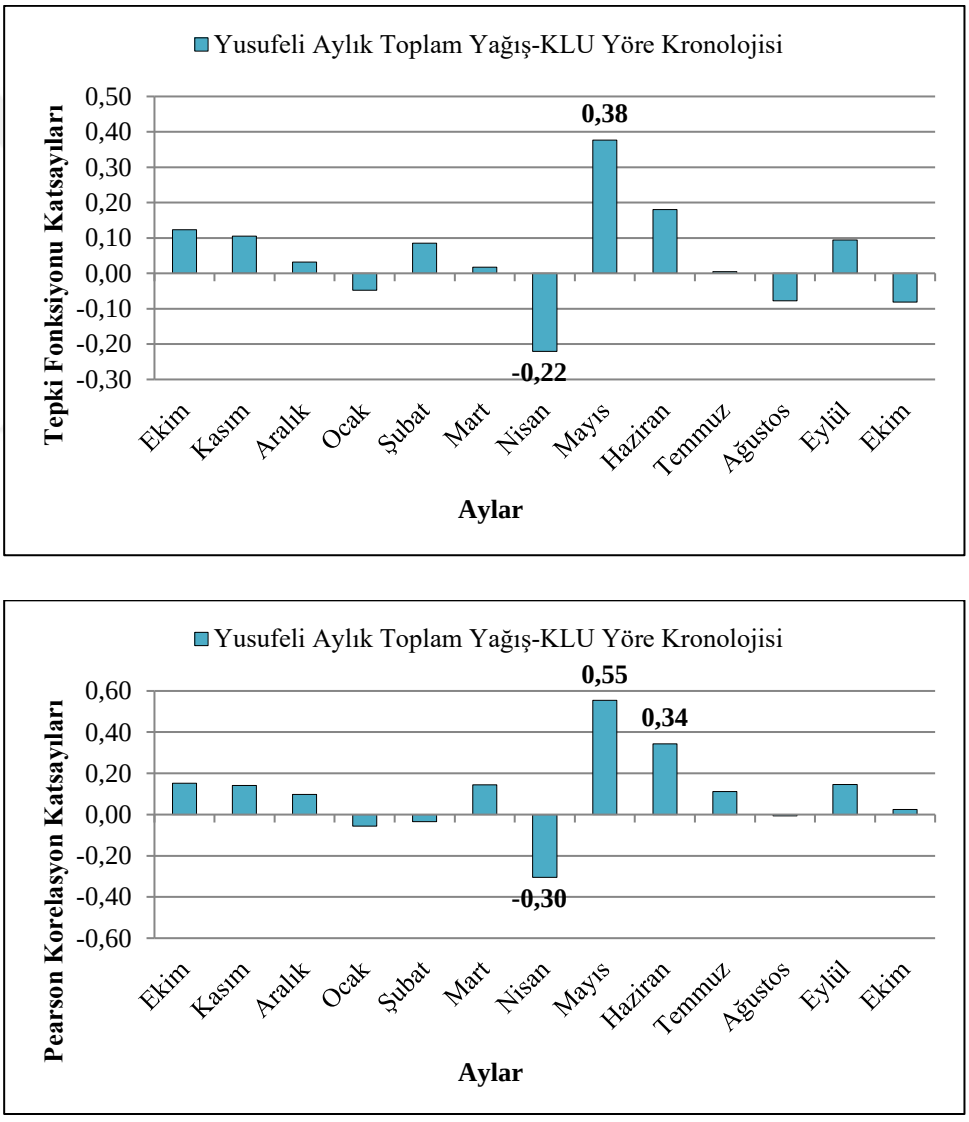
Grafik 43: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Artvin'de toplam yağışların nisan ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mart, mayıs, haziran, temmuz, eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. İki korelasyon katsayısı için de mayıs, haziran ayları anlamlı iken Pearson korelasyon katsayısına göre nisan ayı da anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayılarına göre kasım ve ağustos ayı negatif, Pearson korelasyon katsayısına göre pozitiftir. Tepki fonksiyonu katsayılarına göre şubat ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısına göre negatiftir (Grafik 44).



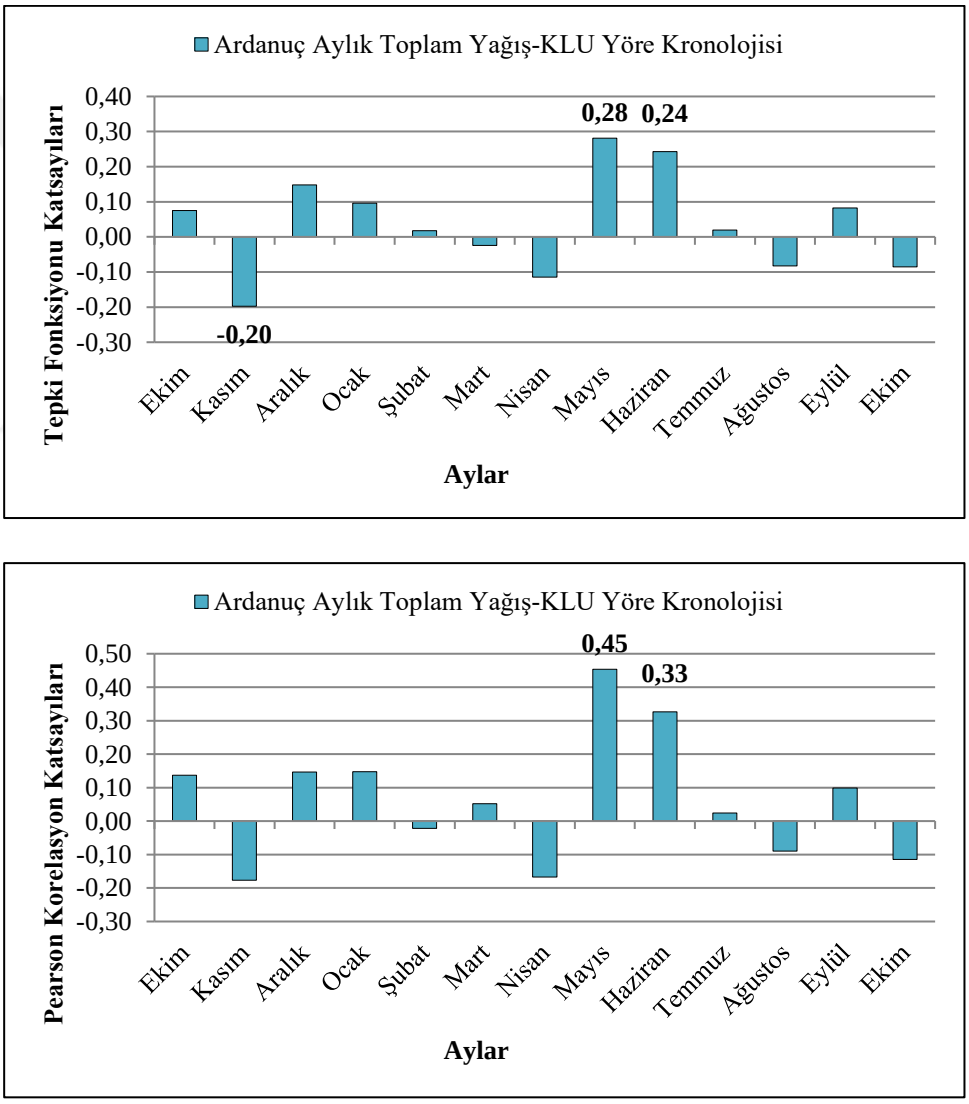
Grafik 44: Artvin'de aylık toplam yağışın KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli‘de toplam yağışların ocak, nisan, ağustos (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim, kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile mart, mayıs, haziran, temmuz, eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de nisan, mayıs ayları, Pearson korelasyon katsayısı için de haziran ayı anlamlı tespit edilmiştir. Tepki fonksiyonu katsayısı için şubat ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir. Ekim ayı ise Tepki fonksiyonu katsayısı için negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 45).



***Grafik* 45:** Yusufeli’nde toplam yağışların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

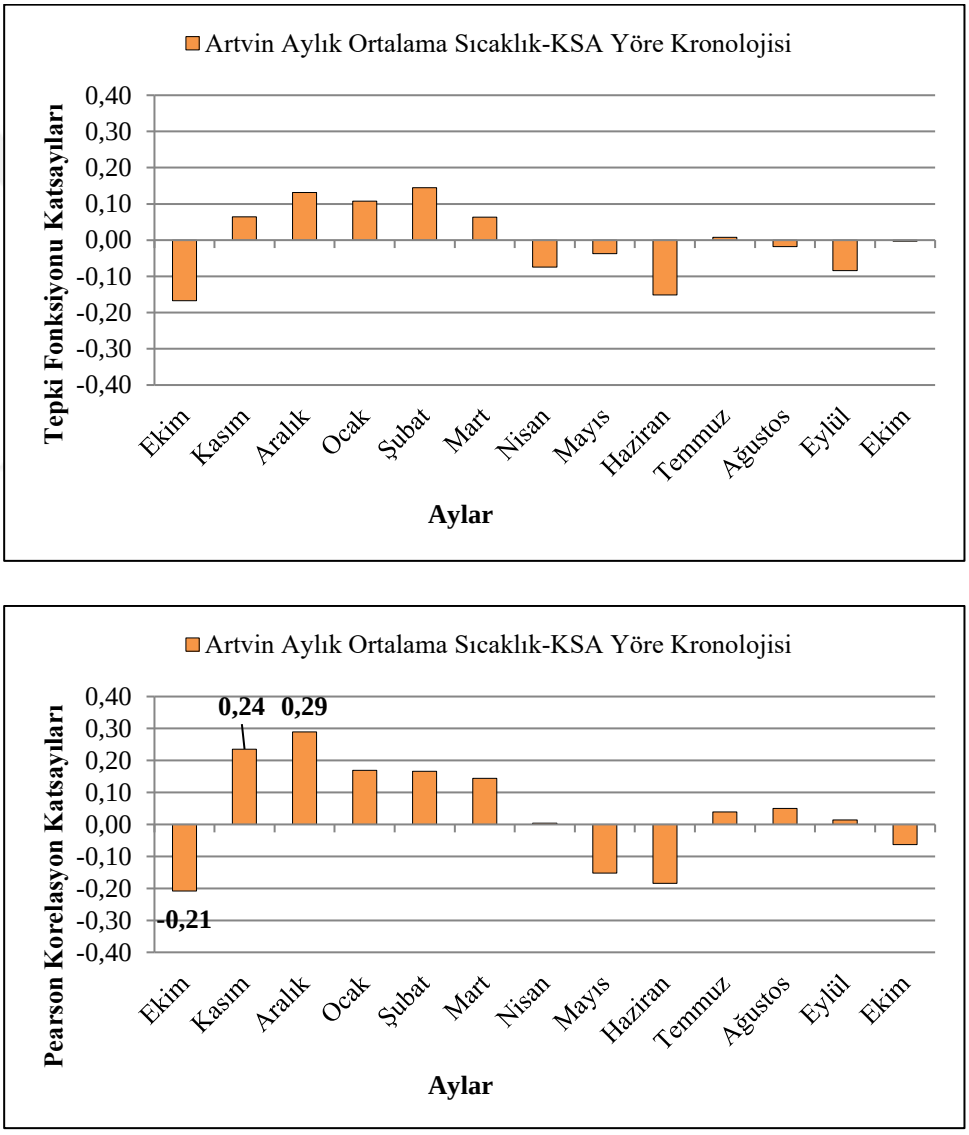
Ardanuç'ta toplam yağışların kasım (önceki yılın) ayı ile nisan, ağustos, ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim, aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs, haziran, temmuz, eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de mayıs, haziran ayları anlamlı, Kasım ayı için tepki fonksiyonu katsayısı anlamlıdır. Tepki fonksiyonuna göre şubat ayı pozitif, pearson korelasyon için ise negatiftir. Mart ayı tepki fonksiyonuna göre negatif yönlü iken, Pearson korelasyon için pozitif yönlüdür (Grafik 46).



Grafik 46: Ardanuç'ta toplam yağışların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

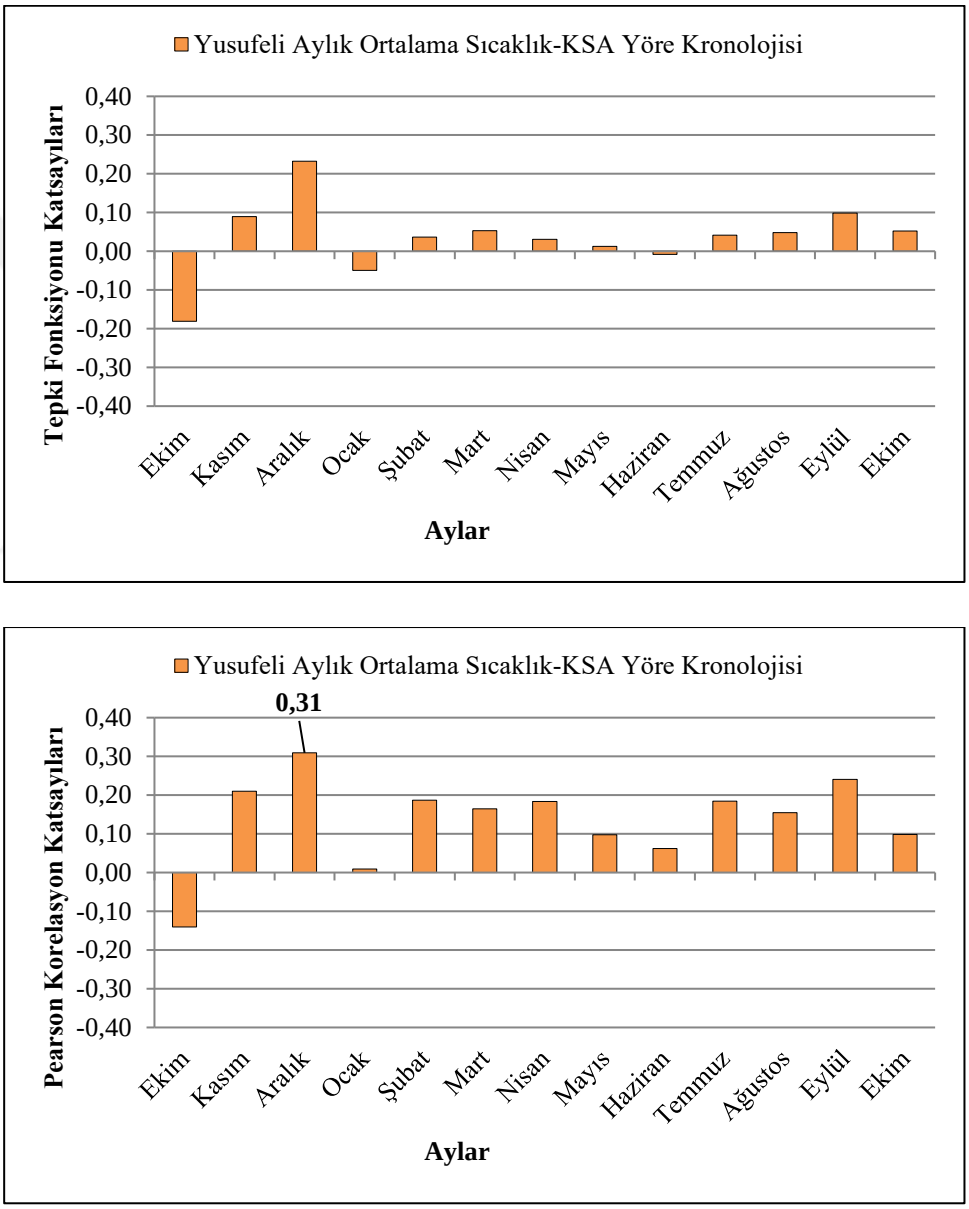
Karçal (Sakalar) Sarıçam Ormanı Alt Sınırı Yöre Kronolojisi

Artvin'de ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın) ayı ile mayıs, haziran ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi olduğu görülmektedir. Kasım, aralık, ocak, şubat, mart ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmektedir. Ekim, kasım, aralık ayları için pearson korelasyon anlamlıdır. Tepki fonksiyonu için negatif olan nisan, ağustos ve eylül ayları, pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir (Grafik 47).



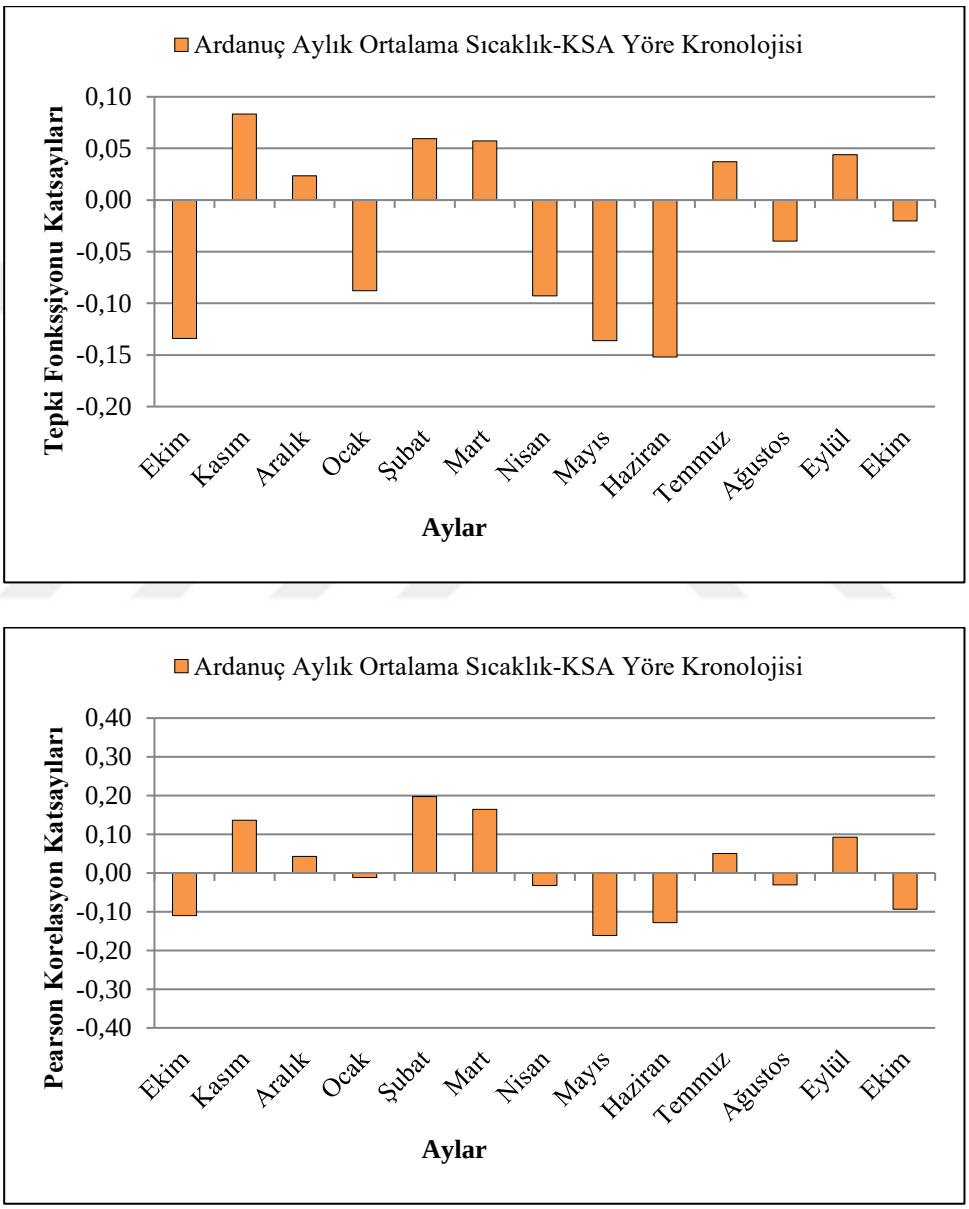
Grafik 47: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli'de ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın) ayındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Kasım, aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, mart, nisan, mayıs, temmuz, ağustos, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Aralık ayında pearson korelasyon anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için ocak ve haziran ayı negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 48).



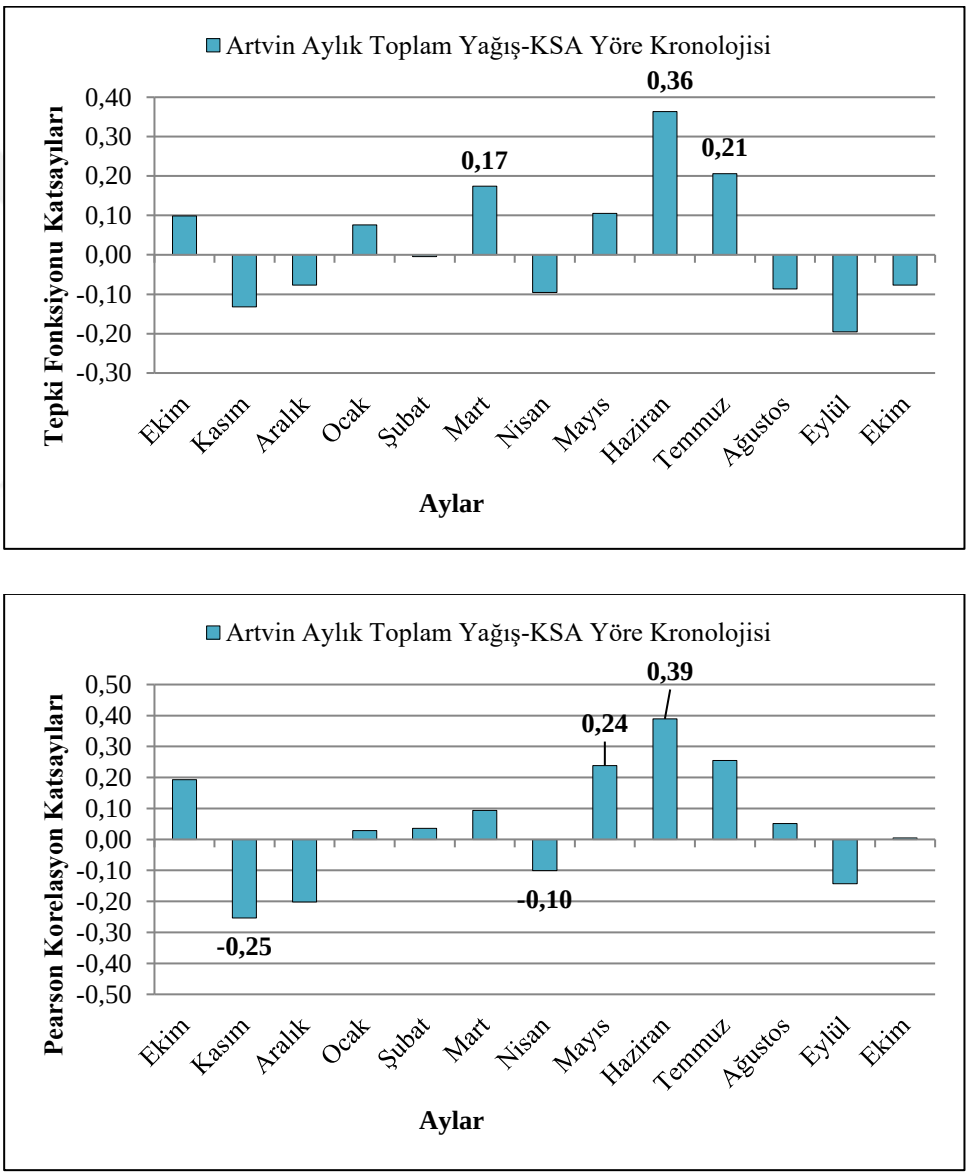
Grafik 48: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın) ayı ile ocak, nisan, mayıs, haziran, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) ayrındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Kasım, aralık (önceki yılın) yılı ile şubat, mart, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısında da anlamlılık tespit edilememiştir. (Grafik 49).



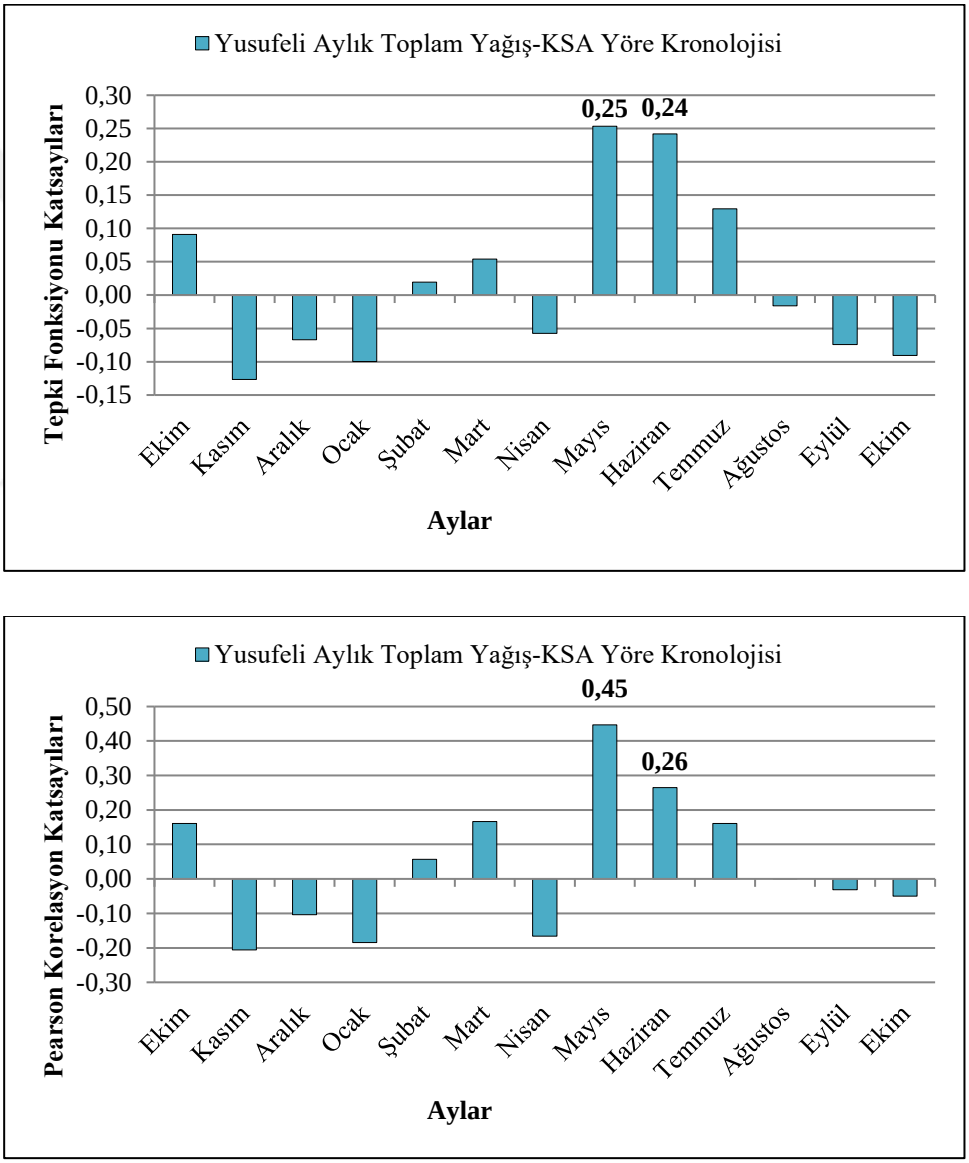
Grafik 49: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Artvin'de toplam yağışların kasım ve aralık (önceki yılın) ayları ile nisan ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi bulunmaktadır. Ekim (önceki yılın) ayı ile ocak, mart, mayıs, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısında da haziran ayı anlamlı, Tepki fonksiyonu katsayısına göre mart ve temmuz ayları, Pearson korelasyon katsayısına göre kasım (önceki yılın) ayı ile, nisan ve mayıs (halka oluşum yılının) ayları anlamlıdır (Grafik 50).



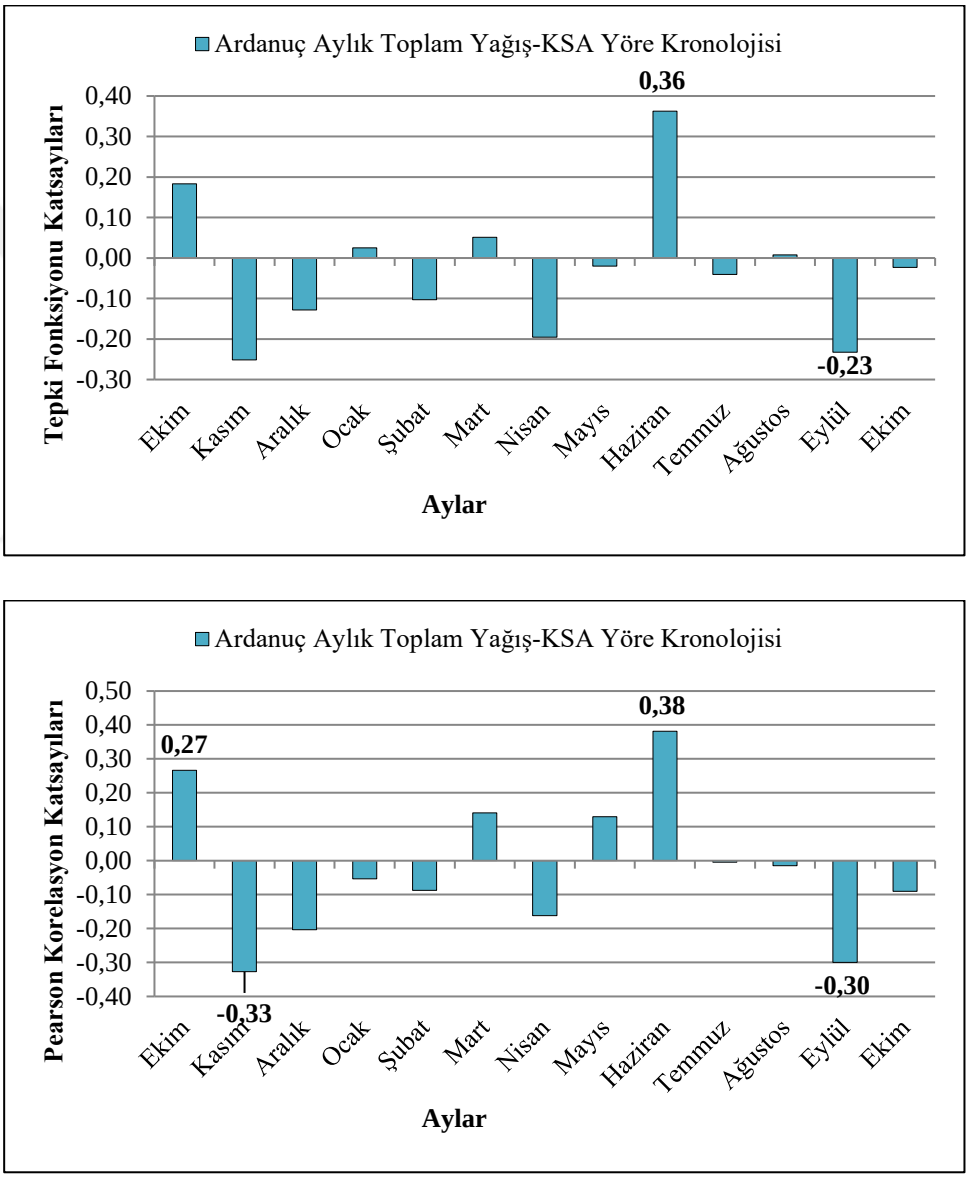
Grafik 50: Artvin'de toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli'de toplam yağışların kasım ve aralık (önceki yılın) ayı ile ocak, nisan, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine olumsuz yönde etkisi görülmektedir. Ekim (önceki yılın) ayı ile şubat, mart, mayıs, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de mayıs ve haziran ayı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için ağustos ayı negatif, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir (Grafik 51).



Grafik 51: Yusufeli'nde toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

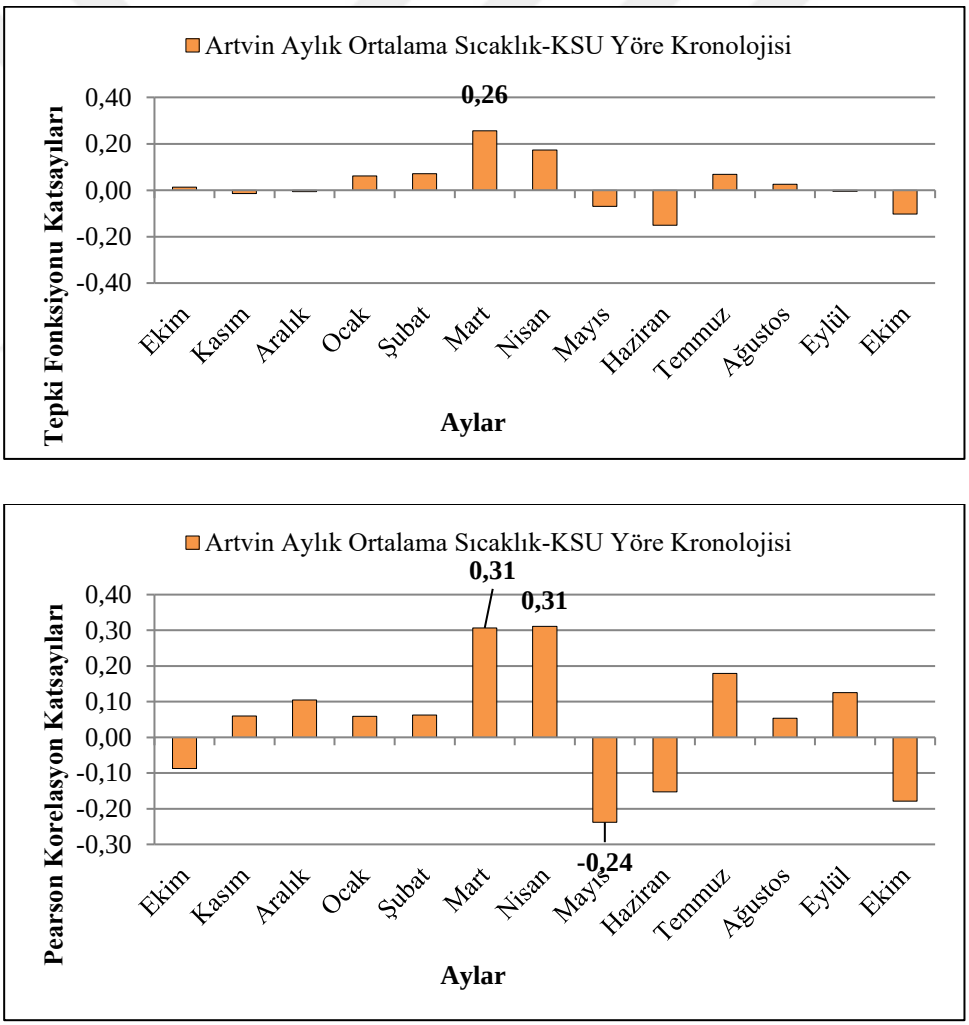
Ardanuç'ta toplam yağışların kasım ve aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, nisan, temmuz, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim (önceki yılın) ayı ile mart ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de haziran ve eylül ayı anlamlı, Pearson korelasyon katsayısı için ekim, kasım ayları anlamlıdır (Grafik 52).



Grafik 52: Ardanuç'ta toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

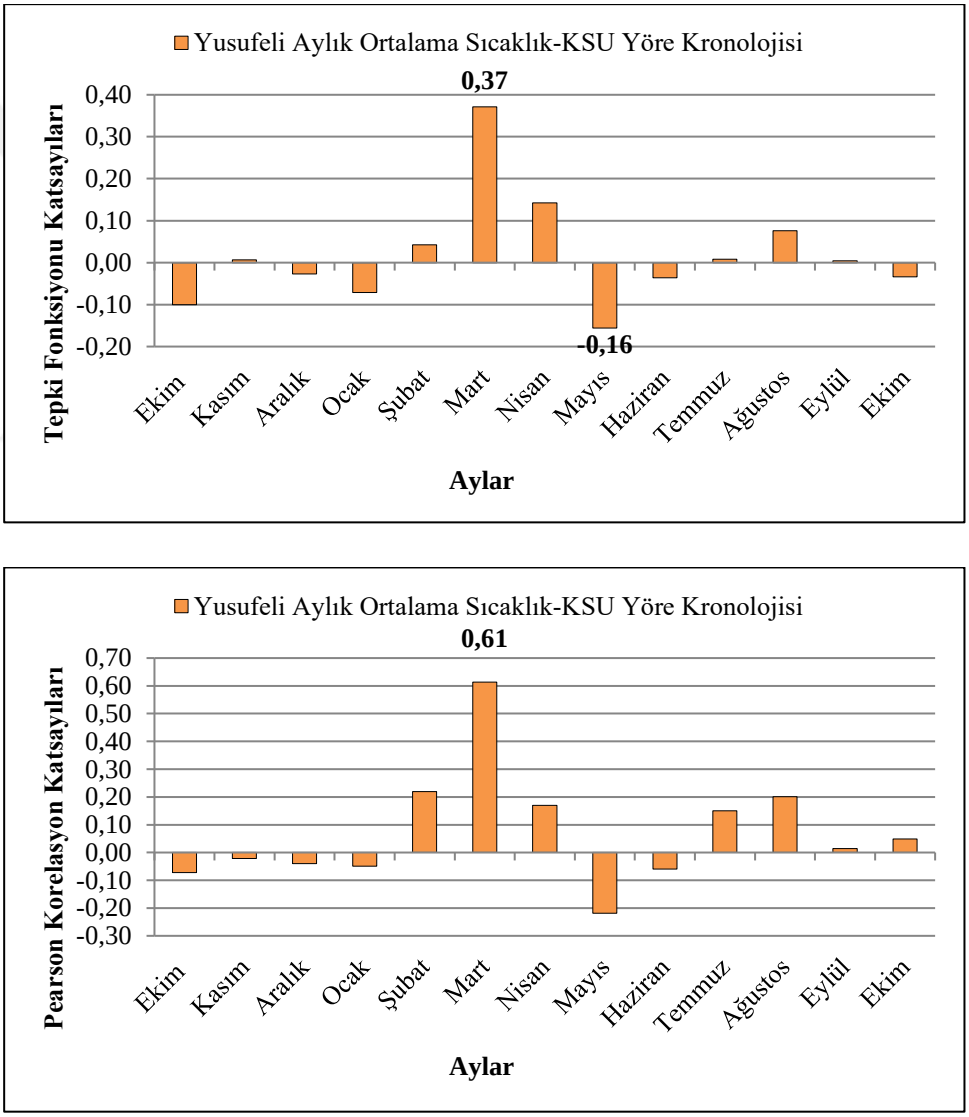
Karçal (Sakalar) Sarıçam Ormanı Üst Sınırı Yöre Kronolojisi

Artvin'de ortalama sıcaklıkların mayıs ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ocak, şubat, mart nisan, temmuz ve ağustos (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de mart ayı anlamlıdır. Pearson korelasyon katsayısı için ise nisan ve mayıs ayları anlamlıdır. Ekim (önceki yılın) ayı ve eylül (halka oluşum yılının) ayı tepki fonksiyonu için pozitif, Pearson korelasyon için negatiftir. Kasım ve aralık (önceki yılın) ayı tepki fonksiyonu için negatif iken , Pearson korelasyon için pozitif yönlüdür (Grafik 53).



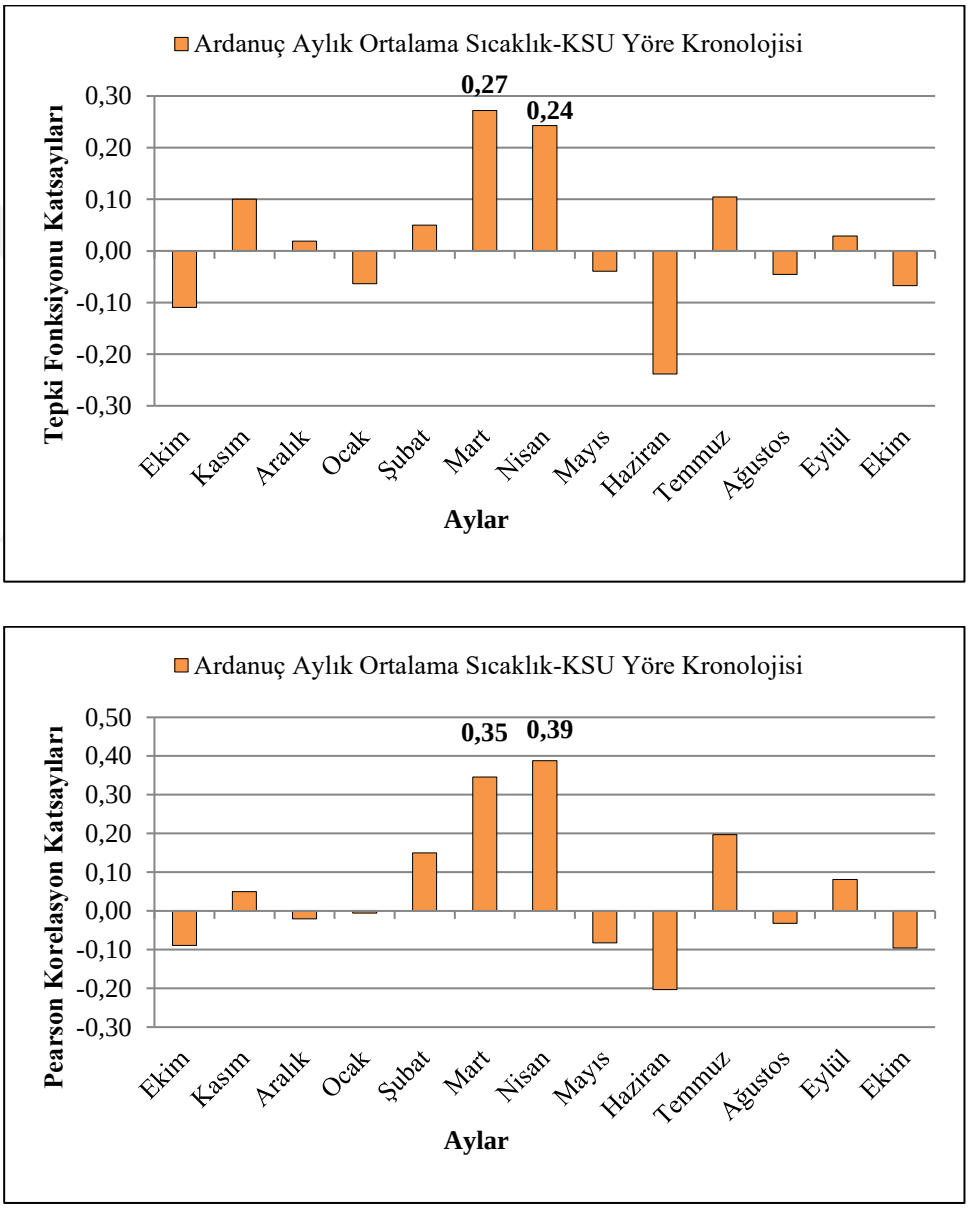
Grafik 53: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli'de ortalama sıcaklıkların ekim ve aralık (önceki yılın) ayları ile ocak, mayıs ve haziran (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Şubat, mart, nisan, temmuz, ağustos ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimi üzerinde pozitif yönde etkisi vardır. İki korelasyon için de mart ayı anlamlı, mayıs ayı içinse tepki fonksiyonu katsayısı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için kasım ayı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir, Halka oluşum yılının ekim ayı tepki fonksiyonu için negatif, Pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir (Grafik 54).



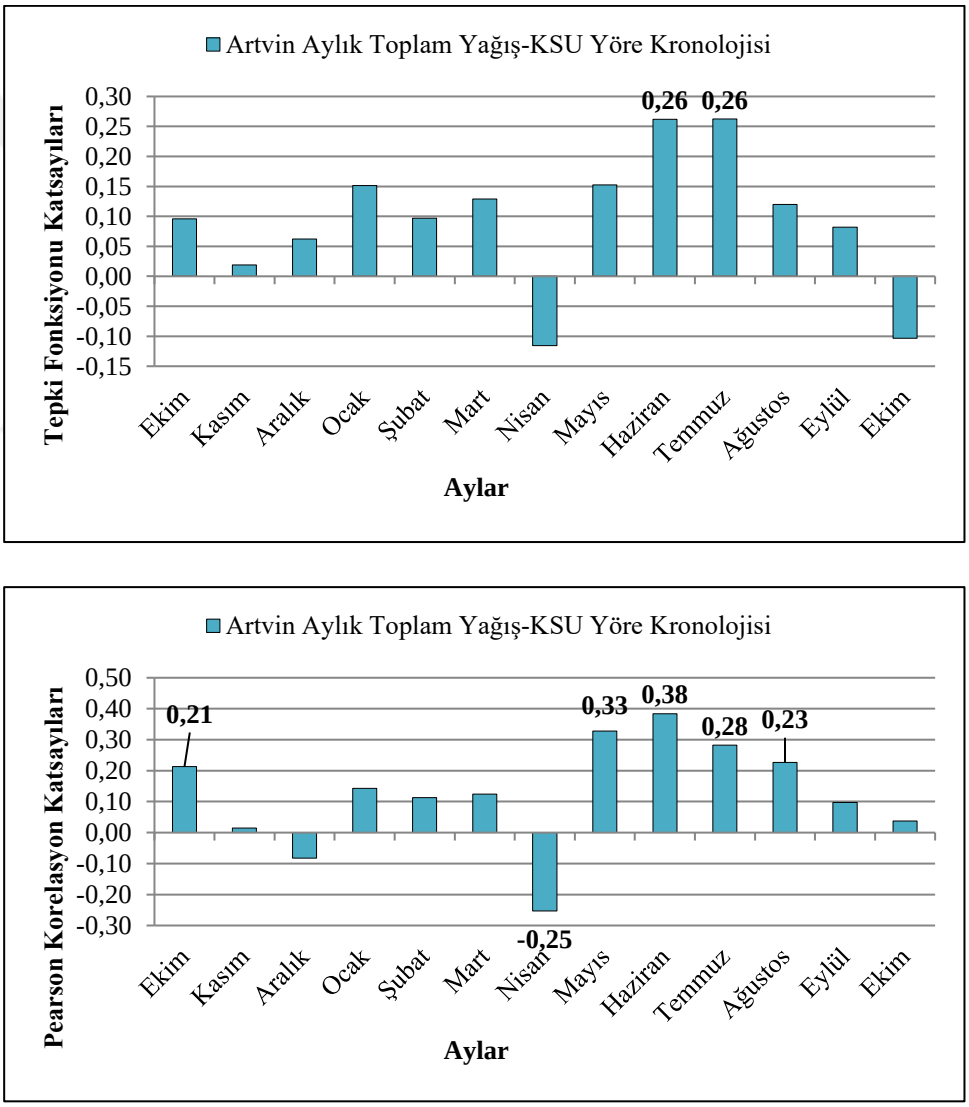
Grafik 54: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların ekim (önceki yılın) ayı ile ocak, mayıs, haziran, ağustos ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yönde görülmektedir. Kasım (önceki yılın) ayı ile şubat, mart, nisan, temmuz ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. İki korelasyon için de mart ve nisan ayları anlamlıdır. Aralık ayı için tepki fonksiyonu pozitif, Pearson korelasyon katsayısı negatiftir (Grafik 55).



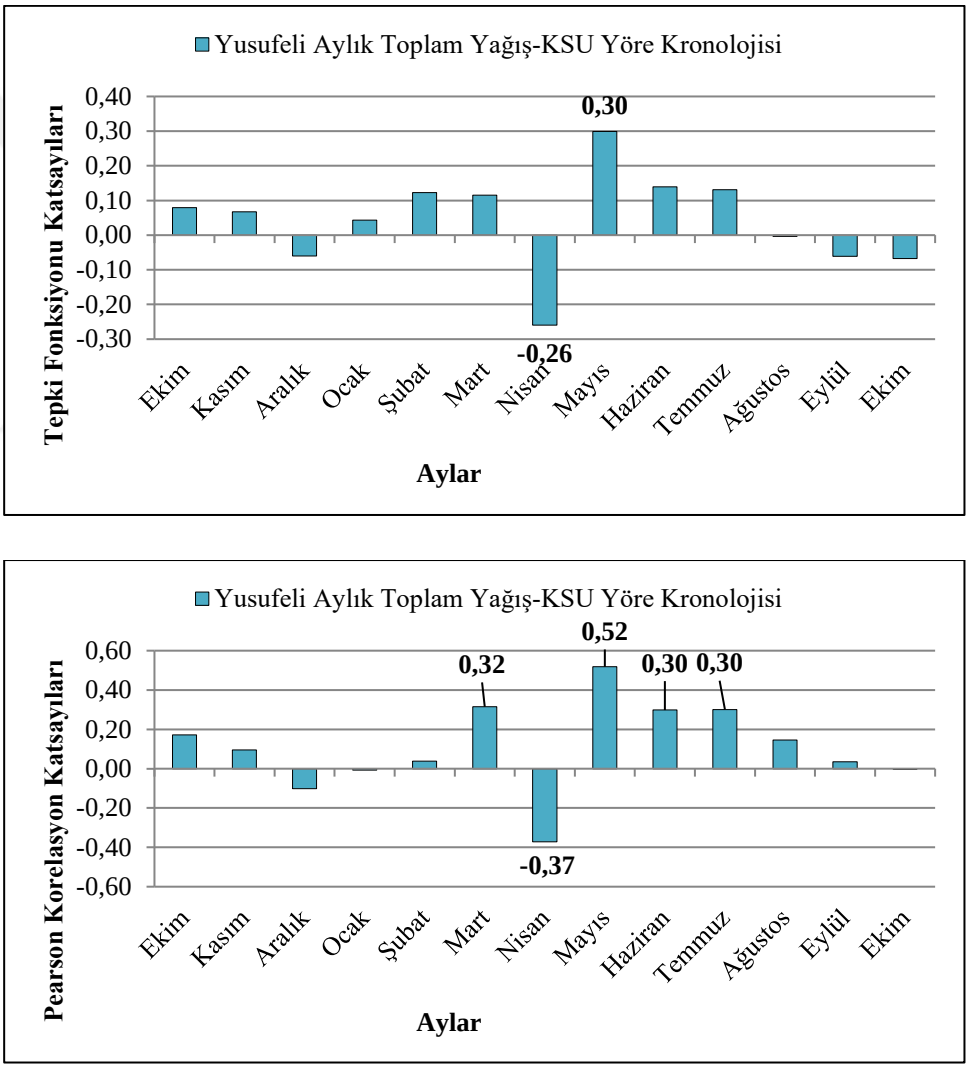
Grafik 55: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Artvin'de toplam yağışların nisan (halka oluşum yılının) ayındaki halka gelişimine etkisi olumsuz yöndedir. Ekim ve kasım (önceki yılın) ayları ile ocak, şubat, mart, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve eylül (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini artırdığı tespit edilmiştir. Her iki korelasyon katsayısı için de haziran, temmuz ayları anlamlı iken, Pearson korelasyon katsayısı için ekim, nisan, mayıs, ağustos ayları anlamlıdır. Önceki yılın aralık ayı için tepki fonksiyonu pozitif, Pearson korelasyon katsayısı için negatiftir. Tepki fonksiyonu katsayısı için halka oluşum yılının ekim ayı negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 56).



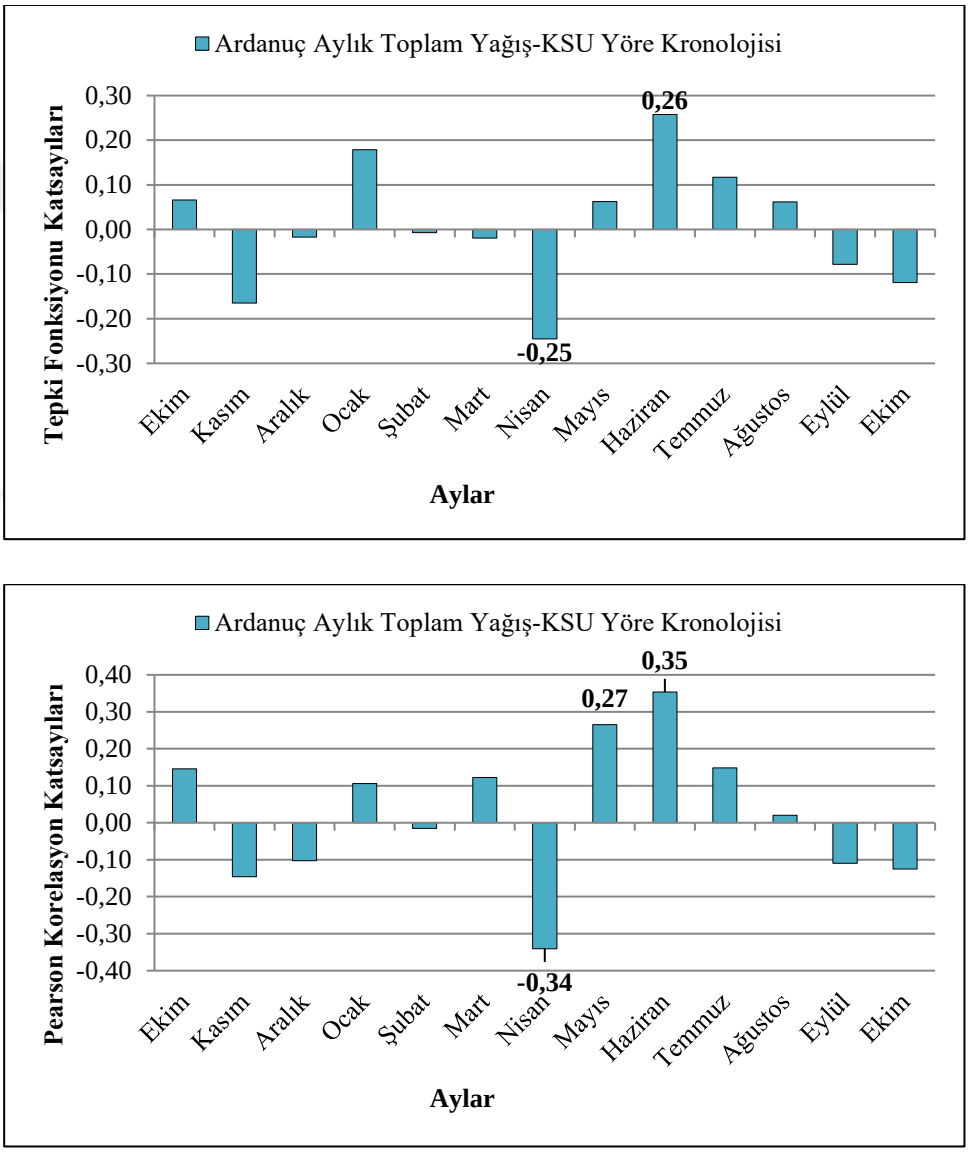
Grafik 56: Artvin'de toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Yusufeli'de toplam yağışların aralık(önceki yılın) ayı ile şubat, mart, mayıs, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisinin olumsuz yönde olduğu görülmektedir. Ekim ve kasım (önceki yılın) ayı ile şubat, mart, mayıs, haziran ve temmuz (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Her iki korelasyon katsayısı için de nisan, mayıs ayları, Pearson korelasyon katsayısı içinse mart, haziran, temmuz ayları anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için ocak, eylül ayları pozitif, Pearson korelasyon için negatiftir. Tepki fonksiyonu için ağustos ayı negatif, Pearson korelasyon için pozitiftir (Grafik 57).



Grafik 57: Yusufeli'nde toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

Ardanuç'ta toplam yağışların kasım ve aralık (önceki yılın) ayları ile şubat, nisan, eylül ve ekim (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimine etkisinin olumsuz yönde olduğu görülmektedir. Ekim (önceki yılın) ayı ile ocak, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos (halka oluşum yılının) aylarındaki halka gelişimi üzerinde ise pozitif etkisi vardır. Her iki korelasyon katsayısında da nisan ve haziran ayı anlamlı, Pearson korelasyon katsayısında ise mayıs ayı anlamlıdır. Tepki fonksiyonu katsayısı için mart ayı negatif, Pearson korelasyon katsayısı için pozitiftir. (Grafik 58).



Grafik 58: Ardanuç'ta toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır).

2.2.2. İşaret Testi Sonuçları

Çalışma alanı ve yakın çevresinde rekonstrüksiyon için rasat süresi yeterince uzun meteoroloji istasyonları Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarıdır. Sıcaklık ve yağış değerleriyle yıllık halka genişliği arasında istatistik açıdan anlamlı ilişkiler belirlenen aylar için işaret testi uygulanmıştır. Buna göre Artvin, Yusufeli ve Ardanuç istasyonları için mart ayı ortalama sıcaklık, mayıs ayı toplam yağış, haziran ayı toplam yağış, mayıs-haziran dönemi toplam yağış değerleri ile KGU, KGA ve KLA yöreleri için elde edilen işaret testi sonuçları rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 43).

Tablo 43: Çalışma alanında rekonstrüksiyona uygun olan aylar ve dönemlere ilişkin bilgiler.

Meteoroloji İstasyonu	İşaret Testi Sonucunda Rekonstrüksiyona Uygun Bulunan İklim Unsuru	Yöre
Artvin	Haziran ayı toplam yağış	KLA
Yusufeli	Mart ayı ortalama sıcaklık	KGU
	Mayıs ayı toplam yağış	KGA
	Mayıs-Haziran dönemi toplam yağış	KLA
Ardanuç	Mayıs ayı toplam yağış	KGA
	Mart ayı ortalama sıcaklık	KGU
	Mayıs-Haziran dönemi toplam yağış	KLA

Artvin İstasyonu İşaret Testi Sonuçları

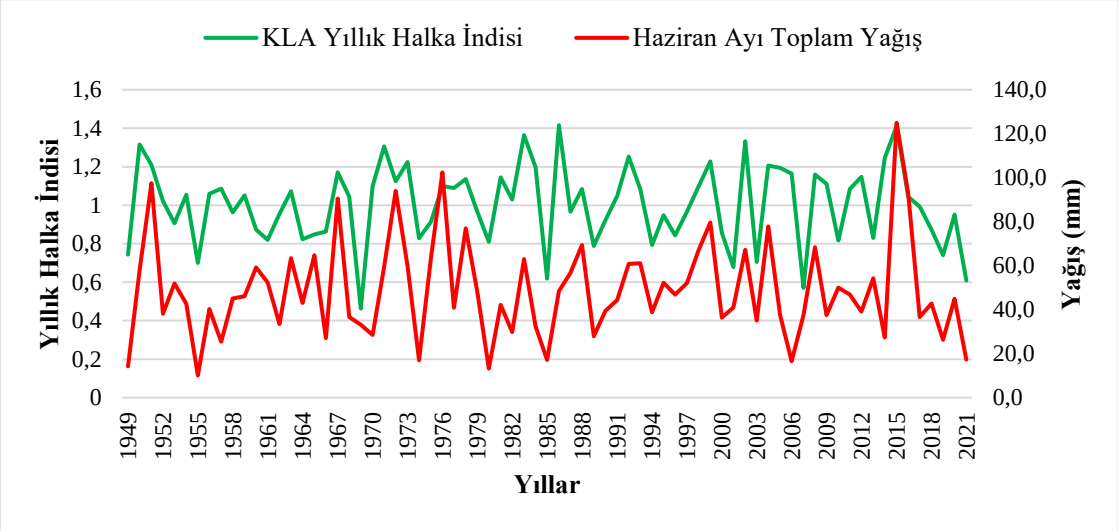
Artvin istasyonu için haziran ayı toplam yağışları ile KLA yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 44, Grafik 59-60).

Tablo 44: Artvin meteoroloji istasyonu haziran ayı toplam yağışları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

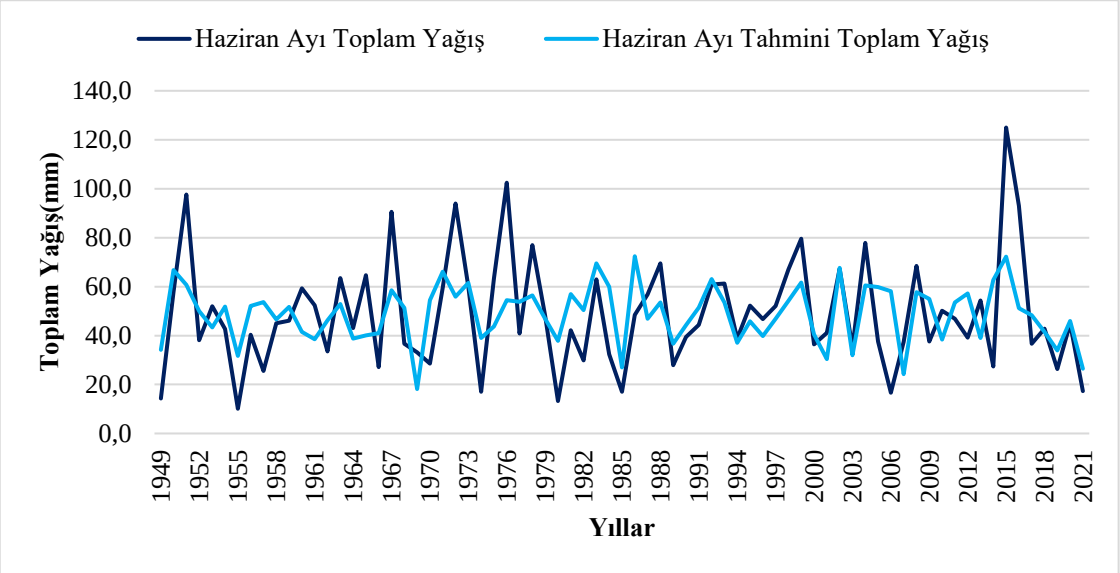
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama)	İşaret Testi (Doğrulama)
1949-1985	1986-2021	-15,399	63,013	0,2746	25+/ 12 - P≤0.01	26+/ 10 - P≤0.01
1986-2021	1949-1985	-1,7964	51,68	0,2736	26+/ 10 - P≤0.01	25+/ 12 - P≤0.01
1949-2021	-	-8,2069	56,929	0,2712	51 +/ 22 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Toplam Yağış (mm) = 56,929 x Halka genişliği (Tahmini yapılacak olan yılın) + -8,2069



Grafik 59: 1949-2021 dönemi KLA yıllık halka indisi ve Artvin haziran ayı toplam yağışı.



Grafik 60: 1949-2021 dönemi KLA Artvin haziran ayı toplam yağışı ve haziran ayı tahmini toplam yağışı.

Yusufeli İstasyonu İşaret Testi Sonuçları

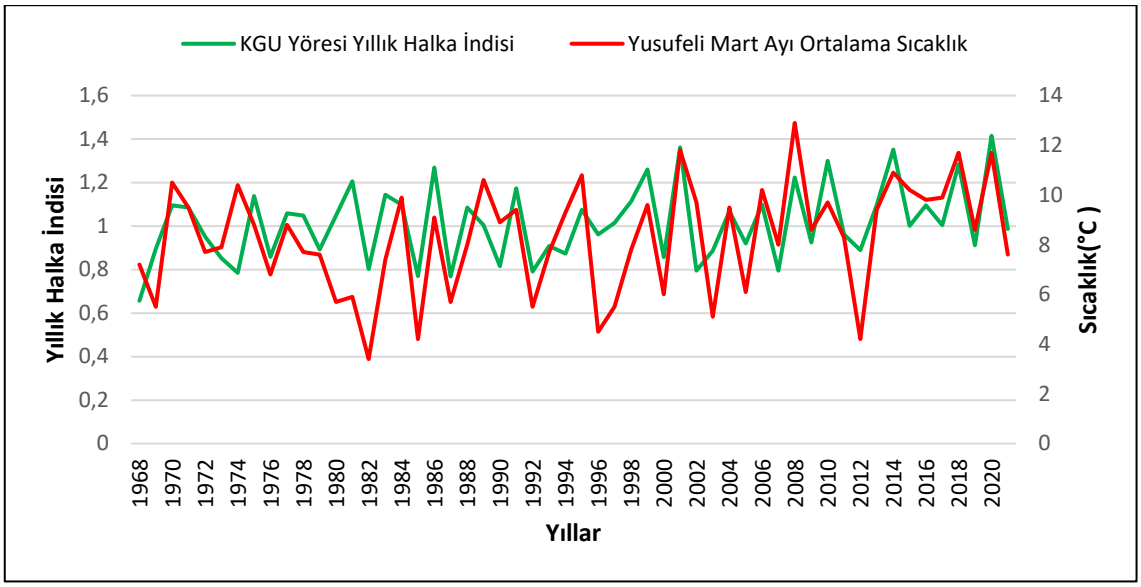
Yusufeli istasyonu için mart ayı ortalama sıcaklıkları ile KGU yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 45, Grafik 61-62).

Tablo 45: Yusufeli meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

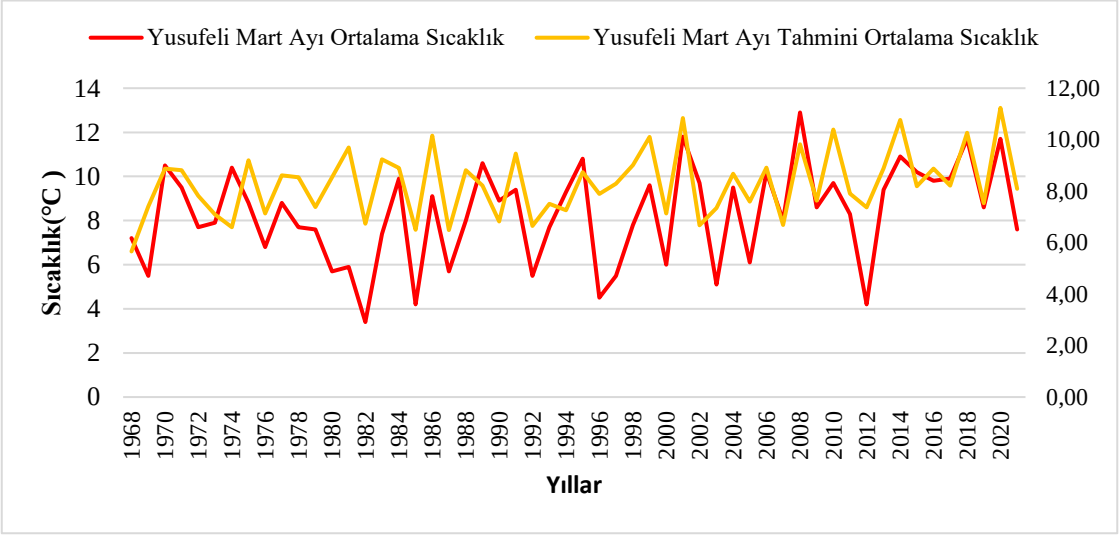
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama)	İşaret Testi (Doğrulama)
1968-2021	-	0,8237	7,358	0,3429	42 + / 11 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Ortalama Sıcaklık (C^o) = 7,358 x Halka genişliği (Tahmini yapılacak olan yılın) + 0,8237



Grafik 61: 1968-2021 dönemi KGU yıllık halka indisi ve Yusufeli mart ayı ortalama sıcaklığı.



Grafik 62: 1968-2021 dönemi Yusufeli mart ayı tahmini ortalama sıcaklığı ve Yusufeli meteoroloji istasyonunun mart ayı ortalama sıcaklığı.

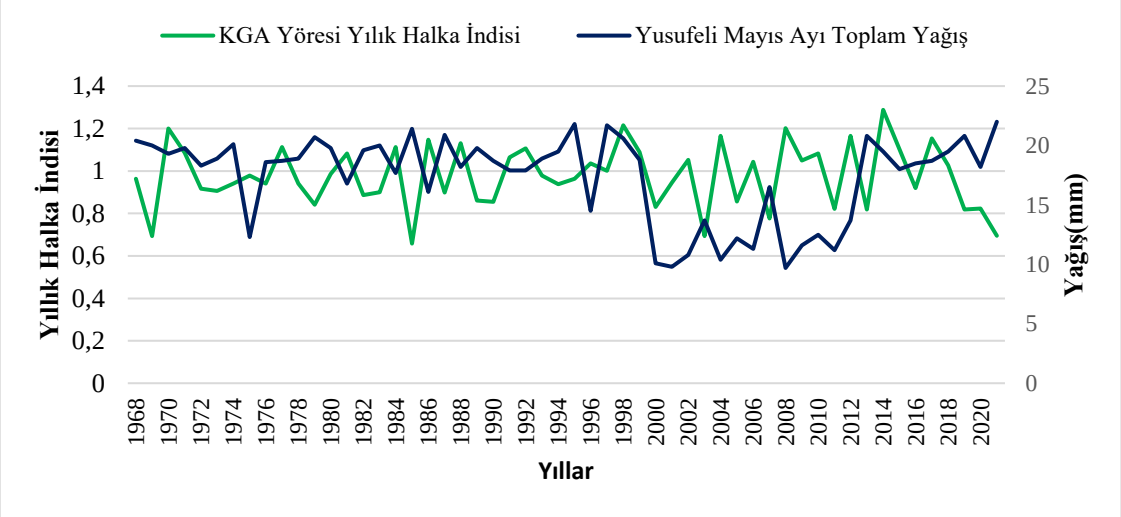
Yusufeli istasyonu için mayıs ayı toplam yağışları ile KGA yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 46, Grafik 63-64).

Tablo 46: Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

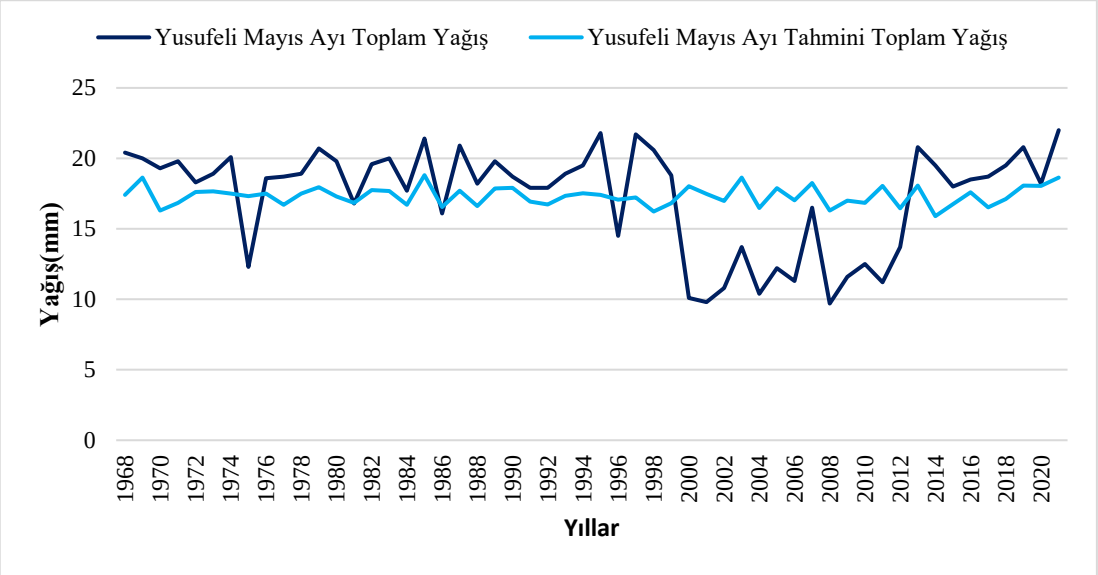
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama Dönemi)	İşaret Testi (Doğrulama Dönemi)
1968-2021	-	21,848	-4,6191	0,0349	38 +/ 15 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Toplam Yağış (mm) = -4,6191 x Halka genişliği (Tahmini yapılacak olan yılın) + 21,848



Grafik 63: 1968-2021 dönemi KGA yöresi yıllık halka indisi ve Yusufeli mayıs ayı toplam yağışı.



Grafik 64: 1968-2021 dönemi Yusufeli meteoroloji istasyonunun mayıs ayı tahmini toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı toplam yağışı.

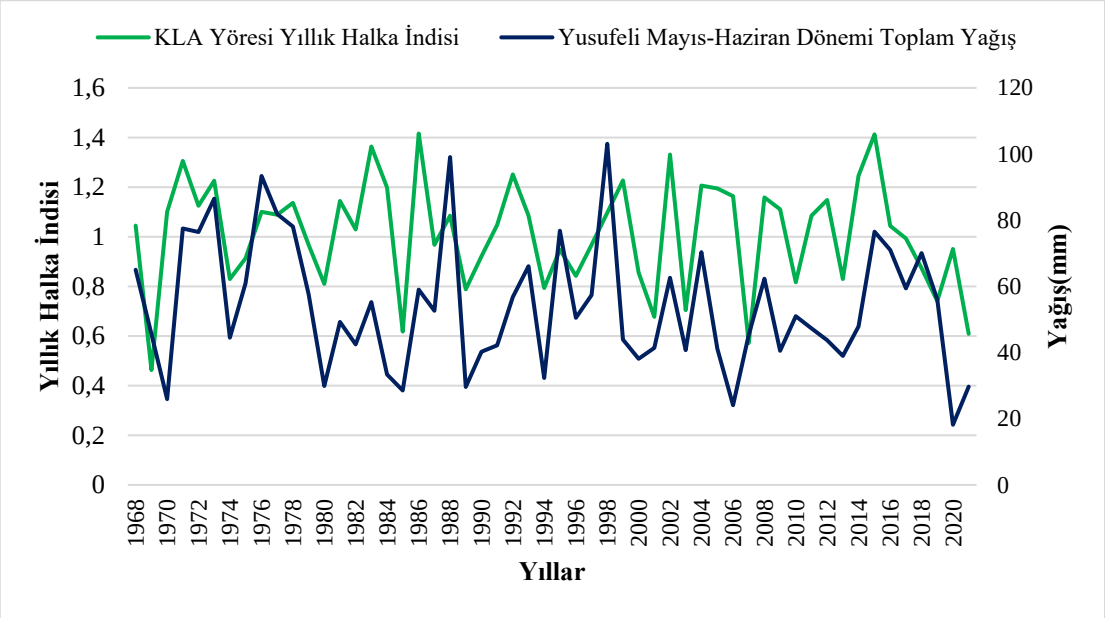
Yusufeli istasyonu için mayıs-haziran dönemi toplam yağışları ile KLA yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 47, Grafik 65-66).

Tablo 47: Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

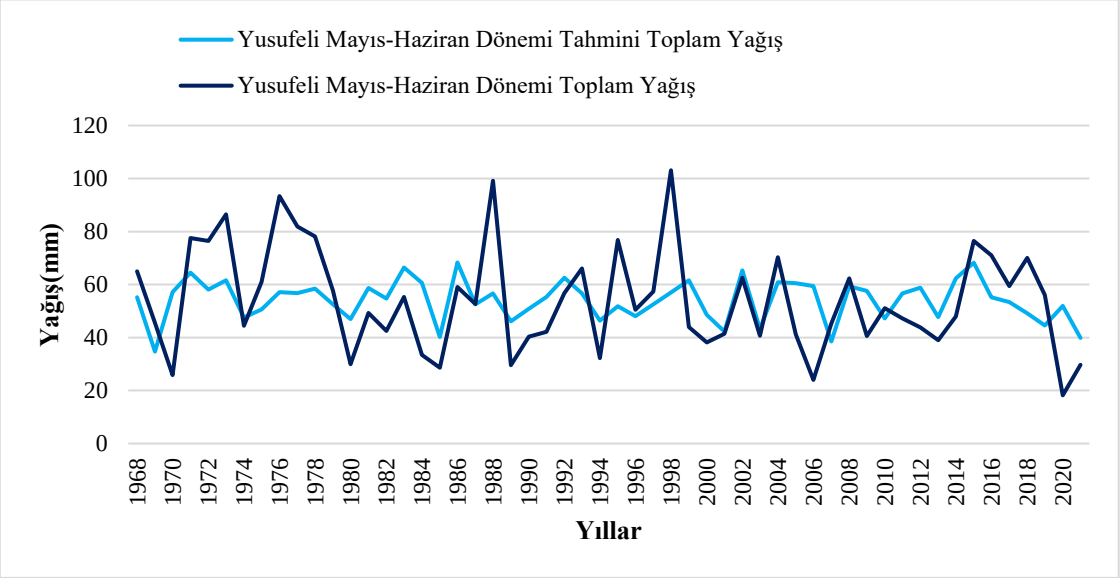
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama Dönemi)	İşaret Testi (Doğrulama Dönemi)
1968-2021	-	18,372	35,267	0,1563	41 +/ 11 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Toplam Yağış (mm) = 35,267 x Halka genişliği (Tahmini yapılacak olan yılın) + 18,372



Grafik 65: 1968-2021 dönemi KLA yöresi yıllık halka indisi ve Yusufeli Mayıs-Haziran dönemi toplam yağışı.



Grafik 66: 1968-2021 dönemi Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi istasyonunun toplam yağışı ve Yusufeli mayıs-haziran dönemi tahmini toplam yağışı.

Ardanuç İstasyonu

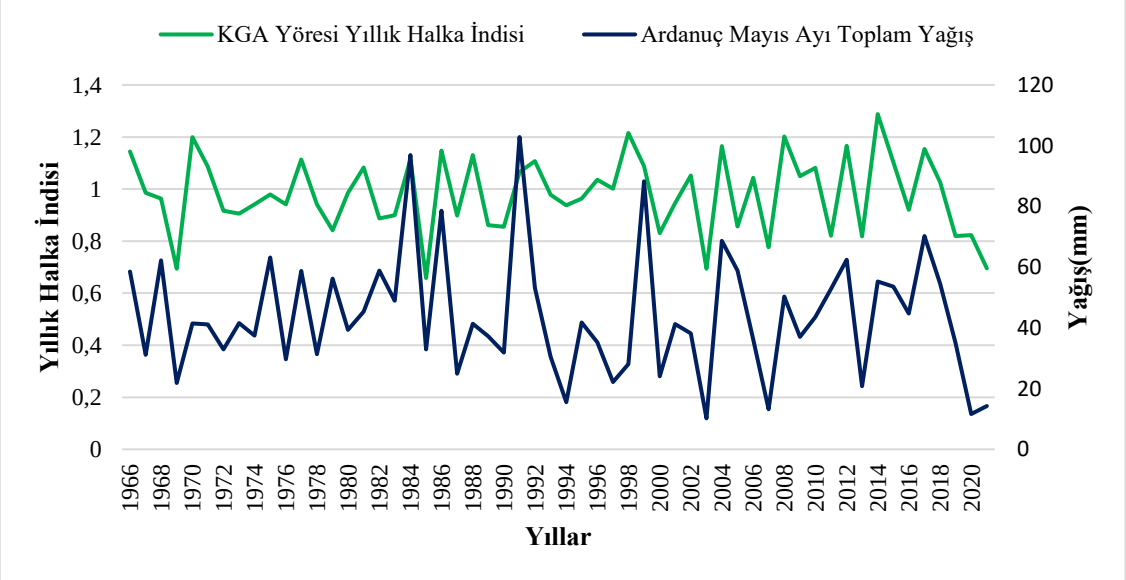
Ardanuç istasyonu için mayıs ayı toplam yağışları ile KGA yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 48, Grafik 67-68).

Tablo 48: Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

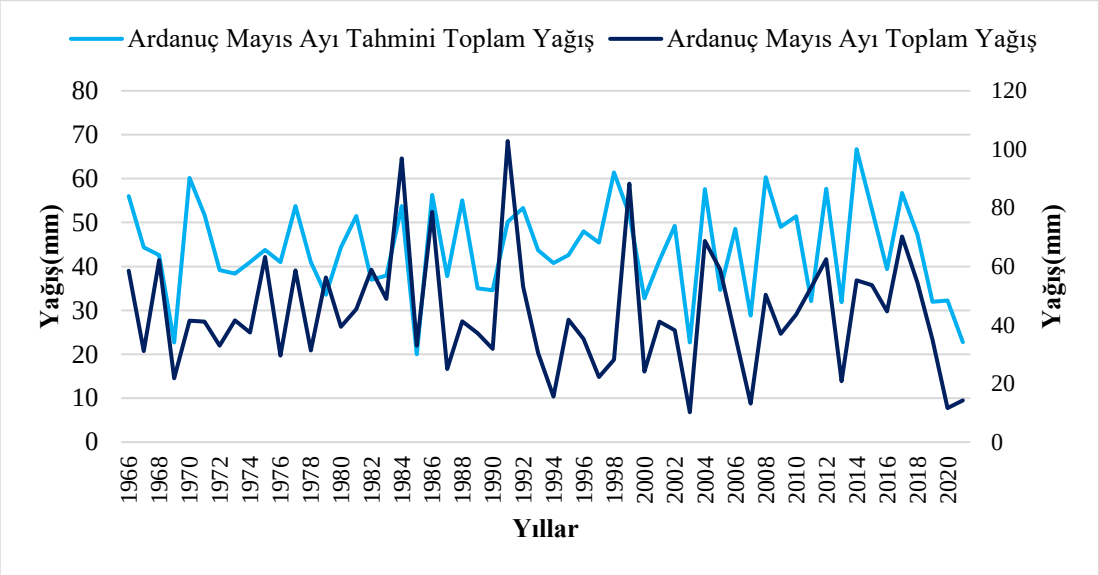
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama Dönemi)	İşaret Testi (Doğrulama Dönemi)
1966-2021	-	-28,785	74,143	0,2925	40 +/ 16 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Toplam Yağış (mm) = 74,143 x *Halka genişliği(Tahmini yapılacak olan yılın)* + -28,785



Grafik 67: 1966-2021 dönemi KGA yöresi yıllık halka indisi ve Ardanuç mayıs ayı toplam yağışı.



Grafik 68: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı tahmini toplam yağışı.

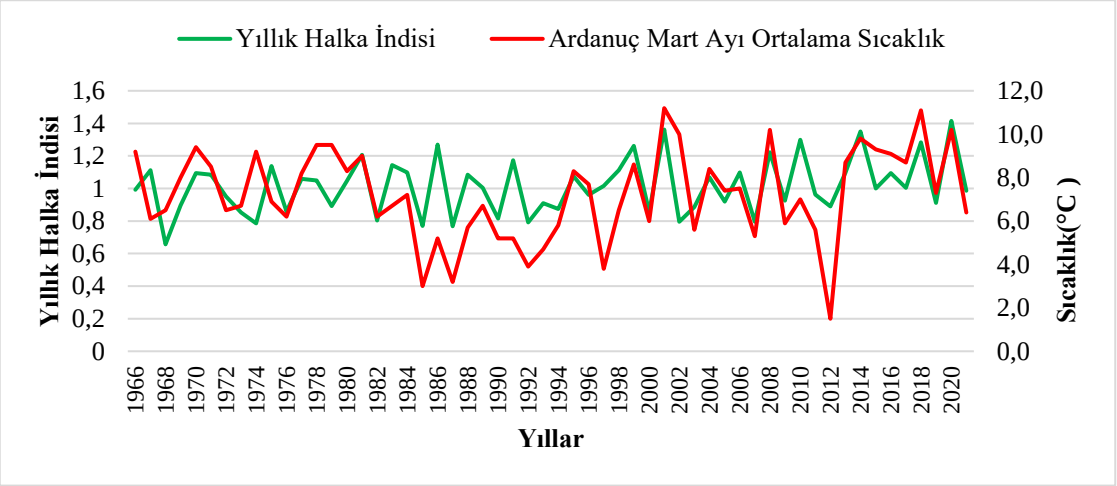
Ardanuç istasyonu için mart ayı ortalama sıcaklıkları ile KGU yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 49, Grafik 69-70).

Tablo 49: Ardanuç meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklıklarının rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

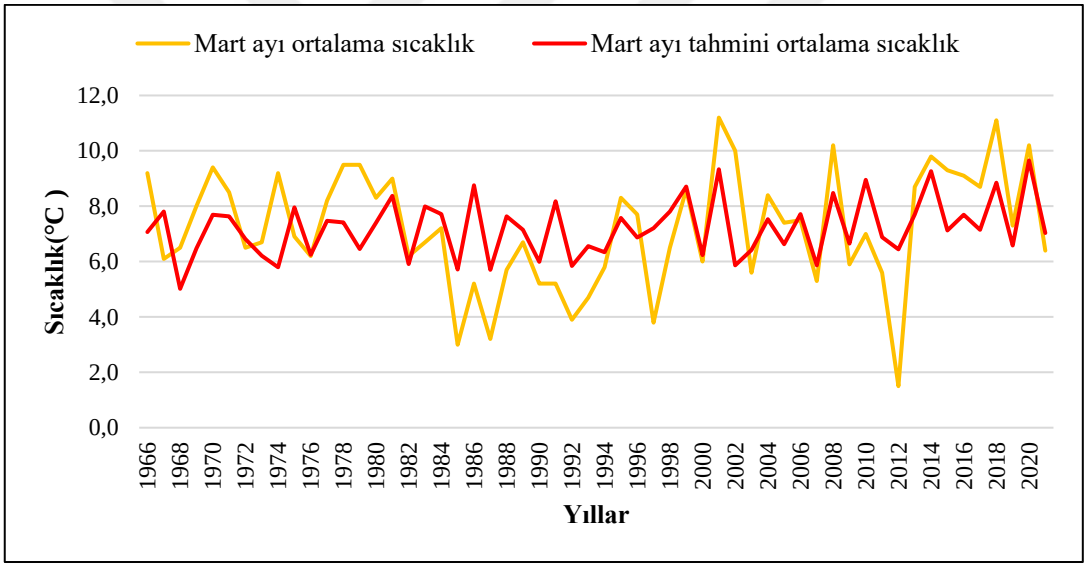
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama Dönemi)	İşaret Testi (Doğrulama Dönemi)
1966-2021	-	0,9979	6,116	0,251	41 +/ 17 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Ortalama Sıcakık (C^o) = 6,116x Halka genişliği(Tahmini yapılacak olan yılın)+ 0,9979



Grafik 69: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu KGU yöresi yıllık halka indisi ve mart ayı ortalama sıcaklık değerleri.



Grafik 70: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklık değerleri ve mayıs ayı tahmini ortalama sıcaklıkları.

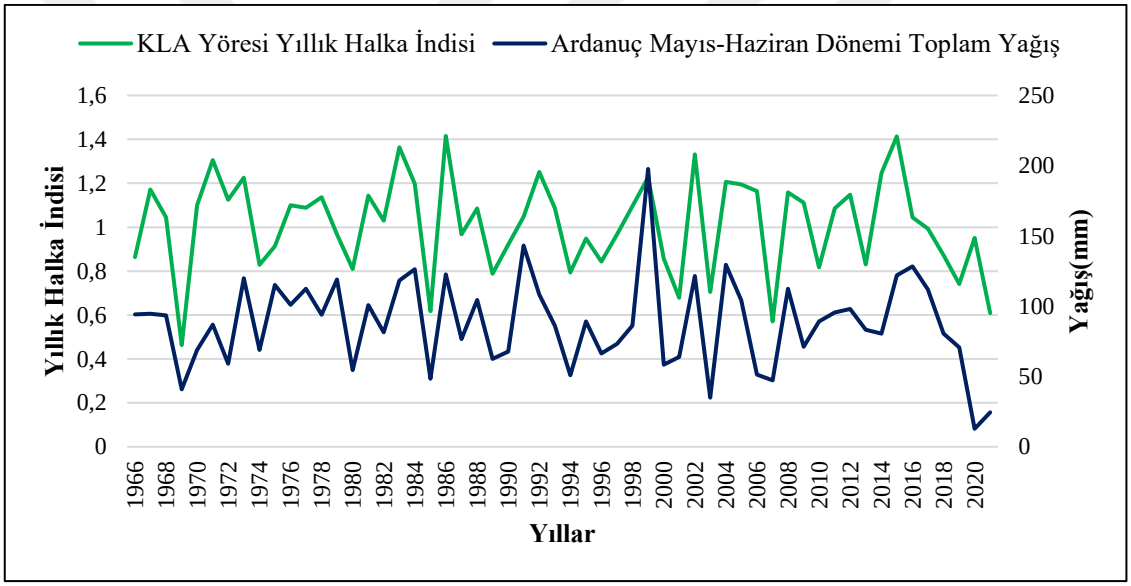
Ardanuç istasyonu için mayıs-haziran dönemi toplam yağışları ile KLA yöre kronolojisi yıllık halka indisi arasındaki ilişkiler test edilmiş olup istatistiksel olarak rekonstrüksiyona uygun bulunmuştur (Tablo 50, Grafik 71-72).

Tablo 50: Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

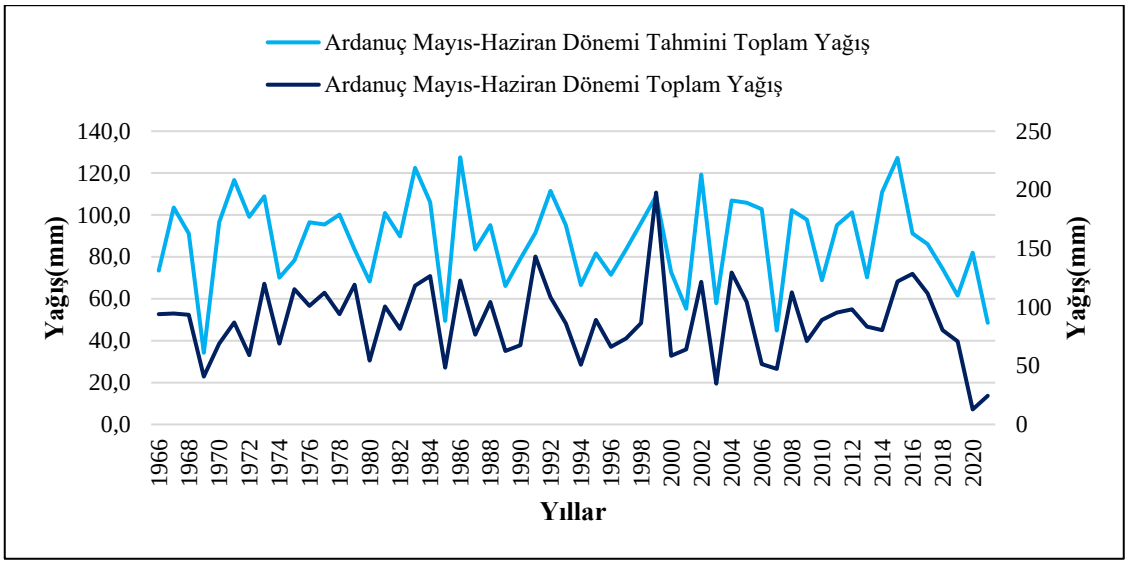
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R^2	İşaret Testi (Ayarlama Dönemi)	İşaret Testi (Doğrulama Dönemi)
1966-2021	-	-11,108	97,912	0,431	43 +/ 12 - P≤0.01	-

Tahminde kullanılabilecek formül:

Toplam Yağış (mm) = 97,912 x Halka genişliği (Tahmini yapılacak olan yılın) + -11,108



Grafik 71: 1966-2021 dönemi KLA yöresi yıllık halka indisi ve Ardanuç mayıs-haziran dönemi toplam yağışı.



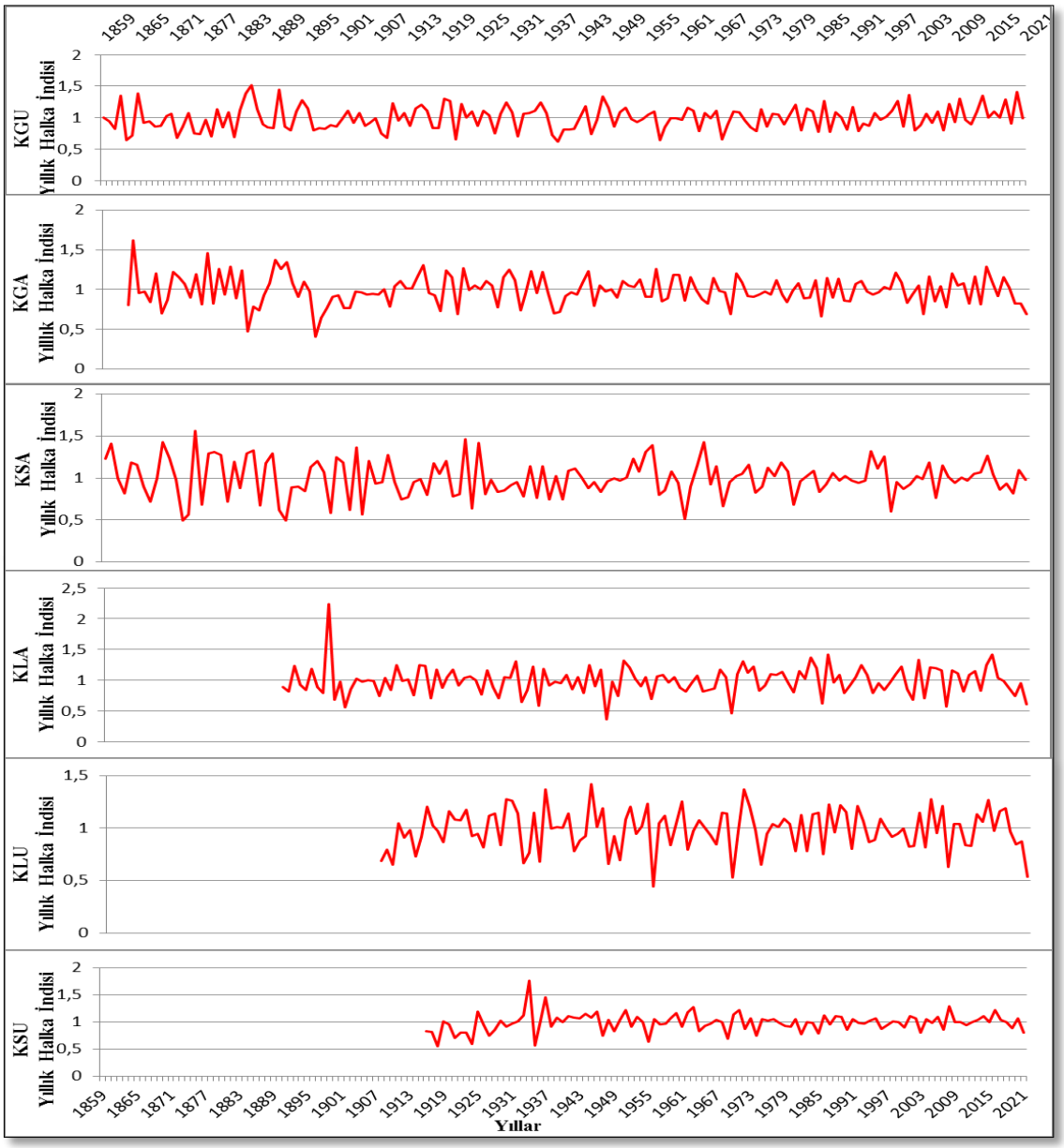
Grafik 72: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı tahmini toplam yağışı.

SONUÇLAR, TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER

Dendrokronolojik Sonuçlar

Çalışma kapsamında Karçal Dağları güney kesimlerinden alt ve üst sınırından toplam 6 yöre kronolojisi oluşturulmuştur (Grafik 73). Yöre kronolojileri için tercih edilen ağaç türleri sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana (Stev.)*), doğu ladini (*Picea orientalis L.*) dir.

Elde edilen yöre kronolojilerin Karçal (Ortaköy) göknar alt sınırında (KGA) 159 yıl (1863-2021 arası), Karçal (Ortaköy) göknar üst sınırında (KGU) 163 yıl (1859-2021 arası), Karçal (Ortaköy) ladin alt sınırında (KLA) 133 yıl (1890-2021 arası), Karçal (Ortaköy) ladin üst sınırında (KLU) 118 yıl (1904-2021 arası), Karçal (Ortaköy) sarıçam alt sınırında (KSA) 145 yıl (1877-2021 arası), Karçal (Ortaköy) sarıçam üst sınırında ise (KSU) 98 yıl, (1914-2021 arası) uzunluğunda olduğu görülmektedir (Grafik 73).



Grafik 73: Araştırma alanından alınan örneklerden oluşturulan yöre kronolojileri.

Kronolojiler arasında en uzun ikinci yöre olan KGA (159 yıl), 1410-1470 metre rakımdan oluşturulmuştur. Örnekler kuzeydoğu bakılı alanlardan alınmıştır (Tablo 51, Grafik 73). Yapılan işaret testi sonuçlarına göre mayıs ayı toplam yağışlarında Yusufeli ve Ardanuç istasyonları için rekonstrüksiyon yapmaya uygun olduğu tespit edilmiştir (Tablo 43).

KGU yöresi, kronolojiler arasındaki en uzun kronolojidir (163 yıl) (Grafik 73). Örnekler doğulu bakılardan alınmıştır. Ortalama duyarlılığı alt sınıra göre daha iyidir ve orta seviye duyarlılığa sahiptir (Tablo 51). Aynı zamanda işaret testi sonuçlarına göre Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarının mart ayı ortalama sıcaklıkları için rekonstrüksiyona uygunluğu tespit edilmiştir (Tablo 43).

KLA yöresi çalışma alanında kuzey bakıdan alınmış olup ortalama duyarlılığı en yüksek olan yöredir (Tablo 51). İşaret testi sonuçlarına göre ise Yusufeli ve Ardanuç istasyonları için mayıs-haziran dönemi, Artvin istasyonu için haziran ayı toplam yağışlarında rekonstrüksiyona uygunluğu tespit edilmiştir (Tablo 43).

KLU yöre kronolojisi için örnekler kuzeydoğu bakıdan alınmıştır. Ortalama duyarlılığı alt sınırı ile yakın değerlere sahiptir. Birinci özvektörün varyansı yöreler arasında en yüksek bu yöreye aittir (Tablo 51).

KSA kronolojisine ait örnekler güneydoğu, KSU yöre kronolojisine ait örnekler ise güneybatı bakıdan alınmıştır. Alt sınırın ortalama duyarlı üst sınıra göre daha iyidir (Tablo 51).

Tablo 51: Yöre kronolojilerine dair genel bilgiler ve Artsan çıktıları özet istatistikleri.

	Göknar Alt Sınırı	**Göknar Üst Sınırı**	**Ladin Alt Sınırı**	**Ladin Üst Sınırı**	**Sarıçam Alt Sınırı**	**Sarıçam Üst Sınırı**
Yöre Kodu	**KGA**	**KGU**	**KLA**	**KLU**	**KSA**	**KSU**
Rakım(metre)	1410-1470	1891-1940	90-150	1700-1750	825-860	1732-1760
Bakı	KD	D	K	KD	GD	GB
Eğim(%)	30%	40%	30%	40%	40%	40%
Ağaç/Kalem Sayısı	7/13	15/30	15/28	14/27	13/22	14/28
Kronoloji Aralığı	1863-2021	1859-2021	1890-2021	1904-2021	1877-2021	1914-2021
Kronoloji Uzunluğu	159	163	133	118	145	98
Ortalama Duyarlılık	0,1967	0,2213	0,2361	0,2179	0,1892	0,1405
Standart Sapma	0,3181	0,187	0,2021	0,1919	0,1769	0,1261
Sinyal/Gürültü Oranı	2,842	10,481	9,959	12,906	5,107	5,888
Tüm Kalemler Arasındaki Korelasyon	0,281	0,438	0,445	0,526	0,293	0,294
Birinci Özvektörün Varyansı (%)	34,97%	47,14%	47,88%	54,96%	34,10%	34,17%

Dendroklimatolojik Sonuçlar ve Tartışmalar

Tepki Fonksiyonu Sonuçları ve Tartışmaları

Karçal Dağları'nın güneyinde yapılan bu çalışmada nisan ve ekim ayı yağışları tüm yöre kronolojileri için yıllık halka gelişimini negatif yönde, mayıs ve haziran yağışları ise pozitif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı yağışlarının halka gelişimine etkisi göknar üst sınırı dışında pozitif yönlüdür fakat istatistik açıdan anlamlı değildir. Eylül ayı yağışlarının ladinler üzerindeki pozitif etkisi dikkat çekicidir (Tablo 52). Benzer şekilde Hugles vd. (2019), *Different climate responses of spruce and pine growth in Northern European Russia* adlı çalışmasında Rusya'da ladinler üzerinde yapmış olduğu çalışmada altı yöreden çıkan sonuca göre şubat ve mart yağışları halka gelişimini negatif yönde, önceki yılın ağustos-aralık dönemi ile halka oluşum yılının nisan-eylül dönemi pozitif yönde etkilerken önceki yılın ağustos ayı pozitif yönde anlamlıdır. Aynı çalışmada karaçam ve ladin için oluşturulan altı yöreden çıkarılan ortak sonuca göre önceki yılın ağustos-ekim dönemi ile halka oluşum yılının şubat-eylül dönemi pozitif yönde etkilerken halka oluşum yılının nisan-ağustos dönemi pozitif yönde anlamlıdır. Önceki yılın kasım, aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak ayının halka gelişimi üzerine negatif etkisi olduğu görülmektedir. İrdem (2019), *Elmacık Dağı ve yakın çevresinin dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik yöntemlerle analizi* adlı çalışmasında sarıçamlar üzerinde yaptığı çalışmada şubat-ağustos dönemi yağışlarının halka gelişimini pozitif yönde etkilediğini, önceki yılın ekim-kasım yağışlarını negatif yönde etkilediğini; Bozkurt, Şahan ve Köse (2021), sarıçamların Türkiye'de ki güney yetişme sınırında yaptıkları araştırmalarda mayıs-haziran ayı yağışlarının halka gelişimine pozitif etkisi olduğunu, önceki yılın kasım ile halka oluşum yılının ocak, nisan ve eylül ayı yağışlarının negatif etkisi olduğunu; Işık (2022), *Fırtına Deresi Havzası'nda Dendroklimatolojik Araştırmalar* adında yapmış olduğu çalışmada yağış ile yıllık halka arasındaki ilişkilerde mayıs ve ekim aylarında pozitif ilişki, nisan ve ağustos aylarında negatif yönde ilişki tespit etmişlerdir.

Çalışma sahasında sarıçam alt ve üst yetişme sınırları için temmuz ayı yağışlarıyla yıllık halka gelişimi arasında genel olarak pozitif ilişki tespit edilmiştir (Tablo 52). Benzer şekilde Akkemik (1997), Toros göknarı için oluşturulan üç yörede de yağış halka gelişimi arasındaki ilişkilere bakıldığında yıllık halka gelişimi üzerinde

önceki yılın ekim, kasım ayları ile halka oluşum yılının mart-mayıs dönemi, temmuz ayı dışında nisan-eylül dönemini pozitif yönde iken şubat, mart ayları negatif etkilemektedir. Dağdeviren(2002), Kazdağları'nda yetişen Kazdağı göknarı üzerine yaptığı araştırmada yağış ile yıllık halka genişliği arasında mayıs-ağustos aylarında pozitif ilişki olduğu; Yaman ve Sarıbaş (2004), Bartın-Kumluca sarıçamlarında yaptıkları araştırmalar sonucunda temmuz ayı yağış etkenliği indisi ile yıllık halka gelişimi arasında pozitif yönde anlamlı ilişkilerin olduğunu; Bogino vd. (2009), Climate Effect on Radial Growth of *Pinus sylvestris* at Its Southern and Western Distribution Limits adlı çalışmasında oluşturulan üç yöre için de temmuz yağışlarıyla halka gelişimi arasında pozitif ilişki olduğu; Köse vd. (2017) , mayıs-ağustos dönemi yağışlarının Bolu-Yedigöller çevresindeki sarıçamların ve Artvin-Borçka çevresindeki göknar ve ladinlerin halka gelişimine pozitif etkisi olduğunu; Hugles vd. (2019), Kuzey Avrupa Rusya'daki sarıçamlar üzerinde aylık toplam yağışın nisan ve mayıs aylarındaki halka gelişimine pozitif yönde anlamlı etkisinin olduğunu; Özel vd. (2021), *The Effect Of Clımate On The Radıal Growth Of Scots Pıne (Pınus Sylvestrıs L,) In A Coastal Mıxed Stand In Kapısuyu, Bartın, Turkey* isimli çalışmalarında sarıçamlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada, yağış ile yıllık halka genişlikleri arasında aralık, mart, nisan, haziran, temmuz, ağustos, eylül aylarında pozitif ilişki bulunduğunu, aynı zamanda aralık ve temmuz aylarının anlamlı olduğunu; Işık (2022), Fırtına Deresi Havzası'nda doğu ladini ile Doğu Karadeniz göknarı üzerinde yapmış olduğu çalışmada yağış ile yıllık halka gelişimi arasında temmuz ayında pozitif ilişkilerin olduğunu ortaya koymuştur.

Sıcaklık yıllık halka ilişkileri analizi sonuçlarına göre önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs haziran ayının ortalama sıcaklıkları arasında negatif; şubat, mart ve temmuz aylarının ortalama sıcaklıkları ile halka gelişimi arasında pozitif yönlü ilişki ağır basmaktadır (Tablo 52). Benzer şekilde Akkemik (1997), Bucak-Katran Dağı dışında Toros göknarının yıllık halka gelişimi üzerinde ilkbahar ve yaz yağışlarının olumlu etkisinin bulunduğunu aynı dönemde sıcaklıklardaki artışın ise kuraklığı arttırdığı için halka gelişimini negatif yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Dağdeviren (2002), Kaz Dağları'nda yetişen Kazdağı göknarı üzerine yaptığı araştırmada önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs ayı arasında ve halka oluşum yılının ağustos ayında yıllık halka gelişimi ile sıcaklık arasında pozitif, haziran, temmuz, eylül aylarında ise negatif etkisi olduğu; Yaman ve Sarıbaş (2004),

Bartın-Kumluca sarıçamlarında yaptığı araştırmalar sonucunda haziran-ağustos döneminde negatif, ocak-mayıs dönemi pozitif ilişki; Köse, N. vd. (2017), mart ayı ortalama sıcaklıkları ile Bolu-Yedigöller çevresindeki sarıçamların ve Artvin-Borçka çevresindeki göknar ve ladinlerin halka gelişimi arasında güçlü pozitif ilişki olduğunu; Hugles vd. (2019), sarıçamlar üzerine yaptığı çalışmada aylık ortalama sıcaklık ile halka gelişimi arasında önceki yılın ağustos-ekim dönemi ile halka oluşum yılının şubat-mayıs dönemi negatif yönde anlamlı, önceki yılın kasım, aralık ayları ile halka oluşum yılının haziran-eylül dönemi pozitif yönde etkisi vardır. Karaçam ve ladin üzerine yapılan çalışmada ise önceki yılın eylül ayı hariç diğer aylarda pozitif yönde ilişki söz konusudur. Önceki yılın aralık, halka oluşum yılının şubat-nisan dönemi ile eylül ayı pozitif yönde anlamlıdır. İrdem (2019), Elmacık Dağı'nda sarıçamlar üzerine yaptığı araştırmada yıllık halka genişliği ile sıcaklık ilişkileri değerlendirildiğinde ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarında pozitif yönde ilişki; Bozkurt, Şahan ve Köse (2021), Türkiye'de sarıçamların güney sınırında yaptıkları çalışmalar sonucunda mart ve nisan aylarında pozitif, mayıs ayı ise negatif ilişki olduğunu; Özel H.B. vd. (2021), Bartın'da sarıçamlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada sıcaklıklar ile yıllık halka gelişimi arasında kasım-mart dönemi ile mayıs-temmuz dönemi arasında pozitif ilişki olduğunu, şubat ve mart aylarının ise anlamlı olduğunu; Işık (2022), Fırtına Deresi Havzası'nda yapmış olduğu çalışmada sıcaklık ile yıllık halka gelişimi arasında nisan, mart, ağustos ve eylül aylarında pozitif ilişki, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ekim ayında negatif ilişki belirlemiştir.

Tablo 52: Tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu sonuçlarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde % 95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).

		Toplam Yağış														Ortalama Sıcaklık											
Kod	**İstasyonlar**	**E**	**K**	**A**	**O**	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**	**E**	**K**	**A**	**O**	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**
KGA	Artvin	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
	Yusufeli	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
	Ardanuç	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
KGU	Artvin	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
	Yusufeli	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	Ardanuç	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-
KLA	Artvin	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	Yusufeli	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+
	Ardanuç	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+
KLU	Artvin	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
	Yusufeli	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+
	Ardanuç	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+
KSA	Artvin	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
	Yusufeli	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
	Ardanuç	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-
KSU	Artvin	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
	Yusufeli	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
	Ardanuç	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-

Özkan (1990), Artvin Borçka'dan alınan doğu ladini örnekleri üzerinde yaptığı analizler sonucunda duyarlılık katsayılarının (0,11) düşük olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada alınan örneklerin duyarlılık katsayıları (ladin alt sınırı:0,22, ladin üst sınırı:0,23) (Tablo 51) adı geçen çalışmaya göre oldukça yüksek olup yapılan çalışmanın önemini artırmaktadır. (Popa vd. 2022), *Do Different Tree-Ring Proxies Contain Different Temperature Signals? A Case Study of Norway Spruce (Picea abies (L,) Karst) in the Eastern Carpathians* adlı ladinler üzerinde yapılan çalışmada kış sıcaklıklarının halka gelişimi üzerinde hem TRW ve BAI yörelerinde pozitif etkisinin olduğunu, BAI kronolojisinde ise ek olarak yaz sıcaklığının pozitif bir etkisi olduğunu gözlemlenmiştir.

ÖNERİLER

- Çalışma sahası gerek dik eğimli arazilerin varlığı gerekse yılın büyük bölümünde toprağın suya doygun olması nedeniyle heyelan olaylarının sıklıkla görüldüğüm bir araziye sahiptir. Dendrojeomorfolojik yöntemler kullanılarak bölgedeki heyelanların frekansları ve büyüklükleriyle ilgili çalışmalar yapılabilir.
- Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların meteorolojik verileri çok eskiye gitmediğinden dendroklimatolojik yöntemlerle yapılacak olan yeniden yapılandırma çalışmaları ile bu eksiklik giderilebilir.
- Çalışma sahasında analizi yapılan örneklerden KGU, KLA ve KLU örneklerinin ortalama duyarlılıkları yüksektir. Buna göre çalışma alanı ve çevresinde daha sonra yapılacak dendroklimatolojik çalışmalar için tür seçiminde bu tez çalışmasında kullanılan ağaç türleri kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Akkemik, Ü. (1997). *Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Pinus nigra Arn. ve Abies cilicica Carr. taksonlarında dendrokronolojik araştırmala*r. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.)

Akkemik, Ü. (2000). Tree-ring chronology of *Abies cilicica Carr*. in the Western Mediterranean region of Turkey and its response to climate. *Dendrochronologia*, 18,73-81.

Akkemik, Ü. (2004). *Dendrokronoloji*, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.

Akkemik, Ü. (2017). *Bitki Fizyolojisi*, PDF Belgesi. https://avesis.iuc.edu.tr/uakkemik/dokumanlar

Akkemik, Ü. ve Aras, A. (2005). Reconstruction (1689–1994 AD) of April-August Precipitation in the Southern Part of Central Turkey. *International Journal of Climatology, 25*, 537–548.

Akbulut, S. (2002). *Doğu Karadeniz bölgesindeki Anadolu kestanesi (Castanea sativa Mill.) üzerinde dendrokronolojik araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon).

Albayrak, L. ve Yılmaz, C. (2021). Geographical features and cultural ecology of Güverda Vineyards. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE).* (43), 298-316.

Aral, D. (2009). *Bolu (Yaylacık) karaçam ağaç halkalarının duraylı izotop oranlarının değişimlerinin incelenmesi*. (Eskişehir Anadolu Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir).

Atalay, İ. (2011). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. İzmir, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ., ve Efe, R. (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası*. İzmir, META Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı Klimatoloji*. İzmir, META Basım Matbaacılık Hizmetleri.

Avcı, M. (2007). *Coğrafyacılar İçin Dendrokronoloji*, İstanbul, Çantay Kitapevi.

Avcı, M. (2013). Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji, *Prof, Dr, İlhan KAYAN'a Armağan*. Öner, E. Editör, Ege Üniversitesi, s: 387-406, İzmir.

Aytuğ, B. ve Kılıç, A. (1993). Contribution D'une Étude Dendrochronologique Á La Constatation De L'áge Du Lac Sülük (Bolu). *Proceeding 5th Optima meeting, İstanbul 8–15 September, 1986*: 119–233, İstanbul.

Bahçalı, S., Bay, A. ve Özözen Kahraman, S. (2017). HES'lerin Nüfus ve Yerleşme Hareketlerine Etkileri: Yusufeli Barajı Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, *26* (2), 107-125, İzmir-Türkiye.

Barbaros, Y. ve Metin, S. (2004). Bartın-Kumluca Sarıçam *(Pinus sylvertris* L.*)*'larında Dendroklimatolojik Araştırmalar. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5*(1),129-135.

Bekker, M. F. (2004). Spatial Variation in The Response of Tree Rings to Normal Faulting During the Hebgen Lake Earthquake, Southwestern Montana, USA. *Dendrochronologia, 22,* 53–59.

Benson, B. E., Atwater, B. F., Yamaguchi, D. K., Amidon, L. J., Brown, S. L. ve Lewis, R. C. (2001). Renewal of Tidal Forest in Washington State after a Subduction Earthquake in A. D., 1700. *Quaternary Research, 56,* 139–147.

Bogino, S., Nieto. M. J. ve Bravo, F. (2009). Climate Effect on Radial Growth of Pinus sylvestris at Its Southern and Western Distribution Limits. *Silva Fennica, 43*(4),609-623, 10.14214/s. 183.

Bozkurt, A. E., Şahan, E. A. ve Köse, N. (2021). Growth responses of *Pinus sylvestris* L. to climate from the Southeastern limit of its natural distribution area, Turkey. *Dendrochronologia, 70,* 10.1016/j.dendro.2021.125897.

Carrara, P. E. ve O'Neill, J. M. (2003). Tree-Ring Dated Landslide Movements and Their Relationship to Seismic Events in Southwestern Montana, USA. *Quaternary Research, 59,* 25–35.

Caner, H. (1994). *İstanbul'da kentleşmenin doğal orman alanlarına etkisinin palinoloji ve dendrokronoloji yöntemleri ile araştırılması*. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

Cook, E., Shiyatov, S. ve Mazepa, V. (1990). *Estimation of the mean chronology, in: Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences.* Edited by: Cook, E. ve Kairiukstis, L. A., Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, 123–132, 1990.

Coşkun, M., ve Coşkun, S. (2019). *Yerkabuğu'nu Oluşturan Maddeler: Mineraller, Kayaçlar ve Topraklar.* M. Alım, ve S. Doğanay, Yer Bilimi içinde (s. 193-244). Ankara: Pegem Akademi.

Çubukçu, K.M. (2020). *Temel İstatistik ve Mekansal İstatistik. Ankara*. Nobel Akademik Yayıncılık ve Eğitim Danışmanlık.

Dağdeviren, N. (2002). *Kazdağları'nda doğal yetişen gymnosperm taksonları üzerinde dendrokronolojik araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir).

Dede, V., Çiçek, İ. ve Uncu, L. (2015). Karçal Dağları'nda Kaya Buzulu Oluşumlar. *Yerbilimleri, 36*(2), 61-80.

Dede, V. (2016*). Karçal Dağları'nın Buzul jeomorfolojisi ve 36cl kozmojenik jeokronolojisi*. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara).

Dizdar, M.Y. (2003). Türkiye'nin toprak kaynakları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No:2, s.317, Ankara.

Doğan, M. (2014). *Sandıras Dağı'nda (Muğla) fiziki coğrafya ve dendroklimatoloji araştırmaları*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir).

Doğan, Y. (2018). *Çeşitli müzik aletlerinin yapımında kullanılan ağaçların orijinleri ve kullanım dönemleri üzerine dendrokronolojik araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul).

Dönmez, Y. (1979). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*. İstanbul, İstanbul Üniversitesi Basımevi 3. Baskı, Üniversite Yayın No:3648, Fakülte Yayın No:3248.

Durmuş, M. (2016). *Akdağ Heyelanı (Batı Toroslar)'nın Kuzeydoğu Yamacındaki İkincil Heyelanların Dendrojeomorfolojik Açıdan Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul).

Eminağaoğlu, Ö. (2015). *Artvin'nin Doğal Bitkileri*. Promat.

Eminağaoğlu, Ö. (2018). *Picea A,Dietr (Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları)*. Editör Ünal Akkemik.

Erlat, E. (2016). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi.

Erkan, N., Touchan, R. ve Baş, N. (2004). Dendrokronolojik Yöntemle Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde Geçmişte Yaşanmış İlkbahar Kuraklık Periyotlarının Tespiti. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Bülten No:20, Antalya*.

Fritts, H. C. (1976). *Tree Rings and Climate*. London, Academic Press London.

Genç, S. (2019). *Aşağı Kızılırmak havzası akım verilerinin dendrohidrolojik rökonstrüksiyonu.* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul).

Grissino-Mayer, H. D. (2001). Research Report Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program Cofecha. *Tree-Ring Research, 57*(2), 205-221.

Güner, H. T. (2010). *Sakarya Havzası akım verilerinin dendroklimatolojik yöntemlerle rökonstrüksiyonları.* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

Gürçay, B. (2022). *Kürtün ve Gavraz Dereleri arasındaki sahada dendrokronolojik analizler.* (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul).

Gürgen, G. ve Yeşilyurt, S. (2012). Karçal Dağı Buzulları. *Coğrafi Bilimler Dergisi, 10* (1), 91-104.

Heinrich, I., Touchan, R., Linan, I, D., Vos, H. ve Helle, G. (2013). Winter-to-spring temperature dynamics in Turkey derived fromtree rings since AD 1125. *Climate Dynamics,* 41, 1685–1701.

Holmes, R. L. (1983). Computer-assisted Quality Control İn Tree-Ring Data and Measurements, *Tree-ring Bulletin*. 43, 69-78.

Hughes, M. K., Olchev, A., Bunn, A. G., Berner, L. T., Losleben, M., ve Novenko, E. (2019). Different climate responses of spruce and pine growth in Northern European.
Dendrochronologia,56:https://doi,org/10,1016/j,dendro,2019,05,005.

Hughes, M. K., Kuniholm, P. I., Garfin, G. M., Latini, C. ve Eischeid (2001). Aegean Tree-Ring Signature Years Explained. *Tree-Ring Research, 57* (1), 67-73.

Işık, F. (2022). *Fırtına Deresi (Rize) Havzasında dendroklimatolojik araştırmalar*. (Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üni., Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun).

İrdem, C. (2019). *Elmacık Dağı ve yakın çevresinin dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik yöntemlerle analizi*. (Doktora Tezi, Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karabük).

Kantay, B. (1986). Çoruh Meşesi (*Quercus dschorochensis K,Koch*)'nde Dendrokronolojik Araştırmalar. *İstanbul Orman Fakültesi Dergisi,* 37(2), 115-142.

Karaman, A. (2005). *Safranbolu evlerinde kullanılan ahşap malzemenin dendrokronolojik özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük).

Kara, S. (2011). *Dendrokronolojik Analizler ile Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkisinin Değerlendirilmesi: Uludağ'ın Güneyinden İki Örnek Alan*. (Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul).

Küçükbaşol, Y. (2015). Çoruh Nehri ve Yusufeli Barajı: Toplumsal, Ekonomik ve Çevresel Etkileri Bakımından Bir Baraj İncelemesi. *Birey ve Toplum*, 5(10), 133-158.

Koç, T. ve İrdem, C. (2007). Türkiye'de yağışların şiddet bakımından zamansal ve alansal değişkenliği . *Türk Coğrafya Dergisi , 0 (49) , 1-42* . Retrieved from https://dergipark.org.tr/en/pub/tcd/issue/21232/227835

Kopar, İ. ve Sever, R. (2008). Karagöl (Borçka). *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 1(11), 21-38.

Kozacı, Ö. (2011). Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Kesimi Üzerinde Dendrosismolojik Çalışmalar: Üçyüz Yıllık Yüzey Kırığı Geçmişinin Ağaç Halkaları Kullanılarak Belgelenmesi, in Turkish, *Aktif Tektonik Araştırma Grubu Yıllık Toplantısı Bildiri Özetleri Kitabı,* S. 37, ATAG 15, 19-22 Ekim 2011, Çukurova Üniversitesi, Turkey.

Köse N., Guner H. T., Harley G. L. ve Guiot J. (2017). Spring Temperature Variability Over Turkey Since 1800 CE Reconstructed From A Broad Network of Tree-Ring Data. *Climate of The Past*, 13, 1-15.

Köse N., Akkemik Ü., Güner H, T., Dalfes H. N., Grissino-Mayer H. D. ve Özeren M. S. (2013). An Improved Reconstruction of May-June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions. *Internatıonal Journal of Bıometeorology*, *57*(5), 691-701.

Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., ve Tolunay, D. (2012). Anadolu'da Karaçamın (*Pinus Nigra Subsp, Pallasiana, Pinaceae*) Yıllık Halka Gelişimini Etkileyen İklim Faktörleri. *21, Ulusal Biyoloji Kongresi*, İzmir, Türkiye, 3-7 Eylül 2012, s. 135-136.

Köse, N. (2007). *Batı Anadolu'da iklim değişkenliği ve yıllık halka gelişimi*. (Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

Köse, N. ve Güner, H. T. (2012). The Effect Of Temperature And Precipitation On The İntra-Annual Radial Growth of Fagus orientalis Lipsky in Artvin, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36*(4), 501-509.

Özkan, Z. C. (1990). *Türkiye'deki Doğu ladini (Picea orientalis (l.) link.)üzerinde dendrokronolojik araştırmalar.* (Doktora Tezi , K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon).

Özel H., Yaman B. ve Varol T. (2021). The effect of climate on radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) In a coastal mixed stand in Kapısuyu, Bartın, Turkey. *Indonesian Journal of Forestry Research, 8(*2): 187-197.

Pınarcı, E. ve Çetin, H. (2012). Haç Gediği heyelanının (Karasisalı-Adana) ağaç halkaları yöntemiyle analizi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, (27)*1, 130-141.

Popa, A., Popa, I., Roibu, C.-C., ve Badea, O. N. (2022). Do Different Tree-Ring Proxies Contain Different Temperature Signals? A Case Study of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Plants, 11(18)*: https://doi,org/10,3390/plants11182428.

Sever, R. (2004). *Çoruh Havzası Enerji Yatırım Projeleri ve Çevresel Etkileri*. Çizgi Kitabevi.

Sever, R. ve Kopar, İ. (2009). Maral Şelalesi (Borçka-Artvin), doğal ortam özellikleri ve ekonomik potansiyeli. *Türk Coğrafya Dergisi , 0 (52) , 17-29*. Retrieved from https://dergipark,org,tr/tr/pub/tcd/issue/21229/227821.

Sezerer, M. (2013). *İstanbul-Yenikapı'daki holosen yaşlı denizel istifin dendrokronoloji yardımıyla yaşlandırılması ve çökelme ortamı analizi*. (Yüksek Lisans, İstanbul Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

Şahan, E. A. (2022). *Fire history and climate change: Black pine forests in Western Anatolia.* (Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üni., Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul).

Schweingruber, F. H. (1988). *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, ISBN: 978-0-7923-0559-0 Dordrecht, Holland.

Sheppard, P.R. ve White, L.O. (1995). Tree-Ring Responses to the 1978 Earthquake at Stephens Pass, Northeastern California. *Geology, 23* (2), 109–112.

Stefanini, M.C. (2004).Spatio-Temporal Analysis of a Complex Landslide in Northern Apennines (Italy) by means of Dendrochronology. *Geomorphology, 63,1*91-202.

Trenard, Y. (1982). *Making Wood Speak: An Introduction to Dendrochronology*. CFS Forestry Abstracts, 43, 12.

Uzun O. ve Müderrisoğlu H. (2011). Visual Landscape Quality in Landscape Planning: Examples of Kars and Ardahan Cities in Turkey. *African Journal of Agricultural Research, 6,* 1627-1638.

Üredi, N. (2019). *Doğal afet araştırmalarında dendrojeomorfolojik yöntemlerin kullanımının değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üni. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük).

Vural, H. ve Batuhan T. (2021). Deriner Barajı ve Hidroelektrik Santral Projesinin Çevresel Etki Analizi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 35*(4), 1245-1265. https://doi,org/10,16951/atauniiibd.840325.

Yaman B. ve Metin S. (2004). Dendroclimatological studies in Bartın-Kumluca Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L,). *Anadolu Uni. Journal of Science and Tech, 5*(1), 129-135.

Yaman, B., Köse, N. ve Akkemik, Ü. (2013). Cahnges in Stem Growth Rates and Wood Anatomy of Oriental Beech after a Landslide Event in Hanyeri, Bartın, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37,* 105-109.

Yılmaz, S. (2016). *Karçal Dağı'nın (Artvin) bitki örtüsü.* (Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Yurtseven, N. (2019). *Yamanlar Dağı'nda (İzmir) dendrokronolojik araştırmalar.* (Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir).

Yüksek, T. ve Ölmez, Z., (2002). Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Değerlendirme. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1*, 50-62.

WEB SAYFALARI

Url 1. 2023. https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/artvin/gezilecekyer/karcal-daglari Erişim Tarihi: 14 Eylül 2023.

Url 2. 2023. /https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf Erişim Tarihi: 14 Eylül 2023.

Url 3. 2023. https://www.dunya.com/video-galeri/gundem/artvin-borckanin-buyuleyici-manzarasi-video-366173 Erişim Tarihi: 14 Eylül 2023.

Url 4. 2023. https://www.borcka.bel.tr/turizm/yildiz-golu/ Erişim Tarihi: 15 Eylül 2023.

Url 5. 2023. http://karadeniz.gov.tr/nacadirev-golu/ Erişim Tarihi:15 Eylül 2023.

Url 6. 2023. https://www.euas.gov.tr/santraller/muratli-hes Erişim Tarihi: 17 Eylül 2023.

Url 7. 2023. https://www.euas.gov.tr/santraller/borcka-hes Erişim Tarihi: 17 Eylül 2023.

Url 8. 2023. https://www.euas.gov.tr/santraller/deriner-hes Erişim Tarihi: 17 Eylül 2023.

Url 9. 2023. https://www.unesco.org.tr/Pages/128/125/UNESCO-D%C3%BCnya-Biyosfer-Rezervleri-A%C4%9F%C4%B1-#:~:text=UNESCO%20D%C3%BCnya%20Biyosfer%20Rezervleri%20A%C4%9F%C4%B1'nda%202021%20y%C4%B1l%C4%B1%20itibariyle%20129,yer%20alan%20Camili%20Biyosfer%20Rezervidir. Erişim Tarihi: 18 Eylül 2023.

Url 10. 2023. https://www.borcka.bel.tr/turizm/karcal-daglari/ Erişim Tarihi: 18 Eylül 2023.

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Yöre kronolojilerine ait tanıtıcı bilgiler. 27

Tablo 2: Çalışma sahasında dendrokronolojik çalışmalarda kullanılabilecek türler ve önem dereceleri. 28

Tablo 3: Araştırma konusuna dair daha önceden çalışılan yüksek lisans, doktora tezleri, makale, bildiri, kitap ve kitap bölümü türündeki yayınlar. 35

Tablo 4: Çalışma sahasında yer alan ve iklim verilerinin analizinde kullanılan meteoroloji istasyonlarına ait veriler. 42

Tablo 5: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamaları. 49

Tablo 6: Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklıklar. 49

Tablo 7: Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama minimum sıcaklıklar**.** .. 49

Tablo 8: Çalışma sahası ve yakın çevresinde yer alan istasyonların vejetasyon süreleri (vejetasyon dönemleri hesaplanırken 8 C° ve üstü değerlerin başladığı ve bittiği günler baz alınarak hesaplanmıştır). 54

Tablo 9: Araştırma alanı ve yakın çevresinde sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayıları**.** 55

Tablo 10: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarda toprak sıcaklıkları. ... 55

Tablo 11: Çalışma alanı ve yakın çevresindeki istasyonların ortalama basınç değerleri (hPa). 56

Tablo 12: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında mevsimlik ve yıllık rüzgâr esme frekansları (%). 61

Tablo 13: Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme hızları (m/s). 62

Tablo 14: Çalışma sahası ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi ve yıllık ortalama değerler. 66

Tablo 15: Artvin istasyonunda ortalama bulutluluk, açık günler sayısı, bulutlu günler sayısı, kapalı günler sayısı. 67

Tablo 16: Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama toplam yağış değerleri. 68

Tablo 17: Çalışma alanı ve yakın çevresinde mevsimlik yağış toplamları ve yüzdeleri. 69

Tablo 18: Çalışma sahasının yakın çevresinde bulunan merkezi Artvin istasyonunun iklim sınıfları (MGM, 2023). 75

Tablo 19: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların yıllık ve aylık yağış etkinlik indisleri ve iklim sınıfları. 76

Tablo 20: Artvin istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile su bilançosu. 77

Tablo 21: Ardanuç istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile su bilançosu. 78

Tablo 22: Beşağıl istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. 79

Tablo 23: Borçka istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. 80

Tablo 24: Mersivan Kayak Merkezi istasyonunun Thorntwaitw yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. 81

Tablo 25: Çukur Yaylası istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. 82

Tablo 26: Yavuzköy istasyonunun Thorntwaite iklim sınıflandırması yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. 83

Tablo 27: Yusufeli istasyonunun Thorntwaite yöntemi ile hazırlanan su bilançosu. .. 84

Tablo 28: Çalışma alanında yükselti basamaklarının dağılışı 100

Tablo 29: Çalışma alanındaki eğim gruplarının alansal dağılımı. 102

Tablo 30: Çalışma sahasında bakı gruplarının dağılımı. 104

Tablo 31: Ortaköy Mezrası'ndan alınan göknar alt sınır örneklerinin standart ve residual yöre kronolojileri istatistiki sonuçları ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir). 153

Tablo 32: Ortaköy Mezrası'ndan alınan göknar alt sınır örneklerinin yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistiki sonuçları. 154

Tablo 33: Ortaköy Dağları'ndan alınan göknar üst sınır örnekleri standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistiki sonuçlar ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir). 155

Tablo 34: Ortaköy Dağları'ndan alınan göknar üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistiki sonuçları. 156

Tablo 35: Ortaköy Ormanları'ndan alınan ladin alt sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri istatistiki sonuçları ("t" son halkanın oluştuğu son yılı ifade etmektedir). 157

Tablo 36: Ortaköy Ormanları'ndan alınan ladin alt örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri. 157

Tablo 37: Çakmaklı Ormanı'ndan alınan ladin üst örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder). 158

Tablo 38: Çakmaklı Ormanı'ndan alınan ladin üst sınır örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri. 159

Tablo 39: Sakalar Köyü'nden alınan sarıçam alt sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder). 160

Tablo 40: Sakalar Köyü'nden alınan sarıçam alt sınır örneklerine ait yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri. 161

Tablo 41: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerine ait standart ve residual yöre kronolojileri istatistikler ("t" son halkanın oluştuğu yılı ifade eder). 162

Tablo 42: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerinin yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri. 162

Tablo 43: Çalışma alanında rekonstrüksiyona uygun olan aylar ve dönemlere ilişkin bilgiler. 200

Tablo 44: Artvin meteoroloji istasyonu haziran ayı toplam yağışları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 201

Tablo 45: Yusufeli meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 202

Tablo 46: Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 204

Tablo 47: Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 205

Tablo 48: Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 207

Tablo 49: Ardanuç meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklıklarının rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 208

Tablo 50: Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri. 210

Tablo 51: Yöre kronolojilerine dair genel bilgiler ve Artsan çıktıları özet istatistikleri. 214

Tablo 52: Tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu sonuçlarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde % 95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir). 218

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Artvin istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri..... 63

Şekil 2: Ardanuç istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri. 63

Şekil 3: Borçka istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri. 64

Şekil 4: Mersivan istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri. 64

Şekil 5: Yusufeli istasyonunun mevsimlik ve yıllık rüzgar frekans gülleri. 65

Şekil 6: Çalışma sahası ve yakın çevresinde bulunan istasyonların ortalama toplam yağışlarının aylık değişimi..... 70

Şekil 7: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların yıllık yağış toplamlarının mevsimlere göre oransal dağılışı. 71

Şekil 8: Çalışma sahası ve yakın çevresindeki istasyonların Thorntwaite yöntemine göre su bilançosu. 85

Şekil 9: Karçal Dağları'nın GB-KD yönündeki yükselti kesiti..... 96

Şekil 10: Karçal Dağları'nın KB-GD yönlü yükselti kesiti. 98

Şekil 11: Karçal Dağları'nın KB-GD doğrultulu bitki kesiti. 138

Şekil 12: Karçal Dağları'nın GB-KD doğrultulu bitki kesiti. 140

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1: Artvin'de ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 50

Grafik 2: Ardanuç'ta ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 50

Grafik 3: Beşağıl Köyü istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 51

Grafik 4: Borçka istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 51

Grafik 5: Mersivan Kayak Merkezi istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 52

Grafik 6: Şavşat Çukur Yaylası istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 52

Grafik 7: Şavşat Yavuzköy istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 53

Grafik 8: Yusufeli istasyonunda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi. 53

Grafik 9: Çalışma sahası ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi. 66

Grafik 10: Artvin istasyonunda ortalama bulutluluk, açık günler sayısı, bulutlu günler sayısı, kapalı günler sayısının aylık değişimi. 67

Grafik 11: Çalışma sahasında yükselti basamaklarının oransal dağılımı. 100

Grafik 12: Çalışma sahasında eğim değerlerinin oransal dağılımı. 102

Grafik 13: Çalışma sahasında bakı gruplarının oransal dağılımı. 104

Grafik 14: Çoruh Nehri/Şehitlik akım değerleri ve Artvin Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış miktarı. 106

Grafik 15: Berta Çayı/Berta akım değerleri ve Çukur Yaylası Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış miktarı. 108

Grafik 16: Çalışma sahasında bitki topluluklarının oransal dağılışı. 130

Grafik 17: Ortaköy Mezrası civarından alınan göknar alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi. 154

Grafik 18: Ortaköy Dağları civarından alınan göknar üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi. 156

Grafik 19: Ortaköy Ormanları civarından alınan ladin alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi. 158

Grafik 20: Çakmaklı Ormanı civarından alınan ladin üst sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi. 159

Grafik 21: Sakalar köyü civarından alınan sarıçam alt sınır örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi. 161

Grafik 22: Sakalar Mezrası'ndan alınan sarıçam üst sınır örneklerine ait yöre kronolojisi. 163

Grafik 23: Artvin'e ait ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 164

Grafik 24: Yusufeli'ne ait ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 165

Grafik 25: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıklar ile KGA yöre kronolojisi arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 166

Grafik 26: Artvin'de toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 167

Grafik 27: Yusufeli'nde toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 168

Grafik 28: Ardanuç'ta toplam yağışların KGA yöre kronolojisi ile ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 169

Grafik 29: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 170

Grafik 30: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 171

Grafik 31: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 172

Grafik 32: Artvin'de toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 173

Grafik 33: Yusufeli 'de toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 174

Grafik 34: Ardanuç'ta toplam yağışların KGU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 175

Grafik 35: Artvin'nde ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 176

Grafik 36: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları(İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 177

Grafik 37: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gsteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 178

Grafik 38: Artvin'de toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 179

Grafik 39: Yusufeli'nde aylık toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 180

Grafik 40: Ardanuç'ta toplam yağışların KLA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 181

Grafik 41: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 182

Grafik 42: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 183

Grafik 43: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 184

Grafik 44: Artvin'de aylık toplam yağışın KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 185

Grafik 45: Yusufeli'nde toplam yağışların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 186

Grafik 46: Ardanuç'ta toplam yağışların KLU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 187

Grafik 47: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 188

Grafik 48: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 189

Grafik 49: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 190

Grafik 50: Artvin'de toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 191

Grafik 51: Yusufeli'nde toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 192

Grafik 52: Ardanuç'ta toplam yağışların KSA yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 193

Grafik 53: Artvin'de ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 194

Grafik 54: Yusufeli'nde ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 195

Grafik 55: Ardanuç'ta ortalama sıcaklıkların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır)..... 196

Grafik 56: Artvin'de toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 197

Grafik 57: Yusufeli'nde toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkiyi gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 198

Grafik 58: Ardanuç'ta toplam yağışların KSU yöre kronolojisi ile arasındaki ilişkileri gösteren Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları (İstatistik açıdan anlamlı korelasyonlar sütunların üzerinde yazılmıştır). 199

Grafik 59: 1949-2021 dönemi KLA yıllık halka indisi ve Artvin haziran ayı toplam yağışı..... 201

Grafik 60: 1949-2021 dönemi KLA Artvin haziran ayı toplam yağışı ve haziran ayı tahmini toplam yağışı. 202

Grafik 61: 1968-2021 dönemi KGU yıllık halka indisi ve Yusufeli mart ayı ortalama sıcaklığı..... 203

Grafik 62: 1968-2021 dönemi Yusufeli mart ayı tahmini ortalama sıcaklığı ve Yusufeli meteoroloji istasyonunun mart ayı ortalama sıcaklığı. 203

Grafik 63: 1968-2021 dönemi KGA yöresi yıllık halka indisi ve Yusufeli mayıs ayı toplam yağışı..... 204

Grafik 64: 1968-2021 dönemi Yusufeli meteoroloji istasyonunun mayıs ayı tahmini toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı toplam yağışı. 205

Grafik 65: 1968-2021 dönemi KLA yöresi yıllık halka indisi ve Yusufeli Mayıs-Haziran dönemi toplam yağışı. 206

Grafik 66: 1968-2021 dönemi Yusufeli meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi istasyonunun toplam yağışı ve Yusufeli mayıs-haziran dönemi tahmini toplam yağışı..... 206

Grafik 67: 1966-2021 dönemi KGA yöresi yıllık halka indisi ve Ardanuç mayıs ayı toplam yağışı..... 207

Grafik 68: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs ayı toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı tahmini toplam yağışı. 208

Grafik 69: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu KGU yöresi yıllık halka indisi ve mart ayı ortalama sıcaklık değerleri. 209

Grafik 70: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mart ayı ortalama sıcaklık değerleri ve mayıs ayı tahmini ortalama sıcaklıkları. 209

Grafik 71: 1966-2021 dönemi KLA yöresi yıllık halka indisi ve Ardanuç mayıs-haziran dönemi toplam yağışı. 210

Grafik 72: 1966-2021 dönemi Ardanuç meteoroloji istasyonu mayıs-haziran dönemi toplam yağışı ve Yusufeli mayıs ayı tahmini toplam yağışı. 211

Grafik 73: Araştırma alanından alınan örneklerden oluşturulan yöre kronolojileri. 213

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1: Çalışma sahasının lokasyon haritası. 19

Harita 2: Örnek alınan yerlerin lokasyonu 25

Harita 3: Karçal Dağları ve yakın çevresinin ocak ayı ortalama sıcaklık haritası 46

Harita 4: Karçal Dağları ve yakın çevresini temmuz ayı ortalama sıcaklık haritası. .. 47

Harita 5: Karçal Dağları ve yakın çevresinin yıllık ortalama sıcaklık haritası. 48

Harita 6: Çalışma sahası ve yakın çevresinin ocak ayı toplam yağış haritası. 72

Harita 7: Çalışma sahası ve yakın çevresinin temmuz ayı toplam yağış haritası. 73

Harita 8: Çalışma sahası ve yakın çevresinin yıllık toplam yağış haritası. 74

Harita 9: Çalışma sahasının jeoloji haritası. 90

Harita 10: Çalışma sahasının yükselti haritası. 93

Harita 11: Karçal Dağları'na ait profil çıkarılan hatlar harita üzerinde gösterilmiştir. 95

Harita 12: Çalışma sahasının topografya haritası. 99

Harita 13: Çalışma sahasının eğim haritası. 101

Harita 14: Çalışma sahasının bakı haritası. 103

Harita 15: Çalışma sahasının hidrografya haritası 123

Harita 16: Çalışma sahasının toprak haritası. 128

Harita 17: Çalışma sahasının vejetasyon haritası. 136

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1: Ortaköy Dağları civarından alınan ladin örnekleri. 26

Fotoğraf 2: Alınan örneklerin (sarıçam, göknar, ladin) kağıt taşıyıcılardaki görselleri (Kağıt taşıyıcılar örneklerin arazide zarar görmesini engeller ve laboratuvar ortamına güvende gelmesini sağlar). 27

Fotoğraf 3: Örneklerin ahşap taşıyıcılardaki görüntüleri (Ahşap taşıyıcılar zımparalama ve ölçüm işlemleri sırasında kolaylık sağlamaktadır, aynı zamanda örneklere güvenli bir şekilde arşivlenme olanağı sunmaktadır). 28

Fotoğraf 4: Zımparalama işlemine ilişkin fotoğraf. 30

Fotoğraf 5: a) Zımparalama işlemi öncesi görüntü. b)Zımparalama işlemi sonrası görüntü. 30

Fotoğraf 6: Seksiyonlara ayırma aşaması. 31

Fotoğraf 7: Yıllık halka genişliklerinin LİNTAB-TSAP programında ölçüm aşaması (Örnekler Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü Dendrokronoloji Laboratuvarında ölçülmüştür). 32

Fotoğraf 8: Arazi sırasında hasar gören, çürük ve ölçüme dahil edilmeyen kalemlerden örnekler. 33

Fotoğraf 9: Çalışma sahasında yer alan Bakırköy Köyü'nün batısında dasit ve riyolitler. 86

Fotoğraf 10: Artvin-Borçka arası Bakırköy kuzeyinde Kretase yaşlı şeyl, kumtaşı, kil taşı ve marnlar. 87

Fotoğraf 11: Çalışma sahasının kuzeyinde Kretase yaşlı flişler. 87

Fotoğraf 12: Çalışma sahasında Eosen yaşlı volkanitler ve bazalt sütun oluşumları ve üzerinde ladinler. 88

Fotoğraf 13: Çalışma sahasının kuzeyinde yayılış gösteren Eosen yaşlı volkano sedimenter kayaçlar. 89

Fotoğraf 14: Karçal Dağları'nda Gorgit Yaylası civarında U profilli buzul vadi ve moren depoları. 92

Fotoğraf 15: Çoruh Nehri'nin Hatila Vadisi'nden görüntüsü, Keçi Dağı'nın etekleri(solda), Karçal Dağları'nın etekleri(sağda). 106

Fotoğraf 16: Çoruh Nehri'nin Borçka İlçe Merkezi'nden görünüşü, İlçe Merkezi'nin girişinde Borçka Barajı gövdesi (URL 3). 107

Fotoğraf 17: Muratlı köyü yolu üzerinde bulunan mevsimlik akarsu. 109

Fotoğraf 18: Aralık Köyü Civarı'nda bulunan mevsimlik bir akarsu. 110

Fotoğraf 19: Karagöl civarında bulunan mevsimlik akarsu. 110

Fotoğraf 20: Karagöl'ün panoramik görüntüsü. 111

Fotoğraf 21: Karagöl'de bulunan kayınlar ve eğrelti otları. 112

Fotoğraf 22: Karagöl'de bulunan göknar ormanları. 112

Fotoğraf 23: Karagöl bulunan balık popülasyonunda zengin olan bir göldür (Sazan balıkları). 113

Fotoğraf 24: Aralık Deresi'nin Karagöl'e döküldüğü yer (Aralık Deresi'nin ağzı). 114

Fotoğraf 25: Karçal Dağları'nda bulunan Yıldız Gölü (URL 4). 115

Fotoğraf 26: Ziyaret Tepesi'nin kuzeyinde bulunan Nacidarev Gölü (URL 5) 116

Fotoğraf 27: Muratlı Barajı'nın Karşıköy'den görüntüsü. 117

Fotoğraf 28: Murgul Vadisi, Alacadağ (solda) ve Balıklı Dağı'nın (sağda) Artvin-Borçka yolu üzerinden görünüşü (Borçka Baraj Gölü). 118

Fotoğraf 29: Borçka Karagöl yol üstünde yer alan civarında Bardnala Şelalesi. 120

Fotoğraf 30: Borçka Karagöl yolunda oldukça dik bir eğim kırıklığından düşen bir şelale. 121

Fotoğraf 31: Çalışma sahaısnın kuzeyinde Camili dolaylarında yayılış gösteren Kırmızı Kahverengi Orman Toprakları. 124

Fotoğraf 32: Çalışma alanının batısında yayılış gösteren kireçsiz kahverengi orman toprakları. 126

Fotoğraf 33: Aralık Deresi'nin kıyısında bulunan kızılağaçlar (600-700 metre). 131

Fotoğraf 34: Atanoğlu Köyü dolaylarında kızılağaç, göknar ve karaağaç toplulukları (600-700 metre). 132

Fotoğraf 35: Borçka Karagöl'de kayın ve kızılağaç toplulukları (1300-1400 metre). 133

Fotoğraf 36: Machael Geçidi dolaylarından Karaşalvar Tepesi yamaçlarında göknar ve ladin ormanlarının görünüşü (1700-1800). 133

Fotoğraf 37: Atanoğlu Mezrası civarında doğu ladini (önde) (1100-1200). 134

Fotoğraf 38: Atanoğlu Mezrası dolaylarında doğu kayını (1100-1200). 135

Fotoğraf 39: Ortaköy civarında yer alan karaçalı (500-600 m)..... 142

Fotoğraf 40: Karagöl dolaylarında pembe çiçekli orman gülü (1100-1200)..... 143

Fotoğraf 41: Machael Geçidi dolaylarında beyaz çiçekli orman gülü (1600-1700 metre)..... 144

Fotoğraf 42: Çalışma sahasında Sakalar civarında bulunan böğürtlen (800-900 metre). 144

Fotoğraf 43: Gorgit Yaylası'ndan (1700 m) yaban mersini. 145

Fotoğraf 44: Efeler Köyü dolaylarında bulunan söğüt gençliği (1000-1200 metre). 146

Fotoğraf 45: Karçal Dağları'nın güneydoğu ucuna Berta Vadisi'nden bakış. Fotoğrafta orman üst sınırı ve alpin çayırlar görülmektedir. Sığır kuyruğu (önde)..... 147

Fotoğraf 46: Camili dolaylarında sarı kantaron otu (1600-1700 metre). 148

Fotoğraf 47: Camili civarında çan çiçeği (1500-1600 metre). 148

Fotoğraf 48: Karagöl Milli Parkı'nda eğrelti otları (1200-1300 metre). 149

Fotoğraf 49: Camili dolaylarında kanlıbasıra otu (1500-1600 metre)..... 149

Fotoğraf 50: Karagöl dolaylarında deve dikeni (1400 metre)..... 150

Fotoğraf 51: Karagöl Millli Parkı'nda andız otları (1200-1300 metre). 150

Fotoğraf 52: Camili Biyosfer Alanı civarında dağ çileği (1000-1200 metre)..... 151

Fotoğraf 53: Machael Gecidi'nde beyaz civanperçemi (1700-1800 m)..... 151

Fotoğraf 54: Efeler Köyü zehirli ve yenildiği takdirde halisülasyonlara sebep olan, delilik hali oluşturan sinek mantarı (1200-1300 metre). 152

ÖZGEÇMİŞ

İmren ALKAN, 2015 yılında Karabük Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2020 yılından buradan mezun oldu. Aynı yıl Karabük Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. Buradan 2023 yılında mezun oldu.

Yüksek lisans eğitimi süresince tezden üretilen yayınları:

Alkan, İ. ve İrdem, C. (2023). The effect of climate on tree-ring of Fir, Spruce and Scotch pine in Karçal Mountains . *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi , 24 (1) , 206-217* . DOI: 10.17474/artvinofd.1246843

İrdem C. ve Alkan İ (2022). Karçal Dağları'nda Sıcaklık ile Yağışın Doğu Ladini (Picea orientalis) ve Sarıçamın (Pinus sylvestris) Yıllık Halka Gelişimine Etkilerinin Karşılaştırmalı Analizi. *IV. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi (UCEK-2022), 223-225.*

İrdem C. ve Alkan İ. (2022) Karçal Dağları Güney Kesiminde Göknar Alt ve Üst Yetişme Sınırında Sıcaklık ile Yağışın Yıllık Halka Gelişimine Etkilerinin İncelenmesi. *Uluslararası Türkiye ve Pakistan Arasında Tarihi ve Coğrafi Bağlantılar Sempozyumu (turpaksymposium2022).*