



Araştırma Makalesi / Research Article

KİRMİR ÇAYI'NIN İKLİM VE TEKTONİK KONTROLLÜ SEKİLERİ, İÇ ANADOLU-TÜRKİYE

Climatic and Tectonic-controlled terraces of the Kirmir Stream, Central Anatolia-Türkiye

Suzan ALTIPARMAK^a, Uğur DOğAN^b, Ali KOÇYİğİT^c, Serdar YEŞİLYURT^d

^a Zübeyde Hanım Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, 41050 Yahyakaptan, İzmit
suuzan.yldz@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-4449-0895>

^b Ankara Üniversitesi Coğrafya Bölümü 06100 Sıhhiye, Ankara
geoankara@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-1300-3484>

^c Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Aktif Tektonik ve Deprem Araştırma Lab. Ankara
alikocyyigit45@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-0026-2831>

^d Ankara Üniversitesi Coğrafya Bölümü 06100 Sıhhiye, Ankara
serdar_yesilyurt@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-2896-9644>

Makale Tariğesi

Geliş 26 Temmuz 2023

Kabul 30 Eylül 2023

Article History

Received 26 July 2023

Accepted 30 September 2023

Anahtar Kelimeler

Kirmir Çayı, flüvyal jeomorfoloji, tektonik jeomorfoloji, seki

Keywords

Kirmir Stream, fluvial geomorphology, tectonic geomorphology, terrace

Atıf Bilgisi / Citation Info

Altıparmak, S., Doğan, U., Koçyığit, A. & Yeşilyurt, S. (2023) Kirmir Çayı'nın İklim ve Tektonik Kontrollü Sekileri, İç Anadolu-Türkiye / Climatic and Tectonic-controlled terraces of the Kirmir Stream, Central Anatolia-Türkiye, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2023 (11): 114-136.

doi: 10.46453/jader.1332862

ÖZET

Kirmir Çayı orojenik İç Anadolu Platosu'nun batı kısmının sularını toplayan Sakarya Nehri'nin bir koludur. Kaynağını Kızılcahamam yakınlarından alan Kirmir Çayı, Beypazarı'nın güneybatısında Sakarya Nehri'ne dahil olur. Kırbaşı Platosunun kuzeyinde yaklaşık olarak D-B uzanışlı olan Kirmir vadisi faylar tarafından kontrol edilmektedir. Bu faylar vadinin asimetrik olmasında ve bazı seki basamaklarının morfolojisi üzerinde önemli bir pay sahibidir. Kirmir Çayı vadisinde yaptığımız araştırmada eski alüvyon deposu korunmuş olan 23 seki basamağı saptanmıştır. Bu sekiler vadi yamaçlarında güncel nehir seviyesinden 5 m (T1) ile 187 m (T23) arasında değişen seviyelerde dağılış gösterir. Sekiler henüz tarihlendirilmemiş olmakla birlikte Kirmir Çayı'nın, Sakarya Nehri ile eş zamanlı olarak vadisini son 4 My'da yaklaşık 700 m kazdığı ve bu sekilerin orta-geç Pleyistosen yaşında oldukları söylenebilir. Bu veri aynı zamanda çalışma alanının İç Anadolu Platosunun orta ve güney kesimlerine göre hızlı bir bölgesel yükselmenin etkisinde kaldığını gösterir.

ABSTRACT

Kirmir Stream is a tributary of the Sakarya River, which drains the waters of the western part of the orogenic Central Anatolia Plateau. Kirmir Stream, which takes its source from the vicinity of Kızılcahamam, joins the Sakarya River to the southwest of Beypazarı. The Kirmir valley, which extends approximately E-W direction in the north of the Kırbaşı Plateau, is mainly controlled by faults. These faults have an important role in the asymmetry of the valley and on the some of terrace staircases. During our research in the Kirmir Stream Valley, 23 terrace staircases that preserved alluvial (channel, floodplain and alluvial fan) deposits were found. These terraces are distributed on the valley slopes at levels ranging from 5 m (T1) to 187 m (T23) above the current river level. Although the terrace staircases have not been dated yet, it can be said that these terraces are of middle-late Pleistocene age, considering that incising the valley of the Kirmir Stream concurrently with the Sakarya River for about 700 m in the last 4 Ma. This data also shows that the study area is affected by a rapid regional uplift compared to the central and southern parts of the Central Anatolia Plateau.

1.GİRİŐ

Akarsular, iklim, deniz seviyesi değişimi, tektonik ve havza i dinamiklerindeki değişime tepki verir (Schumm, 1979; Lewin ve Gibbard, 2010; Hetzel vd., 2006; Vandenberghe, 2015). Bu tepki, vadi tabanında kazılma veya alüvyon birikimi yönünde olabilir. Vadi tabanındaki durağanlık ve kazılma evrelerinin arđalanması, kısa süreli kararsızlık fazlarında oluşur (Vandenberghe, 2015). Kazılma evresi sonucunda oluşun sekiler ise güncel akarsu yatağına göre yüksekte kalmış ve günümüze kadar korunabilmiş yatak-taşkınovası depolarını da içerebilen eski vadi tabanı parçalarıdır (Leopold vd., 1964; Vandenberghe, 2015).

Seki depolarından, oluştukları dönemle ilgili olarak akarsuyun enerjisi, yatak tipi, kazılma-birikme süreçleri hakkında veri elde edilebilirken, akarsuyun uzun veya kısa süreli iklim döngülerine, bölgesel ve yerel tektonik deformasyonlara tepkiselliği hakkında da çıkarımlar yapılabilmektedir (Schumm vd., 2000; Vandenberghe, 2002; Doğan, 2011; Maddy vd., 2020). Bu nedenle pek çok çalışmada seki basamaklarının oluşmasında bölgesel tektonik yükselmeye birlikte iklimin de etkili olduğu ortaya konmuştur (Bridgland, 2000; Maddy vd., 2001; Antoine vd., 2007; Starkel, 2003; Lu vd., 2006; 2012; Bridgland ve Westaway, 2008; Vandenberghe, 2008, 2015; Gibbard ve Lewin, 2009; Doğan, 2011; Wang vd., 2013, 2015, 2017; Liu vd., 2020; Ma vd., 2023). Bazı uzun dönemli seki çalışmalarında akarsu sekileri 100 ve 41 bin yıllık küresel iklim döngüleriyle ilişkilendirilmiş ve tarihlendirilen sekiler aracılığıyla vadi kazılma veya tektonik yükselme hızı hesaplanmıştır (Bridgland, 2000; Maddy vd., 2001, 2005; Antoine vd., 2007; Bridgland ve Westaway, 2008; Doğan, 2011, iner vd., 2015; Doğan vd., 2020; Doğan ve şenkul, 2020).

Türkiye’de farklı vadilerde yapılan seki çalışmalarında ise iklim ve tektoniğin seki oluşumu üzerindeki etkisini anlamaya yönelik çalışmaların sayısı hızla artmaktadır (Doğan 2011; iner vd., 2015; Bayer-Altın vd., 2017; Erturaç ve Kıyak, 2017; Berndt vd., 2018; Maddy vd., 2017; 2020; Avşın vd., 2021; Doğan ve şenkul, 2020).

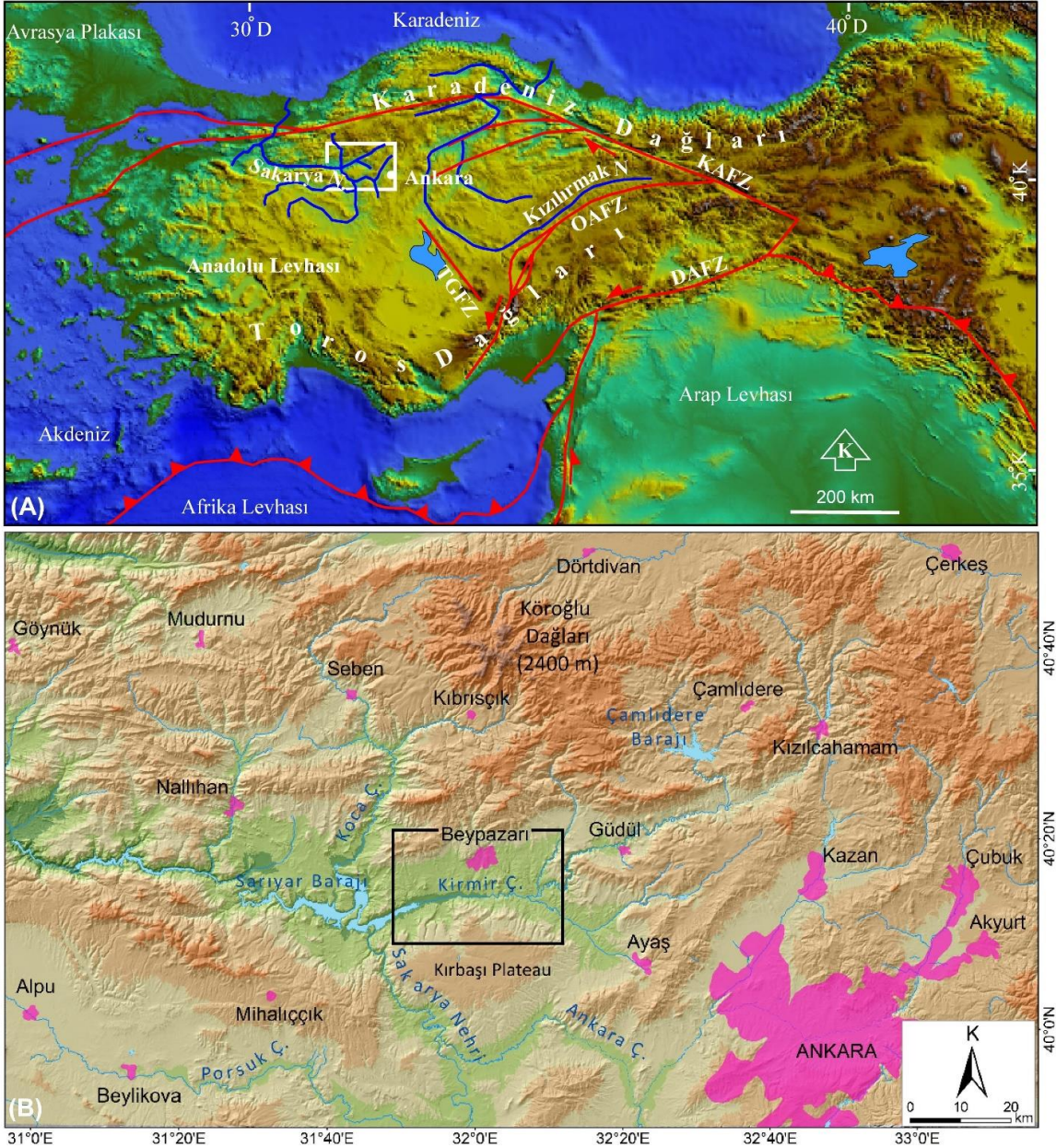
Bu çalışmanın konusunu oluşturan Kirmir ayı vadisinde de akarsuyun iklim ve tektonik değişime karşı tepkiselliğinin kanıtlarını oluşturan çok sayıda seki basamağı saptanmıştır. İç Anadolu Platosu’nun kuzey kesimi ile Karadeniz Dağları’nın geçiş kuşağında bulunan Kirmir ayı, Sakarya Nehri’nin büyük kollarından biridir. Kaynağını Kızılcahamam yakınlarından alan Kirmir ayı, güney-güneybatı yönünde akarak Beypazarı’nın güneybatısında Sakarya Nehri ile birleşir. Bu alışma kapsamında Kirmir ayı vadisinin doğuda Adaören ile batıda Sarıyar Baraj Gölü arasında kalan kısmı ele alınmıştır (şekil 1). Bu alanın seçilmesinin nedeni Kirmir Vadisi’nde yanal devamlılığı olan seki sayılarının en iyi gözleendiği bölüm olması ve fay kontrollü gelişen bazı seki basamaklarının bu alanda yer almasıdır. Ayrıca flüvyal jeomorfoloji açısından bu alan, akarsu tepkiselliğini ve tektoniğin akarsu sistemi üzerindeki etkisini anlamak açısından önem taşımaktadır.

Kirmir ayı vadisinde konusu doğrudan sekiler olmayan jeomorfolojik alışmalar (Erol, 1958, 1961; Bilgin, 1990) ve Kirmir ayı ile İlhan ayı kavşak kesiminde sekileri ele alan bir çalışma (iek, 2001) yapılmış ancak bu çalışmalarda oldukça sınırlı veriler ortaya konmuştur. Sakarya Nehri’nin aşağı kesiminde yapılan iki çalışmada ise seki basamaklarıyla deniz seviyesi değişimi arasındaki ilişki (Erturaç vd., 2019), iklim ve tektonik kontrollü sekilerin oluşumu (Karakoca ve Uncu, 2020) ile ilgili bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Sayısı yirminin üzerinde olan ve eski vadi tabanı depoları korunmuş olan Kirmir ayı sekileri Türkiye’deki en önemli Kuvaterner flüvyal arşivlerden birini oluşturmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada henüz radyometrik yaş verisi bulunmamakla birlikte, elde edilen bazı veriler işığında Kirmir ayı’nın uzun dönemli iklim döngülerine ve tektonik hareketlere verdiği tepkinin aydınlatılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda seki depolarının jeomorfolojik-sedimentolojik özellikleri ve Pleyistosen’de aktif olan fayların bazı seki basamakları üzerindeki etkisi de ortaya konulmuştur.

Çalışmada sekiler ve faylar haritalanmış, drone görüntüleri ve ortofotolardan üretilmiş yüksek çözünürlüklü sayısal yükselti modeli vasıtasıyla seki seviyeleri saptanmıştır. Seki

basamaklarından jeomorfolojik-sedimentolojik veriler toplanmıştır. Çalışma jeomorfolojik kesitler ve görsellerle desteklenmiştir.



şekil 1: Çalışma alanının lokasyon haritası. Kısaltmalar; KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, TGFZ: Tuz Gölü Fay Zonu, OAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu / **Figure 1:** Location map of the study area. Abbreviations: KAFZ: North Anatolian Fault Zone, DAFZ: East Anatolian Fault Zone, TGFZ: Lake Salt Fault Zone, OAFZ: Central Anatolian Fault Zone.

2. GENEL JEOLÖJİK ÖZELLİKLER

Kırımır vadisi ve yakın çevresinde Geç Miyosen-Pliyosen yaşındaki akarsu-göl depoları (Kırımır Formasyonu) geniş alan kaplar. Bu kayalar temeldeki Paleozoyik metamorfiklerini, Geç Kretase'de oluşan Beypazarı granitoidini (Gürgen, 1991; Helvacı ve Bozkurt, 1994; Zoroğlu ve Kadioğlu 2004; Helvacı vd., 2014; Kadioğlu ve Zoroğlu, 2008; Speciale vd., 2014)

ve Orta Miyosen volkanitlerini uyumsuz olarak örter (şekil 2). Paleozoyik metamorfikleri Yukarıulucak köyünün doğusunda yüzeylenirken, Beypazarı granitoidi Kırımır Çayı'nın güneyinde Kırbaşı Platosu'nda görülür. Miyosen yaşındaki Teke volkanitleri (Helvacı ve Bozkurt, 1994; Karadenizli, 1995; Helvacı, 2010) ise Adaören köyü çevresinde yüzeylenir.

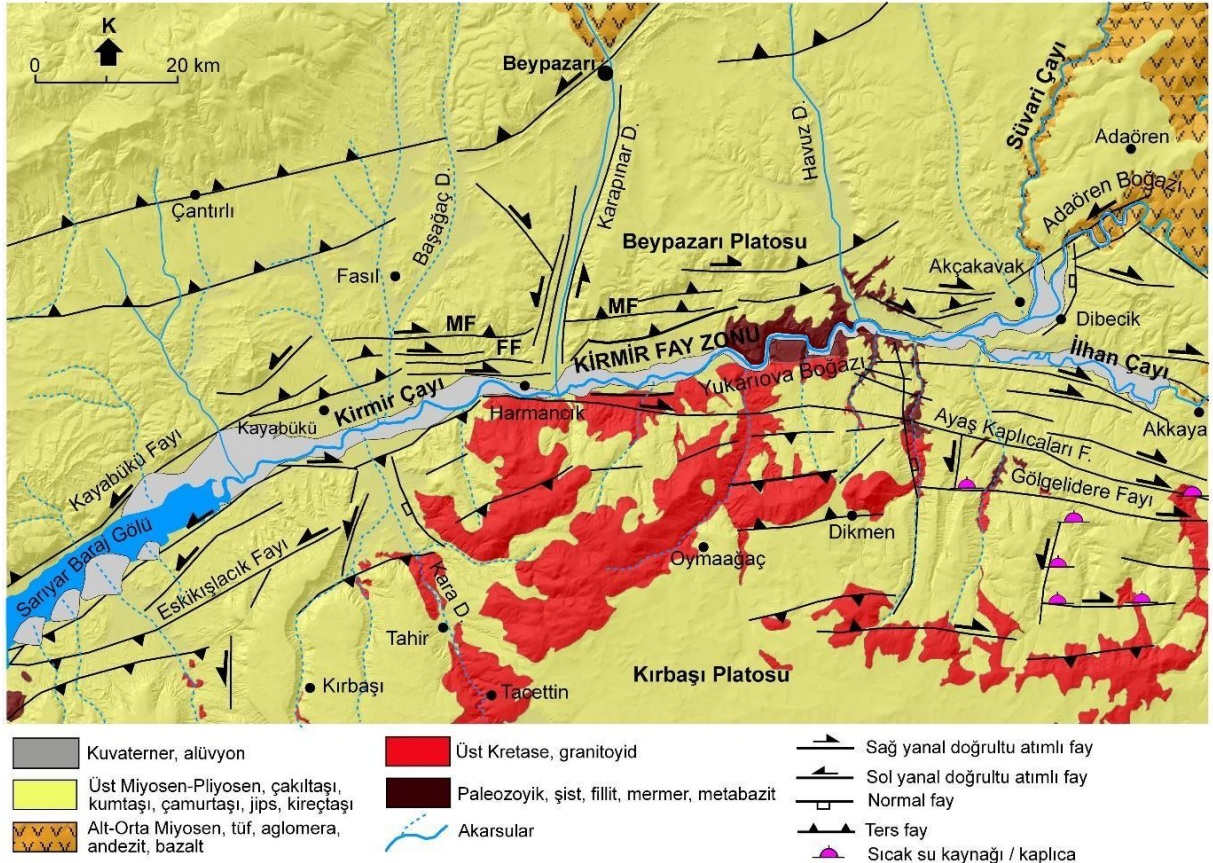
Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşındaki Kırımır Formasyonu Geç Miyosen öncesi paleo-

topografyayı maskeleymiştir. Çoğunlukla kumtaşı ve jipsli yeşil kiltaşlarından oluşan Kirmir Formasyonu (Helvacı ve Bozkurt, 1994), Kirmir ayı ve Sakarya Nehri kavşağının batısında yer alan Sarıyar Kireçtaşı ve Bozbelen Formasyonu ile düsey ve yanal geçişlidir (Yağmurlu vd., 1988; Karadenizli, 1995; Kurtuluş ve Bozkurt 2009). Kalınlığı 265 m ölçülen Kirmir Formasyonu, Kirmir ayı vadisi ve çevresinde geniş bir yayılış gösterir (Karadenizli, 1995). Alt bölümlerinde masif jipsler egemendir. Kirmir formasyonunun yaşı bazı çalışmalarda Geç Miyosen kabul edilmekle birlikte (Yağmurlu ve Helvacı, 1994; Helvacı 2010), bazılarında Pliyosen kabul edilmiştir (Karadenizli, 1995; Okay vd., 2021). Sakarya Nehri drenaj sisteminin yaşına ilişkin veriler (Doğın vd., 2019; Altıparmak, 2022) ve diğerk bölgesel alışmalar (Tekin vd. 2008; şentürk vd., 2019) Kirmir formasyonunun st kesiminin yaşının Erken Pliyosen olduğuna ilişkin görüşleri desteklemektedir.

Çalışma alanı Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Eskişehir Fay Zonu ve Kırıkkale- Erbaa Fay Zonu arasında yer alır. Çalışma alanı ve çevresindeki Paleotektonik ve Neotektonik dönemler arasındaki zamansal sınır ve bu dönemlerdeki

tektonik rejimlerle ilgili çok farklı görüşler bulunmaktadır (Seyitoğlu vd., 1997; 2009, 2017; Gökten vd., 1988, 1996; Koçyiğit, 1991, 1992; Kavuşın 1993; Koçyiğit vd., 1995; Kaymaki vd., 2001; Yürür vd., 2002; Rojay ve Karaca, 2008; Esat, 2011; Esat vd., 2017; şahin vd., 2019). Bu çalışmaların bir kısmında Neotektonik dönemde Pliyo- Kuvaterner'de sıkışma rejiminin etkili olduğu, bu dönem öncesinde, zamanları kısmen değişmekle birlikte, bir genişleme rejiminin etkili olduğu belirtilmiştir (Seyitoğlu vd., 1997; 2009, 2017; Kaymaki vd., 2001; Yürür vd., 2002; Esat vd., 2017). Geç Pliyosen ve Kuvaterner'deki sıkışma yn önceki çalışmalarda (Kaplan, 2004; Esat vd., 2021) KKB-GGD olarak saptanmış olması nedeniyle çalışma alanındaki fayların özellikleri buna göre belirlenmiştir.

Kirmir ayı vadisini kontrol eden Kirmir Fay Zonu ve zon içerisinde yer alan fay segmentleri vadinin evrimi ve seki basamaklarının oluşumu açısında önemlidir (şekil 2). Bu faylar Kirmir vadisinin kuzeyi ve güneyinde birak fay basamağı oluşturacak şekilde uzanır. Bu durum vadinin kuzeyinde ve güneyinde bulunan fayların vadi tabanına doğru genişlediğini göstermektedir.



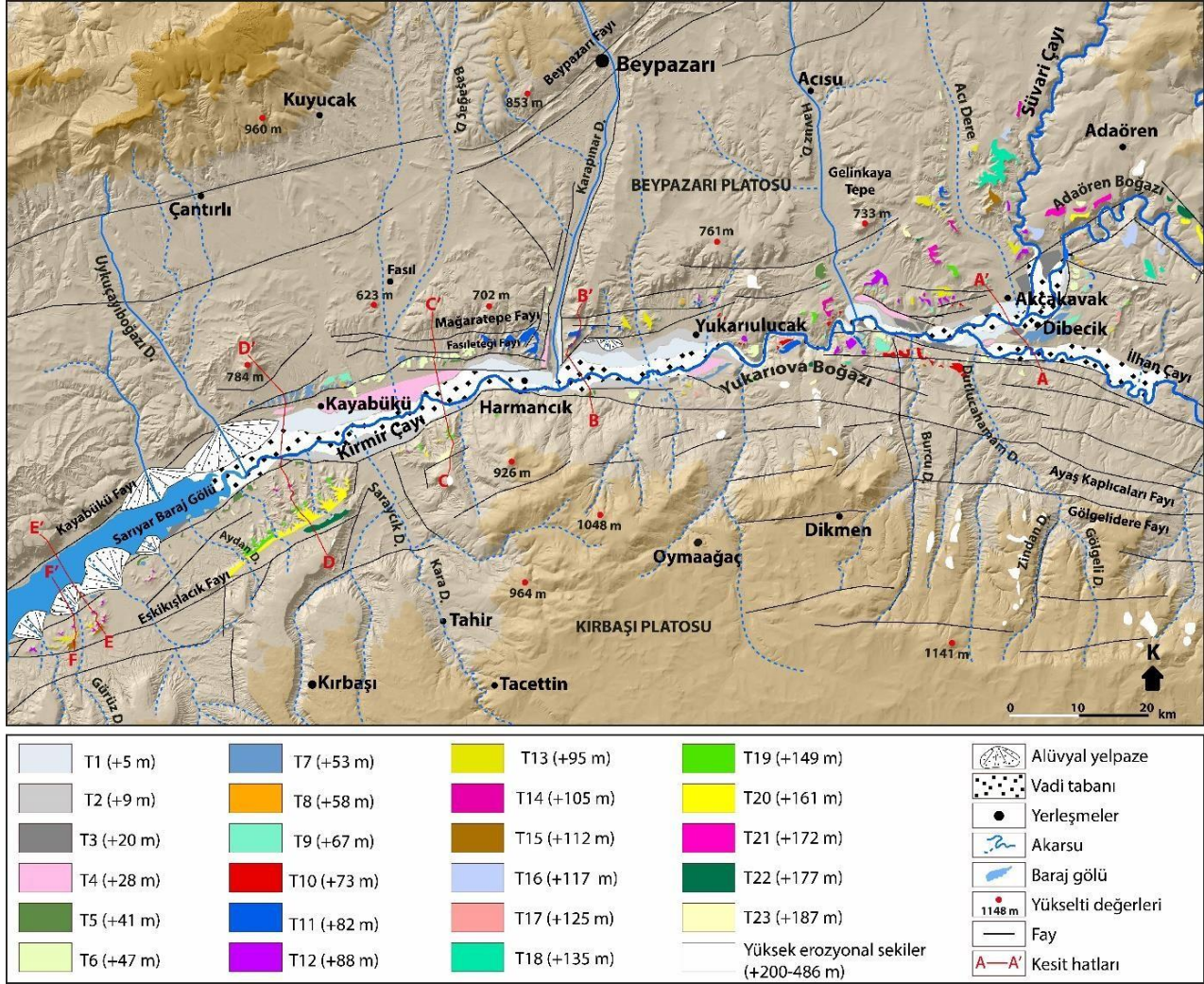
şekil 2: Çalışma alanının Jeoloji Haritası. Kısaltmalar; MF: Mağaratepe Fayı, FF: Fasileteğı Fayı / **Figure 2:** Geological map of the study area. Abbreviations: MF: Mağaratepe Fault, FF: Fasileteğı Fault.

3. KIRMİR ÇAYI'NIN SEKİLER

Kirmir vadisinin çalışılan bölümünde, alüvyal depoya sahip 23 seki basamağı saptanmıştır. Bu aşınım sekileri Kirmir Çayı'nın seviyesinden 5 m (T1) ile 187 m (T23) yukarıdaki vadi yamaçlarında dağılışı gösterir. Vadi yamaçlarında T23 sekisinden daha yukarıda bulunan kesimlerinde deposu korunmuş sekilere rastlanmamıştır. Bu nedenle vadinin üst yamaçlarında tespit ettiğimiz çok sayıdaki

erozyonel basamak veya seki (YET) değerlendirme dışı tutulmuştur. Seki basamakları gençten yaşlıya doğru numaralandırılarak adlandırılmıştır. Bu nedenle en genç seki T1, en yaşlı seki ise T23'tür.

Vadideki sekiler dört ayrı bölüme ayrılarak incelenmiştir. Bu bölümler doğudan batıya doğru sırasıyla; Adaören-Akçakavak arası, Akçakavak-Yukarılucak arası, Yukarılucak-Kayabükü arası ve Kayabükü batısıdır (Şekil 3).



Şekil 3: Çalışma alanının lokasyon haritası / Figure 3: Location map of the study area.

3.1. Adaören-Akçakavak arası

Bu kesimde kuş uçuşu uzunluğu yaklaşık 10 km'yi bulan bir gömük menderesten oluşan Adaören Boğazı yer alır. Burada Geç-Miyosen-Pliosen gölsel depoları, Alt Miyosen volkanitlerini uyumsuz olarak örter. Bu gölsel depolar üzerine yerleşmiş olan Kirmir Çayı, volkanitler içerisine gömülerek süperimpoze (epijenik) Adaören Boğazını oluşturmuştur. Bu bölümde Adaören ve Akçakavak köyleri arasında 5-187 m'ler arasında toplam 18 seki basamağı

saptanmıştır. Ayrıca, Adaören Boğazı çevresine ayırt edilmemiş erozyonel seki basamakları da yer alır. Burada, yükseltisi 486 m ye kadar çıkan yüksek erozyonel seki basamakları (kesitlerde YET olarak gösterilmiştir), Kirmir Çayı'nın boğazı oluşturmadan önce görece daha geniş bir vadi tabanında aktığı dönemde oluşmuştur (Şekil 3).

Boğazdaki epijenik gömülmeyi temsil eden sekilerin batısında, volkanik temelin kesintiye uğraması nedeniyle seki sayısı artar ve alüvyal

depoya sahip sekiler görülmeye başlar (Şekil 4). Bu artış litolojik sınırlandırmanın ortadan kalkması sonucunda vadi tabanının genişlemesi ve farklı dönemlerde yer değiştirmesi ile

ilgilidir. Ayrıca kuzeydoğudan gelerek Kirmir Çayı'na karışan ve bol yatak yükü taşıyan Süvari Çayı, Kirmir Çayı'nı güneye doğru itmiştir.

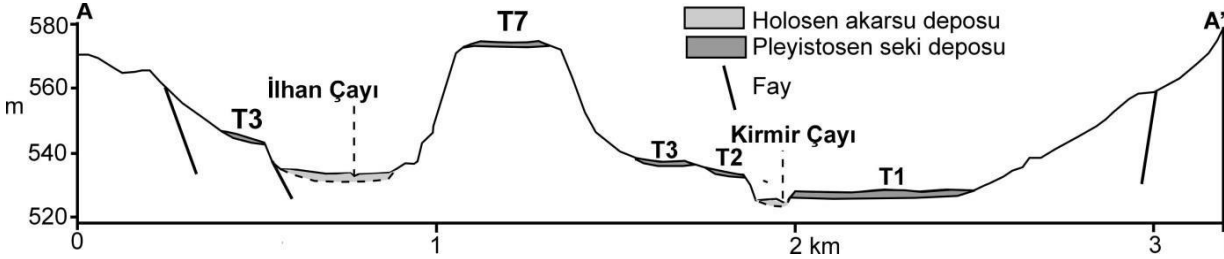


Şekil 4: A) Adaören Boğazı'nın batı kesiminde litolojinin değişmesiyle birlikte geniş bir vadi tabanı içerisinde akmaya başlayan ve Süvari Çayı'yla birleşen Kirmir Çayı çok sayıda seki oluşturmuştur. B) Süvari Çayı'nın oluşturduğu boğazın batı yamacında Kirmir Formasyonu Teke volkanitlerini uyumsuz olarak üzerlerken, T12 seki depoları da her iki birimi uyumsuz olarak üzerlemiştir. C) Bu kesimde Süvari Çayı görece daha örgülü yatakta akarken, Kirmir Çayı düşük sinüsel bir yatakta akışını sürdürür.

Figure 4: A) With the change of lithology in the western part of Adaören Gorge, Kirmir Stream, which started to flow in a wide valley floor and merged with Süvari Stream, formed many terraces. B) In the western slope of the gorge formed by Süvari Stream, Kirmir Formation unconformably overlaid the Teke volcanics, while T12 terrace deposits are unconformably overlaid both units. C) In this section, Süvari Stream flows in a relatively braided channel, while Kirmir Stream flows in a low-sinuosity channel.

Kavisin dışında kalan ve İlhan Çayı'na doğru uzanan sırt 149 m yüksekliktedir. Burada T19, T18, T17, T13 ve T6 sekileri aynı sırt üzerinde yer almaktadır. Bu kavisin akarsuya yakın olan kesimlerinde T10 sekisi hariç, T11 ile T1 sekileri arasında toplam 10 seki basamağı saptanmıştır.

Bu sekilerin, Kirmir Çayı'na yakın olanlarında, örgülü akarsu depolarından oluşan 1-2 m kalınlığında orta boy ve kaba çakıllar yüzeylenmektedir. Kirmir Çayı ile İlhan Çayı'nın kavşak kesiminde yer alan ve bu iki çayı birbirinden ayıran sırtta ise T7 ve T3 sekisi saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Kirmir ve İlhan çaylarının kavşak kesiminin jeomorfolojik kesiti / **Figure 5:** Geomorphological section of the confluence Kirmir and İlhan streams.

Süvari Çayı ile Kirmir Çayı arasında kalan kesimde deposu büyük ölçüde aşınmış olan T23, T21, T15 ve T14 sekileri yer alır (Şekil 3). T16 (+117 m) ve T3 (+20 m) sekileri ise alüvyal deposu korunmuş olanlardır. İki çayın kavşak kesiminde yer alan T3 sekisi iki akarsu tarafından oluşturulmuştur. Bu kesimde Süvari Çayı'nın sağ yakasında da bu çay tarafından oluşturulmuş olan an çok sayıda seki basamağı yer alır.

3.2. Akçakavak-Yukarılucak arası

Bu kesimde Kirmir vadisi, doğudan gelen İlhan Çayı ile kuzeydoğudan gelen Süvari Çayı'nın katılması ve aşınmaya karşı görece dayanıksız olan gölsel Kirmir formasyonu nedeniyle genişlemiştir (Şekil 3). Fayların etkisiyle vadi asimetrik olarak gelişmiştir. Birbirine paralel çok sayıda fayla kesilmiş olan vadinin sol yamacı, sağ yamacına göre daha eğimli ve yüksektir. Bu asimetri, Kırbaşı Platosu'nun tektonik olarak yükselmesi ve burada yüzeylenen Beypazarı granitoidinin ve Paleozoyik metamorfiklerinin erozyona karşı daha dayanıklı olmasıyla ilgilidir.

Vadinin bu bölümünde T1 ile T23 arasında değişen 14 farklı seki basamağı saptanmıştır. Ayaş-Beypazarı yolunun doğusunda, akarsuyun yapı platosunun parçalaması sonucunda oluşmuş, kuzeybatıdan güneydoğuya doğru 4 seki basamağı yer alır (Şekil 6). Bunlar; T23 (+187 m), T22 (+177 m), T21 (+172 m), T19 (149 m) sekileridir. Bu sekiler daha çok göl deposu üzerinde gelişmiş erozyonal basamaklar şeklindedir. Bunların dışında vadinin kuzeyinde

eski akarsu yatak deposu korunmuş olan T14 (+105), T13 (+95 m), T12 (+88 m), T10 (+73 m), T9 (+67 m), T8 (+58 m), T7 (+53 m), T6 (+47 m), T5 (+41 m), T4 (+28 m), T3 (+20 m), T2 (+10 m), T1 (+5 m) sekileri saptanmıştır. Bunlar arasında özellikle Akçakavak Köyü ile Yukarıova Boğazı arasında uzanan tektonik kontrollü sekiler yer alır. Burada yer alan alçak sekiler yaklaşık doğu batı gidişli olan fayların düşen bloğu üzerinde yer alırken, yüksek sekiler fayın yükselen bloğu üzerinde yer almaktadır. Bu durum sekilerin faylara bağlı olarak geriye doğru eğim kazanmasına sebep olmuştur. Bu nedenle sekilerin gerçek seviyelerinin saptanmasında zorlanılmıştır.

Vadinin sol yakasında T23 ile T1 arasında değişen çok sayıda seki basamağı saptanmış ve haritalanmıştır. Bu seki basamaklarından yüksekte olanların çoğu alüvyal deposu korunamamış erozyonal sekilerdir. Deposu korunan sekiler T10 (+73 m) ve ondan aşağı seviye olanlardır. Bu sekilerin kesitlerinde örgülü akarsu ortamında depolanmış, çoğunlukla masif yapılu çakıllar saptanmıştır. Dikmen Köyü yolunun batı kenarında saptanmış olan T10 (+73 m) sekisi bunalar güzel bir örnek oluşturur (Şekil 7). Seki kuzey ve güneyinden geçen fayların etkisiyle bugünkü akarsuyun konumunun aksine güneye doğru eğim kazanmıştır. Bu durum, seki oluştuktan sonra düşen fay bloğunun geriye doğru eğim kazanmasını ve dolayısıyla Orta Pleyistosen'de fayların aktivitesinin devam ettiğini göstermesi açısından önemlidir.

Bu kesimde yer alan Yukarıova epijenik yarma vadisi, Kirmir ayı'nın çalışma alanı içerisinde oluşturduğu ikinci boğazdır (Şekil 3 ve 8). Boğaz çevresinde deposu korunan seki basamakları büyük ölçüde azalmıştır. Boğazın doğu

girişindeki T10 (+73 m) sekisiyle (Şekil 8A), Geç Miyosen öncesine ait sıyrılmış erozyonel basamağın seviyesi çakışır. Bu nedenle, buradaki sekileri aslında paleo-topografyaya ait sıyrılmış basamaklarla karıştırmak mümkündür.



Şekil 6: A) İlhan ayı kavşağının batısında, Ayaş-Beypazarı yolunda Kirmir ayı zerine inşa edilmiş olan Gömleksiz Köprüsü çevresinde vadinin kuzey kesimindeki sekilerin görünüşü. Bu kesimde 8 tane seki basamağı saptanmıştır. B) Gömleksiz Köprüsü batısında sekilerin görünüşü. Vadinin kuzey kesiminde Geç Miyosen- Pliyosen depolarının aşınması sonucunda mesa (Gelincik Tepe) ve bt yapısının güneydoğusunda sekiler başlar. Sekilerin depoları vadi tabanına doğru kalınlaşır. Bu kesimde vadi tabanı ve vadi tabanına koşu olan sekiler fay denetimlidir.

Figure 6: A) The view of the terraces in the northern part of the valley around the Gmleksiz Bridge, which was built on the Kirmir Stream in the Ayaş-Beypazarı road, west of the İlhan Stream confluence. In this section, 8 terrace steps were identified. B) View of the terraces in the west of the Gmleksiz Bridge. In the northern part of the valley, as a result of the erosion of the late Miocene-Pliocene deposits, terraces begin in the southeast of the mesa (Gelincik Hill) and butte forms. The deposits of the terraces thicken towards the valley floor. In this section, the valley floor and the terraces adjacent to the valley floor are fault-controlled.



Şekil 7: A) Dikmen Ky yolu zerindeki T10 sekisinin grnŐ. B) Kalınlığı 3 m'yi bulan seki deposu Paleozoyik metamorfiklerinden oluşan anakaya üzerine uyumsuz olarak gelir. Seki deposunu oluŐturun çakıllar oğunlukla havzanın yukarı kesiminde yer alan volkanik kayalardan oluşur. Seki fay hareketine bağlı olarak geriye doğru eğim kazanmıştır / **Figure 7:** A) The view of the T10 terrace on the Dikmen Village Road. B) The terrace deposit, with a thickness of up to 3 m, discordantly overlaid the bedrock consisting of Paleozoic metamorphics. The gravels that consist of the terrace deposits are mostly composed of volcanic rocks located in the upper part of the basin. The terrace was backtilted depending on the fault movement.

Boğazın evresinde grlen sekiler akarsuyun gmlme öncesi daha geniş bir yatakta aktığını gstermektedir. Bu durum, Paleozoyik metamorfiklerinin üzerinde aşınmaya karşı dayanıksız olan glssel depolarla örtülmüş olmasıyla ilgilidir. Boğazın içerisinde gömük mendereslerin olduğu kesimlerde T11 (+82 m) ve daha geniş olan 2 veya 3 seki basamağı görülmektedir.

3.3. YukarılucaK-Kayabükü arası

Yukarıova Boğazı'nın batı kesiminde, vadinin geniŐlemesiyle doğru orantılı olarak seki basamaklarının sayısı ve kapladığı alan da bir artış görülür (Şekil 3). Bu durumun en önemli nedeni vadinin sağ yamacında aşınmaya karşı dayanıksız olan Geç Miyosen-Pliyosen Kirmir Formasyonu'nun yzeylenmesi ve vadi tabanına doğru geniŐleyen fayların bulunmasıdır. Bu bölümde T23 dahil, toplam 14 farklı seki basamağı ayırt edilmiştir. Buradaki sekilerin büyük bir kısmı fay kontrollüdür. Kirmir ayı'nın güneyindeki sekilerden Harmancık köyü

güneydoğusunda yer alanlar deposuz erozyonel karakterli basamaklar halindeyken, köyün gneybatısındakiler yatak deposu korunmuş aşınım sekileridir. Deposu olan bu sekiler, diğerlerinin aksine, Geç Miyosen-Erken Pliyosen gl depoları üzerinde yer alır. Bu kesimde T23 (+187 m), T20 (+161 m), T19 (+149 m), T16 (+117 m), T14 (+105 m), T13 (+95 m)

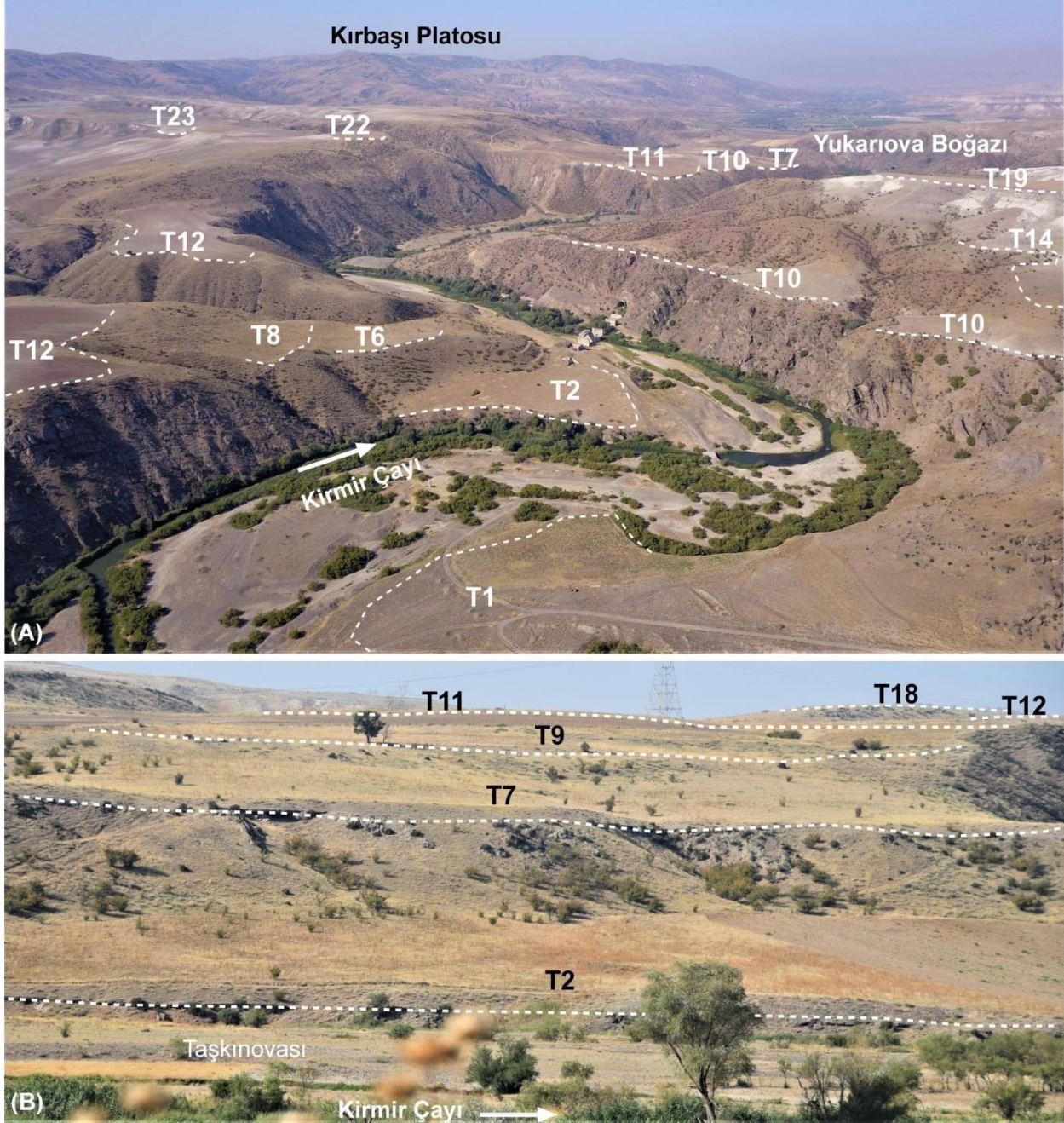
sekileri yer alır. T23 sekisi bir fay tarafından kontrol edilir ve üzerinde kalın bir alüvyal yelpaze-kolüvyal örtü deposu bulunur (Şekil 9). Diğer taraftan T23 ve diğer sekiler vadi tabanı ile vadinin güney yamacı arasındaki sınırı oluŐturun Ayaş Kaplıcaları Fayı'nın yükselen bloğu üzerinde yer alır.

Kirmir ayı'nın kuzeyinde yer alan sekilerin önemli bir kısmı fay kontrollüdür (Şekil 3 ve 9). Bu kesimde yaklaşık D-B ve GGB-DKD gidişli birbirine paralel faylar yer almaktadır. Sekiler ise bu fay basamaklarının üzerinde yer alır.

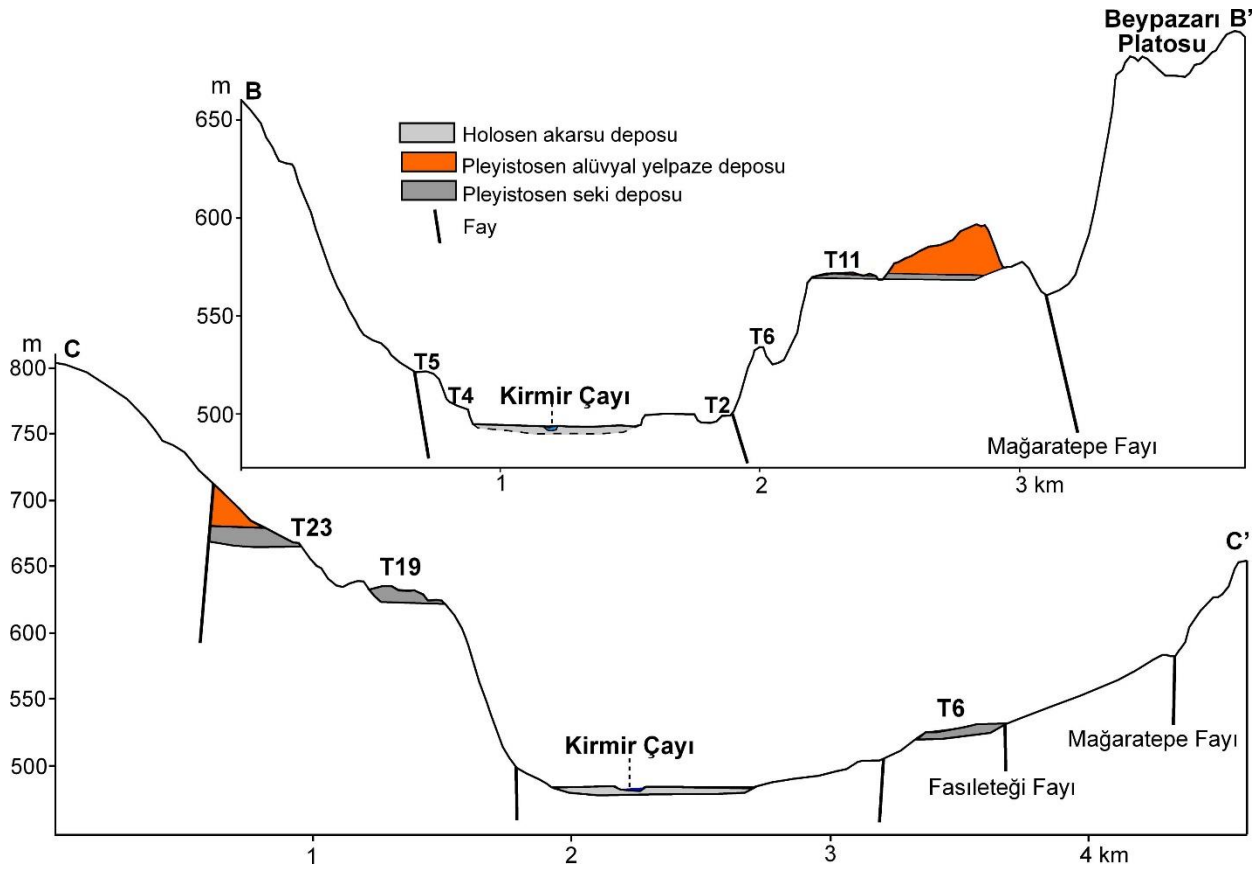
Karapınar Deresi'nin doğusunda ve batısında uzanan T11 sekileri, fay denetimli bir vadi

tabanındaki jeomorfolojik birimler arasındaki ilişkiyi anlamak ve göstermek açısından örnek oluşturabilecek lokasyonlardan biridir (şekil 9 ve 10). Gips platosunu kesmiş olan Mağaratepe Fayı'nın düşen bloğu üzerinde yer alan T11 sekisinde görülen akarsu yatak ve taşkinovası depoları, bu depolarla eş zamanlı olarak fayın önünde gelişmiş kalın bir alüvyal yelpaze deposu tarafından örtülmüştür. Örgülü akarsu ortamında ekelmifş olan yaklaşık 2 m kalınlığındaki çakıllarda masif katmanlama ve geniş merceksi kanal dolgular görülür. Akarsu

yatak deposunun üzerinde kalınlığı 1 m'yi geçmeyen bir taşkinovası deposu bulunur (şekil 10B). Kalınlığı 10 m'nin üzerinde olan bir alüvyal yelpaze deposu ise taşkinovası deposunu uyumsuz olarak zerler. Fay yamacında Geç Miyosen-Erken Pliyosen gl depoları üzerinde akışını sürdüren dereler ve kısmen Karapınar Deresi tarafından oluşturulmuş yelpaze deposu, yer yer kaba çakıl boyutunda gips parçaları içeren kum, silt ve kil boyutundaki sedimanlardan oluşur (şekil 10C ve D).



şekil 8: Yukarıova Boğazı çevresinde 15 sevi basamağı saptanmıştır. A) Yüksek sekilerin oğunda alüvyal depo korunamamışken, B) alak sekilerin deposu gnmze kadar korunabilmiştir. Boğaz girişindeki T10 sekisinin sıyrılmış (exhume) bir basamak (yzey) zerinde geliştiği grlmektedir / **Figure 8:** 15 terrace steps were identified around the Yukarıova Gorge. A) Most of the high terraces have not preserved the alluvial deposits, B) the deposits of the low terraces have been preserved until present. It is seen that the T10 terrace at the entrance of the gorge developed on an exhumed paleo-topography step.



Şekil 9: Kirmir Vadisinin Harmancık Köyü yakınlarındaki jeomorfolojik kesitleri. T23 ve T11 seki depolarını bu depolarla yaşıt olan alüvyal yelpaze depoları örtmektedir / **Figure 9:** Geomorphological section of the Kirmir Valley near Harmancık Village. T23 and T11 terrace deposits are covered by alluvial fan deposits that are the same age as these deposits.

Beypazarı'ndan geçerek Kirmir Çayı'na karışan Karapınar Deresi vadisinin her iki yamacı da fay denetimlidir. Dolayısıyla bu vadi içerisinde de fay denetimli sekiler bulunmaktadır (Şekil 10A). Harmancık kuzeyindeki sekilerde de yukarıda tanımlanan T11 sekisiyle aynı durum söz konusudur (Şekil 11). Mağaratepe Fayı önündeki seki depoları, eş zamanlı oluşmuş kalın alüvyal yelpaze depoları tarafından örtülmüştür. Buradaki T8 ve T6 sekilerini örten yelpazeler de kuzeydeki fay yamacında gerçekleşen erozyonla taşınan sedimanlardan oluşmuştur. Bu iki seki Mağaratepe Fayı'nın düşen bloğu ve Fasileteği Fayı'nın yükselen bloğu üzerinde yer almaktadır. Bugün bu seki depolarının kesitlerine benzer bir depolanma süreci, Fasileteği Fayı önünde gelişen alüvyal yelpazeler ve güncel vadi tabanı dolguları arasında meydana gelmektedir. Fay denetimli vadi tabanlarında akarsu yatağında ve taşkın ovasında alüvyon birikimleri sürerken, özellikle aktif fay önlerinde akarsu yatağına doğru uzanan yelpaze ve moloz konisi oluşumları görülür. Vadi tabanını kontrol eden fayın etkinliği azaldıkça akarsu faydan uzaklaşmaya,

akarsuya doğru gelişen yelpazelerin alanları ve uzunlukları artmaya ve eğimi azalmaya başlar (Schumm vd., 2000; Burbank ve Anderson, 2001). Aynı durum Mağaratepe Fayı önünde yer alan seki depoları ve alüvyal yelpaze kesitlerinde de görülmektedir. Bu kesimde bugünkü akarsu yatağının güneydeki Ayaş Kaplıcaları Fayı yakınlarına göç etmiş olduğu açıktır. Sonraki muhtemel bir vadi yarılması süreci sonucunda da benzer bir seki-alüvyal yelpaze kesitinin oluşması beklenebilir.

Harmancık ile Kayabükü köyleri arasında (akarsuyun kuzeyinde) kalan sekiler de (T9 ve T7) Kayabükü Fayı tarafından, fayın gidişine uygun olarak kuzeydoğuya doğru giderek yükselmiş ve geriye doğru eğim kazanmıştır. Bu kesimde yükseltisine göre ayırt edilmiş üç seki basamağının aslında yaş çözümlemesi yapılmadan aynı mı veya farklı dönemlere mi ait olduğunu belirlemek oldukça zordur. Aslında bu durum daha önce de belirtildiği gibi Kirmir vadisindeki seki basamaklarının birçoğu için geçerlidir. Bu kesimdeki seki depolarında yapılan gözlemler oluştuğu dönemde örgülü akarsu ortamında çökeldiklerini göstermektedir.



Şekil 10: A) Karapınar Deresi vadisinin aşağı kesiminde ve doğu yamacındaki T11 ve T6 sekilerinin görünüşü. T11 sekisi faylarla sınırlanmıştır. B) T11 sekisinin deposu, tabanda, örgülü akarsu yatağının temsil eden yaklaşık 2 m kalınlığındaki çakıllarla başlamaktadır. Bu çakılları, taşkınovaı deposu ve onu da taşkınovaı deposunun en üst kesimiyle yaşıit olan alüvyal yelpaze deposu üzerler. C, D) Yer yer jips çakıllarını da içeren alüvyal yelpaze deposunun yakından görünüşü. Jipsler fayın yükselen bloğu üzerinde yer alan kalın jips katmanından türemiştir.

Figure 10: A) The view of the T11 and T6 terraces in the lower part of the Karapınar Valley and on the eastern slope. T11 terrace is bounded by faults. B) The deposits of the T11 terrace begins with a gravel deposit with a thickness of approximately 2 m, representing the braided stream pattern at the bottom. These gravels are overlain by the floodplain deposit and the alluvial fan deposits, which is the same age as the uppermost part of the floodplain deposit. C, D) A close-up view of the alluvial fan deposit, which also contains gypsum gravel. The gypsums are derived from the thick gypsum layer on the rising block of the fault.



Şekil 11: A) Harmancık Köyü kuzeyinde de fay denetimli sekiler bulunur. Burada Mağaratepe Fayı'nın önünde yer alan T11 sekileri fay yamacından kaynaklanmış olan kalın alüvyal yelpaze depolarıyla örtülmüştür. B) Fasileteği Fayı T11 sekilerini güneyden sınırlar. Bu fayı kesen dereler fay yamacının üçgen yüzeylere (façetalara) dönüşmesine yol açmıştır / **Figure 11:** A) Fault-controlled terraces are also found in the north of Harmancık Village. Here, the T11 terraces in front of the Mağaratepe Fault are covered with thick alluvial fan deposits originating from the fault slope. B) The Fasileteği Fault limits the T11 terraces from the south. The streams cutting this fault caused the fault slope to turn into triangular surfaces (facets).

3.4. Kayabükü batısı

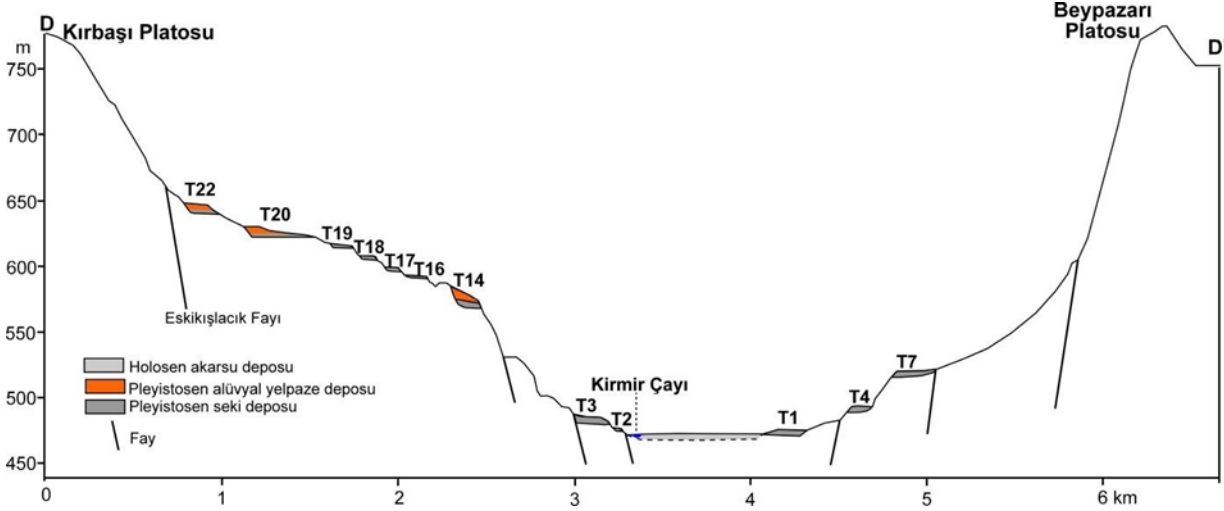
Bu kesimde Kirmir vadisinin genişliği 5 km'yi bulmaktadır. Buraya kadar genel olarak D-B uzanımlı olan vadi, Kayabükü köyünden itibaren fayların gidişine uygun olarak KB ya döner. Burada vadinin her iki yakasında seki basamakları bulunmakla birlikte, en fazla seki vadinin güney yamacında yer alır. Sarıyar Baraj Gölü'nün güneydeki sol yanal doğrultu atımlı Eskikişlacık Fayı ile baraj gölü arasında dağılış gösteren sekiler, vadiye en iyi korunmuş seki basamaklarıdır (Şekil 13). Bu kesimde deposu korunmuş 18 seki basamağı vadi tabanından 177 m kadar olan vadi yamacında dağılış gösterir. Burada sekiler vadi yamacının alt ve üst kesimlerinde iki farklı alanda yoğunlaşma gösterdiği için yüksek ve alçak seki basamakları olarak ele alınmıştır. Bunlardan yüksek seki basamaklarının art arda izlenebildiği bölümde 177-105 m'ler arasında 7 seki basamağı saptanmıştır.

Yüksek sekiler T22 (+172 m), T20 (+161 m), T19 (+149), T18 (+135 m), T17 (+125 m), T16 (+117 m) ve T14 (+105 m) seki basamaklarından oluşur (Şekil 12 ve 13). Bu 7 seki basamağı bazen birbirinden birkaç metrelik yamaçlarla ayrılmaktadır. Bunlardan T22 sekisinin güneyi Eskikişlacık Fayı tarafından sınırlanır. T22, T20 ve T19 en az parçalanmış ve iyi korunmuş seki basamaklarıdır. Diğer sekiler ise mevsimsel akış gösteren derelerin geriye aşındırma süreçlerine bağlı olarak sırtlar üzerinde parçalar halinde korunabilmiştir.

Bu 7 seki basamağı görece ince veya kalın akarsu yatak ve taşkınova deposuna sahiptir. Depolar, blok boyutundan kil boyutuna kadar değişen tane boylarına sahip sedimanları içerir. Yatak deposu içerisinde çoğunlukla Teke volkanitlerinden ve kısmen metamorfik ve sokulum kayalarından türemiş olan çakıllar dikkati çeker. Çakıllar arasında çoğunlukla çakmaktaşları olarak bulunur. Üzeri alüvyal yelpazeyele örtülmüş olmayan sekilerde

erozyonla sediman kaybı fazladır. Sekilerde yatak deposu kalınlığı çoğunlukla 2-4 m civarındadır. Bu depoların bir kısmı kalınlığı 0,5 m civarında olan taşkınovaş deposuyla son bulur (Şekil 14). Yatak depolarını oluşturan çakılların örgülü akarsu ortamında masif ve sığ merceksi kanal depoları olarak çökeldiği anlaşılmaktadır. Aslında bu birikim ortamının şimdye kadar tanıtılmış olan seki depolarıyla benzer olduğu görülür (Şekil 12). Burada seki depolarının önemli bir bölümün üzerinde seki

deposuyla eş zamanlı gelişmiş, çoğunlukla kil, silt ve kum boyutundaki sedimanlardan oluşan alüvyal yelpaze depoları ve yamaç döküntüsü bulunur. Bu depolar özellikle Kırbaşı Platosu'nun kuzey yamacındaki ve özellikle de Eskişlacık Fay yamacındaki akarsu erozyonuna bağlı olarak eski vadi tabanında ve dolayısıyla seki deposunu sınırlandırmış olan fayların önünde gelişmiştir. Bu alüvyal yelpaze depolarının kesitleri en iyi T20 ve T14 sekilerinde görülür.



Şekil 12: Kayabükü Köyünün batısında Kirmir Vadisinin jeomorfolojik kesiti / **Figure 12:** Geomorphological section of Kirmir Valley in the west of Kayabükü Village.

Alçak sekiler Sarıyar Baraj Gölü'nün hemen güneyinde vadi tabanında 112 ile 9 m'ler arasında dağılış gösterir. Burada bir dere tarafından doğu ve batı öbeği olmak üzere ikiye ayrılmış toplam 6 seki basamağı saptanmıştır. Bunlar; T15 (+112 m), T14 (+105 m), T13 (+95), T12 (+88 m), T9 (+67 m) ve T7 (+53 m) sekileridir (Şekil 15 ve 16). Bu sekilerin nispi yükseltilerinin hesaplanmasında baraj öncesi akarsu yatağının seviyesi dikkate alınmıştır.

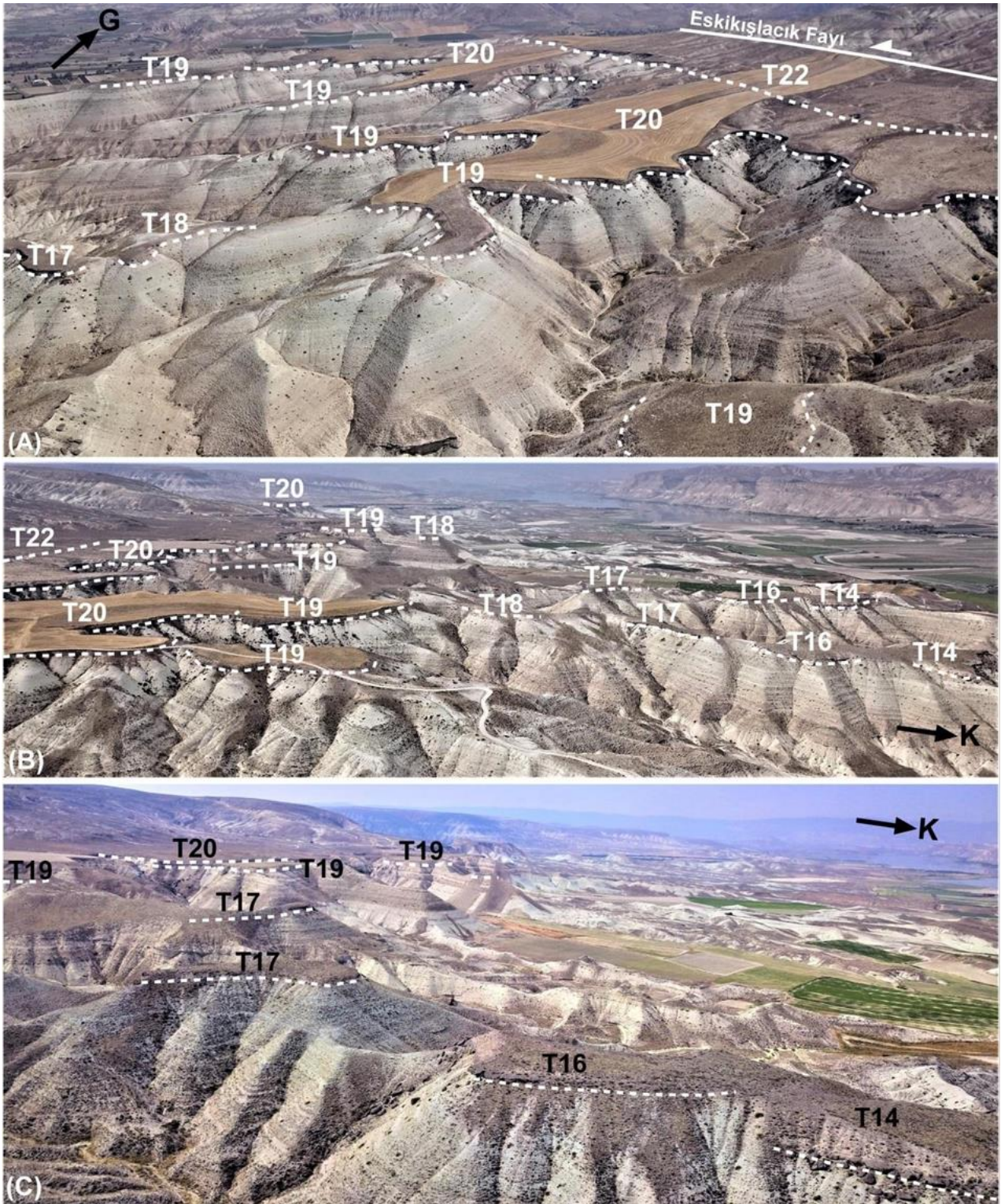
Bu sekilerde, yüksek sekilere benzer alüvyal depolara sahiptir. Kalınlığı 2-5 m arasında değişen yatak depoları masif katmanlı ve kısmen merceksi sığ kanal yapıları gösteren örgülü akarsu ortamında depolanmış çakıllardan oluşur. Çakıllar üzerinde belirgin bir taşkınovaş deposu saptanmamıştır. Bunlardan T13 sekisi üzerinde alüvyal yelpaze deposu bulunur. Bu alçak seki öbeklerinden kuzeydoğuya (baraj gölünün yukarı kesimine) doğru gidildiğinde yüksek sekiler ile vadi tabanı arasında T6, T5, T4, T3, T2 ve T1 sekileri bulunur. Alçak sekilerin sayısı, bu sekileri de eklediğimizde 12'ye ulaşır.

Kalınlığı 2 m ile yaklaşık 5 m arasında değişen yatak deposuna sahip olan bu yüksek ve alçak sekiler vadinin güney yamacından geçen faylar nedeniyle korunmuş olmalıdır. Fayların oluşturduğu düşey atım, seki basamaklarının yükselmesini sağlamış ve dolayısıyla akarsuyun bu depoları aşındırmasını engellemiş olmalıdır. Ayrıca sekilerin korunmasında, bölgenin yarı kurak iklim özelliğine sahip olması ve peribacası oluşumunda olduğu gibi konglomeraya dönüşmüş seki depoları altındaki dayanıksız gösel katmanlar için dayanıklı bir örtü kayası oluşturmasının da etkisi vardır.

Vadinin kuzeyinde, Kayabükü köyünün batısında yalnızca üç seki basamağı (T11, T6 ve T4) bulunur. Bu sekilerden T6 (+47 m) Kayabükü Fayı'nın yükselen bloğu üzerinde yer alır.

4. VADİ KAZILMA HIZI VE SEKİLERİN OLASI YAŞLARI

Sakarya Nehri'nin İç Anadolu Platosu'nda kalan orta ve yukarı bölümü, dolayısıyla Kirmir Çayı'nın drenaj sistemi Erken Pliyosen göl depoları üzerine kurulmuştur (Karadenizli, 1995; Doğan vd., 2019; Okay vd., 2021).



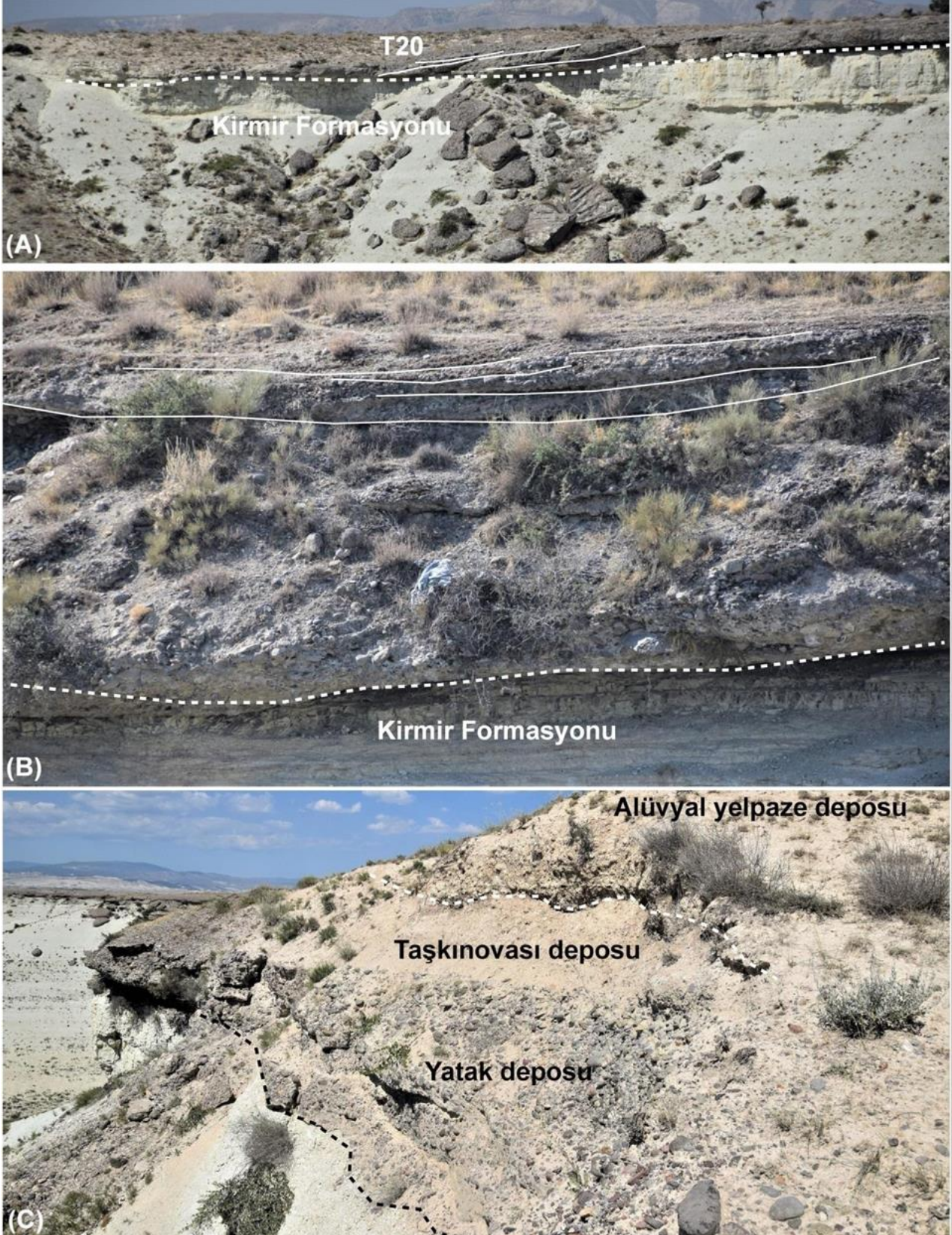
Şekil 13: Kayabükü Köyü batısında, vadinin sol yamacındaki yüksek sekilerin görünüşü. Bu kesimde bulunan 7 seki basamağının A) kuzeybatıdan güneydoğuya, B, C) doğudan batıya doğru görünüşü / **Figure 13:** The view of the high terraces on the left slope of the valley in the west of Kayabükü Village. View of the 7 terrace steps in this section from A) northwest to southeast, B, C) east to west.

Bu drenaj sisteminin kuruluş yaşı önceki çalışmalarda Erken Pliyosen depolarına yapılmış olan yaş atamaları (Meijers vd., 2018, 2020; Doğan vd., 2019; Okay vd., 2020) dikkate alınarak yaklaşık 4 My olarak kabul edilmiştir. Kirmir Vadisi'nin güneyindeki Kırbası Platosu'nu örten Erken Pliyosen göl depolarının seviyesi,

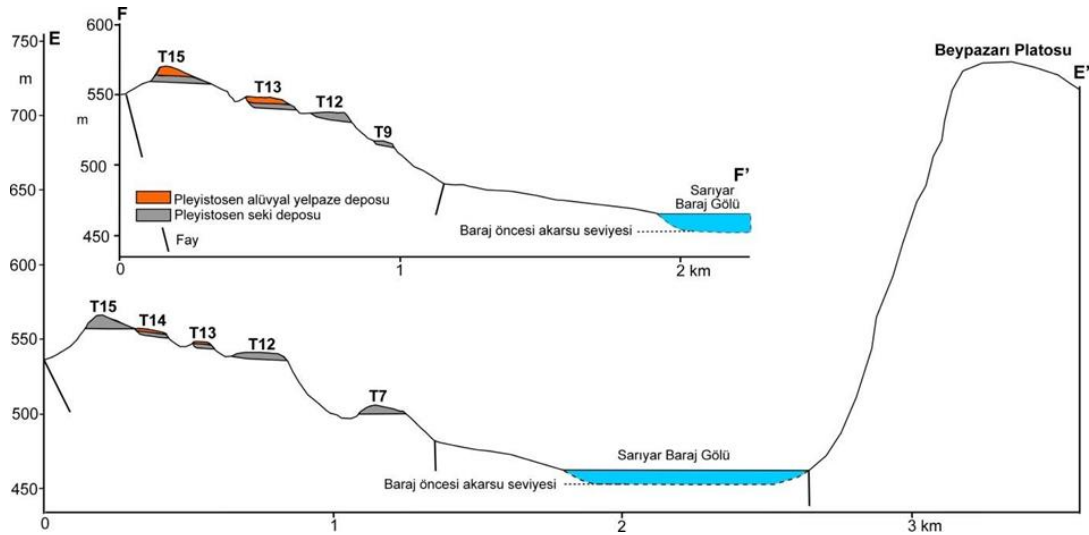
aşınmış olan kısım hariç, yaklaşık 1100 m'dir. Aslında Kırbası Platosu üzerinde ve Sarıyar Boğazı'nın doğusunda Pliyosen göl depolarının yükseltisi biraz daha yukarı kadar (1170 m'ye) çıkmaktadır. Kirmir Çayı'nın yatak seviyesi ise Sarıyar Baraj Gölü'nün yukarı kesiminde (baraj öncesinde) 457 m'de bulunmaktadır. Kirmir

Çayı'nın genç örtü kayalarını ve temel kayaları kesmiş olduğu dikkate alındığında, vadi kazılma miktarının Erken Pliyosen'den veya yaklaşık 4 My'dan beri 643 m olduğu sonucuna varılır. Bir

başka ifadeyle; vadideki kazılma veya tektonik yükselme hızının son 4 My'da yaklaşık 0,16 mm/yıl olduğu söylenebilir.



Şekil 14: A, B) T20 seki deposundaki çakıllar masif ve geniş merceksi kanal depoları halinde katmanlanmıştır. C) Seki deposu tabanda yatak depolarıyla başlar ve sırasıyla ince bir taşkınvası ve onu da üzerleyen alüvyal yelpaze deposuyla son bulur / **Figure 14:** A, B) The gravels in the T20 terrace deposit are aggraded as massive and wide lenticular channel deposits. C) The terrace deposit begins with the channel deposits at the base, and ends with a thin floodplain and the alluvial fan deposits overlying it, respectively.



Şekil 15: Saryyar Baraj Gölü'nün güneyindeki alçak sekilerin jeomorfolojik kesitleri / **Figure 15:** Geomorphological sections of low terraces in the south of Saryyar Dam Lake.

Vadi kazılma hızının 4 My boyunca aynı kaldığını varsayacak olursak, son 187 m'lik vadi kazılmasının yaklaşık son 1.2 My içerisinde olduğu görülür. Bu durumda, Kirmir vadisindeki alüvyal depoya sahip sekilerin büyük bir bölümünün, astronomik etkilere bağlı olarak dünyanın yörüngesinde meydana gelmiş olan yaklaşık 100 bin yıllık iklim döngüleriyle ilişki olduğu önerilebilir.

5. TARTIŞMA

Kirmir Vadisi'nin Kırbaşı Platosu'nun kuzeyinde kalan kesimi, Kirmir Fay Zonu tarafından denetlenmektedir. Vadi bu kesimde faylardaki aktivite farklılıklarına bağlı olarak asimetrik gelişmiştir. Aynı durum sekilerin dağılışı ve bazılarının morfolojisi üzerinde de etkili olmuştur. Bu nedenle Kirmir Fay Zonu'nun erken Pliyosen'den beri aktif olduğu söylenebilir. Bu durum, fayların Kirmir Çayı'nın drenaj sisteminin kuruluşu, vadinin ve bazı sekilerin morfolojisi üzerinde etkili olmasından anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada Kirmir Çayı vadisinde deposuz 20'den fazla yüksek erozyonal basamak ve vadi tabanında 187 m yukarılarına kadar dağılışı gösteren deposu korunmuş 23 seki basamağı saptanmıştır. Bu sekiler, yüksek enerjili örgülü ve düşük örgülü akarsu ortamlarında çökelmiş orta boy çakıl ve kaba çakılların ağırlıklı olduğu birkaç metre kalınlığındaki yatak deposuna sahiptir. Bazılarında da kalınlığı 0,5-1 m olan ince bir taşkınvası deposu bulunur. Seki depolarının bu özelliği vadi tabanı kazılmasının örgülü akarsu yataklarına göre daha dar (düz ve

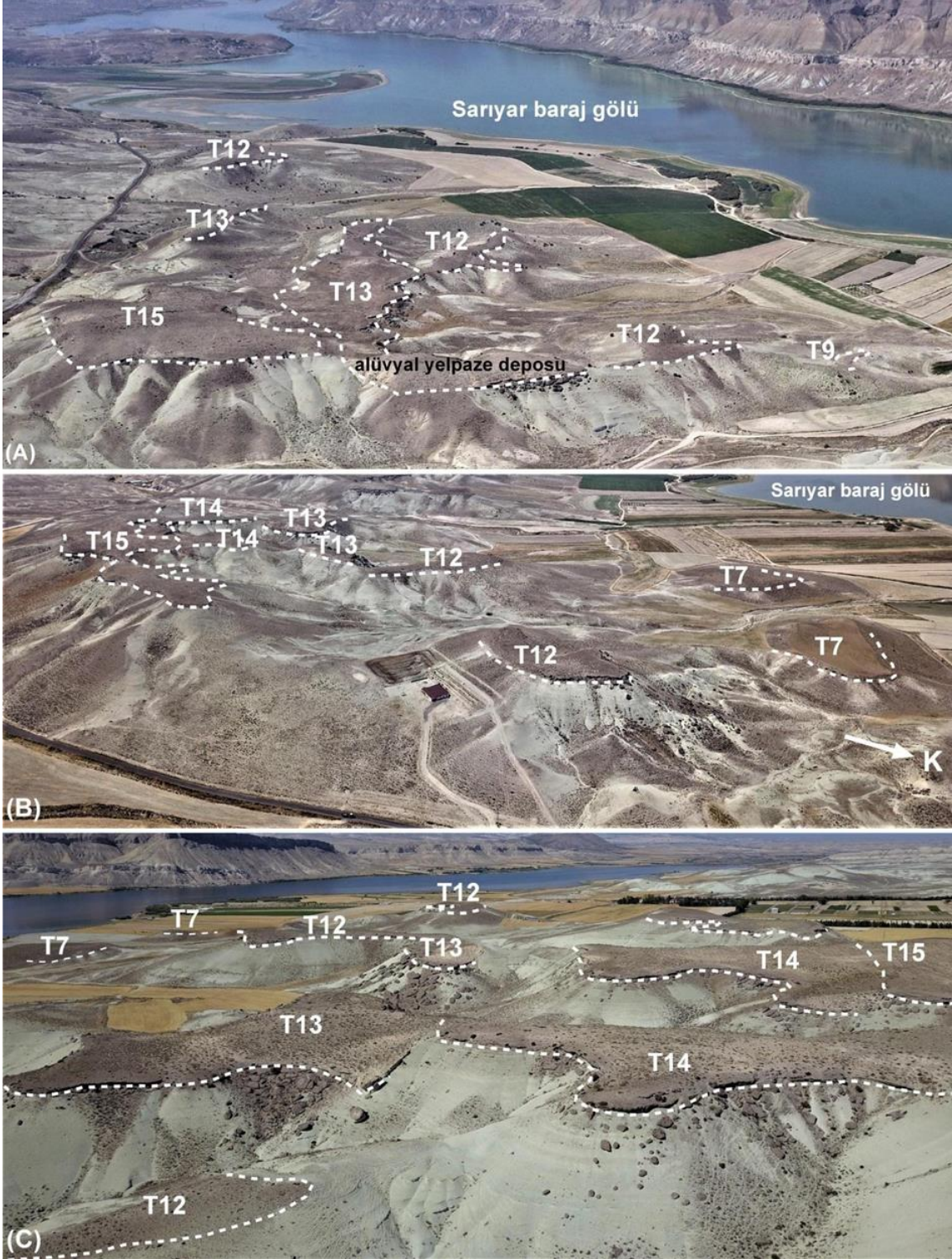
düşük sinüsel) akarsu yatakları tarafından gerçekleştirilmesi ve seki deposu olarak geride örgülü akarsu depolarının kalmış olmasıyla ilgili olmalıdır (Doğan 2011; Vandenberghe, 2015; Doğan vd., 2020).

Kirmir Çayı sekilerinin çalışma alanı içerisinde kalan önemli bir kısmının birbirine paralel uzanan fayların yükselen bloğu üzerinde yer aldığı ve bazılarının fayın hareketine bağlı olarak geriye doğru eğim kazandıkları saptanmıştır. Bu durum Türkiye'deki diğer akarsularda yapılan çalışmalarda bu kadar belirgin olarak saptanmamıştır (Doğan, 2011; Çiner vd., 2015). Diğer taraftan, seki basamaklarının oluşması sırasında yatak ve taşkınvası depolarına ek olarak, onları örten alüvyal yelpaze depolarının da bu vadi tabanı depolarıyla birlikte yüksekte kalarak korunmuş olması, bu sahayı flüvyal ve tektonik jeomorfoloji açısından oldukça önemli tip lokalitelerden biri haline getirmektedir. Kirmir Vadisi'nin batı bölümünde art arda basamaklar halinde saptanmış olan 18 seki basamağı belki de Türkiye'de iklim ve fay kontrollü sekiler içerisinde örnek lokasyonlardan birini oluşturabileceği söylenebilir.

Akarsu havzalarında uzun dönemli seki basamaklarının oluşumunda özellikle Milankovitch döngülerine karşılık gelen 41 ve 100 bin yıllık iklim döngüleri ile tektonik etkinin/bölgesel yükselmenin etkili olduğu bilinmektedir (Maddy vd., 2001; 2005; 2008, 2017; Westaway vd., 2003, 2004; Demir vd., 2004, 2009; Bridgland ve Westaway, 2008; Vandenberghe, 2008, 2015; Doğan, 2011; Avşin,

2011; Doğan vd., 2020). Dolayısıyla bölgesel yükselmenin var olduğu alanlarda iklimdeki bir döngüsel değişimin seki oluşumunu yönlendirebileceği söylenebilir (Maddy, 2001; Bridgland ve Westaway, 2008). Bu nedenle akarsu seki basamakları geçmiş iklim döngülerinin karasal kayıtlarıdır ve aynı zamanda bölgesel yükselmenin de kanıtlarıdır (Bridgland, 2000; Maddy vd., 2001, 2017;

Starkel, 2003; Antoine vd., 2007; Bridgland ve Westaway, 2008; Gibbard ve Lewin, 2009; Doğan, 2011; Lu vd., 2006; 2012; Wang vd., 2013, 2015, 2017). Kırmir Çayı sekileri ile ilgili olarak doğrudan iklim döngüleriyle ilişkilendirecek bir radyometrik yaş verimiz olmasa da bu bilgiler ışığında bir çıkarım yapmamız mümkün görünmektedir.



Şekil 16: Sarıyar Baraj Gölü'nün hemen kuzeyinde yer alan alçak seki basamaklarından A) batı ve B) doğu öbeklerinin doğudan görünüşü. C) Doğu öbeğine batıdan bir bakış / **Figure 16:** The view from the east of the A) west and B) east clusters of the low terrace steps located just north of the Sarıyar Dam Lake. C) A view of the eastern cluster from the west.

Orta Pleyistosen iklim döngüsünün veya 100 bin yıllık iklim döngülerinin başlangıcı bazı çalışmalarda 1,1 My öncesine atfedilmiştir (Maddy, 2001; Brigland ve Westaway, 2008). Bu durumda Kirmir vadisindeki kazılma hızı (0,16 mm/yıl) dikkate alındığında 23 seki basamağının Orta ve Geç Pleyistosen’de olduğu söylenebilir. Ayrıca, rneğin Kızılırmak vadisindeki kazılma hızının Orta ve Geç Pleyistosen’de görece hızlandığı bilinmektedir (Doğan, 2011). Bununla birlikte, bu sekilerin sayısının son 1,1 My içerisinde görülen 100 bin yıllık iklim döngülerinin sayısından fazla olduğu görülmektedir. Bu durum hızlı tektonik yükselmenin grldğu bu alanda Kirmir ayı’nın 100 bin yıllık iklim döngüleri içerisindeki alt iklim döngülerine birden fazla seki oluşacak şekilde tepki vermiş olabileceğini veya bazı seki basamaklarının çalışma alanının dışındaki ve içerisindeki faylarla ilişki olarak oluşmuş olma ihtimalini ortaya çıkarmaktadır. Seki basamakları arasındaki yükselti farkının fazla olmaması ilk öneriyi kuvvetlendirmektedir. Seki oluşumunda fay etkisi Gediz Vadisi’nde saptanmıştır (Maddy vd., 2020). Bol kuvars ve çakmaktaşı çakılları içeren bu sekilerin gömülü kozmojenik tarihlendirme yöntemiyle yaşının belirlenmesi mümkündür. Elde edilecek yaş verisiyle de bu çıkarsamaların geçerliliğini kontrol etmek mümkün olabilir.

Daha önce farklı alanlarda yapılmış olan çalışmalarda vadilerin üst kesimlerinde aşınma sürecinden korunabilmiş 41 bin yıllık iklim döngülerini temsil eden akarsu sekilerini varlığı saptanmıştır (Bridgland ve Westaway, 2008; Maddy vd. 2005, 2008, 2017; Doğan 2011). Bu sekilerin görece daha kısa iklim döngülerinde oluşması depo kalınlıklarının ve dolayısıyla seki basamakları arasındaki yükselti farklarının düşük olmasına yol açmıştır (Doğan, 2011; Maddy vd. 2008, 2020). Buna ek olarak oluşumlarının ardından geçen uzun zaman nedeniyle yamaç erozyonuyla kolayca aşınmaları mümkün olmuştur. Ancak bazalt akıntılarıyla örtülmeleri veya fayların yükselen blokları üzerinde yer almaları durumunda korunmaları kolaylaşmıştır (Maddy vd. 2005, 2012, 2020; Doğan 2011). Bu bilgiler işığında, Kirmir vadisinin üst bölümlerinde saptanmış olan alüvyal depodan yoksun olan bazı erozyonal basamakların dünyanın eksen eğikliği

kontrolünde gelişmiş 41 bin yıllık iklim döngüleriyle ilişkili sekilerin kalıntıları olabileceği söylenebilir.

Kirmir ayı vadisinde (Kayabükü evresi için) son 4 My için hesapladığımız kazılma hızı (0.16 mm/yıl), yaklaşık 50 km batıda Sakarya Vadisi (Sarıyar Boğazı’nın doğusu) için hesaplanmış olan kazılma hızından (0.2 mm/yıl) biraz düşüktür. Bu durum Kirmir ayı evresinde Pliyosen gl katmanlarının daha fazla aşınmış olması ve Kirmir ayı’nın Sakarya Nehri’nin bir yan kolu olmasıyla açıklanabilir. Kirmir vadisindeki kazılma hızı Kızılırmak Vadisi’nin Orta Karadeniz Dağları bölümündeki kazılma hızından (0.21-0.27 mm/yıl; Berndt vd., 2018) biraz düşük, Kapadokya ve Sivas yakınlarındaki kazılma hızının (Doğan, 2011; Aydar vd., 2013; Doğan ve şenkul, 2020; Doğan vd., 2022) ise yaklaşık iki katıdır. Kirmir Vadisi’ndeki kazılma hızının yksele olması İç Anadolu Platosu’nun Karadeniz Dağlarıyla geçiş sahasındaki tektonik yükselim hızının, platonun orta kesimlerine göre yaklaşık 2 kat daha fazla olduğunu göstermesi açısından önemlidir.

6. SONUÇLAR

Kirmir ayı’nın drenaj sistemi erken Pliyosen’de kurulmuştur. Kirmir ayı ve Vadisi Kirmir Fay Zonunda yaklaşık D-B, GB-KD ve KB-GD gidişli faylar tarafından kontrol edilmektedir.

Kirmir vadisinde yükseltisi nehir seviyesinden 187 m’ye kadar çıkan ve eski yatak- taşkınovası deposu korunabilmiş olan 23 seki basamağı saptanmıştır. Bazı kesimlerde kesintisiz basamaklar halinde izlenebilen bu sekiler, Kirmir ayı’nın Türkiye akarsularında şimdiye kadar saptanmış en fazla seki basamağına sahip akarsulardan biri olarak öne çıkmasını sağlamaktadır.

Tektonik olarak görece hızlı yükselen bir sahada yer alan Kirmir ayı 100 bin yıllık iklim döngüleri içerisindeki soğuk sıcak iklim döngülerine seki oluşumuna yol açacak şekilde birden fazla tepki vermiş olabilir. Sakarya Nehri’ni kesen fayların etkisiyle oluşan geriye aşındırma yeni seki basamaklarının oluşmasına katkı sağlamış olabilir. Fayların sekiler üzerindeki etkisi, bazı sekilerin geriye (vadinin yamacına) doğru eğim kazanması, bazı seki basamaklarının bir yöne doğru giderek yükselmesi ve bazı seki basamaklarının fayla

kesilerek alçaltılmış veya yükseltilmiş olması şeklinde olmuştur.

Bazı seki depolarında örgülı akarsu ve zayıf gelişmiş taşkınovası ortamında çökelişmiş eski alüvyonlara ek olarak onları örten alüvyal yelpaze depoları da korunmuştur.

Kirmir Çayı vadisindeki kazılma hızı kesin yaş verisi olmamakla birlikte bölgesel çıkarımlara dayanarak yaklaşık 0,16 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma “Altıparmak, S. (2022). *Kirmir Çayı Vadisinin Flüvyal ve Tektonik Jeomorfolojisi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Doktora (PhD) Tezi, Ankara.*” künyeli doktora tezi esas alınarak hazırlanmıştır. Makalenin değerlendirme sürecindeki görüş ve önerileri için sayın editöre ve değerli hakemlere teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Antoine, P., Lozouet N. L., Chausse, C., Lauthridou, J., Pastre, J., Auguste, P., Bahain, J. (2007) Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme: synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quaternary Science Reviews* 26, 2701-2723.

Avşın, N. (2011) Kızılırmak sekilerinin oluşumunda iklim ve tektoniğin rolü, *Avanos. Coğrafi Bilimler Dergisi* 9, 221-238.

Avşın, N., Erturaç, M. K., Şahiner, E., Demir, T. (2021) The Quaternary Climatic and Tectonic Development of the Murat River Valley (Mus Basin, Eastern Turkey) as Recorded by Fluvial Deposits Dated by Optically Stimulated Luminescence. *Quaternary* 4(29), 10.3390/quat4030029

Aydar, E., Çubukçu, H. E., Erdal, Ş., Lütfiye, A. (2013) Central Anatolian Plateau, Turkey: incision and paleoaltimetry recorded from volcanic rocks. *Turkish Journal of Earth* 22, 739-746.

Bayer-Altın, T., Altın, B.N., Öztürk, M.Z. (2017) Climatic and tectonic effects on terrace formation during the late quaternary in the upper Yeşilirmak valley, northern Turkey. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 40, 12-136.

Berndt, C., Yıldırım, C., Çiner, A., Strecker, M., Ertunç, G., Sarıkaya, M., A., Özcan, O., Kıyak, N.G., Öztürk, T. (2018) Quaternary uplift of the northern margin of the Central Anatolian Plateau: new OSL dates of fluvial and delta-terrace deposits of the

Kızılırmak River, Black Sea coast, Turkey. *Quat Sci Rev.* 201, 446-469.

Bilgin, T. (1990) Orta Sakarya Vadisinin Jeomorfolojisi, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, Coğrafya Araştırmaları, C.1, S.2.

Bridgland, D.R. (2000) River terrace systems in Northwest Europe: an archive of environmental change, uplift and early human occupation. *Quaternary Science Reviews* 19, 1293-1303.

Bridgland, D., Westaway, R. (2008) Climatically controlled river terrace staircases: a worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology* 98, 285-315.

Burbank, D.W. and Anderson, R.S. (2001) *Tectonic geomorphology*. Oxford: Blackwell Science, 247.

Çiçek, İ. (2001) İlhan-Kirmir Kavşaağı Çevresinin Jeomorfolojisi. A.Ü. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi. Sayı:8. Ankara.

Çiner, A., Doğan, U., Yıldırım, C., Akçar, N., Ivy-Ochs, S., Alfimov, V., Kubik, P.W., Schlüchter, C. (2015) Quaternary uplift rates of the Central Anatolian Plateau, Turkey: insights from cosmogenic isochron-burial nuclide dating of the Kızılırmak River terraces. *Quat. Sci. Rev.* 107, 81-97.

Demir, T., Yeşilçınar, İ., Westaway, R. (2004) River terraces sequences in Turkey: sources of evidence for lateral variations in regional uplift *Proceedings of the Geologists Association*, 115, 289-311.

Demir, T., Seyrek, A., Guillou, H., Scaillet, S., Westaway, R., Bridgland, D. (2009) Preservation by basalt of a staircase of latest Pliocene terraces of the River Murat in eastern Turkey: evidence for rapid uplift of the eastern Anatolian Plateau. *Global and Planetary Changes*, 68, 254-269.

Doğan, U. (2011) Climate-controlled River terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar-Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology* 126, 66-81.

Doğan, U., Koçyiğit, A., Yılmaz, E. (2019) Geomorphological evolutionary history of the Melendiz River Valley, Cappadocia, Turkey, *Mediterranean Geoscience Reviews* 1 (2), 203-222.

Doęan, U., Şenkuł, Ç. (2020) When did the drainage system of the Kızılırmak River form in Cappadocia (Anatolia, Turkey)? A revised geological and geomorphological stratigraphy. *Turkish J Earth Sci* 29, 1100-1113.

Doęan, U., Şenkuł, Ç., Altıparmak, S. (2020) Kızılırmak Nehrinin denizel izotop katı 6 sırasındaki iklim değişimlerine tepkisi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* 5, 48.63.

- Doğan, U., Yeşilyurt, S., Koçyiğit, A., Mutlu, G. (2022) Base-level poljes in the sivas gypsum karst, Türkiye. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* 9, 19-37.
- Erol, O. (1958) Kirmir Çayı boyunca çeltik tarlalarının yeri ile vadi morfolojisi arasındaki münasebet. *Türk Coğrafya Dergisi* 18-19, 55-69.
- Erol, O. (1961) Beypazarı güneyinde bir fosil vadi ve jeomorfolojik önemi. *Dil ve Tarih- Coğrafya Fakültesi Dergisi* 19 (1-2), 105-107.
- Erturaç, M.K., Kıyak, N.G. (2017) Yeşilirmak taraçalarında (Orta Kuzey Anadolu) geç Pleistosen iklim değişiklikleri ve düşey yönlü deformasyona akarsu cevabının araştırılması. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 60, 615-663. Ankara. <https://doi.org/10.25288/tjb.370625>
- Erturaç, M. K., Şahiner, E., Zabcı, C., Okur, H., Polymeris, G. S., Meriç, N., İkiel, C. (2019) Fluvial response to rising levels of the Black Sea and to climate changes during the Holocene, Luminescence geochronology of the Sakarya terraces. *The Holocene*, 1-12. <https://doi.org/10.1177/0959683619831428>
- Esat, K. (2011) Ankara çevresinde Orta Anadolu'nun neotektoniği ve deprenselliği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara (yayımlanmamış).
- Esat, K., Seyitoğlu, G., Ecevitodlu, B., Kaypak, B. (2017) Abdüsselam Kısıtılmış Tektonik Kaması: KB Orta Anadolu'da daralma rejimiyle ilişkili bir Geç Senozoyik yapısı. *Yerbilimleri*, 2017, 38 (1), 33-56.
- Esat, K., Seyitoğlu, G., Aktuğ, B., Kaypak, B., Ecevitodlu, B. (2021) The Northwest Central Anatolian Contractional Area: A neotectonic deformation zone bounded by major strike-slip fault zones in the Anatolian Plate. *Tectonophysics* 805, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2021.228776>
- Gibbard, P.L., Lewin, J. (2009) River incision and terrace formation in the Late Cenozoic of Europe. *Tectonophysics* 474, 41- 55.
- Gökten, E., Kazancı, N. ve Acar, ř. (1988) Ankara kuzeybatısında (Bağlum-Kazan arası) Geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisi ve tektoniği. *MTA Dergisi* 108, 69-81.
- Gökten, E., Özaksoy, V., Karakuş, K. (1996) Tertiary volcanic and tectonic evolution of the Ayas-Güdü-Çeltikçi region, Turkey. *International Geology Review* 38, 926-934.
- Gürgen, G. (1991) Çağlayık Boğazı. *Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 3, 59-172.
- Helvacı, C., Bozkurt, S. (1994) Beypazarı (Ankara) granitinin jeolojisi, mineralojisi ve petrojenezini. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 37, 31-42.
- Helvacı, C. (2010) Geology of the Beypazarı trona field, Ankara, Turkey. *Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia*, Ankara, Turkey. Mid-congress field exursions guide book, 1-33.
- Helvacı, C., Öztürk, Y.Y., Satır, M., Shang, C.K. (2014) U-Pb zircon and K-Ar geochronology ve reveal the emplacement and cooling history of the Late Cretaceous Beypazarı granitoid, central Anatolia, Turkey. *International Geology Review* 56:9, 1138- 1155.
- Hetzel, R., Niedermann, S., Tao, M., P. W., Kubik, Strecker, M. R. (2006) Climatic versus tectonic control on river incision at the margin of NE Tibet: 10Be exposure dating of river terraces at the mountain front of the Qilian Shan. *Journal of Geophysical Research* 111, <https://doi.org/10.1029/2005JF000352>
- Kadioğlu, YK., Zoroğlu, O. (2008) Nature of Beypazarı Granitoid: Geology and geochemistry, Northwest Anatolia, Turkey. *Earth and Environmental Science* 2 doi:10.1088/1755-1307/2/1/012014
- Kaplan, T. (2004) Neotectonics and seismicity of the Ankara region: a case study in the Uruş area. *Ortadoğu Teknik üniversitesi Yüksek Lisans Tezi*.
- Karadenizli, L. (1995) Beypazarı havzası (Ankara Batısı) Üst Miyosen-Pliyosen jipsli serilerinin sedimentolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt 38, Sayı 1, 63-74.
- Karakoca, E., Uncu, L. (2020) Orta Sakarya Vadisi Akarsu Seki Sistemlerinin Morfometrik ve Sedimentolojik Özellikleri (İnhisar-Gemiciköy Arası, Bilecik). *Coğrafya Dergisi* 41, 165-177.
- Kavuşan, G. (1993) Beypazarı-Çayırhan kömür havzası linyitlerinin yataklanmasında tektonizmanın önemi. *Doğa-Türk Yerbilimleri Dergisi / Turkish Journal of Earth Sciences* 2, 135-145.
- Kaymakçı, N., Özçelik, Y., White, H.S., Van Dijk, P.M. (2001) Neogene tectonic development of the Çankırı basin (Central Anatolia, Türkiye). *TPJD Bülteni* 13, 27-56.
- Koçyiğit, A. (1991) Changing stress orientation in progressive intracontinental deformation as indicated by the neotectonics of the Ankara region (NW central Anatolia). *TPJD Bülteni* 3, 43-55.
- Koçyiğit, A. (1992) Southward-vergent imbricate thrust zone in Yuvaköy: a record of the latest compressional event related to the collisional tectonic regime in Ankara-Erzincan suture zone. *TPJD Bülteni* 4, 111-118.
- Koçyiğit, A., Türkmenoğlu, A., Beyhan, A., Kaymakçı, N., Akyol, E. (1995) Post-collisional tectonics of Eskisehir-Ankara-Çankırı segment of Izmir-

- Ankara-Erzincan suture zone (IAESZ): Ankara orogenic phase. TPJD Bülteni 6, 69-86.
- Kurtuluş, C., Bozkurt, A. (2009) ayırhan İlçesi'nin, Ankara, Zemin Özelliklerinin Jeofizik ve Geoteknik Yöntemlerle Araştırılması. Uygulamalı Yerbilimleri Sayı:2, 15-27.
- Leopold, L.B., Wolman, L.G., Miller, J., 1964. Fluvial Processes in Geomorphology. W.H. Freeman, San Francisco.
- Lewin, J., Gibbard, P.L. (2010) Quaternary river terraces in England: forms, sediments and processes. *Geomorphology* 120, 293-311.
- Liu, X., Sun, Y., Vandenberghe, J., Cheng, P., Zhang, X., Gowan, E.J., Lohmann, G., An, Z. (2020) Centennial- to millennial-scale monsoon changes since the last deglaciation linked to solar activities and North Atlantic cooling. *Clim. Past* 16, 315–324.
- Lu, H.Y., Vandenberghe, J., Miao, X.D., Tan, H.B., Ma, H.Z. (2006) Evidence for an abrupt climatic reversal during the Last Interglacial on the northeast Qinghai-Tibetan Plateau. *Quaternary International* 154-155, 136-140.
- Lu, H.Y., Wang, X., Wang, X., Sun, X.F., Yi, S.W., Zhou, Y.L., Liu, Q.Y., Swinehart, J., Vandenberghe, J. (2012) Palaeoclimatic changes in northeastern Qinghai-Tibetan Plateau revealed by magnetostratigraphy and magnetic susceptibility analysis of thick loess deposits. *Netherlands Journal of Geosciences* 91, 189 – 198.
- Ma, Z., Peng, T., Fen, Z., Li, X., Song, C., Wang, Q., Tian, W., Zhao, X. (2023) Tectonic and climate controls on river terrace formation on the northeastern Tibetan Plateau: evidence from a terrace record of the Huangshui River. *Quaternary International* 656, 16-25.
- Maddy, D., Bridgland, D., Westaway, R. (2001) Uplift driven valley incision and climate- controlled river terrace development in the Thames Valley, UK. *Quaternary International* 79, 23–36.
- Maddy, D., Demir, T., Bridgland, D., Veldkamp, A., Stemerink, C., Schriek T., Westaway, R. (2005) An obliquity-controlled Early Pleistocene river terraces record from western Turkey? *Quaternary Research*, 63, 339-346.
- Maddy, D., Demir, T., Bridgland, D., Veldkamp, A., Stemerink, C., Schriek T., Westaway, R. (2008) The Early Pleistocene development of the Gediz River, Western Turkey: An uplift-driven, climate-controlled system? *Quaternary International*, 189, 115-128.
- Maddy, D., Veldkamp, A., Demir, T., van Gorp, W., Wijbrans, J.R., van Hinsbergen, D.J.J., Dekkers, M.J., Schreve, D., Schoorl, J.M., Scaife, R., Stemerink, C., vanderSchriek, T., Bridgland, D.R., Aytaç, A.S. (2017) The Gediz River fluvial archive: A benchmark for Quaternary research in Western Anatolia. *Quaternary Science Reviews* 166, 289-306.
- Maddy, D., Veldkamp, A., Demir, T., Aytaç, A.S., Schoorl, J. M., Scaife, R., Boomer, I., Stemerink, C., Schriek, T., Aksay, S., & Lievens, C. (2020) Early Pleistocene river terraces of the Gediz River, Turkey: The role of faulting, fracturing, volcanism and travertines in their genesis. *Geomorphology* 358, doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107102
- Meijers, M.J.M., Brocard, G.Y., Cosca, M.A., Lüdecke, T., Teyssier, C., Whitney, D.L., Mulch, A. (2018) Rapid late 412 Miocene surface uplift of the Central Anatolian Plateau margin. *Earth and Planetary Science Letters* 497, 29–41.
- Meijers, M.J.M., Brocard, G.Y., Whitney, D.L., Mulch, A. (2020) Paleoenvironmental conditions and drainage evolution of the central Anatolian lake system (Turkey) during late Miocene to Pliocene surface uplift. *Geosphere* 16, 1–20.
- Okay, A., Zattın, M., Özcan, E., Sunal, G. (2021) Uplift of Anatolia. *Turkish J Earth Sci* 29, 696-713.
- Rojay, B. and Karaca, A. (2008) Post-Miocene deformation in the south of the Galatean Volcanic Province, NW of central Anatolia (Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* 17, 653- 672.
- Schumm, S. (1979) Geomorphic Thresholds: The Concept and its Applications. *Transactions Institute British Geographers* 4, 485–515.
- Schumm S. A., Dumont J., Holbrook J. M. (2000) *Active Tectonics and Alluvial Rivers*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz, H., Karadenizli, L. (1997) Does continuous compressive tectonic regime exist during Late Paleogene to Late Neogene in NW central Anatolia, Turkey? Preliminary observations. *Turkish Journal of Earth Sciences* 6, 77-83
- Seyitoğlu, G., Aktuğ, B., Karadenizli, L., Kaypak, B., şen, ř., Kazancı, N., Işık, V., Esat, K., Parlak, O., Varol, B., Saraç, G., İleri, İ. (2009) A late HPLiocene- Quaternary pinched crustal wedge in NW central Anatolia, Turkey: a neotectonic structure accommodating the internal deformation of the Anatolian plate. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 52, 121-154.
- Seyitoğlu, G., Esat, K., Kaypak, B. (2017) One of the Main Neotectonic Structures in the NW Central Anatolia: Beypazarı Blind Thrust Zone And Related Fault-Propagation Folds. *Bull. Min. Res. Exp.* 154, 1-14.
- Specialea P.A., Catlosa, E.J., Yıldız, G.O., Shina, T.A., Black, K.N. (2014) Zircon ages from the Beypazarı

- granitoid pluton (north central Turkey): tectonic implications. *Geodinamica Acta* 25:3-4, 162-182.
- Starkel, L. (2003) Climatically controlled terraces in uplifting mountain areas. *Quaternary Science Reviews* 22, 2189–2198.
- Şahin, M., Yaltrak, C., Karacık, Z. (2019) A case study of compression to escape tectonic transition: Tectonic evolution of the Nallıhan Wedge and comparison with the Tercan Wedge (Eastern Mediterranean, Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences* 174, 311-331.
- Şentürk, M., Tagliasacchi, E., Yağmurlu, F. (2019) Depositional features and coal potential of the Gölbaşı- Bahçeköy Neogene Basin, Ankara (Central Turkey). *Arabian Journal of Geosciences* 12: 519.
<https://doi.org/10.1007/s12517-019-4660-1>
- Tekin, E., Varol, B., Ayyıldız, T. (2008) A rare natural gypsum oolite (gypsolites) in an evaporitic playa lake of late Miocene (?) to Pliocene age in Central Anatolia, Turkey. *Carbonates and Evaporites* 23, 50-59.
- Vandenbergh J. (2002) The relation between climate and river processes, landforms and deposits during the Quaternary. *Quaternary International* 91, 17-23.
- Vandenbergh J. (2008) The fluvial cycle and cold-warm-cold transition in lowland regions: a refinement of theory. *Geomorphology*, 98, 275-284.
- Vandenbergh J. (2015) River terraces as a response to climatic forcing: Formation processes, sedimentary characteristics and sites for human occupation. *Quaternary International* 370, 3-11.
- Wang, X., Vandenbergh J., Yi, S., Vandenbergh J., Lu, H., Balen, R.V., Haute, P.V.D. (2013) Late Quaternary paleoclimatic and geomorphological evolution at the interface between the Menyuan basin and the Qilian Mountains, northeastern Tibetan Plateau. *Quaternary Research* 80, 534-544.
- Wang, X., Vandenbergh J., Yi, S., Van Balen, R., Lu, H. (2015) Climate-dependent fluvial architecture and processes on a suborbital timescale in areas of rapid tectonic uplift: An example from the NE Tibetan Plateau. *Globaland Planetary Change* 133, 318–329.
- Wang, X., Vandenbergh J., Huayu, L., Van Balen, R. (2017) Climatic and tectonic controls on the fluvial morphology of the Northeastern Tibetan Plateau (China). *Geogr. Sci.* 27, 1325-1340.
- Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D. (2003) Pliocene and Quaternary surface uplift of western Turkey revealed by long-term river terrace sequences. *Current Science* 84, 1090–1101.
- Westaway, R., Pringle, M., Yurtmen, S., Demir, T., Bridgland, D., Rowbotham, G., Maddy, D. (2004) Pliocene and Quaternary surface uplift of western Turkey: the Gediz River terrace staircase and the volcanism at Kula. *Tectonophysics* 391, 121–1.
- Yağmurlu, F., Helvacı, C., İnci, U. (1988) Depositional setting and geometric structure of the Beypazarı lignite deposits, Central Anatolia, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 10 337-360.
- Yağmurlu, F., Helvacı, C. (1994) Sedimentological characteristics and facies of the evaporite-bearing Kirmir Formation (Neogene), Beypazarı Basin, central Anatolia, Turkey. *Sedimentology* 41, 847-860.
- Yürür, M.T., Temel, A., Köse, O. (2002) Evidences of extensional tectonics at the southern boundary of the Galatean Volcanic Province, NW central Anatolia. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 45, 85-98.
- Zoroğlu O, Kadioğlu Y, K. (2004) Amphiboles as a petrogenetic indicator of granitoid enclaves: Oymamağaç, Turkey. *Goldschmidt 2004 Copenhagen*, 5.5.55, A674