

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARADENİZ BÖLGESİ'NİN BATISINDA GÜNCEL
İKLİM ÖZELLİKLERİ İLE FOSİL POLEN
BULGULARI ARASINDA KARŞILAŞTIRMA:
ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİ

VERİM GÜMÜŞSOY

2501190289

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. HÜLYA CANER

İSTANBUL – 2022

ÖZ

KARADENİZ BÖLGESİ'NİN BATISINDA GÜNCEL İKLİM ÖZELLİKLERİ İLE FOSİL POLEN BULGULARI ARASINDA KARŞILAŞTIRMA: ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİ VERİM GÜMÜŞSOY

Anadolu hem iklim hem de bitki örtüsü bakımından çeşitlilik gösteren bir coğrafyadır. İklim koşulları ve bitki örtüsü geçmişten günümüze kadar birçok değişim geçirmiştir. Bu değişime Holosen'den itibaren insanın neden olduğu değişimler de eklenmiştir. Batı Karadeniz Bölümü'nün iç kesiminde yer alan çalışma alanı, bitki örtüsü bakımından Türkiye'nin zengin alanları arasında yer alır. Bu alanda yapılacak ayrıntılı çalışmalar bu zenginliğin geçmişinin ortaya konulması ve değerlendirilmesi bakımından önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, Karadeniz Bölgesi'nin batısında yer alan Abant ve Yeniçağa göllerinin çevresindeki bitki örtüsünün geçirdiği değişimlerin, European Pollen Database'den (EPD) alınan fosil polen analizleri verisi ile incelenerek, bölgede yaşanan iklim değişikliklerinin belirlenmesidir.

Çalışmada kullanılan sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınmıştır. Bu iklim verileri, bölgenin güncel iklim özelliklerinin belirlenmesi ve çalışma alanının içinde yer aldığı iklim tiplerinin ortaya konulması için kullanılmıştır. Yapılan iklim analizleri, şekil, tablo ve grafiklerle gösterilmiştir. Fosil polen analizleri için kullanılan veriler Avrupa Polen Veri Tabanından (EPD) alınmıştır. Tilia programı kullanılarak Abant ve Yeniçağa göllerindeki polenlerin bulundukları derinlikteki yüzde değerlerin diyagramları oluşturulmuştur. Polen diyagramları yorumlanarak vejetasyon değişimine dayalı olarak geçmiş iklim özellikleriyle güncel iklim özellikleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Fosil polenlerden, günümüzde hala Anadolu'da yayılışı olanların ekolojik özellikleri incelenerek, Abant ve Yeniçağa gölleri çevresindeki güncel vejetasyon ile karşılaştırılmıştır. Dünya'da Holosen başlangıcından günümüze kadar gerçekleşen iklim değişikliklerinin etkilerinin Batı Karadeniz Bölümü'nde de görüldüğü sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değışikliği, Abant Gölü, Yeniçağa Gölü, Polen analizi, Fosil polen, Palinoloji, Batı Karadeniz Bölümü.

ABSTRACT

COMPARISON BETWEEN CURRENT CLIMATE CHARACTERISTICS AND FOSSIL POLLEN FINDINGS IN THE WEST OF THE BLACK SEA REGION: THE ENVIRONMENT OF ABANT AND YENİÇAĞA LAKES

VERİM GÜMÜŞSOY

Anatolia is a geographical area that shows diversity in terms of both climate and vegetation cover. Climatic conditions and vegetation have undergone many changes from past to present. Changes caused by human have also been added to these changes since the Holocene. The study area, located in the inner part of the Western Black Sea Region, is among the rich areas of Turkey in terms of vegetation. Extensive studies in this area are important in terms of revealing and evaluating the history of this richness.

The aim of this thesis is to determine the climate changes in the region by examining the changes in the vegetation around the Abant and Yeniçağa lakes, located in the west of the Black Sea Region, with the data of pollen analysis.

The climate data used in the study were obtained from the Turkish State Meteorological Service. These climate data were used to determine the current climate characteristics of the region and to reveal the climate types in the study area. Climate analyzes are shown with figures, tables and graphics. Data used for fossil pollen analyzes were obtained from the European Pollen Database (EPD). The diagrams of the percentage values of pollen at the depths of the Abant and Yeniçağa lakes were created by using the Tilia program. By interpreting the pollen diagrams, a comparison was made between past climate characteristics and current climate characteristics based on vegetation change.

The ecological characteristics of the fossil pollens, which are still distributed in Anatolia today, were examined and compared with the current vegetation around Abant and Yeniçağa lakes. It was concluded that the effects of climate changes that

took place in the world from the beginning of the Holocene to the present are also seen in the Western Black Sea Region.

Keywords: Climate change, Lake Abant, Lake Yeniçağa, Pollen analysis, Fossil pollen, Palynology, Western Black Sea Region.



ÖNSÖZ

Biyocoğrafya biliminin kurucusu Alexander von Humboldt'un günümüzdeki bitki coğrafyasının temelini oluşturan "Bitkilerin Coğrafyası Üzerine Bir Deneme" eserinin yayımlanmasının üzerinden 215 yıl geçmiştir. Bu kitapta Humboldt, bitkiler, iklim ve coğrafya arasında ilişki kurmuş ve yeryüzüne dağılmış bitki kuşakları fikrini açıklamıştır. Yeryüzündeki her şeyin büyük bir organizma gibi birbirine bağlı olduğunu, doğayı yorumlarken de bu karşılıklı ilişki ve sebep sonuç zinciri içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini söyleyen Humboldt, belirli bitkilerin nerede yaşadığının biyoloji, meteoroloji ve jeoloji arasındaki ilişkiye bağlı olduğunu belirtmiştir.

Humboldt'un temelini attığı coğrafi bakış açısıyla hazırlanan bu çalışmada, palinolojik ve klimatolojik verilerden yararlanılarak vejetasyon ile iklim değişikliği arasında bağlantı kurulmuştur.

İklim, yeryüzü var olduğundan beri birçok etkene bağlı olarak değişen dinamik bir sistemdir ve bitki örtüsünün dağılışında önemli rol oynar. Günümüzdeki bitkilerin çoğunun atalarının ortaya çıktığı ve tohumlu bitkilerin evrimleşmeye başladığı 350 milyon yıl öncesinden bugüne kadar bitkiler, iklim değişikliklerine uyum sağlamaya çalışmışlardır. Belirli bitki türlerinin yaşamı ile iklim arasında karşılıklı ilişki olduğu düşünüldüğünde bu uyum o dönemin iklimi hakkında bilgi vermektedir. Yani, bir bitkinin yaşam alanını belirleyen etken iklim olduğuna göre, bir yerde o bitkiye ait izler bulunduğunda orada o dönemde hangi iklim özelliklerinin görüldüğü belirlenebilir. Charles Lyell'in 1830'da ortaya attığı tek biçimlilik (uniformitarianism) ilkesine dayanarak fosilleşmiş bir floranın üyelerinin bugün yaşayan örnekleri varsa, geçmişte yaşamış bitkilerin, bugünkü eş değeriyle aynı iklime uyum sağladığının ortaya çıktığı söylenebilir.

Paleoklimatolojik çalışmalar, doğrudan ölçüm alınmadığı geçmiş dönemlerin iklimi hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Veri elde etmek için kullanılan paleoklimatolojik yöntemlerden birisi de fosil polen analizleridir. Palinolojik çalışmalar, ekolojik istekleri bilinen bitkilerin polenlerinin fosilleştiği zamandaki iklim hakkında bilgi toplanmasını sağlar. Elde edilen bilgilerle geçmiş dönem ile günümüz iklimi arasında karşılaştırma yapılarak iklimin değişimi, atmosferin dinamizmi, iklim değişikliği ve etkileri üzerinde sonuçlara varılabilir.

Bu alışmada Abant ve Yeniçağa göllerinde daha önceki araştırmacıların (Bottema vd., 1995) elde ettiği fosil polen verileri ile gllerin yakın çevresindeki meteorolojik kayıtlar kullanılarak, geçmiş ve güncel iklim arasında karşılaştırma yapılmıştır. Palinolojik verilerle hazırlanan polen diyagramları ile meteorolojik verilerin analiziyle yapılan iklim sınıflandırmalarının yorumlanması, bitki örtüsü değişimi ile iklim değişikliği arasındaki karşılıklı ilişkiyi ortaya koymuştur.

Tez konusunun belirlenmesinden itibaren ilgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim, araştırmanın özellikle ileriki zamanlarında salgın nedeniyle yüz yüze gelemesek de çalışmanın her aşamasını evrimii buluşmalarda özenle ve sabırla destekleyen danışmanım, Doç. Dr. Hülya Caner'e çok teşekkür ederim.

Akademik olarak destek olan Prof. Dr. Meral Avcı ve Doç. Dr. Nurgül Karlıoğlu Kılıç'a; teknik katkılarını sunarak yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Sedat Avcı ve Rüya Yılmaz Dağdeviren'e; henüz bu programın yüksek lisans ğrencisi olmadan önce başlayan ve sonuna kadar süren yönlendirmeleriyle katkıda bulunan Prof. Dr. Barbaros Gönençgil'e çok teşekkür ederim.

İstanbul, 2022

Verim GüMüşSOY

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİNİN GÜNCEL İKLİM VE VEJETASYON ÖZELLİKLERİ

1.1. Çalışma Alanının Güncel İklim Özellikleri.....	18
1.2. Çalışma Alanının Güncel Vejetasyon Özellikleri.....	30

İKİNCİ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİNİN FOSİL POLEN BULGULARI VE DEĞERLENDİRME

2.1. Abant Gölü'nün Odunsu Bitki (Arboreal: AP) ve Otsu Bitki (Non-arboreal: NAP) Polen Yüzdesi Değişimleri.....	39
2.2. Yeniçağa Gölü'nün Odunsu Bitki (Arboreal: AP) ve Otsu Bitki (Non-arboreal: NAP) Polen Yüzdesi Değişimleri.....	44

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİNİN GÜNCEL İKLİM ÖZELLİKLERİ İLE FOSİL POLEN BULGULARI ARASINDA KARŞILAŞTIRMA

3.1. Abant ve Yeniçağa Gölleri Çevresinin Coğrafi Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	50
3.2. Abant ve Yeniçağa Gölleri Çevresinin Güncel İklim Özellikleri ile Fosil Polen Bulgularının Karşılaştırılması.....	51
SONUÇ.....	55
KAYNAKÇA.....	57

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo G.1:	Holosen içindeki iklimatik değışiklikler.....	2
Tablo 1.1:	Bolu ili meteoroloji istasyonunun aylık ve yıllık ortalama sıcaklık ve yağış değeri.....	20
Tablo 1.2:	Bolu, Gerede ve Mudurnu'nun Erinç indisine göre yıllık kuraklık değeri.....	22
Tablo 1.3:	Erinç indisine göre Bolu, Gerede ve Mudurnu istasyonlarındaki kurak-nemli aylar.....	23
Tablo 1.4:	Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Bolu'nun su bilançosu.....	26
Tablo 1.5:	Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Gerede'nin su bilançosu.....	27
Tablo 1.6:	Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Mudurnu'nun su bilançosu.....	28
Tablo 2.1:	Abant Gölü ¹⁴ C tarihlendirmesi (Kalibre edilmiş ve edilmemiş) ve litolojik özellikler.....	43
Tablo 2.2:	Yeniçağa Gölü ¹⁴ C tarihlendirmesi (Kalibre edilmiş ve edilmemiş) ve litolojik özellikler.....	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil G.1:	Grönland buzul kalkanından çıkarılan buz karotlarının $\delta^{18}O$ ölçümlerine göre, Grönland'da Würm buzul çağıının Son Buzul Maksimumu ve Younger Dryas soğuması ile Erken Holosen Klimatik Optimum (sıcak) dönemlerini de içeren son 50 bin yıldaki dolaylı sıcaklık değişimleri.....	3
Şekil G.2:	Çalışma alanının konumunu gösteren uydu fotoğrafı.....	5
Şekil G.3:	Abant Gölü çevresinin jeoloji haritası.....	6
Şekil G.4:	Yeniçağa Gölü çevresinin jeoloji haritası.....	7
Şekil G.5:	Abant Gölü çevresinin uydu fotoğrafı.....	8
Şekil G.6:	Yeniçağa Gölü çevresinin uydu fotoğrafı.....	9
Şekil 1.1:	Bolu'da sıcaklık ve yağışın aylara göre dağılışı (1929-2020)	20
Şekil 1.2:	Bolu istasyonuna ait iklim diyagramı.....	25
Şekil 1.3:	Gerede istasyonuna ait iklim diyagramı.....	29
Şekil 1.4:	Mudurnu istasyonuna ait iklim diyagramı.....	30
Şekil 1.5:	Abant Gölü çevresinde yayılış gösteren belli başlı ağaç türleri.....	34
Şekil 1.6:	Yeniçağa Gölü çevresinde yayılış gösteren belli başlı ağaç türleri....	34
Şekil 2.1:	Ormanlık bir arazi içerisinde bulunan küçük bir göl veya bataklıkta polen dağılım ve çökelişi.....	36
Şekil 2.2:	Bir göl alanındaki polen dağılım ve çökelişi.....	37
Şekil 2.3:	Abant Gölü'ndeki odunsu bitki (AP) ve otsu bitki (NAP) indikatör türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ve GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi.....	42
Şekil 2.4:	Abant Gölü'ndeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri, GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi ve litolojik özellikler.....	43
Şekil 2.5:	Yeniçağa Gölü'ndeki odunsu bitki (AP) ve otsu bitki (NAP) indikatör türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ve GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi.....	48
Şekil 2.6:	Yeniçağa Gölü'ndeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri, GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi ve litolojik özellikler.....	49

Şekil 3.1:	Abant ve Yeniçağa göllerindeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ile GÖ (yıl) kalibre edilmiş ¹⁴ C tarihlendirmelerinin karşılaştırılması.....	52
-------------------	--	-----------

KISALTMALAR LİSTESİ

AP	: Arboreal Pollen
B	: Bond
cP	: Continental Polar
cT	: Continental Tropikal
EPD	: European Pollen Database
ERS-2 SAR	: European Remote-Sensing Satellite
GÖ	: Günümüzden Önce
IUCN	: International Union for Conservation of Nature
LPAZ	: Local Pollen Assemblages Zones (Yerel Polen Birikme Zonu)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mP	: Maritime Polar
MS	: Milattan Sonra
mT	: Maritime Tropikal
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
NAP	: Non-arboreal Pollen
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
pH	: Power of Hydrogen
ssp.	: Subspecies
TM	: Thematic Mapper
$\delta^{18}\text{O}$	: Delta Oksijen 18 (Kararlı Oksijen İzotopları)

GİRİŞ

İklim değışikliği, iklimin ortalama durumunda ya da onun değışkenliğinde uzun zaman ölçeklerinde bir artış veya azalma yönündeki eğilimlerin istatistiksel olarak anlamlı değışimleri olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2013; Gönençgil ve Acar, 2016).

İklim değışikliğine neden olan birçok etken vardır. Bunların başında Dünya'nın eksen eğikliğine bağlı yörüngesindeki değışimler, güneş etkinliğindeki değışimler, levha tektoniği sonucu kıtaların yer değıştirmesi ve orojenez gelmektedir (Erlat, 2013). İklim değışikliklerinin temel nedenleri arasında gösterilen yörünge değışimleri ve güneş etkinliğindeki değışimler Milankoviç Döngüleri diye bilinen olaylardır. Bunlar Dünya'nın Güneş etrafında dolandığı yörüngenin eliptik şeklinin Dünya'nın Güneş'e olan mesafesinin değışmesiyle gelen enerjinin farklılık göstermesi; Dünya'nın eksen eğikliğinin 41.000 yıllık periyotlarla 22,1° ile 24,5° arasında değışiklik göstermesi sonucu Güneş'ten gelen enerjinin geliş açısının uzun yıllar döneminde yüksek ve alçak enlemlere göre değışmesi; Presesyon hareketiyle Dünya'nın kendi eksenini etrafındaki dönüşünü 26.000 yıllık periyotla topaç gibi yalpalaması sonucunda Güneş'ten gelen enerjide mevsimsel değışimler görülmesi şeklinde bilinmektedir. Ayrıca son 5000 yıldaki sıcaklık değışimleri ile güneş lekeleri arasındaki ilişki incelendiğinde önemli bir ilişki olduğu da bilinmektedir (Özdemir ve Bozyurt, 2004).

Yerküre üzerinde atmosferin oluşumundan bu yana iklim değışimleri yaşanmıştır. Meteorolojik ölçümlerin yaklaşık son 150 yıldır kaydedildiği düşünülürse daha önceki dönemlere ait iklimik bilgileri edinmek için farklı yöntemlerle elde edilen bilgilerin değeri artmaktadır. Özellikle dendroklimatoloji ve polen analizleri gibi biyolojik kayıtlar paleoklimatolojik çalışmalarda önemli sonuçlar sağlamaktadır. Jeolojik devirler arasında iklim çalışmaları açısından en fazla veriye sahip olunan dönem Senozoyik zamanın son dönemi olan çok sık buzullaşma dönemlerinin yaşandığı ve insanın ortaya çıktığı Kuaterner'dir (Turoğlu, 2011). Kuaterner, jeolojik takvimin son %0,026'lık kısmını oluşturarak en kısa dönemdir ancak etkili iklim değışiklikleri ve insanın ortaya çıkması nedeniyle jeolojik takvimde ayrı bir dönem olarak belirlenmiştir (Turoğlu, 2011). Kuaterner, günümüzden 2,6 (2.588.000) milyon yıl öncesini kapsayan jeolojik dönem olup, Pleyistosen ve günümüzden 11.700 yıl öncesine kadar uzanan Holosen olmak üzere iki alt döneme ayrılmaktadır. Holosen

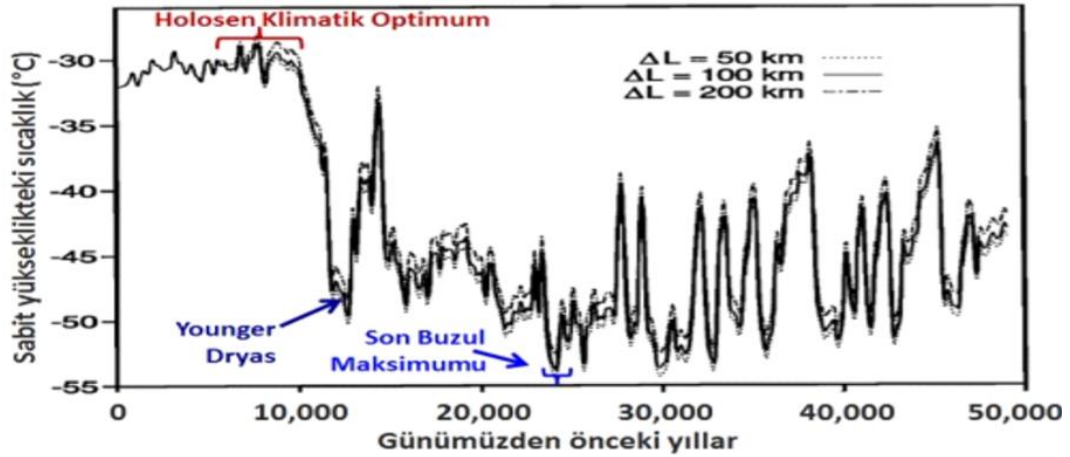
devresi günümüzden 0,0117 milyon yıl öncesinde Pleyistosen'den ayrılır. Holosen devresinin başlangıcı olarak, soğuk ve kurak koşullara neden olan Younger Dryas'ın ani son buluşu ile sıcak ve nemli iklim koşullarına geçiş kabul edilmektedir (Turoğlu, 2011). Pleyistosen'deki buzul ve buzul arası dönemler düşünüldüğünde Holosen, bir buzul arası döneme denk gelen dünya jeolojik tarihinin en genç dolayısıyla şu an içinde olduğumuz dönemdir. İklim koşulları bakımından Holosen alt bölümlere ayrılmıştır (Erlat, 2013). Bu dönemler belli özelliklere göre iklim açısından farklılıklar göstermektedir (Tablo G.1). Son buzul çağından sonra Kuaterner'de iklimsel açıdan durağan bir döneme girilmesi sonucunda, başlangıcı Younger Dryas olarak kabul edilen Holosen devresi, bir buzularası dönem olarak Pleyistosen'den ayrılmaktadır ve Holosen de kendi içerisinde soğuk ve sıcak dönemleri içermektedir (Şekil G.1).

Tablo G.1: Holosen içindeki önemli iklimik değişiklikler.

Günümüzden Önce (Yıl)	Özellikler
11.700- 9.000	Younger Dryas'ın ani son buluşu, sıcak ve nemli iklim koşullarına geçiş. Holosen başlangıcı. B8 (Bond 8) ve B7 soğuk dönemleri.
9.000- 8.000	Sıcak ve serin-soğuk dönemlerin kısa aralıklarla araldığı bir zaman aralığı, B6 ve B5 soğuk dönemleri ve iki kez tekrar eden daha sıcak dönem.
± 8.200	Birçok bölgede aniden soğuk ve kurak koşulların etkili olması, B5 soğuk dönemi.
8.200- 6.000	Bazı bölgelerde bugünkünden daha sıcak ve nemli iklim koşulları hakim.
5.900- 5.000	Soğuk dönem (B4).
5.000- 4.200	Sıcak dönem.
4.200- 4.000	Soğuk ve kurak dönem (B3).
3.900- 2.900	Sıcak dönem.
2.800- 2.500	Demir çağı soğuk dönemi (MÖ 900- 300) (B2).
2.200- 1.700	Sıcak dönem, Roma iklimik optimumu.
1.400- 1.200	Soğuk dönem. Göç dönemi (Migration Period) (MS 500- 900) (B1).
1200- 700	Ortaçağ sıcak dönemi (Medieval Warm Period).
450- 150	Soğuk dönem ve küçük buzul çağı (Little ice age). B0 soğuk dönemi.

Kaynak: Turoğlu, 2011'den düzenlenerek hazırlanmıştır.

Şekil G.1: Grönland buzul kalkanından çıkarılan buz karotlarının $\delta^{18}O$ ölçümlerine göre, Grönland'da Würm buzul çağıının Son Buzul Maksimumu ve Younger Dryas soğuması ile Erken Holosen Klimatik Optimum (sıcak) dönemlerini de içeren son 50 bin yıldaki dolaylı sıcaklık değişimleri.



Kaynak: Keserci, 2019.

İklim değişikliği açısından bakıldığında kuzey yarım kürede Pliyosen sonlarında başlayan soğumanın Kuaterner'de de devam ettiği, buzul ve buzul arası dönemlerin periyodik olarak birbirini izlediği görülmektedir (Erlat, 2013). Pleyistosen'de buzul ve buzularası dönemlerin yaşanması, Anadolu'da bitkilerin de bu iklim değişikliklerine uyum sağlamasını gerektirmiş, dolayısıyla bitki örtüsü kısa mesafelerde önemli değişimler göstermiş ve özellikle vadi içleri bazı bitkilerin sığınma alanları olarak belirmiş, bu etki floranın çeşitlenmesiyle sonuçlanmıştır (Avcı, 2014b).

Son buzul çağı maksimumunda kuzey yarım küredeki birçok yerde olduğu gibi Anadolu'da da dağ buzulları ilerlemiş ve iki bin metrenin üzerindeki dağların yüksek kesimleri takke buzulları ile kaplanmıştır. Kalıcı kar sınırı ve orman üst sınırı aşağıya çekilmiş, örneğin günümüzde yaklaşık 2200 metreden geçen orman sınırı o dönemde 800 metrelere kadar inmiştir (Avcı, 2014a). Bu dönemde yaşanan soğuk ve kurak iklim şartları nedeniyle yüksek enlemlerdeki bitkiler güneye doğru ilerlerken Anadolu'nun büyük bir bölümü soğuk çöle benzer bozkırlarla kaplanmıştır (Atalay, 2001). Würm buzul çağıında buharlaşmanın azalmasıyla kapalı havzalarda oluşan göllerin sayısı artmış, varolan göllerin de seviyesi yükselerek kapladıkları alan genişlemiştir (Atalay, 2001). Akşehir, Eber, Burdur, Van ve Tuz göllerinde su seviyesi yükselmiş, ayrıca Konya Ovası'nda 20-25 m derinlikte bir göl oluşmuştur (Erol, 1968). Denizlerden buharlaşan suyun karalarda buzullar halinde kalması sonucunda su

döngüsünün kesintiye uğraması, deniz seviyesinin azalmasına neden olmuştur. Anadolu'yu çevreleyen denizlerde günümüze göre 125 m derinlikte olan kıta sahanlıkları tamamen kara haline gelmiştir, örneğin İzmir Körfezi'nin önemli ölçüde karalaşmasıyla Gediz Nehri, Karaburun açıklarında denize dökülmüş ayrıca Biga yarımadasının batı kısmı karalaşmıştır (Atalay, 2001). Deniz seviyesinin azalması nedeniyle Akdeniz'in suları Karadeniz'e ulaşamamış böylece Karadeniz de Marmara Denizi gibi bir göl haline gelmiştir (Kayan, 2012).

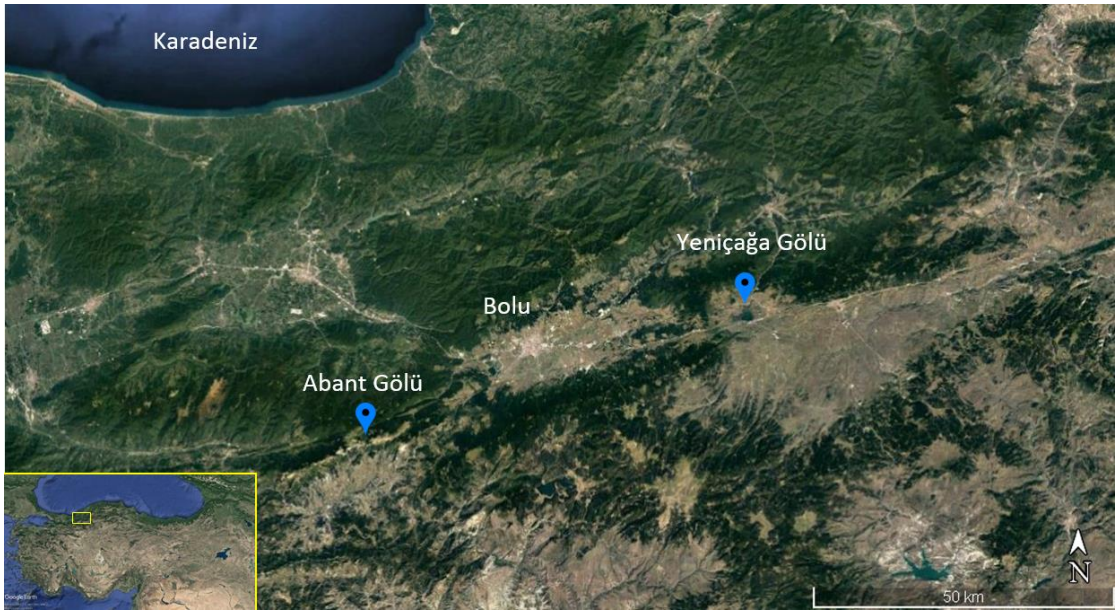
Günümüzden 15.000 yıl öncesinden itibaren sıcaklığın ve yağışın artmasıyla buzullar erimeye ve gerilemeye başlamış, buzulların çekildiği yerler soğuk ortamda yaşayan özellikle iğne yapraklı bitkiler tarafından işgal edilmiştir (Atalay, 2001). İklim şartlarındaki bu değişime bağlı olarak Anadolu içleri ağaçlı steplerle kaplanırken çöküntü alanları ve kıyılara sığınmış olan ormanlar tekrardan dağların yüksek kesimlerine doğru ilerlemeye başlamıştır (Atalay, 2001). Günümüz iklim şartlarına yakın bir atmosfer dolaşımının etkili olmasıyla Holosen dönemi Pleyistosen'den ayrılmış, soğuk ve kurak dönemin geçmesiyle Anadolu'da yerleşim ve tarımsal üretim başlamıştır (Atalay, 2001). Van Gölü çevresinde yapılan polen analizleri, günümüzden yaklaşık 12.000 yıl önce son buzul çağını anımsatan soğuk iklim koşullarının görüldüğü Younger Dryas dönemi boyunca, karasal iklimin göstergesi olan *Chenopodiaceae* familyasına ait bitkilerin polenlerin, soğuk ve kurak iklimin göstergesi olan *Artemisia* L. (yavşan otu) cinsine göre daha bol olduğunu göstermesine dayanarak Anadolu'da yıllık yağış miktarının 150 mm'nin altına düştüğü ve soğuk-karasal iklim koşullarının hakim olduğu söylenebilir (Erlat, 2013). Güneydoğu Anadolu ile Basra Körfezi arasında bulunan Fırat ve Dicle nehirleri kenarlarında taşkınlara ait izlere rastlanmakla birlikte, Basra Körfezi'nin sularının yükselmesine de bağlı olarak Mezopotamya 10.500 yıl önce sularla kaplanmıştır (Atalay, 2001). Günümüzden 9.000 – 6.000 yıl öncesine denk gelen dönemde kuzey yarım kürenin orta ve yüksek enlemlerinde sıcaklıkların yükseldiği Holosen Klimatik Optimumu'nda insanlar tarım ve hayvancılık faaliyetlerine başlayarak Anadolu'da Neolitik yerleşmeler kurmuştur (Atalay, 2001). Holosen'den beri Anadolu'nun vejetasyonu üzerindeki en önemli etkiyi insanın yaptığı söylenebilir. Özellikle orman alanlarının yayılışındaki değişimler ve doğal steplerin antropojenik steplere karışması Anadolu'nun çok eski yerleşim tarihi ile bağlantılıdır (Avcı, 2014b). Bottema, Güneybatı Anadolu'da göller bölgesinde yaptığı polen analizi çalışmalarının sonucuna dayanarak insanın yoğun olarak tarıma başladığı bu dönemi "Beyşehir

Occupation Phase” olarak isimlendirmiş ve bu dönemi G.Ö. ortalama 4000 yıl olarak tarihlendirmiştir (Bottema ve Woldring, 1984).

1. Çalışma Alanının Yeri ve Genel Özellikleri

Çalışma alanı, Karadeniz Bölgesi’nin Batı Karadeniz Bölümü’nün batısında ve iç kesimlerinde bulunan Bolu ili sınırları içerisindeki Abant ve Yeniçağa gölleri çevresidir (Şekil G.2).

Şekil G.2: Çalışma alanının konumunu gösteren uydu fotoğrafı.

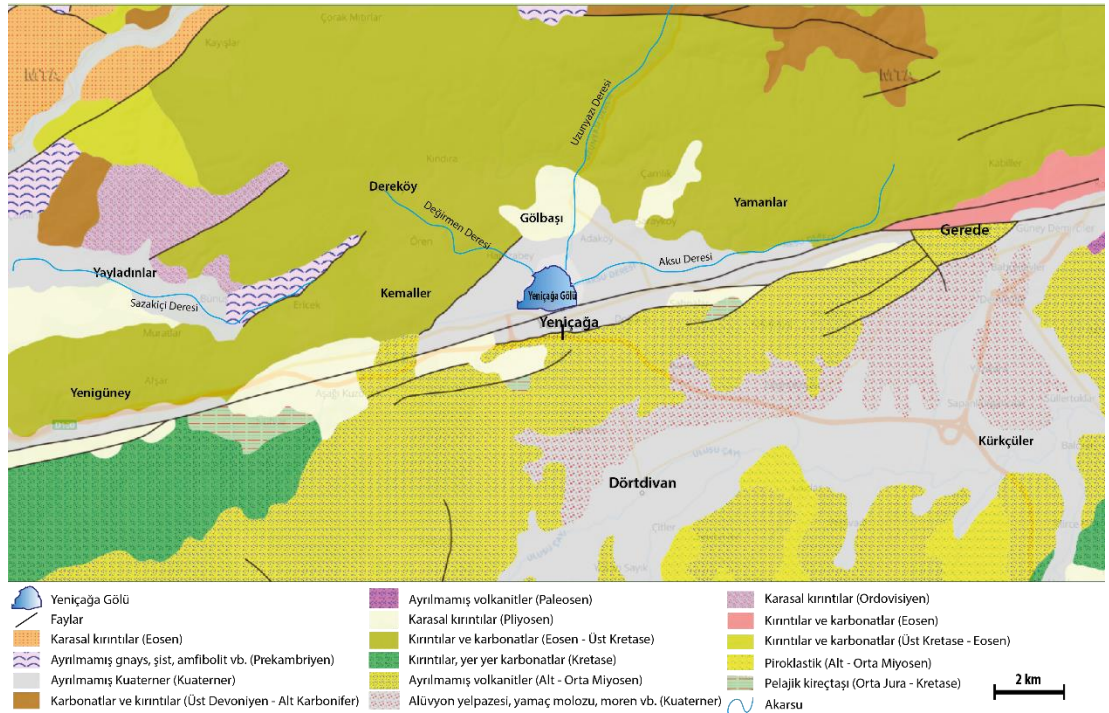


Kaynak: Google Earth

Jeolojik açıdan Türkiye’nin ana tektonik üç bölgesi olan Pontidler, Anatolid-Torid Bloku (Kırşehir masifi dahil) ve Güneydoğu Anadolu’dan, Pontid kuşağının içerisinde bulunmaktadır. Geçmişte okyanuslar tarafından ayrılmış İstanbul, Istranca ve Sakarya bölgelerinden olan İstanbul Zonu ile Sakarya Zonu’nun bir araya geldikleri bölgede yer almaktadır (Okay, 2008). Kuzey Anadolu ve Marmara havzasını içine alan Pontidler bölgesinde Kaledoniyen ve Hersiniyen dönemlerinde oluşmuş Türkiye’nin en eski dağları burada yer almaktadır (Ketin, 1966). Bölgede Prekambriyen, Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı birimler bulunmakta, Bolu oluşu ve çevresindeki başlıca litolojiyi Prekambriyen yaşlı mermer, şist, gnays; Mezozoik yaşlı granitik kayalar, kumtaşı, konglomera, çamurtaşı, şeyl, kireçtaşı, dolomit; Kuaterner yaşlı güncel çökeller oluşturmaktadır (Çiftcioğlu, 2011) (Şekil G.3). Üst Miyosen’den itibaren faaliyet gösteren Kuzey Anadolu Fay Kuşağı, Bolu-Gerede

Güneyinden Kuzey Anadolu Fayı geçen Yeniçağa Gölü çanağı ayrılmamış Kuaterner çökelleri üzerinde yer almaktadır. Gölün yakın çevresinde Alt ve Orta Miyosen dönemine ait ayrılmamış volkanitler ile Eosen ve Üst Kretase dönemine ait kırıntılar ve karbonatlar geniş yer tutmaktadır (Şekil G.4). Gölün kuzey kısmı çökel kayalardan oluşurken, güneyde daha çok volkanitler yer almakta ve bu iki kısmı Kuzey Anadolu Fayı ayırmaktadır (Yalçiner, 1996; Akçer Ön, 2011). Yeniçağa Gölü'nün bulunduğu alan, Kuaterner başlarında meydana gelen epirojenik hareketlerle bozulmaya uğramış, doğu batı yönlü çökme sonucu oluşan çukurun suyla dolmasıyla gölün oluşmasına neden olmuştur (Yalçiner, 1996). Yeniçağa çöküntü alanı 3,5 km genişliğinde, 12,5 km uzunluğunda olup, doğusunda iki fay gözlenmektedir. Güneydeki fay, havzanın güney sınırını, kuzeydeki ise Kuzey Anadolu Fayı'nı oluşturarak batıya uzanır (Herece, 2016).

Şekil G.4: Yeniçağa Gölü çevresinin jeoloji haritası.



Kaynak: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

Abant Gölü, Bolu il merkezinin güneybatısında, 40°36'45" K - 40°35'54" K ile 31°16'15" D - 31°17'27" D koordinatları arasında yer almaktadır. Göl, Bolu Ovası'na açılan Abant Suyu vadisinin, batı yamacında gerçekleşen bir heyelanın malzemesiyle tıkanması sonucunda oluşmuş bir heyelan set gölüdür (Erinç vd., 1961; Tuncel, 1975; Hoşgören, 1994) (Şekil G.5). Lahn'a göre Abant Gölü tektonik bir göldür (Lahn, 1951).

Gölün deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1320 m olup en derin yeri 32 m ve yüzey alanı 1,25 km² 'dir (Mater ve Sunay, 1985). Abant Gölü'nü batıda Beşpoyraz, doğuda Fındıklı Deresi beslemekte ve göl ayağı Filyos Çayı'nın iki ana kolundan biri olan Bolu Suyu'nu oluşturan Büyüksu Deresi'dir (Mater ve Sunay, 1985). Su miktarı yıllara ve mevsimlere göre değişiklik gösteren gölün su kaynaklarını yağmur ve erimiş kar suları oluşturmakta, ayrıca göl suyu kışın donmaktadır (Mater ve Sunay, 1985).

Şekil G.5: Abant Gölü çevresinin uydu fotoğrafı.



Kaynak: Google Earth

Yeniçağa Gölü 40°47'17" K - 40°46'23" K ile 32°00'41" D - 32°02'10" D koordinatları arasında yer almaktadır. Bolu il merkezinin doğusundaki Yeniçağa ilçe merkezi yakınında bulunan gölün deniz seviyesinden yüksekliği 990 m.'dir. Bolu Dağları ile Koroğlu Dağları'nın arasındaki küçük bir havzada yer alan gölün oluşumu tektonik nedeni olup, göl Kuzey Anadolu fay hattının oluşturduğu çukurun alüvyonlarla dolması sonucu oluşmuştur; yüzey alanı 1,8 km² ve en derin yeri 11m.'dir (Lahn, 1951; Akçer Ön, 2011) (Şekil G.6). İzbirak, 1972'de yaptığı çalışmada çöküntü alanında oluşan gölün (o zamanki adı Çağa Gölü) ayağı olan Çağa Deresi'nin yatağını zamanla derinleştirerek göl alanının küçülmesine neden olduğunu ifade etmiştir (İzbirak, 2001). Günümüzde dışarıya akıntısı olmayan, yer altı suları ve çevredeki küçük derelerle beslenen gölün bulunduğu sahada geniş turbalık alanlar, bataklıklar, ıslak çayırlar yer almaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki en büyük kireçli torf alanları burada olup derinlikleri iki metreyi bulmaktadır (Anonim, 2020). Yeniçağa Gölü'nün

evresinde, en kalın yeri gölün batısında olmak üzere 15 m derinliğe kadar ulaşan turbalık alan bulunmaktadır (Kavuşan ve Serdaroğlu, 1997). Gölün güneydoğusundaki bir kanal Yeniçağa ilçesinin kanalizasyonunu, mezbaha, tavuk iftliği, oto tamirhanesi ve küçük sanayi tesisi gibi işletmelerin atıklarını g le boşaltmaktadır (Akçer  n, 2011). Yeniçağa Gölü, Türkiye'deki 86 sulak alan içerisinde yer alıp ulusal öneme sahip 59 sulak alandan birisidir.

Yeniçağa yerleşmesi, 700 yıl önce “ağa” adıyla, bugün Eskiağa olarak adlandırılan ve ilçeye 7 km uzaklıktaki köyün olduğu yerde bulunmaktaydı. 1909'da çağa'da çıkan büyük bir yangın sonrasında yerleşimin büyük bir kısmı yanmış ve sonrasında bugünkü yeri olan Yeniçağa Gölü'nün kıyısına taşınmıştır (Akçer  n, 2011). Sultan Mehmet Reşad'ın katkılarıyla kurulan yeni yerleşim yerine Reşadiye adı verilmiş, 1934 yılında Mustafa Kemal Atatürk'ün ziyareti sonrasında ismi Yeniçağa olarak değiştirilmiş; Yeniçağa, 1962 yılında belediye, 1990'da ile olmuştur (Keleş, 2007). Yerleşimin Yeniçağa Gölü kıyısına taşınması, g l çevresindeki insan etkisini arttırmıştır.

şekil G.6: Yeniçağa Gölü evresinin uydu fotoğrafı.



Kaynak: Google Earth

Çalışma alanında bulunan organik madde bakımından zengin, üst kısmı koyu renkli podzolik topraklar, özellikle geniş yapraklı ormanların altında yer almakta ve yıkanmanın fazla olduğu *Fagus L.* (kayın) ormanlarının altında 5-5,5 Ph ile asit

reaksiyon özelliği göstermektedir (Atalay ve Mortan, 2003). Daha az yağış alan Bolu-Mudurnu oluşu *Pinus nigra* L. (karaçam) ve *Quercus* L. (meşe) topluluklarının yoğun olduğu kurakçıl sahalarda B katmanında karbonatların biriktiği kireçli kahverengi orman toprakları yer almakta ayrıca bu bölgelerin tabanlarında kahve ve kestane renkli topraklar olan mollisollere rastlanmaktadır (Atalay, 2008).

Batı Karadeniz Bölümü'nde kıyının hemen gerisindeki dağlık kesimler, *Fagus* ve *Carpinus* L. (gürgen) gibi nemcil ağaç türlerinden, yer yer de *Abies nordmanniana* ssp. *bornmülleriana* Mattf.'dan (Uludağ göknarı) oluşan ağaçların altında sık çalılıkların bulunduğu gür ormanlarla kaplıdır (Erinç, 2002). Bölümün orta ve güney kesimlerindeki ormanlarda *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* L. (sarıçam) ve *Quercus* gibi soğuğa dayanıklı türler hakimdir (Erinç, 2002).

Çalışma alanının iklimi, Karadeniz ardı bölgesi, kıyı ile iç bölge arasında geçiş iklimi özelliği göstermektedir (İzbırak, 2001). Karadeniz Bölgesi'nin doğusuna göre daha az yağış alan saha, kış aylarında daha düşük sıcaklık değerlerine sahiptir ve Türkiye'de bulunan dört büyük iklim tipinden Karadeniz ikliminin alt sınıfı olan Batı Karadeniz iklimi içerisinde yer alır (Erinç, 1996). Çalışma alanı, hem kıyından iç kesimde bulunmasına hem de kuzeyde Bolu ve Gökçeler Dağları ile güneyde Köroğlu Dağları arasında yer alan bir olukta yer almasına bağlı olarak Batı Karadeniz Bölümü'nün kıyı kesimine göre daha düşük yağış ortalamasına sahiptir. Aynı şekilde, sıcaklık, yazın Karadeniz kıyısına göre daha yüksek, kışın daha düşük olduğundan yazın kurak, kışın ise kar yağışlı ve donlu gün sayısı fazladır (Atalay ve Mortan, 2003).

Bakır Çağı'ndan itibaren yerleşmeye açılan Bolu ve yakın çevresi, Bithynia Krallığı zamanında öne çıkan hayvancılık faaliyetleriyle önem kazanmış, hatta bu dönemde üretilen peynirler Roma'ya gönderilecek kadar meşhur olmuştur. Bölgedeki nüfus artışıyla birlikte alçak ve sulak kesimler hayvancılık faaliyetleri için kullanılırken yamaçlarda tarım yapılmaya başlanmış, 11. yüzyıldan (yy) sonra Selçuklular'ın etkisiyle Türkleşen bölge, Moğol istilası sonrası göçebe Türkmen nüfusun artması sonucunu doğurmuştur. Daha sonra bölgedeki köylere yerleşen göçebe halk, hayvancılık ve tarım faaliyetlerinin sürmesine neden olmuştur. Osmanlı Devleti'nin kurulmasından sonra özellikle 16. yy başlarında Bolu ve çevresi doğudan gelen ürünlerin ve İzmit, İstanbul üzerinden ticareti yapılan tarım ve hayvancılık ürünlerinin Pazar yeri haline gelmiştir (Gözenç, 1979).

2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Karadeniz Bölgesi'nin batısında yer alan Abant ve Yeniçağa göllerinin çevresindeki bitki örtüsünün geçirdiği değişimlerin, Avrupa Polen Veritabanı'ndan alınan fosil polen analizleri verisi ile incelenerek, bölgede yaşanan iklim değişikliklerinin belirlenmesidir.

Yerkürede atmosfer tabakası oluştuğundan bu yana, iklim çeşitli dinamiklere bağlı olarak sürekli değişiklik göstermektedir. Tarih boyunca görülen bu değişimlerin belirlenmesinde birçok yöntem uygulanmaktadır. Polenler oksijensiz ortamlarda milyonlarca yıl özelliklerini koruyabildikleri için geçmişe ait değişimleri belirlemede önemli bir anahtardır. Palinolojik analizler, geçmişte yaşanan bitki örtüsü değişimleri hakkında veri sağlamak ve bu verilere dayanarak iklim değişikliği hakkında yorum yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Göller ve bataklık alanlar polenlerin iyi bir şekilde korunabilmesine olanak sağlayan alanlar olduğu için palinolojik çalışmalara son derece uygun ortamlardır. Türkiye'deki birçok gölde iklim ve bitki örtüsü değişimlerinin belirlenmesine yönelik palinolojik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma alanı olan Abant ve Yeniçağa gölleri de bu amaçla birçok kez çalışılmış göllerdir (Beug, 1967; Çınar, 1994; Bottema, vd., 1995; Beug ve Bottema, 2015; Woldring vd., 2019). Bu çalışmanın amacı Karadeniz Bölgesi'nin batısının güncel iklim özellikleri ile geçmiş dönem iklim özelliklerinin karşılaştırılması ve iklim değişimlerinin belirlenmesidir. Bu değişimi ortaya koyarken yöntem olarak, fosil polen analizi çalışmalarının sonuçlarının kullanılması yoluna gidilmiştir. Ayrıca küresel ölçekte görülen iklim değişimlerinin etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

3. Materyal ve Yöntem

Abant ve Yeniçağa göllerinin güncel iklim özelliklerini temsilen Bolu, Gerede ve Mudurnu olmak üzere üç meteoroloji istasyonu belirlenmiştir. Bu istasyonların uzun yıllara ait sıcaklık ve yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. İklim verileri Thornthwaite iklim sınıflandırma sistemi ve Erinç yağış etkinlik indisi kullanılarak değerlendirilmiştir. European Pollen Database (europeanpollendatabase.net) üzerinden elde edilen, Bottema, Woldring ve Aytuğ'nun (1995) araştırmalarındaki fosil polen verileri kullanılmıştır. Sytze Bottema tarafından yüklenen veri, Abant Gölü için 1100 cm'lik bir karot ile Yeniçağa Gölü için 1730 cm'lik bir karota ait fosil polen analizi sonuçlarını içermektedir. Tilia programı

(Grimm, 1991) kullanılarak, polenlerin derinliğe göre yüzde değerlerinin diyagramları oluşturulmuştur. Polen diyagramları yorumlanarak vejetasyon değişimine dayalı geçmiş iklim özellikleriyle güncel iklim özellikleri arasında karşılaştırma yapılmıştır.

4. Önceki Çalışmalar

Çalışma alanında yapılan önceki çalışmalar Abant ve Yeniçağa Gölleri'nin yakın çevresini ve genel olarak Batı Karadeniz bölgesini kapsayan flora ve vejetasyon çalışmaları, fosil polen analizleri, botanik, jeoloji, jeofizik, jeomorfoloji, limnoloji, ekoloji ve klimatoloji alanında yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

4.1. Abant ve Yeniçağa Gölleri ile Yakın Çevresinde Yapılan Başlıca Vejetasyon Çalışmaları

Beug'un (1967), Abant ve Yeniçağa göllerinde gerçekleştirdiği çalışma Anadolu'da bitki örtüsünün gelişimi ve değişimi konusunda Türkiye'de yapılan ilk polen analiz çalışmalarından birisidir.

Çınar (1994), yüksek lisans tezinde Abant Gölü'nde yaptığı polen analizinde göl çevresinde 5-14 bin yıl önce yaygın çam türünün sarıçam olduğunu tespit etmiştir.

Bottema, Woldring ve Aytuğ (1995), yayımladıkları makalede Batı ve Orta Karadeniz'de bulunan 40 noktada gerçekleştirdikleri çalışma sonrası elde ettikleri fosil polenlerin analizlerini yaparak Türkiye'nin kuzeyi için geç Kuaternerdeki vejetasyon geçişini araştırmışlardır. Bu çalışmadaki önemli sonuçların elde edildiği yerler arasında Abant ve Yeniçağa gölleri de bulunmaktadır.

Geveli (1998), doktora tezinde Bolu-Gerede'nin güneyindeki Köroğlu Dağları ve çevresinin bitki coğrafyasını ayrıntılı olarak incelemiştir.

Türker ve Güner (2003), Abant Tabiat Parkı'nın bitki çeşitliliğini ve damarlı bitkiler florasını araştırmışlar ve fitocoğrafik bölgelere göre türlerin yüzdelerini ortaya koymuşlardır.

Sarıbaş ve Ekici (2004), kızılçamın Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki doğal yayılışı konusunda çalışma yapmışlardır.

Byfield, ve Özhatay (2005), Türkiye'nin 122 önemli bitki alanı hakkında bilgi veren çalışmalarında Abant Dağları'nı zarar görebilir, Yeniçağa Gölü'nü ise çok acil sınıfında göstermişlerdir.

Sargıncı (2005), yüksek lisans tezinde Batı Karadeniz Bölgesi'nde kayın ekosistemlerinde diri-örtü kontrol yöntemlerinin toprak verimliliğine etkisi üzerine çalışma yapmıştır.

Sevik (2005), yüksek lisans tezinde Batı Karadeniz Bölgesi sarıçam tohum meşcerelerinin popülasyonlar arası farklılıkları üzerine çalışma yapmıştır.

Alataş, Ezer, Kara ve Uyar (2012), Abant Dağları'ndaki doğu kayını ve Uludağ göknarı ağaçlarının epifitik bryofitleri üzerine yaptıkları çalışmaları her bir tür için iki ayrı makalede yayımlamışlardır.

Karaburun, Uyar, Ören ve Özçelik (2012), çalışma alanının içerisinde yer alan Bolu-Yukarı Gerede vadisinde yaptıkları çalışmayla bölgedeki bryofit florasını incelemişlerdir.

Beug ve Bottema (2015), yayımladıkları makalede, Beug'un (1967) ve Bottema, Woldring ve Aytuğ'nun (1995) yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri verileri birleştirerek Yeniçağa Gölü'nde geç buzul dönemi ve Holosen'deki bitki örtüsü geçmişine dair palinolojik çalışmalarının sonuçlarını sunmuşlardır.

Alataş ve Uyar (2015), Abant Dağları'ndaki bryofit florasını araştırmış, floristik liste ve taksonların ekolojik özelliklerini sunmuşlardır.

Çakır, Müderrisoğlu ve Kaya (2015), Abant Tabiat Parkı'ndaki rekreasyon faaliyetlerinin bitki örtüsü üzerine etkisini araştırmışlardır.

Eşen, Soysal ve Yıldız (2015), Batı Karadeniz Bölgesi'nde doğu kayını meşcerelerinin, meşcere çatısında açılan farklı büyüklükteki boşluklarla gençleştirilmesi konusunda çalışma yapmışlardır.

Aksoy, Özkan, Aslan, Zorlu ve Ayteğin (2018), yayımladıkları makalede Düzce-Bolu sınırındaki Karadere vadisinin florası üzerine çalışma yapmışlardır.

İkinci ve Bayındır (2019), Bolu ilinin su bitkilerinin dağılımını ve zenginliğini araştırdıkları çalışmalarında Yeniçağa ve Abant göllerinin de aralarında bulunduğu

yedi büyük sulak alandaki sucul bitki çeşitliliğini analiz etmiş, Bolu'daki sucul bitkilerin yaşam formları hakkında bilgi sunmuşlardır.

Woldring, Streurman, Veen, Plicht ve Cappers (2019), yayımladıkları makalede, Younger Dryas'taki geç buzul ve erken Holosen polen bulgularını ve radyokarbon tarihlendirmelerini yeniden gözden geçirmiş ve güncellemişlerdir. Bu çalışmada Abant ve Yeniçağa göllerinden elde edilen polenlerin radyokarbon tarihlendirmelerinin kalibrasyonu da yer almaktadır.

Tembelo, Arslan ve Aksoy (2020), Avrupa-Sibiryâ flora alanının Batı Karadeniz alt bölgesinde yer alan tıbbi yabancı ot türlerini inceledikleri çalışmalarında Abant Dağları ve Abant Gölü çevresindeki bitki türlerini de araştırmalarına katmışlardır.

4.2. Abant ve Yeniçağa Gölleri ile Yakın Çevresinde Yapılan Diğer Çalışmalar

Abant Gölü'nün kuzeyinden, Yeniçağa Gölü'nün güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fayı sebebiyle çalışma alanı ve yakın çevresinde jeoloji ve jeofizik çalışmaları fazladır.

Blumenthal (1948), Kuzey Anadolu'nun Bolu-Kızılırmak arasındaki bölümünün jeolojisi hakkında çalışma yayımlamıştır.

Lahn (1951), Türkiye'deki göllerin jeolojisi ve jeomorfolojisi hakkında 1948'de yaptığı çalışmaya ek olarak içerisinde Abant ve Yeniçağa göllerinin de bulunduğu yeni bir araştırma yayımlamıştır.

Tanoğlu ve İnandık (1953), Yeniçağa Gölü'nün de içinde yer aldığı Çağa depresyonu hakkında en eski jeomorfolojik çalışmalardan birisini yayımlamışlardır.

Erinç, Bilgin ve Bener (1961), Abant Gölü'nün oluşumu hakkında yayımladıkları makalede, gölün bir heyelan set gölü olduğu sonucunu öne çıkarmışlardır. Aynı dergide yayımladıkları Yeniçağa depresyonu ve boğazı hakkındaki makalelerinde bölgenin tektonik oluşumlu olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca, bu dergide Gerede civarındaki akarsu şebekeleri üzerine yaptıkları çalışmayı da yayımlamışlardır.

Yücel (1968), Batı Karadeniz Bölgesi'nin başlıca topografik elemanları hakkında yayımladığı makalede bölgede o güne kadar yapılmış çalışmaları değerlendirmiştir.

Gözenç (1979), Bolu depresyonu ve yakın çevresinde araziden faydalanma üzerine araştırma yapmış ve kitap olarak yayımlamıştır.

Yılmaz, Gözübol ve Tüysüz (1981), Abant-Dokurcun arasındaki Kuzey Anadolu Fayı çevresindeki birimlerin tektonik evrimi üzerine çalışma yapmışlardır.

Mater ve Sunay (1985), Abant Gölü ve çevresinde turba oluşumu üzerine araştırma yapmışlardır.

Orbay, Gündoğdu, Kolçak, Düzgüt, Işıkara, Uhrenbacher ve Zschau (1994), Kuzey Anadolu Fayı'nın Abant-Dokurcun arasındaki bölümünde sismo-manyetik çalışma yapmışlardır.

Yalçın (1996), Yeniçağa Gölü'nün de içerisinde yer aldığı Yeniçağa çöküntü havzasının jeomorfolojik oluşum ve gelişimini incelemiştir.

Kavuşan ve Serdaroğlu (1997), Yeniçağa Gölü çevresindeki turbaların fiziksel özellikleri hakkında çalışma yapmışlardır.

Neugebauer, Löffler, Berckhemer ve Yatman (1997), Kuzey Anadolu Fayı'nın Abant Gölü ile Sapanca Gölü arasındaki bölümünün yüksek mikro deprem aktivitelerini izledikleri bir çalışma yapmışlardır.

Orhan (1998), yüksek lisans tezinde Yeniçağa turbasındaki şeker içeriklerini araştırmıştır.

Akçın, Azar, Mekik, Kutoğlu ve Kurt (1999), Batı Karadeniz Bölgesi'nde zemin hareketlerinin izlenmesi üzerine hazırladıkları proje dahilinde Kuzey Anadolu Fayı'nın Bolu-Yeniçağa geçişindeki tektonik hareketleri GPS gözlemleri ile incelemişlerdir.

Demirtaş (2000), doktora tezinde Kuzey Anadolu Fayı'nın Abant-Gerede arasındaki bölümünün neotektonik özellikleri ve paleosismisitesi üzerine çalışmıştır.

Kondo, Awata, Emre, Doğan, Özelp, Tokay, Yıldırım, Okumura ve Yoshioka (2003), Kuzey Anadolu Fayı'nın 1944 Bolu-Gerede depremiyle bağlantılı olarak

gerçekleşen yüzey kırılması boyunca fay geometrisini ve kayma dağılımını incelemişlerdir.

Arca (2004), yüksek lisans tezinde Yeniçağa havzasının neotektoniği ve evrimi hakkında çalışmıştır.

Başbuğ ve Demirkalp (2004), limnolojik veriler üretmek amacıyla Yeniçağa Gölü'nün fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir.

Duman (2005), doktora tezinde Abant Gölü'nden aldığı su, sediment ve sucul bitki örneklerindeki ağır metal yoğunluğunu incelemiş ve göl çevresindeki turizmin olumsuz etkilerini sunmuştur.

Kavak, Özden, Dünder ve Över (2005), Yeniçağa yöresinde Kuzey Anadolu fayının ERS-2 SAR ve Landsat TM ile inceleyerek görüntü işleme çalışması gerçekleştirmişlerdir.

Doğan ve Kızılkaya (2010), araştırmalarında Abant Gölü ve çevresinde hava ve su kirliliği üzerine çalışma yapmışlardır.

Sarp, Geçen, Toprak ve Düzgün (2011), CBS ve analiz teknikleri kullanarak Yeniçağa havzasının jeolojik ve morfometrik özelliklerini belirlemişlerdir.

Akçer Ön (2011), doktora tezinde Türkiye'nin batısını temsilen içerisinde Yeniçağa Gölü'nün de yer aldığı dört noktadan elde ettiği karotları inceleyerek belirlediği geç Holosen iklim kayıtları ile Avrupa ve Ortadoğu iklim kayıtlarını karşılaştırmıştır.

Avşar, Ferrari ve Batist (2013), Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer alan sığ göllerden birisi olan Yeniçağa Gölü'nü de inceledikleri çalışmalarında paleodepremlerin sedimantolojik sonuçlarını çıkardıkları bir paleosismolojik araştırma yapmışlardır.

Sarp, Toprak ve Düzgün (2013), arasında Yeniçağa'nın da yer aldığı Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyindeki tektonik havzaların aktivite seviyelerini incelemişlerdir.

Temiz, Gökten ve Eikenberg (2013), Kuzey Anadolu Fayı ile Bolu ve Yeniçağa havzalarındaki geç Kuaterner travertenlerinin pozisyonları arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, fay aktivitesiyle traverten yatakları arasındaki ilişkiyi tespit

ederek travertenlerin neotektonik çalışmalarda aktif fayların belirlenmesi için önemli bir araç olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bayar ve Doğandor (2017), yayımladıkları makalede uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Bolu'nun arazi örtüsü içerisindeki kentsel değişimini araştırmışlardır.

Çeribaşı (2018), Batı Karadeniz havzasında yaptığı çalışmada yağış verilerini analiz ederek iklim değişikliğinin bölgedeki yağış trendlerine etkisini incelemiştir.

Yılmaz (2018), yüksek lisans tezinde Batı Karadeniz Bölümü'nün sıcaklık ve yağış verilerinin trend analizini yapmış, genel olarak sıcaklık değerlerinde anlamlı ve artış yönde, yağış değerlerindeyse anlamlı olmayan azalış yönde trend olduğu hakkında bilgi vermiştir.

Coşkun ve Demir (2019), yayımladıkları makalede biyolojik kalite unsurlarından birisi olan sucul makrofitleri inceleyerek Abant Gölü'nün ekolojik kalitesini değerlendirmişlerdir.

Partal ve Yavuz (2020), Batı Karadeniz Bölgesi'nde kuraklık indisleri üzerine trend analizi uygulamışlardır.

Yılmaz, Demir ve Sevimli (2020), yaptıkları trend analizinde Karadeniz yağışlarının Kuzey Atlantik salınımı ile ilişkisini incelemişlerdir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİNİN GÜNCEL İKLİM VE VEJETASYON ÖZELLİKLERİ

1.1. Çalışma Alanının Güncel İklim Özellikleri

İklim, genel anlamda bir yerde gerçekleşen hava olaylarının uzun yıllar ortalaması şeklinde ifade edilmektedir. İklimin tanımı bazı kaynaklarda şu şekillerde yer almaktadır: “Yeryüzünün bir bölgesinde havaküre olaylarının ortalama değeri ve burası için özel olan hava şartlarının ortalaması.” (İzbırak, 1992). “Oldukça geniş bir bölge içinde ve uzun yıllar boyunca değişmeyen ortalama hava koşulları” (Erol, 1999). “Belirli bir yer veya bölgede yeryüzüne yakın karakteristik atmosfer koşulları” (Strahler ve Strahler, 1999). “Geniş bir bölgede uzun bir süre (30-40 yıl) hüküm süren hava koşullarına ait verilerin ortalaması.” (Atalay, 2004a). “Sıcaklık, nem, rüzgâr, yağış gibi meteorolojik olayların uzun yıllara ait ortalama halidir.” (Gönençgil, 2008). “Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca gözlenen tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra, bu olayların yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik çeşitlerinin bireşimi” (Türkeş, 2010). “Yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan hava koşullarının ortalama özelliği.” (Erlat, 2013).

Türkiye, subtropikal iklim kuşağının Akdeniz iklim bölgesinde yer alarak kışın kuzeydoğudan Cp (karasal polar), kuzeybatıdan Mp (denizel polar); yazın ise güney ve güneydoğudan Ct (karasal tropikal), güneybatıdan Mt (denizel tropikal) hava kütlelerinin etkisi altındadır (Erinç, 1996; Erol, 1999; Atalay, 2004b). Ortalama yükseltisi 1132 m olan ve kuzey, batı ve güneyi denizlerle çevrili Türkiye'nin, yıl boyunca orta enlem, polar ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan farklı basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi olması, yer şekillerinin kısa mesafelerde değişiklik gösteren bir yapıda olması, birçok alt iklim tipinin oluşmasına neden olmuştur (Türkeş, vd., 2000). Çalışma alanı, Doğu Karadeniz'e göre daha az yağış, kışın ve yazın daha düşük sıcaklık özellikleriyle, Türkiye'de bulunan dört makroiklim tipinden Karadeniz ikliminin alt sınıfı olan Batı Karadeniz iklimi içerisinde yer almaktadır (Erinç, 1996). Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz ve Batı Akdeniz'le birlikte Türkiye'nin en fazla yağış alan bölgeleri arasında yer almakta

ayrıca; Türkiye’de yıllık ve mevsimlik yağışlarda yıldan yıla değişkenliğin, yani seneler arasındaki yağış miktarı farklılığının en düşük olduğu bölge içerisinde bulunmaktadır (Türkeş, 2010). Ardışık nemli günler, yağışın ≥ 1 mm olduğu 5 ardışık günün sayısını ifade etmektedir. Türkiye’de kışın ardışık nemli gün sayısı 0,3-3,8 arasında değişmektedir. Marmara Bölgesi’nin batı bölümü ve Karadeniz Bölgesi, genel bir düşüş eğilimine sahip olmakla birlikte Türkiye’de ardışık nemli gün sayısının en fazla olduğu yerlerin başında gelmektedir (Gönençgil ve Acar, 2021).

Çalışma alanının hem Karadeniz kıyısına uzak olmasının hem de kuzeyde Bolu ve Gökçeler Dağları ile güneyde Köroğlu Dağları arasında yer alan bir olukta yer almasının etkisiyle Batı Karadeniz Bölümü’nün kıyı kesimine göre yağış ortalaması daha düşüktür. Sıcaklık, yazın Karadeniz kıyısına göre daha yüksek, kışın daha düşük olduğundan yazın kurak, kışın ise kar yağışlı ve donlu gün sayısı fazladır (Atalay ve Mortan, 2003). Bolu çevresinin de arasında yer aldığı Karadeniz ardı bölgesi, kıyı ile iç bölge arasında geçiş iklimi özelliği göstermektedir (İzbrak, 2001).

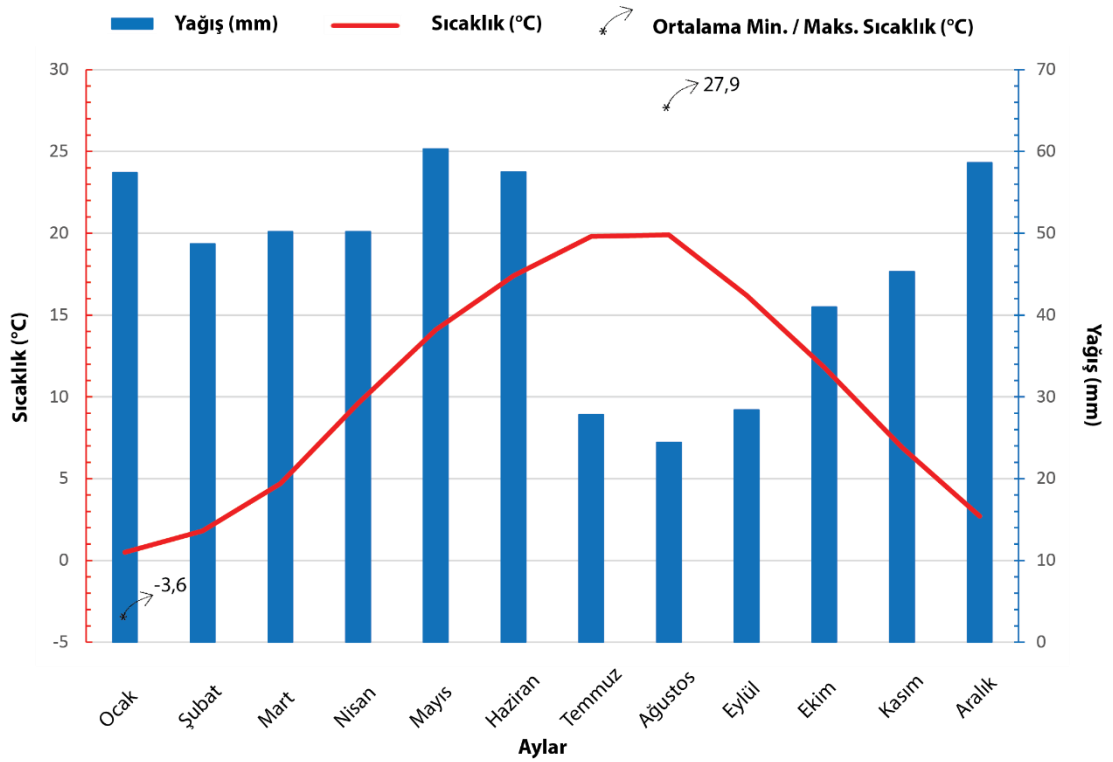
Bolu ilinin başlıca meteorolojik verilerinin uzun yıllar (1929-2020) ortalaması incelendiğinde yıllık ortalama sıcaklığın $10,5^{\circ}\text{C}$, sıcaklık ortalamasının en düşük olduğu ayın $0,5^{\circ}\text{C}$ ile Ocak, en yüksek olduğu ayın ise $19,9^{\circ}\text{C}$ ile Ağustos olduğu görülmektedir (Tablo 1.1). Sıcaklık ortalamasının yıl boyunca sıfırın altına düşmemesine karşılık aylık minimum sıcaklıkların ortalaması en düşük olduğu ay $-3,6^{\circ}\text{C}$ ile Ocak, maksimum sıcaklıkların ortalamasının en yüksek olduğu ay ise $27,9^{\circ}\text{C}$ olarak Ağustos ayındadır (Şekil 1.1). Bolu’nun yıllık ortalama güneşlenme süresi günde 5,5 saatle Türkiye ortalaması olan 7,2 saatin altındadır. Bolu’nun yıllık toplam yağış miktarı 549,8 mm olup, toplam yağışın mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en fazla yağış 165 mm ile kışın düşmekte, 161 mm ile ilkbahar da onu takip etmektedir. Ancak son otuz yılın (1991-2020) verileri değerlendirildiğinde en fazla yağış düşen mevsim ilkbahardır. Mayıs, yağış ortalamasının en fazla olduğu aydır (Şekil 1.1).

Tablo 1.1: Bolu ili meteoroloji istasyonunun aylık ve yıllık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri.

Ölçüm Periyodu (1929-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	0,5	1,8	4,7	9,6	14,1	17,4	19,8	19,9	16,2	11,8	6,9	2,7	10,5
Ort. Maks. Sıc. (°C)	5,2	7,1	11,1	16,7	21,4	24,7	27,4	27,9	24,3	19,3	13,2	7,4	17,1
Ort. Min. Sıc. (°C)	-3,6	-2,6	-0,4	3,5	7,6	10,4	12,4	12,6	9,4	6,1	2	-1,2	4,7
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	2,1	3	4,1	5,5	6,9	8,3	9,2	8,9	7	4,9	3,5	2,1	5,5
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	14,6	12,9	14	13,8	14,4	12	6,5	5,7	7,7	10,7	11,9	13,9	138,1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	57,4	48,7	50,2	50,2	60,3	57,5	27,8	24,4	28,4	41	45,3	58,6	549,8

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)

Şekil 1.1: Bolu’da sıcaklık ve yağışın aylara göre dağılışı (1929-2020).



Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan iklim analizleri sonucunda, buharlaşmanın iklim ve kuraklık üzerine etkisini temel alan De Martonne kuraklık indisine göre kuraklık indisi 18,29 iklim özelliği “Yarı Kurak-Nemli” olarak belirlenmiştir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre Bolu, “Kış ılık yazı sıcak, her mevsim yağışlı” özelliklerini taşıyan “Cfb” (C: Sıcak ılıman iklimler; Cf: Her mevsim yağışlı sıcak ılıman iklim; Cfb: Kış ılık yazı sıcak, her mevsim yağışlı iklim) iklim

tipinde yer almaktadır. Köppen-Trewartha iklim sınıflandırmasına göre ise “Yazları ılık, kışları serin, ılıman karasal” iklim özelliği taşıyan “Dcbk” (D: Ilıman iklimler; Dc: Ilıman karasal; b: Ilık; k: Serin) iklim tipinde yer almaktadır.

Abant ve Yeniçağa gölleri ile yakın çevresini temsilen Bolu, Gerede ve Mudurnu olmak üzere, üç meteoroloji istasyonu belirlenmiştir. Bu istasyonlardan Bolu’nun yükseltisi 742 m olup Abant Gölü’ne uzaklığı 30 km, Yeniçağa Gölü’ne ise 35 km’dir. Gerede istasyonu 1325 m yükseltide bulunmakta, Yeniçağa Gölü’ne 15 km, Abant Gölü’ne 80 km uzaklıkta yer almaktadır. Mudurnu’nun yükseltisi 770 m olup Abant Gölü’ne uzaklığı 12 km, Yeniçağa Gölü’ne 75 km’dir.

Çalışma alanındaki yağış ile sıcaklık ilişkisini ortaya koyabilmek için bu üç istasyona Erinç’in yağış etkinlik indisi uygulanmıştır. Erinç, iklim sınıflandırmasında esas etmen olarak yağış ve buharlaşmanın neden olduğu su kaybına yol açan yıllık ortalama maksimum sıcaklığı dikkate almış ve aşağıdaki yağış etkinliği formülünü önermiştir (Erinç, 1965).

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

Bu formülde I_m yağış etkinliğini; P yıllık yağış miktarını (mm); T_{om} ise yıllık ortalama maksimum sıcaklığı (°C) gösterir. Erinç, indis sonuçlarını yağış etkinliği bakımından şu şekilde iklim sınıflarına ayırmıştır: 8’den küçük yerler tam kurak, 8-15 arası kurak, 15-23 arası yarı kurak, 23-40 arası yarı nemli, 40-55 arası nemli, 55’ten büyük yerler ise çok nemli olarak kabul edilmektedir (Erinç, 1996).

Bolu ve Mudurnu yıllık indis değerlerine göre yarı nemli, Gerede ise nemli olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 1.2). Gerede’nin Bolu ve Mudurnu’ya göre yağış etkinliğinin daha yüksek çıkmasının nedeni, yükseltisinin daha fazla olması ve buna bağlı olarak yıllık ortalama maksimum sıcaklığın düşük, yıllık yağış miktarının yüksek olmasıyla anlaşılabilmektedir.

Tablo 1.2: Bolu, Gerede ve Mudurnu'nun Erinç indisine göre yıllık kuraklık değerleri.

İstasyon	P	T_{om}	$\dot{I}_m$	İklim Sınıfı
Bolu	549,8	17,1	32,1	Yarı Nemli
Gerede	619,9	13,4	46,3	Nemli
Mudurnu	534,3	18,8	28,4	Yarı Nemli

Erinç'in yağış etkinliği formülünde, aylık veriler kullanılarak sonuçtaki indisin 12 ile çarpılmasıyla, ayların yağış etkinliği elde edilir (Erinç, 1965). Bolu, Gerede ve Mudurnu meteoroloji istasyonlarına Erinç formülü, aylık olarak da uygulanmış ve aylar arasındaki nemlilik farkı ortaya konulmuştur (Tablo 1.3). Aylık yağış etkinliği, bitkilerin gelişim dönemleri açısından önem taşıyan mevsimsel geçişlerin görülmesini sağlamaktadır.

Erinç formülüne göre Bolu; Aralık, Ocak, Şubat aylarında çok nemli, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında kuraktır. Gerede; Kasım'dan Mayıs ayına kadar, yedi ay boyunca çok nemli, sadece Ağustos ayında olmak üzere bir ayı kuraktır. Mudurnu; Aralık, Ocak, Şubat aylarında çok nemli, Temmuz ve Ağustos aylarında kuraktır.

Gerede istasyonu, diğer iki istasyona göre yükseltisinin daha fazla olmasına bağlı olarak ortalama maksimum sıcaklığın daha düşük, yağış miktarının yüksek olmasıyla, kış mevsimiyle birlikte ilkbaharda da çok nemlidir. Bolu, çöküntü alanında bulunmasına bağlı olarak, yaz kuraklığının diğer iki istasyona göre daha belirgin olduğu istasyondur.

Mudurnu, Bolu istasyonunun özelliklerine çok benzemekle beraber, Eylül'de gösterdiği tam kurak özelliğiyle Bolu'dan ayrılmaktadır. Mudurnu'nun yıllık indisinin 28,4 ile Bolu'nun 32,1 indisinden daha düşük olması da nemliliğin Bolu'dan daha az olduğunu göstermektedir. Gerede, 46,3 yıllık indisle üç istasyon arasında nemliliği en fazla olan istasyondur.

Tablo 1.3: Erinç indisine göre Bolu, Gerede ve Mudurnu istasyonlarındaki kurak-nemli aylar.

Bolu (1929-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	57,4	48,7	50,2	50,2	60,3	57,5	27,8	24,4	28,4	41	45,3	58,6	549,8
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	5,2	7,1	11,1	16,7	21,4	24,7	27,4	27,9	24,3	19,3	13,2	7,4	17,1
İndis	132,5	82,3	54,3	36,1	33,8	27,9	12,2	10,5	14,0	25,5	41,2	95,0	32,1
	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı Nemli	Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli

Gerede (1963-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	57,8	42	51,2	61,1	83,2	70,07	36,6	27,1	29,8	45,6	51,6	63,9	619,97
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	2,2	3,7	7,4	12,4	16,9	20,4	23,4	24	20,9	15,6	9,8	4,1	13,4
İndis	315,3	136,2	83,0	59,1	59,1	41,2	18,8	13,6	17,1	35,1	63,2	187,0	46,3
	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli	Yarı Kurak	Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli

Mudurnu (1964-2020)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış(mm)	68,7	49,9	54	47,3	53,4	46,4	20,2	23,9	17,7	36,3	45	71,5	534,3
Ortalama Maksimum Sıcaklık(°C)	5,8	10,3	13,7	18,4	22,7	26	29,1	30,1	26,7	20,6	14,8	7,4	18,8
İndis	142,1	58,1	47,3	30,8	28,2	21,4	8,3	9,5	8,0	21,1	36,5	115,9	28,4
	Çok Nemli	Çok Nemli	Nemli	Yarı Nemli	Yarı Nemli	Yarı Kurak	Kurak	Kurak	Tam Kurak	Yarı Kurak	Yarı Nemli	Çok Nemli	Yarı Nemli

Thornthwaite iklim sınıflandırmasında iklim tipleri önce nemlilik veya kuraklık derecesine göre ayrılmakta, daha sonra potansiyel evapotranspirasyona yani sıcaklık şartlarının gösterdiği özelliklere göre sınıflandırılmaktadır (Erinç, 1996). Bu iklim sınıflandırmasında, yağışın evapotranspirasyondan fazla olması iklimin nemli olması; yağışın evapotranspirasyondan az olması ise iklimin kurak olması anlamına gelmektedir (Thornthwaite, 1948). Gerçekte yağış, bitkiler için gerekli olan suyun tutarını tek başına göstermez, su fazlası ya da su açığı terimleriyle açıklanan net su varlığını ya da topraktaki su nemini göstermek için yağıştan evapotranspirasyon ve yüzeysel akışın çıkarılması gerekir (Türkeş, 2010). Thornthwaite iklim sınıflandırması topraktaki nem miktarı hakkında da fikir sahibi olunmasını sağlar. Yağışın buharlaşmadan fazla olması durumunda toprak doymuş halde ve nemlidir. Yağış buharlaşmadan az olduğunda su açığı olduğundan toprakta su birikmediği için bitkilerin ihtiyacı olan nem topraktan karşılanamamaktadır.

Çalışma alanını temsil eden üç istasyonun hangi iklim tipine girdiğini belirlemek amacıyla Thornthwaite iklim sınıflandırması kullanılarak su bilançoları çıkarılmıştır. Bu bilançolar çıkarılırken Thornthwaite iklim sınıflaması analizi, Birsoy ve Öngen (1992) tarafından hazırlanmış bir bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Bolu, Thornthwaite iklim sınıflamasına göre C1 B'1 s b'3 ile gösterilen; kurak ve az nemli, birinci dereceden mezotermal, kış mevsiminde orta derecede su fazlası olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer. Yağışlar, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında potansiyel evapotranspirasyondan fazladır. Kasım'dan itibaren toprakta su birikmeye başlamış ve Ocak'ta toprak doymuş hale gelmiştir. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında toprakta su fazlası vardır. Potansiyel evapotranspirasyon Mayıs'tan itibaren yağıştan fazla olmaktadır. Birikmiş su Temmuz'da tükenmiş, toprakta su açığı oluşmuştur. Temmuz'da başlayan su eksiği Ağustos'ta en yüksek noktaya ulaşmış ve Ekim'e kadar azalarak sürmüştür (Tablo 1.4).

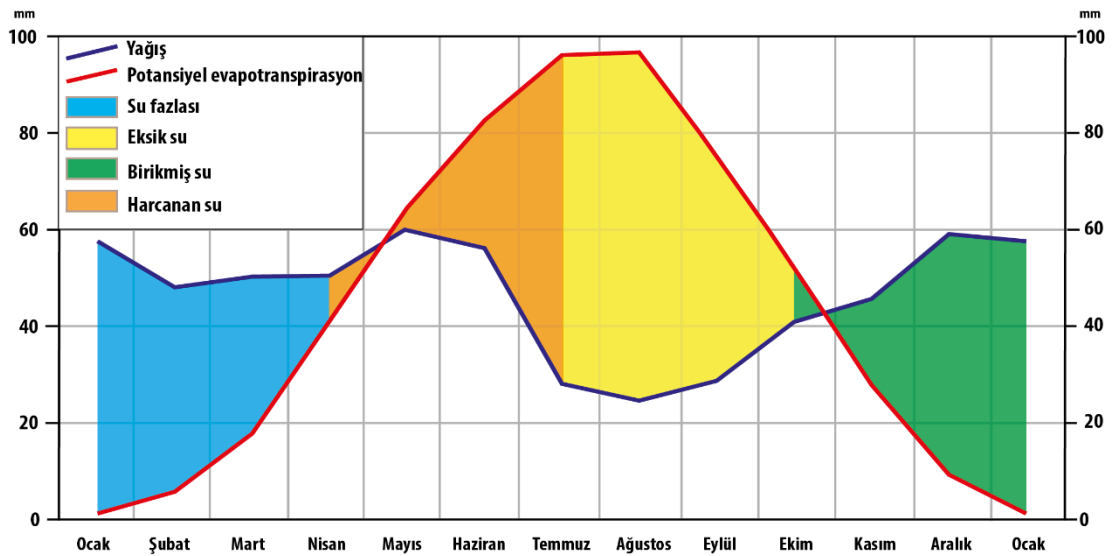
Gerede, C2 B'1 s b'3 ile gösterilen, yarı nemli, birinci dereceden mezotermal, yaz mevsiminde orta derecede su eksiği olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer. Yağışlar, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında potansiyel evapotranspirasyondan fazladır. Ekim'den itibaren toprakta su birikmeye başlamış ve Ocak'ta toprak doymuş hale gelmiştir. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında toprakta su fazlası vardır. Potansiyel evapotranspirasyon Haziran'dan itibaren yağıştan fazla

olmaktadır. Birikmiş su Temmuz'da tükenmiş, toprakta su açığı oluşmuştur. Temmuz'da başlayan su eksiği Eylül'e kadar sürmüştür (Tablo 1.5). Gerede'nin, Bolu ve Mudurnu'ya göre yağış miktarının daha fazla, potansiyel evapotranspirasyonunun daha az olması, su eksiğinin daha az olmasına neden olmaktadır.

Mudurnu, C2 B'1 s2 b'3 ile gösterilen, yarı nemli, birinci dereceden mezotermal yaz mevsiminde çok kuvvetli su eksiği olan ve denizel şartlara yakın iklim tipine girer. Yağışlar, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında potansiyel evapotranspirasyondan fazladır. Kasım'dan itibaren toprakta su birikmeye başlamış ve Ocak'ta toprak doymuş hale gelmiştir. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında toprakta su fazlası vardır. Potansiyel evapotranspirasyon Mayıs'tan itibaren yağıştan fazla olmaktadır. Birikmiş su Temmuz'da tükenmiş, toprakta su açığı oluşmuştur. Temmuz'da başlayan su eksiği Ekim'e kadar sürmüştür (Tablo 1.6).

Bolu'da potansiyel evapotranspirasyon Mayıs'tan itibaren yağış değerlerinin üzerine çıkmış ve bu durum Ekim'e kadar sürmüştür. Kasım'dan itibaren toprakta su birikmeye başlamıştır. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan ayları fazla suyun yüzeysel akışa uğradığı aylardır. Nisan'dan itibaren yağış evapotranspirasyon miktarını karşılayamaz ve topraktaki birikmiş suyun harcanması Temmuz'a kadar sürer. Birikmiş suyun bitmesiyle Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında su eksiği olduğu görülmektedir (Şekil 1.2).

Şekil 1.2: Bolu istasyonuna ait iklim diyagramı.



Tablo 1.4: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Bolu'nun su bilançosu.

BOLU	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık (°C)	0,50	1,80	4,70	9,60	14,10	17,40	19,80	19,90	16,10	11,80	6,90	2,70	10,44
Sıcaklık İndisi	0,03	0,21	0,91	2,68	4,80	6,61	8,03	8,10	5,87	3,67	1,63	0,39	42,94
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	1,28	5,77	17,79	41,12	64,55	82,61	96,13	96,7	75,42	52,38	27,91	9,28	570,94
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Düzeltilmiş PE (mm)	1,07	4,79	18,32	45,64	80,51	103,87	122,09	114,81	78,43	50,28	22,96	7,45	650,22
Yağış (mm)	57,60	48,10	50,30	50,50	60,30	56,20	28,10	24,60	28,70	40,90	45,70	59,10	550,10
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	25,61	0,00	0,00	0,00	-20,21	-47,67	-32,12	0,00	0,00	0,00	22,74	51,65	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	79,79	32,12	0,00	0,00	0,00	0,00	22,74	74,39	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	1,07	4,79	18,32	45,64	80,51	103,87	60,22	24,60	28,70	40,90	22,96	7,45	439,03
Eksik Su (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,86	90,21	49,73	9,38	0,00	0,00	211,19
Fazla Su (mm)	30,92	43,31	31,98	4,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,07
Akış (mm)	15,46	37,12	37,65	18,42	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	111,07
Nemlilik Oranı	52,89	9,05	1,75	0,11	-0,25	-0,46	-0,77	-0,79	-0,63	-0,19	0,99	6,93	

Tablo 1.5: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Gerede'nin su bilançosu.

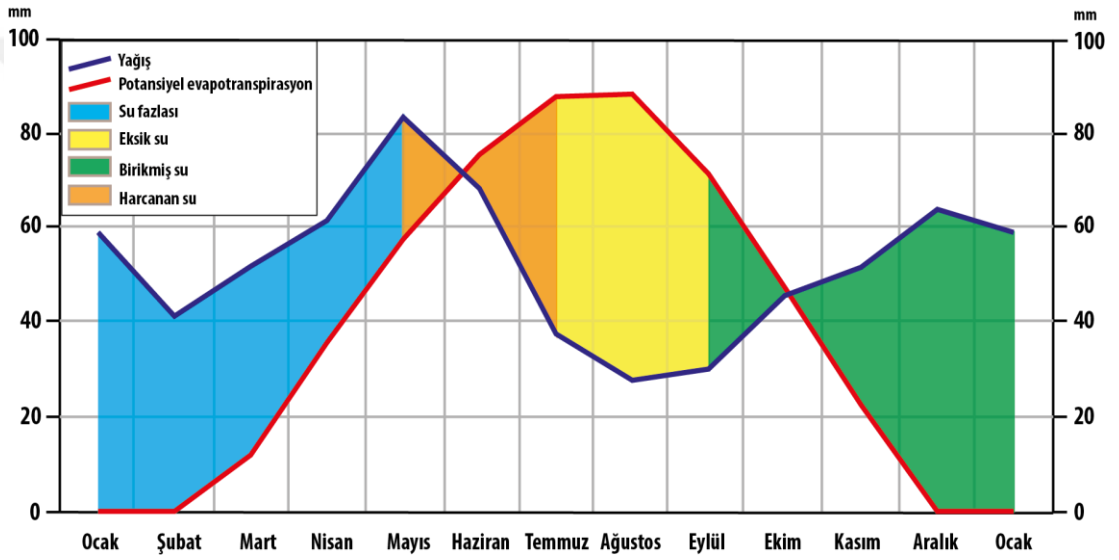
GEREDE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık (°C)	-1,90	-0,60	2,40	7,10	11,40	14,90	17,30	17,40	14,10	9,40	4,50	0,00	8,00
Sıcaklık İndisi	0,00	0,00	0,33	1,70	3,48	5,22	6,55	6,61	4,80	2,60	0,85	0,00	32,15
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	0,00	0,00	11,91	35,65	57,55	75,44	87,74	88,26	71,35	47,35	22,48	0,00	497,73
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,00	0,00	12,26	39,57	71,84	94,93	111,43	104,88	74,20	45,46	18,47	0,00	573,05
Yağış (mm)	59,00	41,30	51,80	61,50	83,40	68,30	37,50	27,70	30,10	45,60	51,60	63,90	621,70
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-26,63	-73,37	0,00	0,00	0,14	33,13	63,90	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	73,37	0,00	0,00	0,00	0,14	33,27	97,17	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	0,00	0,00	12,26	39,57	71,84	94,93	110,87	27,70	30,10	45,46	18,47	0,00	451,20
Eksik Su (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	77,18	44,10	0,00	0,00	0,00	121,85
Fazla Su (mm)	56,17	41,30	39,54	21,93	11,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,50
Akış (mm)	28,09	48,74	40,42	30,73	16,74	5,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	170,50
Nemlilik Oranı	0,00	0,00	3,22	0,55	0,16	-0,28	-0,66	-0,74	-0,59	0,00	1,79	0,00	

Tablo 1.6: Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Mudurnu'nun su bilançosu.

MUDURNU	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Sıcaklık (°C)	-0,50	1,10	4,40	9,00	13,50	17,10	19,50	19,50	15,90	10,90	5,50	1,20	9,76
Sıcaklık İndisi	0,00	0,10	0,82	2,43	4,50	6,43	7,85	7,85	5,76	3,25	1,16	0,12	40,28
Potansiyel Evapotranspirasyon (mm)	0,00	3,68	17,68	39,79	63,00	82,35	95,57	95,57	75,83	49,44	22,77	4,06	549,74
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,00	3,05	18,21	44,17	78,40	103,31	121,37	113,20	78,87	47,46	18,80	3,27	630,11
Yağış (mm)	69,20	48,80	54,50	47,40	54,10	46,40	20,70	24,50	18,00	36,30	45,00	71,50	536,40
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi (mm)	5,57	0,00	0,00	0,00	-24,30	-56,91	-18,79	0,00	0,00	0,00	26,20	68,23	
Birikmiş Su (mm)	100,0	100,0	100,0	100,0	75,70	18,79	0,00	0,00	0,00	0,00	26,20	94,43	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	0,00	3,05	18,21	44,17	78,40	103,31	39,49	24,50	18,00	36,30	18,80	3,27	387,50
Eksik Su (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	81,89	88,70	60,87	11,16	0,00	0,00	242,62
Fazla Su (mm)	63,63	45,75	36,29	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	148,90
Akış (mm)	31,82	54,69	41,02	19,76	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	148,90
Nemlilik Oranı	0,00	15,00	1,99	0,07	-0,31	-0,55	-0,83	-0,78	-0,77	-0,24	1,39	20,88	

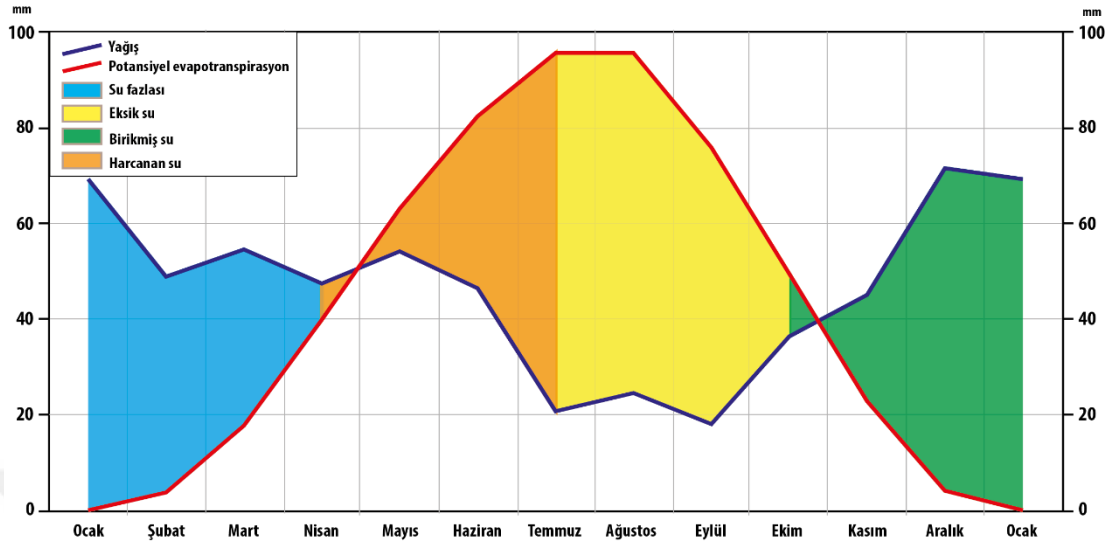
Gerede’de potansiyel evapotranspirasyon Haziran’da yağış değerlerinin üzerine çıkmış ve bu durum Ekim’e kadar sürmüştür. Eylül’den itibaren yağış miktarında görülen artış toprakta suyun birikmeye başlamasına neden olmuştur. Biriken su Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında harcanmıştır. Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs ayları fazla suyun yüzeysel akışa uğradığı aylardır. Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında su eksiği bulunmaktadır (Şekil 1.3). Gerede’nin diğer iki istasyona göre yıllık potansiyel evapotranspirasyonu, yıllık yağış toplamından daha az olduğundan su açığı daha azdır.

Şekil 1.3: Gerede istasyonuna ait iklim diyagramı.



Mudurnu’da, potansiyel evapotranspirasyon Mayıs’ta yağış değerlerinin üzerine çıkmış ve bu durum Ekim’e kadar devam etmiştir. Kasım’dan itibaren toprakta su birikmeye başlamıştır. Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında fazla su yüzeysel akışa uğramıştır. Nisan’dan Temmuz’a kadar topraktaki birikmiş su harcanır. Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında toprakta su eksiği vardır (Şekil 1.4).

Şekil 1.4: Mudurnu istasyonuna ait iklim diyagramı.



1.2. Çalışma Alanının Güncel Vejetasyon Özellikleri

Türkiye, flora bölgelerinden kuzey yarım kürenin büyük bir kısmını kaplayan Holarktis içinde yer almaktadır (İzbrak, 2001). Çalışma alanı, Türkiye flora bölgeleri açısından Avrupa-Sibiry (Öksin) bölgesi içerisinde yer almakta ve Zohary'e göre Türkiye'de yayılış gösteren bitki formasyonları bakımından "öksin sektörün nemcil yayvan yapraklı ve karışık ormanları" ile "alt öksin sektörün nemcil yayvan yapraklı ve karışık ormanları" arasında geçiş özelliği göstermektedir (Avcı, 1993).

Karadeniz Bölgesi dağların uzanışı, bakı ve yükseklik gibi yüzey şekillerinin de etkisiyle farklı yetiştirme ortamlarının oluştuğu, bu nedenle kısa mesafelerde bitki topluluklarının değiştiği bir bölgedir (Atalay, 2008).

Karadeniz ardı oluklardan birinde bulunan çalışma alanının bitki örtüsünün dağılışını yamaçların bakı, yükseklik ve Karadeniz'den gelen nemli havayı alma konumları belirlediğinden, genel olarak olukların tabanları ve güneye bakan yamaçlarında Akdeniz kökenli kurakçıl, ışığı ve sıcaklığı seven, kuzeye bakan yamaçlarında ise gölgeye ve soğuğa dayanıklı nemcil bitkiler yer almakta, böylece Karadeniz ardı oluklarda farklı flora bölgelerine ait bitkiler görülmektedir (Atalay, 2008). Çalışma alanının Karadeniz kıyısına uzak olması ve denizel etkiyi azaltan sıradağların ardında kalması nedeniyle denizel iklimin etkisi azalmış, böylece yüksek

kesimlerin kuzeye bakan yamaçlarında nemli ormanlar yer alırken, güneye bakan yamaçlarda kuru ormanlar yayılış göstermektedir (Geveli, 1998).

Sakarya Nehri'nden Samsun'a kadar uzanan bölgenin iç kesimlerindeki yüksek dağlar, bir aydan kısa süren kurak bir yaz dönemiyle birlikte 700-1200 mm, daha iç kesimlerdeki bölgeler 450-800 mm yağış ortalaması ve düşük sıcaklıklarla *Abies bornmülleriana*, *Pinus nigra*, *Carpinus orientalis* Mill. (doğu gürgeni), *Carpinus betulus* L. (adi gürgen) *Fagus orientalis* Lipsky (doğu kayını) ve yaprak döken bazı *Quercus* türlerinin görüldüğü yerlerdir (Bottema, vd., 1995). Ayrıca *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* L. (titrek kavak), *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (sapsız meşe) çalışma alanı çevresindeki nemli ormanlarda yer alan diğer türlerdir (Geveli, 1998). Batı Karadeniz bölümündeki nemli orman sahalarının genelinde *Fagus*, *Carpinus* ve nemcil *Quercus* türlerinden oluşan karışık orman topluluklarına rastlanmakta, yüksek kesimlerde *Abies bornmülleriana* ve *Pinus sylvestris* gibi bazı kozalaklı ağaçlar da bu türlere eşlik etmektedir (Avcı, 2014b).

Çalışma alanı içerisinde yer alan Karadağ ve Abant Dağları'nın güney yamaçlarındaki *Carpinus* ve *Quercus* ormanları yerini yükseklerde *Fagus* ormanlarına bırakmaktadır (Atalay ve Mortan, 2003) (Şekil 1.5). Son zamanlarda yapılan aşırı otlatma sonucunda, özellikle keçilerin genç fidanların filizlerini yiyerek ağaçların gelişimine verdiği zarardan dolayı, artık az rastlanan *Pinus nigra*'ların olması, bir zamanlar Abant Gölü'nün batısında doğal *Pinus nigra* ormanının olduğunu göstermektedir (Byfield ve Özhatay, 2005a). Günümüzden 5-14 bin yıl öncesine ait *Pinus* L. (çam) fosil polenlerinin analizinde baskın türün *Pinus sylvestris* olduğu tespit edilmiş (Çınar, 1994) olmakla beraber fosil polen analizi çalışmalarında, *Pinus*'larda tür belirlemek mümkün olmaz. Bu nedenle; Çınar'ın bu çalışmasının sonuçlarını kesin olarak kabul etmek doğru olmayacaktır.

Karadeniz kıyılarındaki sıradağların güney yamaçları ile Bolu Dağları arasındaki kesimde yer alan çalışma alanının, Abant Gölü etrafındaki ormanlarda başta *Fagus* geniş yer kaplamakla birlikte *Castanea sativa* Mill. (Anadolu kestanesi), *Alnus barbata* C.A. Mey. (kızılağaç), *Tilia rubra* DC. (ıhlamur), *Quercus* gibi geniş yapraklı ormanlar da yer almaktadır (Yılmaz, 2018). Abant Gölü çevresinde, yayılış alanı sınırlı olan *Crocus abantensis* T.Baytop & B.Mathew (Abant çiğdemi) gibi 50'den fazlası endemik olmak üzere 600 farklı bitki türü yer almaktadır (Avcı, 2005). Abant Dağları'nın zirveleri ve kuzeye bakan yamaçlarında *Abies bornmülleriana*, *Pinus*

sylvestris ve *Fagus*'un bulunduğu karışık ormanlar görülmekte; ayrıca bu orman örtüsünün altında nemcil türlerden oluşan topluluklar yer almaktadır (Atalay ve Mortan, 2003; Atalay, 2008). Çalışma alanının da içerisinde yer aldığı Bolu ve çevresindeki Kuzey Anadolu dağlarının iç kesimleri, Bolu ve Abant Dağları ile Köroğlu Dağları'nın özellikle kuzey yamaçları Türkiye'deki *Pinus sylvestris*, *Abies bornmülleriana* ve *Fagus orientalis*'in doğal yayılış alanlarındandır (Günel, 1997).

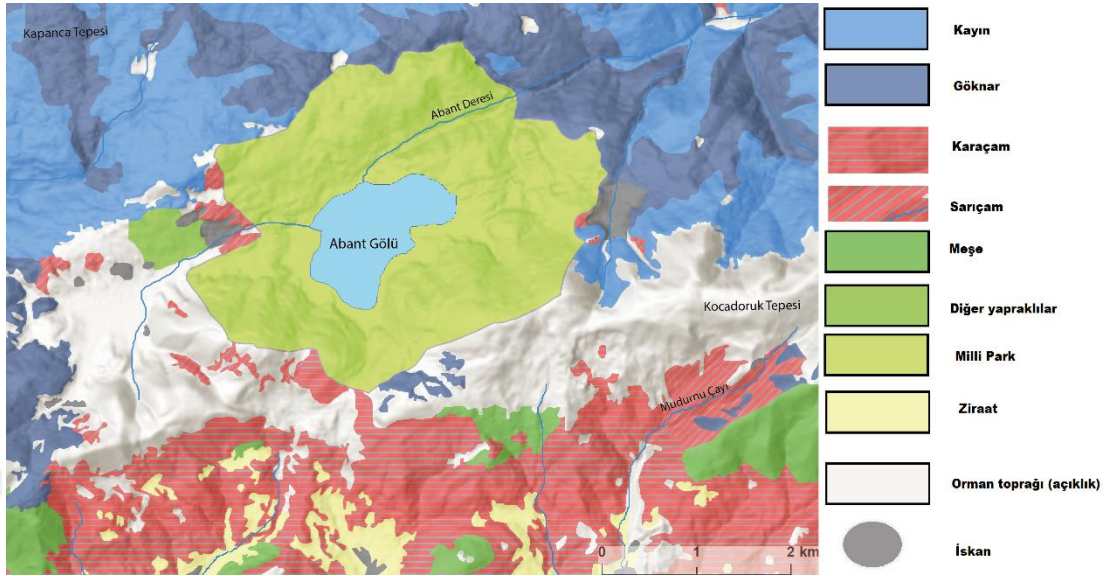
Abant Gölü çevresinde *Crataegus* L. (alıç), *Juniperus communis* L. (adi ardıç), *Abies bornmülleriana*, *Pinus sylvestris*, *Taxus baccata* L. (yaygın porsuk), *Acer platanoides* L. (çınar yapraklı akçaağaç), *Carpinus betulus*, *Fagus orientalis*, *Quercus robur* L. (saplı meşe), *Populus tremula* ve *Salix* L. (söğüt) türleri yaygınken, gölün batı kıyısında bulunan bataklık ve güneydoğu tarafındaki büyük turba bataklığı çevresinde *Carex* L. (ayakotu) ve *Salix* türleriyle birlikte *Menyanthes trifoliata* L. (su yoncası), *Comarum palustre* L. (gül parmakotu), *Equisetum palustre* L. (kırkbacak), *Rubiaceae* (kökboyasigiller), *Ajuga reptans* L. (dağ mayası otu), *Orchis* L. (salep) türlerine; daha kurak olan kısımlarda ise *Ranunculus* L. (düğün çiçeği), *Cardamine amara* L. (acıtere), *Epilobium* L. (yakıotu), *Apiaceae* Lindl. (maydanozgiller), *Sonchus* L. (eşekgevreği), *Hypericum* L. (kantaron), *Filipendula vulgaris* Moench (çayır melikesi) türlerine rastlanmaktadır (Bottema vd., 1995).

Yeniçağa Gölü çevresinde 32'si sucul, 352'si karasal olmak üzere 69 familyaya ait 12'si endemik 384 bitki taksonu bulunmaktadır (Anonim, 2020). Göl çevresi insanlar tarafından neredeyse tamamen ormansızlaştırılarak tarım arazisine dönüştürülmüştür (Şekil 1.6). Yakın çevrede şekerpancarı ve patates tarımı yaygındır (Akçer Ön, 2011). 1200 metreden daha yüksek kesimlerde *Fagus* ve *Abies bornmülleriana*, daha alçak ve kurak kesimlerde ise *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* ve *Quercus* ormanları bulunmaktadır (Bottema vd., 1995). Ormansızlaşmayla birlikte bölgede *Abies bornmülleriana* en çok zarar gören tür olmuş, *Quercus* ve *Juniperus communis* varlıklarını daha çok koruyabilmiştir (Akçer Ön, 2011). Gölün yakın çevresindeki turbalık araziye de içine alan bataklık kısımlardaki bitki örtüsü farklılık göstermektedir. Cyperaceae Juss. (hasırotugiller) gibi yoğun çimen türleriyle kaplı bir otlak çayıra dönüşmüş göl etrafındaki arazide *Salix*lere de rastlanmaktadır (Bottema vd., 1995). Gölün sucul bitki örtüsünün, hemen güneyde bulunan Yeniçağa ilçesinin kanalizasyonunun göle boşaltılması nedeniyle oluşan yıllık ve tek hücreli mavi-yeşil alglerden zarar görmesine rağmen, *Ceratophyllum demersum* L. (tilki kuyruğu), *Potamogeton perfoliatus* L. (sargın susümbülü) ve *Najas marina* L. (dikenli superisi)

gibi önemli türlerin varlığı sürmektedir (Byfield ve Özhatay, 2005b). Göl kıyısındaki bataklıklarda *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud (kamuş) sazlığı gelişim göstermiş, yakın çevresindeki turbalık alan üzerinde de *Carex* ot türleri içeren kalkerli turbalık mera toplulukları yer almaktadır (Byfield ve Özhatay, 2005b). Alanda bulunan türlerden *Typha minima* Funck ex. Hoppe (aksaz) ve *Typha shuttleworthii* W.D.J.Koch & Sond (semerci sazı) türleri Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmış türler iken endemik olmamasına rağmen Türkiye’de nadir bulunan 9 bitki türü de belirlenmiş ayrıca ekonomik önemi olan 142 adet bitki taksonu bulunmakta olup 106 tanesi bitkisel tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Anonim, 2020). Turbalık arazinin kurutulması amacıyla kullanılan drenaj kanallarının derinliğinin artırılması sonucunda tarlalara dönüştürülen meralar turbalık habitatın zarar görmesine neden olmaktadır (Byfield ve Özhatay, 2005b). Gölün su seviyesinin düşürülmesi daha kuru alanların *Cirsium arvense* (L.) Scop. (köygöçerten) gibi arsız bitkilerle kaplanmasıyla sonuçlanmıştır (Byfield ve Özhatay, 2005b). Göl çevresindeki endemik bitki türlerinin IUCN tehlike kategorilerine göre sınıflandırılmasında, bir akpapatya türü olan *Tripleurospermum rosellum* (Boiss. & Orph.) Hayek (gül gödesi) duyarlı/zarar görebilir, *Barbarea trichopoda* Hausskn. Ex Bornm. (Tosya nicarı) ve *Crocus biflorus* Mill. (ikiz çiğdem) ise tehdit altına girmeye yakın bitki türleri olduğu görülmektedir (Anonim, 2020).

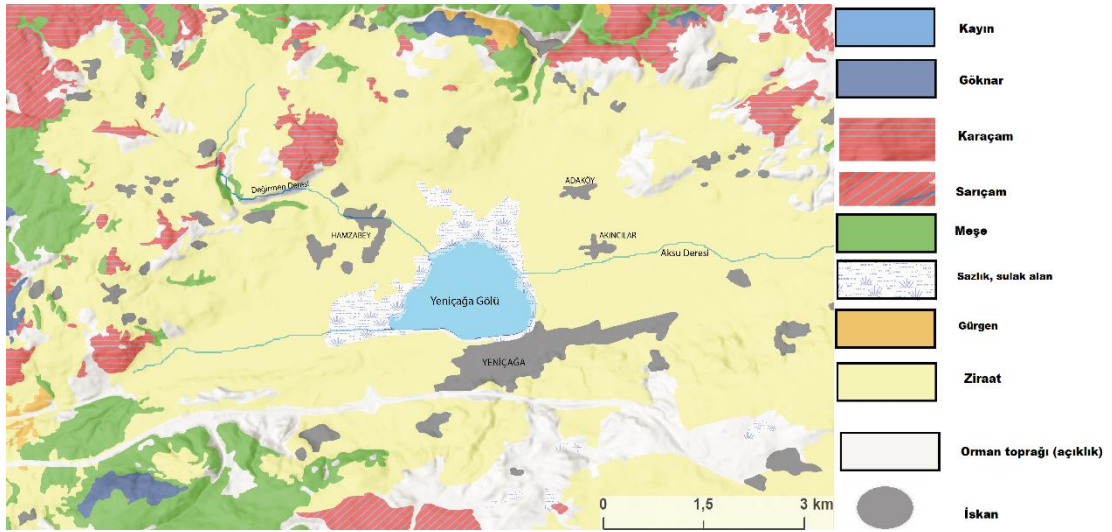
Turbalık araziler, karasal ekosistemin %5’ini oluşturan, nadir habitatların bulunduğu yerlerdir. Dolayısıyla Türkiye’de de kısıtlı alanlarda görülmektedir. Bolu ili sınırları içinde turbalık arazi yalnızca Abant ve Yeniçağa Gölleri’nde bulunmaktadır. Bu durum, göl çevrelerinin nadir türler barındırmasına neden olmaktadır. Bunlardan öne çıkanlar; Abant Gölü’nde *Parnassia palustris* L. (yürek yaprağı), Yeniçağa Gölü’nde ise *Acarus calamus* L. (eğirotu) ve *Najas marina* türleridir (İkinci ve Bayındır, 2019).

Şekil 1.5: Abant Gölü çevresinde yayılış gösteren belli başlı ağaç türleri.



Kaynak: Orman Genel Müdürlüğü (OGM) verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

Şekil 1.6: Yeniçağa Gölü çevresinde yayılış gösteren belli başlı ağaç türleri.



Kaynak: Orman Genel Müdürlüğü (OGM) verilerinden yararlanılarak üretilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİNİN FOSİL POLEN BULGULARI VE DEĞERLENDİRME

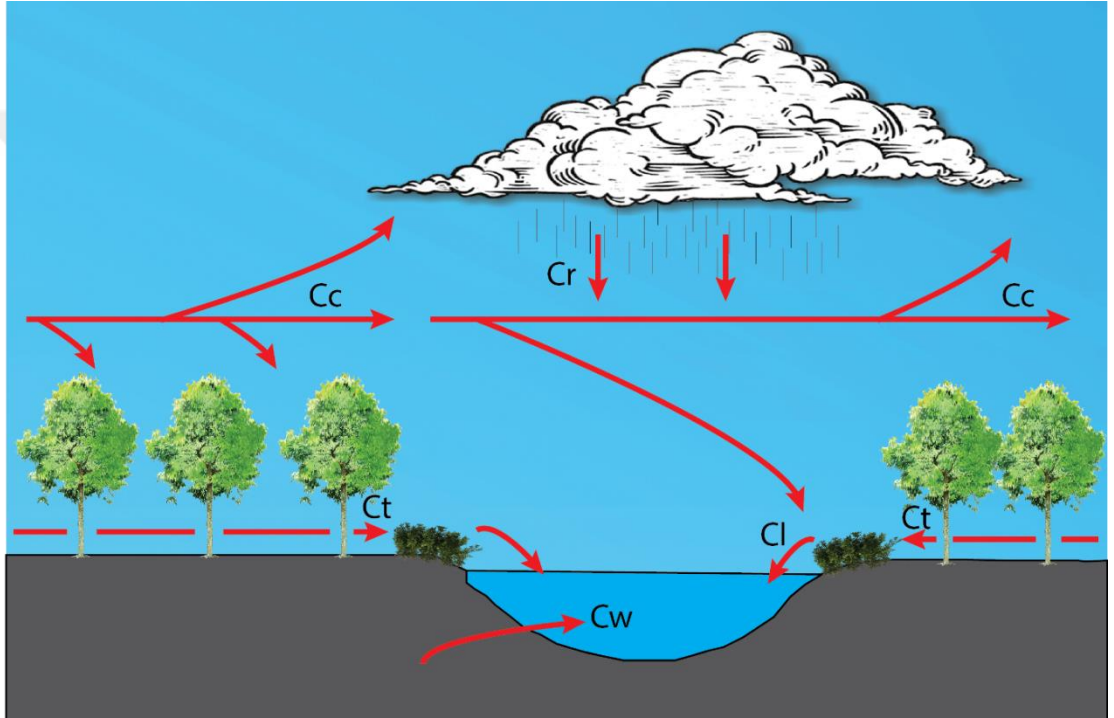
“Polen, canlı bir protoplazma ve protoplazmayı dıştan saran polen zarından ibaret erkek bir gametofittir.” (Aytuğ ve Merev, 2002). Taze bir polen, canlı protoplazma ve protoplazmayı dıştan saran polen zarından oluşmaktadır. Polen zarı; **intin** (iç zar – intine) ve **ekzin** (dış zar – exine) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Polen zarının ekzini çok dayanıklı bir yapıdadır, kimyasal reaksiyona girmeyen, yüksek sıcaklıklara dayanıklı (+400 °C ye kadar) ve mekanik parçalanmaya karşı dirençlidir (Caner, 2000). Ana bitkinin döllenmeyi sağlamak amacıyla ürettiği çok fazla sayıda polen, rüzgarlarla taşınarak oksijensiz ortamda fosilleşerek milyonlarca yıl boyunca özelliklerini koruyabilirler (Caner, 2000).

Tohumlu bitkiler, boyutları 15-150 mikron (1mm = 1000 mikron) arasında değişen polen üretebilmekte, polenlerin dış zarlarının yapısal özellikleri birbirinden farklı özellik taşımaktadır ve polenlerin tanımlanmasında önemli rol oynamaktadır (Şenkul, 2014a).

Yapısal özelliklerine göre 1-2 km'den 100-150 km'ye kadar alanlara dağılılabilen polenler, göl ve deniz gibi su yüzeylerine düştüklerinde suyun yüzey gerilimi sebebiyle bir süre su üstünde kalır ve yer çekimi etkisiyle batarlar (Caner, 2000). Çevresinde ormanlık bir arazinin yer aldığı küçük bir göl veya bataklıkta çökelen polenlerin suya taşınan bileşenleri farklılık gösterir (Şekil 2.1). Göl tabanında çökelen polenlerin kaynakları arasında, taşınmasında rüzgârın özellikle rol oynadığı ağaçların tepe kısmı olarak da ifade edilebilen tepe tacı katmanı (canopy) bileşenleri ile ağaçların gövde boşluklarından faydalanarak taşınan orman altı bitki türlerinin bileşenleri, doğrudan yağmurla ve sucul bitkilerden göle düşen bileşenler birincil olarak yer alır. Daha önce çökelmiş ancak aşınmanın etkisiyle serbest kalıp taşınan ikincil bileşenler gölün bulunduğu havzanın özelliklerine bağlıdır. Gölün içerisinde bulunduğu çanağın ve çevresinin jeolojik yapısı çökeltme üzerinde etkilidir. Polen çökmesi, göl içerisinde tortulların sığ kısımlardan daha derine taşınmasından, mevsimsel dalgalanmalar nedeniyle gerçekleşen ve resüspansiyon olarak ifade edilen göl tabanının yüzeyinde oluşan ve çökellerin tabandan kalkmasına neden olan

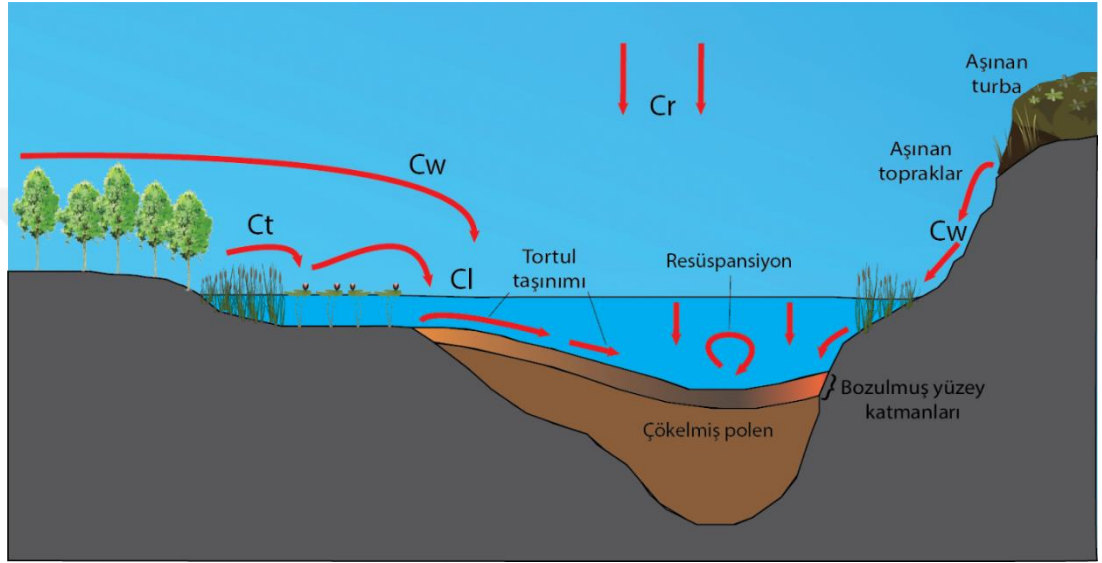
hareketlilikten etkilenir. Bu nedenle göl tabanında bozulmuş bir yüzey katmanı oluşur (Şekil 2.2).

Şekil 2.1: Ormanlık bir arazi içerisinde bulunan küçük bir göl veya bataklıkta polen dağılım ve çökelişi. Suya taşınmış bileşenler şunlardır: Cc, canopy component (tepe tacı katmanı bileşenleri); Cl, local component (yerel bileşenleri); Cr, rain component (yağmur bileşenleri); Ct, trunk space component (gövde boşluğu bileşenleri); Cw, secondary component (ikincil bileşenler).



Kaynak: Moore vd., 1991'den uyarlanmıştır.

Şekil 2.2: Bir göl alanındaki polen dağılım ve çökelişi. İkincil kaynakların (Cw) önemi toplama alanına bağlıdır. Göl içerisindeki tortul taşınımı ve mevsimsel karışım polen çökelişi üzerinde bir etkiye sahiptir. Suyu taşınmış bileşenler şunlardır: Cl, local component (yerel bileşenler); Cr, rain component (yağmur bileşenleri); Ct, trunk space component (gövde boşluğu bileşenleri); Cw, secondary component (ikincil bileşenler).



Kaynak: Moore vd., 1991'den uyarlanmıştır.

Oksijence fakir olan göl ve deniz tabanları, turba arazileri, bataklıklar, akarsu tabanları gibi alanlara yapılan sondajlarla farklı derinliklerden elde edilen çökellerdeki karotlarda yer alan fosil polenler mikroskopta incelenerek farklı türlerin derinliğe göre dağılımı ve yoğunluğu belirlenir (Cox, Moore ve Ladle, 2017). Polen analizi yapılan her derinlik için yüzdelik oranlar kullanılır. Derinlikler bu şekilde birbirleri ile karşılaştırılarak farklı zaman dilimlerindeki bitki türlerinin ve vejetasyon özelliklerinin değerlendirilmesine olanak sağlar (Şenkul, 2014a).

Palinoloji'den, orman botaniği, ekoloji, paleobotanik, jeoloji, stratigrafi, coğrafya, klimatoloji, oşinografi, apikültür, tıp ve eczacılık gibi birçok alanda faydalanılmaktadır (Aytuğ, 1965; Moore vd. 1991). Palinoloji çalışmalarının güvenilir ve önemli olmasının başlıca nedenleri; polenlerin ve sporların sayılarının fazlalığı, zarlarının (ekzinlerinin) çok dayanıklı olması ve havasız ortamlarda milyonlarca yıl boyunca özelliklerini kaybetmeden fosilleşerek kalabilmeleri, yapısal özelliklerinin farklılık göstermesinden dolayı türlerin tanınabilmesine olanak sağlayarak o dönemin

iklimi ve bitki örtüsü hakkında bilgi vermesidir (Aytuğ, 1981; Moore vd. 1991; Caner, 2000; Karlıoğlu, 2011; Şenkul, 2014a).

Modern palinolojinin başlangıcı İsveçli Lennart von Post'un ilk polen diyagramlarını sunduğu 1916 yılına dayanmaktadır (Karlıoğlu Kılıç vd. 2020). Palinoloji terimi ilk defa 1944'te Hyde tarafından kullanılmış ve bu bilim hızla gelişerek polen morfolojisi, polen fizyolojisi, polen kimyası ve polen analizleri gibi alt dallara ayrılmıştır (Aytuğ, 1981; Moore vd. 1991; Caner, 2000). 1950'li yıllarda radyokarbon tarihlendirmesinin keşfiyle polen analiz sonuçlarının farklı bölgelerdeki çalışmalarla korelasyonunun da yapılması palinoloji çalışmalarının önemini arttırmış, Kuaterner'deki iklim değişikliklerinden etkilenen bitki türlerinin, tür çeşitliliğinin ve vejetasyon yapısının değişimi çalışmalarına yeni bir boyut kazandırmıştır (Şenkul, 2014a).

Türkiye'deki ilk polen analiz çalışmaları 1967 yılında Aytuğ tarafından Konya-Süberde civarında ve aynı sene Beug tarafından Abant ve Yeniçağa göllerinde gerçekleştirilmiş, onları 1970'lerde van Zeist ve Bottema'nın yaptığı çalışmalar takip etmiştir (Şenkul, 2014b). Van Zeist ve Bottema, Anadolu'yu da içine alan Yakın Doğu'da yaptıkları çalışmada, polen kanıtlarını arkeobotanik verilerle destekleyerek son otuz bin yılı kapsayan geçmiş bitki örtüsüyle günümüz bitki örtüsü, topografya ve iklimi arasında karşılaştırma yapmışlar, polen verilerinin yorumunu paleovejetasyon haritalarıyla destekledikleri bu çalışmada insanın bitki örtüsüne müdahalesini de ortaya koymuşlardır (Van Zeist ve Bottema, 1991).

Abant ve Yeniçağa göllerinin polen yüzdesi değişimlerinin incelendiği aşağıdaki iki başlıkta, yüzde oranları en fazla olan ve iklim özellikleri göstergesi olabilecek türler olarak, her iki göl için de odunsu bitki (Arboreal: AP) türlerinden *Abies* Mill. (göknar), *Juniperus* L. (ardıç), *Quercus cerris-type* (kışın yaprak döken meşelerin polenleri), *Fagus* ve *Pinus*; otsu bitki (Non-arboreal: NAP) türlerinden *Cyperaceae*, *Gramineae* Juss. (buğdaygiller) ve *Artemisia* indikatör türler olarak belirlenmiştir (Bottema vd., 1995; Beug ve Bottema, 2015).

2.1. Abant Gölü'nün Odunsu Bitki (Arboreal: AP) ve Otsu Bitki (Non-arboreal: NAP) Polen Yüzdesi Değişimleri

Arboreal (odunsu bitki: AP) polen yüzdesi verilerine bakıldığında polen diyagramı LPAZ1, LPAZ2, LPAZ3, LPAZ4 ve LPAZ5 olmak üzere 5 ana polen birikme zonuna ayrılmıştır (Şekil 2.3). Abant Gölü'ndeki sondaj derinliği 60-1105 cm arasındadır.

LPAZ 1 (Birinci Polen Birikme Zonu): 975-1100 cm arasındaki derinliğe denk gelen birinci zonda, *Pinus*'un ilk önce azalma daha sonra küçük bir artış ve zonun üst sınırına kadar düzenli bir azalış gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte *Abies*, bu zonun ortalarından itibaren görülmeye başlamış, zonun üst kısımlarına doğru azalma eğilimi gösterirken *Quercus cerris-type*, genel bir artış göstermiştir. Birinci zonun 975 cm olarak belirlenen üst sınırı radyokarbon tarihlendirmesine göre günümüzden 10140 yıl öncesine tarihlendirilmiştir (Tablo 2.1). Bu zonda *Pinus* azalırken *Quercus cerris-type* artmaktadır. Bu iki türün sıcaklık isteği ters olduğuna göre günümüzden 10140 yıl öncesinde sıcaklığın artmaya başladığı söylenebilir. Bu zonda sıcaklığın artmaya başlaması, günümüzden 11700-9000 yıl öncesine denk gelen Younger Dryas'ın ani son buluşuyla sıcak ve nemli iklim koşullarına geçildiği Holosen başlangıcının iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Bu bulgular kronostratigrafik olarak Kuaterner döneminin içinde yer alan Pleyistosen'den sonra gelen, günümüze kadar sürmekte olduğu kabul edilen Holosen'in başlangıcına denk düşmektedir.

LPAZ 2 (İkinci Polen Birikme Zonu): 575-975 cm arasındaki bu zonun başlarında en yüksek değerine ulaşan *Abies*'in birinci zona göre net bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu durum yağışın, nemin ve bulutluluğun arttığını göstermektedir. *Pinus*'un artmış olması da sıcaklığın düştüğünü göstermektedir. İkinci zonun üst sınırı olan 575 cm günümüzden 3880 yıl öncesindeki soğuk döneme denk gelmektedir, bu dönemde sıcaklık düşmüş ve yağış artmıştır (Şekil 2.3). Abant Gölü bulgularından LPAZ 2'de elde edilen sonuca göre yağış isteği yüksek olan *Fagus*'un belirgin bir artış göstermesi günümüzden 3880 yıl önce gerçekleşen sıcaklıktaki düşme ve yağıştaki artışa, Akçer Ön (2011) de Yeniçağa Gölü'nde yaptığı çamur istif analiz çalışmasında değinmektedir.

LPAZ 3 (Üçüncü Polen Birikme Zonu): 300-575 cm arasında bulunan bu zonda *Abies*'in azalması dikkat çekmektedir. Bu durum yağış ve nemin azaldığını göstermektedir. *Fagus*, bu zonun ortalarında 350-450 cm arasına denk gelen

derinlikte belirgin bir şekilde artış göstermektedir. *Fagus*, kuraklığı sevmeyen bir tür olduğuna göre bu dönemde yağışta artış olduğu söylenebilir. *Juniperus*, bu zonun üst kesimlerine doğru artış göstermektedir. *Pinus*, 300-400 cm arasında en yüksek değerine ulaşmaktadır. *Pinus*'un zirve yaptığı derinlikte *Quercus cerris-type* azalmıştır. O aralıkta sıcaklıkta düşüş yaşandığı söylenebilir. *Quercus cerris-type*, bu zonda ikinci zona göre genel olarak artış göstermiştir (Şekil 2.3). LPAZ 3'ün analizinde dikkat çeken *Abies*'teki azalma ve *Pinus*'un en yüksek orana ulaşması, GÖ 2900-2300 yılları arasındaki kurak (Akçer Ön, 2011) ve Bond 2 Demir Çağ Soğuk Dönemi (Turoğlu, 2011) ile örtüşmektedir

LPAZ 4 (Dördüncü Polen Birikme Zonu): 100-300 cm arasındaki bu zonda *Abies* az da olsa artış göstermektedir. *Pinus*, artarak bu zonun orta kısımlarında zirve yapmış, zonun üst kesimlerine doğru düzenli olarak düşüş göstermiştir. Günümüzden 880 yıl öncesine gelen yaklaşık 200 cm'lik derinlik, *Pinus*'un belirgin bir şekilde artmaya başladığı dönemdir. Bu dönem, 880 yıl önce sıcaklığın düştüğü dönemden hemen öncedir. Aynı dönemde *Quercus cerris-type*'de görülen belirgin artış ve *Abies*'te görülen azalma o aralıkta kısa bir dönem sıcaklık artışı yaşandığı sonucunu desteklemektedir (Şekil 2.3). Ortaya çıkan sıcaklık artışı MS 800-1300 yılları arasına denk gelen Ortaçağ sıcak dönemindeki (Medieval Warm Period) sıcaklık artışı ile örtüşmektedir.

LPAZ 5 (Beşinci Polen Birikme Zonu): 50-100 cm arasındaki bu en üst zonda *Abies* ve *Pinus*'ta artış, *Fagus* ve *Quercus cerris-type*'de azalma görülmektedir. Bu durumda sıcaklığın düştüğü, nem ve yağışın arttığı sonucuna varılabilir (Şekil 2.3).

Non-arboreal (otsu bitki: NAP) polen yüzdesi verilerine bakıldığında polen diyagramı LPAZ1, LPAZ2, LPAZ3, LPAZ4 ve LPAZ5 olmak üzere 5 ana polen birikme zonuna ayrılmıştır (Şekil 2.3).

LPAZ 1 (Birinci Polen Birikme Zonu): Cyperaceae ilk önce artış, zonun üst sınırına doğru düzenli bir azalma göstermiştir. *Artemisia*, bütün zonlar arasında sadece bu zonda baskın bir şekilde yer almaktadır. Birinci zonun üst sınırından itibaren *Artemisia*'ya hiçbir zaman bu fazlalıkta rastlanmamaktadır. Radyokarbon tarihlendirmesine göre bu dönem Younger Dryas'ın son bulunduğu ve Holosen başlangıcı olarak kabul edilen sıcak ve nemli iklim koşullarının olduğu döneme denk gelmektedir. *Artemisia* yüzdesindeki fazlalık bu sonucu desteklemektedir. Gramineae, bu zon içerisinde miktarını neredeyse sabit tutmuştur (Şekil 2.3).

LPAZ 2 (İkinci Polen Birikme Zonu): Cyperaceae birinci zona göre belirgin azalma göstermiş ve bütün zonlar arasında en az yüzdededir. Gramineae’de birinci zona göre belirgin bir artış bulunmaktadır (Şekil 2.3).

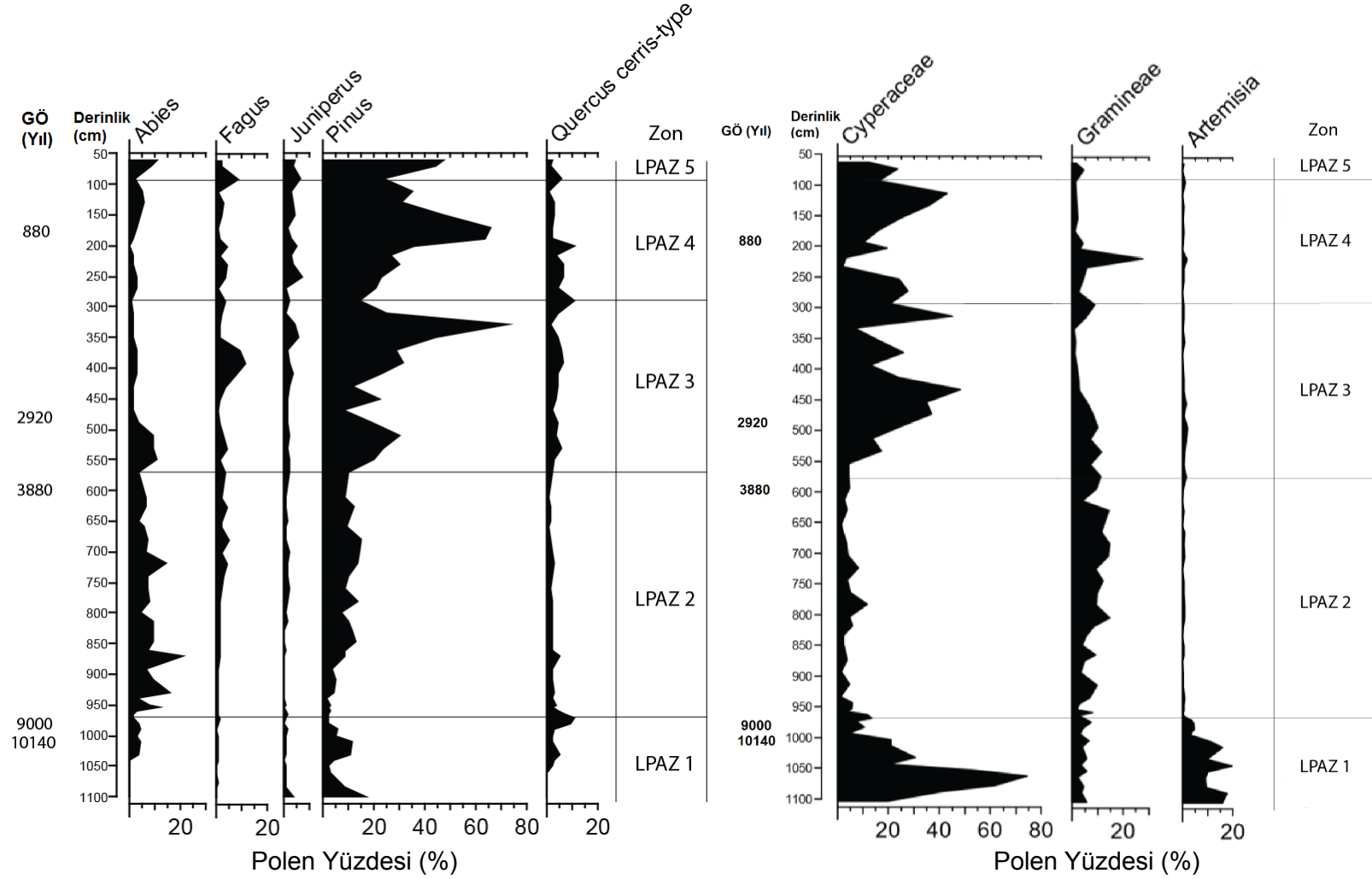
LPAZ 3 (Üçüncü Polen Birikme Zonu): Cyperaceae ikinci zona göre belirgin artış göstermiştir. Gramineae bu zonda düzenli olarak azalırken zonun üst sınırlarına doğru belirgin bir artış göstermiştir (Şekil 2.3).

Yaklaşık 3000 yıl öncesine denk gelen bu zonda sıcaklıkta genel bir azalma yaşandığı söylenebilir. Yaklaşık olarak Demir Çağı soğuk dönemine (MÖ 900-300) denk gelen Bond 2 ile örtüşmektedir.

LPAZ 4 (Dördüncü Polen Birikme Zonu): Cyperaceae’nın belirgin bir şekilde azaldığı derinlik olan 225 cm’de Gramineae belirgin bir şekilde artış göstererek en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu durum sıcaklıkta görülen artışa bağlı olarak tarımsal faaliyetin, arttığına işaret etmektedir (Şekil 2.3). Ortaçağ sıcak dönemine (Medieval Warm Period) denk gelen bu dönemdeki sıcaklık artışları tarımsal faaliyetleri olumlu olarak etkilemiştir. Ayrıca 200 – 250 cm aralığındaki Gramineae’deki artış günümüzden 2200-1700 yıl öncesindeki Roma Klimatik Optimumu sıcak dönemin son zamanlarını işaret etmekte ve hemen sonrasındaki ani azalma, MS 500-900 yılları arasındaki B1 soğuk döneme denk gelmektedir. Yani LPAZ 4’te B1 ve B2 soğuk dönemleri ile arasındaki sıcak dönem belirgindir. Tarımsal faaliyetin artmasına işaret eden Gramineae’deki artış, Ortaç’ın (2013), Yeniçağa ve çevresinde gerçekleştirilen arkeolojik çalışma sonrasında, tarım yapıldığına dair bulgularıyla örtüşmektedir. Geç Antik Çağ dönemine tarihlendirilen çok sayıda dibek, o bölgede buğday tarımının yapıldığını göstermektedir (Ortaç, 2013).

LPAZ 5 (Beşinci Polen Birikme Zonu): Cyperaceae ve Gramineae’de zonun orta kısmında belirgin bir artış görülmektedir (Şekil 2.3). Küçük buzul çağıının (Little Ice Age) sonrasına denk gelen bu dönemdeki sıcaklık artışı tarımsal faaliyetleri olumlu olarak etkilemiştir.

Şekil 2.3: Abant Gölü'ndeki odunsu bitki (AP) ve otsu bitki (NAP) indikatör türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ve GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi.

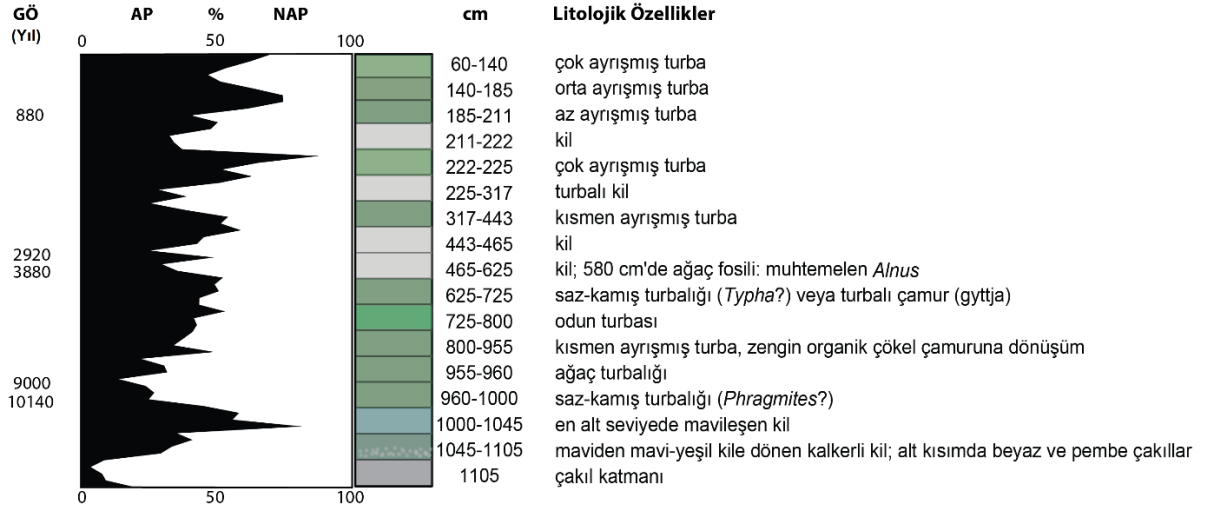


Tablo 2.1: Abant Gölü ^{14}C tarihlendirmesi (Kalibre edilmiş ve edilmemiş) ve litolojik özellikler.

Adı	Derinlik (cm)	Litolojik Özellikleri	$\delta^{13}\text{C}$	^{14}C Yaşı (GÖ yıl)	Lab. No.	Kalibre Edilmiş ^{14}C Yaşı (GÖ yıl)
Abant	196-200	Turba	-27,7	880±60	GrN-12627	880
Abant	475-480	Turba	-27,1	2920±60	GrN-12628	2920
Abant	595-600	Turba	-27,1	3880±60	GrN-12629	3880
Abant	961-968	Turbalı Çamur (Gyttja)	-26,8	9880±110	GrN-12630	9000
Abant	996-999	Ağaç Fosili/Turba	-26,6	10320±90	GrN-12794	10140

Kaynak: Bottema vd. 1995; Woldring vd. 2019.

Şekil 2.4: Abant Gölü'ndeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri, GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi ve litolojik özellikler.



Toplam AP ve NAP dağılımına bakıldığında; LPAZ1'de NAP yüzdesinin en yüksek değerine ulaştığını görmekteyiz. Bu zonda *Artemisia*'nın yoğun olarak yer alması soğuk ve kurak koşulların varlığını göstermekte ve Younger Dryas'ın sonlarına denk gelmektedir (Şekil 2.4).

2.2. Yeniçağa Gölü'nün Odunsu Bitki (Arboreal: AP) ve Otsu Bitki (Non-arboreal: NAP) Polen Yüzdesi Değişimleri

Arboreal (odunsu bitki: AP) polen yüzdesi verilerine bakıldığında polen diyagramı LPAZ1, LPAZ2, LPAZ3, LPAZ4, LPAZ5 ve LPAZ6 olmak üzere 6 ana polen birikme zonuna ayrılmıştır. Bütün derinliklerin AP-NAP yüzdeleri değerlendirildiğinde, NAP yüzdesi AP yüzdesine göre daha fazla ve yüzeye doğru yaklaştıkça AP yüzdesi belirgin bir şekilde artmaktadır (Şekil 2.5). Yeniçağa Gölü'ndeki sondaj derinliği 575-1740 cm arasındadır.

LPAZ 1 (Birinci Polen Birikme Zonu): 1575-1750 cm arasındaki bu zonda *Abies* alt kısımda görülmezken üst kısımlarına doğru görülmektedir. *Fagus* bütün zonlar arasında en az birinci zonda görülmektedir. *Juniperus* üst kısımlara doğru artış göstermektedir. *Pinus*, orta kısımlara doğru artmakta ve üst kısımlara doğru belirgin bir azalma göstermektedir. *Quercus cerris-type* alt kesimlerde hiç görülmezken, üst kesimlerinden itibaren görülmeye başlamaktadır. *Quercus cerris-type*'deki artış ve *Pinus*'taki azalma sıcaklığın artış gösterdiği anlamına gelmektedir (Şekil 2.5).

LPAZ 2 (İkinci Polen Birikme Zonu): 1275-1575 cm derinlik aralığında bulunan bu zonda *Abies* birinci zonun sonundaki artışını sürdürmektedir ve bu zonun ortalarına denk gelen 1350-1450 cm arasında bütün zonlara kıyasla en yüksek yoğunluğa ulaşmıştır. *Pinus* da *Abies* gibi bu artışa eşlik etmektedir. *Fagus* bu zonun alt kısımlarında çok az görünürken üst kısımlarına da doğru belirgin bir artış göstermektedir. *Juniperus* da *Abies* ve *Pinus*'ta olduğu gibi orta kısımlarında artış göstermiştir. *Quercus cerris-type*, birinci zonun üst kısmından itibaren gösterdiği artışı ikinci zonda da sürdürmekte ve üst kısımlara kadar yüzdesi devam etmektedir (Şekil 2.5). Yeniçağa Gölü bulgularında, günümüzden 7280 yıl öncesine denk gelen LPAZ 2'nin üst sınırındaki *Pinus*, *Abies* ve Cyperaceae'nin azalması, Gramineae ve *Quercus*'un artması, LPAZ 3'ün alt sınırından itibaren *Pinus*'un belirgin artış göstermesi ve LPAZ 2'nin üst sınırına kadar NAP oranının fazla olması, Woldring vd.'nin (2019) Abant ve Yeniçağa bölgelerinde yaklaşık 7000 yıl öncesine kadar daha açık (kozalaklı) orman olduğunu söylemesiyle denkleşmektedir (Şekil 2.6). Bu sonuç Beug ve Bottema'nın (2014), sadece antropojenik göstergelerle değil, doğal ortam değişikliklerini palinolojik yöntemlerle de izledikleri Yeniçağa Gölü ve çevresinde tarım faaliyetlerinin MÖ 6000 civarında başladığı yönünde vardıkları sonucu desteklemektedir. Yeniçağa Gölü'nde yaklaşık olarak günümüzden 7000-10000 yıl öncesine denk gelen LPAZ 2'de yer alan fosil polenlerin yüzdelerinde dalgalanma

göze çarpmaktadır. Bu dalgalanma Turoğlu'nun (2011) belirttiği B5 ve B6 soğuk dönemleri ile iki kez tekrar eden sıcak dönemlerin kısa aralıklarla birbirini takip ettiği zaman dilimine denk gelmektedir.

LPAZ 3 (Üçüncü Polen Birikme Zonu): 1000-1275 cm arasında bulunan bu zonda, *Abies*, *Fagus*, *Juniperus*, *Quercus cerris-type* yüzde değişiminde öne çıkmamaktadır. *Pinus*'un da belirgin bir yüzde değişimi olmamakla birlikte, alt kısımlarda önemli bir artış gösterdiği ve devamında salınımla birlikte hafif bir azalma gösterdiği görülmektedir (Şekil 2.5).

LPAZ 4 (Dördüncü Polen Birikme Zonu): 800-1000 cm arasındaki derinliğe denk gelen bu zonda *Abies* ve *Pinus* üst kısımlarda belirgin bir azalma göstermektedir. 975 cm'de *Fagus* ve *Quercus cerris-type* belirgin bir yüzde artışı göstermektedir.

Günümüzden 4430 yıl öncesinin başına denk gelen bu zonun üst kısmı Bond 3 – Bond 4 soğuk dönemleri arasındaki sıcak dönemi işaret etmektedir. *Abies* ve *Pinus*'un üst kısımlarda azalma göstermesi, *Quercus cerris-type* ve *Fagus*'taki belirgin artış sıcak dönem yaşandığını desteklemektedir (Şekil 2.5).

LPAZ 5 (Beşinci Polen Birikme Zonu): 750-850 cm arasında bulunan bu zonda *Abies*, *Pinus* ve *Quercus cerris-type* 800 cm derinlikteki orta kısımlarda çok belirgin bir şekilde yüzde artışı göstermektedirler (Şekil 2.5). Yeniçağa Gölü'ndeki LPAZ 5 günümüzden 4430 yıl öncesine denk gelmekte ve *Abies*, *Pinus* ve *Cyperaceae*'deki belirgin artış B3-B4 arasındaki sıcak döneme geçişi göstermektedir (Şekil 2.5).

LPAZ 6 (Altıncı Polen Birikme Zonu): 550-750 cm arasına denk gelen bu zonda *Abies* ve *Juniperus* belirgin bir yüzde farkı göstermezken *Fagus*, üst kısımlara doğru belirgin bir artış göstermektedir. *Pinus* üst kısımlara doğru çok net bir şekilde yüzde artışı göstermektedir. Hatta bu artış bütün zonlar arasında *Pinus*'un en yüksek yoğunluğa ulaştığı noktadır. *Quercus cerris-type* da üst kısımlara doğru en yüksek yüzde seviyesine ulaşmaktadır (Şekil 2.5).

Non-arboreal (otsu bitki: NAP) polen konsantrasyonu verilerine bakıldığında polen diyagramı LPAZ1, LPAZ2, LPAZ3, LPAZ4, LPAZ5 ve LPAZ6 olmak üzere 6 ana polen birikme zonuna ayrılmıştır (Şekil 2.5).

LPAZ 1 (Birinci Polen Birikme Zonu): Bütün zonlar arasında Cyperaceae, en fazla yoğunluğa birinci zonda sahiptir. Cyperaceae bu zonun en alt kısmında yani 1750 cm'de bütün zonların en yüksek yüzde seviyesindedir. Yaklaşık 1600 cm derinlikte bu zonda en düşük yüzdeyi gösteren Cyperaceae'ya karşılık Gramineae, bütün zonlar arasında en yüksek yoğunluğa burada ulaşmaktadır. *Artemisia* için neredeyse sadece birinci zonda yoğun bir şekilde bulunduğu söylenebilir. Bu zonun üst kısmı olan 1575 cm derinlikten sonra *Artemisia*'nın yüzdesi sıfıra yakındır (Şekil 2.5).

1575 cm radyokarbon tarihlendirmesine göre günümüzden 11500 yıl öncesine denk gelmektedir (Tablo 2.2). Burada Gramineae'nin artması ve *Pinus*'un azalması sıcaklığın artmasına yorulabilir. Bu dönem Holosen'in başlangıcı olan sıcak ve nemli iklim koşullarına geçişin göstergesi olarak kabul edilebilir.

LPAZ 2 (İkinci Polen Birikme Zonu): Cyperaceae'nin yüzdesindeki birinci zondaki dalgalanma ikinci zonda da devam etmekte ve üst kısımlara doğru belirgin bir şekilde azalmakta, hatta bütün zonların en düşük yüzdesine ulaşmaktadır. Cyperaceae'ya karşılık Gramineae, birinci zona göre daha yoğun bulunmakta ve bütün zonlar arasındaki en fazla yoğunluğa ulaşmakta ve 1275 cm'e doğru hızlı bir azalma göstermektedir (Şekil 2.5).

Bu zonun üst sınırı günümüzden 7280 yıl öncesine denk gelmektedir. *Pinus*, *Abies* ve Cyperaceae'nin bu sınıra doğru azalıp, Gramineae ve *Quercus cerris-type*'in artış göstermesi sıcaklığın artması olarak yorumlanmasına, B4 ve B5 soğuk dönemleri arasındaki, günümüzden önce 8200-6000 yıl öncesine denk gelen sıcak döneme işaret etmektedir.

LPAZ 3 (Üçüncü Polen Birikme Zonu): Cyperaceae'nin, ikinci zonun üst kısmında gösterdiği azalma, üçüncü zonda salınımla birlikte yerini yüzde artışına bırakmıştır. Gramineae'nin polen yüzdesi neredeyse sabit kalmış ancak üst kısımlara doğru belirgin bir artış göstermiştir (Şekil 2.5).

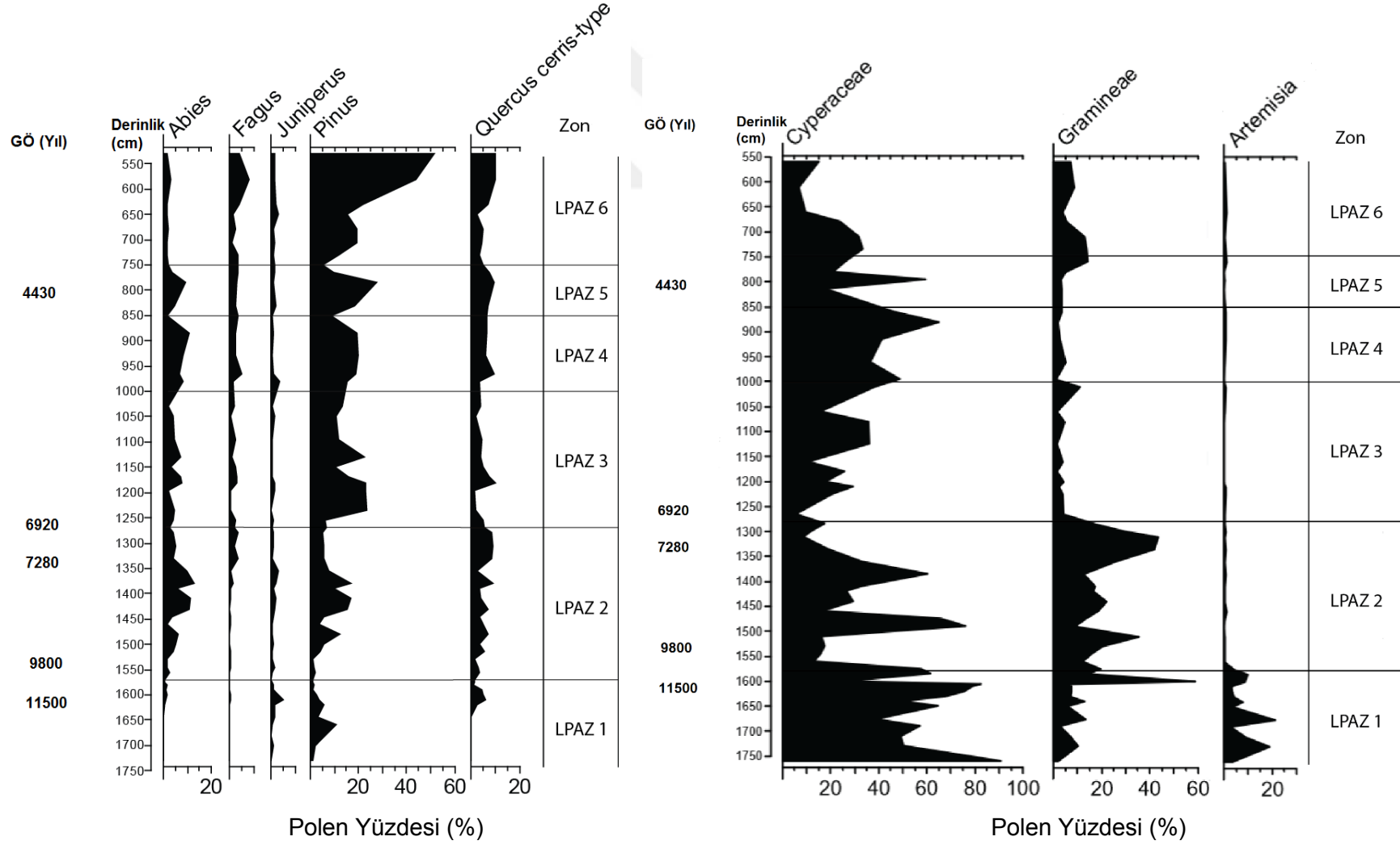
Bu zonun üst sınırı günümüzden önce 6920 yıl öncesine denk gelmektedir. Bu zondaki yüzdelerin önemli bir değişiklik göstermemesi durağan iklim koşullarının devam ettiği şeklinde yorumlanabilir.

LPAZ 4 (Dördüncü Polen Birikme Zonu): Cyperaceae, üçüncü zondaki yüzde düşüşüne zıt olarak artma eğilimi göstermektedir. Gramineae, üçüncü zondaki az olan durağan yüzdesini burada da sürdürmektedir (Şekil 2.5).

LPAZ 5 (Beşinci Polen Birikme Zonu): 800 cm derinlikte Cyperaceae belirgin bir yüzde artışıyla kendini göstermektedir. Üçüncü ve dördüncü zonda neredeyse sabit yüzdede beliren Gramineae, beşinci zonun üst kısmında belirgin bir artış göstermektedir (Şekil 2.5). 800 cm'deki belirgin değişiklikler ve LPAZ 4'teki bulgular sıcak dönemin bitişine, B3 soğuk dönemin başlangıcına işaret etmektedir.

LPAZ 6 (Altıncı Polen Birikme Zonu): Cyperaceae, üst kısımlara doğru belirgin bir azalma göstermektedir. Cyperaceae'nın birinci zondaki en yüksek seviyedeki yüzdesinin burada en düşük seviyeye indiği görülmektedir. Gramineae'nin yüzdesi de bu zonda azalmaktadır. (Şekil 2.5).

Şekil 2.5: Yeniçağa Gölü'ndeki odunsu bitki (AP) ve otsu bitki (NAP) indikatör türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ve GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi.

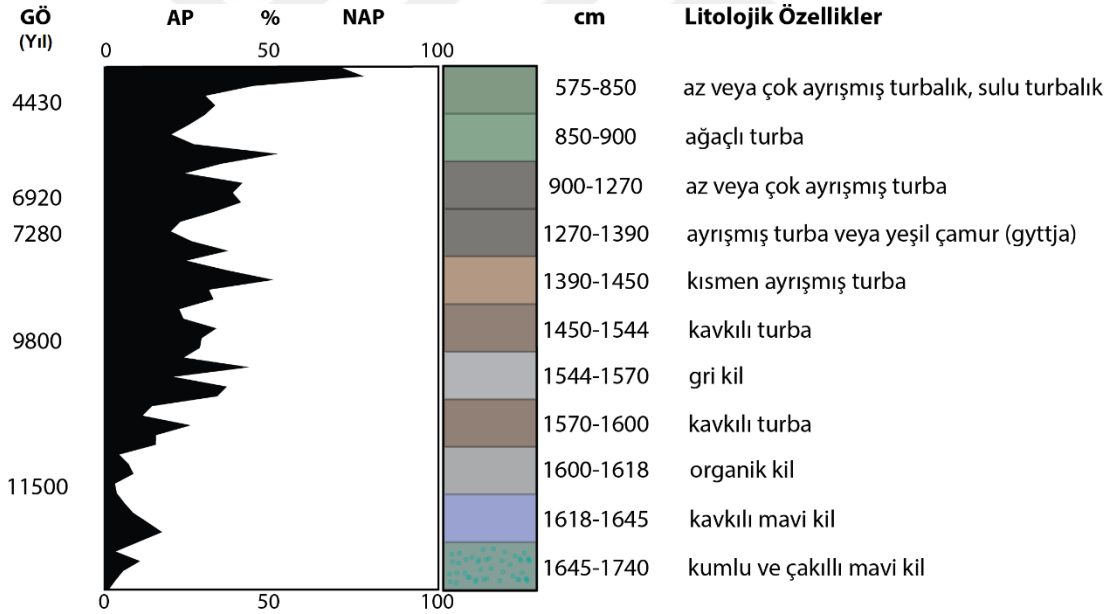


Tablo 2.2: Yeniçağa Gölü ^{14}C tarihlendirmesi (Kalibre edilmiş ve edilmemiş) ve litolojik özellikler.

Adı	Derinlik (cm)	Litolojik Özellikleri	$\delta^{13}\text{C}$	^{14}C Yaşı (GÖ yıl)	Lab. No.	Kalibre Edilmiş ^{14}C Yaşı (GÖ yıl)
Yeniçağa	803-809	Turba	-24,1	4430±160	GrN-14008	4430
Yeniçağa	1255-1263	Turba	-24,7	6920±70	GrN-14009	6920
Yeniçağa	1339-1345	Turba	-24,9	7280±70	GrN-14010	7280
Yeniçağa	1535-1540	Turbalı Çamur (Gyttja)	-23,4	10180±170	GrN-14011	9800
Yeniçağa	1613-1617	Turbalı Çamur (Gyttja)	-27,1	12330±90	GrN-12796	11500

Kaynak: Bottema vd. 1995; Woldring vd. 2019.

Şekil 2.6: Yeniçağa Gölü'ndeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri, GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmesi ve litolojik özellikler.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ABANT VE YENİÇAĞA GÖLLERİ ÇEVRESİNİN GÜNCEL İKLİM ÖZELLİKLERİ İLE FOSİL POLEN BULGULARI ARASINDA KARŞILAŞTIRMA

3.1. Abant ve Yeniçağa Gölleri Çevresinin Coğrafi Özelliklerinin Karşılaştırılması

Çalışmanın yer aldığı çöküntü alanı, genel olarak kuzeyde Bolu Dağları, güneyde Köroğlu Dağları'nın batısı arasında bulunan ve Bolu Yöresi olarak adlandırılan, Kuzey Anadolu Fayı'nın takip ettiği Karadeniz Bölgesi'nin iç batı kesimidir (Gözenç, 1979). Abant ve Yeniçağa gölleri, bu çöküntü alanının içerisinde, birbirine 65 km uzaklık ile yakın sayılacak mesafede bulunmakla birlikte, önemli benzerlik ve farklılıklara sahiptirler.

Abant Gölü, oluşum bakımından heyelan set gölü iken Yeniçağa Gölü, bir tektonik göldür. Abant Gölü çevresinin yüksek olmasından dolayı heyelan gerçekleşecek eğime sahip olması, gölün derinliğinin 32 m ile Yeniçağa Gölü'nün derinliği olan 11 m'nin yaklaşık üç katı olmasına bağlanabilir. İki gölün yüzey alanı arasında da farklılık bulunmaktadır. Abant Gölü 1,25 km², Yeniçağa Gölü 1,8 km² yüzey alana sahiptir.

Abant Gölü'nün kuzeyindeki Abant Dağları'nın, Kretase/Jurasik kireçtaşı sırtlarından oluşmuş 1500 m'yi aşan bir dağ sırası ve 1700 m'yi geçen en az iki zirvesi bulunmaktadır. Abant Dağları'nın kuzey yamaçlarına düşen yağış miktarı yüksek olduğundan, arasında Abant Gölü'nün de bulunduğu önemli sulak alan ve sucul habitatlar oluşmuştur (Byfield ve Özhatay, 2005a).

Abant Gölü, Batı Karadeniz'in iç kesiminde bulunmasına bağlı olarak denizel etkinin azalmasından dolayı, kuzey ve güney yamaçların bitki örtüleri açısından farklılık göstermektedir. Kuzeye bakan yamaçlar, *Fagus* ve *Carpinus*, yüksek kesimlerde *Abies bornmülleriana* ve *Pinus sylvestris* gibi nemcil türleri barındırırken, güneye bakan yamaçlarda karasal iklimin etkisinin belirginleşmesiyle *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* ve *Quercus* türleri görülmektedir. Çevresindeki yüksek dağlar sebebiyle, Abant Gölü'nün bulunduğu alan, daha az yükseltiye sahip ve çöküntü

alanından daha uzak olan Yeniçağa Gölü'ne göre bitki örtüsü bakımından belirgin farklılık göstermektedir.

Yeniçağa Gölü'nün hemen yakınında bulunan Yeniçağa ilçesinden kaynaklı insan etkisi, Abant Gölü'nün Yeniçağa Gölü'ne göre daha bakir bir alan olmasıyla sonuçlanmaktadır. Abant Gölü çevresinin milli park olması da daha korunaklı bir ekosistem olmasını sağlamaktadır. Yeniçağa Gölü'ne boşaltılan insan kaynaklı atıkların etkisi Abant Gölü'nde görülmemektedir. İnsan etkisi sebebine bağlı olarak, Yeniçağa Gölü çevresinde tarım arazisi açılması nedeniyle ortaya çıkan ormansızlaşma, Abant Gölü'ne kıyasla oldukça belirgindir.

Bölgede özellikle 11. yy'dan sonra etkisini gösteren tarım ve hayvancılık faaliyetleri, insan etkisinin artmasıyla sonuçlanmıştır. Ayrıca Kâtip Çelebi'nin 17. yy'da yazdığı Cihannümâ'da, bu bölgede ormancılık faaliyetlerinin de yapıldığı belirtilmektedir. Orman ürünleri, o dönemde yakacak, inşaat malzemesi ve kalyon yapımında kullanılan kereste olarak değer kazanmıştır. Osmanlı Devleti'nin, Bolu ve çevresinden elde edilen tarım ve hayvancılık ürünlerinin 1909'daki istatistiğine bakıldığında, bölgenin tarımsal üretiminin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmakta, eskiden beri süren tarım, hayvancılık ve ormancılık faaliyetleri, bölgenin bitki örtüsünde değişikliğe neden olan insan etkisini açıklamaktadır (Gözenç, 1979).

Günümüzde, Abant Gölü çevresindeki Abant Dağları'nda, *Abies* ve *Fagus* ormanlarında ticari ormancılık faaliyetleri sürmektedir. Özellikle yazın artmak üzere 1400 m üzerindeki yaylalardaki meralarda hayvancılık ve otlatma yaygındır (Byfield ve Özhatay, 2005a).

Bolu ili sınırları içinde turbalık arazi yalnızca Abant ve Yeniçağa Gölleri'nde bulunmaktadır. Bu durum, göl çevrelerinin nadir türler barındırmasına neden olmaktadır. Bunlardan bazıları, Abant Gölü'nde *Parnassia palustris*; Yeniçağa Gölü'nde ise *Acarus calamus* ve *Najas marina* türleridir.

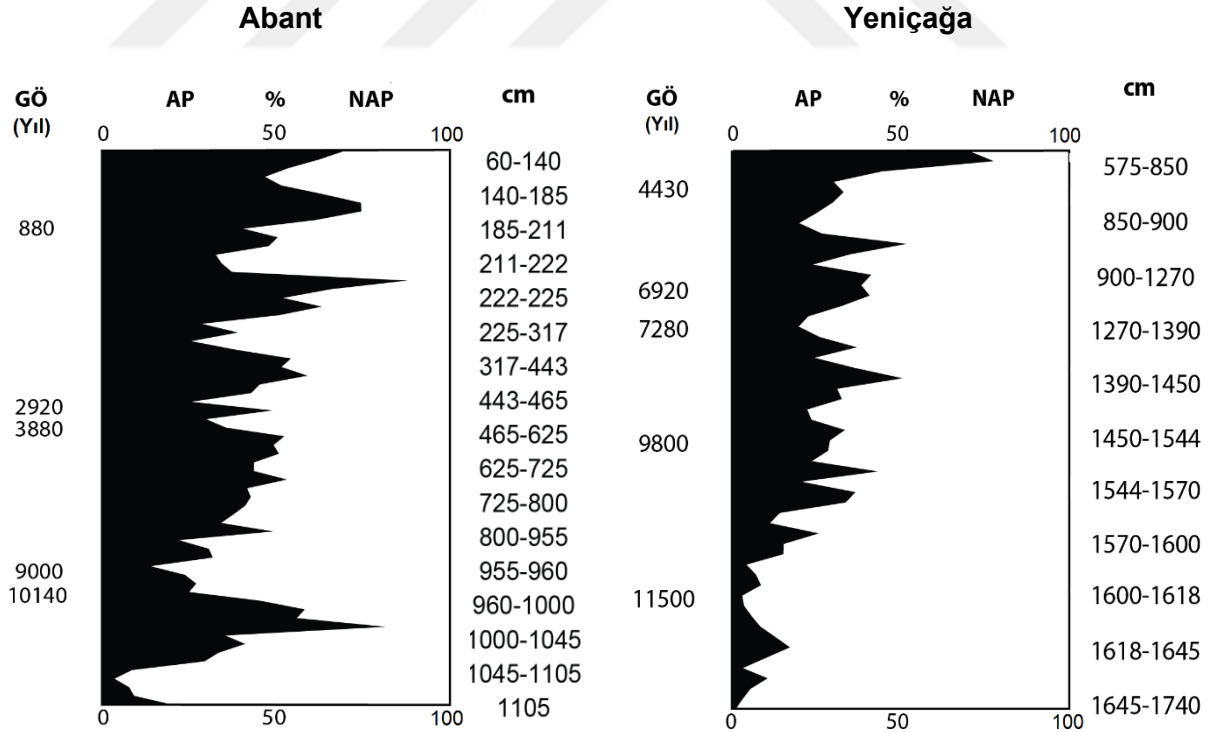
3.2. Abant ve Yeniçağa Gölleri Çevresinin Güncel İklim Özellikleri ile Fosil Polen Bulgularının Karşılaştırılması

Genel olarak AP polen birikimi, Yeniçağa Gölü'nde Abant Gölü'ne göre daha az yüzdeye sahiptir. Bu durum, insan etkisinin Abant Gölü çevresine göre Yeniçağa Gölü çevresinde çok daha eskiye dayanmasının göstergesi olarak yorumlanabilir.

Abant ve Yeniçağa gölleri arasındaki mesafenin fazla olmamasına bağlı olarak seçilen baskın türlerin polen yüzdesi benzerlik göstermektedir. Ancak, polen birikimi, Yeniçağa Gölü'nde Abant Gölü'ne göre daha fazla olmuştur. Bu durum, Yeniçağa çanağının Abant çanağına göre çok daha geniş olmasına bağlanabilir.

Yeniçağa Gölü'nde 1613-1617 cm derinlikte tarihlendirilen polen birikimi, Abant Gölü'nde 996-999 cm derinliğe denk gelmektedir. Yeniçağa Gölü'ndeki polen birikim derinliğinin, Abant Gölü'ndeki yaklaşık aynı tarih aralıklarıyla karşılaştırıldığında, daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak, AP polen birikim yüzdesi Yeniçağa Gölü'nde daha azdır (Şekil 3.1). Bu durum, Yeniçağa Gölü'nde hem gölün oturduğu çanağın daha geniş olduğunu hem de gölün çevresindeki Yeniçağa yerleşmesinin eskiye dayanmasına bağlı olarak insan etkisiyle ormansızlaştırmanın etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.1: Abant ve Yeniçağa göllerindeki AP ve NAP türlerin derinliklere göre polen yüzdesi değişimleri ile GÖ (yıl) kalibre edilmiş ^{14}C tarihlendirmelerinin karşılaştırılması.



Türkiye'nin en geniş kalkerli turbalık alanının bulunduğu Yeniçağa Gölü çevresi, palinolojik kalıntılardan elde edilen tarih öncesi bitki örtüsü hakkındaki bilgiler açısından önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar, günümüzden 14000 yıl önce soğuk ve kurak iklim etkisiyle bozkır bitki örtüsünün geliştiğini; 13000 yıl önce ağaçların bölgeye yerleştiğini göstermektedir. Orman topluluklarının artmasıyla günümüzden yaklaşık 6900-4500 yıl önce yükseklerde *Fagus*, *Abies* ve *Pinus sylvestris* ormanlarıyla, havza içerisinde *Quercus* ve *Pinus nigra* ormanları gelişmiştir. Günümüzden 4000 yıl önce artan *Gramineae* insanın ormana müdahalesini göstermektedir. Ayrıca, *Cerealia* L. (tahıl) tipindeki polen bölgede tarımın, *Plantago lanceolata* L. (dar yapraklı sinirli ot) polenleri ise otlatmanın arttığını göstermektedir (Byfield ve Özhatay, 2005a).

Abant Gölü bulgularından LPAZ 2'de elde edilen sonuca göre yağış isteği yüksek olan *Fagus*'un belirgin bir artış göstermesi günümüzden 3880 yıl önce gerçekleşen sıcaklıktaki düşme ve yağıştaki artışa, Akçer Ön (2011) de Yeniçağa Gölü'nde yaptığı çamur istif analiz çalışmasında değinmektedir.

Yeniçağa Gölü bulgularında, günümüzden 7280 yıl öncesine denk gelen LPAZ 2'nin üst sınırındaki *Pinus*, *Abies* ve *Cyperaceae*'nin azalması, *Gramineae* ve *Quercus cerris-type*'in artması, LPAZ 3'ün alt sınırından itibaren *Pinus*'un belirgin artış göstermesi ve LPAZ 2'nin üst sınırına kadar NAP oranının fazla olması, Woldring vd.'nin (2019) Abant ve Yeniçağa bölgelerinde yaklaşık 7000 yıl öncesine kadar daha açık (kozalaklı) orman olduğunu söylemesiyle denkleşmektedir. Bu sonuç Beug ve Bottema'nın (2014), sadece antropojenik göstergelerle değil, doğal ortam değişikliklerini palinolojik yöntemlerle de izledikleri Yeniçağa Gölü ve çevresinde tarım faaliyetlerinin MÖ 6000 civarında başladığı yönünde vardıkları sonucu desteklemektedir. Yeniçağa Gölü'nde yaklaşık olarak günümüzden 7000-10000 yıl öncesine denk gelen LPAZ 2'de yer alan fosil polenlerin yüzdelerinde dalgalanma göze çarpmaktadır.

Abant Gölü bulgularında, nem isteği yüksek olan *Fagus*'un LPAZ 3'te gösterdiği belirgin artış, Yeniçağa Gölü'nde o döneme denk gelen derinlikteki bulgularda neredeyse sabit kalmıştır. Bu durum Abant Gölü çevresinin Yeniçağa Gölü'ne göre nemliliğinin ve dolayısıyla yağış miktarının daha fazla olduğunu göstermektedir.

Günümüz iklim ve bitki örtüsü şartları değerlendirildiğinde, Abant Gölü çevresinin nemli iklime sahip olması nedeniyle nemcil geniş yapraklı ve karışık orman örtüsünde *Pinus sylvestris*, *Abies bornmülleriana*, *Fagus orientalis* türleri yayılış göstermektedir. Yeniçağa Gölü yakınları tarım arazisi açılması nedeniyle ormansızlaştırılmıştır. Ancak *Quercus cerris* ve *Juniperus communis* yayılış göstermeye devam etmektedir. Gölün çevresi bataklık olması nedeniyle sucul bitkilerin yayılış alanı olmuştur.



SONUÇ

1. Abant Gölü ile Yeniçağa Gölü arasındaki mesafe fazla olmadığı (yaklaşık 65 km) için seçilen baskın türlerin polen yüzdesi benzerlik göstermektedir.
2. Polen birikim derinliği, Yeniçağa Gölü'nde Abant Gölü'ne göre daha fazladır. Ancak, AP polen birikim yüzdesi Yeniçağa Gölü'nde daha azdır. Bu durum, Yeniçağa Gölü'nde hem gölün oturduğu çanağın daha geniş olduğunu hem de gölün çevresindeki Yeniçağa yerleşmesinin eskiye dayanmasına bağlı olarak insan etkisiyle ormansızlaşmanın etkili olduğunu göstermektedir.
3. Polen kayıtları Abant Gölü'nde yaklaşık olarak günümüzden 12.000, Yeniçağa Gölü'nde ise 14.000 yıl öncesine dayanmaktadır (Bottema vd. 1995).
4. Abant ve Yeniçağa göllerindeki polen analizleri sonucunda özellikle alt derinliklerde görülen *Artemisia* polenlerinin yoğun olmasıyla beliren bozkır koşulları ve ağaç polenlerinin az olması, bu bölgenin buzul çağının kurak ve soğuk iklim özelliklerini taşıdığını göstermektedir. Dolayısıyla polen analiz sonuçları, günümüzden 11.700-9.000 yıl öncesine denk gelen Younger Dryas'ın etkisini göstermektedir.
5. Buzul çağından sonra ormanın gelişimi için uygun koşullar oluşmuş, *Abies bornmülleriana* başta olmak üzere ağaç türleri günümüzden 10.000-7.000 yıl önce bölgede yayılış göstermiştir.
6. Günümüzden 7.000-4.000 yıl önce bölgede *Pinus* ormanları baskın tür olarak öne çıkmıştır. Özellikle *Pinus sylvestris*'in sıcaklık isteğinin *Abies*'e göre daha az olması bu dönemin biraz daha serin bir dönem olduğunu göstermektedir. Holosen içindeki soğuk ve sıcak dönem geçişlerini ifade eden Bond dönemlerinin etkileri görülmektedir.
7. Abant Gölü'nün, günümüzden 880 yıl öncesindeki Ortaçağ sıcak döneminde yaşanan tarımsal faaliyetteki artışın izlerini taşıması, gölün çevresinde tarım yapılmamış olmasına dayanarak Gramineae'ye ait polenlerin Anadolu'nun farklı kesimlerinden taşınmış olma olasılığını işaret etmektedir.
8. Günümüzde Abant Gölü çevresi nemli iklime sahip olması nedeniyle nemcil geniş yapraklı ve karışık orman örtüsünde *Pinus sylvestris*, *Abies bornmülleriana*, *Fagus orientalis* türleri yayılış göstermektedir.
9. Günümüzde Yeniçağa Gölü yakınları tarım arazisi açılması nedeniyle ormansızlaştırılmıştır ancak *Quercus cerris* ve *Juniperus communis* yayılış

göstermeye devam etmektedir. Gölün çevresi bataklık olması nedeniyle sucul bitkilerin yayılış alanı olmuştur.

10. Anadolu'nun güneydoğusu ve iç kesimleri ile güney ve batı kıyıları yerleşme tarihi açısından kuzey bölgelerine göre daha eskidir. Tarih boyunca pek çok medeniyetin kurulduğu bu bölgelerde doğal olarak daha çok arkeolojik çalışma yapılmıştır. Buna bağlı olarak palinolojik çalışmalar da yoğun olarak bu bölgelerde gerçekleştirilmiştir. Ancak, Kuzey Anadolu için de benzer çalışma eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir.

11. Günümüzden geçmişe doğru gidildiğinde Dünya'da görülen iklim değişimlerinden Karadeniz Bölgesi'nin batısının da etkilendiği görülmektedir. İnsan etkisinin ise Anadolu'nun diğer bölgelerine göre çok daha geç dönemlerde ortaya çıktığı polen analizi bulgularından anlaşılmaktadır.

KAYNAKÇA

- AKÇER ÖN, S.: 2011 “Küçükçekmece Lagünü, Yeniçağa, Uludağ Buzul ve Bafa Gölleri'nin (Batı Türkiye) Geç Holosen'deki İklim Kayıtları: Avrupa ve Orta Doğu İklim Kayıtları ile Karşılaştırılması”, Yayınlanmamış doktora tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü İklim ve Deniz Bilimleri Anabilim Dalı**, İstanbul.
- ANONİM: 2020 “Yeniçağa Gölü-Bolu.Türkiye Sulak Alanları”, (Çevrimiçi) <http://www.turkiyesulakalanlari.com/yenicaga-golu-bolu/> 21 Ekim 2020.
- ATALAY, İ.: 2001 **Genel Fiziki Coğrafya**, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi.
- ATALAY, İ.: 2004a **Doğa Bilimleri Sözlüğü**, İzmir, Meta Yayınları.
- ATALAY, İ.: 2004b **Türkiye Coğrafyası ve Jeopolitiği**, İzmir, Meta Yayınları.
- ATALAY, İ.: 2008 **Ekosistem Ekolojisi ve Coğrafyası**, İzmir, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- ATALAY, İ., MORTAN, K.: 2003 **Türkiye Bölgesel Coğrafyası**, İstanbul, İnkılap Yayınları
- AVCI, M.: 1993 “Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonaline Coğrafi Bir Yaklaşım”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 28, 225-248.
- AVCI, M.: 2005 “Çeşitlilik ve Endemizim Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü”, **İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi**, 13, 27-55.
- AVCI, M.: 2014a “Paleocoğrafya”, (Editör) Güner A., Ekim T., **Resimli Türkiye Florası Cilt 1**, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul, 50-75.

- AVCI, M.: 2014b "Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği ve Coğrafi Açidan Değerlendirilmesi", (Editör) Akkemik, Ü. **Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları 1**. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 28-53.
- AYTUĞ, B.: 1965 "Polen Morfolojisi ve Türkiye'nin Önemli Gymnosperm'leri Üzerinde Palinolojik Araştırmalar", **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt XV, Seri A (2): 58-96.
- AYTUĞ, B.: 1981 "Palinoloji ve Yerbilimlerindeki Uygulamaları", **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Cilt 31, Seri B (2): 57-67.
- AYTUĞ, B., MEREV, N.: 2002 **Palinoloji Ders Notu**, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ders Notları, Trabzon, 67.
- BEUG, H.J., BOTTEMA, S.: 2015 "Late Glacial and Holocene Vegetation History at Lake Yeniçağa Northern Turkey", **Vegetation History and Archaeobotany**, 24: 293-301.
- BİRİSOY, Y., ÖLGEN, M.K.: 1992 "Thornthwaite İklim Sınıflandırması ve Su Bilançosunun Belirlenmesinde Bilgisayar Kullanımı", **Ege Coğrafya Dergisi**, 6: 153-179.
- BOTTEMA, S., WOLDRING, H., AYTUĞ, B.: 1995 "Late Quaternary Vegetation History of Northern Turkey", **Palaeohistoria**, 35/36 (1993/1994), 13-72
- BOTTEMA, S., WOLDRING, H.: 1984 "Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey", **Palaeohistoria**, Part II, Vol. 26, 123-149.
- BYFIELD, A., ÖZHATAY, N.: 2005a "Abant Dağları", **Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı**, (Editör) Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. 89-91. İstanbul, WWF Türkiye Yayınları.

- BYFIELD, A.,
ÖZHATAY, N.: 2005b "Yeniçağa Gölü", **Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı**, (Editör) Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. 92-93. İstanbul, WWF Türkiye Yayınları.
- COX, C.B., MOORE, P.D., LADLE, R.J.: 2017 **Biyocoğrafya-Ekolojik ve Evrimsel Bir Yaklaşım**, (Çeviri Editörü) Gök, A., Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık.
- ÇİFTÇİOĞLU, Y.: 2011 "Köprübaşı Barajı (Bolu) İyileştirme Çalışmaları", Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**, Isparta.
- ÇINAR, H.: 1994 "Abant Gölü Polen Analizlerinde Bulunan Çam (Pinus L.) Taksonlarının Saptanması", Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**, İstanbul.
- ERİNÇ, S., BİLGİN, T.,
BENER, M.: 1961 "Abant Gölü'nün Menşei Hakkında", **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi**, 108.
- ERİNÇ, S.: 1965 **Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis**, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 41.
- ERİNÇ, S.: 1996 **Klimatoloji ve Metodları**, İstanbul, Alfa Basım Yayımlar Dağıtım.
- ERİNÇ, S.: 2002 **Lise Coğrafya Ders Kitabı**, İstanbul, Akdeniz Yayıncılık.
- ERLAT, E.: 2013 **İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri**, İzmir, Ege Üniversitesi Yayınları.
- EROL, O.: 1968 "Konya, Tuzgölü, Burdur Havzalarındaki Pluvial Göllerin Çekilme Safhalarının Jeomorfolojik Delilleri", **Coğrafya Araştırmaları Dergisi**, A.Ü. DTCF, Coğrafya Araştırmaları Enstitüsü Yayını, 3-4: 13-52.

- EROL, O.: 1999 **Genel Klimatoloji**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- GEVELİ, M.: 1998 “Bolu-Gerede Güneyindeki Sahanın (Koroğlu Dağları ve Çevresinin) Bitki Coğrafyası”, Yayımlanmamış doktora tezi, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türkiye Coğrafyası Anabilim Dalı**, İstanbul.
- GÖNENÇGİL, B.: 2008 **Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- GÖNENÇGİL, B., ACAR, Z.: 2016 **Atmosfer Kökenli Afetler ve Ekstrem Hava Olayları**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- GÖNENÇGİL, B., ACAR, Z.: 2021 “Turkey: Climate Variability, Extreme Temperature, and Precipitation”, (Editör) Lois-González, R.C. **Geographies of Mediterranean Europe**. Springer Geography, Springer, Cham. 3: 167-180.
- GÖZENÇ, S.: 1979 **Bolu Depresyonu ve Yakın Çevresinde Araziden Faydalanma (Land-use)**, İstanbul, Edebiyat Fakültesi Basımevi.
- GRIMM, E.: 1991 **Tilia 1.12, Tilia Graph 1.18**, Illinois State Museum, Research and Collection Center, Springfield, Illinois.
- GÜNAL, N.: 1997 **Türkiye’de Başlıca Ağaç Türlerinin Coğrafi Yayılışları, Ekolojik ve Floristik Özellikleri**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- HERECE, İ.E.: 2016 “Gerede-Yeniçağa Çöküntü Alanları ile Bolu Pliyosen Havzasının Fayları ve Genç Çökel Kalınlıkları”, **69. Jeoloji Kurultayı**, 450.
- HOŞGÖREN, M.Y.: 1994 “Türkiye’nin Gölleri”, **Türk Coğrafya Dergisi**, 29: 19-51.

- İKİNCİ, N., BAYINDIR, N.: 2019 "Distribution and Richness of Aquatic Plants of Bolu Province (Turkey)", **Fresenius Environmental Bulletin**, 28 (1): 244-256
- İZBIRAK, R.: 1992 **Coğrafya Terimleri Sözlüğü**, İstanbul, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- İZBIRAK, R.: 2001 **Türkiye**, İstanbul, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- KARLIOĞLU, N.: 2011 "İstranca ve Belgrad Ormanlarında Güncel Polen Dağılımının İncelenmesi", Yayınlanmamış doktora tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**, İstanbul.
- KARLIOĞLU KILIÇ, N., YILMAZ DAĞDEVİREN R., CANER, H., AKKEMİK, Ü.: 2020 "Türkiye’de Kullanılmakta Olan Palinoloji ve Polen Terimleri Üzerine Bir Değerlendirme ve Öneriler", **Avrasya Terim Dergisi**, 8 (2): 98-108.
- KAVUŞAN, G., SERDAROĞLU, A.: 1997 "Bolu-Yeniçağa Turbalarının Fiziksel Özellikleri", 20. Yıl Jeoloji Sempozyumu Bildiriler, Konya, **Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü**, 313-320.
- KAYAN, İ.: 2012 "Kuvaterner’de Deniz Seviyesi Değişimleri.", **Kuvaterner Bilimi**, (Editör) Kazancı, N., Gürbüz, A., Ankara Üniversitesi Yayınları No:350, 59-78.
- KELEŞ, İ.: 2007 **Çağa ve Köylerinin Tarihi (Yeniçağa Tarihi-1)**, Ankara, Yücel Ofset Matbaacılık.
- KESERCİ, F.: 2019 "İklim Değişikliğine Neden Olan Doğal Etmen ve Süreçler", Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, **İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İklim Değişikliği Anabilim Dalı**, İstanbul.

- KETİN, İ.: 1966 “Anadolu’nun Tektonik Birlikleri”, **Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Mecmuası**, 66.
- LAHN, E.: 1951 “Bazı Türkiye Gölleri’nin Jeoloji ve Jeomorfolojisi Hakkında”, **Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Mecmuası**, 41.
- MATER, B., SUNAY, H.: 1985 “Abant Gölü ve Çevresinde Turba Oluşumu”, **Bülten**, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, 2(2): 77-92.
- MOORE, P. D., WEBB, J. A., COLLINSON, M. E.: 1991 **Pollen Analysis**, 2. Basım, Blackwell, Oxford, 1-216.
- OKAY, A.I.: 2008 “Geology of Turkey: A Synopsis” **Der Anschnitt**, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum, Bochum, 157: 19-42.
- ORTAÇ, M.: 2013 “Bolu Merkez, Mudurnu, Yeniçağa ve Dörtdivan İlçeleri Antik Çağ Tarım Teknolojisi: Pres Ağırlık Taşları (Lituslar)”, **Orhan Bingöl’e 67. Yaş Armağanı**, (Editör) Kökdemir, G., Bilgin Kültür Sanat Yayıncılık, 1. Baskı, 407- 432.
- ÖZDEMİR, M. A., BOZYURT, O.: 2004 “Son 5000 Yıllık Dönemde Meydana Gelen Sıcaklık Salınımları ile Güneş Lekeleri Arasındaki İlişkiler”, **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 6 (1): 87-102.
- STRAHLER, A.H., STRAHLER, A.N.: 1999 **Physische Geographie**, Stuttgart, Ulmer Verlag.

- ŞENKUL, Ç.: 2014a "Polen Analizlerinin Temel Prensipleri ve Kuaterner Ortam Koşullarının Yeniden Yapılandırılmasındaki Önemi", **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, 7(1): 33-41.
- ŞENKUL, Ç.: 2014b "Anadolu ve Yakın Çevresindeki Polen Analizleri ve Anadolu'nun Kuaterner Paleocoğrafyasına Katkıları", **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**, 7(1): 7-17.
- THORNTHWAITE, C.W.: 1948 "An Approach toward a Rational Classification of Climate", **Geographical Review**, 38(1): 55-94.
- TUNCEL, M.: 1975 **Göllerimiz**, İstanbul, Redhouse Yayınları.
- TUROĞLU, H.: 2011 **Buzullar ve Buzul Jeomorfolojisi**, İstanbul, Çantay Kitabevi.
- TÜRKEŞ, M.: 2010 **Klimatoloji ve Meteoroloji**, İstanbul, Kriter Yayınevi.
- TÜRKEŞ, M.: 2013 "İklim Değişiklikleri: Kambriyen'den Pleyistosen'e, Geç Holosen'den 21. Yüzyıl'a", **Ege Coğrafya Dergisi**, 22(1): 1-25.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U.M., ÇETİNER, G.: 2000 "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", **Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları**, Ankara, ÇKÖK Gn. Md. 7-24.
- VAN ZEİST, W., BOTTEMA, S.: 1991 "Late Quaternary Vegetation of the Near East", **Beihefte zum Tübinger Atlas Des Vorderen Orients**, Reihe A (Naturwissenschaften), 18, Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden.
- WOLDRING, H., STREURMAN, H. J., HELBIG-VAN DER VEEN, Y. R., "The Younger Dryas in the Eastern Mediterranean Revisited: Some Additional Notes on Late Glacial and Early Holocene Pollen and Radiocarbon Chronologies" In P. Cayli, I. Demirtaş, & B. Eser (Editörler), **Half a Century**

- CAPPERS, R., VAN DER PLICHT, J.: 2019 **Dedicated to Archaeology: A Festschrift in Honor of Sevil Gülçur**, 321-348.
- YALÇINER, N.: 1996 “Yeniçağa Depresyonunun (Bolu) Jeomorfolojik Oluşumu”, **İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi**, 4: 113-122.
- YILMAZ, A.: 2018 “Batı Karadeniz Bölümünde Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizi”, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, **Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı**, Karabük.