

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

**ELMACIK DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN
DENDROKLİMATOLOJİK VE DENDROJEOMORFOLOJİK
YÖNTEMLERLE ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

**Hazırlayan
Cemil İRDEM**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN**

**Karabük
HAZİRAN/2019**

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

**ELMACIK DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN
DENDROKLİMATOLOJİK VE DENDROJEOMORFOLOJİK
YÖNTEMLERLE ANALİZİ**

DOKTORA TEZİ

**Hazırlayan
Cemil İRDEM**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mücahit COŞKUN**

Karabük

HAZİRAN /2019

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	1
TEZ ONAY SAYFASI.....	4
DOĞRULUK BEYANI	5
ÖNSÖZ	6
ÖZ.....	7
ABSTRACT.....	9
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ.....	11
ARCHIVE RECORD INFORMATION	12
KISALTMALAR	13
1. GİRİŞ	14
1.1. Kapsam.....	17
1.1.1. Konu Kapsamı	17
1.1.2. Alan Kapsamı.....	18
1.2. Amaç.....	21
1.3. Önem	21
1.4. Materyal, Yöntem ve Teknikler.....	23
1.4.1. Materyal	23
1.4.2. Yöntem ve Teknikler	28
1.4.3. Yıllık Halka Analizleri	28
1.4.3.1. Dendrokronolojik Yöntemler	28
1.4.3.2. Dendroklimatolojik Yöntemler	34
1.4.3.3. Dendrojeomorfolojik Yöntemler	38
1.4.4. Dendrokronolojinin Tarihçesi ve Belli Başlı Araştırmalar	39
1.4.4.1. Tarihçe	39
1.4.4.2. Önceki Çalışmalar	40
2. ARAŞTIRMA ALANININ DOĞAL COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ.....	49
2.1. Jeolojik Yapı.....	49
2.2. Jeomorfolojik Birimler	54
2.3. İklim	62
2.3.1. İklimi Etkileyen Faktörler	63
2.3.1.1. Planeter Faktörler.....	63
2.3.1.2. Coğrafi Faktörler	64
2.3.2. İklim Elemanları.....	65

2.3.2.1. Sıcaklık.....	65
2.3.2.2. Basınç ve Rüzgarlar	75
2.3.2.3. Nem ve Bulutluluk	87
2.3.2.4. Yağış.....	90
2.3.3. İklim Tipi.....	98
2.3.3.1. Erinç Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları.....	98
2.3.3.2. Throntwaite Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları.....	99
2.4. Hidrografik Unsurlar.....	106
2.4.1. Akarsu Ağı ve Akım Özellikleri	106
2.4.2. Göller	111
2.5. Toprak Örtüsü.....	114
2.5.1. Zonal Topraklar	114
2.5.1.1. Kahverengi Orman Toprakları	114
2.5.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	115
2.5.1.3. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar	115
2.5.2. Azonal Topraklar	116
2.5.2.1. Alüvyal Topraklar	116
2.5.2.2. Hidromorfik Alüvyal Topraklar	116
2.5.2.3. Kolüvyal Topraklar	116
2.6. Bitki Örtüsü	118
2.6.1. Orman Formasyonları	120
2.6.1.1. Nemli ormanlar	120
2.6.1.2. Kurakçıl Ormanlar	124
2.6.2. Çalı Formasyonu.....	125
2.6.3. Ot Toplulukları.....	129
3. BULGULAR VE YORUMLAR	133
3.1. Dendrokronolojik Bulgular	133
3.1.1. Çiğdem (Sakarya) Yöre Kronolojisi	133
3.1.2. Balıklı (Düzce) Yöre Kronolojisi	135
3.1.3. Sinekli (Bolu) Yöre Kronolojisi	137
3.2. Dendroklimatolojik Ve Dendrojeomorfolojik Analizler	139
3.2.1. Dendroklimatolojik Analizler.....	139
3.2.1.1. Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları	139
3.2.1.2. İklim Verilerine İlişkin Rekonstrüksiyonlar	175
3.2.2. Dendrojeomorfolojik Analizler	191

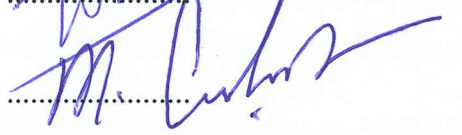


3.2.2.1. Araştırma Sahasında Meydana Gelen Büyük Depremlerle Yıllık Halka Gelişimi Arasındaki İlişkiler	191
3.2.2.2. Araştırma sahasında Meydana Gelen Heyelan Olaylarıyla Yıllık Halka Gelişimi Arasındaki İlişkiler	207
TARTIşMA VE SONUÇLAR.....	235
ÖNERİLER	257
KAYNAKÇA	258
TABLolar LİSTESİ	267
şEKİLLER LİSTESİ	272
HARİTALAR LİSTESİ	283
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	285
ÖZGEÇMİş	288



TEZ ONAY SAYFASI

Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Cemil İRDEM'e ait "Elmacık Dağı Ve Yakın Çevresinin Dendroklimatolojik ve Dendrojeomorfolojik Yöntemlerle Analizi" adlı bu tez çalışması Tez Kurulumuz tarafından Coğrafya Doktora programı tezi olarak oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

	Akademik Unvanı, Adı ve Soyadı	İmzası
Tez Kurulu Başkanı	: Prof. Dr. İbrahim ATALAY	
Danışman Üye	: Prof. Dr. Mücahit COŞKUN	
Üye	: Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI	
Üye	: Prof. Dr. Ali ÖZÇAĞLAR	
Üye	: Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ	

Tez Sınavı Tarihi: 12/06/2019

Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu bu tez ile **Doktora** derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Sinan YILMAZ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdür V.



DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntuların 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: Cemil İRDEM

İmza : 

ÖNSÖZ

Araştırmada Elmacık Dağı ve yakın çevresinin dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik yöntemlerle analizinin yapılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma giriş kısmı haricinde iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde Elmacık Dağı ve yakın çevresinin genel fiziki coğrafya özellikleri anlatılmış, ikinci bölümde ise araştırma sahasındaki ağaçlardan alınan yıllık halka örneklerinin büyüme değişikliklerinden hareketle dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik analizler yapılmıştır.

Doktora öğrenimim süresince sadece yol gösteren değil aynı zamanda daima yol açan yaklaşımıyla desteklerini esirgemeyen, arazi çalışmalarında beni yalnız bırakmayan değerli danışman hocam Prof. Dr. Mücahit COŞKUN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez izleme sınavları süresince yaptığı rehberlik ve destekler dışında arazi çalışmalarına da katılmasından ötürü çok mutlu olduğum değerli hocam Prof. Dr. Ülkü ESER ÜNALDI'ya, arazi çalışmalarına katılarak beni onurlandıran ve rehberlik eden değerli hocam Prof. Dr. Ali ÖZÇAĞLAR'a çok teşekkür ederim.

Tez izleme sınavlarıma katılan ve tecrübesiyle, birikimiyle daima yapıcı, yön gösterici bir tutum sergileyen ancak savunma sınavımdan önce vefatından ötürü büyük üzüntü duyduğum çok değerli rahmetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Ersin GÜNGÖRDÜ'ye ayrıca şükranlarımı sunuyorum.

Dendrokronolojik analizler kısmında, tüm iş yoğunluğuna rağmen bana zaman ayıran, bilgilendiren, yol gösteren ve katkı sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Nesibe KÖSE'ye ayrıca çok teşekkür ederim.

Doktora süreci boyunca sabırla beni destekleyen sevgili eşime ve kızlarıma, bugünlere gelmemde haklarını ödeyemeyeceğim çok kıymetli anneme ve babama, kardeşlerim Hidayet ve Ali İRDEM'e, Metin ÖZ'e, tezi destekleyen Karabük Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'ne, ayrıca katkı sağlayan burada tek tek sayamadığım tüm kurumlara ve kişilere çok teşekkür ederim.

Cemil İRDEM
Karabük 2019

**Karabük Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.
Proje No: KBÜ- BAP-/17- DR- 071**

ÖZ

Araştırmanın konu kapsamını Elmacık Dağı ve yakın çevresi için yapılan dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik analizler oluşturmaktadır. Alan kapsamı olarak çalışmanın sınırını belirleyen Elmacık Dağı ve yakın çevresi, Marmara Bölgesi'nin doğusu ile Karadeniz Bölgesi'nin batısında; Sakarya, Düzce ve Bolu illerinin sınırları içerisinde yer almaktadır.

Tez kapsamında, araştırma sahasında iklime duyarlı kronolojiler oluşturmak, oluşturulan kronolojilerden yararlanarak sıcaklık ve yağış değerlerinin geriye dönük tahminlerini yapmak ve bu değerlerin ortalamaya göre az ve çok olduğu yılları belirlemek, araştırma sahası ve yakın çevresinde meydana gelmiş büyük deprem ve heyelanlarla ağaç halkaları arasındaki ilişkileri sorgulamak amaçlanmıştır.

Türkiye'de meteoroloji istasyonlarının iklim kayıtları çok eskiye gitmemektedir. Dolayısıyla yıllık halka kronolojileri kullanılarak yapılacak rekonstrüksiyonlar paleoiklim analizleri açısından yararlı olacaktır. Çok sayıda aktif ve paleo heyelan sahalarına rastlanan Elmacık Dağı'nın güney ve kuzeyinde Kuzey Anadolu Fayı'nın kolları bulunur. Deprem ve heyelanlar ülkemizde çok ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Bu bakımdan söz konusu doğa olaylarının farklı araştırma yöntemleriyle araştırılıp ortaya konması önemlidir.

Araştırma sahasının haritaları ilgili kurumlardan alınan verilerin arazi çalışmalarıyla yeniden değerlendirilmesi sonucu ArcGIS 10.1 programında üretilmiştir. İklim analizleri için Elmacık Dağı ve yakın çevresinde yer alan istasyonların verileri MGM'den alınmış ve düzenlenmiştir. Dendrokronolojik analizlerde Bolu, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılmıştır.

Tez kapsamında Elmacık Dağı'ndan 3 sarıçam (*Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven) yöre kronolojisi (214, 233 ve 248 yıllık) oluşturulmuştur. Örnekler artım burgusu ile canlı ağaçlardan alınmıştır. Yıllık halka genişlikleri LINTAB-TSAP sisteminde ölçülmüş, eşleştirmeler ise COFECHA programı ile gerçekleştirilmiştir. Her bir yöre için yıllık halka genişlikleriyle Bolu, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonlarının aylık toplam yağış, aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık verileri arasındaki ilişkiler DENDROCLIM2002 programında tepki fonksiyonları hesaplanarak ortaya konmuş, söz konusu iklim verilerinden istatistik açıdan uygun olanların geriye dönük tahminleri yapılmıştır.

Tepki fonksiyonu sonuçlarına göre çalışılan tüm istasyonlar için mayıs yağışları tüm yörelerde halka genişliğini 0.95 güven düzeyinde anlamlı ve pozitif yönde; önceki yılın ekim-kasım yağışları ise negatif yönde etkilemektedir. Ocak-nisan dönemi ortalama ve maksimum sıcaklıklarının halka genişliklerine etkisi pozitif yönde; temmuz-ekim dönemi ortalama sıcaklıkları ve eylül-ekim ayları maksimum sıcaklıklarının etkisi ise negatif yöndedir. Aylık ortalama minimum sıcaklıklardaki artış ile yıllık halka gelişimi arasında önceki yılın kasım-aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan ve ekim aylarında pozitif yönde, önceki yılın ekim ayı ile halka gelişim yılının temmuz-eylül döneminde negatif yönde ilişki söz konusudur.

Araştırmada Bolu meteoroloji istasyonunun mayıs-ağustos dönemi, şubat-ağustos dönemi ve yıllık toplam yağışlarının 160, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonlarının ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının 170, Düzce meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi maksimum sıcaklıklarının 145 ve şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının 160 yıllık geriye dönük tahmini yapılmış, az yağışlı ve yağışlı yıllarla birlikte sıcak ve serin yıllar belirlenmiştir. Bolu ve Düzce için 1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944-45, 1947 ve 1949 yılları az yağışlı; 1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922 ve 1939-40 yılları yağışlı; 1901, 1917 ve 1936 yılları çok yağışlı yıllardır. Sakarya ve Düzce için 1861 ve 1893 yılları çok serin; 1854, 1860, 1867-68, 1878, 1883, 1887, 1904, 1907, 1909, 1921, 1923, 1932, 1943, 1945 ve 1949 yılları serin; 1853, 1858, 1873, 1877, 1890, 1910, 1913, 1915, 1919 ve 1940 yılları sıcak; 1885, 1901, 1917 ve 1936 yılları çok sıcak yıllardır.

Deprem analizlerine göre 1943 (Hendek), 1957 (Abant) ve 1967 (Mudurnu) depremlerinden sonraki yıllardaki yıllık halka daralmalarını iklim unsurlarından ayırıp depremlere bağlamak oldukça güçtür. 1999 (Gölcük ve Düzce) depremlerinin ise halka gelişimini olumsuz etkilediği söylenebilir. Çünkü iklim unsurları halka gelişimini artıracak yöndeysen, yöre kronolojilerindeki örneklerin büyük çoğunluğunda yıllık halkalarda daralmalar söz konusudur. Heyelan analizleri için seçilen Akyazı-Dokurcun (Sakarya) heyelan alanındaki kızılçamlardan (*Pinus brutia* Ten.) 30 ağaçtan 58 kalem örnek alınmıştır. Örneklerde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarındaki daralmalar heyelan hareketleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu yıllarda heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan kontrol kronolojisinde halka genişlikleri artış gösterirken iklim unsurları da büyük ölçüde halka gelişimini olumlu etkileyecek yönde seyretmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elmacık Dağı, dendroklimatoloji, dendrojeomorfoloji, sarıçam, yıllık halka.

ABSTRACT

The subject scope of the study consists of dendroclimatological and dendrogeomorphological analyzes for Elmacık Mountain and its surroundings. Elmacık Mountain and its surrounding area, which defines the boundary of the study as the scope of the area, is located in the east of Marmara Region and west of the Black Sea Region; within the borders of Sakarya, Düzce and Bolu provinces.

In this thesis, it is aimed to constitute climate sensitive chronologies in the research area, to make backward predictions of temperature and precipitation values by using the chronologies and to determine the years when these values are less and more than the average, to question the relationships between the large earthquakes and landslides and tree rings that occurred in the vicinity of the research area.

In Turkey, climate records do not go far back. Therefore, reconstructions using annual ring chronologies will be useful for paleoclimate analysis. On the south and north of Elmacık Mountain, which has many active and paleo landslide fields, the arms of the North Anatolian Fault extend. Earthquakes and landslides cause serious life and property losses in Turkey. In this respect, it is important to investigate and reveal these natural phenomena with different research methods.

The maps of the research area were produced in the ArcGIS 10.1 program as a result of the re-evaluation of the data obtained from the relevant institutions through field studies. For climate analysis, the data of the stations located in and around Elmacık Mountain were obtained and arranged from MGM. The data of Bolu, Sakarya and Düzce meteorological stations were used for dendrochronological analyzes.

Within the scope of the thesis, 3 scots pine (*Pinus sylvestris* L. var. *hamata* Steven) site chronologies (214, 233 and 248 years) was created from Elmacık Mountain. Samples were taken from live trees by increment borer. Annual ring widths were measured in the LINTAB-TSAP system, and pairings were performed with the COFECHA program. Response functions were calculated for each site in the DENDROCLIM2002 program. The relationships among the annual ring widths and monthly total precipitation, monthly average, maximum and minimum temperature data of Bolu, Sakarya and Düzce meteorological stations were determined. Then, these climatic data were retrospectively estimated for those who were statistically suitable.

According to the results of the response function, the precipitation for all stations studied positively affects the ring width in all site in a significant way with a confidence level of 0.95. The previous year's October-November precipitation has a

negative impact. The effect of mean and maximum temperatures of the January-April period on ring widths was positive; July-October average temperatures and September-October maximum temperatures have a negative effect. There was a positive correlation between the increase in monthly average minimum temperatures and annual ring development in November-December of the previous year and in January, March, April and October of the year of formation of the ring. This relationship is negative in October-July of the previous year and in July-September of the year of tree-ring development.

In research, the temperature and precipitation reconstructions were made for Bolu, Düzce and Sakarya meteorological stations (160 years of May-August, February-August and annual precipitation of Bolu; 170 years of average temperatures of January-April in Sakarya and Düzce; 145 years of maximum temperature of January-April in Düzce and 160 years of total precipitation in February-August in Düzce). In addition, hot and cool years were determined with the rainy and wet years. For Bolu and Düzce, the years 1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944-45, 1947 and 1949 were less rainy; 1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922 and 1939-40 were rainy and 1901, 1917 and 1936 were very rainy years. For Sakarya and Düzce, the years 1861 and 1893 were very cool; 1854, 1860, 1867-68, 1878, 1883, 1887, 1904, 1907, 1909, 1921, 1923, 1932, 1943, 1945 and 1949 were cool; 1853, 1858, 1873, 1877, 1890, 1910, 1913, 1915, 1919 and 1940 were hot; 1885, 1901, 1917 and 1936 are very hot years.

According to the earthquake analysis, it is very difficult to differentiate the annual ring contraction from climatic elements or earthquakes in the years following the 1943 (Hendek), 1957 (Abant) and 1967 (Mudurnu) earthquakes. It can be said that the 1999 (Gölcük and Düzce) earthquakes adversely affect the development of the tree ring. Because, while the climatic elements are in a way to increase the annual ring development, most of the samples in the site chronologies there is a decrease in the annual ring width. For landslide analysis, 58 increment cores were taken from 30 trees from red pine in the Akyazı-Dokurcun (Sakarya) landslide area. In the samples, the contraction in 1966, 1975, 1985 and 2001 was associated with the landslide movements. In these years, ring widths increase in the control chronology formed from the area not affected by landslide. In addition, climate elements will also have a positive impact on the annual ring development.

Keywords: Elmacık Mountain, dendroclimatology, dendrogeomorphology, scotch pine, tree ring.

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	“Elmacık Dağı Ve Yakın Çevresinin Dendroklimatolojik Ve Dendrojeomorfolojik Yöntemlerle Analizi”
Tezin Yazarı	Cemil İRDEM
Tezin Danışmanı	Prof. Dr. Mücahit COŞKUN
Tezin Derecesi	Doktora
Tezin Tarihi	Haziran/2019
Tezin Alanı	Coğrafya
Tezin Yeri	KBÜ SBE / KARABÜK
Tezin Sayfa Sayısı	288
Anahtar Kelimeler	Elmacık Dağı, dendroklimatoloji, dendrojeomorfoloji, sarıçam, ağaç halkası

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of the Thesis	“Analysis of Elmacık Mountain and Its Surroundings with Dendroclimatological and Dendrogeomorphological Methods”
Author of the Thesis	Cemil İRDEM
Advisor of the Thesis	Professor Mücahit COŞKUN
Status of the Thesis	Doctorate
Date of the Thesis	June/2019
Field of the Thesis	Geography
Place of the Thesis	KBU SBE / KARABUK
Total Page Number	288
Keywords	Elmacık Mountain, dendroclimatology, dendrogeomorphology, scotch pine, tree ring

KISALTMALAR

DSİ : Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

MTA : Maden Tetkik Arama

CIG : Çiğdem Yöre Kronolojisi Kodu,

SIN : Sinekli Yöre Kronolojisi Kodu

BAL : Balıklı Yöre Kronolojisi Kodu

HEY : Heyelan Örnek Alanı Yöre Kodu

mm : Milimetre

m : Metre

km : Kilometre

km² : Kilometre kare

m/s : Metre/saniye

m³/sn : Metreküp/saniye

°C : Santigrat derece

hPa : Hektopaskal

EUY : Eğrilerin uyum yüzdesi

cP : Karasal Polar

E : Doğu

W : Batı

N : Kuzey

S : Güney

NE : Kuzeydoğu

NW : Kuzeybatı

SE : Güneydoğu

SW : Güneybatı

ort. : Ortalama

PE : Potansiyel Evapotranspirasyon

1. GİRİŞ

İnsanı ve etkinliklerini, doğa ve insan arasındaki etkileşimi araştırmalarına konu edinen Coğrafya biliminde ülkemizde ve dünyada son yıllarda farklı araştırma yöntemlerinin sıklıkla kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Bu yöntemlerden biri de dendrokronolojik yöntemlerdir.

Dendrokronoloji yani ağaçlardaki yıllık halkaların tarihlendirilmesi, son yıllarda Kuvaterner çalışmalarında sıkça kullanılmaya başlanılan yöntemlerden birisi olarak ilgi çekicidir. Dendroklimatoloji, dendrohidroloji, dendrojeomorfoloji veya dendroglasyoloji gibi dendrokronolojinin alt dalları kabul edilen konuların birçoğu, coğrafi süreçlerin anlaşılması bakımından değer taşımaktadır. Bu nedenle dünyadaki coğrafyacılar çeşitli konulardaki araştırmalarında dendrokronolojiden destek almaktadır. Coğrafyacıların konuya duydukları ilgi bilimsel toplantılara sunulan bildiri sayılarındaki artışlarda da gözlenmektedir. Ancak Türkiye’de dendrokronoloji çalışmalarından coğrafyacıların uzak kaldıkları da dikkat çekmektedir (Avcı, 2007a).

Türkiye’de meteorolojik verilerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınması çok eskiye gitmez. En eski kayıtları olan meteoroloji istasyonlarının bile kayıtları 100 yılı bulamamaktadır. “1926 yılı sonunda Türkiye'nin Batı, Güney, Trakya ve Orta Anadolu Bölgelerinde iklim çalışmaları için gerekli meteorolojik veriler düzenli bir şekilde elde edilmeye başlanmıştır” (URL 8). Bu nedenle bilim insanları geçmiş dönemlerde yaşanan iklim koşullarının izlerini farklı araştırma metotlarıyla doğada aramaktadırlar. Bunlar arasında dendroklimatolojik yöntemler son yıllarda sıklıkla tercih edilmektedir. “Ağaç yıllık halkalarını kullanan dendroklimatoloji, diğer yöntemlerden farklı olarak rekonstrüksiyonlarda kesin tarih vermekte ve bir yıl hatayı dahi kabul etmemektedir” (Köse, 2007).

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli verilere sahip meteoroloji istasyonları Bolu, Sakarya ve Düzce’dir. Bunların en eskisinin (Bolu) iklim kayıtları dahi 1950 yılının sonrasını kapsamaktadır. Bu sebeple araştırma sahasındaki yaşlı ağaçlardan oluşturulan yıllık halka kronolojileri kullanılarak yapılacak rekonstrüksiyonlar paleoiklim analizleri açısından yararlı olacaktır.

“Yeryüzünün şekillenmesinde rolü olan belli başlı etken ve süreçlerin, ağaçların yıllık halkalarının kullanılarak tarihlendirilmesine dendrojeomorfoloji adı verilmektedir” (Schweingruber, 1988). Türkiye’de sayıları az olmakla birlikte, jeomorfolojik analizlerde dendrokronoloji biliminden son yıllarda daha fazla yararlanılmaktadır.

Dendrojeomorfolojideki ilerlemelere bağlı olarak oluşturulacak binlerce yıllık kronolojiler aynı zamanda jeolojik ve jeomorfolojik olayların tarihlendirilmesinde de kullanılacaktır. Bu ilerlemeler aynı zamanda Holosen'deki çevresel değişikliklerin ayrıntılı olarak çözümlenmesine de izin verecektir (Solomina, 2002).

Depremler ve heyelanlar insan yaşamını etkileyen, can ve mal kaybına yol açan doğa olaylarıdır. Bu doğa olaylarının sıkça görüldüğü alanlar, aynı zamanda insanların da araziden yararlanma açısından tercih ettikleri yerler olabilmektedir. Örneğin depremlerin sık yaşandığı alanlar genellikle verimli tarım alanları olarak değerlendirilen depresyonlardır. Dolayısıyla söz konusu doğa olayları için riskli alanların yerleşim alanı olarak da sıkça tercih edilmesi, başkaca tedbirlerin de alınmaması durumunda, bu olayların can ve mal kayıplarına yol açan doğal afetlere dönüşmesine neden olmaktadır. Yapılacak araştırmalar, meydana gelebilecek zararların belirlenebilmesi ve bu zararların en aza indirgenmesi açısından çok önemlidir.

Uluslararası afetler veri tabanına göre (EM-DAT-2016) ülkemizde son 50 yılda (1966-2016) meydana gelen deprem ve heyelanların sayıları ve etkileri *Tablo 1*'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de son 50 yılda (1966-2016) meydana gelen deprem ve heyelan ile bu olayların etkileri.

Olay adı	Olay Sayısı	Ölü Sayısı	Etkilenen Sayısı	Maddi Zarar (1000 dolar)
Deprem	53	32 136	6 852 336	24 660 400
Heyelan	10	293	13 481	26 000

Kaynak: URL 3

“Depremler Yer’in derinliklerinden gelen, yeryüzünde titreşimler şeklinde beliren gelip geçici ve pek kısa süren doğal olaylardır” (İzbırak, 1991). Araştırma alanı (Elmacık Dağı ve yakın çevresi), hem kuzeyden hem de güneyden Kuzey Anadolu Fayı’nın etkisi altındadır. MTA’nın hazırladığı “Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası” incelendiğinde, alanın kuzeyinde Karadere ve Düzce fayları, güneyinde ise Dokurcun fayı aktif faylar olarak görülmektedir (*URL 9*). Bu anlamda alanın hem güneyinde hem de kuzeyinde geçmiş yıllarda meydana gelen depremler can ve mal kayıplarına neden olmuştur. Bu depremlerin örnekleri *Tablo 2*'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araştırma alanını etkileyen bazı depremler.

Tarih	Yer	Magnitüt (ms)	Can kaybı	Hasarlı bina
20.6.1943	Hendek (Adapazarı)	6.6	336	2240
26.5.1957	Abant (Bolu)	7.1	52	5200
22.7.1967	Mudurnu (Adapazarı)	6.8	89	7116
17.8.1999	Gölcük (Kocaeli)	7.8	17480	73342
12.11.1999	Düzce	7.5	763	35519

Kaynak: URL 4

Gerek aletsel dönem gerekse tarihsel dönemle ilgili deprem araştırmalarında dendrokronolojik yöntemlerden yararlanıldığı bilinmektedir. Bu araştırmaların örnekleri, tezin “*önceki çalışmalar*” kısmında verilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde depremlerin tarihlendirilmesinde, etkilerinin ortaya konmasında, sıklıklarının belirlenmesinde ve geleceğe ilişkin projeksiyonlar yapılmasında dendrojeomorfoloji araştırmalarının katkı sağladığı ortadadır.

Deprem nedeniyle değişen hidrolojik koşullar, tsunami, heyelan ve sıvılaşmaya neden olur. Potansiyel sıvılaşma alanları, dik yamaçlar ya da pekişmemiş depolar üzerinde ağaç topluluklarının yer alması, bu ağaçların deprem sonrası (büyük deprem uzakta olsa bile bu stabil olmayan büyüme alanlarını etkiler) normal büyüme halkası kalıplarında değişikliğe yol açabilir ve yıllık halka analizleri ile bu etkilerin zamanı belirlenebilir. Ancak depremi bir neden olarak belirtmek için diğer kanıtlarla bu durumun desteklenmesi gerekir (Jacoby, 2010; Avcı 2013).

Depremler gibi, dendrokronolojik yöntemlerin kullanıldığı çalışma alanlarından biri de heyelan araştırmalarıdır.

“Periyodik olarak tekrarlayan ve belirli gerçekleşme sıklıkları olan heyelanların geçmişteki hareketlerini belirlemek gelecekteki muhtemel hareketlerinin zamanının ve büyüklüğünün belirlenmesine olanak sağlamaktadır” (Pınarcı ve Çetin, 2012). Heyelanlarla ilgili de dendrokronoloji biliminin katkıları son yıllarda artarak sürmektedir. Bunların hem tarihlendirilmeleri hem de daha eski heyelanların belirlenmesinde, heyelan alanlarındaki ağaçların yıllık halkalarındaki büyüme değişiklikleri incelenmektedir.

Katastrofik süreçlerle ilgili yıllık halka çalışmalarında iki genel yaklaşım ayırt edilmektedir. İlk yaklaşım, örneğin bir heyelan deposu üzerinde yetişmiş ağaçların minimum yaşlarının ortaya çıkarılmasıdır. Böylece en eski ağaçların yaşlandırılması, olayın meydana gelişinden sonra geçen zamanı tahmin etmeyi sağlar (örneğin 15, 17, 25). İkinci bir yaklaşım ise heyelan süreçlerinden zarar gören canlı ağaçların yıllık halka paternlerinin incelenmesidir. Darbeye rağmen hayatta kalan ağaçlarda yaralı doku büyümeye devam eder. Yaralı dokunun gelişmeye başladığı yıl ve benzer şekilde jeomorfolojik afet kesin olarak tarihlendirilebilir (Butler vd. 1987).

“Toprakların veya kayaçların yağışlı bir ortamda bir yamaç eğimini takiben ani kayma hareketine heyelan denilmektedir”(Ardos ve Pekcan, 1997). Türkiye'nin birçok yerinde görülebilen heyelan olayları, özellikle de Karadeniz Bölgesi'nde daha da etkili olmaktadır. Gerek eğimli arazilerin varlığı, gerekse şiddetli yağışlar, araştırma alanını heyelanlar açısından hassas hale getirmiştir. Öyle ki, MTA tarafından hazırlanan Türkiye heyelan haritası incelendiğinde alanda çok sayıda küçük büyüklü, aktif ve eski heyelan sahalarının olduğu görülmektedir (*Harita 19*).

Bu bilgiler ışığında görülüyor ki deprem ve heyelan olayları hem ülkemizde hem de Elmacık Dağı ve yakın çevresinde problem oluşturma potansiyeline sahiptir. Gerek geçmiş dönemde meydana gelen bu doğa olaylarının tespit edilmesinde ve gerekse gelecekte de meydana gelmesi muhtemel olanların tahmin edilmesinde dendrojeomorfolojik yöntemlerin önemli bir yer tutmaya başlaması, tez konusu olarak bu konunun ve alan olarak da Elmacık Dağı ve çevresini seçilmesinde etkili olmuştur.

1.1. Kapsam

1.1.1. Konu Kapsamı

Tezin konusu, “*Elmacık Dağı Ve Yakın Çevresinin Dendroklimatolojik Ve Dendrojeomorfolojik Yöntemlerle Analizi*” olarak belirlenmiştir.

Dendroklimatolojik analizler kapsamında, araştırma alanından alınan sarıçam (*Pinus Sylvestris*) örneklerinin yıllık halka genişlikleriyle Bolu, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama sıcaklıkların maksimumu, aylık ortalama sıcaklıklarının minimumu ve aylık toplam yağış verileri arasındaki ilişkiler ortaya konarak, söz konusu iklim verilerinden uygun olanların geriye dönük tahminleri yapılmıştır. Aynı zamanda sıcaklık ve yağış değerlerinin

ortalamaya göre 1 ve 2 standart sapma az ve çok olduğu yıllar da belirlenmiş, elde edilen sonuçlar konuyla ilgili yapılan diğer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

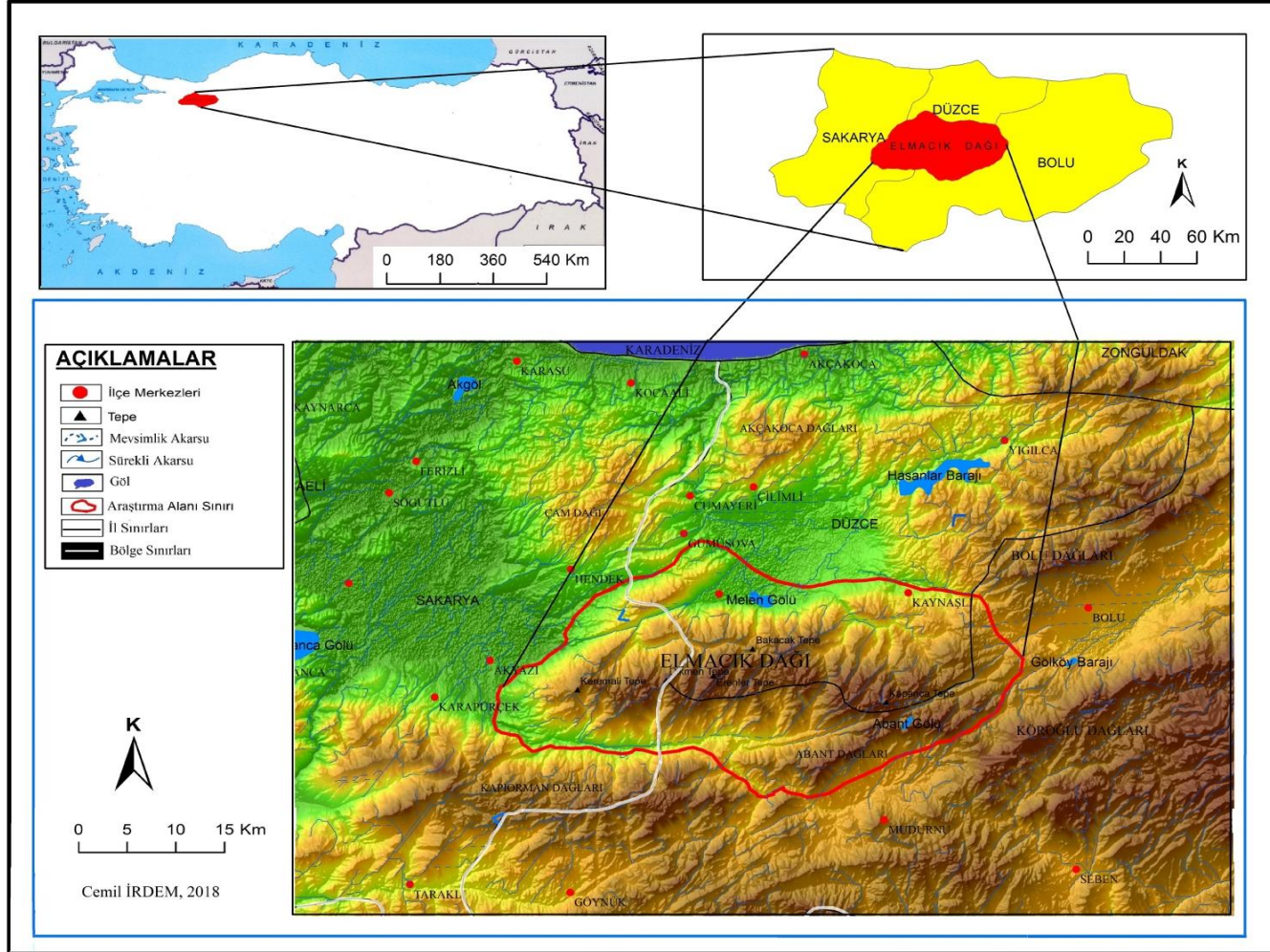
Dendrojeomorfolojik analizler kapsamında ise Elmacık Dağı ve yakın çevresinde aletsel dönemde meydana gelmiş büyük depremlerle ağaçların büyümeleri arasındaki ilişki sorgulanmış, yine araştırma alanında meydana gelen heyelan alanlarından alınan örneklerle de heyelan aktivitelerinin izleri ağaçların yıllık halkalarında aranmıştır.

1.1.2. Alan Kapsamı

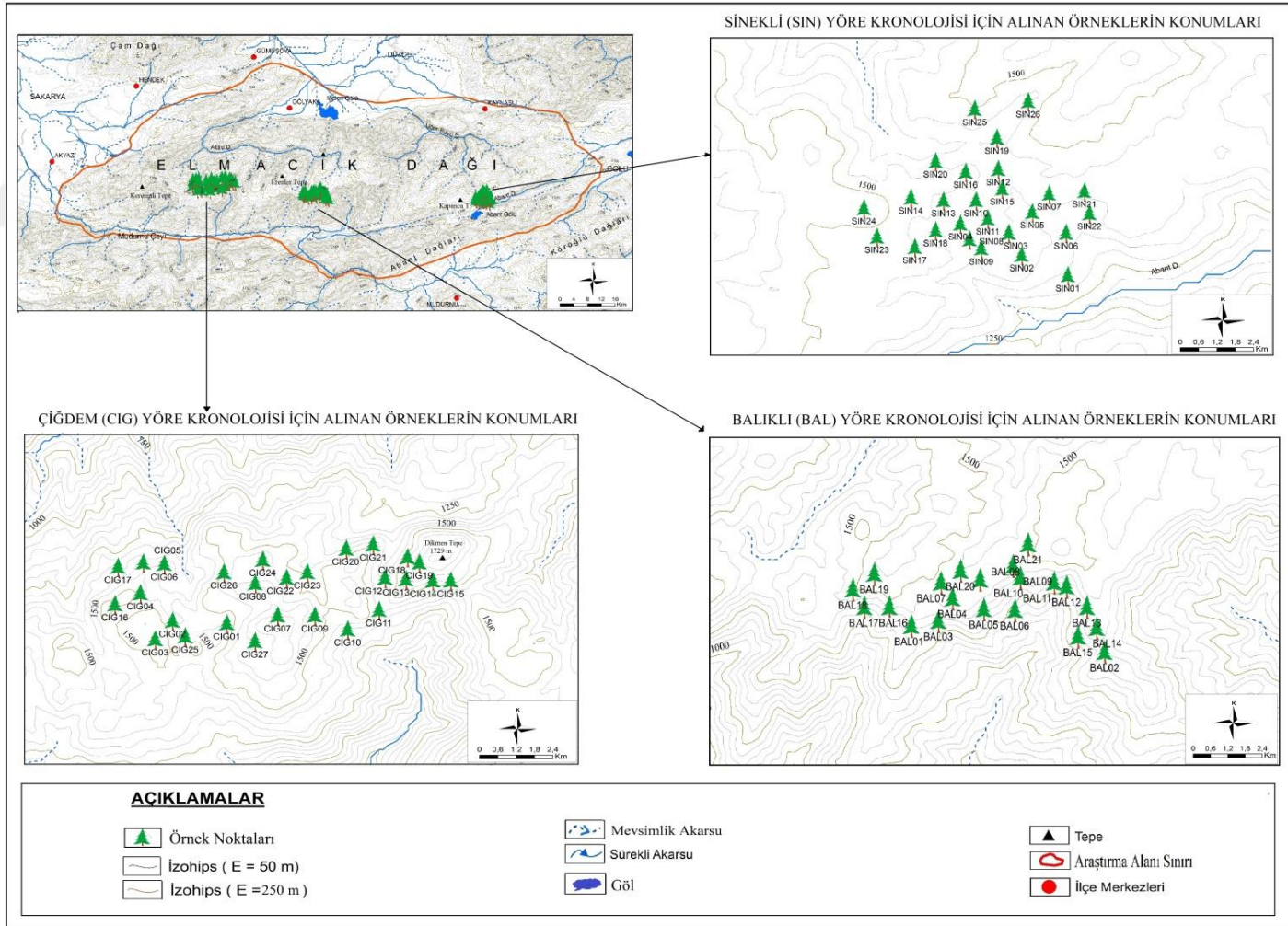
Araştırma alanı olarak belirlenen Elmacık Dağı ve yakın çevresi, Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nün doğusu ile Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nün batısında; Sakarya, Düzce ve Bolu illerinin sınırları içerisinde, 40°30'31.846" Kuzey - 40°50'10.937" Kuzey enlemleri ile 30°37'32.577" Doğu - 31°28'29" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü yaklaşık 1582 kilometrekare, çevre uzunluğu ise yaklaşık 180 kilometredir. En batısından en doğusuna olan yaklaşık uzaklık 75 km iken, en kuzeyinden en güneyine uzaklık ise yaklaşık 35 km'dir. Bu yönüyle Türkiye'de uzanışı dağların genel uzanış yönü olan doğu-batı doğrultusuna uygunluk göstermektedir. Tez alanını kuzeyden Adapazarı ve Düzce depresyonları, batıdan ve güneyden Mudurnu çayı vadisi, doğudan ise Bolu depresyonu sınırlandırmıştır (*Harita 1*).

Tezde dendrokronolojik analizler için örnek alan olarak seçilen Çiğdem, Balıklı ve Sinekli yöreleri gibi ifadeler coğrafya biliminin bölge-bölüm-yöre sınıflandırmasındaki yöre kavramından farklı bir anlamda kullanılmıştır. Coğrafi anlamda Elmacık Dağı'nın kendisi bir yöre olarak değerlendirilebilir. Ancak bu çalışmada ifade edilen Çiğdem, Balıklı ve Sinekli yöreleri dendrokronolojik incelemeler için birer örnek alanı temsil eder ve konumları *Harita 2*'de gösterilmiştir.

Dendrokronoloji biliminde yöre, toprak yapısı, vejetasyon tipi, denizden yükseklik gibi faktörlerin aynı olduğu yetişme ortamını ifade etmektedir (Akkemik 2004).



Harita 1. Elmamacık Dağı ve yakın çevresinin lokasyon haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı ve Esri uygulama dokümanları)



Harita 2. Dendrokronolojik analizler için örnek alan olarak seçilen yörelerin konumları (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)

1.2. Amaç

Araştırmada, Elmacık Dağı ve yakın çevresinde dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik analizler yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda yapılandırılmış alt amaç sorularına yanıt aranmıştır.

- Elmacık Dağı ve yakın çevresinde iklime duyarlı kronolojiler oluşturulabilir mi?
- Olası ilişkilendirilmede, bu kronolojilerle sıcaklık ve yağış gibi iklim elemanları arasında ne yönde bir ilgi söz konusudur?
- Oluşturulacak kronolojilere dayanarak araştırma alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarının sıcaklık ve yağış değerlerinin geriye dönük tahminleri yapılabilir mi?
- Geriye dönük tahminler sonucunda ortalamaya göre sıcaklık ve yağışın az ve çok olduğu yıllar konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarla uyumlu mu?
- Elmacık Dağı ve yakın çevresinde geçmiş dönemlerde hangi depremler meydana gelmiştir?
- Bu depremlerle bölgedeki ağaçların yıllık halka gelişimi ile ilişkilendirilebilir mi?
- İlişkilendirilebilirse bu ilişki ne şekilde kendini göstermiştir (halka gelişimi yavaşlamış mı, artmış mı)?
- Elmacık dağı ve yakın çevresinde aktif ya da paleo heyelan alanları var mıdır?
- Olası aktif ve paleo heyelanlar bölgedeki ağaçların yıllık halka gelişimini etkilemiş midir?
- Olası yıllık halka gelişimi etkilenmesi ne şekilde kendini göstermiştir (halka gelişimi azalmış mı, artmış mı)?

1.3. Önem

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli verilere sahip meteoroloji istasyonlarının en eskisinin (Bolu) iklim kayıtları dahi 1950 yılının sonrasını kapsamaktadır. Bu sebeple araştırma sahasındaki yaşlı ağaçlardan oluşturulan yıllık

halka kronolojileri kullanılarak yapılacak rekonstrüksiyonlar paleoiklim analizleri açısından yararlı olacaktır.

Tablo 1 incelendiğinde, deprem ve heyelanların ülkemizde milyonlarca insanı etkilediği ve milyarlarca dolar maddi hasara neden olduğu görülmektedir. Bu bakımdan söz konusu doğa olaylarının farklı araştırma yöntemleriyle araştırılıp ortaya konması önemlidir. Son yıllarda Türkiye’de dendrokronoloji alanında yapılan çalışmaların sayısı artmaktadır. Bu artış coğrafyacıların da ilgisini çekmiş ve bu alanda coğrafyacılar da bilimsel çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Bu gelişmeye rağmen dendrokronoloji alanındaki literatürün hala gelişme aşamasında olduğu söylenebilir. Literatüre yapılacak yeni katkılara duyulan ihtiyaç da ortadadır. Dolayısıyla yapılan bu çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Ülkemizde dendrokronoloji alanında yapılan çalışmalar genellikle tarihlendirme ve geçmiş dönem iklimlerini belirlemeye yöneliktir. Heyelan ve deprem olaylarını dendrokronolojik yöntemlerle ele alan çalışmaların sayısı son derece azdır. Dünya’da ise bu alanda ciddi sayıda çalışma yapılmıştır. Bu eksiklik düşünüldüğünde araştırma, bundan sonraki çalışmalara katkısı sağlaması bakımından önemli görülmektedir.

Araştırma konusunun ve araştırma sahasının belirlenmesinde daha önce yapılmış olan ve Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında kayıtlı olan yüksek lisans, doktora tezleri ile tez çalışmaları dışında yapılan ulusal ve uluslararası alandaki diğer yayınlar incelenmiştir.

Tezde çalışılan konu ve araştırma sahası ile ilgili daha önce bu kapsamda bir çalışmanın yapılmamış olduğunun tespit edilmesi, Elmacık Dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli verilere sahip meteoroloji istasyonlarının iklim kayıtlarının kısa olması ve bu sebeple araştırma sahasındaki yaşlı ağaçların yıllık halka kronolojileri ile yapılacak rekonstrüksiyonların paleoiklim analizleri açısından yararlı olacağı düşünülmesi, Kuzey Anadolu Fayı’nın kollarıyla kuşatılan Elmacık Dağı ve yakın çevresinin depremler açısından riskli bir alan olması ve sahada çok sayıda aktif ve paleo heyelan sahasının bulunması nedeniyle dendrojeomorfolojik analizlere uygun olarak değerlendirilmesi üzerine konu belirlenmiştir.

1.4. Materyal, Yöntem ve Teknikler

1.4.1. Materyal

Araştırma alanının fiziki, topoğrafya, bakı ve eğim haritaları Harita Genel Komutanlığından alınan 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılarak ArcGIS 10.1 programıyla üretilmiştir. ArcGIS 10.1 programından elde edilen veriler kullanılarak Microsoft Excel 2010 programında bakı, eğim ve yükselti gruplarının oransal dağılımını gösteren grafikler oluşturulmuştur.

Jeoloji haritası, MTA Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1/100.000 ölçekli G-25 ve G-26 jeoloji paftalarından yararlanılarak ArcGIS 10.1 programıyla yapılmıştır.

Toprak haritası, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 1995 yılında hazırlamış olduğu Sakarya ve Bolu İli Arazi Varlığı raporlarının arazi çalışmalarıyla karşılaştırılıp yeniden değerlendirilmesiyle ArcGIS 10.1 programında çizilmiştir.

Deprem haritası, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün verilerine göre araştırma alanı ve yakın çevresinde aletsel dönemde meydana gelen 5.0 ve üzeri büyüklükteki depremlerin koordinatlarının ArcGIS 10.1 programına girilmesiyle meydana getirilmiştir.

Heyelan haritası MTA'nın Türkiye Heyelan Haritasının arazi çalışmalarıyla karşılaştırılıp yeniden değerlendirilmesiyle ArcGIS 10.1 programında çizilmiştir

Araştırma sahasının vejetasyon haritası, Orman İşletme Müdürlüklerinden temin edilen meşcere haritalarının arazi çalışmalarıyla karşılaştırılıp yeniden değerlendirilmesiyle ArcGIS 10.1 programında yapılmıştır. ArcGIS 10.1 programından elde edilen veriler kullanılarak Microsoft Excel 2010 programında vejetasyon gruplarının oransal dağılımını gösteren grafikler oluşturulmuştur.

Araştırma alanına ait bitki kesitleri ArcGIS 10.1 ve Paint.net programları kullanılarak yapılmıştır.

Hidroğrafya haritası Harita Genel Komutanlığından alınan 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan yararlanılarak araştırma alanını kapsayan tüm akarsular, göller ve su kaynaklarının ArcGIS 10.1 programına işlenmesiyle üretilmiştir. Alandaki çay ve derelerle ilgili ölçüm yapılanlara ait akım verileri Devlet Su İşleri'nden alınmış, akım grafikleri Microsoft Excel 2010 programıyla hazırlanmıştır.

İklim analizleri için MGM'ni verileri kullanılmıştır.

Hâkim rüzgâr yönleri ve frekansları Rubinstein formülü (Dönmez, 1979b) kullanılarak hesaplanmıştır. Grafikleri ise Microsoft Excel 2010 ve Paint.net programlarıyla oluşturulmuştur.

Yağış haritaları için araştırma alanında 115 farklı nirengi noktası belirlenmiş ve bu noktaların yağışları gerek mesafe, gerekse yükselti ve bakı durumları açısından en uygun meteoroloji istasyonları esas alınarak, her 100 metre yükselişe karşılık yağışın 54 mm arttığını kabul eden ve ayrıntıları Dönmez 1979b'de anlatılan Schreiber formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Formül şu şekildedir:

$$Ph = Po + 54h.$$

Formülde;

Ph: Dağda yükseltisi bilinen noktanın bulunacak yağış tutarı;

Po: Dağ çevresinde yükseltisi bilinen ve yağış rasadı yapan karşılaştırma istasyonunun yağış tutarı;

54: Her 100 m. yükseldikçe yağışın 54 mm. arttığını gösteren katsayı;

h: Karşılaştırma istasyonu ile yağış miktarı bulunacak nokta arasında yükselti farkını göstermektedir.

Ardından ArcGIS 10.1 programında Spatial Analyst Tools kısmında yer alan Interpolation yöntemi ile yağış haritaları yapılmıştır

Sıcaklık haritaları oluşturulurken araştırma alanında 115 farklı nirengi noktası belirlenmiş ve bu noktaların sıcaklıkları gerek mesafe, gerekse yükselti ve bakı durumları açısından en uygun meteoroloji istasyonları esas alınarak her 100 metrede sıcaklığın ortalama 0.5 derece düştüğü genel kabulüne göre (Dönmez, 1979b) hesaplanmıştır. Ardından ArcGIS 10.1 programında Spatial Analyst Tools kısmında yer alan Interpolation yöntemi ile sıcaklık haritaları hazırlanmıştır.

İklim sınıflandırmalarında Erinç ve Thorntwaite yöntemleri kullanılmıştır. Hesaplamalar ve grafikler Microsoft Excel 2010 ve Paint.net programlarıyla oluşturulmuştur.

Erinç, 1965 yılında, o güne kadar yağış etkinliği konusunda yapılmış çalışmaları gözden geçirerek, gelir kaynağı olarak yağış, gider olan buharlaşmayı belirleyen esas faktör olarak sıcaklığı gösteren kendi formülünü ortaya atmıştır. Erinç

indis sonuçlarını vejetasyon formasyonlarının yayılış alanları ile kontrol ederek, yağış etkinliği bakımından aşağıdaki sınıflara ayırmıştır (Erinç, 1996)

Yağış etkinlik indisi hesaplarken kullandığı formülü şu şekilde vermiştir:

$$I_m = \frac{P}{T_{om}}$$

I_m = Yağış etkinliği indisi

P = Yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

T_{om} = Yıllık ortalama yüksek sıcaklık (°C)

Tablo 3. Erinç'e göre iklim sınıfları

İndis Değeri	Sınıf	Bitki Örtüsü
8'den küçük	Tam Kurak	Çöl
8-15	Kurak	Çölümsü Step
15-23	Yarı Kurak	Step
23-40	Yarı Nemli	Park görünümlü kuru orman
40-55	Nemli	Nemli orman
55'den büyük	Çok Nemli	Çok nemli orman

Kaynak: Erinç (1996)

Thornthwaite'in iklim sınıflandırması, yağış - buharlaşma ve sıcaklık – buharlaşma arasındaki ilişkiye dayanır. Thornthwaite'e göre yağışın buharlaşmadan fazla olduğu yerlerde toprak doymuş haldedir ve bu yerlerde su fazlalığı vardır. O halde bu yerin iklimi nemlidir. Bunun aksine, yağışların buharlaşmadan az olduğu yerlerde toprakta su birikmemekte ve bu toprak bitkilerin ihtiyaç duyduğu suyu verememektedir. Bu gibi yerlerde bir su noksanlığı vardır. O halde bu yerin iklimi kuraktır. Thornthwaite'in sınıflandırmasındaki iklim tipleri, işte bu iki uç arasında oynar (Dönmez, 1990).

Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre iklim tipleri belirlenirken su bilançosunun oluşturulması ve bunun grafiklerle görselleştirilmesi gerekmektedir. Su bilançosu oluşturulması için takip edilmesi gereken aşamaları sırasıyla; sıcaklık, sıcaklık indisi, düzeltilmemiş PE, düzeltilmiş PE, yağış, depo değişikliği, depolama, gerçek evapotranspirasyon, su noksanı, su fazlası, yüzeysel akış ve nemlilik oranı parametrelere ait hesaplamalar oluşturmaktadır (Ardel vd.; 1969Yılmaz, 2018).

Dendrokronolojik analizler için artım burgusu ile araştırma sahasındaki amaca uygun yerlerden, uygun ağaçlar belirlenerek örnekler alınmıştır. Yöre kronolojileri için genellikle ağaç gövdelerinin zeminden 130 cm yükseklikte olan kısımlarından örnekler alınırken, heyelan sahasından alınan örneklerde heyelana bağlı eğilmelerin olduğu noktalardan örnek almaya özen gösterilmiştir. Her ağaçtan mümkün olduğunca ikişer kalem örnek alınmıştır.



Foto 1. a) Balıklı yöre kronolojisi için örnek alınırken b) Dokurcun heyelan alanından örnek alınırken (Örnekler 40 ve 60 cm'lik artım burgusu ile alınmıştır).

Alınan artım kalemleri arazide etiketlenmiş, zarar görmemeleri için kağıt taşıyıcılara yerleştirilmiş ve araziden geldiğinde ise ahşap taşıyıcılara yapıştırılmıştır.

Dendrokronolojik potansiyele sahip ve ülkemizde yetişen bazı ağaçların önem dereceleri Grissino-Meyer (1993) tarafından açıklanmış, dendrokronolojik bakımdan önemli olan ağaçlar “2”, az öneme sahip veya üzerinde az araştırma yapılmış olanlar “1” ve önemsiz olanlar ise “0” olarak kodlanmıştır. Araştırma sahasında varlığı tarafından tespit edilen ve önem dereceleri 1 ve 2 olduğu için çalışmada kullanılacak türler aşağıdaki *Tablo 4*'te gösterilmiştir.

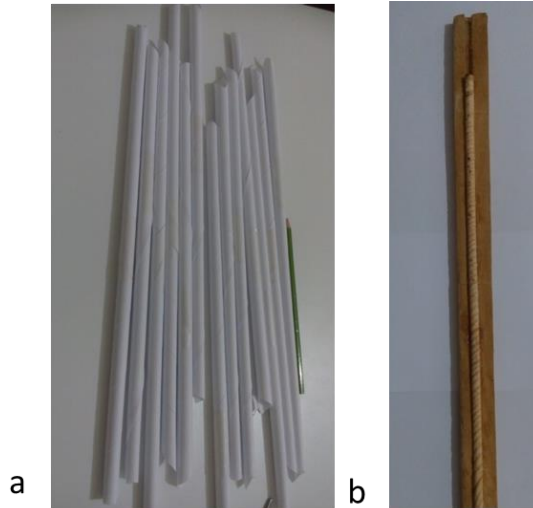


Foto 2. a) Kağıt taşıyıcılar b) Ahşap taşıyıcı (örneklerin kodlandığı kağıt taşıyıcılar araziden laboratuvara gelene kadar koruma sağlarken, ahşap taşıyıcılar hem ölçüm kolaylığı hem de uzun süre muhafaza imkanı sunar).

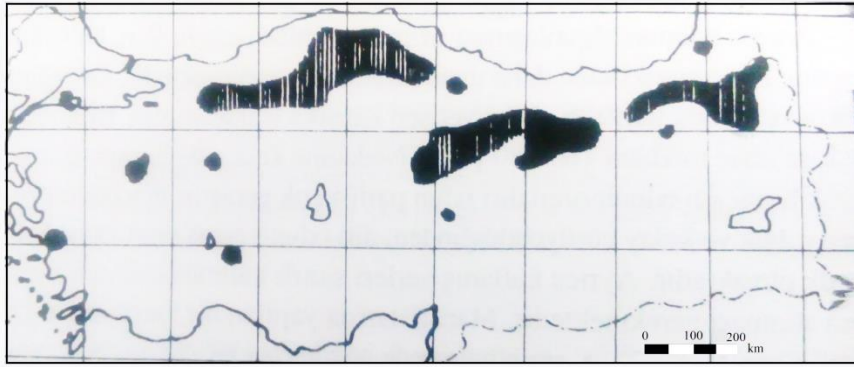
Tablo 4. Araştırma alanında örnek alınabilecek türler ve önem dereceleri.

Ağaç Adı (Latince)	Türkçe Adı	Önem Derecesi
<i>Abies bornmülleriana</i>	Uludağ göknarı	1
<i>Acer platanoides</i>	Çınar yapraklı akçaağaç	1
<i>Alnus glutinosa</i>	Adi kızılğaç	1
<i>Buxus sempervirens</i>	Adi şimşir	1
<i>Castanea sativa</i>	Anadolu kestanesi	1
<i>Fagus orientalis</i>	Doğu kayını	1
<i>Pinus brutia</i>	Kızılçam	1
<i>Pinus nigra</i>	Karaçam	2
<i>Pinus sylvestris</i>	Sarıçam	2
<i>Populus nigra</i>	Kara kavak	1
<i>Quercus petraea</i>	Sapsız meşe	2
<i>Quercus robur</i>	Saplı meşe	2

Kaynak: Grissino-Meyer (1993)

Dendroklimatolojik analizlerde ve deprem analizlerinde araştırma alanında yaşlı örneklerinin olması ve *Tablo 4'te* görüldüğü üzere dendrokronolojik analizlere uygun olmaları nedeniyle sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) tercih edilmiştir.

Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren 5 çam türünden biri olan sarıçamlar yetiştirme ortamına göre 20-40 metreye kadar boylanarak narin ve silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı yahut da dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Yetiştirme yerine göre boyları 3-8 cm arasında değişen iğne yaprakları mavi yeşil renktedir. Sarıçam hafif kumlu toprakların ağacıdır. Mineral maddeler ve nem bakımından isteği fazla değil ise derin ve gevşek toprakları sever. Işık ihtiyacı fazladır. Mevcut çam türleri arasında en geniş coğrafi yayılışa sahip olanlarından biridir. İklim bakımından hemen Avrupa'nın bütün bölgelerinde bulunur (Yaltırık ve Efe, 2000).



Harita 3. Sarıçam (*Pinus sylvestris*) 'ın Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Yaltırık ve Efe 2000'den alınmıştır).

Araştırmada incelenen heyelan alanında kızılçam (*Pinus brutia*) ağaçları bulunduğundan heyelan analizleri için örnekler kızılçamlardan alınmıştır.

Kızılçamlar sahil kesimlerinde 15-20 metre boyunda kalın dallı bir ağaçtır. Gövdeleri çok kere düzgün değildir. Rakım yükseldikçe boyları artar (20-25 metre), tepeleri sivrileşir ve dalları inceler. 12-18 metre uzunluğunda sert ve koyu yeşil renkli yaprakları vardır. Asıl yayılış alanı Doğu Akdeniz ülkelerinde, en geniş yayılış alanını da ülkemizde yapar. Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde çok geniş ormanlar kurar (Yaltırık ve Efe, 2000).

1.4.2. Yöntem ve Teknikler

Araştırmada Elmacık Dağı ve yakın çevresindeki ağaçlardan alınan örneklerle dendrokronolojik yöntemler kullanılarak dendroklimatolojik ve dendrojeomorfolojik analizler yapılmak istenmiştir.

Bitkilerde büyüme periyodu, özellikle sıcaklığın etkisiyle yıl içerisinde belli bir dönemi kapsamaktadır. Ülkemizin de dahil olduğu ve kışın sıcaklığın fotosentez için gerekli sıcaklığın altına düştüğü iklim kuşağında vejetasyon dönemi olarak adlandırılan büyüme periyodu ilkbaharda başlayıp sonbaharda sona ermektedir. Vejetasyon döneminin başlamasıyla birlikte bitkilerde kambiyum faaliyete geçmekte ve gövdenin iç kısmına doğru ksilem, dış kısmına doğru da floem hücreleri üretilerek çap büyümesi gerçekleşmektedir. Her yıl, vejetasyon döneminde gerçekleşen bu büyüme ile ortaya çıkan ve gövdenin enine kesiti ile gözlenebilen görüntü bitki ve ağaç türüne göre değişmekle birlikte dendrokronolojiye konu orman ağaçlarında bu görüntü halka biçimindedir. Bu halka ilkbahar ve yaz odunu hücrelerinin renk farkından dolayı çıplak gözle kolaylıkla görülebilecek durumdadır (Erkan vd, 2004).

Bir koyu ve bir açık yıllık halka bir seneyi göstermektedir. Koyu renkte olan halka yaz odunu; açık renkte olan ise ilkbahar odunudur. Yıllık halka genişliklerindeki bir yıldan diğerine meydana gelen değişimler, bir türün aynı bölgedeki bireylerinde aynı yönde olmaktadır. Hatta bir cinsin farklı türlerinde, aynı ekolojik koşullarda yetişen farklı cinslerde de, halka genişliğindeki değişimler aynı yönde seyretmektedir. Yıllık halkaların bu özellikleri, dendrokronoloji bilim dalının temelini oluşturmaktadır (Akkemik, 2004)

1.4.3. Yıllık Halka Analizleri

1.4.3.1. Dendrokronolojik Yöntemler

Yıllık Halka Genişliklerinin Ölçülmesi

Artım kalemleri, halka sınırlarının daha net olarak görülebilmesi için zımparalanmıştır (*Foto 3*).

Yıllık halka genişlikleri ölçülmeden önce, mikroskop kullanılarak son oluşan halkadan başlamak üzere örnekler 10'ar yıllık bölümlere ayrılmıştır. Örneğin 50 yaşında bir ağaç için son halka 2017 yılında olmuşsa 2010, 2000, 1990, 1980, 1970 yıllarına kurşun kalemle işaret koyulmuştur. Bu sayede, halka genişliklerinin ölçümü sırasında hata yapılması durumunda artım kaleminin tamamının tekrar ölçülmesine gerek kalmamaktadır. Hangi bölümde hata varsa o bölümün tekrar ölçülmesi yeterli olmaktadır (*Foto 4*).

Belirtilen aşamadan sonra yıllık halka genişlikleri LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve TSAP-WIN programında *.rwl uzantılı olarak kaydedilmiştir.

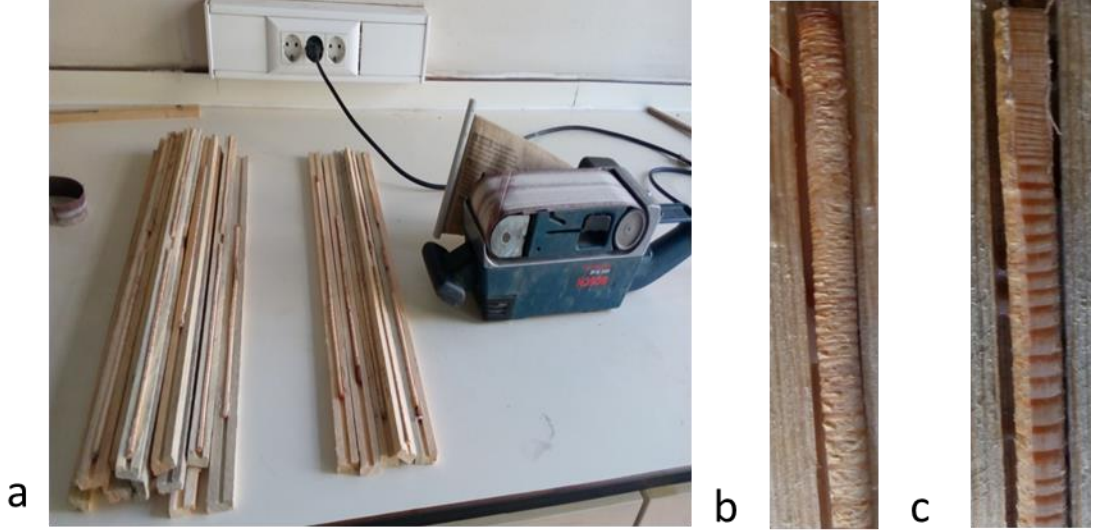


Foto 3. Zımparalama İşlemi a) Zımparalama b) Zımpara Öncesi c) Zımpara Sonrası (Zımpara öncesi sınırları net olmayan yıllık halkalar zımpara sonrası ölçüme hazır hale gelmektedir).



Foto 4. Seksiyonlara ayırma (Bu işlem ölçüm sırasında olası hata durumunda yeniden ölçme ve analizlerin yapılması açısından önemli kolaylıklar sağlamaktadır).

Eşleştirme, yıllık halka serilerinde eksik ve yalancı halkaların belirlenmesine ve varsa ölçüm hatalarının giderilmesine olanak sağlamaktadır. Dendroklimatolojik çalışmalar bir yıllık hatayı dahi kabul etmediğinden, yıllık halka serilerinin tam olarak tarihlendirilmesi zorunludur. Bu nedenle eşleştirme büyük önem taşımaktadır (Köse, 2007).

Eşleştirme işlemi COFECHA programı (Holmes, 1983; Grissino-Mayer, 2001) kullanılarak yapılmıştır.

Ölçümler sonucunda *.rwl uzantılı olarak kaydedilen dosyalar, tek bir dosyaya dönüştürülerek COFECHA programına tarihi bilinen veri seti olarak girilmiştir. Böylelikle örneklerdeki eksik ve yalancı halkalar giderilmiştir.



Foto 5. Yıllık halka genişliklerinin LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle ölçülmesi (Örnekler İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dendrokronoloji Laboratuvarında 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür).

Dendrokronolojik Grafiklerin Elde Edilmesi ve Standartlaştırılması

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

Bu araştırmada mutlak halka genişliklerinin bir grafikte gösterilmesi ve yıllık halka serilerinin standart hale dönüştürülmesi yöntemi kullanılmıştır.

Mutlak halka genişliklerinin bir grafikte gösterilmesi yönteminde ölçülen yıllık halka genişlikleri hiçbir işleme tabi tutulmadan, doğrudan bir grafik halinde gösterilmektedir. Bu yöntemle elde edilen grafikler, sonraki işlemlerde grafiklerin standart hale getirilmesi için yararlı olmaktadır. Ağaçların büyüme ve gelişmeleri ile çevresi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle, yıllık halka oluşumları sırasında, ağacın yaşına, bulunduğu ortamın toprak koşullarına, bakısına, eğimine ve kapalılık durumuna göre yıllık halka genişliklerinde uzun dönem trendleri görülmektedir. Bu trendlerin ortadan kaldırılması ve kronolojilerin standart hale dönüştürülmesi gerekmektedir (Akkemik, 2004).

Tezde bunun için sık kullanılan modellerden “*doğrusal regresyon modeli*” tercih edilmiştir.

Bu modelin uygulanmasından sonra indis değerleri elde edilir. İndis değerleri iki şekilde elde edilmektedir: Birincisinde gerçek değerlerin, regresyondan elde edilen değerlere bölünmesiyle, ikincisinde de gerçek değerlerden regresyondan elde edilen değerlerin çıkarılmasıyla indis değerleri elde edilmekte ve kronoloji standart hale dönüştürülmektedir (Akkemik, 2004):

$$I_t = W_t / y_t \quad (\text{Bölme yöntemi})$$

$$I_t = W_t - y_t \quad (\text{Fark yöntemi})$$

I_t = t yılındaki halka genişliği indisine,

W_t = t yılındaki ölçülen yıllık halka genişliğine,

Y_t = regresyondan elde edilen t yılındaki değere karşılık gelmektedir.

Tezde standartlaştırma işlemi için ARSTAN programı kullanılmıştır.

Otoregresif Modeller

Bir t yılındaki halkanın genişliği, t-1, t-2, t-3 ...t-k yıllarında oluşan halkalar tarafından etkilenmektedir. Yani t yılında oluşan halka ile önceki yıllardaki halkalar arasında bir otokorelasyon bulunmaktadır. Bu otokorelasyonun ortadan kaldırılması ve sadece t yılının etkilerinin yıllık halka serisi üzerinde görülebilmesi için, otoregresif modeller kullanılmaktadır. AR (Autoregressive Models) modeli, kronolojiyi oluşturan, yıllık halkaların otokorelasyon durumuna bağlı olarak AR(1), AR(2),...AR(k) kadar uygulamaktadır. Bu modelde, AR(1) uygulanması durumunda kronoloji sondan 1 halka, AR(2) uygulanmasında 2, AR(3) uygulanmasında 3 halka azalmaktadır. AR modelinin oluşturulmasından önce, ölçülen yıllık halka değerlerinin yukarıda açıklanan bölme veya fark yöntemlerinin biriyle standardize edilmesi gereklidir. Dendrokronolojik çalışmalarda, bu amaçla geliştirilmiş olan ARSTAN programında kolaylıkla hesaplanmaktadır. ARSTAN programında, yıllık halka serileri girildikten sonra, yukarıda açıklanan tüm aşamaları, program otomatik olarak gerçekleştirmekte ve en uygun modeli kendisi oluşturmaktadır (Akkemik, 2004).

Grafiklerin Karşılaştırılması

Bireysel standart grafiklerin elde edilmesinden sonra, bu grafiklerin arasındaki benzerliklerin saptanmasında iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki, bir yıldan diğerine aynı yöndeki değişimlerin yüzdesini veren eğrilerin uyum yüzdesi, ikincisi de korelasyon katsayıları yöntemleridir (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988; Akkemik, 2004; Köse 2007).

Eğrilerin uyum yüzdesi (EUY), iki kronolojinin aynı yıllarda oluşan halkalarının yönleri ile ilişkilidir. Aynı yılda oluşan halkalar aynı yönde seyrediyorsa uyumlu, aksi yönlerde seyrediyorsa uyumsuz olarak değerlendirilmektedir. İki kronoloji arasında aynı yönde seyreden halkaların yüzdesi şu şekilde hesaplanmaktadır (Akkemik, 2004; Köse 2007):

$$A_i = (X_{i+1} - X_i) \text{ ise } A_i > 0; G_{ix} = +1/2$$

$$A_i = 0; G_{ix} = 0$$

$$A_i < 0; G_{ix} = -1/2$$

G_{ix} ; i yılındaki x kronolojisinin bir sonraki yıldan, i yılının halka genişliğinin farkının yönünü göstermektedir. G_{ix} değerleri karşılaştırılacak iki kronoloji için ayrı ayrı hesaplanarak

$$G_{x,y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} (G_{ix} + G_{iy})$$

formülü yardımıyla iki kronoloji arasındaki eğrilerin uyum yüzdesi hesaplanmaktadır. Elde edilen $G(x,y)$ değerlerinin (EUY) istatistik olarak anlamlılığı aşağıdaki sınır değerler hesaplanarak denetlenmektedir:

$$* 0.95 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{1.645 \cdot 50}{\sqrt{n}} \right]$$

$$** 0.99 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{2.326 \cdot 50}{\sqrt{n}} \right]$$

$$*** 0.999 \text{ güven düzeyi için anlamlılık katsayısı} = 50 + \left[\frac{3.09 \cdot 50}{\sqrt{n}} \right]$$

Grafikler arasındaki uyumu incelemek için kullanılan diğer bir yöntem de korelasyon katsayılarıdır. Bu yöntemde, iki grafik arasında doğrusal bir ilişkinin olup olmadığı incelenmektedir. Katsayılar en çok +1 ve -1 değerlerini almaktadır; +1 mükemmel bir pozitif ilişkiyi, -1 de mükemmel bir ters ilişkiyi göstermektedir. Katsayıların 0 değerine yaklaşması, ilişkinin zayıfladığını yansıtmaktadır. Hesaplanan korelasyon katsayılarının istatistik olarak anlamlı olup olmadıklarını denetlemek için t testi kullanılmaktadır (Akkemik, 2004; Köse, 2007).

Tezde bu işlemler TSAP-WIN programı ile yapılmıştır.

Yöre Kronolojilerinin Elde Edilmesi

Ortalama kronolojilerin elde edilmesinde aritmetik ortalama yöntemi ve Biweight Robust ortalama yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Aritmetik ortalama yönteminde standart hale getirilmiş bireysel kronolojilere ait indis değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama kronoloji oluşturulmaktadır. Yıllık halka genişlikleri bazı yıllarda ve bazı ağaçlarda anormal değerler göstermektedir. Bu değerlerin oluşmasındaki etkiler de kuşkuyla olduğundan yani, sebebinin iklimden çok başka nedenler olabilmesinden dolayı, bunlar ortalama değerleri etkilemekte ve hem tarih belirlemede hem de klimatolojik analizlerde zayıf ilişkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırdığından, ortalama kronolojinin oluşturulmasında, Biweight Robust Ortalama Yöntemi daha çok önerilmektedir. Bu yöntem oldukça etkili ve hesaplanması oldukça karmaşık olan bir yöntemdir. Ayrıntıları Cook ve diğ., (1990) tarafından açıklanan yöntem aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır (Köse, 2007):

$$\bar{I}_t^* = \sum_{j=1}^m w_j I_{tj}$$

$$w_t = \left[1 - \left[\frac{I_t - \bar{I}_t^*}{cS_t^*} \right]^2 \right]^2, \quad \text{olduğunda}$$

$$\left[\frac{I_t - \bar{I}_t^*}{cS_t^*} \right]^2 < 1$$

olduğu zaman geçerli, aksi durumda 0' dır.

Formüllerde; w_i : simetrik ağırlık fonksiyonu, I_t : t yılındaki halka genişliği, m : örnek sayısı, \bar{I}_t : t yılında örneklerin halka genişliklerinin ortalamasıdır. Formülde c genellikle 9 olarak kabul edilen bir katsayıdır. En son \bar{I}_t değerinin hesaplandığı iterasyona başlamak için, aritmetik ortalama veya medyan değeri başlangıç tahmini olarak kullanılır. Burada S_t^* standart sapmanın güçlü bir ölçümü olup, aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Cook ve diğ., 1990; Akkemik, 2004; Köse, 2007):

$$S_t^* = \text{medyan}\{I_t - \bar{I}_t^*\}$$

Yöre kronolojileri oluşturulurken ARSTAN programından Biweight Robust ortalama yöntemi seçilmiştir

Duyarlılık Katsayıları

Bir ağacın yıllık gelişimi, genotipik gücünün, fizyolojik gelişmelerinin ve ekolojik faktörlerin tümünün ortak etkisiyle meydana gelmektedir. Yıllık büyüme miktarı, farklı yörelerde ve farklı ağaçlarda farklı oranlarda olmaktadır. Fakat genellikle aynı yıllarda aynı yönlerde meydana gelmektedir. Ortam koşullarına bağlı olarak, bazı ağaçlardaki yıllık büyüme miktarları büyük değişkenlik gösterirken, bazılarında yıldan yıla fazla değişim görülmemektedir. Değişkenlik gösterenler duyarlı, diğerleri ise duyarsız halkalar olarak kabul edilmektedir. Bu oluşumlar, büyük oranda ağacın bulunduğu ortam koşullarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Duyarlılık katsayıları şu şekilde hesaplanmaktadır (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988; Akkemik, 2004; Köse, 2007):

$$ms_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n-1} \left| \frac{2(x_i - x_{i-1})}{x_i + x_{i-1}} \right|$$

ms_x = ortalama duyarlılık katsayısını, x_i = i yılındaki halka genişliğini, x_{i-1} = $i-1$ yılındaki halka genişliğini ve n = yıllık halka sayısını ifade etmektedir.

Tezde duyarlılık katsayıları ARSTAN programında hesaplanmıştır.

İşaretin Gürültüye Oranı

İşaretin gürültüye oranı, yıllık halka kronoloji sayısına ve bu kronolojiler arasındaki ortalama korelasyon katsayılarına dayanarak, benzer etkilerden ne oranda etkilendiğini ortaya koymaktadır. Dendroklimatolojik çalışmalarda, bu değer yüksek bulunması, ağaçlar arasındaki korelasyon katsayılarının yüksek ve örnek sayısının yeterli olduğunu göstermekte ve böylece iklim etkilerinin daha iyi incelenebileceğini ortaya koymaktadır. Bu yöntemin uygulanmasında aşağıdaki formül kullanılmaktadır (Akkemik, 2004; Köse, 2007):

$$SNR = t \frac{|r_{bt}|}{1 - |r_{bt}|}$$

SNR : işaretin gürültüye oranını, t : ağaç sayısını ve r_{bt} : ağaçlar arasındaki korelasyon katsayılarının ortalamasını ifade etmektedir.

Araştırmada işaretin gürültüye oranı ARSTAN programında hesaplanmıştır.

1.4.3.2. Dendroklimatolojik Yöntemler

Tepki Fonksiyonları ve Korelasyon Katsayıları

Mevcut iklim kayıtları ile aynı dönemde meydana gelen yıllık halka genişlikleri arasındaki benzerliklerin incelenmesinde yaygın olarak dört değişik yöntem kullanılmaktadır. Bunlar basit korelasyon katsayıları, çok değişkenli regresyon, aşamalı çok değişkenli regresyon ve tepki fonksiyonu yöntemleridir (Fritts, 1976; Akkemik, 2004; Köse, 2007).

Tezde bu yöntemlerden tepki fonksiyonu ve korelasyon katsayısı (Pearson) yöntemi kullanılmıştır.

Tepki fonksiyonları her bir yöre kronolojisi için Sakarya, Düzce ve Bolu meteoroloji istasyonlarına ait aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

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

“Tepki fonksiyonu sonuçları, iklimsel rekonstrüksiyonları yapmak için bir önkoşul olup, rekonstrüksiyonlarda kullanılacak ayların seçimini sağlamaktadır” (Köse, 2007).

Pearson Korelasyon analizinde korelasyon katsayısı (r) “-1 ile +1” arasında değer alır. “-1” değeri değişkenler arasında mükemmel bir negatif korelasyonun olduğunu, “+1” ise değişkenler arasında mükemmel bir pozitif korelasyonu olduğunu belirtir. “0” olması ise değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını ifade etmektedir. Korelasyon katsayısının pozitif olması durumu; değişkenlerden biri artarken diğerinin de arttığı, negatif olması durumu; değişkenlerden biri artarken diğerinin azaldığı anlamına gelmektedir (Sungur, 2010).

Değişkenler arasındaki ilişkisinin derecesi ise korelasyon katsayısının (r) almış olduğu değer ile ifade edilmektedir. Buna göre; $r = 0,10 - 0,29$ arasında değer alıyorsa “küçük”, $0,30 - 0,49$ arasında değer alıyorsa “orta”, $0,50 - 1,00$ arasında değer alıyorsa “büyük” şeklinde ifade edilir (Pallant, 2017).

Tezde, Sakarya (1950-2016 yıllarını kapsayan), Düzce (1962-2016 yıllarını kapsayan) ve Bolu (1950-2016 yıllarını kapsayan) Meteoroloji istasyonlarına aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık ve aylık ortalama minimum sıcaklık verileri, kronolojilere ait tepki fonksiyonlarının ve korelasyon katsayılarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Dendroklimatolojik Rekonstrüksiyonlar

Elmacık dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli ve kesintisiz iklim kayıtlarına sahip 3 istasyon için (Sakarya, Düzce ve Bolu) araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojilerine ait ağaçların yıllık halka genişlikleri ile iklim verileri arasındaki tepki fonksiyonu sonuçlarına dayanarak uygun ayların aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklık rekonstrüksiyonları yapılmıştır. Her bir istasyonda tüm yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu sonuçlarından anlamlı katsayılara sahip yöre kronolojileri seçilmiş, istasyon aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklık verileriyle yüksek korelasyona sahip olanlar rekonstrüksiyonlarda kullanılmıştır. Rekonstrüksiyonlara ilişkin sonuçlar, bulgular bölümünde verilmiştir.

Rekonstrüksiyonlar yapılırken Köse (2007) tarafından doktora tezinde uygulanan adımlar izlenmiştir. Bu doğrultuda ilk olarak rekonstrüksiyonu yapılacak iklim veri seti ikiye bölünmüş, önce ilk kısmı ayarlama, ikinci kısmı doğrulamada; daha sonra ikinci kısmı ayarlama ve ilk kısmı doğrulamada kullanılarak iki ayrı model oluşturulmuştur. Her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerse tüm dönemi ayarlama kullanan üçüncü bir model oluşturulmuş ve iklim değişkenlerinin rekonstrüksiyonunda bu model tercih edilmiştir. İklim rekonstrüksiyonunun yapılmasında aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir:

1. Ayarlama (Kalibrasyon):

Bu aşamada mevcut iklim kayıtları ile yıllık halkalar arasındaki ilişkilere dayanarak bir transfer fonksiyonu kurulmuş ve bu transfer fonksiyonu kullanılarak yeni bir tahmini iklim serisi oluşturulmuştur. Transfer fonksiyonları tepki fonksiyonlarına benzer bir yolla elde edilmektedir. Aralarındaki temel fark, transfer fonksiyonlarının elde edilmesinde uygulanan regresyon analizinde yıllık halka kronolojilerinin bağımsız, iklim verilerinin bağımlı değişken olarak kullanılmasıdır (Fritts, 1976; Akkemik, 2004; Köse, 2007; Güner, 2010).

“İklim verileri ile yıllık halka veri seti arasında oluşturulan regresyon katsayıları kullanılarak iklim değişkenleri tahmin edilmektedir” (Fritts, 1976; Köse, 2007). Araştırmada yıllık halka serileri regresyonda bağımsız değişken olarak kullanılmıştır.

2. Doğrulama (Verifikasyon):

“İklim kayıtlarının bağımsız olarak bırakılan ve ayarlama kullanılmayan kısmı ile ayarlama sonucu elde edilen tahmini iklim serisi karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda iklim serisinin tamamı tahmini seri ile karşılaştırılmıştır” (Fritts, 1976; Akkemik, 2004; Köse, 2007). Tahminlerin doğrulanmasında korelasyon katsayıları, hata indirgeme değeri ve işaret testi kullanılmıştır.

Korelasyon katsayıları, ayarlama dönemi, doğrulama dönemi ve tüm dönem için ayrı ayrı hesaplanarak anlamlılıkları denetlenmiştir

Hata indirgeme değeri (RE), iklim değerleri ile aynı döneme tahmini iklim değerleri arasında hesaplanmaktadır:

$$RE = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right]$$

y_i i yılındaki gerçek iklim değerini, \hat{y}_i i yılı için tahmini iklim değerini, \bar{y} ayarlama kullanılan iklim değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir (Akkemik, 2004; Köse, 2007).

RE değeri, +1 ile -∞ arasına yer almakta, +1 iki gerçek ve tahmini iklim değerleri arasında mükemmel bir ilişki olduğunu göstermektedir. Hesaplanan değer pozitif olması ilişkinin anlamlı olduğunu, negatif olması ise iki değer arasında ilişki olmadığını ifade etmektedir (Blasing ve diğ., 1981; Köse, 2007).

İşaret testi (sign test), iklim kayıtları ile aynı yıldaki tahminlerin yönlerini karşılaştırmaktadır. Aynı yönde (+) ve ters yönde seyreden yıllar (-) sayılmaktadır. Tablo 5'te $N=75$ 'e kadar 0.95 ve 0.99 güven düzeyleri için en fazla (-) değer sayısı verilmiştir. Örneğin doğrulama dönemi $N=35$ yıl ise, 0.95 güven düzeyinde en fazla 11 yıl (-) olmalıdır. Doğrulama döneminin $N=75$ 'den fazla yıl içerdiği durumlarda, güven düzeyleri aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmektedir (z değeri 0.95 güven düzeyinde 1.96, 0.99 güven düzeyinde 2.58'dir.) (Fritts, 1976; Köse 2007):

$$\frac{(N - 1 - z\sqrt{N})}{2}$$

3. Geriye doğru tahminlerin yapılması (Rekonstrüksiyon)

Transfer fonksiyonu katsayıları kullanılarak iklim verileri yıllık halka veri setinin uzunluğu kadar zamanda geriye uzatılmıştır. Böylece iklim kayıtlarının bulunmadığı dönemler için iklim değerleri tahmin edilmiştir.

Alt Örnek İşaret Gücü

Bir araştırma yöresi veya bölgesinden alınan örneklerin tamamı aynı sayıda halka taşımaz. Bunların bazıları yaşlı bazıları da ya genç ağaçlardır ya da içleri çürümüş ağaçlardır, yani halka sayıları farklıdır. Bu nedenle etkili örnek sayısının belirlenmesi, en az kaç örneğin kullanılması gerektiğini ortaya koyan bir yöntemdir. Yöntem aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Briffa ve Jones, 1990; Akkemik, 2004):

$$SSS = \frac{t'[1 + (t-1)r]}{t[1 + (t'-1)r]}$$

Formülde iki durum söz konusudur. Eğer her bir ağaçtan bir kalem alınmışsa, t ağaçlardaki toplam kalem sayısı, t' de olması gereken minimum kalem sayısıdır. Bu durumda r de rbt (ağaçlar arasındaki korelasyon katsayısı) ye eşittir. Eğer her bir ağaçtan birden fazla kalem alınmışsa, t ağaç sayısı, t' de olması gereken minimum ağaç sayısıdır. Bu durumda r de $reff$ e (etkili korelasyon katsayısına) eşittir. Wigley vd.(1984)'e atfen Briffa ve Jones (1990), bu yöntemde de kritik değerin 0.85 olduğunu belirtmişlerdir. $reff$ değerine bağlı olarak hesaplanan ve 0.85 kritik değerinin üzerinde olması gereken ağaç sayısı (t') ve ağaç sayıları (t) görülmektedir. Korelasyon katsayılarının yüksekliğine bağlı olarak olması gereken ağaç sayısı azalmaktadır, yani daha az örnekle dendroklimatolojik çalışmalar yapılabilir (Akkemik, 2004).

Tablo 5. $N=75$ 'e kadar işaret testi değerlerinin 0.95 ve 0.99 güven sınırları.

Toplam Durum Sayısı (n)	Anlamlılık Düzeyi (0.95)	Anlamlılık Düzeyi (0.99)	Toplam Durum sayısı (n)	Anlamlılık Düzeyi (0.95)	Anlamlılık Düzeyi (0.99)
6	0	--	31	9	7
7	0	--	32	9	8
8	0	0	33	10	8
9	1	0	34	10	9
10	1	0	35	11	9
11	1	0	36	11	9
12	2	1	37	12	10
13	2	1	38	12	10
14	2	1	39	12	11
15	3	2	40	13	11
16	3	2	41	13	11
17	4	2	42	14	12
18	4	3	43	14	12
19	4	3	44	15	13
20	5	3	45	15	13
21	5	4	46	15	13
22	5	4	47	16	14
23	6	4	48	16	14
24	6	5	49	17	15
25	7	5	50	17	15
26	7	6	55	19	17
27	7	6	60	21	19
28	8	6	65	24	21
29	8	7	70	26	23
30	9	7	75	28	25

Kaynak: Fritts (1976)

Yağışlı ve Az Yağışlı Yılların Belirlenmesi

Az yağışlı ve yağışlı geçen yılların saptanmasında, standart sapma değerleri kullanılmıştır. Aritmetik ortalama değerlerini 1 ve 2 standart sapma düzeyinde aşan yıllar sırasıyla yağışlı ve çok yağışlı; ortalama değerlerinin 1 ve 2 standart sapma düzeyinde altında kalan yıllar sırasıyla az yağışlı ve çok az yağışlı olarak değerlendirilmiştir.

Sıcak ve Serin Yılların Belirlenmesi

Sıcak ve serin geçen yılların saptanmasında, standart sapma değerleri kullanılmıştır. Aritmetik ortalama değerlerini 1 ve 2 standart sapma düzeyinde aşan yıllar sırasıyla sıcak ve çok sıcak; ortalama değerlerinin 1 ve 2 standart sapma düzeyinde altında kalan yıllar sırasıyla serin ve çok serin olarak değerlendirilmiştir.

1.4.3.3. Dendrojeomorfolojik Yöntemler

Araştırma sahasının hem kuzeyinde hem de güneyinde Kuzey Anadolu Fayının kolları bulunmaktadır. Tez kapsamında aletsel dönemde (1900 yılı ve sonrası) meydana gelen büyük depremlerin araştırma sahasındaki ağaçların yıllık halka genişliği üzerinde bir etkisinin olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan yöre kronolojileri birleştirilip *Elmacık (ELM)* adıyla tek bir ana kronoloji oluşturulmuştur. Bu kronolojinin örnek sayısı fazla olduğu için dendrokronolojik analizlerde *Arstan* yerine *Chronol* programı kullanılmıştır. Daha sonra örnekler tek tek incelenmiş, 1943, 1957, 1967 ve 1999 yıllarında meydana gelen depremlerin etkileri araştırılmıştır. Söz konusu büyük depremler yaz mevsimi ve sonrasında meydana gelmiştir. Ağaçların bahar halkaları yaz halkalarına oranla çok daha geniş olduğu için, çalışmada depremlerin yıllık halka genişliği üzerindeki etkileri depremin meydana geldiği yıllarda da kontrol edilmiş olmakla birlikte, söz konusu etki daha ziyade deprem sonrası yıllarda aranmıştır. Çünkü yıllık halkaların gelişimleri yaz mevsimine gelindiğinde en azından genişlik açısından büyük ölçüde tamamlanmış olmaktadır.

Araştırma sahasında çok sayıda aktif veya paleo heyelan sahası bulunmaktadır. Ancak bunların büyük çoğunluğu dendrokronolojik ilişkilendirmeler için gerek yeterli yaşta gerekse dendrokronolojik öneme sahip ağaçların bulunmaması sebebiyle örneklendirilmemiştir. Tez kapsamında yaşı bilinen heyelan alanı olarak 17 Ağustos 1999 Gölcük (Kocaeli) depremi sonucunda Hendek-Kadifekale Mahallesi'nde meydana gelen heyelan alanı örneklendirilmek istenmiştir. Ancak bu alanın çok sarp ve örnek alabilmek açısından çok tehlikeli olması sebebiyle az sayıda örnek üzerinde 1999 depremi sonrasında halka gelişimindeki değişim ortaya konmak istenmiştir. Yaşı bilinmeyen heyelan alanı olarak örneklenen Sakarya-Akyazı-Dokurcun mevkiinde bulunan heyelan sahasından örnekler alınmıştır. Daha sonra heyelandan etkilenmeyen

alan olarak belirlenen ve heyelan alanının kuzeyindeki sahalardan alınan örneklerden oluşturulan kronoloji ile heyelan alanından alınan örnekler teker teker karşılaştırılmıştır.

Yıllık halka genişliğinde meydana gelen değişimlerinde iklimik unsurların etkisi de denetlenmiştir. Ortalama yağış, ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklıklarla yıllık halka genişliği arasında Pearson korelasyon katsayısı açısından 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişki bulunan aylardaki değişimler değerlendirilmiştir. Böylece yıllık halka genişliğinde iklim etkisiyle mi yoksa jeomorfolojik süreçlerin etkisiyle mi değişikliklerin meydana geldiği değerlendirilmek istenmiştir.

1.4.4. Dendrokronolojinin Tarihçesi ve Belli Başlı Araştırmalar

1.4.4.1. Tarihçe

“Dendrokronoloji, yıllık halkalar aracılığıyla ağaçların yaşını saptama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Eski Yunanca’da “Dendron” odun, “Chronos” tarih ve “Logos” bilim anlamına gelmektedir” (Fritts 1976).

Sistematik olarak yıllık halka çalışmaları, 20. yüzyıl başlarında, Amerika’da bir astronom olarak tanınan Andrew Ellicott Douglass ile başlamıştır. Douglass aslında güneş aktiviteleri ve lekelerindeki döngüyle iklim özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemek istemiş; iklimdeki değişiklikleri de ağaçların büyümelerindeki eğilimden tespit edebileceğini düşünmüştür. Douglass, Arizona’da çam ağacının yıllık halkalarını incelerken, önce bir büyüme eğrisi elde etmiş, elde ettiği bu eğriyi aynı türün farklı bireyleriyle karşılaştırmış ve daha sonra “crossdating” (çakıştırma) yapmıştır (Cooks and Kairiukstis, 1990).

Ülkemizde ise ilk dendroklimatolojik çalışma, Gassner ve Christiansen Weniger (1937) tarafından yapılmış ve Anadolu çamlarındaki yıllık halka gelişimlerine dayanarak, kurak ve yağışlı yıllar belirlenmiştir. Bu araştırma 1948 yılında Kerim Ömer Çağlar tarafından Türkçe ’ye çevrilmiştir (Akkemik, 2004).

Türkiye’deki coğrafyacılar arasında dendrokronoloji ile ilgili yapılan ilk kapsamlı çalışma ise Caner (1994) tarafından hazırlanan “*İstanbul’da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkisinin Palinoloji Ve Dendrokronoloji Yöntemleri İle Araştırılması*” başlıklı doktora tezidir. Araştırmada, yerleşimlerin yoğunlaşmaya başladığı tarihlerden itibaren halkalarında daralmaların da yoğunlaştığı ifade edilmektedir. Bu durum, konut sayısının artmasına bağlı olarak toprağı degrade olması ile ağaçların yeterli beslenememesine bağlanmaktadır.

1.4.4.2. Önceki Çalışmalar

Önceki çalışmalar başlığı altında ilk olarak araştırma konusunu ilgilendiren ve tezde yararlanılan dendrokronoloji ile ilgili bazı çalışmalar *Tablo 6*'da verilmiş, daha sonra bu çalışmalardan kısaca bahsedilmiştir.

Tablo 6. Araştırma konusunu ilgilendiren ve tezde yararlanılan dendrokronoloji ile ilgili bazı çalışmalar

Yazar	Yıl	Çalışmanın Başlığı
Fritts	1976	<i>Tree Rings and Climate</i>
Schweingruber	1988	<i>Tree-Rings: Basics and Applications of Dendrochronology</i>
Aytuğ ve Kılıç	1993	<i>Contribution D'une Étude Dendrochronologique Á La Constataion De L'áge Du Lac Sülük (Bolu)</i>
Caner	1994	<i>İstanbul'da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkisinin Palinoloji Ve Dendrokronoloji Yöntemleri İle Araştırılması</i>
Sheppard ve White	1995	<i>Tree-Ring Responses to the 1978 Earthquake at Stephens Pass, Northeastern California</i>
Akkemik	2000	<i>Dendrochronological Investigations in Two Monumental Pinus Nigra Arn. Stands Near Antalya (Turkey)</i>
Benson vd.	2001	<i>Renewal of Tidal Forest in Washington State after a Subduction Earthquake in A.D. 1700</i>
Hughes ve diğ.	2001	<i>Aegean Tree-Ring Signature Years Explained</i>
Carrara ve O'Neill	2003	<i>Tree-Ring Dated Landslide Movements and Their Relationship to Seismic Events in Southwestern Montana, USA</i>
Akkemik	2004	<i>Dendrokronoloji: İlkeleri, Biyolojik Temelleri, Yöntemleri ve Uygulama Alanları</i>
Bekker	2004	<i>Spatial Variation in The Response of Tree Rings to Normal Faulting During the Hebgen Lake Earthquake, Southwestern Montana, USA</i>
Erkan ve diğ.	2004	<i>Dendrokronolojik Yöntemle Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde Geçmişte Yaşanmış İlkbahar Kuraklık Periyotlarının Tespiti</i>
Stefanini	2004	<i>Spatio-Temporal Analysis of a Complex Landslide in Northern Apennines (Italy) by means of Dendrochronology</i>

Tablo 6'nın devamı

Yazar	Yıl	Çalışmanın Başlığı
Akkemik ve Aras	2005	<i>Reconstruction (1689–1994 AD) of April-August Precipitation in the Southern Part of Central Turkey</i>
Avcı	2007	<i>Coğrafyacılara için Dendrokronoloji</i>
Köse	2007	<i>Batı Anadolu'da İklim Değişkenliği Ve Yıllık Halka Gelişimi</i>
Güner	2010	<i>Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonları</i>
Kara	2011	<i>Dendrokronolojik Analizler İle Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkisinin Değerlendirilmesi</i>
Kozacı	2011	<i>Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Kesimi Üzerinde Dendrosismolojik Çalışmalar: Üçyüz Yıllık Yüzey Kırığı Geçmişinin Ağaç Halkaları Kullanılarak Belgelemesi</i>
Köse ve Güner	2012	<i>The Effect Of Temperature And Precipitation On The Intra-Annual Radial Growth of Fagus orientalis Lipsky in Artvin, Turkey</i>
Köse ve diğ.	2012	<i>Anadolu'da Karaçamın (Pinus Nigra Subsp. Pallasiana, Pinaceae) Yıllık Halka Gelişimini Etkileyen İklim Faktörleri</i>
Pınarcı ve Çetin	2012	<i>Haç Gediği Heyelanının (Karasisalı-Adana) Ağaç Halkaları Yöntemiyle Analizi</i>
Avcı	2013	<i>Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji</i>
Henrich ve diğ.	2013	<i>Winter-to-spring temperature dynamics in Turkey derived from tree rings since AD 1125</i>
Köse ve diğ.	2013	<i>An Improved Reconstruction of May-June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions</i>
Yaman vd.	2013	<i>Changes in Stem Growth Rates and Wood Anatomy of Oriental Beech after a Landslide Event in Hanyeri, Bartın, Turkey</i>
Doğan	2014	<i>Sandıras Dağı'nda (muğla) fiziki coğrafya ve dendroklimatoloji araştırmaları"</i>
Durmuş	2016	<i>Akdağ Heyelanı (Batı Toroslar)'nın Kuzeydoğu Yamacındaki İkincil Heyelanların Dendrojeomorfolojik Açından Analizi</i>
Köse ve diğ.	2017	<i>Spring Temperature Variability Over Turkey Since 1800 CE Reconstructed From A Broad Network of Tree-Ring Data</i>

Dendrokronoloji Alanında Başlıca Önemli Kitaplar

Fritts (1976) tarafından yazılan “*Tree Rings and Climate*” adlı kitap, dendrokronoloji ile ilgili hemen pek çok çalışmada temel kaynak olarak ele alınmakta ve yararlanılmaktadır. Söz konusu kitapta dendrokronolojinin temel ilkeleri, uygulama alanlarının yanı sıra dendroklimatoloji de kullanılabilecek istatistik yöntemler de anlatılmıştır.

Schweingruber (1988) tarafından yazılan “*Tree-Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*” adlı kitap dendrokronoloji alanında yine sıkça yararlanılan temel eserlerden biridir. Kitapta yıllık halka analizlerinde uygulanan metotlar örneklerle açıklanmıştır.

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

Dendrokronoloji ile ilgili Coğrafya alanında Türkiye’de yazılmış ilk Türkçe kitap ise *Avcı (2007b)*’nın “*Coğrafyacılar için Dendrokronoloji*” adlı kitabıdır. Kitapta dendrokronolojinin Coğrafya alanındaki uygulamaları örneklerle anlatılmıştır.

Dendroklimatolojik Çalışmalar

Akkemik (2000), Antalya civarındaki karaçamlar üzerine yaptığı “*Dendrochronological Investigations in Two Monumental Pinus Nigra Arn. Stands Near Antalya (Turkey)*” isimli çalışmasında elde ettiği tepki fonksiyonu sonuçlarına göre yıllık halka gelişimi üzerinde ocak ve şubat sıcaklığının negatif, yağışın özellikle bahar ve yaz aylarında pozitif etkisi vardır.

Hughes ve diğ. (2001), “*Aegean Tree-Ring Signature Years Explained*” isimli çalışmada Ege havzası için 1901, 1910, 1917, 1919, 1936 yağışlı yıl olarak belirlenmiştir. Önemli kurak yıllar ise 1882, 1886-1887, 1890, 1916, 1918, 1928, 1935, 1942, 1945, 1949 ve 1961 yıllarıdır.

Erkan ve diğ. (2004), dendrokronolojik yöntemlerle Güneybatı Anadolu’da geçmişte yaşanmış ilkbahar kuraklık periyotlarının tespitine yönelik yapmış oldukları “*Dendrokronolojik Yöntemle Güneybatı Anadolu Bölgesi’nde Geçmişte Yaşanmış*

İlkbahar Kuraklık Periyotlarının Tespiti” başlıklı çalışmalarında, kayıtlı yağış değerlerine göre Güneybatı Anadolu’da en kurak ilkbaharın 18 mm ile 1935 yılında yaşandığını ifade etmektedirler.

Akkemik ve Aras (2005), “*Reconstruction (1689–1994 AD) of April-August Precipitation in the Southern Part of Central Turkey*” başlıklı çalışmalarında Toros Dağlarından alınan karaçam örnekleriyle oluşturdukları kronolojiyi kullanarak, Konya meteoroloji istasyonunun 1689-1994 yıllarını kapsayan mayıs-ağustos dönemi yağış tahminini yapmışlardır. Buna göre son 300 yıllık dönemde, kurak yılların en fazla 3 yıl süreli olduğu ve bunun da çok seyrek olduğu belirlenmiştir. Ekstrem kurak yıllar 1693, 1725, 1819, 1868, 1878, 1887 ve 1893, ekstrem yağışlı yıllar da 1692, 1709, 1717, 1755, 1788, 1897, 1919 ve 1930 dur. Bu yıllar, ortalamadan 2 standart sapmayı aşan yıllardır. 2 yıl süreli kurak yıllar 1693-94, 1715-16, 1725-26, 1796-97, 1819-20, 1862-63 ve 1927-28, yağışlı yıllar da 1770-71 yıllarıdır. 3 yıl süreli kurak yıllar 1745-47 olup, son 300 yıllık dönemde bir kez yaşandığı saptanmıştır. 3 yıl süreli yağışlı yıllar ise 1727-29 ve 1900-02 yıllarında olmak üzere iki kez yaşanmıştır.

Köse (2007), “*Batı Anadolu’da İklim Değişkenliği Ve Yıllık Halka Gelişimi*” başlıklı doktora tezinde Batı Anadolu’da sıcaklık için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının genel olarak düşük ve birçok yöre kronolojisi için anlamsız olduğunu, çalıştığı alanda sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerinde genel olarak anlamlı bir sınırlayıcı etkiye sahip olmadığını belirlemiştir.

Güner (2010), “*Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonları*” başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında, oluşturulan yöre kronolojileri için elde edilen tepki fonksiyonu katsayılarına göre sıcaklık için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının genel olarak düşük ve birçok yöre kronolojisi için anlamsız olduğu görülmektedir. Genel olarak mart ve nisan aylarındaki sıcaklık artışının, Sakarya Havzası’ndaki karaçamların yıllık halka gelişimini arttırdığı saptanmıştır. Karaçamların yıllık halka gelişimi üzerindeki yağışın etkisi daha belirgin ve istatistik olarak anlamlıdır. Genel olarak nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki yağış artışının, yıllık halka genişliğini pozitif yönde etkilediği, bu aylardaki düşük yağışların dar yıllık halka gelişimine neden olduğu belirlenmiştir. Mayıs ve haziran ayları için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayıları birçok yörede oldukça yüksektir.

Kara (2011), “*Dendrokronolojik Analizler İle Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkisinin Değerlendirilmesi: Uludağ’ın Güneyinden İki Örnek Alan*” başlıklı yüksek lisans tezinde oluşturduğu iki kronoloji için tepki fonksiyonu katsayıları hesaplamıştır. Buna göre kronolojilerinden birinde, mart ayında sıcaklık yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. Yine mayıs ayında yağışın yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilediği, özellikle bahar yağışları ile yıllık halka genişlikleri arasında yüksek korelasyonların çıktığı görülmektedir. Diğer kronolojide ise korelasyon katsayılarına bakıldığında sıcaklık ve yağış ile yıllık halka indisleri arasında anlamlı bir ilişki görülmemektedir.

Köse ve Güner (2012), “*The Effect Of Temperature And Precipitation On The Intra-Annual Radial Growth of Fagus orientalis Lipsky in Artvin, Turkey*” isimli çalışmalarında Artvin’de doğu kayınlarında (*Fagus orientalis* lipsky) aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların mart-temmuz döneminde yıllık halka genişliğini artırdığını, maksimum sıcaklığın etkisinin minimum sıcaklıkların etkisine göre çok daha güçlü olduğunu, aylık toplam yağış ile halka genişliği arasında ise haziran ayında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Köse ve diğ. (2012), “*Anadolu’da Karaçamın (Pinus Nigra Subsp. Pallasiana, Pinaceae) Yıllık Halka Gelişimini Etkileyen İklim Faktörleri*” başlıklı çalışmalarında, Batı Anadolu’da farklı araştırmacılar tarafından oluşturulan 28 karaçam kronolojisi için grid iklim verileri (aylık ortalama sıcaklık ve toplam yağış) kullanılarak tepki fonksiyonları hesaplamışlardır. Buna göre hemen hemen tüm yörelerde karaçamın yıllık halka genişliğini etkileyen en önemli faktörün, özellikle mayıs ayında, düşük yağışın yol açtığı kuraklık olduğunu belirlemişlerdir. Kuraklığın etkisi özellikle İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi kronolojilerinde Karadeniz Bölgesi kronolojilerinden çok daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır.

Henrich ve diğ. (2013), “*Winter-to-spring temperature dynamics in Turkey derived from tree rings since AD 1125*” adlı çalışmalarında Elmalı (Antalya)’dan aldıkları boylu ardıç (*Juniperus excelsa*) örneklerinin $\delta^{13}\text{C}$ değerlerindeki değişmelere dayanarak 1125-2006 dönemi için ocak-mayıs sıcaklıklarının rekonstrüksiyonunu yapmışlardır. Meteorolojik veri olarak Elmalı (Antalya), Afyon ve Isparta meteoroloji istasyonlarının verilerini kullanmışlardır. Ortaçağ sıcak dönemine denk gelen 1125-1510 arasında ortalamanın üzerinde sıcaklıklar; küçük buzul çağına denk gelen 1700’lü yıllarda ortalamanın altında sıcaklıklar tespit edilmiştir. 20. Yüzyılda sadece

1980'lerden sonra sıcaklıklarda bir artış dikkati çekmektedir. Öncesinde ise daha ziyade daha düşük kış sıcaklıkları söz konusudur.

Köse ve diğ. (2013), "*An Improved Reconstruction of May-June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions*" başlığıyla yapmış oldukları çalışmalarında Türkiye'nin güneybatısından oluşturdukları iki yeni karaçam kronolojisi ile Burdur meteoroloji istasyonunun verilerini kullanarak mayıs-haziran yağışlarının rekonstrüksiyonunu yapmışlardır. Çalışmada 1692-1938 dönemi için 41 kurak ve 48 nemli yıl belirlenmiştir. Çok kurak yıllar 1725, 1814, 1851, 1887, 1916, ve 1923; çok nemli yıllar ise 1736, 1780, 1788, 1803 ve 1892 yıllarıdır. En uzun kurak dönem 16 yıl sürmüştür (1860-1875 arası). Çalışmada ayrıca büyük volkanik patlamalarla yağış arasındaki ilişki de sorgulanmış ve volkanik patlamalardan sonraki yılların normalden daha nemli geçtiği tespit edilmiştir.

Doğan (2014), "*Sandıras Dağı'nda (muğla) fiziki coğrafya ve dendroklimatoloji araştırmaları*" adlı doktora tezinde, bölgede genel olarak karaçamların yıllık halka gelişimi üzerinde bir önceki yılın kasım-aralık ve halka oluşum yılının şubat-mayıs aylarındaki yüksek sıcaklıkların pozitif, haziran-ağustos aylarındaki yüksek sıcaklıkların negatif etkisi olduğunu, nisan-temmuz yağışları ile eylül-ekim yağışlarının karaçamların yıllık halka gelişimini olumlu etkilediğini, bununla birlikte ocak-şubat, kısmen mart ayı ile ağustos ayı ve bir önceki yılın kasım yağışlarının karaçamların yıllık halka gelişimini olumsuz etkilediğini tespit etmiştir.

Köse ve diğ. (2017), "*Spring Temperature Variability Over Turkey Since 1800 CE Reconstructed From A Broad Network of Tree-Ring Data*" adlı çalışmalarında 15 tanesi başka araştırmacıların 8 tanesi de kendi örnekledikleri olmak üzere 23 farklı yıllık halka kronolojisini kullanarak 36°–42 ° Kuzey enlemleri ile ve 26 °–38 ° Doğu boylamları arasında kalan bölgenin 1800-2002 dönemi için mart-nisan sıcaklıklarının rekonstrüksiyonunu yapmışlardır. Meteorolojik veri olarak KNMI Climate Explorer gridli verilerini kullanmışlardır. Örnekledikleri ağaç türleri ise karaçam, sarıçam, Doğu Karadeniz göknarı ve doğu ladinidir. 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.

Dendrojeomorfolojik Çalışmalar

Aytuğ ve Kılıç (1993), “*Contribution D’une Étude Dendrochronologique Á La Constatation De L’âge Du Lac Sülük (Bolu)*”, adlı çalışmalarında tektonik olarak oluşmuş olan Sülüklü Göl’ün içerisindeki çok sayıda dikili kuru ağaçtan dendrokronolojik materyaller almışlar ve yıllık halka kronolojileri oluşturmuşlardır. Aynı şekilde civarda bulunan canlı ağaçlardan da örnekler alarak ana kronolojiler meydana getirmişlerdir. Gölden alınan ve canlı ağaçlardan oluşturulan meşe kronolojileri arasında önemli bir uyum bulunmuş ve gölün 1702 veya 1703 yılında tektonik olarak oluştuğu sonucuna varmışlardır (Akkemik, 2004).

Sheppard ve White (1995), “*Tree-Ring Responses to the 1978 Earthquake at Stephens Pass, Northeastern California*” adlı çalışmalarında 1978 yılında Kaliforniya’nın kuzeydoğusunda meydana gelen depremin ağaçların büyüme halkalarını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Söz konusu deprem Kaliforniya kuzeydoğusunda 2 km boyunca yaklaşık 4.5 metre genişliğinde ve 1 metre derinliğinde çöküntü alanları meydana getirmiştir. Bu çöküntü alanının oluşumu, çöküntü alanında veya çok yakın alanlardaki birçok ağacın ölümüne ya da yaralanmasına yol açmıştır. Alınan 10 örnekten 9’unda 1979 yılı ve sonraki birkaç yılda halka genişliğinde ortalamaya göre daralma gözlenmiştir. Normal atımlı bir fayda meydana gelen depremin yıllık halka gelişimini bu şekilde etkilemesi, doğrultu atımlı faylarda da benzer etkinin olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

Benson vd. (2001), “*Renewal of Tidal Forest in Washington State after a Subduction Earthquake in A.D. 1700*” başlıklı çalışmalarında Washington’un Pasifik kıyıları boyunca yayılış gösteren Sitka ladinlerinin gelişimi ile M.S. 1700 yılında bölgede meydana gelen deprem arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Buna göre M.S. 1700’de meydana gelen bu deprem, Kaskad dalma zonu merkezinde plaka sınırındaki en son yırtılmadır. Bölgeden alınan en yaşlı 121 ladin örneğinin halkaları sayılmış ve tarihlendirmesi 1700 depremi ile yaşıt çıkmıştır. Bu olay depremlerin ekolojik süreci nasıl etkileyebildiğini de ortaya koymuştur.

Carrara ve O’Neill (2003), “*Tree-Ring Dated Landslide Movements and Their Relationship to Seismic Events in Southwestern Montana, USA*” adlı çalışmalarında Güneybatı Montana’da heyelan hareketleri ile sismik olaylar arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Heyelan yıllarında yıllık halka genişliklerinde daralmalar ve reaksiyon odunları gözlenmiştir. 20. yüzyıl boyunca çok sayıda hareket dönemi tespit edilmiş

olup, hareket dönemlerinin çoğu bölgedeki önemli depremleri takip eden yıl olarak dikkati çekmiştir. Çalışma, toprak kayması hareketlerinin birçoğunun çalışma alanından yaklaşık 200 km uzaklıktaki depremler tarafından tetiklendiğini ya da doğrudan meydana geldiğini göstermektedir.

Bekker (2004), “*Spatial Variation in The Response of Tree Rings to Normal Faulting During the Hebgen Lake Earthquake, Southwestern Montana, USA*” başlıklı çalışmalarında 17 Ağustos 1959’da Hebgen Gölü depreminin (Montana, ABD) bölgedeki Douglas köknarlarının ağaç halkaları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, deprem sonucu meydana gelen kırığa dik olarak, 50 metre uzunluğunda 9 çapraz kesitten ve kırığın 5, 20, 35 ve 50 metre yukarı ve aşağı kısmından 78 ağaçtan örnek alınmıştır (aşağı kısmından 41, yukarı kısmından ise 37 ağaçtan). Depremin yıllık halka gelişimine etkilerinin ağacın yaşı ve boyuna göre farklılaştığı, genç ağaçlarda aşağı kısımdaki tepkilerin yukarı kısımlara göre çok belirgin ve uzun süreli olduğu (12 yıl alt-6 yıl üst), büyük ağaçlarda ise aşağıda ya da yukarıda olmanın bir fark oluşturmadığı belirlenmiştir.

Stefanini (2004), “*Spatio-Temporal Analysis of a Complex Landslide in Northern Apennines (Italy) by means of Dendrochronology*” başlıklı araştırmasında İtalya’da Kuzey Apenin dağlarında meydana gelen heyelanların dendrokronolojik yöntemlerle alansal ve zamansal analizini yapmıştır. Çalışmada, heyelan gövdesinden aldığı ağaçların 1956, 1957, 1982, 1983, 1990, 1995 ve 1998 yıllarında büyüme anomalileri gösterdiklerini tespit etmiştir. 1990 yılındaki harekette düşük büyüklükle karakterize olmalarına rağmen sismik aktivitenin tetikleyici olabileceği; muhtemelen 1982, 1983 ve 1995 yıllarındaki hareketliliğin temel sebebi olarak yağışların rol oynamış olabileceği; diğer hareketlerde ise çoğunlukla kurak dönemleri izleyen uzun süreli yağışlarla bağlantılı olabileceğini ortaya koymuştur.

Kozacı (2011), “*Kuzey Anadolu Fayı’nın Orta Kesimi Üzerinde Dendrosismolojik Çalışmalar: Üçyüz Yıllık Yüzey Kırığı Geçmişinin Ağaç Halkaları Kullanılarak Belgelenmesi*” adlı çalışmasında Kuzey Anadolu Fayı’nın 1943 depremi yüzey kırığı izi üzerinde bulunan, Ilgaz ve Tosya arasında kalan, orta kesimindeki 15 kilometrelik bir bölge boyunca dendrosismolojik yöntemler uygulamıştır. Fay boyunca 28 sarıçamdan (*Pinus sylvestris*) alınan karot numuneleri yüzey kırığına ve kuvvetli yer sarsıntısına bağlı hasarlar sonucu gelişmiş anomaliler göstermektedir. 14 ağaçtan alınan örnekler 1943 Tosya depremi ile eşzamanlı ani büyüme yavaşlaması ve bunu

takip eden iyileşme süreçleri göstermektedir. Anomali gösteren örneklerin çokluğu, fay boyunca dizilmiş hasarlı ağaçların coğrafik dağılımı, ağaç halkalarında gözlenen yıllık büyüme eğilimleri ve tüm bu anomalilerin 1943 depremi ile eşzamanlı oluşu söz konusu verilerin deprem kaynaklı olduğuna dair kuvvetli birer kanıt olarak sunulmuştur.

Pınarcı ve Çetin (2012), “*Haç Gediği Heyelanının (Karasisalı-Adana) Ağaç Halkaları Yöntemiyle Analizi*” adlı çalışmalarında 5 Ocak 2002’de Adana-Karaisalı’da meydana gelen Haç Gediği heyelanının izlerini, alandaki ağaçların yıllık halkaları üzerinde aramışlardır. Halka genişliği ile yağış arasında 1977 öncesi ve sonrasında da uyumsuzluk görülmüş, bu da 1977 yılında başka bir heyelan olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Avcı (2013), “*Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji*” adlı çalışmasında dendrokronolojinin ve dendrojeomorfolojinin Fiziki Coğrafya alanındaki uygulamalarını örneklendirmiştir.

Yaman vd. (2013), “*Cahnges in Stem Growth Rates and Wood Anatomy of Oriental Beech after a Landslide Event in Hanyeri, Bartın, Turkey*” adlı araştırmalarında Bartın’ın Hanyeri Köyü’nde Mayıs-1998’de meydana gelen, 10 kişinin ölümüne ve milyonlarca dolarlık maddi hasara yol açan, ani su baskının tetiklediği heyelanın, doğu kayını ağaçlarının kök ve gövde gelişimine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, heyelandan etkilenen, yarı etkilenen ve hiç etkilenmeyen bölgelerden, yaşları 90-100 arasında değişen doğu kayınlarından artım burgularıyla alınan örneklerde, heyelan öncesi ve sonrası dönemi içeren 8-11 yıllık dönemin halka genişlikleri karşılaştırılmıştır. Heyelandan etkilenen ve yarı etkilenen ağaçların halka genişliğinin ani şekilde değiştiğini gözlemlemişlerdir.

Durmuş (2016), “*Akdağ Heyelanı (Batı Toroslar)’Nın Kuzeydoğu Yamacındaki İkincil Heyelanların Dendrojeomorfolojik Açından Analizi*” başlıklı yüksek lisans tezi kapsamında Batı Toroslar’da meydana gelen Akdağ heyelanının kuzeydoğu yamacındaki ikincil heyelanlarına ağaçlardaki yıllık halka gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda ağaçların ikincil heyelanlara çeşitli tepkiler verdiğinden, yıllık halka gelişimlerinde eksantrik büyüme, büyümede ani azalma ve artış, yaralanma, reaksiyon odunu oluşumu, callus dokusu oluşumu, travmatik reçine kanalı oluşumu gibi anomaliler belirlendiğinden bahsetmiştir.

2. ARAŞTIRMA ALANININ DOĞAL COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

2.1. Jeolojik Yapı

Araştırma alanının yer aldığı Armutlu – Almacık – Arkotdağ zonu Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) Akyazı–Gölyaka–Düzce segmenti ile Batı Pontid zonundan ayrılırken KAF'nın diğer segmentini oluşturan Mudurnu Çayı segmenti ile Sakarya zonundan ayrılır. Miyosen'den itibaren varlığı bilinen Kuzey Anadolu Fayı aktif olup zaman zaman deprem üretmektedir. 1999 yılında araştırma alanının kuzeyinde yer alan segmenti 7.4 büyüklüğünde deprem üretmiştir (Gedik ve Aksay, 2002; Kılıç 2011).

MTA'nın 1/100.000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılarak çalışma alanının hazırlanan Jeolojik haritası incelendiğinde, Elmacık dağı stratigrafisinde Prekambriyen, Alt-Orta Kambriyen, Ordovisiyen, Devoniyen, Permo-Triyas, Jura, Kretase, Paleosen, Eosen, Pliyosen ve Kuvaterner'e ait formasyonlar görülmektedir (*Harita 4*).

Prekambriyen seriye ait gnays, amfibolit ve şistler Elmacık Dağı'nın güneyinde yer alan Ortaköy'ün kuzeyinde; Elmacık Dağı'nın kuzeyinde yer alan Gölorman-Çınardüzü köyleri arasında görülmektedir (*Harita 4*).

Paleozoik dönem içerisinde yer alan Alt-Orta Kambriyen'i temsil eden nummulitli kireçtaşları Tavak-Darıyeri-Dipsizgöl köyleri arasında gözlenmektedir. Ordovisiyen ile Devoniyen'e ait kireçtaşı, marn, kumtaşı ve şeyllere ise güneyde Elmacıkdere köyü ile Balıklı yaylası arasında ve kuzeyde Kaynaşlı'nın güneyinde rastlanmaktadır. Permo-Triyas'a ait şist ve mermerler Çiğdem ve Dikmen yaylaları arasında, Elmacık Dağı'nın batısında Merkez Yeniköy civarında, Dağ'ın güneyinde Şerefîye-Dokurcun arasında ve bu kısmın kuzey bölümü boyunca Keremali tepeye kadar istiflenmektedir (*Harita 4*).

Mesozoik dönem içerisinde yer alan Alt-Orta Jura'ya ait kumtaşı ve tüfler araştırma sahasının güneyinde Ekinveren ve Hacıyüpler köylerinde, Abant Gölü'nün doğusunda yaygın olarak ve batısında da yer yer olmak üzere rastlanmaktadır. Jura kireçtaşlarına araştırma sahasının güneydoğusunda Abant Gölü'nün doğusunda ve batısında güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu bir kuşak boyunca gözlenmektedir. Üst Kretase'ye ait metakumtaşı ve şistlere Çamyurdu Köyü'nden kuzeye doğru dar bir kuşak halinde ve Turnalık yaylası civarında rastlanmaktadır. Yine Üst Kretase'ye ait serpantinlere ise araştırma sahasının güneyinde yer alan Çamyurdu Köyü'nün hemen

doğusundan kuzeye Aksu Çayı'na kadar dar uzun bir kuşak halinde uzanmaktadır. Bu formasyonu doğu ve batıdan yine Üst Kretase'ye ait gabro ve amfibolitler çevrelemektedir. Üst Kretase'ye ait bloklu fişler ise araştırma sahasının güneyinde Elmacıkdere Köyü'nden alanın doğu sınırına kadar geniş bir alanda gözlenmektedir. Araştırma sahasında ayrıca Sinekli yaylasından Samandere Köyü'ne gidilirken MTA'nın jeoloji haritasında gösterilmeyen radyolaritlerle de karşılaşmıştır (*Harita 4, Foto 8*).



Foto 6. Elmacık Dağının güney eteklerinde yayılış gösteren üst Kretase'ye ait gabrolar (Çamyurdu Köyü yakınları)



Foto 7. Üst Kretase'ye ait serpantinler Elmacık Dağının güney eteklerinde yayılış gösterir (Çamyurdu Köyü yakınları)



Foto 8. Sinekli Yaylası-Samandere Köyü yolunda ofiyolitik kayaçlarla yer yer bir arada bulunan radyolaritler.



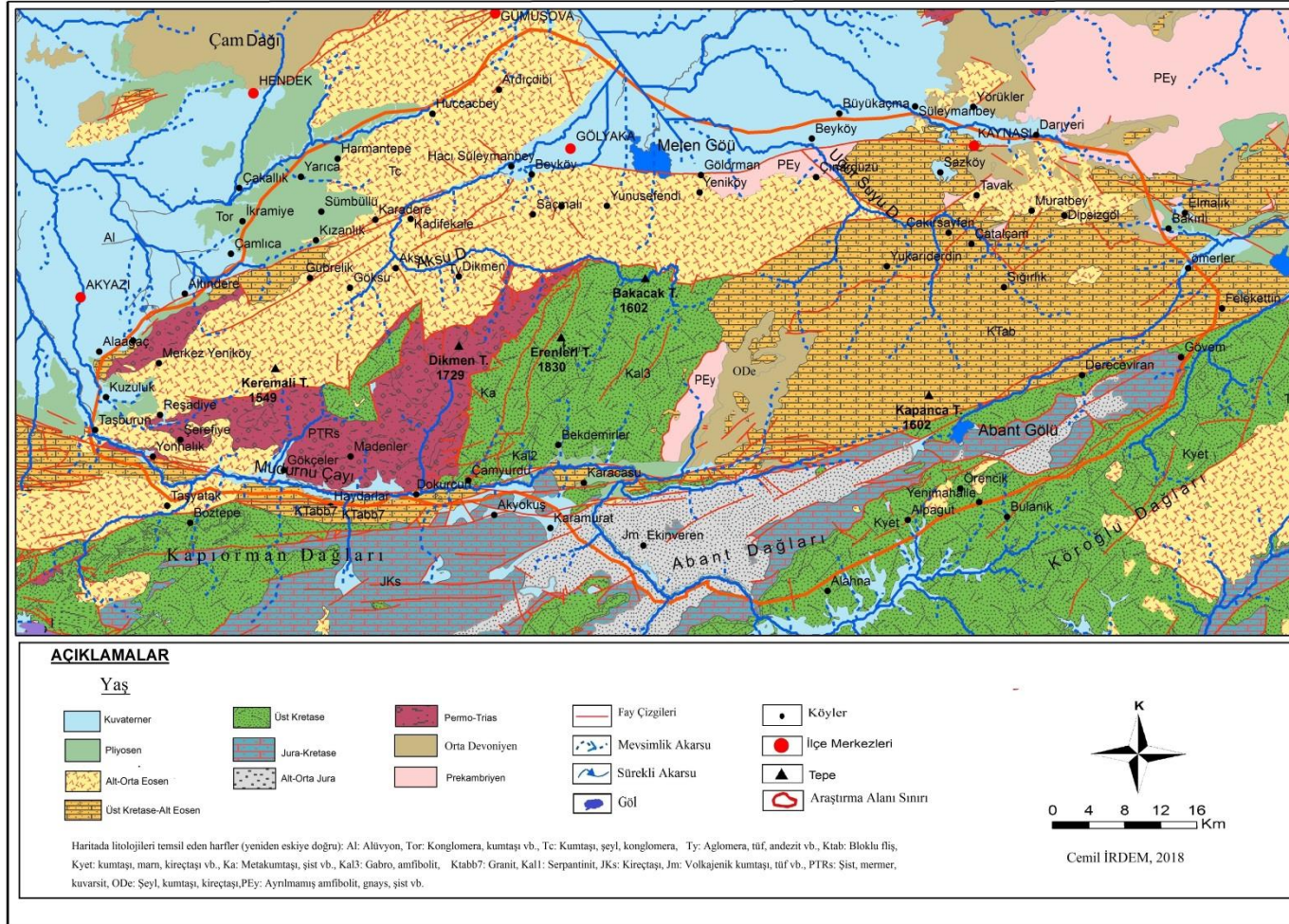
Foto 9. Metamorfik kayaçlardan şistlere Turnalık Yaylası-Akyazı yolunda rastlanmaktadır.

Tersiyer dönem içerisinde yer alan Alt-Orta Eosen'e ait volkanitler alanın Kuzeydoğusunda, Dipsizgöl Köyü çevresinde; güneybatıda Taşburun ve Beldibi köyleri arasında; kuzeyde Melen Gölü'nün güneyi ile Bakacak Tepe arasında güneyinde ve Kadifekale Mahalesi'nden Reşadiye Mahalesi'ne kadar kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir hat boyunca yaygın olarak dikkat çekmektedir. Alt-Orta Eosen'e ait kumtaşı, şeyl ve konglomeralara Alağaç Mahalesi'nden tez alanının kuzey sınırına uzanan alanda geniş bir alanda rastlamak mümkündür. Pliyosen'e ait karasal kırıntılılar (konglomera, kumtaşı, kilaşı vb.) araştırma sahasının kuzeybatısında Sumbüllü-Çamlıca Köyleri arasında gözlenmektedir (*Harita 4*).



Foto 10. Serpantinlerin üzerini örtmüş Alt Eosen'e ait kumtaşı-konglomera örnekleri (*Hendek-Karadere Mahallesi*).

Kuvaterner'e ait ayrılmamış birimler (alüvyonlar, yamaç molozları vb.) ise araştırma sahasında Elmacık Dağı'ndan onu çevreleyen depresyonlara geçişlerde yaygın olarak görülmektedir (*Harita 4*).



Harita 4. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin jeoloji haritası
(Kaynak: MTA'nın 1/100.000 ölçekli paftalarından düzenlenerek oluşturulmuştur)

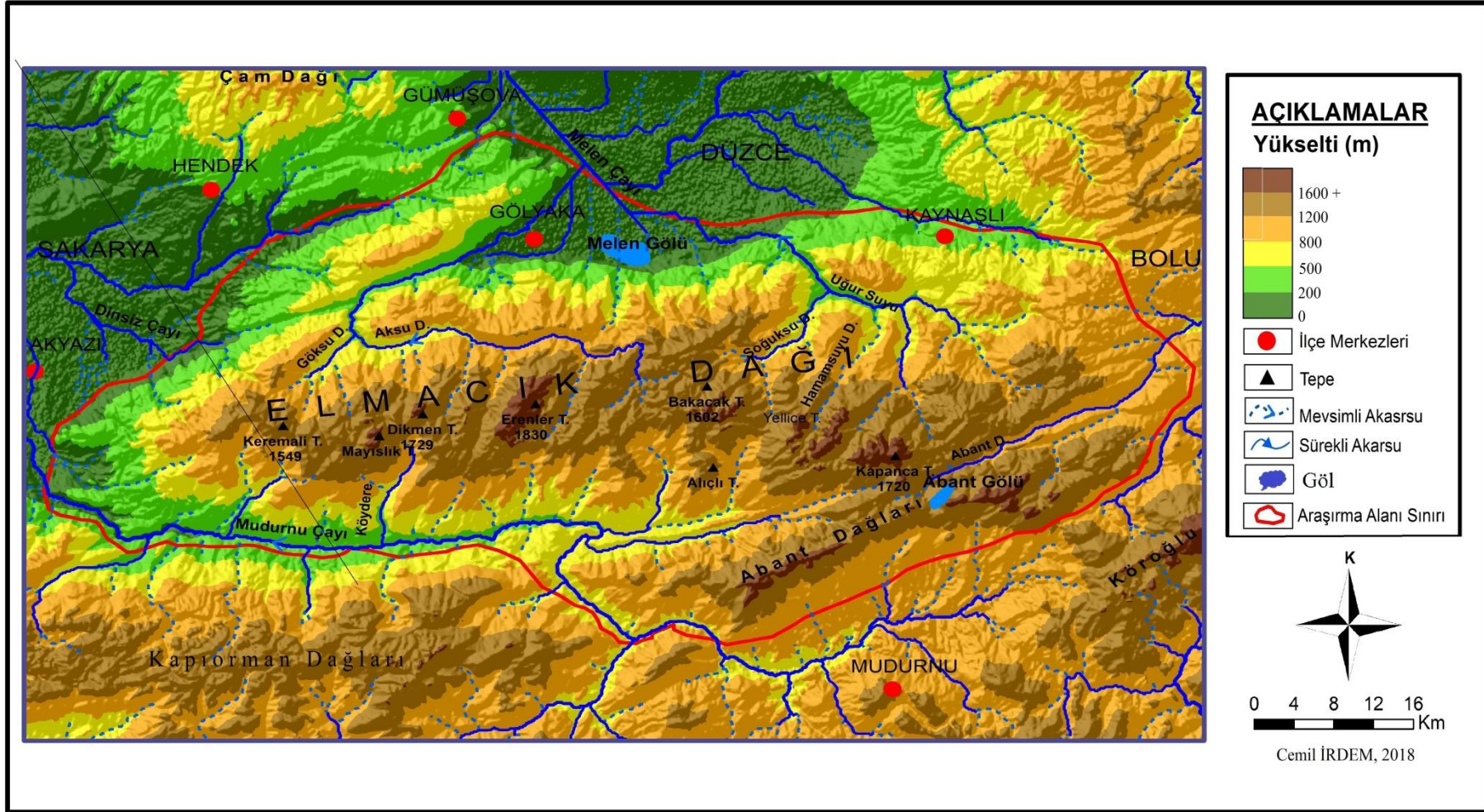
2.2. Jeomorfolojik Birimler

Araştırma alanı kuzeyden Adapazarı ve Düzce depresyonları, batıdan ve güneyden Mudurnu çayı vadisi ile doğudan ise Bolu depresyonu sınırlandırılmıştır. Bu depresyonlardan Elmacık Dağı'na geçildiğinde eğim hızlı bir şekilde artmaktadır. Elmacık Dağı'nın yüksek kesimlerinde ise yaylacılık faaliyetlerinin yapıldığı çok sayıda yüksek düzlük bulunmaktadır. Araştırma alanındaki önemli yükseltiler ise şöyledir: Erenler Tepe (1830 m), Dikmen Tepe (1729 m), Kapanca Tepe (1720 m), Bakacak Tepe (1602 m), Keremali Tepe (1543 m)'dir (*Harita 6*).

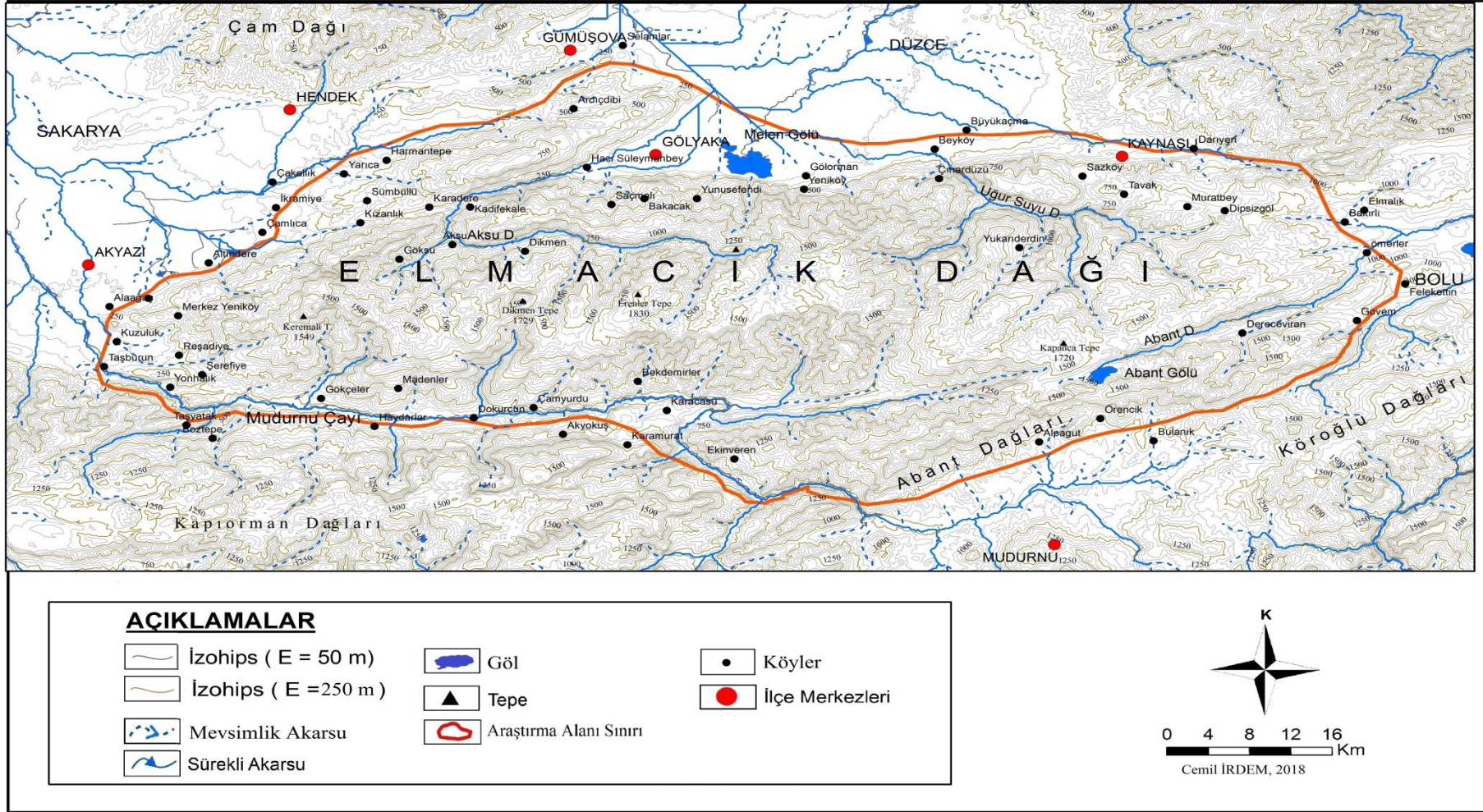
Keremali-Elmacık Dağı doğu-batı doğrultusunda uzayan bir paleozoik masiftir. Bu masif kabaca büyük bir antiklinale rastlar. Adapazarı ve Düzce Ovasından genç fay diklikleri ile aniden yükselen Keremali Dağı, kuzeyde Adapazarı ve Düzce Ovasına inen akarsularla, güneyde Mudurnu Çayı ve kollarıyla parçalanmıştır (Dönmez, 1979a; Kılıç, 2011).

Elmacık Dağı, Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde kalmaktadır. Hem kuzeyden hem de güneyden faylarla kuşatılmıştır. MTA tarafından hazırlanan “Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası” incelendiğinde, alanın kuzeyinde Karadere ve Düzce fayları, güneyinde ise Dokurcun fayının araştırma alanını kuşattığı görülmektedir (*Harita 4*).

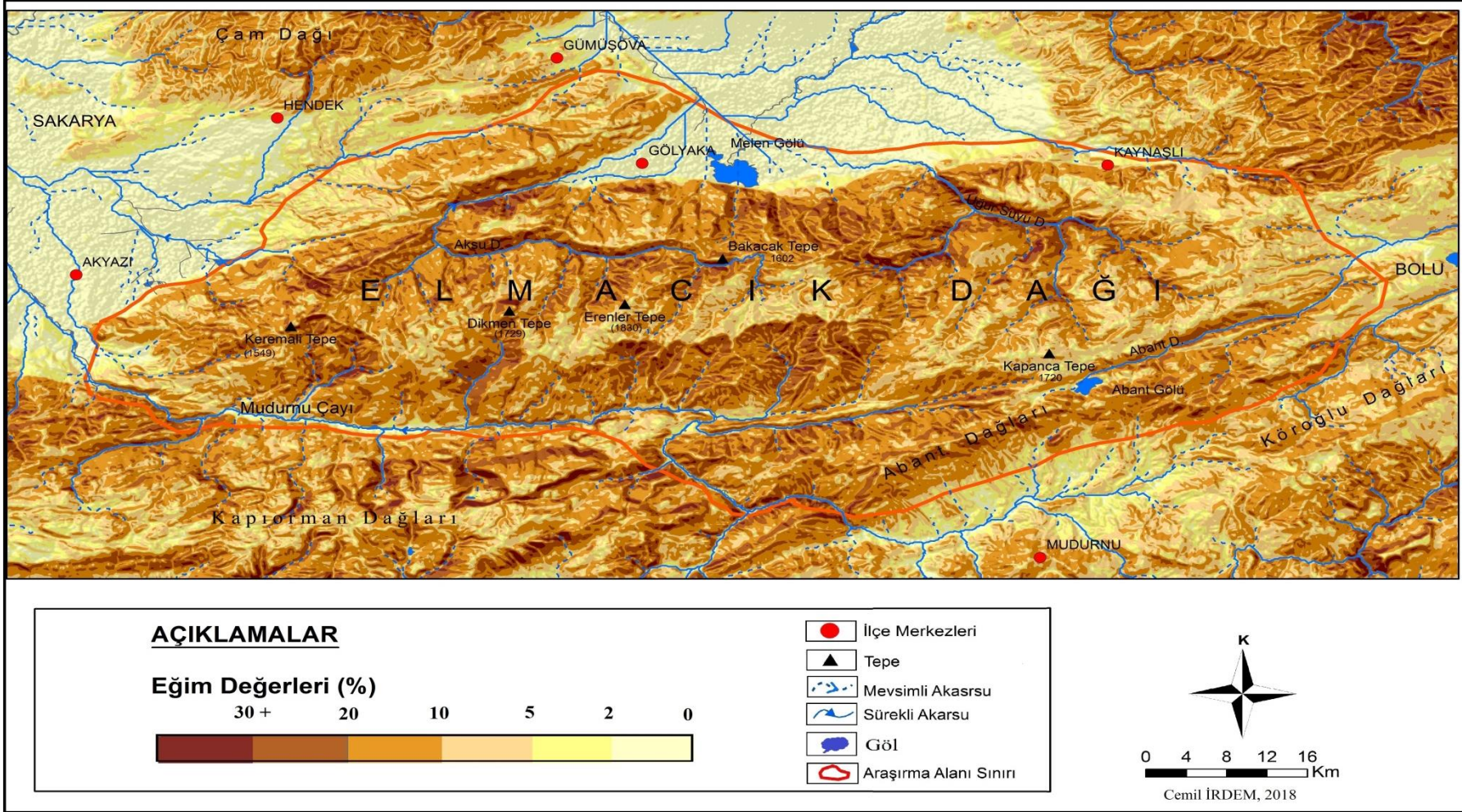
Araştırma alanındaki jeomorfolojik birimler incelendiğinde; alanın yüksek kesimleri dağ ve münferit tepelerden oluşurken, yer yer aşınım düzlükleri sahayı eğim yönüyle rahatlatmıştır (*Harita 5, 6 ve 7*). Ayrıca Elmacık Dağı'nı çevreleyen depresyon alanları, iki temel morfolojik ünite olan dağ ve depresyon alanlarını birbirine bağlayan yamaçlar ve çentik vadiler gibi şekiller de bulunmaktadır. Faylanmaların etkisiyle kuzey kesimlerden depresyonlara geçişler çok daha dik yamaçlarla olurken, güney yamaçlarda ise eğim daha kademeli olarak azalmaktadır (*Harita 5 ve 7*). Bu durum bakı etkisinin de desteğiyle aktif heyelan alanlarının çoğunlukla araştırma sahasının kuzeyinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Gerek eğimli arazilerin varlığı, gerekse şiddetli yağışlar, Elmacık Dağı ve yakın çevresini heyelanlar açısından hassas hale getirmiştir. Öyle ki, MTA tarafından hazırlanan Türkiye heyelan haritasına göre alanda çok sayıda küçüklü büyüklü, aktif ve eski heyelan sahalarının olduğu görülmektedir. Sahadaki gözlemlerle de bu heyelan alanları yerinde incelenmiştir (*Harita 19*).



Harita 5. Elmamacık Dağı ve yakın çevresinin yükselti kademeleri (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)



Harita 6. Elmâcık Dağı ve yakın çevresinin topoğrafya haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)

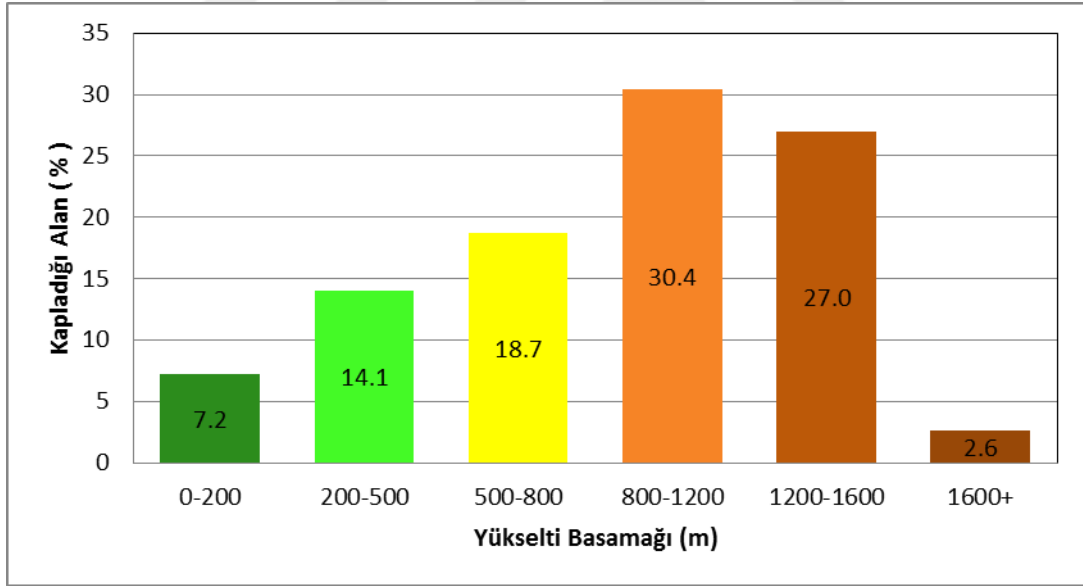


Harita 7. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin eğim haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)

Araştırma alanının % 60'ı 800 metrenin üzerinde yükseltiye sahiptir. En büyük paya sahip yükselti basamağı % 30.4 ile 800-1200 metre arasındır. Bu yükselti kademesi kayın-göknar topluluklarının yoğun görüldüğü alanlardır. Nitekim araştırma sahasında en geniş yayılışa sahip vejetasyon da % 22.4 ile bu topluluktur. 0-200 metre aralığı sadece % 7.2'lik paya sahiptir. Daha çok tarımsal faaliyetlerin yapıldığı 0-800 metre aralığının oranı % 40'tır (Tablo 7, Harita 5, Şekil 1).

Tablo 7. Araştırma sahasında yükselti basamaklarının dağılışı.

Yükselti Basamağı	Kapladığı Alan (km ²)	Kapladığı Alan (%)
0-200	119.3	7.2
200-500	233.4	14.1
500-800	311.1	18.7
800-1200	505.3	30.4
1200-1600	447.4	27.0
1600+	43.0	2.6
Toplam	1582	100



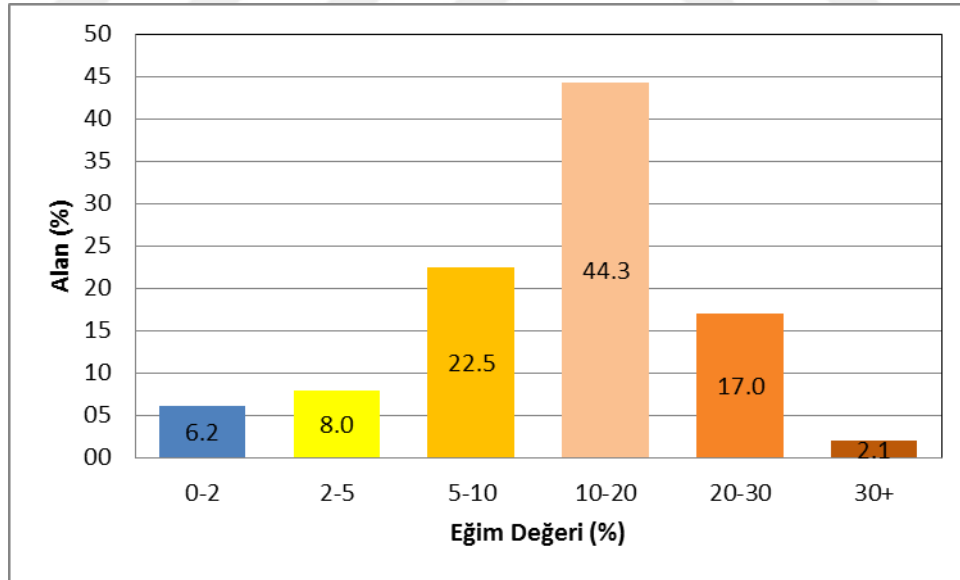
Şekil 1. Araştırma sahasında yükselti basamaklarının oransal dağılımı.

Dağlık alanlarda dağların ve dağları yaran vadi yamaçlarının eğim durumu, toprak oluşumu ve ayrışma olaylarını, erozyon ve bitkilerin yayılışını önemli ölçüde belirlemektedir. Eğim arttıkça yüzeysel akışa geçen su miktarı artmakta buna bağlı olarak erozyon şiddetlenmekte ve bitki örtüsü zayıflamaktadır (Atalay, 2014; Atalay ve Efe, 2015; Özetkinci, 2019).

Araştırma sahasının % 63.1'lik kısmı % 10'dan daha fazla eğime sahiptir. % 61'lik alan % 10-30 eğim grubundadır. % 0-2 eğim grubunun oranı sadece % 6.2'dir (Tablo 8, Harita 7, Şekil 2). Bu durum ziraat faaliyetlerinden eğimli arazilerde yaygın olarak yapılabilen fındık tarımının yaygın olmasına neden olmuştur. Eğimli arazilerin fazlalığı heyelan olaylarının da arazide sıkça görülmesine neden olmaktadır. Sahayı çevreleyen alçak alanlardan Elmacık Dağı'na geçişte eğimim aniden artmasının ve kısa mesafede yükseltinin de hızlı değişiminin bir diğer sonucu sıcaklık ve yağış koşullarının hızlı değişimidir.

Tablo 8. Araştırma sahasında eğim gruplarının dağılımı.

Eğim Değeri (%)	Kapladığı Alan (km ²)	Kapladığı Alan (%)
0-2	97.7	6.2
2-5	126.3	8.0
5-10	356.1	22.5
10-20	700.1	44.3
20-30	269.2	17.0
30+	32.7	2.1
Toplam	1582	100



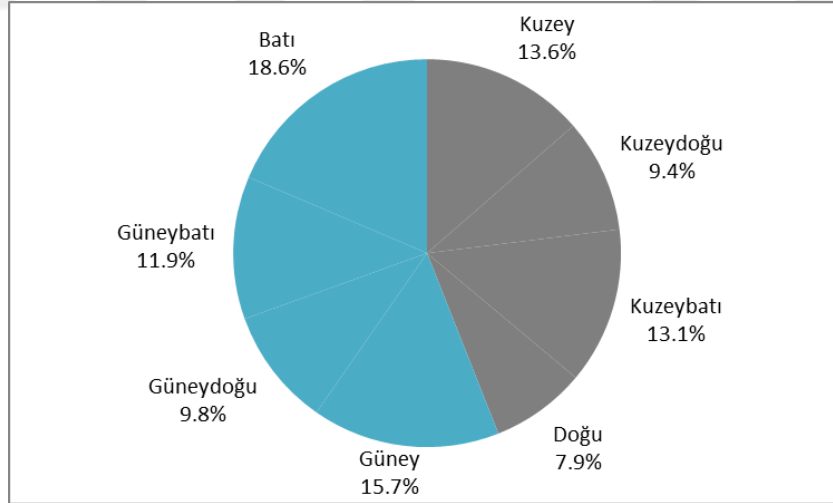
Şekil 2. Araştırma sahasında eğim gruplarının oransal dağılımı.

Güneş bakışı, güneş ışınlarının geliş açısıyla ilgili olması nedeniyle sıcaklık, yağış ve nem koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bu durum mikroorganizma faaliyetleri, toprak şartları, güneşlenme gibi unsurlar arasında farklılaşmaya neden olmaktadır. Topografyadaki farklı yönelmeler, güneş ışınlarından etkilenme derecesini değiştirmektedir (Duran ve Günek, 2010; Özetkinci, 2019).

Araştırma sahasında güney bakılı alanların oranı % 56 iken kuzey bakılı alanların oranı % 44'tür. (Tablo 9, Harita 7, Şekil 3). Ülkemizde, konumundan dolayı kuzey yamaçlar güney yamaçlara göre daha az güneş radyasyonuna maruz kaldığı için, araştırma sahasının kuzey yamaçlarında daha az ışık isteği olan göknarların bulunduğu görülmektedir. Daha fazla ışık isteği olan sarıçamlar ise güney bakılı alanlarda yetişme imkanı bulmuştur. Kurakçıl ormanlar grubundaki kızılçamlar da yine güney bakılı yamaçlardadır (Harita 8).

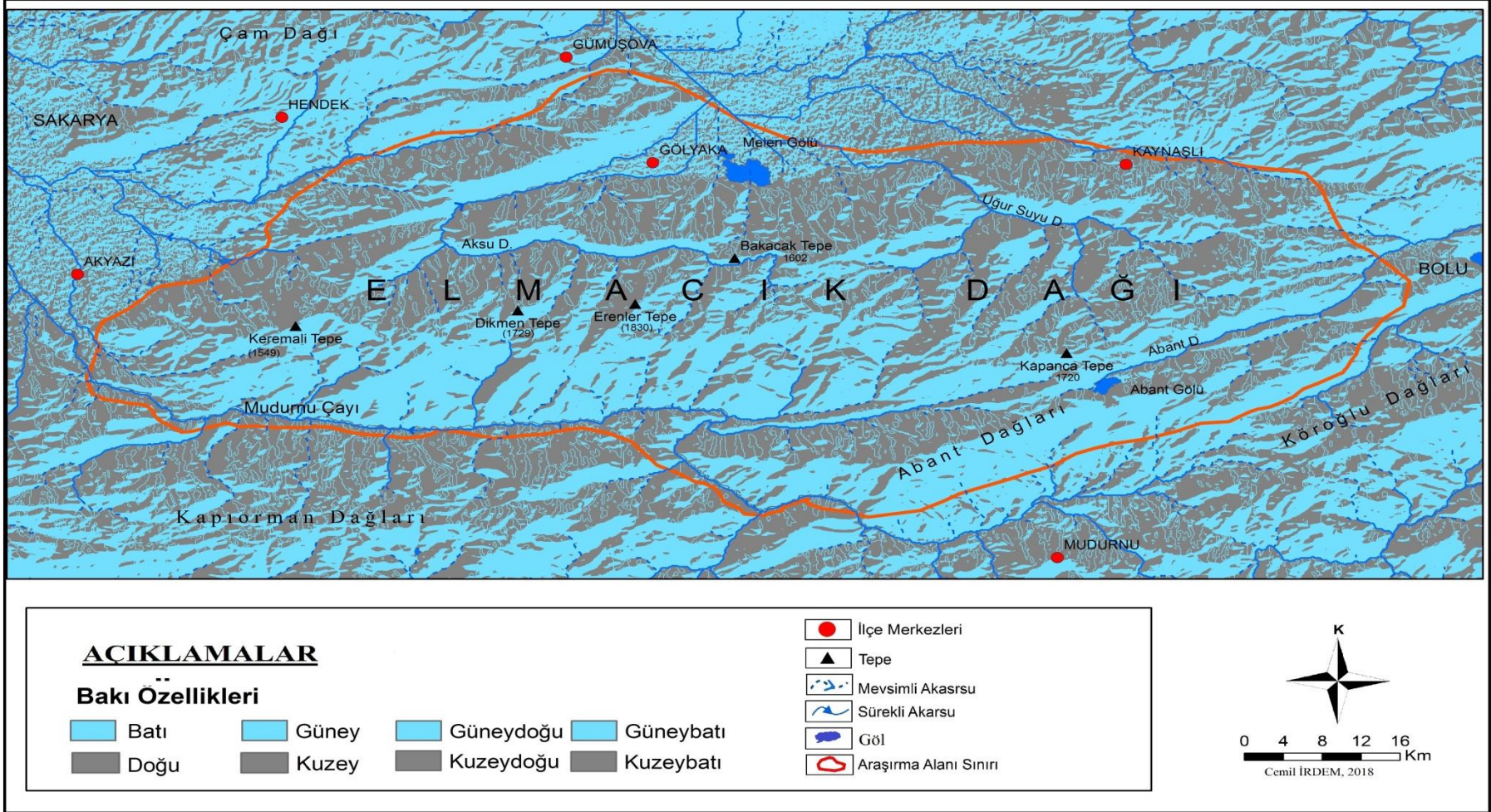
Tablo 9. Araştırma sahasında bakı gruplarının dağılımı.

Bakı	Kapladığı Alan (km ²)	Kapladığı Alan (%)
Kuzey	215.1	13.6
Kuzeydoğu	149.3	9.4
Kuzeybatı	206.5	13.1
Doğu	125.2	7.9
Güney	247.8	15.7
Güneydoğu	155.5	9.8
Güneybatı	188.4	11.9
Batı	294.2	18.6
Toplam	1582	100



Şekil 3. Araştırma sahasında bakı yönlerinin oransal dağılımı.

Elmacık Dağ'ının uzanışı Türkiye'de dağların genel uzanışına uygun olarak doğu-batı doğrultuludur. Bu durum deniz etkisinin güney yamaçlara geçişini de zorlaştırmış, nem isteği fazla olan türlerin kuzeyde yaygınlaşmasına neden olmuştur. Araştırma sahasının kuzey yamaçları Karadeniz'e dönükken, güney yamaçları yağış gölgesinde kalmaktadır.



Harita 8. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin bakı haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)

2.3. İklim

Bir yerin genel coğrafi özelliklerini ortaya koyabilmek için iklim özelliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Ayrıca tez kapsamında incelenen heyelan olaylarının belirlenmesinde, etkilerinin şekillenmesinde iklim özellikleri çok etkili olmaktadır. Dendrokronoloji çalışmalarında da iklim verileri önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü bitkilerin gerek büyümelerinde, gerekse çap artımlarında sıcaklık ve yağış koşulları belirleyici olmaktadır.

Araştırma alanında yer alan ve iklim verileri analiz edilen meteoroloji istasyonları ile bu istasyonlara ait bilgiler *Tablo 10*'da verilmiştir. Bu istasyonlardan Hendek ve Akyazı istasyonları 1987 yılından 1994 yılına kadar çalışmış, Mudurnu istasyonu 1964-97 yılları arasında ölçüm yapmıştır. Bolu Dağı istasyonu ise 2007 yılında açılmış ve 2016 yılı sonuna kadar ki verileri bu çalışma da kullanılmıştır. Sakarya, Bolu ve Düzce istasyonlarının ise uzun dönemli verileri bulunmaktadır. Kısa dönemli verisi olan istasyonlara ait analizler mevcut verileri üzerinden gerçekleştirilmiş, uzun dönemli veri haline dönüştürülmemiştir.

İklim özelliklerinin anlatıldığı bu bölümde sıcaklık, rüzgar, nem ve yağış özellikleri ile ilgili Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün hazırlamış olduğu bültenler üzerinden analizler yapılmıştır.

Tablo 10. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ilişkin bilgiler.

İstasyon Adı	Rakım	Veri Periyodu
Sakarya	31 m	1950-2016
Akyazı	50 m	1987-1994
Düzce	146 m	1962-2016
Hendek	175 m	1987-1994
Bolu	742 m	1950-2016
Mudurnu	840 m	1964-1997
Bolu Dağı	901 m	2007-2016

Kaynak: MGM

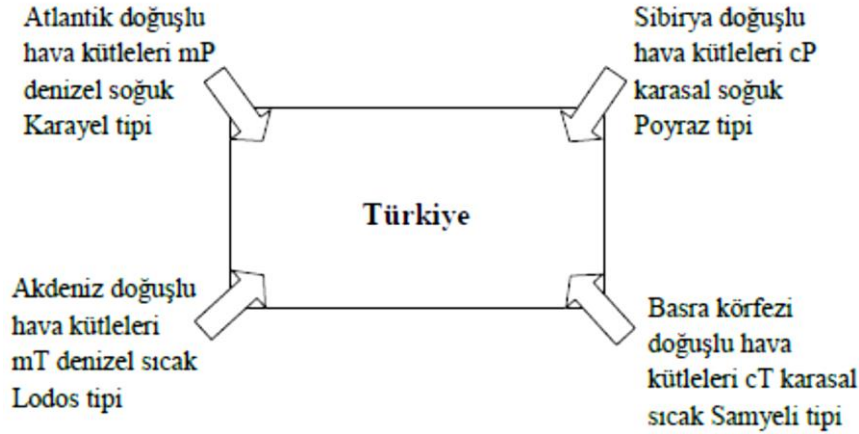
2.3.1. İklimi Etkileyen Faktörler

İklimi etkileyen faktörler incelenirken ilk olarak genelde Türkiye'nin ve özelde de inceleme alanının konumu ve genel atmosfer dolaşımı ile ilgili planeter faktörler (makroklima şartları), daha sonra da bölgesel ve yerel coğrafi faktörler ele alınmıştır.

2.3.1.1. Planeter Faktörler

Bu gruba giren etkenler Türkiye'de mevsimlik hava tiplerini ve dolayısıyla mevsimlerin genel karakterini belirler. Türkiye'nin hava kütlelerine, cephelere, akım doğrultularına, siklonik faaliyete göre konumu planeter faktörler (makroklima etkenleri) olarak değerlendirilir. Türkiye 36°-42° kuzey paralelleri arasında yer alan bir kara parçasıdır. Makroklima kuşakları bakımından incelendiğinde, Türkiye belli bir hava kütlelerinin bütün yıl boyunca etkili olduğu bir çekirdek sahası üzerinde bulunmaz. Türkiye dinamik-jenetik klimatoloji bakımından bir geçiş sahası üzerindedir. Türkiye genel olarak subtropikal kuşakta, kıtaların batı tarafında gerçekleşen ve Akdeniz iklim tipi olarak tanımlanan jenetik bir makroklima tipinin sahası içinde ve onu meydana getiren faktörlerin etkisi altında bulunur. Bu sahanın kuzeyinde kutbi hava kütlelerinin, güneyinde ise tropikal hava kütlelerinin çekirdek sahaları yer almaktadır. Böylece Türkiye'nin de içinde bulunduğu saha kışın kutbi, yazın tropikal kökenli hava kütlelerinin etkisi altındadır (Eriñç, 1996).

Türkiye'yi yazın ve kışın dört ana hava tipi (hava kütlesi) etkiler. Kuzey (polar) soğuk hava kütleleri kış ve bahar aylarında, güneyli (tropikal) hava kütleleri yaz ve bahar aylarında daha çok etkilidirler. Genellikle hava durumuna göre farklılık göstermekle birlikte bu kütlelerin Anadolu'yu etkileme sırası saat ibrelerinin hareket yönüne uygun bir gidiş gösterir. (Erol, 1999).



Şekil 4. Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (Erol, 1999).

Karadeniz Bölgesi sonbahar başından itibaren güney kökenli tropikal ve kuzey kökenli polar hava kütlelerinin karşılaşması neticesinde meydana gelen planeter polar cephenin etki alanına girer. Bununla birlikte sahada sıcak ve soğuk cephe oluşumları sürekli olarak

birbirlerini izler. Kuzeybatı Avrupa'dan Türkiye'ye sokulan polar cephe, Trakya üzerinden Marmara ve Karadeniz'e yönelerek iki kol halinde varlığını sürdürür. Bu cephenin etkili olduğu günler kendini yağışlar ile gösterir. Bu yağışlar, Karadeniz kıyı kesiminde çoğunlukla yağmur ve yüksek kesimlerde ise kar yağışları ile temsil edilir. Cephe etkisinin dışında kalan çukur alanlar ile dağların güneye bakan yamaçlarında yağış miktarında azalma görülür. Polar cephenin etkinliği yağışlara bağlı olarak yaz başına kadar devam etmektedir (Atalay ve Mortan, 2006; Yılmaz, 2018).

2.3.1.2. Coğrafi Faktörler

Bu gruba giren etmenler, planeter etmenlere bağlı olarak meydana gelen makro klima şartlarında bölgesel değişikliklere yol açarlar ve böylece çeşitli bölgelerin iklim karakterlerini belirlerler. Bunları, ülkenin fiziki coğrafya şartlarına bağlı olarak makro klima karakterlerinde meydana gelen termik ve dinamik modifikasyonlar olarak kabul etmek doğru olur. Yükselti, orografi, kontinentalite derecesi de dâhil olmak üzere karadeniz dağılışı bu modifikasyonları meydana getiren başlıca fiziki coğrafya etmenleridir (Erinç, 1996).

Türkiye, engebeli, yüksek ve ortalama yükseltisi 1100 metre civarında olan, kütleli yapıya sahip bir ülkedir. Ülkenin deniz seviyesine göre yüksek olması, kıyıya paralel dağ sıralarının varlığı, denize yakınlık ve uzaklık gibi coğrafi faktörlerin etkisiyle iklim özellikleri daha çok çeşitlenir (Koçman, 1993).

“Türkiye batı-doğu doğrultulu dağlarla kaplıdır ve bu durum kuzey ve güneyde hava kütlelerinin iç kısımlara sokulmasını güçleştiren, kıyıları ile iç kısımlar arasındaki termik tezatları kuvvetlendiren birer set halinde yükselir” (Erinç, 1996).

“Orografik uzanışın önemli etkilerinden biri de özellikle kışın iç bölgeler üzerine yerleşen soğuk hava kütlelerinin (cP) kıyıları doğru sarkmasını büyük ölçüde önlemesidir” (Koçman, 1993).

Araştırma sahasında dağların uzanış doğrultusu Türkiye'deki genel uzanışa uygun olacak şekilde doğu-batı yönlüdür. Bu durum kuzeyde Karadeniz'den gelen nemli hava kütlelerinin dağın güney kesimlerine geçişlerini zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak da kuzey yamaçlar güney yamaçlara oranla daha nemli ve yaz-kış arasındaki sıcaklık farkı da daha azdır.

Elmacık Dağı'nda yükselti 1800 metreleri aşabilmektedir (Erenler Tepe: 1830 metre). Bu durum araştırma sahasında yağışla birlikte sıcaklık koşullarının da kısa mesafede hızla değişmesine neden olmaktadır. Örneğin Düzce'nin ortalama sıcaklığı 13.3 °C iken Bolu Dağı meteoroloji istasyonunda bu değer 8.7 °C'ye düşmektedir (Tablo 14).

Elmacık Dağı'nda cephelerin geliş yönüne dik olarak uzanan kuzeybatı yamaçların daha çok yağış aldığı görülmektedir. Bu anlamda dağın doğusunda 740 metre rakıma sahip Bolu meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağışı 553.9 mm iken, dağın kuzeybatı yamacında 901 metre rakımdaki Bolu dağı meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağışı 1057.8 mm'dir (*Tablo 22*).

Türkiye'nin mutlak konumunun bir sonucu olarak güney bakılı alanlar daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Araştırma sahasında güney bakılı alanların oranı % 56 iken kuzey bakılı alanların oranı ise % 44'tür.

2.3.2. İklim Elemanları

2.3.2.1. Sıcaklık

Sıcaklık Analizleri

Bolu istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 10.5 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (0.9 °C), en yüksek olduğu ay ise ağustos (19.9 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 19 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 8*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 17.2 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 28 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 8*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 4.9 °C'dir. Bu değer en düşük olduğu ay ocaktır (-3.2 °C) (*Tablo 13; Şekil 8*).

Sakarya istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 14.5 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (6.1 °C), en yüksek olduğu ay ise temmuz (23.3 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 17.2 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 5*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 19.9 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 29.4 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 5*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 10 °C'dir. Bu değer en düşük olduğu ay ocaktır (2.9 °C) (*Tablo 13; Şekil 5*).

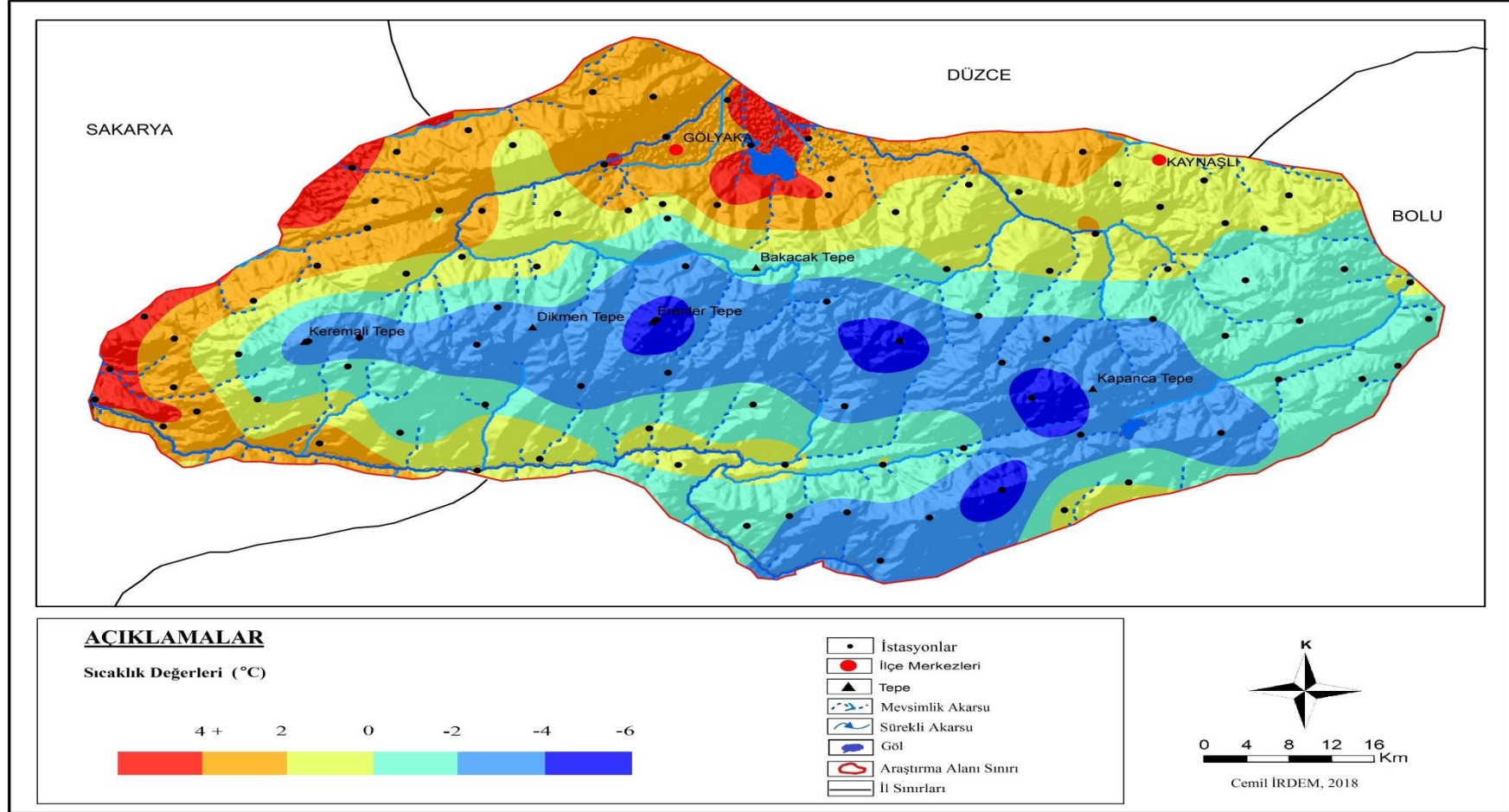
Düzce istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 13.3 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (3.8 °C), en yüksek olduğu ay ise temmuz (22.6 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 18.8 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 11*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 19.2 °C'dir. Temmuz ve ağustos aylarında bu değer 29 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 11*).

Mudurnu istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 9.1 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (-0.9 °C), en yüksek olduğu ay ise temmuz (18.8 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 19.7 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 10*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 15.8 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 26.4 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 10*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 2.6 °C'dir. Bu değer en düşük olduğu ay ocaktır (-5.7 °C) (*Tablo 13; Şekil 10*).

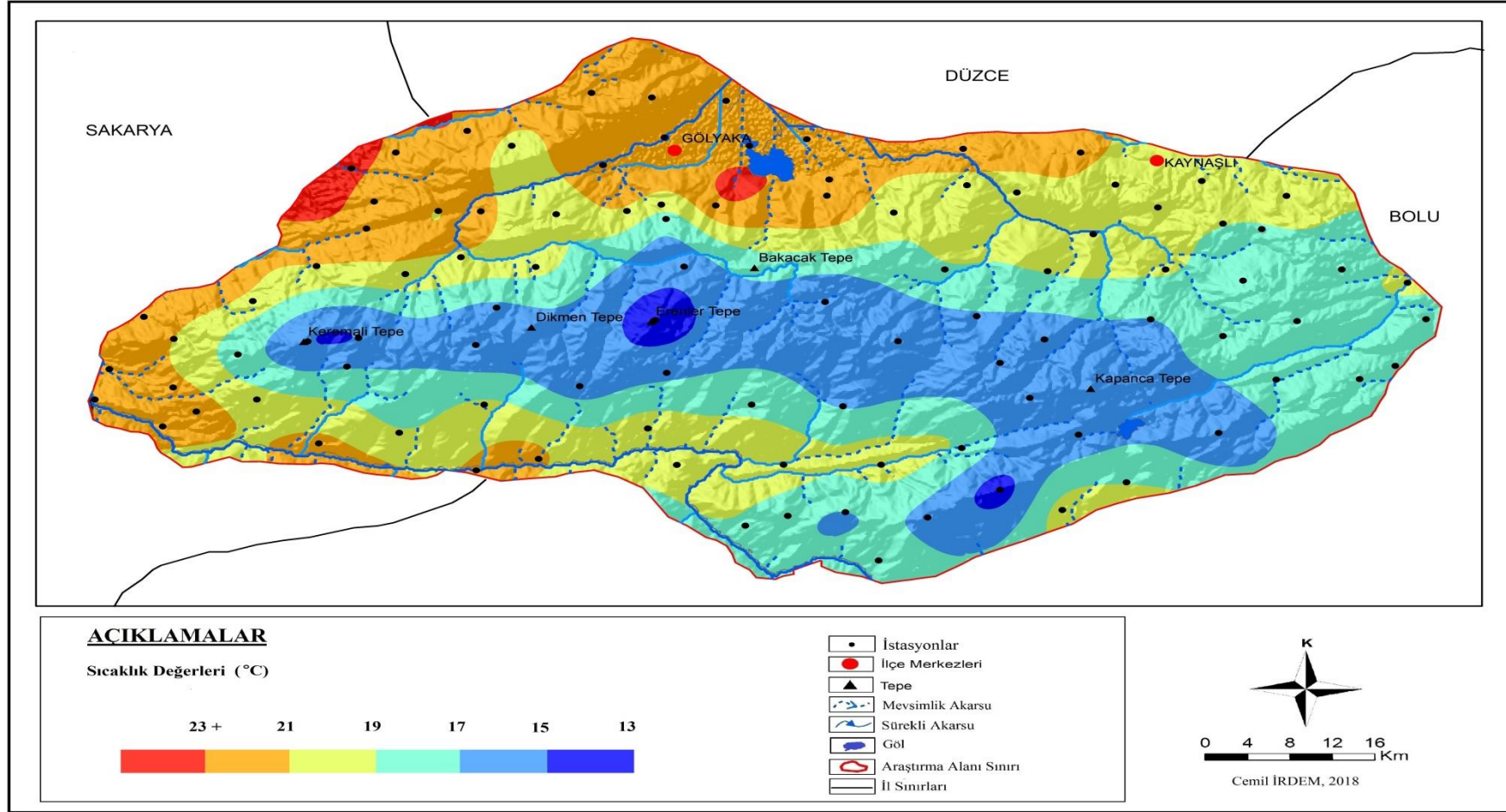
Bolu Dağı istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 8.7 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (0 °C), en yüksek olduğu ay ise temmuz (17.9 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 17.9 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 9*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 14.5 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 24.3 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 9*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 4.1 °C'dir. En düşük olduğu ay ocaktır (-3.5 °C) (*Tablo 13; Şekil 9*).

Hendek istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (4.2 °C), en yüksek olduğu ay ise ağustos (24 °C) ayıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 19.8 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 6*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 19.6 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 30.4 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 6*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 9 °C'dir. Bu değer en düşük olduğu aylar ocak ve şubattır (0.4 °C) (*Tablo 13; Şekil 6*).

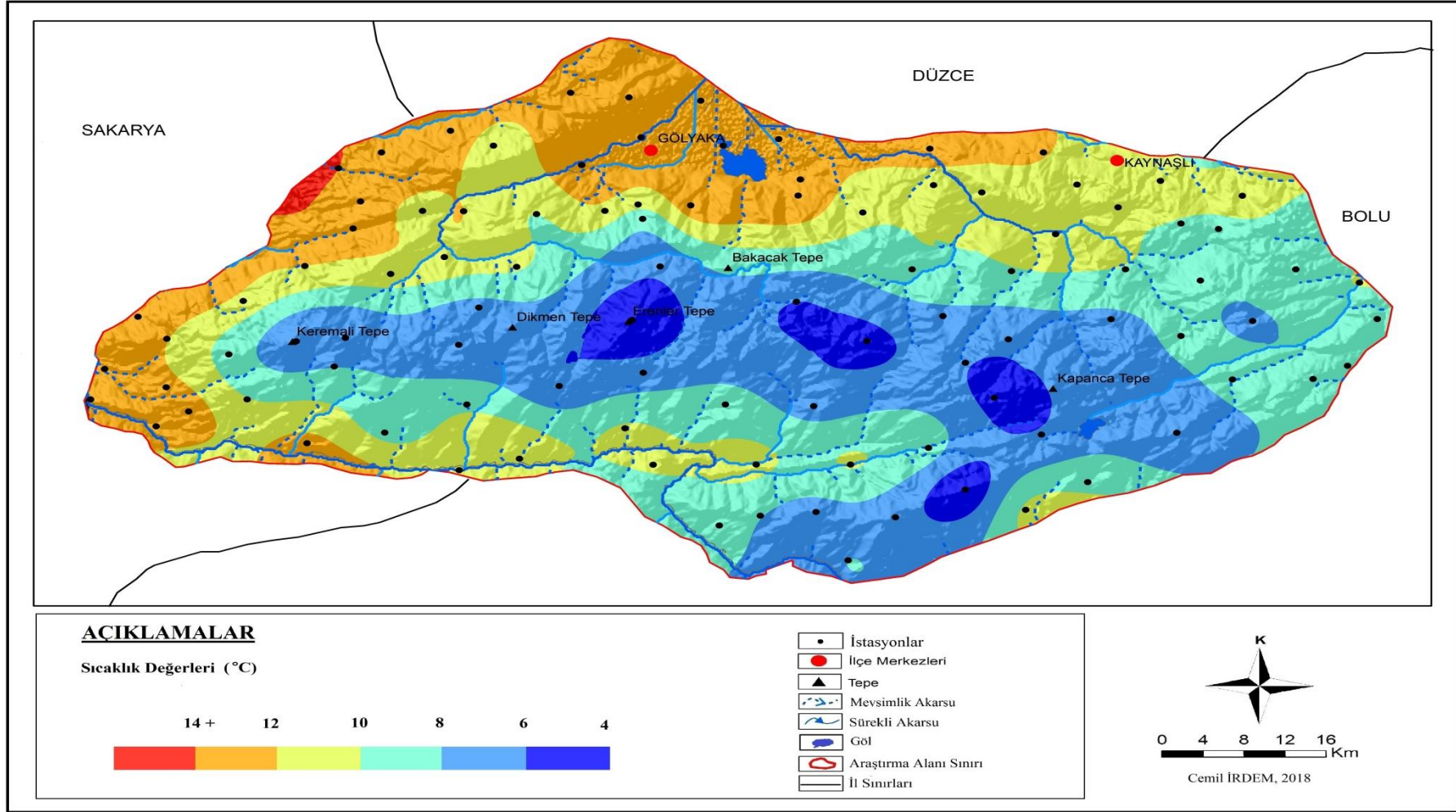
Akyazı istasyonunda yıllık ortalama sıcaklık 13.8 °C'dir. Sıcaklığın en düşük olduğu ay ocak (4.5 °C), en yüksek olduğu ay ise temmuz ve ağustos (22.7 °C) aylarıdır. En sıcak ay ile en soğuk ay arasındaki ortalama sıcaklık farkı 18.2 °C'dir (*Tablo 14; Şekil 7*). Maksimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 19.6 °C'dir. Ağustos ayında bu değer 29.5 °C ile en yüksek noktaya ulaşır (*Tablo 15; Şekil 7*). Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 8.1 °C'dir. Bu değer en düşük olduğu ay ocaktır (0 °C) (*Tablo 13; Şekil 7*).



Harita 9. . Elmacık Dağı ve yakın çevresinin ocak ayı ortalama sıcaklık dağılışı (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)

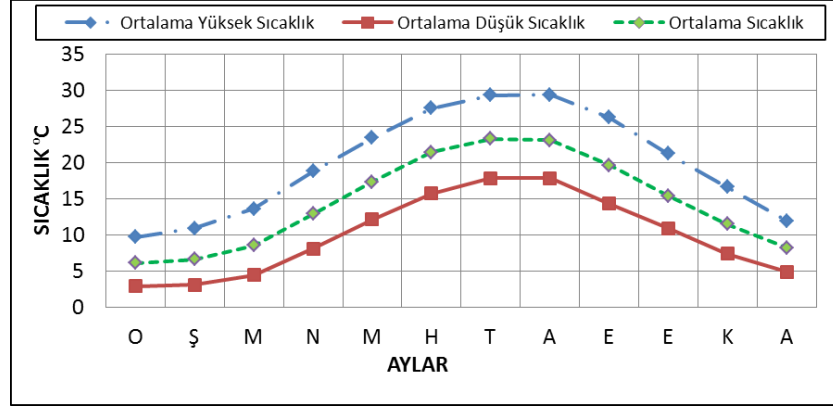


Harita 10. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin temmuz ayı ortalama sıcaklık dağılışı (Kaynak: MGM Verilerinden üretilmiştir)

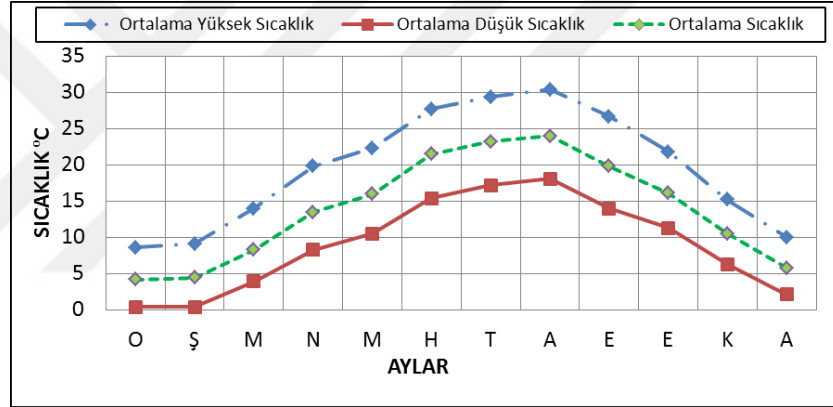


Harita 11. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin yıllık ortalama sıcaklık haritası (Kaynak: MGM Verilerinden üretilmiştir)

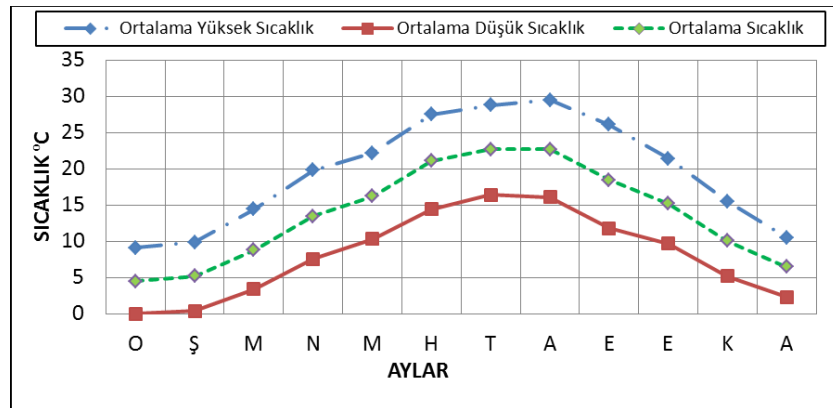
Minimum sıcaklıkların yıllık ortalaması 8.5 °C'dir. Bu değerin en düşük olduğu ay ocaktır (0.4 °C) (Tablo 12; Şekil 11).



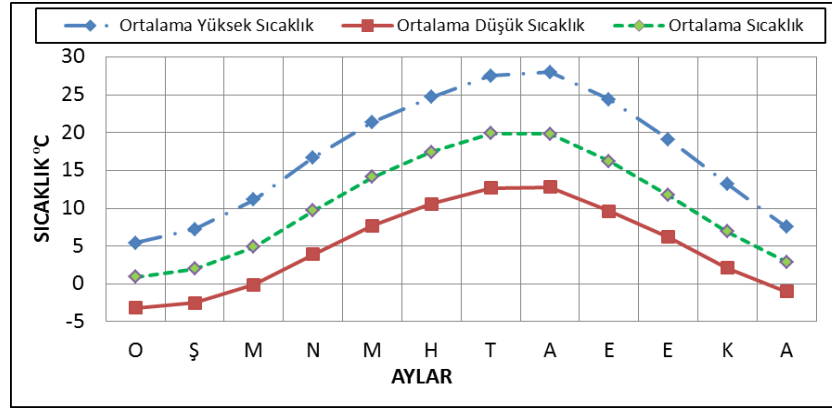
Şekil 5. Sakarya'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



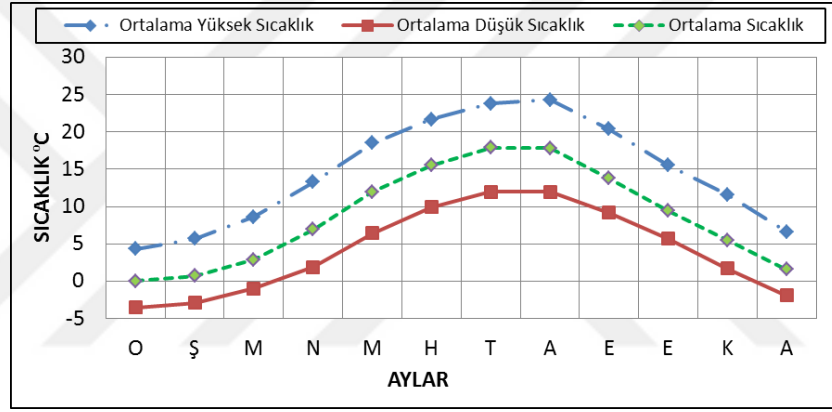
Şekil 6. Hendek'te ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



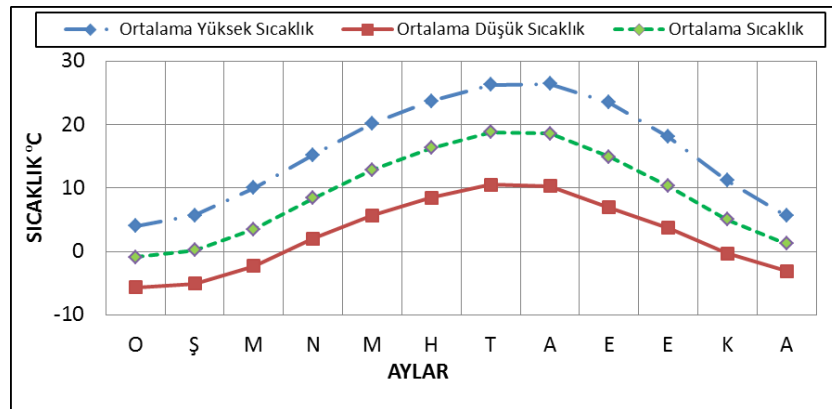
Şekil 7. Akyazı'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



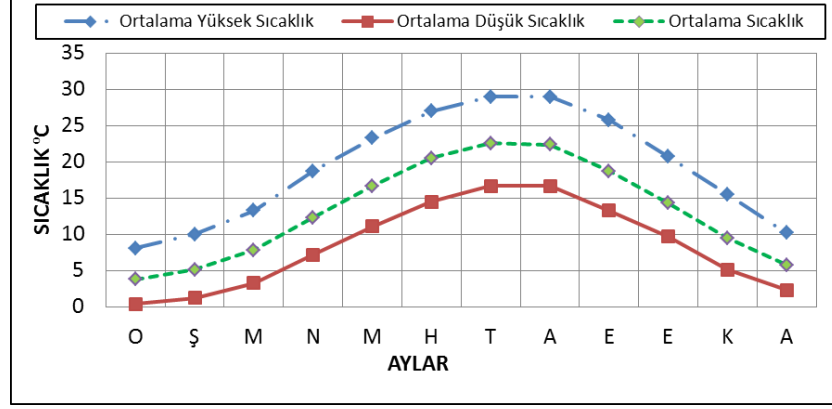
Şekil 8. Bolu'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Şekil 9. Bolu Dağı'nda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Şekil 10. Mudurnu'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.



Şekil 11. Düzce’de ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.

Tablo 11. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamaları.

İstasyon Adı	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Bolu	1950-2016	0.9	2.0	4.9	9.7	14.1	17.4	19.9	19.8	16.2	11.7	6.9	2.9	10.5
Sakarya	1950-2016	6.1	6.6	8.5	12.9	17.3	21.4	23.3	23.1	19.6	15.4	11.5	8.2	14.5
Düzce	1962-2016	3.8	5.1	7.8	12.3	16.7	20.5	22.6	22.4	18.7	14.3	9.5	5.8	13.3
Mudurnu	1964-1997	-0.9	0.2	3.5	8.4	12.9	16.3	18.8	18.6	14.9	10.3	5	1.2	9.1
Bolu Dağı	2007-2016	0	0.7	2.9	6.9	12	15.5	17.9	17.8	13.8	9.4	5.5	1.6	8.7
Hendek	1987-1994	4.2	4.4	8.3	13.5	16	21.5	23.2	24	19.8	16.1	10.5	5.8	13.9
Akyazı	1987-1994	4.5	5.2	8.8	13.5	16.2	21.1	22.7	22.7	18.5	15.2	10.1	6.5	13.8

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Tablo 12. Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklıklar.

İstasyon	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Bolu	1950-2016	5.4	7.2	11.1	16.7	21.4	24.7	27.5	28	24.4	19.1	13.2	7.5	17.2
Sakarya	1950-2016	9.7	10.9	13.6	18.8	23.4	27.5	29.3	29.4	26.2	21.2	16.6	11.9	19.9
Düzce	1962-2016	8.1	10	13.3	18.7	23.3	27	29	29	25.8	20.7	15.5	10.2	19.2
Mudurnu	1964-1997	4	5.7	10	15.2	20.2	23.7	26.3	26.4	23.5	18.1	11.2	5.6	15.8
Bolu Dağı	2007-2016	4.3	5.7	8.6	13.3	18.5	21.7	23.8	24.3	20.4	15.5	11.6	6.6	14.5
Akyazı	1987-1994	9.1	9.9	14.4	19.8	22.2	27.5	28.8	29.5	26.1	21.4	15.5	10.5	19.6
Hendek	1987-1994	8.6	9.1	14	19.8	22.3	27.7	29.4	30.4	26.7	21.8	15.2	10	19.6

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Tablo 13. Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama minimum sıcaklıklar.

İstasyon	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Bolu	1950-2016	-3.2	-2.5	-0.1	3.9	7.7	10.6	12.7	12.8	9.6	6.2	2.1	-1	4.9
Sakarya	1950-2016	2.9	3.1	4.4	8.1	12.1	15.7	17.8	17.8	14.3	10.9	7.4	4.9	10.0
Düzce	1962-2016	0.4	1.2	3.3	7.2	11.1	14.5	16.7	16.7	13.3	9.7	5.1	2.3	8.5
Mudurnu	1964-1997	-5.7	-5.1	-2.3	2	5.7	8.5	10.5	10.3	6.9	3.7	-0.3	-3.1	2.6
Bolu Dağı	2007-2016	-3.5	-2.9	-1	1.9	6.4	9.9	12	12	9.2	5.7	1.7	-1.9	4.1
Akyazı	1987-1994	0	0.4	3.4	7.6	10.3	14.4	16.4	16.1	11.8	9.7	5.2	2.3	8.1
Hendek	1987-1994	0.4	0.4	3.9	8.3	10.5	15.4	17.2	18.1	14	11.3	6.3	2.1	9.0

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Don Olayı

“Bitkiler yüksek sıcaklıklara tahammül ettikleri ölçüde düşük sıcaklıklara dayanamazlar. Don olayları özellikle ilkbahar ve sonbaharda önemlidir. İlkbahar da bitkilerin çiçeklerine sonbaharda ise henüz olgunlaşmamış sürgünlerine zarar verir (Dönmez, 1990; Aydınöz, 1997).

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarında sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayısı 20.3 gün (Sakarya) ile 111.4 gün (Mudurnu) arasında değişmektedir. Sakarya’da yılın beş ayı don olayı görülürken, Mudurnu’da temmuz ve ağustos ayları dışında tüm aylarda don olaylarının yaşandığı görülmektedir. Donlu günler sayısının en fazla olduğu ay tüm istasyonlarda ocak ayıdır (Tablo 14).

Tablo 14. Araştırma alanı ve yakın çevresinde sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayıları.

İstasyon	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Toplam
Bolu	1950-2016	21.8	18.8	15.6	4.2	0.3					1.7	9.4	17.6	89.4
Sakarya	1950-2016	6.8	6.1	3.1	0.2							0.9	3.2	20.3
Düzce	1962-2016	12.9	10	5.2	0.6						0.1	3.1	8.8	40.7
Mudurnu	1964-1997	22.6	21.1	19.8	8.2	1.8	0.1			0.5	4.8	14.1	21	114.0
Bolu Dağı	2007-2016	25	20.4	19.7	9.7	0.8					2.7	11.4	21.7	111.4
Akyazı	1987-1994	14.3	11.3	4.1	0.1							2.8	8.9	41.5
Hendek	1987-1994	11.8	11.6	3								1.3	6.8	34.5

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Toprak Sıcaklığı

Araştırma alanı ve yakın çevresinde toprak sıcaklığı verisi olan meteoroloji istasyonları Sakarya, Bolu ve Düzce'dir. Üç istasyonda da 5, 10, 20 ve 50 cm derinlikler için toprak sıcaklığının en düşük olduğu ay ocak iken 100 cm derinlik için en düşük sıcaklık şubat ayına rastlamaktadır (Tablo 15). 5, 10 ve 20 cm derinlikler için en yüksek toprak sıcaklığı üç istasyonda da temmuzdur. 50 ve 100 cm derinlikler için ise ağustos ayında toprak sıcaklığı en yüksektir (Tablo 15).

Genel olarak kış aylarında ortalama sıcaklıkların düşük olması nedeniyle derinlik arttıkça toprak sıcaklığı artarken; yaz aylarında ise ortalama sıcaklıkların yüksek olması nedeniyle derinlere gidildikçe toprak sıcaklığı düşmektedir. Üç istasyonda da 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerdeki yıllık ortalama toprak sıcaklıkları, istasyonların yıllık ortalama sıcaklıklarından yüksektir (Tablo 15).

Tablo 15. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarda toprak sıcaklıkları.

İstasyon	Toprak Sıcaklıkları	AYLAR												Yıllık Ort.
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Bolu (1950-2016)	Ort. Sıcaklık	0.9	2	4.9	9.7	14.1	17.4	19.9	19.8	16.2	11.7	6.9	2.9	10.5
	Ort. 5 cm. Toprak Sıc.	1.6	2.9	6.9	12.8	18.7	22.9	26.2	25.8	20.8	13.9	7.1	3.1	13.6
	Ort. 10 cm. Toprak Sıc.	1.8	2.9	6.7	12.4	18.2	22.4	25.6	25.4	20.6	14	7.4	3.4	13.4
	Ort. 20 cm. Toprak Sıc.	2.2	3.1	6.6	12	17.6	21.8	25	24.9	20.5	14.3	7.8	3.9	13.3
	Ort. 50 cm. Toprak Sıc.	3.7	3.9	6.5	11.2	16.1	20.2	23.3	23.9	20.7	15.5	9.7	5.6	13.4
	Ort. 100 cm. Toprak Sıc.	6.2	5.5	6.9	10	13.8	17.4	20.3	21.7	20.3	16.7	12.3	8.4	13.3
Sakarya (1950-2016)	Ort. Sıcaklık	6.1	6.6	8.5	12.9	17.3	21.4	23.3	23.1	19.6	15.4	11.5	8.2	14.5
	Ort. 5 cm. Toprak Sıc.	5.4	6.4	9.3	15.1	21.2	25.8	28.4	27.8	23.2	17.1	11.1	7.1	16.5
	Ort. 10 cm. Toprak Sıc.	5.7	6.6	9.4	14.8	20.8	25.4	28	27.7	23.3	17.3	11.4	7.4	16.5
	Ort. 20 cm. Toprak Sıc.	6	6.6	9.1	14.3	20	24.6	27.3	27.2	23.2	17.6	11.8	7.8	16.3
	Ort. 50 cm. Toprak Sıc.	7.6	7.7	9.5	13.8	18.7	23.1	26	26.5	23.8	19.1	13.8	9.8	16.6
	Ort. 100 cm. Toprak Sıc.	9.8	9.3	10	12.9	16.4	19.7	23.1	23.7	23.2	20	15.8	12.4	16.4
Düzce (1962-2016)	Ort. Sıcaklık	3.8	5.1	7.8	12.3	16.7	20.5	22.6	22.4	18.7	14.3	9.5	5.8	13.3
	Ort. 5 cm. Toprak Sıc.	4	5.4	8.9	14.5	20.6	25.4	28.2	27.7	22.6	16.4	9.9	5.7	15.8
	Ort. 10 cm. Toprak Sıc.	4.3	5.5	8.8	14.3	20.2	24.8	27.5	27.2	22.6	16.6	10.3	6.1	15.7
	Ort. 20 cm. Toprak Sıc.	4.5	5.3	8.4	13.6	19.3	24	26.8	26.7	22.5	16.8	10.5	6.3	15.4
	Ort. 50 cm. Toprak Sıc.	5.8	6	8.2	12.7	17.7	22.1	25	25.6	22.6	17.9	12.2	8	15.3
	Ort. 100 cm. Toprak Sıc.	8	7.3	8.5	11.6	15.5	19.4	22.3	23.6	22.2	18.9	14.4	10.5	15.2

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

2.3.2.2. Basınç ve Rüzgarlar

Basınç Analizleri

Orta kuşakta yer alması nedeniyle farklı karakterde hava kütlelerinin etki alanına girebilen Türkiye, basınç koşulları bakımından da konumundan fazlasıyla etkilenmektedir.

Anadolu kışın çok soğur. Daha doğudaki Hazar havzası üzerinden sokulan kontinental polar (cP) hava kütlesi çoğu zaman Doğu ve İç Anadolu'yu işgal eder. Dolayısıyla soğuk mevsimde iç kesimler uzun bir zaman bir yüksek basınç sahası olma özelliği gösterir. Kış mevsiminde Karadeniz ve Akdeniz kıyıları ise alçak basıncın etkisine girmektedir. Buna bağlı olarak kışın Anadolu'nun iç kesimlerinden kıyı bölgelerine doğru genel bir hava akımı söz konusudur. Yazın ise ülkenin büyük bir kesimi kontinental tropikal hava kütlelerinin etkisinde kalır. Kuzeybatıda Balkanlar'a kadar etkisini gösteren Azor yüksek basınç alanından güneydoğudaki Basra alçak basınç alanına doğru bir hava akımının hakimiyeti söz konusudur. Anadolu'yu da etkileyen bu hava hareketi basıncın da düşmesine neden olmaktadır. (Koçman, 1993; Atalay, 2010; Türkeş, 2010).

Araştırma alanı yakın çevresinde basınç ölçümü yapılan meteoroloji istasyonları Sakarya, Bolu ve Düzce'dir. Deniz seviyesine en yakın istasyon olan Sakarya'da basınç değerlerinin en yüksek seyrettiği, rakımı en yüksek olan Bolu'da ise basınç değerlerinin en düşük olduğu dikkati çekmektedir. Diğer taraftan sıcaklığın arttığı yaz aylarında basıncın düştüğü, sıcaklıkların düştüğü kış aylarında ise basıncın arttığı görülmektedir. Sakarya'da aralık ayında 1016 hPa değerine ulaşan basınç temmuz ayında 1008.7 hPa ile en düşük seviyeye düşmektedir. Düzce'de en yüksek basınç değerine 1002.4 hPa ile aralık ayında erişilirken en düşük basınç değeri yine 995.3 hPa ile temmuz ayındadır. Bolu'da durum biraz farklıdır. En yüksek basınç değeri 932.7 hPa ile kasım ayında, en düşük basınç değeri ise 927.8 hPa ile nisandadır (Tablo 16).

Basınç değerlerinin yaz aylarında daha az değişkenlik gösterdiği, kıştan ilkbahara ve yazdan sonbahara geçişte ise basınç değerlerinin daha değişken olduğu dikkati çekmektedir (Tablo 16).

Tablo 16. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonların ortalama basınç değerleri (hPa).

İstasyon	Veri Periyodu	AYLAR											Yıllık Ort.	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
Bolu	1950-2016	930.7	929.5	929	927.8	928.8	929	928.3	928.9	931.2	932.9	932.7	931.5	930.0
Sakarya	1950-2016	1015.9	1014.5	1013.4	1010.5	1010.8	1009.7	1008.7	1009.4	1012.4	1015.3	1015.7	1016	1012.7
Düzce	1963-2016	1002.1	1000.6	999.3	996.9	997	996.1	995.3	995.8	998.3	1001.4	1001.7	1002.4	998.9

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Rüzgarlar

Araştırma alanı yakın çevresinde basınç ölçümü yapılan meteoroloji istasyonları Bolu, Sakarya, Düzce, Mudurnu, Bolu Dağı ve Hendek istasyonlarıdır. Rüzgar analizleri kapsamında bu istasyonlara ait rüzgar değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Bolu'da kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 25.0) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar N (% 5.1) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için hakim rüzgar yönü S 54.4 W, frekansı % 44.7'dir (Tablo 17, Şekil 14).

Sakarya'da kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 22.1) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 4.7) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 28.6 W, frekansı % 38.6; ikinci hakim rüzgar yönü N 35.4 W, frekansı % 32.2'dir (Tablo 17, Şekil 12).

Düzce'de kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 23.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 7.8) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için hakim rüzgar yönü S 57.4 W, frekansı % 37.7'dir (Tablo 17, Şekil 17).

Mudurnu'da kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 27.0) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 3.4) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 52.7 W, frekansı % 37.4; ikinci hakim rüzgar yönü N 32.7 W, frekansı % 36.9'dur (Tablo 17, Şekil 16).

Bolu Dağı istasyonunda kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 36.4) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 0.8) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 29.4 E, frekansı % 47.9; ikinci hakim rüzgar yönü N 46.8 W, frekansı % 45'tir (Tablo 17, Şekil 15).

Hendek'te kış mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 20.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar W (% 6.0) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre kış mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 70.5 E, frekansı % 32.5; ikinci hakim rüzgar yönü S 35.3 W, frekansı % 29.4'tür (Tablo 17, Şekil 13).

Bolu'da ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 27.9) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar N (% 4.4) yönlüdür. İlkbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 55.5 W, frekansı % 49.1'dir (Tablo 17, Şekil 14).

Sakarya'da ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 29.3) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 4.1) yönlüdür. İlkbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü N 21.2 W, frekansı % 49.2'dir (Tablo 17, Şekil 12).

Düzce'de ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 20.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar SE (% 4.9) yönlüdür. İlkbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 70.1 W, frekansı % 33'tür (Tablo 17, Şekil 17).

Mudurnu'da ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 34.8) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 3.3) yönlüdür. İlkbahar mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 38.4 W, frekansı % 49.6; ikinci hakim rüzgar yönü N 30.1 W, frekansı % 27.1'dir (Tablo 17, Şekil 16).

Bolu Dağı istasyonunda ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 50.6) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 0.6) yönlüdür. İlkbahar mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 25.5 E, frekansı % 29.1; ikinci hakim rüzgar yönü N 47.2 W, frekansı % 63.3'tür (Tablo 17, Şekil 15).

Hendek'te ilkbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar W (% 18.5) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 6.9)

yönlüdür. İlkbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 64.1 E, frekansı % 25.2'dir (Tablo 17, Şekil 13).

Bolu'da yaz mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 24.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar N (% 5.3) yönlüdür. Yaz mevsimi için hakim rüzgar yönü S 53.7 W, frekansı % 43'tür (Tablo 17, Şekil 14).

Sakarya'da yaz mevsiminde en yüksek frekansı oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 29.1) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar S (% 3.8) yönlüdür. Yaz mevsimi için hakim rüzgar yönü N 18.7 W, frekansı % 52.7'dir (Tablo 17, Şekil 12).

Düzce'de yaz mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 29.8) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar SE (% 3.7) yönlüdür. Yaz mevsimi için hakim rüzgar yönü S 79.3 W, frekansı % 23.8'dir (Tablo 17, Şekil 17).

Mudurnu'da yaz mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 25.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 4.6) yönlüdür. Yaz mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 42.8 W, frekansı % 38.2; ikinci hakim rüzgar yönü N 28.9 W, frekansı % 33.7'dir (Tablo 17, Şekil 16).

Bolu Dağı istasyonunda yaz mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 62.8) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar ise NE (% 0.7) yönlüdür. Yaz mevsimi için hakim rüzgar yönü N 47.5 W, frekansı % 76.3'tür (Tablo 17, Şekil 15).

Hendek'te yaz mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 19.9) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 6.1) yönlüdür. Yaz mevsimi için hakim rüzgar yönü S 75.2 E, frekansı % 30.8'dir (Tablo 17, Şekil 13).

Bolu'da sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 26.3) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar N (% 4.5) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 49.4 W, frekansı % 45.6'dir (Tablo 17, Şekil 14).

Sakarya'da sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 24.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 6.8) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü N 28.9 W, frekansı % 41.9'dur (Tablo 17, Şekil 12).

Düzce'de sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 20.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar SE (% 6.7) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 59.1 W, frekansı % 30.8'dir (*Tablo 17, Şekil 17*).

Mudurnu'da sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 31.7) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 3.9) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 44.8 W, frekansı % 45.0; ikinci hakim rüzgar yönü N 35.7 W, frekansı % 30.8'dir (*Tablo 17, Şekil 16*).

Bolu Dağı istasyonunda sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 50.2) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 0.6) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için birinci hakim rüzgar yönü S 21.6 E, frekansı % 32.7; ikinci hakim rüzgar yönü N 46.9 W, frekansı % 61.5'tir (*Tablo 17, Şekil 15*).

Hendek'te sonbahar mevsiminde en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 20.4) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 5.1) yönlüdür. Sonbahar mevsimi için hakim rüzgar yönü S 74.2 E, frekansı % 31'dir (*Tablo 17, Şekil 13*).

Bolu'da yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 26.0) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar N (% 4.8) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak hakim rüzgar yönü S 53.4 W, frekansı % 45.6'dır (*Tablo 17, Şekil 14*).

Sakarya'da yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 25.5) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 5.4) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak hakim rüzgar yönü N 27.7 W, frekansı % 43.7'dir (*Tablo 17, Şekil 12*).

Düzce'de yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 22.0) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E ve SE (% 6.1) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak hakim rüzgar yönü S 64.0 W, frekansı % 30.9'dur (*Tablo 17, Şekil 17*).

Mudurnu'da yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar SW (% 29.8) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 3.8) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak birinci hakim rüzgar yönü S 42.7 W, frekansı % 42.9; ikinci hakim rüzgar yönü N 31.8 W, frekansı % 32.1'dir (*Tablo 17, Şekil 16*).

Bolu Dağı istasyonunda yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 50.8) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NE (% 0.7) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak birinci hakim rüzgar yönü S 24.8 E, frekansı % 30.9; ikinci hakim rüzgar yönü N 47.2 W, frekansı % 62.6'dır (*Tablo 17, Şekil 15*).

Hendek'te yıllık olarak ise en yüksek frekans oranına sahip olan rüzgarlar E (% 19.2) yönlü, en düşük frekans oranına sahip olan rüzgarlar NW (% 6.0) yönlüdür. Rubinstein formülüne göre yıllık olarak birinci hakim rüzgar yönü S 72.6 E, frekansı % 29.9; ikinci hakim rüzgar yönü S 53.2 W, frekansı % 31.3'tür (*Tablo 17, Şekil 13*).

Bolu'da yıllık ortalama rüzgar hızı 1.4 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarına ekim, kasım ve aralık aylarında rastlanmaktadır (1.2 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamaları nisan ayındadır (1.7 m/s) (*Tablo 19*). Rasat döneminde maksimum rüzgar hızı da 28.9 m/s ile ağustosta batı yönden ölçülmüştür.

Sakarya'da yıllık ortalama rüzgar hızı 1.5 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarına ekim ayında rastlanmaktadır (1.1 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamaları aralık, ocak ve şubat aylarındadır (1.9 m/s) (*Tablo 19*). Rasat dönemindeki maksimum rüzgar hızı da 27.1 m/s ile güneybatı yönden ocak ayında ölçülmüştür.

Düzce'de yıllık ortalama rüzgar hızı 0.9 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarının kasım ayında estiği görülür (0.6 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamalarına temmuz ayında rastlanmaktadır (1.1 m/s) (*Tablo 19*). Rasat döneminde maksimum rüzgar hızı da 21.0 m/s ile nisanda güneydoğu yönden ölçülmüştür.

Mudurnu'da yıllık ortalama rüzgar hızı 3.1 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarına ocak, kasım ve aralık aylarında rastlanmaktadır (2.8 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamaları temmuz ve ağustos aylarındadır (3.3 m/s) (*Tablo 19*). Rasat döneminde maksimum rüzgar hızı da 15.5 m/s ile martta güneybatı yönden ölçülmüştür.

Bolu Dağı istasyonunda yıllık ortalama rüzgar hızı 1.8 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarına ocak, ekim, kasım ve aralık aylarında rastlanmaktadır (1.6 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamaları ağustos ayındadır görülür (2.0 m/s) (*Tablo 19*). Rasat döneminde maksimum rüzgar hızı da 19.6 m/s ile şubatta güney yönden ölçülmüştür.

Hendek'te yıllık ortalama rüzgar hızı 1.3 m/s'dir. Yıl içinde en düşük rüzgar hızlarına ocak ayında rastlanmaktadır (1.1 m/s). Yüksek rüzgar hızı ortalamaları şubat, nisan ve mayıs aylarındadır (1.4 m/s) (*Tablo 19*). Rasat döneminde maksimum rüzgar hızı da 9.4 m/s ile şubatta güney; martta kuzeybatı; eylülde batı yönden ölçülmüştür.

Tablo 17. 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
Bolu (1950-2016)	N	5.1	4.4	5.3	4.5	4.8	Mudurnu (1964-1997)	N	15.0	11.7	14.7	12.8	13.5
	NE	9.2	9.0	11.7	9.8	9.9		NE	8.3	7.6	9.6	6.9	8.1
	E	7.7	8.4	10.5	9.9	9.1		E	3.4	3.3	4.6	3.9	3.8
	SE	12.0	8.8	11.8	11.1	10.9		SE	6.0	6.6	6.6	7.0	6.6
	S	14.3	14.0	12.8	15.3	14.1		S	8.9	12.8	10.4	10.2	10.6
	SW	25.0	27.9	24.7	26.3	26.0		SW	27.0	34.8	25.7	31.7	29.8
	W	18.8	20.3	17.2	17.5	18.5		W	10.0	8.0	9.4	10.1	9.4
	NW	7.9	7.2	6.0	5.7	6.7		NW	21.4	15.3	18.9	17.4	18.2
Sakarya (1950-2016)	N	12.4	19.4	23.6	17.0	18.0	Bolu Dağı (2007-2016)	N	4.2	5.4	4.1	4.4	4.5
	NE	6.8	10.3	17.6	12.2	11.7		NE	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7
	E	4.7	4.1	6.4	6.8	5.4		E	1.9	2.3	1.5	1.3	1.7
	SE	9.4	7.6	6.9	8.8	8.2		SE	31.0	17.0	9.4	17.4	18.1
	S	16.3	7.6	3.8	9.7	9.5		S	16.4	12.0	8.3	15.3	12.7
	SW	22.1	10.6	5.1	10.8	12.3		SW	3.6	4.3	5.7	4.6	4.6
	W	9.1	11.0	7.5	10.1	9.4		W	5.6	7.8	7.5	6.3	6.8
	NW	19.2	29.3	29.1	24.7	25.5		NW	36.4	50.6	62.8	50.2	50.8
Düzce (1962-2016)	N	11.9	16.3	21.1	16.1	16.5	Hendek (1987-1994)	N	9.8	9.9	12.1	11.8	10.9
	NE	15.9	20.7	29.8	20.7	22.0		NE	7.7	7.6	8.0	7.6	7.7
	E	7.8	5.0	4.2	7.6	6.1		E	20.7	15.8	19.9	20.4	19.2
	SE	9.7	4.9	3.7	6.7	6.1		SE	11.9	9.4	10.8	10.5	10.6
	S	8.1	6.2	5.4	7.8	6.8		S	15.3	14.4	14.3	14.8	14.7
	SW	23.7	19.5	13.7	19.0	18.8		SW	14.0	17.6	14.1	11.7	14.3
	W	13.6	13.5	9.9	11.6	12.1		W	14.7	18.5	14.7	18.2	16.5
	NW	9.4	13.8	12.3	10.5	11.6		NW	6.0	6.9	6.1	5.1	6.0

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Tablo 18. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme sayıları.

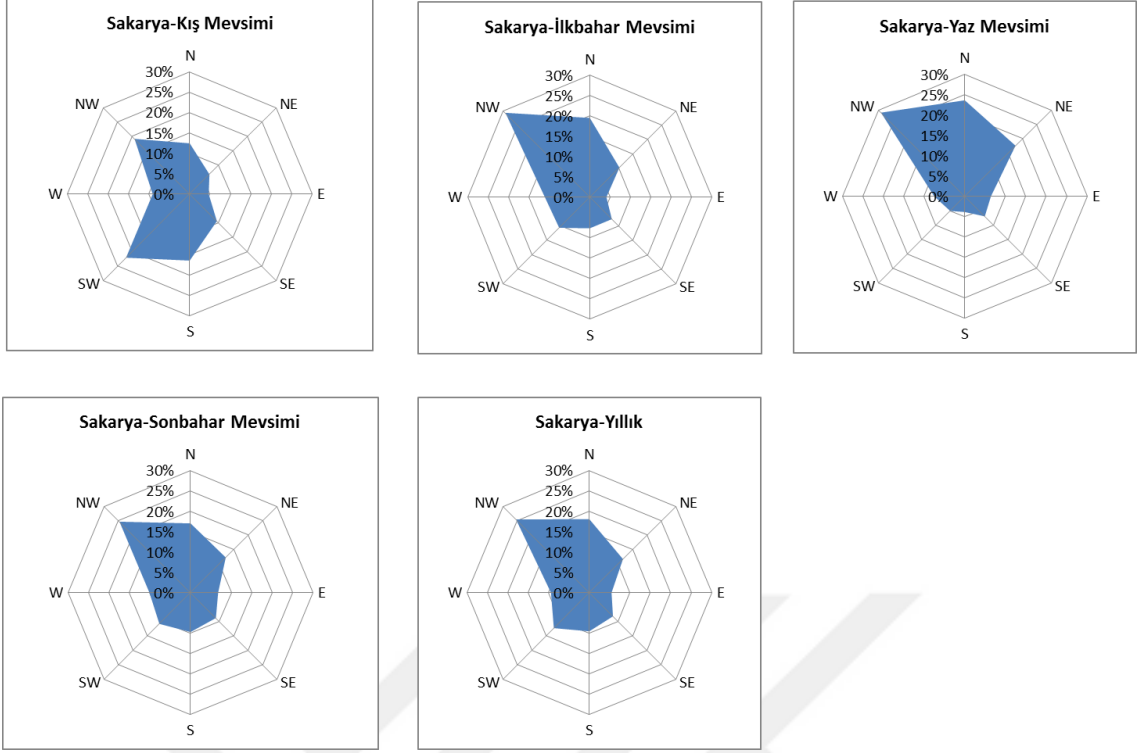
İstasyon	Yön	Aylar											Yıllık	
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K		A
Bolu (1962-2016)	N	1037	792	1006	994	961	1074	1184	1084	817	875	1035	1381	12240
	NE	2068	1703	1920	1844	2236	2208	2694	2430	2051	1997	1889	1991	25031
	E	1783	1409	1678	1800	2155	1892	2380	2298	2126	2138	1713	1583	22955
	SE	2745	2205	1806	2011	2100	2231	2616	2564	2277	2273	2201	2512	27541
	S	2994	2797	3108	3230	3056	2498	2633	2855	2860	3169	3251	3091	35542
	SW	5077	5028	6850	6108	5725	5167	4997	5264	5281	5539	5119	5456	65611
	W	3891	3892	4576	4667	4347	4129	3511	3149	3308	3458	3874	3885	46687
	NW	1563	1525	1699	1534	1620	1408	1158	1173	962	1056	1455	1834	16987
Sakarya (1950-2016)	N	2439	3002	4087	3692	3938	4112	5108	4937	3773	3451	2262	2173	42974
	NE	1495	1276	1962	1916	2300	2945	4061	3577	3085	2279	1437	1450	27783
	E	1014	739	794	736	915	1256	1378	1210	1269	1316	1200	1143	12970
	SE	2067	1780	1655	1400	1548	1768	1348	1038	1216	1651	2080	1969	19520
	S	3591	2462	1973	1447	1200	1042	618	626	914	1421	3145	4121	22560
	SW	4802	3781	2614	2220	1585	1191	938	896	1123	1626	3385	5127	29288
	W	1825	1792	2088	2364	2185	1636	1457	1393	1786	1747	2127	1989	22389
	NW	4020	4260	5485	5845	6293	5327	6394	5733	5133	4932	3702	3486	60610
Düzce (1962-2016)	N	1719	2023	2522	2621	2974	3340	3678	3705	2917	2567	1821	1629	31516
	NE	2228	2435	3104	3300	3878	4764	5499	4911	4193	3023	2219	2565	42119
	E	980	1161	987	751	763	738	633	763	916	1252	1227	1434	11605
	SE	1439	1287	974	904	559	789	501	589	757	844	1391	1687	11721
	S	1199	1174	1300	889	918	977	898	856	968	1251	1286	1323	13039
	SW	3504	3337	3718	3256	2743	2320	2469	2174	2322	2944	3244	3922	35953
	W	1918	1862	2265	2336	2107	1884	1683	1457	1586	1788	1861	2412	23159
	NW	1303	1458	1881	2499	2468	1997	2208	2038	1855	1723	1196	1489	22115
Bolu Dağı (2007-2016)	N	149	133	181	195	178	153	176	157	139	142	179	121	1903
	NE	16	9	19	24	20	21	27	35	19	23	19	51	283
	E	65	51	74	58	107	68	50	54	36	48	56	69	736
	SE	1012	830	735	499	530	396	329	388	370	587	878	1139	7693
	S	535	417	406	457	383	381	292	296	347	590	673	630	5407
	SW	126	110	145	135	169	227	201	246	184	164	138	112	1957
	W	170	195	209	256	337	362	230	285	260	202	209	172	2887
	NW	1060	1301	1737	1800	1704	2006	2803	2690	2263	1820	1265	1109	21558
Mudurnu (1964-1997)	N	3272	2920	2832	2248	3000	2952	3656	3424	3040	2776	2576	3520	36216
	NE	1880	1632	1456	1832	1968	2152	2200	2176	1712	1504	1328	1880	21720
	E	632	720	600	784	888	928	1176	1064	904	832	808	856	10192
	SE	1248	1288	1400	1672	1472	1520	1488	1528	1576	1592	1448	1360	17592
	S	1840	1880	2792	3064	2968	2656	2152	2304	2504	2080	2088	2024	28352
	SW	5448	5888	8176	8128	7616	6088	5888	5592	6448	7296	7064	6136	79768
	W	2248	1912	1664	1720	2104	2160	2224	2064	2088	2344	2176	2336	25040
	NW	5160	4208	3576	3264	3672	3920	4616	4400	3616	3696	4088	4528	48744
Hendek (1987-1994)	N	568	432	576	544	400	704	656	672	800	696	480	488	7016
	NE	392	328	456	360	352	392	448	512	504	464	304	448	4960
	E	1112	928	880	704	856	952	1192	1224	1200	1168	1032	1096	12344
	SE	664	592	464	480	512	536	632	648	680	552	512	536	6808
	S	768	784	744	712	768	664	936	824	656	960	840	752	9408
	SW	656	800	840	968	904	744	784	848	600	728	624	656	9152
	W	680	640	888	936	1032	672	872	944	904	1048	1064	904	10584
	NW	368	240	360	328	384	376	400	248	368	304	184	312	3872

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

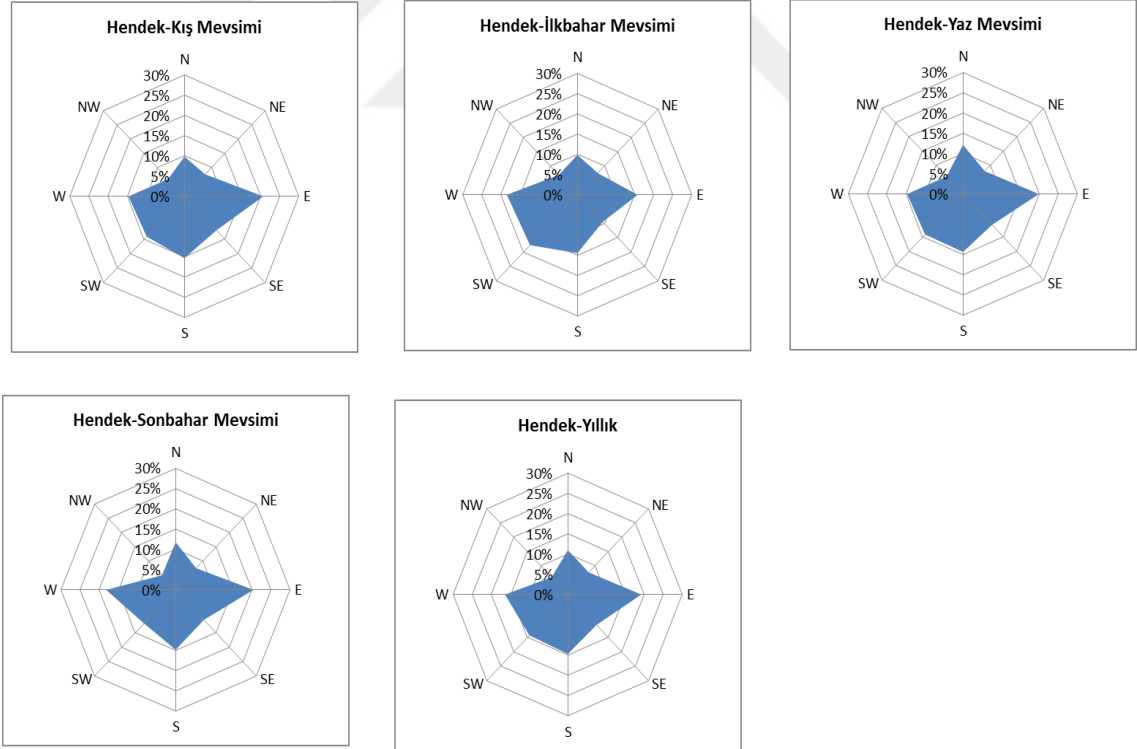
Tablo 19. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme hızları (m/s).

İstasyon	Yön	Aylar												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Bolu (1950-2016)	N	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.3	1.4	1.6	1.2	0.9	0.9	1	1.2
	NE	1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.1	1	0.9	1	1.1
	E	1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.3	1.3	1.1	1	1	1	1.1
	SE	1	1.1	1.1	1.1	1	1	1.1	1	1	0.9	0.9	1	1.0
	S	1.4	1.5	1.6	1.6	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4
	SW	1.6	1.7	1.9	2	2	1.9	2.2	2.2	2	1.6	1.6	1.6	1.9
	W	1.8	1.9	2	2.3	2.4	2.3	2.4	2.4	2.2	1.7	1.6	1.8	2.1
	NW	1.3	1.4	1.6	1.7	1.7	1.7	1.9	1.9	1.7	1.2	1.1	1.3	1.5
Sakarya (1950-2016)	N	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	2	2	1.7	1.4	1.3	1.5	1.7
	NE	1.7	1.7	1.9	1.8	2	2.1	2.3	2	1.8	1.5	1.3	1.4	1.8
	E	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	1	1.1	1.1
	SE	1.5	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1	0.9	0.9	0.9	1.2	1.4	1.2
	S	2.3	2.1	1.8	1.4	1.3	1.2	1	0.9	1	1.2	1.8	2.2	1.5
	SW	2.7	2.6	2	1.8	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.4	2	2.6	1.8
	W	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1	1	1.2	1.4	1.3
	NW	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.3	1.5	1.4
Düzce (1962-2016)	N	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.5	1.1	1	1	1.4
	NE	1	1.1	1.1	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.2	1	0.9	0.9	1.2
	E	1.1	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	1	0.9
	SE	1.3	1.3	1	1.1	1	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	1.2	1
	S	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
	SW	1.1	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1	0.9	0.9	0.9	1.1
	W	1	1.1	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1	1	1	1.2
	NW	0.9	1	1	1.2	1.3	1.3	1.1	1.1	1	0.8	0.8	0.8	1
Mudurnu (1964-1997)	N	2	2.4	2.7	2.5	2.8	2.8	2.9	3.1	2.6	2.3	2.1	2.1	2.5
	NE	2.5	2.9	3.7	3	3.3	3.7	3.9	3.8	3.6	2.9	2.8	2.7	3.2
	E	2.9	3.2	2.9	2.9	3.5	3.1	3.5	3.5	3.4	3	2.6	2.4	3.1
	SE	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.6	3.2	2.9	2.3	2.2	2.2	2.4	2.5
	S	3.2	2.9	3.3	3.3	3	3.4	3.4	3.7	3.2	3	3.1	3.1	3.2
	SW	3.5	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	4.1	4	3.8	3.5	3.3	3.5	3.7
	W	2.7	2.9	2.8	2.6	2.5	2.7	3.1	2.8	2.9	2.9	2.7	2.7	2.8
	NW	2.3	2.5	2.7	2.5	2.4	2.7	2.8	3.1	2.5	2.5	2.5	2.2	2.6
Bolu Dağı (2007-2016)	N	1.2	1.6	1.6	2.2	2.2	2.1	2	2	2	1.8	1.8	1.1	1.8
	NE	1	1.5	1.2	1.4	1.6	1.1	1.2	1.2	1.2	1	1.4	1	1.2
	E	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.2	1.2	1.1	1	1.2	1.4	1.2	1.3
	SE	1.7	1.7	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.4	1.5	1.7	1.5
	S	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	0.9
	SW	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
	W	0.8	1	0.9	0.9	0.9	1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8
	NW	1.7	1.9	2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.2	1.9	1.7	1.9	2.1
Hendek (1987-1994)	N	1.2	1.5	1.2	1.1	1.1	1.5	1.3	1.5	1.5	1.6	1.4	1	1.3
	NE	1.1	1.3	1.1	1.1	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.4	1.2
	E	1.5	1.8	1.7	1.9	2	1.7	1.3	1.4	1.6	1.5	1.5	1.3	1.6
	SE	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	0.9	0.9	1.1
	S	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1	1.1	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1.1
	SW	1.1	1.6	1.3	1.5	1.1	1	1.1	1.1	1.1	1	1.4	1.1	1.2
	W	1	1.5	1.7	1.5	1.6	1.1	1.2	1.2	1.5	1.3	1.3	1.3	1.4
	NW	1.1	1.2	1.8	1.5	1.6	1.3	1.3	1.3	1.5	1.2	1.5	1.7	1.4

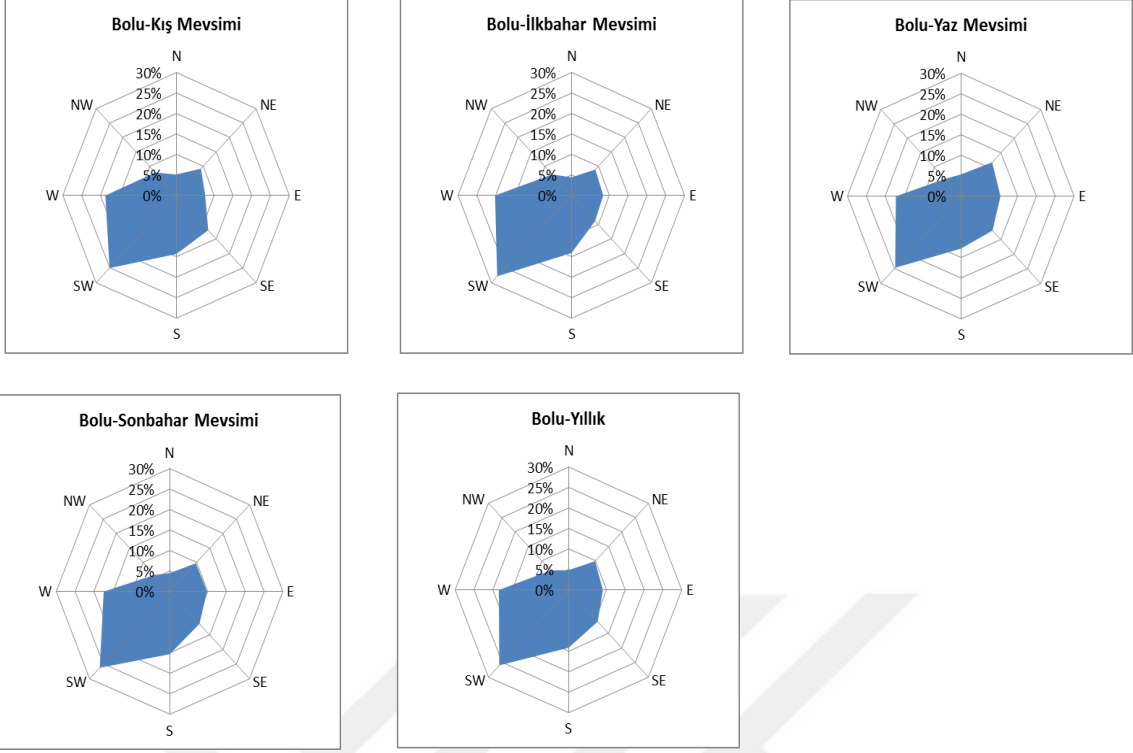
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



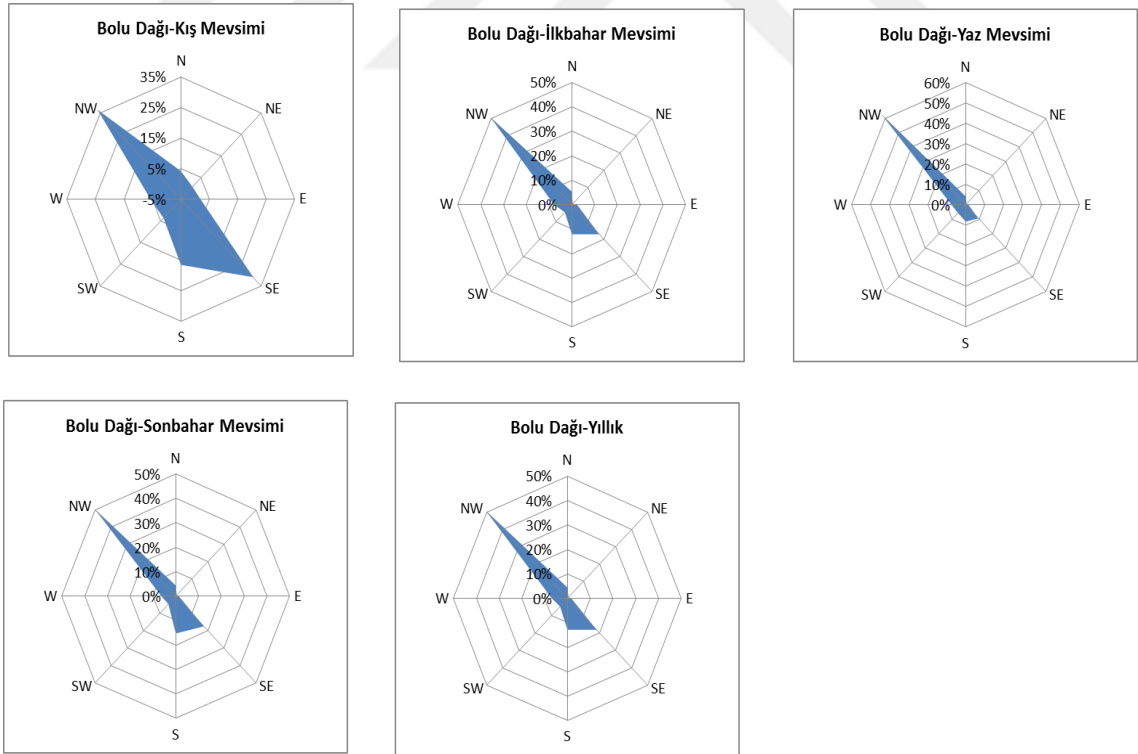
Şekil 12. Sakarya'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.



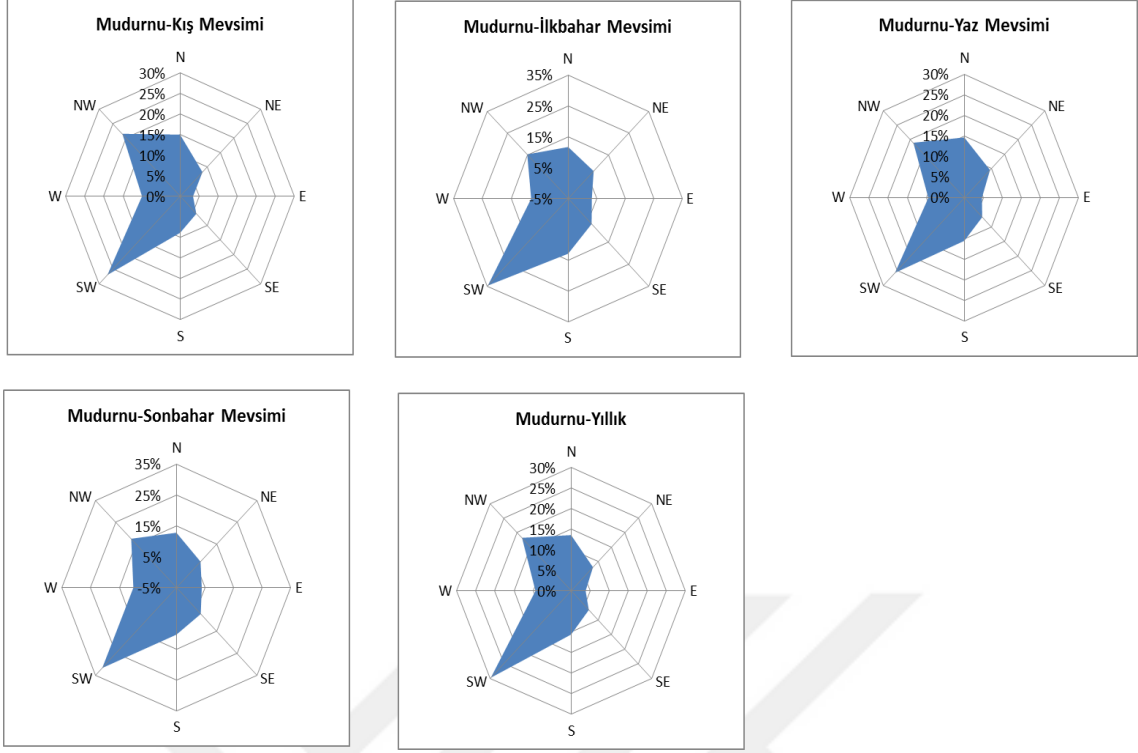
Şekil 13. Hendek'e ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.



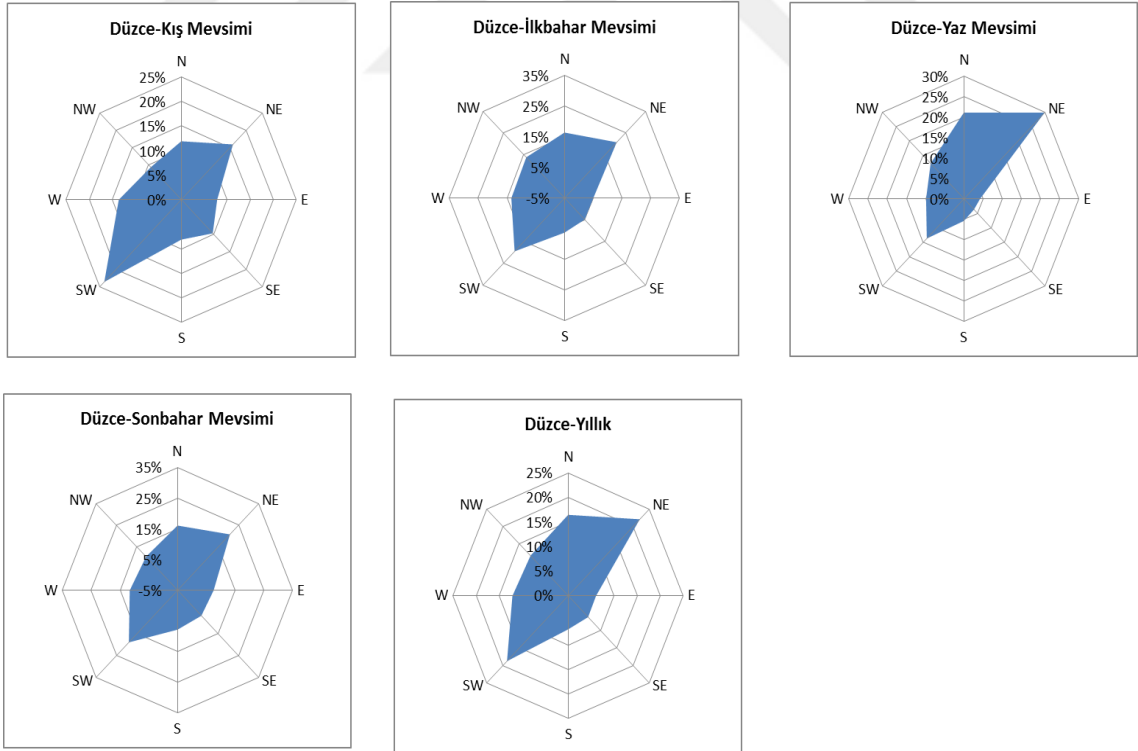
Şekil 14. Bolu'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.



Şekil 15. Bolu Dağı'na ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.



Şekil 16. Mudurnu'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.



Şekil 17. Düzce'ye ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.

2.3.2.3. Nem ve Bulutluluk

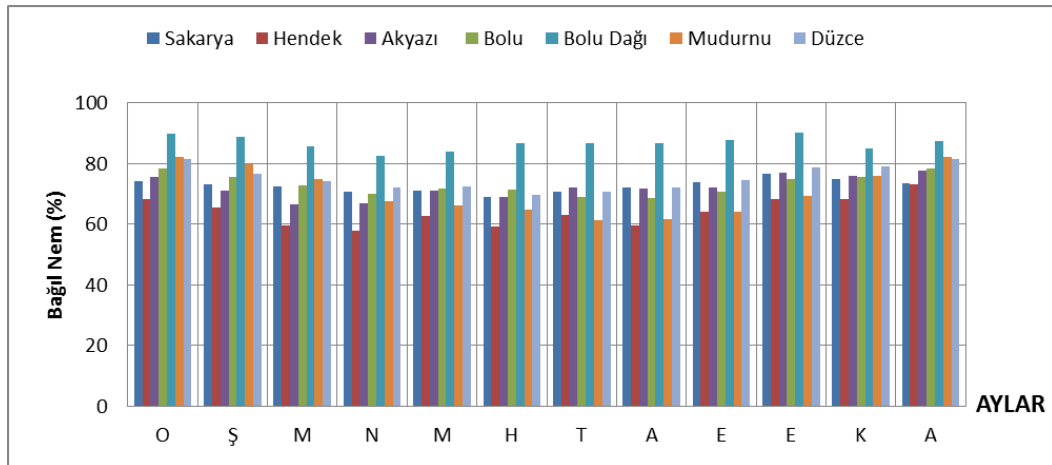
Araştırma alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarının yıllık ortalama bağıl nem oranları % 64.1 ile % 86.8 arasında değişmektedir. Yıllık ortalama bağıl nemin en yüksek olduğu istasyon Bolu Dağı'dır (% 86.1). En düşük değer ise Hendek istasyonundadır (% 64.1) (Tablo 20).

Aylık ortalama bağıl nem oranları incelendiğinde en düşük değerler Akyazı'da mart, Hendek ve Bolu Dağı'nda nisan, Sakarya ve Düzce'de haziran, Mudurnu'da temmuz Bolu'da ağustos ayındadır. En yüksek değerler ise Sakarya ve Bolu Dağı'nda Ekim; Hendek, Akyazı, Bolu, Mudurnu ve Düzce'de aralık ayına rastlamaktadır. Hendek'te bağıl nem oranı nisanda % 59.7'ye kadar düşerken, Bolu Dağı'nda hiçbir ayda % 82.5'in altına düşmemiştir. Diğer taraftan Bolu Dağı'nda bağıl nem oranı ekimde % 90'a kadar çıkmaktadır (Tablo 20, Şekil 18).

Tablo 20. Araştırma alanı ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi.

İstasyon	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ort.
Bolu	1950-2016	78.2	75.4	72.7	70	71.8	71.5	69.1	68.6	70.7	74.8	75.6	78.5	73.1
Sakarya	1950-2016	74.3	73.1	72.3	70.8	71	69	70.8	71.9	73.8	76.7	75	73.4	72.7
Düzce	1962-2016	81.3	76.7	74.3	72.1	72.3	69.8	70.6	72.1	74.4	78.6	79.1	81.3	75.2
Mudurnu	1964-1997	82.2	79.6	74.8	67.7	66.2	64.8	61.2	61.7	63.9	69.4	75.9	82.3	70.8
Bolu Dağı	2007-2016	89.9	88.6	85.8	82.5	84	86.8	86.6	86.7	87.9	90	84.9	87.3	86.8
Akyazı	1987-1994	75.7	71	66.6	66.9	70.9	69.1	72	71.6	72	76.8	76	77.6	72.2
Hendek	1987-1994	68.1	65.4	59.7	57.9	62.7	59.1	63.1	59.7	63.9	68.2	68.4	73	64.1

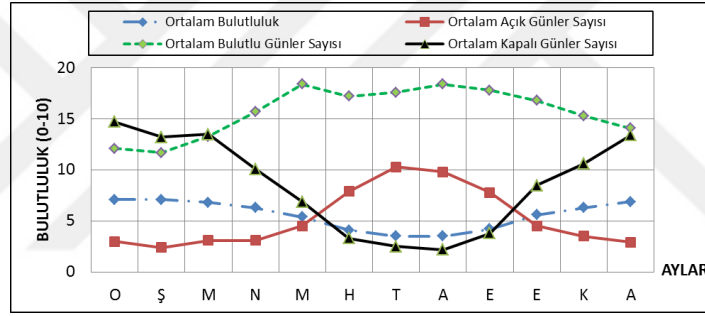
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



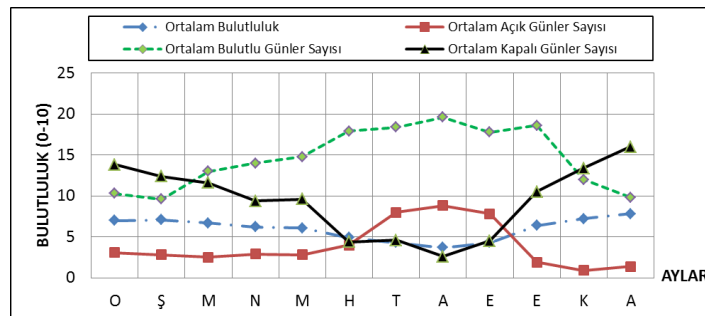
Şekil 18. Araştırma alanında ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi.

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde yer alan istasyonlardan Sakarya, Hendek, Akyazı, Bolu ve Düzce istasyonlarına ait bulutluluk verisi bulunmaktadır. Bulutluluk değerleri incelendiğinde, ortalama bulutluluk değerlerinin 5 (Mudurnu) ile 6 (Hendek, Akyazı) arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama bulutluluğun minimum değerleri Düzce’de temmuz ayında iken, diğer istasyonlarda ağustos ayındadır. Maksimum değerler Sakarya ve Bolu’da ocak ayında, diğer istasyonlarda ise aralık ayındadır. Ortalama bulutluluk Mudurnu’da temmuz ve ağustos aylarında 2.9’a kadar düşerken; Hendek’te aralık ayında 7.8’e kadar yükselmektedir (Tablo 21, Şekil 19-24).

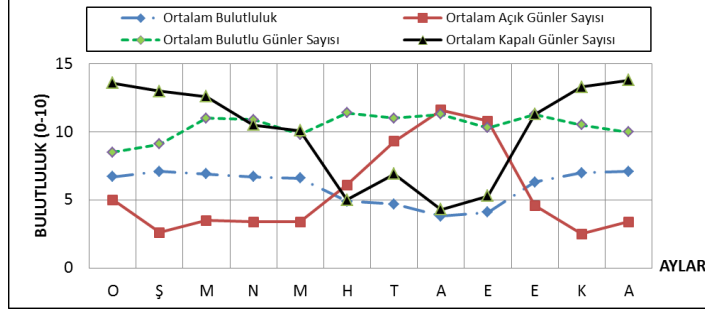
Ortalama açık günler sayıları incelendiğinde, değerlerin 3.9 (Hendek) ile 8.1 (Mudurnu) arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama açık günler sayısı Hendek’te kasım ayında 0.9’a kadar düşerken, Mudurnu’da temmuz ayında 14.7’ye kadar yükselmektedir (Tablo 21, Şekil 20 ve 23).



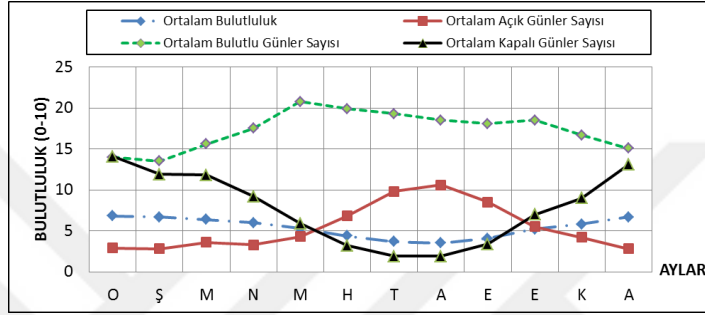
Şekil 19. Sakarya’da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.



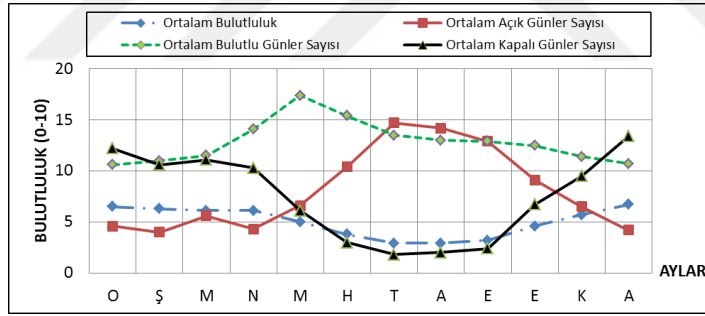
Şekil 20. Hendek’te ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.



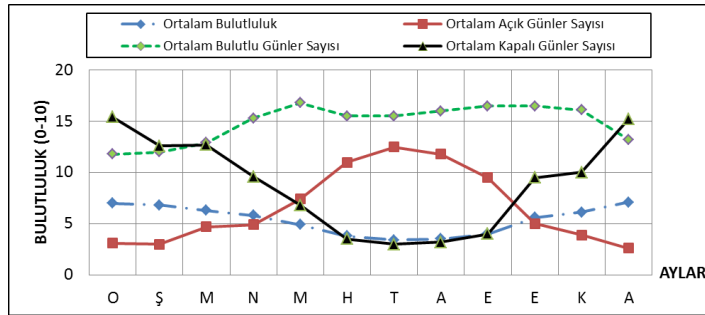
Şekil 21. Akyazı’da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.



Şekil 22. Bolu’da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.



Şekil 23. Mudurnu’da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.



Şekil 24. Düzce’de ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.

Tablo 21. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının ortalama bulutluluk, ortalama açık günler sayısı, ortalama bulutlu günler sayısı ve ortalama kapalı günler sayısının aylık değişimi.

	İstasyon	Aylar													Yıl. Ort.
		Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ortalama Bulutluluk	Bolu	1950-2016	6.8	6.7	6.4	6	5.3	4.4	3.7	3.5	4.1	5.2	5.8	6.7	5.4
	Sakarya	1950-2016	7.1	7.1	6.8	6.3	5.4	4.1	3.5	3.5	4.2	5.6	6.3	6.9	5.6
	Düzce	1962-2016	7	6.8	6.3	5.8	4.9	3.8	3.4	3.5	4	5.6	6.1	7.1	5.4
	Mudurnu	1964-1997	6.5	6.3	6.1	6.1	5	3.8	2.9	2.9	3.2	4.6	5.7	6.7	5.0
	Akyazı	1987-1994	6.7	7.1	6.9	6.7	6.6	4.9	4.7	3.8	4.1	6.3	7	7.1	6.0
	Hendek	1987-1994	7	7.1	6.7	6.2	6.1	4.9	4.3	3.7	4.3	6.4	7.2	7.8	6.0
Ortalama Açık Günler Sayısı	Bolu	1950-2016	2.9	2.8	3.6	3.3	4.3	6.8	9.8	10.6	8.5	5.5	4.2	2.8	5.4
	Sakarya	1950-2016	3	2.4	3.1	3.1	4.5	7.9	10.3	9.8	7.8	4.5	3.5	2.9	5.2
	Düzce	1962-2016	3.1	3	4.7	4.9	7.4	11	12.5	11.8	9.5	5	3.9	2.6	6.6
	Mudurnu	1964-1997	4.6	4	5.6	4.3	6.6	10.4	14.7	14.2	12.9	9.1	6.5	4.2	8.1
	Akyazı	1987-1994	5	2.6	3.5	3.4	3.4	6.1	9.3	11.6	10.8	4.6	2.5	3.4	5.5
	Hendek	1987-1994	3.1	2.8	2.5	2.9	2.8	4	8	8.8	7.8	1.9	0.9	1.4	3.9
Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	Bolu	1950-2016	14	13.5	15.6	17.5	20.8	19.9	19.3	18.5	18.1	18.5	16.7	15.1	17.3
	Sakarya	1950-2016	12.1	11.7	13.3	15.7	18.4	17.2	17.6	18.4	17.8	16.8	15.3	14.1	15.7
	Düzce	1962-2016	11.8	12	12.9	15.3	16.8	15.5	15.5	16	16.5	16.5	16.1	13.2	14.8
	Mudurnu	1964-1997	10.6	11	11.5	14.1	17.4	15.4	13.5	13	12.9	12.5	11.4	10.7	12.8
	Akyazı	1987-1994	8.5	9.1	11	10.9	9.8	11.4	11	11.3	10.3	11.3	10.5	10	10.4
	Hendek	1987-1994	10.3	9.6	13	14	14.8	17.9	18.4	19.6	17.8	18.6	12	9.8	14.7
Ortalama Kapalı Günler Sayısı	Bolu	1950-2016	14.1	11.9	11.8	9.2	5.9	3.2	1.9	1.9	3.4	7	9	13.1	7.7
	Sakarya	1950-2016	14.7	13.2	13.5	10.1	6.9	3.3	2.5	2.2	3.8	8.5	10.6	13.4	8.6
	Düzce	1962-2016	15.4	12.6	12.7	9.6	6.8	3.5	3	3.2	4	9.5	10	15.2	8.8
	Mudurnu	1964-1997	12.2	10.6	11.1	10.3	6.1	3	1.8	2	2.4	6.7	9.5	13.4	7.4
	Akyazı	1987-1994	13.6	13	12.6	10.5	10.1	5	6.9	4.3	5.3	11.3	13.3	13.8	10.0
	Hendek	1987-1994	13.8	12.4	11.6	9.4	9.6	4.4	4.6	2.6	4.5	10.5	13.4	16	9.4

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

2.3.2.4. Yağış

Araştırma alanında ortalama yıllık toplam yağış değerleri 505.5 mm (Mudurnu) ile 1057.8 mm (Bolu Dağı) arasında değişmektedir. En yağışlı aylar incelendiğinde

Bolu Dağı'nda ekim, Hendek'te kasım, diğer istasyonlarda ise aralık ayında en fazla yağışın düştüğü görülmektedir. En az olduğu aylar olarak Mudurnu'da eylül, Düzce'de temmuz, diğer istasyonlarda ise ağustos ayı dikkati çeker (Tablo 22, Şekil 25).

Tablo 22. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama yağış toplamları.

İstasyon	Veri Periyodu	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	Toplam
Bolu	1950-2016	59	47.2	51.6	51.7	59.6	56.5	29	23.6	27.7	42.9	44.1	61	553.9
Sakarya	1950-2016	89.8	73.1	72.8	56.6	48.7	67	47.7	44.5	53.2	79.3	76.8	103.2	812.7
Düzce	1962-2016	88.5	69.2	72	59	59.7	62.8	44.3	50.1	52.3	80.5	79.4	101	818.8
Mudurnu	1964-1997	64.9	47.1	50.8	49.2	50.2	36.9	20.4	21.1	15.2	31.5	45.6	72.6	505.5
Bolu Dağı	2007-2016	104.4	97.8	149.9	106.9	75.8	102.3	47.6	35.7	58.5	119.8	50.8	108.3	1057.8
Akyazı	1987-1994	56.7	54.7	52.4	55.8	54.5	61.8	49	23.8	36.7	89.8	97	100.7	732.9
Hendek	1987-1994	76.9	65.9	55.1	68.5	85.5	73.6	48.9	30.3	59.2	115	124.1	112.3	915.3

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Araştırma alanındaki tüm meteoroloji istasyonlarında en kurak mevsim yaz olurken, en yağışlı mevsim istasyona göre değişkenlik göstermektedir. Buna göre Hendek ve Akyazı'da en yağışlı mevsim sonbahar olurken, diğer istasyonların en yağışlı mevsimi kışdır. Mudurnu'da kış yağış oranı % 36.5'e kadar çıkarken, yazın bu oran % 15.5 ile tüm istasyonlar arasında en düşük seviyeye düşmektedir (Tablo 23, Şekil 26).

Tablo 23. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yağışların mevsimlere dağılışı.

İstasyon	Veri Periyodu	Mevsimlik Yağış Toplamları (mm) ve Yüzdeleri							
		Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Bolu	1950-2016	167.2	30.2	162.9	29.4	109.1	19.7	114.7	20.7
Sakarya	1950-2016	266.1	32.7	178.1	21.9	159.2	19.6	209.3	25.8
Düzce	1962-2016	258.7	31.6	190.7	23.3	157.2	19.2	212.2	25.9
Mudurnu	1964-1997	184.6	36.5	150.2	29.7	78.4	15.5	92.3	18.3
Bolu Dağı	2007-2016	310.5	29.4	332.6	31.4	185.6	17.5	229.1	21.7
Akyazı	1987-1994	212.1	28.9	162.7	22.2	134.6	18.4	223.5	30.5
Hendek	1987-1994	255.1	27.9	209.1	22.8	152.8	16.7	298.3	32.6

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Bitki hayatı için yıllık yağış tutarı yanında, vejetasyon devresinde düşen yağışların payı büyük önem taşır. Bilindiği gibi vejetasyon devresi, bitkilerde büyümeyi başlatan sıcaklıkla, büyümenin durduğu sıcaklıklar arasında geçen süredir. Bu değer her bitkiye ve her bölgeye göre az çok fark etmekle beraber, bitkinin yetiştirme şartlarıyla ilgili çalışmalarda, genelde 5 °C alt sınır, 10 °C üst sınır olarak kullanılmaktadır (Dönmez, 1990; Aydınözü, 2010).

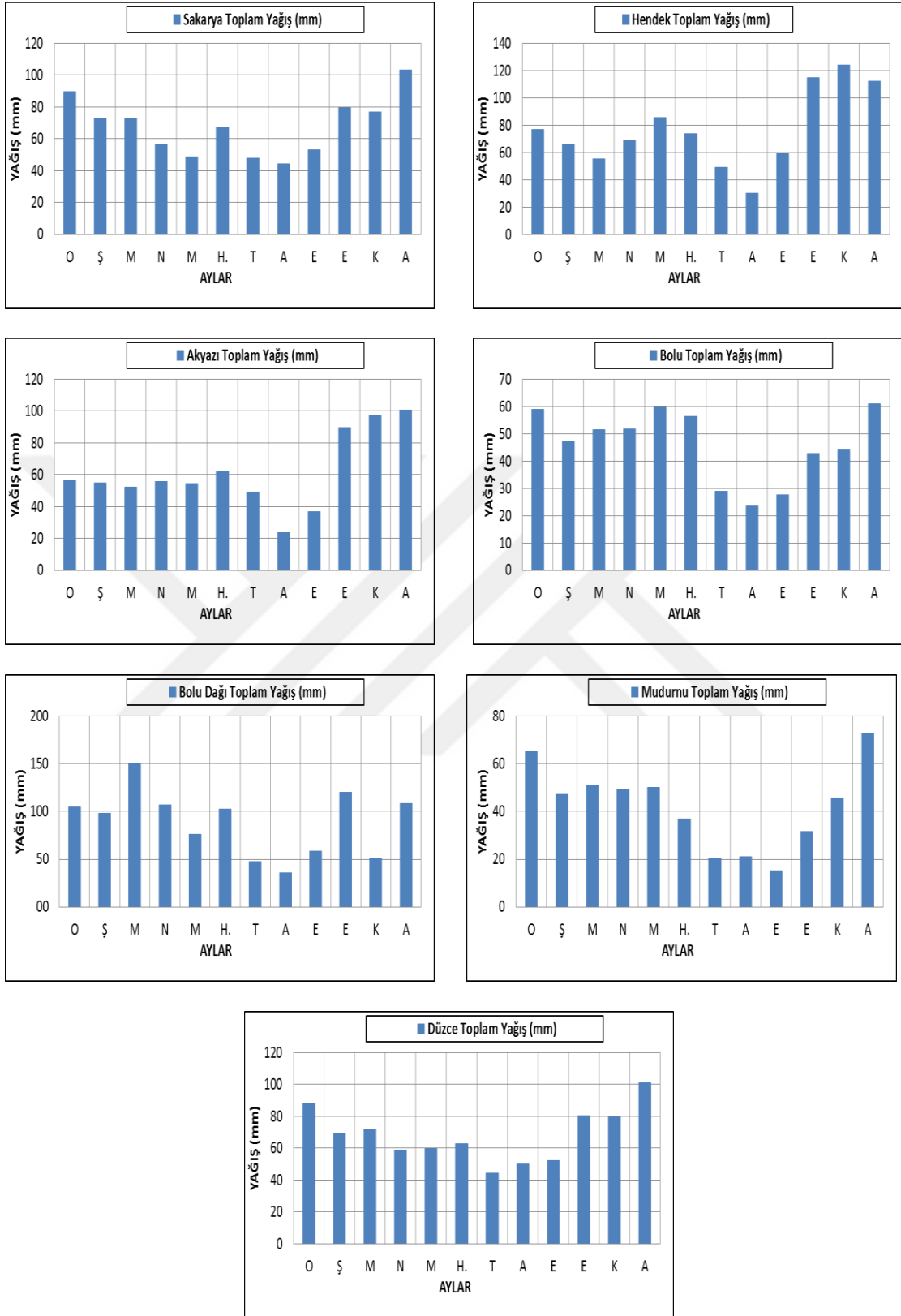
“Atalay vejetasyon sürelerinin dağılımını Türkiye’ye uyguladığı çalışmasını, günlük ortalama sıcaklıkların 8 °C üstünde olan günlere göre yapmıştır” (Atalay, 1976; Aydınözü, 2010).

Bu çalışmada da araştırma alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonları için vejetasyon süreleri 8 °C esas alınarak hesaplanmıştır. Buna göre araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları için vejetasyon süreleri 196 gün ile (Bolu Dağı) 274 gün (Sakarya) arasında değişmektedir. Vejetasyon dönemi toplam yağışın yıllık toplam yağışa oranı ise % 42.1 ile (Mudurnu) % 69.1 arasında farklılık göstermektedir (Tablo 24).

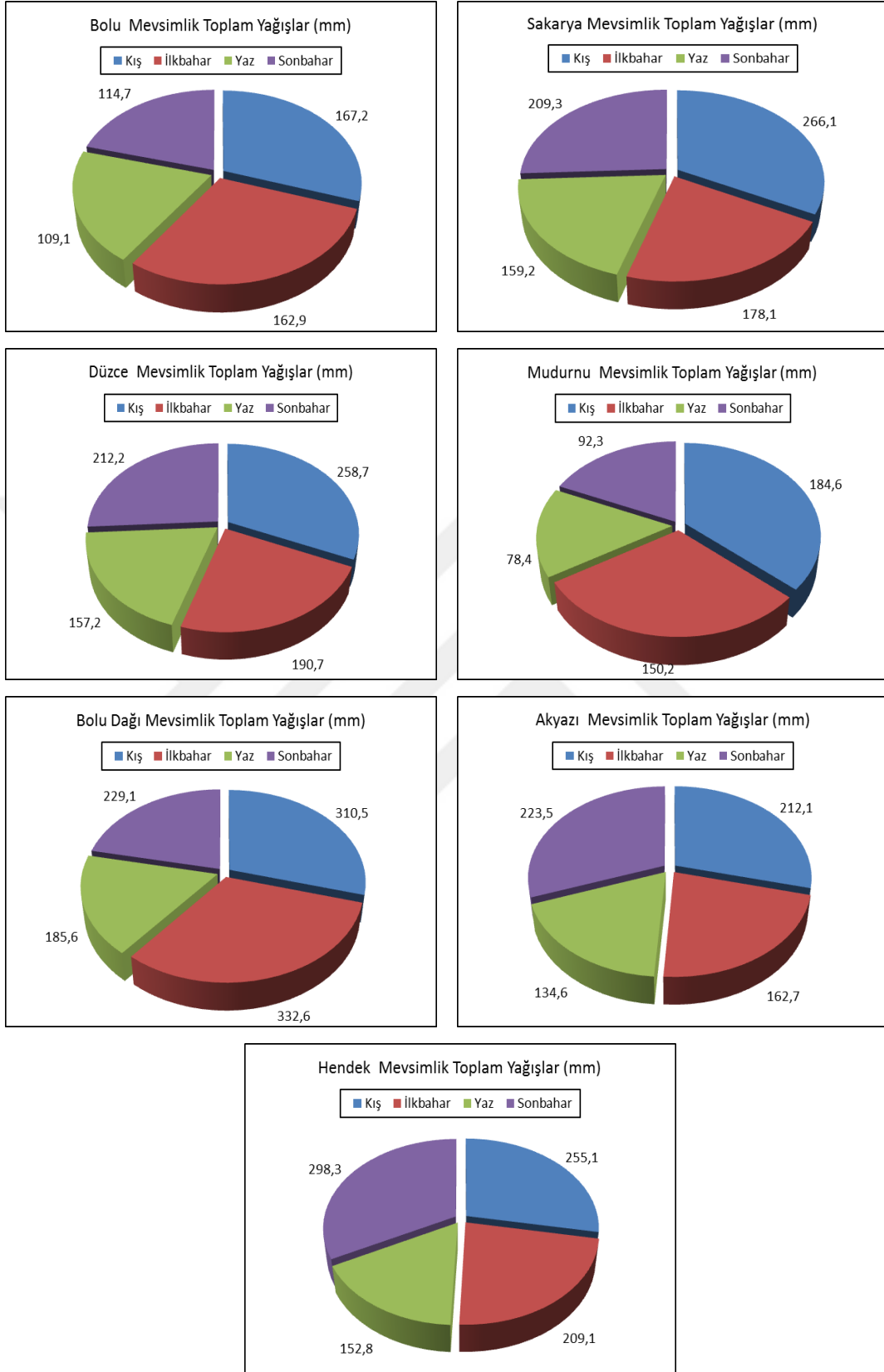
Tablo 24. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları için vejetasyon dönemi-yağış ilişkileri (vejetasyon dönemi belirlenirken ortalama sıcaklıkların 8 °C ve üzeri olduğu günlerin başladığı ve bittiği tarihler esas alınmıştır).

İstasyon	Rakım (metre)	Veri Periyodu	Vejetasyon Dönemi Başlangıcı	Vejetasyon Dönemi Bitişi	Vejetasyon Dönemi Uzunluğu (Gün)	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Vejetasyon Dönemi Toplam Yağış (mm)	Vejetasyon Dönemi Toplam Yağışın Yıllık Toplam Yağışa Oranı (%)
Sakarya	31	1950-2016	14 Mart	12 Aralık	274	812.7	555.8	68.4
Bolu	742	1950-2016	31 Mart	7 Kasım	222	553.9	301.6	54.5
Düzce	146	1962-2016	21 Mart	28 Kasım	253	818.8	505	61.7
Mudurnu	840	1964-1997	4 Nisan	25 Ekim	205	505.5	212.9	42.1
Bolu Dağı	901	2007-2016	13 Nisan	25 Ekim	196	1057.8	478.1	45.2
Akyazı	50	1987-1994	14 Mart	30 Kasım	262	732.9	498.3	68.0
Hendek	175	1987-1994	15 Mart	29 Kasım	260	915.3	632.3	69.1

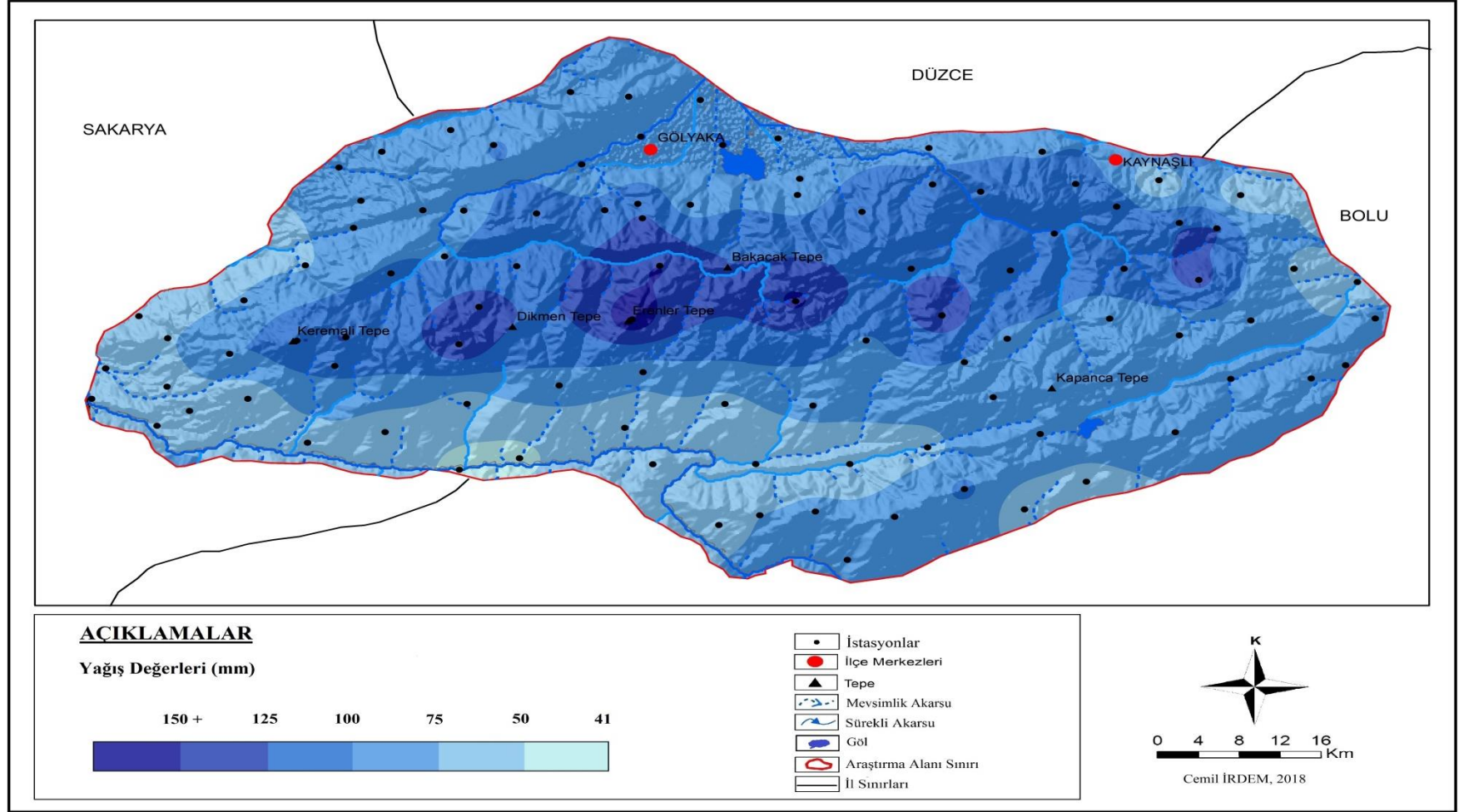
Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.



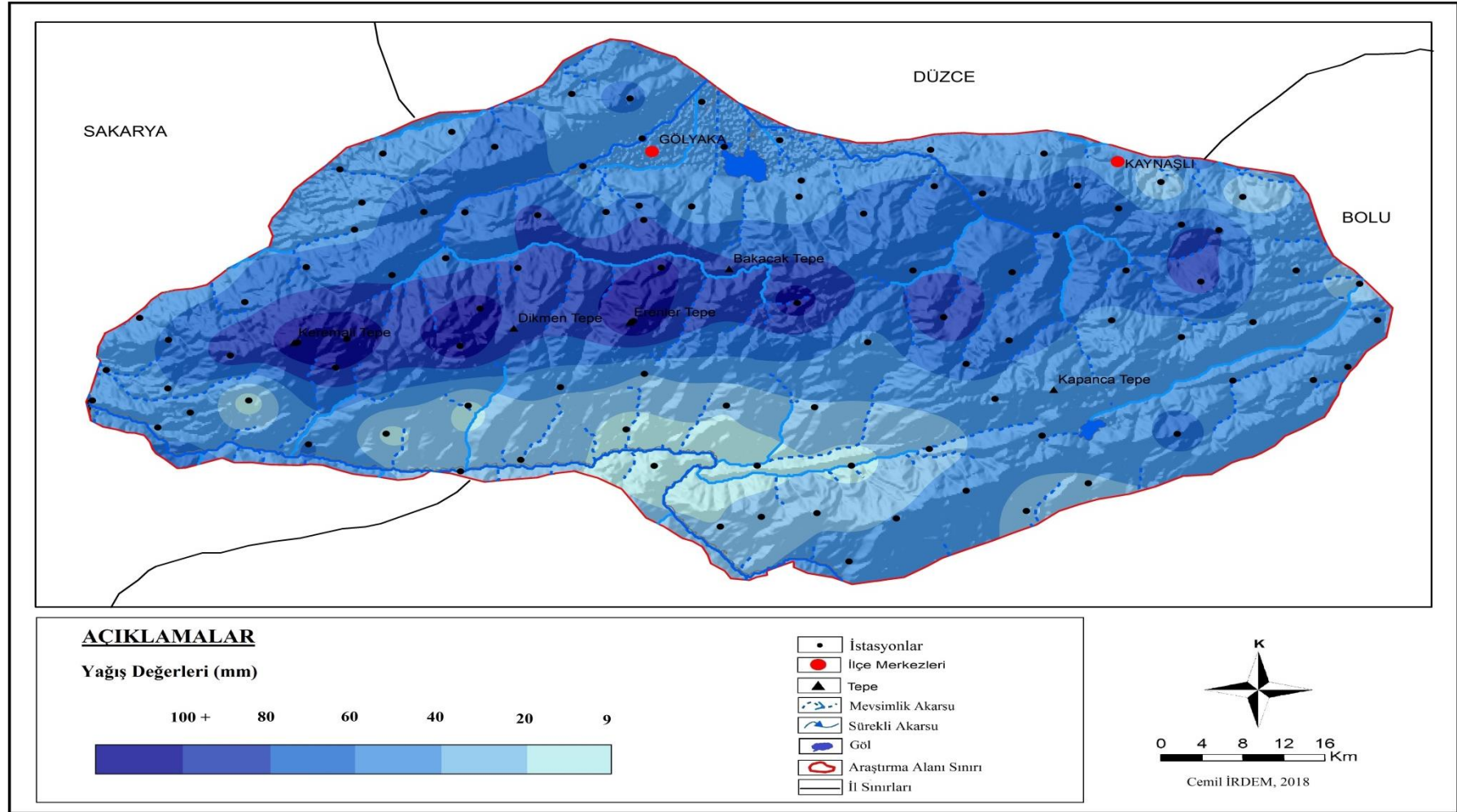
Şekil 25. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama yağış toplamları.



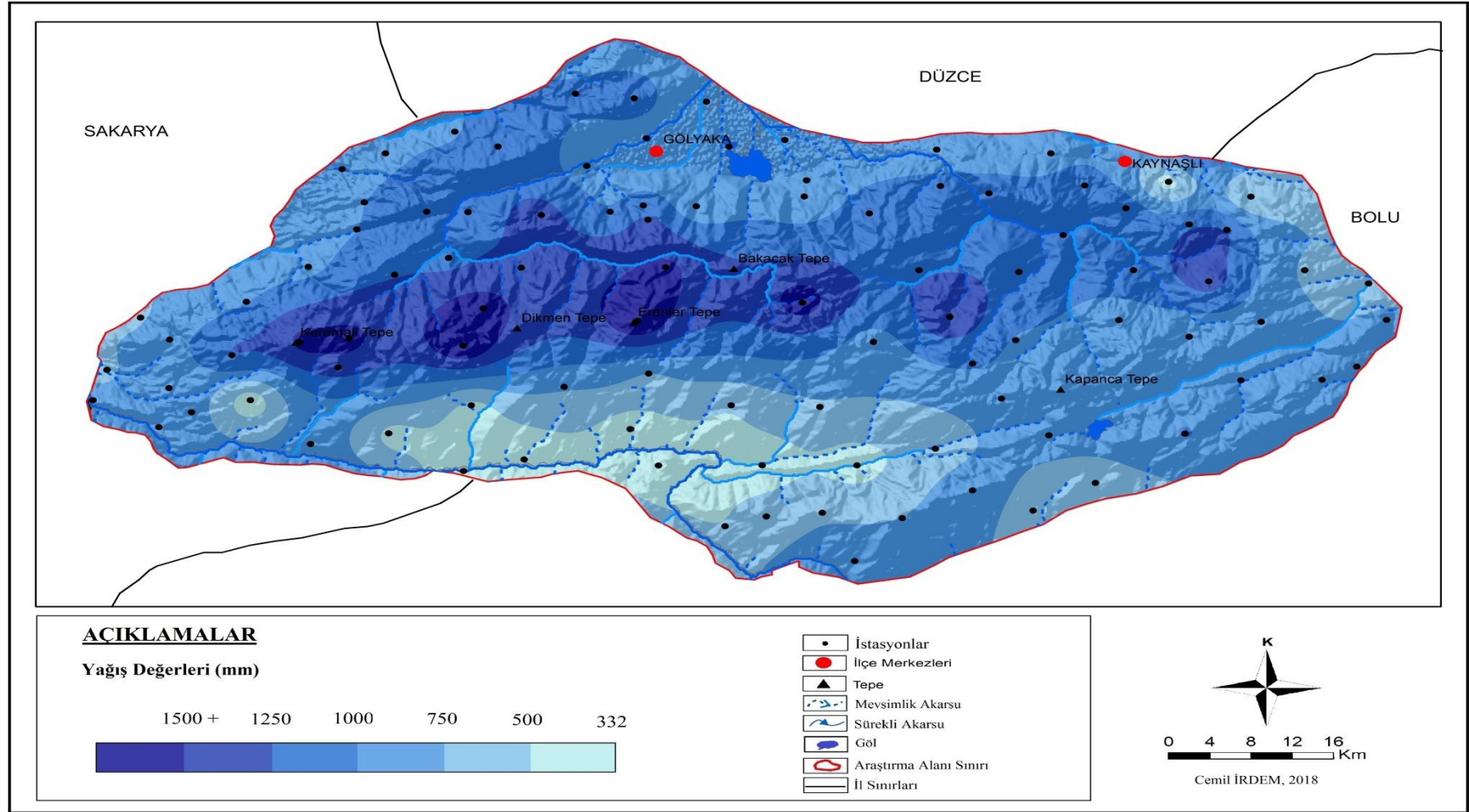
Şekil 26. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yağışların mevsimlere dağılışı.



Harita 12. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin ocak ayı yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)



Harita 13. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin temmuz ayı yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)



Harita 14. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin yıllık toplam yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)

2.3.3. İklim Tipi

Araştırma sahasında uzun dönemli iklim verisi olan meteoroloji istasyonlarının Aydeniz, Erinç, De Martonne, Trewartha ve Throntwaite yöntemlerine göre iklim sınıfları Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından belirlenmiştir (Tablo 25). Bu çalışmada Elmacık Dağı ve yakın çevresinde ölçüm yapan tüm meteoroloji istasyonları için Erinç ve Throntwaite yöntemlerine göre iklim sınıflandırmaları yapılmıştır.

Tablo 25. Araştırma alanında ve yakın çevresinde uzun dönem verisi olan meteoroloji istasyonlarının dahil olduğu iklim sınıfları.

	Aydeniz Yöntemine Göre	Erinç Yöntemine Göre	De Martonne Yöntemine Göre	Trewartha Yöntemine Göre	Thornthwaite Yöntemine Göre
Sakarya	Nemli	Nemli	Step-Nemli arası	Kışları serin, yazları ılık	Nemli, mezotermal
Bolu	Nemli	Yarı nemli	Step-Nemli arası	Kışları serin, yazları ılık	Yarı kurak-az nemli, mezotermal
Düzce	Nemli	Nemli	Step-Nemli arası	Kışları serin, yazları ılık	Nemli, mezotermal

Kaynak: URL 7

2.3.3.1. Erinç Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları

Bir bölgenin nemli veya kurak olarak nitelendirilmesinde ortalama sıcaklıkların değerlendirmeye tabi tutulması yanlış sonuçlar elde edilmesine yol açmaktadır. Bu sebeple yağış etkinliğinin belirlenmesinde ortalama sıcaklıkların değil ortalama en yüksek sıcaklıkların baz alınması gerekir. Erinç yağış etkinliğinin tespitinde, evapotranspirasyonun gerçekleşmemesine bağlı olarak sıfır derecenin altında sıcaklık değeri gösteren zamanlar değerlendirme dışında tutulmuştur. Erinç yağış etkinlik indisi ile Türkiye'nin iklim koşullarına dair en doğru çıkarımlara ulaşmak mümkündür (Yılmaz, 2018: Erinç, 1996).

Araştırma alanı ve yakın çevresindeki tüm meteoroloji istasyonları ocak ve şubat aylarında çok nemli çıkmıştır. Martta Hendek ve Akyazı nemli, diğer istasyonlar çok nemlidir. Nisanda Bolu Dağı çok nemli, Hendek nemli, diğer istasyonlar yarı nemlidir. Mayısta Bolu Dağı ve Hendek nemli diğer istasyonlar yarı nemlidir. Haziranda Bolu Dağı çok nemli, Mudurnu yarı kurak, diğer istasyonlar yarı nemlidir. Temmuzda Bolu Dağı yarı nemli, Bolu ve Mudurnu

kurak, diğer istasyonlar yarı kuraktır. Ağustosta Sakarya, Bolu Dağı ve Düzce yarı kurak, diğer istasyonlar kuraktır. Eylülde Mudurnu tam kurak, Bolu kurak, Akyazı yarı kurak, diğer istasyonlar yarı nemlidir. Ekimde Hendek ve Bolu Dağı çok nemli, Sakarya, Akyazı ve Düzce nemli, Bolu yarı nemli, Mudurnu ise yarı kuraktır. Kasımda Bolu ve Bolu Dağı nemli, diğer istasyonlar çok nemlidir. Aralıkta tüm meteoroloji istasyonları çok nemlidir (Tablo 26).

Yıllık değerlendirme yapıldığında Bolu Dağı'nın çok nemli, Sakarya, Hendek ve Düzce'nin nemli, Akyazı, Bolu ve Mudurnu'nun ise yarı nemli olduğu görülmektedir (Tablo 26).

Tablo 26. İstasyonların Erinç yöntemine göre aylık ve yıllık yağış etkinlik indisleri ve iklim sınıfları.

İstasyonlar	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	
Sakarya	111.1	80.5	64.2	36.1	25.0	29.2	19.5	18.2	24.4	44.9	55.5	104.1	40.9
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Yarı kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli
Hendek	107.3	86.9	47.2	41.5	46.0	31.9	20.0	12.0	26.6	63.3	98.0	134.8	46.7
	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli
Akyazı	74.8	66.3	43.7	33.8	29.5	27.0	20.4	9.7	16.9	50.4	75.1	115.1	37.5
	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Kurak	Yarı kurak	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Bolu	131.1	78.7	55.8	37.1	33.4	27.4	12.7	10.1	13.6	27.0	40.1	97.6	32.2
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Bolu Dağı	290.2	206.3	209.3	96.5	49.3	56.4	24.2	17.8	34.7	92.9	52.8	196.4	72.9
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli
Mudurnu	194.7	99.2	61.0	38.8	29.8	18.7	9.3	9.6	7.8	20.9	48.9	155.6	31.9
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Kurak	Kurak	Tam kurak	Yarı kurak	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli
Düzce	131.1	83.0	65.0	37.9	30.7	27.9	18.3	20.7	24.3	46.7	61.5	118.8	42.6
	Çok nemli	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı kurak	Yarı kurak	Yarı nemli	Nemli	Çok nemli	Çok nemli	Nemli

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

2.3.3.2. Throntwaite Yöntemine Göre İklim Sınıflandırmaları

Sakarya'da ekim ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağış miktarının PE'den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Haziran ayında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 27, Şekil 27).

Tablo 27. Sakarya istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	6.1	6.6	8.5	12.9	17.3	21.4	23.3	23.1	19.6	15.4	11.5	8.2	
Sıcaklık İndisi	1.4	1.5	2.2	4.2	6.6	9.0	10.3	10.2	7.9	5.5	3.5	2.1	64.4
Düzeltilmemiş P.E.	1.4	1.6	2.4	4.5	7.0	10.0	11.4	11.3	8.9	5.8	3.6	2.2	
Düzeltilmiş P.E.	1.2	1.3	2.5	5.0	8.7	12.5	14.5	13.3	9.3	5.6	3.0	1.8	78.7
Yağış (cm)	9.0	7.3	7.3	5.7	4.9	6.7	4.8	4.5	5.3	7.9	7.7	10.3	81.4
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	5.8	0.4	0.0	0.0	2.4	4.7	5.3	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	6.2	0.4	0.0	0.0	0.0	2.4	7.1	10.0	
Gerçek P.E.	1.2	1.3	2.5	5.0	8.7	12.5	5.2	4.5	5.3	5.6	3.0	1.8	56.6
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	8.8	4.0	0.0	0.0	0.0	22.1
Su Fazlası	7.8	6.0	4.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	22.5
Akış	5.5	6.9	5.4	2.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	22.5

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Sakarya’da yağış etkinlik indisi 11.74’tür ve C2 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 78.7’dir ve B’ 2 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 28.1 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 51.2’dir ve b’4 ile ifade edilir. Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre C2 B’ 2 s b’ 4 ifade edilen yarı nemli, ikinci dereceden mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Hendek’te ekim ayında yağış miktarı, PE’den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağış miktarının PE’den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Haziran ayında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 28, Şekil 27).

Hendek’te yağış etkinlik indisi 28.71’tür ve B1 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 77.0’tir ve B’ 2 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 24.4 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 52,9’dur ve b’3 ile ifade edilir. Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre B1 B’ 2 s b’ 3 ifade edilen nemli, ikinci dereceden mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Tablo 28. Hendek istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	4.2	4.4	8.3	13.5	16.0	21.5	23.2	24.0	19.8	16.1	10.5	5.8	
Sıcaklık İndisi	0.8	0.8	2.2	4.5	5.8	9.1	10.2	10.8	8.0	5.9	3.1	1.3	62.5
Düzeltilmemiş P.E.	0.7	0.9	2.5	4.9	6.2	10.0	10.9	12.2	8.9	6.3	3.4	1.3	
Düzeltilmiş P.E.	0.6	0.7	2.6	5.4	7.7	12.5	13.8	14.4	9.3	6.0	2.8	1.1	76.9
Yağış (cm)	7.7	6.6	5.5	6.9	8.6	7.4	4.9	3.0	5.9	11.5	12.4	11.2	91.6
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	4.9	0.0	0.0	5.5	4.5	0.0	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	4.9	0.0	0.0	0.0	5.5	10.0	10.0	
Gerçek P.E.	0.6	0.7	2.6	5.4	7.7	12.5	9.8	3.0	5.9	6.0	2.8	1.1	58.1
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	11.4	3.4	0.0	0.0	0.0	18.8
Su Fazlası	7.1	5.9	2.9	1.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	10.1	33.5
Akış	8.6	6.5	4.4	2.2	1.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	7.6	33.5

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Akyazı'da ekim ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağışın PE'den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Mayıs ve haziran aylarında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 29, Şekil 27).

Tablo 29. Akyazı istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	4.5	5.2	8.8	13.5	16.2	21.1	22.7	22.7	18.5	15.2	10.1	6.5	
Sıcaklık İndisi	0.9	1.1	2.4	4.5	5.9	8.9	9.9	9.9	7.3	5.4	2.9	1.5	60.6
Düzeltilmemiş P.E.	1.0	1.2	2.5	4.8	6.4	10.0	10.8	10.8	8.1	5.9	3.2	1.5	
Düzeltilmiş P.E.	0.8	1.0	2.6	5.3	7.9	12.5	13.7	12.7	8.4	5.7	2.7	1.2	74.5
Yağış (cm)	5.7	5.5	5.2	5.6	5.5	6.2	4.9	2.4	3.7	9.0	9.7	10.1	73.5
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	6.3	1.1	0.0	0.0	3.3	6.7	0.0	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	7.6	1.3	0.0	0.0	0.0	3.3	10.0	10.0	
Gerçek P.E.	0.8	1.0	2.6	5.3	7.9	12.5	6.2	2.4	3.7	5.7	2.7	1.2	52.0
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	10.3	4.7	0.0	0.0	0.0	22.5
Su Fazlası	4.9	4.5	2.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	8.9	21.5
Akış	6.8	4.7	3.6	1.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.6	21.4

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Akyazı'da yağış etkinlik indisi 10.45'tür ve C2 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 746'dır ve B' 2 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 30.5 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 52.2'dir ve b'3 ile ifade edilir.

Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre C2 B' 2 s b' 3 ifade edilen yarı nemli, ikinci dereceden mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Bolu'da ekim ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağışın PE'den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Mayıs ve haziran aylarında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 30, Şekil 27).

Tablo 30. Bolu istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	
Sıcaklık	0.9	2.0	4.9	9.7	14.1	17.4	19.9	19.8	16.2	11.7	6.9	2.9	
Sıcaklık İndisi	0.1	0.3	1.0	2.7	4.8	6.6	8.1	8.0	5.9	3.6	1.6	0.4	43.1
Düzeltilmemiş P.E.	0.0	0.0	1.1	3.1	5.1	7.0	8.8	8.7	6.4	3.9	1.1	0.0	
Düzeltilmiş P.E.	0.0	0.0	1.1	3.4	6.3	8.8	11.2	10.3	6.7	3.7	0.9	0.0	52.4
Yağış (cm)	5.9	4.7	5.2	5.2	6.0	5.7	2.9	2.4	2.8	4.3	4.4	6.1	55.6
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.1	6.6	0.0	0.0	0.6	3.5	5.9	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	9.7	6.6	0.0	0.0	0.0	0.6	4.1	10.0	
Gerçek P.E.	0.0	0.0	1.1	3.4	6.3	8.8	9.5	2.4	2.8	3.7	0.9	0.0	38.9
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	7.9	3.9	0.0	0.0	0.0	13.5
Su Fazlası	5.9	4.7	4.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	16.7
Akış	3.1	5.3	4.4	3.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	16.7

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Bolu'da yağış etkinlik indisi 16.41'tür ve C2 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 524'tür ve C' 2 ile gösterilir. Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 25.8 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 57.8'dir ve b'2 ile ifade edilir. Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre C2 C' 2 s b' 2 ifade edilen yarı nemli, ikinci dereceden mikrotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Bolu Dağı'nda eylül ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağış miktarının PE'den fazla olduğu temmuz ayına kadar devam eder. Temmuz ve ağustos aylarında toprakta birikmiş su kullanılmakta, su noksanı ise yılın hiçbir ayında görülmemektedir (Tablo 31, Şekil 27).

Tablo 31. Bolu Dağı istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	0.0	0.7	2.9	6.9	12.0	15.5	17.9	17.8	13.8	9.4	5.5	1.6	
Sıcaklık İndisi	0.0	0.1	0.4	1.6	3.8	5.6	6.9	6.8	4.7	2.6	1.2	0.2	33.9
Düzeltilmemiş P.E.	0.0	0.0	0.0	1.7	4.2	5.8	7.2	7.1	4.7	2.8	1.5	0.0	
Düzeltilmiş P.E.	0.0	0.0	0.0	1.9	5.2	7.3	9.1	8.4	4.9	2.7	1.2	0.0	40.7
Yağış (cm)	10.4	9.8	15.0	10.7	7.6	10.2	4.8	3.6	5.9	12.0	5.1	10.8	105.9
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	4.8	1.0	8.1	0.0	0.0	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	5.7	0.9	1.9	10.0	10.0	10.0	
Gerçek P.E.	0.0	0.0	0.0	1.9	5.2	7.3	9.1	8.4	4.9	2.7	1.2	0.0	40.7
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	10.4	9.8	15.0	8.8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.9	10.8	62.3
Akış	10.6	10.1	12.4	11.9	5.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	7.4	61.7

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Bolu Dağı'nda yağış etkinlik indisi 158'dir ve A ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 407'dir ve C' 1 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 0 değer ile r harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 60.9'dur ve b'2 ile ifade edilir. Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre A C' 1 r b' 2 ifade edilen çok nemli, birinci dereceden mikrotermal, su noksanı olmayan veya pek az olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Mudurnu'da ekim ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağışın PE'den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Mayıs ve haziran aylarında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 32, Şekil 27).

Mudurnu'da yağış etkinlik indisi 22.21'tür ve B1 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 463'tür ve C' 2 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 32.5 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 60.7'dir ve b'2 ile ifade edilir. Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre B1 C' 2 s b' 2 ifade edilen nemli, ikinci dereceden mikrotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.

Tablo 32. Mudurnu istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	
Sıcaklık	-0.9	0.2	3.5	8.4	12.9	16.3	18.8	18.6	14.9	10.3	5.0	1.2	
Sıcaklık İndisi	0.0	0.0	0.6	2.2	4.2	6.0	7.4	7.3	5.2	3.0	1.0	0.1	37.0
Düzeltilmemiş P.E.	0.0	0.0	0.3	2.3	4.2	6.3	8.3	8.2	5.9	3.2	1.1	0.0	
Düzeltilmiş P.E.	0.0	0.0	0.3	2.6	5.2	7.9	10.5	9.7	6.1	3.1	0.9	0.0	46.3
Yağış (cm)	6.5	4.7	5.1	4.9	5.0	3.7	2.0	2.1	1.5	3.2	4.6	7.3	50.6
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.2	5.6	0.0	0.0	0.1	3.7	6.2	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	9.8	5.2	0.0	0.0	0.0	0.1	3.8	10.0	
Gerçek P.E.	0.0	0.0	0.3	2.6	5.2	7.9	7.2	2.1	1.5	3.1	0.9	0.0	30.8
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	7.6	4.6	0.0	0.0	0.0	15.5
Su Fazlası	6.5	4.7	4.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	19.4
Akış	3.8	5.6	4.8	3.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	19.4

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Düzce'de ekim ayında yağış miktarı, PE'den fazla olduğu için toprakta su birikmeye başlamıştır. Bu durum yağışın PE'den fazla olduğu mayıs ayına kadar devam eder. Mayıs ve haziran aylarında toprakta birikmiş su kullanılmakta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında ise toprakta su noksanı görülmektedir (Tablo 33, Şekil 27).

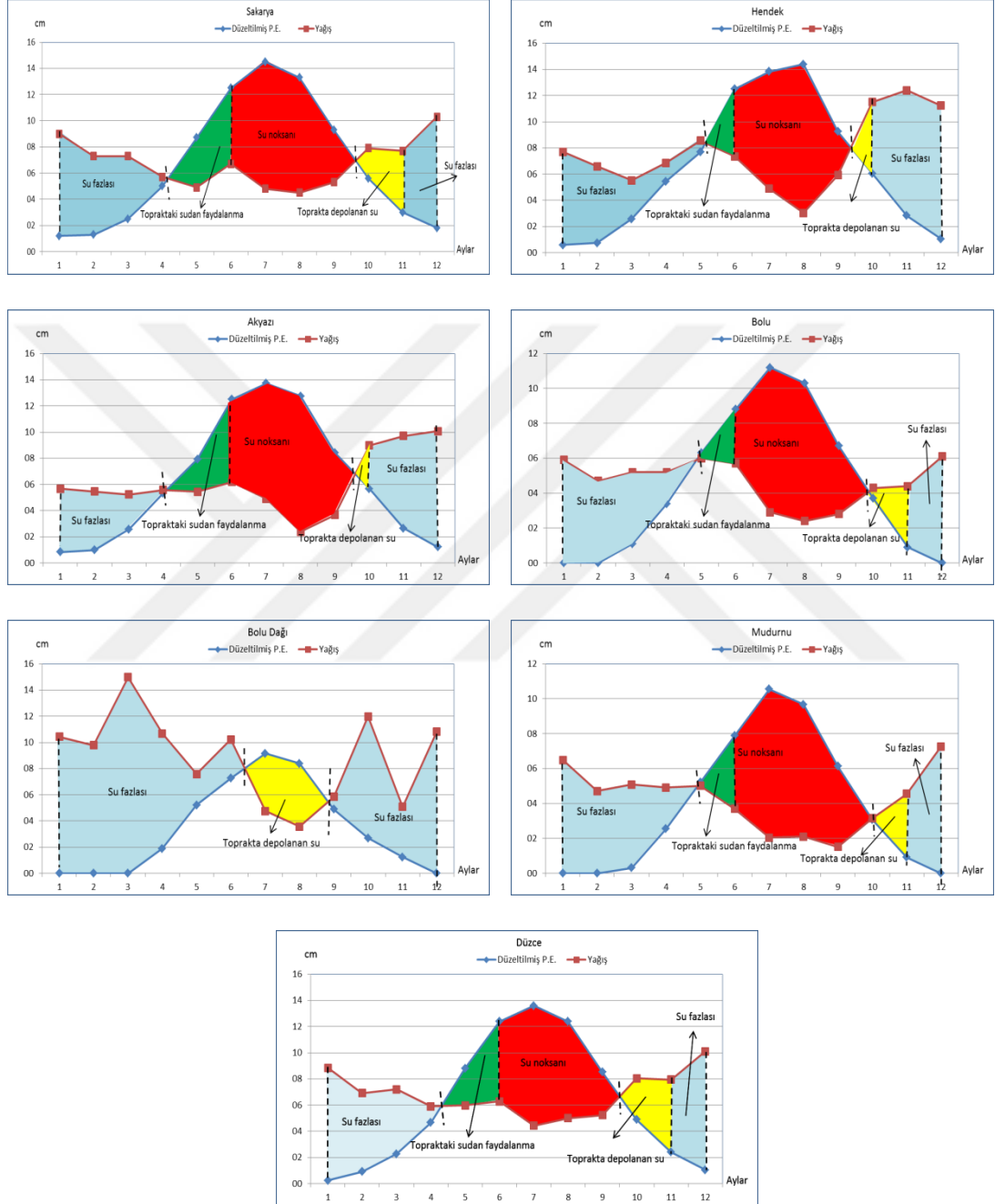
Tablo 33. Düzce istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Bilanço Elemanları	Aylar												Yıllık
	O	Ş	M	N	M	H.	T	A	E	E	K	A	
Sıcaklık	3.8	5.1	7.8	12.3	16.7	20.5	22.6	22.4	18.7	14.3	9.5	5.8	
Sıcaklık İndisi	0.7	1.0	2.0	3.9	6.2	8.5	9.8	9.7	7.4	4.9	2.6	1.3	58.0
Düzeltilmemiş P.E.	0.3	1.1	2.2	4.2	7.1	9.9	10.7	10.5	8.2	5.1	2.9	1.3	
Düzeltilmiş P.E.	0.3	0.9	2.3	4.7	8.8	12.4	13.6	12.4	8.5	4.9	2.4	1.1	72.3
Yağış (cm)	8.9	6.9	7.2	5.9	6.0	6.3	4.4	5.0	5.2	8.1	7.9	10.1	81.9
Birikmiş Suyun Değişimi	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	6.1	1.1	0.0	0.0	3.2	5.5	1.3	
Birikmiş Su	10.0	10.0	10.0	10.0	7.2	1.1	0.0	0.0	0.0	3.2	8.7	10.0	
Gerçek P.E.	0.3	0.9	2.3	4.7	8.8	12.4	5.5	5.0	5.2	4.9	2.4	1.1	53.5
Su Noksanı	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	7.4	3.3	0.0	0.0	0.0	18.8
Su Fazlası	8.6	6.0	4.9	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	28.4
Akış	8.2	7.3	5.5	3.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	28.4

Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir.

Düzce'de yağış etkinlik indisi 23.92'tür ve B1 ile gösterilir. Sıcaklık etkinlik indisi 721'dir ve B' 2 ile gösterilir. . Yağış rejimine göre yağışlı iklimler grubunda yer alıp kuraklık indisi 26.2 değer ile s harfi ile ifade edilir. Potansiyel evapotranspirasyonun üç yaz ayına oranı indisi ise % 53.2'dir ve b'3 ile ifade edilir.

Bunun sonucunda Thornthwaite formülüne göre B1 B' 2 s b' 3 ifade edilen nemli, ikinci dereceden mezotermal (orta sıcaklıktaki iklimler), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, deniz tesirine yakın iklimler grubuna girmektedir.



Şekil 27. Araştırma alanındaki meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu

2.4. Hidrografik Unsurlar

Araştırma alanındaki önemli akarsular Mudurnu Çayı, Dinsiz Çayı, Uğur Suyu ve Aksu Çayı'dır (*Harita 15*).

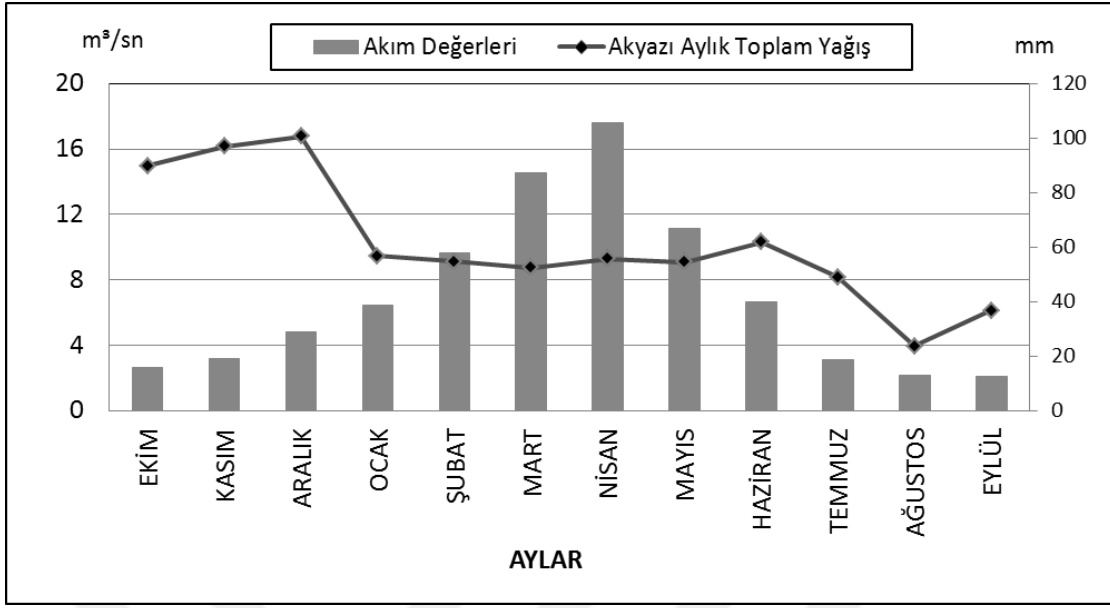
Göllere bakıldığında, Elmacık Dağı'nın güneydoğusunda yer alan Abant Gölü ile kuzeyinde yer alan Melen (Efteni) Gölü doğal göller olarak dikkati çekmektedir (*Harita 15*). Ayrıca araştırma alanında Dipsizgöl-Çamlıpınar göleti, Topuk yaylası göleti, Turnalık yaylası yangın göleti gibi küçük çaplı yapay göller de bulunmaktadır.

Akarsu ve göller dışında araştırma alanında fay hatlarının bulunmasının da bir sonucu olarak Kuzuluk (Akyazı-Sakarya), Sarot (Mudurnu-Bolu), Efteni (Düzce) ve Derdin (Düzce) kaplıcaları gibi sıcak su kaynaklarına da rastlanır.

2.4.1. Akarsu Ağı ve Akım Özellikleri

Mudurnu Çayı: Araştırma alanının güneydoğusunda Abant dağlarının güney yamaçlarından doğmaktadır. Taşkesti yakınlarında Kuzey Anadolu Fayının uzanışına uyum sağlayarak batıya doğru akış göstermektedir. Elmacık Dağı'nın batı sınırından itibaren kuzeye yönelen Mudurnu Çayı, Hendek ilçesine bağlı Aktefek Mahallesi yakınlarında Sakarya nehrine karışmaktadır. Uzunluğu 65 km olan Mudurnu Çayı'nın toplam drenaj alanı ise 1720 km²'dir (Öz ve Ay, 2017).

Mudurnu Çayı üzerinde, Akyazı ilçesi Dokurcun Mahallesi'nde yer alan akım gözlem istasyonu toplam 1073.4 km² yağış alanına sahiptir. DSİ'nin 1987-2011 yıllarını kapsayan ölçüm sonuçlarına göre Mudurnu Çayı-Dokurcun akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım miktarı 7.007 m³/sn'dir. En yüksek akım değerleri ilkbahar aylarındadır. Maksimum akım değerine nisan ayında (17.6 m³/sn) ulaşılmaktadır. Buna karşın akım gözlem istasyonuna en yakın meteoroloji istasyonu olan Akyazı meteoroloji istasyonunda aylık toplam yağışların en fazla olduğu dönem kış aylarıdır. Bu durum Mudurnu Çayı'nın (Dokurcun) kar erimeleriyle beslendiği şeklinde yorumlanabilir. Yağışın azaldığı yaz aylarında akım miktarlarında da azalma görülmektedir. Sonuç olarak, yaz ve kış dönemi birlikte değerlendirildiğinde, akım rejiminin karma karakterli olduğu belirlenmiştir (*Şekil 28*).



Şekil 28. Mudurnu Çayı/Akyazı-Dokurcun akım değerleri ve Akyazı meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış miktarı.



Foto 11. Araştırma sahasına Taşkesti (Mudurnu) yakınlarından girerek sahanın güney sınırı boyunca Dokurcun Fayı'nı takip ederek batıya doğru akış gösteren Mudurnu Çayı'ndan Görünüm (Akyazı-Dokurcun yolu).



Foto 12. Dokurcun Fayı'na paralel uzanan Mudurnu Çayı vadisi üzerinde Sakarya-Bolu sınırında kurulmuş Dokurcun Mahallesi.

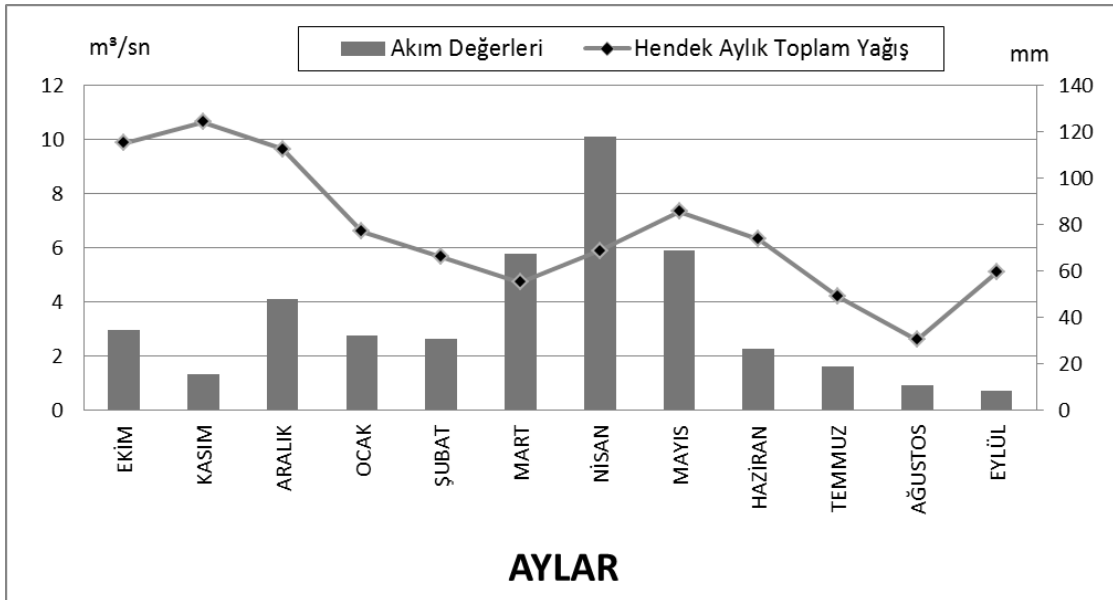
Dinsiz Çayı: Mudurnu Çayı'nın bir koludur. Yaklaşık 34 km uzunluğundadır. Hendek ilçesine bağlı Beynevit Mahallesi yakınlarından doğmaktadır. Elmacık Dağı'nın kuzey eteklerinden aldığı kollarla birlikte Akyazı-Adapazarı birleşiminde Mudurnu Çayı'na karışmaktadır.



Foto 13. Mudurnu Çayı'nın bir kolu olan ve zaman zaman taşkınların yaşandığı Dinsiz Çayı'ndan görünüm (Akyazı-Altındere Mahallesi).

Aksu Çayı: Elmacık Dağı'nın Gölyaka (Düzce) ilçesi sınırlarındaki zirvelerinden doğmaktadır. Daha sonra batıya doğru Hendek (Sakarya) ilçesi sınırlarına yönelir. Buradan güneye doğru akarken Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olarak bir kancalanma yapmakta ve doğuya doğru akmaya başlamaktadır. Buradan da Melen (Efteni) Gölü'ne dökülür. Yaklaşık 39 km uzunluğundadır.

Aksu Çayı üzerinde, Hendek ilçesi Dikmen Mahallesi'nde yer alan akım gözlem istasyonu toplam 105.2 km² yağış alanına sahiptir. DSİ'nin 1981-2011 yıllarını kapsayan ölçüm sonuçlarına göre Aksu Çayı-Dikmen (Çiftekese) akım gözlem istasyonunun yıllık ortalama akım miktarı 3.77 m³/sn'dir. En yüksek akım değerleri ilkbahar aylarındadır. Maksimum akım değerine nisan ayında (9.5 m³/sn) ulaşılmaktadır. Buna karşın akım gözlem istasyonuna en yakın meteoroloji istasyonu olan Hendek meteoroloji istasyonunda aylık toplam yağışların en fazla olduğu dönem kış aylarıdır. Bu durum Aksu Çayı'nın kar erimeleriyle beslendiği şeklinde yorumlanabilir. Yağışın azaldığı yaz aylarında akım miktarlarında da azalma görülmektedir. Sonuç olarak, yaz ve kış dönemi birlikte değerlendirildiğinde, akım rejiminin Mudurnu Çayı'nda olduğu gibi karma karakterli olduğu belirlenmiştir (*Şekil 29*).



Şekil 29. Aksu Çayı/Hendek Çiftekese akım değerleri ve Hendek meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış miktarı.



Foto 14. Elmacık Dağı'nın zirvelerinden doğarak güneye doğru akarken Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı bir kancalanma yaparak doğuya doğru yönelen ve buradan da Melen (Efteni) Gölü'ne dökülen Aksu Çayı'ndan görünüm (Hendek-Dikmen Mahallesi).



Foto 15. Yoğun bitki örtüsüne sahip Aksu Çayı vadisinde yer yer psödomaki elemanlarından sandallara rastlamak mümkündür (Hendek-Karadere Mahallesi'nden güneydoğu yönüne bakış).



Foto 16. “Tabiat Anıtı” olarak kabul edilen Uğur Suyu üzerindeki Samandere Şelalesi’nde dev kazanları bulunmaktadır.

Uğur Suyu: Düzce sınırları içerisinde yer almaktadır. Elmacık Dağının kuzeydoğu zirvelerinden doğmaktadır. Büyük Melen Çayı’nın kollarından biridir. Kaynak kesimine yakın yerlerde yer yer şelaleler yapan Uğur Suyu, Samandere Köyü’nden sonra oldukça derin bir vadide akarak Büyük Melen nehrine karışır. Yaklaşık 29 km uzunluğundadır. Uğur Suyu ve Aksu çayları 1976 yılına kadar Efteni gölüne boşalırken, 1976 yılından sonra Efteni gölü çevresindeki bentlerin yanından Büyük Melen nehrine bağlanmıştır (Uzun ve Müderrisoğlu, 2011)

2.4.2. Göller

Efteni Gölü: Araştırma alanının kuzeyinde yer almaktadır. Düzce ili Gölyaka ilçesi sınırlarındadır. Deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 113 metredir. Araştırma alanındaki Aksu deresi ve Uğur Suyu da bu gölü beslemektedir.

“Efteni Gölü’nün günümüzde kıyı şeridi 7 504 m, su tutan alanı 170.2 ha olarak hesaplanmıştır. Göldeki su seviyesinin en yüksek değeri Mart ayında olup ortalama derinlik 130.7 cm ölçülmüştür. Bu değere göre gölün hacmi ise yaklaşık 2 224 514 m³’tür. Su seviyesinin en düşük olduğu Eylül ayında ise gölün ortalama derinliği 89.9 cm, hacmi ise yaklaşık 1 452 964 m³ ’tür” (Keten, 2009).

“1992 yılında Orman Bakanlığı Milli Parklar Av-Yaban Hayatı Koruma Genel Müdürlüğü tarafından, av ve yaban hayvanlarının muhafazası, göçmen türlerinin göç yollarının güvence altına alınması, yaşama ortamlarının korunması, geliştirilmesi, iyileştirici tedbirlerin alınması, barınma, beslenme ve yaşama koşullarının sağlanması amacıyla koruma statüsüne alınarak avlanma yasaklanmıştır. Efteni Gölü çevresindeki en önemli fauna elemanlarını su kuşları oluşturmaktadır. Bünyesinde 35 tanesi kalıcı olmak üzere toplam 150 çeşit kuşa ev sahipliği yapmaktadır. Efteni Gölü kuş türlerinin yanı sıra

bünyesinde ender bitki türleri barındırmaktadır. Efteni Gölü Yaban Hayatı Koruma Alanı'nın güneyindeki dağlık arazide 5 farklı bitki kuşağına rastlanmaktadır. Nilüfer, süsen, düğün çiçekleri, kamış, su mercimeği bitkilerinin yanı sıra; dişbudak, kızılğaç, çınar gibi sucul karakterli ağaçlar da göze ilk çarpan bitkilerdendir.” (URL 5).

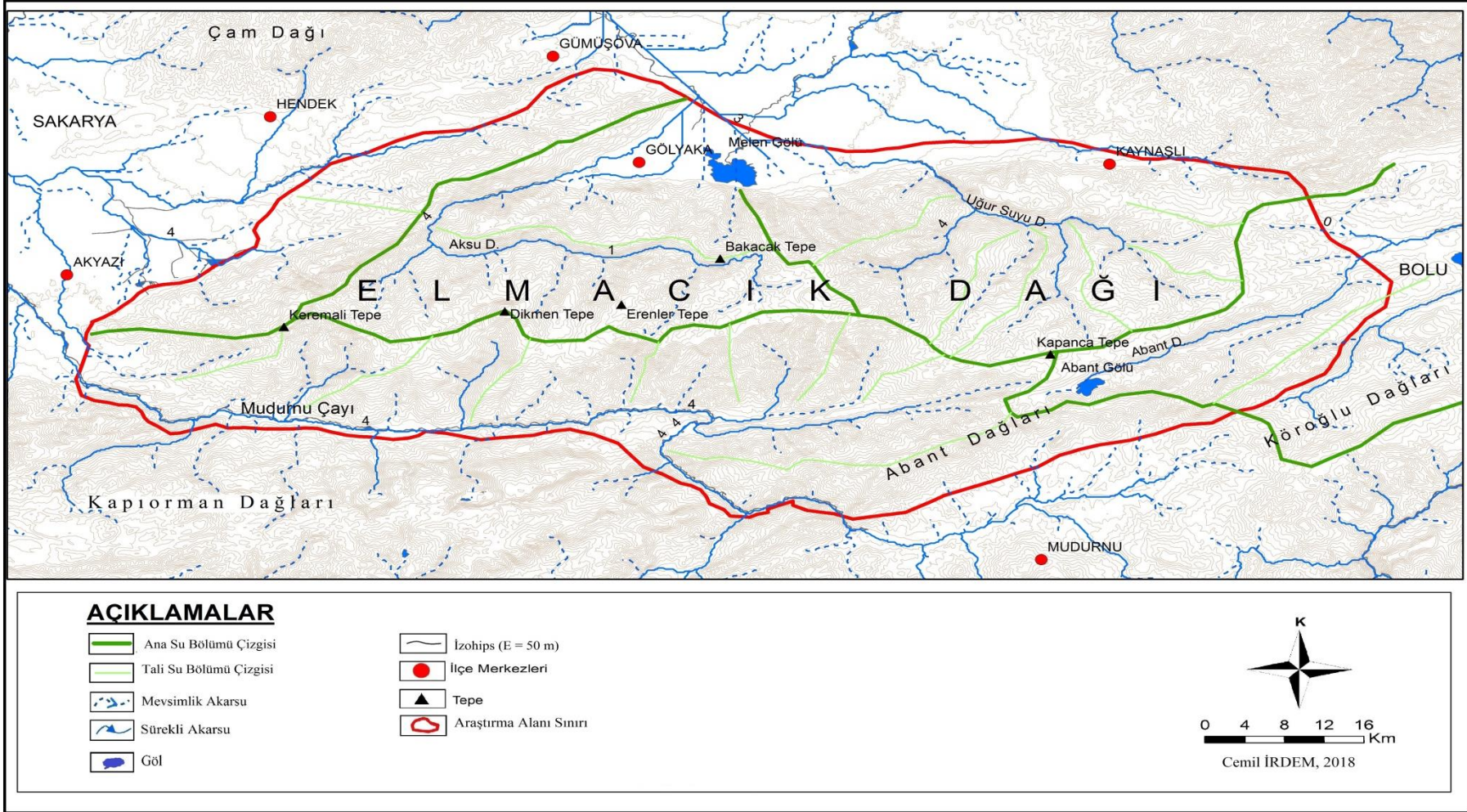


Foto 17. Yaban hayatını geliştirme sahası olarak koruma altında olan Efteni (Melen) Gölü sulak alanı çok sayıda bitki ve kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır (Gölyaka-Düzce).

Abant Gölü: Abant Gölü araştırma alanının güneydoğusunda, Mudurnu (Bolu) sınırları içerisinde yer alır.

Bolu'nun 32 km kadar güneybatısında bulunan Abant Gölü çanağı, Bolu ovasına açılan Abant Suyu vadisinin batı yamacında meydana gelen bir heyelanın oluşturduğu bir enkaz setiyle tıkanması sonucu oluşmuştur (Hoşgören, 1994).

1328 metre rakımda bulunan Abant Gölü'nün yüzölçümü 12500 m²'dir. En derin yeri ise 18 metredir (Altınsaçlı, 2001).



Harita 15. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin hidrografi haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı)



Foto 18. Elmacık Dağı'nın güney doğusunda yer alan Abant Gölü Tabiat Parkı'nda sucul bitkilerden görünüm.

2.5. Toprak Örtüsü

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün 1995 yılında hazırlamış olduğu Sakarya ve Bolu İli Arazi Varlığı raporları ve arazi çalışmaları sonuçlarından yararlanarak araştırma sahası toprak özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

Araştırma sahasında yayılış gösteren altı büyük toprak grubu bulunmaktadır. Bunlar zonal topraklardan kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve podzolümsü gri topraklar; azonal topraklardan ise alüvyal topraklar, hidromorfik alüvyal topraklar ve kolüvyal topraklar (*Harita 16*).

2.5.1. Zonal Topraklar

2.5.1.1. Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi orman toprakları kireççe zengin olup, ana madde üzerinde oluşur. Profilleri A (B) C şeklinde olup horizonlar birbirinden dereceli olarak geçiş yapar. Genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşur. Bunlarda etkili olan oluşum işlemleri kalsifikasyon ve biraz da podsolleşmedir. Drenajları iyidir. Çoğunlukla orman veya otlak olarak kullanılırlar (Sakarya ili Arazi Varlığı 1995).

Bu toprak grubu araştırma alanının güneyinde yer alan Karamurat köyünden başlayarak sahanın doğu sınırına kadar hakim toprak grubudur. Toprak haritasında kahverengi orman topraklarını genel olarak çalışma alanının güney doğu bölümünde

görmek mümkündür. Bu kısımlarda iklimin karasal bir karakter kazanması ve yağış miktarındaki azalma topraktaki kirecin yıkanmasına engel olmuş ve kireçsiz kahverengi orman toprağı yerine kahverengi orman topraklarının araziye hakim olmasına neden olmuştur (*Harita 16*).

2.5.1.2. Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

“A (B) C profilli topraklardır. A horizonu iyi oluşmuş ve gözenekli yapısı vardır. (B) horizonu ise zayıftır. Genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur” (Sakarya ili Arazi Varlığı 1995). Araştırma sahasında en geniş yer kaplayan toprak grubudur. Elmacık Dağı'nın neredeyse tamamı bu topraklarla örtülüdür (*Harita 16*).



Foto 19. Araştırma sahasında en geniş alanı kaplayan kireçsiz kahverengi orman toprakları Kızanlık Mahallesi'nde (Hendek) heyelan sonucu yüzeylenmiştir.

2.5.1.3. Gri-Kahverengi Podzolik Topraklar

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı 1000 mm'nin üzerinde, yıllık ortalama sıcaklığın ise 8°C'nin altında olduğu yerlerde ve orman formasyonunun altında gelişme gösterirler. Bazı fakir, orta ve kaba materyal üzerinde oluşan podzolik toprakların doğal bitki örtüsü ormandır. Yağış miktarının fazlalığı nedeniyle bu topraklarda kil, demir ve alüminyumun yıkandığı bir yıkanma (A) ve bunların biriktiği bir birikme horizonu (B) vardır (Toprak Su Genel Müdürlüğü.1972).

Gri-kahverengi podzolik topraklar araştırma alanında Uğur Suyu deresinin yukarı kesimlerinde, Çatalçam-Dipsizgöl köyleri arasında dar bir alanda haritalanmıştır (*Harita 16*).

2.5.2. Azonal Topraklar

2.5.2.1. Alüvyal Topraklar

Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan (A) C profilli genç topraklardır. Mineral birleşimleri akarsu havzasının litolojik bileşimiyle jeolojik periyotlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devirlerine bağlı olarak heterojendir. Profillerinde horizonlaşma ya hiç yok yada çok az belirgindir. Buna karşılık değişik özellikte katlar görülür. Çoğu yukarı arazilerden yıkanan kireççe zengindir (Sakarya ili Arazi Varlığı 1995).

Bu toprak grubuna araştırma sahasının kuzeyinde Düzce Ovası'na dahil olan kesiminde, batıda Akyazı ve Hendek düzlüklerinde, güneyde Mudurnu Çayı Vadisi'nde Gökçeler-Haydarlar-Dokurcun hattında rastlanır (*Harita 16*).

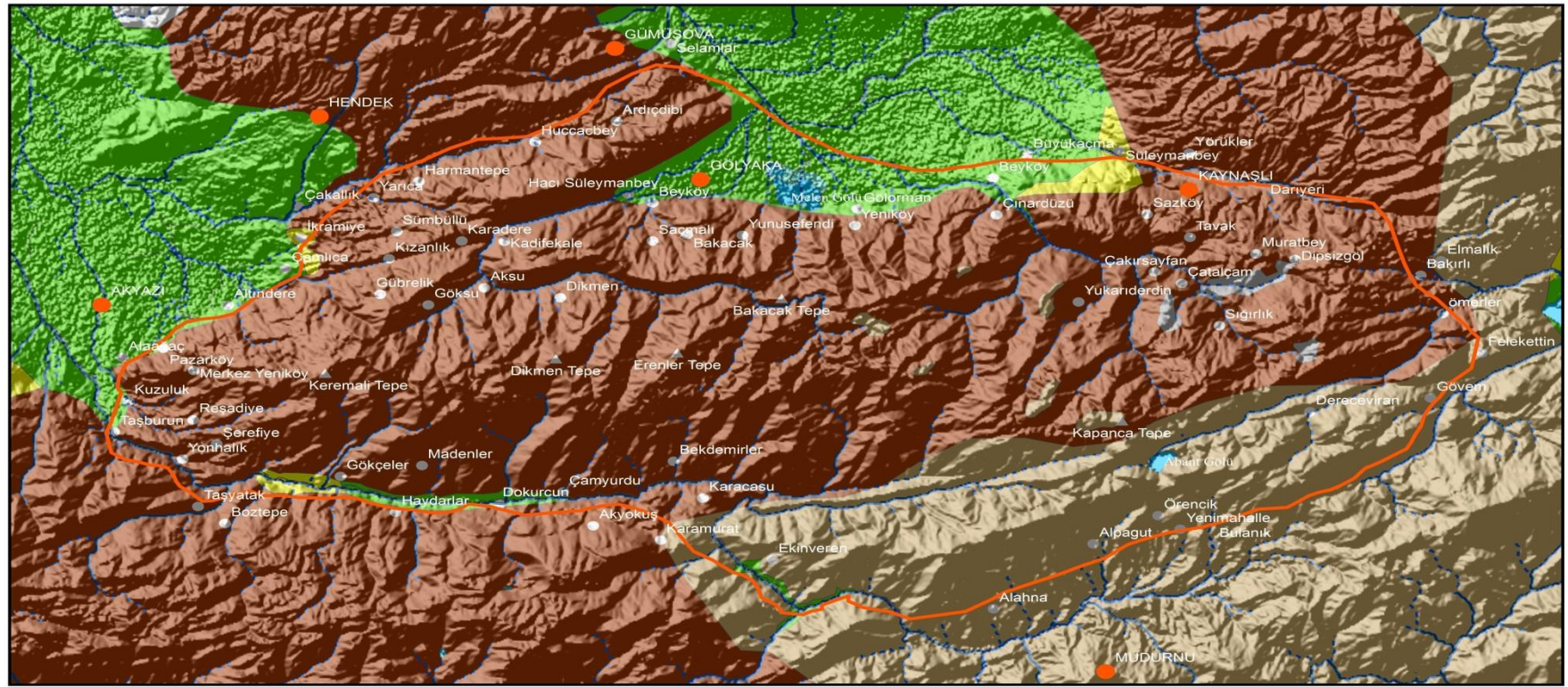
2.5.2.2. Hidromorfik Alüvyal Topraklar

Oluşumlarını su etkisi altına sürdüren intrazonal topraklardır. Topoğrafyaları düz veya çukur olduğundan taban suyu yüksektir. Doğal bitki örtüleri çayır ve mera otları ile saz, kamış veya suyu seven diğer bazı bitkilerden oluşmaktadır. Basit drenaj önlemleri alınması durumundan yem bitkileri ve suya dayanıklı bazı ağaç türleri yetiştirilebilir (Sakarya ili Arazi Varlığı 1995).

Bu tip topraklar kuzeyde Melen (Efteni) gölü çevresinde yer alır (*Harita 16*).

2.5.2.3. Kolüvyal Topraklar

“Genellikle dik eğimlerin eteklerinde ve vadi ağzlarında yer alırlar. Yer çekimi, toprak kayması yüzeysel akışı ve yan derelerle taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş (A) C profilli genç topraklardır” (Sakarya ili Arazi Varlığı 1995). Kolüvyal topraklar, Elmacık Dağı'nın batısında İkramiye ve Çamlıca köylerinde düzlüklerden Elmacık Dağı'na geçiş alanlarında, güneyde Beldibi ve Samanpazarı köylerinin güneyinde, kuzeybatıda ise Beyköy, Büyükaçma ve Süleymanbey köylerinde görülmektedir (*Harita 16*).



ACIKLAMALAR

Toprak Türü

Zonal Topraklar

- Kahverengi Orman Toprağı
- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı
- Podzolümsü Gri Toprak

Azonal Topraklar

- Alüvyal Toprak
- Hidromorfik Alüvyal Toprak
- Kolüvyal Toprak

Tepe

Mevsimlik Akarsu

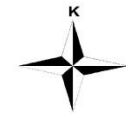
Sürekli Akarsu

Göl

Köyler

İlçe Merkezleri

Araştırma Alanı Sınırı



0 4 8 12 16 Km
Cemil İRDEM, 2018

Harita 16. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin toprak haritası (Kaynak: Toprak Su Genel Müdürlüğü raporları)

2.6. Bitki Örtüsü

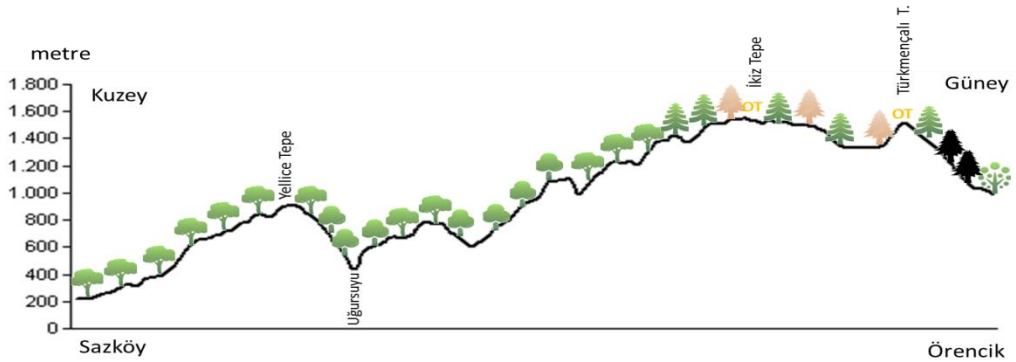
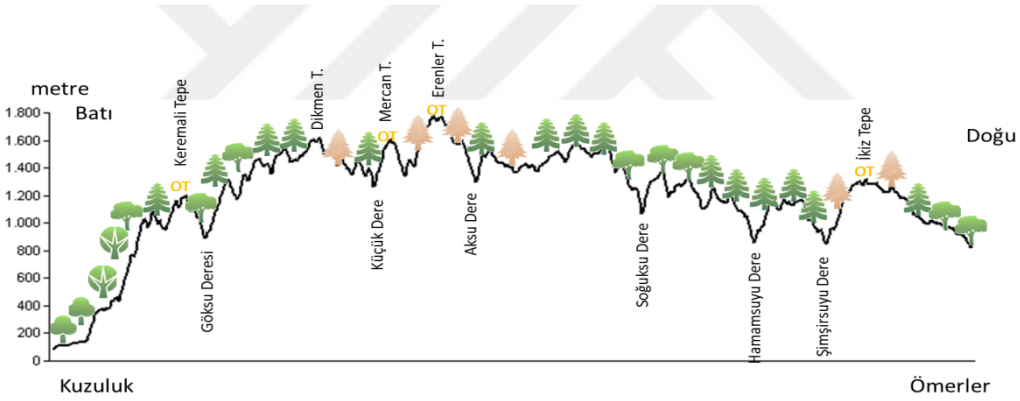
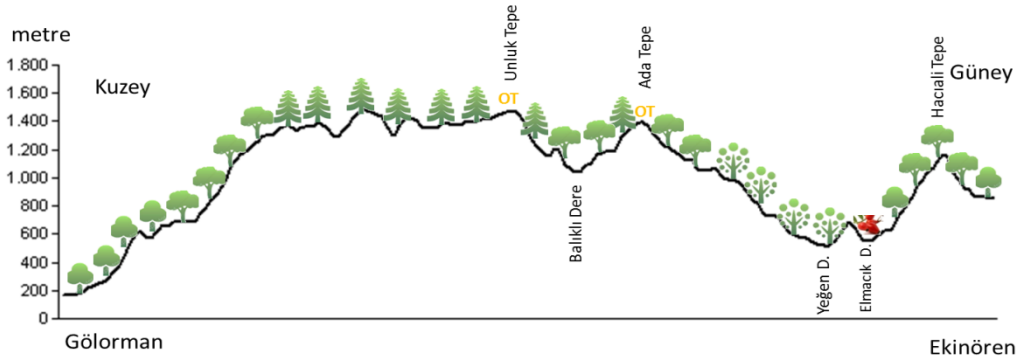
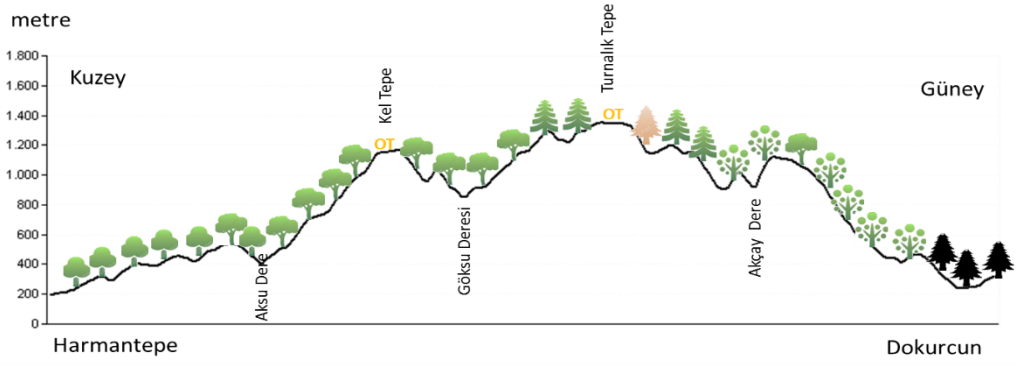
Elmacık Dağı, DAVIS, P.H. (1965) bitkisel kare (grid) sistemine göre A3 karesinde yer almakta olup, bu kare genellikle kuzeybatı Karadeniz bölgesinde yayılışını yapan Euro-Siberian (Avrupa-Sibirya) flora alanı ile Mediteranean (Akdeniz) Flora alanı etkisinde bulunmaktadır. İrano-Turan Flora (İran-Turan) alanının etkisi azdır. Elmacık Dağı'nın güneyi Batı Karadeniz Bölgesi'ne, İç Anadolu Bölgesi'nden gelen ve Sakarya nehrinin bir kolu olarak sokulan Mudurnu Çayı ile İrano- Turanian'ın İç Anadolu Flora Alanı etkisi lokal olarak bu alana taşınmaktadır. Elmacık Dağı'nın kuzeyi; Efteni Gölü'nden doğan Melen Çayı'nın, Karadeniz'in sıcak ve nemli etkisini iç derin vadilerle iç taraflara doğru taşımasından dolayı lokal Akdeniz ikliminden kaynaklanan Mediterranean'ın Batı Ege Flora Alanı etkisine sahiptir (Aksoy 2006).









Elmacık Dağı'nın Düzce sınırlarında kalan kesiminin vejetasyonunu çalışan Aksoy (2006), çalıştığı araştırma alanında 631 takson belirlemiştir. Bu 631 taksonun fitocoğrafik bölgelere göre dağılımları şöyledir: 212 takson (% 33.59) Avrupa-Sibirya, 53 takson (% 8.41) Akdeniz, 41 takson (% 6.51) İran-Turan kökenlidir. Geriye kalan 325 (% 51.50) taksonun ise fitocoğrafik bölgesi ya belli değil ya da geniş yayılışlıdır. Araştırma alanında, 59' u endemik olmak üzere toplam 631 adet takson tespit etmiştir.

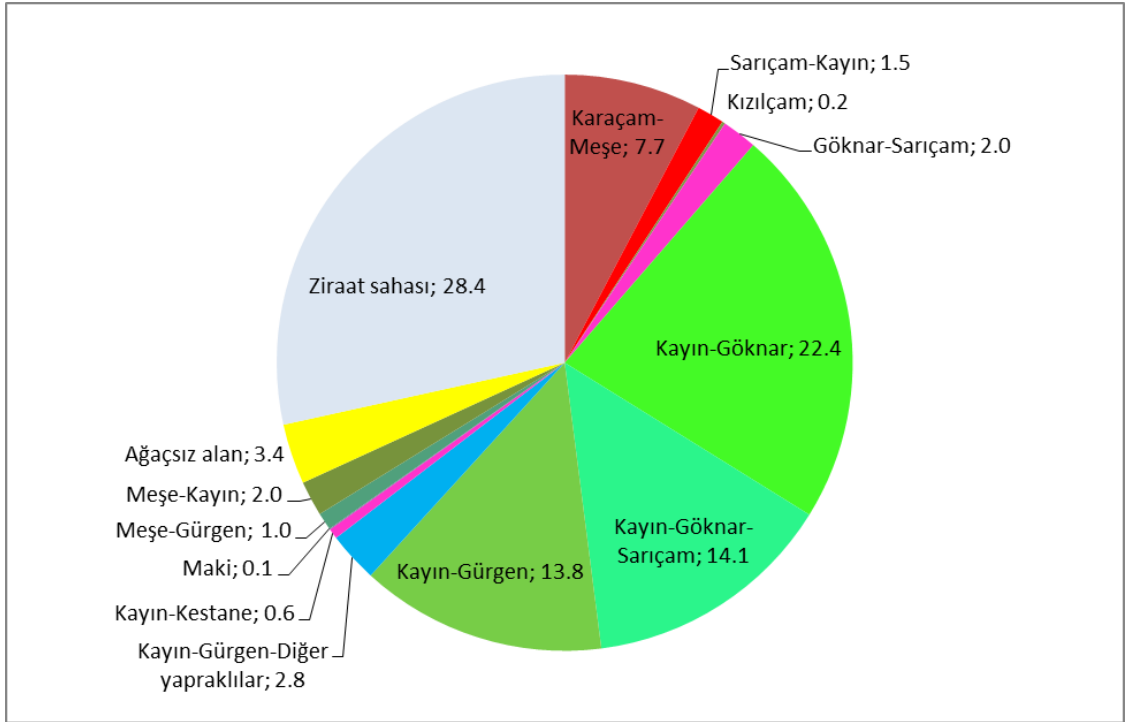
Elmacık dağının batı kesiminin vejetasyonu ile ilgili çalışmasında Kılıç (2011), doğal bitki örtüsünü oluşturan bitki türlerinin 225 türden oluştuğunu ifade etmiştir. Bu bitki türlerinin fitocoğrafik dağılışıma baktığımızda büyük kısmı (58 %) çok bölgeli türlerdir. Çok bölgeli türleri Avrupa - Sibirya (30 %), Akdeniz (14 %) ve İran-Turan (3%) floristik bölgesine ait elemanlar takip eder.

Bu çalışmada ise floristik bir çalışma yapılmamış olup, vejetasyon formasyonları hakkında genel bilgiler verilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda önce orman, çalı formasyonları ile ot topluluklarının dağılışı ile ilgili değerlendirmeler yapılmış, araştırma alanının bitki örtüsü özelliklerini biraz daha ayrıntılı olarak ortaya koyabilmek amacıyla sahanın kuzeyinden güneyine alınan 3, batıdan doğuya 1 olmak üzere toplam 4 kesitle birlikte vejetasyon yapısındaki değişiklikler ortaya konulmaya çalışılmıştır (Şekil 30).

Araştırma sahasının % 28.4'ü ziraat sahasıdır. Bitki topluluklarının oransal dağılımı incelendiğinde en yaygın topluluğun % 22.4 ile kayın-gökmar olduğu görülmektedir. Kayın-gökmar-sarıçam topluluğu % 14.1, kayın gürgen topluluğu % 13.8, karaçam-meşe topluluğu ise % 7.7 oranı ile Elmacık Dağı'nda geniş alan kaplayan diğer topluluklardır. Araştırma sahasının çok büyük bir bölümünü nemli ormanlar oluşturmaktadır (Şekil 31).



Şekil 30. Elmacık Dağı'nda bitki kesitleri (semboller:  Anadolu kestanesi,  saplı meşe-sapsız meşe,  adi gürgen,  dağu kayını,  Uludağ göknarı,  sarıçam,  karaçam,  pösdomaki, OT yayla-otlak.



Şekil 31. Araştırma sahasında bitki topluluklarının oransal dağılımı.

2.6.1. Orman Formasyonları

2.6.1.1. Nemli ormanlar

Araştırma alanındaki orman formasyonları büyük ölçüde nemli ormanlar grubundadır. Özellikle de Elmacık Dağı'nın kuzey yamaçları, nemli ormanların tamamen hakimiyetinin görüleceği alanlardır. Sahanın kuzey ve güney yamaçlarında orman formasyonlarının farklı türlerle temsil edildiği görülmektedir. Bu farklılığın en önemli sebebi bakı etkisine bağlı olarak iklim karakterinde meydana gelen değişikliklerdir. Alt seviyelerde küçük topluluklar halinde saplı meşe (*Quercus robur*), sapsız meşe (*Quercus petraea*), kestane (*Castanea sativa*) topluluklarına rastlanırken, yukarılara çıkıldıkça gürgen (*Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*) ve kayın (*fagus orientalis*) ağırlıklı bir orman örtüsüne geçilmektedir. Nemli geniş yapraklı ormanlar 1200 metrelere kadar çıkabilirken, bu yükseltilerden itibaren yerini yine nemli iğne yapraklılardan göknaar (*Abies bornmuelleriana*) ve sarıçamlar (*Pinus sylvestris*) alırlar.

İnceleme alanında göknarlara özellikle Elmacık dağının kuzey kesiminde 1200-1500 metre aralığında sıkça rastlanır. Dikmen ve Aksu köylerinden Dikmen ve Çiğdem yaylalarına gidiş güzergahında, Bakacak Köyü-Kardüz yayaları arasında Güzeldere Köyü-Balıkli yaylası güzergahında, Samandere Köyü-Sinekli yayla yolunda saf Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana*) ormanları görmek mümkündür. Sarıçamlara özellikle Elmacık dağının güney kesimlerinde 1000-1500 metreler arasında rastlanır. Araştırma alanında ayrıca tespit edilen diğer geniş yapraklı türler de akçaağaç (*Acer platanoides*), adi kızılgağaç (*Alnus glutinosa*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*), Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*), ıhlamur (*Tilia argentea*) ve porsuk (*Taxus baccata*) olarak sayılabilir (*Harita 17*).

Elmacık Dağı'nda beşeri faaliyetlerin etkisini 1000-1100 metre yükseltilere kadar görmek mümkündür. Araştırma alanında Gerek yakacak temini, gerekse tarla açma gibi amaçlarla orman tahribatını birçok yerde gözlemlemek mümkündür. Özellikle de fındık bahçesine dönüştürülen geniş yapraklı nemli orman sahaları dikkat çekmektedir (*Foto 20*).



Foto 20. Yenyayla Mahallesi'nde (Hendek) fındık bahçesine dönüştürülen orman arazileri (rakım 1200 metre).



Foto 21. Araştırma alanının yaklaşık % 2'sini işgal eden sarıçam-gökmar topluluğu (*Pinus sylvestris*- *Abies bornmulleriana*) 1000-1500 metre yükselti aralığında görülmektedir (Balıklı Yaylası güneyi).



Foto 22. Sarıçam-kayın Toplulukları (*Pinus sylvestris*-*Fagus orientalis*) güneşlenme seviyesinin fazlalaşması nedeniyle daha çok araştırma alanının güney yamaçlarında görülür (Çiğdem Yaylası-Dokurcun yolu).

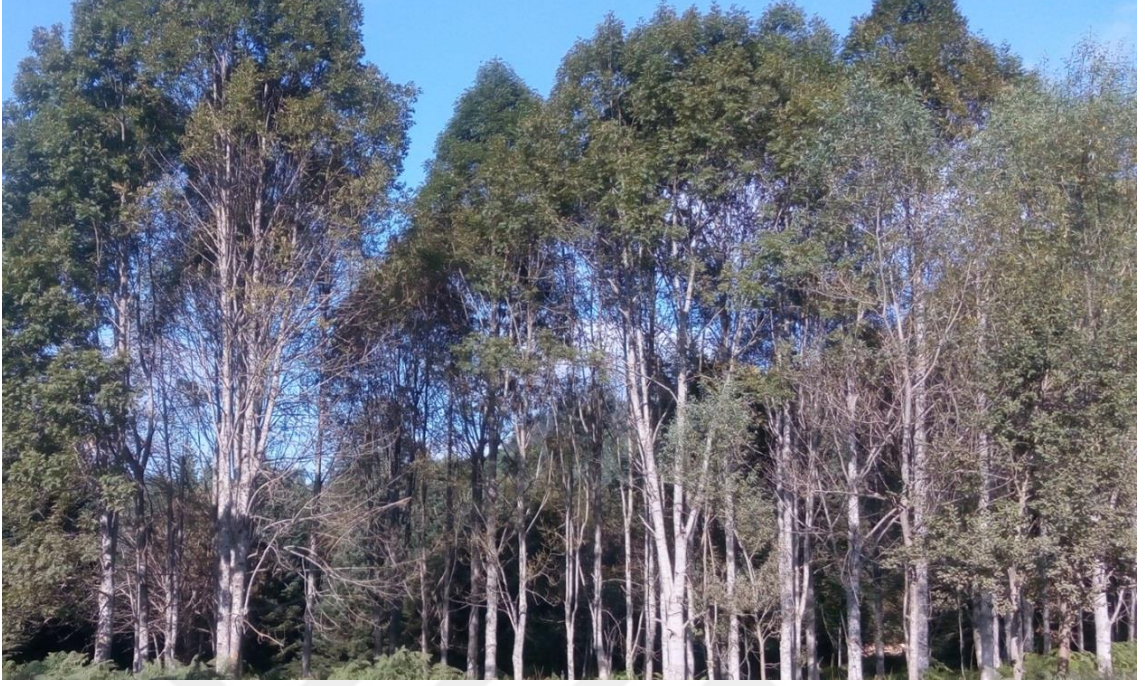


Foto 23. Araştırma alanının kuzeyinde yer yer saf kayın topluluklarına (*Fagus orientalis*) rastlamak mümkündür (Hendek-Dikmen Yaylası yolu).



Foto 24. Samandere Şelalesi tabiat anıtında yer alan anıt ağaçlardan Porsuk ağacı (*Taxus baccata*).

2.6.1.2. Kurakçıl Ormanlar

Araştırma alanında kurakçıl ormanlar sahası nemli ormanlar sahasına göre çok daha dar bir alan kaplamaktadır. Elmacık Dağı'nın güney yamaçlarında ve genelde ancak belli bir yükseltiye kadar kurakçıl ormanlar görülmektedir. Kurakçıl ormanların hakim elemanı karaçam (*Pinus nigra*) ve yer yer kızılçamlardır (*Pinus brutia*). Araştırma alanının güneydoğu sınırına yakın kısımlarda bozuk karaçam ormanları 1000-1100 metre yükseltilere kadar çıkabilmektedir. Kızılçam türlerine araştırma sahasının güneyinde Dokurcun-Çamyurdu-Bekdemirler-Ilıca hattı boyunca 700-800 metre yüksekliklere kadar rastlanmaktadır (*Harita 17*).



Foto 25. Araştırma alanının güneyinde 500-1000 metre yükselti aralığında karaçam-meşe (*Pinus nigra-Quercus robur-Quercus petraea*) karışık ormanlarını görmek mümkündür (Dokurcun-Taşkesti yolu).



Foto 26. Dokurcun--Ilıca hattı boyunca 700-800 metre yüksekliklere kadar kızılçam topluluklarına (*Pinus brutia*) rastlanmaktadır (Dokurcun-Çamyurdu arası).

2.6.2. Çalı Formasyonu

Ormanların tahribi neticesinde meydana gelen 1-2 metre boyundaki ağaçların oluşturduğu bitki formasyonuna ağaççık yahut çalı formasyonu denir. Bu formasyon, asli bir bitki formasyonu olmayıp, insanların müdahalesiyle (orman açmaları, orman yangınları, hayvan olatması) meydana gelmiştir (Dönmez, 1985).

Araştırma alanında çalı formasyonları orman alanlarında orman altı bitkiler olarak görülürken, ormanların tahrip edildiği bazı alanlarda ise hakim bitki örtüsü olarak dikkati çekmektedir.

Ancak Karadeniz bölgesinde özellikle kıyı dağlarının kuzeye bakan yüzlerinde yayılış gösteren psödomaki formasyonu “Akdeniz damgasını taşıyan maki elemanları ile Karadeniz tesirini hissettiren nemcil ve kışın yapraklarını döken ağaççıkların bir arada buldukları bitki toplulukları” olarak tanımlanır (Dönmez, 1985).

Araştırma sahasında arazi çalışmaları sonucunda tespit edilen, genellikle orman tahrip sahalarında hakim vejetasyon olarak ve ormanlık alanlarda da orman altı bitki katı olarak dağın hem kuzey hem de güney yamaçlarında kendini gösteren başlıca psödomaki türleri şunlardır: Adi ardıç (*Juniperus communis*), adi fındık (*Corylus avellana*), adi şimşir (*Buxus sempervirens*), böğürtlen (*Rubus sanctus*), katırtırnağı (*Genista tinctoria*), kızılıcık (*Cornus mas*), kuşburnu (*Rosa canina*), mor çiçekli ormangülü (*Rhododendron ponticum*), muşmula (*Mespilus germanica*), ova akçaağacı (*Acer campestre*), sandal (*Arbutus andrachne*), taflan (*Prunus laurocerasus*). Araştırma alanında ayrıca 1500 metrenin üzerindeki ormansız alanlarda ot topluluklarının arasında öbek öbek geyik dikenini (*Crataegus monogyna*) ve adi ardıçlara (*Juniperus communis*) rastlanır (Harita 17).



Foto 27. Araştırma sahasında 1400-1500 metre yükseltilerin üzerine çıkıldığında çalı formasyonlarından adi ardıç (*Juniperus communis*) örneklerini görmek mümkündür (Abant Gölü doğusu-At Alanı mevkii).



Foto 28. Araştırma sahasının güneyinde Taşkesti-Abant yolunda çeşitli psödomaki elemanlarını görme imkanı vardır (Kuşburnu - Rosa canina).



Foto 29. Araştırma sahasının kuzeyinde orman altı flora olarak orman gülleri (Rhododendron ponticum) yaygındır (Dikmen Yaylası yolu).



Foto 30. Çalı formasyonu türlerinden muşmula (*Mespilus germanica*)-Dokurcun-Çiğdem Yaylası yolu.



Foto 31. Araştırma alanının kuzeyinde Aksu Çayı vadisinde yer yer psödomaki elemanlarından sandallara (*Arbutus andrachne*) rastlanır (Hendek-Karadere Mahallesi).



Foto 32. Çalı formasyonu türlerinden şimşir topluluklarına (*Buxus sempervirens*) araştırma alanının kuzeyinde 1000-1500 metre yükselti aralığında rastlamak mümkündür (Çiğdem Yaylası).



Foto 33. Araştırma sahasında psödomakilik olarak dikkati çeken bir örnek alan (Taşkesti-Abant yolu).

2.6.3. Ot Toplulukları

Araştırma alanında orman altı ot toplulukları dışında gözlenen ot toplulukları 1400-1500 metrelerin üzerinde rakıma sahip alanlarda ya orman tahribatı sonucu ağaçsız kalan ve mera alanı olarak kullanılan alanlar ya da toprak tabakasının çok ince olmasından ötürü (rüzgarlar, yükselti, eğim, vb. nedenlerle) ağaçsız kalan alanlarda dikkati çekmektedir (*Harita 17*). Araştırma alanında Kılıç (2011) tarafından tespit edilen başlıca görülen otsu bitkiler; yüksük otu (*Digitalis ferruginea subsp. ferruginea*), sütleğen (*Euphorbia amygdaloides*), çilek (*Fragaria vesca*), orman sarmaşığı (*Hedera helix*), eğreltiotu (*Pteridium aquilinum*), çuha çiçeği (*Primula vulgaris*), doğal havuç (*Daucus carota*), çayır üçgülü (*Trifolium pratense*), beyaz hidibağ (*Cichorium intybus*) ve sığırkuyruğu (*Verbascum bithynicum*)'dur Ayrıca Kılıç (2011) tarafından araştırma sahasında tespit edilen endemik otsu bitkiler; *Onosma mutabile*, *Euphorbia amygdaloides var. robbiae*, *Papaver apokrinomenon*, *Asperula lilaciiflora subsp. phrygia*, *Verbascum bithynicum*'dir. İlave olarak arazi çalışmalarımız sırasında araştırma sahasında Turnalık, Çiğdem ve Dikmen yaylalarında çiğdem (*Crocus colchicum*) türlerine, doğusundaki yaylalarda da kekiklere (*Thymus longicaulis*), Hendek-Karadere mahallesinde at kuyruklarına (*Equisetum arvense*) rastlanmıştır.



Foto 34. Yaz aylarında en çok tercih edilen yaylalardan Çiğdem yaylasına da (Hendek) adını veren çiğdem çiçekleri (*Crocus colchicum*).



Foto 35. Sığirkuyruğu (*Verbascum bithynicum*)-At Alanı Mevkii-Abant Gölü'nün doğusu.



Foto 36. Antropojen etkilerle ağaçsızlaşmış alan (At Alanı mevkii-Abant Gölü'nün doğusu, rakım 1400 metre).

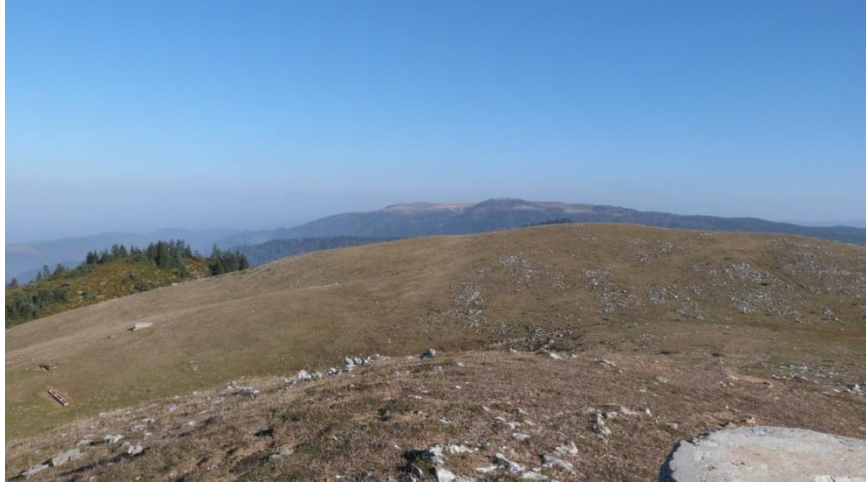
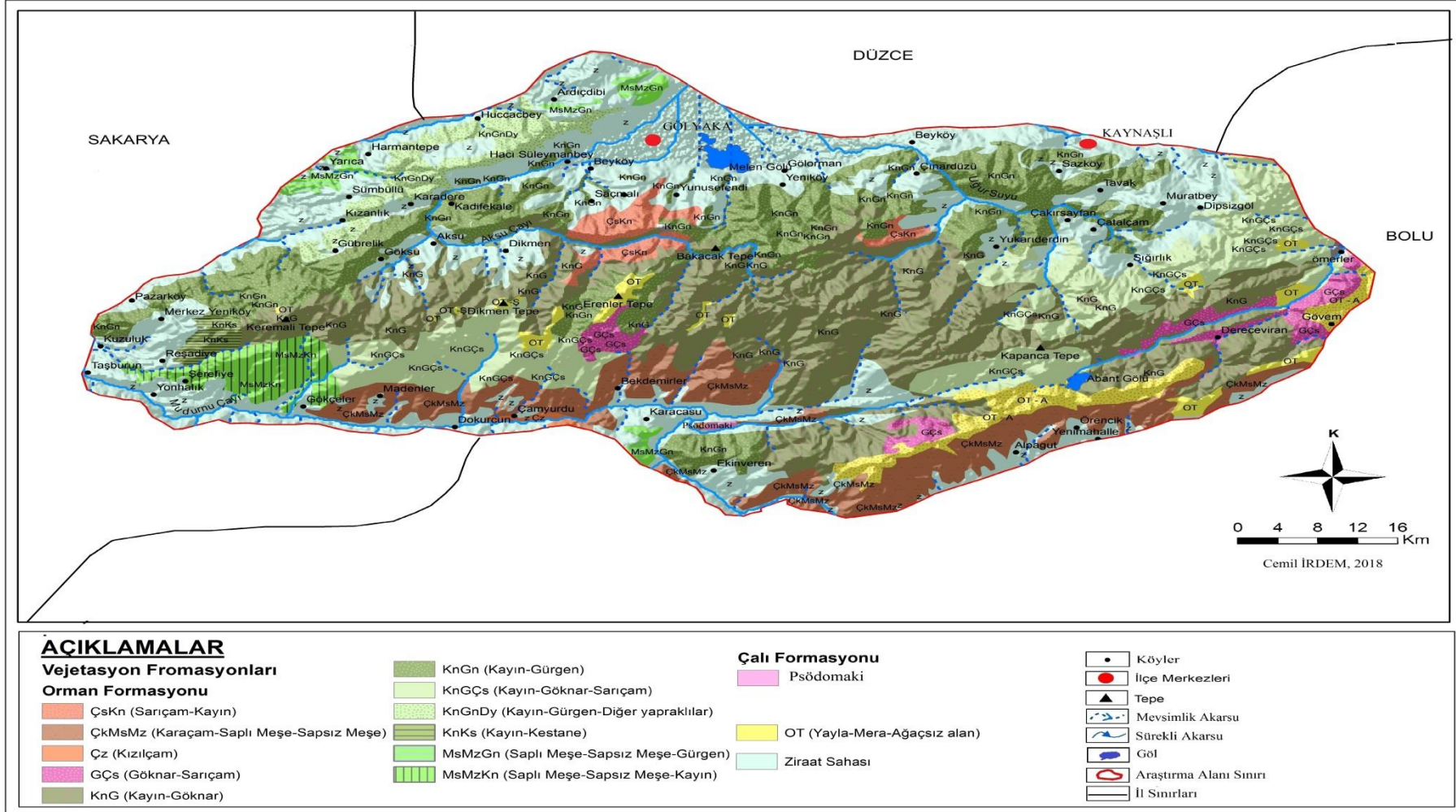


Foto 37. Antropojen etkilerle birlikte toprak tabakasının ince olmasından ötürü (rüzgarlar, yükselti, eğim, vb. nedenlerle) ağaçsız alan (Dikmen Tepe, rakım 1730 metre).



Foto 38. Halk arasında kırkkilit otu olarak da bilinen atkuyruğu bitkisine (*Equisetum arvense*) araştırma alanının kuzeyinde su kenarlarında rastlamak mümkündür (Hendek-Karadere mahallesi).



Harita 17. Elmamacık Dağı ve yakın çevresinin vejetasyon haritası (Kaynak: Orman Genel Müdürlüğü)

3. BULGULAR VE YORUMLAR

3.1. Dendrokronolojik Bulgular

3.1.1. Çiğdem (Sakarya) Yöre Kronolojisi

Sakarya ili Hendek ilçesi Çiğdem yaylası civarından 27 ağaçtan alınan 54 kalem sarıçam örneklerinin ölçüm sonuçları için COFECHA programı çalıştırılmıştır.

- CIG01A ve CIG01B kalemleri, ilk yıllarında çok dar halkalar olduğundan (muhtemelen gölgede büyüdüğü için) ana kronoloji ile uyumsuzluk göstermiş ve elenmiştir. CIG01A kaleminde ayrıca 1880 yılında kısmi halka oluşumu tespit edilmiştir.
- CIG05A'da 1960 yılında eksik halka gözlenmiştir.
- CIG06B 1990 kırılmalar olduğu için yöre kronolojisinden çıkarılmıştır.
- CIG21A ve CIG21B kalemlerinde COFECHA çıktısında çok sayıda hata tespit edilmiş ve giderilemediği için çıkarılmıştır.
- CIG24B'de 1950 yıllarında bir yaralanma göze çarpmış, iki eksik halka belirlenmiş ve kronolojilerden çıkarılmıştır.
- CIG02A, CIG25A ve CIG27A problemleri giderilemediğinden yöre kronolojisinden çıkarılmıştır.

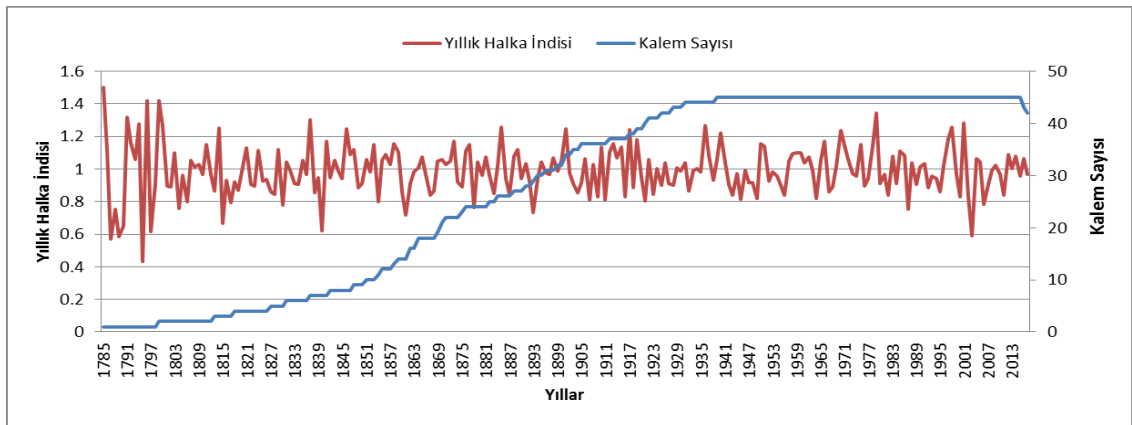
CIG yöre kronolojisi 25 ağaçtan alınan 45 kalem örnekten oluşmuştur. *Tablo 34*'te yöre kronolojisine ilişkin istatistiksel bilgiler sunulmuştur. *Tablo 35*'te 1901–2017 (115 yıl) yılları için ortak zaman aralığı istatistikleri yer almaktadır. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji tercih edilmiştir. 1785–2017 yıllarını kapsayan 233 yıl uzunluğundaki CIG yöre kronolojisi *Şekil 32*'de görülmektedir.

Tablo 34. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın oluştuğu yılı ifade eder).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual (AR1)
Ortalama	0.9810	0.9878
Medyan	0.9410	0.9816
Ortalama duyarlılık	0.1432	0.1776
Standart sapma	0.2238	0.1562
Çarpıklık katsayısı	1.6173	-0.0249
Basıklık katsayısı	6.3126	1.0973
Otokorelasyonlar		
t-1	0.6724	-0.0860
t-2	-0.0856	-0.0647
t-3	-0.0617	-0.0731

Tablo 35. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0.237	0.294
Ağaçlar arasında	0.230	0.287
Ağaçları içinde	0.522	0.534
Ortalama ile kalemler arasında	0.500	0.551
Sinyal/Gürültü oranı	5.960	8.068
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0.856	0.890
Birinci özvektörün varyansı	28.09%	31.98%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0.988	0.991
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0.184	0.133



Şekil 32. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

3.1.2. Balıklı (Düzce) Yöre Kronolojisi

Düzce ili merkeze bağlı Gölormanı köyü sınırları içerisinde, Elmacık dağı üzerinde yer alan Balıklı yaylası civarından 21 ağaçtan alınan 40 kalem sarıçam örneklerinin ölçüm sonuçları için COFECHA programı çalıştırılmıştır.

- BAL01A kaleminde 1993 yılında kısmi halka oluşumu tespit edilmiştir.
- BAL03A’da 2006 yılında eksik halka tespit edilmiştir.
- BAL05A kaleminde 1912 yılında yalancı halka oluşumu tespit edilmiştir.

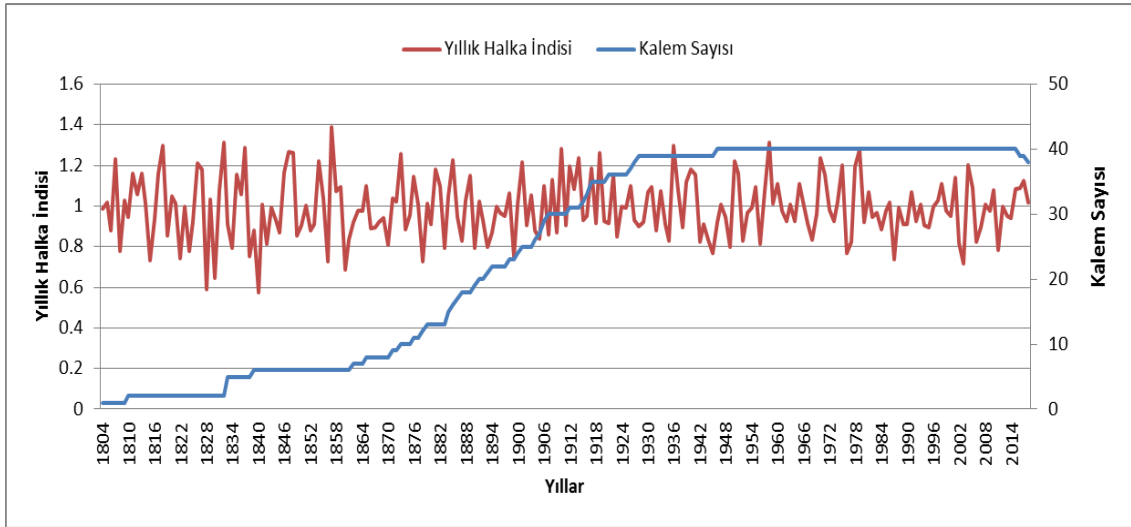
BAL yöre kronolojisi 21 ağaçtan alınan 40 kalem örnekten oluşmuştur. *Tablo 36*’da yöre kronolojisine ilişkin istatistiki bilgiler sunulmuştur. *Tablo 37*’de 1917–2017 (99 yıl) yılları için ortak zaman aralığı istatistikleri yer almaktadır. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji tercih edilmiştir. 1804–2017 yıllarını kapsayan 214 yıl uzunluğundaki BAL yöre kronolojisi *Şekil 33*’te görülmektedir.

Tablo 36. Balıklı Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın olduğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual (AR1)
Ortalama	0.9633	0.9895
Medyan	0.9603	0.9805
Ortalama duyarlılık	0.1429	0.1815
Standart sapma	0.1859	0.1498
Çarpıklık katsayısı	0.1090	-0.0929
Basıklık katsayısı	-0.4704	-0.0929
Otokorelasyonlar		
t-1	0.5868	-0.0762
t-2	-0.0310	-0.1336
t-3	0.1251	-0.0680

Tablo 37. Balıklı yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0.182	0.283
Ağaçlar arasında	0.174	0.276
Ağaçları içinde	0.484	0.538
Ortalama ile kalemler arasında	0.446	0.547
Sinyal/Gürültü oranı	3.992	7.254
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0.800	0.879
Birinci özvektörün varyansı	27.17%	31.59%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0.991	0.991
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0.167	0.132



Şekil 33. Balıklı Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

3.1.3. Sinekli (Bolu) Yöre Kronolojisi

Bolu ili Mudurnu ilçesi Örencik Köyü sınırlarında yer alan Sinekli yaylası civarından 26 ağaçtan alınan 49 kalem sarıçam örneklerinin ölçüm sonuçları için COFECHA programı çalıştırılmıştır.

- SIN04A ve SIN04B kalemlerinde 2015 yılında yalancı halka oluşumu tespit edilmiştir.
- SIN18B kaleminin 1978 sonrası halkalar çok silik olduğundan bu tarihten önceki kısmı kronolojide kullanılmıştır.

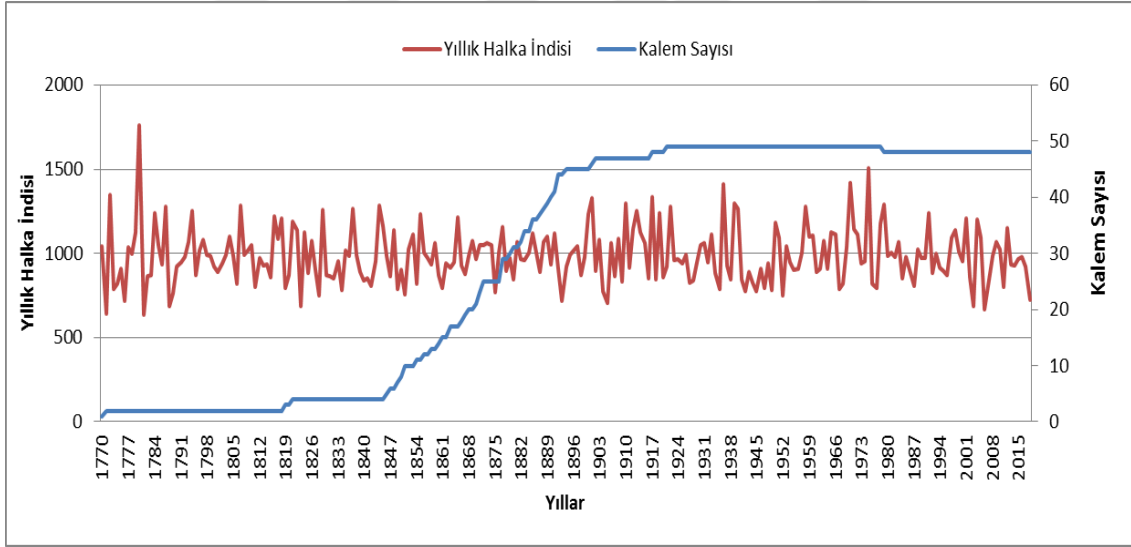
SIN yöre kronolojisi 26 ağaçtan alınan 49 kalem örnekten oluşmuştur. *Tablo 38*'de yöre kronolojisine ilişkin istatistiksel bilgiler sunulmuştur. *Tablo 39*'da 1894–2017 (124 yıl) yılları için ortak zaman aralığı istatistikleri yer almaktadır. Yöre kronolojisi oluşturulurken residual kronoloji tercih edilmiştir. 1770–2017 yıllarını kapsayan 248 yıl uzunluğundaki SIN yöre kronolojisi *Şekil 34*'te görülmektedir.

Tablo 38. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).

Kronoloji Tipi	Standart	Residual (AR1)
Ortalama	0.9687	0.9864
Medyan	0.9509	0.9702
Ortalama duyarlılık	0.1540	0.1801
Standart sapma	0.2105	0.1647
Çarpıklık katsayısı	0.3454	0.8188
Basıklık katsayısı	0.3932	1.6567
Otokorelasyonlar		
t-1	0.5742	-0.0812
t-2	0.0323	-0.1167
t-3	0.0185	0.0008

Tablo 39. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.

	Standart	Residual
Ortalama korelasyonlar		
Tüm kalemler arasında	0.309	0.365
Ağaçlar arasında	0.302	0.360
Ağaçları içinde	0.646	0.586
Ortalama ile kalemler arasında	0.567	0.614
Sinyal/Gürültü oranı	10.798	14.091
Popülasyon kronolojisiyle uyum	0.915	0.934
Birinci özvektörün varyansı	35.70%	39.13%
Kronoloji ortak aralık ortalaması	0.989	0.993
Kronoloji ortak aralık standart sapması	0.223	0.166



Şekil 34. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.

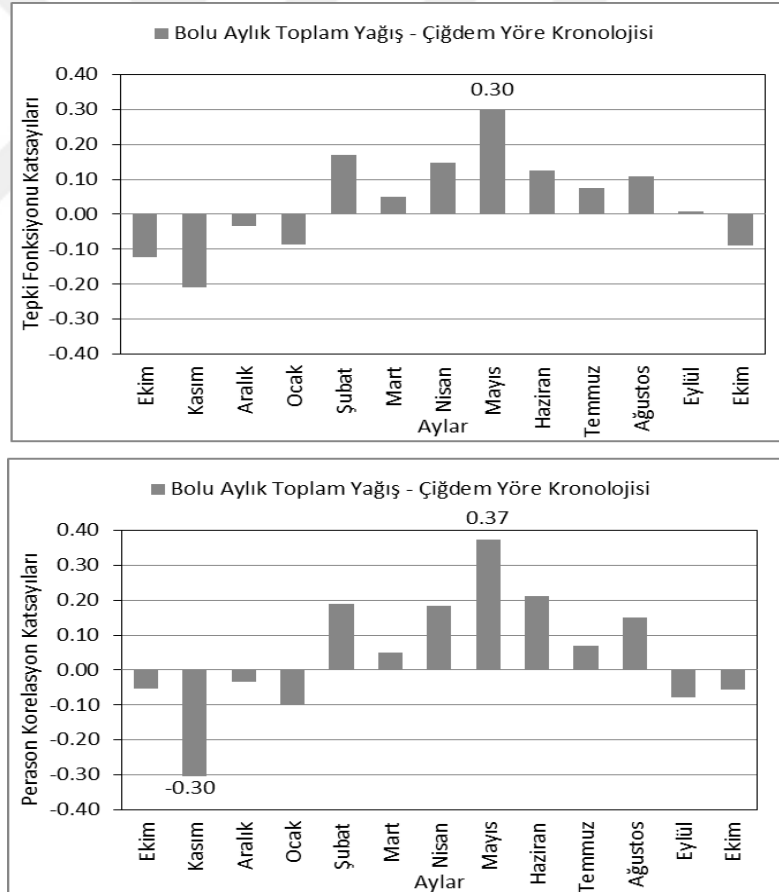
3.2. Dendroklimatolojik Ve Dendrojeomorfolojik Analizler

3.2.1. Dendroklimatolojik Analizler

3.2.1.1. Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları

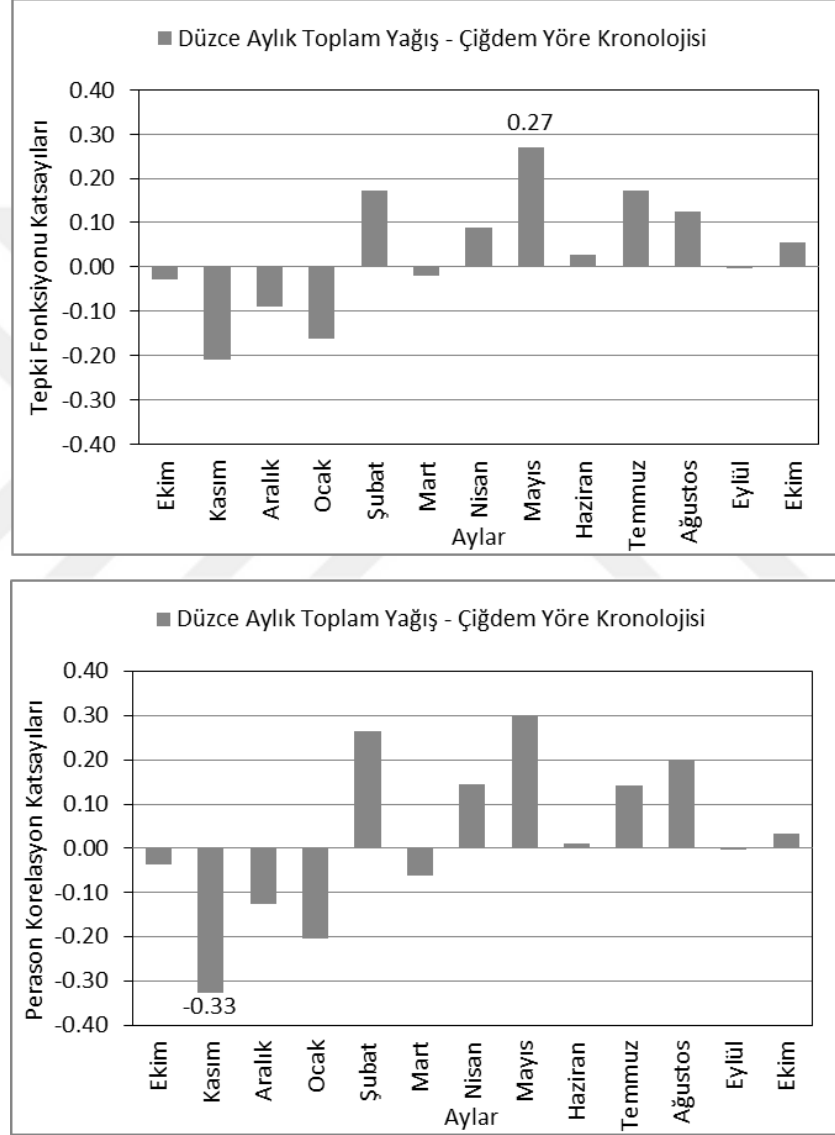
Çiğdem (Sakarya) Yöre Kronolojisi Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları

Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayılarına göre Bolu'da aylık toplam yağış önceki yılın ekim, kasım ve aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Halka oluşum yılının şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında yağışlardaki artış halka gelişimini artırmaktadır. Mayıs ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın kasım ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Eylül ayında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 35).



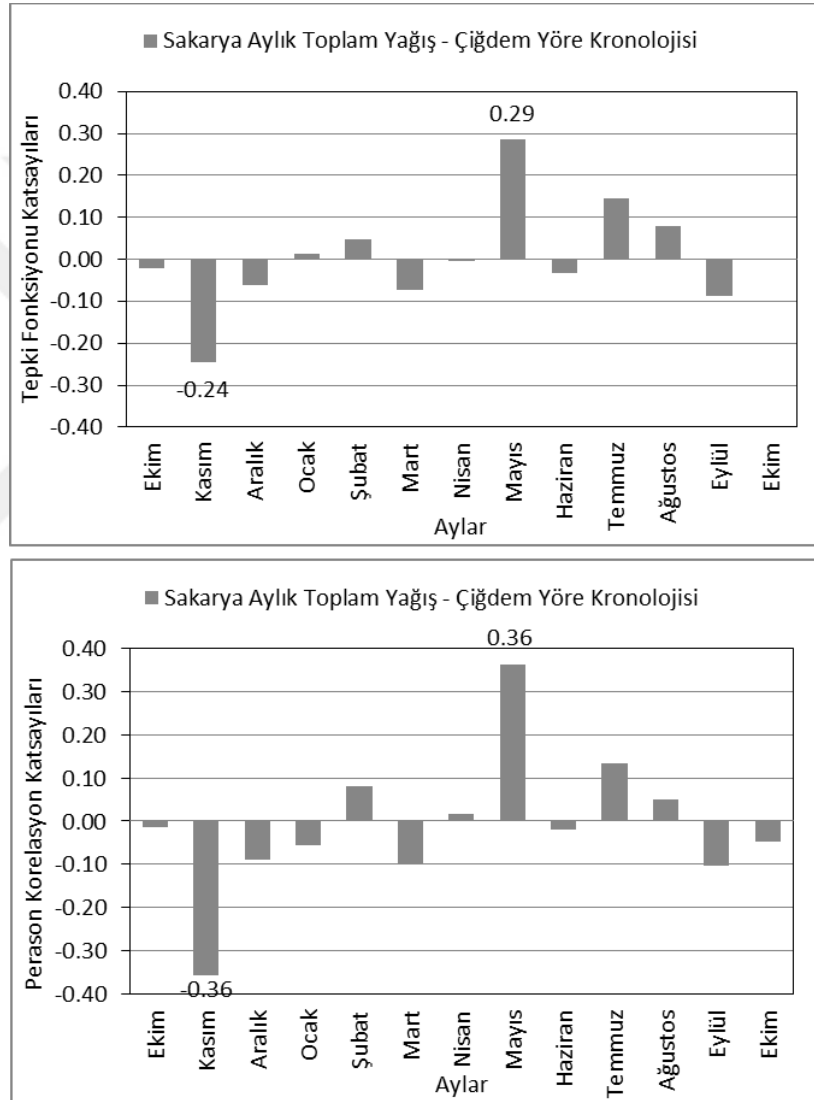
Şekil 35. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyinde anlamlı ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık toplam yağışın önceki yılın ekim, kasım, aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Halka oluşum yılının şubat, nisan, mayıs, haziran, temmuz, ağustos ve ekim aylarında yağışlardaki artışın ise halka gelişimini artırdığı görülmektedir. Mayıs ayındaki etki tepki fonksiyonu katsayısı için, önceki yılın kasım ayındaki etki ise Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 36).



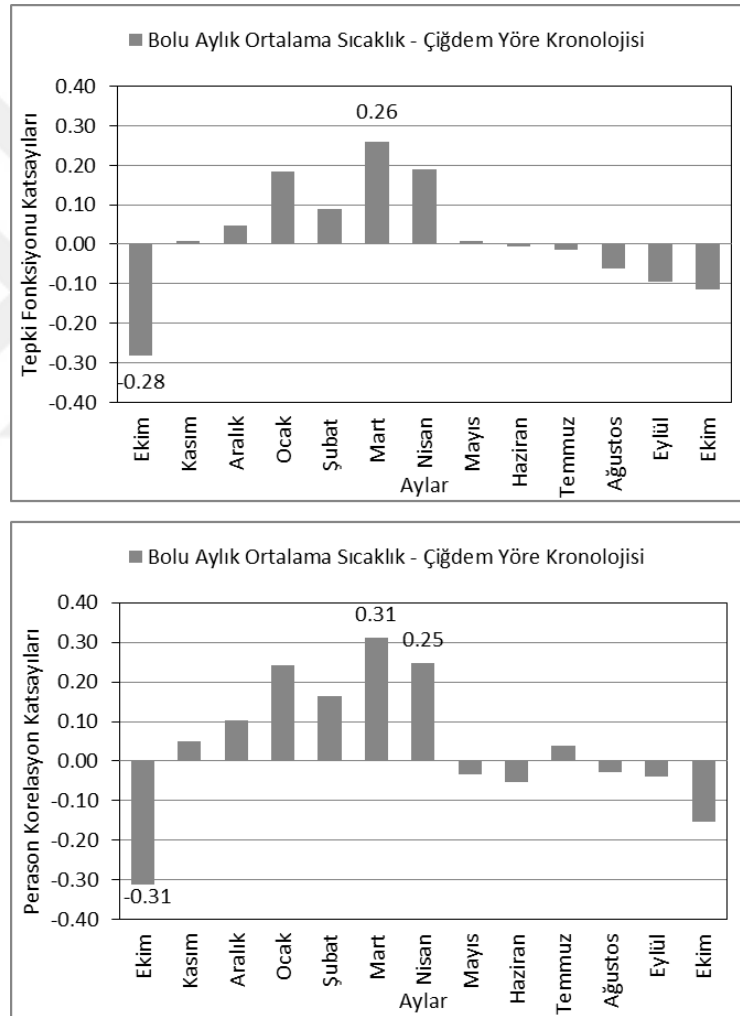
Şekil 36. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim, kasım, aralık ayları ile halka oluşum yılının mart, haziran ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde; halka oluşum yılının şubat, mayıs, temmuz ve ağustos aylarında ise pozitif yönde etkilemektedir. Kasım ve mayıs aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Nisan ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken; halka oluşum yılının ocak ve ekim aylarında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı negatif çıkmıştır (Şekil 37).



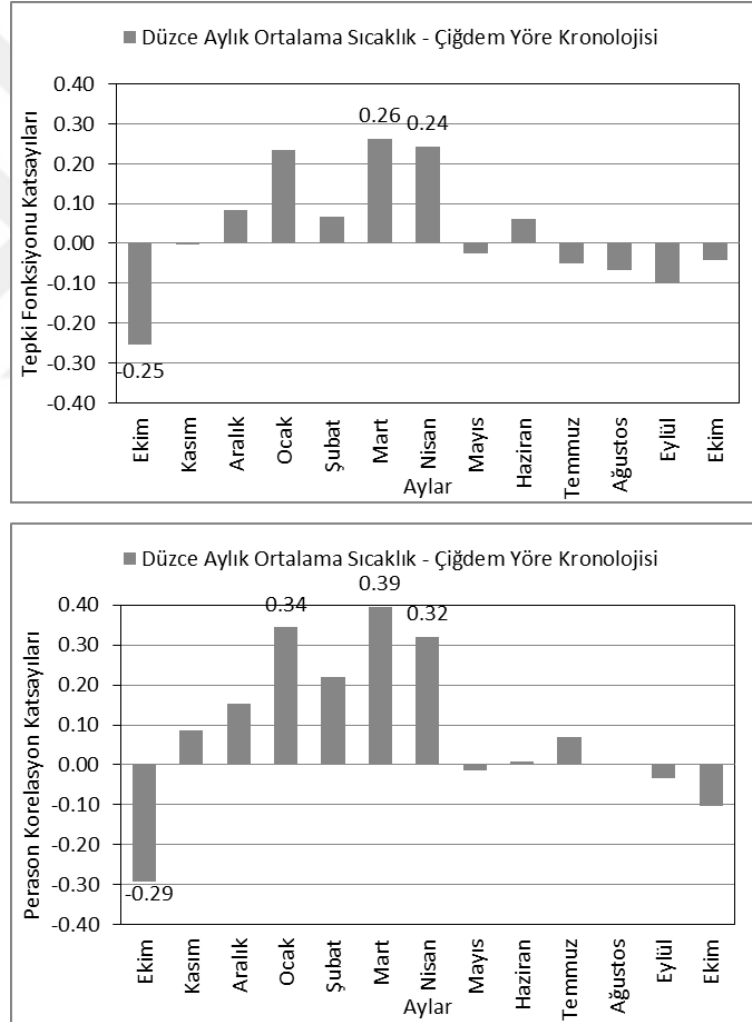
Şekil 37. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının haziran, ağustos, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart ve nisan aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, nisan ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Temmuz ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken; mayıs ayında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatiftir (*Şekil 38*).



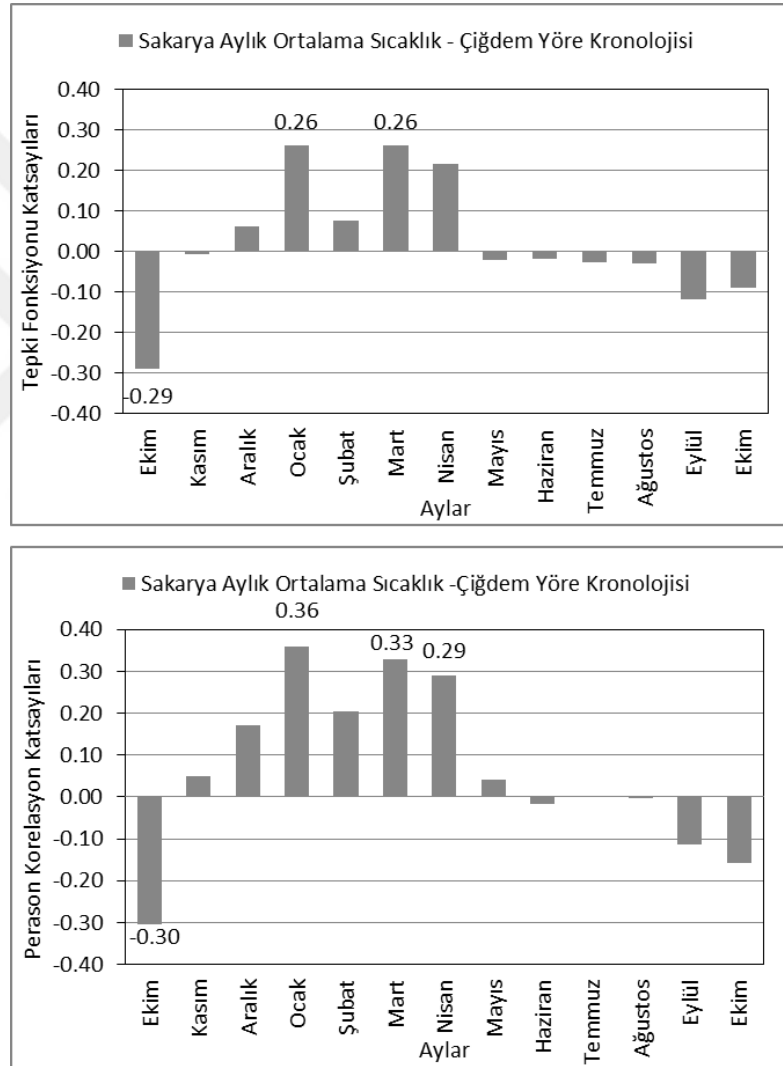
Şekil 38. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama sıcaklığın önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan ve haziran aylarında ortalama sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mart ve nisan aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının temmuz ve ağustos aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken; mayıs ayında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 39).



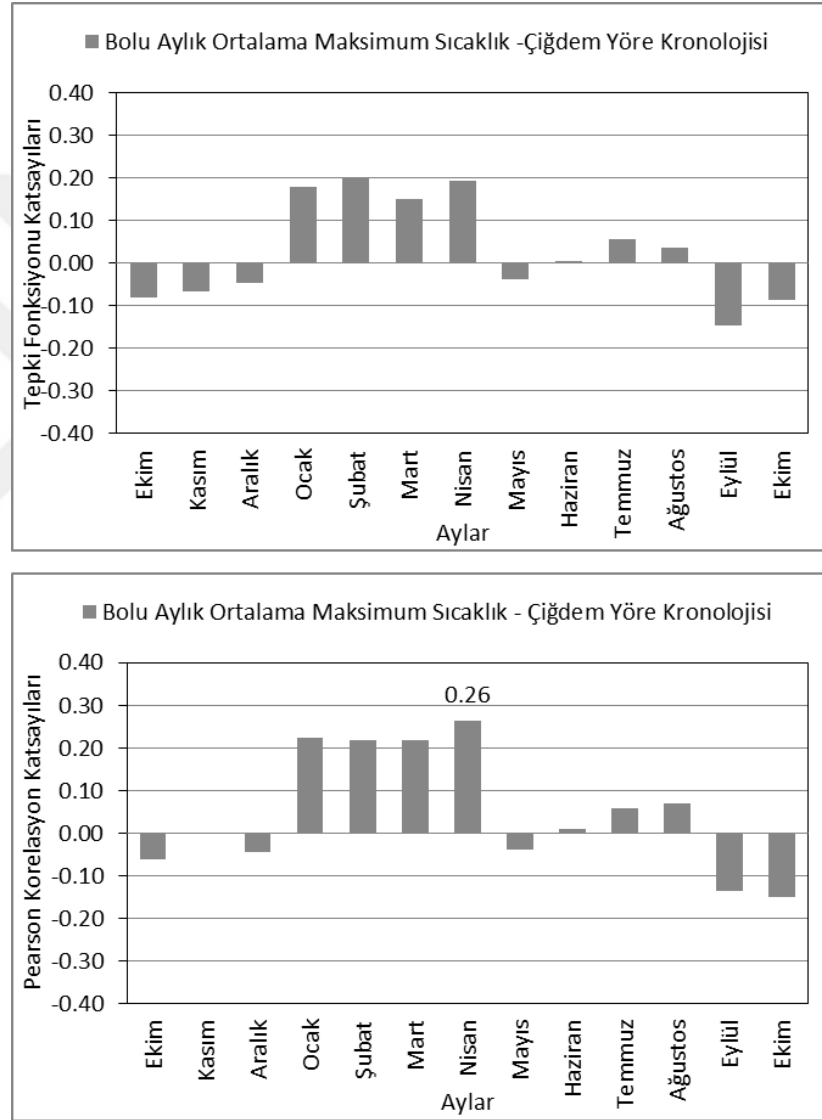
Şekil 39. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının haziran, ağustos, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart ve nisan aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının mayıs ve temmuz aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak ve mart aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, nisan ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 40).



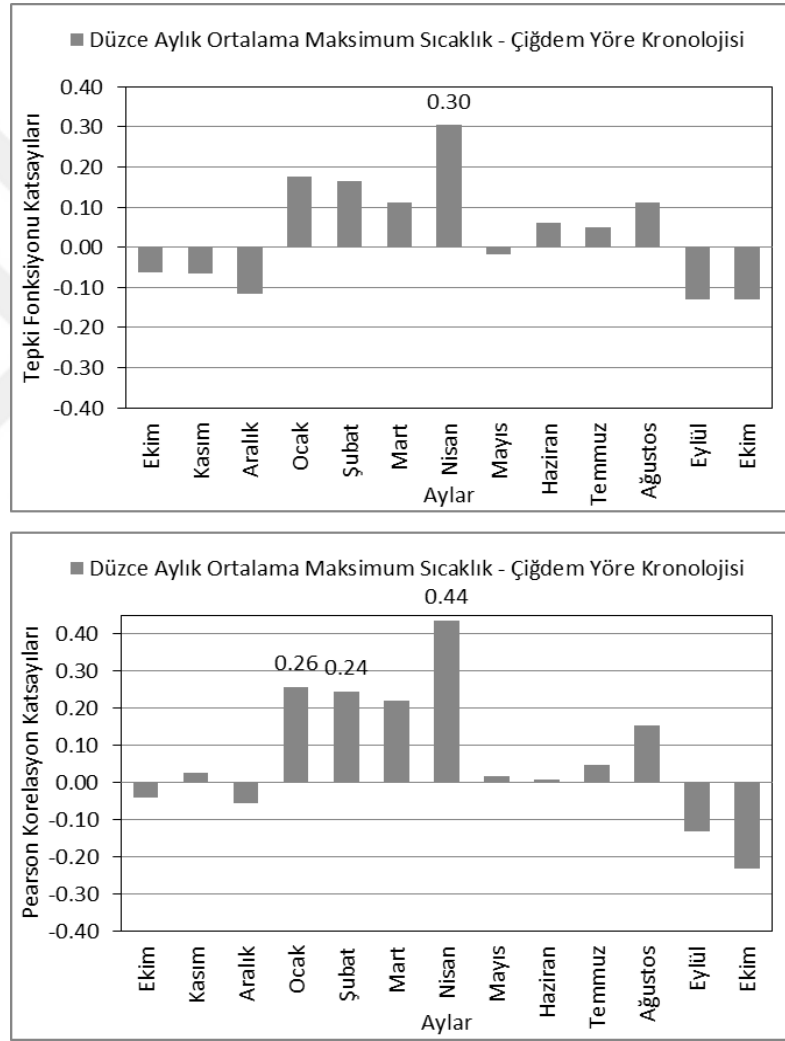
Şekil 40. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütununun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama maksimum sıcaklığın önceki yılın ekim ve aralık ayları ile halka oluşum yılının mayıs, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Nisan aylarındaki etki Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır (Şekil 41).



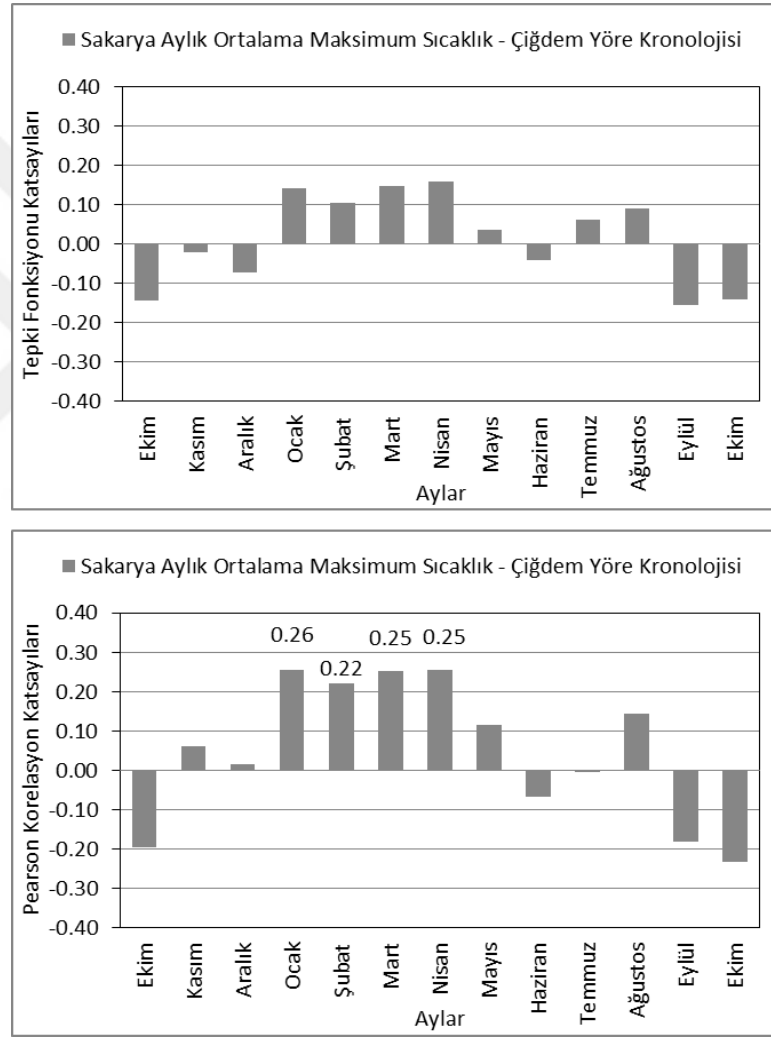
Şekil 41. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ve aralık ayları ile halka oluşum yılının eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Nisan ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak ve şubat aylarındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 42).



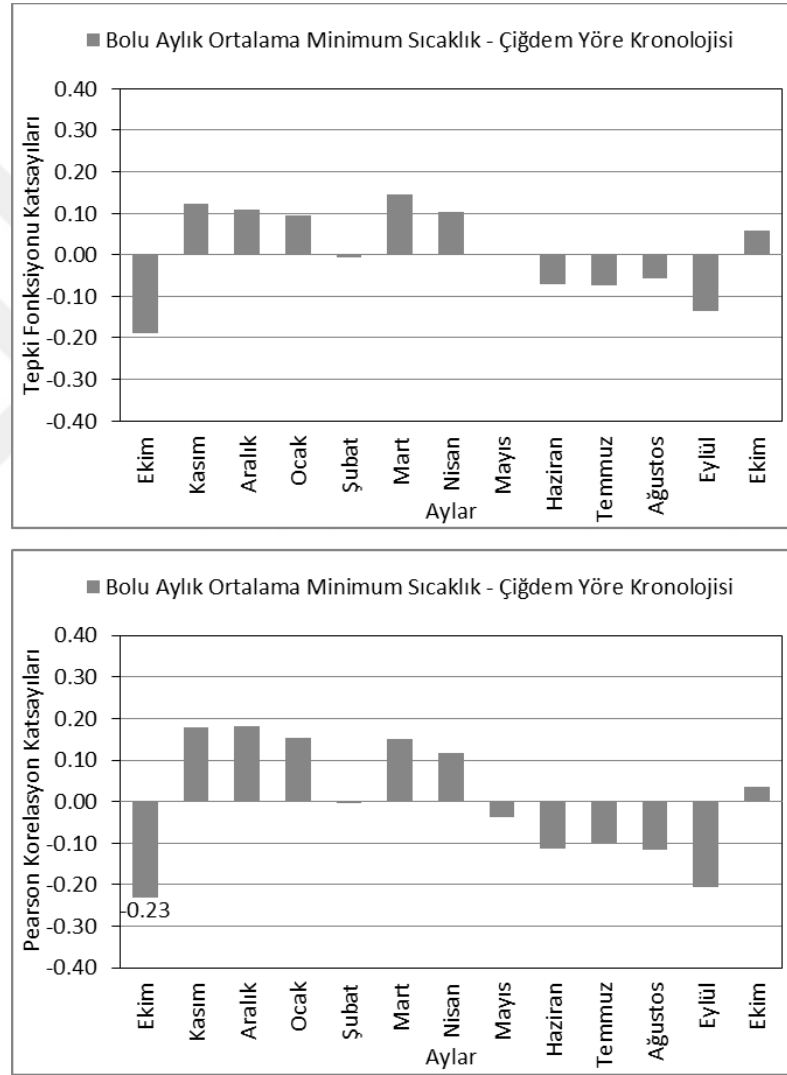
Şekil 42. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının haziran, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Ocak, şubat, mart ve nisan aylarındaki etki sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ve aralık aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken; temmuz ayında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 43).



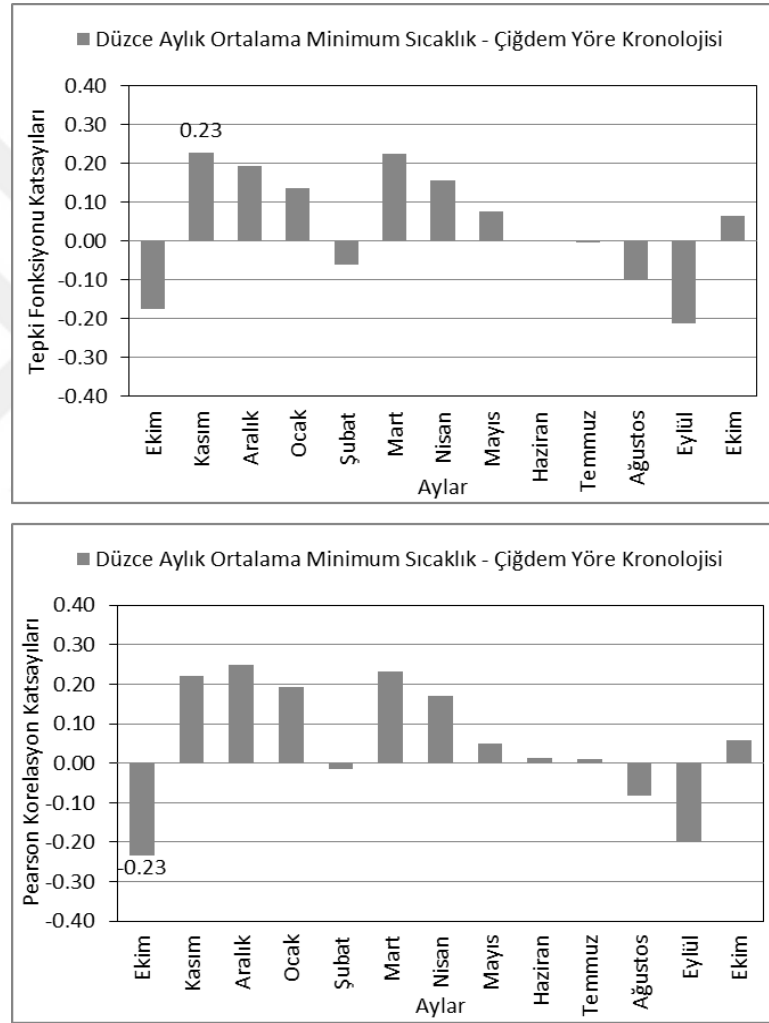
Şekil 43. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama minimum sıcaklığın önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Önceki yılın ekim ayındaki etki Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Halka oluşum yılının mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 44).



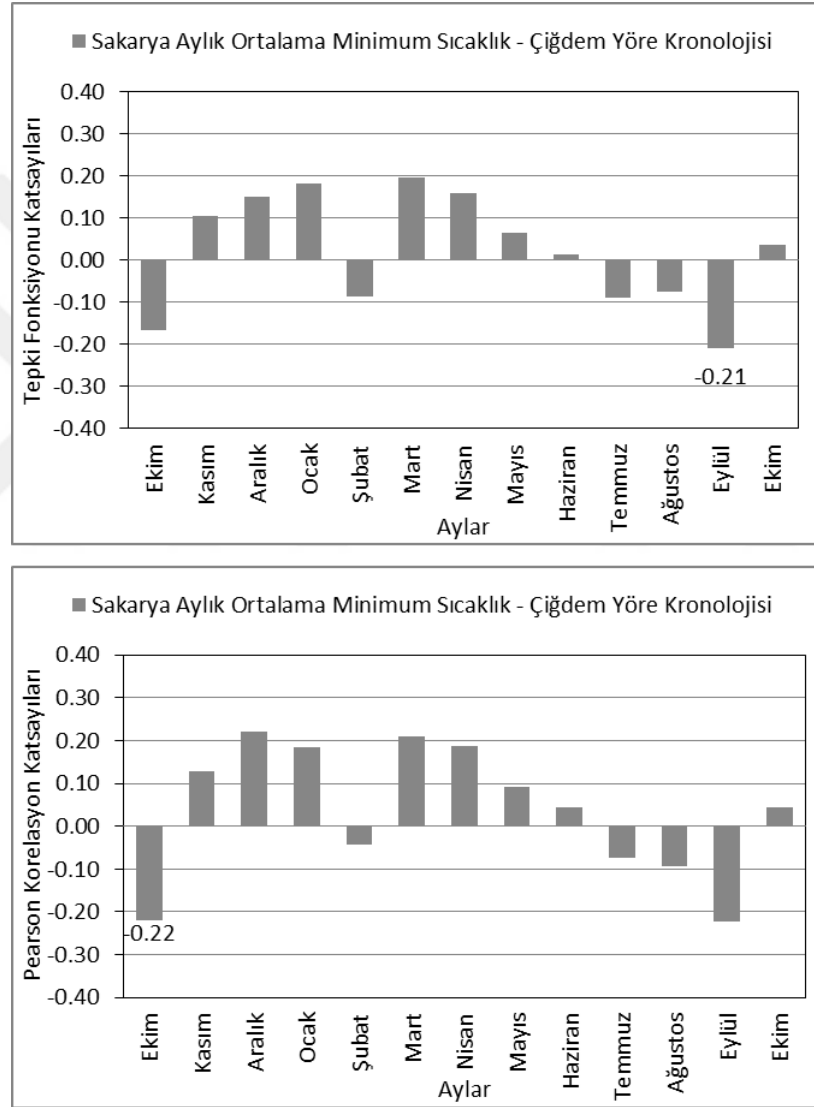
Şekil 44. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs, haziran ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın kasım ayındaki etki tepki fonksiyonu katsayısı için, yine önceki yılı ekim ayındaki etki ise Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Halka oluşum yılının temmuz ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır (Şekil 45).



Şekil 45. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütununun üzerine etiketlenmiştir).

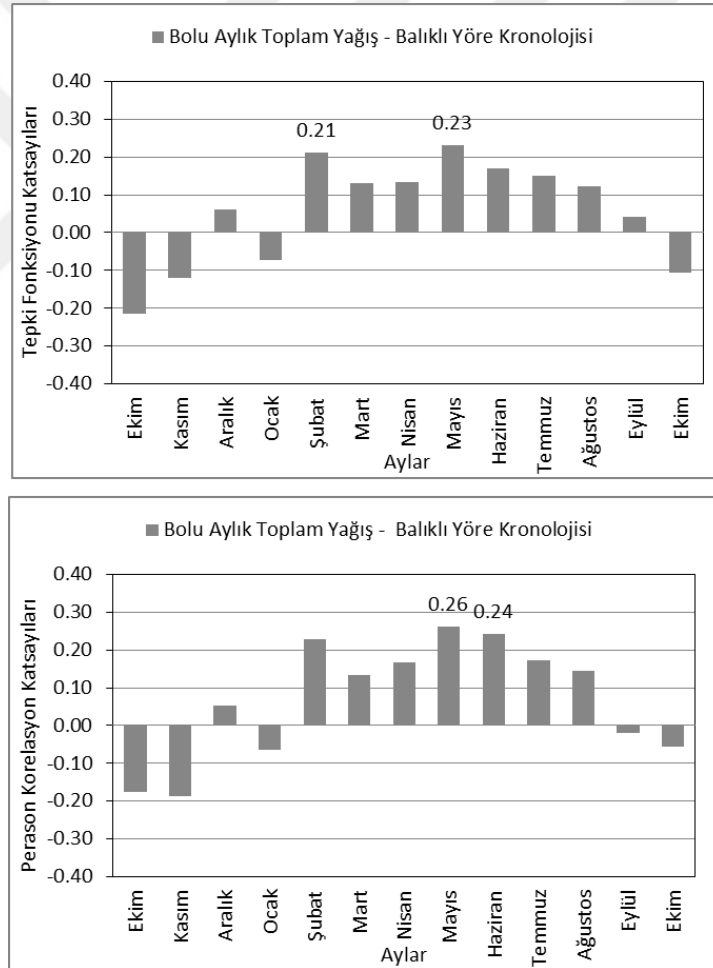
Sakarya’da aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs, haziran ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Eylül ayındaki etki tepki fonksiyonu katsayısı için, önceki yılın ekim ayındaki etki ise Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 46).



Şekil 46. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

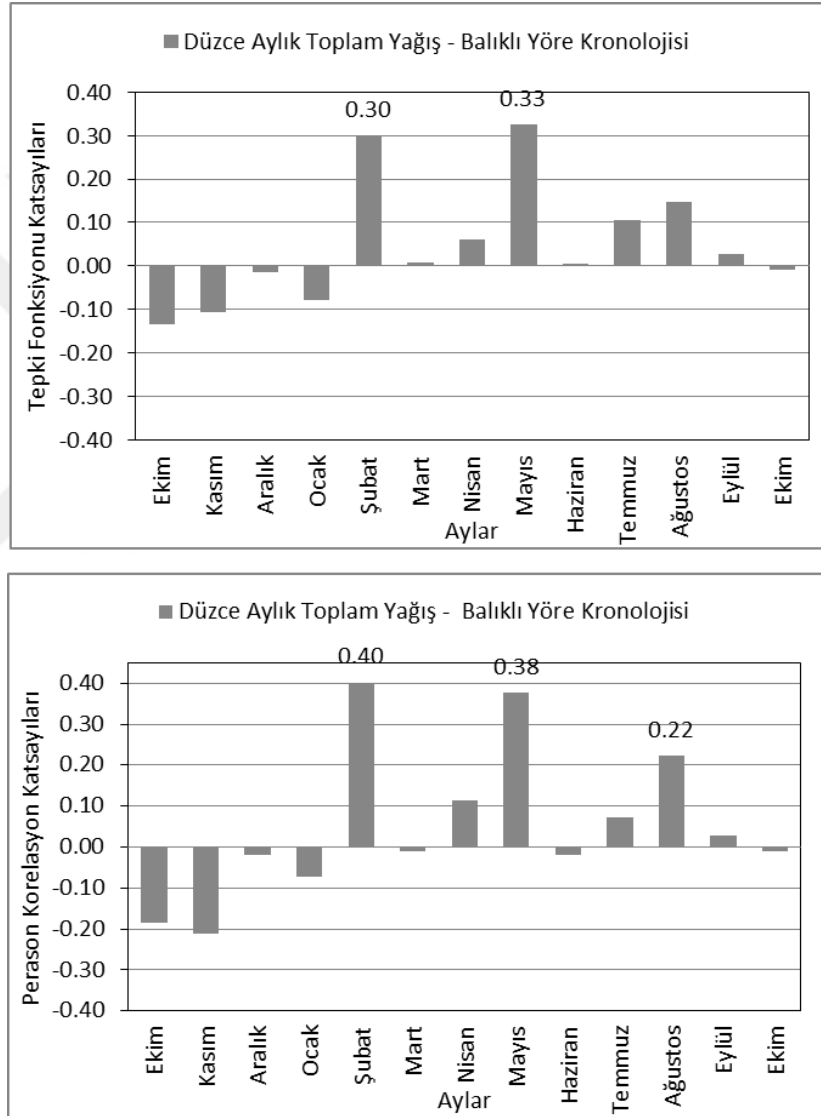
Balıklı (Düzce) Yöre Kronolojisi Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları

Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde Bolu'da aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim, kasım ayları ile halka oluşum yılının ocak ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında yağışlardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mayıs ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, haziran ayındaki etki sadece Pearson korelasyon katsayısı için, şubat ayındaki etki ise tepki fonksiyonu katsayısı için anlamlıdır. Eylül ayında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 47).



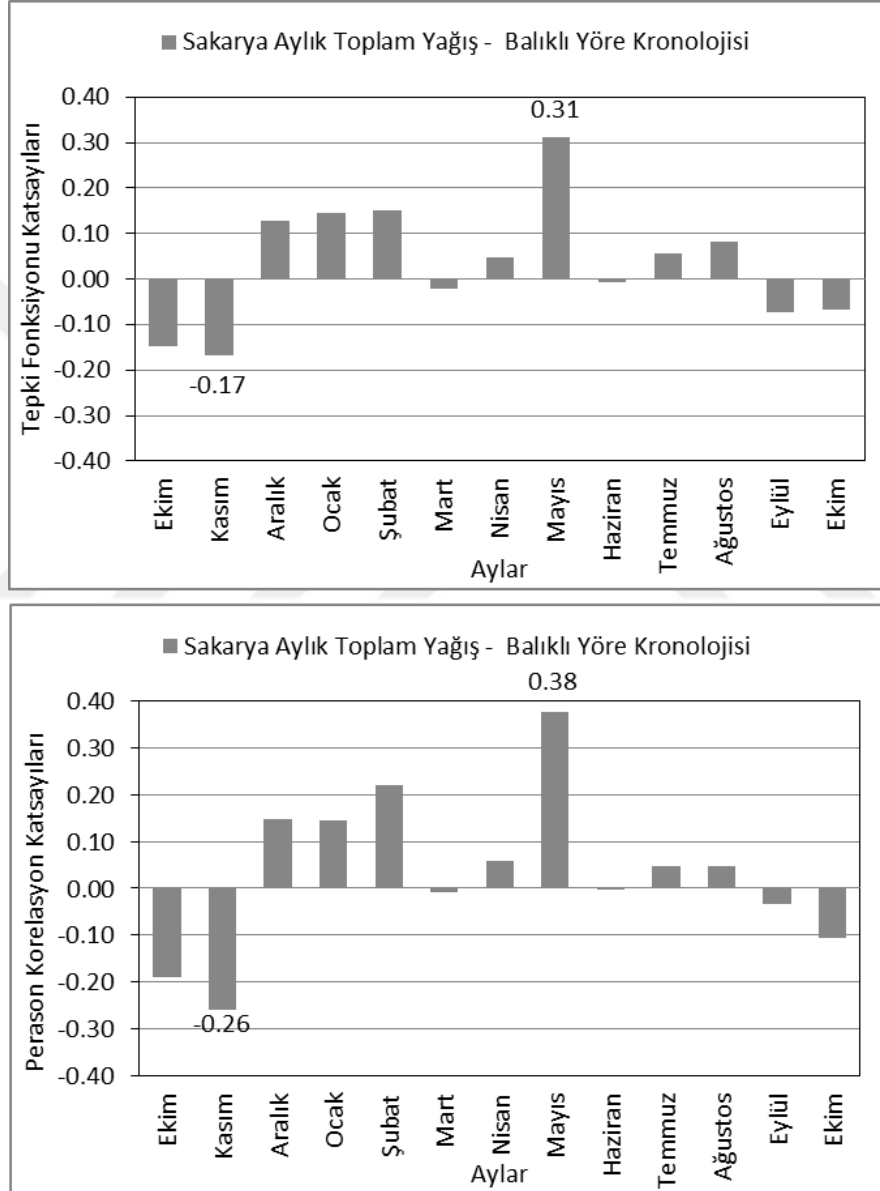
Şekil 47. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim, kasım, aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Halka oluşum yılının şubat, nisan, mayıs, temmuz, ağustos ve eylül aylarında yağışlardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Şubat ve mayıs aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ağustos ayındaki etki ise sadece tepki fonksiyonu katsayısı için anlamlıdır. Mart ve haziran aylarında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatiftir (Şekil 48).



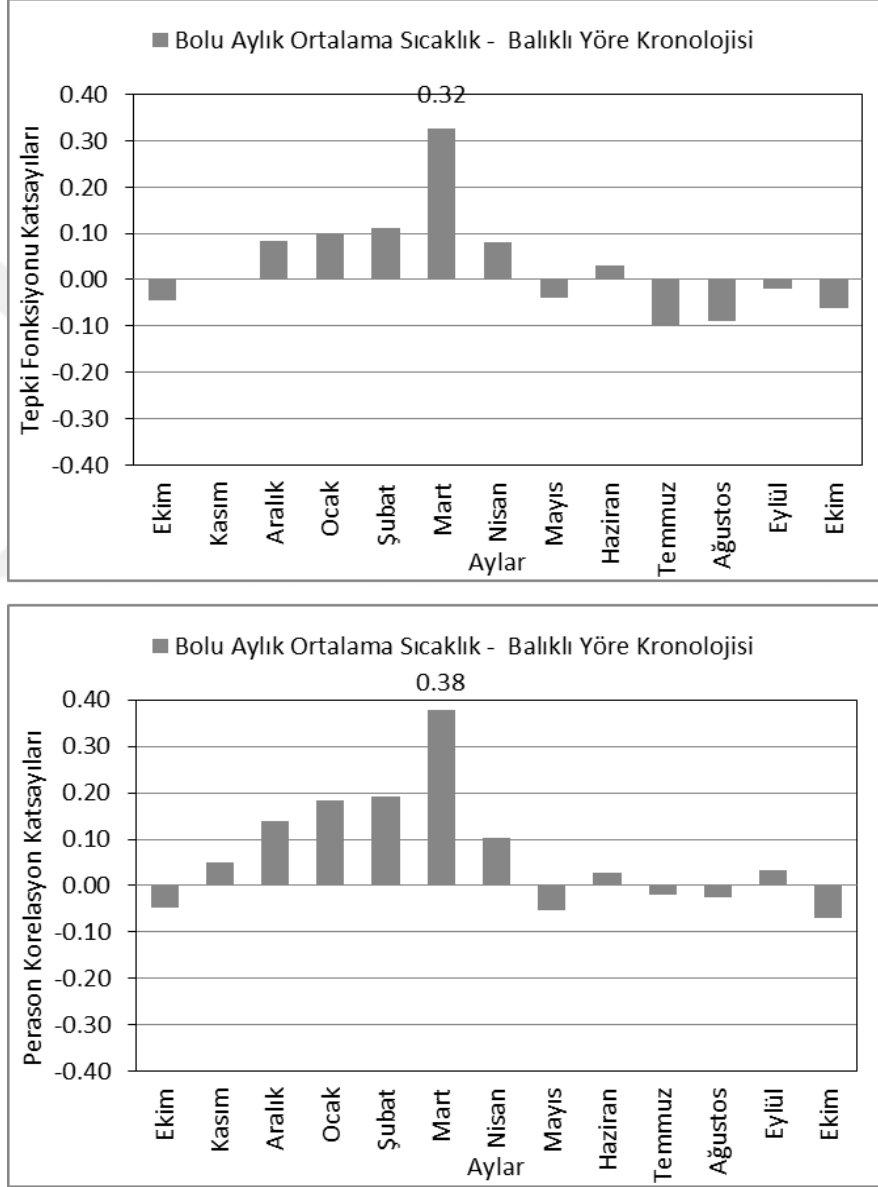
Şekil 48. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim ve kasım ayları ile halka oluşum yılının mart, haziran, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde; önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, nisan, mayıs, temmuz ve ağustos aylarında ise pozitif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının mayıs ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır (Şekil 49).



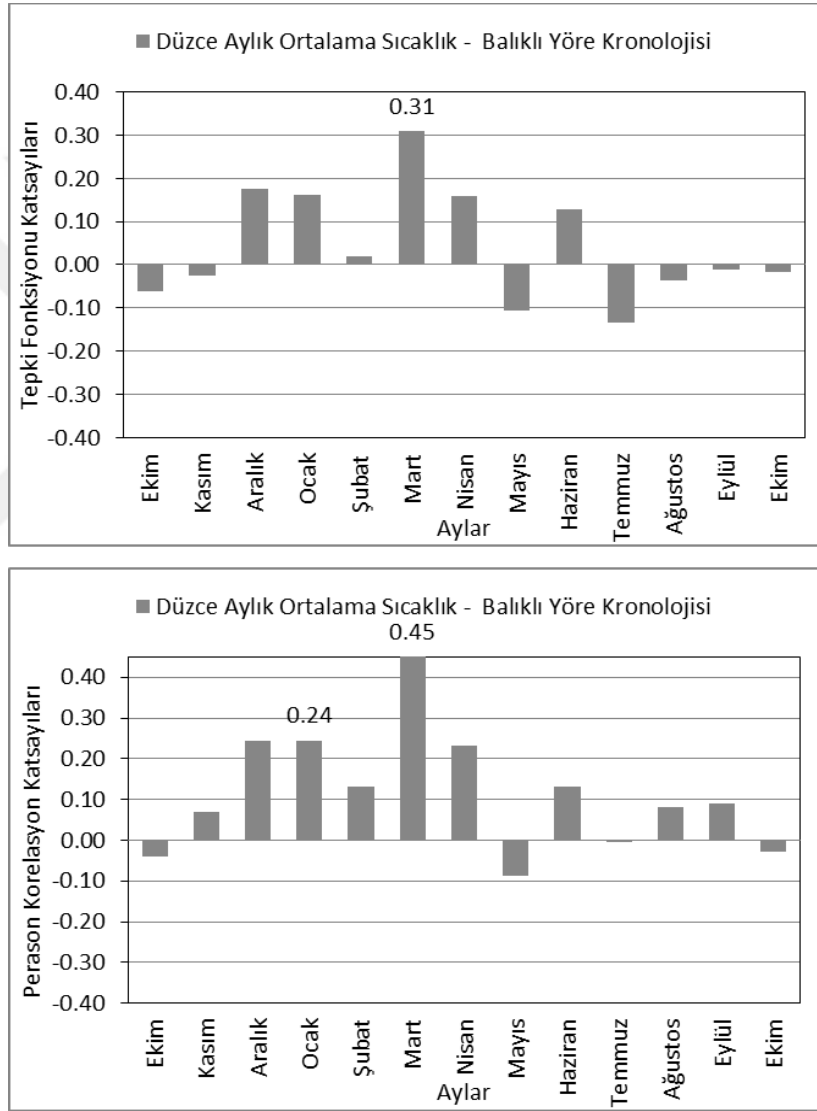
Şekil 49. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama sıcaklıklar önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, temmuz, ağustos ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan ve haziran aylarında ortalama sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Eylül ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır (Şekil 50).



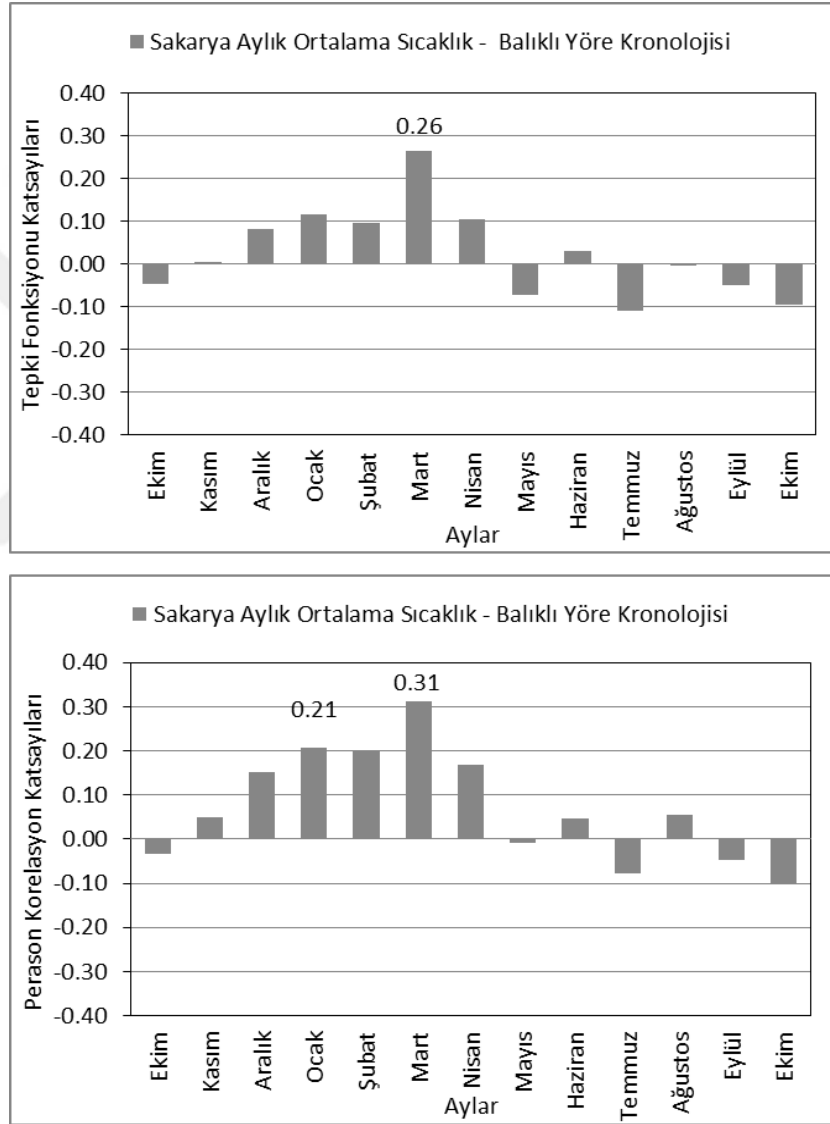
Şekil 50. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, temmuz ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan ve haziran aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının ağustos ve eylül aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitifdir (Şekil 51).



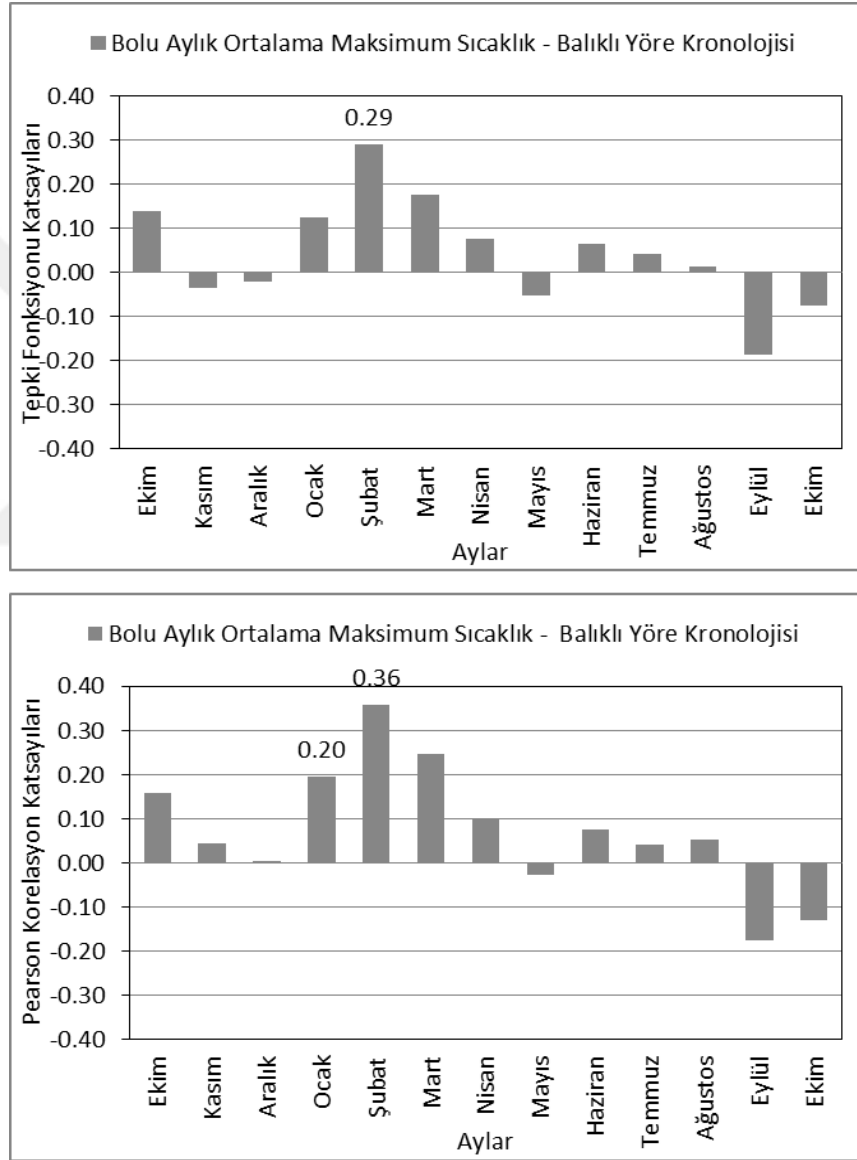
Şekil 51. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, temmuz, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan ve haziran aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Ağustos ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 52).



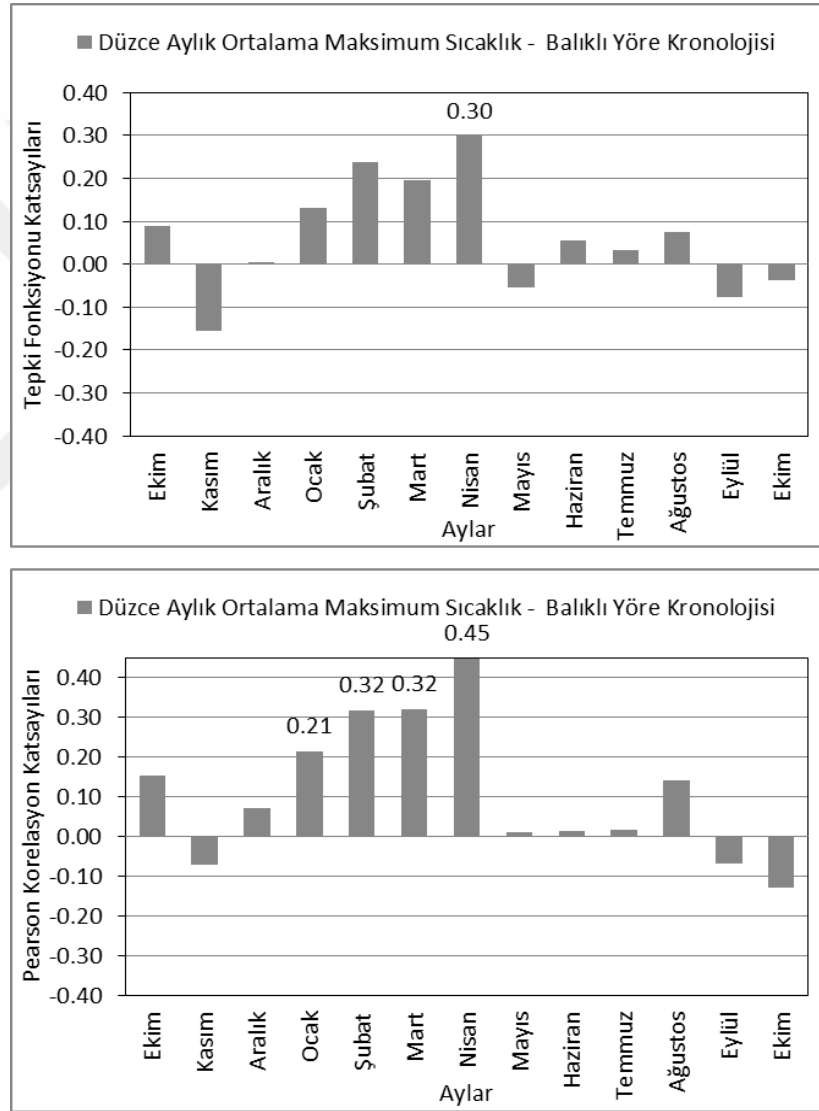
Şekil 52. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, halka oluşum yılının mayıs, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Şubat ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak ayındaki etki sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ve aralık aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 53).



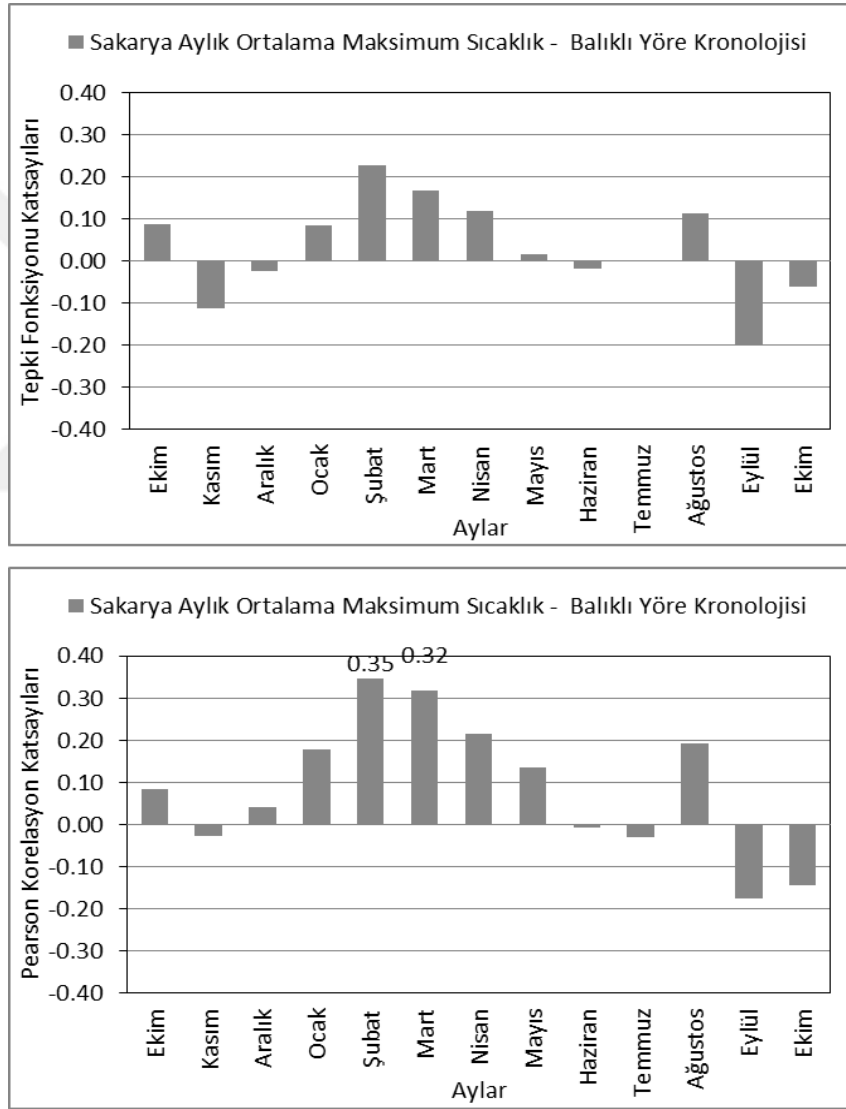
Şekil 53. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütununun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Nisan ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, ocak, şubat ve mart aylarındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 54).



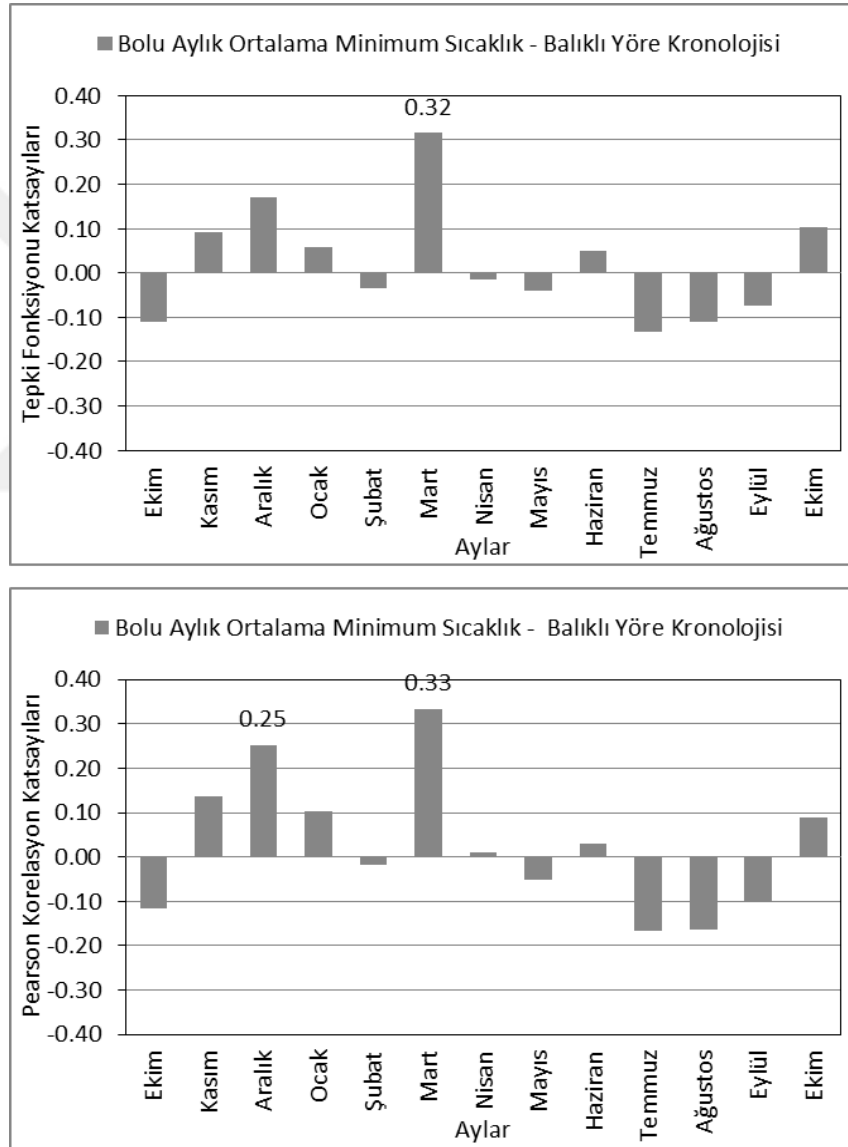
Şekil 54. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının haziran, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Şubat ve mart aylarındaki etki Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın aralık ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken; temmuz ayında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 55).



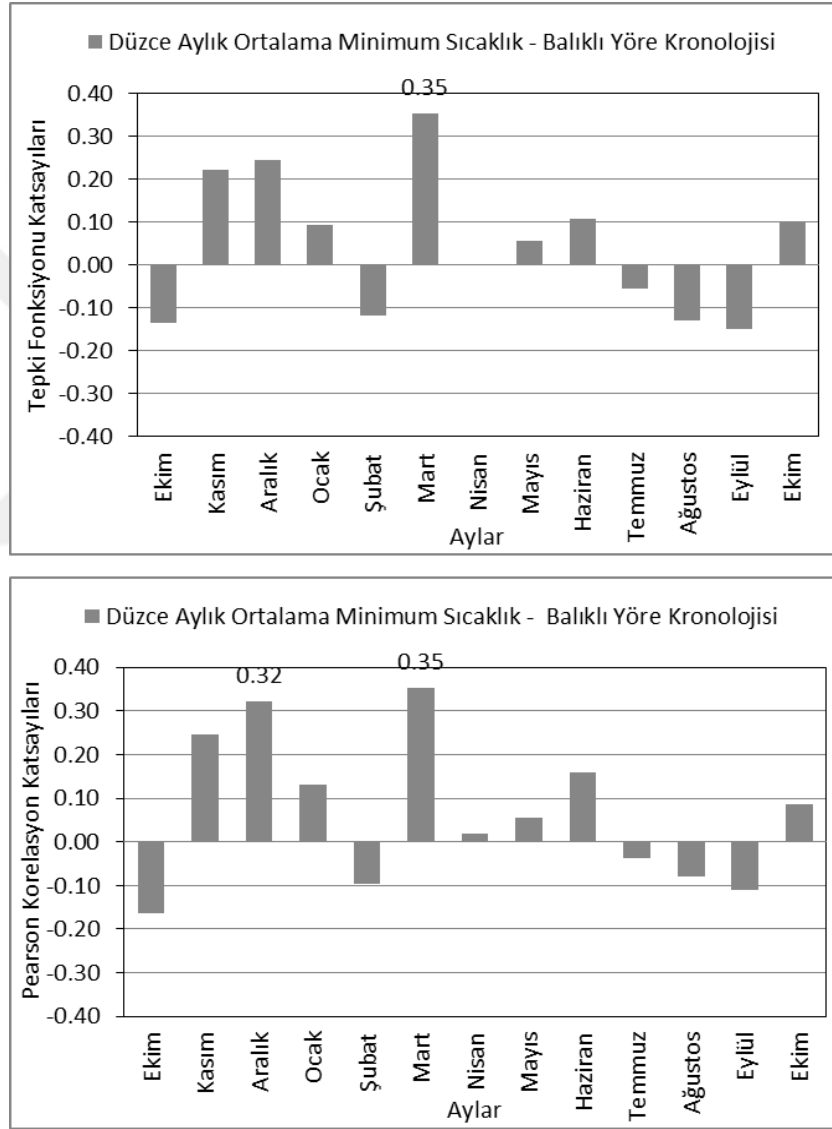
Şekil 55. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, mayıs, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, haziran ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın aralık ayındaki etki sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Nisan ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır (Şekil 56).



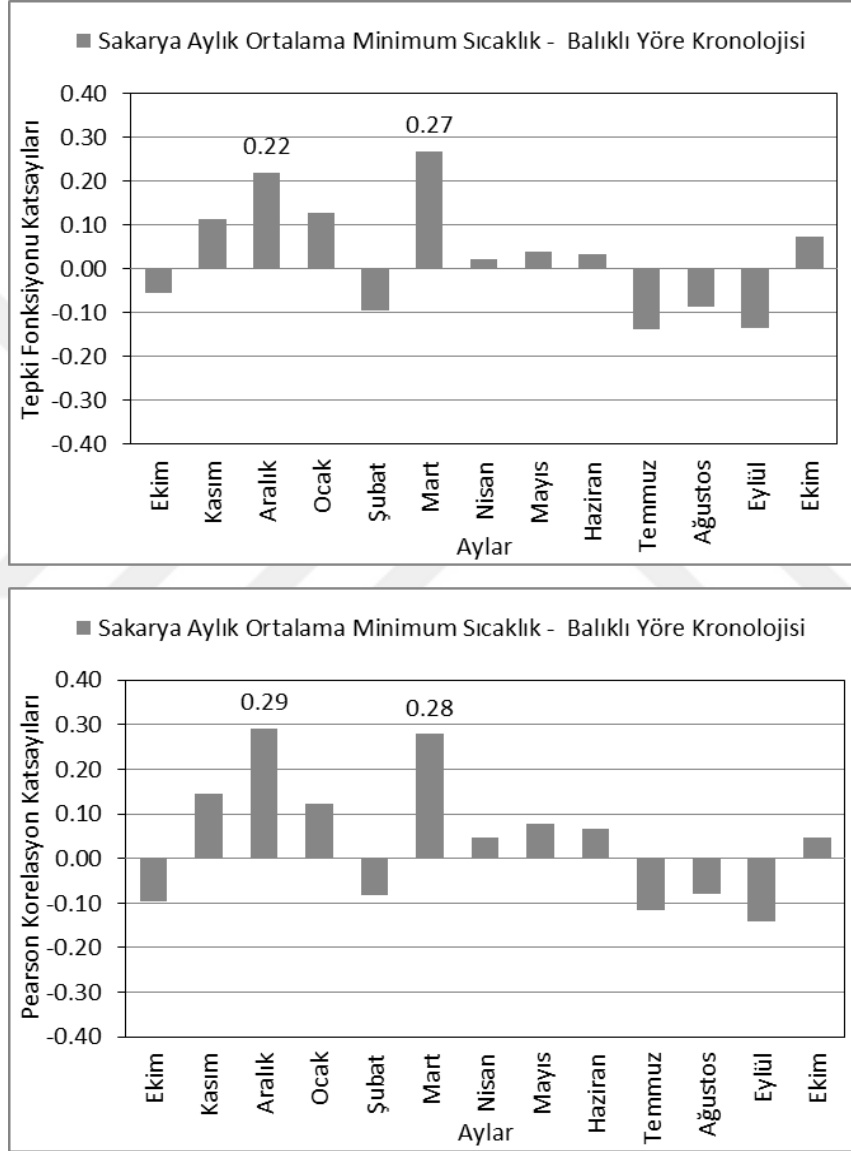
Şekil 56. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Öte taraftan önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs, haziran ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın aralık ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 57).



Şekil 57. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

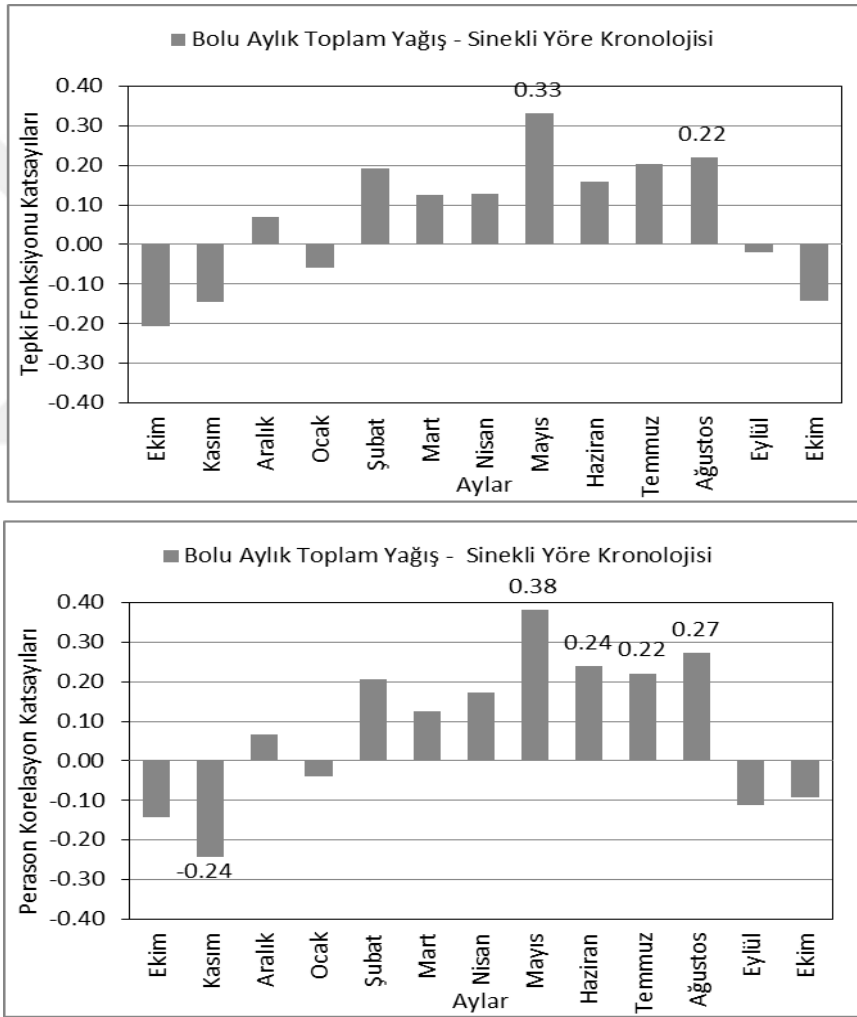
Sakarya’da aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs, haziran ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Aralık ve mart aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır (Şekil 58).



Şekil 58. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

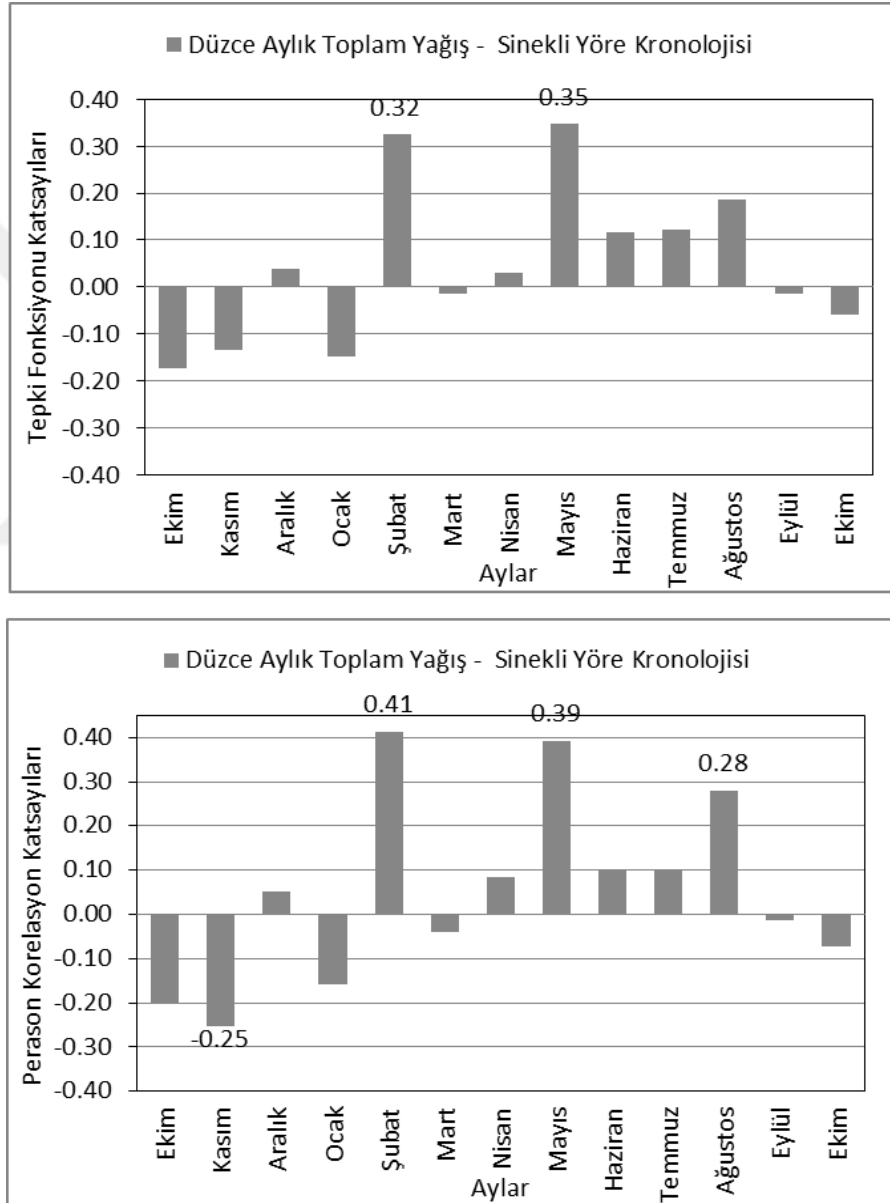
Sinekli (Bolu) Yöre Kronolojisi Tepki Fonksiyonu ve Pearson Korelasyon Katsayıları

Tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon katsayıları incelendiğinde Bolu'da aylık toplam yağışın önceki yılın ekim ve kasım ayları ile halka oluşum yılının ocak, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilediği belirlenmiştir. Öte taraftan önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında yağışlardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Mayıs ve ağustos aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının haziran ve temmuz aylarındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 59).



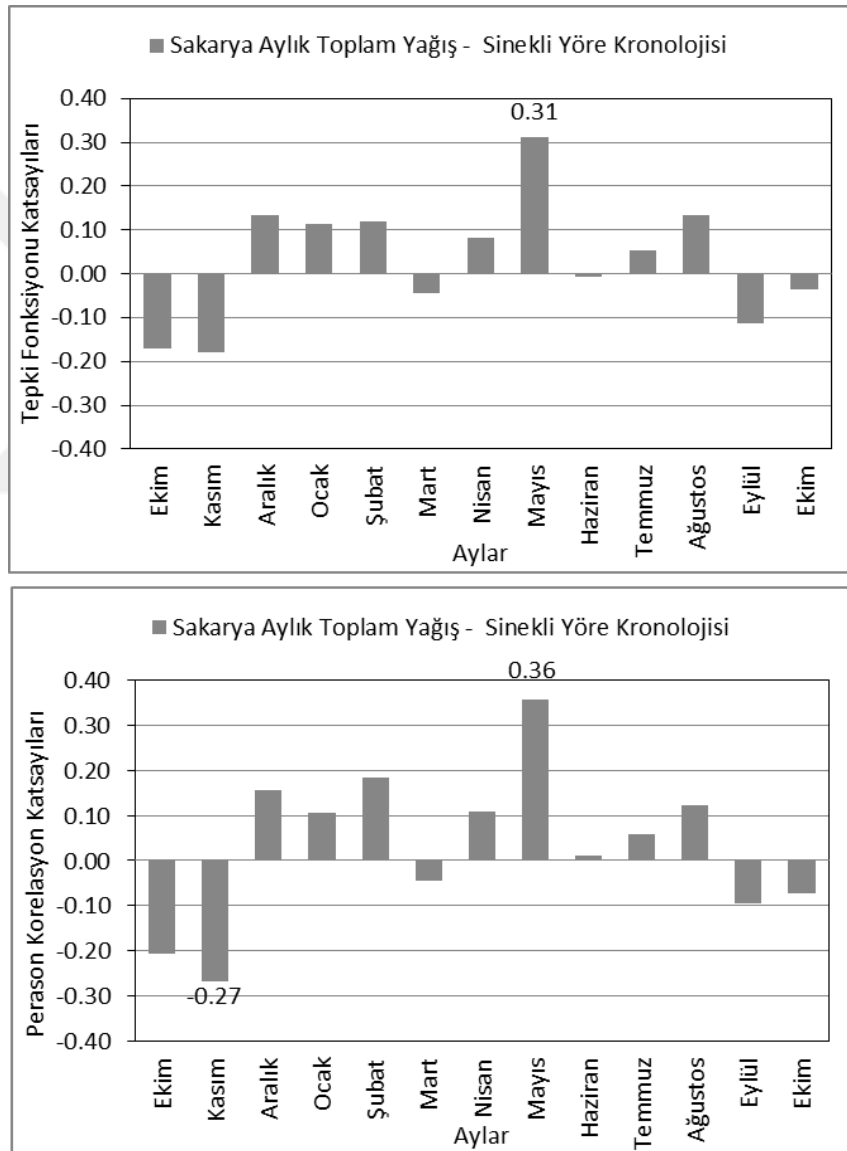
Şekil 59. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim, kasım ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının şubat, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında yağışlardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Şubat ve mayıs aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının ağustos ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 60).



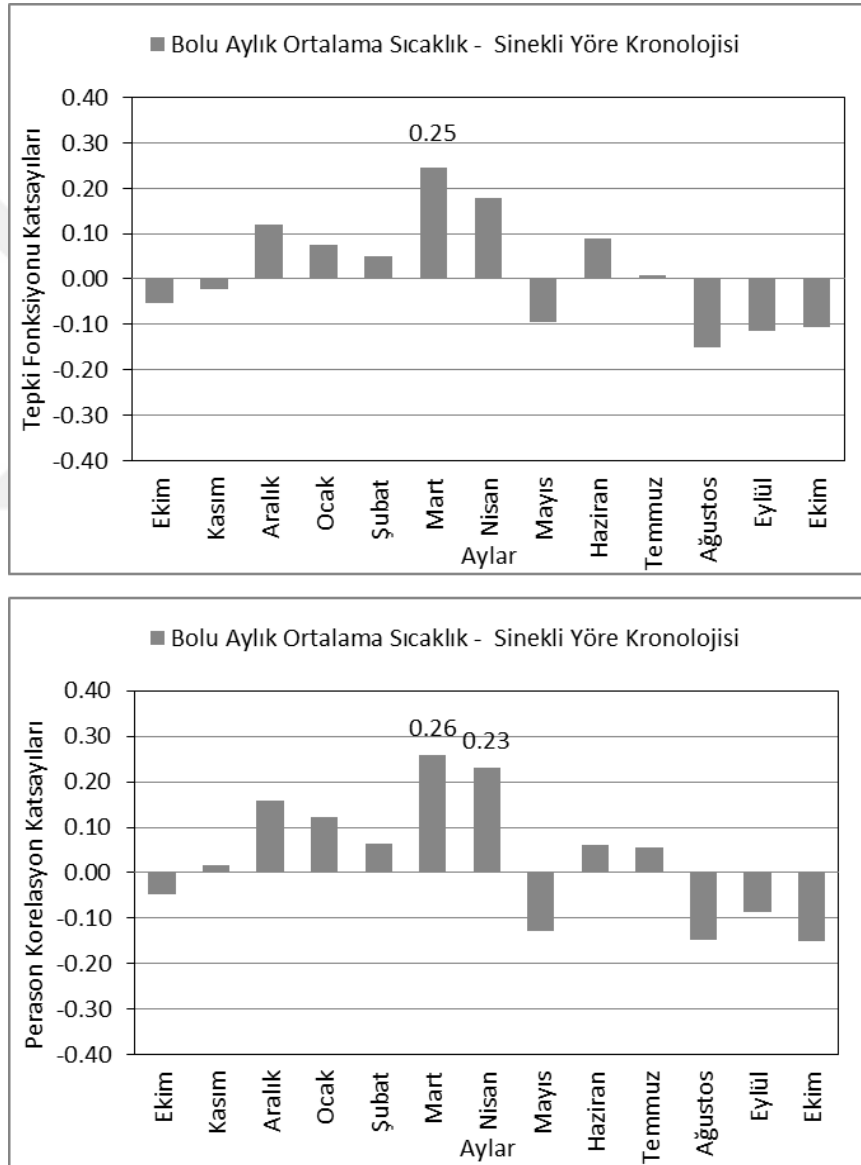
Şekil 60. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık toplam yağışlar, önceki yılın ekim, kasım ayları ile halka oluşum yılının mart, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde; önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, nisan, mayıs, temmuz ve ağustos aylarında ise pozitif yönde etkilemektedir. Mayıs ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır Haziran ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitif çıkmıştır (Şekil 61).



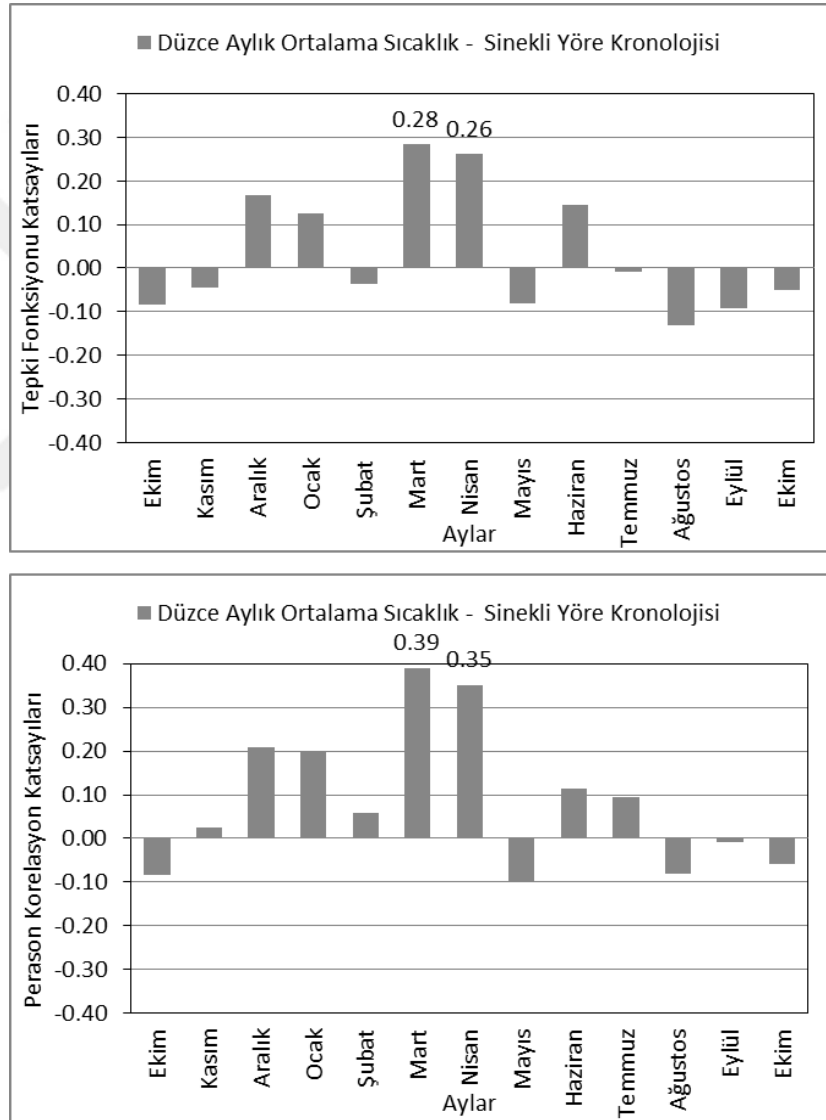
Şekil 61. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, ağustos, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran ve temmuz aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, nisan ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Kasım ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 62).



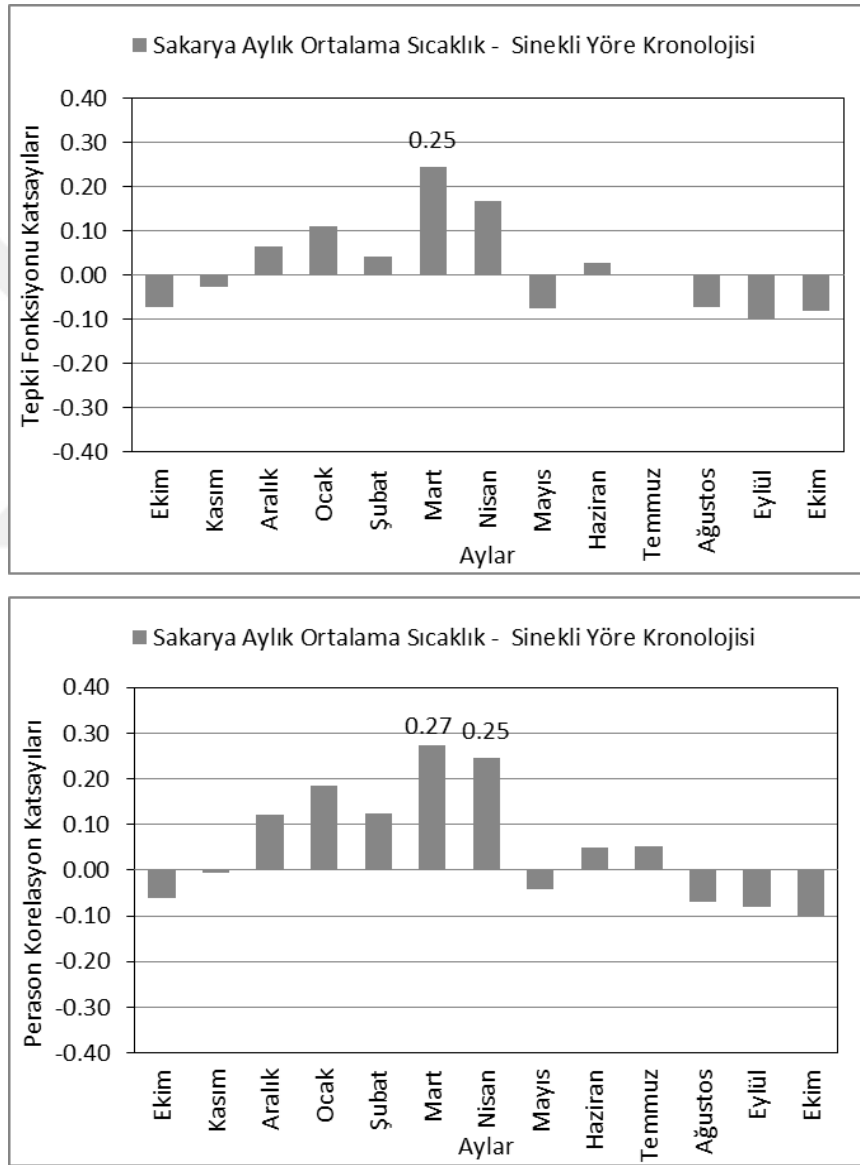
Şekil 62. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının mayıs, ağustos, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan ve haziran aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ve nisan aylarındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının şubat ve temmuz aylarında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 63).



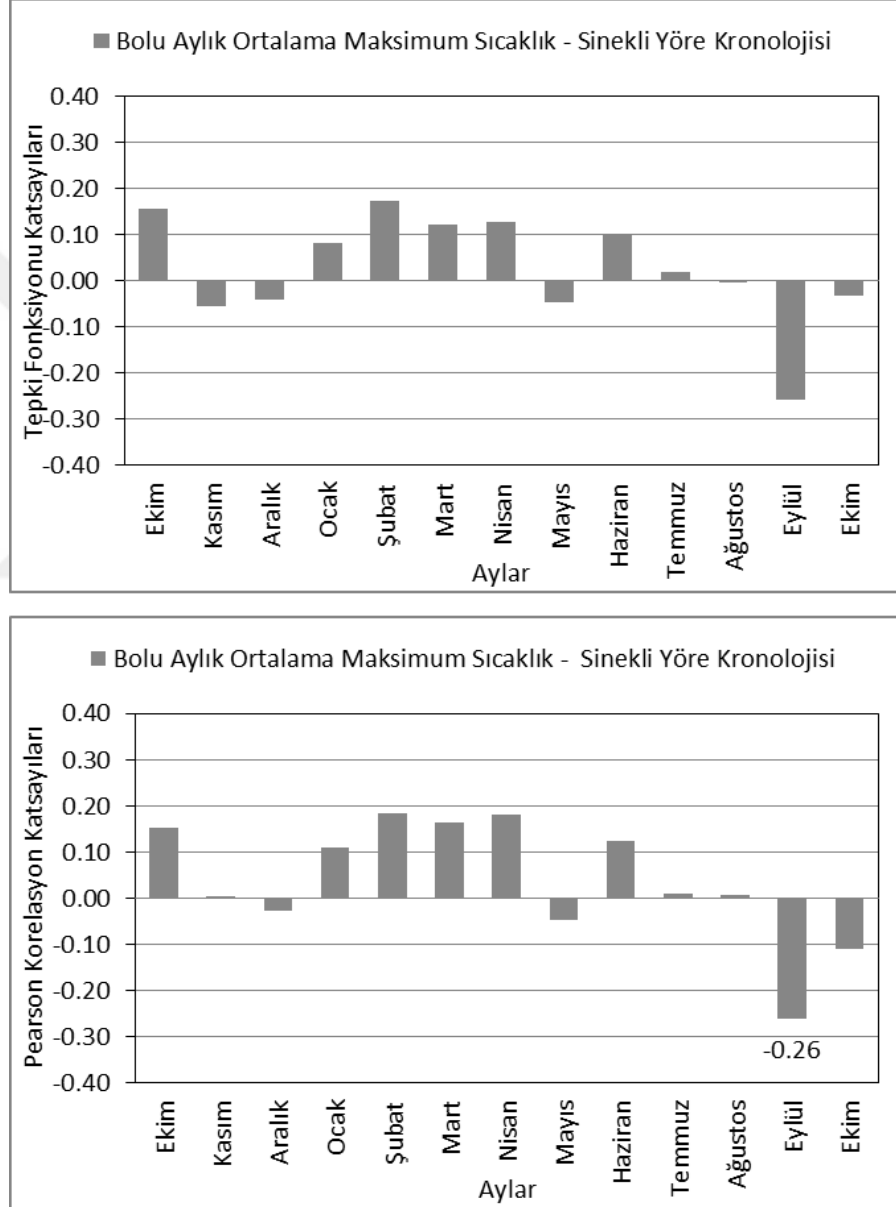
Şekil 63. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların -tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama sıcaklıklar, önceki yılın ekim ve kasım ayları ile halka oluşum yılının mayıs, ağustos, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran ve temmuz aylarında ortalama sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, nisan ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır (Şekil 64).



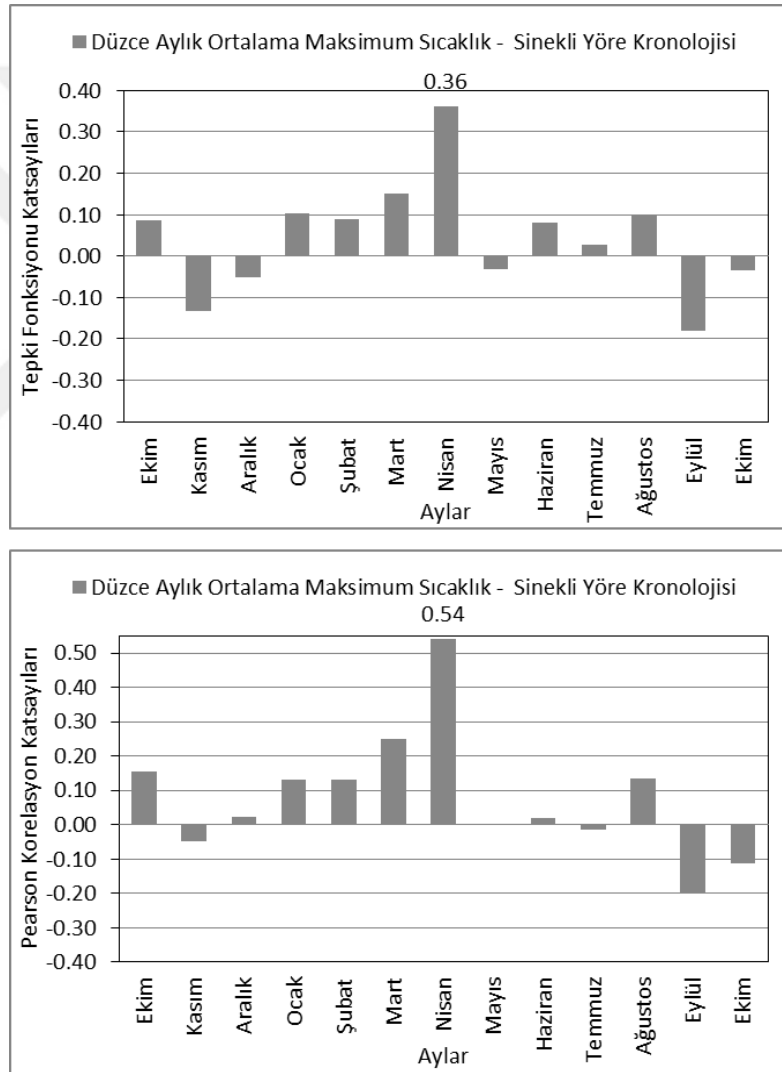
Şekil 64. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının mayıs, eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran ve temmuz aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artışın halka gelişimini de artırdığı görülmektedir. Eylül ayındaki etki Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının ağustos ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı ise pozitifdir (Şekil 65).



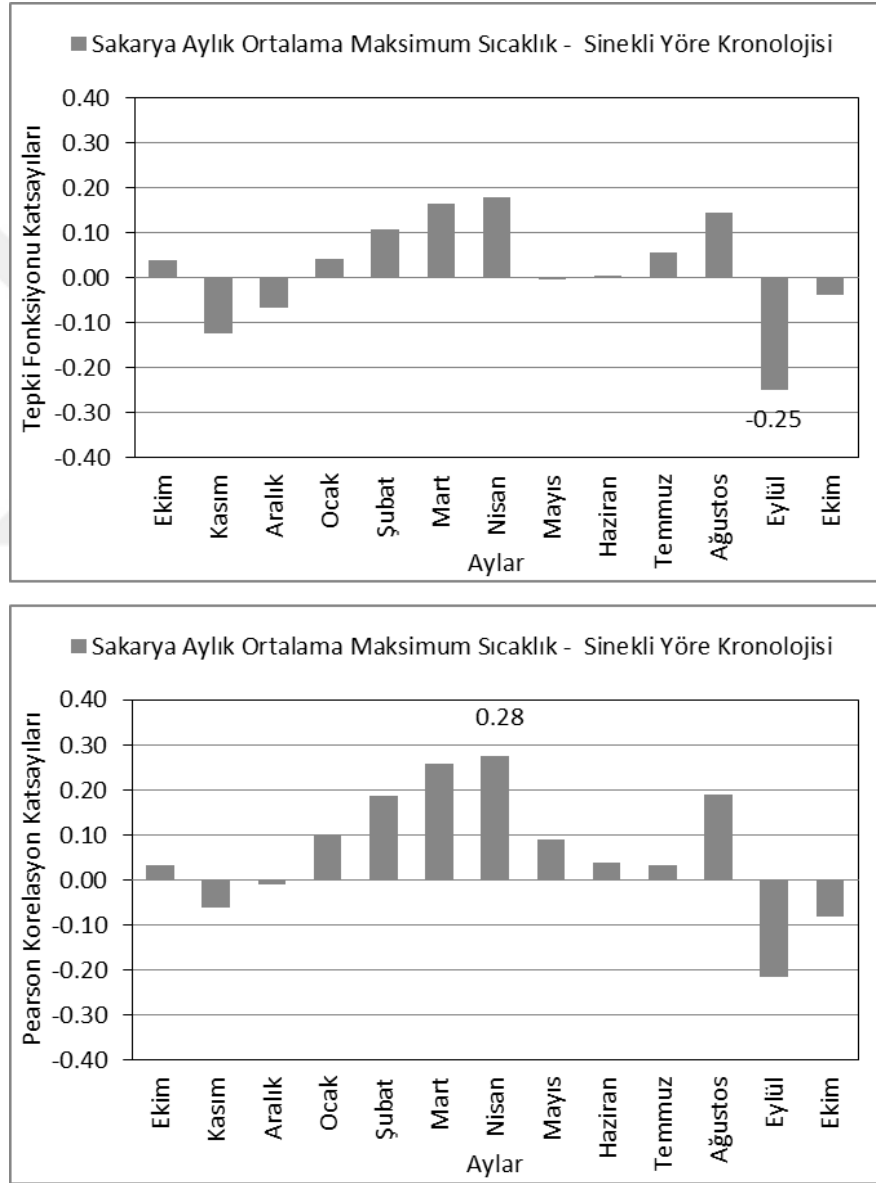
Şekil 65. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütununun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Nisan ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkarken, temmuz ayında ise tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 66).



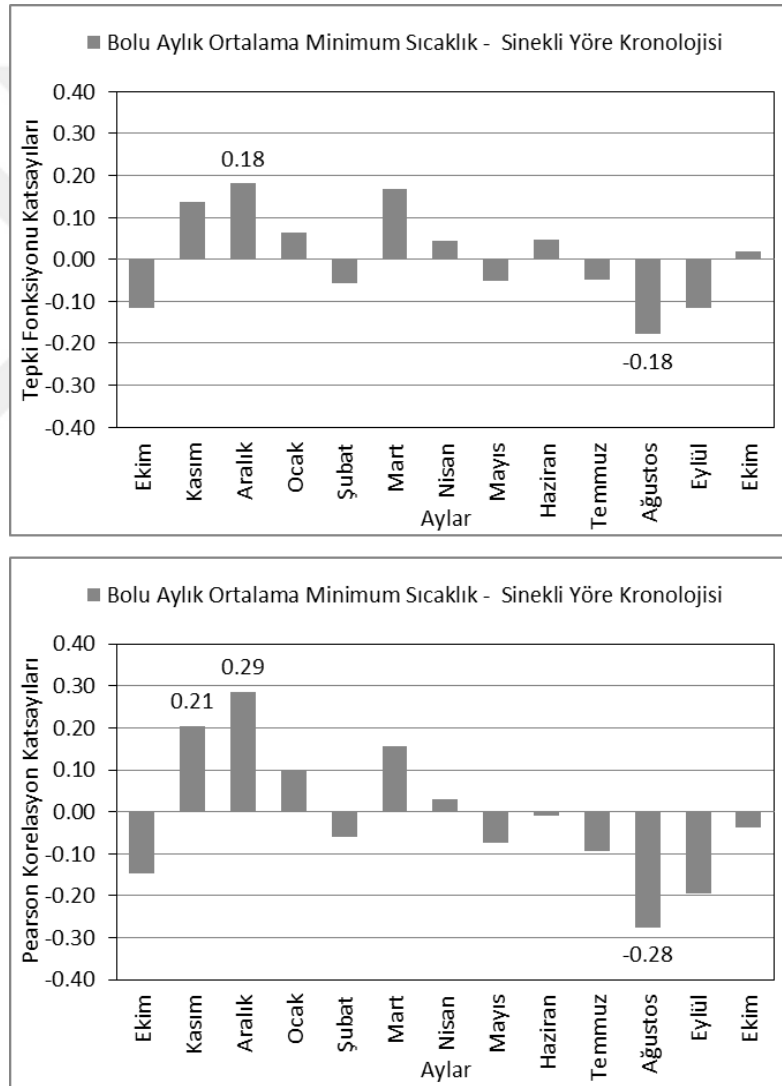
Şekil 66. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütununun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama maksimum sıcaklıklar, önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının eylül ve ekim aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının ocak, şubat, mart, nisan, haziran, temmuz ve ağustos aylarında ortalama maksimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Nisan ayındaki etki Pearson korelasyon katsayısı için, eylül ayındaki etki ise tepki fonksiyonu katsayısı için anlamlıdır. Mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı negatif, Pearson korelasyon katsayısı pozitif çıkmıştır (Şekil 67).



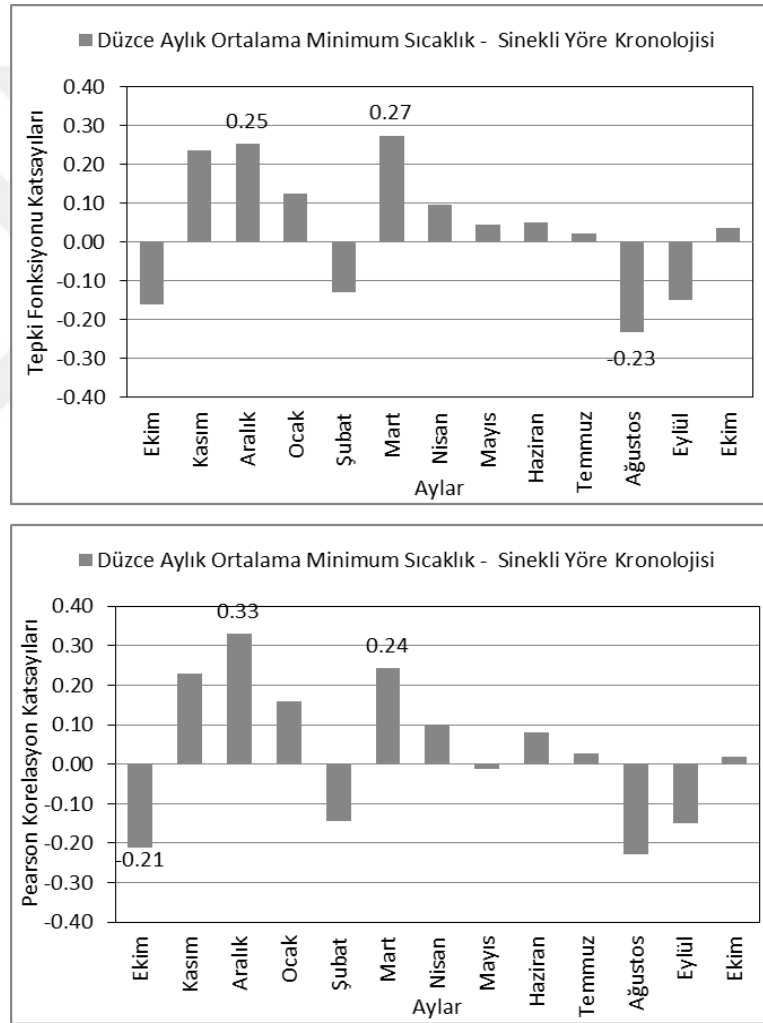
Şekil 67. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Bolu’da aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, mayıs, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart ve nisan aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının ağustos ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, önceki yılın kasım ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Halka oluşum yılının haziran ve ekim aylarında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 68).



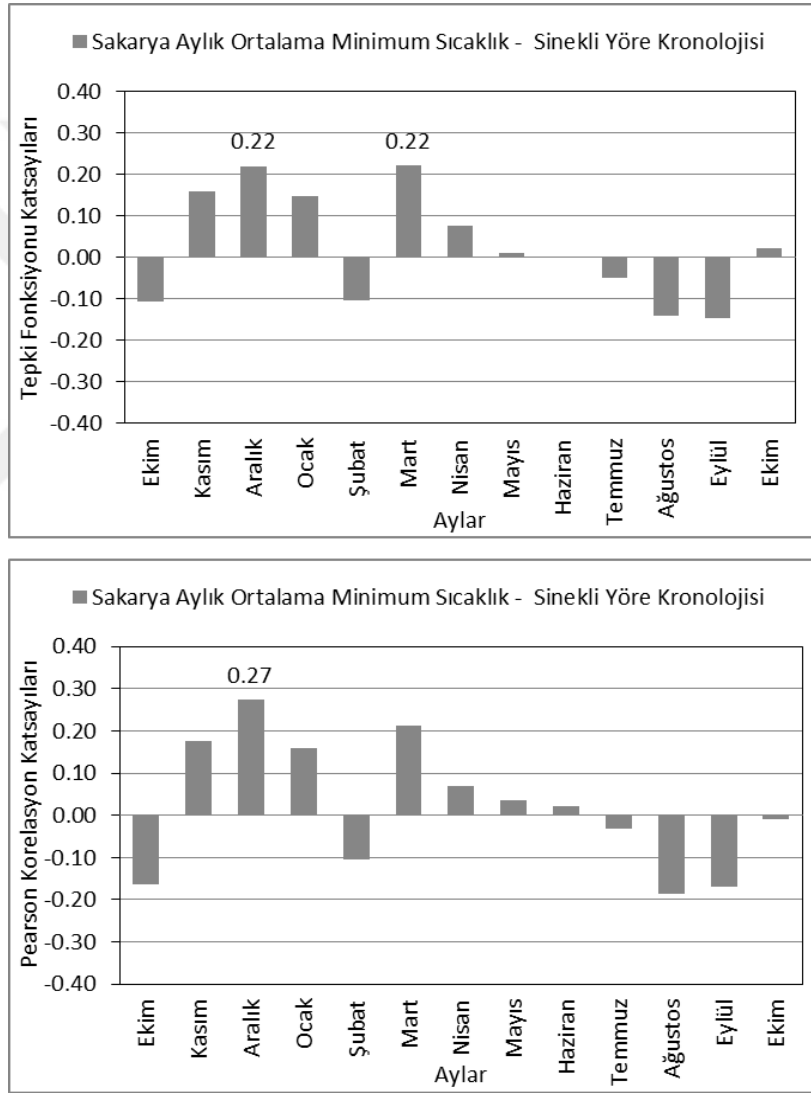
Şekil 68. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Düzce’de aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, haziran, temmuz ve ekim aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın aralık ayı ile halka oluşum yılının mart ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için de anlamlıdır. Halka oluşum yılının ağustos ayındaki etki sadece tepki fonksiyonu katsayısı için, önceki yılın ekim ayındaki etki ise sadece Pearson korelasyon katsayısı için anlamlıdır. Mayıs ayında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı negatiftir (Şekil 69).



Şekil 69. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

Sakarya’da aylık ortalama minimum sıcaklıklar, önceki yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının şubat, temmuz, ağustos ve eylül aylarında halka gelişimini negatif yönde etkilemektedir. Önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında ortalama minimum sıcaklıklardaki artış halka gelişimini de artırmaktadır. Önceki yılın aralık ayındaki etki her iki korelasyon katsayısı için, mart ayındaki etki sadece tepki fonksiyonu katsayısı için anlamlıdır. Halka oluşum yılının ekim ayında tepki fonksiyonu katsayısı pozitif, Pearson korelasyon katsayısı ise negatif çıkmıştır (Şekil 70).



Şekil 70. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).

3.2.1.2. İklim Verilerine İlişkin Rekonstrüksiyonlar

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde iklim kayıtları rekonstrüksiyona uygun uzunlukta olan meteoroloji istasyonları Bolu, Düzce ve Sakarya'dır. Bu istasyonların aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri için Çiğdem, Balıklı ve Sinekli yöre kronolojileri kullanılarak ayrı ayrı rekonstrüksiyon denemeleri yapılmış ve sonuçları anlamlı bulunup tezde kullanılanlar *Tablo 40*'ta verilmiştir. Rekonstrüksiyon dönemi belirlenirken Alt Örnek İşaret Gücü (SSS) değerleri 0.85'in üzerinde olan dönemler esas alınmıştır (*Tablo 41*).

Tablo 40. Araştırma alanında anlamlı sonuçlar veren rekonstrüksiyonlara ilişkin bilgiler.

Meteoroloji İstasyonu	Rekonstrüksiyonu Yapılan İklim Unsuru	Rekonstrüksiyonda Kullanılan Yöre Kronolojisi
Bolu	Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli
	Mayıs-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli
	Yıllık toplam yağış	Sinekli
Düzce	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Çiğdem
	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu	Balıklı
	Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli
Sakarya	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Çiğdem

Tablo 41. Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojilerinin uzunlukları ve Alt İşaret Gücüne göre rekonstrüksiyonlarda kullanılacak dönemler.

Yöre Adı	Kronoloji Aralığı	Alt Örnek İşaret Gücü (SSS) > 0.85 Olan Yıl
Çiğdem	1785-2017	1848
Balıklı	1804-2018	1873
Sinekli	1770-2018	1858

Araştırma alanı ve yakın çevresinde uzun dönemli iklim kayıtları olan Bolu, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonları için vejetasyon dönemleri, günlük ortalama sıcaklıkların 8 °C ve üzeri olduğu günler dikkate alınarak hesaplanmıştır (*Tablo 24*). Tez kapsamında oluşturulan Sinekli, Çiğdem ve Balıklı yöre kronolojileri için alınan örneklerin deniz seviyesine göre yüksekliklerinin ortalaması alınarak, bu yöre

kronolojileri için ayrıca vejetasyon dönemleri belirlenmiştir. Sinekli yöre kronolojisi için Bolu meteoroloji istasyonu sıcaklık verileri, Çiğdem yöre kronolojisi için Sakarya meteoroloji istasyonu sıcaklık verileri, Balıklı yöre kronolojisi için ise Düzce meteoroloji istasyonu sıcaklık verileri esas alınmış ve hesaplamalarda sıcaklığın her yüz metrede ortalama 1 °C düştüğü kabul edilmiştir.

Tablo 42 incelendiğinde, yöre kronolojilerinde vejetasyon dönemlerinin nisan ayı sonu-mayıs ayı başlarında başladığı, ekim ayının ikinci yarısında sona erdiği görülmektedir. Bu açıdan mayıs-ağustos dönemi, özellikle de vejetasyon döneminin başladığı mayıs ayı yağışları ile ağaçların yıllık halka gelişimi arasında pozitif yüksek korelasyonların çıkması anlam kazanmaktadır. Yine Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarıyla, özellikle de mart-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarıyla yıllık halka gelişimi arasındaki pozitif yüksek korelasyon da önemlidir. Çünkü bu dönemde sıcaklıkların yüksek seyretmesi vejetasyon döneminin daha erken başlamasına ve yıllık halka gelişiminin de artmasına yol açabilecektir.

Tablo 42. Araştırmada alanı ve yakın çevresinde uzun dönemli kayıtları olan meteoroloji istasyonları ve tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için vejetasyon dönemleri.

		Rakım (metre)	Vejetasyon Dönemi Başlangıcı	Vejetasyon Dönemi Bitişi	Vejetasyon Dönemi Uzunluğu (Gün)
Meteoroloji İstasyonları	Bolu	742	31 Mart	7 Kasım	222
	Sakarya	31	14 Mart	12 Aralık	274
	Düzce	146	21 Mart	28 Kasım	253
Yöre Kronolojileri	Sinekli	1358	28 Nisan	23 Ekim	179
	Çiğdem	1430	2 Mayıs	18 Ekim	170
	Balıklı	1366	1 Mayıs	18 Ekim	171

Sakarya İstasyonuna İlişkin Rekonstrüksiyonlar

Sakarya meteoroloji istasyonu iklim verilerinden ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları ile Çiğdem yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (*Şekil 71*). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir.

Bu yüzden tüm dönemi (1956-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (Tablo 43).

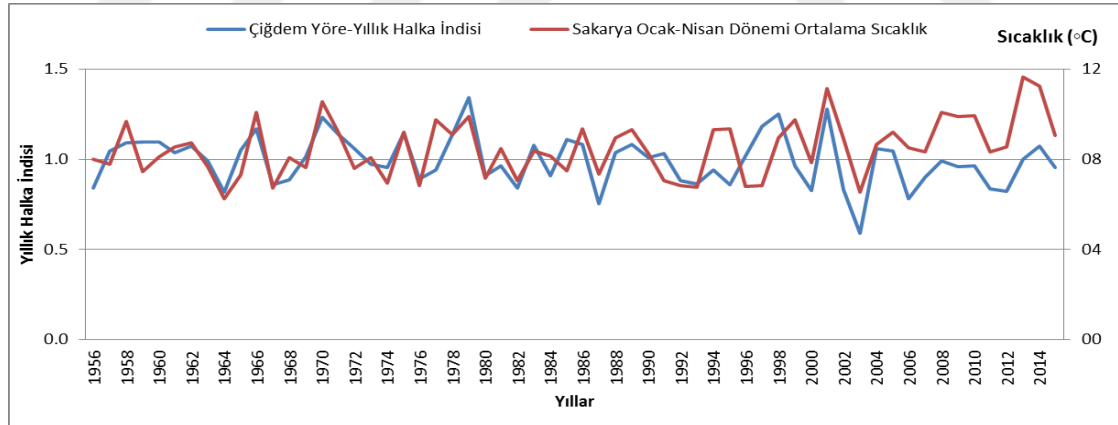
Tahmin yapılırken,

Ortalama Sıcaklık (°C)=Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği x 0.0041+4.4064 formülü kullanılmıştır.

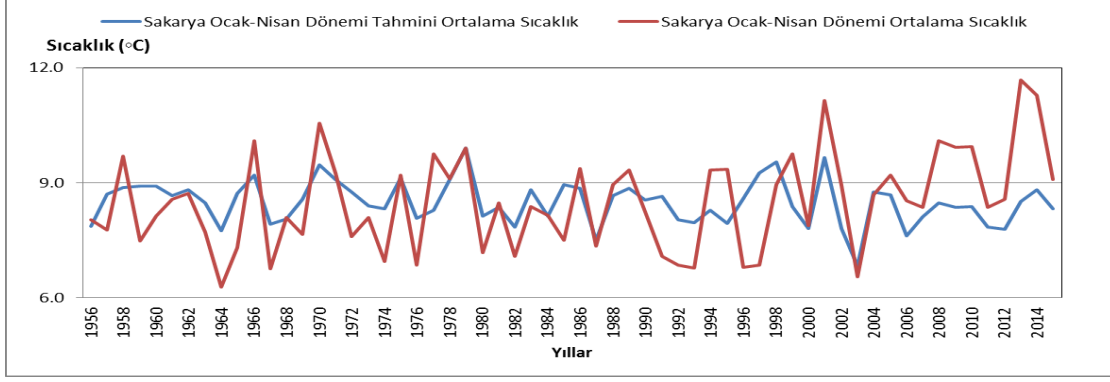
Sakarya meteoroloji istasyonunun 1848 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları Şekil 73'te görülmektedir. Tablo 44'te, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 43. Sakarya meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

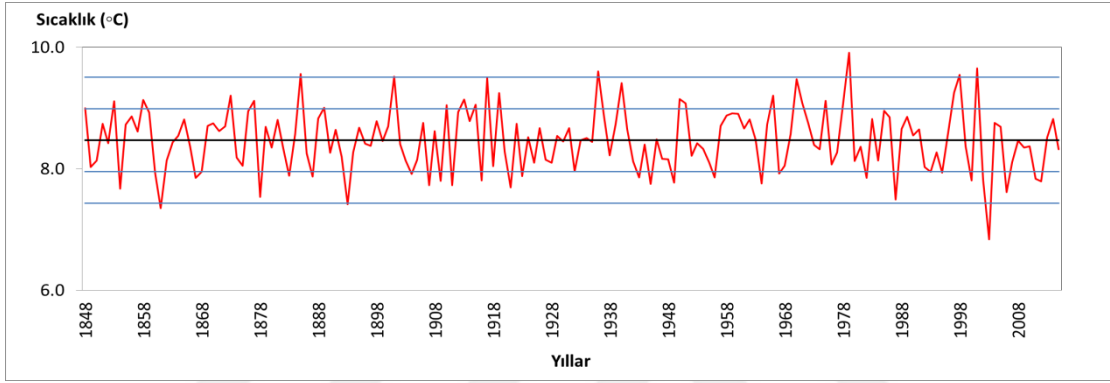
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1956 - 1985	1986–2015	1.9775	0.0061	0.4923	0.03	21 + / 9 - P ≤ 0.05	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1986 – 2015	1956–1985	5.0819	0.0038	0.1695	0.12	21 + / 9 - P ≤ 0.05	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1956 - 2015	-	4.4064	0.0041	0.206	-	42 + / 18 - P ≤ 0.01	-



Şekil 71. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Sakarya meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.



Şekil 72. Sakarya meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışı.



Şekil 73. Sakarya meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 44. Sakarya meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1885, 1901, 1936, 1979, 1998, 2001
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1853, 1858, 1873, 1877, 1889, 1910, 1913, 1915, 1917, 1919, 1940, 1950, 1951, 1966, 1970, 1971, 1975, 1978, 1997
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 2003,
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1854, 1860, 1867, 1868, 1878, 1883, 1887, 1893, 1904, 1907, 1909, 1911, 1916, 1921, 1923, 1932, 1943, 1945, 1949, 1956, 1964, 1967, 1982, 1987, 1993, 1995, 2000, 2002, 2006, 2011, 2012

Düzce İstasyonuna İlişkin Rekonstrüksiyonlar

Düzce meteoroloji istasyonu iklim verilerinden ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunun ve şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışlarının rekonstrüksiyonu yapılmıştır.

Düzce Meteoroloji İstasyonu Ocak-Nisan Dönemi Ortalama Sıcaklıkların Rekonstrüksiyonu

Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları ile Çiğdem yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (*Şekil 74*). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1956-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (*Tablo 45*).

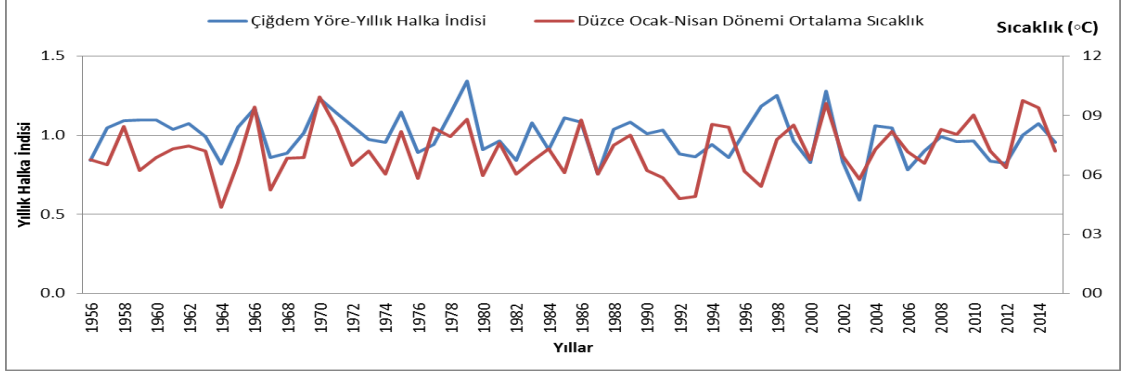
Tahmin yapılırken,

Ortalama Sıcaklık (°C)=Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği x 0.0046+2.6088 formülü kullanılmıştır.

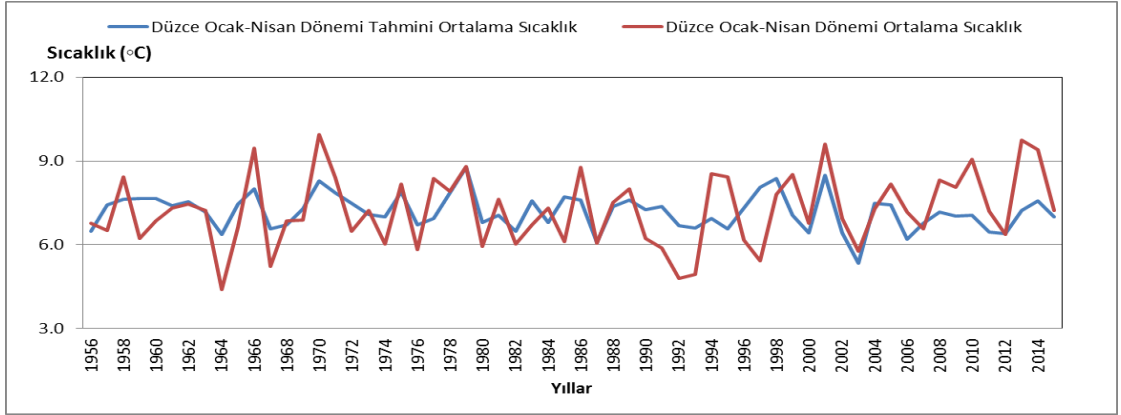
Düzce meteoroloji istasyonunun 1848 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları *Şekil 76*'da görülmektedir. *Tablo 46*'da, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 45. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

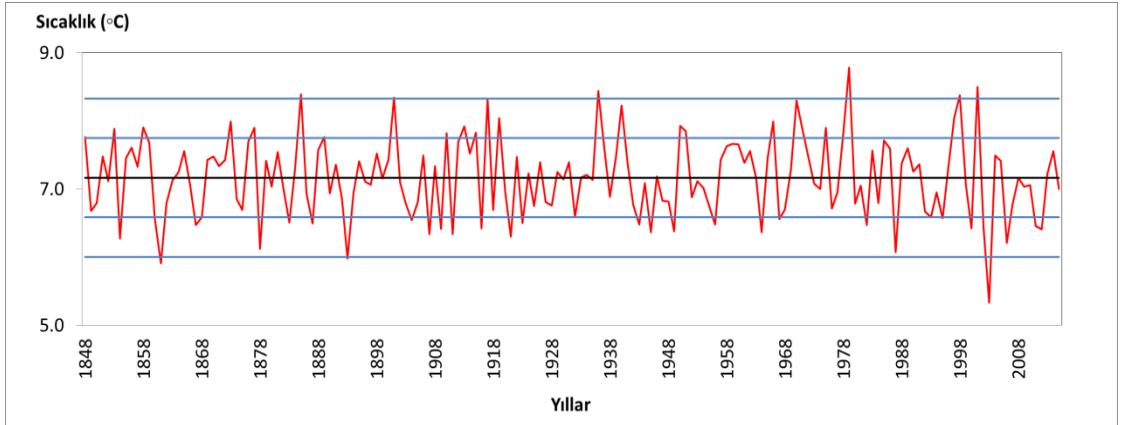
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1956 - 1985	1986–2015	0.1531	0.0068	0.488	0.14	21 + / 9 - P ≤ 0.05	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1986 – 2015	1956–1985	3.6448	0.0039	0.172	0.19	21 + / 9 - P ≤ 0.05	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1956 - 2015	-	2.6088	0.0046	0.251	-	42 + / 18 - P ≤ 0.01	-



Şekil 74. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.



Şekil 75. Düzce meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.



Şekil 76. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı (siyah yatay çizgi ortalamayı, mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma (içtekiler) ve ± 2 standart sapmayı (dıştakiler) göstermektedir).

Tablo 46. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1885, 1901, 1917, 1936, 1979, 1998, 2001
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1848, 1853, 1858, 1873, 1876, 1877, 1889, 1910, 1913, 1915, 1919, 1940, 1950, 1951, 1966, 1970, 1971, 1975, 1978, 1985, 1997
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 1893, 2003
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1854, 1860, 1867, 1868, 1878, 1883, 1887, 1904, 1907, 1909, 1911, 1916, 1921, 1923, 1932, 1943, 1945, 1949, 1956, 1964, 1967, 1982, 1987, 1993, 1995, 2000, 2002, 2006, 2011, 2012

Düzce Meteoroloji İstasyonu Ocak-Nisan Dönemi Ortalama Sıcaklıkların Maksimumunun Rekonstrüksiyonu

Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunu ile Balıklı yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (Şekil 77). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1956-2015) ayarlama için kullanılan üçüncü model, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (Tablo 47).

Tahmin yapılırken,

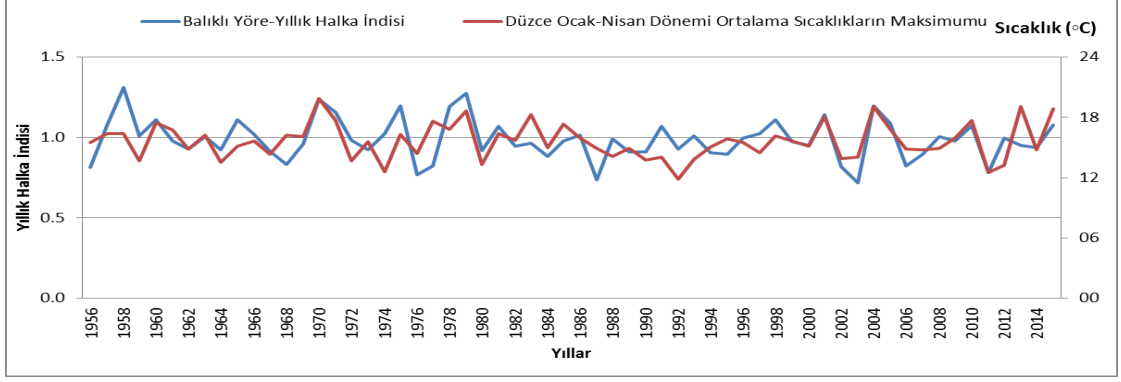
$$\text{Ort. Sic. Maks. (}^{\circ}\text{C)} = \text{Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği} \times 0.0073 + 8.4157$$

formülü kullanılmıştır.

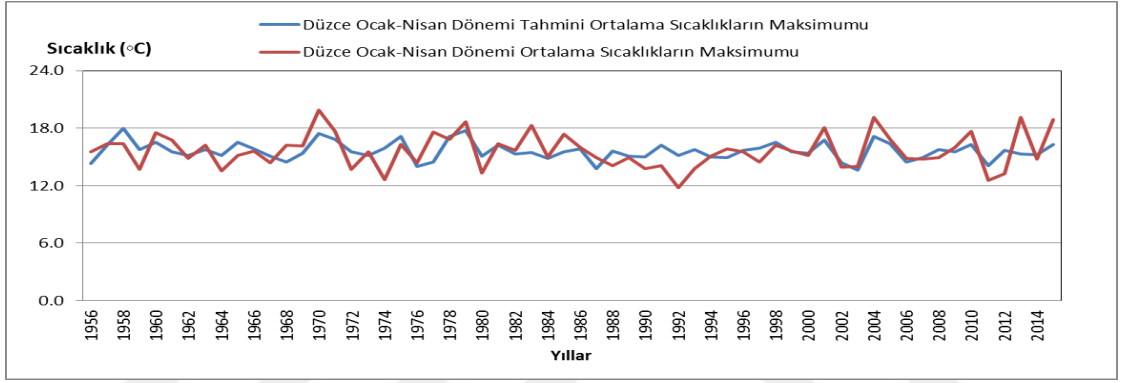
Düzce meteoroloji istasyonunun 1873 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunu Şekil 79’da görülmektedir. Tablo 48’de, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 47. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunu rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

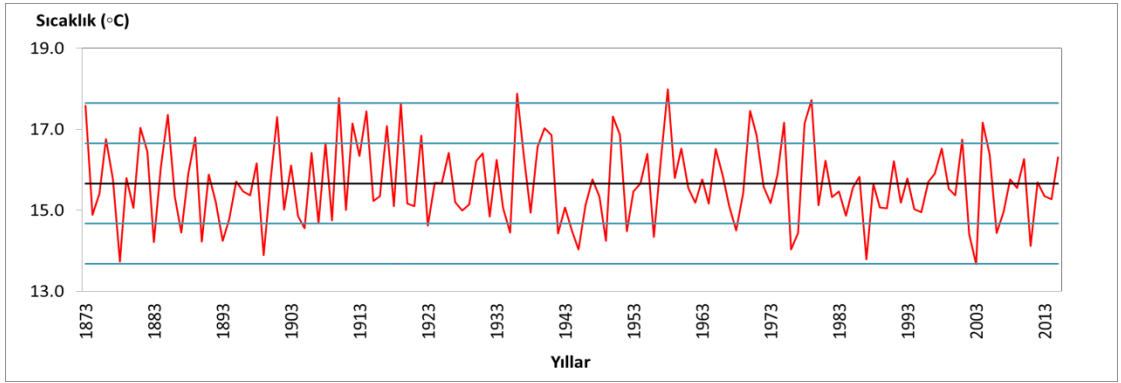
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1956 - 1985	1986–2015	10.254	0.0056	0.209	0.25	25 + / 5 - P ≤ 0.01	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1986 – 2015	1956–1985	6.3351	0.0093	0.338	0.25	25 + / 5 - P ≤ 0.01	21 + / 9 - P ≤ 0.05
1956 - 2015	-	8.4157	0.0073	0.277	-	46 + / 14 - P ≤ 0.01	-



Şekil 77. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu.



Şekil 78. Düzce meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu.



Şekil 79. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunun geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 48. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunun uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1910, 1919, 1936, 1958, 1979
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1873, 1876, 1881, 1885, 1889, 1901, 1912, 1914, 1917, 1922, 1940, 1941, 1950, 1951, 1970, 1971, 1975, 1978, 2001, 2004
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	2003
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1878, 1883, 1887, 1890, 1893, 1899, 1905, 1907, 1923, 1935, 1942, 1944, 1945, 1949, 1952, 1956, 1968, 1976, 1977, 1987, 2002, 2006, 2011

Düzce Meteoroloji İstasyonu Şubat-Ağustos Dönemi Toplam Yağışının Rekonstrüksiyonu

Düzce meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı ile Sinekli yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (Şekil 80). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1956-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, şubat-ağustos dönemi toplam yağışının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (Tablo 49).

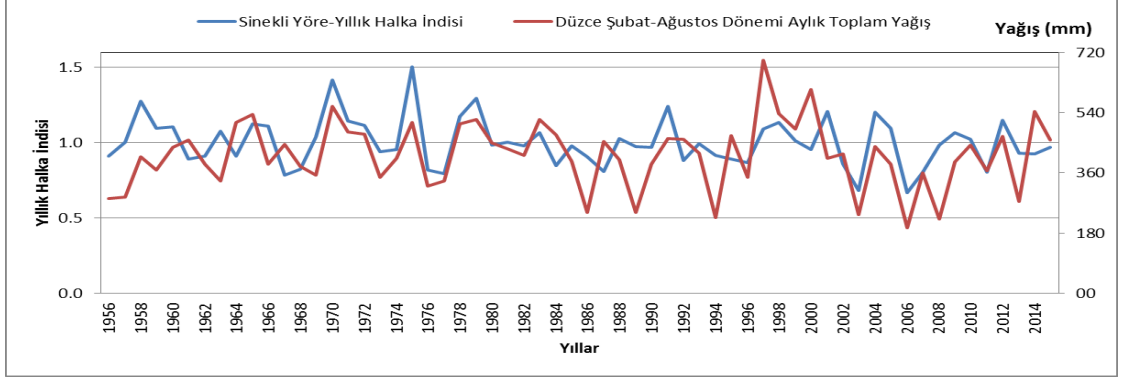
Tahmin yapılırken,

$Toplam\ Yağış\ (mm) = Tahmini\ yapılacak\ yılın\ yıllık\ halka\ genişliği \times 0.3127 + 97.369$
formülü kullanılmıştır.

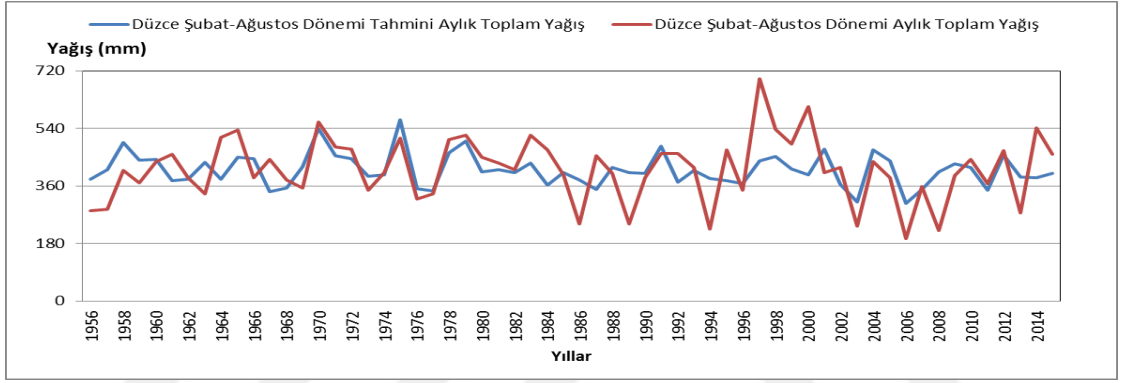
Düzce meteoroloji istasyonunun 1858–2015 yıllarını kapsayan tahmini şubat-ağustos dönemi toplam yağışı Şekil 82’de görülmektedir. Tablo 50’de, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 49. Düzce meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

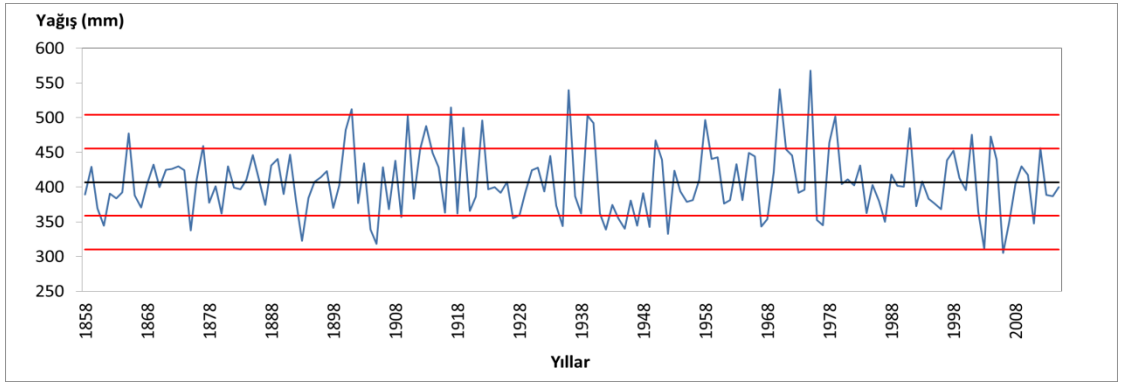
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1956 - 1985	1986–2015	189.55	0.2265	0.270	0.23	21 + / 9 - P ≤ 0.05	22 + / 8 - P ≤ 0.05
1986 – 2015	1956–1985	-29.882	0.4394	0.264	0.21	21 + / 9 - P ≤ 0.05	22 + / 8 - P ≤ 0.05
1956 - 2015	-	97.369	0.3127	0.249	-	43 + / 17 - P ≤ 0.01	-



Şekil 80. 1956-2015 dönemi için Sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.



Şekil 81. Düzce meteoroloji istasyonunda 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışlar.



Şekil 82. Düzce meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 50. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini şubat-ağustos toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1901, 1917, 1936, 1970, 1975
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922, 1939, 1940, 1950, 1958, 1978, 1979, 1991, 2001, 2004, 2012
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	2006
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944, 1945, 1947, 1949, 1952, 1967, 1968, 1976, 1977, 1987, 2003, 2007, 2011

Bolu İstasyonuna İlişkin Rekonstrüksiyonlar

Bolu meteoroloji istasyonu iklim verilerinden şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışlarının, mayıs-ağustos dönemi aylık toplam yağışlarının ve yıllık toplam yağışların rekonstrüksiyonu yapılmıştır.

Bolu Meteoroloji İstasyonu Şubat-Ağustos Dönemi Toplam Yağışının Rekonstrüksiyonu

Bolu meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı ile Sinekli yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (*Şekil 83*). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1950-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, şubat-ağustos dönemi toplam yağışının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (*Tablo 51*).

Tahmin yapılırken,

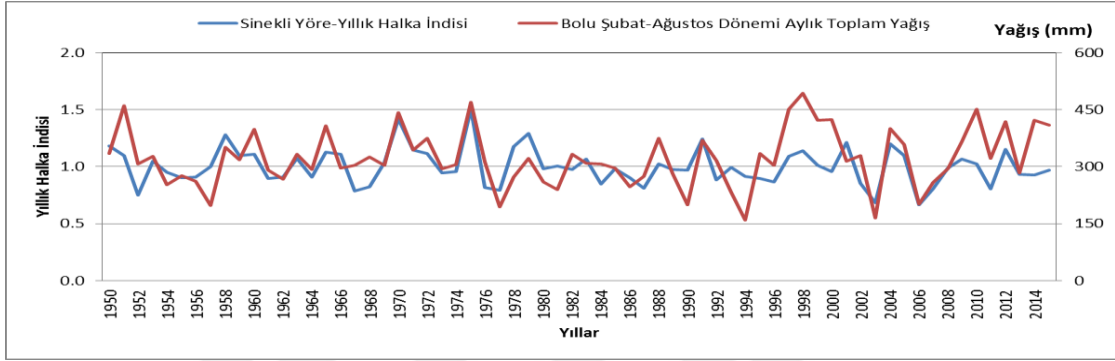
$$\text{Toplam Yağış (mm)} = \text{Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği} \times 0.2728 + 47.196$$

formülü kullanılmıştır.

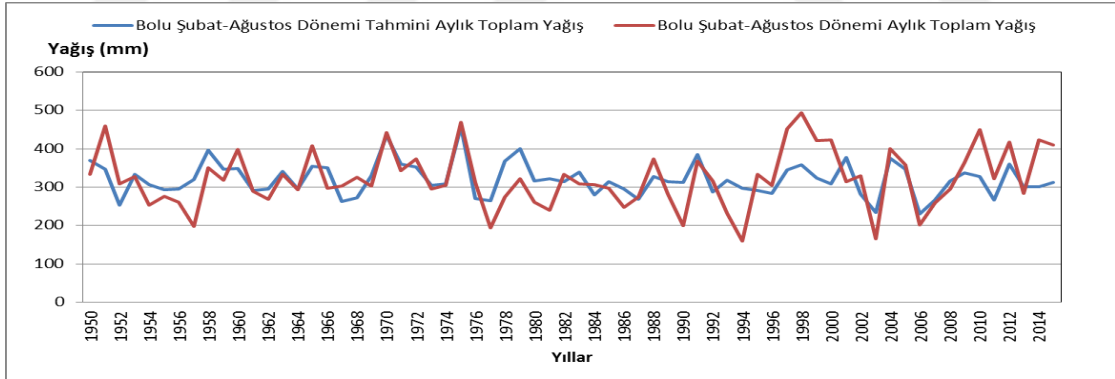
Bolu meteoroloji istasyonunun 1858 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini şubat-ağustos dönemi toplam yağışı *Şekil 83*'te görülmektedir. *Tablo 52*'de, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 51. Bolu meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

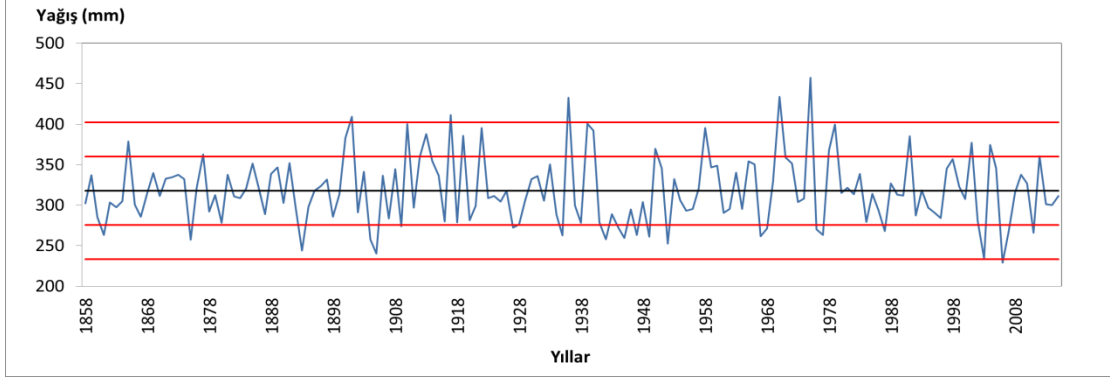
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1950 – 1982	1983–2015	68.607	0.24	0.416	0.30	23 + / 10 - P ≤ 0.05	25 + / 8 - P ≤ 0.01
1983 – 2015	1950–1982	-29.427	0.363	0.337	0.25	23 + / 10 - P ≤ 0.05	25 + / 8 - P ≤ 0.01
1950 - 2015	-	47.196	0.2728	0.326	-	48 + / 18 - P ≤ 0.01	-



Şekil 83. 1950-2015 dönemi için sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve bolu meteoroloji istasyonunun şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.



Şekil 84. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.



Şekil 85. Bolu meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 52. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1901, 1917, 1936, 1970, 1975
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922, 1939, 1940, 1950, 1958, 1978, 1979, 1991, 2001, 2004, 2012
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	2006
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944, 1945, 1947, 1949, 1952, 1967, 1968, 1976, 1977, 1987, 2003, 2007, 2011

Bolu Meteoroloji İstasyonu Mayıs-Ağustos Dönemi Toplam Yağışının Rekonstrüksiyonu

Bolu meteoroloji istasyonu mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı ile Sinekli yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (Şekil 86). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1950-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, mayıs-ağustos dönemi toplam yağışının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (Tablo 53).

Tahmin yapılırken,

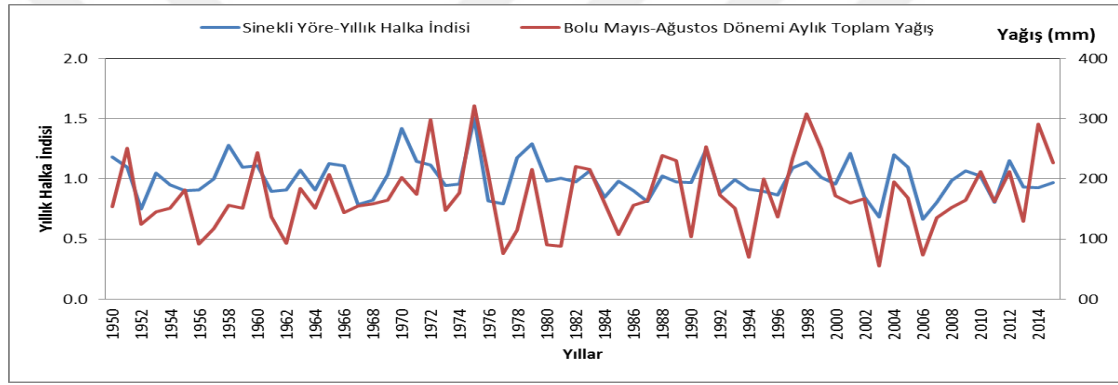
$$\text{Toplam Yağış (mm)} = \text{Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği} \times 0.1981 - 28.054$$

formülü kullanılmıştır.

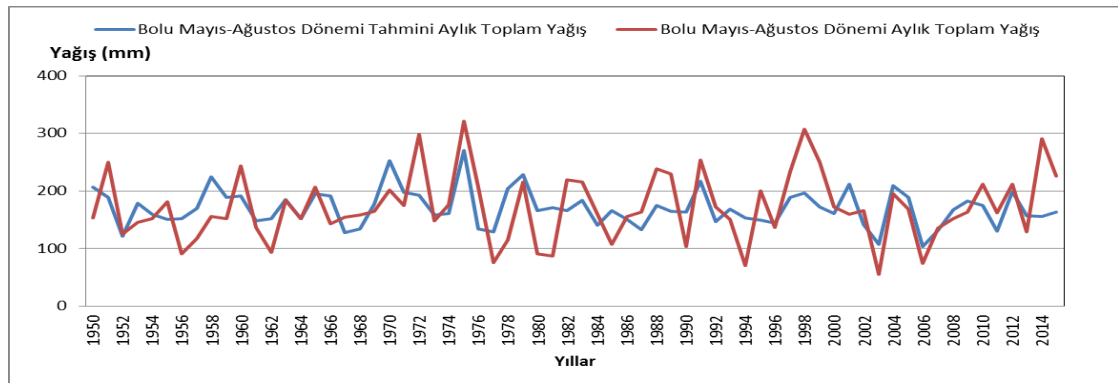
Bolu meteoroloji istasyonunun 1858 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı Şekil 86’da görülmektedir. Tablo 54’te, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 53. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

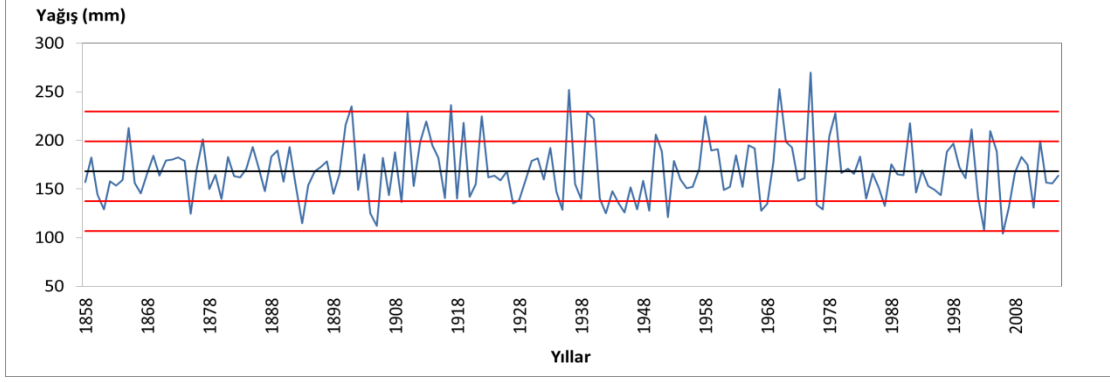
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1950 – 1982	1983–2015	-16.552	0.1769	0.285	0.26	24 + / 9 - P ≤ 0.05	25 + / 8 - P ≤ 0.01
1983 – 2015	1950–1982	-82.714	0.2644	0.36	0.21	24 + / 9 - P ≤ 0.05	25 + / 8 - P ≤ 0.01
1950 - 2015	-	-28.054	0.1981	0.284	-	49 + / 17 - P ≤ 0.01	-



Şekil 86. 1950-2015 dönemi için sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve bolu meteoroloji istasyonunun mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı.



Şekil 87. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı.



Şekil 88. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 54. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini mayıs-ağustos dönemi toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1901, 1917, 1936, 1970, 1975
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922, 1939, 1940, 1950, 1958, 1978, 1979, 1991, 2001, 2004, 2012
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	2006
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944, 1945, 1947, 1949, 1952, 1967, 1968, 1976, 1977, 1987, 2003, 2007, 2011

Bolu Meteoroloji İstasyonu Yıllık Toplam Yağışının Rekonstrüksiyonu

Bolu meteoroloji istasyonu yıllık toplam yağışı ile Sinekli yöre kronolojisi arasında istatistiksel açıdan rekonstrüksiyon yapmaya uygun ilişki saptanmıştır (Şekil 89). İklim tahmininde her iki ayarlama dönemi için oluşturulan ayarlama eşitlikleri ve doğrulama testleri anlamlı ve benzerdir. Bu yüzden tüm dönemi (1950-2015) ayarlama kullanan üçüncü model, yıllık toplam yağışının geriye dönük tahmininde kullanılmıştır (Tablo 55).

Tahmin yapılırken,

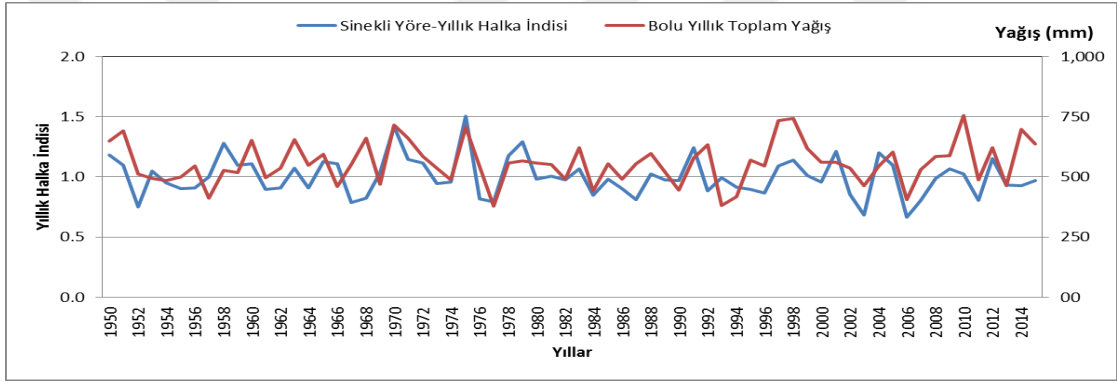
$$\text{Toplam Yağış (mm)} = \text{Tahmini yapılacak yılın yıllık halka genişliği} \times 0.2873 + 267.73$$

formülü kullanılmıştır.

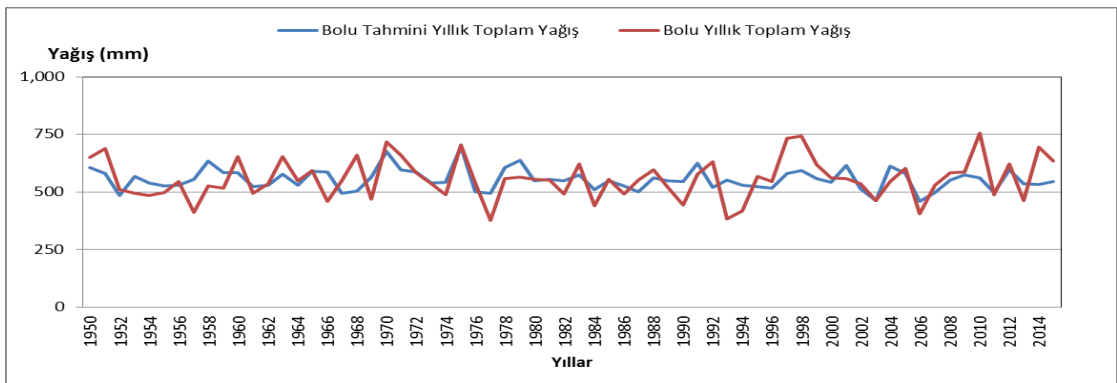
Bolu meteoroloji istasyonunun 1858 – 2015 yıllarını kapsayan tahmini yıllık toplam yağışı Şekil 91’de görülmektedir. Tablo 56’da, 1 ve 2 standart sapma değerlerini aşan yıllar verilmiştir.

Tablo 55. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs yıllık toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.

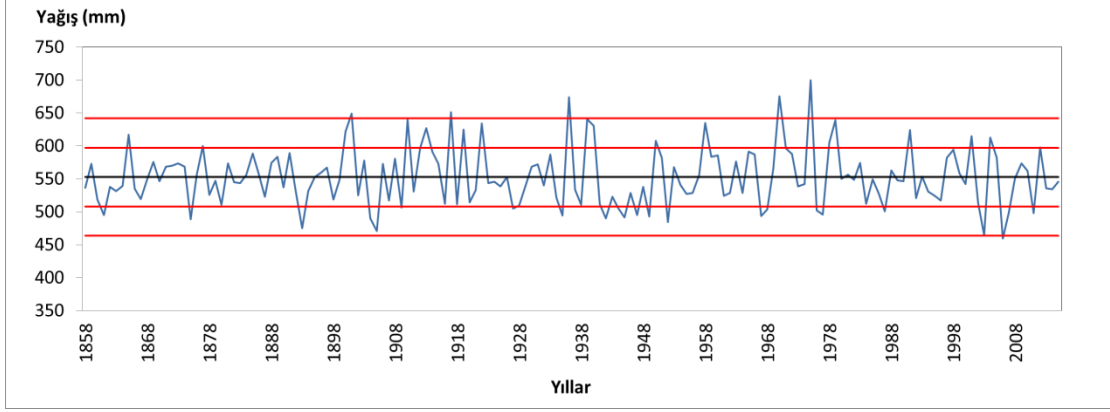
Ayarlama Dönemi	Doğrulama Dönemi	Sabit	Katsayı	R ²	RE	Ayarlama	Doğrulama
						İşaret Testi	İşaret Testi
1950 – 1982	1983–2015	289.19	0.2562	0.292	0.25	23 + / 10 - P ≤ 0.05	26 + / 7 - P ≤ 0.01
1983 – 2015	1950–1982	196.31	0.371	0.286	0.22	23 + / 10 - P ≤ 0.05	26 + / 7 - P ≤ 0.01
1950 - 2015	-	267.73	0.2873	0.264	-	49 + / 17 - P ≤ 0.01	-



Şekil 89. 1950-2015 dönemi için Sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Bolu meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağışı



Şekil 90. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen yıllık toplam yağışı.



Şekil 91. Bolu meteoroloji istasyonu yıllık toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 56. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini yıllık toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.

Ortalamadan 2 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1901, 1917, 1936, 1970, 1975
Ortalamadan 1 Standart Sapma Yüksek Yıllar	1865, 1877, 1900, 1910, 1913, 1919, 1922, 1939, 1940, 1950, 1958, 1978, 1979, 1991, 2001, 2004, 2012
Ortalamadan 2 Standart Sapma Düşük Yıllar	2006
Ortalamadan 1 Standart Sapma Düşük Yıllar	1861, 1875, 1893, 1904, 1905, 1909, 1927, 1935, 1942, 1944, 1945, 1947, 1949, 1952, 1967, 1968, 1976, 1977, 1987, 2003, 2007, 2011

3.2.2. Dendrojeomorfolojik Analizler

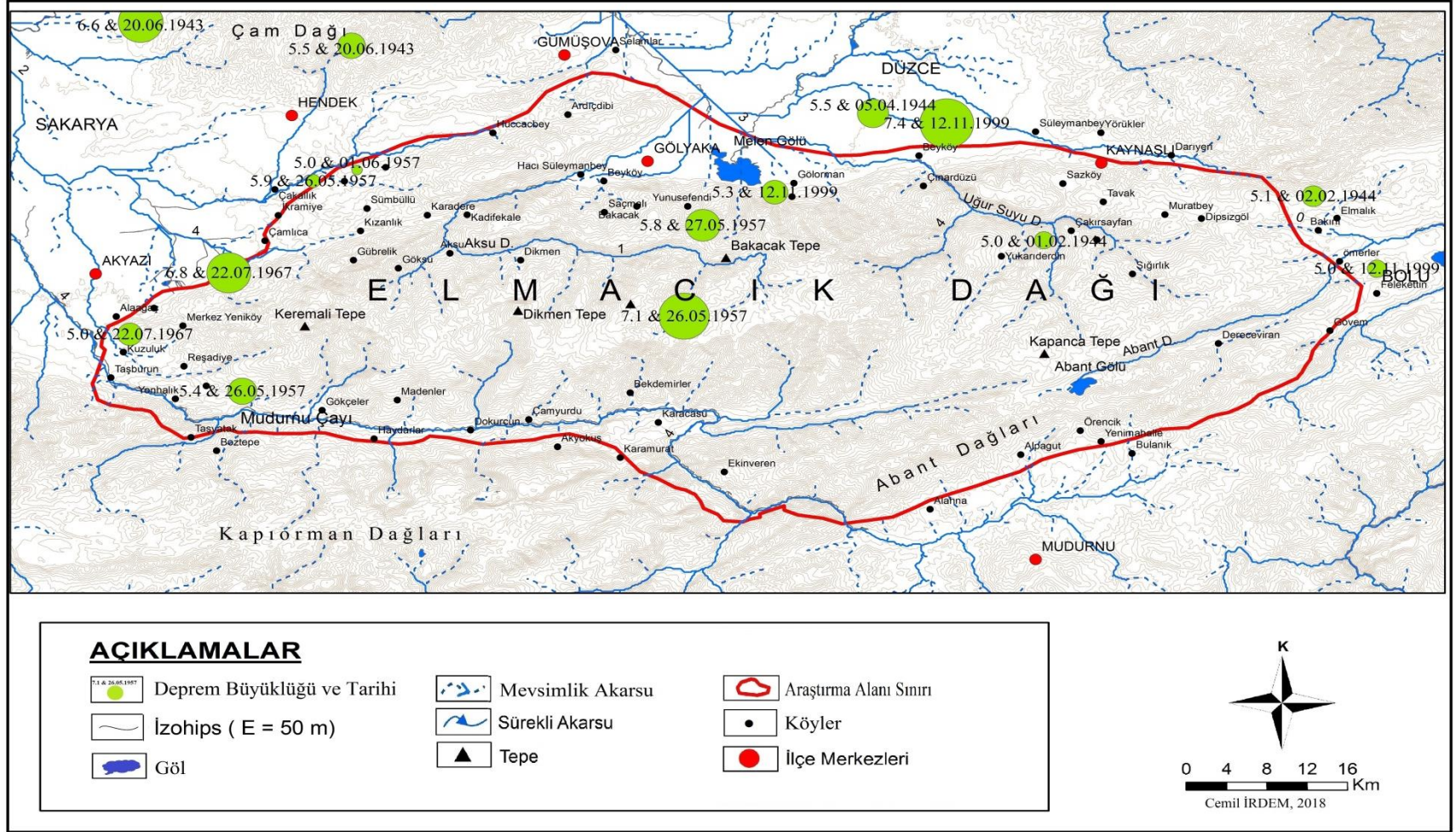
3.2.2.1. Araştırma Sahasında Meydana Gelen Büyük Depremlerle Yıllık Halka Gelişimi Arasındaki İlişkiler

Araştırma sahası ve yakın çevresinde aletsel dönemde (1900 yılı ve sonrası) gerçekleşen büyük depremler *Tablo 2*'ve *Harita 18*'de verilmiştir. Araştırma kapsamında söz konusu depremlerin araştırma sahasındaki ağaçların yıllık halka genişliği üzerinde bir etkisinin olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. Bu doğrultuda

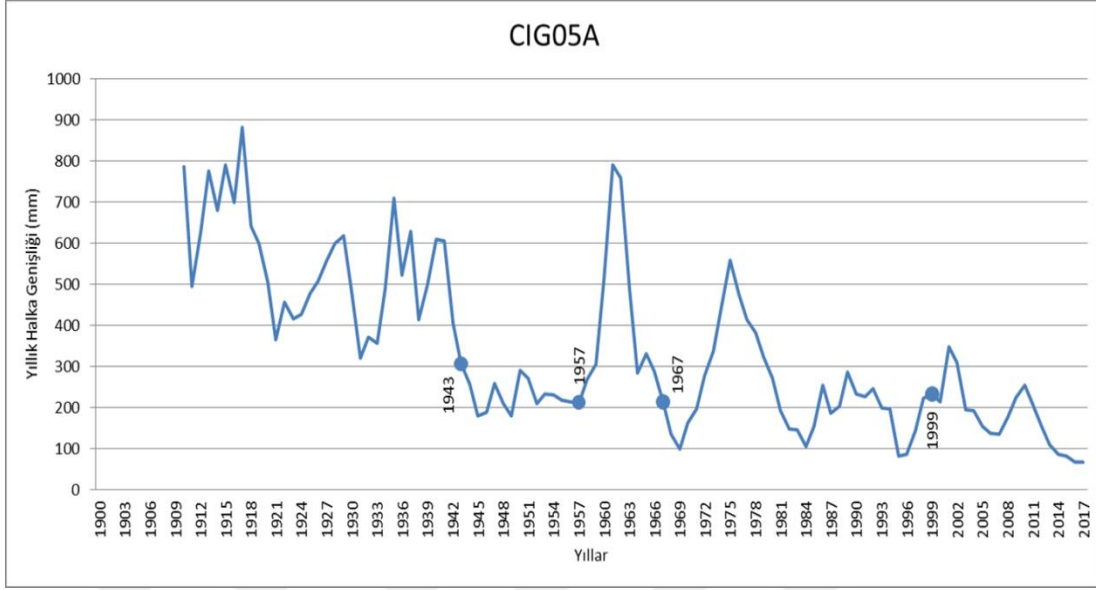
ilk olarak *Tablo 2*'de verilen depremler sonucunda oluşan yüzey kırıklarına olabildiğince yakın noktalardan örnekler alınmak istenmiştir. Ancak buraların genellikle yerleşim alanları olması nedeniyle dendrokronolojik ilişkilendirme yapılmasına olanak sağlayacak nitelikte (yaş, tür) örnek bulmada sıkıntı yaşanmış, nitekim fay hattına yakın noktalardaki 15 ağaçtan alınan sahil çamı örnekleri de, yaşlarının depremler hakkında fikir veremeyecek kadar genç çıkması nedeniyle dendrokronolojik ilişkilendirmelere dahil edilmemiştir.

İkinci aşamada bu defa yüzey kırıklarının daha uzağında yer alan, ancak arazinin eğim durumu nedeniyle deprem sonucu hareketlenmelere bağlı olarak yıllık halka gelişiminin etkilenebileceği değerlendirilen ağaçlar incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırma kapsamında oluşturulan yöre kronolojilerine ait örnekler tek tek incelenmiş, 1943, 1957, 1967 ve 1999 yıllarında meydana gelen depremlerin etkileri sorgulanmıştır. Söz konusu büyük depremler yaz mevsimi ve sonrasında meydana gelmiştir. Ağaçların bahar halkaları yaz halkalarına oranla çok daha geniş olduğu için, çalışmada depremlerin yıllık halka genişliği üzerindeki etkileri depremin meydana geldiği yıllarda da kontrol edilmiş olmakla birlikte, söz konusu etki daha ziyade deprem sonrası yıllarda da aranmıştır. Çünkü yıllık halkaların gelişimleri yaz mevsimine gelindiğinde en azından genişlik açısından büyük ölçüde tamamlanmış olmaktadır.

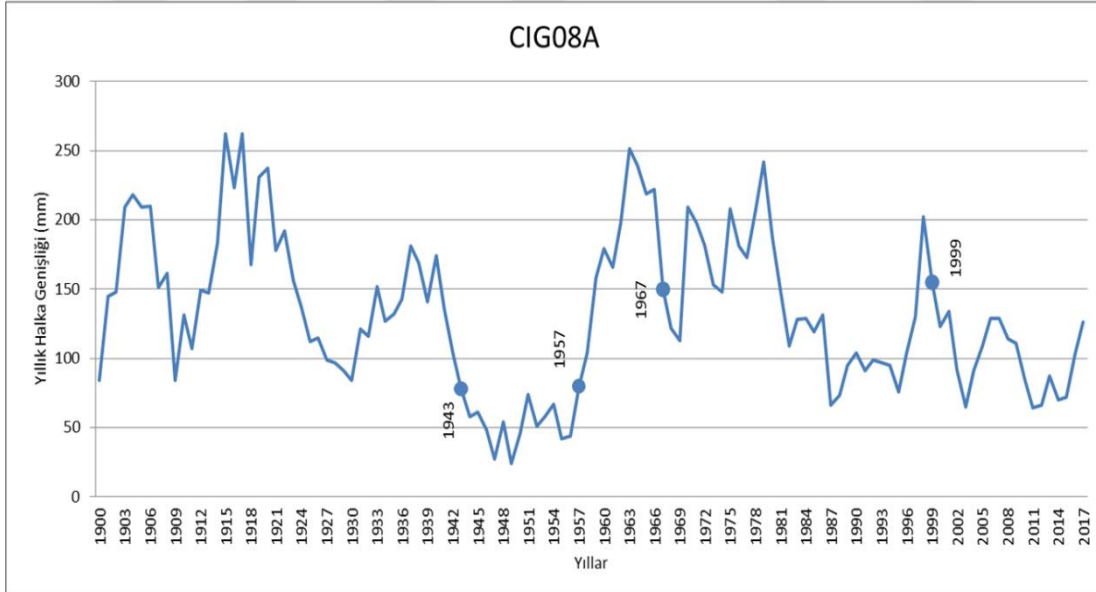
Araştırma sahasında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan 134 kalem örnekten 47 kalem örnekte hem 1943, hem 1967 hem de 1999 depremlerinin meydana geldiği yıllarda ve depremleri takip eden yıllarda yıllık halka genişliğinde daralmalar tespit edilmiştir. Bunlar arasında dikkat çekici olan 15 tanesinin grafiği verilmiştir. Söz konusu daralmalar gerek yöre kronolojileri ile gerekse tüm yörelerden oluşturulan ana kronolojinin Pearson korelasyon katsayılarının 0.95 güven düzeyinde anlamlı sonuçlar verdiği iklimik parametrelerle karşılaştırılmış, böylelikle daralmalar üzerinde depremler dışında bir etken olup olmadığı da incelenmiştir. İklimik parametrelerle ilgili karşılaştırmalar depremin meydana geldiği yıl ve sonraki yılın değerleri arasında yapılmıştır.



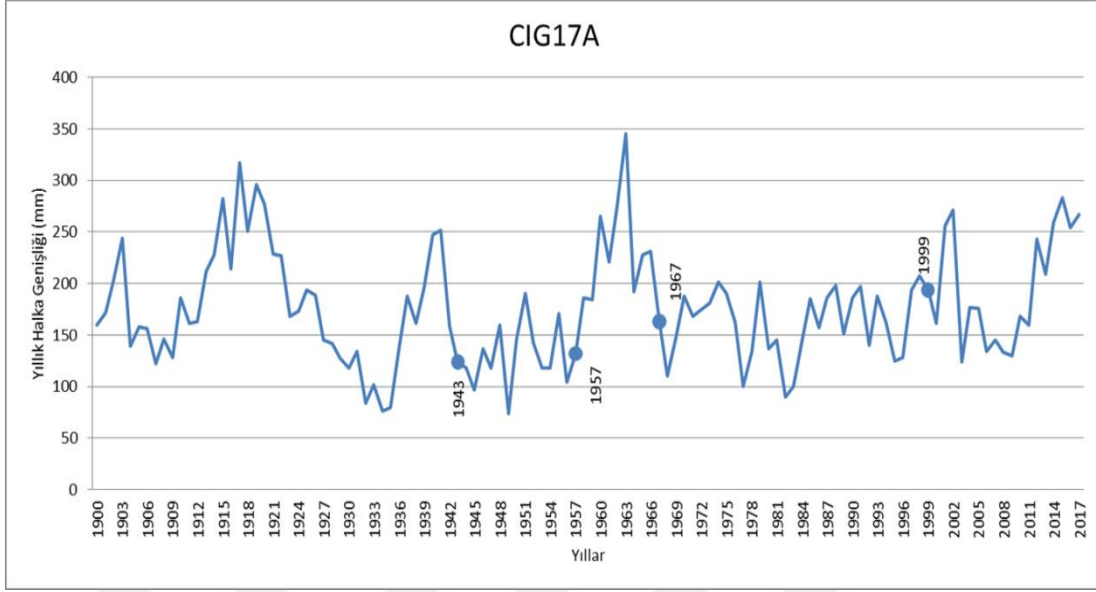
Harita 18. Elmaliç Dağı ve yakın çevresinde 5.0 ve daha büyük depremler (Kaynak: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi)



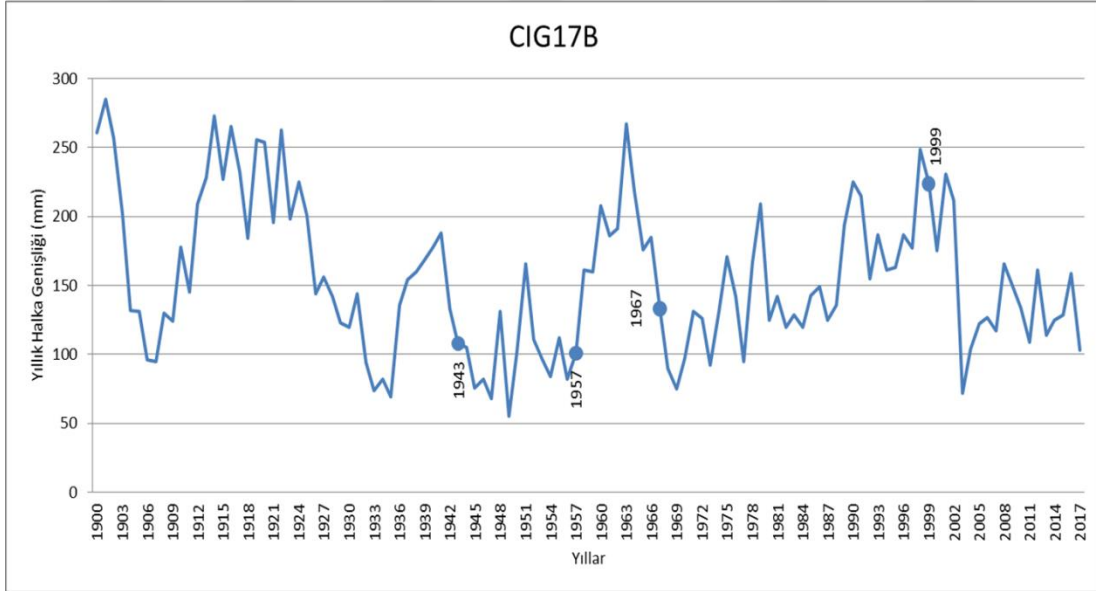
Şekil 92 Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG05A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



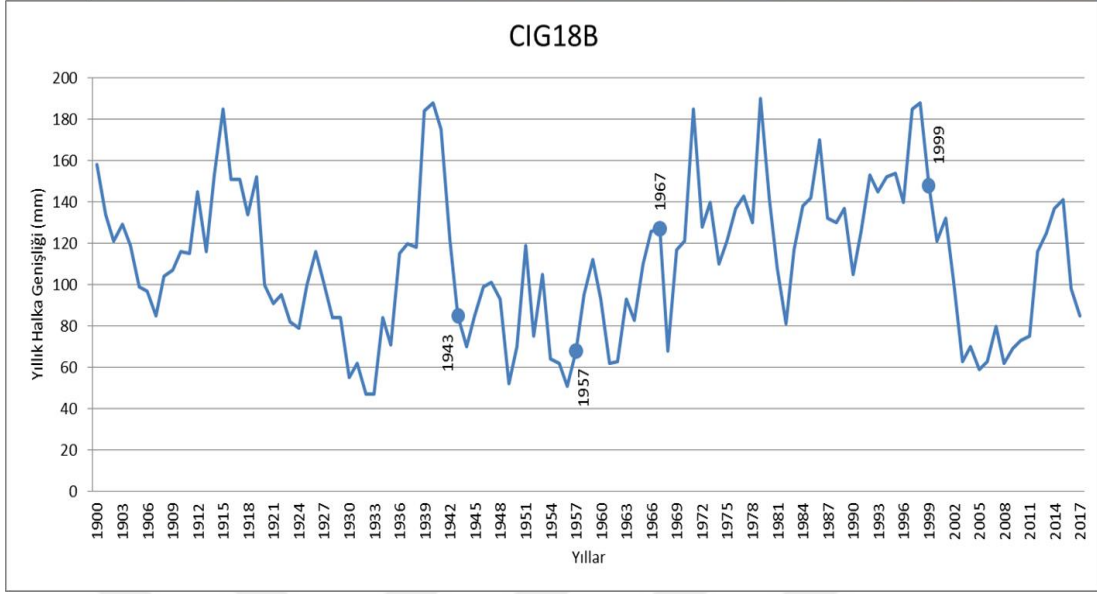
Şekil 93. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG08A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



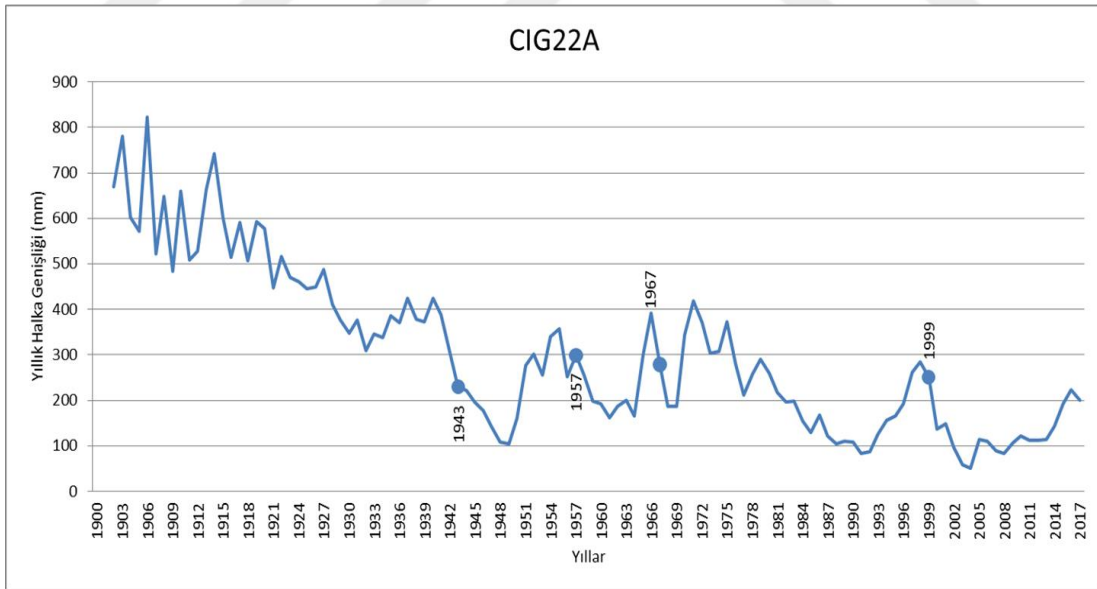
Şekil 94. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG17A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



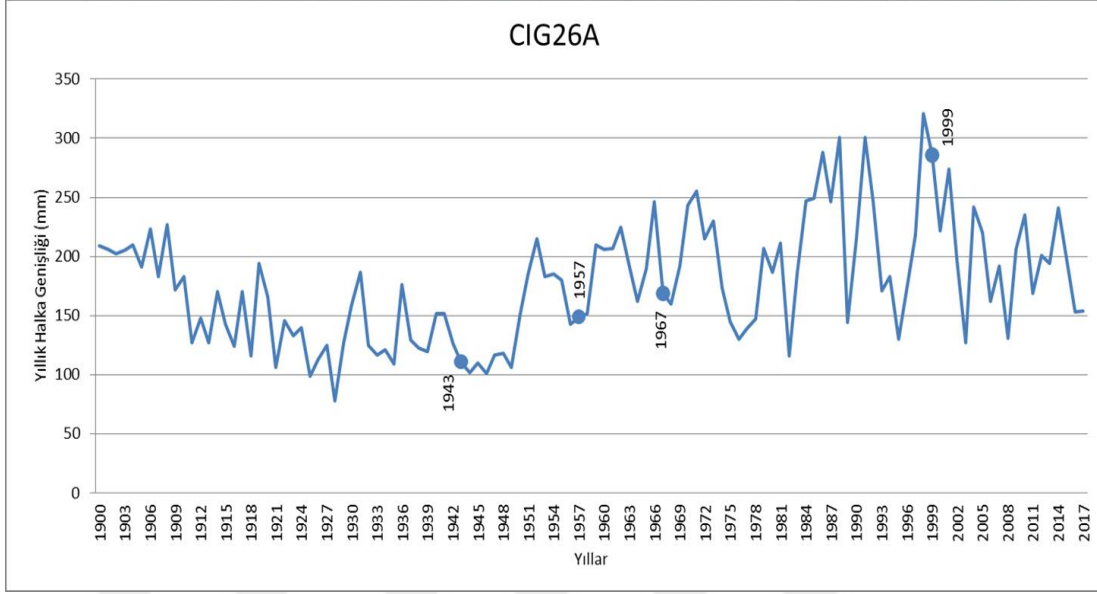
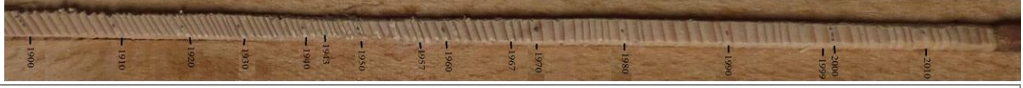
Şekil 95. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG17B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



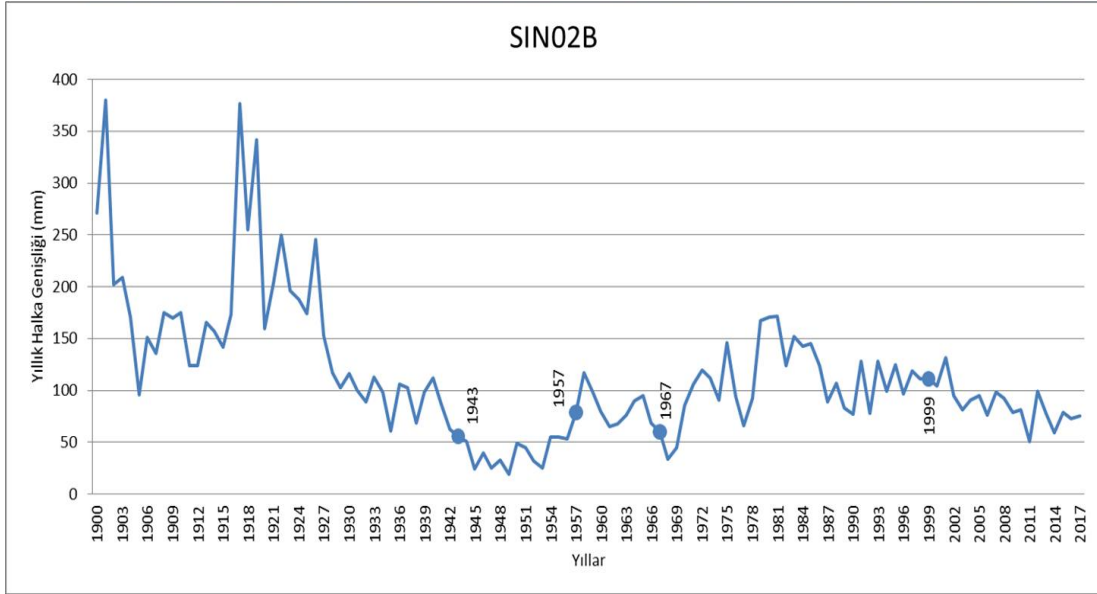
Şekil 96. Çığdem Yöre Kronolojisinden CIG18B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



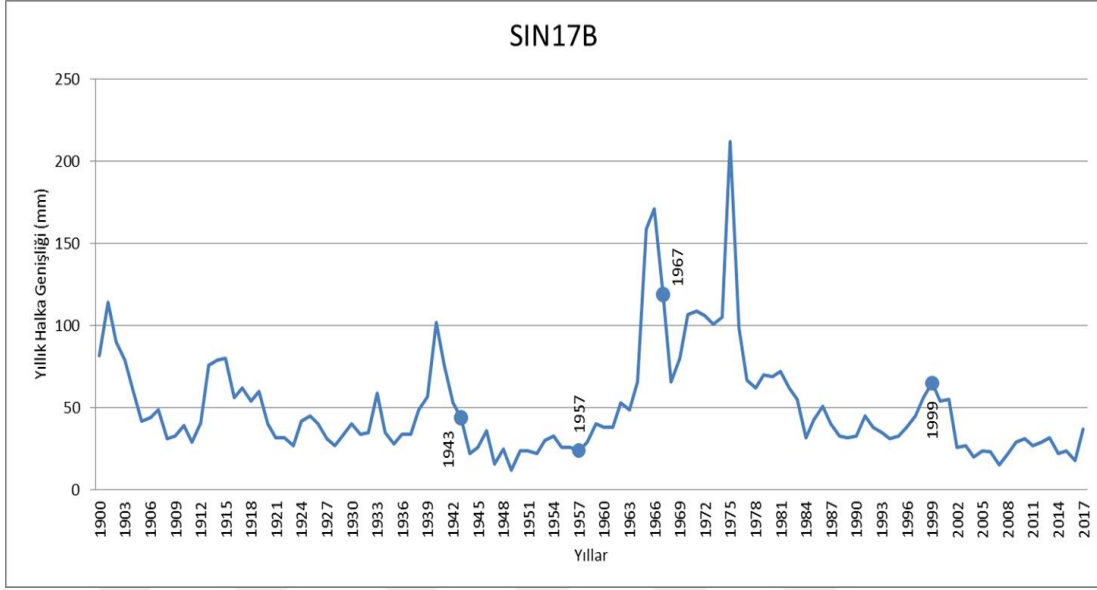
Şekil 97. Çığdem Yöre Kronolojisinden CIG22A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



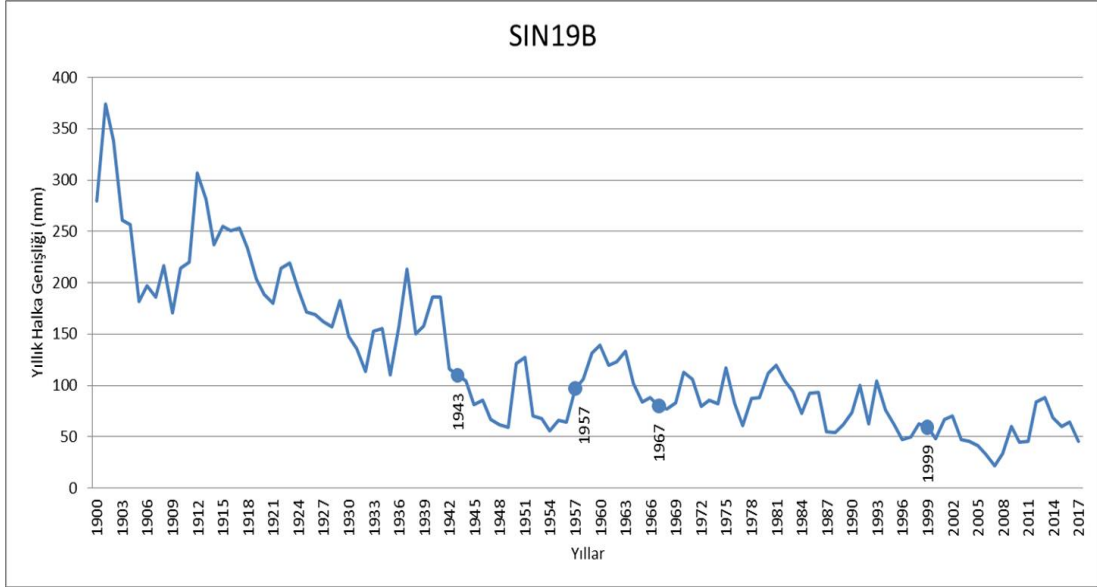
Şekil 98. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG26A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



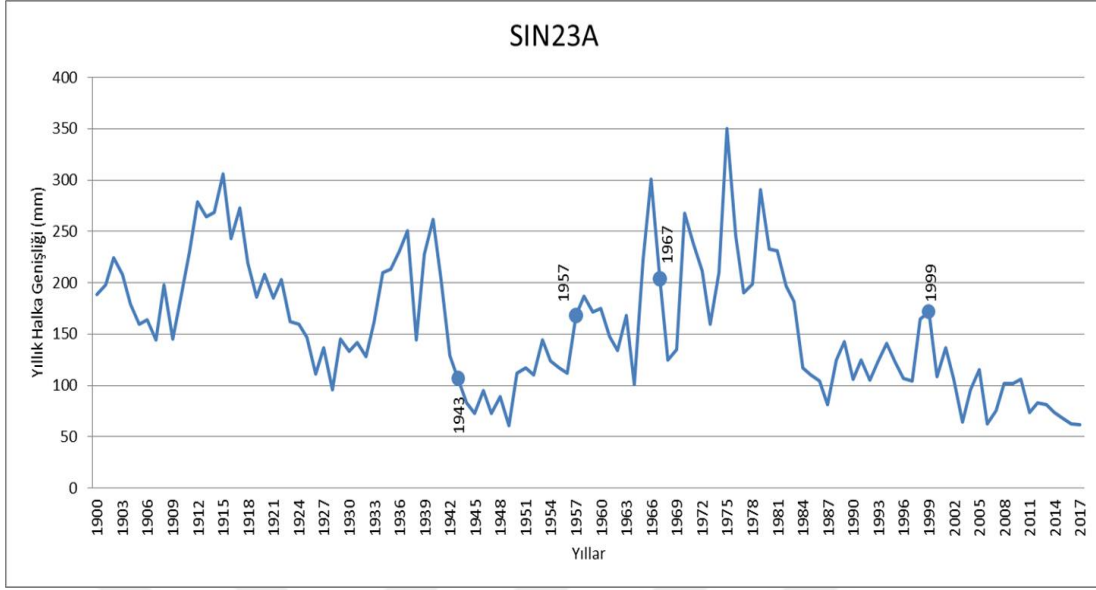
Şekil 99. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN02B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



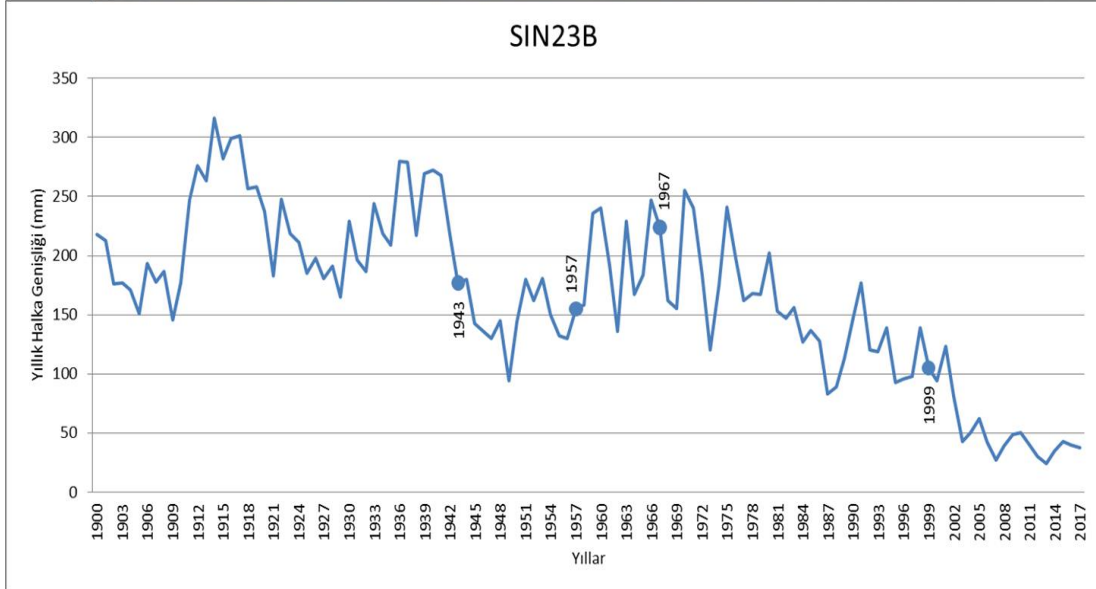
Şekil 100. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN17B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



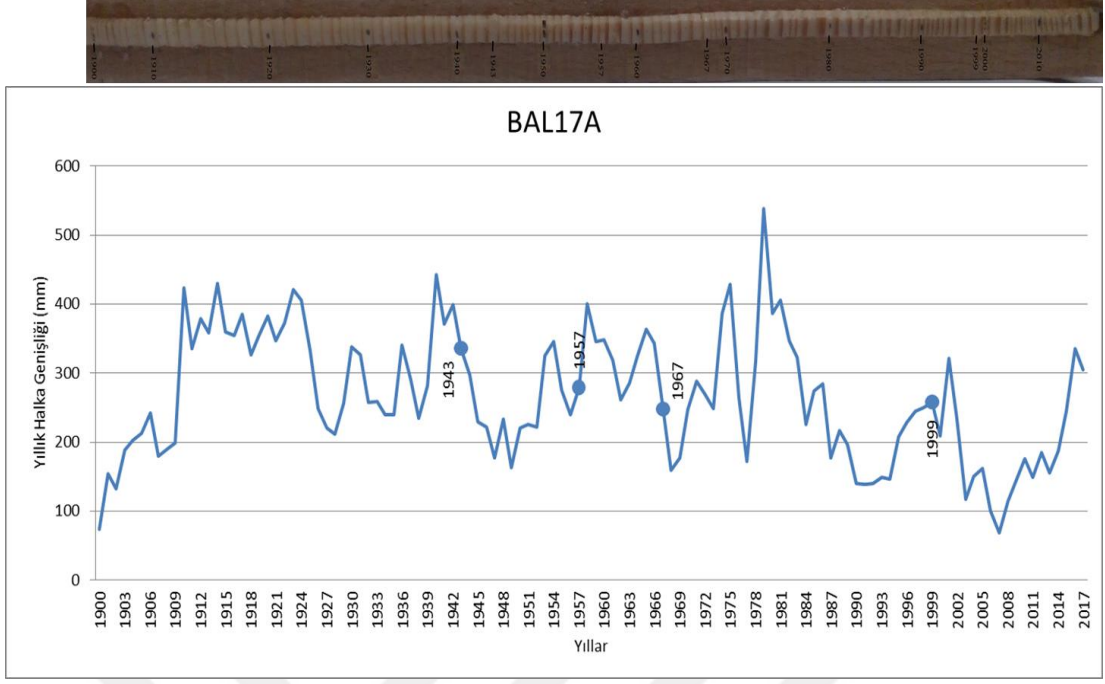
Şekil 101. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN19B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



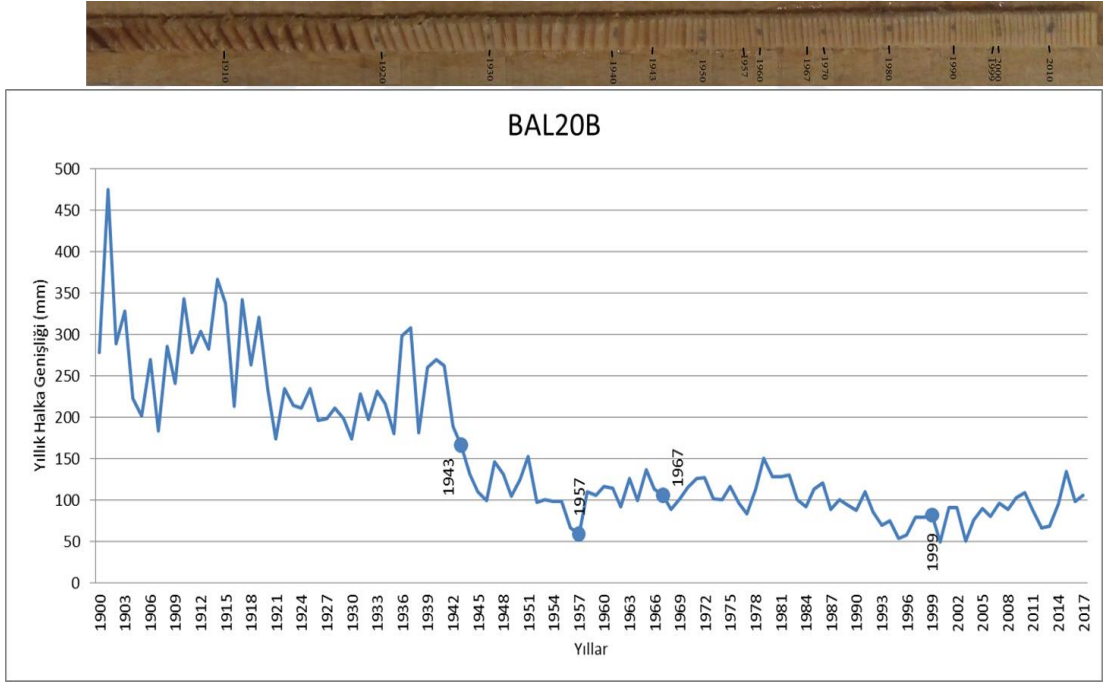
Şekil 102. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN23A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



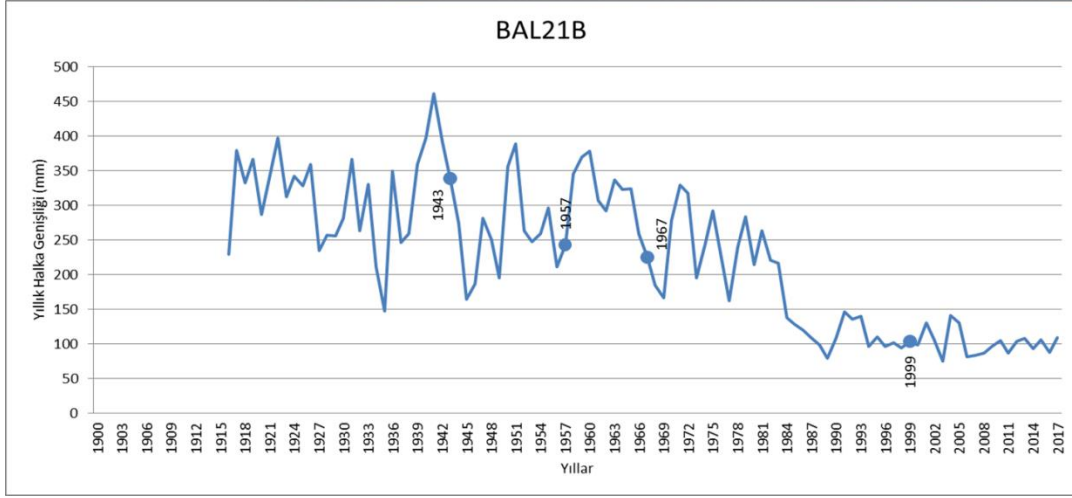
Şekil 103. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN23B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



Şekil 104. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL17A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



Şekil 105. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL20B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).



Şekil 106. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL21B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).

20 Haziran 1943 Hendek (Sakarya) Depremi ve Deprem Yılı (1943) ile Deprem Öncesi (1942) ve Sonrasında (1944) Yıllık Halka Genişliğindeki Değişmeler

20 Haziran 1943 tarihinde meydana gelen Adapazarı-Hendek depreminin maksimum şiddeti $I_0=IX$ (MSK), magnitüdü $M_s=6.4$ (Ambraseys, 1988) ve episantrı 40.85K, 30.51D (Gencoğlu, 1986) olarak saptanmıştır. Pamir ve diğ. (1943)'ne göre, bu deprem nedeniyle Hendek'te yapıların % 25'i tümüyle yıkılmıştır. Adapazarı'nda bu oran % 20'dir. Adapazarı'nda ilçenin orta kesiminde özellikle çarşı ve yakınındaki Gedikyolu, Semerciler, Kurtuluş, Sakarya, İbrahimbey, Hocazade mahallelerinde bütün yapılar yıkılmış ve dört katlı betonarme yapılar olduğu gibi çökmüştür. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın raporuna göre bu depremde yıkılan ya da onarılamayacak kadar zarar görmüş yapı sayısı 5975, onarılabilecek yapı sayısı 4361'dir. 304 vatandaşımız yaşamını yitirmiş, 234 kişide yaralanmıştır (Özmen, 2009).

Deprem meydana geldiği yıl (1943) yılı), depremden önceki yıla göre (1942) yıllık halka genişliğinde Çiğdem yöre kronolojisinde % 6.8 oranında daralma olurken, Balıklı yöre kronolojisinde % 10.7 oranında ve Sinekli yöre kronolojisinde ise % 14.7 oranında genişlemeye rastlanmıştır (Tablo 57).

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnek alınmıştır. Bu 134 kalem örnekten 94'ünde, yani örneklerin % 70.1'inde deprem meydana geldiği yıl (1943) yılı), depremden önceki yıla göre (1942) yıllık halka genişliğinde daralma gözlenmiştir.

Deprem sonrasındaki yılda (1944) yılı), depremin olduğu yıla göre (1943) araştırma sahasından oluşturulan Çiğdem yöre kronolojisinde % 16.2 oranında

genişleme meydana gelmişken, Balıklı yöre kronolojisinde % 8.9 oranında ve Sinekli yöre kronolojisinde ise % 6.9 oranında daralma olmuştur (*Tablo 57*).

Oluşturulan yöre kronolojileri için toplam 134 kalem örnekten 92'sinde, yani örneklerin % 68.7'sinde deprem sonrasındaki yılda (1944) yılı), depremin olduğu yıla göre (1943) yıllık halka genişliğinde daralma söz konusudur.

1943 ve 1944 yıllarında araştırma kapsamında verisi kullanılan istasyonların henüz açılmamış olması ve verisinin olmaması nedeniyle klimatik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi incelenememiştir.

26 Mayıs 1957 Abant (Bolu) Depremi ve Deprem Yılı (1957) ile Deprem Öncesi (1956) ve Sonrasında (1958) Yıllık Halka Genişliğindeki Değişmeler

Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Mudurnu vadisindeki kesimi üzerinde gözlenen bu depremin maksimum şiddeti $I_0=IX$, magnitüdü $M_s=7.1$, odak derinliği 10 km. ve episantrı 40.67K, 31.00D olarak belirlenmiştir (Gencoğlu, 1986). Deprem Bolu'dan başlayıp Abant silsilesi ve Dokurcun vadisini izleyerek batıda Akyazı'ya kadar uzanan 40 km. den fazla bir alandaki köylerde hasar ve can kaybına neden olmuştur. Gencoğlu (1986)'na göre deprem 5200 yapının ağır hasar görmesine, 52 kişinin ölümüne ve 100 kişinin ise yaralanmasına neden olmuştur. Bu deprem Bolu merkez ilçesini VIII şiddetinde etkilemiştir (Özmen, 2009).

Araştırma alanında aletsel dönemde meydana gelen depremlerden 26.05.1957 tarihinde meydana gelen 7.1 büyüklüğündeki Abant (Bolu) depreminin merkez üssü Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi verilerine göre Elmacık Dağı'nın en yüksek noktası olan Erenler Tepe'nin güneydoğusu olarak verilmektedir (*Harita 11*).

Deprem meydana geldiği yıl (1957) yılı), depremden önceki yıla göre (1956) araştırma sahasından oluşturulan 3 yöre kronolojisinde de yıllık halka genişliğinde artış belirlenmiştir. Artışlar Çiğdem yöre kronolojisinde % 24.4, Balıklı yöre kronolojisinde % 32.1, Sinekli yöre kronolojisinde % 10.2 oranındadır (*Tablo 57*).

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 134 kalem örnekten 62'sinde, yani örneklerin % 46.3'ünde deprem meydana geldiği yıl (1957) yılı), depremden önceki yıla göre (1956) yıllık halka genişliğinde daralma tespit edilmiştir.

Deprem sonrasındaki yılda (1958 yılı), depremin olduğu yıla göre (1957) araştırma sahasından oluşturulan 3 yöre kronolojisinde de yıllık halka genişliğinde artış belirlenmiştir. Artışlar Çiğdem yöre kronolojisinde % 3.5, Balıklı yöre kronolojisinde % 22.3, Sinekli yöre kronolojisinde % 27.4 oranındadır (*Tablo 57*).

Yöre kronolojilerini oluşturan 134 kalem örnekten sadece 21'inde deprem sonrasındaki yılda (1958) yılı), depremin olduğu yıla göre (1957) yıllık halka

genişliğinde daralma olmuştur. Bir başka ifadeyle yöre kronolojileri için alınan örneklerin sadece % 15.7'sinde yıllık halka genişliği azalmıştır.

1957 ve 1958 yıllarında iklimik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi, Düzce meteoroloji istasyonunun verisi olmaması nedeniyle Bolu ve Sakarya meteoroloji istasyonları için incelenmiştir. Bu kapsamda depremin yaşandığı 1957 yılı ile deprem sonrasında (1958 yılı) meydana gelen değişiklikler ele alınmıştır.

Her iki istasyonda da önceki yılın kasım ayı yağışları yıllık halka genişliğini arttıracak şekilde değişmişken, halka oluşum yılının mayıs ayı yağışları ise yıllık halka gelişiminde daralmalara neden olacak yönde bir değişim göstermiştir (*Tablo 58*)

Ortalama sıcaklıklarla yıllık halka gelişimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, Bolu'da mart ayındaki değişim halka genişliğinde artışa neden olacak yönde, nisan ayındaki ise daraltacak yöndedir. Sakarya'da mart ve nisan aylarındaki değişim halka genişliğinde artışa neden olacak şekildedir (*Tablo 58*).

Her iki istasyonda da nisan ayı ortalama maksimum sıcaklıklarında yıllık halka gelişiminde daralmalara neden olacak yönde bir değişim söz konusudur (*Tablo 58*).

Bolu'da önceki yılın aralık ayı ortalama minimum sıcaklıkları yıllık halka genişliğini arttıracak, Sakarya'da azaltacak biçimde değişmiştir (*Tablo 58*).

22 Temmuz 1967 Mudurnu (Adapazarı) Depremi ve Deprem Yılı (1967) ile Deprem Öncesi ve Sonrasında (1968) Yıllık Halka Genişliğindeki Değişmeler

KAFZ üzerinde gözlenen ve büyük hasar yapan depremin magnitüdü $M_s=7.2$, odak derinliği 33 km., maksimum şiddeti $I_0=IX$ ve episantrı 40.67K, 30.69D olarak belirlenmiştir (Bağcı vd., 2000). Deprem 1957 Abant depreminin devamı olan Mudurnu vadisi üzerindeki KAFZ'nun 50 km'lik kısmı üzerinde gözlenmiştir. Oldukça büyük yapısal hasara yol açan bu deprem sonucunda 5569 yapı ağır hasarlı, 5110 yapı orta hasarlı, 3210 yapıda az hasarlı olarak saptanmıştır. Ayrıca bu deprem sonucunda 89 kişi hayatını kaybetmiş, 235 kişide yaralanmıştır. Bu deprem Bolu merkez ilçesini VII şiddetinde etkilemiştir (Özmen, 2009).

Deprem meydana geldiği yıl (1967) yılı), depremden önceki yıla göre (1966) araştırma sahasından oluşturulan 3 yöre kronolojisinde de yıllık halka genişliğinde daralma belirlenmiştir. Daralmalar Çiğdem yöre kronolojisinde % 30.1, Balıklı yöre kronolojisinde % 10.3, Sinekli yöre kronolojisinde % 29.2 oranındadır (*Tablo 57*).

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnekten 102'sinde deprem meydana geldiği yıl (1967) yılı), depremden önceki yıla göre (1966) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur. Bir başka ifadeyle yöre kronolojileri için alınan örneklerin % 76.1'inde yıllık halka genişliği azalmıştır.

Deprem sonrasındaki yılda (1968) yılı), depremin olduğu yıla göre (1967) araştırma sahasından oluşturulan Çiğdem yöre kronolojisinde % 6.9 oranında ve Sinekli yöre kronolojisinde % 4.4 oranında genişleme olurken, Balıklı yöre kronolojisinde ise % 8.9 oranında daralma olmuştur (*Tablo 57*).

134 kalem örnekten 103'ünde, yani örneklerin % 76.9'unda deprem sonrasındaki yılda (1968) yılı), depremin olduğu yıla göre (1967) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

1967 ve 1968 yıllarında klimatik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi Bolu, Düzce ve Sakarya meteoroloji istasyonları için incelenmiştir. Bu kapsamda depremin yaşandığı 1967 yılı ile deprem sonrasında (1968 yılı) meydana gelen değişiklikler analiz edilmiştir.

Her üç istasyonda da önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının mayıs ayı yağışları ise yıllık halka gelişiminde daralmalara neden olacak şekilde bir değişim göstermiştir (*Tablo 58*).

Ortalama sıcaklıklarla yıllık halka gelişimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, üç istasyonda da halka oluşum yılının mart ve nisan aylarındaki değişim halka genişliğinde artışa neden olacak yöndedir (*Tablo 58*).

Aylık ortalama maksimum sıcaklıklardaki değişim nisan ayında Düzce ve Sakarya'da yıllık halka genişliğini arttıracak, Bolu'da daraltacak yapıdadır (*Tablo 56*).

Aylık ortalama minimum sıcaklıklarda önceki yılın aralık ayında Bolu'daki değişim yıllık halka genişliğini arttıracak, Düzce ve Sakarya'daki ise daraltacak şekildedir (*Tablo 58*).

17 Ağustos Gölcük ve 12 Kasım Düzce Depremleri ve Deprem Yılı (1999) ile Deprem Öncesi (1998) ve Sonrasında (2000) Yıllık Halka Genişliğindeki Değişmeler

17 Ağustos 1999 tarihinde Marmara bölgesinde, İzmit ilçesinin 12 km güneydoğusunda Kuzey Anadolu Fay zonu üzerinde moment büyüklüğü M_w : 7.4 ve maksimum şiddeti X (MSK) olan yıkıcı bir deprem meydana gelmiştir. Deprem Araştırma Dairesi tarafından bu depremin dışmerkezi 40.70N, 29.91E derinliği 15.9 km olarak belirlenmiştir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Başbakanlık Kriz Merkezinden alınan bilgilere göre bu deprem 66.441 konutun ve 10.901 işyerinin ağır hasara, 67.242 konutun ve 9.927 işyerinin orta hasara, 80.160 konutun ve 9.712 işyerinin hafif hasara uğramasına ve 17.479 kişinin ölmesi, 43.953 kişinin yaralanmasına neden olmuştur (Özmen, 2000).

12 Kasım 1999'da, İzmit Körfezi depreminden yaklaşık üç ay sonra meydana gelen Düzce depreminin magnitüdü M_w =7.2, odak derinliği 11 km., episantrı 40.79K ve 31.21D olarak saptanmıştır. Düzce baseninin güneyindeki Düzce Fayı üzerinde gözlenen bu depremin maksimum şiddeti X olarak belirlenmiştir. Deprem sonucunda 26.704 ağır

hasarlı, 37.825 orta hasarlı, 40.944 hafif hasarlı konut saptanmıştır. 763 kişi hayatını kaybetmiş, 4948 kişide yaralanmıştır (Özmen, 2000; Özmen, 2009).

Depremlerin meydana geldiği yıl (1999) yılı), depremlerden önceki yıla göre (1998) araştırma sahasından oluşturulan 3 yöre kronolojisinde de yıllık halka genişliğinde daralma belirlenmiştir. Daralmalar Çiğdem yöre kronolojisinde % 23.1, Balıklı'da % 12.2, Sinekli'de % 11 oranındadır (*Tablo 57*).

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnekten 73'ünde, yani örneklerin % 54.5'inde depremlerin meydana geldiği yıl (1999) yılı), depremlerden önceki yıla göre (1998) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

Depremler sonrasındaki yılda (2000 yılı), depremlerin olduğu yıla göre (1999) araştırma sahasından oluşturulan 3 yöre kronolojisinde de yıllık halka genişliğinde daralma belirlenmiştir. Daralmalar Çiğdem yöre kronolojisinde % 14.1, Balıklı yöre kronolojisinde % 2.4, Sinekli yöre kronolojisinde % 5.6 oranında olmuştur (*Tablo 57*).

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnekten 85'inde, örneklerin % 63.4'ünde depremlerden sonraki yılda (2000) yılı), depremlerin olduğu yıla göre (1999) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

1999 ve 2000 yıllarında iklimik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi Bolu, Düzce ve Sakarya meteoroloji istasyonları için incelenmiştir. Bu kapsamda depremlerin yaşandığı 1999 yılı ile depremler sonrasında (2000 yılı) meydana gelen değişiklikler analiz edilmiştir.

Önceki yılın kasım ayı yağışları Bolu'da yıllık halka genişliğini arttıracak karakterde iken, Düzce ve Sakarya'da yıllık halka gelişiminde daralmalara neden olacak şekilde bir değişim göstermiştir. Halka oluşum yılının mayıs ayı yağışları ise her üç istasyonda da yıllık halka gelişimini arttıracak özelliindedir (*Tablo 58*).

Ortalama sıcaklıklarla yıllık halka gelişimleri arasındaki ilişki incelendiğinde, üç istasyonda da halka oluşum yılının nisan ayındaki değişim halka genişliğini arttıracak yöndedir. Mart ayındaki değişim ise Düzce'de yıllık halka genişliğini arttıracak, Bolu ve Sakarya'da daraltacak biçimdedir (*Tablo 58*).

Aylık ortalama maksimum sıcaklıklarda üç istasyonda da nisan ayındaki değişim halka genişliğini arttıracak yapıdadır (*Tablo 58*).

Aylık ortalama minimum sıcaklıklarda önceki yılın aralık ayında üç istasyonda da değişim yıllık halka genişliğini arttıracak şekildedir (*Tablo 58*).

Tablo 57. Yöre kronolojilerinde büyük depremlerin meydana geldiği yıllarda yıllık halka gelişiminde bir önceki yıla göre yaşanan değişimler.

Yöre Kronolojisi	1943 Yılı Halka Gelişliği	1944 Yılı Halka Gelişliği	Önceki Yıla Göre Değişim (%)	1957 Yılı Halka Gelişliği	1958 Yılı Halka Gelişliği	Önceki Yıla Göre Değişim (%)	1967 Yılı Halka Gelişliği	1968 Yılı Halka Gelişliği	Önceki Yıla Göre Değişim (%)	1999 Yılı Halka Gelişliği	2000 Yılı Halka Gelişliği	Önceki Yıla Göre Değişim (%)
Çiğdem	0.84	0.976	16.2	1.04	1.076	3.5	0.838	0.896	6.9	0.964	0.828	-14.1
Balıkh	0.912	0.832	-8.8	1.073	1.312	22.3	0.915	0.834	-8.9	0.975	0.952	-2.4
Sinekli	0.887	0.826	-6.9	1.002	1.277	27.4	0.787	0.822	4.4	1.011	0.954	-5.6

Tablo 58. Araştırma alanında büyük deprem yıllarında yıllık halka gelişimini etkilemesi beklenen iklim unsurlarında yaşanan değişimler (klimatik unsurun yıllık halka gelişiminde artışa neden olması beklenen yıllar yeşil renkle, azalmaya neden olması beklenen yıllar kırmızı renkle işaretlenmiştir).

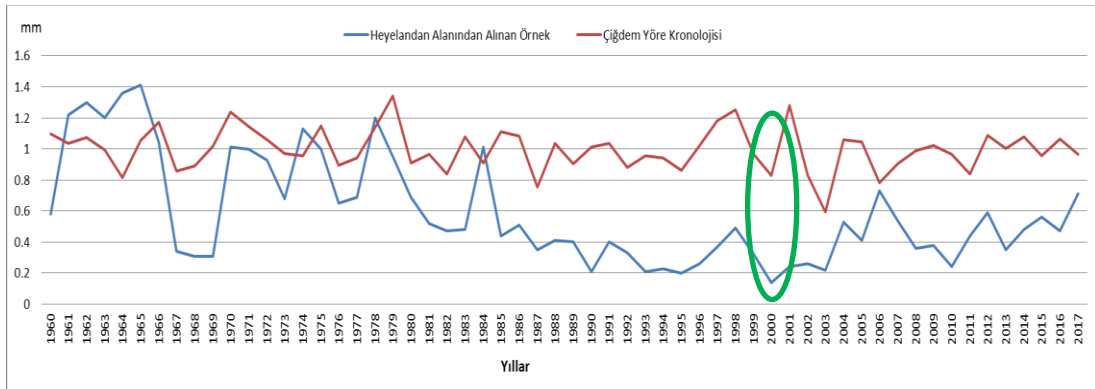
Meteoroloji İstasyonları	Büyük Deprem Yılları ve Değişim (% olarak)	(Ayların Altındaki Parantez İçinde 0.95 Güven Düzeyinde İstatistiksel Açından Anlamlı Pearson Korelasyon Katsayısının Yönü Belirtilmiştir)					
		Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)
		Önceki Yıl Kasım (negatif korelasyon)	Mayıs (pozitif korelasyon)	Mart (pozitif korelasyon)	Nisan (pozitif korelasyon)	Nisan (pozitif korelasyon)	Önceki Yıl Aralık (pozitif korelasyon)
Bolu	1957 Yılı	78.4	76.1	4.1	9.8	20.8	-14.1
	1958 Yılı	24.7	28.5	5.6	8.9	13.9	-5.6
	Değişim	-68.5	-62.5	36.6	-9.2	-33.2	60.2
Sakarya	1957 Yılı	45.3	69.1	7.1	11.6	24.8	-0.1
	1958 Yılı	39.8	51	9	12.3	18.5	-1.1
	Değişim	-12.1	-26.2	26.8	6.0	-25.4	-1000.0
Bolu	1967 Yılı	13.6	84.8	3.2	9.4	17.2	-10.4
	1968 Yılı	96.2	68.6	3.4	11.3	16.9	-8.6
	Değişim	607.4	-19.1	6.2	20.2	-1.7	17.3
Düzce	1967 Yılı	24.6	97.9	6.3	12.7	19.7	-4.6
	1968 Yılı	164.4	38.3	7.1	13.8	20.6	-7.1
	Değişim	568.3	-60.9	12.7	8.7	4.6	-54.3
Sakarya	1967 Yılı	12	61.1	7.2	12.6	18.4	1.2
	1968 Yılı	143.9	23.2	7.7	13.5	21.2	-3.8
	Değişim	1099.2	-62.0	6.9	7.1	15.2	-416.7
Bolu	1999 Yılı	56	26	6	11	19	-2.8
	2000 Yılı	5.1	37	3.6	11.6	19.7	0.9
	Değişim	-90.9	42.3	-40.0	5.5	3.7	132.1
Düzce	1999 Yılı	57.6	16.1	8.7	13.8	21.5	-0.8
	2000 Yılı	74	86.3	6.7	14.6	22.8	3.6
	Değişim	28.5	436.0	-23.0	5.8	6.0	550
Sakarya	1999 Yılı	72.3	27.9	9.5	15	22.1	1.6
	2000 Yılı	75.4	32.9	7.9	15.1	25.3	6.3
	Değişim	4.3	17.9	-16.8	0.7	14.5	293

3.2.2.2. Araştırma sahasında Meydana Gelen Heyelan Olaylarıyla Yıllık Halka Gelişimi Arasındaki İlişkiler

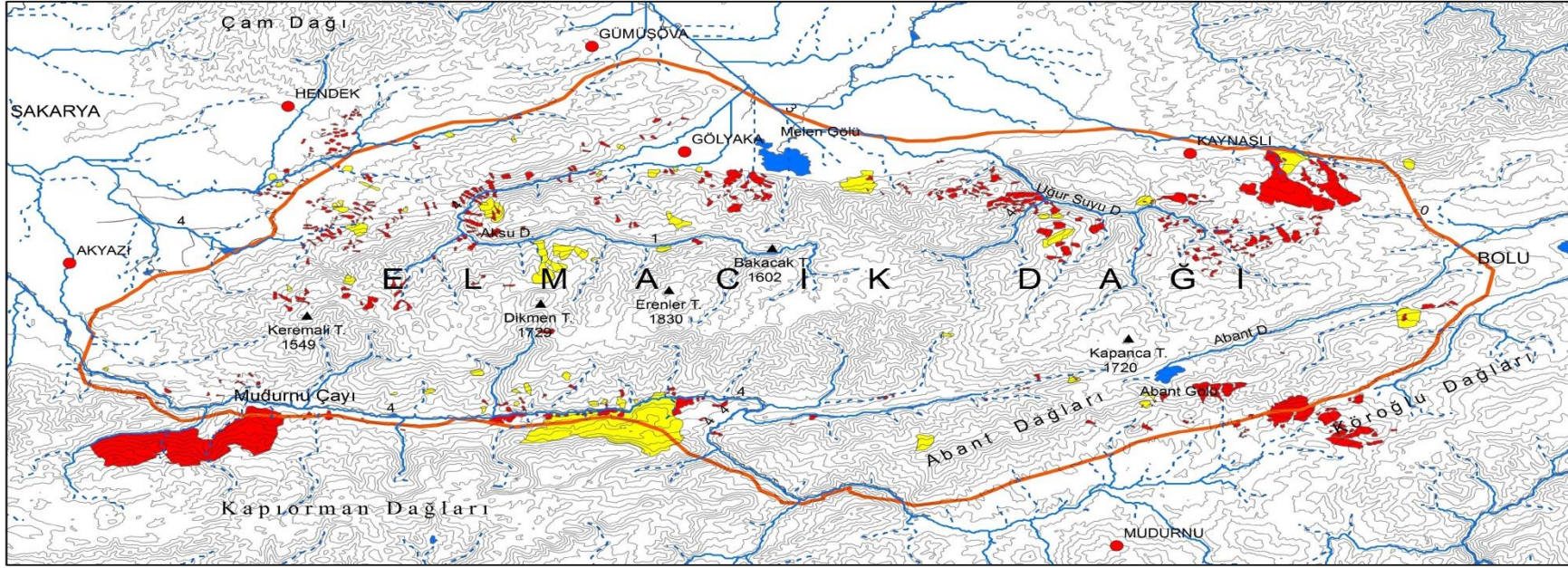
Heyelanla ilgili dendrokronolojik çalışmalar incelendiğinde genellikle ya tarihi bilinen bir heyelan alanından alınan örnekler yardımıyla heyelan öncesi ve sonrasında halka genişliklerindeki değişikliklerin incelendiği, ya da tarihi bilinmeyen bir heyelan alanından alınan örneklerdeki halka gelişiminde meydana gelen değişikliklerden yola çıkarak heyelanın yaşının belirlenmeye çalışıldığı görülmektedir.

Araştırma alanında çok sayıda aktif veya eski heyelan sahası bulunmaktadır (*Harita 19*). Ancak bunların büyük çoğunluğu dendrokronolojik ilişkilendirmeler için gerek yeterli yaşta gerekse dendrokronolojik öneme sahip ağaçların bulunmaması sebebiyle örneklendirilmemiştir.

Araştırma sahasında yaşı bilinen heyelan alanı olarak 17 Ağustos 1999 Gölcük (Kocaeli) depremi sonucunda Hendek-Kadifekale Mahallesi'nde meydana gelen heyelan alanı örneklendirilmek istenmiştir. Ancak bu alanın çok sarp ve örnek alabilmek açısından çok tehlikeli olması sebebiyle az sayıda örnek üzerinde 1999 depremi sonrasında halka gelişimindeki değişim ortaya konmak istenmiştir. Alınan örnekten oluşturulan kronolojiye bakıldığında 1999 yılı sonrasında (özellikle de 2000 yılında) yıllık halka genişliklerinde belirgin bir daralma göze çarpmaktadır. Söz konusu yıllarda heyelandan etkilenmeyen alanlardan alınan örneklerde de (Çiğdem Yöre Kronolojisi) halka genişliklerinde daralmaların tespit edilmiş olması, bu alanla ilgili heyelan-halka gelişimi ilişkilendirmesi yapabilmeyi güçleştirmektedir (*Şekil 107*).



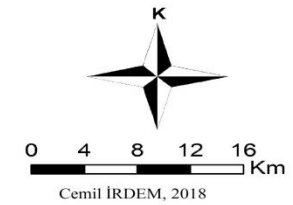
Şekil 107. Kadifekale heyelan alanından alınan örnek ve Çiğdem yöre kronolojisinde halka genişliğinde meydana gelen değişiklikler (1999 yılı sonrası heyelandan etkilenen alanda ve etkilenmeyen alan olarak çiğdem yöre kronolojisinde halka genişliğinde daralmalar dikkati çekmektedir).



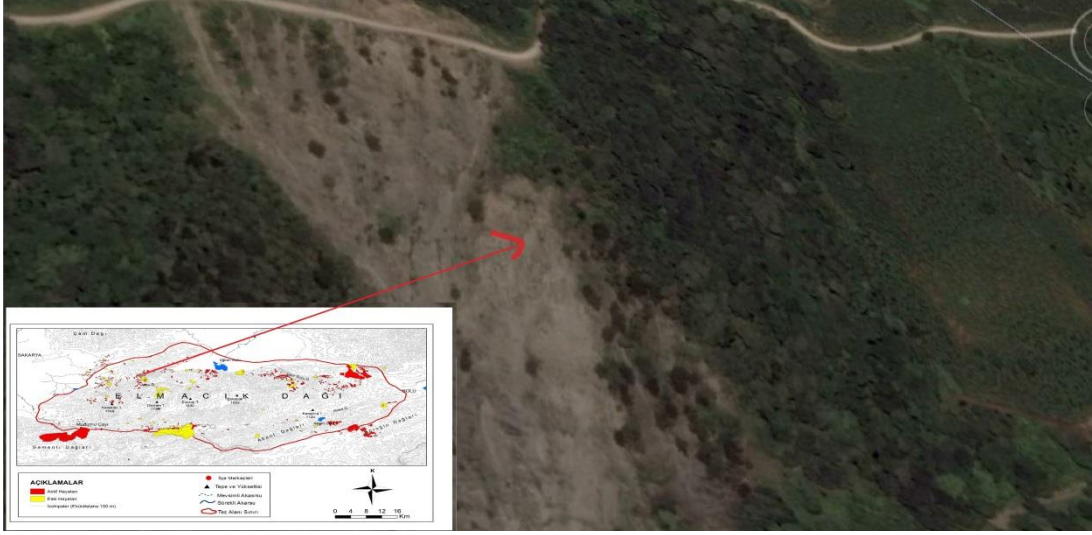
AÇIKLAMALAR

- Aktif Heyelan
- Paleo Heyelan
- İzohipsler (Eküidistans:100 m)
- Göl

- Mevsimlik Akarsu
- Sürekli Akarsu
- İlçe Merkezleri
- Tepe
- Araştırma Alanı Sınırı



Harita 19. Elmâcık Dağı ve yakın çevresinin heyelan haritası (Kaynak: MTA Genel Müdürlüğü)



Şekil 108. Kadifekale heyelan alanı uydu görüntüsü (Kaynak: Google Earth).

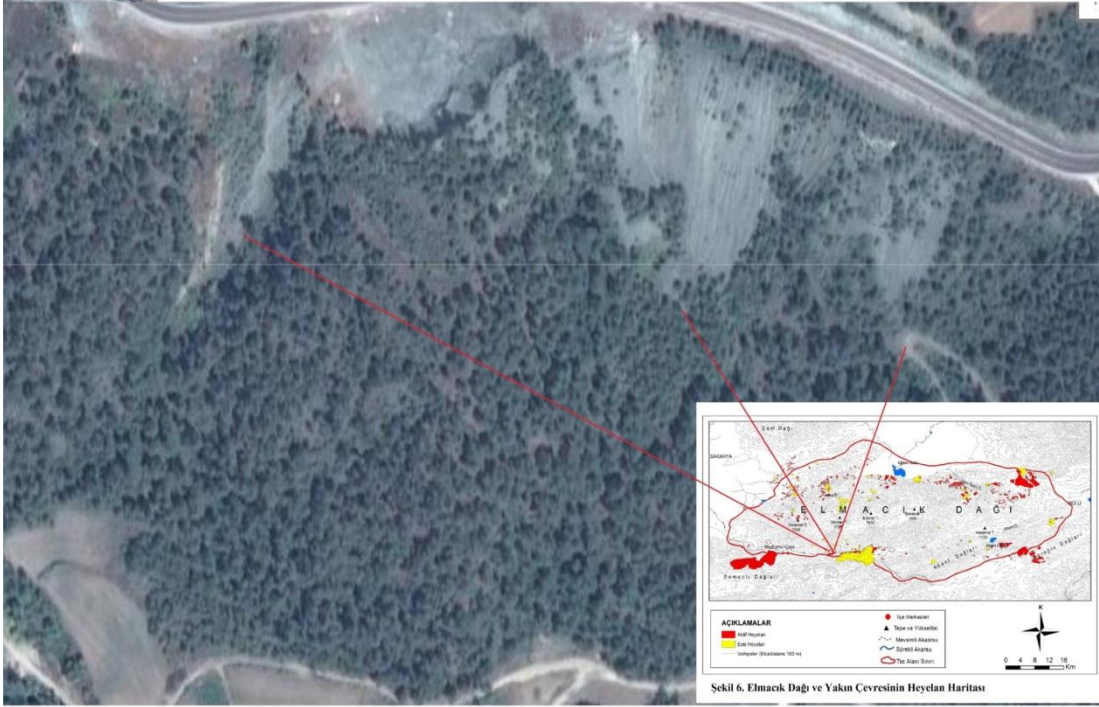


Foto 39. 17 Ağustos 1999 Gölçük-İzmit depremi sonucunda oluşan Kadifekale (Hendek) heyelan alanına aşağıdan bakış.

Yaşı bilinmeyen heyelan alanı olarak örneklenen Sakarya-Akyazı-Dokurcun mevkiinde bulunan heyelan sahasından 30 ağaçtan 58 kalem örnek alınmıştır (Tablo 59). Daha sonra heyelandan etkilenmeyen alan olarak belirlenen ve heyelan alanın kuzeyindeki sahalardan alınan örneklerden oluşturulan Çiğdem Yöre Kronolojisi ile

heyelan alanından alınan örnekler teker teker karşılaştırılmıştır. Böylelikle ana kronolojiden farklı olarak yıllık halka genişliğinde dikkat çekici değişkenliğin olduğu yıllar belirlenmiştir. Buna göre özellikle 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında ana kronolojide yıllık halka genişliğinde artış görülürken, heyelan alanındaki örneklerde bu yıllarda yıllık halkalarda daralmalar dikkat çekicidir.

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 43'üne ait ölçümler 1966 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 43 kalemin 32'sinde 1966 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 3.3 ile % 59.9 arasında değişmektedir. 14 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliğinde ortalama % 11.1'lik bir artış söz konusudur (Tablo 61).



Şekil 109. Dokurcun heyelan alanı uydu görüntüsü (Kaynak: Google Earth).



Foto 40. Araştırma kapsamında dendrojeomorfolojik analizleri yapılan Akyazı-Dokurcun heyelan alanı.



Şekil 110. Dokurcun heyelan alanı örnek noktaları (uydu görüntüsü Google Earth'ten alınmıştır).

Tablo 59. Sakarya-Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklere ait bilgiler (örnekler kızılçam ağaçlarından alınmıştır).

Örnek no	Örnek yüksekliği (cm)	Yaklaşık ağaç boyu (m)	Ağaç çevre uzunluğu (cm)	Rakım (m)	Enlem	Boylam	Bakı	Eğim (%)	Veri dönemi	Veri süresi (yıl)
HEY01	30	20	160	327	40° 34' 42.8"	30° 53' 30.3"	G	20-30	1964-2017	54
HEY02	120	25	185	325	40° 34' 42.7"	30° 53' 30.1"	G	20-30	1972-2017	46
HEY03	130	20	120	328	40° 34' 42.9"	30° 53' 29.2"	G	20-30	1958-2017	60
HEY04	110	20	170	329	40° 34' 43.2"	30° 53' 29.7"	G	20-30	1964-2017	54
HEY05	130	25	170	333	40° 34' 43.4"	30° 53' 29.3"	G	20-30	1965-2017	53
HEY06	130	25	160	337	40° 34' 44.1"	30° 53' 29.5"	G	20-30	1978-2017	40
HEY07	120	30	150	352	40° 34' 45.1"	30° 53' 28.5"	G	30-40	1926-2017	92
HEY08	100	30	160	351	40° 34' 45.0"	30° 53' 28.4"	G	30-40	1925-2017	93
HEY09	110	35	220	360	40° 34' 45.7"	30° 53' 28.8"	G	30-40	1916-2017	102
HEY10	110	30	200	360	40° 34' 45.8"	30° 53' 28.7"	GD	30-40	1917-2017	101
HEY11	100	25	200	365	40° 34' 46.1"	30° 53' 28.9"	GD	30-40	1936-2107	82
HEY12	130	25	190	366	40° 34' 46.7"	30° 53' 28.9"	GD	30-40	1915-2017	103
HEY13	110	30	200	370	40° 34' 46.7"	30° 53' 29.4"	GD	30-40	1944-2017	74
HEY14	120	30	210	370	40° 34' 46.7"	30° 53' 29.6"	G	30-40	1924-2017	94
HEY15	120	30	220	370	40° 34' 47.7"	30° 53' 29.9"	G	30-40	1932-2017	86
HEY16	60	20	130	395	40° 34' 47.9"	30° 53' 29.4"	G	20-30	1950-2017	68
HEY17	60	20	115	383	40° 34' 47.4"	30° 53' 28.8"	G	10-20	1955-2017	63
HEY18	60	30	210	385	40° 34' 47.3"	30° 53' 28.3"	G	30-40	1918-2017	100
HEY19	50	20	115	407	40° 34' 49.5"	30° 53' 27.7"	G	30-40	1926-2017	92
HEY20	70	20	118	417	40° 34' 50.0"	30° 53' 27.6"	G	30-40	1924-2017	94
HEY21	80	20	120	396	40° 34' 49.4"	30° 53' 22.2"	GD	10-20	1985-2017	33
HEY22	80	25	180	400	40° 34' 49.9"	30° 53' 22.0"	GD	20-30	1965-2017	53
HEY23	40	30	190	416	40° 34' 50.3"	30° 53' 20.5"	GD	30-40	1924-2017	94
HEY24	90	20	120	395	40° 34' 46.5"	30° 53' 17.8"	GD	20-30	1928-2017	90
HEY25	120	20	150	407	40° 34' 47.2"	30° 53' 17.6"	GD	20-30	1943-2017	75
HEY26	140	25	140	405	40° 34' 47.7"	30° 53' 18.8"	GD	20-30	1966-2017	52
HEY27	50	20	130	421	40° 34' 49.8"	30° 53' 20.4"	GD	30-40	1959-2017	49
HEY28	150	25	160	384	40° 34' 47.4"	30° 53' 22.6"	G	10-20	1964-2017	54
HEY29	100	25	130	383	40° 34' 47.3"	30° 53' 22.9"	G	10-20	1961-2017	57
HEY30	100	30	170	361	40° 34' 46.4"	30° 53' 26.6"	GD	10-20	1947-2017	71

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 52'sine ait ölçümler 1975 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 52 kalemin 39'unda 1975 yılında yıllık halka genişliğinde azalma tespit edilmiştir. Azalma % 5.7 ile % 61.5 arasında değişmektedir. 18 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliği ortalama % 20.4 artmıştır (*Tablo 61*).

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 55'ine ait ölçümler 1985 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 55 kalemin 47'sinde 1985 yılında yıllık halka genişliğinde azalma belirlenmiştir. Azalma % 4.6 ile % 65.3 arasında değişmektedir. 25 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliği ortalama % 22 artmıştır (*Tablo 61*).

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminin tamamına ait ölçümler 2001 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 58 kalemin 42'sinde 2001 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 1.9 ile % 52.8 arasında değişmektedir. 19 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliği ortalama % 54.4 artmıştır (*Tablo 61*).

Tablo 58 incelendiğinde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında iklim unsurlarının da büyük ölçüde halka gelişimini olumlu etkileyecek yönde ölçüldüğü görülmektedir. Buna rağmen halka genişliğinde tespit edilen azalmaların jeomorfolojik etkenlere bağlı olması olasıdır.

Özellikle 1985 yılındaki daralmalar çoğu örnekte gözle görülür ölçüde dikkat çekici olup, söz konusu yılda ana heyelan gerçekleşmemiş olsa bile bir heyelan olmuş olabileceği değerlendirilmektedir. Dokurcun Mahallesi sakinleriyle yapılan görüşmelerde de tam olarak yılını hatırlayamamışsalar da bu yıllarda bir heyelan olayının gerçekleştiği ifade edilmiştir.

Dokurcun Mahallesi Sakarya ili sınırlarında yer alır. Gerek mesafe gerekse iklim koşulları bakımından çevresindeki meteoroloji istasyonlarından Dokurcun'a en yakın meteoroloji istasyonu Sakarya meteoroloji istasyonu olduğundan, bu istasyonun aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık ve aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yılları değerleri ile bir önceki yılın değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılacak ayların

seçiminde Pearson Korelasyon Katsayısı Yöntemi kullanılarak elde edilen korelasyon katsayılarından istatistiksel açıdan 0.95 güven düzeyinde anlamlı sonuçlar veren aylar tercih edilmiştir.

Araştırma sahasında, önceki yılın kasım ayında toplam yağışların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini azaltmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında halka oluşum yılının önceki yılındaki kasım ayında bir önceki yıla göre yağışlarda azalma görülmüştür. Bu sonucun yıllık halka genişliğini artırıcı bir etkiye neden olması beklenirken, heyelan alanında halka genişliği bir önceki yıla göre azalmıştır (*Tablo 60*).

Mayıs ayında aylık toplam yağışların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini arttırmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1975, 1985 ve 2001 yıllarında mayıs ayında bir önceki yıla göre yağışlarda artış söz konusudur. Buna göre yıllık halka genişliğinin artması beklenirken, heyelan alanında halka genişliği 1975, 1985 ve 2001 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Önceki yılın ekim ayında ortalama sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğinde azalmalara yol açmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966 ve 2001 yıllarında halka oluşum yılının önceki yılındaki ekim ayında bir önceki yıla göre ortalama sıcaklıklarda azalma görülmüştür. O halde ortalama sıcaklıkların halka genişliğini artırıcı bir etkiye neden olması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1966 ve 2001 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Araştırma sahasında ocak ve mart ayında ortalama sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğinde artışa sebep olmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966, 1975 ve 2001 yıllarında ocak ve mart ayında bir önceki yıla göre ortalama sıcaklıklarda artış belirlenmiştir. Bu sonucun halka genişliğini artırıcı bir etkiye neden olması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1966, 1975 ve 2001 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Nisan ayında ortalama sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğinde artışa yol açmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966, 1975 ve 1985 yıllarında nisan ayında bir önceki yıla göre ortalama sıcaklıklarda artış görülmüştür. Buna göre halka genişliğinin artırılması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1966, 1975 ve 1985 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Ocak ayında ortalama maksimum sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini arttırmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1975, 1985 ve 2001 yıllarında ocak ayında bir önceki yıla göre ortalama maksimum sıcaklıklar artmıştır. O halde halka genişliğinin artması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1975, 1985 ve 2001 yıllarında önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Şubat ayında ortalama maksimum sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini arttırmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966, 1985 ve 2001 yıllarında şubat ayında bir önceki yıla göre ortalama maksimum sıcaklıklar artmıştır. Bu sonucun halka genişliğini artırıcı etkiye neden olması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1966, 1985 ve 2001 yıllarında önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Mart ayında ortalama maksimum sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini arttırmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1975 ve 2001 yıllarında mart ayında bir önceki yıla göre ortalama maksimum sıcaklıklarda artış görülmüştür. Buna göre halka genişliğinin artması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1975 ve 2001 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Nisan ayında ortalama maksimum sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini arttırmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1975 ve 1985 yıllarında nisan ayında bir önceki yıla göre ortalama maksimum sıcaklıklarda artış görülmüştür. O halde halka genişliğinin artması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1975 ve 1985 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Önceki yılın ekim ayında aylık ortalama minimum sıcaklıkların artması, heyelan alanı dışındaki ağaçlarda yıllık halka genişliğini azaltmaktadır. Sakarya meteoroloji istasyonunda 1966, 1985 ve 2001 yıllarında önceki yılın ekim ayında bir önceki yıla göre ortalama minimum sıcaklıklarda azalma görülmüştür. Bu sonucun halka genişliğini artırıcı bir etkiye neden olması beklenirken, heyelan alanında yıllık halka genişliği 1966, 1985 ve 2001 yıllarında bir önceki yıla göre daralmıştır (*Tablo 60*).

Tablo 60. Akyazı Dokurcun heyelan alanı için heyelandan etkilenmeyen alan olarak incelenen Çiğdem yöre kronolojisinde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında halka gelişimindeki ve Sakarya meteoroloji istasyonunun için halka gelişimini etkilemesi beklenen iklimik unsurlarda bir önceki yıla göre yaşanan değişimler (iklimatik unsurun halka gelişiminde artışa neden olması beklenen yıllar yeşil renkle, azalmaya neden olması beklenen yıllar ise kırmızı renkle işaretlenmiştir).

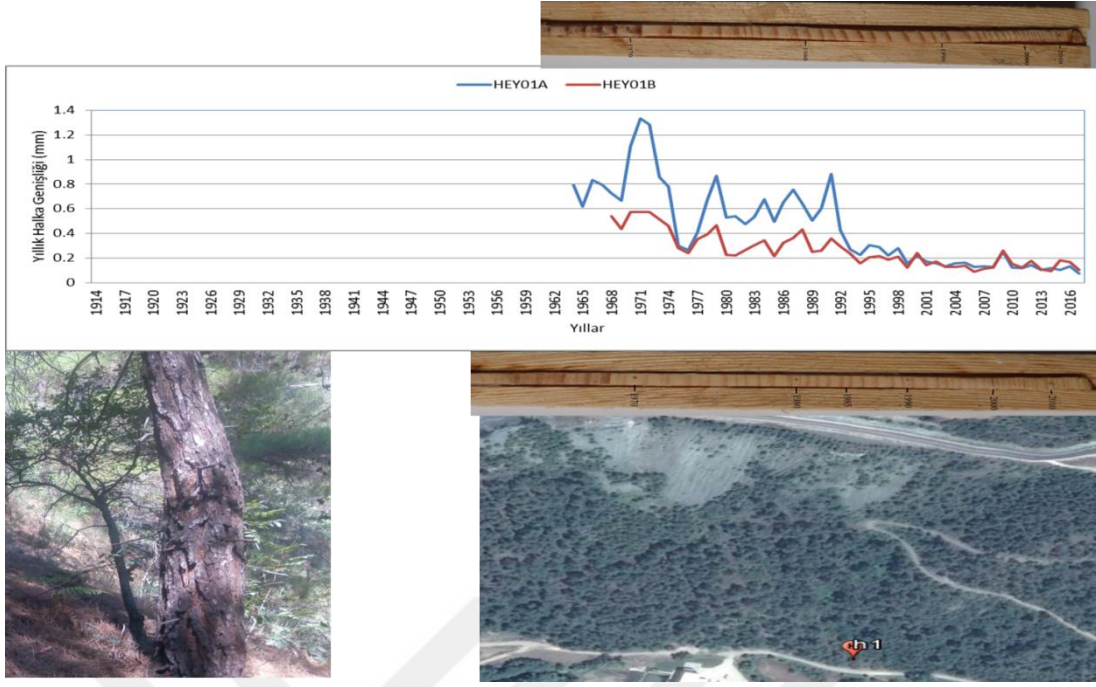
	Halka Genişliği İndisi ve Önceki Yıla Göre Değişimi (%)	(Ayların Altındaki Parantez İçi Rakamlar 0.95 Güven Düzeyinde İstatistiksel Açından Anlamlı Pearson Korelasyon Katsayısı Değerlerini İfade Eder)									
		Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)				Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)			Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)
		Önceki Yıl Kasım (-0.36)	Halka Yılı Mayıs (0.36)	Önceki Yıl Ekim (-0.30)	Halka Yılı Ocak (0.36)	Halka Yılı Mart (0.33)	Halka Yılı Nisan (0.29)	Halka Yılı Ocak (0.26)	Halka Yılı Şubat (0.22)	Halka Yılı Nisan (0.25)	Önceki Yıl Ekim (-0.22)
1965 Yılı	1.053	134.9	52.2	15.3	6.4	7.9	10.9	13.5	15.1	21.6	10.7
1966 Yılı	1.170	97.9	20.5	12.2	6.8	8.9	14.1	13.2	18.5	18.7	8.1
Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	11.1	-27.4	-60.7	-20.3	6.2	12.7	29.4	-2.2	22.5	-13.4	-24.3
1974 Yılı	0.954	125.4	67.5	15.6	2.3	7.6	10.7	7	14.8	16.7	6.8
1975 Yılı	1.149	58.9	89.9	18.5	6	11.3	14.7	12.2	11.5	23.8	9.7
Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	20.4	-53.0	33.2	18.6	160.9	48.7	37.4	74.3	-22.3	42.5	42.6
1984 Yılı	0.909	135.8	23.4	13.8	8	8.3	9.9	15.3	13.7	14.8	10.3
1985 Yılı	1.109	80.8	84	16.3	7.8	6.6	13.7	16.7	19.9	23.4	8.7
Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	22.0	-40.5	259.0	18.1	-2.5	-20.5	38.4	9.2	45.3	58.1	-15.5
2000 Yılı	0.829	75.4	32.9	15.4	2.5	7.9	15.1	7.9	14.5	25.3	10.2
2001 Yılı	1.280	27.3	50.3	14.9	8.8	14	13.9	15.1	19	20	9.6
Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	54.4	-63.8	52.9	-3.2	252.0	77.2	-7.9	91.1	31.0	-20.9	-5.9

Tablo 61. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklerde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında halka gelişiminde bir önceki yıllara göre yaşanan değişimler (halka gelişimindeki azalmalar kırmızı renkle işaretlenmiştir).

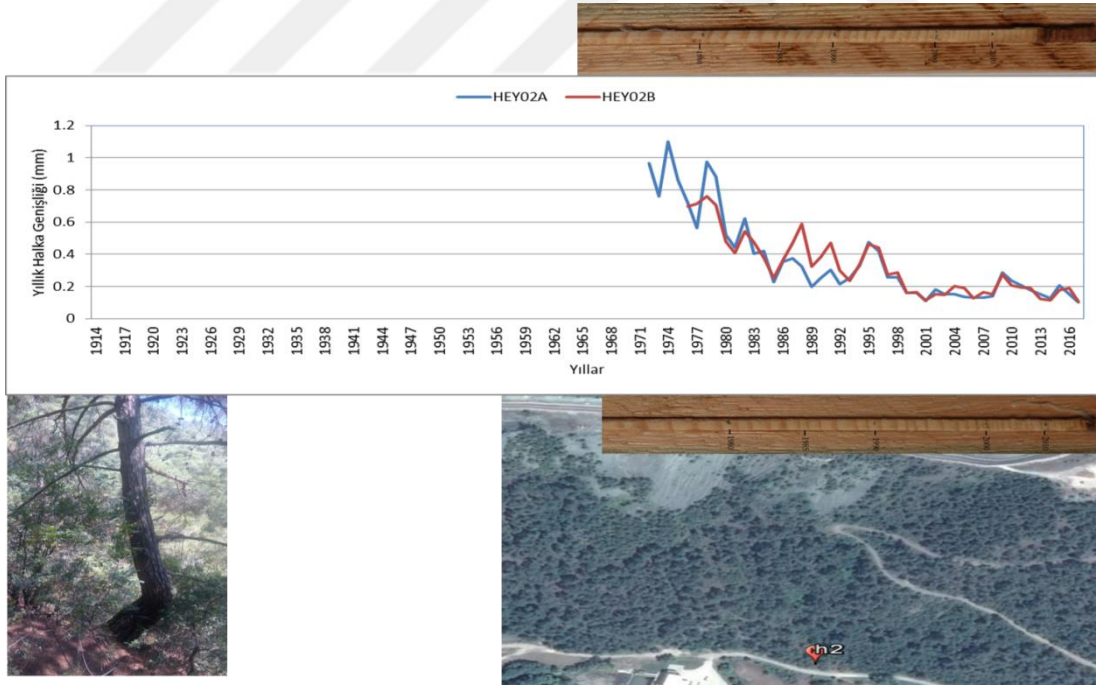
Örnek Kodu	1965 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	1966 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	1974 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	1975 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	1984 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	1985 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)	2000 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	2001 Yılı Halka Genişliği (milimetre)	Önceki Yıla Göre Değişim (% olarak)
HEY01A	0.618	0.835	35.1	0.782	0.301	-61.5	0.676	0.495	-26.8	0.218	0.173	-20.6
HEY01B	Yok	Yok	Yok	0.463	0.281	-39.3	0.344	0.218	-36.6	0.243	0.141	-42.0
HEY02A	Yok	Yok	Yok	1.099	0.862	-21.6	0.422	0.226	-46.4	0.161	0.11	-31.7
HEY02B	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.38	0.254	-33.2	0.165	0.114	-30.9
HEY03A	0.268	0.278	3.7	0.291	0.265	-8.9	0.224	0.105	-53.1	0.133	0.084	-36.8
HEY03B	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.182	0.109	-40.1	0.114	0.059	-48.2
HEY04A	Yok	Yok	Yok	0.816	0.508	-37.7	0.52	0.383	-26.3	0.318	0.15	-52.8
HEY04B	0.956	0.453	-52.6	0.531	0.411	-22.6	0.242	0.209	-13.6	0.313	0.185	-40.9
HEY05A	Yok	Yok	Yok	0.62	0.734	18.4	0.317	0.174	-45.1	0.194	0.133	-31.4
HEY05B	0.596	0.574	-3.7	0.926	0.696	-24.8	0.336	0.292	-13.1	0.185	0.13	-29.7
HEY06A	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.345	0.163	-52.8	0.171	0.102	-40.4
HEY06B	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.796	0.486	-38.9
HEY07A	0.382	0.286	-25.1	0.193	0.149	-22.8	0.185	0.132	-28.6	0.044	0.036	-18.2
HEY07B	0.189	0.211	11.6	0.147	0.21	42.9	0.146	0.183	25.3	0.092	0.132	43.5
HEY08A	0.299	0.315	5.4	0.208	0.211	1.4	0.078	0.097	24.4	0.037	0.036	-2.7
HEY08B	0.264	0.248	-6.1	0.212	0.141	-33.5	0.098	0.034	-65.3	0.053	0.05	-5.7
HEY09A	0.18	0.208	15.6	0.308	0.123	-60.1	0.213	0.154	-27.7	0.052	0.051	-1.9
HEY09B	0.124	0.085	-31.5	0.139	0.094	-32.4	0.099	0.054	-45.5	0.014	0.018	28.6
HEY10A	0.274	0.265	-3.3	0.322	0.217	-32.6	0.129	0.157	21.7	0.274	0.349	27.4
HEY10B	0.279	0.263	-5.7	0.188	0.287	52.7	0.134	0.05	-62.7	0.089	0.103	15.7
HEY11A	0.385	0.486	26.2	0.127	0.114	-10.2	0.116	0.167	44.0	0.059	0.052	-11.9
HEY12A	0.268	0.243	-9.3	0.212	0.2	-5.7	0.116	0.061	-47.4	0.034	0.022	-35.3
HEY12B	0.15	0.101	-32.7	0.141	0.095	-32.6	0.051	0.04	-21.6	0.054	0.031	-42.6
HEY13A	0.419	0.215	-48.7	0.182	0.12	-34.1	0.213	0.188	-11.7	0.101	0.094	-6.9

Tablo 58. Devam

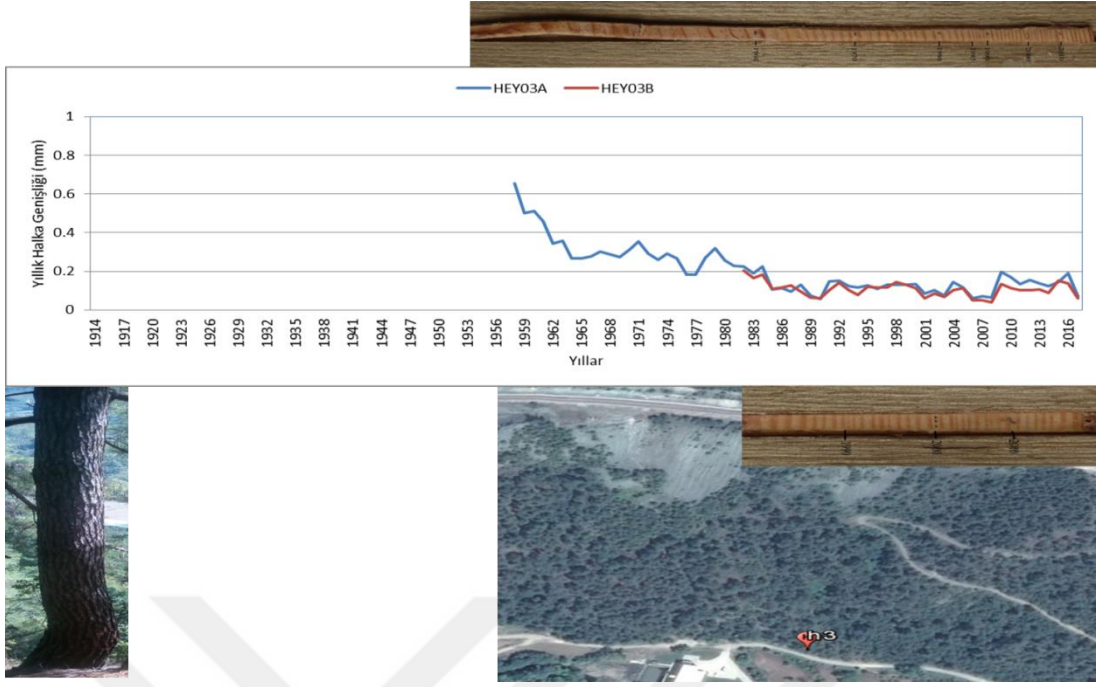
HEY13B	0.503	0.385	-23.5	0.317	0.192	-39.4	0.329	0.266	-19.1	0.41	0.242	-41.0
HEY14A	0.214	0.264	23.4	0.243	0.223	-8.2	0.201	0.14	-30.3	0.111	0.126	13.5
HEY14B	0.213	0.14	-34.3	0.206	0.156	-24.3	0.237	0.117	-50.6	0.043	0.058	34.9
HEY15A	0.303	0.32	5.6	0.228	0.166	-27.2	0.128	0.121	-5.5	0.053	0.044	-17.0
HEY15B	0.625	0.525	-16.0	0.218	0.2	-8.3	0.195	0.186	-4.6	0.253	0.267	5.5
HEY16A	0.356	0.309	-13.2	0.197	0.209	6.1	0.258	0.291	12.8	0.429	0.331	-22.8
HEY16B	0.188	0.155	-17.6	0.163	0.204	25.2	0.174	0.196	12.6	0.113	0.079	-30.1
HEY17A	0.313	0.287	-8.3	0.266	0.135	-49.2	0.204	0.143	-29.9	0.084	0.077	-8.3
HEY17B	0.452	0.29	-35.8	0.316	0.29	-8.2	0.14	0.108	-22.9	0.067	0.041	-38.8
HEY18A	0.173	0.091	-47.4	0.075	0.052	-30.7	0.041	0.022	-46.3	0.028	0.023	-17.9
HEY18B	0.127	0.168	32.3	0.093	0.119	28.0	0.088	0.078	-11.4	0.093	0.103	10.8
HEY19A	0.232	0.153	-34.1	0.203	0.134	-34.0	0.194	0.149	-23.2	0.097	0.103	6.2
HEY19B	0.208	0.192	-7.7	0.292	0.153	-47.6	0.193	0.134	-30.6	0.09	0.059	-34.4
HEY20A	0.205	0.188	-8.3	0.081	0.107	32.1	0.055	0.1	81.8	0.084	0.072	-14.3
HEY20B	0.142	0.177	24.6	0.136	0.163	19.9	0.178	0.18	1.1	0.265	0.246	-7.2
HEY21A	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.735	0.575	-21.8
HEY21B	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	0.48	0.363	-24.4
HEY22A	0.476	0.191	-59.9	0.63	0.649	3.0	0.497	0.214	-56.9	0.183	0.191	4.4
HEY22B	Yok	Yok	Yok	0.738	0.585	-20.7	0.396	0.313	-21.0	0.16	0.166	3.8
HEY23A	0.313	0.137	-56.2	0.117	0.152	29.9	0.146	0.138	-5.5	0.198	0.172	-13.1
HEY23B	0.127	0.077	-39.4	0.072	0.077	6.9	0.097	0.078	-19.6	0.066	0.072	9.1
HEY24A	0.253	0.256	1.2	0.154	0.246	59.7	0.143	0.084	-41.3	0.046	0.032	-30.4
HEY25A	0.182	0.14	-23.1	0.131	0.114	-13.0	0.114	0.096	-15.8	0.104	0.101	-2.9
HEY25B	0.312	0.209	-33.0	0.234	0.185	-20.9	0.128	0.112	-12.5	0.13	0.083	-36.2
HEY26A	Yok	Yok	Yok	0.473	0.25	-47.1	0.34	0.221	-35.0	0.223	0.18	-19.3
HEY26B	Yok	Yok	Yok	0.539	0.363	-32.7	0.498	0.299	-40.0	0.198	0.191	-3.5
HEY27A	0.619	0.344	-44.4	0.351	0.307	-12.5	0.387	0.249	-35.7	0.408	0.261	-36.0
HEY27B	0.245	0.213	-13.1	0.272	0.195	-28.3	0.152	0.119	-21.7	0.163	0.191	17.2
HEY28A	Yok	Yok	Yok	0.489	0.406	-17.0	0.636	0.355	-44.2	0.437	0.464	6.2
HEY28B	0.577	0.409	-29.1	0.338	0.3	-11.2	0.71	0.359	-49.4	0.088	0.128	45.5
HEY29A	Yok	Yok	Yok	0.243	0.141	-42.0	0.306	0.13	-57.5	0.074	0.071	-4.1
HEY29B	0.723	0.447	-38.2	0.565	0.35	-38.1	0.807	0.339	-58.0	0.326	0.263	-19.3
HEY30A	0.716	0.62	-13.4	0.435	0.365	-16.1	0.333	0.201	-39.6	0.045	0.036	-20.0
HEY30B	0.343	0.322	-6.1	0.136	0.124	-8.8	0.079	0.072	-8.9	0.113	0.116	2.7



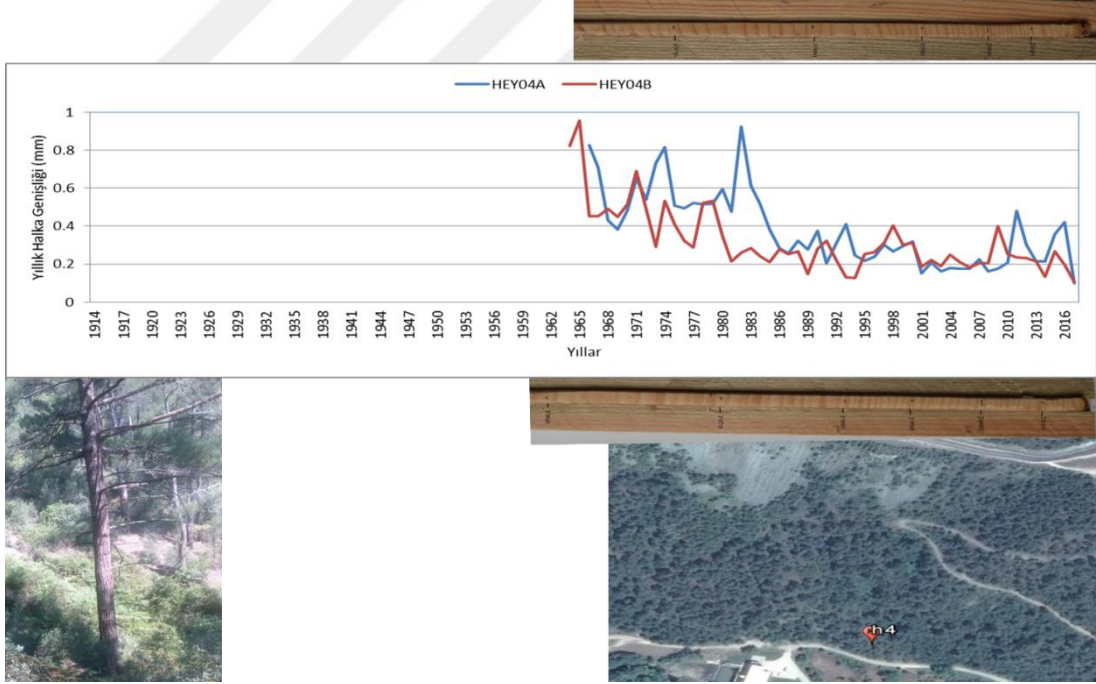
Şekil 111. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY01 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



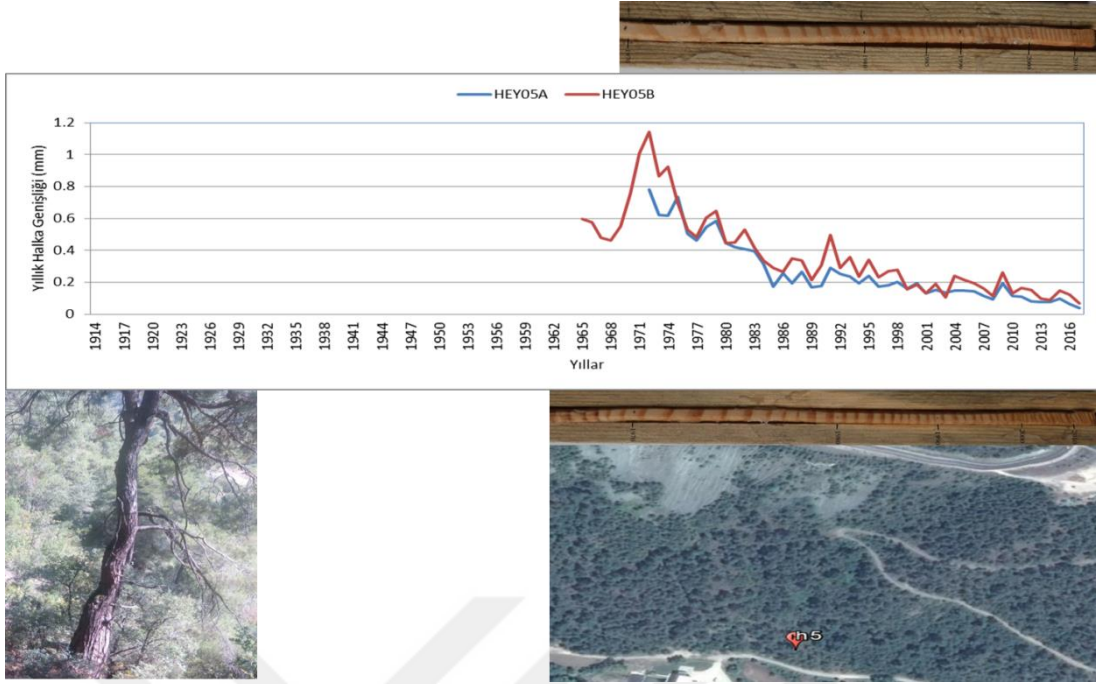
Şekil 112. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY02 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



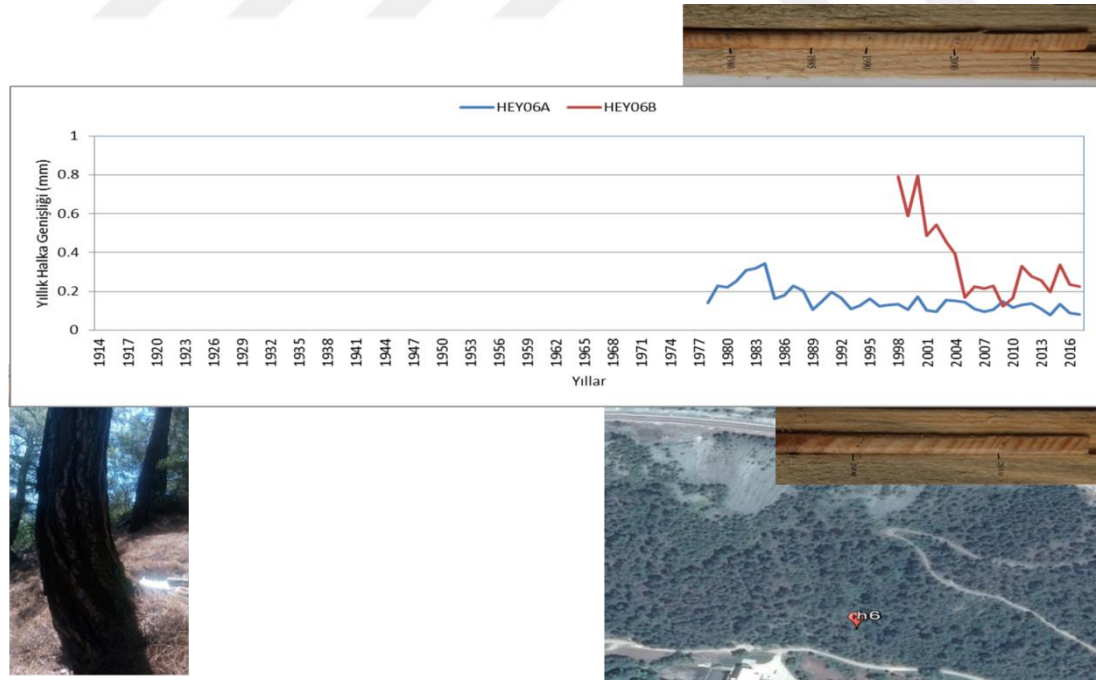
Şekil 113. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY03 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



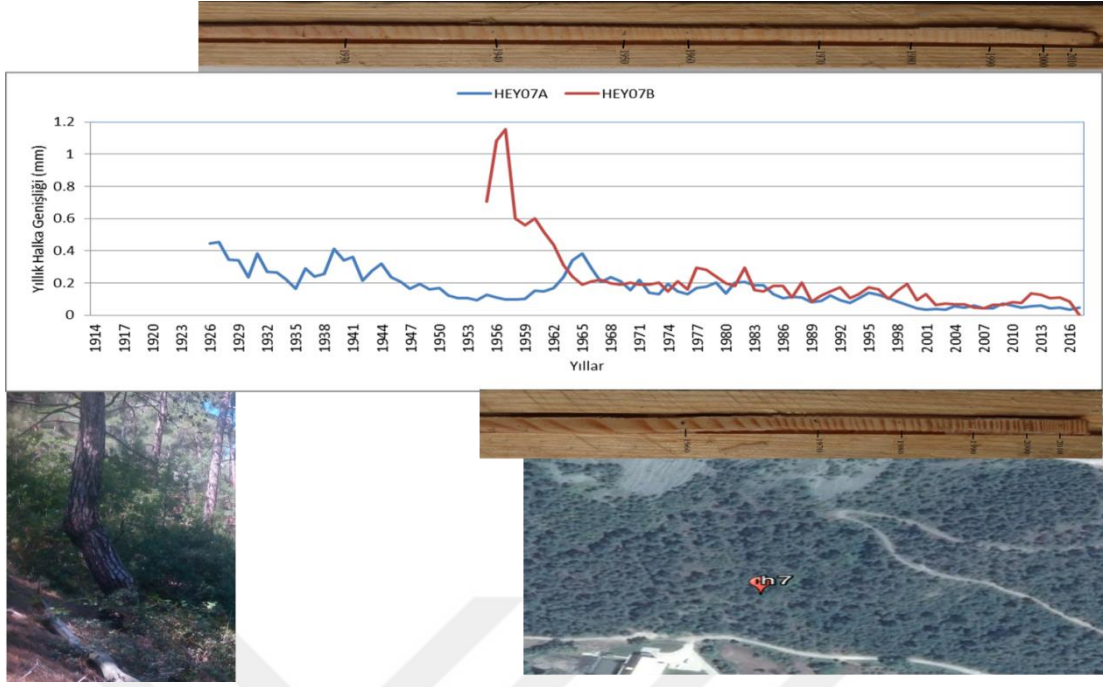
Şekil 114. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY04 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



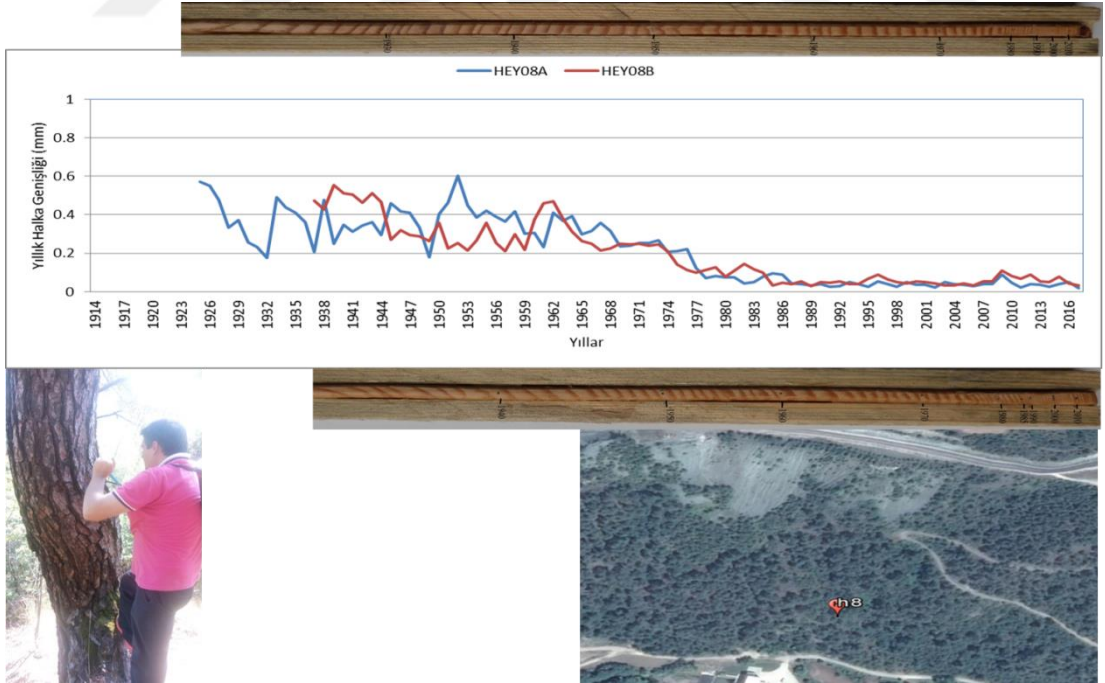
Şekil 115. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY05 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



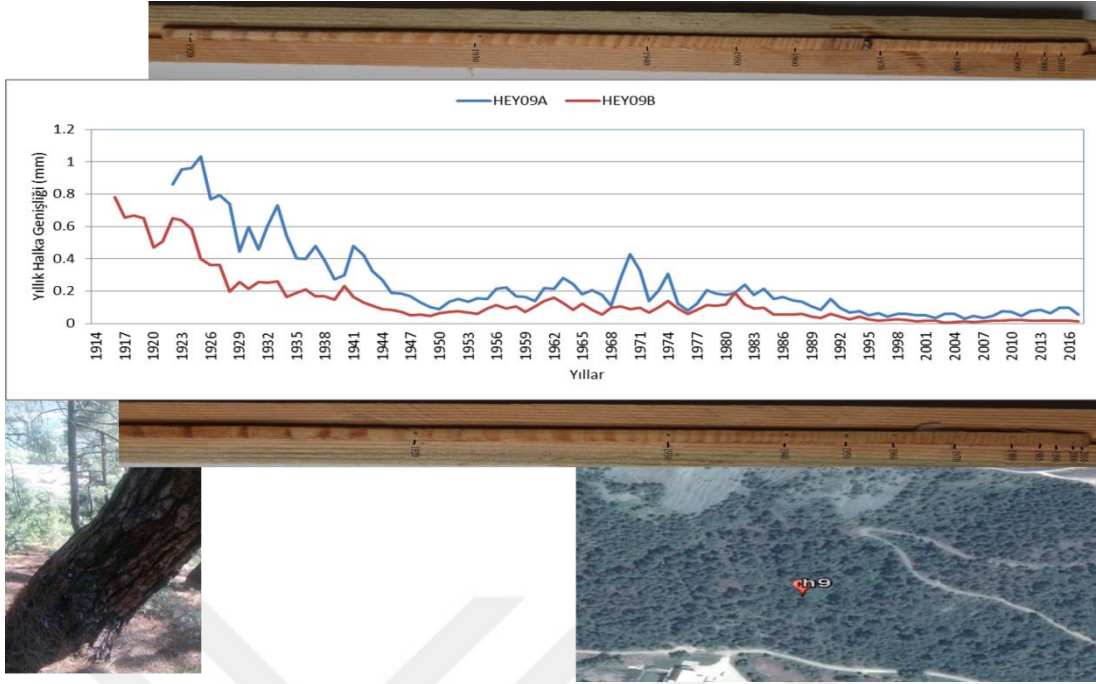
Şekil 116. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY06 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



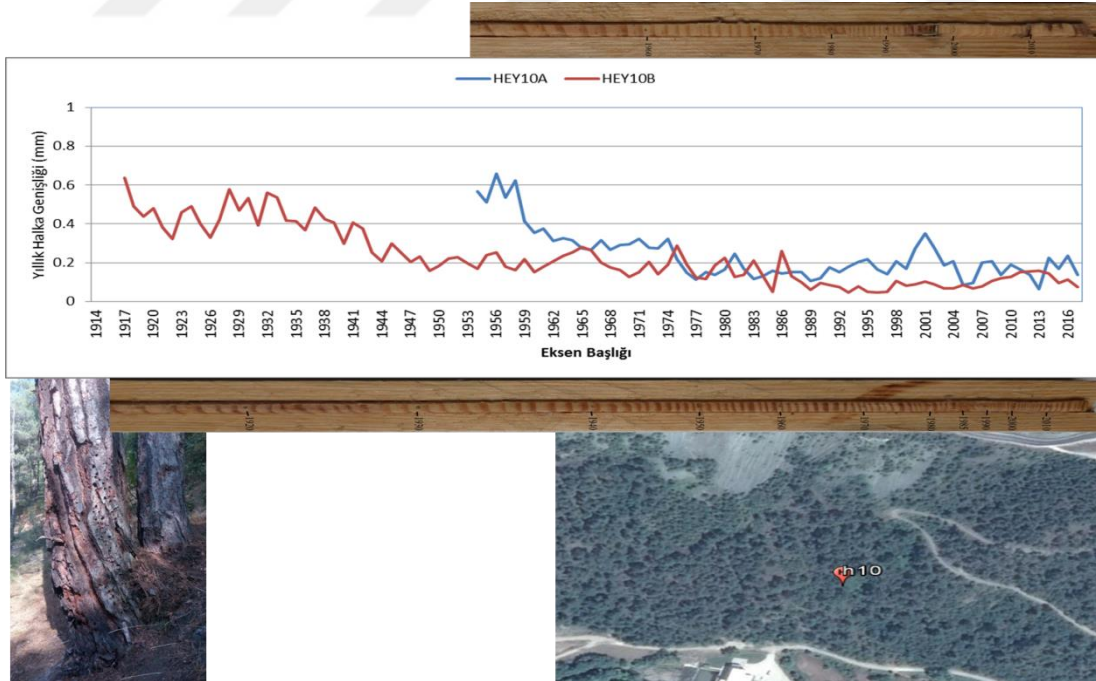
Şekil 117. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY07 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



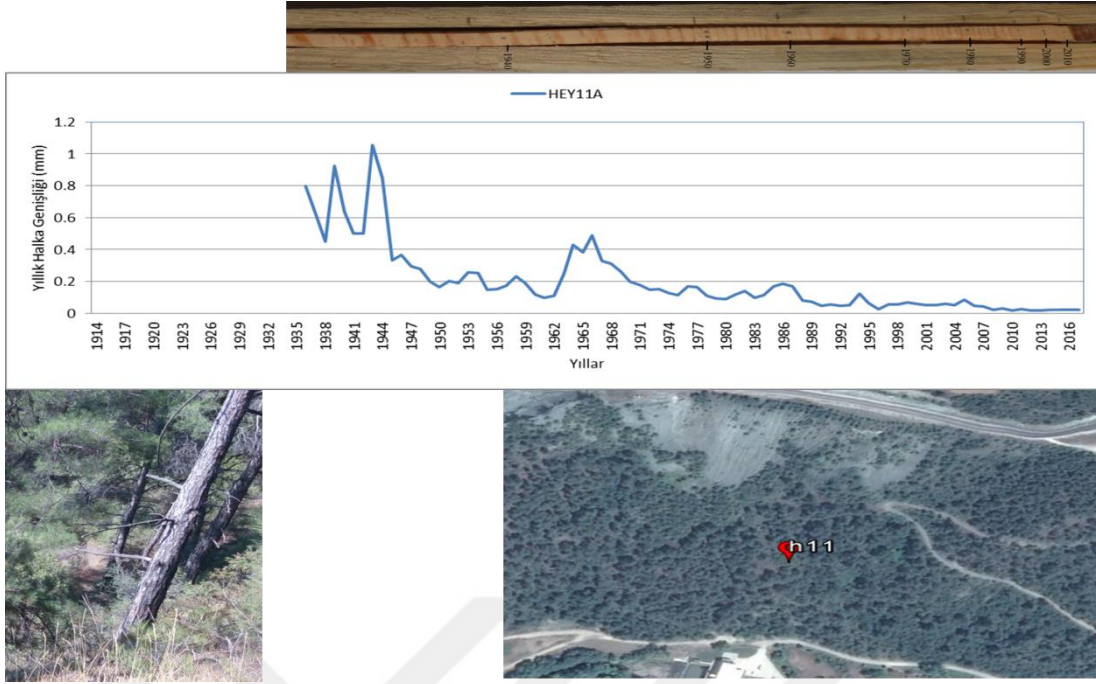
Şekil 118. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY08 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



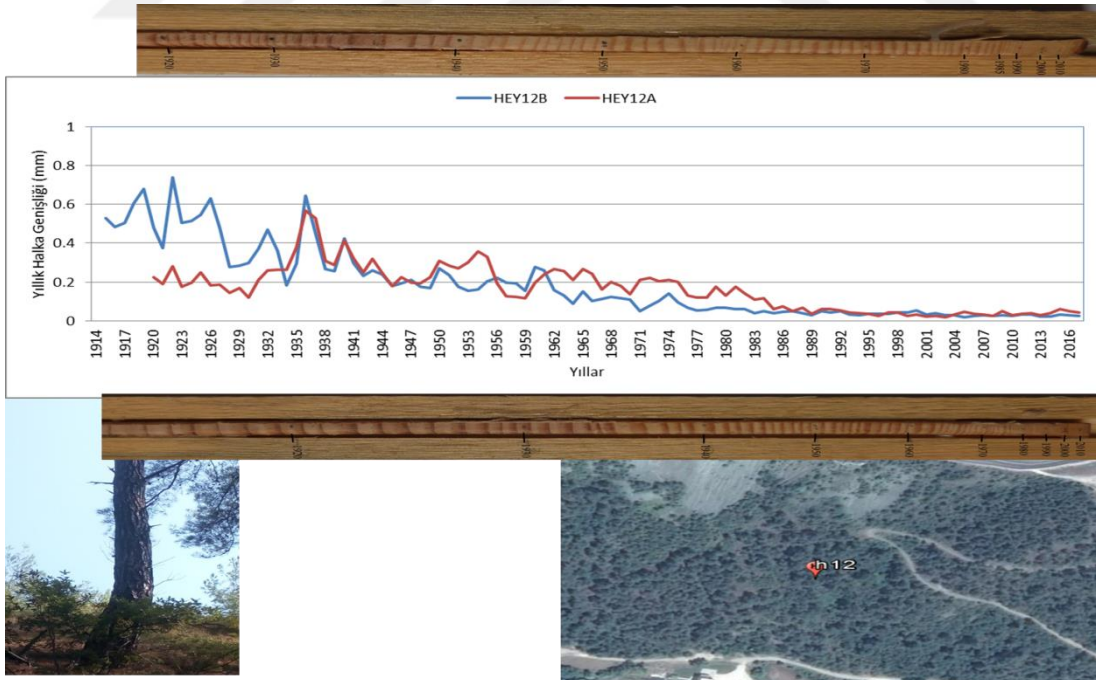
Şekil 119. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY09 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



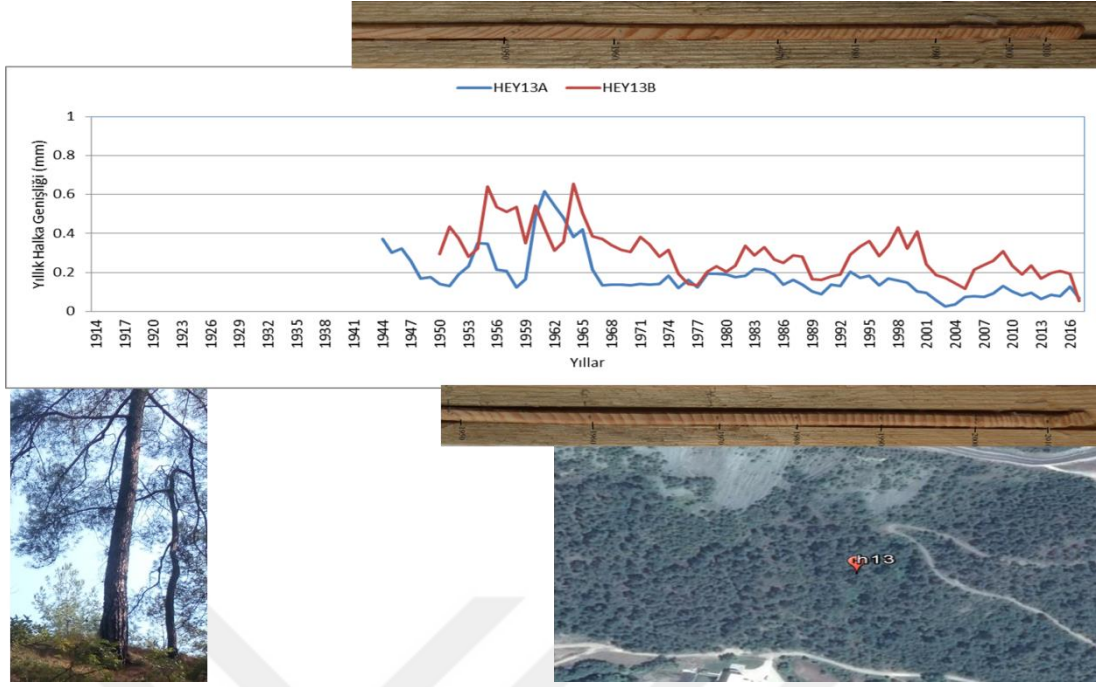
Şekil 120. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY10 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



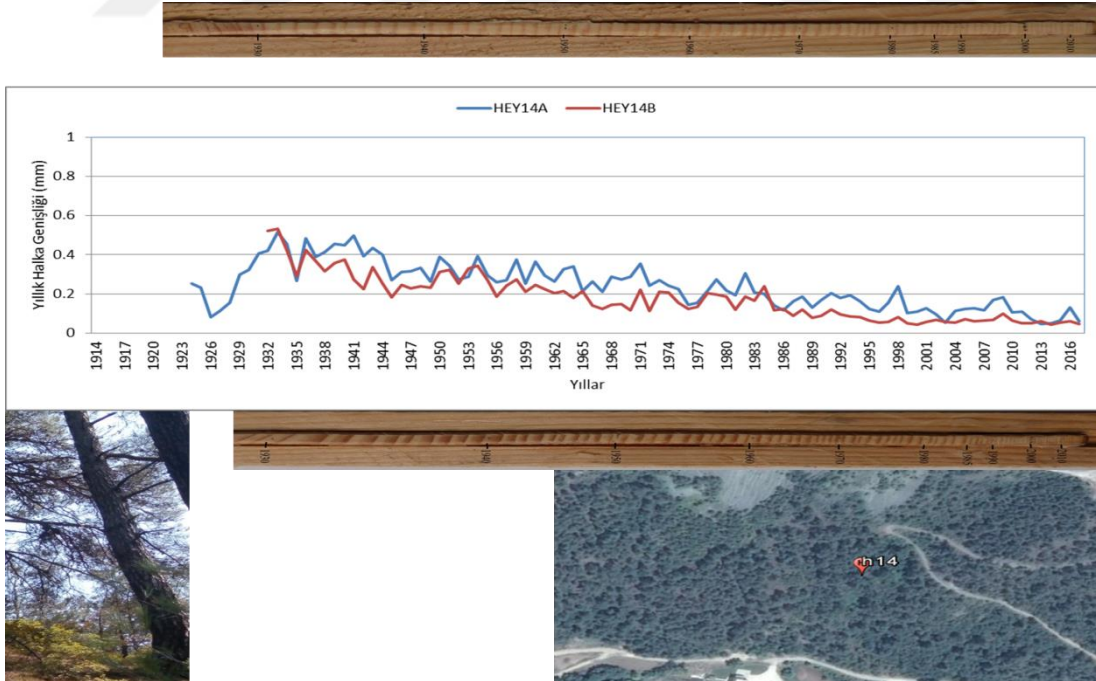
Şekil 121. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY11 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



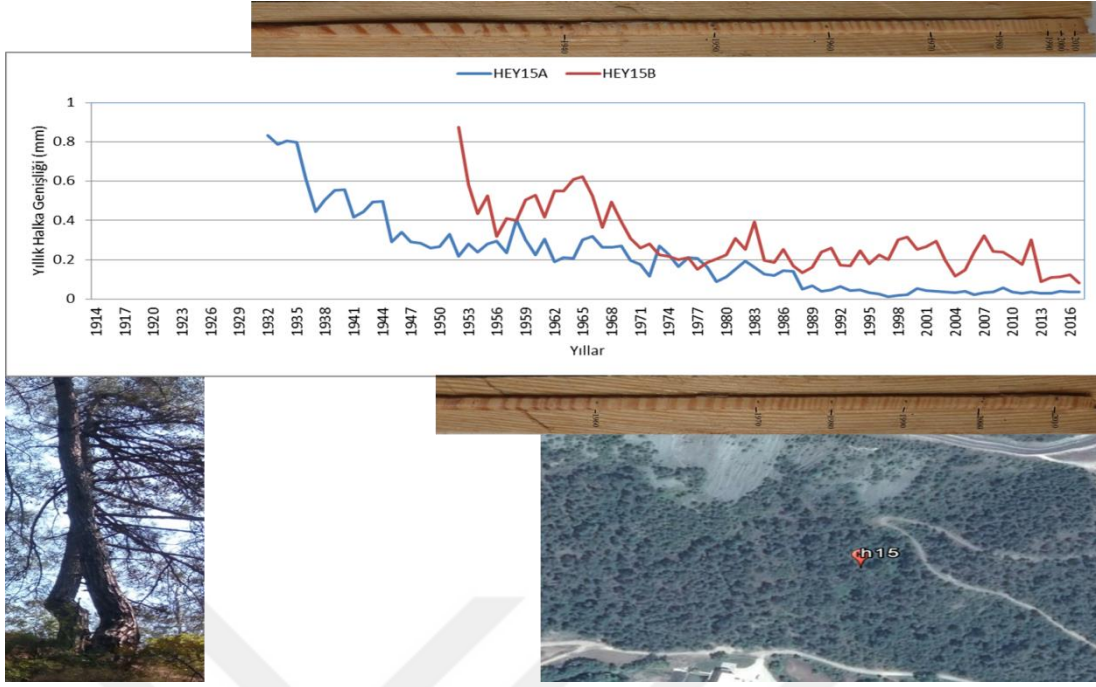
Şekil 122. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY12 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



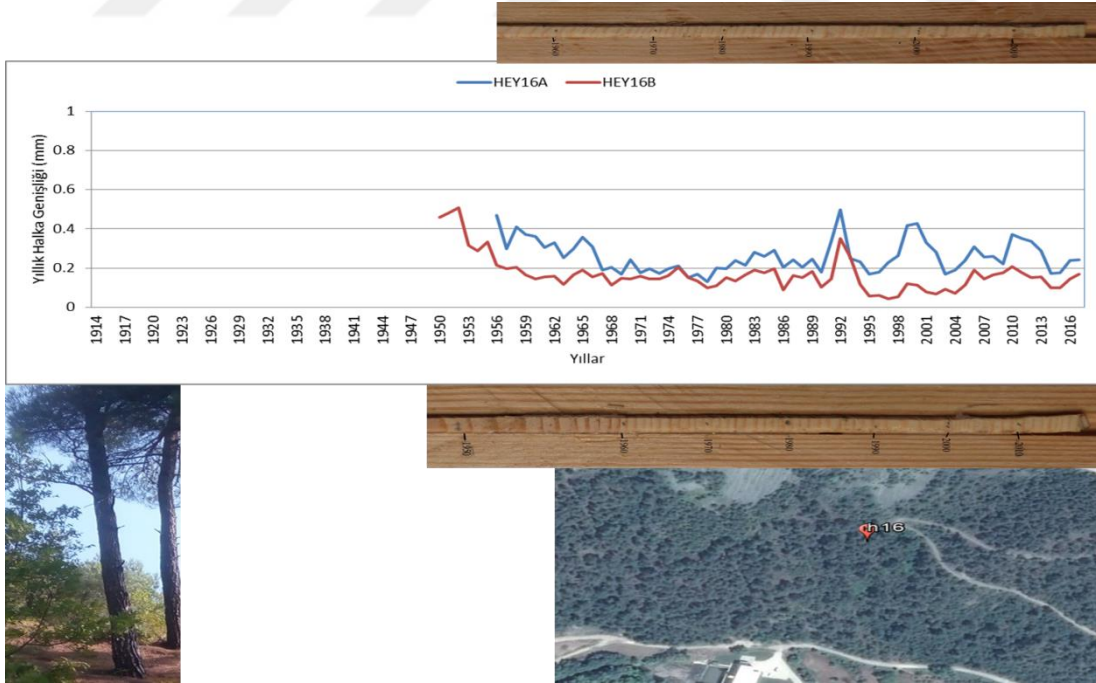
Şekil 123. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY13 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



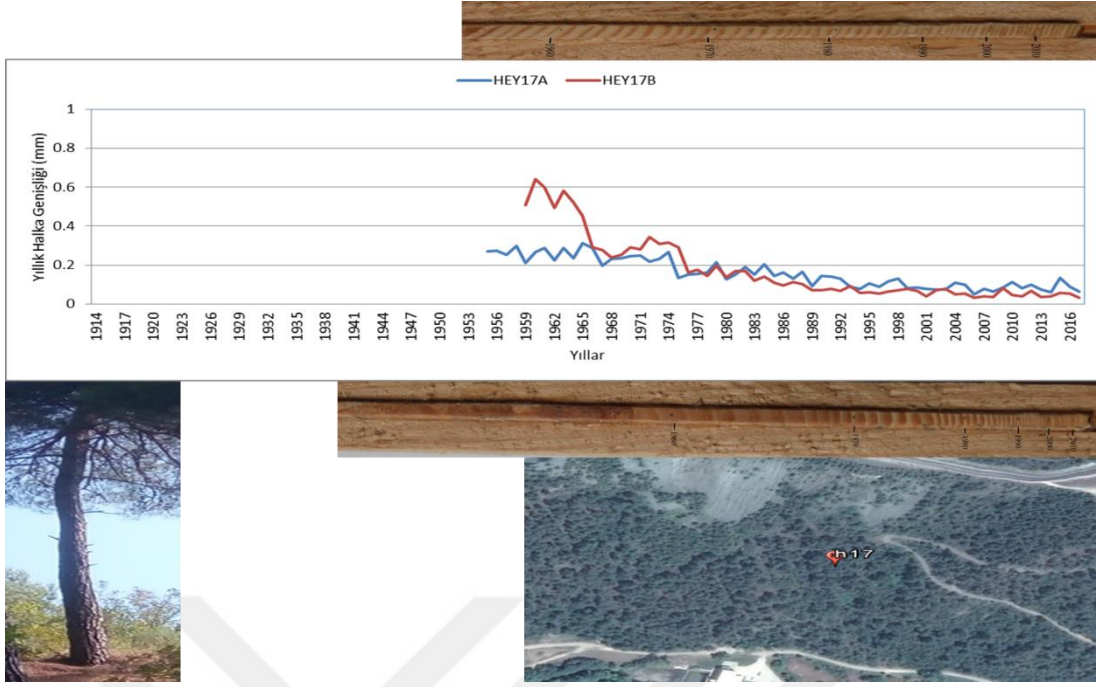
Şekil 124. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY14 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



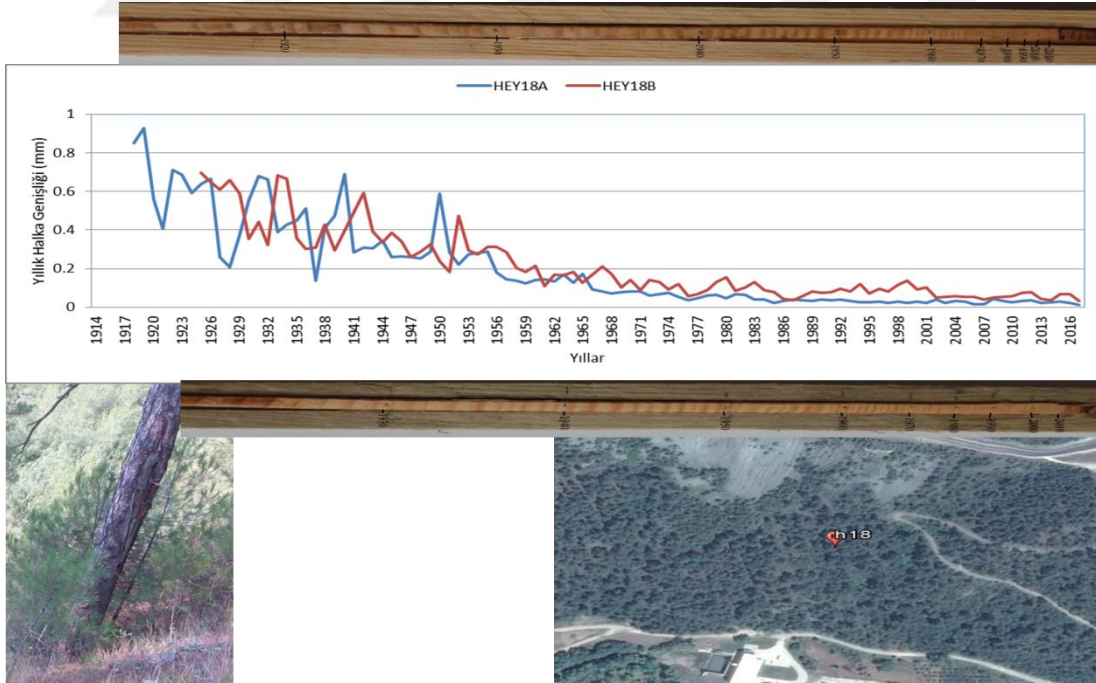
Şekil 125. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY15 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



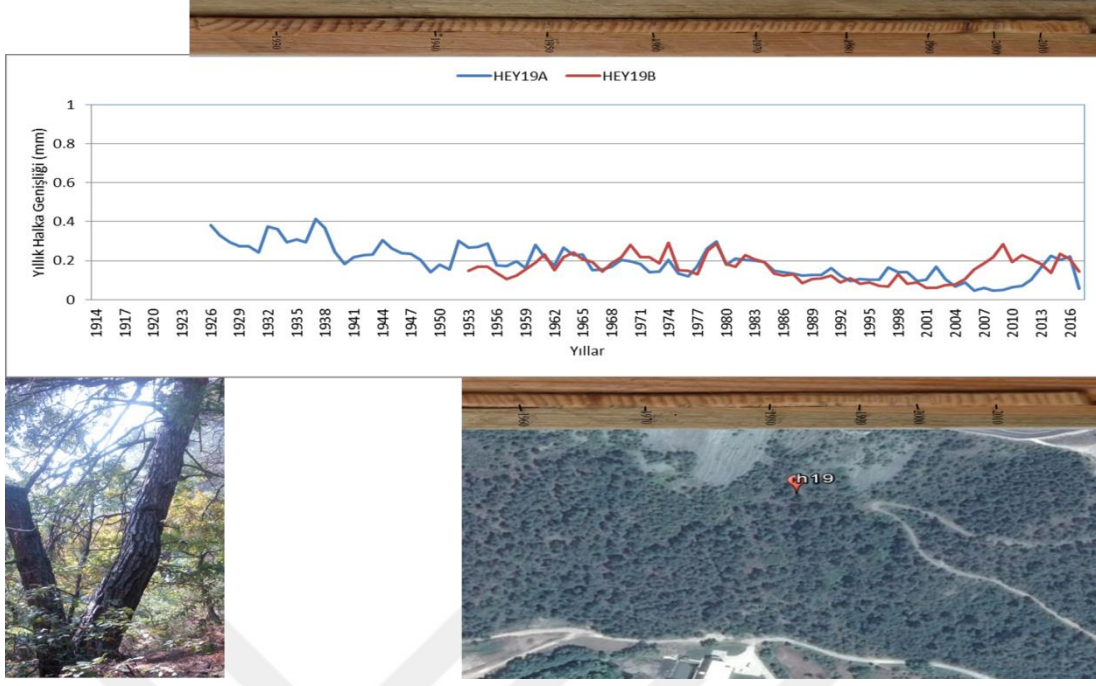
Şekil 126. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY16 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



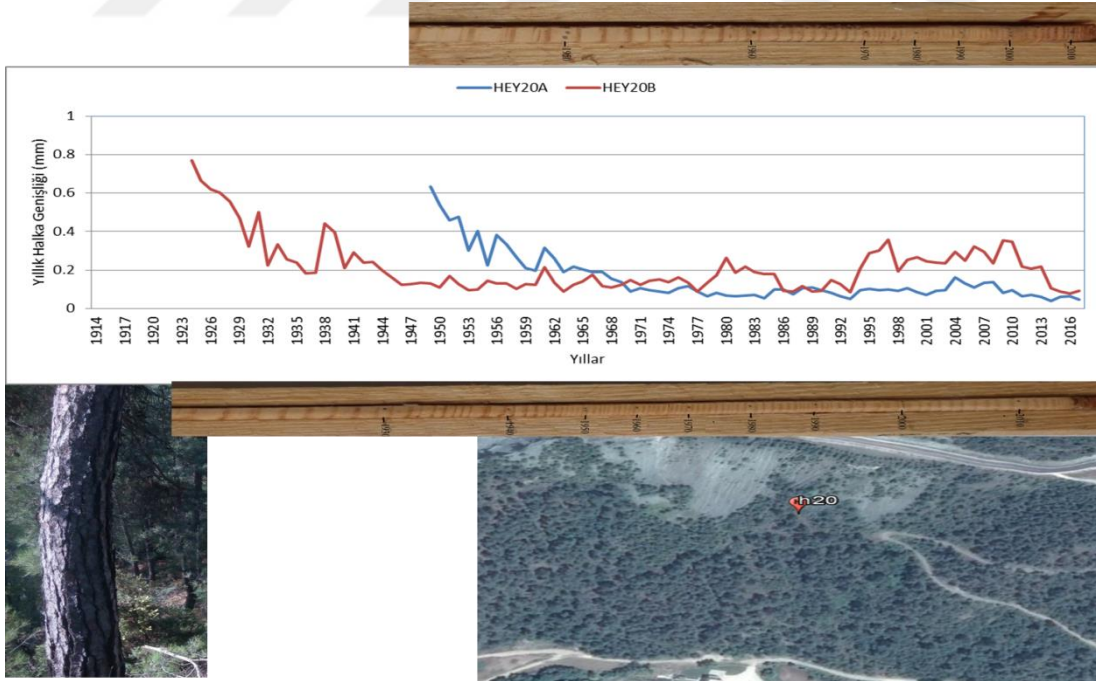
Şekil 127. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY17 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



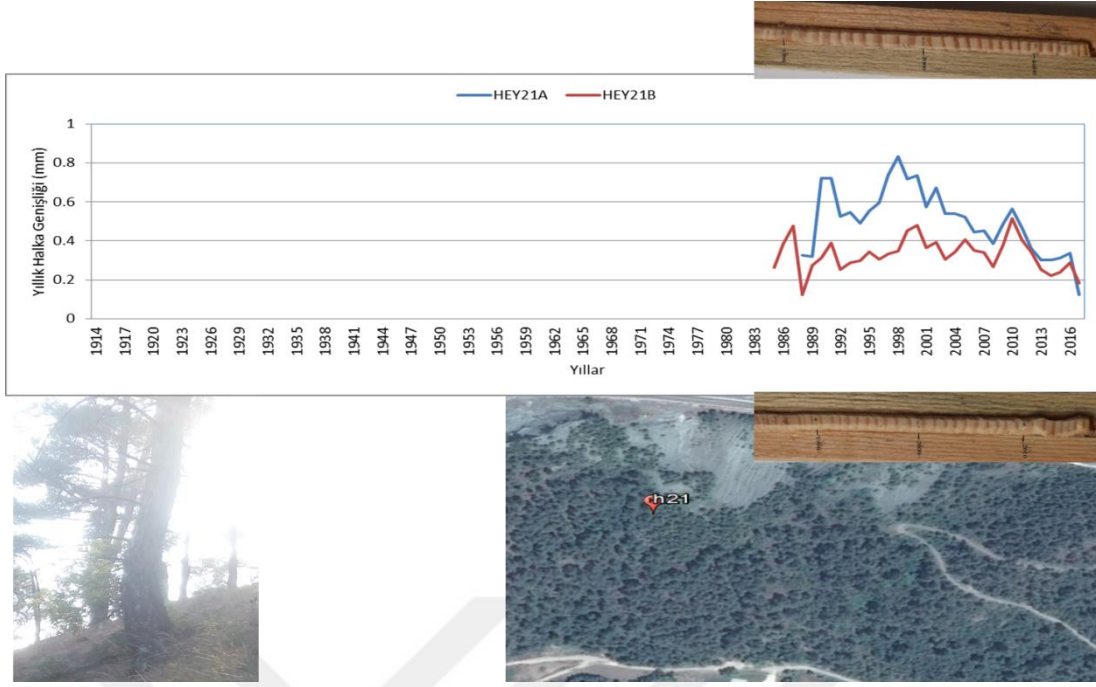
Şekil 128. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY18 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



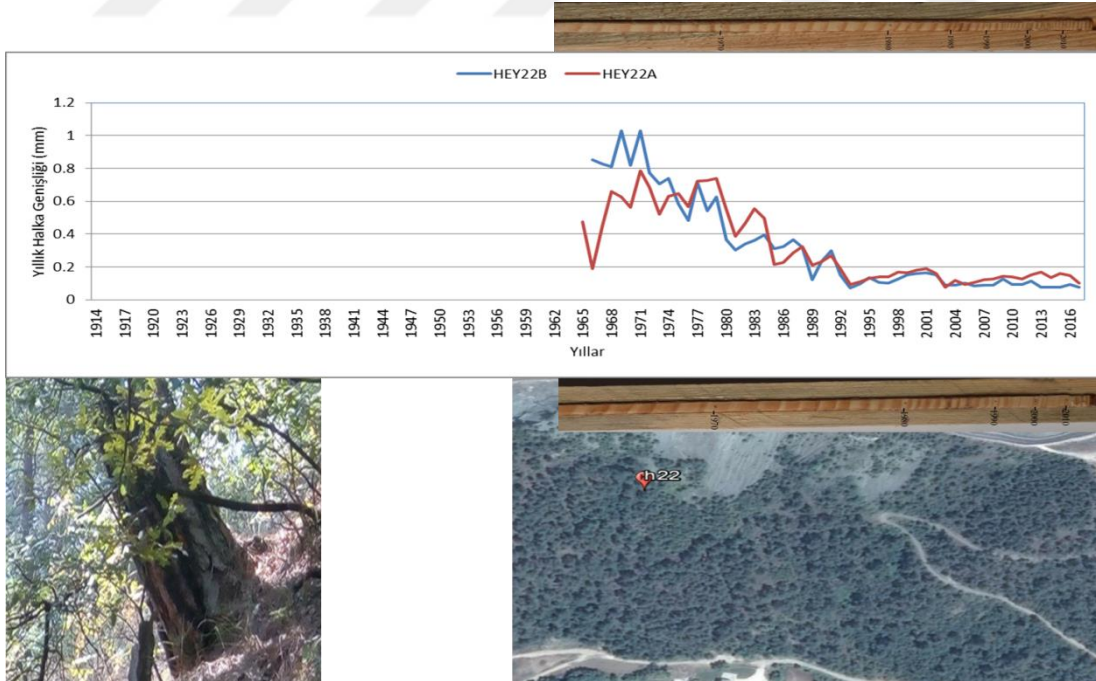
Şekil 129. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY19 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



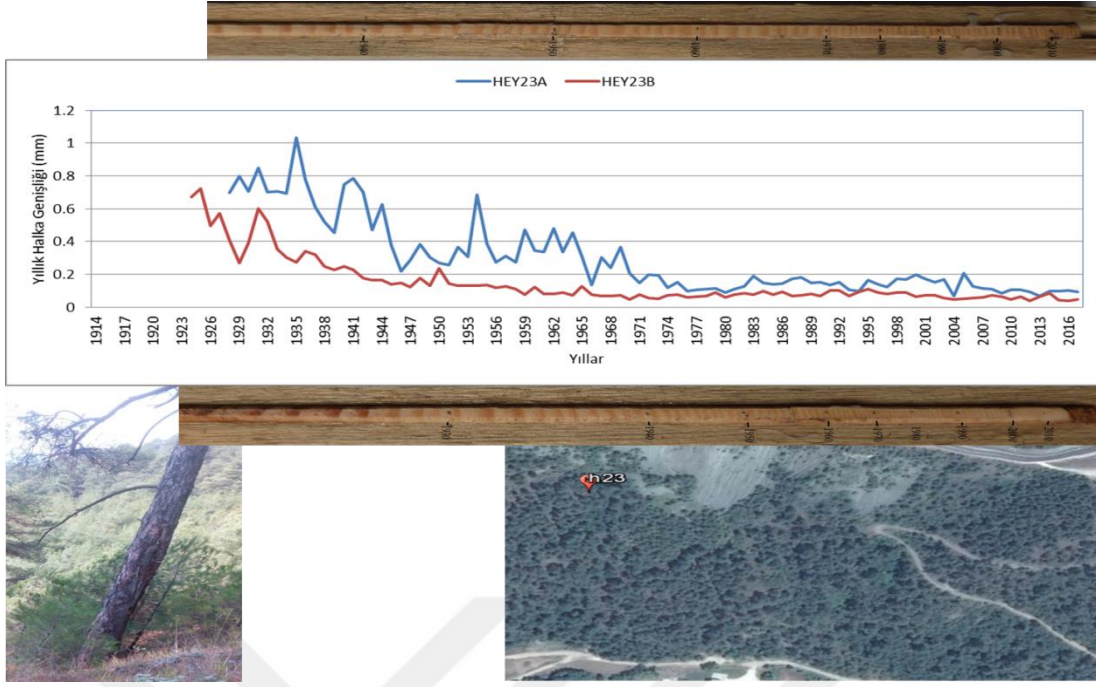
Şekil 130. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY20 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



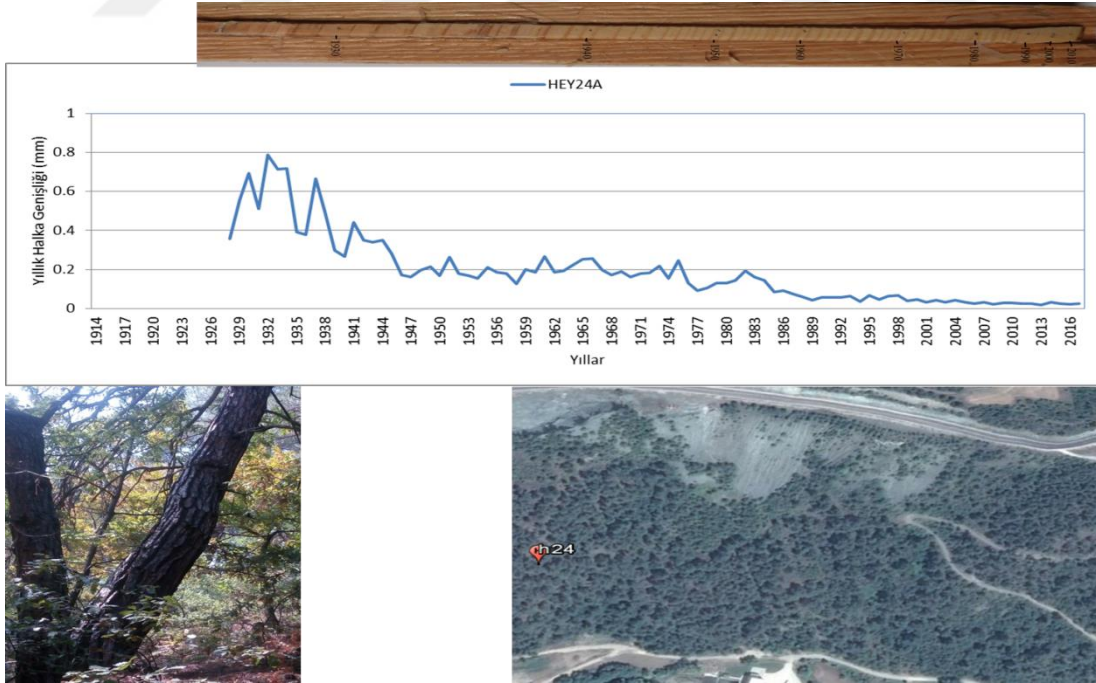
Şekil 131. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY21 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



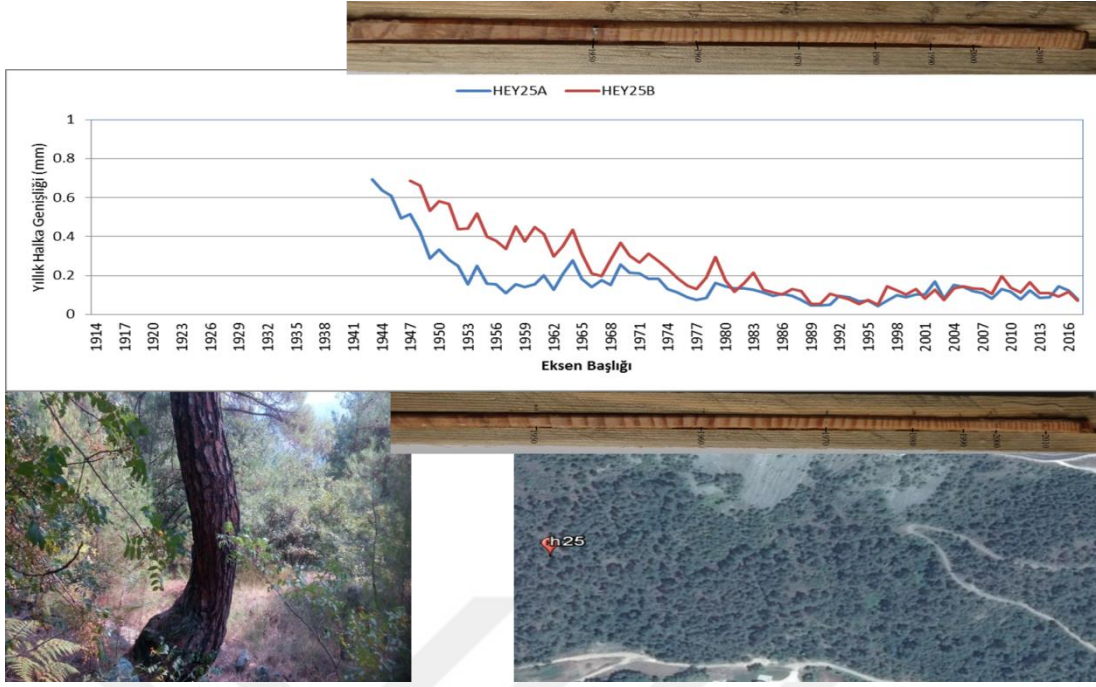
Şekil 132. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY22 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



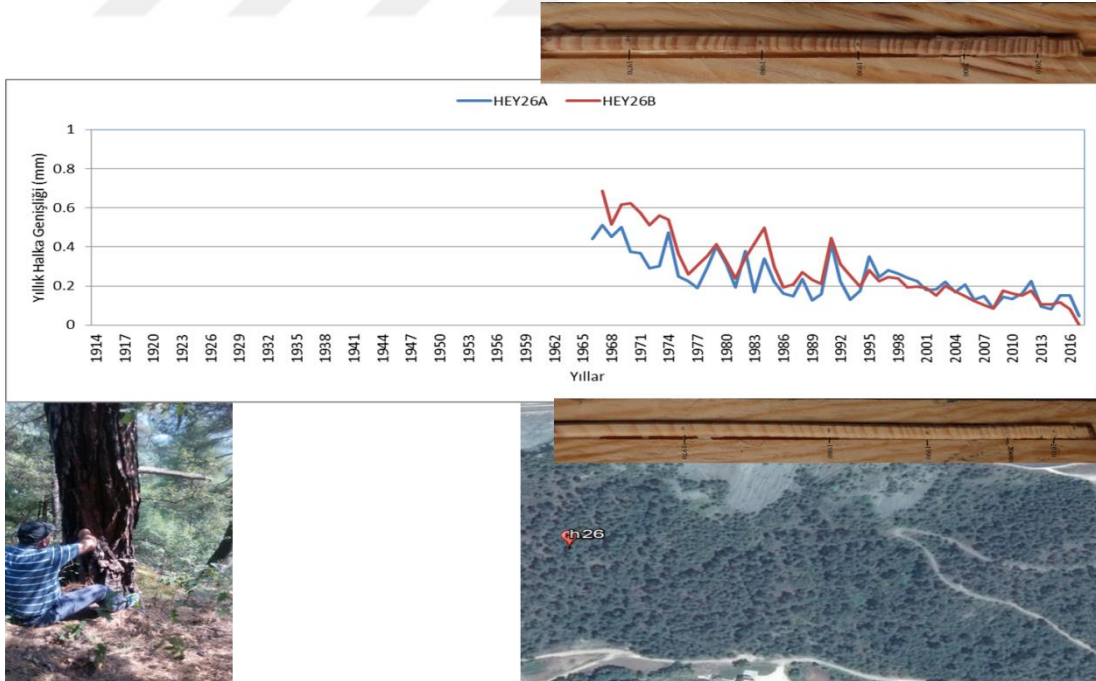
Şekil 133. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY23 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



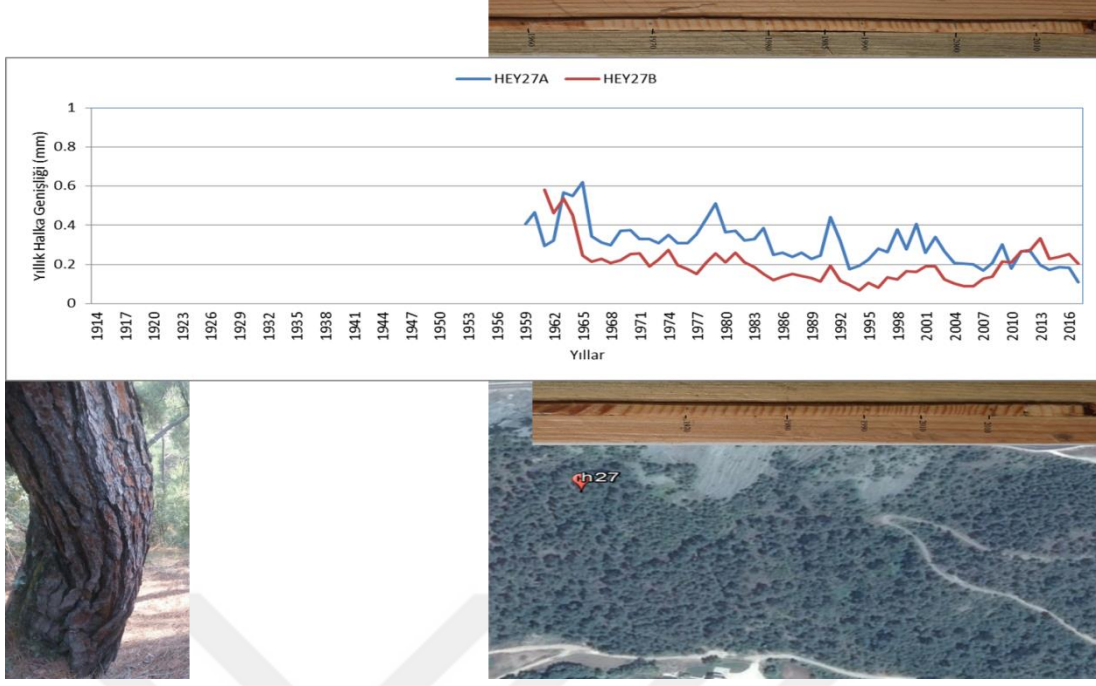
Şekil 134. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY24 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



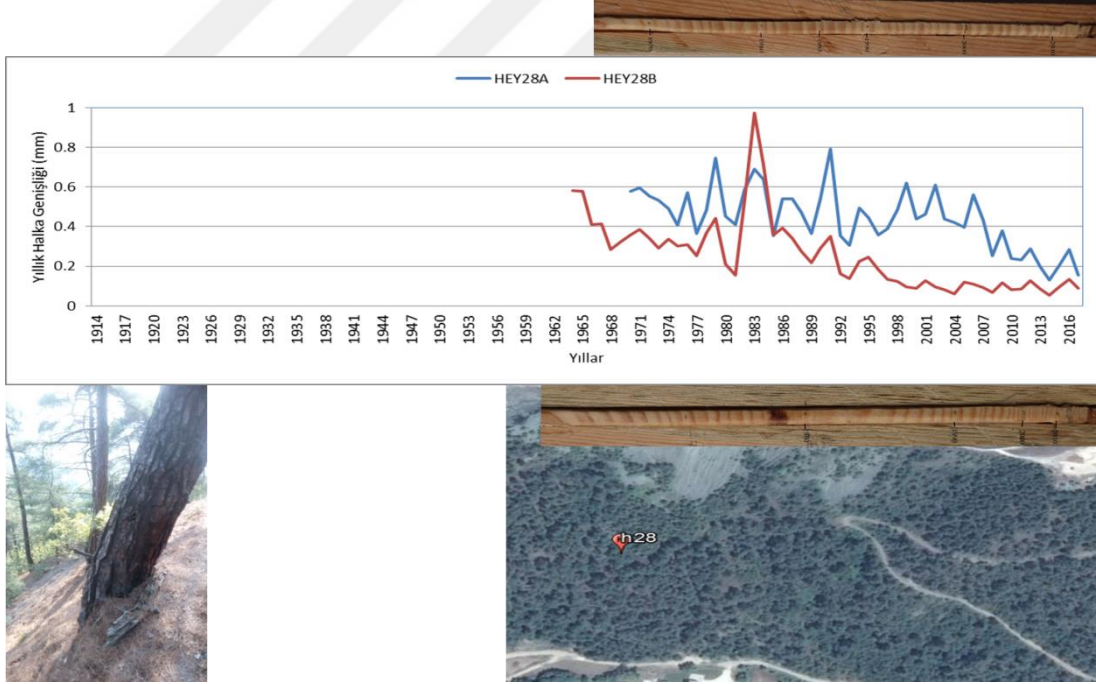
Şekil 135. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY25 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



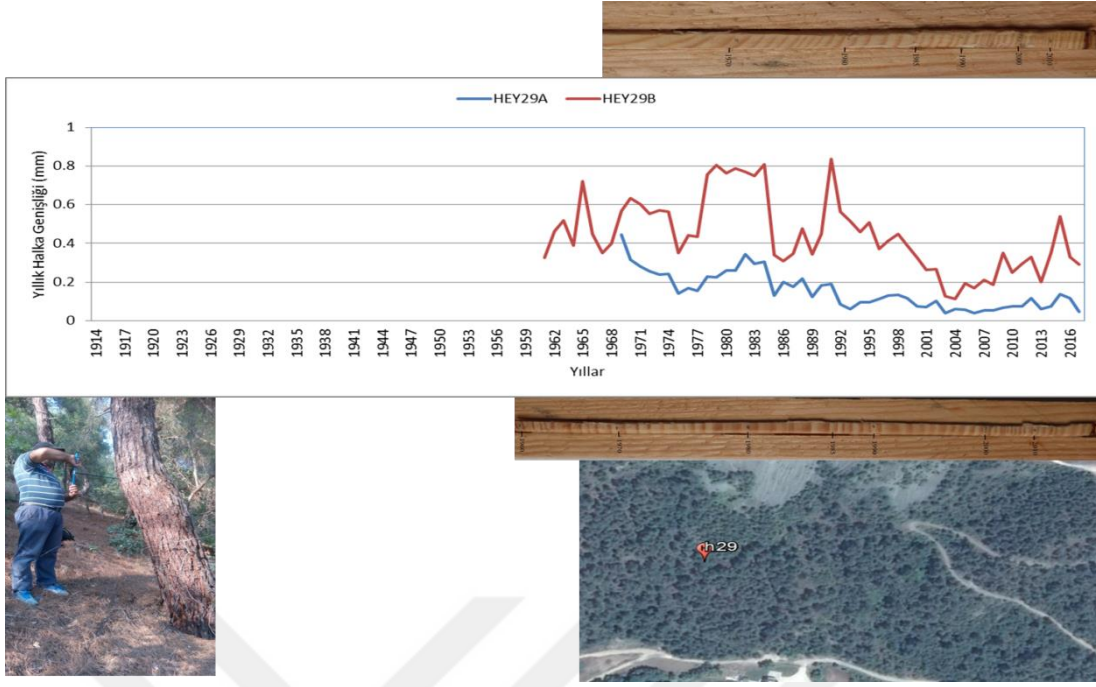
Şekil 136. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY26 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalem, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalem, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



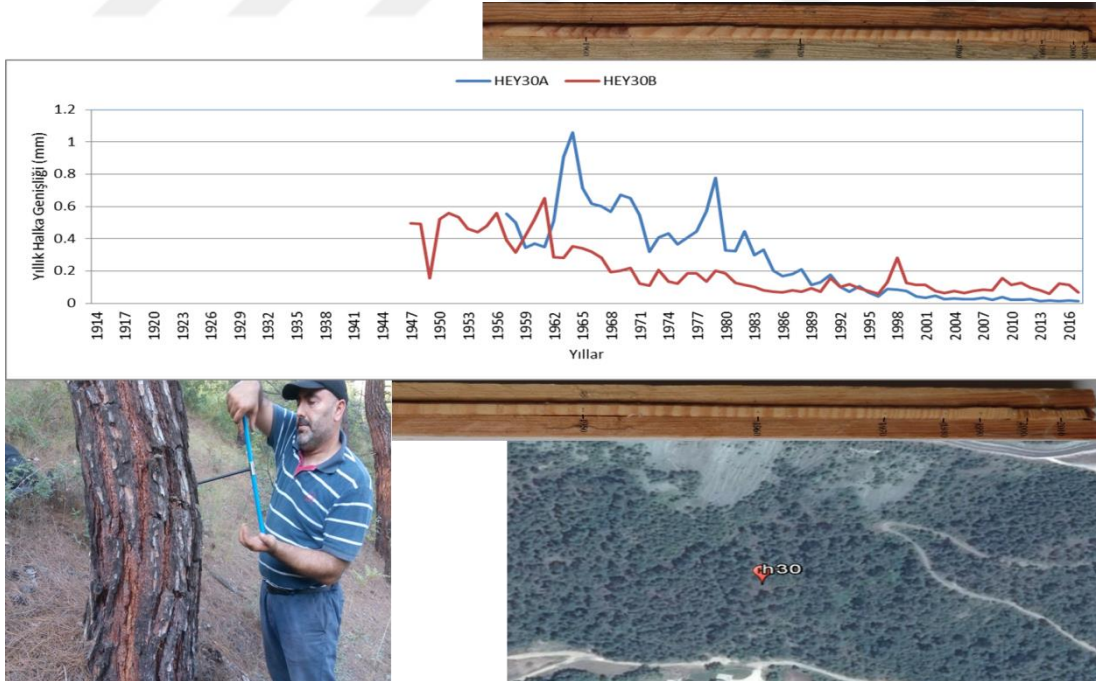
Şekil 137. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY27 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemî, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemî, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



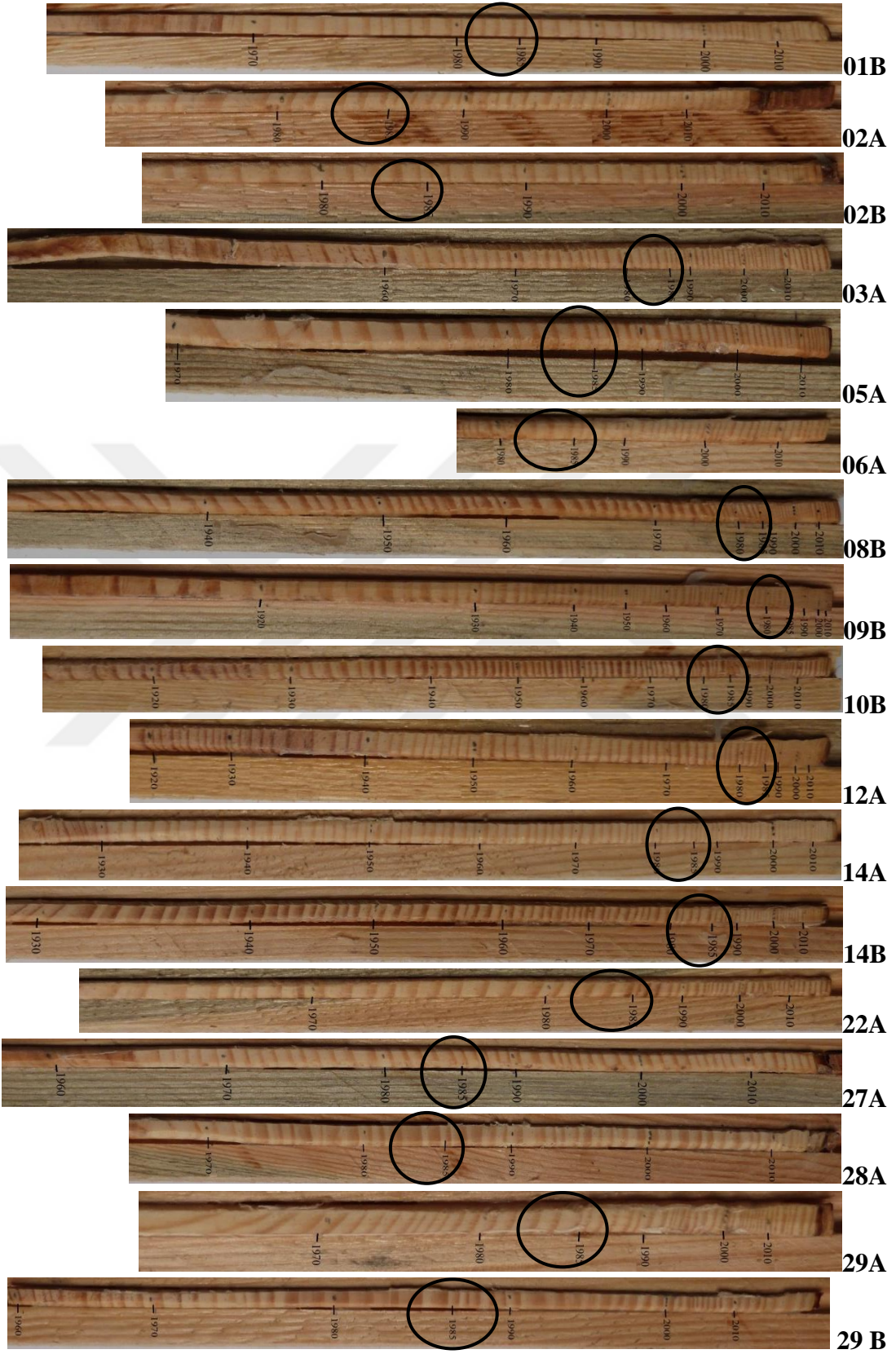
Şekil 138. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY28 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemî, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemî, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



Şekil 139. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY29 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



Şekil 140. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY30 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu).



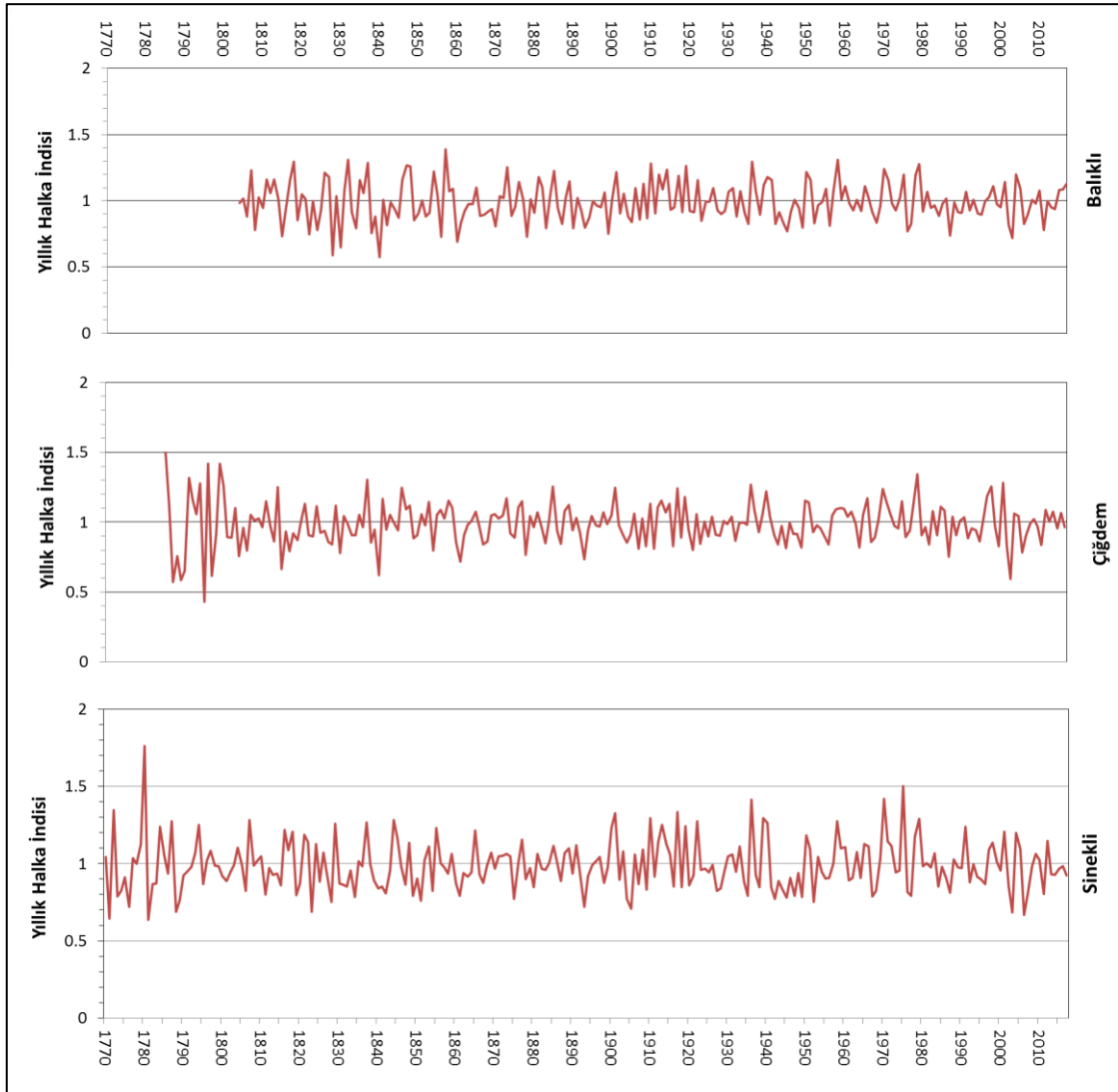
Şekil 141. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklerde 1985 yılında gözle görülür daralmaların olduğu bazı artım kalemleri.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Dendrokronolojik Sonuçlar

Tez kapsamında Elmacık Dağı'ndan 3 yöre kronolojisi oluşturulmuştur. Yöre kronolojileri için, araştırma sahasında mevcut ağaç türleri arasında dendrokronolojik araştırmalarda sıkça kullanılan ve diğer türlere göre daha yaşlı örnekleri bulunabilen Sarıçam (*Pinus Sylvestris*) ağaçları tercih edilmiştir.

Sinekli yöre kronolojisi (SIN) 248 yıllık (1770-2017 arası), Çiğdem yöre kronolojisi (CIG) 233 yıllık (1785-2017 arası) ve Balıklı yöre kronolojisi (BAL) 214 yıllık (1804-2017 arası) dönemi kapsamaktadır (Şekil 142).



Şekil 142. Araştırma alanından alınan örneklerden oluşturulan yöre kronolojileri.

Elmacık Dağı'nda oluşturulan yöre kronolojileri arasında en uzun dönemli olanı Sinekli (SIN) yöre kronolojisidir (248 yıl). Dağın güneydoğusunda yer alan Sinekli yaylasından Abant'a inilen yolun yakınlarından ve güney-güneydoğu bakılardan oluşturulan bu kronoloji, araştırmada yapılan iklim rekonstrüksiyonlarında da en çok kullanılan kronolojidir. Aynı zamanda ağaçlar arasındaki ortak sinyalin gücünü gösteren birinci özvektörün varyansı ve sinyal/gürültü oranı Sinekli yöre kronolojisinde en yüksek çıkmıştır (*Tablo 60*).

Çiğdem yöre kronolojisi Sakarya/Hendek sınırlarında yer alan Çiğdem ve Dikmen yaylaları arasında kalan alanın güney kesiminden alınan örneklerden oluşturulmuştur. Toplam 233 yıl uzunluğa sahip olan kronoloji, geriye doğru 170 yıllık (1848-2017) dendroklimatolojik rekonstrüksiyon yapmaya uygun olarak tespit edilmiştir. Bu süre belirlenirken esas alınan kriter alt örnek işaret gücünün (SSS) 0.85'ten büyük olmaya başladığı yıl olmuştur (*Tablo 62*).

Balıklı yöre kronolojisi Düzce sınırlarında yer alan Balıklı yaylasının güney kesiminden alınan örneklerden oluşturulmuştur. Ağaçlarda iklim koşullarına duyarlılığı gösteren ortalama duyarlılık katsayıları araştırma alanından oluşturulan üç kronolojide de birbirine çok yakındır. Bununla birlikte söz konusu değer en yüksek Balıklı yöre kronolojisinde çıkmıştır (*Tablo 62*).

Ortalama duyarlılık katsayısı 0.10-0.19 arasında ise az duyarlı, 0.20-0.29 arasında ise orta duyarlı ve 0.30'dan büyük ise duyarlıdır (*Grissino-Mayer 2001*).

Tablo 62. Yöre kronolojileri için örnek alınan yerlerin genel özellikleri ve Arstan çıktıklarından elde edilen özet istatistikler.

	Sinekli	Çiğdem	Balıklı
Yöre Kodu	SIN	CIG	BAL
Rakım (metre)	1300-1400	1400-1500	1300-1400
Bakı	G-GD	G-GD	G-GD
Eğim (%)	20-30	30-40	20-30
Ağaç/Kalem Sayısı	26/49	25/45	21/40
Kronoloji Aralığı	1770-2017	1785-2017	1804-2017
Kronoloji Uzunluğu	248	233 yıl	214
Alt Örnek Sinyal Gücünün (SSS) 0.85'ten Büyük Olmaya Başladığı Yıl	1858	1848	1873
Ortalama Duyarlılık	0.1801	0.1776	0.1815
Standart Sapma	0.2105	0.1562	0.1498
Sinyal/Gürültü Oranı	14.091	8.068	7.254
Tüm Kalemler Arasındaki Korelasyon	0.365	0.294	0.283
Birinci Özvektörün Varyansı (%)	39.13	31.98	31.59

Oluşturulan yöre kronolojileri arasındaki uyumu saptamak amacıyla korelasyon katsayıları ve eğrilerin uyum yüzdesi (EUY) değerleri hesaplanarak anlamlılıkları denetlenmiştir. Yöre kronolojileri arasındaki eğrilerin uyum yüzdesi değerleri (EUY) ve korelasyon katsayıları 0.999 güven düzeyinde anlamlıdır (*Tablo 63, Tablo 64*).

Tablo 63. Yöre kronolojileri arasındaki eğrilerin uyum yüzdeleri (EUY).

	Sinekli (SIN)	Çiğdem (CIG)	Balıklı (BAL)
Sinekli (SIN)	100		
Çiğdem (CIG)	75***	100	
Balıklı (BAL)	76***	76***	100

*** 0.999 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 64. Yöre kronolojileri arasındaki korelasyon katsayıları.

	Sinekli (SIN)	Çiğdem (CIG)	Balıklı (BAL)
Sinekli (SIN)	100		
Çiğdem (CIG)	0.61***	100	
Balıklı (BAL)	0.63***	0.63***	100

*** 0.999 güven düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Dendroklimatolojik Sonuçlar

Tepki Fonksiyonu Sonuçları

Araştırma sahasından alınan örneklerle oluşturulan üç yöre kronolojisi için (Sinekli, Çiğdem ve Balıklı), Elmacık Dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli iklim kayıtları olan Bolu, Sakarya ve Düzce meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık, aylık ortalama minimum sıcaklık ve aylık ortalama toplam yağış verileri kullanılarak ayrı ayrı tepki fonksiyonu ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan tepki fonksiyonlarının özeti *Tablo 64*'te, Pearson korelasyon katsayılarının özeti ise *Tablo 65*'te verilmiştir.

Tepki fonksiyonu sonuçlarına göre çalışılan tüm istasyonlar için mayıs yağışlarının tüm yörelerde halka genişliğini 0.95 güven düzeyinde anlamlı olacak şekilde pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Bu sonuç, yöre kronolojileri için örneklerin alındığı sahalarda vejetasyon dönemlerinin mayıs ayında başladığı dikkate

alındığında daha da anlam kazanmaktadır. Mayıs yağışlarında görülecek artışla birlikte büyüme de hızlanacak ve sarıçamlar daha geniş halkalar oluşturacaktır.

Bolu ve Düzce istasyonlarının şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışlarının halka gelişimine etkisi olumlu yöndedir. Önceki yılın ekim ve kasım yağışları, çalışılan tüm istasyonlar için tüm yörelerde halka genişliğini negatif etkilemektedir. Bu etki Sakarya meteoroloji istasyonunda BAL yöre kronolojisi için 0.95 güven düzeyinde anlamlıdır (*Tablo 65*).

Akkemik (2000), Antalya civarındaki karaçamlar üzerine yaptığı çalışmada yıllık halka gelişimi üzerinde yağışın özellikle bahar ve yaz aylarında pozitif etkisi olduğunu; *Hughes ve diğ. (2001)*, Ege havzasında mayıs-haziran yağışlarının yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif etki yaptığını, *Yaman ve Sarıbaş (2004)*, Bartın-Kumluca çevresinden aldıkları sarıçamlar üzerinde yaptıkları analizlerde Erinç (1996) formülüyle hesapladıkları temmuz ayı yağış etkinliği indis değerleri ile yıllık halka gelişimi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu, diğer aylardaki ilişkilerin anlamlı olmadığını; *Köse ve diğ. (2005)*, aylık toplam yağış değerleri ile oluşturduğu dört yöre kronolojisi arasında halka oluşum yılının mayıs ve haziran aylarında yüksek ve anlamlı olmakla beraber mayıs, haziran, temmuz, ağustos aylarında pozitif bir ilişki gözlemlendiğini; *Griggs ve diğ. (2007)*, mayıs-haziran yağışlarının Türkiye'nin kuzeybatısında meşe ağaçları için birincil sınırlayıcı faktör olduğunu, söz konusu dönemde yağışların arttığı yıllarda yıllık halka genişliklerinin de arttığını; *Güner (2010)*, karaçamalarda genel olarak nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki yağış artışının yıllık halka genişliğini pozitif yönde etkilediğini, mayıs ve haziran ayları için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayıları birçok yörede oldukça yüksek olduğunu, sarıçamlardan oluşturulan yöre kronolojilerinde mart ve mayıs aylarının pozitif etki yaptığını; *Kara (2011)*, mayıs ayında yağışın yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilediğini; *Köse ve Güner (2012)*, Artvin'de doğu kayınlarında aylık toplam yağış ile halka genişliği arasında haziran ayında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu; *Doğan (2014)*, genel olarak nisan-temmuz yağışları ile eylül-ekim yağışlarının karaçamların yıllık halka gelişimini olumlu etkilediğini, bununla birlikte genellikle kış yağışları ocak-şubat kısmen mart ayı ile ağustos ayı ve bir önceki yılın kasım, ayrıca üst seviyelerde aralık ayı yağışları karaçamların yıllık halka gelişimini olumsuz etkilediğini tespit etmişlerdir. *Kopabayeva ve diğ. (2017)*, Kazakistan'ın Burabai Bölgesi'ndeki sarıçamlar üzerine yaptıkları çalışmada önceki

yılın ekim ayı ile halka oluşum yılının temmuz ayına kadarki dönem de aylık toplam yağışlarla yıllık halka gelişimi arasında pozitif ilişki tespit etmişlerdir. Bu ilişki önceki yılın kasım ayı ile halka oluşum yılının nisan-temmuz döneminde anlamlıdır. Aynı çalışmada ağustos-eylül aylarında yağışla halka gelişimi arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Yıllık halka genişliğini yağışla birlikte en fazla etkileyen faktör olan sıcaklık koşulları değerlendirildiğinde, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının tüm istasyonlar için tüm yörelerde halka genişliğini pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Vejetasyon dönemlerinin mayıs ayında başladığı örnek alan sahalarında, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklardaki artışla birlikte büyüme dönemi daha erken başlayabilecek ve büyüme dönemindeki uzama sarıçamalarda daha geniş halkaların oluşmasına ortam hazırlayabilecektir.

Mart ayı ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimine etkisi tüm istasyonlar için tüm yörelerde 0.95 güven düzeyinde pozitif yönde anlamlıdır. Düzce için sonuçlar nisan ayında da 0.95 güven düzeyinde anlamlı çıkmıştır. Önceki yılın ekim ayı ile halka gelişim yılının temmuz-ekim dönemi ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimine etkisi negatiftir. Bu etki CIG yöre kronolojisi için 0.95 güven düzeyinde anlamlıdır (*Tablo 65*).

Akkemik (2000), Antalya civarındaki karaçamlar üzerine yaptığı çalışmada yıllık halka gelişimi üzerinde ocak ve şubat sıcaklığının negatif etkisi olduğunu; *Hughes ve diğ. (2001)*, Ege havzasında mart-nisan ortalama sıcaklıklarının yıllık halka gelişimi üzerinde pozitif etki yaptığını, *Köse ve diğ. (2005)*, ortalama sıcaklık değerleri ile yöre kronolojileri arasındaki korelasyon katsayılarının mart ve nisan aylarındaki pozitif ve özellikle nisan ayında anlamlı değerlere ulaştığını, yağışın aksine sıcaklığın mayıs, haziran, temmuz, ağustos aylarında yıllık halka genişliği üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu; *Griggs ve diğ. (2007)*, mayıs-haziran sıcaklıklarının halka genişliği üzerindeki etkisinin yağışla da bağlantılı olduğunu, yağıştaki artışın daha fazla bulutluluk, daha az güneş ışığı, daha az buharlaşma ve daha düşük sıcaklıklara neden olduğu gerekçesiyle sıcaklıkla halka genişliği arasında negatif ilişki olduğunu; *Köse (2007)*, Batı Anadolu'da sıcaklık için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının genel olarak düşük ve birçok yöre kronolojisi için anlamsız olduğunu, çalıştığı alanda sıcaklığın yıllık halka gelişimi üzerinde genel olarak anlamlı bir sınırlayıcı etkiye sahip olmadığını; *Güner (2010)*, sıcaklık için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının

genel olarak düşük ve bir çok yöre kronolojisi için anlamsız olduğunu, genel olarak mart ve nisan aylarındaki sıcaklık artışının, Sakarya Havzası'ndaki karaçamların yıllık halka gelişimini arttırdığını, sarıçamalarda ise yüksek sıcaklıkların yıllık halka genişliğini mart ayında pozitif, nisan ayında ise negatif yönde etkilediğini; *Kara (2011)*, Tepki fonksiyonu katsayıları sonuçlarına göre Mart ayında sıcaklık yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilediğini; *Köse ve Güner (2012)*, aylık ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların mart-temmuz döneminde yıllık halka genişliğini arttırdığını, maksimum sıcaklığın etkisinin minimum sıcaklıkların etkisine göre çok daha güçlü olduğunu, aylık toplam yağış ile halka genişliği arasında ise haziran ayında pozitif yönde anlamlı ilişki olduğunu; *Doğan (2014)*, genel olarak karaçamların yıllık halka gelişimi üzerinde bir önceki yılın kasım-aralık ve halka oluşum yılının şubat-mayıs aylarındaki yüksek sıcaklıkların pozitif, haziran-ağustos aylarındaki yüksek sıcaklıkların negatif etkisi görüldüğünü ifade etmişlerdir. *Kopabayeva ve diğ. (2017)*, Kazakistan'ın Burabai Bölgesi'ndeki sarıçamlar üzerine yaptıkları çalışmada önceki yılın ekim ayın ile halka oluşum yılının nisan ayı arasında aylık ortalama sıcaklıklarla yıllık halka gelişimi arasında pozitif ilişki olduğunu ve bu ilişkinin de önceki yılın kasım ayında anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada mayıs-ağustos dönemi ortalama sıcaklıkları ile halka gelişim arasında ise negatif ilişki bulunmuştur.

Aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklıklarla yıllık halka genişliği arasındaki ilişkiler açısından bu araştırmayla yapılan diğer araştırmaların sonuçları benzerdir. Diğer çalışmalardan farklı olarak tez kapsamında aylık ortalama maksimum ve minimum sıcaklıklarla yıllık halka genişliği arasındaki ilişkiler de incelenmiştir.

Aylık ortalama maksimum sıcaklıkların yıllık halka genişliklerine etkisi incelendiğinde, ocak-nisan dönemi için söz konusu etkinin tüm istasyonlar için tüm yörelerde pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Düzce meteoroloji istasyonu için tüm yörelerde nisan ayı maksimum sıcaklıklarının etkisi 0.95 güven düzeyinde pozitif yönde anlamlıdır. Temmuz ve ağustos aylarında tüm istasyonlar için tüm yörelerde aylık ortalama maksimum sıcaklıkların yıllık halka genişliklerine pozitif yönde etki yaptığı görülmektedir. Halka gelişim yılının eylül ve ekim aylarında tüm istasyonlar için tüm yörelerde aylık ortalama maksimum sıcaklıkların yıllık halka genişliklerine negatif yönde etkisi söz konusudur. Önceki yılın ekim ayı ile halka gelişim yılının temmuz-eylül dönemi ortalama minimum sıcaklıkları yıllık halka gelişimini olumsuz

etkilemektedir. Bu etki Bolu ve Düzce meteoroloji istasyonları için SIN yöre kronolojisinde 0.95 güven düzeyinde anlamlıdır (Tablo 65).

Ortalama minimum sıcaklıklardaki artış, önceki yılın kasım ve aralık ayları ile halka oluşum yılının ocak, mart, nisan ve ekim ayları için yıllık halka gelişimini pozitif yönde etkilemektedir. SIN yöre kronolojisinde martta, BAL yöre kronolojisinde ise nisanda bu etki tüm istasyonlar için 0.95 güven düzeyinde anlamlıdır (Tablo 65).

Tablo 65. Tez Kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).

	Kod	Toplam yağış												Ortalama sıcaklık													
		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
Bolu	SIN	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	
	CIG	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
	BAL	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
Düzce	SIN	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-		
	CIG	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-		
	BAL	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-		
Sakarya	SIN	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-		
	CIG	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-		
	BAL	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-		
		MAKSİMUM SICAKLIK												MİNİMUM SICAKLIK													
	KOD	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
Bolu	SIN	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	
	CIG	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	
	BAL	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	
Düzce	SIN	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
	CIG	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	
	BAL	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	
Sakarya	SIN	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
	CIG	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	
	BAL	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	

Tablo 66. Tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan Pearson korelasyon katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).

		Toplam yağış												Ortalama sıcaklık													
		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
Bolu	SIN	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
	CIG	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
	BAL	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-
Düzce	SIN	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-
	CIG	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-
	BAL	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-
Sakarya	SIN	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
	CIG	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-
	BAL	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
		MAKSİMUM SICAKLIK												MİNİMUM SICAKLIK													
		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
Bolu	SIN	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	CIG	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+
	BAL	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+
Düzce	SIN	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
	CIG	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
	BAL	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Sakarya	SIN	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
	CIG	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	
	BAL	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+

İklim Verilerine İlişkin Rekonstrüksiyonlar

Tepki fonksiyonu hesaplamalarının değerlendirilmesi sonucunda rekonstrüksiyon yapmaya uygun meteoroloji istasyonları ve bunlara ait iklim unsurlarına karar verilmiştir (Tablo 67).

Elmacık Dağı ve yakın çevresinde uzun dönemli iklim kayıtları olan Bolu (1950-2017), Sakarya (1956-2017) ve Düzce (1963-2017) meteoroloji istasyonları için rekonstrüksiyonlar yapılmıştır.

Tablo 67. Rekonstrüksiyonu yapılan iklim unsurları.

Meteoroloji İstasyonu	Rekonstrüksiyonu Yapılan İklim Unsuru	Kullanılan Yöre Kronolojisi	Rekonstrüksiyon Periyodu	Rekonstrüksiyon Uzunluğu
Bolu	Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli	1858 - 2017	160
	Mayıs-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli	1858 – 2017	160
	Yıllık toplam yağış	Sinekli	1858 – 2017	160
Düzce	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Çiğdem	1848 - 2017	170
	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu	Balıkli	1873 - 2017	145
	Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Sinekli	1858 – 2017	160
Sakarya	Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Çiğdem	1848 – 2017	170

Bolu meteoroloji istasyonu için mayıs-ağustos toplam yağışlarının, şubat-ağustos toplam yağışlarının ve yıllık toplam yağışların 160 yıllık; Sakarya meteoroloji istasyonu için ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının 170 yıllık; Düzce meteoroloji istasyonu için ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının 170 yıllık, ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının maksimumunun 145 yıllık ve şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının 160 yıllık geriye dönük rekonstrüksiyonu yapılmıştır.

Rekonstrüksiyonlar yapıldıktan sonra yağış bakımından ortalamadan -1 standart sapma az olan yıllar *az yağışlı*, -2 standart sapma az olan yıllar *çok az yağışlı* olarak değerlendirilirken, ortalamadan +1 standart sapma fazla olan yıllar *yağışlı*, +2 standart sapma fazla olan yıllar *çok yağışlı* olarak sınıflandırılmıştır. Sıcaklık bakımından ise ortalamadan -1 standart sapma az olan yıllar *serin*, -2 standart sapma az olan yıllar *çok serin* olarak değerlendirilirken, ortalamadan +1 standart sapma fazla olan yıllar *sıcak*, +2 standart sapma fazla olan yıllar *çok sıcak* olarak sınıflandırılmıştır.

Bolu ve Düzce meteoroloji istasyonlarının yağış rekonstrüksiyonu sonuçları uyumlu çıkmıştır. Buna göre ortalamanın -1 standart sapma altında az yağışlı 14 yıl belirlenmiştir. Az yağışlı yılların 12 tanesi 1 yıl süreli 2 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1904-1905, 1944-45 yılları 2 yıl süreli az yağışlı yıllardır. Ortalamadan 2 standart sapma az yağışlı yıl tespit edilmemiştir. Ortalamaya göre +1 ve + 2 standart sapma farklı sonuçları olan 13 yıl belirlenmiştir. Bu yılların 3 tanesi çok yağışlıdır (1901, 1917 ve 1936 yılları). Yağışlı veya çok yağışlı yılların 11 tanesi 1 yıl süreli 2 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1900-1901, 1939-40 yılları 2 yıl süreli yağışlı yıllardır (*Tablo 68*).

Sakarya meteoroloji istasyonu ocak-nisan ortalama sıcaklıklarının rekonstrüksiyonuna göre, ortalamanın -1 standart sapma altında sıcak (serin) 20, -2 standart sapma altında sıcak (çok serin) 1 yıl (1861) belirlenmiştir. Serin veya çok serin yılların 19 tanesi 1 yıl, 2 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1860-61, 1867-68 yılları 2 yıl süreli serin yıllardır. Ortalamanın +1 standart sapma üzerinde sıcak 13, +2 standart sapma sıcak 3 yıl (1855, 1901 ve 1936 yılları) belirlenmiştir. Sıcak veya çok sıcak yılların 15'i 1 yıl, 1 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1950-51 yılları 2 yıl süreli sıcak yıllardır (*Tablo 68*).

Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan ortalama sıcaklıklarının rekonstrüksiyonuna göre, ortalamanın -1 standart sapma altında sıcak (serin) 19, -2 standart sapma altında sıcak (çok serin) 2 yıl (1861 ve 1893) belirlenmiştir. Serin veya çok serin yılların 19 tanesi 1 yıl süreli 2 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1860-61, 1867-68 yılları 2 yıl süreli serin yıllardır. Ortalamanın +1 standart sapma üzerinde sıcak 14, +2 standart sapma üzerinde sıcak 4 yıl (1855, 1901, 1917 ve 1936 yılları) belirlenmiştir. Sıcak veya çok sıcak yılların 16 tanesi 1 yıl süreli 2 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1876-77 ve 1950-51 yılları 2 yıl süreli sıcak yıllardır (*Tablo 68*).

Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan ortalama sıcaklıklarının maksimumunun rekonstrüksiyonuna göre, maksimum sıcaklığın ortalamanın -1 standart sapma altında olduğu 16 yıl belirlenmiştir. Maksimum sıcaklıkların ortalamasından -2 standart sapma az sıcak yıl tepti edilmemiştir. -1 standart sapma az sıcak yılların 15 tanesi 1 yıl süreli 1 tanesi ise 2 yıl sürelidir. 1944-45 yılları maksimum sıcaklıklar bakımından 2 yıl süreli serin yıllardır. Ortalamanın +1 standart sapma üzerinde sıcak 14, +2 standart sapma üzerinde sıcak 3 yıl (1910, 1919 ve 1936 yılları) belirlenmiştir. Maksimum sıcaklıklar bakımından sıcak yılların 15'i 1 yıl süreli 2'si ise 2 yıl sürelidir. 1940-41 ve 1950-51 yılları 2 yıl süreli sıcak yıllardır (*Tablo 49*).

Tablo 68. Tez kapsamında yapılan rekonstrüksiyonlar sonucunda ortalamanın 1 ve 2 standart sapma altında ve üzerinde olan yıllar (yağışta sarı kutular -1 standart sapma , kırmızı kutular -2 satandart sapma az yılları, açık maviler +1 standart sapma, koyu maviler +2 satandart sapma fazla yılları; sıcaklıkta açık maviler -1 standart sapma , koyu maviler -2 satandart sapma az yılları, sarılar +1 standart sapma kırmızılar + 2 standart sapma fazla yılları göstermektedir).

	Yağışla İlgili Rekonstrüksiyonlar				Sıcaklıkla İlgili Rekonstrüksiyonlar		
	Bolu Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Düzce Şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Bolu Mayıs-ağustos dönemi aylık toplam yağış	Bolu Yıllık toplam yağış	Sakarya Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Düzce Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklık	Düzce Ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu
1848						+1	
1848							
1849							
1850							
1851							
1852							
1853					+1	+1	
1854					-1	-1	
1855							
1856							
1857							
1858					+1	+1	
1859							
1860					-1	-1	
1861	-1	-1	-1	-1	-2	-2	
1862							
1863							
1864							
1865	+1	+1	+1	+1			
1866							
1867					-1	-1	
1868					-1	-1	
1869							
1870							
1871							
1872							
1873					+1	+1	+1
1874							
1875	-1	-1	-1	-1			
1876						+1	+1
1877	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
1878					-1	-1	-1
1879							
1880							

Tablo 68. devam

1881							+1
1882							
1883					-1	-1	-1
1884							
1885					+2	+2	+1
1886							
1887					-1	-1	-1
1888							
1889					+1	+1	+1
1890							-1
1891							
1892							
1893	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-1
1894							
1895							
1896							
1897							
1898							
1899							-1
1900	+1	+1	+1	+1			
1901	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+1
1902							
1903							
1904	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
1905	-1	-1	-1	-1			-1
1906							
1907					-1	-1	-1
1908							
1909	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
1910	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2
1911					-1	-1	
1912							+1
1913	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
1914							+1
1915					+1	+1	
1916					-1	-1	
1917	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+1
1918							
1919	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+2
1920							
1921					-1	-1	
1922	+1	+1	+1	+1			+1
1923					-1	-1	-1
1924							
1925							
1926							
1927	-1	-1	-1	-1			
1928							
1929							
1930							
1931							
1932					-1	-1	
1933							
1934							

Tablo 68. devam

1935	-1	-1	-1	-1			-1
1936	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
1937							
1938							
1939	+1	+1	+1	+1			
1940	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1941							+1
1942	-1	-1	-1	-1			-1
1943					-1	-1	
1944	-1	-1	-1	-1			-1
1945	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1946							
1947	-1	-1	-1	-1			
1948							
1949	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1950	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
1951					+1	+1	+1
1952	-1	-1	-1	-1			-1
1953							
1954							
1955							
1956					-1	-1	-1

Erinç (1996), dendroklimatolojik araştırmalara göre İç Anadolu'nun kuzey kısmında 18. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren önemli yağış değişikliklerinin olduğunu ve 1770-1773, 1779-1782, 1792, 1799-1803, 1819-1822, 1845, 1853, 1873-1874, 1882, 1890-1892, 1894, 1898-1900, 1916-1918, 1927-1930, 1932, 1940 yıllarında yağışın normalden az olduğunu gösterdiğini ifade etmiştir.

1887 yılı *Akkemik ve diğ. (2005)* tarafından Kastamonu civarı için, *Akkemik ve Aras (2005)* tarafından Konya için, *Hughes ve diğ. (2001)* tarafından Ege havzası için, *Köse (2007)* tarafından da Kütahya, Afyon, Eskişehir ve Isparta için çok kurak yıl olarak ifade edilmiştir. Hatta *Köse (2007)*, Osmanlı Arşivlerinde, 1887 yılında Anadolu'da büyük bir kuraklık ve kıtlık yaşandığından bahsetmektedir. Bu çalışmada da yağış rekonstrüksiyonu yapılan Bolu ve Düzce istasyonları için 1887 yılı normalden az yağışlıdır. Ancak bu azlık -1 standart sapmayı bulmamıştır.

1893-94 yıllarını *Köse (2007)*, Batı Anadolu için 2 yıllık kurak dönem olarak, *Akkemik ve Aras (2005)*, 1893 yılını Konya için ekstrem kurak yıl olarak belirlemiştir. *Tekin (2015)*, 1892-1893 döneminde bir kuraklık yaşandığından, kuraklığın özellikle Erzurum ve Bitlis başta olmak üzere Doğu Anadolu bölgesinde de etkili olduğundan bahsetmiştir. Ayrıca kuraklık Karadeniz bölgesinde de ağırlıklı olarak Bayburt ve

çevresini etkilemiş olup, bu bölgelerden yaklaşık 20.000 civarında fakir halkın Trabzon'a göç etmek zorunda kaldığını da belirtmiştir. Bu çalışmada da 1893 yılı Bolu ve Düzce için az yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir.

1901 yılının genelinde ama özellikle de temmuzda Anadolu'nun birçok yerinde aşırı yağışlardan ve buna bağlı olarak da sel ve taşkınlardan, bu sel ve taşkınların da can ve mal kayıplarına neden olduğundan *Gönüllü (2010)* bahsetmektedir. *Köse (2007)*, 1901 yılını Batı Anadolu için yağışlı yıl olarak belirlemiştir. Bu çalışmada 1901 yılı Bolu ve Düzce için çok yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir.

1909 yılının da 1893 yılıyla birlikte az yağışlı bir yıl olduğunu *Köse ve diğ. (2013)* ifade etmiştir. Hatta Osmanlı arşivlerine dayanarak söz konusu yıllarda kıtlık nedeniyle buğday ihracatının yasaklandığından bahsetmektedir. 1909 yılı bu çalışmada da az yağışlı yıl olarak belirlenmiştir.

1927-28 yıllarını *Akkemik ve diğ. (2005)* ekstrem kurak yıllar olarak; *Köse (2007)*, 1927 yılını Kütahya, Afyon, Eskişehir ve Isparta için kurak yıl olarak ifade etmiştir. *Kadioğlu (2001)*, 1925-28 dönemini 4 yıllık kurak dönem olarak belirtmiştir. Bu çalışmada da Bolu ve Düzce için 1925-28 dönemi ortalamadan az yağışlı olmakla birlikte, sadece 1927 yılı -1 standart sapma az yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir.

1935 yılında, kayıtlı yağış değerlerine göre Güneybatı Anadolu'da en kurak ilkbaharın 18 mm ile yaşandığı *Erkan ve diğ. (2004)* tarafından ifade etmektedir. Bu çalışmada da 1935 yılı Bolu ve Düzce için az yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir.

Hughes ve diğ. (2001) tarafından Ege havzası için 1901, 1910, 1917, 1919, 1936 yağışlı yıl olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da söz konusu yıllar yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir. Hatta 1901, 1917 ve 1936 yılları çok yağışlı yıllardır

Akkemik ve Aras (2005) tarafından yapılan, Konya meteoroloji istasyonunun 1689-1994 yıllarını kapsayan mayıs-ağustos dönemi yağış tahminine göre 1900-1902 dönemi 3 yıl süreli yağışlı yıl olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde 1900-1902 dönemi ortalamadan az yağışlı yıllar olarak belirlenmiştir.

Griggs ve diğ. (2007) tarafından ekstrem kurak yıl olarak belirlenen 1947 yılı bu çalışmada da az yağışlı yıl olarak belirlenirken, aynı araştırmada ekstrem yağışlı yıl olarak belirlenen 1936 yılı tez kapsamında yapılan analizlerde çok yağışlı yıl olarak hesaplanmıştır.

Martin-Benito ve diğ. (2016), tarafından yapılan Batı Kafkasya için mayıs-haziran yağış rekonstrüksiyonuna sonuçlarına göre yağışlı yıllar olarak ifade edilen 1900, 1901, 1913 ve 1926 yılları bu çalışmada da yağışlı yıllar olarak tespit edilmiştir.

Köse ve diğ. (2017), 36°–42 ° Kuzey enlemleri ile ve 26 °–38 ° Doğu boylamları arasında kalan bölgenin 1800-2002 dönemi için mart-nisan sıcaklıklarının rekonstrüksiyonuna göre soğuk yıllar olarak belirlenen 1854, 1860, 1878, 1883, 1907, 1911, 1923 ve 13 sıcak yıllar olarak belirlenen 1853, 1873, 1885, 1901 yılları bu çalışmada da soğuk ve sıcak yıllar olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak tezde tespit edilen yağışın ortalamadan az veya çok olduğu yıllar yapılan diğer çalışmalarla büyük ölçüde uyumludur. Ancak bu araştırmada az yağışlı yıl olarak ifade edilen yıllar diğer araştırmalarda genellikle kurak yıllar olarak ifade edilmiştir. Oysa *Akbaş (2014)*, kuraklığın şiddetini ve meydana gelme riski potansiyelini, zamansal ve mekânsal nedenlerle çalışmayı belirlemek için kuraklık indislerinin kullanıldığını ve bunlardan birçoğunun sıcaklık, yağış, akış, toprak nemi, yeraltı su seviyesi gibi çeşitli meteorolojik ve hidrolojik değişkene dayandığını, meteorolojik kuraklığın şiddetini ölçmek için geliştirilen indislerin tarımsal hidrolojik ve diğer uygulamalar için yetersiz kaldığını *Heim, 2002; Steinman vd., 2005; Tatlı ve Türkes, 2011*'e atıf yaparak ifade etmektedir. Bu yüzden dendroklimatolojik çalışmalarda kuraklık olarak ifade edilen yıllar meteorolojik anlamda kurak yıllardır. Fakat söz konusu yıllardaki yağış azlığının tarımsal ve hidrolojik etkilerinin daha net ortaya konması için sıcaklıkla ilgili dendroklimatolojik çalışmaların sayısının artırılması önemlidir. Bu araştırmada yağış rekonstrüksiyonu ile birlikte sıcaklık rekonstrüksiyonları da yapılmıştır. Böylelikle az yağışlı ve yağışlı yıllarla birlikte sıcak ve serin yıllar da ortaya konmuştur.

Dendrojeomorfolojik Sonuçlar

Deprem Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Araştırma sahasının hem kuzeyinde hem de güneyinde Kuzey Anadolu Fayının kolları bulunmaktadır. Bu yönüyle saha sıklıklar depremlerin sıkça yaşandığı bir alan olarak dikkati çekmektedir.

Tez kapsamında aletsel dönemde (1900 yılı ve sonrası) meydana gelen büyük depremlerin araştırma sahasındaki ağaçların yıllık halka genişliği üzerinde bir

etkisinin olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. Bu doğrultuda oluşturulan yöre kronolojileri birleştirilip *Elmacık (ELM)* adıyla tek bir ana kronoloji oluşturulmuştur. Bu kronolojinin örnek sayısı fazla olduğu için *Arstan* yerine *Chronol* programı kullanılmıştır. Daha sonra örnekler tek tek incelenmiş, 1943, 1957, 1967 ve 1999 yıllarında meydana gelen depremlerin etkileri araştırılmıştır.

Söz konusu büyük depremler yaz mevsimi ve sonrasında meydana gelmiştir. Ağaçların bahar halkaları yaz halkalarına oranla çok daha geniş olduğu için, çalışmada depremlerin yıllık halka genişliği üzerindeki etkileri depremin meydana geldiği yıllarda da kontrol edilmiş olmakla birlikte, söz konusu etki daha ziyade deprem sonrası yıllarda da aranmıştır. Çünkü yıllık halkaların gelişimleri yaz mevsimine gelindiğinde en azından genişlik açısından büyük ölçüde tamamlanmış olmaktadır.

Halka genişliğinde meydana gelen değişimlerde iklimik unsurların etkisi denetlenmiştir. Ortalama yağış, ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık ve ortalama minimum sıcaklıklarla halka genişliği arasında Pearson korelasyon katsayısı açısından 0.95 güven düzeyinde anlamlı ilişki olan ayların değişimleri incelenmiştir (*Tablo 69*). Bu bağlamda yorumlanan 4 iklimik parametre için toplam 6 ay ve yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları *Tablo 69*'da verilmiştir.

Tablo 69. Deprem analizleri için değerlendirilen iklim unsurları (ayların altında parantez içlerinde yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları verilmiştir).

Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Maksimum Sıcaklık	Ortalama Minimum Sıcaklık
Önceki Yıl	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Önceki Yıl
Kasım (-0.31)	Mayıs (0.38)	Mart (0.33)	Nisan (0.26)	Nisan (0.27)	Aralık (0.28)

20 Haziran 1943 Hendek (Sakarya) Depremi:

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnek alınmıştır. Bu 134 kalem örnekten 94'ünde, yani % 70.1'inde deprem meydana geldiği yıl (1943 yılı), depremden önceki yıla göre (1942) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

Örneklerin 92 tanesinde, yani % 68.7'sinde deprem sonrasındaki yılda (1944 yılı), depremin olduğu yıla göre (1943) yıllık halka genişliğinde daralma gözlenmiştir.

1943 ve 1944 yıllarında araştırma kapsamında verisi kullanılan istasyonların henüz açılmamış olması ve elimizde verisinin olmaması nedeniyle iklimik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi incelenememiştir.

Tablo 70. Deprem analizlerinde kullanılan Elmacık kronolojisi için hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).

İstasyon	Kod	Toplam yağış												Ortalama sıcaklık													
		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
Bolu	ELM	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-
Düzce	ELM	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	
Sakarya	ELM	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	
İstasyon	Kod	Maksimum sıcaklık												Minimum sıcaklık													
		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
Bolu	ELM	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	
Düzce	ELM	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	
Sakarya	ELM	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	

26 Mayıs 1957 Abant (Bolu) Depremi:

Araştırma alanında 74 ağaçtan alınan toplam 134 kalem örnekten 62'sinde, yani % 46.3'ünde deprem meydana geldiği yıl (1957) yılı), depremden önceki yıla göre (1956) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

Yine 134 kalem örnekten sadece 21'inde deprem sonrasındaki yılda (1958) yılı), depremin olduğu yıla göre (1957) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur. Bir başka ifadeyle yöre kronolojileri için alınan örneklerin sadece % 15.7'sinde yıllık halka genişliği azalmıştır.

1957 ve 1958 yıllarında iklimik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi, Düzce meteoroloji istasyonunun verisi olmaması nedeniyle Bolu ve Sakarya meteoroloji istasyonları için, depremin yaşandığı 1957 yılı ile deprem sonrasında (1958 yılı) meydana gelen değişiklikler açısından ele alınmıştır.

Bolu ve Sakarya'da *Tablo 70*'te verilen 4 iklimik parametre için toplam 6 unsurun 3 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde iken 3 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

22 Temmuz 1967 Mudurnu (Adapazarı) Depremi:

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnekten 102'sinde yani (% 76.1'inde) deprem meydana geldiği yıl (1967) yılı), depremden önceki yıla göre (1966) yıllık halka genişliğinde daralma olmuştur.

134 kalem örnekten 103'ünde (% 76.9'unda) deprem sonrasındaki yılda (1968) yılı), depremin olduğu yıla göre (1967) halka genişliğinde azalma tespit edilmiştir.

1967 ve 1968 yıllarında iklimik parametrelerin yıllık halka genişliğine etkisi Bolu, Düzce ve Sakarya meteoroloji istasyonları için, depremin yaşandığı 1967 yılı ile deprem sonrasında (1968 yılı) meydana gelen değişiklikler bakımından değerlendirilmiştir.

Bolu, Sakarya ve Düzce'de *Tablo 70'te* verilen 4 iklimik parametre için toplam 6 unsurun 3'ündeki değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde, 3'ündeki ise yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

17 Ağustos Gölcük ve 12 Kasım Düzce Depremleri:

Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojileri için 74 ağaçtan toplam 134 kalem örnekten 73'ünde yani % 54.5'inde depremlerin meydana geldiği yıl (1999) yılı), depremlerden önceki yıla göre (1998) yıllık halka genişliğinde daralmıştır.

134 kalem örnekten 85'inde yani % 63.4'ünde depremler sonrasındaki yılda (2000) yılı), depremlerin olduğu yıla göre (1999) yıllık halka genişliği azalmıştır.

1999 ve 2000 yıllarında iklimik parametrelerin halka genişliğine etkisi Bolu, Düzce ve Sakarya meteoroloji istasyonları için, depremlerin yaşandığı 1999 yılı ile depremler sonrasında (2000 yılı) meydana gelen değişiklikler açısından incelenmiştir.

Bolu ve Düzce'de *Tablo 70'te* verilen 4 iklimik parametre için toplam 6 unsurun 1 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde iken 5 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir. Sakarya'da ise 6 unsurun 2 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde, 4 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

Sonuç olarak araştırma alanından alınan örneklerin çoğunda 1957 depremi sonrasında yıllık halkalarda genişleme görülürken, 1943, 1967 ve 1999 depremlerinden sonraki yıllarda önemli ölçüde daralmalar gözlenmiştir. *Kozacı (2011)*, Kuzey Anadolu Fayı'nın 1943 depremi yüzey kırığı izi üzerinde bulunan, Ilgaz ve Tosya arasında kalan, orta kesimindeki fay boyunca örneklenen 28 sarıçamdan (*Pinus*

Sylvestris) 14'ünde 1943 Tosya depremi ile eşzamanlı ani büyüme yavaşlaması ve bunu takip eden iyileşme süreçleri tespit etmiştir.

Bu araştırmada 1999 depremi dışında diğer depremlerden sonraki daralmaları iklimatik parametrelerden ayırıp da meydana gelen depremlere bağlamak oldukça güçtür. 1999 depreminin ise araştırma sahasında ağaçlarda yıllık halka gelişimini olumsuz etkilediği söylenebilir. Çünkü iklimatik parametreler halka gelişimini artıracak yönde olmasına rağmen örneklerin çoğunda halka genişliğinde daralma söz konusudur.

Heyelan Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Araştırma sahasında çok sayıda aktif veya paleo heyelan sahası bulunmaktadır (*Harita 19*). Ancak bunların büyük çoğunluğu dendrokronolojik ilişkilendirmeler için gerek yeterli yaşta gerekse dendrokronolojik öneme sahip ağaçların bulunmaması sebebiyle örneklendirilmemiştir.

Tez kapsamında yaşı bilinen heyelan alanı olarak 17 Ağustos 1999 Gölcük (Kocaeli) depremi sonucunda Hendek-Kadifekale Mahallesi'nde meydana gelen heyelan alanı örneklendirilmek istenmiştir. Ancak bu alanın çok sarp ve örnek alabilmek açısından çok tehlikeli olması sebebiyle az sayıda örnek üzerinde 1999 depremi sonrasında halka gelişimindeki değişim ortaya konmak istenmiştir. Alınan örnekten oluşturulan kronolojiye bakıldığında 1999 yılı sonrasında (özellikle de 2000 yılında) yıllık halka genişliklerinde belirgin bir daralma göze çarpmaktadır. Söz konusu yıllarda heyelandan etkilenmeyen alanlardan alınan örneklerde de (Çiğdem Yöre Kronolojisi) halka genişliklerinde daralmaların tespit edilmiş olması, bu alanla ilgili heyelan-halka gelişimi ilişkilendirmesi yapabilmeyi güçleştirmektedir.

Yaşı bilinmeyen heyelan alanı olarak örneklenen Sakarya-Akyazı-Dokurcun mevkiinde bulunan heyelan sahasından 30 ağaçtan 58 kalem örnek alınmıştır. Daha sonra heyelandan etkilenmeyen alan olarak belirlenen ve heyelan alanının kuzeyindeki sahalardan alınan örneklerden oluşturulan Çiğdem Yöre Kronolojisi kontrol kronolojisi olarak kabul edilmiş ve heyelan alanından alınan örnekler teker teker bu kronoloji ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol kronolojisinden farklı olarak yıllık halka genişliğinde dikkat çekici değişkenliğin olduğu yıllar belirlenmiştir. Buna göre özellikle 1966, 1975, 1985 ve

2001 yıllarında kontrol kronolojisinde yıllık halka genişliğinde artış görülürken, heyelan alanındaki örneklerde bu yıllarda yıllık halkalarda daralmalar dikkat çekicidir.

Dokurcun Mahallesi Sakarya ili sınırlarında yer alır. Gerek mesafe gerekse iklim koşulları bakımından çevresindeki meteoroloji istasyonlarından Dokurcun'a en yakın meteoroloji istasyonu Sakarya meteoroloji istasyonu olduğundan, bu istasyonun aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama maksimum sıcaklık ve aylık ortalamam minimum sıcaklık değerlerinde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yılları değerleri ile bir önceki yılın değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma yapılacak ayların seçiminde Pearson Korelasyon Katsayısı Yöntemi kullanılarak elde edilen korelasyon katsayılarından istatistiksel açıdan 0.95 güven düzeyinde anlamlı sonuçlar veren aylar tercih edilmiştir (Tablo 71). Bu bağlamda yorumlanan 4 iklimik parametre için toplam 10 ay ve yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları Tablo 71'de verilmiştir.

Tablo 71. Heyelan analizleri için değerlendirilen iklim unsurları (ayların altında parantez içlerinde yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları verilmiştir).

Aylık Toplam Yağış (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)				Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)			Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)
Önceki Yıl	Halka Yılı	Önceki Yıl	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Halka Yılı	Önceki Yıl
Kasım (-0.36)	Mayıs (0.36)	Ekim (-0.30)	Ocak (0.36)	Mart (0.33)	Nisan (0.29)	Ocak (0.26)	Şubat (0.22)	Nisan (0.25)	Ekim (-0.22)

Tablo 72. Heyelan analizlerinde kullanılan Çiğdem yöre kronolojisi için hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).

İstasyon	Kod	Toplam yağış												Ortalama sıcaklık													
		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
Sakarya	CIG	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
İstasyon	Kod	Maksimum sıcaklık												Minimum sıcaklık													
		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
Sakarya	CIG	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 43'üne ait ölçümler 1966 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 43 kalemin 32'sinde 1966 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 3.3 ile % 59.9 arasında değişmektedir. 14 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliğinde ortalama % 11.1'lik bir artış söz konusudur.

Sakarya'da *Tablo 72'de* verilen 4 klimatik parametre için toplam 10 unsurun 3 tanesinde, 1966 yılında bir önceki yıla göre gözlenen değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde iken 7 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 52'sine ait ölçümler 1975 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 52 kalemin 39'unda 1975 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 5.7 ile % 61.5 arasında değişmektedir. 18 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde, heyelan alanının aksine halka genişliğinde ortalama % 20.4'lük bir artış söz konusudur.

Sakarya'da *Tablo 72'de* verilen 4 klimatik parametre için toplam 10 unsurun 3 tanesinde, 1975 yılında bir önceki yıla göre gözlenen değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde, 7 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden 55'ine ait ölçümler 1985 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 55 kalemin 47'sinde 1985 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 4.6 ile % 65.3 arasında değişmektedir. 25 kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliğinde ortalama % 22'lik bir artış söz konusudur.

Sakarya'da *Tablo 72'de* verilen 4 klimatik parametre için toplam 10 unsurun 3 tanesinde, 1985 yılında bir önceki yıla göre gözlenen değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde, 7 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

Heyelan alanından alınan 58 artım kaleminden tamamına ait ölçümler 2001 yılı ve öncesini kapsamaktadır. Bu 58 kalemin 42'sinde 2001 yılında yıllık halka genişliğinde azalma gözlenmiştir. Azalma % 1.9 ile % 52.8 arasında değişmektedir. 19

kalemdeki azalma % 30'un üzerindedir. Heyelandan etkilenmeyen alandan oluşturulan Çiğdem Yöre kronolojisinde ise heyelan alanının aksine halka genişliğinde ortalama % 54.4'lük bir artış söz konusudur.

Sakarya'da *Tablo 72*'de verilen 4 klimatik parametre için toplam 10 unsurun 2 tanesinde, 2001 yılında bir önceki yıla göre gözlenen değişim yıllık halka genişliğinde daralmalara neden olacak yönde, 8 tanesindeki değişim yıllık halka genişliğini artıracak yöndedir.

Sonuç olarak 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında iklim unsurlarının büyük ölçüde halka gelişimini olumlu etkileyecek yönde ölçüldüğü görülmektedir. Buna rağmen halka genişliğinde tespit edilen azalmaların jeomorfolojik etkenlere bağlı olması olasıdır. Söz konusu yıllarda ağaçlarda reaksiyon odunları ve eksantrik büyümeler de tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar *Durmuş (2016)*, *Pınarcı ve Çetin (2012)* tarafından da farklı heyelan sahalarında tespit edilmiştir. *Durmuş (2016)*, aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verilerinin heyelan olaylarının görüldüğü yıllardaki halka gelişimi ile korelasyonunu yapmıştır. Yağışın ocak ayında 0.95 güven düzeyinde anlamlı pozitif ve eylül ayında anlamlı negatif etkisini, sıcaklığın ise ekim ayında anlamlı negatif etkisini tespit etmiştir. Bu çalışmada ise yağışın 0.95 güven düzeyinde anlamlı negatif etkisi önceki yılın kasım ayında, anlamlı pozitif etkisi ise halka oluşum yılının mayıs ayında gözlenirken; sıcaklığın anlamlı negatif etkisi önceki yılın ekim ayında, anlamlı pozitif etkisi ise ocak, mart ve nisan aylarındadır. *Pınarcı ve Çetin (2012)*, sadece yıllık toplam yağışlarla halka genişliklerinin korelasyonunu yapmıştır. Yıllık toplam yağışlardaki artışla halka genişliklerindeki artışın uyumlu olduğunu, heyelan yılında (1977) yıllık toplam yağışların azaldığını, halka genişliğinin ise arttığını ifade etmiştir. *Yaman vd. (2013)*, heyelandan etkilenen doğu kayınlarında heyelan öncesi ve sonrası halka genişliğinin gövde odununda azalma yönünde ani şekilde değiştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca *(Avcı 1998)*, *Akkemik ve diğ. (2008)*'e atıf yaparak mayıs ve haziran yağışlarının yıllık halka genişliğiyle anlamlı pozitif korelasyonunun olduğunu, ancak heyelan nedeniyle zarar gören ağaçlarda 1998 yılı çok yağışlı bir yıl olmasına rağmen halka genişliklerinde bu artışın belirgin olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde yağışta 1985 yılı mayıs ayında bir önceki yıla göre % 259 artış görülmesine ve bir ayda 285 mm yağış düşmesine rağmen yıllık halka genişliklerinde daralmalar tespit edilmiştir.

ÖNERİLER

- Araştırma alanı ve çevresinden daha fazla sayıda, farklı türlerde ve daha yaşlı ağaçlardan örnekler alınarak oluşturulacak yöre kronolojileriyle çalışma güçlendirilebilir.
- Kurumsal iklim kayıtları çok eskiye gitmediğinden, küresel iklim değişikliği ile ilgili çalışmalarda yerel değerlendirmeler yapılırken dendrokronolojik çalışmalardan yararlanılabilir.
- Kuraklıkla ilgili yapılacak çalışmalarda bu ve benzeri araştırmalarda oluşturulan tahmini değerlerden yararlanılabilir. Böylece kurak yılların frekansları, süreleri ve şiddetleri ile ilgili çıkarımlarda bulunulabilir.
- Geriye dönük sıcaklık tahminlerinin sayısı azdır. Sayının artırılması, Türkiye'nin sıcaklık tarihinin de daha uzun dönemli olarak ortaya konmasını sağlayacaktır.
- Depremlerle yıllık halka genişliğindeki değişimleri tespit edebilmek oldukça güçtür. Türkiye'de bu konuda yapılan çalışmaların sayısı da çok azdır. Bu kapsamda yapılacak daha fazla çalışmayla söz konusu ilişkilerin boyutu daha net ortaya konabilecektir.
- Araştırma alanı ve diğer alanlardaki heyelan bölgelerinde, ağaç halkalarına dayalı daha uzun kronolojiler oluşturulup eski dönemlerdeki heyelanların tarihlendirilmesi yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Akbaş, A. (2014), “Türkiye’de Klimatolojik Kuraklık Olasılıklarının Dağılışı” *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı 63: 1-7, İstanbul.
- Akkemik, Ü. (2000), Dendrochronological Investigations in Two Monumental Pinus Nigra Arn. Stands Near Antalya (Turkey), *International Scientific Conference - 75 years university forestry education in Bulgaria, 15-16 June 2000, Sofia-Bulgaria Proceeding Book*.179-187.
- Akkemik, Ü. (2004) *Dendrokronoloji*, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- 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.
- Akkemik, Ü., Dagdeviren, N., Aras, A. (2005) “A Preliminary Reconstruction (A.D. 1635–2000) of Spring Precipitation Using Oak Tree Rings in the Western Black Sea Region of Turkey.” *International Journal of Biometeorology*, 49 (5), 297–302.
- Akkemik, Ü., Köse, N., Aras, A. ve Dalfes, H.N. (2005) “Anadolu’nun Son 350 Yılında Yaşanan Önemli Kurak ve Yağışlı Yıllar”, *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02-03 Haziran 2005 İstanbul*, (Ed. O. Tüysüz ve M.K. Erturaç), 129-135.
- Akkemik, Ü., D’Arrigo, R., Cherubini, P., Köse, N. ve Jacoby, G. (2008) “Tree Ring Reconstructions of Precipitation and Streamflow for Northwestern Turkey,” *International Journal of Climatology*, 28, 173–183.
- Aksoy, N. (2006) Elmacık Dağı (Düzce) Vejetasyonu, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Altınsaçlı, S. (2001). “Abant (Bolu/Türkiye) Gölü’nün Ostracoda (Crustacea) Faunası Üzerine Ön Araştırma.” *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 11, 25-36.
- Ardel, A., Kurter A., Dönmez, Y. (1969), Klimatoloji Tatbikatı, İstanbul Üniversitesi.
- Ardos, M. ve Pekcan, N. (1997) *Jeomorfoloji Sözlüğü (Genişletilmiş II. Baskı)*, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- Atalay, İ. (1976) “Türkiye’de Vejetasyon Sürelerinin Dağılışı”, *Ankara Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Araştırma Dergisi*, Sayı 7, Ankara.

- Atalay, İ. (2006) *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*, Meta Basım, İzmir.
- Atalay, İ. ve Mortan, K. (2006), *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*, İnkilap Kitabevi, İstanbul.
- Atalay, İ. (2010) *Uygulamalı Klimatoloji*, Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. (2014). *Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir.
- Atalay, İ. ve Efe, R. (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası*. İzmir: META Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Avcı, M. (2007a). “Dendrokronoloji ve Coğrafyacıların Kuvaterner Çalışmaları Açısından Önemi” *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu (TURQUA VI) 16-18 Mayıs 2007, İstanbul*. (Editör: M. Korhan Erturaç), 116–134.
- Avcı, M. (2007b) *Coğrafyacılar İçin Dendrokronoloji*, Çantay Kitabevi, İstanbul, 2007
- Avcı, M. (2013), “Dendrokronoloji ve Jeomorfoloji: Dendrojeomorfoloji”. Prof. Dr. İlhan KAYAN’a Armağan, Öner, E. Editör, Ege Üniversitesi, sayfa: 387-406, İzmir.
- Avcı S (1998) “Geographical Study of Filyos River Basin (Between Karabük and Filyos)” *Journal of Geography of Faculty of Letters (İst. University)* 6: 217–274.
- Aydınöz, D. (1997) *Abant ve Çevresinin Bitki Örtüsü*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aydınöz, D. (2010) “Trakya’da Vejetasyon Devresi Ve Bu Devredeki Yağışlar”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, Cilt: 18, No: 1, 227-232, Kastamonu.
- Aytuğ, B. ve Kılıç, A. (1993) “Contribution D’une Étude Dendrochronologique Á La Constataion De L’âge Du Lac Sülük (Bolu)”, *Proceeding 5th Optima meeting, Istanbul 8–15 September, 1986*: 119–233, İstanbul.
- Bağcı, G., Yatman, A., Özdemir, S., Altın, N., (2000) “Türkiye’de Hasar Yapan Depremler”, *Jeofizik Bülteni, Sayı 37, 91-93 s, Ankara*.
- 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.
- Blasing, T., Solomon, A. M. ve Duvic, D. N. (1981) "Response Functions Revisited", *Tree Ring Bulletin*, 44, 1-16.
- Briffa, K. ve Jones, P.D. (1990) "Basic Chronology Statistics and Assessment". *In Methods of Dendrochronology: Applications in The Environmental Sciences*, Cook E, Kairiukstis LA (eds). Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Butler, D. R., Malanson, G. M., ve Oelfke, J. G. (1987) "Tree-Ring Analysis and Natural Hazard Chronologies: Minimum Sample Sizes and Index Values," *Professional Geographer*, 39, 41–47.
- Caner, H. (1994) İstanbul'da Kentleşmenin Doğal Orman Alanlarına Etkisinin Palinoloji Ve Dendrokronoloji Yöntemleri İle Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Carrara, P. E., 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.
- Cook, E and Kairiukstis (1990) *Methods of Dendrochronology : Applications in the Environmental Science*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland
- Cook, E., Shiyatov, S. ve Mazepa, M. (1990) "Estimation of the Mean Chronology", *In Methods of Dendrochronology: Applications in the environmental sciences*, Cook E, Kairiukstis LA (eds). Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Doğan, M. (2014) Sandıras Dağı'nda (Muğla) Fiziki Coğrafya ve Dendroklimatoloji Araştırmaları, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Dönmez, Y. (1979a) *Kocaeli Yarımadasının Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Yayınları No. 2620, İstanbul.
- Dönmez, Y. (1979b) *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, İstanbul Üniversitesi Basımevi 3. Baskı Üniversite Yayın No:3648 Fakülte Yayın No:3248, İstanbul.
- Dönmez, Y. (1985) *Bitki Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No. 3319, İstanbul.
- Dönmez, Y. (1990) *Trakya'nın Bitki Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No: 3601-51, İstanbul.

- Duran, C. ve Günek, H. (2010). "Effects of The Ecological Factors on Vegetation in River Basins of Northern Part of Mersin City (South of Turkey)". *Biological Diversity and Conservation*, 137-152.
- Durmuş, M. (2016) Akdağ Heyelanı (Batı Toroslar)'Nın Kuzeydoğu Yamacındaki İkincil Heyelanların Dendrojeomorfolojik Açıdan Analizi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Erinç, S. (1996) *Klimatoloji ve Metodları*, Alfa Basım Yayım Dağıtım Yayın, No. 276, İstanbul.
- Erkan, N., Touchan, R. ve Baş, N. (2004) "Dendrokronolojik Yöntemle Güneybatı Anadolu Bölgesi'nde Geçmişte Yaşanmış İlkbahar Kuraklık Periyotlarının Tespiti," *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Yayını, Teknik Bülten No:20, Antalya*.
- Erol, O. (1999) *Genel Klimatoloji*. Çantay Kitabevi, İstanbul
- Fritts, H.C. (1976) *Tree ;Rings and Climate*. Academic Press London, London.
- Gassner, G. ve Christiansen-Weniger, F. (1948) *Anadolu Çamlarında Yıl Halkaları Gelismesi Üzerinde Dendroklimatolojik Arastirmalar*, Çeviren: Kerim Ömer Çağlar, Ticaret Dünyası Basımevi, İstanbul.
- Gedik, İ. ve Aksay, A. (2002), *1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:32 Adapazarı - G 25 Paftası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Gencoğlu, S., 1986, "Deprem Kataloğu" (*Yayımlanmamış*).
- Gönüllü, A.R. (2010) "Osmanlı Devletinin Son Döneminde Meydana Gelen Sel Baskınları (1857–1913)." *Türk Araştırmaları Dergisi* 28, 351–373.
- Griggs, C., De Gaetano, A., Kuniholm, P., ve Newton, M. (2007) "A Regional High-Frequency Reconstruction of May–June Precipitation in the North Aegean from Oak Tree Rings, A.D. 1809–1989", *International Journal of Climatology*, 27, 1075–1089.
- Grissino-Meyer, H. D. (1993) "An Update List of Species Used in Tree-Ring Research" *Tree Ring Bulletin* 53, 17-43.
- Grissino-Mayer, H.D. (2001) "Research Report Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program Cofecha", *Tree-Ring Research*, Vol: 57(2), 205-221.

- Güner, H. T. (2010) Sakarya Havzası Akım Verilerinin Dendroklimatolojik Yöntemlerle Rökonstrüksiyonları, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Heim, R. Jr. (2002) *A Review of Twentieth Century Drought Indices Used in the United States*. American Meteorology Society.
- Heinrich, I., Touchan, R., Linan, I. D., Vos, H., and Helle, G. (2013) “Winter-to-spring temperature dynamics in Turkey derived from tree rings since AD 1125”, *Climate Dynamics*, 41, 1685–1701.
- Holmes, R. L. (1983) “Computer-assisted Quality Control In Tree-Ring Data and Measurements.” *Tree-ring Bulletin*,. 43, 69-78.
- Hoşgören, M.Y. (1994) “Türkiye’nin Gölleri.” *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı 29, s 19-51, İstanbul.
- 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.
- Jacoby, G.C. 2010. “Application of tree-ring analysis to paleoseismology”. In: *Tree Rings and Natural Hazards: A State of the Art*, edited by: Stoffel, M., Bollschweiler, M., Butler, D. R., and Luckman, B. H., Springer, Dordrecht, Berlin, London, New York,. 399-416.
- Kadıoğlu, M. (2001) *Bildiginiz Havaaların Sonu- Küresel İklim Değişimi ve Türkiye*, Güncel Yayınları, İstanbul.
- Kara, S. (2011). Dendrokronolojik Analizler İle Sıcaklık ve Yağış Koşullarının İlişkisinin Değerlendirilmesi: Uludağ'ın Güneyinden İki Örnek Alan. İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Keten, A. (2009) Düzce-Efteni Gölü Vertebrata (Omurgalı) Faunası Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Kılıç, D. E. (2011) Elmacık Dağı (Batı Kesimi)’nın Vejetasyon Coğrafyası Özelliklerinin CBS temelli İncelenmesi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Koçman, A. (1993) *Türkiye İklimi*, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No. 72, İzmir.
- Kopabayeva, A., Mazarzhanova, K., Köse, N. ve Akkemik, Ü. (2017) “Tree-ring chronologies of *Pinus sylvestris* from Burabai Region (Kazakhstan) and their response to climate change”. *Dendrobiology*, 78, 96–110.

- Kozacı, Ö. (2011) “Kuzey Anadolu Fayı’nın Orta Kesimi Üzerinde Dendrosismolojik Çalışmalar: Üçyüz Yıllık Yüzeysel Kırığı Geçmişinin Ağaç Halkaları Kullanılarak Belgelenmesi”, in Turkish, *Aktif Tektonik Arastırma Grubu Yıllık Toplantısı Bildiri Ozleri Kitabı*, S. 37, ATAG 15, 19-22 Ekim 2011, Çukurova Üniversitesi, Turkey.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H.N. (2005) “Anadolu’nun iklim tarihinin son 500 yılı: Dendroklimatolojik ilk sonuçlar (in Turkish).” *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu-TURQUA-V, 02-03 Haziran 2005, Bildiriler Kitabı*, pp 136-142
- Köse, N. (2007) *Batı Anadolu’da İklim Değişkenliği Ve Yıllık Halka Gelişimi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köse, N., Akkemik, Ü., Dalfes, H.N., Özeren, M.S., 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, ss.135-136.
- 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 (2012) 501-509.
- Köse N., Akkemik Ü., Güner H.T., Dalfes H.N., Grissino-Mayer H.D., Özeren M.S (2013) "An İmproved Reconstruction of May-June Precipitation Using Tree-Ring Data from Western Turkey and Its Links to Volcanic Eruptions", *International Journal of Biometeorology*, 57, 691-701.
- Köse N., Guner H.T., Harley G.L., Guiot J. (2017) "Spring Temperature Variability Over Turkey Since 1800 CE Reconstructed From A Broad Network of Tree-Ring Data", *Climate of The Past*, 13, 1-15.
- Martin-Benito, D., Ummenhofer C. C., Köse, N., Güner, H. T., ve Pederson, N. (2016) “Tree-Ring Reconstructed May-June Precipitation in the Caucasus Since 1752 CE”, *Climate Dynamics*, 47, 3011-3027.
- Öz, Nurtaç ve Ay S. (2017) “Assessment of Water Quality in Mudurnu River Basin Using Regression Models” *15th International Conference on Environmental Science and Technology*, Rhodes, Greece, 31 August to 2 September 2017.
- Özmen, B. (2000) “17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi’nin Hasar Durumu (Rakamsal Verilerle)” *Türkiye Deprem Vakfı, Sayfa Sayısı 132*.

- Özmen, B. (2009). “Bolu Yöresinin Deprem Tehlikesi Açısından İrdelenmesi”. *Ulusal Deprem Sempozyumu, 171-181.*
- Özetkinci, M. (2019) Yenice Sıcak Noktası: Ekolojisi ve Sürdürülebilirliği. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Pallant, J. (2017) *SPSS Kullanma Kılavuzu SPSS İle Adım Adım Veri Analizi*, (Çev.:Balcı, S. & Ahi, B.) Anı Yayıncılık, Ankara.
- Pınarcı, E. ve Çetin, H. (2012) “Haç Gediği Heyelanının (Karasisalı-Adana) Ağaç Halkaları Yöntemiyle Analizi” *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:27-1*, 130-141, Adana.
- 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.
- Solomina, O.N. (2002) “Dendrogeomorphology: Research Requirements”, *Dendrochronologica* 20 (1–2), 233–245.
- Steinman, A. C., Hayes, M. J. ve Cavalcanti, L. F. N. (2005) *Drought Indicator and Triggers*. Drought and Water Crises: Science, Technology and Management Issues.
- Stefanini, M.C. 2004. “Spatio-Temporal Analysis of a Complex Landslide in Northern Apennines (Italy) by means of Dendrochronology”, *Geomorphology*, 63.191-202
- Sungur, O. (2010) *Korelasyon Analizi*, (Ed. Şeref Kalaycı), SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, ISBN:978-605-122-153-3, Dinamik Akademi, Ankara
- Tatlı ve Türkeş (2011) “*Emrical Orthogonal Function Analysis of the Palmer Drought Indices*”. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 981-991.
- T.C. Başbakanlık ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (2002) *Bolu İli Arazi Varlığı*. Ankara.
- T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (1995) *Sakarya İli Arazi Varlığı*. Ankara.
- Tekin, S. (2015) “19. Yüzyılın Sonu 20. Yüzyılın Başlarında Batı Anadolu’da Yaşanan Kuraklık Olayları”. *Internatioanl Journal of Social Sciences*, 33: 329-341.

- Toprak Su Genel Müdürlüğü (1972) *Batı Karadeniz Havzası Toprakları* [Aktaran: Aksoy, N. 2006. Elmacık Dağı (Düzce) Vejetasyonu, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi]
- Toprak Su Genel Müdürlüğü (1972) *Bolu İli Toprak Kaynağı Envanter Haritası*
Topraksu Genel Müdürlüğü yayını, Ankara.
- Trenard, Y. (1982) “*Making Wood Speak: An Introduction to Dendrochronology*”, CFS Forestry Abstracts, 43: 12.
- Türkeş, M. (2010) *Klimatoloji ve Meteoroloji*, Kriter Yayıncılık, İstanbul.
- 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.).
- Wigley, T. M. L., Briffa, K. R. Ve Jones, P. D. (1984) “*On the Average Value of Correlated Time Series with Applications in Dendroclimatology and Hydrometeorology*”. *Journal and Climate and Applied Meteorology* 23: 201-213.
- Yaltırık, F. ve Efe, A. (2000) *Dendroloji Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Yaman, B. ve Sarıbaş, M.(2004) “Bartın-Kumluca Sarıçamlarında (*Pinus sylvertris* L.) Dendroklimatolojik Araştırmalar”. *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, Cilt: 5, Sayı: 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, A. (2018) Batı Karadeniz Bölümünde Sıcaklık Ve Yağış Verilerinin Trend Analizi. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

Web adresleri:

URL 1: <http://www.bolu.gov.tr/abant-tabiat-parki> (26.09.2018)

URL 2: <http://www.bolukulturturizm.gov.tr/TR-70001/abant-golu.html> (26.09.2018)

URL 3: http://www.emdat.be/country_profile/index.html (21.08.2016).

URL 4: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/>(21.08.2016).

- URL 5: <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/duzce/gezilecekyer/eften-golu> (26.09.2018)
- URL 6: <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=taskinlar> (21.08.2016).
- URL 7: http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf (13.07.2016).
- URL 8: <https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojitarhi.aspx> (15.10.2018)
- URL9:http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/doc/yenilenmis_diri_fay_haritalari/adap_azari.pdf (20.08.2016).
- URL 10: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/treering.html> (21.01.2019)
- URL11:<http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Yukar%C4%B1%20Havza%20Sel%20Kontrol%C3%BC%20Eylem%20Plan%C4%B1.pdf> (21.08.2016).
- URL 12: <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> (21.08.2016).

TABLolar LİSTESİ

<i>Tablo 1. Türkiye’de son 50 yılda (1966-2016) meydana gelen deprem ve heyelan ile bu olayların etkileri.</i>	<i>15</i>
<i>Tablo 2. Araştırma alanını etkileyen bazı depremler.</i>	<i>16</i>
<i>Tablo 3. Erinç'e göre iklim sınıfları.....</i>	<i>25</i>
<i>Tablo 4. Araştırma alanında örnek alınabilecek türler ve önem dereceleri.</i>	<i>27</i>
<i>Tablo 5. N=75’e kadar işaret testi değerlerinin 0.95 ve 0.99 güven sınırları.....</i>	<i>37</i>
<i>Tablo 6. Araştırma konusunu ilgilendiren ve tezde yararlanılan dendrokronoloji ile ilgili bazı çalışmalar.....</i>	<i>40</i>
<i>Tablo 7. Araştırma sahasında yükselti basamaklarının dağılışı.</i>	<i>58</i>
<i>Tablo 8. Araştırma sahasında eğim gruplarının dağılımı.</i>	<i>59</i>
<i>Tablo 9. Araştırma sahasında bakı gruplarının dağılımı.</i>	<i>60</i>
<i>Tablo 10. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ilişkin bilgiler.....</i>	<i>62</i>
<i>Tablo 11. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarının aylık sıcaklık ortalamaları.</i>	<i>72</i>
<i>Tablo 12. Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama maksimum sıcaklıklar.72</i>	
<i>Tablo 13. Araştırma alanı ve yakın çevresinde aylık ortalama minimum sıcaklıklar. . 73</i>	
<i>Tablo 14. Araştırma alanı ve yakın çevresinde sıcaklığın -0.1 ve daha düşük olduğu gün sayıları.</i>	<i>73</i>
<i>Tablo 15. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonlarda toprak sıcaklıkları. ...</i>	<i>74</i>
<i>Tablo 16. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki istasyonların ortalama basınç değerleri (hPa).....</i>	<i>76</i>
<i>Tablo 17. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında mevsimlik ve yıllık rüzgâr esme frekansları (%).</i>	<i>81</i>
<i>Tablo 18. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme sayıları.....</i>	<i>82</i>
<i>Tablo 19. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarında aylık ve yıllık rüzgâr esme hızları (m/s).</i>	<i>83</i>
<i>Tablo 20. Araştırma alanı ve yakın çevresinde ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi.....</i>	<i>87</i>
<i>Tablo 21. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının ortalama bulutluluk, ortalama açık günler sayısı, ortalama bulutlu günler sayısı ve ortalama kapalı günler sayısının aylık değişimi.</i>	<i>90</i>

<i>Tablo 22. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama yağış toplamları.</i>	<i>91</i>
<i>Tablo 23. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yağışların mevsimlere dağılışı.</i>	<i>91</i>
<i>Tablo 24. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları için vejetasyon dönemi-yağış ilişkileri (vejetasyon dönemi belirlenirken ortalama sıcaklıkların 8 °C ve üzeri olduğu günlerin başladığı ve bittiği tarihler esas alınmıştır).</i>	<i>92</i>
<i>Tablo 25. Araştırma alanında ve yakın çevresinde uzun dönem verisi olan meteoroloji istasyonlarının dahil olduğu iklim sınıfları.</i>	<i>98</i>
<i>Tablo 26. İstasyonların Erinç yöntemine göre aylık ve yıllık yağış etkinlik indisleri ve iklim sınıfları.</i>	<i>99</i>
<i>Tablo 27. Sakarya istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>100</i>
<i>Tablo 28. Hendek istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>101</i>
<i>Tablo 29. Akyazı istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>101</i>
<i>Tablo 30. Bolu istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>102</i>
<i>Tablo 31. Bolu Dağı istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>103</i>
<i>Tablo 32. Mudurnu istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>104</i>
<i>Tablo 33. Düzce istasyonunun Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.</i>	<i>104</i>
<i>Tablo 34. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın oluştuğu yılı ifade eder).</i>	<i>134</i>
<i>Tablo 35. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.</i>	<i>134</i>
<i>Tablo 36. Balıklı Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).</i>	<i>135</i>
<i>Tablo 37. Balıklı yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.</i>	<i>136</i>
<i>Tablo 38. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan standart ve residual yöre kronolojilerine ait istatistikler (“t” son halkanın oluştuğu yılı ifade etmektedir).</i>	<i>137</i>
<i>Tablo 39. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi ortak zaman aralığı istatistikleri.</i>	<i>138</i>
<i>Tablo 40. Araştırma alanında anlamlı sonuçlar veren rekonstrüksiyonlara ilişkin bilgiler.</i>	<i>175</i>

<i>Tablo 41. Araştırma alanında oluşturulan yöre kronolojilerinin uzunlukları ve Alt İşaret Gücüne göre rekonstrüksiyonlarda kullanılabilir dönemler.</i>	<i>175</i>
<i>Tablo 42. Araştırmada alanı ve yakın çevresinde uzun dönemli kayıtları olan meteoroloji istasyonları ve tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için vejetasyon dönemleri.</i>	<i>176</i>
<i>Tablo 43. Sakarya Meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>177</i>
<i>Tablo 44. Sakarya meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>178</i>
<i>Tablo 45. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkları rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>179</i>
<i>Tablo 46. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>181</i>
<i>Tablo 47. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>181</i>
<i>Tablo 48. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunun uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>183</i>
<i>Tablo 49. Düzce meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>183</i>
<i>Tablo 50. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini şubat-ağustos toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>185</i>
<i>Tablo 51. Bolu meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>186</i>
<i>Tablo 52. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>187</i>
<i>Tablo 53. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>188</i>
<i>Tablo 54. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini mayıs-ağustos dönemi toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.</i>	<i>189</i>
<i>Tablo 55. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs yıllık toplam yağışı rekonstrüksiyonu ayarlama ve doğrulama istatistikleri.</i>	<i>190</i>

<i>Tablo 56. Bolu meteoroloji istasyonu tahmini yıllık toplam yağışlarının uzun yıllar ortalamasını 1 standart sapma (ss) ve 2 standart sapmayı aştığı yıllar.....</i>	<i>191</i>
<i>Tablo 57. Yöre kronolojilerinde büyük depremlerin meydana geldiği yıllarda yıllık halka gelişiminde bir önceki yıla göre yaşanan değişimler.</i>	<i>206</i>
<i>Tablo 58. Araştırma alanında büyük deprem yıllarında yıllık halka gelişimini etkilemesi beklenen iklim unsurlarında yaşanan değişimler (klimatik unsurun yıllık halka gelişiminde artışa neden olması beklenen yıllar yeşil renkle, azalmaya neden olması beklenen yıllar kırmızı renkle işaretlenmiştir).</i>	<i>206</i>
<i>Tablo 59. Sakarya-Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklerle ait bilgiler (örnekler kızılçam ağaçlarından alınmıştır).....</i>	<i>212</i>
<i>Tablo 60. Akyazı Dokurcun heyelan alanı için heyelandan etkilenmeyen alan olarak incelenen Çiğdem yöre kronolojisinde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında halka gelişimindeki ve Sakarya meteoroloji istasyonunun için halka gelişimini etkilemesi beklenen iklim unsurlarında bir önceki yıla göre yaşanan değişimler (klimatik unsurun halka gelişiminde artışa neden olması beklenen yıllar yeşil renkle, azalmaya neden olması beklenen yıllar ise kırmızı renkle işaretlenmiştir).</i>	<i>216</i>
<i>Tablo 61. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklerde 1966, 1975, 1985 ve 2001 yıllarında halka gelişiminde bir önceki yıllara göre yaşanan değişimler (halka gelişimindeki azalmalar kırmızı renkle işaretlenmiştir).</i>	<i>217</i>
<i>Tablo 62. Yöre kronolojileri için örnek alınan yerlerin genel özellikleri ve Arstan çiktıklarından elde edilen özet istatistikler.....</i>	<i>236</i>
<i>Tablo 63. Yöre kronolojileri arasındaki eğrilerin uyum yüzdeleri (EUYY).....</i>	<i>237</i>
<i>Tablo 64. Yöre kronolojileri arasındaki korelasyon katsayıları.....</i>	<i>237</i>
<i>Tablo 65. Tez Kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan tepki fonksiyonu katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).....</i>	<i>241</i>
<i>Tablo 66. Tez kapsamında oluşturulan yöre kronolojileri için hesaplanan Pearson korelasyon katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir).....</i>	<i>242</i>
<i>Tablo 67. Rekonstrüksiyonu yapılan iklim unsurları.....</i>	<i>243</i>
<i>Tablo 68. Tez kapsamında yapılan rekonstrüksiyonlar sonucunda ortalamasının 1 ve 2 standart sapma altında ve üzerinde olan yıllar (yağışta sarı kutular -1 standart sapma , kırmızı kutular -2 satandard sapma az yılları, açık maviler +1 standart sapma, koyu maviler +2 satandard sapma fazla yılları; sıcaklıkta açık maviler -1 standart sapma , koyu maviler -2 satandard sapma az yılları, sarılar +1 standart sapma kırmızılar + 2 standart sapma fazla yılları göstermektedir).</i>	<i>245</i>

Tablo 69. Deprem analizleri için değerlendirilen iklim unsurları (ayların altında parantez içlerinde yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları verilmiştir). 250

Tablo 70. Heyelan analizlerinde kullanılan Elmacık kronolojisi için hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir). 251

Tablo 71. Heyelan analizleri için değerlendirilen iklim unsurları (ayların altında parantez içlerinde yıllık halka genişliğiyle olan korelasyon katsayıları verilmiştir). 254

Tablo 72. Heyelan analizlerinde kullanılan iğdem yöre kronolojisi için hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayılarının özeti (mavi renkler pozitif, kırmızı renkler negatif yönde %95 güven düzeyinde anlamlı etkiye sahip ayları göstermektedir). 254



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Araştırma sahasında yükselti basamaklarının oransal dağılımı.	58
Şekil 2. Araştırma sahasında eğim gruplarının oransal dağılımı.	59
Şekil 3. Araştırma sahasında bakı yönlerinin oransal dağılımı.	60
Şekil 4. Türkiye'yi etkileyen hava kütleleri (Erol, 1999).	63
Şekil 5. Sakarya'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	70
Şekil 6. Hendek'te ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	70
Şekil 7. Akyazı'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	70
Şekil 8. Bolu'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	71
Şekil 9. Bolu Dağı'nda ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	71
Şekil 10. Mudurnu'da ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	71
Şekil 11. Düzce'de ortalama en düşük, ortalama en yüksek ve ortalama sıcaklıkların aylık değişimi.	72
Şekil 12. Sakarya'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	84
Şekil 13. Hendek'e ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	84
Şekil 14. Bolu'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	85
Şekil 15. Bolu Dağı'na ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	85
Şekil 16. Mudurnu'ya ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	86
Şekil 17. Düzce'ye ait mevsimlik ve yıllık rüzgâr frekans gülleri.	86
Şekil 18. Araştırma alanında ortalama bağıl nem oranının aylık değişimi.	87
Şekil 19. Sakarya'da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.	88
Şekil 20. Hendek'te ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.	88
Şekil 21. Akyazı'da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.	89
Şekil 22. Bolu'da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.	89

Şekil 23. Mudurnu'da ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.....	89
Şekil 24. Düzce'de ortalama bulutluluğun, ortalama açık, bulutlu ve kapalı günler sayısının aylık değişimi.....	89
Şekil 25. Araştırma alanı ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının aylık ortalama yağış toplamları.	93
Şekil 26. Araştırma alanı ve yakın çevresinde yağışların mevsimlere dağılışı.	94
Şekil 27. Araştırma alanındaki meteoroloji istasyonlarının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.....	105
Şekil 28. Mudurnu Çayı/Akyazı-Dokurcun akım değerleri ve Akyazı meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış miktarı.	107
Şekil 29. Aksu Çayı/ Hendek Çiftekeşme akım değerleri ve Hendek meteoroloji istasyonu aylık toplam yağış miktarı.....	109
Şekil 30. Elmacık Dağı'nda bitki kesitleri (semboller:  Anadolu kestanesi,  saplı meşe-sapsız meşe,  adi gürgen,  dağu kayını,  Uludağ göknarı,  sarıçam,  karaçam,  pösdomaki,  OT yayla-otlak.	119
Şekil 31. Araştırma sahasında bitki topluluklarının oransal dağılımı.....	120
Şekil 33. Çiğdem Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.	134
Şekil 34. Balıklı Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.	136
Şekil 35. Sinekli Yaylası civarından alınan sarıçam örnekleri için oluşturulan yöre kronolojisi.	138
Şekil 36. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyinde anlamlı ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 139	
Şekil 37. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).	140
Şekil 38. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).	141

- Şekil 39. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 142
- Şekil 40. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 143
- Şekil 41. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 144
- Şekil 42. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 145
- Şekil 43. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 146
- Şekil 44. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 147
- Şekil 45. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 148
- Şekil 46. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 149
- Şekil 47. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Çiğdem yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 150
- Şekil 48. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven

<i>düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	151
<i>Şekil 49. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	152
<i>Şekil 50. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	153
<i>Şekil 51. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	154
<i>Şekil 52. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	155
<i>Şekil 53. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	156
<i>Şekil 54. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	157
<i>Şekil 55. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	158
<i>Şekil 56. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	159
<i>Şekil 57. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	160

- Şekil 58. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 161*
- Şekil 59. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Balıklı yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 162*
- Şekil 60. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 163*
- Şekil 61. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 164*
- Şekil 62. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık toplam yağış verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 165*
- Şekil 63. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 166*
- Şekil 64. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların -tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 167*
- Şekil 65. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 168*
- Şekil 66. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir). 169*
- Şekil 67. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon*

<i>grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	170
<i>Şekil 68. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	171
<i>Şekil 69. Bolu meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	172
<i>Şekil 70. Düzce meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	173
<i>Şekil 71. Sakarya meteoroloji istasyonunun aylık ortalama minimum sıcaklık verileri ile Sinekli yöre kronolojisi arasındaki tepki fonksiyonu ve Pearson korelasyon grafikleri (0.95 güven düzeyine göre anlamlı olan ayların tepki fonksiyonu değeri sütunun üzerine etiketlenmiştir).</i>	174
<i>Şekil 72. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Sakarya meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.</i>	177
<i>Şekil 73. Sakarya meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışı.</i>	178
<i>Şekil 74. Sakarya meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıklarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).</i> 178	
<i>Şekil 75. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.</i>	180
<i>Şekil 76. Düzce meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı.</i>	180
<i>Şekil 77. Düzce meteoroloji istasyonu tahmini ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklığı (siyah yatay çizgi ortalamayı, mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma (içtekiler) ve ± 2 standart sapmayı (dıştakiler) göstermektedir).</i>	180
<i>Şekil 78. 1956-2015 dönemi için Çiğdem yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu...</i>	182
<i>Şekil 79. Düzce meteoroloji istasyonunun 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumu.</i>	182

Şekil 80. Düzce meteoroloji istasyonu ocak-nisan dönemi ortalama sıcaklıkların maksimumunun geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).....	182
Şekil 81. 1956-2015 dönemi için Sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Düzce meteoroloji istasyonunun şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.	184
Şekil 82. Düzce meteoroloji istasyonunda 1956-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi aylık toplam yağışlar.	184
Şekil 83. Düzce meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).	184
Şekil 84. 1950-2015 dönemi için sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve bolu meteoroloji istasyonunun şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.	186
Şekil 85. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen şubat-ağustos dönemi toplam yağışı.....	186
Şekil 86. Bolu meteoroloji istasyonu şubat-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).	187
Şekil 87. 1950-2015 dönemi için sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve bolu meteoroloji istasyonunun mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı.....	188
Şekil 88. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen mayıs-ağustos dönemi toplam yağışı.	188
Şekil 89. Bolu meteoroloji istasyonu mayıs-ağustos dönemi toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).	189
Şekil 90. 1950-2015 dönemi için Sinekli yöre kronolojisi yıllık halka indisi ve Bolu meteoroloji istasyonunun yıllık toplam yağışı.....	190
Şekil 91. Bolu meteoroloji istasyonunun 1950-2015 dönemi için tahmini ve ölçülen yıllık toplam yağışı.....	190
Şekil 92. Bolu meteoroloji istasyonu yıllık toplam yağışlarının geriye dönük tahmini (siyah yatay çizgi ortalamayı, içteki mavi yatay çizgiler ± 1 standart sapma ve dıştaki mavi yatay çizgiler ± 2 standart sapmayı göstermektedir).	191
Şekil 93. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG05A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....	194
Şekil 94. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG08A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....	194

<i>Şekil 95. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG17A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>195</i>
<i>Şekil 96. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG17B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>195</i>
<i>Şekil 97. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG18B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>196</i>
<i>Şekil 98. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG22A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>196</i>
<i>Şekil 99. Çiğdem Yöre Kronolojisinden CIG26A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>197</i>
<i>Şekil 100. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN02B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>197</i>
<i>Şekil 101. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN17B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>198</i>
<i>Şekil 102. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN19B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>198</i>
<i>Şekil 103. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN23A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>199</i>
<i>Şekil 104. Sinekli Yöre Kronolojisinden SIN23B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>199</i>
<i>Şekil 105. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL17A örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>200</i>
<i>Şekil 106. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL20B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>200</i>
<i>Şekil 107. Balıklı Yöre Kronolojisinden BAL21B örneği yıllık halka genişliği (aletsel dönemde yaşanan büyük deprem yılları grafikte etiketlenmiştir).....</i>	<i>201</i>
<i>Şekil 108. Kadifekale heyelan alanından alınan örnek ve Çiğdem yöre kronolojisinde halka genişliğinde meydana gelen değişiklikler (1999 yılı sonrası heyelandan etkilenen alanda ve etkilenmeyen alan olarak çiğdem yöre kronolojisinde halka genişliğinde daralmalar dikkati çekmektedir).....</i>	<i>207</i>
<i>Şekil 109. Kadifekale heyelan alanı uydu görüntüsü (Kaynak: Google Earth).....</i>	<i>209</i>
<i>Şekil 110. Dokurcun heyelan alanı uydu görüntüsü (Kaynak: Google Earth).....</i>	<i>210</i>
<i>Şekil 111. Dokurcun heyelan alanı örnek noktaları (uydu görüntüsü Google Earth'ten alınmıştır).....</i>	<i>211</i>

- Şekil 112. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY01 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 219*
- Şekil 113. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY02 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 219*
- Şekil 114. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY03 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 220*
- Şekil 115. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY04 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 220*
- Şekil 116. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY05 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 221*
- Şekil 117. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY06 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 221*
- Şekil 118. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY07 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 222*
- Şekil 119. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY08 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 222*
- Şekil 120. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY09 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 223*
- Şekil 121. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY10 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 223*
- Şekil 122. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY11 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 224*
- Şekil 123. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY12 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 224*

- Şekil 124. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY13 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 225
- Şekil 125. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY14 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 225
- Şekil 126. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY15 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 226
- Şekil 127. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY16 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 226
- Şekil 128. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY17 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 227
- Şekil 129. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY18 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 227
- Şekil 130. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY19 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 228
- Şekil 131. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY20 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 228
- Şekil 132. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY21 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 229
- Şekil 133. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY22 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 229
- Şekil 134. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY23 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 230
- Şekil 135. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY24 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 230

- Şekil 136. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY25 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 231
- Şekil 137. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY26 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 231
- Şekil 138. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY27 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 232
- Şekil 139. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY28 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 232
- Şekil 140. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY29 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 233
- Şekil 141. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan HEY30 örneği (ait olarak sırasıyla üstte a kalemi, ortada yıllık halka genişliği grafiği, onun altında b kalemi, sol altta örnek alınan ağaç, sağ altta ise örneğin konumu). 233
- Şekil 142. Akyazı-Dokurcun heyelan alanından alınan örneklerde 1985 yılında gözle görülür daralmaların olduğu bazı artım kalemleri. 234
- Şekil 143. Araştırma alanından alınan örneklerden oluşturulan yöre kronolojileri.. 235

HARİTALAR LİSTESİ

<i>Harita 1. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin lokasyon haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı ve Esri uygulama dokümanları).....</i>	<i>19</i>
<i>Harita 2. Dendrokronolojik analizler için örnek alan olarak seçilen yörelerin konumları (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı ve Esri uygulama dokümanları)</i>	<i>20</i>
<i>Harita 3. Sarıçam (Pinus sylvestris) 'ın Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Yaltrık ve Efe 2000'den alınmıştır).</i>	<i>27</i>
<i>Harita 4. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin jeoloji haritası</i>	<i>53</i>
<i>Harita 5. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin yükselti kademeleri (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı).....</i>	<i>55</i>
<i>Harita 6. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin topoğrafya haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı).....</i>	<i>56</i>
<i>Harita 7. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin eğim haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı).....</i>	<i>57</i>
<i>Harita 8. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin baki haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı).....</i>	<i>61</i>
<i>Harita 9. . Elmacık Dağı ve yakın çevresinin ocak ayı ortalama sıcaklık dağılışı (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)</i>	<i>67</i>
<i>Harita 10. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin temmuz ayı ortalama sıcaklık dağılışı (Kaynak: MGM Verilerinden üretilmiştir)</i>	<i>68</i>
<i>Harita 11. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin yıllık ortalama sıcaklık haritası (Kaynak: MGM Verilerinden üretilmiştir)</i>	<i>69</i>
<i>Harita 12. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin ocak ayı yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir).....</i>	<i>95</i>
<i>Harita 13. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin temmuz ayı yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir).....</i>	<i>96</i>
<i>Harita 14. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin yıllık toplam yağış haritası (Kaynak: MGM verilerinden üretilmiştir)</i>	<i>97</i>
<i>Harita 15. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin hidroğrafya haritası (Kaynak: Harita Genel Komutanlığı).....</i>	<i>113</i>
<i>Harita 16. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin toprak haritası (Kaynak: Toprak Su Genel Müdürlüğü raporları).....</i>	<i>117</i>
<i>Harita 17. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin vejetasyon haritası (Kaynak: Orman Genel Müdürlüğü).....</i>	<i>132</i>

Harita 18. Elmacık Dağı ve yakın çevresinde 5.0 ve daha büyük depremler (Kaynak: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi) 193

Harita 19. Elmacık Dağı ve yakın çevresinin heyelan haritası (Kaynak: MTA Genel Müdürlüğü) 208



FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

- Foto 1. a) Balıklı yöre kronolojisi için örnek alınırken b) Dokurcun heyelan alanından örnek alınırken(Örnekler 40 ve 60 cm'lik Pressler Artım Burgusu yardımıyla artım kalemleri şeklinde alınmıştır). 26*
- Foto 2. a) Kağıt taşıyıcılar b) Ahşap taşıyıcı (örneklerin kodlandığı kağıt taşıyıcılar araziden laboratuvara gelene kadar koruma sağlarken, ahşap taşıyıcılar hem ölçüm kolaylığı hem de uzun süre muhafaza imkanı sunar). 26*
- Foto 3. Zımparalama İşlemi a) Zımparalama b) Zımpara Öncesi c) Zımpara Sonrası (Zımpara öncesi sınırları net olmayan yıllık halkalar zımpara sonrası ölçüme hazır hale gelmektedir). 29*
- Foto 4. Seksiyonlara ayırma (Bu işlem ölçüm sırasında olası hata durumunda yeniden ölçme ve analizlerin yapılması açısından önemli kolaylıklar sağlamaktadır). 29*
- Foto 5. Yıllık halka genişliklerinin LINTAB-TSAP ölçüm sistemiyle ölçülmesi (Örnekler İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dendrokronoloji Laboratuvarında 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür). 30*
- Foto 6. Elmacık Dağının güney eteklerinde yayılış gösteren üst Kretase'ye aiti gabrolar (Çamyurdu Köyü yakınları). 50*
- Foto 7. Üst Kretase'ye ait serpantinler Elmacık Dağının güney eteklerinde yayılış gösterir (Çamyurdu Köyü yakınları) 50*
- Foto 8. Sinekli Yaylası-Samandere Köyü yolunda ofiyolitik kayalarla yer yer bir arada bulunan radyolaritler. 51*
- Foto 9. Metamorfik kayalardan şistlere Turnalık Yaylası-Akyazı yolunda rastlanmaktadır. 51*
- Foto 10. Serpantinlerin üzerini örtmüş Alt Eosen'e ait kumtaşı-konglomera örnekleri (Hendek-Karadere Mahallesi). 52*
- Foto 11. Araştırma sahasına Taşkesti (Mudurnu) yakınlarından girerek sahanın güney sınırı boyunca Dokurcun Fayı'nı takip ederek batıya doğru akış gösteren Mudurnu Çayı'ndan Görünüm (Akyazı-Dokurcun yolu). 107*
- Foto 12. Dokurcun Fayı'na paralel uzanan Mudurnu Çayı vadisi üzerinde Sakarya-Bolu sınırında kurulmuş Dokurcun Mahallesi. 108*
- Foto 13. Mudurnu Çayı'nın bir kolu olan ve zaman zaman taşkınların yaşandığı Dinsiz Çayı'ndan görünüm (Akyazı-Altındere Mahallesi). 108*
- Foto 14. Elmacık Dağı'nın zirvelerinden doğarak güneye doğru akarken Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı bir kancalanma yaparak doğuya doğru yönelen ve buradan da*

<i>Melen (Efteni) Gölü'ne dökülen Aksu Çayı'ndan görünüm (Hendek-Dikmen Mahallesi).</i>	110
<i>Foto 15. Yoğun bitki örtüsüne sahip Aksu Çayı vadisinde yer yer psödomaki elemanlarından sandallara rastlamak mümkündür (Hendek-Karadere Mahallesi'nden güneydoğu yönüne bakış).....</i>	110
<i>Foto 16. "Tabiat Anıtı" olarak kabul edilen Uğur Suyu üzerindeki Samandere Şelalesi'nde dev kazanları bulunmaktadır.....</i>	111
<i>Foto 17. Yaban hayatını geliştirme sahası olarak koruma altında olan Efteni (Melen) Gölü sulak alanı çok sayıda bitki ve kuş türüne ev sahipliği yapmaktadır (Gölyaka-Düzce).....</i>	112
<i>Foto 18. Elmacık Dağı'nın güney doğusunda yer alan Abant Gölü Tabiat Parkı'nda sucul bitkilerden görünüm.</i>	114
<i>Foto 19. Araştırma sahasında en geniş alanı kaplayan kireçsiz kahverengi orman toprakları Kızanlık Mahallesi'nde (Hendek) heyelan sonucu yüzeylemiştir.</i>	115
<i>Foto 20. Yeniyayla Mahallesi'nde (Hendek) fındık bahçesine dönüştürülen orman arazileri (rakım 1200 metre).....</i>	121
<i>Foto 21. Araştırma alanının yaklaşık % 2'sini işgal eden sarıçam-gökmar topluluğu (Pinus sylvestris- Abies bornmülleriana) 1000-1500 metre yükselti aralığında görülmektedir (Balıklı Yaylası güneyi).</i>	122
<i>Foto 22. Sarıçam-kayın Toplulukları (Pinus sylvestris-Fagus orientalis) güneşlenme seviyesinin fazlaşması nedeniyle daha çok araştırma alanının güney yamaçlarında görülür (Çiğdem Yaylası-Dokurcun yolu).</i>	122
<i>Foto 23. Araştırma alanının kuzeyinde yer yer saf kayın topluluklarına (Fagus orientalis) rastlamak mümkündür (Hendek-Dikmen Yaylası yolu).....</i>	123
<i>Foto 24. Samandere Şelalesi tabiat anıtında yer alan anıt ağaçlardan Porsuk ağacı (Taxus baccata).....</i>	123
<i>Foto 25. Araştırma alanının güneyinde 500-1000 metre yükselti aralığında karaçam-meşe (Pinus nigra-Quercus robur-Quercus petraea) karışık ormanlarını görmek mümkündür (Dokurcun-Taşkesti yolu).</i>	124
<i>Foto 26. Dokurcun--Ilica hattı boyunca 700-800 metre yüksekliklere kadar kızılçam topluluklarına (Pinus brutia) rastlanmaktadır (Dokurcun-Çamyurdu arası).</i>	124
<i>Foto 27. Araştırma sahasında 1400-1500 metre yükseltilerin üzerine çıktığında çalı formasyonlarından adi ardıç (Juniperus communis) örneklerini görmek mümkündür (Abant Gölü doğusu-At Alanı mevki).....</i>	125
<i>Foto 28. Araştırma sahasının güneyinde Taşkesti-Abant yolunda çeşitli psödomaki elemanlarını görme imkanı vardır (Kuşburnu - Rosa canina).</i>	126

- Foto 29. Araştırma sahasının kuzeyinde orman altı flora olarak orman gülleri (*Rhododendron ponticum*) yaygındır (Dikmen Yaylası yolu). 126
- Foto 30. Çalı formasyonu türlerinden muşmula (*Mespilus germanica*)-Dokurcun-Çiğdem Yaylası yolu. 127
- Foto 31. Araştırma alanının kuzeyinde Aksu Çayı vadisinde yer yer psödomaki elemanlarından sandallara (*Arbutus andrachne*) rastlanır (Hendek-Karadere Mahallesi). 127
- Foto 32. Çalı formasyonu türlerinden şimşir topluluklarına (*Buxus sempervirens*) araştırma alanının kuzeyinde 1000-1500 metre yükselti aralığında rastlamak mümkündür (Çiğdem Yaylası). 128
- Foto 33. Araştırma sahasında psödomakilik olarak dikkati çeken bir örnek alan (Taşkesti-Abant yolu). 128
- Foto 34. Yaz aylarında en çok tercih edilen yaylalardan Çiğdem yaylasına da (Hendek) adını veren çiğdem çiçekleri (*Crocus*). 129
- Foto 35. Sığırkuyruğu (*Verbascum thapsus*)-At Alanı Mevkii-Abant Gölü'nün doğusu. 130
- Foto 36. Antropojen etkilerle ağaçsızlaşmış alan (At Alanı mevkii-Abant Gölü'nün doğusu, rakım 1400 metre). 130
- Foto 37. Antropojen etkilerle birlikte toprak tabakasının ince olmasından ötürü (rüzgarlar, yükselti, eğim, vb. nedenlerle) ağaçsız alan (Dikmen Tepe, rakım 1730 metre). 131
- Foto 38. Halk arasında kırkilit otu olarak da bilinen atkuyruğu bitkisine (*Equisetum arvense*) araştırma alanının kuzeyinde su kenarlarında rastlamak mümkündür (Hendek-Karadere mahallesi). 131
- Foto 39. 17 Ağustos 1999 Gölcük-İzmit depremi sonucunda oluşan Kadifekale (Hendek) heyelan alanına aşağıdan bakış. 209
- Foto 40. Araştırma kapsamında dendrojeomorfolojik analizleri yapılan Akyazı-Dokurcun heyelan alanı. 211

ÖZGEÇMİŞ

Cemil İRDEM, 1979 yılında Sakarya’da doğdu. İlk ve ortaöğrenimi Sakarya’da tamamladıktan sonra 1997 yılında Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliği Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2001 yılında buradan mezun oldu. Aynı yıl Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde Balıkesir’e öğretmen olarak atandı. 2002 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim dalında Yüksek lisans eğitimine başladı ve 2005 yılında “Türkiye’de Yağışların Şiddet Bakımından Zamansal ve Alansal Değişkenliği” adlı teziyle mezun oldu. 2015 yılında Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Doktora eğitimine başladı. Halen Sakarya’da öğretmen olarak çalışmaya devam etmekte olup, evli ve iki çocuk babasıdır.