



## Denizli Havzası (GB Anadolu) Neojen istifinde ilk Turoliyen bulgusu ve bölgesel paleobiyoğrafik önemi

### *First Turolian findings in the Neogene sequence of Denizli Basin (SW Anatolia) and its regional palaeobiogeographic significance*

Adil DOĞAN<sup>a\*</sup>, Serdar MAYDA<sup>b</sup> ve M. Cihat ALÇİÇEK<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Orta Anadolu II. Bölge Müdürlüğü, Konya, Türkiye

<sup>b</sup>Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup>Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Denizli, Türkiye

*Araştırma Makalesi*

Anahtar Kelimeler:  
Karasal Neojen,  
Omurgalı, Turoliyen,  
Denizli, Batı Anadolu.

#### ÖZ

Denizli Havzası Neojen istifine ait Kolankaya formasyonu alüvyon yelpazesi taşkın düzlüğü birimleri (Güzelpınar Üyesi) içerisinde bulunan omurgalı fosiller, geç Miyosen (erken-orta Turoliyen, MN11-12) süresince Doğu Akdeniz'den İran'a kadar yayılan coğrafyanın memeli paleofaunasının karakteristik elemanı olan *Skoufotragus laticeps* (Andree, 1926) ve *Hipparion brachypus* (Hensel, 1862) olarak tanımlanmıştır. Havza istifinde bilinen bu ilk Turoliyen bulgusu, ilgili taksonların paleobiyoğrafik yayılımlarının kurgulanmasında önemli olduğu gibi Batı Anadolu karasal Neojen havzaları arasında stratigrafik korelasyona da olanak vermektedir.

Geliş Tarihi: 20.07.2019  
Kabul Tarihi: 25.11.2019

Keywords:  
Terrestrial Neogene,  
Vertebrate, Turolian,  
Denizli, Western Anatolia.

#### ABSTRACT

The large fossil vertebrates obtained from the alluvial flood-plain deposits of the Kolankaya formation are determined as *Skoufotragus laticeps* (Andree, 1926) and *Hipparion brachypus* (Hensel, 1862), as representative elements of palaeomammal faunas spanning from the Eastern Mediterranean to Iranian domains during the late Miocene (early-middle Turolian, MN11-12). These first Turolian records from the basin fill succession bear importance on reconstruction for the palaeobiogeographic diversity of relevant taxons as well as admit of interbasinal stratigraphic correlation for the Western Anatolian terrestrial Neogene basins.

## 1. Giriş

Anadolu yarımadası, Asya, Afrika ve Avrupa kıtaları arasında coğrafi köprü konumu nedeniyle omurgalı gruplarının göç ve dağılımları için anahtar durumdadır. Bu nedenle Anadolu karasal Neojen havzalarının zengin fosil içeriği kıtalararası faunal değişimin ve biyoçeşitliliğin anlaşılmasında büyük

önem taşımaktadır (Sickenber ve Tobien, 1971; Saraç, 2003; Alçiçek, 2010; Alçiçek vd., 2019; Krijsgman vd., 2019). Denizli Havzası Neojen istifinde bilinen omurgalı fosil kayıtları bulunmasına karşın (Saraç, 2003) Turoliyen zamanına ilişkin bir kayıt bulunmaz, diğer taraftan Denizli Havzası çevresindeki birçok lokalitede Turoliyen omurgalı fosil kayıtları

Atıf bilgisi: Doğan, A., Mayda, S., Alçiçek, M. C. 2020. First Turolian findings in the Neogene sequence of Denizli Basin (SW Anatolia) and its regional palaeobiogeographic significance. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 163, 1-12.  
<https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.651620>.

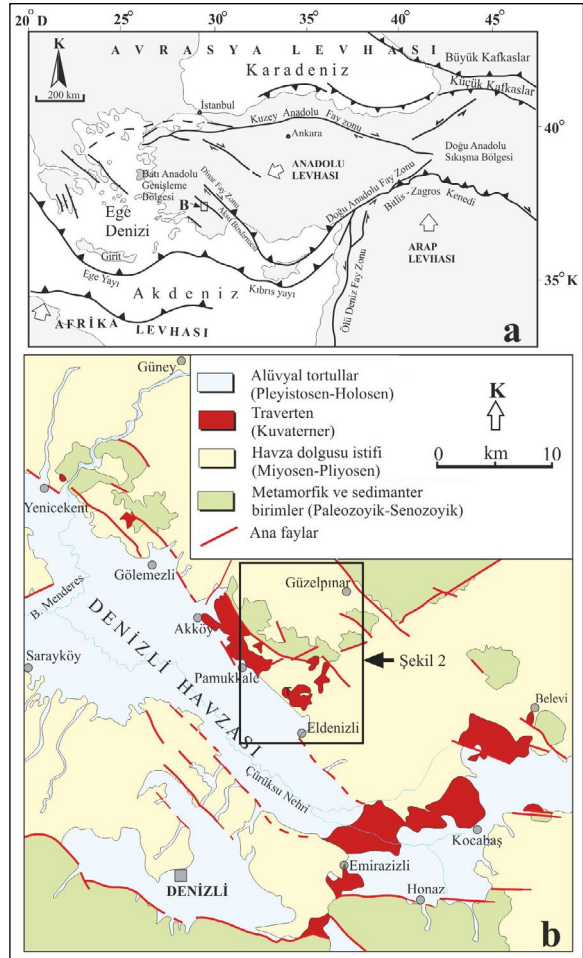
\*Başvurulacak yazar: Adil DOĞAN, [adil.dogan@mta.gov.tr](mailto:adil.dogan@mta.gov.tr)

bilinmektedir; Asarlık (Alçıçek vd., 2012; Alçıçek ve Alçıçek, 2014; Alçıçek vd., 2019), Mahmutgazi (Sickenberg vd., 1975; Pickford ve Ertürk, 1979; Köhler, 1987; Saraç, 2003; Pickford, 2016; Geraads, 2017), Sazak (Saraç, 2003; Tuna, 1999), Elmalıyurt (Saraç, 2003; Alçıçek vd., 2005, 2006, 2019); Kemiklitepe (Şen vd., 1994; Saraç, 2003; Xafis vd., 2020), Karabeyli (Seyitoğlu vd., 2009); Karamusalar (Alçıçek 2007; Alçıçek vd., 2019), Şerefköy (Saraç, 2003; Kaya vd., 2012; Mayda, 2014), Özlüce (Saraç, 2003; Alpagut vd., 2014; Mayda, 2014).

Bu çalışmada, Denizli Neojen istifinde ilk kez tanımlanan Turoliyen omurgalıları ile havzalar arası bölgesel faunal bağlantılarının ve göç yollarının varlığı gösterilmektedir. Anadolu'da Turoliyen paleobiyocoğrafyasının daha ayrıntılı anlaşılması için önemli bir boşluğu dolduran bu bulgular, aynı zamanda havzalar arası bölgesel stratigrafik korelasyona da olanak vermektedir.

## 2. Jeolojik Konum

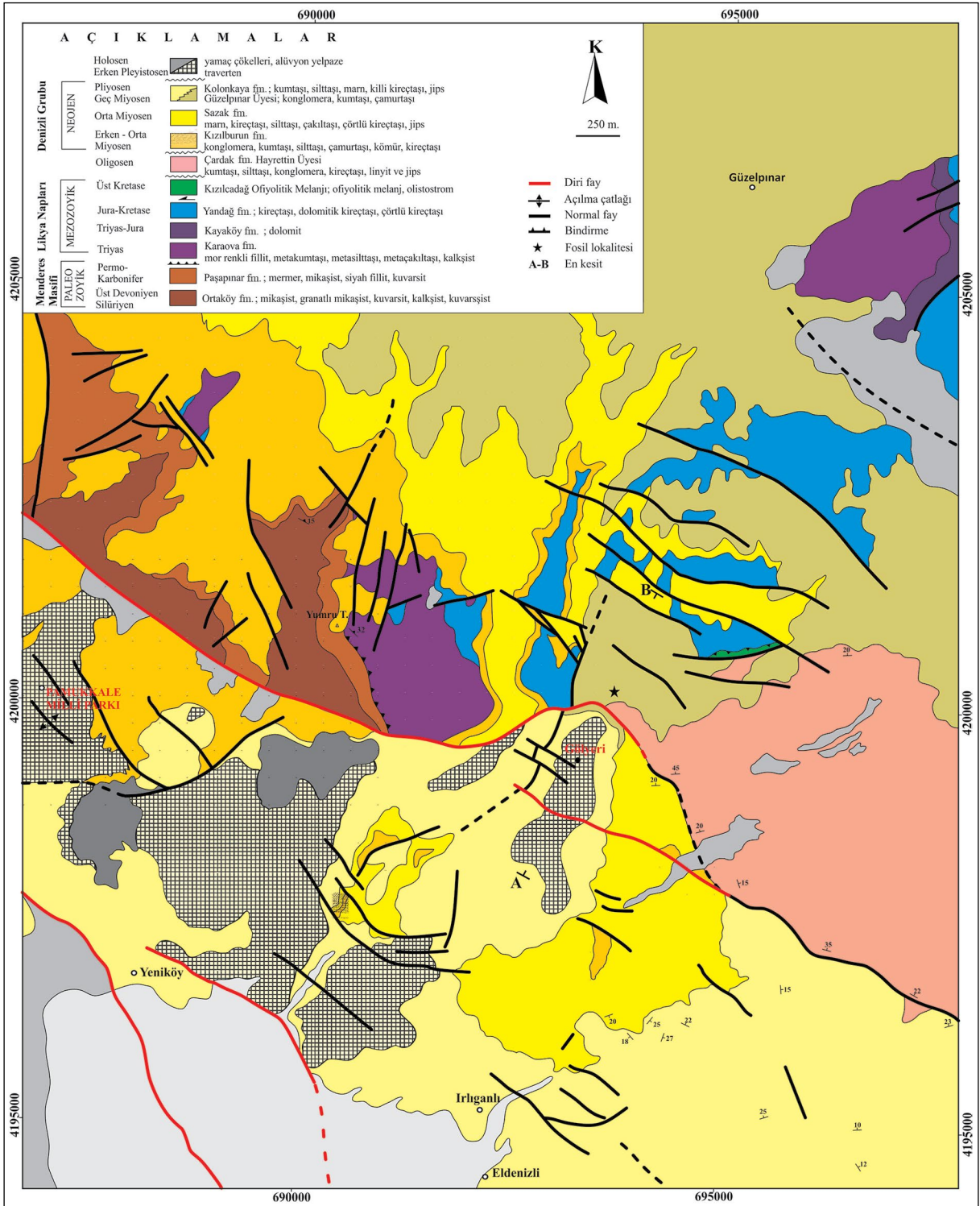
Batı Anadolu bölgesi Miyosen'den itibaren, bölgesel ölçekte kabuksal genişleme ile ilişkili normal fayların denetiminde gelişmiş horst-graben sistemlerinden oluşmaktadır. Denizli ve çevresinde, Prekambriyen-Paleozoik yaşlı Menderes Masifi metamorfikleri ile bunları tektonik olarak üzerleyen Mezozoyik yaşlı Likya Napları'nın karbonat ve ofiyolitleri bölgenin temel kayaçlarıdır. Denizli Havzası, erken Miyosen başından itibaren bölgesel genişleme ile çökmeye başlamış, alüviyal, flüviyal ve gölsel tortullarla dolgulanmıştır (Şimşek, 1984; Okay, 1989; Sun, 1990; Westaway, 1993; Konak ve Şenel, 2002; Koçyiğit, 2005; Kaymakçı, 2006; Alçıçek vd., 2007; Şekil 1). Westaway (1993) Denizli Havzası'nın Batı Anadolu'nun genişlemesi ile sürekli çöken bir graben olduğunu belirtirken, Koçyiğit (2005) yörede başlıca iki evrelî genişleme modeli önermiştir. Saraç (2003) havza birimlerinin en eski yaşını mikromemeli fosillerine dayalı olarak erken Miyosen olarak vermektedir. Kaymakçı (2006) havzadaki genişlemeye transfer fayların eşlik ettiğini belirterek, mikromemeli topluluklarına dayalı olarak havzanın en genç yaşının geç Pliyosen olduğunu belgelemiştir. Alçıçek vd. (2007) havzadaki sedimantasyonun havza güneyini sınırlayan KB gidişli normal faylar



Şekil 1- a) Anadolu'nun bölgesel tektonik konumu (Bozkurt, 2003; Alçıçek vd., 2013; Kaymakçı vd., 2018) ve b) Denizli Havzası'nın jeoloji haritası (Sun, 1990).

denetiminde, iklimsel ve göl seviyesi değişimleri ile günümüze dek sürdüğünü belirtmektedir.

Bu çalışma kapsamında; Denizli Havzası kuzeydoğusunda Denizli M22-a2 topoğrafik paftasında yer alan çalışma alanının 1/25.000 ölçekli detay jeoloji haritası üretilmiştir (Şekil 2). Çalışma alanında bulunan yeni Turoliyen faunası ile çevre havzalardaki bulgular arasında denestirmeler yapılarak Denizli Neojen havzasının stratigrafisi ayrıntılandırılmıştır. Söz konusu fosiller, havzanın kuzeydoğu kenarında yükselmiş Kolankaya formasyonu içerisinde olup bu çalışma sırasında ayrılan ve alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşan Güzelpınar Üyesi içerisinde Gölyeri mevkisinde (UTM 693655/4200295) yer almaktadır.



Şekil 2- Çalışma alanının (M22-a2) ayrıntılı jeoloji haritası. N. Konak tarafından derlenen yayınlanmamış MTA 1/25.000'lik jeoloji haritasından ve MTA diri fay haritasından (Emre vd., 2013) yararlanılmıştır.

### 3. Denizli Havzası Neojen Stratigrafisi

Çalışma bölgesindeki temel kaya birimlerini uyumsuzlukla örten Neojen birimleri, litostratigrafik olarak ilk kez Şimşek (1984) tarafından Denizli Grubu olarak tanımlanmıştır (Şekil 3).

#### 3.1. Kızılburun Formasyonu

Denizli Neojen istifinin tabanını oluşturan birim, temel üzerine uyumsuzlukla yerleşmektedir. Tabanda konglomera, üste doğru kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşur. Üst düzeylerde killi kireçtaşı, silttaşı, çamurtaşı ile birlikte kömür mercekleri içermektedir. Birim üzerine uyumlu olarak gösel ortamda çökelmiş Sazak formasyonu gelmektedir. Saraç (2003) tarafından içerdiği mikro-memeli topluluklarına göre birimin yaşı erken Miyosen (MN5-6) olarak saptanmıştır.

#### 3.2. Sazak Formasyonu

Başlıca gösel çökellerden oluşan birim jips, jips arenit ve organik seviyeler içeren kireçtaşı, marn, silttaşı, kiltası ve organik çamurtaşı, çörtlü kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Alttaki Kızılburun formasyonu ile uyumlu olup Kolankaya formasyonu ile uyumlu ve geçişli olarak üzerlenmektedir. Transgresif aşma ile yer yer temel birimler üzerine açılı uyumsuz olarak da yerleşmektedir. Saraç (2003) tarafından birimin yaşı içerdiği mikro-memeli topluluklarına göre orta Miyosen (MN6-8) olarak verilmiştir.

#### 3.3. Kolankaya Formasyonu

Birimin egemen litolojisi sarımsı-kahve, boz renkli kumtaşları olup alt seviyeleri kumtaşı, marn, kireçtaşı araldanmalıdır. İnce-orta yer yer kalın tabakalı kumtaşları gevşek tutturulmuş ve dağılgan olup parlak mika pulları arazide tanımlayıcı özellikleri arasındadır. Birim içinde killi kireçtaşı ara düzeyleri yaygın olup üste doğru bataklık ortamında gelişmiş jips tabakaları görülmektedir. Havza kenarlarından birimin gösel kesimlerine giren akarsu birimleri sığ su delta çökellerini oluştururlar. Birimin yaşı, Saraç (2003) tarafından içerdiği mikro-memeli topluluklarına göre geç Miyosen-geç Pliyosen olarak belirlenmiştir.

#### 3.3.1. Güzelpınar Üyesi

Bu çalışmada sunulan fosil topluluğunu içeren birim olarak Kolankaya formasyonu içerisinde tanımlanmıştır. Kırmızı, kırmızımsı kahve renk egemen olan birim konglomera, orta-kalın ve ince tabakalanmalı çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşının düzensiz araldanmasından oluşmaktadır. Çakıllar polijenik olup yuvarlanmış çakılların yanı sıra köşeli ve yarı köşeli çakıllar da gözlenmektedir. Kumtaşı-silttaşı seviyeleri yaygın olarak kalıfler içermektedir. Kütle akıntısı egemen, kötü boylanmalı birim, başlıca alüvyon yelpazesi taşkın çökellerinden oluşmaktadır (Şekil 4). Birimin yaşı, bu çalışmada tanıtılan omurgalı fosil topluluklarına göre geç Miyosen (erken-orta Turoliyen, MN11-12) olarak saptanmıştır.

#### 3.4. Tosunlar Formasyonu

Sarımsı-kahvemsı renkli kumtaşı, silttaşlarından oluşan birimin egemen litolojisi konglomera, çamurtaşı ve killi kireçtaşlarıdır. Denizli Havzası Neojen istifinin en üst düzeyini oluşturmaktadır. Kaymakçı (2006) tarafından birim içerisinde bulunan mikro-omurgalılara göre yaşı erken Pleyistosen (MN17) olarak verilmiştir.

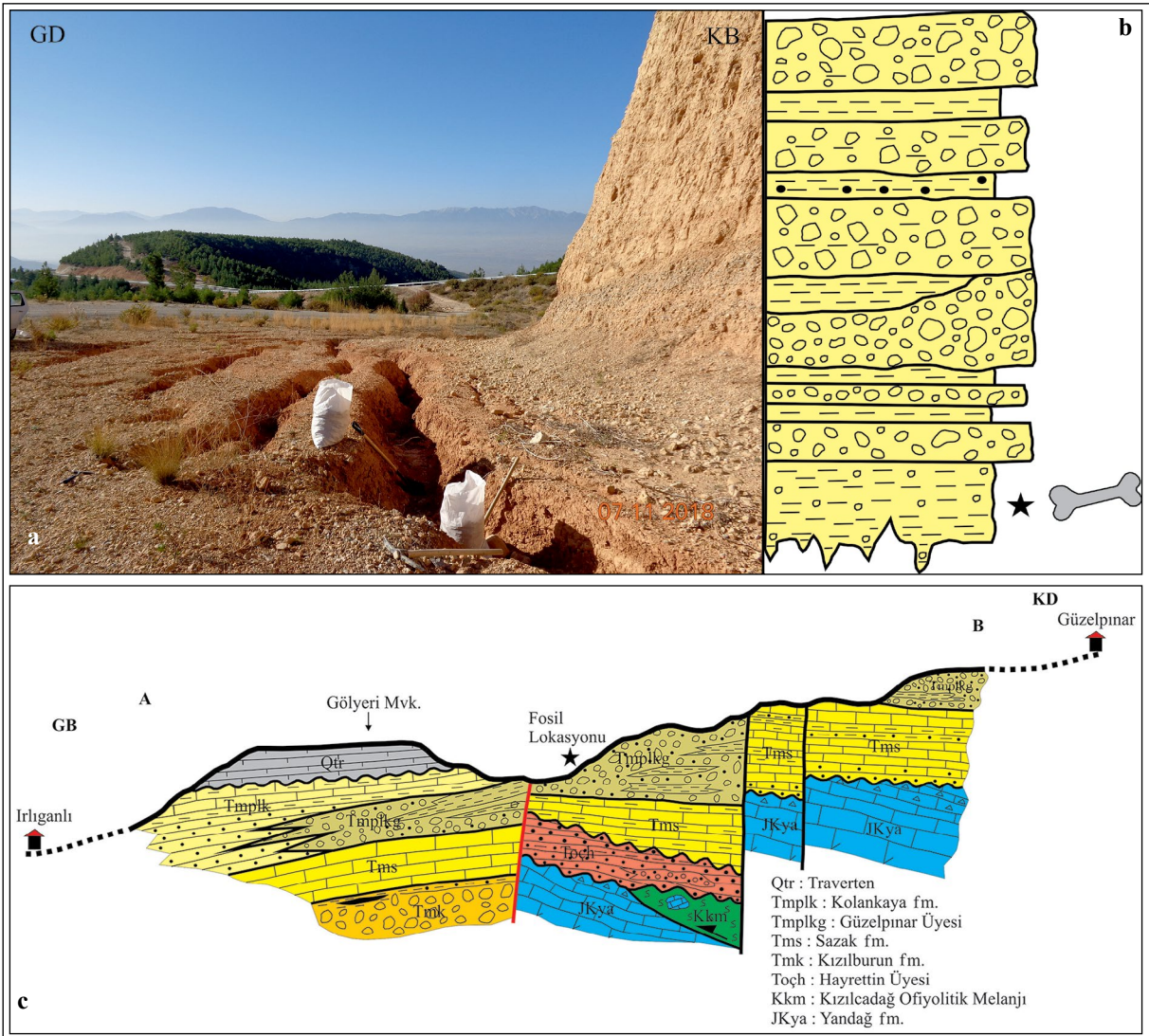
Çalışma alanındaki en genç çökeller, ayrılmamış Kuvaterner, alüvyal yelpaze ve etek çökelleri ile traverten birimlerinden oluşmaktadır.

### 4. Materyal ve Metot

Bu çalışmada konu edilen fosil materyaller (Şekil 5) in-situ olarak bulunmuş olup Ege Üniversitesi Tabiat Tarihi Müzesi (EUTTM) envanterine kayıtlıdır. Odontolojik çalışma, diş yapısal öğelerinin açıklaması ve önceki çalışmalarda tanımlamalar ile karşılaştırmaya dayanır. Bu açıdan Bovidae diş terminolojisi için Gentry vd. (1999) esas alınmıştır. Üst dişler M (büyük harf) ile belirtilmiş olup ölçümler 0,1 mm hassaslıkta kumpas ile diş dizisi doğrultusundaki en büyük uzunluk ve buna dik en büyük genişlik ölçülerek elde edilmiştir. Tüm ölçümler milimetre (mm) cinsinden verilmiştir. Hipparion metakarpal ölçüm metodu ve terminolojisi için Eisenmann vd. (1988) esas alınmıştır. Ölçümlerde: M10 (maksimum distal supra-artiküler çap), M11 (maksimum distal artiküler çapı), M12 (distal keel maksimum çapı), M13 (distal lateral kondülün minimum çapı), M14

Devir	Devre	Birim	Litoloji	Açıklamalar	Fosil
KUVATERNER	HOLOSEN	DENİZLİ GRUBU		traverten yamaç çökelleri alüvyon yelpazesi çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	
	PLEYİSTOSEN			Tosunlar Fm.	kumtaşı, silttaşı konglomera, çamurtaşı, killi kireçtaşı
GEÇ MİYOSEN - PLİYOSEN	GEÇ MİYOSEN	DENİZLİ GRUBU		kumtaşı, silttaşı, killi kireçtaşı-marn, merceksi konglomera jips, organik çamurtaşı	
				Kolkankaya Fm. Güzelpınar Üyesi	konglomera, çamurtaşı-silttaşı- kumtaşı
ORTA MİYOSEN ERKEN GEÇ MİYOSEN		DENİZLİ GRUBU		kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, jips, jipsli çamurtaşı	
				Sazak Fm.	çörtlü kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn
ERKEN MİYOSEN		DENİZLİ GRUBU		kömür, killi kireçtaşı, silttaşı	 MN 5-6 Bostanyeri Kabağaç lokaliteleri
				Kızılburun Fm.	konglomera, kumtaşı-silttaşı-çamurtaşı,
OLİGOSEN		DENİZLİ GRUBU		kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı konglomera, kireçtaşı, linyit ve jips	
MEZOZOYİK		Likya Napları		ofiyolitik melanj, olistostrom kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit fillit, metakumtaşı-metasilttaşı metakonglomera, kalkışit	
PALEOZOYİK		Menderes Masifi		mermer, rekristalize dolomitik kireçtaşı, fillit, kuvarsit	
					gnays, mikaşit, granatlı mikaşit, kuvarso-feldspatikşit kuvarsit, kalkışit

Şekil 3- Denizli Havzası'nın stratigrafik kesiti (Nebert, 1958; Şimşek, 1984; Okay, 1989; Sun, 1990; Alçiçek vd., 2007; Kaymakçı, 2006; Saraç, 2003; Lebatard vd., 2014a, b; Boulbes vd., 2014; Alçiçek vd., 2015; Rausch vd., 2019).



Şekil 4- a) Gölyeri fosil lokalitesinin arazi görünümü, b) fosil içeren birimin stratigrafik kesiti ve c) fosil lokalitesinden geçen enine jeolojik kesit (ölçeksiz).

(distal medial kondülün maksimum çap) hesaplanarak değerler şekil 6 ve şekil 7’de grafikler halinde gösterilmiştir. Şen vd. (1978) Equidae ailesinde metapod kemiklerin distalinde gözlenen sagittal keel gelişiminin Vallesiyen ve Turoliyen Hipparion formlarını birbirinden ayırmak için önemli bir morfolojik karakter olduğunu ileri sürmüş ve ilk olarak “keel index” olarak tanımlanan indeksi ortaya çıkarmışlardır. Bu indeks (M12x100/M13) işlemi ile elde edilir ve bu değer Valesiyen’den Turoliyen’e doğru artış gösterir. Örneğin sagittal keel gelişimi atın lateral mobilitesi ile doğrudan ilişkili olup, daha büyük keel değerine sahip olan atların açık ortama adapte olan koşucu formlar olduğu söylenebilir (Eisenmann, 1995; Koufos, 2016).

## 5. Sistematik Paleontoloji

Ordo : ARTIODACTYLA Owen, 1848

Aile : BOVIDAE Gray, 1821

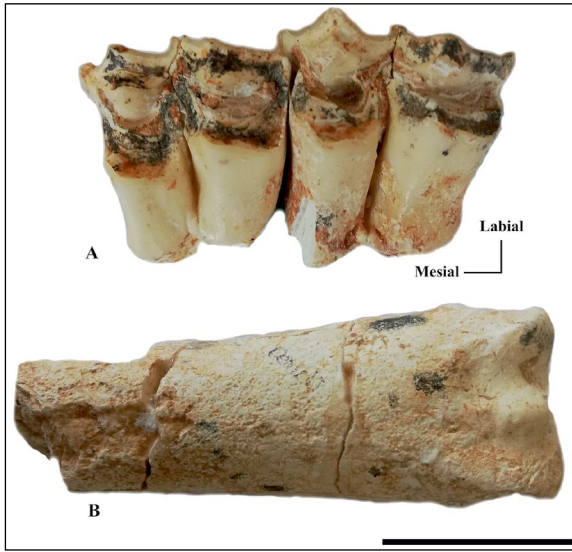
Cins : *Skoufotragus* Kostopoulos, 2009

Tip tür : *Skoufotragus schlosseri* (Andrée, 1926)  
*Skoufotragus laticeps* (Andrée, 1926)

**Yaş:** erken-orta Turoliyen (MN12) (geç Miyosen)

**Materyal:** Sol üst M<sup>1-2</sup> (EUNHM-PV-8000)  
(Şekil 5A)

**Tanım:** Örnek, yarı-ergen bir bireye ait sol üst molar serisini içerir (uzunluk x genişlik (mm):



Şekil 5- Denizli-Gölyeri faunası fosil örnekleri:

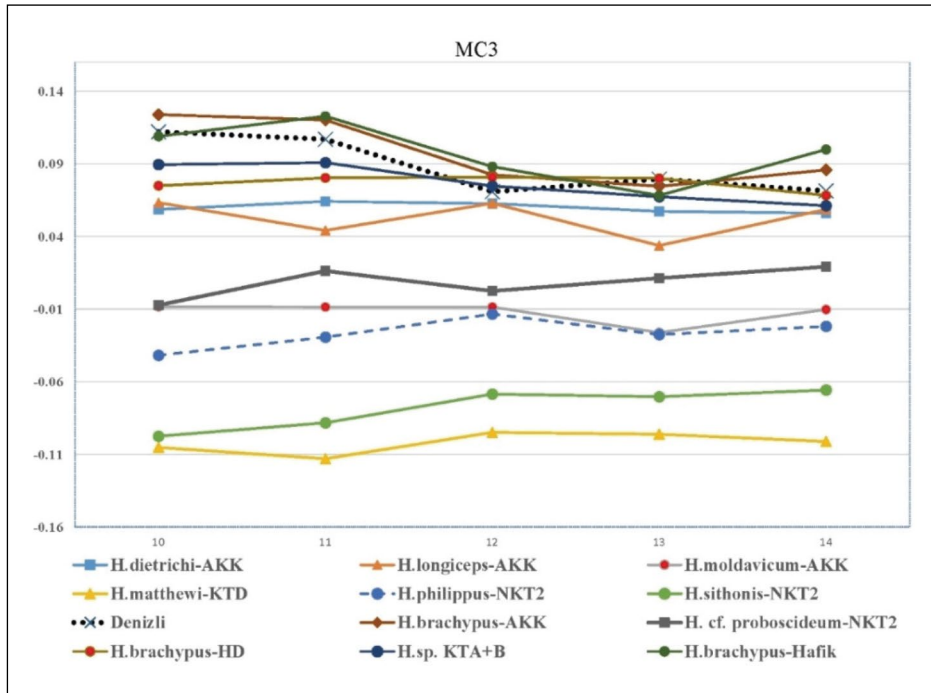
A. *Skoufotragus laticeps* sol üst M<sup>1-2</sup> (EUNHM-PV-8000)

B. *Hipparion brachypus*: sol distal MC3 (EUNHM-PV-8001) (Ölçek: 5a: 4 cm, 5b: 2 cm)

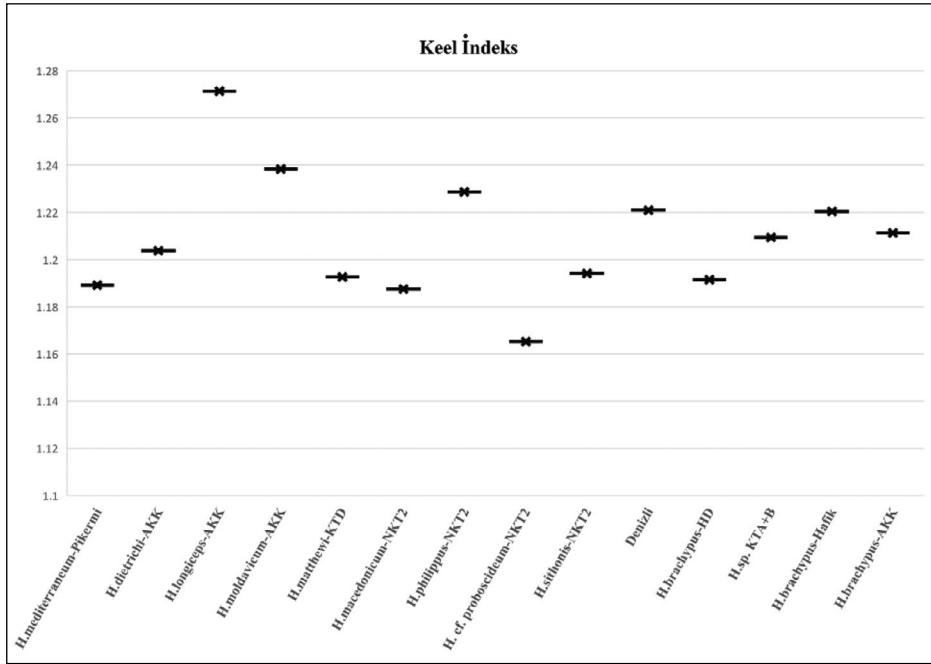
M1:20.3x19.2; M2:23.5x20.1). Her iki molarda da çiğneme yüzeyinde ön ve arka medial loblarda birleşme ile entostil gözlenmez. M1, M2'ye oranla

daha çok aşınmıştır. Protokon köşeli ve sivri, hipokon ise daha iri ve yuvarlağımsıdır. Dişin çiğneme yüzeyinin ortasında bazal pili gözlenmez. Metastil en zayıf, parastil ise en gelişmiş stildir. M2, M1'den daha iridir ve dişin proksimali distaline göre daha geniştir. Parastil ile mesostil eş derecede gelişim göstermektedir.

**Karşılaştırma:** Protoryxoid tip bovidler GD Akdeniz bölgesinde geç-orta Miyosen'den itibaren görülmeye başlamıştır (Gentry, 2000; Kostopoulos ve Karakütük, 2015). Geç Miyosen'de özellikle Anadolu, Yunanistan ve yakın çevresinde geniş bir yayılım sunmuş ve birçok yaşıt faunada görülmüştür. 2000'li yılların sonuna kadar taksonomik konumları tartışmalı olan "*Protoryx/Pachytragus*" grubu, Kostopoulos (2009) tarafından revize edilmiştir. Her iki cinsin de sinonim olduğunu söyleyen Kostopoulos (2009) bu grubu çoğunlukla yeni bir cins olan *Skoufotragus* cinsi altında değerlendirmiştir. Anadolu'da *Skoufotragus*, Kınık (*Skoufotragus* sp., geç Miyosen, MN12) (Köhler, 1987), Kemiklitepe-A (*S.laticeps*, geç Miyosen, MN11) (Bouvrain, 1994), Akkaşdağı (*S.schlosseri*, geç Miyosen, MN12) (Kostopoulos, 2009)



Şekil 6- Denizli-Gölyeri faunası ile Hristova vd. (2003), Koufos ve Kostopoulos (1994) ve Koufos ve Vlachou (2005) tarafından sunulan çeşitli geç Miyosen *Hipparion* türlerine ait logaritmik MC3 karşılaştırma diyagramı (Standart: *H. mediterraneum*, Pikermi-Yunanistan, Koufos 1987). M10-M14 ölçümleri Hristova vd. (2003), Koufos ve Kostopoulos (1994) ve Koufos ve Vlachou (2005) bulguları ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 7- Denizli-Gölyeri faunası ile Hristova vd. (2003), Koufos ve Kostopoulos (1994) ve Koufos ve Vlachou (2005) tarafından sunulan çeşitli geç Miyosen Hipparion türlerine ait MC3 keel indeksi diyagramı.

ve Şerefköy-2 (*S. cf. schlosseri*, geç Miyosen, MN12) (Kostopoulos ve Karakütük, 2015) lokalitelerinde bilinmektedir. Ayrıca bu cins Yunanistan (Samos, Kryopigi) (Kostopoulos, 2009; Lazaridis, vd., 2018) ve İran (Maragha) lokalitelerinde de kaydedilmiştir (Kostopoulos ve Bernor, 2011).

Denizli Gölyeri örneği *S. laticeps* ile morfolojik (entostilin yokluğu, M1'de dar protokon, görece yüksek hipsodonti (M1:102, M2:110 mm yükseklik/genişlik) ve biyometrik olarak benzerlik göstermektedir. Örnek yukarıda adı geçen lokalitelerde de bulunmuş olup *S. schlosseri* ve *S. zemalisorum* örneklerinden biyometrik (uzunluk ve genişlik) açısından daha iri olması ile farklılaşmaktadır (Kostopoulos, 2009; Kostopoulos ve Bernor, 2011).

Ordo : PERISSODACTYLA Owen, 1848

Aile : EQUIDAE Gray, 1821

Cins : *Hipparion* de Christol, 1832

*Hipparion brachypus* Hensel, 1862

**Yaş:** erken-orta Turoliyen (MN12) (geç Miyosen)

**Materyal:** Sol distal metacarpal 3 (MC3) (EUNHM-PV-8001) (Şekil 5B) (M10: 43.57, M11: 41.15; M12: 31.5; M13: 25.8; M14: 28.53)

**Tanım:** Örnek iri bir ata ait distal kısmı korunmuş metakarpal örneğidir. Boyut olarak *H. brachypus* örnekleri ile son derece uyumludur (Şekil 6). Ayrıca keel indeksi (M12×100/M13) (Staesche ve Sondaar, 1979; Şen vd., 1978; Eisenmann vd., 1988) değeri Anadolu ve yakın bölgelerden bilinen *H. brachypus* değerleri ile de uyumludur (Akgün vd., 2000; Kaya vd., 2012) (Şekil 7).

Anadolu'da iri form geç Miyosen Equidae bulguları *H. brachypus* türü altında toplanmıştır. Günümüze kadar bu bulgular Kemiklitepe-A (geç Miyosen, MN11) (Koufos ve Kostopoulos, 1994), Akkaşdağı (geç Miyosen, MN12) (Koufos ve Vlachou 2005), Şerefköy-2 (geç Miyosen, MN12) (Kaya vd., 2012) ve Sivas-Hafik (geç Miyosen, MN12) (Akgün vd., 2000) lokalitelerinde bilinmektedir (Şekil 8). Ayrıca bu tür; geç Miyosen Yunanistan (Samos, Pikermi) (Koufos ve Vlachou, 2005; Vlachou ve Koufos, 2009), Bulgaristan (Hadjidimovo, Kalimanci) (Hristova vd., 2003) ve İran (Maragha) lokalitelerinde de kayıtlanmıştır (Bernor vd., 2016). Görece kısa ve iri metapodları bu türün daha kapalı paleo-ortamlarda yaşamaya adapte olduğunu düşündürmektedir (Koufos ve Vlachou, 2005; Vlachou ve Koufos, 2009).

		MİYÖSEN				Yas (My)
		TUROLİYEN				Devir
		Erken				Polarite
		MN 11				KARASAL MEMELİ KATI
		MN 12				MEMELİ ZONU
		MN 13				
Karabeyli	<i>Struthio</i> sp.					
	<i>Ichittherium viverrinum</i>					
	<i>Hipparion brachypus</i>					
	<i>Hipparion</i> sp. (II) (small)					
	<i>Palaeotragus</i> sp.					
	<i>Gazella cf. capricornis</i>					
	<i>Protoryx</i> sp.					
Kemiklitepe-A-B	<i>Palaeoryx pallasi</i>					
	<i>Microstonyx major</i>					
	<i>Samotherium boissieri</i>					
	<i>Choerolophodon pentelici</i>					
	<i>Aderocuta eximia</i>					
	<i>Hyaenictitherium wongii</i>					
	<i>Amphimachairodus giganteus</i>					
	<i>Ancylotherium pentelicum</i>					
	<i>Cremohipparion matthewi</i>					
	<i>C. mediterraneum</i>					
Kemiklitepe-C-D	<i>Pliodiceros neumayri</i>					
	<i>Skoufotragus laticeps</i>					
	<i>Palaeotragus rouenii</i>					
	<i>Samotherium major</i>					
	<i>Orycteropus gaudryi</i>					
	<i>Hystrix primigenia</i>					
	<i>Pliohyrax graecus</i>					
	<i>Choerolophodon pentelici*</i>					
	<i>Machairodus aphanistus</i>					
	<i>C. mediterraneum</i>					
Çal	<i>Pliodiceros neumayri</i>					
	<i>Criotherium argalioides</i>					
	<i>Mesembriacerus melenitsi</i>					
	<i>Palaeoreas lindermayeri</i>					
	<i>Palaeoreas elegans</i>					
Mahmutgazi	<i>Choerolophodon pentelici**</i>					
	<i>Ancylotherium pentelicum</i>					
	<i>Cremohipparion matthewi</i>					
	<i>Palaeoryx pallasi</i>					
	<i>Aderocuta eximia</i>					
	<i>Praticittherium crassum</i>					
	<i>Machairodus aphanistus</i>					
	<i>Indarctos atticus</i>					
	<i>Chilotherium schlosseri</i>					
	<i>Pliodiceros neumayri</i>					
	<i>Ancylotherium pentelicum</i>					
	<i>Hipparion cf. macedonicum</i>					
	<i>Miotragocerus valencienesi</i>					
	<i>Palaeoryx pallasi</i>					
	<i>Sporadotragus parvidens</i>					
Şerefköy	<i>Tragoptax amalthaea</i>					
	<i>Plesiadax cf. inudatus</i>					
	<i>Palaeoreas lindermayeri</i>					
	<i>Oioceros wegneri</i>					
	<i>Microstonyx major</i>					
	<i>Samotherium major</i>					
	<i>Choerolophodon pentelici</i>					
	<i>Amphimachairodus giganteus</i>					
	<i>Pristifelis attica</i>					
	<i>Paramachaerodus orientalis</i>					
	<i>Aderocuta eximia</i>					
	<i>Parataxidae maraghana</i>					
	<i>Pliohyrax graecus</i>					
	<i>Cremohipparion matthewi</i>					
	<i>Hipparion brachypus</i>					
<i>Hipparion dietrichi</i>						
<i>Ancylotherium pentelicum</i>						
<i>Pliodiceros neumayri</i>						
<i>Samotherium major</i>						
<i>Palaeotragus rouenii</i>						
<i>Urmitherium rugosifrons</i>						
<i>Gazella capricornis</i>						
<i>Sporadotragus parvidens</i>						
<i>Skoufotragus schlosseri</i>						
<i>Palaeoryx pallasi</i>						
<i>Hippopotamodon major</i>						
<i>Orycteropus gaudryi</i>						
<i>Choerolophodon pentelici</i>						
<i>Deinotherium</i>						
Özlüce	<i>Dinocrocuta gigantea</i>					
	<i>Hipparion mediterraneum</i>					
	<i>Pliodiceros neumayri</i>					
	<i>Chilotherium killisi</i>					
	<i>Palaeotragus</i>					
	<i>Sporadotragus</i>					
	<i>Hippopotamodon</i>					
<i>Choerolophodon pentelici</i>						
Sazak	<i>Aderocuta eximia</i>					
	<i>Cremohipparion matthewi</i>					
	<i>Pliodiceros neumayri</i>					
	<i>Protoryx carolinae</i>					
	<i>Gazella deperitua</i>					
	<i>Tragoptax amalthaea</i>					
	<i>Palaeoreas lindermayeri</i>					
	<i>Pachytragus crassicornis</i>					
<i>Helladotherium duvernoyi</i>						
<i>Choerolophodon pentelici</i>						
Erken	<i>Palaeotragus rouenii</i>					
	<i>Hipparion</i>					
	<i>Gazella</i>					
İnönü	<i>Cremohipparion matthewi</i>					
	<i>Hipparion brachypus</i>					
	<i>Skoufotragus laticeps</i>					

Şekil 8- Batı Anadolu Turoliyen lokalitelerinin biyostratigrafik dağılımı ve korelasyonu. Karabeyli (Seyitoğlu vd., 2009), Kemiklitepe (Şen vd., 1994; Saraç, 2003; Xafis vd., 2020), Çal-Asarlık (Alçiçek vd., 2012; Alçiçek ve Alçiçek, 2014; Alçiçek vd., 2019), Mahmutgazi (Sickenberg vd., 1975; Pickford ve Ertürk, 1979; Köhler, 1987; Saraç, 2003; Pickford, 2016; Geraads, 2017), Şerefköy (Saraç, 2003; Kaya vd., 2012; Mayda, 2014), Özlüce (Saraç, 2003; Alpagut, vd., 2014; Mayda, 2014), Sazak (Saraç, 2003; Oruç, 2009; Tuna, 1999; Kaya 1993), Eşen-Karamusalar (Alçiçek, 2007; Alçiçek vd., 2019), Çameli-Elmalıyurt (Saraç, 2003; Alçiçek vd., 2005, 2006, 2019), Sazak (Saraç, 2003; Tuna, 1999), Gölyeri (bu çalışma).

## 6. Tartışma ve Sonuçlar

Denizli Havzası Neojen istifi içinde bilinen memeli fosil toplulukları, yörenin Neojen devri boyunca birçok karasal canlı topluluğu için önemli bir göç yolu olduğunu göstermiştir. Ancak bölgesel paleobiyocoğrafik doku içinde ilk kez bu çalışma kapsamında bulunan yeni taksonların eklenmesi ile Denizli Havzası için Turoliyen dönemi tanımlanabilmiştir. Söz konusu fosiller, havzanın kuzeydoğu kenarında yükselmiş Kolankaya formasyonu içerisinde, bu çalışma sırasında ayırtılan ve alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşan Güzelıncar Üyesi içerisinde yer almaktadır. Gölyeri omurgalı fosil faunası; Anadolu ve Greko-İran biyoprovensi olarak adlandırılan ve Yunanistan'dan İran'a kadar uzanan bölgede geç Miyosen (MN11-12, erken-orta Turoliyen) boyunca geniş yayılım sunan taksonlardan oluşmaktadır. Benzer taksonlar özellikle Denizli Havzası çevresinde Asarlık, Mahmutgazi, Sazak, Elmalıyurt (Pırnaz), Kemiklitepe ve Karabeyli, Şerefköy, Özlüce ve Karamusalar lokalitelerinin Turoliyen fosilleri ile bilinmektedir. Gölyeri faunası ise az sayıda örnek içermesine karşın Denizli Turoliyen'inde bulunmuş ilk örnekler olması bakımından ilgili taksonların havzalar arası stratigrafik korelasyona olanak vermesi ve bölgesel paleobiyocoğrafik yayılımlarının anlaşılması yönü ile özel bir öneme sahiptir.

## Katkı Belirtme

Bu çalışma Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülen 2018-30.14.05 özel kod nolu 'Türkiye Paleosismoloji Araştırmaları Projesi' kapsamında elde edilen arazi ve paleontolojik

bulguları kapsamaktadır. Başta Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı olmak üzere, proje başkanı Hasan Elmacı ve tüm proje çalışanlarına, S.M. arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında Ege Üniversitesi TTM/001/2010, TTM/001/2013, TTM/001/2014, TTM/001/2016, TTM/002/2016 desteği almıştır. Önerileri ile makalenin geliştirilmesine katkı sağlayan T. Tanju Kaya (Ege Üniv.) ve Dimitris S. Kostopoulos'a (Aristotle University of Thessaloniki) teşekkür ederiz.

### Değerlendirilen Belgeler

- Akgün, F., Kaya, T., Forsten, A., Atalay, Z. 2000. Biostratigraphic data (Mammalia and palynology) for the Late Miocene Incesu Formation in Düzyayla (Hafik-Sivas). *Turkish Journal of Earth Sciences* 9, 57-67.
- Alçıçek, H. 2010. Stratigraphic correlation of the Neogene basins in Southwestern Anatolia: regional palaeogeographical, palaeoclimatic and tectonic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291, 297-318.
- Alçıçek, H., Alçıçek, M.C. 2014. Palustrine carbonates and pedogenic calcretes in the Çal basin of SW Anatolia: Implication on the Plio-Pleistocene regional climatic pattern in the Eastern Mediterranean. *Catena* 112, 48-55.
- Alçıçek, H., Varol, B., Özkul, M. 2007. Sedimentary facies, depositional environments and palaeogeographic evolution of the Neogene Denizli Basin of SW Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology* 202, 596-637.
- Alçıçek, H., Wesselingh, F.P., Alçıçek, M.C. 2015. Palaeoenvironmental evolution of the late Pliocene-early Pleistocene fluvio-deltaic sequence of the Denizli Basin (SW Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 437, 98-116.
- 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.
- Alçıçek, M.C., Kazancı, N., Özkul, M. 2005. Multiple rifting pulses and sedimentation pattern in the Çameli Basin, Southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology* 173, 409-431.
- Alçıçek, M.C., Ten Veen, J.H., Özkul, M. 2006. Neotectonic development of the Çameli Basin, Southwestern Anatolia, Turkey. In: A. H. F. Robertson, D. Mountrakis (Eds.), *Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region*. Geological Society London Special Publication 260, 591-611.

- Alçıçek, M.C., Mayda, S., Alçıçek, H. 2012. Faunal and palaeoenvironmental changes in the Çal Basin, SW Anatolia: Implications for regional stratigraphic correlation of late Cenozoic basins. *Comptes Rendus Geoscience* 344, 89-98.
- Alçıçek, M. C., Brogi, A., Capezzuoli, E., Liotta, D., Meccheri, M. 2013. Superimposed basin formation during Neogene- Quaternary extension in SW-Anatolia (Turkey): insights from the kinematics of the Dinar fault zone. *Tectonophysics* 608, 713-727.
- Alçıçek, M.C., Mayda, S., Ten Veen, J.H., Boulton, S.J., Alçıçek, H., Tesakov, A., Saraç, G., Hakyemez, Y., Gökteş, F., Murray, A., Wesselingh, F.P., Jimenez-Moreno, G., Büyükmeriç, Y., Bouchal, J.M., Demirel, F.A., Kaya, T.T., Halaçlar, K., Bilgin, M., Van den Hoek Ostende, L.W. 2019. Reconciling the stratigraphy and sedimentation history of the Lycian orogen-top basins, SW Anatolia. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 99, 551-570
- Alpagut, B., Mayda, S., Kaya, T., Gökteş, F., Halaçlar, K., Kesici, S.D. 2014. Overview of Recent Research on Muğla-Özlüce Mammalian Fossil Locality. 67th Geological Congress of Turkey. 15-18 April 2014, Ankara, 732-733.
- Bernor, R.L., Ataabadi, M.M., Meshida, K., Wolf, D. 2016. The Maragheh hipparions, Late Miocene of Azarbaijan, Iran. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments* 96, 453-488.
- Boulbes, N., Mayda, S., Titov, V.V., Alçıçek, M.C. 2014. Les grands mammifères pléistocènes des travertins du Bassin de Denizli, Sud-ouest de l'Anatolie, Turquie (The large Upper Villafranchian mammals from the Denizli Basin travertines, Southwest Anatolia, Turkey). *Anthropologie* 118, 44-73.
- Bouvrain, G. 1994. Les gisements de mammifères du Miocène supérieur de Kemiklitepe, Turquie. 9. Bovidae. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle* 16, 175-209.
- Bozkurt, E. 2003. Origin of NE-trending basins in Western Turkey. *Geodinamica Acta* 16, 6 -81
- Eisenmann, V. 1995. What metapodial morphometry has to say about some Miocene hipparions. In: E.S. Vrba, G.H. Denton, T.C. Partridge, and L.H. Burckle (eds.), *Palaeoclimate and Evolution with Emphasis on Human Origins*, Yale University Press. New Haven, 48-162.
- Eisenmann, V., Alberdi, M.T., Giuli, C. de., Staesche, U. 1988. Methodology. In: M. Woodburne and P.Y. Sondaar (eds.), *Studying Fossil Horses*, Brill press. Leiden, 1-71.

- Emre, Ö., Duman.T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F. 2013. Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.
- Gentry, A.W. 2000. Caprinae and Hippotragini (Bovidae, Mammalia) in the Upper Miocene. In: Vrba, E. S.; Schaller, G. B. (ed.), *Antelopes, Deer, and Relatives. Fossil Record, Behavioral Ecology, Systematics, and Conservation*. New Haven, CT, USA: Yale University Press, 65–83.
- Gentry, A. W., Rössner, G. E., Heizmann, E.P.J. 1999. Suborder Ruminantia in: Rössner, G. & Heissig, K. (eds.), *The Miocene Land Mammals of Europe*, Verlag Dr. F. Pfeil, s. 225-249.
- Geraads, D. 2017. Late Miocene large mammals from Mahmutgazi, Denizli province, Western Turkey. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 284, 241-257.
- Hristova, L., Kovachev, D., Spassov, N. 2003. Hipparion brachypus Hensel, 1862 from Hadjidimovo, southwestern Bulgaria (Late Miocene). *Dokladi na Bulgarskata Akademiya na Naukite* 56, 77-84.
- Kaya, T. 1993. Late Miocene Perissodactyla from Sazak (Kale-Denizli). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 115, 23-31.
- Kaya, T., Mayda, S., Kostopoulos, D., Alçiçek, M. C., Merceron, G., Tan, A., Karakütük, S., Giesler, A. K., Scott, S. S. 2012. Şerefköy-2, a new late Miocene mammalian locality from the Yatağan formation, Muğla, SW Turkey. *Comptes Rendus Palevol* 11, 5-12.
- Kaymakçı, N. 2006. Kinematic development and paleostress analysis of the Denizli Basin (Western Turkish): implications of spatial variation of relative paleostress magnitudes and orientations. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 207-222.
- Kaymakçı, N., Langereis, C., Özkaptan, M., Özacar, A. A., Gülyüz, E., Uzel, B., Sözbilir, H., Koç, A. 2018. Paleomagnetic evidences for upper plate response to a STEP fault, SW Anatolia. *Earth and Planetary Science Letters* 498, 101-115.
- Koçyiğit, A. 2005. The Denizli graben-horst system and the eastern limit of the Western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey. *Geodinamica Acta* 18, 167-208.
- Konak, N., Şenel, M. 2002. Geological map of Turkey in 1/500.000 scale: Denizli sheet. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Ankara.
- Kostopoulos, D.S. 2009. The Late Miocene Mammal Faunas of the Mytilinii Basin, Samos Island, Greece: new collection. 13. Bovidae. *Beiträge zur Paläontologie* 31, 345-389.
- Kostopoulos, D.S., Bernor, R.L. 2011. The Maragheh bovids (Mammalia, Artiodactyla): systematic revision and biostratigraphic-zoogeographic interpretation. *Geodiversitas* 33, 649-708.
- Kostopoulos, D.S., Karakütük, S. 2015. Late Miocene bovids from Şerefköy-2 (SW Turkey) and their position within the sub-Paratethyan biogeographic province. *Acta Palaeontologica Polonica* 60, 49–66.
- Koufos, G.D. 1987. Study of the Pikermi hipparions. Part I: Generalities and taxonomy. Part II: Comparisons and odontograms. *Bulletin Museum Nationale Histoire Naturelle Paris* 4e ser. 9 sect. C 2: 197–252, 3: 327–363.
- Koufos, G.D. 2016. Hipparion macedonicum revisited: New data on evolution of hipparionine horses from the Late Miocene of Greece. *Acta Palaeontologica Polonica* 61, 519-536.
- Koufos, G.D., Kostopoulos, D.S. 1994. The late Miocene mammal localities of Kemiklitepe (Turkey). 3. Equidae. *Bulletin du Muséum National d’Histoire Naturelle Paris* 4, 16C, 41-80.
- Koufos, G.D., Vlachou, T.D. 2005. Equidae (Mammalia, Perissodactyla) from the late Miocene of Akkaşdağı. *Geodiversitas* 27, 633-705.
- Köhler, M. 1987. Boviden des Türkischen Miozäns (Kanozoikum und Braunkohlen der Türkei). *Paleontologia i evolucion* 28, 33–246.
- Krijgsman, W., Tesakov, A., Yanina, T., Lazarev, S., Danukalova, G., Van Baak, G.C.G., Agustí, J., Alçiçek, M.C., Aliyeva, E., Bista, D., Bruch, A., Büyükmeriç, Y., Bukhsianidze, M., Flecker, R., Frolov, P., Hoyle, T.M., Jorissen, E.L., Kirscher, U., Koriche, S.A., Oms, O., Rausch, L., Singarayer, J., Stoica, M., Van de Velde, S.V., Titov, V.V., Wesselingh, F.P. 2019. Quaternary time scales for the Pontocaspian domain: interbasinal connectivity and faunal evolution. *Earth-Science Reviews* 188, 1-40.
- Lazaridis, G., Tsoukala, E., Rae, T. C., Gómez-Olivencia, A., Nagel, D., Bartsiakos, A. 2018. Mesopithecus pentelicus from the Turolian locality of Kryopigi (Kassandra, Chalkidiki, Greece). *Journal of Human Evolution* 121, 128-146.
- Lebatard, A.-E., Bourlès, D.L., Alçiçek, M.C. 2014a. Datation des travertins de Kocabaş par la méthode des nucléides cosmogéniques <sup>26</sup>Al/<sup>10</sup>Be (Dating of the Kocabaş travertines with the <sup>26</sup>Al/<sup>10</sup>Be cosmogenic nuclide method). *Anthropologie* 118, 34-43.
- Lebatard, A.-E., Alçiçek, M.C., Rochette, P., Khatib, S., Violet, A., Boulbes, N., Bourlès, D.L., Demory, F., Guipert, G., Mayda S., Titov, V.V., Vidal, L.,

- de Lumley, H. 2014b. Dating the Homo erectus bearing travertine from Kocabaş (Denizli, Turkey) at at least 1.1 Ma. *Earth and Planetary Science Letters* 390, 8-18.
- Mayda, S. 2014. The updated late Miocene mammalian faunas of Özlüce, Şerefköy and Salihpaşalar from Yatağan Basin, Muğla, SW Turkey. 8th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, 13-17 October 2014, Muğla, 176.
- Nebert, K. 1958. Die Pliozanen Ablagerungen Von Denizli Und Ihre Bedeutung Fur Die Stratigraphie Des Westanatolischen Sosswasserneogens. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 51, 7-20.
- Okay, A.İ. 1989. Geology of the Menderes Massif and The Lycian Nappes South of Denizli, Western Taurides, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration* 109, 45-58.
- Oruç, S. 2009. The Fossils of Bovidae (Artiodactyla) From Denizli (Sazak) Neogene Mammalian Fauna and Their Biochronological, Paleobiogeographic and Paleoclimatologic Meanings. MSc Thesis. Ege University (yayımlanmamış). İzmir. 154 pp.
- Pickford, M. 2016. Hippopotamodon erymanthius (Suidae, Mammalia), from Mahmutgazi, Denizli-Çal Basin, Turkey. *Fossil Imprint* 72, 183-201.
- Pickford, M., Ertürk, Ç. 1979. Suidae and Tayassuidae from Turkey. *Bulletin of the Geological Society of Turkey* 22, 141-154.
- Rausch, L., Alçiçek, H., Vialet, A., Boulbes, N., Mayda, S., Titov, V.V., Stoica, M., Charbonier, S., Abels, H.A., Tesakov, A.S., Moigne, A-M., Andrieu-Ponel V., de Franceschi D., Wesselingh F.P., Alçiçek, M.C. 2019. An integrated reconstruction of the early Pleistocene palaeoenvironment of Homo erectus in Denizli Basin (Turkey). *Geobios* 57, 77-95.
- Saraç, G. 2003. Türkiye omurgalı fosil yatakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No:10609, 1-208, Ankara (yayımlanmamış).
- Seyitoğlu, G., Alçiçek, M.C., Işık, V., Alçiçek, H., Mayda, S., Varol, B., Yılmaz, İ., Esat, K. 2009. The stratigraphical position of Kemiklitepe fossil locality (Eşme, Uşak) revised: Implications for the Late Cenozoic sedimentary basin development and extensional tectonics in Western Turkey. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie-Abhandlungen* 251, 1-15.
- Sickenberg, O., Tobien, H. 1971. New Neogene and Lower Quaternary vertebrate faunas in Turkey. *Newsletters on Stratigraphy* 1, 51-61.
- Sickenberg, O., Becker-Platen, J. D., Benda, L., Berg, D., Engesser, B., Gazlry, W., Heissig, K., Hünermann, K. A., Sondaar, P. Y., Schmidt-Kittler, N., Staesche, K., Staesche, U., Steffens, P., Tobien, H. 1975. Die Gliederung des höheren Jungtertiärs und Altquartärs in der Türkei nach Vertebraten und ihre Bedeutung für die internationale Neogen-Stratigraphie. *Geologisches Jahrbuch, Reihe B*, 15, 1-167.
- Staesche, U., Sondaar, P.Y. 1979. Hipparion aus dem Vallesium und Turolium (Jungtertiar) der Türkei. *Geologisches Jahrbuch B*, 33, 35-79.
- Sun, S. 1990. Denizli-Uşak arasındaki jeolojisi ve linyit olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No 9985, 1-92, Ankara (yayımlanmamış).
- Şen, S., Sondaar, P.Y., Staesche, U. 1978. The biostratigraphic application of the genus Hipparion with special references to the Turkish representatives. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Amsterdam B*, 81, 370-385.
- Şen, Ş, De Bonis, L., Dalfes, N., Geraads, D., Koufos, G. 1994. Les gisements de mammifères du Miocène supérieur de Kemiklitepe, Turquie: 1. Stratigraphie et magnétostratigraphie. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*, 4e sér., section C, 16, 1, 5-17.
- Şimşek, Ş. 1984. Denizli-Kızıldere-Tekkehamam-Tosunlar-Buldan-Yenice alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 7846, 85s, Ankara (yayımlanmamış).
- Tuna, V. 1999. Late Miocene Artiodactyls (Mammalia) From Yukarıszak Village (Kale-Denizli). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 121, 73-82.
- Xafis, A., Mayda, S., Alçiçek, M.C., Kaya, T., Halaçlar, K., Grimsson, F., Nagel, D. 2020. Large giraffid remains (Mammalia, Ruminantia) from the new late Miocene locality Kemiklitepe-E (Western Anatolia, Turkey) Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments (<https://doi.org/10.1007/s12549-020-00433-4>).
- Westaway, R. 1993. Neogene evolution of the Denizli region of Western Turkey. *Journal of Structural Geology* 15, 37-53.
- Vlachou, T.D. Koufos, G.D. 2009. Equidae. In: G.D. Koufos and D. Nagel (Eds.), *The Late Miocene Mammal Faunas of the Mytilinii Basin, Samos Island, Greece: New Collection. Beitrage zur Paläontologie* 31, 207-281.