






Fosil polen ve jeokimyasal (μ -xrf) analizler ışığında Yelten Sazlığı (Antalya-Korkuteli-Türkiye) ve çevresinin son 2.100 yıllık paleovejetasyon ve paleoklimi

In the light of fossil pollen and geochemical (μ -XRF) analysis paleovegetation and paleoclimate of Yelten Marsh (Antalya-Korkuteli-Türkiye) and its surroundings for the last 2100 years

Çetin Şenkul ^{a*}  Yunus Bozkurt ^b  Yasemin Ünlü ^c 

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Isparta, Türkiye.

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Isparta, Türkiye.

^c Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya, Isparta, Türkiye.

ORCID: Ç.Ş. 0000-0002-7641-1143; Y.B. 0000-0002-3358-4781; Y.Ü. 0000-0002-7798-455X

BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 06.08.2022

Kabul/Accepted: 25.10.2022

Anahtar Kelimeler:

Fosil polen
Yelten Sazlığı
Mikro-XRF
Paleovejetasyon
Paleoklim

Keywords:

Fossil pollen
Yelten Marsh
Micro-XRF
Paleovegetation
Paleoclimate

*Sorumlu yazar/Corresponding author:

(Y. Bozkurt)

yunusbozkurt8032@gmail.com

DOI: 10.17211/tcd.1196255



Atf/Citation:

Şenkul, Ç., Bozkurt, Y., & Ünlü, Y. (2022). Fosil polen ve jeokimyasal (μ -xrf) analizler ışığında Yelten Sazlığı (Antalya-Korkuteli-Türkiye) ve çevresinin son 2.100 yıllık paleovejetasyon ve paleoklimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (81), 141-156. <https://doi.org/10.17211/tcd.1158654>

ÖZ / ABSTRACT

Yelten Sazlığı (1670 m) Antalya'nın Korkuteli ilçesinde yer almaktadır. Bu çalışma Güneybatı Anadolu'da yapılan paleovejetasyon çalışması niteliğinde olup son ~2100 yıllık paleovejetasyon ve paleoklim yapısını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda Yelten Sazlığı'ndan 48 cm sediman karotu alınmış ve radyokarbon ile tarihlendirme analizi sonucuna göre taban yaşının 2.157 (Kal GÖ) olduğu bilgisine ulaşılmıştır. Sediman karotu üzerinde 32 adet fosil polen analizleri yapılmış ve sonuçları diyagrama dönüştürülmüştür. Elde edilen diyagramda üç ana ve üç alt zon belirlenmiştir. Zonlar arasında odunsu/ağaç taksaların toplam oranı (AP; arboreal pollen) %98 ile %85,1 arasında değişim göstermiştir. Fosil polen bulguları içerisinde *Pinus* sp., *Juniperus* sp., *Quercus* sp. önemli AP taksalarıdır. Otsu taksaları temsil eden NAP (non-arboreal pollen) içerisinde ise Asteraceae, Amaranthaceae ve Lactuaceae önemli taksalar olmuştur. Ayrıca karot üzerinde μ -XRF analizleri uygulanmış μ -XRF verilerinin grafikleri çizilmiş ve paleoklim değişimleri ortaya koyulmuştur. Analizler sonucunda bölgede dört farklı küresel iklim döneminin (Roma Sıcak İklim Dönemi, 1400 Soğuk İklim Dönemi, Ortaçağ Sıcak Dönemi ve Küçük Buzul Çağı) özellikleri ile benzerlikler tespit edilmiştir. Son 2 bin yıllık süreç içerisinde vejetasyon yapısında orman varlığı oldukça baskındır. Sonuç olarak elde edilen veriler Güneybatı Anadolu'da daha önce gerçekleştirilen araştırma sonuçları ile karşılaştırılarak Roma, Bizans İmparatorluğu, Selçuklu ve Osmanlı Devleti döneminde iklim koşulları, arazi kullanımı ve vejetasyon yapısının değişimine dair bilgiler elde edilmiştir.

*Yelten Marsh (1670 m) is located in Korkuteli district of Antalya. This study is a paleovegetation study conducted in Southwest Anatolia and aims to determine the paleovegetation and paleoclimate structure of the last ~2100 years. In this context, 48 cm sediment core was taken from Yelten Marshes and according to the results of the radiocarbon dating analysis, it was found that the age of the base was 2.157 (Cal BP). 32 fossil pollen analyzes were made on the sediment core and the results were converted into diagrams. In the resulting diagram, three main and three subzones were determined. The total ratio of woody/wood taxa (AP; arboreal pollen) between zones varied between 98% and 85.1%. Among the fossil pollen findings, *Pinus* sp., *Juniperus* sp., *Quercus* sp. are important AP taxa. Asteraceae, Amaranthaceae and Lactuaceae were important taxa in NAP (non-arboreal pollen) representing herbaceous taxa. In addition, μ -XRF analyzes were applied on the core, graphs of the μ -XRF data were drawn and paleoclimate changes were revealed. As a result of the analyzes, similarities with the characteristics of four different global climate periods (Roman Warm Climate Period, 1400 Cold Climate Period, Medieval Warm Period and Little Ice Age) were determined in the region. In the last 2 thousand years, forest existence is quite dominant in the vegetation structure. As a result, the data obtained were compared with the results of previous research in Southwest Anatolia, and information on the change of climatic conditions, land use and vegetation structure during the Roman, Byzantine Empire, Seljuk and Ottoman Empire periods was obtained.*

Extended Abstract

Introduction

This study was carried out in Yelten Marsh, located in the north of Korkuteli (Antalya) district center. Yelten Marsh are located in the southeast of the Katrancık Mountain range in Southwest Anatolia, within the borders of the Kestel Basin, to the west of the Zivint (Upper Bozova) Polje. The main aim of the study is to reveal the paleovegetation change with high-resolution pollen analyzes from the last ~2,100 Cal BP years ago and in addition to these changes, to reveal the paleoclimate characteristics with μ -XRF analyzes around Yelten Marsh. In addition, it is aimed to determine the increasing effects of humans on vegetation change and to compare the paleovegetation conditions with previous studies and to reveal how the similarities and differences show changes on a regional scale.

Data and Method

48 cm long sediment core was taken using Livingstone sampler from the point where the deterioration is the least and the sediment accumulation is high in Yelten Marsh. A total of 32 samples were taken every 1.5 cm from the sediment core for pollen analysis. The 'classical method' was applied to perform fossil pollen analyzes. After these processes were completed, pollen preparations were prepared and pollen counting was carried out. Data from pollen analysis were defined under the light microscope. The obtained data were drawn in the Tilia 2.0.41 program, and the pollen diagram was drawn. The date of 2.089 Cal BP was reached as a result of the dating analysis with Radiocarbon dating from 46 cm in the sediment core. To perform geochemical analyzes, rapid, non-destructive and high resolution geochemical data of the sediment core were obtained by scanning the ITRAX device at a resolution of 0.5 mm (step size) and 5 sec per measurement (exposure time).

Results and Discussion

In the obtained pollen diagram, 3 main zones and 6 subzones were determined. The taxa with the most significant percentage in AP are *Pinus* sp., *Juniperus* sp., *Quercus* deciduous and *Quercus* evergreen and *Cupressus* sp. Asteraceae, Amaranthaceae and Lactuaceae constitute important taxa in NAP. As a result of pollen analyzes and μ -XRF analysis, information on how paleovegetation and paleoclimate change occurred in four different climatic periods (Roman Warm Climate Period, 1400 Cold Climate Period, Medieval Warm Period and Little Ice Age) were obtained.

During the Roman Warm Climate Period, an increase in drought and evaporation conditions and a decrease in precipitation conditions occurred. There is an increase in the ratios of Ca, Ca/Sr, Ca/Si. Contrary to high K, Ti, Fe, Sr element ratios, low Ca ratio indicates that cold and arid climatic conditions are effective. In this period, *Juniperus* sp. constitutes the forest existence. In grasses, the taxa of Amaranthaceae, Asteraceae and *Artemisia* sp. with steppe characteristics came to the fore.

In the 1400 Cold Climate Period, the Ca/Ti values are low at 1.450 Cal BP. It is seen that the K values, which are considered as an indicator of drought, are high. The lowest temperature in the period known as the 1.4 cold climate event correspon-

ds to 1,300 Cal BP. The increase in the rate of *Juniperus* sp., *Cupressus* sp. and *Quercus* evergreen in this period indicates humid climatic conditions. Among the herbaceous taxa, Caryophyllaceae, Amaranthaceae, Asteraceae reflect the local vegetation of Yelten Marsh and its surroundings.

During the Medieval Warm Period, in 1.100-675 Cal BP Yelten Marsh and its surroundings were dominated by humid climatic conditions in which they lived in arid conditions. At the same time, the temperature values reached their highest level in 900 Cal BP. The general forest existence is *Pinus* sp., *Juniperus* sp., *Abies* sp. and *Quercus* deciduous. *Artemisia* sp., Amaranthaceae, Asteraceae are important herbaceous taxa. The presence of important taxa such as *Olea europaea*, *Fraxinus* sp., *Juglans* sp., *Centaurea cyanus* and *Sanguisorba* minor indicates that agriculture and livestock activities are carried out in the region.

According to the Yelten Marsh μ -XRF data during the Little Ice Age, sun effects decreased and arid/cold climatic conditions were effective in AD ~1,500 (Spörer Minimum), AD ~1,700 (Maunder Minimum) and AD 1,800 (Dalton Minimum). A.D. 1820, there was a sudden increase in temperature values (modern maximum) and the short-term heat release was replaced by relatively low temperatures. In Yelten Marsh, *Pinus* sp. and *Juniperus* sp. values were close to each other at the beginning of this period, but an increase was observed in *Pinus* sp. values in the following period. The increase in *Abies* sp, *Cupressus* sp. and *Quercus* evergreen values indicates the presence of cold climatic conditions. Dominant ones among the herbaceous taxa; *Artemisia* sp. are Asteraceae, Amaranthaceae and Lactuaceae.

As a result, the human-environment relationship of the area was revealed by associating the fossil pollen and μ -XRF data obtained from Yelten Marsh with climatic, archaeological and historical data. A new paleoecological data record has been presented to determine paleovegetation, paleoclimate and paleo-land use change from ~2100 years ago to the present.

1. Giriş

Holosen Dönemi önemli iklim değişkenliklerinin yaşandığı (Mayewski vd., 2004; NGRIP üyeleri, 2004; Rasmussen vd., 2014) ve bu değişkenliklerin günümüze doğru azalarak devam ettiği bir süreci kapsamaktadır (Bond vd., 1997; Rasmussen vd., 2006). Bu süreçte meydana gelen iklimsel değişimler, vejetasyondaki değişim ve insan etkisinin bu değişimler ile olan ilişkisi hakkında bilgilerimiz her geçen gün artmaktadır (Rosen, 2007; Wanner vd., 2008). Bu değişimlerin anlaşılabilmesi için gösel/bataklık ortamlardan elde edilen veriler paleo çevresel değişimlerin anlaşılmasında güvenilir kayıtlar sunmaktadır (Allcock 2017; Miebach vd., 2016; Roberts vd., 2001; 2008; 2011; Sharifi vd., 2015; Stock vd., 2020). Bunun en önemli nedeni, gösel/bataklık ortamlarının sürekli olarak var olan çökelleri kaydetmesi ve göl havzasındaki değişimlerin anlaşılmasına olanak sağlamasıdır (Şenkul vd., 2021). Anadolu'da gösel/bataklık ortamlardan elde edilen verilere dayanan mevcut literatür incelendiğinde çalışmaların Holosen Dönemi iklim değişimlerine odaklanmasının yanısıra (Bulkan vd., 2018; Ön & Özeren 2019) yapılan araştırmaların büyük kısmının fosil polen analizlerine dayandığı görülmektedir. Dolaylı kayıtlar başlığı

altında ve biyolojik delillerin içinde yer alan polen analizleri paleoekolojik değişimlerin belirlenmesinde önemli bir yöntem niteliğindedir (Behre, 1990; Birks & Birks, 2000; Brewer vd., 2002; Seppa & Bennett, 2003; England, 2006; Seppa, 2007; Şenkul, 2014; Lowe & Walker, 2015).

Yaklaşık son 50 yıl içerisinde Anadolu ve çevresinde 82'den fazla fosil polen çalışması (Van Zeist vd., 1975; Bottema & Woldring, 1984; Bottema vd., 1986; Bottema vd., 1993-1994; Eastwood, 1997; Eastwood vd., 1998; 1999; Vermoere vd., 1999; Bottema vd., 2001; Caner & Algan 2002; Mudie vd., 2002; Vermoere vd., 2000, 2002; Eastwood vd., 2007; Leroy vd., 2009; Bakker vd., 2011; Akkemik vd., 2012; Şenkul & Doğan, 2018; Karlıoğlu vd., 2016; Şenkul & Kalıpçı 2019; Şenkul vd., 2021) yapılmıştır. Genel olarak bu çalışmalar Güneybatı Anadolu, Marmara Bölgesi'nin güneyi ve Kapadokya Bölgesi çevresinde yoğunluk göstermektedir.

Sediman karotu üzerinden yapılan jeokimyasal (μ -XRF) analizlerden elde edilen element kompozisyonlarındaki değişiklikler paleoortamsal değişimlerin anlaşılmasında önemli göstergeler olarak kullanılabilir ve güvenilir veriler sunmaktadır (Davies vd., 2015). Fosil polen analizleri ile karşılaştırdığımızda jeokimyasal analizlere dayalı çalışmalar (Roberts vd., 2001; Jones vd., 2006; 2007; Fleitmann vd., 2009; Allcock, 2013; Çağatay vd., 2014; Eriş, 2013-2014; Litt vd., 2014; Litt & Anselmetti, 2014; Dean vd., 2015; Miebach vd., 2016; Allcock, 2017; Ön, 2017; Dean vd., 2018; Eriş vd., 2018; Danladi & Ön, 2018; Karlıoğlu-Kılıç vd., 2018; Ön vd., 2018; Roberts vd., 2019; Şenkul vd., 2021; Ünlü, 2021) oldukça az orana sahiptir.

Güneybatı Anadolu'da yer alan Yelten Sazlığı'nda gerçekleştirilen bu çalışma ile son ~2.100 Kal GÖ yıl öncesinden günümüze polen ve μ -XRF analizleri ile sahanın paleoekolojik özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Özellikle jeokimyasal analiz sonuçlarının Küçük Buzul Çağı'nda meydana gelen iklimsel salınımlar ile fosil polen analiz sonuçlarının uyumluluk göstermesi oldukça önemlidir. İnsan-çevre arasındaki ilişkinin vejetasyon değişimi üzerindeki artan etkilerini tespit etmek ve paleovejetasyon koşullarının daha önce yapılan çalışmalar ile karşılaştırarak benzerlik ve farklılıklarının bölgesel ölçekte nasıl değişim gösterdiği çalışmanın hedefleri arasında yer almaktadır. Ayrıca bu çalışma Anadolu'da dağlık alanlarda yapılan paleovejetasyon çalışmaları arasında olup. "izole dağlık alanların asli bitki taksaları küresel iklim değişimlerinden alçak alanlarda bulunan bitki taksalarına kıyasla ne ölçüde etkilenmiştir" sorusuna cevap vermesi bakımından mevcut literatürden ayrılmaktadır.

2. Çalışma Alanı

Yelten Sazlığı (1670 m) Güneybatı Anadolu'da bulunan Kestel Havzası sınırları içerisinde Zivint (Yukarı Bozova) Polyesi sınırlarının batısında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma sahası içerisinde farklı yaşta kayaçlar bulunmaktadır. Domuzdağı Napı üzerinde yer alan Yelten Sazlığı ve çevresindeki dağlık-tepelik alanlar Mesozoyik –Neojen yaşlı kalkerli, Orta-Kratase Neritik kireçtaşları yer yer alüvyon sahalardan oluşmaktadır (Şenel, 1997). Yelten Sazlığı Akdeniz iklimi geçiş sahası üzerinde yer almaktadır (Avcı, 1990). Akdeniz dağ ikliminin etki alanında yağışlar asıl Akdeniz yağış rejimine büyük ölçüde uymaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne göre (1968-2018), Ocak ayı

ortalama sıcaklık 2.6 °C. Temmuz ayı ortalama sıcaklık 23.8 °C, Maksimum sıcaklık 39.9 °C (Temmuz), minimum sıcaklık -16.2 °C (Ocak), yıllık ortalama sıcaklık 12.6 °C'dir. Yağış değerleri ise; Ocak ayı ortalama yağış 50.0 mm, Temmuz ayı ortalama yağış 7.8 mm, maksimum yağış 111.8 mm, yıllık yağış ortalaması 359.8 mm'dir (MGM). Araştırma sahasının iklim özelliklerine ek olarak, jeomorfolojik özellikler, toprak şartları, vejetasyon yapısı, farklı yetişme ortamlarını meydana getirmiştir (Avcı, 1990; 1996a; 1996b; Günel, 2013). Çalışma sahası ve yakın çevresi Akdeniz Dağ kuşağı orman vejetasyonu içerisinde İran-Turan ve Akdeniz Fitocoğrafya geçiş sahasında yer almaktadır (Davis vd., 1965-1985; 1988).

3. Yöntem

3.1. Yelten Sazlığı'ndan Sediman Örneği Alımı

Yelten Sazlığı'nın tam orta noktasından Livingstone örnek alıcısı ile toplamda 48 cm uzunluğunda sediman karotu alınmıştır. Elde edilen sediman, koruma kabına alınarak üzerine sahanın kodu, tarih, derinlik bilgileri ve seri adı yazılarak karot bilgileri oluşturulmuştur.

3.2. Radyokarbon/AMS Tarihlendirme Yöntemi

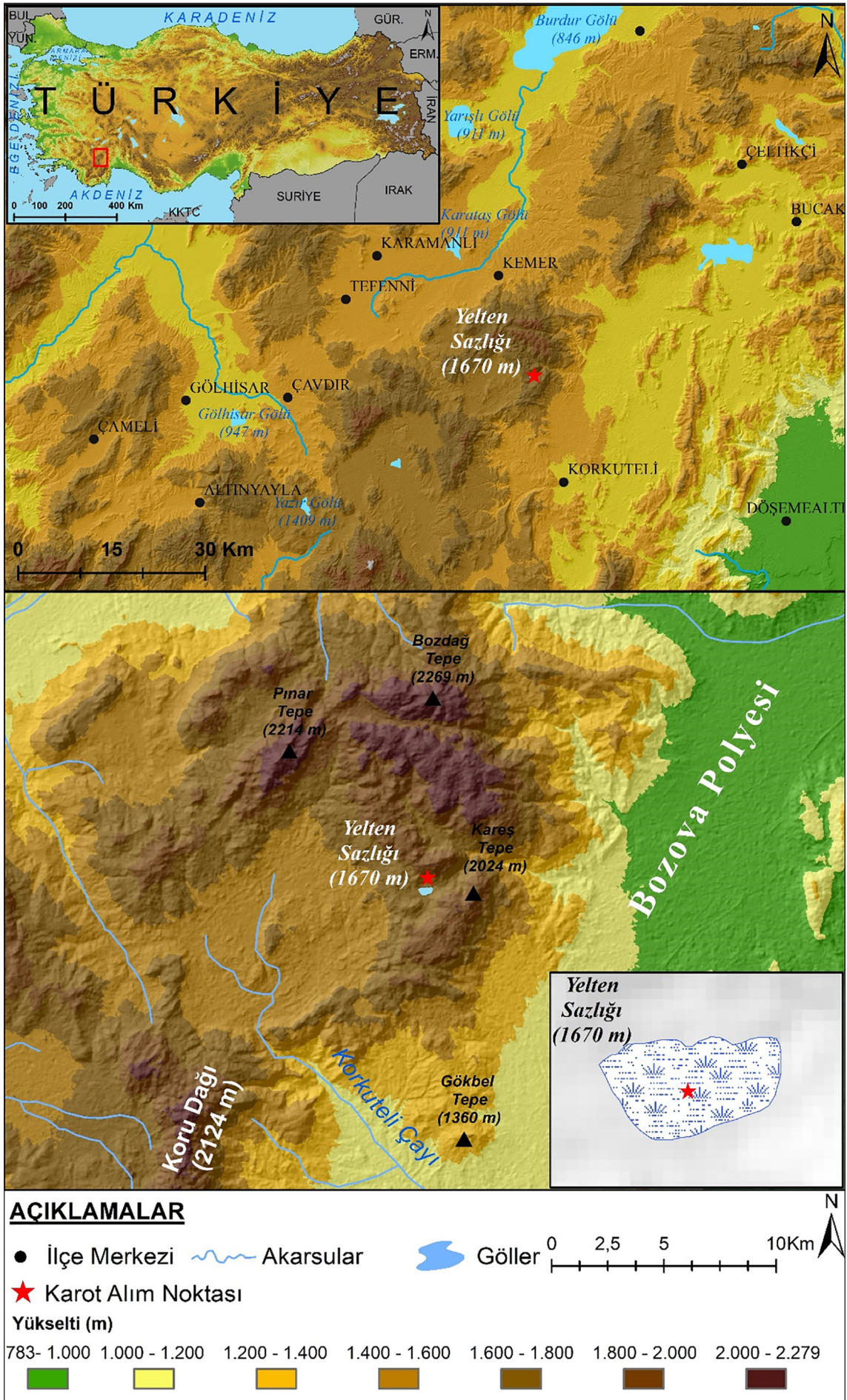
Ortaya çıkarılan polen diyagramından paleovejetasyon ve paleoiklim değişimini kronolojik olarak açıklamak için sediman karotunun 46. santimetresinden alınan (bulk) numune üzerinde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda radyokarbon ile tarihlendirme analizi ile yaş tayini yapılmıştır.

3.3. Mikro-XRF Analizleri

Yarılanan sediman karotu üzerinde ITRAX cihazı ile μ -XRF analizi yapılmıştır. ITRAX (COX Ltd., İsveç), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (MTA) Deniz Araştırma Laboratuvarı'nda ölçüm bakımından element spektrumu en geniş olan Molibden tüpü 30 kV voltaj ve 50 mA akıma ayarlanarak kurulmuştur. 0,5 mm (adım boyutu) ve ölçüm başına 5 sn (pozlama süresi) çözünürlükte seçilmiştir. ITRAX karot tarayıcısı ortam koşullarının değişimine bağlı olarak gösel/bataklık alanlarda meydana gelen değişimlerin (Göl içi karbonat yoğunluğu artışı/buharlaştırma/su seviyesi değişimi/tane boyu artışı/volkanik aktivite/detrital-karasal malzeme artışı vb.) tespit edilmesinde güçlü ve güvenilir bir cihazdır (Croudace vd., 2006; Croudace & Rothwell 2010; Croudace & Rothwell 2015; Croudace vd., 2019). Sediman karotunun, tahribatsız ve yüksek çözünürlüklü jeokimyasal verilerini sağlamıştır. YS 19-01 karotu üzerinde 19 farklı elementin bireysel ölçümleri ve oranları kullanılmış, bunların arasında ise paleo-çevre rekonstrüksiyonu için oldukça önemli olan Ca (Kalsiyum), K (Potasyum), Ti (Titanyum), Fe (Demir), Mn (Manganez), Zr (Zirkonyum), S (Kükürt), Rb/Sr (Rubidyum/Stronsiyum) Inc/Coh, (Toplam Organik Karbon) Ca/Ti, (Kalsiyum/Titanyum) Mn/Fe, (Manganez/Demir) Ca/Sr, (Kalsiyum/Stronsiyum) Ca/Si, (Kalsiyum/Silisyum) Si/Ti (Silisyum/Titanyum) ve Zr/K, (Zirkonyum/Potasyum)) elementlerin sonuçları sunulmuştur.

3.4. Palinolojik Analizler

Yüksek çözünürlüklü paleovejetasyon verisi elde etmek için sediman karotundan her 1,5 cm'de bir olmak üzere toplamda 32 adet örnek alınmıştır. Alınan sediman örneklerine kla-



sik fosil polen analiz yöntemi uygulanmıştır (Faegri & Iversen, 1989; Moore vd., 1991). Fosil polen dışındaki diğer organik ve inorganik maddeleri uzaklaştırmak için iyi bir çözücü olan Hidroklorik Asit, Sodyum Hidroksit, sediman içerisinde kil içeren örneklerde Sodyum Pyrophosphate ve Hidroflorik Asit gibi kimyasal işlemler uygulanmıştır. Laboratuvar aşamasından sonra fosil polenler teşhis ve sayım için hazır hale getirilmiştir. Her seviyede sayılacak toplam polen miktarını belirlemek için polen temsil testi uygulanmış ve her seviye için toplamda 350 polenin sayılacağı belirlenmiştir. Polen sayımı bilgisayar destekli Leica marka ışık mikroskobunda x40 ve x100 mercekleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Polen teşhis ve sayımından sonra Tilia 2.0.41 programında (Grimm, 2015) polen diyagramı oluşturulmuştur.

4. Bulgular

4.1. Radyokarbon/AMS Tarihlendirme ve Yaş Derinlik Modeli

YS 19-01 karotunda 46. cm'den yapılan Radyokarbon tarihlendirmesi ile elde edilen analiz sonucunda 2.128±44 GÖ tarihine ulaşılmıştır (Şekil 2). Bu tarihlendirme verisi OxCal. 4.3 programı kullanılarak IntCal13 ile kalibre edilmiş ve yaş derinlik modeli çizilmiştir (Ramsey & Lee, 2013). Sediman karotunun zamansal kronolojisi 2.089 Kal GÖ yaşı referans alınarak doğrusal enterpolasyon yöntemi ile hesaplanmıştır. Bu hesaplama sonucunda sediman karotunun taban yaşı 2.157 Kal GÖ olarak belirlenmiştir.

4.2. Fosil Polen Bulguları

Yelten Sazlığı'ndan elde edilen sediman karotu üzerinden 32 farklı seviyede fosil polen analizi gerçekleştirilmiş ve sonuçları diyagram haline getirilmiştir (Şekil 3 ve 4). Fosil polen yüzde diyagramında üç ana zon (YS19-1, YS19-2, YS19-3) ve 6 alt zon (YS19-1A, YS19-1B, YS19-2A, YS19-2B, YS19-3A, YS19-3B) be-

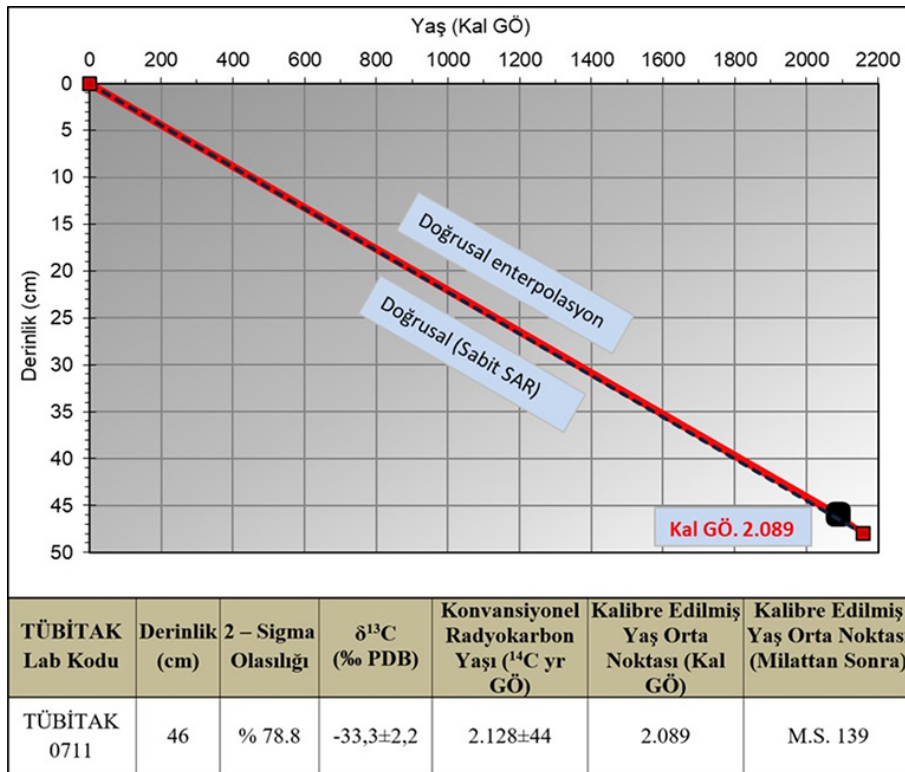
lirlenmiştir (Şekil 3 ve 4).

4.2.1. YS19-1 Zon 1A (47,5 – 43 cm; 2.157-1.950 Kal GÖ)

2.150 Kal GÖ yılında AP oranı % 97,7 iken zon bitiminde 1.950 Kal GÖ yılında %89,7'dir. Zon içerisinde *Juniperus* sp. en fazla orana sahip AP taksadır. Zon başlangıcında %62,6 oranında iken zon bitiminde 1.950 Kal GÖ yılında %73,7 oranına kadar çıkmaktadır. *Pinus* sp. zon başlangıcında oranı %31,4 iken zon bitiminde %11,4'e çıkmıştır. Yaprak dökken *Quercus* (*Quercus deciduous*) %1,1-2,3, *Cupressus* sp. %0,3-1,4, herdem yeşil *Quercus* (*Quercus evergreen*) ise %0,6-1,1 arasında değişmektedir. Kültüre alınan birincil indikatör (gösterge) türler (Behre, 1990; Eastwood, 1997; Vermoere vd., 2002; England, 2006; Li vd., 2015) arasında olan *Fraxinus* sp. %1,4 oranında görülmektedir. *Juglans* sp. ise sadece zon başlangıcında %0,3 oranında görülmüştür (Şekil 3). Otsu taksalar içerisinde Asteraceae en baskındır. Zon başlangıcında oranı %0,6 iken 1.950 Kal GÖ yılında %3,7'ye yükselmiştir. Diğer bir otsu takson olan Poaceae oranı zon içerisinde sürekli bir artış göstermiştir. Bu iki familyayı %1,1 ile Amaranthaceae, Lactuceae ve Caryophyllaceae izlemektedir. *Artemisia* sp. ve Brassicaceae %0,9 oranında görülmüştür. *Anthemis* type ve *Astragalus* sp. zon içerisinde görülen diğer önemli taksalara örnektir (Şekil 4).

4.2.2. YS19-1 Zon 1B (43 - 34 cm; 1.950-1550 Kal GÖ)

Zon başlangıcında AP oranı %94,1 iken zon bitiminde 1.550 Kal GÖ yılında %90'dır. *Juniperus* sp. oranında zon içerisinde sürekli artış ve azalış meydana gelmiştir. *Pinus* sp. oranı sürekli artış göstermiş ve zon bitiminde %11,4'e kadar yükselmiştir. Yaprak dökken *Quercus* %2,6-4,5 arasında değişim göstermiştir. *Cupressus* sp. en fazla orana %1,4 oranı ile zon başlangıcında sahip olmuştur. Herdem yeşil *Quercus* oranı %0,9, *Fraxinus* sp. %0,6 ve ilk defa bu zon içerisinde görülen *Alnus* sp. %0,3 ora-



Şekil 2. Yelten Sazlığı yaş derinlik modeli.

Figure 2. Age depth model of Yelten Marsh.

nında görülmüştür (Şekil 3). Otsu taksalar arasında Poaceae ve Asteraceae zon içerisinde en fazla orana sahiptir. Asteraceae en yüksek seviyeye 1.550 Kal GÖ yılında çıkmış ve oranı %4,6'ya kadar yükselmiştir. Poaceae ise en yüksek seviyeye 1.600 Kal GÖ yılında çıkmış ve oranı %3,9'a kadar yükselmiştir. Amaranthaceae %1,4, *Artemisia* sp., Caryophyllaceae ve *Antememis* type %1,1, Lactuaceae %0,9 oranında görülmüştür. *Astragalus* sp. ve Brassicaceae ise %0,3 oranında görülen diğer taksalardır (Şekil 4).

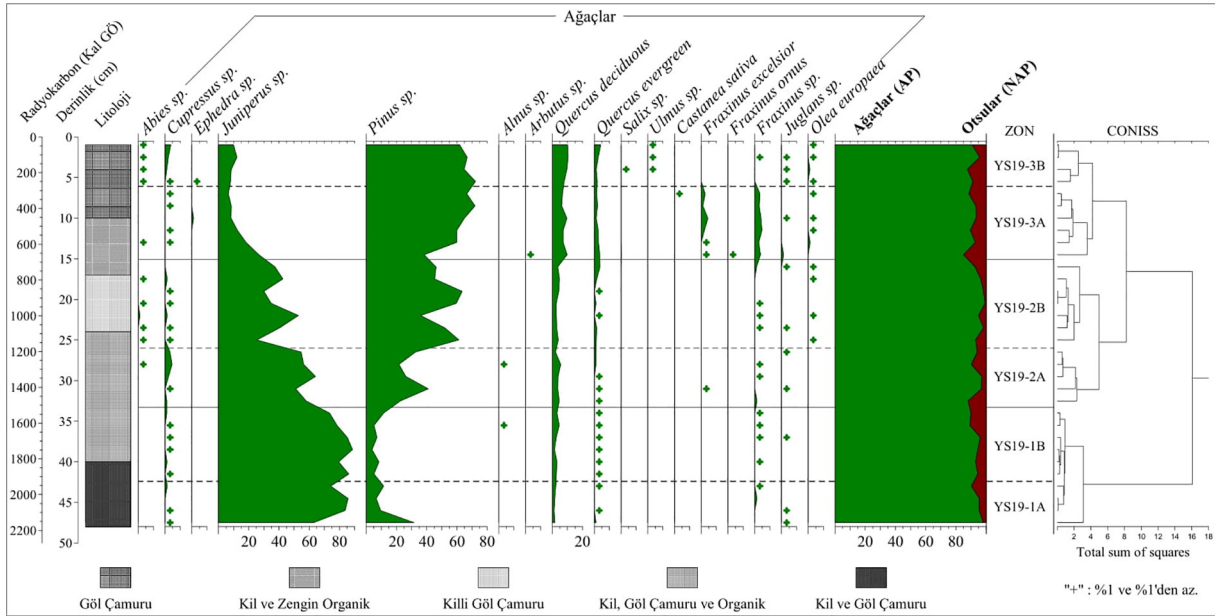
4.2.3. YS19-1 Zon 2A (34-26,5 cm; 1.550-1.200 Kal GÖ)

1.550 Kal GÖ'de AP oranı %87,4 iken zon bitiminde 1.200 Kal GÖ'de %92,8'dir. Zon başlangıcında *Juniperus* sp. %57,1 oranında iken zon bitiminde %53,6 oranına gerilemiştir. *Pinus* sp. oranı ise %22,3'ten %31,9 oranına yükselmiştir. Yaprak döken *Quercus* oranı %2-5,4, *Cupressus* %0,6-4,6 herdem yeşil *Quercus* ise %0,3-1,2 arasında değişim göstermektedir. Kültüre alınan taksalar arasında olan *Fraxinus* sp. %1,4, *Juglans* sp. %0,9,

Fraxinus excelsior ise %0,3 oranında görülmüştür. *Alnus* sp. ise ilk defa bu zon içerisinde görülen taksondur (Şekil 3). Poaceae ve Asteraceae önde gelen taksaları oluşturmakla birlikte oranları %3,4'tür. Amaranthaceae oranında bir artış yaşanmış ve oranı %2,3'e yükselmiştir. Caryophyllaceae %1,7, *Artemisia* sp. ve *Anthememis* type %1,1, Lactuaceae ve *Astragalus* sp. %0,9, Brassicaceae %0,6, ikincil indikatör türler arasında olan *Plantago lanceolata* ve *Polygonum cognatum* bu zon içerisinde görülen diğer önemli taksalardır (Şekil 4).

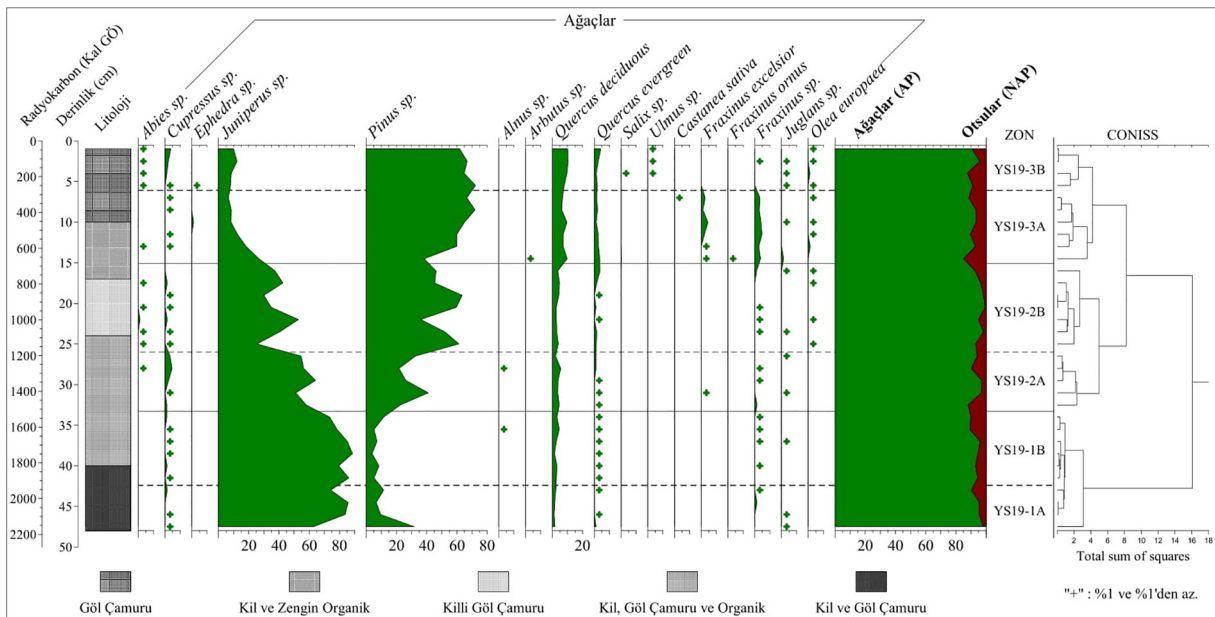
4.2.4. YS19-1 Zon 2B (26,5 - 16 cm; 1.200-725 Kal GÖ)

Tüm polen diyagramı içerisinde en fazla orman varlığı bu zon içerisinde artış göstermiştir. 1.200 Kal GÖ'de AP oranı %93 iken 725 Kal GÖ'de %91,1'dir. Bu dönem aralığı içerisinde *Juniperus* sp. ve *Pinus* sp. arasında bir rekabet vardır. *Pinus* sp.'nin azalığı dönemlerde *Juniperus* sp. artmakta, *Juniperus* sp.'nin azaldığı dönemlerde ise *Pinus* sp. oranında bir artış görülmektedir. 925 Kal GÖ'de AP oranı tüm diyagram içerisinde en yük-



Şekil 3. Yelten Sazlığı fosil polen diyagramı (AP taksalar).

Figure 3. Fossil pollen diagram of Yelten Marsh (AP taxas).



Şekil 4. Yelten Sazlığı fosil polen diyagramı (NAP taksalar).

Figure 4. Fossil pollen diagram of Yelten Marsh (NAP taxas).

sek seviyeye %98,1 oranı ile bu zon içerisinde ulaşmıştır. Diğer önemli taksalar arasında yer alan yaprak döken *Quercus* %2,6-4,6, herdem yeşil *Quercus* %0,6-3,8, *Cupressus* sp. oranı ise %0,3-1,4 arasında değişim göstermektedir. *Olea europaea* ilk kez oranı %0,6 ile bu zon içerisinde görülen önemli indikatör türdür. *Fraxinus* sp. %1,2 ve *Juglans* sp. %0,3 orana sahip diğer önemli kültüre alınan taksalardır (Şekil 3). NAP içerisinde en fazla orana sahip takson %3,2 ile *Amaranthaceae*'dir. *Poaceae* %1,4 ve *Artemisia* sp. ve *Caryophyllaceae* %0,9 orana sahiptir. *Anthemis* type %0,6, *Sanguisorba minor*, *Aster* type oranı %0,3'tür. *Cistus* sp., *Galium* sp., *Centaurea cyanus*, *Lotus* sp. ve *Bunium* ise ilk kez bu zon içerisinde görülen %0,3 orana sahip diğer taksalardır (Şekil 4).

4.2.5. YS19-1 Zon 3A (16 - 7 cm; 725-325 Kal GÖ)

Zon başlangıcında AP oranı %85 iken zon bitiminde 325 Kal GÖ'de %87,6'dır. *Pinus* sp. bu zon içerisinde en fazla orana sahip taksonu oluşturmaktadır. Zon başlangıcında oranı %38,2 iken 375 Kal GÖ'de %71 oranına kadar yükselmiştir. *Juniperus* sp.'nin zon başlangıcında oranı %26,7 iken zon bitiminde %6,3'e kadar düşmüştür. Yaprak döken *Quercus* oranında ise bir önceki zona göre bir artış yaşanmış ve %6,2-9,4 arasında değişim göstermiştir. Herdem yeşil *Quercus* %1,4-3,7 ve *Cupressus* sp. %0,5-0,9 arasında değişmektedir. İndikatör türler arasında yer alan *Fraxinus* sp. %4,7 ve *Fraxinus excelsior* %4,3 oranı ile en fazla bu zon içerisinde görülmüştür. *Juglans* sp. %1,4, *Olea europaea* %1,1, *Castanea sativa* ve *Fraxinus ornus* %0,3 oranında görülen diğer taksalar arasında yer almaktadır (Şekil 3). Otsu taksalar arasında *Asteraceae* %0,9-3,5, *Amaranthaceae* ise %0,9-4,3 arasında değişim göstermektedir. *Poaceae*'da bir artış yaşanmış ve oranı %2,9'a yükselmiştir. *Lactuceae* %1,7, *Anthemis* type %1,4, *Centaurea cyanus* %1,1, *Artemisia* sp. %0,9, *Astragalus* sp. ve *Caryophyllaceae* %0,6, *Aster* type, *Cistus* sp., *Lotus* sp., *Polygonum cognatum*, *Galium* sp. ve *Plantago lanceolata* %0,3 oranında görülen önemli taksalar arasındadır (Şekil 4).

4.2.6. YS19-1 Zon 3B (7 - 1 cm; 325-50 Kal GÖ):

Bu zon içerisinde AP taksalarının başında *Pinus* sp. gelmektedir. *Juniperus* sp. ve *Quercus deciduous*'un zon içerisinde oranları birbirine benzemektedir ve %7,7 – 10 arasında değişim göstermektedir. Herdem yeşil *Quercus* %1,4-4,3 ve *Cupressus* sp. oranı %0,3-3,7 arasında değişmektedir. *Abies* sp. ve *Salix* sp. %0,8 ve *Ulmus* sp. ve *Ephedra* ise %0,3 oranında görülen diğer taksalar arasındadır. Kültüre alınan taksaların oranı ise *Olea europaea* %1,1, *Juglans* sp. %0,8 ve *Fraxinus* sp. %0,3'tür (Şekil 3). Otsu taksalar içerisinde önde gelen familyalar *Asteraceae* ve *Poaceae*'dir. *Asteraceae* %1,4-3,6 ve *Poaceae*'nin oranı ise %0,8-3,9 arasında değişim göstermektedir. *Amaranthaceae* oranında bir artış meydana gelmiş ve %2,6'ya yükselmiştir. *Artemisia* sp. %1,9, *Caryophyllaceae* %1,7, *Lactuceae* %1,4, *Centaurea cyanus* %0,6, *Astragalus* sp., *Aster* type, *Polygonum cognatum*, *Plantago lanceolata*, *Polygonum* ve *Galium* sp. %0,3 oranında görülen diğer taksalar arasındadır (Şekil 4).

4.3. Mikro-XRF Bulguları

Yelten Sazlığı'ndan alınan sediman karotunun μ -XRF bulguları 4 farklı küresel iklim dönemine ayrılarak açıklanmıştır. μ -XRF çalışmalarında 19 farklı elementin bireysel ölçümleri ve oran-

ları kullanılmakla birlikte, bunlar arasında Ca, K, Ti, Fe, Mn, Zr, S, elementleri seçilerek grafikleri oluşturulmuştur. Aynı zamanda Rb/Sr, Inc/Coh, Ca/Ti, Mn/Fe, Ca/Sr, Ca/Si, Si/Ti ve Zr/K, elementlerinin karşılaştırma oranları da burada sunulmuştur.

4.3.1. Roma Sıcak Dönemi (2.050-1.500 Kal GÖ)

Bu dönem içerisinde 1.950 Kal GÖ'den sonra kırıntılı karasal girdi miktarı en yüksek oranına ulaştıktan sonra azalmaya başlayarak Ca, Ca/Sr, Ca/Si oranlarında artış görülmektedir (Şekil 5 ve 6). 1.950 Kal GÖ'de yüksek K, Ti, Fe, Sr element oranlarının aksine Ca oranının düşük olması soğuk ve kurak iklim koşullarının etkili olduğunu göstermekle birlikte Ca ve Sr elementlerinin arasındaki zıt ilişki Yelten Sazlığı havzasında meydana gelen erozyona işaret etmektedir. Ca/Si oranları göl su sıcaklığının düşmesine, Ca/Sr nemlilik değerlerinin azaldığına işaret etmektedir. 1.750 Kal GÖ'de biyolojik üretkenlik ve göl içi organik madde miktarında bir artışa işaret eden Br ve Inc/Coh değerlerinde artış meydana gelmiştir (Metcalf vd., 2010). 1.750 Kal GÖ'de K oranı en düşük seviyede iken buna ek olarak erozyon artışının göstergesi olan Zr, Sr, Rb oranlarında azalma ve Ca/Ti oranında artış meydana gelmiştir (Şekil 5 ve 6). Aynı zamanda Si/Ti değerleri göl içi üretkenliğin de yüksek olduğu bir döneme işaret etmektedir. Nemliliğin en yüksek olduğu 1.750 Kal GÖ'den sonra K oranları sürekli artmış Ca/Ti değerleri de buna paralel düşmüştür (Şekil 5 ve 6).

4.3.2. 1.400 Soğuk İklim Dönemi (1.500 – 1.100 Kal GÖ)

Bu dönem içerisinde yüksek K, Ti, Fe değerlerine karşılık düşük Ca, Ca/Sr, Ca/Si, Mn/Fe, Inc/Coh oranları sıcaklık ve nem değerlerinin azaldığına işaret etmektedir. Inc/Coh (Toplam Organik Karbon) değerleri ile K, Ti, Fe oranları arasında ters ilişki vardır. Soğuk koşullar 1.500 Kal GÖ'de en yüksek oranına ulaştıktan sonra 1.100 Kal GÖ'de kadar azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 5 ve 6).

4.3.3. Ortaçağ Sıcak İklim Dönemi (1.100 - 700 Kal GÖ)

Dönemin başlangıcında 1.400 Soğuk İklim Dönemi'nin etkileri devam etmekte göl içi kalsiyum karbonat çökeli/sıcaklık değerleri düşük (düşük Ca, Sr ve Ca/Ti) fakat (yüksek K, Fe, Ti) 500 Kal GÖ'ye kadar sürekli artış göstermiştir (Şekil 5 ve 6). Ortaçağ Sıcak İklim Dönemi'nde sıcaklık ve nem değerleri 900 Kal GÖ'de en yüksek seviyesine yükselmiştir (yüksek Ca, Ca/Si, Ca/Ti). Etkisi kısa süren sıcak ve nemli iklim 800 Kal GÖ'de sıcaklık değerlerinin düşmesi ile sekteye uğramıştır. Bu sıcaklık değerlerindeki ani düşüşün ardından 700 Kal GÖ'ye kadar sıcaklık değerleri tekrar artma eğilimi göstermiş fakat bu artış Küçük Buzul Çağı'nın başlangıcı ile kesintiye uğramıştır.

4.3.4. Küçük Buzul Çağı (700 Kal GÖ'den Günümüze)

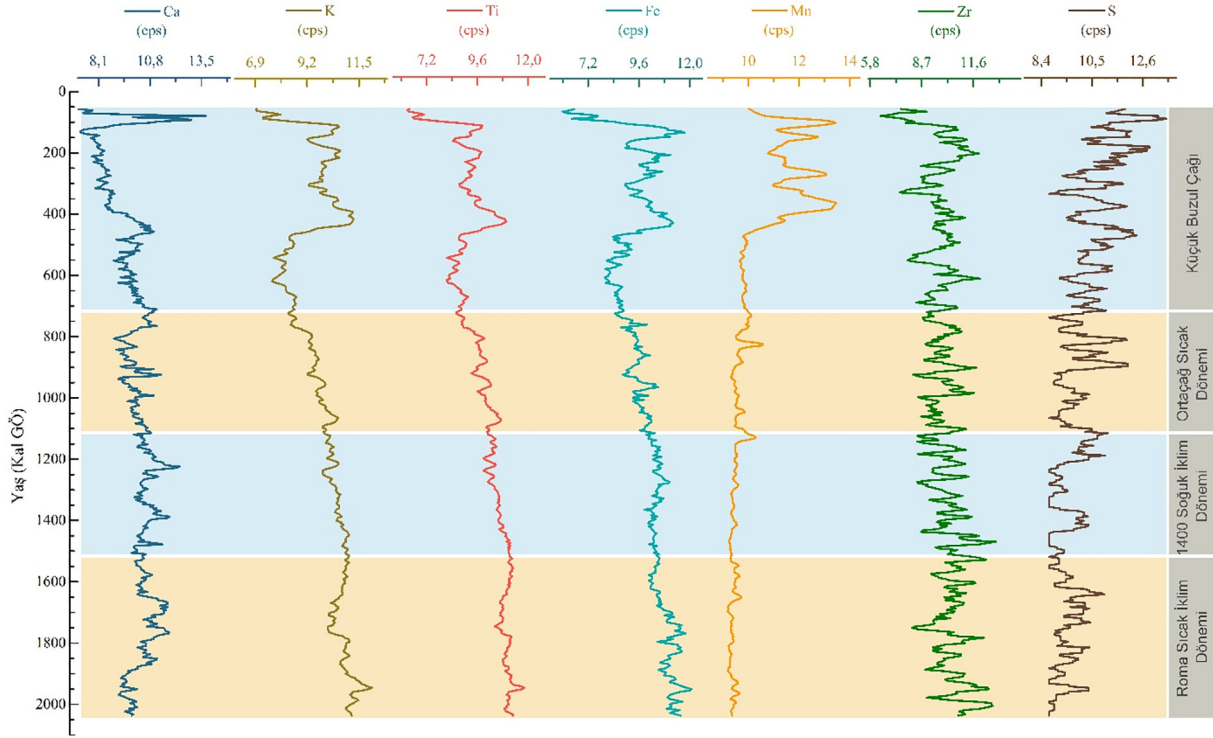
700 Kal GÖ'de başlayan soğuma sürekli artma eğilimi göstermiştir (Şekil 5 ve 6). Yelten Sazlığı'nda gözlenen bu soğuk dönem 450-550 Kal GÖ'ye karşılık gelmektedir. K, Ti, Fe oranlarında bütün veri seti içerisinde en yüksek oranlarına ulaşmıştır buna karşılık Ca, Ca/Ti, Ca/Si oranları oldukça düşüktür (Şekil 5 ve 6). 150-100 Kal GÖ, düşük Ca değerlerine göre bütün veri seti içerisinde sıcaklık ve buharlaşmanın en düşük olduğu zaman periyoduna karşılık gelmektedir. Buna karşılık K, Fe, Ti, Zr oranının yüksek olması karasal girdi miktarına ve kimyasal

çözünmeden ziyade fiziksel çözünmenin arttığını göstermektedir (Şekil 5). 130 Kal GÖ'den itibaren ise sıcaklıkta ani artış yaşanmış (modern maksimum) kısa süreli sıcak salınım yerini nispeten düşük sıcaklıklara bırakmıştır.

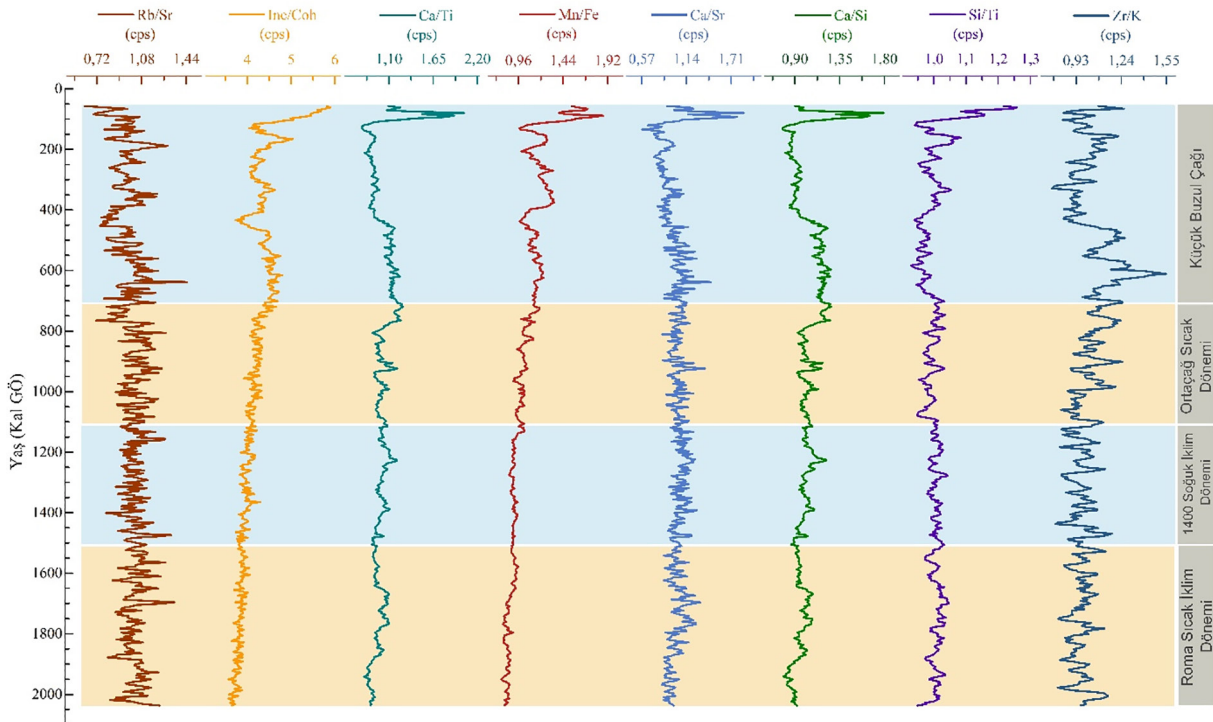
5. Tartışma ve Sonuç

5.1. 2.150 ve 1.500 Kal GÖ Yılları Arası İklim Koşulları ve Paleovejetasyon Değişimi

Bu dönem içerisinde Doğu Akdeniz'de buharlaşma ve kuraklık koşullarında artış, yağış koşullarında ise azalış görülmektedir (Tainter, 2007; McCormick vd., 2012; Wang vd., 2013; Haldon vd., 2014). İç Anadolu'da Tecer, Nar Gölü, Tuzla Gölü ve Engir Gölü'nde yapılan çalışmalarında yazın kurak koşulların arttığı ve kış mevsiminde yağış miktarının azaldığı görülmektedir (Jones vd., 2006; Kuzucuoğlu vd., 2011; Memiş, 2017; Ören, 2018). İznik Gölü'nde yapılan çalışmada 2.200-1.900



Şekil 5. Yelten Sazlığı YS-19 karotu µ-XRF bireysel element grafiği
Figure 5. Yelten Marsh YS-19 core µ-XRF individual element graph



Şekil 6. Yelten Sazlığı YS-19 karotu µ-XRF bireysel elementlerin birbiriyle oranlama grafiği
Figure 6. Yelten Marsh YS-19 core µ-XRF ratio chart of individual elements with each other

Kal GÖ yılları arasında kurak iklim koşulları yaşanırken sonraki süreçte nemli bir iklimin etkisi görülmüş ve göl seviyesinde bir artış yaşanmıştır (Ülgen vd., 2012). Marmara Gölü'nde yapılan çalışmada su seviyesi 1.8 by'e kadar yükselmiş 1.75 by'da maksimum seviyesine ulaşmıştır. Ardından 1.7 ve 1.55 by arasında yüksek miktarda karbonat çökelmiştir (Bulkan vd., 2018). Güneybatı Anadolu'da Gravgaz Bataklığı, Bereket ve Gölhisar II'den elde edilen sonuçlara göre kurak iklim koşullarının varlığına rağmen tarım için gerekli olan nemli koşullarında yaşandığı belirtilmiştir (Eastwood vd., 2007; Bakker vd., 2013). Yelten Sazlığı'ndan elde edilen μ -XRF sonuçlarına göre ise 2.150'den 1.650 Kal GÖ'ye kadar sıcak ve nemli ortam koşulları hâkim olmuş, 1.650'den 1.500 Kal GÖ'ye kadar ise sıcaklık değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Elaia Limanı ve Belevi Gölü'nde yapılan çalışmalar 2.120 - 1.770 Kal GÖ yılları arasında insan etkisinin çok yoğun olduğunu ortaya koymuştur (Shumilovskikh vd., 2016; Stock vd., 2020). Yelten Sazlığı'ndan elde edilen sonuçlar diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında iklimsel koşulların benzerlik göstermesi açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu dönemde Yelten Sazlığı ve çevresinde en önemli orman varlığını *Juniperus* sp. ve *Pinus* sp. oluştururken benzer şekilde Gölhisar Gölü II, Pınarbaşı Gölü'nde ve Karataş Gölü'nde *Pinus* sp. en önemli taksonu oluşturmaktadır. AP oranının azalış gösterdiği dönemlerde ise vejetasyon içerisinde step özellikli *Amaranthaceae*, *Asteraceae* ve *Artemisia* sp. taksonları artış göstermiştir. Yelten Sazlığı yüksek dağlık alanda yer alması sonucu ova tabanlarındaki gibi tarımsal faaliyet çok fazla yoğun değildir. Pınarbaşı Gölü'nde de benzer özellikler görülmektedir. Fakat Gölhisar Gölü II ve Karataş Gölü'nde yoğun tarımsal faaliyet 1.200 Kal GÖ'lere kadar devam etmektedir. Bu durum ise Beyşehir İşgal Dönemi'nde kültüre alınan ağaçların *Olea europaea*, *Juglans* sp., *Castanea sativa*, *Pistacia*, *Fraxinus ornus*, *Vitis* sp. otlama türleri içerisinde yer alan *Plantago lanceolata*, *Polygonum aviculare*, *Polygonum cognatum*, *Rumex acetoselia*, *Sanguisorba minor*, *Centaurea solstitialis* ve tahıllar (*Cerealia*) insan etkisini göstermektedir (Bottema vd., 1986; Bottema & Woldring, 1990; Eastwood, 1997). 2.200-1.450 Kal GÖ yılları arasında polen diyagramında kültüre alınan türler içerisinde yiyecek ve ilaç yapımında kullanıldığı bilinen *Fraxinus* sp. (Vermoere vd., 2000) önemli takson olmuştur. Aynı zamanda tahıl tarımı ile zeytin yetiştiriciliği, Roma Dönemi'nde başarılı bir şekilde organize olmuş karma tarım ekonomisinin varlığına işaret etmektedir (Vermoere vd., 2003).

5.2. 1.500 ve 1.100 Kal GÖ Yılları Arası İklim Koşulları ve Paleovejetasyon Değişimi

Dönem içerisinde Avrupa'da nemli, serin iklim koşullarına doğru bir geçiş yaşanmış, sıcaklıklarda azalış, olumsuz iklim koşulları nedeni ile tarımsal üretimde azalma ve don olaylarının meydana getirdiği hasarlar mevcuttur (Bond vd., 1997; Grudd vd., 2002; Baillie, 2001). Bu dönem içerisinde soğuk iklimin etkileri Anadolu üzerinde de görülmekte, hatta kış aylarındaki soğuktan kaynaklı İstanbul Boğazı'nın donduğu bilinmektedir (Yavuz vd., 2007). Orta Anadolu'da Nar Gölü'nden elde edilen verilere göre 1.400-1.200 Kal GÖ yılları arası yüksek yağış dönemlerine karşılık gelmekte ve tarımsal faaliyet için elverişli iklimsel koşullarının yaşandığı bilinmektedir (Jones vd., 2006; England vd., 2008; Eastwood vd., 2009; Izdebski, 2011; Dean vd., 2013; Dean vd., 2015; Roberts vd., 2016; Ören, 2018).

Ayrıca Sofular Mağarası $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerleri de bu soğuk koşulları destekler niteliktedir (Fleitmann vd., 2009; Göktürk, vd., 2011). Güneybatı Anadolu'da ise Gölhisar Gölü II, Gravgaz Bataklığı ve Bereket'ten elde edilen verilere göre 1.700-1.300 Kal GÖ yılları arasındaki dönemde nemlilik miktarında artışlar tespit edilmiştir (Eastwood vd., 2007; Bakker vd., 2013). Yelten Sazlığı'nda 1.450 Kal GÖ'de Ca/Ti değerlerinin düşük olmasına karşılık K elementi yüksek değerdedir. K elementinin artışı ince taneli karasal girdi miktarını ve kuraklığın bir göstergesidir (Moreno, 2011; Aufgebauer, 2012) ve fiziksel ayrışmanın kimyasal ayrışmadan daha yüksek olduğu koşullarda artış göstermektedir (Foerster vd. 2012). Yelten Sazlığı'nda 1.4 soğuk iklim olayı olarak bilinen dönemde en düşük sıcaklık 1.300 Kal GÖ'ye karşılık gelmektedir. Bu dönemde Yelten Sazlığı'nda *Juniperus* sp., Gölhisar Gölü II, Pınarbaşı Gölü'nde ve Karataş Gölü'nde *Pinus* sp. en önemli taksondur. Karataş Gölü'nde 1340-1145 Kal GÖ yılları arasında *Cedrus libani* ve herdem yeşil *Quercus*'un varlığı nemli iklim koşullarını yaşandığına işaret etmektedir (Şenkul & Kalıpçı, 2019). Benzer şekilde Yelten Sazlığı'nda da 1.300-1.200 Kal GÖ yılları arasında *Cupressus* sp. ve herdem yeşil *Quercus* oranında artış yaşanmıştır. Otsu taksonları içerisinde Gölhisar Gölü II ve Pınarbaşı Gölü'nde *Artemisia* sp., Karataş Gölü'nde *Amaranthaceae* (Bottema & Woldring, 1984; Eastwood, 1997; Kalıpçı, 2019) ve Yelten Sazlığı'nda ise *Caryophyllaceae*, *Amaranthaceae*, *Asteraceae* görülmektedir. 1.500-1.100 Kal GÖ yılları arasında indikatör (gösterge) türlerin oranında ani bir düşüş meydana gelmiştir. Fakat bu dönemin yaşandığı zaman aralıkları bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir. Yelten Sazlığı'nda *Fraxinus* sp. 1.600 Kal GÖ'lere göre daha az temsil edilirken, *Juglans* sp. neredeyse yok denecek düzeydedir. Benzer şekilde Elaia'da yapılan çalışmada 1.770 ile 1.140 Kal GÖ yılları arasında zeytin yetiştiriciliği önemli derecede azalmıştır (Shumilovskikh vd., 2016). 1.200-1.100 Kal GÖ yılları arasında bölgede Arap akınlarının yaşanması, çeşitli doğal afetler, güvensiz koşullar ve istilaların yaşanması bölgede ekonomik faaliyetleri olumsuz yönde etkileyen etkenler arasındadır (Vermoere, 2004).

5.3. 1.100 ve 700 Kal GÖ Yılları Arası İklim Koşulları ve Paleovejetasyon Değişimi

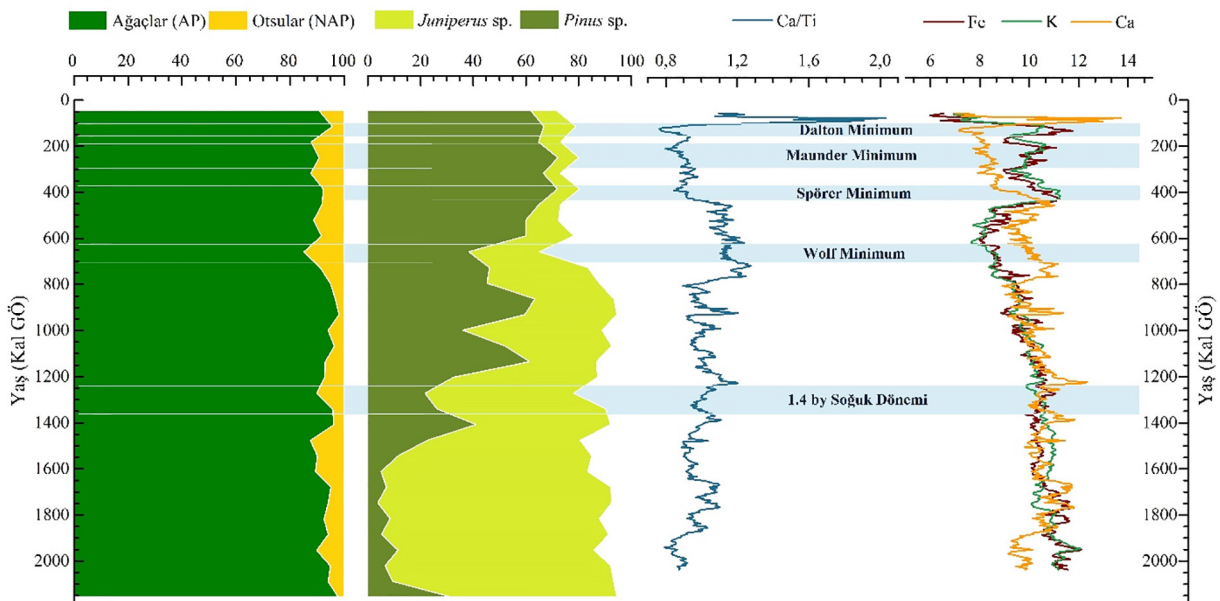
Sıcak Ortaçağ Dönemi (Küçük Klimatik Optimum) içerisinde hızlı sıcaklık artışı antropojenik nedenlere bağlanmadan, güneş radyasyonunun ve atmosferik salınımların yaşanması sonucu sıcaklığın daha yüksek değerlerde ulaşması ile açıklanmaktadır (Perry & Hsu, 2000; Crowley & Lowery, 2000; Rigozo vd., 2001). İç Anadolu'da Nar Gölü'nde yapılan çalışmada $\delta^{18}\text{O}$ değerleri 1.100 Kal GÖ'de yüksek salınım göstermesi nemli koşulların yaşandığını göstermektedir (Dean vd., 2015). Salda Gölü'nde yapılan çalışmada ise su seviyesinin düşük olduğu kurak dönemler yaklaşık olarak MS 600-770, MS 850-900, MS 1.000-1.150'ye karşılık gelmektedir (Danladi & Ön, 2018). Güneybatı Anadolu'da ise Gölhisar Gölü II, Gravgaz Bataklığı ve Bereket'ten elde edilen verilere göre 900-800 Kal GÖ yılları arasında sıcak ve kurak iklim koşulları etkili olmuştur. (Eastwood, 1997; Eastwood vd., 2007; Bakker vd., 2013). 1.100-675 Kal GÖ'de Yelten Sazlığı ve çevresinde kendi içerisinde kurak koşullarında yaşandığı nemli bir iklim hâkim olmuştur. Aynı zamanda sıcaklık değerleri 900 Kal GÖ'de en yüksek seviyesine yükselmiştir. Yelten Sazlığı ve çevresinde bu iklim döneminde orman varlığının genel olarak yüksek olduğu bilinmektedir. *Pi-*

nus sp. ve *Juniperus* sp. sürekli artıp azalmakla birlikte *Pinus* sp.'un azaldığı dönemlerde *Juniperus* sp.'un değerinde artış yaşanmıştır. Orman varlığı içerisinde *Abies* sp. ve yaprak döken *Quercus* bu dönem içerisinde oranı artan diğer önemli taksalar arasındadır. Otsu taksalar içerisinde Gölhisar Gölü II, Pınarbaşı Gölü ve Karataş Gölü'nde *Amaranthaceae* ve *Artemisia* sp. (Bottema & Woldring, 1984; Eastwood, 1997; Kalıpçı, 2019) Yelten Sazlığı'nda ise *Artemisia* sp., *Amaranthaceae*, *Asteraceae* taksalarının değeri yüksek olması çalışma sahası ve çevresinde yerel vejetasyonun yayılış alanının geniş olduğuna işaret etmektedir. Kültüre alınan türler arasında *Olea europaea*, *Fraxinus* sp., *Juglans* sp., otlama türleri içerisinde; *Centaurea cyanus* ve *Sanguisorba minör* önemli taksaların görülmesi bölgede yoğun bir şekilde olmasada tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yapıldığına işaret etmektedir (Bottema & Woldring, 1990; Eastwood vd., 1998; Gaillard, 2007; Li vd., 2015).

5.4. 700 Kal GÖ ve Günümüz Arası İklim Koşulları ve Paleovejetasyon Değişimi

700 ve 100 Kal GÖ yılları arasında güneş aktivitesinde düşüş, büyük volkanik faaliyetler ve sıcaklıkların düşmesine bağlı olarak Doğu Akdeniz'de ve Anadolu'da daha nemli ve soğuk koşullar yaşanmıştır (Lean vd., 1995; Barriendos, 1997; Xoplaki vd., 2001; Fagan, 2002; Usoskin vd., 2015; Vural, 2016; Lu, 2018). Küçük Buzul Çağı'nda sıcaklıkların düşüp, ekstrem hava olaylarının frekansının arttığı dönemler meydana gelmiştir. Bunlar; Wolf Minimum, Spörer Minimum, Maunder Minimum ve Dalton Minimum'dur (Fagan, 2002; Luterbacher vd., 2001; Feulner & Rahmsorf 2010; Cho, 2014; Danladi & Ön 2018). Bu yaşanan iklimsel değişimler Anadolu özelinde farklı zamanlarda ve bölgelerde değişkenlik göstermiştir. Küçük Buzul Çağı'nın etkisi Yelten Sazlığı ve çevresinde MS ~1500'den itibaren görülmeye başlamıştır. Yelten Sazlığı verilerine göre MS ~1.500 (Spörer Minimum), MS ~1.700 (Maunder Minimum) MS 1.800'de (Dalton Minimum) güneş etkileri azalmış, kurak/soğuk iklim koşulları etkili olmuştur (Şekil 7). Anadolu'da Sofular

Mağarası, Nar Gölü, Salda Gölü, Burdur Gölü, Köyceğiz Gölü, Küçükçekmece Lagünü verilerinde gözlenmiştir (Göktürk vd., 2011; Jones vd., 2006; Danladi & Ön, 2018; Tundryn vd., 2013; Ön, 2017; Ön vd., 2011). Köyceğiz Gölü'nde yaklaşık MS 1.500-1.580, MS 1.620-1.720 yılları arasında ve MS 1.800 civarında nispeten daha kurak/soğuk dönemler olduğu tespit edilmiştir (Ön, 2017). Düşük Ca ve Ca/Fe element oranları ile MS 1.720-1.810 yılları arasında Köyceğiz Gölü'nde soğuk/kurak iklim koşulları etkili olmuştur (Ön, 2017). Benzer şekilde Maunder Minimum sırasında Akdeniz'in Deniz Yüzeği Sıcaklığı (DYS) artarken Orta Çağ Güneş Maksimumu'na karşılık gelen bir zaman aralığında DYS'de bir düşüş meydana gelmiştir (Danladi & Ön, 2018). Osmanlı'da şiddetli soğuk ve kar yağışı nedeni ile yolların kapandığı, hayvanların aşırı soğuktan telef olduğuna dair kayıtlar mevcuttur (White, 2008, 2011). İç Anadolu'da Mucur Obruk Gölü'nde yapılan çalışmada Küçük Buzul Çağı içerisinde kuraklık göstergesi olan türlerin oranında artış yaşanmıştır (Şenkul & Doğan 2018). İznik Gölü'nde yapılan çalışmada ise 650 Kal GÖ yılından itibaren Akdeniz kserofitleri polen kayıtlarında kaydedilmiş sediman verisine göre kurak koşullar hâkim olmuştur (Ülgen vd., 2012). Gravgaz Bataklığı'nda ise 500-200 Kal GÖ yılları arasında nemli bir iklim yaşandığı bilinmektedir (Bakker vd., 2013). Yelten Sazlığı ve çevresinde M.S. 1820'den sonra sıcaklık ani artış göstermiş (modern maksimum) kısa süreli sıcak salınım yerini nispeten düşük sıcaklıklara bırakmıştır. Gölhisar Gölü II ve Karataş Gölü'nde *Pinus* sp. en önemli taksonu oluşturmaktadır. Yelten Sazlığı'nda bu dönem başında *Pinus* sp. ve *Juniperus* sp. değerleri birbirine yakındır ama sonraki süreçte *Pinus* sp. değerlerinde bir artış yaşanmıştır. Gölhisar Gölü II' de *Quercus coccifera* ve *Cedrus* sp. Yelten Sazlığı'nda ise *Abies* sp., *Cupressus* sp. ve herdem yeşil *Quercus* değerlerinde artışın olması soğuk iklim koşullarının yaşandığına işaret etmektedir. Küçük Buzul Çağı içerisinde maksimum değerlerin görüldüğü Maunder Minimum Dönemi'nde ise herdem yeşil *Quercus* artış göstermiştir. Bu iklim döneminin son aşaması olan Dalton Minimum'da ise; tüm lokasyonlarda AP oranında düşüş yaşanmıştır. Fakat üç lokasyonda soğuk iklim göstergesi



Şekil 7. Yelten Sazlığı YS-19 karotuna ait Fe, K, Ca ve Ca/Ti elementleri grafiği üzerinde Holosen ani iklim değişiklikleri (Mayewski vd., 2004) ve düşük güneş aktivitesi dönemlerinin (Feulner & Rahmsorf 2010) gösterimi.

Figure 7. Representation of Holocene abrupt climatic changes (Mayewski vd., 2004) and low solar activity periods (Feulner & Rahmsorf 2010) on the graph of Fe, K, Ca and Ca/Ti elements belonging to Yelten Marsh YS-19 core.

olan taksalarda; *Abies* sp., *Cedrus libani* ve herdem yeşil *Quercus* değerlerinde bir artış yaşanmıştır. Otsu taksaların içerisinde ise baskın olanlar; *Artemisia* sp., Asteraceae, Amaranthaceae ve Lactuaceae'dir. Yelten Sazlığı'nda kültüre alınan taksalar arasında olan *Olea europaea*, *Fraxinus excelsior*, *Centaurea cyanus* ve *Plantago lanceolata* tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yapıldığına işaret etmektedir. Bu dönem içerisinde yaşanan aşırı soğuk ve kurak iklim şartları Akdeniz'de kıtlık ve hastalıklara sebebiyet vermiştir (Cho, 2014). Özellikle Yelten Sazlığı ve Karataş Gölü çevresinde Osmanlı Devleti döneminde meydana gelen Celali İsyanları sonucunda köylüler tarımsal faaliyetlerini sürdürdükleri alanları terk ederek şehirlere göç etmesi sonucu ekonomide ciddi hasarlara yol açmıştır (White, 2008). İsyan bittikten sonra ise güvenli ortam koşulları tekrar sağlanmış ve ekonomi tekrardan toparlanmaya başlamıştır (Griswold, 1983). Bunun en önemli kanıtı ise Yelten Sazlığı ve Karataş Gölü'nde tahıl üretiminde ve indikatör (gösterge) türlerin (*Olea europaea*, *Fraxinus ornus*, *Juglans* sp., *Vitis* sp., *Plantago lanceolata*, *Centaurea solstitialis* ve *Polygonum aviculare*) değerlerinde artış görülmesidir.

Sonuç olarak Yelten Sazlığı'ndan elde edilen fosil polen ve μ -XRF verileri iklimsel, arkeolojik ve tarihsel veriler ile ilişkilendirilerek sahanın doğal ortam ilişkileri ortaya koyulmuş, ~2100 yıl öncesinden günümüze paleovejetasyon, paleoiklim ve paleo-arazi kullanım değişiminin belirlenmesi adına yeni bir paleoekolojik veri kaydı sunulmuştur.

- Yapılan çalışma dağlık alanlar üzerinde yapılan fosil polen analiz çalışması niteliğindedir. Bu yüzden elde edilen bulgular bölgede şimdiye kadar ova tabanlarında yapılan diğer çalışmalardan farklılığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma ile dağlık alanlardaki doğal sistemlerde insan etkisinin daha az iklimsel parametrelerin ise vejetasyon yapısı üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak dağlık alanlarda bulunan göl sistemlerinin küresel iklim değişimlerine karşı yüksek bir hassasiyete sahip olduğu da yapılan çalışmalar sonucu tespit edilmiştir.
- Çalışma sahası içerisinde en yüksek AP oranına sahip taksalar; *Pinus* sp., *Juniperus* sp., yaprak döken *Quercus* ve herdem yeşil *Quercus* iken NAP taksaları arasında ise Asteraceae, Amaranthaceae, Lactuaceae, Poaceae ve *Artemisia* sp. taksonları bölgenin yerel vejetasyon yapısı oluşturmaktadır.
- ~1200 Kal GÖ yılına kadar hâkim orman örtüsünü *Juniperus* sp. oluştururken sonrasında meydana gelen iklimsel değişimler sonucunda *Pinus* sp. baskın takson duruma geçmiştir.
- Tarım ve hayvancılık faaliyetlerine işaret eden taksalar Yelten Sazlığı'nın dağlık bir alan üzerinde yer almasından dolayı fazla görülmemektedir. Buna karşılık birincil indikatör türler arasında *Olea europaea*, *Fraxinus ornus* ve *Castanea sativa*, ikincil indikatör türler ise *Artemisia* sp., *Centaurea cyanus* ve *Polygonum cognatum* en fazla karşımıza çıkan taksalardır. Bu taksaların en fazla orana sahip olduğu dönemler ise Osmanlı Devleti'nin hüküm sürdüğü zaman periyoduna karşılık gelmektedir.
- Çalışma sahasının Akdeniz Dağ kuşağı üzerinde yer alması

ve 4 farklı küresel iklim döneminde (Roma Sıcak İklim Dönemi, 1400 Soğuk İklim Dönemi, Ortaçağ Sıcak Dönemi ve Küçük Buzul Çağı) meydana gelen ortamsal değişimler jeokimyasal analizlerden elde edilen veriler ile karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçların küresel iklim değişikliği ile uyumluluk gösterdiği tespit edilmiştir.

- μ -XRF analizinden elde edilen sonuçlar ile Anadolu'daki diğer çalışmalar değerlendirilerek bölgede detaylı iklimsel yorumlama yapılmıştır. 1.900-1.650 Kal GÖ sıcak ve nemli ortam koşulları, 1.500 Kal GÖ'ye kadar ise sıcaklık değerlerinde azalma görülmüştür. 1.450 ve 1.300 Kal GÖ arası düşük sıcaklıklar, 1.100-675 Kal GÖ yılları arasında kurak koşulların yaşandığı nemli iklim koşulları hakimdir.
- KBC'nin başlangıcında düşük sıcaklıklar, bitimine doğru ise sıcaklık artışı meydana gelmiştir. Spörer Minimum, Maunder Minimum ve Dalton Minimum'da güneş etkileri azalmış, kurak/soğuk iklim koşulları etkili olmuştur. Elde edilen μ -XRF verileri küresel iklim dönemleri ile uyumluluk göstermektedir. Fosil polen diyagramına bakıldığında sıcaklıklara bağlı olarak yaşanan AP ve NAP oranındaki değişimler μ -XRF verileri ile desteklendiği ve uyumlu bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür ve Katkı Belirtme : Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, SYL – 2018 – 6906 numaralı BAP projesi tarafından desteklenmiştir. Çalışmanın çeşitli aşamalarında katkı sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü doktora öğrencilerinden Mustafa Doğan, Ahmet Köse, Seda Kaya Köse ve arazi çalışmamız sırasındaki katkılarından dolayı Dr. Warren Eastwood'a μ - XRF analizleri kapsamında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Şule Gürboğa'ya teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Çatışması/Conflict of Interest : Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim. *The authors declare that there is no conflict of interest.*

Veri Erişebilirliği/Data availability : Fosil polen analizleri ve μ -XRF analizleri kendi ürettiğimiz veri olduğu için herhangi bir açık kaynak bağlantısından yararlanılmamıştır. *Since fossil pollen analyzes and μ -XRF analyzes are self-generated data, no open source links were used.*

Yazar katkısı / Author contribution : Çalışma konsepti ve tasarımı Y. B., Ç. Ş. ve Y. Ü. tarafından yapılmıştır. Y. B., Ç. Ş. ve Y. Ü. tarafından veriler toplanmış ve yorumlaması yapılmıştır. İlk yazım kısmı Y. B. tarafından yapıp daha sonradan Ç. Ş. ve Y. Ü. tarafından da okunmuş en son gerekli düzeltmeler Y. B., Ç. Ş. ve Y. Ü. tarafından yapılmıştır. *The working concept and design was made by Y. B., Ç. Ş. and Y. Ü. Data were collected and interpreted by Y. B., Ç. Ş. and Y. Ü. The first writing part was made by Y. B. and later read by Ç. Ş. ve Y. Ü. and the last necessary corrections were made by Y. B., Ç. Ş. and Y. Ü.*

Kaynakça

- Akkemik, Ü., Caner, H., Conyers, G. A., Dillon, M. J., Karliolu, N., Rauh, N. K., & Theller, L. O. (2012). The archaeology of deforestation in south coastal Turkey. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 19(5), 395–405. <https://doi.org/10.1080/13504509.2012.684363>
- Allcock, S. (2013). *Living with a changing climate: Holocene climate variability and socio-evolutionary trajectories, Central Turkey* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Plymouth.
- Allcock, S. L. (2017). Long-term socio-environmental dynamics and adaptive cycles in Cappadocia, Turkey during the Holocene. *Quaternary International* (446), 66-82. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.06.065>
- Aufgebauer, A., Panagiotopoulos, K., Wagner, B., Schaebitz, F., Viehberg, F.A., Vogel, A., Zanchetta, G., Sulpizio, R., Leng M.J. & Damaschke, M. (2012). Climate and environmental change over the last 17 ka recorded in sediments from Lake Prespa (Albania/F.Y.R. of Macedonia/Greece). *Quat Int* (274), 122–135. doi:10.1016/j.quaint.2012.02.015
- Avcı, M. (1990). *Göller Yöresi Batı Kesiminin Bitki Coğrafyası* (Tez No: 12784) [Yayınlanmamış doktora tezi], İstanbul Üniversitesi
- Avcı, M. (1996a). Göller Yöresi Batı Kesiminde İklim Özellikleri ile Bitki Örtüsü Arasındaki İlişkiler. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 4, 143-215. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25053/264496>
- Avcı, M. (1996b). The floristic regions of Turkey and a geographical approach for Anatolian Diagonal. Review of the Department of Geography, University of Istanbul (3), 59-91.
- Baillie, M. (2001). The AD 540 Event. *Current Archaeology*, 15(6), 266-269.
- Bakker, J., Kaniewski, D., Verstraeten, G., Laet V., & Waelkens, M. (2011). Numerically derived evidence for late-Holocene climate change and its impact on human presence in the southwest Taurus Mountains, Turkey. *The Holocene*, 22(4), 425-438.
- Bakker, J., Paulissen, E., Kaniewski, D., Poblome, J., Laet, V., Verstraeten, G., & Waelkens, M. (2013). Climate, People, Fire and Vegetation: New insights into vegetation dynamics in the Eastern Mediterranean since the 1st century AD. *Climate of the Past* (9), 57-87.
- Barriendos, M. (1997). Climatic variations in the Iberian Peninsula during the late Maunder Minimum (AD 1675-1715): an analysis of data from rogation ceremonies. *The Holocene*, (7), 105-111. <https://doi.org/10.1177/095968369700700110>
- Behre, K.-E. (1990). Some reflections on anthropogenic indicators and the record of prehistoric occupation phases in pollen diagrams from the Near East. In S. Bottema, G. Entjes-Nieborg. & W. Van Zeist (Eds.), *Man's role in the shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (s. 219-230). Rotterdam: A.A. Balkema.
- Birks, H. H. & Birks, H. J. (2000). Future uses of pollen analysis must include plant macrofossils. *Journal of Biogeography*, 27, 31-35. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00375.x>
- Bond, G., Showers, W., Cheseby, M., Lotti, R., Almasi, P., Menocal, P., Priore, P., Cullen, H., Hajdas, I & Bonani, G. (1997). A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates. *Science*, (278), 1257-1266. doi:10.1126/science.278.5341.1257
- Bottema, S., & Woldring, H. (1984). Late Quaternary Vegetation and Climate of Southwestern Turkey Part II. *Palaeohistoria*, (26), 123-149.
- Bottema, S., Woldring, H., & Aytuğ, B. (1986). *Palynological Investigations on The Relations Between Prehistoric Man and Vegetation in Turkey: the Beysehir Occupation Phase*. Proceedings of the 5th Optima Congress, (s. 315-328). İstanbul.
- Bottema, S. & Woldring, H. (1990). Anthropogenic indicators in The Pollen Record Of The Eastern Mediterranean. In S. Bottema, G. Entjes-Nieborg. & W. Van Zeist (Eds.), *Man's role in the shaping of the Eastern Mediterranean Landscape* (s. 231-264). Rotterdam: A.A. Balkema.
- Bottema, S., Woldring, H., & Aytuğ, B. (1993-1994). Late Quaternary vegetation history of Northern Turkey. *Palaeohistoria*, 35(36), 13-72.
- Bottema, S., Woldring, H., & Kayan, İ. (2001). *The late Quaternary vegetation history of western Turkey*, Roodenberg, J.J., Thissen, L.C. (Eds.), The Ilipinar Excavations II. (s. 327-354). Leiden: Nederlands Instituut Voor Het Nabije Oosten
- Brewer, S., Cheddadi, R., Beaulieu, J.L., Reille, M., & Data Contributors (2002). The spread of Deciduous Quercus throughout Europe since The Last Glacial Period. *Forest Ecology and Management*, (156), 27-48. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00646-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00646-6)
- Bulkan, Ö., Yalçın, M. N., & Wilkes, H. (2018). Geochemistry of Marmara Lake sediments-implications for Holocene environmental changes in Western Turkey. *Quaternary International*, (486), 199-214. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.045>
- Caner, H., & Algan, O. (2002). Palynology of sapropelic layers from the Marmara Sea. *Marine Geology*, 190(1–2), 35–46. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00341-9](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00341-9)
- Cho, J.-H. (2014). The Little Ice Age and the coming of the Anthropocene. *Asian Review of World Histories*, 2(1), 1-16. <https://doi.org/10.12773/arwh.2014.2.1.001>
- Croudace, I. W., Rindby, A., & Rothwell, R. G. (2006). ITRAX: Description and evaluation of a new multifunction X-Ray core scanner. In R.G. Rothwell (Eds.), *New Techniques in Sediment Core Analysis*. Geological Society Special Publication, (267), 51-63.
- Croudace, I., & Rothwell, G. (2010). Micro-XRF sediment core scanners: important new tools for the environmental and earth sciences. *Spectroscopy Europe*, 22(3), 6-13. <https://www.spectroscopyeurope.com/article/micro-xrf-sediment-core-scanners-important-new-tools-environmental-and-earth-sciences>
- Croudace, I.W. & Rothwell, R.G. (2015). Book reviews: *Micro-XRF studies of sediment cores. Applications of a Non-Destructive Tool for the Environmental Sciences*. Vol. 22. London: Springer.
- Croudace, I. W., Löwemark, L., Tjallingii, R., & Zolitschka, B. (2019). Current perspectives on the capabilities of high resolution XRF core scanners. *Quaternary International*, (514), 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.04.002>
- Crowley, T. J., & Lowery, T. S. (2000). How warm was the Medieval Warm Period? *A Journal of the Human Environment*, 29(1), 51-54. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-29.1.51>
- Çağatay, M., Öğretmen, N., Damcı, E., Stockhecke, M., Sancar, Ü., Eriş, K.K., & Özeren, S. (2014). Lake level and climate records of the last 90 ka from the Northern Basin of Lake Van, eastern Turkey. *Quaternary Science Reviews*, (104), 97-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.09.027>
- Danladi, I.B. & Ön, S.A. (2018). Solar forcing and climate variability during the past millennium as recorded in a high altitude lake: Lake Salda (SW Anatolia). *Quaternary International*, (486), 185-198. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.068>

- Davies, S., Lamb, H., & Roberts, S. (2015). Micro-XRF Core Scanning in Palaeolimnology: Recent Developments. In I. Croudace, & R. Rothwell (Eds.), *Micro-XRF Studies of Sediment Cores Applications Of A Non-Destructive Tool For The Environmental Sciences* (s. 119-126). Ontario, Canada: Springer. doi:10.1007/978-94-017-9849-5
- Davis, P.H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 1–9. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 10. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Dean, J.R., Jones, M.D., Leng, M.J., Sloane, H.J., Roberts, N., Woodbridge, J., Swann, G.E.A., Metcalfe, S.E., Eastwood, W.J., & Yiğitbaşıoğlu, H. (2013). Palaeo-seasonality of the last two millennia reconstructed from the oxygen isotope composition of carbonates and diatom silica from Nar Gölü, central Turkey. *Quaternary Science Reviews*, (66), 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.07.014>
- Dean, J.R., Jones, M.D., Leng, M.J., Noble, S.R., Metcalfe, S.E., Sloane, H.J., Sahy, D., Eastwood, W.J., & Roberts, N. (2015). Eastern Mediterranean hydroclimate over the late glacial and Holocene, reconstructed from the sediments of Nar lake, central Turkey, using stable isotopes and carbonate mineralogy. *Quaternary Science Reviews*, (124), 162-174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.023>
- Dean, J.R., Jones, M.D., Leng, M.J., Metcalfe, S.E., Sloane, H.J., Eastwood, W.J., & Roberts, N. (2018). Seasonality of Holocene hydroclimate in the Eastern Mediterranean reconstructed using the oxygen isotope composition of carbonates and diatoms from Lake Nar, central Turkey. *The Holocene*, 28(2), 267-276. <https://doi.org/10.1177/0959683617721>
- Eastwood, W.J. (1997). *The palaeoecological record of holocene environmental change in southwest turkey*. [Doctoral thesis, University of Wales].
- Eastwood, W.J., Roberts, N., & Lamb, H. (1998). Palaeoecological and archaeological evidence for human occupation in southwest Turkey: the Beyşehir occupation phase. *Anatolian Studies*, (48), 69-86. doi: <https://doi.org/10.2307/3643048>
- Eastwood, W.J., Roberts, N., Lamb, H.F., & Tibby, H.J. (1999). Holocene environmental change in southwest Turkey: a palaeoecological record of lake and catchment-related changes. *Quaternary Science Reviews*, (18), 671-695. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(98\)00104-8](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(98)00104-8)
- Eastwood, W.J., Leng, M., & Davis, N.R. (2007) Holocene climate change in the eastern Mediterranean region: a comparison of stable isotope and pollen data from Lake Gölhisar, southwest Turkey. *Journal Of Quaternary Science*, 22(4), 327-341. doi:10.1002/jqs.1062
- Eastwood, W.J., Gümüşçü, O., Yiğitbaşıoğlu, H., Haldon, J.F., & England, A. (2009). Integrating Palaeoecological and Archaeo-Historical records: Land use and Landscape change in Cappadocia (central Turkey) since late Antiquity. In T. Vorderstrasse, & J. Roodenberg (Eds.), *Archaeology of the Countryside in Medieval Anatolia* (s. 45-69). Leiden: Nederlands Instituut voor het Nabije Oosten.
- Ediger, V., Demirbağ, E., Ergintav, S., İnan, S., & Saatçılar, R. (2018). Post-Glacial Terraces of The Marmara Sea and water exchange periods, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, (157), 39-57. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.401208>
- England, A. (2006). *Late Holocene Palaeoecology Of Cappadocia (Central Turkey): An Investigation Of Annually Laminated Sediments From Nar Gölü Crater Lake*. [Doctoral thesis, University of Birmingham].
- England, A., Eastwood, W.J., Roberts, N., Turner, R., & Haldon, J.F. (2008). Historical landscape change in Cappadocia (central Turkey): a palaeoecological investigation of annually laminated sediments from Nar lake. *The Holocene*, 18(8), 1229-1245. doi:10.1177/0959683608096598
- Eriş, K.K. (2013). Late Pleistocene-Holocene sedimentary records of climate and lake-level changes in Lake Hazar, eastern Anatolia, Turkey. *Quaternary International*, (302), 123-134. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2012.12.024>
- Eriş, K.K. (2014). Hazar Gölü'nde (Elâzığ) pleyistosen-holosen dönemi yüksek çözünürlü iklim ve su seviyesi değişimleri (TÜBİTAK Proje No:111Y045).
- Eriş, K.K., Ön, S.A., Çağatay, M.N., Ülgen, U.B., Ön, Z.B., Gürocak, Z., Arslan, T.N., Akkoca, D.B., Damcı, E., İnceöz, M., & Okan, Ö.Ö. (2018). Late Pleistocene to Holocene paleoenvironmental evolution of Lake Hazar, Eastern Anatolia, Turkey. *Quaternary International* (486), 4-16. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.09.027>
- Fægri, K. & Iversen, J. (1975). *Textbook of pollen analysis*. (3. Edition). New York: Hafner Press.
- Fagan, B. (2002). *The Little Ice Age: How Climate Made History 1300-1850*. New York: Basic Books.
- Feulner, G., & Rahmstorf, S. (2010). On the effect of a new grand minimum of solar activity on the future climate on Earth. *Geophysical Research Letters*, 37(5), 1-5. <https://doi.org/10.1029/2010gl042710>
- Fleitmann, D., Cheng, H., Badertscher, S., Edwards, R.L., Mudelsee, M., Göktürk, O.M., Fankhauser, A., Pickering, R., Raible, C.C., Matter, A., Kramers, J., & Tüysüz, O. (2009). Timing and climatic impact of Greenland interstadials recorded in stalagmites from northern Turkey. *Geophysical Research Letters* (36), 1-5. doi:10.1029/2009GL040050
- Foerster, V., Junginger, A., Langkamp, O., Gebru, T., Asrat, A., Umer, M., Lamb, H.J., Wennrich, V., Rethemeyer, J., Nowaczyk, N., Trauth, M.H., & Schaebitz, F. (2012). Climatic change recorded in the sediments of the Chew Bahir basin, southern Ethiopia, during the last 45,000 years. *Quaternary International*, (274), 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.06.028>
- Gaillard, M. (2007). Archaeological applications. In S.A. Elias (Eds.), *The Encyclopedia of Quaternary Science* (s. 2570-2595). Amsterdam: Elsevier.
- Göktürk, O., Fleitmann, D., Badertscher, S., Cheng, H., Edwards, R., Leuenberger, M., Fankhauser, A., Tüysüz, O., & Kramers, J. (2011). Climate on the southern Black Sea coast during the Holocene: implications from the Sofular Cave record. *Quaternary Science Reviews*, (30), 2433-2445. doi:10.1016/j.quascirev.2011.05.007
- Günal, N. (2013). Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, 5(1), 1-22. <https://www.actaturcica.org/2019/12/03/2013/>
- Grimm, E. (2015). Tilia Software. Springfield: Illinois State Museum.
- Griswold, W.J. (1983). *The Great Anatolian Rebellion 1591-1611 (Anadolu'da Büyük İsyân 1591-1611)*. Berlin: Klaus Schwarz Verlag.
- Grudd, H., Briffa, K.R., Karlen, W., Bartholin, T.S., Jones, P.D., & Kromer, B. (2002). A 7400-year tree-ring chronology in northern Swedish Lapland: natural climatic variability expressed on annual to millennial timescales. *The Holocene*, 12(6), 657-665. doi:10.1191/0959683602h1578rp

- Haldon, J., Roberts, N., Izdebski, A., Fleitmann, D., McCormick, M., Cassis, M., Doonan, O., Eastwood, W.J., Elton, H., Ladstätter, S., Manning, S., Newhard, J., Nicoll, K., Telelis, I., & Xoplaki, E. (2014). The Climate and Environment of Byzantine Anatolia: Integrating Science, History, and Archaeology. *Journal of Interdisciplinary History*, 45(2), 113-161. [muse.jhu.edu/article/552650](https://doi.org/10.1215/00141801-1270000).
- Izdebski, A. (2011). Why did Agriculture Flourish in the Late Antique East? The Role of Climate Fluctuations in the Development and Contraction of Agriculture in Asia Minor and the Middle East from the 4th Till the 7th c. AD. In W. Brandes, A. Demandt, H. Leppin, H. Krasser, & P. Möllendorff (Eds.), *Yearbook on the Culture and History of the First Millennium C.E.* (s. 291-312). Berlin: Walter De Gruyter Inc.
- Jones, M.D., Roberts, C.N., & Leng, M.J. (2007). Quantifying climatic change through the last glacial–interglacial transition based on lake isotope palaeohydrology from central Turkey. *Quaternary Research*, (67), 463–473. doi:10.1016/j.yqres.2007.01.004
- Jones, M.D., Roberts, N., Leng, M.J., & Türkeş, M. (2006). A high-resolution Late Holocene lake isotope record from Turkey and links to North Atlantic and monsoon climate. *Geology*, (34), 361-364. doi:10.1130/G22407.1
- Kalıpçı, E. (2019). *Karataş Gölü ve Yakın Çevresinin Paleovejetasyonu*, (Tez No: 559774) [Yüksek lisans tezi] Süleyman Demirel Üniversitesi
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Rauh, N.K., Akkemik, Ü., Köse, N., & Connor, E.M. (2016). Palynological evidence for human occupation in western Rough Cilicia (southwest Turkey). *Quaternary International*, (401), 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.036>
- Karlıoğlu, Kılıç, N., Caner, H., Erginal, A.E., Ersin, S., Selim, H.H., & Kaya, H. (2018). Environmental changes based on multi-proxy analysis of core sediments in Lake Aktaş Turkey: Preliminary results. *Quaternary International*, (486), 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.004>
- Kylander, M., Ampel, L., Wohlfarth, B., & Veres, D. (2011). High-Resolution X-Ray Fluorescence core scanning analysis of Les Echets (France) Sedimentary Sequence: New insights from chemical proxies. *Journal Of Quaternary Science*, 26(1), 109-117. doi:10.1002/jqs.1438
- Kuzucuoğlu, C., Dörfler, W., Kunesch, S., & Goupille, F. (2011). Mid-to Late-Holocene climate change in Central Turkey: The Tecer Lake record. *The Holocene*, 21(1), 173-188. doi:10.1177/0959683610384163
- Lean, J., Beer, J., & Bradley, R. (1995). Reconstruction of Solar Irradiance since 1610: Implications for climate change. *Geophysical Research Letters*, 22(23), 3195-3198. doi:10.1029/95GL03093
- Leroy, S.A.G., Boyraz, S., & Gürbüz, A. (2009). High-resolution palynological analysis in Lake Sapanca as a tool to detect recent earthquakes on the North Anatolian Fault. *Quaternary Science Reviews*, 28(25–26), 2616–2632. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.05.018>
- Li, M., Xu, Q., Zhang, S., Li, Y., Ding, W., & Li, J. (2015). Indicator pollen taxa of Human-Induced and natural vegetation in Northern China. *The Holocene*, 25(4), 686-701. doi:10.1177/0959683614566219
- Litt, T., Pickarski, N., Heumann, G., Stockhecke, M., & Tzedakis, P.C. (2014). A 600,000 year long continental pollen record from Lake Van, eastern Anatolia (Turkey). *Quaternary Science Reviews*, (104), 30-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.03.017>
- Litt, T. & Anselmetti, F.S. (2014). "Lake Van deep drilling project PALEOVAN", *Quaternary Sci. Rev.*, (104), 1-7, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.09.026>.
- Lowe, J., & Walker, M. (2015). *Reconstructing Quaternary Environments* (3rd Edition). New York: Routledge.
- Lu, V. (2018). XIV. ve XVII. Yüzyıllarda iklimsel ve doğal şartların Osmanlı İmparatorluğu'na etkisi. *Pesa Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 216-240. <https://doi.org/10.25272/j.2149-8385.2018.4.2.01>
- Luterbacher, J., Rickli, R., Xoplaki, E., Tinguely, C., Beck, C., Pfister, C., & Wanner, H. (2001). The Late Maunder Minimum (1675–1715) – A key period for studying decadal scale climatic change in Europe. *Climatic Change*, (49), 441-462. <https://doi.org/10.1023/A:1010667524422>
- Mayewski, P.A., Rohling, E.E., Stager, J.C., Maasch, K.A., Meeker, L.D., Meyerson, E.A., Gasse, F., Kreveld, S. Van, Holmgren, K., Lee-thorp, J., Rosqvist, G., Rack, F., Staubwasser, M., Schneider, R.R., Steig, E.J., (2004). Holocene climate variability. *Quat. Res.* (62), 243–255. doi:10.1016/j.yqres.2004.07.001
- McCormick, M., Büntgen, U., Cane, M.A., Cook, E.R., Harper, K., Huybers, P., Litt, T., Manning, S.W., Mayewski, P.A., More, A.F.M., Nicolussi, K., & Tegel, W. (2012). Climate change during and after the Roman Empire: Reconstructing the past from scientific and historical evidence. *The Journal of Interdisciplinary History*, 43(2), 169-220. <https://www.jstor.org/stable/41678664>
- Memiş, T. (2017). *Fosil Polen Analizleri Işığında Tuzla Gölü Çevresinin Geç Holosen Paleovejetasyonu*. (Tez No: 483832) [Yüksek lisans tezi] Süleyman Demirel Üniversitesi
- Metcalfe, S.E., Jones, M.D., Davies, S.J., Noren, A., & MacKenzie, A. (2010). Climate variability over the last two millennia in the North American Monsoon region, recorded in laminated lake sediments from Laguna de Juanacatlán, Mexico. *Holocene*, 20(8), 1195–1206. <https://doi.org/10.1177/0959683610371994>
- Miebach, A., Niestrath, P., Roeser, P., & Litt, T. (2016). Impacts of Climate and Humans on the Vegetation in Northwestern Turkey: Palynological Insights from Lake Iznik Since The Last Glacial. *Climate Of The Past*, 12, 575-593. doi:10.5194/cp-12-575-2016
- Moore, P., Webb, J. & Collinson, M. (1991). *Pollen Analysis*. (2. Edition). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Moreno, A., Lopez-Merino, L., Leira, M., Marco-Barba, J., Gonzalez-Samperiz, P., Valero-Garce's, B. L., López-Sáez, J.A., Santos, L., Mata, P., & Ito, E. (2011) Revealing the last 13,500 years of environmental history from the multi-proxy record of a mountain lake (Lago Enol, northern Iberian Peninsula). *J Paleolimnol* (46), 327–349. doi:10.1007/s10933-009-9387-7
- Mudie, P.J., Rochon, A., & Aksu, A.E. (2002). Pollen stratigraphy of Late Quaternary cores from Marmara Sea: Land-sea correlation and paleoclimatic history. *Marine Geology*, 190(1–2), 233–260. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(02\)00349-3](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(02)00349-3)
- North Greenland Ice Core Project members (NGRIP). (2004). "High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period", *Nature* (431) 147-151. DOI: 10.1038/nature02805
- Ören, A. (2018). *Kültepe (Kayseri) Çevresinin Fosil Polen Analizleri Işığında Holosen Paleocoğrafyası*, (Tez No: 534785) [Doktora tezi] Ankara Üniversitesi
- Ön, S.A., Çağatay, N., & Sakiç, M. (2011). Küçükçekmece Lagünü'nde (İstanbul) "Küçük Buzul Çağı" ve "Orta Çağ İllik Dönemi" çökel kayıtları. *İTÜ Dergisi*, 10(4), 131-140. http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/view/1341
- Ön, S.A. (2017). Küçük Buz Çağında güneş etkisine bağlı iklim değişimleri: Köyceğiz Gölü çökel kayıtları (GB Anadolu). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, (60), 569-588. doi:10.25288/tjb.370616

- Ön, Z.B., Akçer Ön, S., Özeren, M.S., Eriş, K.K., Greaves, A.M., & Çağatay, M.N. (2018). "Climate proxies for the last 17.3 ka from Lake Hazar (Eastern Anatolia), extracted by Independent Component Analysis of μ -XRF data", *Quaternary International*, (486), 17-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.066>
- Perry, C.A. & Hsu, K.J. (2000). Geophysical, archaeological, and historical evidence support a solar-output model for climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(23), 12433-12438. <http://www.jstor.org/stable/123866>
- Ramsey, C., & Lee, S. (2013). Recent and planned developments of the program OxCal. *Radiocarbon*, 55(2), 720-730. doi:10.1017/S0033822200057878
- Rasmussen, S.O., Andersen, K., Svensson, A., Steffensen, J., Vinther, B., Clausen, H., Siggaard-Andersen, M-L., Johnsen, S.J., Larsen, L.B., Dahl-Jensen, D., Bigler, M., Rothlisberger, R., Fischer, H., Goto-Azuma, K., Hansson, M.E. & Ruth, U. (2006). "A new Greenland ice core chronology for the Last Glacial termination", *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 111(D6). DOI: 10.1029/2005JD006079.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S.P., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallenga, P., Vinther, B.M., Walker, M.J.C., Wheatley, J.J., & Winstrup, M. (2014). A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*, (106), 14-28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.09.007>
- Rigozo, N., Echer, E., Vieira, L.E.A., & Nordemann, D.J.R. (2001). Reconstruction of Wolf Sunspot Numbers on the Basis of Spectral Characteristics and Estimates of Associated Radio Flux and Solar Wind Parameters for the Last Millennium. *Solar Physics*, (203), 179-191. DOI: 10.1023/A:1012745612022
- Roberts, N., Reed, J., Leng, M.J., Kuzucuoğlu, C., Fontugne, M., Bertaux, J., Woldring, H., Bottema, S., Black, S., Hunt, E., & Karabiyoğlu, M., (2001). The tempo of Holocene climatic change in the eastern Mediterranean region: new high-resolution crater-lake sediment data from central Turkey. *Holocene* 11(6), 719-734. DOI: 10.1191/09596830195744
- Roberts, N., Jones, M.D., Benkaddour, A., Eastwood, W.J., Filippi, M.L., Frogley, M.R., Lamb, H.F., Leng, M.J., Reed, J.M., Stein, M., Stevens, L., Valero-Garcés, B., & Zanchetta, G. (2008). Stable Isotope Records of Late Quaternary Climate and Hydrology from Mediterranean Lakes: The ISOMED Synthesis. *Quaternary Science Reviews* 27(25-26), 2426-2441. doi: 10.1016/j.quascirev.2008.09.005.
- Roberts, N., Eastwood, W.J., Kuzucuoğlu, C., Fiorentino, C. & Caracuta, V. (2011). Climatic, Vegetation and Cultural change in the Eastern Mediterranean during the Mid-Holocene Environmental Transition. *Holocene* 21(1), 147-62. doi: 10.1177/0959683610386819.
- Roberts, N., Allcock, S.L., Arnaud, F., Dean, J.R., Eastwood, W.J., Jones, M.D., Leng, M.J., Metcalfe, S.E., Malet, E., Woodbridge, J., & Yiğitbaşıoğlu, H. (2016). A tale of two lakes: a multi-proxy comparison of Lateglacial and Holocene environmental change in Cappadocia, Turkey. *Journal Of Quaternary Science*, 31(4), 348-362. doi:10.1002/jqs.2852
- Roberts, N. Allcock, S. L., Barnett, H., Mather, A., Eastwood, W.J., Jones, M., Primmer, N., Yiğitbaşıoğlu, H., & Vannière, B. (2019). Cause-and-effect in Mediterranean erosion: The role of humans and climate upon Holocene sediment flux into a central Anatolian lake catchment. *Geomorphology*, (331), 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.11.016>
- Rosen, A.M. (2007). "Civilizing Climate: Social Responses to Climate Change in the Ancient Near East", Alta Mira Press, Lanham, MD.
- Seppä, H. & Bennett, K. (2003). Quaternary pollen analysis: recent progress in palaeoecology and palaeoclimatology. *Progress in Physical Geography*, 27(4), 548-579. DOI: 10.1191/0309133303pp3940a
- Seppä, H. (2007). Pollen analysis, principles. In S.A. Elias (Eds.), *Encyclopedia of Quaternary Science* (s. 2486-2497). Amsterdam: Elsevier.
- Sharifi, A., Pourmand, A., Canuel, E.A., Ferer-Tyler, E., Peterson, L.C., Aichner, B., Feakins, S.J., Daryaee, T., Djamali, M., Beni, A.N., Lahijani, H.A.K., Swart, P.K. (2015). Abrupt climate variability since the last deglaciation based on a high-resolution, multi-proxy peat record from NW Iran: The hand that rocked the Cradle of Civilization?, *Quaternary Science Reviews* (123), 215-230. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.07.006>
- Shumilovskikh, L.S., Seeliger, M., Feuser, S., Novenko, E., Schlütz, F., Pint, A., Pirson, F., & Brückner, H. (2016). The harbour of Elaia: A palynological archive for human environmental interactions during the last 7500 years. *Quaternary Science Reviews*, (149), 167-187. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.07.014>
- Stock, F. Laermanns, H., Pint, A., Knipping, M., Wulf, S., Hassl, A.R., Heiss, A.G., Ladstätter, S., Opitz, S., Schwaiger, H., & Brückner, H. (2020). Human-environment interaction in the hinterland of Ephesos — As deduced from an in-depth study of Lake Belevi, west Anatolia. *Quaternary Science Reviews*, (224), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106418>
- Şenel, M. (1997). *1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Isparta N-24 Paftası*. Ankara: Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Şenkul, Ç. (2011). *Güneybatı Anadolu'nun holosen paleocoğrafyası*. (Tez No: 296325) [Doktora tezi] Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Şenkul, Ç. (2014). Polen analizlerinin temel prensipleri ve Kuvaterner ortam koşullarının yeniden yapılandırılmasındaki önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1), 33-41. <https://dergipark.org.tr/en/pub/derleme/issue/35091/389283>
- Şenkul, Ç. & Doğan, M. (2018). Fosil ve güncel polen analizleri ışığında Mucur Obruk Gölü çevresinin paleovejetasyon değişimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 70, 19-28. DOI: 19.17211/tcd.342955
- Şenkul, Ç. & Kalıpçı, E. (2019). Güneybatı Anadolu'dan yeni bir paleoekolojik değerlendirme: Karataş Gölü ve çevresinin Geç Holosen paleovejetasyon değişimleri ve iklim ile ilişkileri. *Coğrafya Dergisi*, (38), 35-47. doi:10.26650/JGEOG2019-0006
- Şenkul, Ç., Gürboğa, Ş., Doğan, M. & Doğan, T. (2021). High-resolution geochemical (μ XRF) and palynological analyses for climatic and environmental changes in lake sediments from Sultansazlığı Marsh (Central Anatolia) during the last 14.5 kyr. *Quaternary International*. (613), 24-38 doi: 10.1016/j.quaint.2021.08.010.
- Tainter, J.A. & Crumley, C.L. (2007). Climate, Complexity, and Problem Solving in the Roman Empire. R. Costanza, In L. J. Graumlich, & W. Steffen (Eds.), *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth* (s. 61-75). London: Dahlem Workshop Reports.

- Tudryn, A., Tucholka, P., Özgür, N., Gibert, E., Elitok, Ö., Kamaci, Z., Massault, M., Poisson, A., & Platevoet, B. (2013). A 2300-year record of environmental change from SW Anatolia, Lake Burdur, Turkey. *J Paleolimnol*, (46), 647-662. DOI 10.1007/s10933-013-9682-1
- Usoskin, I., Arlt, R., Asvestari, E., Hawkins, E., Kapyla, M., Kovaltsov, G.A., Krivova, N., Lockwood, M., Mursula, K., O'Reilly, J., Owens, M., Scott, C.J., Sokoloff, D.D., Solanki, S.K., Soon, W., & Vaquero, J.M. (2015). The Maunder minimum (1645–1715) was indeed a grand minimum: A reassessment of multiple datasets. *Astronomy and Astrophysics*, (581), 1-23. doi:10.1051/0004-6361/201526652
- Ülgen, U.B., Franz, S.O., Biltekin, D., Çağatay, M.N., Roeser, P.A., Doner, L., & Thein, J. (2012). Climatic and environmental evolution of Lake Iznik (NW Turkey) over the last ~4700 years. *Quaternary International*, (274), 88-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2012.06.016>
- Ünlü, Y. (2021). *Mikro-XRF verileri ışığında Paleo-Kuleönü Gölü ve çevresinin paleoklim özellikleri*. (Tez No: 698690) [Yüksek lisans tezi] Süleyman Demirel Üniversitesi
- Van Zeist, W., Woldring, H., & Stapert, D. (1975). Late Quaternary vegetation and climate of Southwestern Turkey. *Palaeohistoria* (17), 55-143. <https://ugp.rug.nl/Palaeohistoria/article/view/24805/22253>
- Verwoerde, M., Degryse, P., Vanhecke, L., Muchez, P.H., Paulissen, E., Smets, E., & Waelkens, M. (1999). Pollen analysis of two travertine sections in Basköy (southwestern Turkey): implications for environmental conditions during the early Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology*, (105), 93-110. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(98\)00068-2](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(98)00068-2)
- Verwoerde, M., Smets, E., Waelkens, M., Vanhaverbeke, H., Librecht, I., Paulissen, E., & Vanhecke, L. (2000). Late Holocene environmental change and the record of human impact at Gravgaz near Sagalassos, Southwest Turkey. *Journal of Archaeological Science*, (27), 571-595. doi:10.1006/jasc.1999.0478
- Verwoerde, M., Thuyne, T.V., Six, S., Vanhecke, L., Waelkens, M., Paulissen, E., & Smets, E. (2002). Late Holocene local vegetation dynamics in the Marsh of Gravgaz (Southwest Turkey). *Journal of Paleolimnology*, (27), 429-451. doi:<https://doi.org/10.2307/3643093>
- Verwoerde, M., Six, S., Poblome, J., Degryse, P., Paulissen, E., Waelkens, M., & Smets, E. (2003). Pollen sequences from the city of Sagalassos (Pisidia, southwest Turkey). *Anatolian Studies*, (53), 161-173. <https://doi.org/10.2307/3643093>
- Verwoerde, M. (2004). *Holocene Vegetation History in the Territory of Sagalassos (Southwest Turkey) A Palynological Approach Studies, Eastern Mediterranean Archaeology-SEMA 6*. Turnhout: Brepols Publishers
- Vural, G. (2016). *Fiziki Özellikleri ve Beşerî Etkileriyle; Küçük Buzul Çağı (1300-1850)* (Tez No: 451468). [Yüksek Lisans Tezi] İstanbul Üniversitesi
- Yavuz, V., Akçar, N., & Schlüchter, C. (2007). The Frozen Bosphorus And Its Paleoclimatic Implications Based On A Summary Of The Historical Data. In V. Yanko-Hombach, A. S. Gilbert, N. Panin, & P. Dolukhanov (Eds.), *The Black Sea Flood Question* (s. 633-649). Dordrecht, Netherlands: Springer. doi:10.13140/RG.2.1.2838.7685
- Wanner, H., Beer, J., Butikofer, J., Crowley, T.J., Cubasch, U., Flückiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J.O., Kuttel, M., Muller, S.A., Prentice, I.C., Solomina, O., Stocker, T.F., Tarasov, P., Wagner, M., Widmann, M., (2008). Mid- to Late Holocene climate change: an overview, *Quaternary Sci. Rev.* (27), 1791-1828. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2008.06.013>
- Wang, T., Surge, D., & Walker, K. J. (2013). Seasonal climate change across the Roman Warm Period/Vandal Minimum transition using isotope sclerochronology in archaeological shells and otoliths, southwest Florida, USA. *Quaternary International*, (308-309), 230-241. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.11.013>
- White, S. (2008). *Ecology, Climate, and Crisis in the Ottoman Near East*, [Doctoral dissertation, Columbia University]. University Graduate School of Arts and Sciences.
- White, S. (2011). *The Climate of Rebellion in the Early Modern Ottoman Empire*. Ohio: Cambridge University Press.
- Xoplaki, E., Maheras, P., & Luterbacher, J. (2001). Variability of Climate in Meridional Balkans During the Periods 1675–1715 and 1780–1830 and its Impact on Human Life. *Climatic Change*, (48), 581-615. <https://doi.org/10.1023/A:1005616424463>