



Yeşilyurt Polyesi (Muğla, GB Türkiye) Topraklarının Mineral İçeriklerine Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) Analizi ile Yaklaşım

*An Approach to Mineral Contents of Soils of Yeşilyurt Polje (Muğla, SW
Türkiye) with Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analysis*

CEREN KÜÇÜKUYSAL¹ Orcid: 0000-0002-4108-3522

MURAT GÜL^{1,2} Orcid: 0000-0003-1555-6426

¹*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Muğla*

²*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Muğla*

Geliş (received): 01/05/2023

Kabul (Accepted): 3/07/2023

ÖZ

Bu çalışma, Yeşilyurt polyesinde (Menteşe, Muğla) gelişen toprak profillerinin mineral içeriklerini Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) Analizi ile belirlemeyi amaçlamaktadır. Polye kenarını sınırlayan karbonatlı ve kırıntılı sedimanter kayaların oluşturduğu tepelerin zirve, omuz ve yamaç alanlarının üzerinde farklı kalınlıklarda toprak gelişimleri gözlenmiştir. Polyede toprak oluşum sürecinde, farklı kayaların etkisinin olması nedeniyle, temsili olarak polye tabanından iki toprak profili örneklenmiştir. Birinci profilden 18 adet, ikinci profilden 12 adet örnek alınmıştır. Alınan örnekler Zayıflatılmış Toplam Yansıma- Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi analizi ile incelenmiş ve mineral içerikleri belirlenmiştir. Buna göre her iki profilde kuvars, feldspat, illit/mika, kaolinit, karbonat ve hematit mineralleri tespit edilmiştir. Toprak profilleri boyunca minerallerin dalga sayısı ile absorpsiyon bantları litolojik değişimler ile eşleşmiştir. Çözünme ve süzülme süreçlerine duyarlı olan karbonatların absorpsiyon bantları daha zayıf bulunurken, kuvars-feldspat-hematit gibi Si-O gerilme bölgesi ile eşleşen titreşimlerin oldukça şiddetli olduğu gözlenmiştir. Aynı sistemin bileşenleri olduğu düşünüldüğünde, Yeşilyurt polyesi toprakları ile Muğla polyesi topraklarının arazide bulunuşları ve mineral içerikleri karşılaştırıldığında oldukça benzer oldukları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polye, toprak, FTIR, mineral, Yeşilyurt, Muğla

Ceren Küçükuysal cerenkucukuysal@mu.edu.tr

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla

ABSTRACT

This study aims to determine the mineral contents of soil profiles developed in Yeşilyurt polje (Menteşe, Muğla) by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis. Soil developments of different thicknesses were observed on the summit, shoulder and slope areas of the hills formed by carbonate and clastic rocks bordering the edge of the polje. Due to the influence of different rocks in the soil formation process, two representative soil profiles were sampled from the base of the polje. 18 samples were taken from the first profile and 12 samples from the second profile. The samples taken were examined by Attenuated Total Reflection-Fourier Transform Infrared Spectroscopy analysis and their mineral contents were determined. Accordingly, quartz, feldspar, illite/mica, kaolinite, carbonate minerals and hematite were detected in both profiles. The wave number of the minerals along the soil profiles and the absorption bands were matched with the lithological changes. While the absorption bands of carbonates that are sensitive to dissolution and leaching processes are found to be weaker, vibrations matching the Si-O stretching region such as quartz-feldspar-hematite are observed to be quite intense. Considering that they are components of the same system, it is seen that Yeşilyurt Polje soils and Muğla Polje soils are quite similar when their presence in the field and mineral contents are compared.

Keywords: Polje, soil, FTIR, mineral, Yeşilyurt, Muğla

GİRİŞ

Muğla ve çevresi karmaşık jeolojisi bakımından uzun yıllardır, araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Menderes Masifinin örtü birimleri (Özer ve ark., 2001; Bozkurt, 2004), Likya Napları (Graciansky, 1968; Ersoy, 1990; 1991; Collins ve Robertson, 1998, 1999, 2023), Beydağları Otoktonu (Sarı ve Özer, 2001; 2002) ve GB Anadolu'nun ve dolayısıyla bölgenin neotektonik evrimiyle ilgili çalışmalar (Görür ve ark.,1995; Ten Veen, 2004; Alçiçek, 2007; Gürer ve Yılmaz, 2002) literatürde yer almıştır. Muğla merkez ilçesi, Menteşe ve çevresinde yüzeylenen birimleri içine alan, çalışmalar da mevcuttur (Becker-Platen, 1970; Atalay, 1980; Hakyemez ve Örçen, 1982; Kayan, 1979; Konak ve ark., 1987; Hakyemez, 1989; Aktimur ve ark., 1996; Göktaş, 1998; Gül ve ark., 2013; Gül, 2015). Muğla il merkezi ve yakın çevresinde, Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarının oldukça yoğun olması, bölgenin karstik özellik

kazanmasına neden olmuş ve sonuç olarak irili ufaklı birçok polye (Muğla, Yeşilyurt, Yerkesik, Gülağzı, Dirgeme vb polyeler) gelişmiştir (Pehlivan, 1993). Kısaca karstik çöküntü alanları olarak tanımlanan polyeler, kireçtaşları ile çevrelenmiş, tabanları verimli alüvyal topraklarla kaplı olan ve bu bakımdan yoğun olarak tarımsal amaçla kullanılan alanlardır (Şimşek ve ark., 2020; Güldalı, 1976; Sür, 1995). Polye oluşumları yoğunlukla Akdeniz iklimi ve kireçtaşının çözünbilme özelliğinden dolayı gelişen drenaj ile karakterize edilir (Durn, 2003). Bu bakımdan polyeler kırmızı Akdeniz toprağının (Terra Rossa) gelişimi için uygun koşulları oluşturabilmektedir. Polye tabanları Kuvaterner çökeller ile kaplı olup, kireçtaşları/mermer dışında Muğla'da oldukça geniş yayılıma sahip Yatağan formasyonuna ait kırıntılı sedimanter kayaçlar da bölgenin önemli litolojilerindedir (Küçüküysal ve ark., 2022; Gül, 2015). Kireçtaşı kırık ve çatlaklarında gelişen veya alüvyal yelpaze çökelleri ile yamaç molozlarının ara katmanlarında gözlenen kırmızı Akdeniz toprakları (terra rossa) oluşumları da, polye oluşumuna eşlik eden önemli ürünlerdir (Küçüküysal ve ark., 2018, 2022; Atalay, 1997). Muğla bölgesinde bulunan polyeleri hidrojeolojik açıdan inceleyen (Pehlivan, 1993) ve ayrışma ürünü olan kırmızı Akdeniz topraklarının mineralojisini ve jeokimyasını inceleyen çalışmalar (Küçüküysal ve ark., 2018, 2022) literatürde yer almaktadır. Ancak birbirlerine çok da uzak olmayan ve bölgede farklı topografik yüksekliklerde görülen, diğer polyelerin toprak gelişim süreçleri, topraklarının mineralojisini inceleyen detaylı bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile Yeşilyurt Polyesi'nde, gelişim gösteren kırmızı toprakların arazi bulunuşlarının değerlendirilmesi ve polye tabanından alınmış iki toprak profili üzerinde gerçekleştirilen Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ile mineral içeriklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

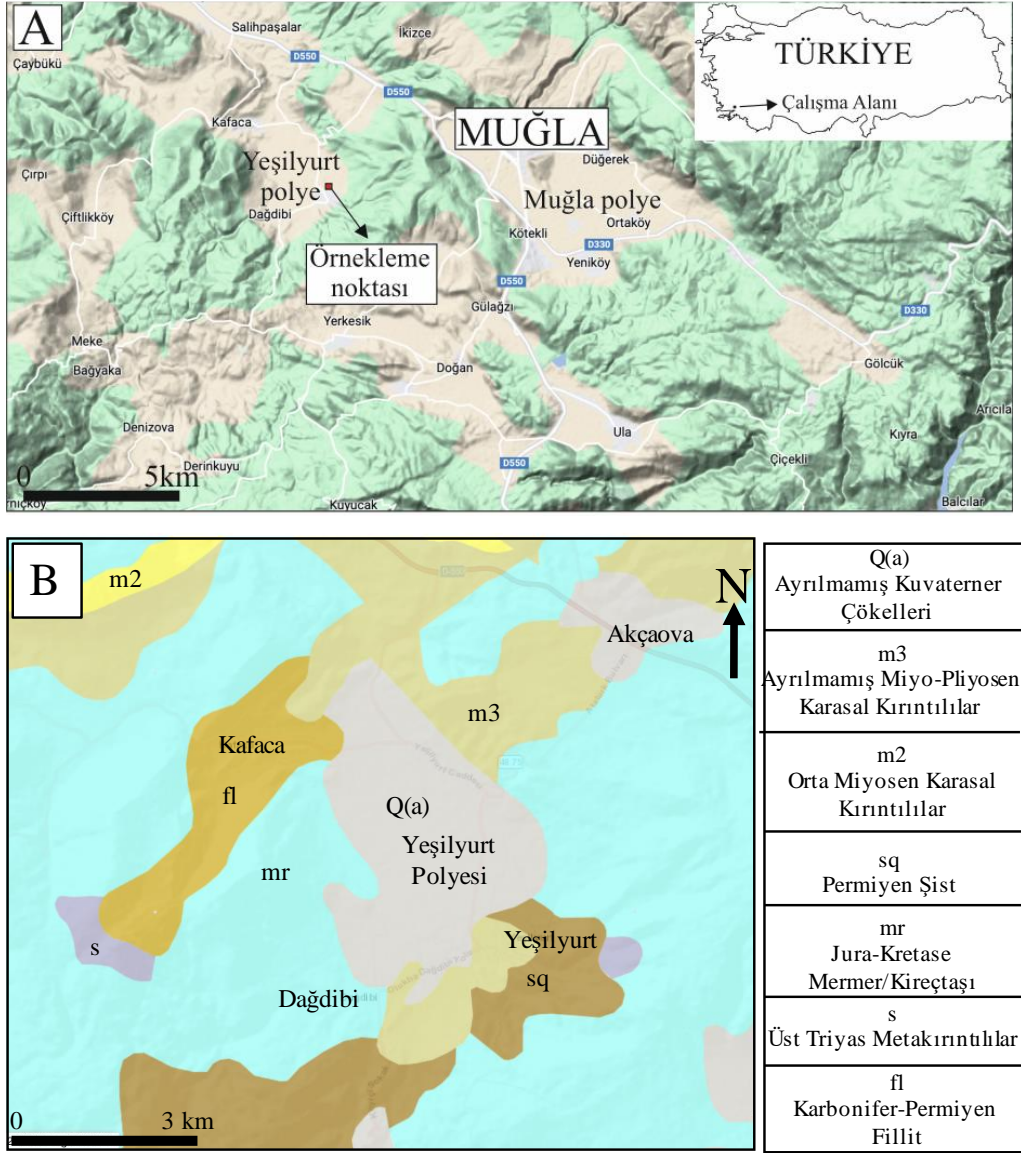
ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanı, Türkiye'nin güneybatısında Muğla il merkezinde yer almaktadır (Şekil 1A). Yeşilyurt Polyesi, Muğla il merkezinin ve Muğla Polyesi'nin batısında yer alan, yaklaşık 11 km²'lik bir alana sahip KB-GD doğrultulu ve kuzeyinde fayla sınırlanmış bir polyedir (Pehlivan, 1993). Polye ve yakın çevresinin jeolojisi, Akbaş ve ark. (2011) ve Göktaş ve ark. (1982)'den derlenmiştir (Şekil 1B). Çalışma alanındaki en yaşlı kayaçlar, polyenin batısında yüzeyleyen Karbonifer-Permien yaşlı fillitlerdir. Permien yaşlı şistler, polyenin

güneydoğusunda görülmüştür. Polye yakınlarında, oldukça kısıtlı bir alanda, yüzeylenen Alt-Triyas yaşlı metakumtaşı, metaçakıltası ve metapelitler polyenin kuzeybatısında yer almaktadır. Benzer şekilde, Üst-Triyas yaşlı metakırıntılı kayaçlar da polyenin güneydoğusunda sınırlı bir alanda, şistlerle birlikte bulunmaktadır. Çalışma alanının ana litolojisi olan, Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı-mermer birimi, polyenin doğu ve batısında oldukça geniş bir alanda yayılım gösterirken aynı zamanda kuzey ve güneyinde de hâkim birim olarak yer almıştır. Bunları uyumsuzlukla üzerleyen Miyo-Pliyosen yaşlı kireçtaşı, çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı birimleri, polyenin kuzey ve güneyinde bulunmaktadır (Akbaş ve ark., 2011; Göktaş ve ark., 1982; Göktaş, 1998). Polye tabanını, Kuvaterner yaşlı birimler doldurmuştur (Şekil 1B). Doğu-batı yönünde alınan kesit polyenin, yamaç önünden başlayan yükseltisinin, batıya hafif eğimli olduğunu gösterirken (Şekil 2A), kuzeybatı-güneydoğu yönünde alınan kesit ise polyeyi sınırlayan yamaç düzlemlerinin kırıntılı sedimanter kayaçlara dayandığını göstermektedir (Şekil 2B). Kuzeydoğu-güneybatı yönünde alınan kesit ise Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı-mermer birimlerinin sınırında, güneybatıya doğru yükseltinin arttığını, zirve-omuz ve yamaç sisteminin kuzeyde yine Pliyosen kırıntılı sedimanter kayaçlarla sınırlandığını göstermektedir (Göktaş, 1998) (Şekil 2C). Yeşilyurt Polyesi gibi Muğla'nın karstik yapısına bağlı olarak gelişen ve bölgedeki en büyük polye olan, Muğla Polyesi de kuzeybatı kenarında gözlenen aktif Muğla-Yatağan normal fayı ile sınırlanmıştır (Şaroğlu ve ark., 1987; Karabacak, 2016). Polye alanını Permo-Karbonifer'den Pliyosen'e değişen yaşlarda kayaların oluşturduğu, yüksekliği 1000 metreye ulaşan kayalık alanlarla sınırlandırılmıştır. Polye tabanı kotu yaklaşık 620 m civarındadır. Faylı kenarlara paralel uzanan Kuvaterner yaşlı kolüvyon-yamaç molozu, faylı polye kenarlarını dikine keserek havzaya ulaşan derelerin oluşturduğu Muğla ve Düğerek alüvyal yelpazelerindeki çökeller ve polye merkezine doğru alüvyal çökeller polyeyi doldurmaktadır (Şekil 2D).

Yeşilyurt Polyesi'ni içine alan Muğla'da genel iklim sınıfı, Köppen iklim sınıflandırmasına (Köppen, 1884,1918, 1936; Arnfield, 2023) göre 'Csa' olup, kışlar ılık-yazlar çok sıcak ve kurak olarak sınıflandırılmaktadır (https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf erişim tarihi: 22.02.2022). Ortalama sıcaklığı 14,1 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı, 1041 mm olarak raporlanmaktadır (<https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/mugla/mentese-923599/> erişim tarihi: 22.02.2022). Oldukça yüksek sayılabilecek yağış miktarı, özellikle kış aylarında polye

kenarını kesen dere yatakları vasıtasıyla, polye çevresinde biriken sedimanları polyeye doğru hareketlendirmektedir. Tane boylarına göre polye kenarına yakın yerlerde iri taneler merkeze doğru ince taneli sedimanların taşınımı gözlenmektedir. Bu sedimanlar alüvyal yelpazelerin gelişimine olanak sağlamışlar, kolüvyon kamaları ve alüvyonları beslemişlerdir (Gül, 2015; Gül ve ark., 2021).



Şekil 1 a) Çalışma alanı yer bulduru haritası. b) Yeşilyurt Polyesi jeoloji haritası (Akbaş ve ark., 2011; Gökteş ve ark., 1982)

Figure 1. a) Location map of the study area b) Geological map of Yeşilyurt Polje (Akbaş et al., 2011; Gökteş et al., 1982)

MATERYAL VE METOD

Çalışma alanında, polye tabanında belirlenen iki yakın noktadan ($37^{\circ}11'42.07''K$, $28^{\circ}16'34.65''D$) toprak profili örnekleme yapılmıştır. Toprak örnekleme her iki noktada burgu ile 130 cm derine kadar gerçekleştirilmiştir. Profiller 1. ve 2. profil olarak kaydedilmiştir. 1. Profilde en üst seviyelerde (5-20 cm) açık-boz renkli siltli kil ilerleyen santimetrelerde, yerini plastikliği daha yüksek olan killi seviyelere bırakmıştır (Şekil 3). Bitki kök kalıntılarının, eşlik ettiği killi birim tekrar 40 cm seviyesinde siltli kil ile 99 cm'ye kadar devam etmiştir. Daha derinlerde 110-122 cm aralığında bitki kökleri tekrar belirlenmiştir. Birinci profilin sonuna doğru killi ve siltli birimler birbirlerini üzerleyerek devam etmiştir. 0-99 cm aralığında daha homojen görünen koyu kahverengi toprak seviyesi, 100 cm'den sonra yerini açık gri renkli ana kaya çakıllarını içeren seviyeye bırakmıştır (Şekil 3). İkinci profile baktığımızda 0-102 cm aralığında belirgin olarak koyu kahverengi killi, yer yer bitki kökleri gözlenen seviye ile 104 cm'den sonra açık gri renkli, yer yer ana kaya çakıllarını içeren fillit parçalarının yoğun olduğu siltli killi seviye görülmektedir (Şekil 3). Her iki profilden toprak örnekleme yapılmıştır. Örnek aralıkları profil boyunca fiziksel değişimlerin görüldüğü noktalara denk getirilmiştir. 1.profilde 18, 2.profilde 12 adet örnek alınmıştır.

Toprak örneklerinin mineralojik içeriklerinin belirlenmesi ve kompozisyon bileşenlerinin moleküler izlerinin anlaşılması amacıyla, toprak profili boyunca alınan tüm örneklerde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Kimya Bölümü'nde Zayıflatılmış Toplam Yansıma- Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (ATR-FTIR) analizi gerçekleştirilmiştir. Profil örneklerinin FTIR spektrumları Thermo Scientific Nicolet İS10 Smart iTR ile iletim modunda $4000-400\text{ cm}^{-1}$ dalga boyu aralığında 32 tarama sayısı ve 16 cm^{-1} çözünürlükte analiz edilmiştir.

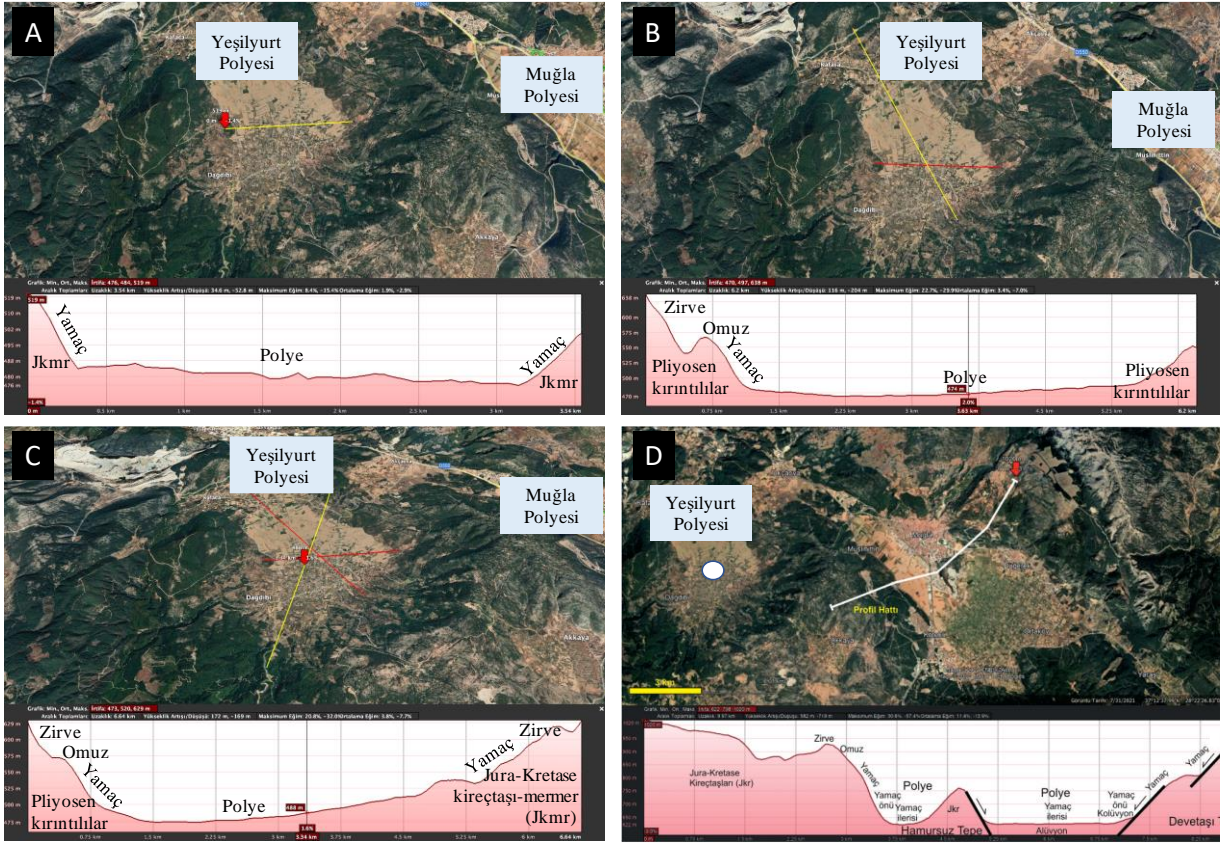
BULGULAR

Yeşilyurt Polyesi bitki örtüsü ile kaplı geniş tarım alanlarının bulunduğu ve fiziki olarak Muğla Polyesi'ne oldukça benzer özellikte olan bir polyedir (Şekil 4A). Fillitler yamaçlarda

belirgin mostralar verdiğiinden, arazide gözlenebilmiştir (Şekil 4B-C-D). Polyeyi çevreleyen ana litolojilerden biri olan Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarının kırık ve çatlaklarında, terra rossa toprakları ile güncel iklim koşullarında gelişim göstermiş güncel toprak örtüsü gözlenmiştir (Şekil 4E). Polyenin özellikle doğu ve batı çeperinde hâkim olan kireçtaşı birimi (Şekil 4F) ile kuzey ve güneyinde yaygın olan kırıntılı sedimanter kayalar da (Şekil 4G) topraklaşma sürecine önemli katkıda bulunan polye öğeleridir.

Birinci profilden alınan örneklerin profil şeklinde ATR-FTIR spektrumları Şekil 5'te verilmiştir. YY1-YY18 arasında toplam 18 örneğin spektrumları incelenmiş ve referans dalga sayıları ile ilişkilendirilmiştir. Birinci profile ait spektrumlar incelendiğinde, absorpsiyon bantları ve titreşimlerine göre örneklerin YY1-YY4, YY5-YY9, YY10-YY15 ve YY16-YY18 olarak gruplandığı gözlenmiştir (Şekil 5). Spektrumlarda gözlenen bu gruplaşmanın profil boyunca örneklerin litolojik özellikleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Minerallerin kızılötesi bantları ile ilişkilendirmeleri Jozanikohan ve Abarghooei (2022), Nayak ve Singh (2007) ve Madejová ve Komadel (2001) çalışmaları ve orada verilen FTIR ile ilişkili, tüm referanslara göre yapılmıştır. Tüm örneklerde 3620 cm^{-1} dalga sayısında tetrahedral ve oktahedral birimlerin tabakaları arasında yer alan içsel OH gruplarından kaynaklanan bantlar gözlenmiştir. 3690 cm^{-1} dalga boyunda görülen bantlar ise faz içi simetrik gerilme titreşimi ve iç yüzey OH grupları ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 5). Nadir de olsa, 3420 cm^{-1} civarında görülen bantlar OH-adsorbe edilmiş suyun deformasyon titreşimlerine bağlıdır (Farmer, 2000; Balan ve ark., 2001; Nayak ve Singh, 2007).



Şekil 2. Yeşilyurt Polyesi’nde GoogleEarth görüntülerinden farklı yönlerde alınmış enine kesitler: A) doğu-batı yönünde kesit; B) kuzeybatı-güneydoğu yönünde kesit; C) kuzeydoğu-güneybatı yönünde kesit; D) Muğla Polyesi’ne ait GoogleEarth görüntülerinden elde edilmiş enine kesit

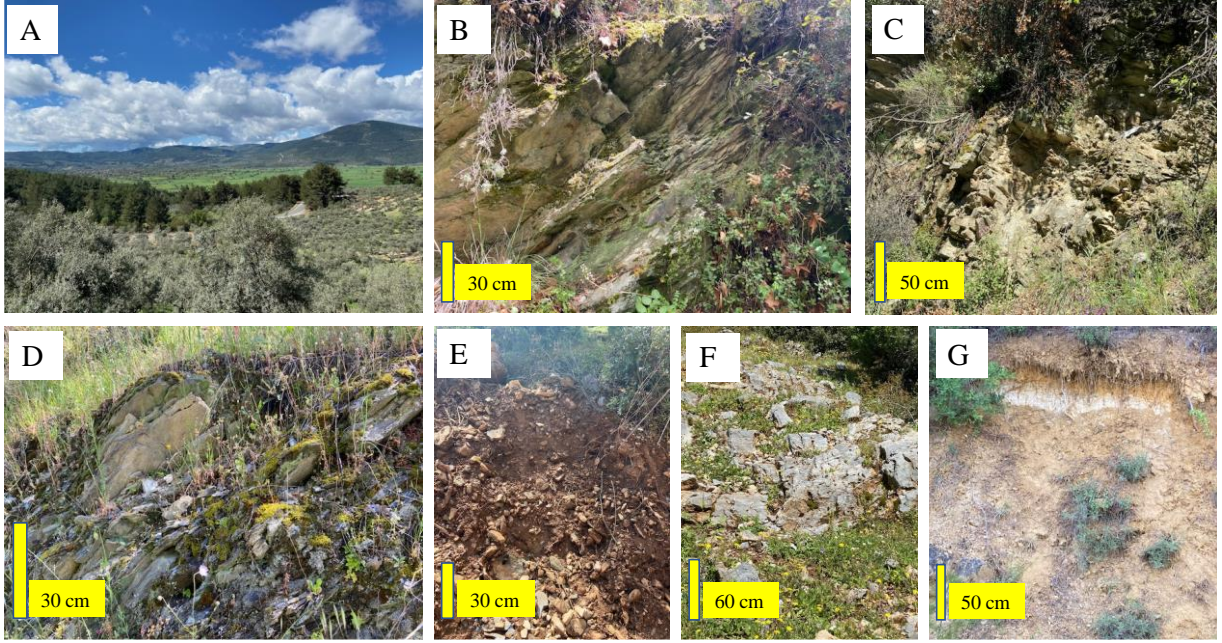
Figure 2. Cross-sections of Yeşilyurt Polje from GoogleEarth images taken in different directions: A) cross-section in east-west direction; B) cross-section in northwest-southeast direction; C) cross-section in northeast-southwest direction; D) cross-section obtained from Google Earth images of Muğla Polje

YEŞİLYURT POLYESİ ÖRNEKLENEN TOPRAK PROFİLLERİ			2. profil		
1. profil			2. profil		
Derinlik (cm)	Örnek	Açıklama	Derinlik (cm)	Örnek	Açıklama
5	YY1	Açık-boz renkli siltli kil	5	Y1	Koyu kahverengi, genellikle killi, nadir çakıl içerikli, çakıllar yarı-yavurlak yarı-köşeli özellikte
		Düşük plastisite, siltli kil	15	Y2	Kil plastik özellikte
20	YY2	Yüksek plastisite, killi seviye	25	Y3	
30	YY3	Plastik killi seviye, bitki kök kalıntıları	35	Y4	
37	YY4		45	Y5	
48	YY5	40-99 cm arası düşük plastisite, bitki kökleri mevcut, siltli kil	55	Y6	Koyu kahverengi, killi seviye organik madde (bitki kökü) 56cm'de bitki kökü gözlemlendi
57	YY6	60-70 cm arası yoğun killi	65	Y7	Redoksiformik demir sıvımaları nadir olarak gözlemlendi
67	YY7		75	Y8	
77	YY8	75-99 cm arası Seyrek fillit çakıllı, killi silt	85	Y9	Koyu kahverengi, siltli kil, kil plastik özellikte
88	YY9		95	Y10	
98	YY10		105	Y11	Killi silt ve az miktarda fillit çakılları
		Açık gri siltli kil	115	Y12	Fillit çakıllı siltli seviye
112	YY11	110-122 cm arası bitki kökleri ve ana kaya çakılları içeren killi silt			
125	YY12				
132	YY13	122-135 cm arası yüksek plastisite, killi seviye			
143	YY14				
155	YY15	130 cm'den sonra ana kaya çakıllarının yoğun olduğu siltli seviye			
161	YY16				
166	YY17				
130	YY18				Boz renkli siltli kil

Şekil 3. Yeşilyurt Polyesi'nden toprak burgusu ile alınan 1 ve 2 no'lu profiller

Figure 3. 1st and 2nd profiles taken with an soil auger from the Yeşilyurt Polje

Birinci profilin tüm örneklerinin ATR-FTIR spektrumlarında (Şekil 5) gözlenen 3620 ve $\sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ absorpsiyon bantları ve 773, 690, 587 cm^{-1} titreşimleri kaolinitin varlığını göstermektedir (Pineau ve ark., 2022). Kaolinit 3600 cm^{-1} 'de iç hidroksil gruplarının titreşimlerinden kaynaklanan dar ve zayıf absorpsiyon ile diğer kil minerallerinden ayrılmıştır.

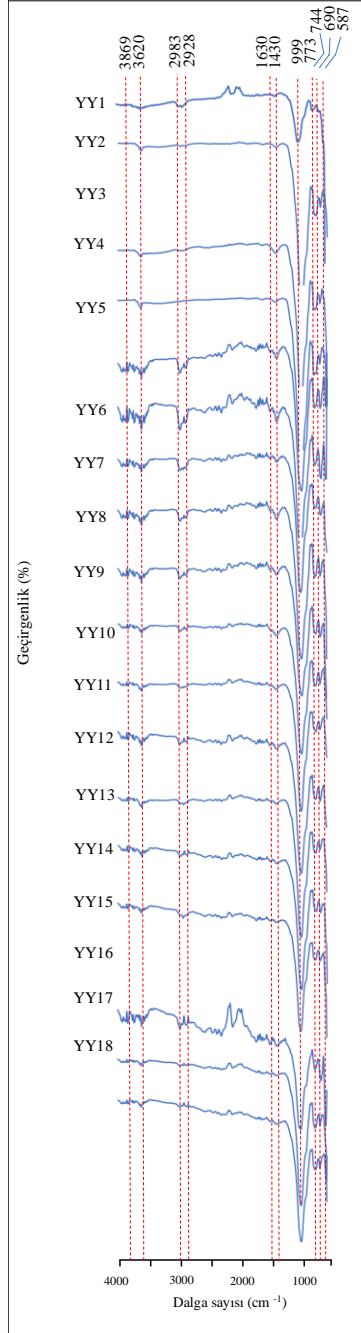


Şekil 4. A) Yeşilyurt Polyesi genel görünüm B-C) polye güney doğusunda fillit mostraları D) polye kuzeybatısından fillit mostrası E) Alüvyon matrisini oluşturan terra rossa F) polyenin batısından kireçtaşı mostrası G) polyenin kuzeydoğusunda görülen Pliyosen kırıntılı sedimanter kayalar

Figure 4. A) General view of the Yeşilyurt Polje B-C) phyllite outcrops in the southeast of the polje D) phyllite outcrops from the northwest of the polje E) terra rossa forming the alluvial matrix F) limestone outcrops from the west of the polje G) The Pliocene clastics seen in the northeast of the polje

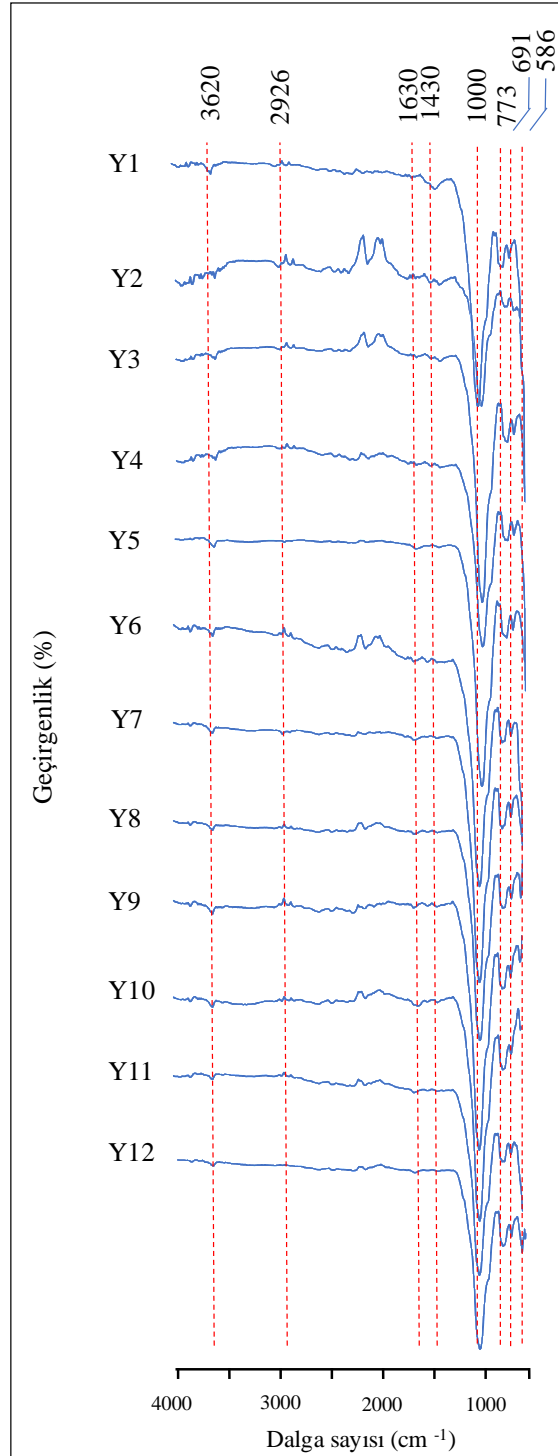
3700-, 3670- ve 3650 cm^{-1} bantlarının profil boyunca gözlenmemesi ise örneklerde bulunan kaolinitin düzensiz yapıda olduğunu göstermiştir (Bich, 2005). 1630-1430 cm^{-1} bantları H-O-H eğilme titreşimi ve 1120–1000 cm^{-1} bölgesindeki iyi çözümlenmiş bantlar kaolinitin Si-O gerilme titreşimine aittir (Madejová ve Komadel 2001). 2925 ve 2850 cm^{-1} bantları ise $\nu(\text{AlFeOH})$ titreşimlerini ve dolayısıyla Fe içeren kaolinitin varlığını işaret etmektedir (Alkan ve ark. 2005). 2983 cm^{-1} ve 1426 cm^{-1} karbonat varlığının olasılığını göstermiştir. Yaklaşık 1000 cm^{-1} , 773 cm^{-1} , 690 cm^{-1} bantları tüm örneklerin kuvarsa zengin olduğunu göstermektedir. 3690, 3620, 1630, 1033 ve 790 cm^{-1} 'deki bantlar ise illitin profile varlığını göstermektedir (Pineau ve ark., 2022). 800–400 cm^{-1} bölgesindeki 773, 744, 690, 587 cm^{-1}

bantlar feldspatı gösterir (Farmer 2000). 1640–1600 cm^{-1} alanındaki zayıf bant ise OH-adsorbe edilmiş suyun deformasyon titreşimlerinden kaynaklanmıştır (Kuligiewicz ve Derkowski, 2017).



Şekil 5. Birinci profil örneklerinin ATR-FTIR spektrumları

Figure 5. ATR-FTIR spectra of the first profile samples



Şekil 6. İkinci profil örneklerinin ATR-FTIR spektrumları

Figure 5. ATR-FTIR spectra of the second profile samples

İkinci profilden alınan örneklerin profil şeklinde ATR-FTIR spektrumları Şekil 6’te verilmiştir. Y1-Y12 arasında toplam 12 örneğin spektrumları incelenmiş ve referans dalga sayıları ile ilişkilendirilmiştir. İkinci profile ait spektrumlar incelendiğinde, absorpsiyon bantları ve titreşimlerine göre örneklerin daha homojen kompozisyonlara sahip olduğu söylenebilir. İkinci profil, mineralojik açıdan birinci profil örneklerine oldukça benzer içeriktedir. İkinci profilin tüm örneklerinde 3620, 2926 ve ~ 1000 cm^{-1} dalga sayısında görülen absorpsiyon bantları ve 773, 691, 586 cm^{-1} titreşimleri kaolinitin varlığını göstermektedir (Alkan ve ark., 2005; Pineau ve ark., 2022). 1426 cm^{-1} bantları ise karbonat varlığının olasılığını göstermiştir. Yaklaşık 1000 cm^{-1} ile 690 cm^{-1} arasındaki bantlar kuvarsı temsil etmektedir. 3620, 1630, ~ 1000 ve 780 cm^{-1} deki bantlar illitin profilde varlığını göstermektedir (Pineau ve ark., 2022). Her iki profilde görülen 914 cm^{-1} bandı ise hematitin varlığı ile ilişkilendirilebilir (Şekil 6) (Nayak ve Singh, 2007).

SONUÇLAR

Polyeler dinamik süreçlerin etkilediği hareketli ortamlar olmaları sebebiyle sediman taşınımı ve toprak oluşum koşulları bakımından büyük öneme sahiptir. Bu çalışma sonucunda, Yeşilyurt Polyesi’nden alınan iki toprak profili boyunca gerçekleştirilen ATR-FTIR analizi, toprakların polyeyi besleyen ana kayaların mineral içeriklerince zengin olduğunu göstermiştir. Özellikle Pliyosen kırıntılı sedimanter kayaları ile Permien şist ve fillitlerinden kaynaklanan kuvars, feldspat ve ayrışma ürünü olan kaolinit ana mineral içeriklerini oluştururken, Jura-Kretase yaşlı kireçtaşı-mermer litolojisinden gelen, ancak çözünürlüğü yüksek olan karbonat kayaların getirdiği, kalsit ve dolomitin nispeten daha zayıf absorpsiyon bantları ile toprak bileşenlerini oluşturduğu belirlenmiştir. Hematit her iki profilde de bulunmuştur. Muğla’da bulunan en büyük polye olan Muğla Polyesi toprakları ile karşılaştırıldığında, Yeşilyurt Polyesi topraklarının arazi bulunuşları ve mineral içerikleri bakımından oldukça benzer oldukları anlaşılmıştır. Muğla’da bulunan diğer polyelerin de fiziksel, mineralojik ve kimyasal içeriklerinin araştırılması, toprak oluşum süreçleri ve geniş alanda buna etki eden faktörlerin belirlenmesi için büyük önem taşımaktadır.

KATKI BELİRTME

FTIR analizinin gerçekleşmesinde katkıda bulunan Dr. Özge Tokul ÖLMEZ'e (MSKÜ Kimya Bölümü) desteklerinden ötürü teşekkür ederiz. Makalenin gelişmesine katkı sağlayan hakemlere teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ.E., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H.Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A. ve diğerleri, 2011. 1:1.250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara-Türkiye.
- Aktimur, H.T., Sarıaslan, M.M., Sönmez, M., Keçer, M., Uysal, Ş., Özmutaf, M., 1996. Muğla İlinin (Merkez İlçe) Arazi Kullanım Potansiyeli, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 9853; 33 s. (yayınlanmamış)
- Alçıçek, M.C., 2007. Tectonic development of an orogen-top rift recorded by its terrestrial sedimentation pattern: The Neogene Eşen Basin of southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology*, 200, 117-140.
- Alkan M., Demirbas Ö., Doğan, M., 2005. "Electrokinetic properties of kaolinite in mono and multivalent electrolyte solutions" *Microporous Mesoporous Materials*, 83, 51-59.
- Arnfield, A.J., 2023. Köppen climate classification. *Encyclopedia Britannica*, 16 May. 2023, <https://www.britannica.com/science/Koppen-climate-classification>. Erişim tarihi 21 Haziran, 2023
- Atalay, Z., 1980. Muğla-Yatağan ve yakın dolay karasal Neojen'inin stratigrafi araştırması, *Türkiye Jeoloji Bülteni* 23, 93-99.
- Atalay, I., 1997. Red Mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey, *Catena* 28 (3-4): 247-260. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(96\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(96)00041-0)
- Balan, E., Saitta, A.M., Mauri, F., Calas, G., 2001. First-principles modeling of the infrared spectrum of kaolinite. *American Mineralogist*, 86 (11-12), 1321-1330.

- Becker-Platen, J.D., 1970. Lithostratigraphische Untersuchungen im Kanozoikum Südwest Anatoliens (Türkei) – Kanozoikum und Braunkohlen der Türkei. Beiheft Geol. Jahrb. 97, 1– 244.
- Bich, Ch., 2005. Contribution à l'étude de l'activation thermique du kaolin: évolution de la structure cristallographique et activité pouzzolanique, Ph. D. Thesis, Institut National des Sciences Appliqués de Lyon, France.
- Bozkurt, E., 2004. Granitoid rocks of the southern Menderes Masif (southwestern Turkey): field evidence for Tertiary magmatism in an extensional shear zone, Int J Earth Sci (Geol Rundsch), 93, 52–71.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey, Journal of the Geological Society London, 155, 759-772.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1999. Evolution of the Lycian Allochthonous, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin, Geological Journal, 34, 107-138.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 2003. Kinematic evidence for Late Mesozoic-Miocene emplacement of the Lycian Allochthonous over the Western Anatolide Belt, SW Turkey, Geological Journal, 38, 295-310.
- Durn, G., 2003. Terra Rossa in the Mediterranean region: parent materials, composition and origin, Geol. Croat., 56, 83–100.
- Ersoy, Ş., 1990. Batı Toroslar-Likya Naplarının yapısal birimleri ve evrimsel analizi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 37, 5–16.
- Ersoy, Ş., 1991, Datça yarımadasının stratigrafisi ve jeolojisi, TJK Bülteni, 34-2, 1-14.
- Farmer, V.C., 2000. Transverse and longitudinal crystal modes associated with OH stretching vibrations in single crystals of kaolinite and dickite. In: spectrochimica acta part A: molecular and biomolecular spectroscopy, 927–930
- Göktaş, F., 1998. Muğla çevresi (GB Anadolu) Neojen tortullaşmasının stratigrafisi ve sedimantolojisi). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10225, Ankara, Türkiye (yayınlanmamış), 181 s.

- Göktaş, F., Alkanoğlu, E., Yüceal, A., Yalçın, L. 1982. 1/100 000 ölçekli sayısal jeoloji haritası Aydın N20 paftası. Türkiye Jeoloji Veri Tabanı, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaş, E., Oktay, F.Y., Barka, A., Sarıca, N., Ecevitoglu, B., Demirbağ, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C., Aykol, A., 1995. Rift formation in the Gökova Region, Southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. *Geological Magazine*, 132, 6, 637-650.
- Graciansky, P., Ch.de, 1968. Teke yarımadası (Likya) Taraşlarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinoro-Toroslar'daki yeri. *MTA Ens, Derg.*, 71, 73-93.
- Gül, M., Karacan, E., Aksoy, M.E. 2013. Muğla kenti yerleşim alanı ve yakın çevresinin genel jeolojik ve mühendislik jeolojisi özelliklerinin araştırılması. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Araştırma Fonu BAP Proje Raporu, 12-54, 42 s.
- Gül, M., 2015. Lithological properties and environmental importance of the Quaternary Colluviums (Muğla, SW Turkey). *Environmental Earth Science*, 74, 4089–4108
- Gül, M., Çetin, E., Küçükuysal, C., Gülcan, M., Kahveci, Y., 2021. Recent alluvial fan developments in Muğla (SW Turkey). *Arabian Journal of Geosciences* 14:819, 20 s. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07159-3>
- Güldalı, N., 1976. Akseki Polyesi, Toroslar'ın Karstik Bölgelerindeki Dağarası Ovalarının Oluşumu ve Gelişimi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19: 143-148.
- Gürer, F.Ö., Yılmaz, Y., 2002. Geology of the Ören and Surrounding Areas, SW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 1-13.
- Hakyemez, H.Y., Örcen, S., 1982. Muğla-Denizli arasındaki (GB Anadolu) Senozoyik yaşlı çökel kayaların sedimentolojik ve biyostratigrafik incelemesi: MTA Rap. 7311 (yayımlanmamış).
- Hakyemez, Y., 1989, Kale-Kurbalık (GB Denizli) bölgesindeki Senozoyik yaşlı çökel kayaların jeolojisi ve stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 109, 9-21.
- Jozanikohan, G., Abarghoeei, M.N., 2022. The Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis for the clay mineralogy studies in a clastic reservoir. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 12:2093–2106 <https://doi.org/10.1007/s13202-021-01449-y>

- Karabacak, V., 2016. Seismic damage in the Lagina sacred area on the Muğla Fault: a key point for the understanding of the obliquely situated faults of western Anatolia. *Journal of Seismology*, 20(1): 277–289
- Kayan, İ., 1979. Muğla-Yatağan Neojen Havzalarının Jeomorfolojisi, TÜBİTAK Proje No: TBAG:189, 272 s.
- Konak, N., Akdeniz, N., Öztürk, E.M., 1987. Geology of the South of Menderes Massif: IGCP Project No.5: correlation of Variscan and Pre-Variscan events of the Alpine-Mediterranean Mountain Belt. Field Meeting, Turkey, Sept. 13-19, 1987, Guide Book For the Field Excursion Along Western Anatolia, Turkey, 42-53
- Köppen, W., 1936. Das geographische System der Klimate, 1–44 (Gebrüder Borntraeger: Berlin, Germany).
- Köppen, W., 1918. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag and Jahreslauf". *Petermanns Geographische Mitteilungen*. 64. 193–203, 243–248 – via koeppen-geiger.Vu-Wien.ac.at/Koeppen.htm.
- Köppen, W., 1884. Die Wärmezonen der Erde, nach der Dauer der heissen, gemässigten und kalten Zeit und nach der Wirkung der Wärme auf die organische Welt betrachtet. *Meteorologische Zeitschrift* 1, 215–226.
- Kuligiewicz, A., Derkowski, A., 2017. Tightly bound water in smectites. *American Mineralogist*, 102(5), 1073-1090. <https://doi.org/10.2138/am-2017-5918>
- Küçükuysal, C., Gül, M., Aghayev, T., 2018. Muğla Polyesi Kırmızı Akdeniz Toprakları (Terra Rossa): Mineralojik, Mikromorfolojik, Jeokimyasal ve Pedolojik Özellikleri, TÜBİTAK 1002 Proje No:116Y027, 74 s.
- Küçükuysal, C., Gül, M., Aghayev, T., Gülcan, M., 2022. Mineralogical and geochemical signatures of weathering on carbonate rocks and dynamic young land surfaces in Muğla Polje (SW Turkey), *Turkish Journal of Earth Sciences*: 31: 6, Article 4.
- Madejová, J., Komadel, P., 2001. Baseline studies of the clay minerals society source clays: Infrared methods. *Clays and Clay Minerals*, 49, 410–432. <https://doi.org/10.1346/CCMN.2001.0490508>
- Nayak, P.S., Singh, B.K., 2007. Instrumental characterization of clay by XRF, XRD and FTIR. *Bull Mater Sci.*, 30:235–238

- Özer, S., Sözbilir, H., Özkar, I., Toker, V., Sarı, B., 2001. Stratigraphy of Upper Cretaceous–Palaeogene sequences in the southern and eastern Menderes Massif (western Turkey). *Int J Earth Sci*, 89: 852–866.
- Pehlivan, A.R., 1993. Muğla havzası ve dolayındaki polyelerin hidrojeolojik incelemesi İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 153 s.
- Pineau, M., Mathian, M., Baron, F., Rondeau, B., Deit, L., Allard, T., Mangold, N., 2022. Estimating kaolinite crystallinity using near-infrared spectroscopy: Implications for its geology on Earth and Mars. *American Mineralogist*, 107(8), 1453-1469.
- Sarı, B., Özer, S., 2001. Facies characteristics of the Cenomanian-Maastrichtian Sequence of the Beydağları carbonate platform, Korkuteli area, Western Taurides, Turkey, *International Geology Review*, 43, 830-839.
- Sarı, B., Özer, S., 2002. Upper Cretaceous stratigraphy of the Beydağları carbonate platform, Korkuteli area (Western Taurides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*. 11 (1), 39-59.
- Sür, A., 1994. Karstik Yer şekilleri ve Türkiye’den Örnekler, Ankara Üniversitesi TÜCAUM Dergisi, 3, 65-78.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987. Türkiye’nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü General Ankara, 394 s.
- Şimşek, M., Doğan, U., Öztürk, M.Z., 2020. Polyelerin Sınıflandırılması ve Toroslardan Örnekler. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 5, 1-14 .
- Ten Veen, J.H., 2004. Extension of Hellenic forearc shear zones in SW Turkey: the Pliocene–Quaternary deformation of the Eşen Çay Basin. *Journal of Geodynamics* 37, 181–204.