



**Menteş Yarımadası'nın Neojen Jeolojisi, Batı Anadolu**  
*Neogene Geology of the Menteş Peninsula, Western Anatolia*

**Fikret Göktaş\*** 

119/3 Sokak, 7/1, 15, Evka 3, Bornova, İzmir

• Geliş/Received: 24.10.2023 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received: 22.12.2023 • Kabul/Accepted: 24.12.2023  
• Çevrimiçi Yayın/Available online: 04.04.2024 • Baskı/Printed: 30.04.2024

*Araştırma Makalesi/Research Article*

*Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey*

**Öz:** Foça Çöküntüsü'nün Urla bölümünde yer alan Menteş Yarımadası'nın karasal Neojen istifli Orta Miyosen yaşlı Urla Grubu ile simgelenir. Geç Erken Miyosen yaşlı Kocadağ Volkanitleri üzerinde uyumsuzlukla yer alan Urla Grubu, sedimanter ve volkanik kaya birimlerinden oluşur. Egemen olarak gösel çökellerden oluşan sedimanter istif, alüvyon yelpazesi tortullaşmasını yansıtan Bozavlu Formasyonu ile başlar, gösel kıyıyüzünde çökeltmiş volkanosedimanter Güvendik Formasyonu ile devam eder ve Urla Kireçtaşı ile son bulur. Güvendik istifli, Menteş volkanizmasının erken dönemini yansıtan epiklastik (lahar ve türbiditik kumtaşı) ve piroklastik (ignimbirit, temel türbülansı, bloklu kül akışı) fasiyelerdeki volkanoklastik yoğunluk akıntısı düzeylerini sıklıkla içerir. Güvendik Formasyonu üzerine uyumlu gelen Urla Kireçtaşı istifli, Menteş volkanizmasının kül döküntüsü fasiyesindeki tüf arakatmanlarını alttan üste içerir. Kireçtaşı istifinin tabanında ve transgresif aşmalı kesimlerinde, kıyı önü kuşağında dalgalarla işlenerek oluşmuş algal biyoklastitler ve onkoidal kireçtaşları çökeltmiştir. Menteş Yarımadası'nın Orta Miyosen alkali volkanizması, Menteş Volkanitleri ve Ovacık Bazaltı ile temsil edilir. Trakit-riyolit bileşim aralığında ürünler veren Menteş volkanizması, piroklastikler ile kompozit lav domları ve dom-akıntularından oluşur. Piroklastik istif, Ovacık Bazaltı'ndan türemiş lav parçaları içeren kaynaklanmamış ignimbiritlerle başlar, bloklu kül akışı ve temel türbülansı ardışık düzeyleri ile devam eder. Menteş volkanizması, Güvendik ve Urla Kireçtaşı birimlerinin çökeldiği göl içinde evrimleşmiştir. Menteş asidik volkanizmasıyla yanall ilişkili gelişim gösteren Ovacık bazalt volkanizması, Urla Kireçtaşı çökeltiminin başlangıcından son dönemlerine kadar aralıklı etkinliğini sürdürmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Karaburun Yarımadası, Orta Miyosen tortullaşması, Orta Miyosen volkanizması, Urla Havzası.

**Abstract:** The terrestrial Neogene sequence of the Menteş Peninsula, located in the Urla section of the Foça Depression, comprises the Middle Miocene Urla Group. The Urla Group unconformably overlies the late Early Miocene Kocadağ Volcanics and consists of sedimentary and volcanic rock units. A sedimentary succession, consisting predominantly of lacustrine deposits, begins with the Bozavlu Formation reflecting alluvial fan sedimentation, continues with the volcano-sedimentary Güvendik Formation deposited on the lacustrine shoreface, and ends with the Urla Limestone. The Güvendik succession frequently contains volcanoclastic density current levels in epiclastic (lahar and turbiditic sandstone) and pyroclastic (ignimbrite, base surge, blocky ash flow) facies, reflecting the early period of Menteş volcanism. The Urla Limestone conformably overlies the Güvendik Formation. The Urla Limestone succession contains tuff interlayers with ash fall facies of the Menteş volcanism from bottom to top. Algal bioclastites and oncoidal limestones were deposited at the base and transgressive parts of the limestone succession, formed by waves in the foreshore belt. The Middle Miocene alkali volcanism of the Menteş Peninsula is represented by the Menteş Volcanics and the Ovacık Basalt. Menteş volcanism, which yields products in the trachyte-rhyolite composition range, consists of pyroclastics, composite lava domes and dome-flows. The pyroclastic sequence starts with unwelded ignimbrites containing accidental lithics derived from the Ovacık Basalt, and continues with

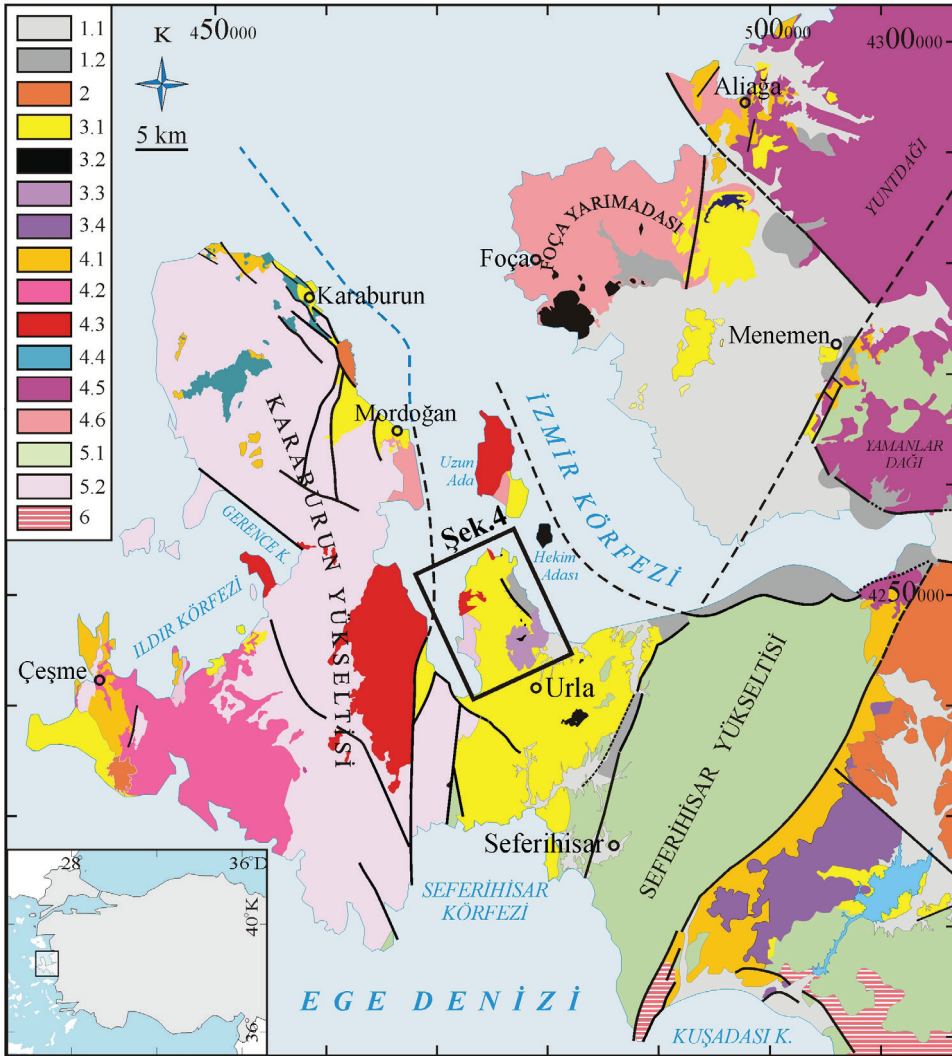
*successive levels of blocky ash flow and base surge. Menteş volcanism evolved in the lake where the Güvendik and Urla Limestone units were deposited. Basic volcanism, which developed laterally to the Menteş acidic volcanism, continued to be active intermittently from the beginning of Urla Limestone deposition to the last stages.*

**Keywords:** Karaburun Peninsula, Middle Miocene Sedimentation, Middle Miocene Volcanism Urla Basin.

## GİRİŞ

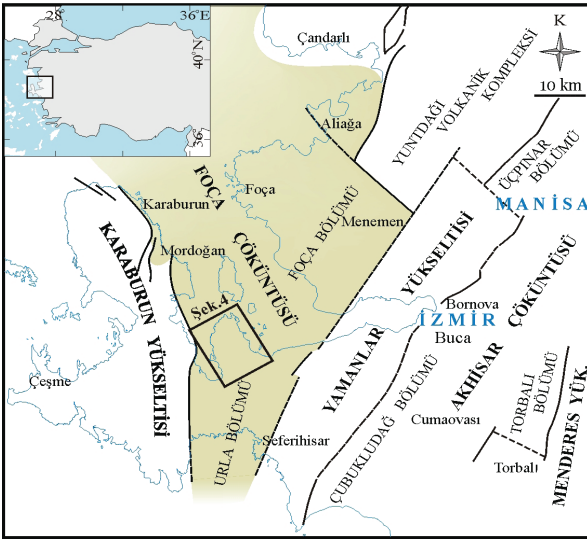
Urla havzasının kuzeyinde yer alan KD uzanımlı Menteş Yarımadası, Holosen transgresyonuyla oluşan İzmir Körfezi içindeki bir Pliyo-Pleyistosen yükselimidir (Şekil 1). Bölgenin genel jeolojisine yönelik ilk çalışmalar Akartuna (1962) ve Öngür (1972) tarafından gerçekleştirilmiştir. Akartuna (1962), Urla havzasındaki karasal Neojen tortullarını; “Alt seri” (çakıltası, kumtaşı, marn, kil, kireçtaşı, tuf) ve “Üst seri” (kireçtaşı, marn, kil, tuf) olmak üzere başlıca iki bölümde incelemiş; alt seriyi kesen ve üst seri tarafından örtülen volkanitleri, “Bazik volkanik kayaçlar”, “Asit volkanik kayaçlar”, “Volkanik tuf ve aglomeralar” olarak tanımlamıştır. Öngür (1972), Urla çevresinde Miyosen yaşlı “Urla kalker-konglomera formasyonu” ile Pliyosen yaşlı “İskele volkanitleri”ni tanımlayarak 1:25.000 ölçekte haritalamış; İskele volkanitlerinin, ojit-olivin bazalt lavları ile trakitik piroklastikler ve türdeş lav domlarından oluştuğunu belirtmiştir. Innocenti ve Mazzuoli (1972) Karaburun Yarımadası’ndaki Neojen volkanitlerinin petrografik ve kimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, “Karaburun-Kocadağ-İzmir Kalkalkali Serisi” içinde yer alan, dasitik-riyodasitik lav akıntıları ve lav domlarının simgelediği Kocadağ volkanitlerini ve trakitik-riyolitik volkanitler ile hawaiiit tipteki bazaltlardan oluşan “Urla Alkali Serisi”ni tanımlamışlardır. Borsi vd. (1972), Innocenti ve Mazzuoli (1972)’nin Kocadağ volkanik kompleksi ve Urla alkali serisi içinde inceledikleri toplam 4 örneği K/Ar yöntemiyle yaşlandırmışlardır. Bu kapsamda, Kocadağ Volkanitleri’nden 17,3 My (“dasit”) ve 16,6 My (“riyodasit”); Urla serisinden 11,9 My (“alkali trakit”) ve 11,3 My (“hawaiiit”) yaşları alınmıştır. Kaya (1979), “Orta Doğu Ege Çöküntüsü” (Şekil 2) içindeki Neojen kaya

birimlerinin stratigrafisini araştırdığı çalışmasında, Foça Çöküntüsü’nün Urla bölümündeki Miyosen stratigrafisinin, alüviyal “Çamlı Çakıltası”, yeşil renkli litarenit ve şeyllerin simgelediği görsel “Karaburun Formasyonu” ve üstte yer alan “Urla Kireçtaşı”ndan oluştuğunu bildirir. Sümer (2007), İzmir-Balıkesir Transfer Zonu içinde kalan Urla havzasında, önceki çalışmalarda tanımlanan Miyosen kaya birimlerini genel olarak irdelemiş, özellikle Kuvaterner tortullaşması üzerinde durarak ölçülü kesitler almış, aktif ve potansiyel aktif fay setlerini haritalayarak fay düzlemleri üzerinde kinematik araştırmalar yapmıştır. Helvacı vd. (2009), Karaburun Yarımadası’ndaki Miyosen volkanitlerine yönelik çalışmalarında, ı) olivin içeren bazaltik andezit ve şoşonitlerin (Karaburun Volkanitleri), ıı) yüksek potasyumlu kalkalkali andezit, dasit ve latitlerin (Yaylaköy, Armağandağı ve Kocadağ volkanitleri), ııı) alkali bazalt (Ovacık Bazaltı) ve riyolitlerin (Urla Volkanitleri) jeokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Göktaş (2011), Urla havzası ve körfez adalarındaki karasal Orta Miyosen çökelleri ve volkanitlerine yönelik çalışmasında stratigrafi düzenini ortaya koymuş; volkanitlerin jeokimyasal ve fasiyes özelliklerini araştırmış ve alkali volkanizmanın Orta Miyosen’de geliştiğini gösteren K/Ar yaşları almıştır. Filiz ve Tarcan (1990) ile Uzelli vd., (2017), Menteş Yarımadası doğusundaki Gülbahçe bölgesinin hidrojeolojik özelliklerini ve jeotermal potansiyelini araştırmışlardır. Göktaş ve Çakmakoğlu (2017), Urla havzasını da kapsayan 1:100.000 ölçekli L-17 paftasının genel jeolojisini yayınlamışlardır. Menteş Yarımadası’ndaki olası jeolojik ve kültürel miras varlıkları, Sümer vd. (2020) tarafından jeoturizm açısından değerlendirilmiştir.



**Şekil 1.** Menteş Yarımadası'nın Foça Çöküntüsü içindeki jeolojik konumu. 1) Pliyo-Kuvaterner çökelleri (1.1: Ayrılmamış alüvyon. 1.2: Alüviyal fan/delta çökelleri), 2) Üst Miyosen-Alt Pliyosen alüviyal ve gölsel çökelleri, 3) Orta Miyosen (3.1: Alüviyal ve gölsel çökeller, 3.2: Bazik volkanitler, 3.3: Menteş Volkanitleri, 3.4: Cumaovası Volkanitleri). 4) Erken Miyosen (4.1: Alüviyal ve gölsel çökeller, 4.2: Armağandağ Volkanitleri, 4.3: Kocadağ Volkanitleri, 4.4: Karaburun/Yaylaköy Volkanitleri, 4.5: Yuntdağı/Yamanlar Volkanitleri, 4.6: Foça Tüfü). 5) Bornova Fliş Zonu (5.1: Bornova Flişi, 5.2: Karaburun Kuşağı). 6) Kikladik Zon.

**Figure 1.** Geological setting of the Menteş Peninsula in the Foça Depression. 1) Plio-Quaternary deposits (1.1: Undifferentiated alluvium. 1.2: Alluvial fan/delta deposits), 2) Upper Miocene-Lower Pliocene alluvial and lacustrine deposits, 3) Middle Miocene (3.1: Alluvial and lacustrine deposits, 3.2: Basic volcanics, 3.3: Menteş Volcanics, 3.4: Cumaovası Volcanics). 4) Early Miocene (4.1: Alluvial and lacustrine deposits, 4.2: Armağandağ Volcanics, 4.3: Kocadağ Volcanics, 4.4: Karaburun/Yaylaköy Volcanics, 4.5: Yuntdağı/Yamanlar Volcanics, 4.6: Foça Tuff). 5) Bornova Flysch Zone (5.1: Bornova Flysch, 5.2: Karaburun Belt). 6) Cycladic Zone.



**Şekil 2.** Foça Çöküntüsü'nün jeolojik konumu (Kaya, 1979'dan değişiklikle)

**Figure 2.** Geological setting of the Foça Depression (Modified from Kaya, 1979).

Bu çalışmada, Menteş Yarımadası'nda Urla Grubu'nun temsil ettiği karasal Orta Miyosen çökelleri ve yanal ilişkili alkali volkanitlerin litolojik özellikleri ve stratigrafik konumları tanımlanmış, kaya birimlerinin Foça Çöküntüsü içindeki stratigrafik korelasyonu tartışılmıştır.

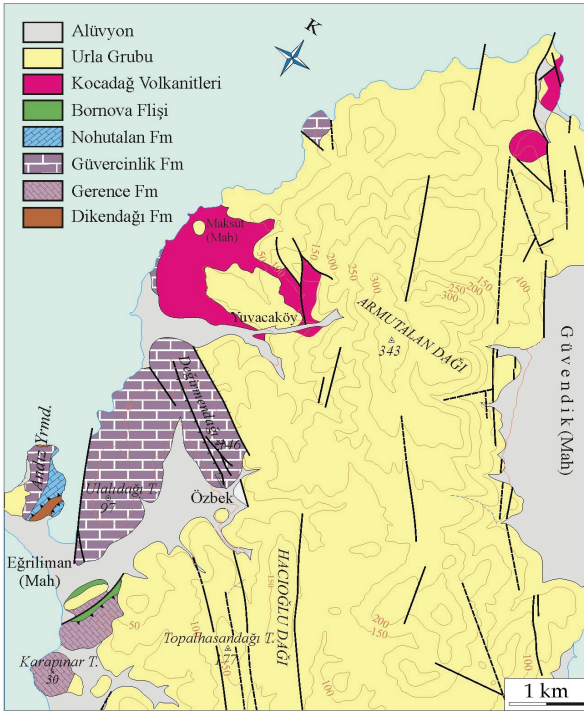
## STRATİGRAFİ

### Temel Kayaları

Foça Çöküntüsü'nün güney bölümünde yer alan Urla havzası, batıda Karaburun Kuşağı (Erdoğan vd., 1990) kaya birimlerinden oluşan Karaburun Yükseltisi ve doğuda Bornova Flişi'nin (Konuk, 1977) simgelediği Seferihisar Yükseltisi ile sınırlanır (Şekil 1). Urla havzasının batısında yüzeyleyen Karaburun Kuşağı kapsamındaki Neojen öncesi temel kaya birimleri, ağırlıklı olarak Güvercinlik Formasyonu (Karniyen-Resiyen) ile temsil edilir. Havzanın geç Erken Miyosen

temelini ise Kocadağ Volkanileri (Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Türkecan vd., 1998; Helvacı vd., 2009) ve Foça Tüfü (Kaya, 1979) oluşturur (Göktaş ve Çakmakoglu, 2017). Urla havzasının ve Menteş Yarımadası'nın batısında, Orta Miyosen tortullaşmasının başlangıcını yansıtan alüvyal fan/delta çökellerinin başlıca bileşenleri Kocadağ Volkanitleri'nden türemiştir.

Menteş Yarımadası batısında, Özbek köyü ve Eğriliman Mahallesi çevrelerinde yüzeyleyen Karaburun Kuşağı birimleri, Dikendağı, Gerence, Güvercinlik ve Nohutalan formasyonları ile temsil edilir. Aşırı makaslanmış Paleozoyik temeli simgeleyen Silüriyen-Karbonifer yaşlı Dikendağı Formasyonu (Çakmakoglu ve Bilgin, 2006), siyah çörtler kapsayan türbiditik kumtaşı, çamurtaşı ve şeyllerden yapıldır. Karaburun Yarımadası'ndaki Mesozoyik sekansının tabanında yer alan Triyas yaşlı Gerence Formasyonu (Erdoğan vd., 1990), Karapınar Tepe çevresinde yüzeyler. Karaburun Yarımadası'nda geçişli ve uyumlu dokanaklarla Gerence ve Güvercinlik formasyonları arasında yer alan Ladiniyen neritik karbonatları (Camiboğazı Formasyonu: Brinkmann vd., 1972), Andız Yarımadası çevresinde yüzeylenmez. Gelgit arası ve gelgit altı kuşaklarda çökelmiş masif kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından oluşan Geç Triyas (Geç Noriyen-Resiyen) yaşlı Güvercinlik Formasyonu (Erdoğan vd., 1990), uyumlu olarak üzerine gelen ve Liyas yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Nohutalan Formasyonu (Brinkmann vd., 1972) ile birlikte tektonik olarak Dikendağı Formasyonu'nu üzerler (İşintek, 2023). Genel olarak çamurtaşı ve kumtaşından yapılmış aşırı makaslanmış bir matris ile çeşitli kayatürlerindeki bloklardan oluştuğu bilinen Geç Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Flişi (Konuk, 1977), Eğriliman Mahallesi güneyinde küçük yüzleklerle temsil edilir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Urla Grubu'nun temelini oluşturan kaya birimlerinin dağılımı.

**Figure 3.** Distribution of rock units forming basement of the Urla Group.

Gülbağçe fayı (Emre vd., 2005) ile Urla çöküntüsünden ayrılan Karaburun yükseltisinin güney bölümünde, riyoilit, dasit, andezit bileşimli kalkalkalen volkanitlerden oluşan Kocadağ volkanik kompleksi yer alır (Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Borsi vd., 1972; Türkecan vd., 1998; Helvacı vd., 2009; Göktaş, 2011; Göktaş ve Çakmaköğlu, 2017). Kocadağ Volkanitleri'nden 16.6 My, 17.5 My K/Ar yaşları alınmıştır (Borsi vd., 1972; Helvacı vd., 2009). Kocadağ volkanizmasının baskın ürünleri olan ortaç lav ve türdeş volkanoklastikler, Urla Grubu'nun Menteş Yarımadası batısındaki geç Erken Miyosen temelini oluşturur. Karaburun Yarımadası'nın doğu kıyılarında ve Uzun Ada'da Urla grubunun temelini oluşturan Foça Tüfü'nün riyoilitik ignimbiritleri, geç Erken Miyosen'de olasılıkla yüksek alan konumundaki Urla havzasına ulaşmamıştır.

### Urla Grubu

Altta alüvyon yelpazesi ortamında çökelmiş Bozavlu Formasyonu, yelpaze deltası ve gölgesel kıyıyüzü çökellerinden oluşan volkanosedimanter Güvendik Formasyonu ile yanal-düşey geçiş ilişkisiyle üstleyen gölgesel Urla Kireçtaşı'ndan oluşan Urla Grubu (Göktaş, 2016) tortullaşması, asidik Menteş Volkanitleri ve Ovacık Bazaltı ile simgelenen bimodal alkali volkanizmayla stratigrafik olarak alttan üste yanal ilişkilidir (Şekil 4). Foça Çöküntüsü genelinde, Urla grubu ve yanal eşleniklerini yaşlandırabilecek güvenilir biyokronoloji verisi yoktur. Tortullaşmayla eşzamanlı gelişim gösteren alkali volkanizmanın jeokronolojisine yönelik literatür verileri, Urla grubunun yaşı hakkında genel bir fikir vermektedir. 16,6-17,5 My yaşlı (Borsi vd., 1972; Helvacı vd., 2009) Kocadağ Volkanitleri üzerinde uyumsuzlukla çökelen havza dolgularına yanal girik alkali volkanitlerden alınan 12,7, 14,5, 14,8 My (Göktaş, 2011, 2016) ile 11,3-11,6 My (Borsi vd., 1972) yaşlarına dayanılarak, Urla Grubu tortullaşması ve volkanizmasının geniş anlamda Orta Miyosen'de geliştiği ileri sürülebilir. Urla Grubu'nun Karaburun Yarımadası'ndaki yanal eşlenikleri üzerinde Göktaş vd. (2023) tarafından tanımlanan Geç Miyosen yaşlı çökellerin bulunması, önerilen kronostratigrafik konumu destekler.

### Bozavlu Formasyonu

Bozavlu Formasyonu (Sümer, 2007) Urla grubunun temsil ettiği Orta Miyosen tortullaşmasının başlangıcını yansıtan örgülü akarsu egemen alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşur. Urla havzası doğusunda tanımlanan "Çamlı Çakıltası" (Kaya 1979, 1981) ve Uzun Ada'da tanımlanan "Beşiktepe Formasyonu" (Göktaş, 2016), Bozavlu Formasyonu'nun Urla bölümünde yüzeyleyen stratigrafik eşlenikleridir. Tip lokalitesinde, Menteş Volkanitleri'nin domları ve dom-akıntıları altından yüzeyleyen ~30 m görünür kalınlıktaki

tortul istifin alt dokanağı gözlenmez. Ancak, eski Yuvacaköy çevresinde masif çakıltaşı-kumtaşı topluluğundan oluşan alüviyal çökellerin, Kocadağ Volkanitleri'nin bloklu kül akışı çökelleri üzerinde uyumsuzlukla yer aldığı ve Urla Kireçtaşı tarafından transgresif aşmayla örtüldüğü izlenir (Şekil 4). İstifin tabanındaki moloz akması kökenli kaba çakıltaşlarının, Kocadağ Volkanitleri ve Güvercinlik Formasyonu kireçtaşlarından aktarılmış iri çakıl ve bloklar kapsamı, yakın kaynak alanı oluşturan temel kaya birimlerine ilişkin fikir verir.

Bozavlu Formasyonu, pembemsi kahverenkli ve iyi pekişmiş çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, çamurtaşı topluluğundan oluşur. İstifin alt bölümlerinde bloklu kaba çakıltaşları bulunur. Kanal dolgusu fasiyesindeki çakıltaşları, doğru derecelenmeli ya da masif katmanlı, matriks ve tane desteklidir. Çakıllar orta-iyi yuvarlaklaşmış ve orta derecede boylanmıştır. Kanal dolgularının aşındırılmalı tabanlarında gözlenen oyu-dolgu yapıları, K-KD yönlerinde kanalize olmuş akıntıları gösterir. Bozavlu formasyonu çökellerinin, Urla havzasının batı kıyılarında Güvendik Formasyonu'nun tabanında tanımlanan yelpaze deltası sisteminin su üstü bölümlerindeki tortullaşmayı yansıttığı değerlendirilmiştir.

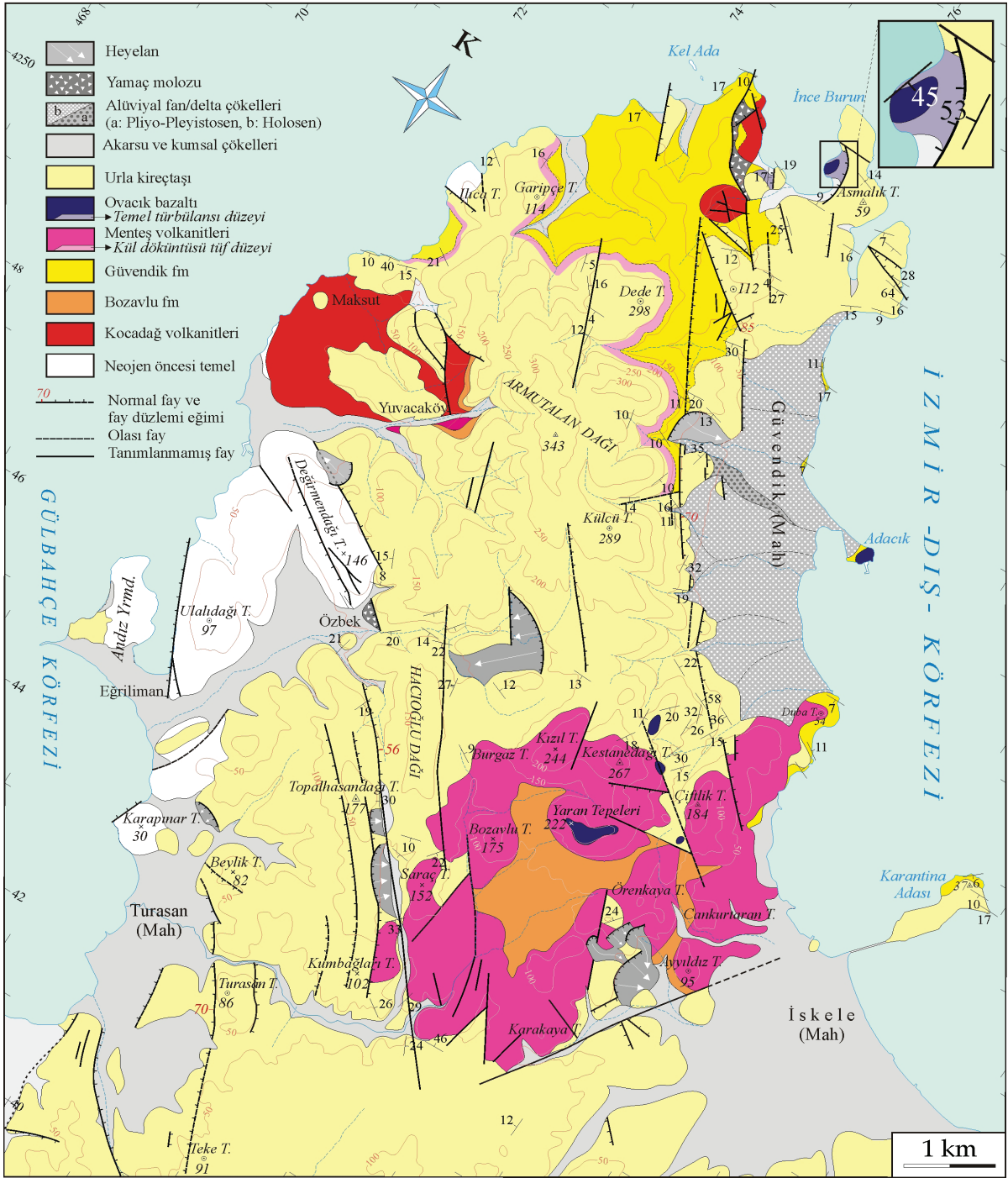
### **Güvendik Formasyonu**

Urla grubu kapsamındaki gölsel tortullaşmanın alt bölümünü yansıtan volkanosedimanter istif, Menteş Yarımadası'ndaki alkali volkanizmayla yanal ilişkilidir. Güvendik gölsel tortullaşması, yarımadaının kuzeyinde ve doğusunda kayatürü bileşimi değişik istiflerle simgelenir. Buna karşılık, izlenebilen tüm istifler uyumlu olarak Urla Kireçtaşı altında yer alan epiklastik kumtaşı egemen kıyı yüzü çökelleri ile sona erer.

Yarımadanın kuzeyinde yüzeyleyen istif, Bozavlu Formasyonu'nun su altı yanal devamını oluşturan fan delta çökelleriyle başlar. Fan delta istifinin en alt bölümünde, Kocadağ

Volkanitleri'nin bloklu kül akışı ve lahar fasiyeslerindeki volkanoklastikleri üzerinde uyumsuzlukla yer alan ve toplam kalınlığı 20 metreyi aşmayan sarımsı-boz renkli çamurtaşı düzeyi bulunur.

Alt ve üst sınırları belirgin olmayan çamurtaşı katmanları metrik kalınlıklarda ve masiftir. Olasılıkla prodelta çökeliğini temsil eden bu istifin üzerine, karışık yataklanmış süspansiyon ve yoğunluk akması çökelleri gelir (Şekil 5). Bu bölüm, kıyı yüzü ve delta önü asortamalarında çökeliğini yansıtır. Kütle akması düzeylerinin taşıyıcı matriksi kötü boylanmış kumlardan oluşur. Kaba gereç içeriklerinin boyutları ve matrikse oranı değişkendir. Çoğunlukla Kocadağ Volkanitleri'nden ve Güvercinlik Formasyonu'nun beyaz renkli dolomitik kireçtaşlarından türemiş olan küt köşeli-yarı yuvarlak çakıl ve bloklar örgütlenmemiş ya da ters derecelenmiştir. Menteş Volkanitleri'nden aktarılmış kaba lav parçaları mavimsi koyu gri renklidir (Şekil 5D). Yüksek oranda kaba çakıl ve blok içeren masif moloz akması düzeyleri yanında, santimetrik büyüklüklerdeki köşeli-küt köşeli kireçtaşı çakılları (olasılıkla Güvercinlik Formasyonu kökenli beyaz kireçtaşları) ters derecelendiği düzeyler de bulunur. Süspansiyon çökelleri, düzlemsel paralel ince katmanlı kumtaşı ve silttaşından oluşan yanal sürekli metrik düzeylerle simgelenir. Metrik kalınlıklardaki bazı kumtaşı düzeylerinde, fırtına akıntılarının oluşturduğu üst akış rejimi çizgisellikleri, tümseksi (humocky) ve teknesi (swaley) çapraz katmanlanma gözlenir (Şekil 5C). Su altı dağıtım kanallarında çökelmiş tekil ya da çok katlı çakıltaşı düzeyleri, yelpaze deltası istifinin üst bölümlerinde artış gösterir (Şekil 5B). Çakıltaşı düzeylerin tabanı genellikle aşındırılmalıdır. Düşey kazıma etkinliğinin arttığı bölümlerde, derinliği 3 metreye varan aşındırılmalı taban yapılarına rastlanır. Çakıl boyutları, ince çakıl ile kaba çakıl büyüklük sınırları arasında düzensiz değişir. Çakılların arası, çakılcıklı kaba kumla dolgulanmıştır.



Şekil 4. Menteş Yarımadası'nın jeoloji haritası. Bozavlu Formasyonu Sümer (2007)'den değişiklikle alınmıştır.

Figure 4. Geological map of the Menteş Peninsula. Bozavlu Formation taken from Sümer (2007) with modifications.

Litolojik kökene ve büyüklüğe bağlı olmaksızın çakıl ve blokların çoğu iyi yuvarlaklaşmıştır. Güvendik istifinin Armutalan Dağı çevresindeki en üst bölümünde belirginleşen kıyıyüzü tortullaşması, yanal sürekli kumtaşı katmanlarından oluşur. Kumtaşı egemen istif, Urla Kireçtaşı'nın tabanını oluşturacak şekilde yayılım gösterir. Genel olarak kötü boylanmış ve masif olan epiklastik kumtaşları, milimetrik-santimetrik boyutlarda beyaz renkli felsik pomza parçaları, Kocadağ Volkanitleri'nden aktarılmış yuvarlak-yarı yuvarlak çakıllar ve Güvercinlik Formasyonu'ndan türeme kireçtaşı çakılları içerir. Kumtaşı istifinin üst kesimlerine doğru düzlemsel paralel katmanlanma belirginleşir; çakılıktan kaba kuma derecelenen 10-50 cm arası değişen kalınlıklarda türbiditik kumtaşı katmanları ortaya çıkar. Kumtaşı istifi ile Urla Kireçtaşı arasında yanal sürekli uzanan kül döküntüsü fasiyesindeki felsik tuf düzeyi Menteş volkanizmasından türemiştir. Başvuru düzeyi özelliğindeki bu tuf, Şekil 4'te abartılarak gösterilmiştir. Tuf istifi, beyazımsı açık gri renkli ve belirsiz katmanlıdır. İstifin alt bölümünü oluşturan az belirgin çok kalın katmanlı ince kül tüflerin arasında, yaklaşık 2,5 m kalınlığında, yeşil renkli ve masif epiklastik çamurtaşı düzeyi yer alır. İnce kül tüfler içinde büyüme lapillileri (>2 mm), kum boyu türdeş kaya kırıntıları ve parçalanmış biyotit kristalleri bulunur. Tuf istifi içinde aradüzey olarak bulunan epiklastik kumtaşları, gri renkli, masif ve desimetrik kalınlıklardadır. Garipçe Tepe'nin doğu yamacında yüzeyleyen tuf istifi, mavimsi gri renkli ve genel olarak ince-orta düzgün katmanlıdır.

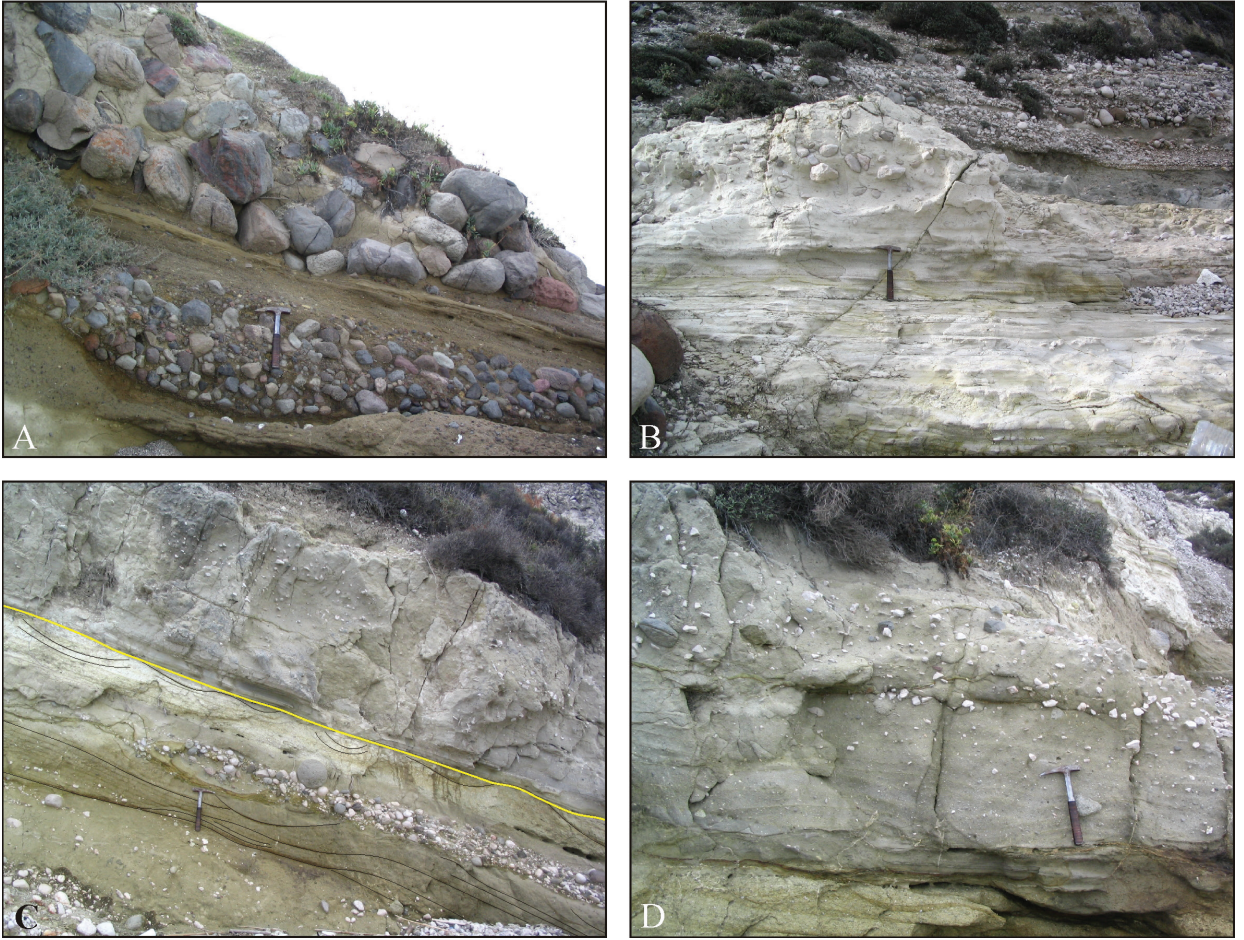
Yarımadanın doğusundaki İskele Mahallesi sahil şeridinde, Urla kireçtaşı ve Menteş volkanizmasının piroklastikleri altından kısıtlı olarak yüzeyleyen Güvendik formasyonu, üstte epiklastik kumtaşları ile altta yer alan piroklastik ve epiklastik yoğunluk akıntısı çökellerinden oluşur. Bu bölümde, seyrek olarak düzlemsel paralel ince katmanlı süspanسیون düzeyleri ortaya çıkar. Üstte yer alan yeşilimsi-mavimsi ya da açık pembemsi bej renkli kumtaşı egemen

istif çamurtaşı düzeyleri de kapsar. Yaygın olarak milimetrik pomzalar, parçalanmış biyotit kristalleri ve bazı düzeylerde yoğunlaşan çeper tipi (rim-type) büyümeli (accretionary) lapilliler kapsar. Lapillilerin şekilleri çoğunlukla küremsidir (sferoidal).

Genel olarak büyüklükleri 2-6 mm arasında değişir. İskele sahilindeki Güvendik istifi üzerine, Urla Kireçtaşı katmanları ya da onları aşan Menteş Volkanitleri'nin kaynaşmış bloklu kül akması düzeyleri gelir (Şekil 6A). Kumtaşı egemen istifin altında, trakitik lav parçaları kapsayan yoğunluk akması çökelleri, temel türbülansı (base surge) ve epiklastik kumtaşı düzeyleri yüzeyler. Metrik kalınlıklardaki masif kumtaşı katmanları çoğunlukla biyoturbasyonludur. Açık gri renkli türbiditik kumtaşı katmanları, santimetrik kalınlıklarda ve doğru derecelenmiştir. Bazı türbiditik kumtaşı katmanlarında, fırtına dalgalarına bağlı akıntıların oluşturduğu oyğudolgu yapıları (gutter casts: Whitaker, 1973) gözlenir (Şekil 6B).

Bu yapı, kıyıyüzü tortullaşmasının fırtına dalga tabanı üzerinde geliştiğini gösterir. En çok 4 metre kalınlığındaki lahar düzeylerinin genellikle yarı yuvarlak trakit çakıl ve bloklarından oluşan monolitik kaba bileşenleri, tipik olarak ters derecelenmiştir (Şekil 6C). Soğan kabuğu ayrışmasına uğramış bazı lav blokları küremsidir. Blok büyüklükleri nadiren 2 metreyi aşar (Şekil 6D). Lahar ve masif kumtaşı düzeyleri arasında tipik bir pomza akma düzeyi bulunur. Su altında yoğunluk derecelenmesiyle çökelmiş olan en çok 80 cm kalınlığındaki bu pomza akma düzeyinin taban kesiminde, santimetrik büyüklüklerde trakit parçaları bulunur. Orta ve üst bölümlerde yer alan desimetrik büyüklüklerdeki pomza parçaları ters derecelenmiştir (Şekil 6E, F). Su altında çökelen ve çoğu desimetrik kalınlıklarda olan temel türbülansı düzeyleri lahar katmanlarıyla ardışıktır. Ters kumul (antidune) benzeri çapraz katmanlanma tipik ve yaygındır (Şekil 7).





**Şekil 5.** Mentеш Yarımadası kuzeyindeki Güvendik fan delta istifinde gözlenen bazı çökel fasiyesleri. **A)** Örgütlenmemiş moloz akması düzeyleri. **B)** Altta olası süspansiyon çökelleri, ortada ters derecelenmiş çamur akması düzeyi, üstte tane-matriks destekli paketlenmiş ve iyi yuvarlanmış çakıllardan oluşan su altı dağıtım kanalı çakıltaşları. **C)** Altta HCS-SCS çapraz katmanlanmalı kumtaşları ve üstte ters derecelenmiş çamur akması düzeyi. **D)** Ters derecelenmiş çamur akması düzeyinin yakından görünüşü. Beyaz renkli ve köşeli-küt köşeli çakıllar Güvercinlik Formasyonu'ndan, mavimsi koyu gri renkli ve daha iri olanlar Mentеш Volkanitleri'nden türemiştir. (Çekiç 33 cm).

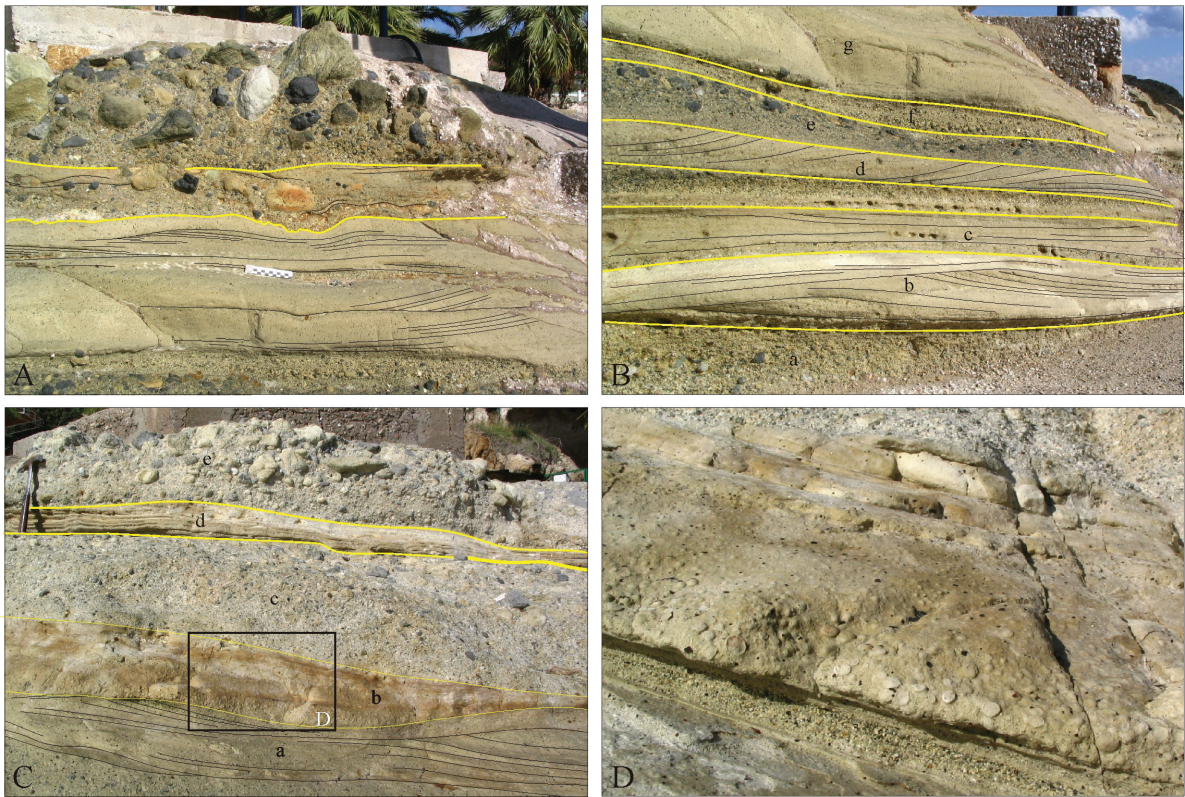
**Figure 5.** Some sedimentary facies observed in the Güvendik fan delta succession in the north of the Mentеш Peninsula. **A)** Disorganized debris flow levels. **B)** Possible suspension deposits at the bottom, reverse graded mud flow level in the middle, subaqueous distribution channel conglomerates consisting of grain-matrix-supported (closed framework) packed and well-rounded pebbles at the top. **C)** HCS-SCS cross-bedded sandstones at the bottom and reverse graded mudflow level at the top. **D)** Close-up view of reverse graded mudflow level. The whitish colored and angular-subangular pebbles are derived from the Güvercinlik Formation, the bluish dark gray colored and larger clasts are derived from the Mentеш Volcanics. (Hammer 33 cm).



**Şekil 6.** İskele Mahallesi sahilinde, Güvendik Formasyonu'nun üst bölümlerinde yüzeyleyen çökel fasiyesleri. **A)** Güvendik istifinin en üst bölümü oluşturan kumtaşı-çamurtaşı topluluğu ve onun üzerine yerleşen Menteş Volkanitleri'nin bloklu kül akışı çökelleri. Bu bölümde, çeper tipi büyümeli lapilliler sıklıkla gözlenir **B)** Türbiditik kumtaşı katmanlarında gözlenen oygu-dolgu yapıları (Ölçek 10 cm). **C)** Kaba trakit parçalarının tipik olarak ters derecelendiği lahar düzeyi. Altta akma düzeyinin pomzaları, termal oksidasyonla pembe renk almıştır. **D)** Bazı lahar düzeyleri birkaç metre büyüklüğünde trakit blokları kapsar. **E)** Altta biyoturbasyonlu masif kumtaşı, ortada

pomza akma katmanı ve üstte ters derecelenmiş lahar düzeyi. Pomza akma katmanının tabanında kömürleşmiş ağaç parçası gözlenir (Ölçek 10 cm). **F)** Su altında yoğunluk derecelenmesiyle çökelmiş pomza akma düzeyinin yakından görünüşü.

**Figure 6.** Sedimentary facies outcropping in the upper parts of the Güvendik Formation on the coast of İskele district. **A)** The sandstone-mudstone assemblage forming the uppermost part of the Güvendik succession and the blocky ash flow deposits of the Menteş volcanics emplaced on it. In this section, rim type accretionary lapillis are often observed. **B)** Gutter cast structures observed in turbiditic sandstone layers (Scale 10 cm). **C)** The lahar level where trachyte coarse clasts are typically reverse graded. Pumices from the lower flow level have turned pink due to thermal oxidation. **D)** Some lahar levels contain trachyte blocks several metres in size. **E)** Bioturbated massive sandstone at the bottom, pumice flow layer in the middle and reverse graded lahar level at the top. A piece of charred wood is observed at the base of the pumice flow layer (Scale 10 cm). **F)** Close-up view of the pumice flow layer deposited with subaqueous density grading.



**Şekil 7.** İskele Mahallesi sahilinde, Güvendik Formasyonu'nun üst bölümlerinde gözlenen temel türbülans-lahar ardalanmaları. **A)** Alttan çapraz katmanlı temel türbülans, üstte ters derecelenmeli lahar düzeyleri. **B)** Desimetrik kalınlıklardaki lahar düzeyleriyle (a, e, f) ayrılan, çapraz katmanlı temel türbülans düzeyleri (b, c, d, g). (b: ters kumul benzeri çapraz katmanlanma, c: çok düşük eğim açılı çapraz katmanlanma, d: sigmoidal çapraz katman seti, ters derecelenmiş lahar düzeyi (e) tarafından üstten traşlanmıştır). **C)** Alttan temel türbülans, üstte lahar düzeyleri. (a: Ters kumul benzeri çapraz katmanlı temel türbülans düzeyi, b: doğru derecelenmiş türbiditik kumtaşı düzeyi, c, e: Ters derecelenmiş lahar düzeyleri, d: düzlemsel paralel laminalı siltaşı-ince kumtaşı katmanı). Çekiç 33 cm. **D)** Türbiditik kumtaşı düzeyi içindeki taşınmış büyümeli lapilliler doğru derecelenmiştir.

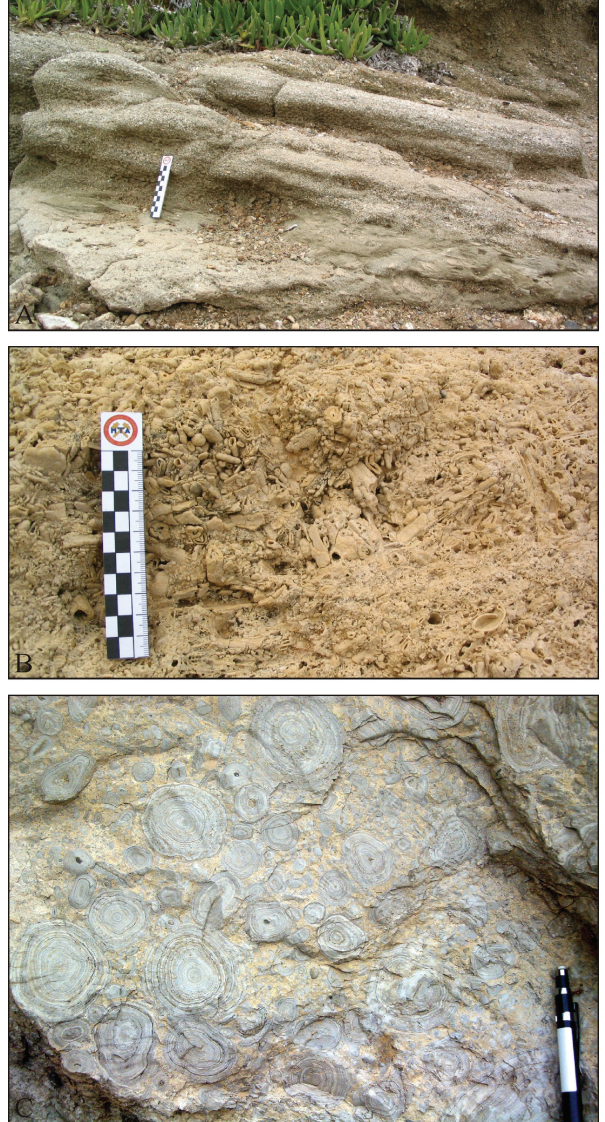
**Figure 7.** Base surge-lahar alternations observed in the upper parts of the Güvendik Formation on the coast of İskele district. **A)** Cross-stratified base surge at the bottom, reverse graded lahar levels at the top. **B)** Cross-bedded base surge levels (b, c, d, g) separated by decimetrically thick lahar levels (a, e, f). (b: antidune-like cross-stratification,

*c: cross-stratification with very low slope angle, d: sigmoidal cross bedding set topped by reverse-graded lahar level (e). C) Base surge at the bottom, lahar levels at the top. (a: Antidune-like cross-stratified base surge level, b: normal graded turbiditic sandstone level, c, e: reverse-graded lahar levels, d: planar parallel thin laminated siltstone-sandstone layer). Hammer 33 cm. D) Reworked accretionary lapillis within the turbiditic sandstone level have normal grading.*

## Urta Kireçtaşı

Birim, Urta bölümündeki görsel tortullaşmanın son dönemini yansıtır. Güvendik Formasyonu çökelleriyle dolan gölün iç kesimlerinde, kumtaşı egemen istif üzerinde uyumlu olarak Urta Kireçtaşı çökelmiştir. Havza kıyılarındaki temel kayaları ve Bozavlu Formasyonu ile dokanaklar transgresif aşmalıdır. Kireçtaşları, çoğunlukla orta-kalın yersel çok kalın tabakalı, tatlı su algli, yersel fenestral boşluklu ve çatlaklıdır. Ayrışma yüzeyi açık/koyu gri, taze kaya ise çoğunlukla açık kahverengi, bej ya da açık gridir. İstifin transgresif aşmalı bölümlerinde çökelen kalın ve masif kireçtaşı katmanları, santimetrik büyüklüklerde algal onkoidler (sferoidal stromatolitler) ile çoğunlukla kum, çakılcık ve az oranda küçük çakıl boyutlarında ekstraklastlar kapsar. Menteş volkanitlerinin hemen altında kısmen ya da tamamen silisleşmiş olan kireçtaşları, çört yumruları ve bantları içerir. Kireçtaşının özellikle kalın-çok kalın katmanlı bölümlerinde mavi-yeşil alg içerikleri genellikle yüksek oranda bulunur. Alg kapsamı ondülasyonlu ya da düzlemsel paralel laminalı stromatolitler ile simgelenir. Algal laminalanmaya koşut dizilim gösteren fenestral boşluklara sıklıkla rastlanır. Urta Kireçtaşı'nın taban kesitlerinde, kıyı önü (foreshore) ya da kumsal yüzü (beach face) kuşağının düşük açılı düzlemsel çapraz katmanlanmış çökelleri gözlenir (Şekil 8A). Bu kuşakta dalgalarla işlenerek oluşan algal kabataş (rudstone) fasiyesindeki biyoklastitler, tane destekli paketlenmiş ve biyoklastlar arasındaki gözeneklilik korunmuştur (Şekil 8B). Aynı kuşakta gelişen başka bir çökel

fasiyesi de, dalga etkinlikleriyle oluşan algal onkoidlerden yapılmış düzeylerdir. Bir çekirdek etrafında çok katlı mikrobiyal zarflar oluşturarak büyüyen stromatolitik onkoidler mikrit aramada destekli dokuya sahiptir (Şekil 8C).



**Şekil 8.** A) Düşük açılı düzlemsel çapraz katman setlerinden oluşan kumsal yüzü çökelleri ve onların altında yer alan izole dalga ripilli kumtaşları. B) Algal kabataş fasiyesindeki biyoklastitlerin yakından görünümü. C) Küremsi stromatolitler. Ölçek 10 cm.

*Figure 8.* A) Beach face deposits consisting of low-angle planar cross-stratified sets and isolated wave-

*ripple sandstones underlying them. B) Close-up view of bioclastics in algal rudstone facies. C) Spheroidal stromatolites. Scale 10 cm.*

Menteş volkanizmasının çoğunlukla kül döküntüsü fasiyesindeki piroklastik türleri, Urla Kireçtaşı tortullaşmasına alttan üste katılmıştır. Piroklast boyutları ince kül ile kaba kül büyüklük sınırları (< 2 mm) içinde değişen kül döküntüsü tüfler, beyaz, açık gri ya da açık mavi renkli, masif ve olağan olarak iyi boylanmıştır. Mentesh volkanizmasının çıkış merkezi yakınlarındaki piroklastikler, ignimbirit, temel türbülansı (base surge) ve kül döküntüsü (ash fall) fasiyeslerinde gözlenirken, patlama merkezinden uzaklaştıkça yalnızca kül döküntüsü tuf arakatmanları ile simgelenirler. Yarımada'nın kuzeyinde, Güvendik Formasyonu ile Urla Kireçtaşı arasında başvuru düzeyi olarak yer alan kül döküntüsü tuf istifinin kalınlığı ~30 metredir. Kestanedağı Tepe'nin KD'sunda, trakitik lav örtüsünün hemen altındaki kireçtaşı istifi içinde gözlenen piroklastiklerin kalınlığı 10 metreyi aşar. Çok katlı piroklastik yoğunluk akıntılarında yapıli istife masif ignimbirit üniteleri egemendir. Az oranda bulunan temel türbülansı düzeylerinin katmanlanması az belirgindir. İstifin üst bölümünde kireçtaşı düzeyleri ile ardalanan kül döküntüsü tüfler düzgün ince katmanlı ve beyaz renklidir. Saraç Tepe'nin kuzeyinde yüzeyleyen ve görünür kalınlığı 2,5 metrenin üzerinde olan kül döküntüsü fasiyesindeki ince kül tuf düzeyi bütünüyle masif ve konkoidal kırılımlıdır.

Ilıca Tepe çevresinde izlenen Urla Kireçtaşı, Güvercinlik Formasyonu'nun koyu gri renkli dolomitik kireçtaşlarını transgresif aşmayla uyumsuz olarak üstler. Kireçtaşının birkaç metrelik taban kesitinde, temelden türemiş köşeli kaba klastlar içeren, sarımsı renkli, karbonat çimentolu, kötü boylanmış ve masif kumtaşı düzeyi bulunur. Transgresif kumtaşı düzeyini izleyen fenestral boşluklu algal biyostromal kireçtaşı, ondülasyonlu laminalı stromatolitler

ile simgelenir. Özbek kuzeyinde yer alan eski Yuvacaköy çevresindeki kireçtaşları, Kocadağ Volkanitleri'nin volkanoklastiklerine Bozavlu Formasyonu'nun yakınsak çakıltaşları aracılığıyla transgresif aşmayla yaslanır.

Urla Kireçtaşı platformu, Orta Miyosen sonlarında gelişen bölgesel sıkışmayla deformasyona uğrayarak giderek sığlaşmış ve su üstüne çıkarak aşınmaya başlamıştır. Urla ilçe merkezi ile Ovacık köyü arasındaki yol yarmalarında, litostratigrafik olarak Ovacık Bazaltı üzerinde yer alan Urla Kireçtaşı istifinin 250 metre kotlarındaki en üst düzeylerinde yüzeyleyen desimetrik kalınlıklardaki bataklık düzeyleri bu sığlaşmayı belgeler. Kalış oluşukları ve gastropod kavkı kırıntıları içeren bataklık düzeyleri içinde Göktaş (2011) tarafından bulunan küçük memeli fosil kalıntıları (Gliridae molarları) tür tayini yapılamadığından yaşlandırılmamıştır.

### Menteş Volkanitleri

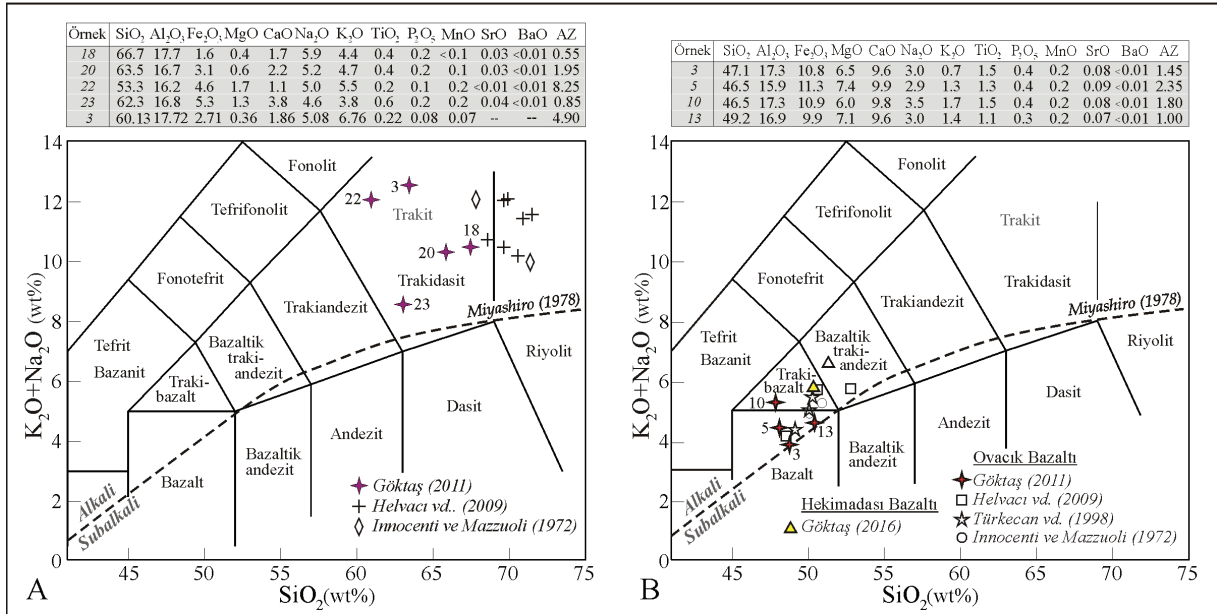
Menteş Yarımadası'nda etkinliği Orta Miyosen boyunca süren ve trakit-riyolit bileşim aralığında ürünler veren Mentesh alkali volkanizması, Güvendik ve Urla Kireçtaşı formasyonlarının temsil ettiği görsel tortullaşma ve alkali bazik Ovacık volkanizmasıyla yanal ilişkilidir. Mentesh Volkanitleri, Kaya (1979)'nin tanımladığı "Menteş Trakiti"nin karşılığıdır. Helvacı vd. (2009), "Urla Volkanitleri" başlığı altında inceledikleri Mentesh Volkanitleri'nin 'ince taneli riyolitik lavları ve trakit benzeri porfiritik riyolit domlarından' oluştuğunu belirtirler. Değişik fasiyeslerdeki piroklastikler ile onları keserek yerleşen trakitik-riyolitik lav domları ve domakıntılarının temsil ettiği Mentesh volkanizması, giderek sönmölenen patlayıcı etkinliklerini Urla Kireçtaşı tortullaşmasının son dönemlerine kadar sürdürmüştür. Mentesh volkanizmasının tip lokalitesindeki ürünleri, Bozavlu ve Güvendik formasyonları ile Urla Kireçtaşı istifinin alt katmanları üzerine yerleşmiştir. Ancak, körfez

adalarında yüzeyleyen Güvendik istifi içindeki trakitik ignimbiritler ve epiklastik kütle akıntılarının içerdiği trakit parçaları, volkanizmanın Urla Grubu tortullaşmasının başlangıcından itibaren etkinleştiğini göstermektedir (Şekil 9A).

1) Volkanizmanın patlayıcı erken dönemini yansıtan piroklastik ve epiklastik yoğunluk akması çökelleri, Mentеш Yarımadası doğusundaki adalarda ve İskele Mahallesi'nin sahil şeridi boyunca yüzeyleyen Güvendik kıyıyüzü istifinin üst bölümlerinde izlenir. Lahar düzeylerinin kaba bileşenlerini oluşturan trakit parçaları tipik olarak ters derecelenmelidir. Hekim Adası ve Çiçek

Adaları'nda, kıyıyüzü çökelleri içinde yer alan 1-10 metre arası kalınlıklardaki trakitik ignimbirit üniteleri genellikle kaynaklıdır (Göktaş, 2016).

11) Volkanizmanın ana ürünleri, altta patlamalı evrenin piroklastikleri ve lav çıkış evresinde onları keserek yerleşen kompozit lav domları ve dom-akıntılarında oluşur. Felsik piroklastikler, Cankurtaran Tepe ile Çiftlik Tepe arasında tipik yüzlekler verir ("Cankurtaran Formasyonu": Sümer vd. 2020). İgnimbiritlerle başlayan piroklastik çökelim, ağırlıklı olarak temel türbülansı ve bloklu kül akışı fasiyeslerindedir.



**Şekil 9. A)** Mentеш Volkanitleri'nden alınan element oksit verileri ve önceki çalışmalarda alınan ana element oksit verilerinin Le Bas vd. (1986)'nin TAS diyagramında değerlendirilmesi. 23 numaralı örnek,  $12,7 \pm 0,6$  My K/Ar yaşı alınan trakidasiti temsil etmektedir. Diğer örnekler, Güvendik Formasyonu içindeki ignimbiritlerin pomzalarından ve lahar düzeylerinin içerdiği lav parçalarından alınmıştır (Göktaş, 2011), **B)** Ovacık Bazaltı'ndan alınan element oksit verileri ve önceki çalışmalarda alınan ana element oksit verilerinin Le Bas vd. (1986)'nin TAS diyagramında değerlendirilmesi. 10 numaralı örnek, Mentеш Volkanitleri'nin ignimbiritleri içinde bulunan Ovacık Bazaltı'ndan türemiş rastlantısal lav parçalarını temsil eder.

**Figure 9. A)** Major element oxide data taken from the Mentеш Volcanics and major element oxide data from previous studies evaluated on the TAS diagram (Le Bas et al., 1986). Sample number 23 represents trachydacite with a K/Ar age of  $12,7 \pm 0,6$  My. Other samples were taken from the pumice of ignimbrites in the Güvendik Formation and lava clasts contained in the lahar levels (Göktaş, 2011), **B)** Major element oxide data taken from the Ovacık Basalt and major element oxide data from previous studies evaluated on the TAS diagram (Le Bas et al., 1986). Sample number 10 represents accidental lithics derived from the Ovacık Basalt within the ignimbrites of the Mentеш Volcanics.

Piroklastik istifin alt bölümünde yer alan ignimbirit düzeyleri az oranda gözlenir. Metrik kalınlıklardaki ignimbirit üniteleri zayıf kaynaklıdır. Örenkaya Tepe'nin yaklaşık 1 km GB'sında en az 10 metrelik bölümü gözlenen açık gri renkli ignimbirit düzeyi içinde, çakılıktan blok boyutlarına kadar rastlantısal (accidental) litikler yer alır. Türdeş lav klastları yanında, altta bulunan kül döküntüsü fasiyesindeki ince taneli kül tüflerden koparılmış parçalar, Urla Kireçtaşı'ndan ve Neojen öncesi temel kayalarından aktarılmış küt köşeli çakıllar bulunur. Bu ignimbirit düzeyinin içerdiği 30-80 cm arasında değişen büyüklüklerdeki bazik lav bloklarının ana element oksit bileşimleri Ovacık bazaltı kökenli olduklarını göstermektedir (Şekil 9B).

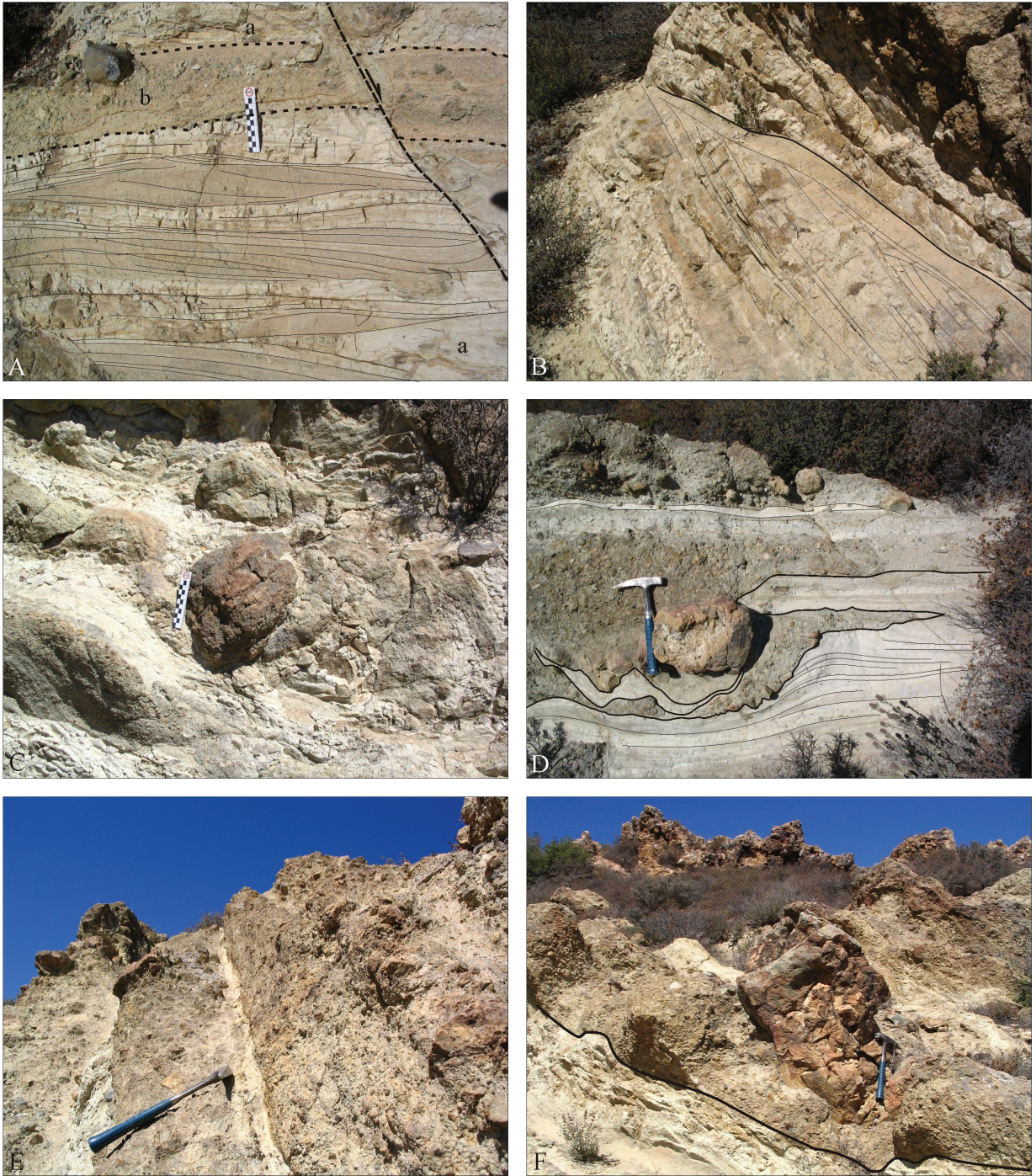
İgnimbirit düzeylerinin üzerinde, bloklu kül akması aradüzeyleri kapsayan temel türbülansı egemen istifi çökeltmiştir. Temel türbülansı çökellerinde, yakınsak yerleşimi yansıtan kumul-ters kumul benzeri çapraz katmanlanma tipiktir (Şekil 10 A, B). Balistik lav klastlarının ve bloklu kül akmalarının, nemli temel türbülansı düzeylerinde yarattığı yumuşak çökel deformasyonlarına seyrek olarak rastlanır (Şekil 10 C, D). Bazı temel türbülansı düzeylerinde, milimetrik büyüklüklerde büyüme lapillileri bulunur. Bornova Flişi'nden türemiş küt köşeli rastlantısal kaya parçalarının boyutları 2 cm'yi aşar. Urla Kireçtaşı ile siyahımsı koyu gri renkli bazik lavlardan türemiş küt köşeli kaya parçaları seyrekler. Kül döküntüsü tüf aradüzeyleri masif, ince-kaba kül boyutlarında ve mavimsi koyu gri renklidir. Temel türbülansı egemen istifin üst bölümlerine doğru kaba volkaniklast kapsamı artar; desimetrik-metrik kalınlıklardaki bloklu kül akması düzeylerinin temel türbülansı çökelleri arasına sıklıkla katıldığı gözlenir (Şekil 10 E). Desimetrik kalınlıklardaki bloklu kül akmalarının, büyüklükleri katman kalınlığına ulaşan iri lav bloklarını taşıdığı gözlenir (Şekil 10 F). Termal oksidasyona bağlı koyu kahverenkli ve kaynaşmış akma üniteleri içinde taşınan monolitik lav parçaları köşelidir ve büyüklükleri 1 metreye kadar ulaşır.

Giderek artan orandaki bloklu kül akması düzeylerinin yerleşimini izleyerek, kompozit domlar oluşturan viskoz lav çıkışları başlamıştır. Mentş Volkanitleri'nin trakitik lavları porfirik dokuludur ve özgül olarak santimetrik büyüklüklere ulaşan özşekilli sanidin kristalleri içerirler. Eksalatif evrede yaygın ve etkin hidrotermal alterasyona uğramış olan lav kütlelerinin ayrışma yüzeyleri genellikle pembemsi/kırmızımsı/sarımsı kahverenkli ve demirli eksolüsyonların dolaşım izlerini taşır. İnce kristalli ve mavimsi gri renkli lavların alterasyondan daha az etkilenmiş bölümlerinde, yersel olarak poligonal soğuma sütunları gözlenir.

Duba Tepe yükseltisini oluşturan soluk pembemsi renkli, iri feldispat fenokristalli, aşırı çatlaklı ve etkin hidrotermal alterasyona uğramış trakitik dom-akıntının altında, ana element oksit bileşimine göre trakidasit olarak değerlendirilen, siyahımsı koyu gri renkli kompakt bir lav düzeyi bulunur. Gökteş (2011), bu lav düzeyinden  $12,7 \pm 0,6$  My K/Ar yaşı almıştır. Lav düzeyinin tabanında bulunan birkaç metre kalınlığındaki kaynaşmış lav breşi, Güvendik istifinin en üst bölümündeki kumtaşlarını az gelişmiş peperitik oluşukluklarla üstler. Lav breşinin taban kesitinde yer alan lav blokları aşırı vesikülleşmiştir.

### Ovacık Bazaltı

Ovacık Bazaltı (Kaya, 1979), Mentş Yarımadası'nda küçük çıkışlarla simgelenen hafif alkali bazik lavlar ve az oranda yüzeyleyen türdeş piroklastiklerden oluşur. Mentş Yarımadası'ndaki Ovacık Bazaltı yüzlekleri başlıca üç stratigrafik pozisyonda izlenir: ı) Güvendik Mahallesi doğusundaki Adacık'ta yüzeyleyen lav çıkışı Güvendik Formasyonu üzerinde yer alır (Şekil 4). ıı) İskele Mahallesi batısındaki Kestanedağı Tepe çevresinde ve yarımadaının kuzeyinde Urla Kireçtaşı'nı kesen küçük sokulumlar bulunur (Şekil 4). ııı) Yaran Tepe'deki sokulum, Mentş Volkanitleri'nin lavlarını keserek yerleşmiştir (Şekil 4).



**Şekil 10.** Mentesh Volkanitleri'nin piroklastik fasiyesleri. **A)** a: Çapraz katmanlanmalı temel türbülansı düzeyleri, b: Bloklu kül akması düzeyi. **B)** Ters kumul benzeri çapraz katmanlı temel türbülansı düzeyi. **C)** Balistik lav bloğunun temel türbülansı düzeyinde oluşturduğu yumuşak çökel deformasyonu. **D)** Bloklu kül akmasının sokulumuyla deforme olan temel türbülansı düzeyi. **E)** Desimetrik kalınlıklardaki bloklu kül akması düzeyleri. **F)** Bazı bloklu kül akmalarının, büyüklükleri katman kalınlığında olan lav bloklarını taşıdığı gözlenir. Ölçek 10 cm, Çekiç 33 cm.



**Figure 10.** *Pyroclastic facies of Mentеш Volcanics. A) a: Cross-stratified base surge levels, b: Blocky ash flow layer. B) Anti-dune-like cross-stratified base surge deposits. C) Soft sediment deformation caused by ballistic lava block at the level of base surge. D) Level of base surge deformed by the intrusion of the blocky ash flow. E) Blocky ash flow levels with decimetric thicknesses. F) Some blocky ash flows carry lava blocks that are layer-thick in size. Scale 10 cm, hammer 33 cm.*

Yarımadanın doğusunda, çıkış merkezi olan Hekim Adası'nda ve Çiçek Adaları'nda Güvendik Formasyonu ile Urla Kireçtaşı arasına sinsedimanter olarak yerleşen "Hekimadası Bazaltı"nın, inceleme alanındaki bazik sokulumlarla aynı magmatik kökenden olduğu Göktaş (2016) tarafından gösterilmiştir. Önceki çalışmalarda "olivin bazalt" olarak tanımlanan lav örnekleri, ana element oksit bileşimlerine göre alkali bazalt ve trakibazalt alanlarında toplanır (Şekil 9B).

Yarımadanın kuzeyindeki Asmalık Tepe batısında, çökelmekte olan Urla Kireçtaşı'nı kesen küçük lav kütlesi genellikle akma yapılıdır. Volkanizmanın başlangıcında gölün tabanına yerleşen temel türbülansı çökelleri içinde Urla Kireçtaşı'ndan koparılmış iri bloklar bulunur. Bazalt lavı içinde de seyrek olarak rastlanan kireçtaşı anklavları, yumuşak çökel deformasyonuna uğramış ve silisleşmiştir. Kestanedağı Tepe'nin yaklaşık 400 m KD'sunda yüzeyleyen bloksu ayrışmalı lav kütlelerinin altere yüzeyleri sarımsı açık kahve, taze kaya siyahımsı koyu gridir. Bu lokalitede, en büyüğü 15 m çapında olan üç apofiz birleştirilmiş ve Şekil 4'te abartılarak gösterilmiştir. Yaran Tepeleri çevresindeki 14,5±0,5 My K/Ar yaşlı bazalt çıkışı, Mentеш Volkanitleri'nin tip lokalitesindeki lavları keser ve örter (Göktaş, 2011). Aynı bölgede, Mentеш volkanizmasının başlangıcını yansıtan ignimbirit üniteleri içinde Ovacık Bazaltı'na ait iri blokların bulunması, asidik volkanizma öncesinde bazik bir evrenin varlığına işaret eder. Göktaş (2016), Hekimadası Bazaltı'nın Çiçek Adaları'ndaki yüzleklerinden 14,8±0,8

My K/Ar yaşı almıştır. Ovacık Bazaltı'nın tip lokalitesinde, Borsi vd. (1972)'nin 11,3 My K/Ar yaşı aldıkları lav çıkışı, Urla Kireçtaşı'nın üst bölümüne sinsedimanter olarak sokulmuş ve dokanakta peperitler oluşmuştur (Göktaş, 2011). Jeokronolojik ve litostratigrafik veriler, Ovacık volkanizmasının Orta Miyosen boyunca kesintilerle devam ettiğini göstermektedir.

### Pliyo-Kuvaterner Çökelleri

Urla bölümündeki Pliyo-Kuvaterner (5 My ile Günümüz arası) tortullaşması, Pliyo-Pleyistosen ve Holosen dönemlerini kapsayan iki evrede gelişmiştir. Günümüzde Mentеш Yarımadası'nın doğu kenarında izlenen kompozit fan/deltaların, Pliyo-Pleyistosen'de çökelmeye başladığı öngörülmüştür. Şekil 4'te Holosen fan deltaları altından yüzelediği gösterilen alüvyon yelpazesi çökelleri, Pliyo-Pleyistosen dönemine ait olabilir. Bu dönemde ortaya çıkan Güvercinlik normal fay sistemi, İzmir Körfezi'nin oluşumuyla yarımadaya dönüşen tek yanlı Mentеш horstunu doğudan belirlemiş ve çöken doğu blok üzerinde aynı yönde gelişen alüvyon yelpazelerinin çökelişini denetlemiştir. Deniz seviyesinin ~100 metre aşağıda olduğu Pleyistosen'deki buzul çağlarında deniz günümüzdeki Sakız Adası batısındadır ve İzmir Körfezi'nin bulunduğu bölge dağ arası ova konumundadır (Karadaş, 2014). Bu devrede, Mentеш horstunun doğu kenarında alüvyon yelpazelerinin çökeldiği öngörülmüştür. Son buzul çağının (Würm) Holosen başında sona ermesiyle gelişen transgresyon sürecinde İzmir Körfezi oluşmuş ve Pleyistosen alüvyon yelpazeleri yelpaze deltalarına dönüşmüştür.

### STRATİGRAFİK KORELASYON

Foça Çöküntüsü'nün Urla bölümünde (Urla havzası ile körfez adaları) ve Mordoğan çevresinde Alt Miyosen çökelleri yüzeylenmez. Karaburun Yarımadası kuzeyinde geç Erken Miyosen tortullaşmasını yansıtan Haseki Formasyonu (Göktaş, 2014a ve b), Karaburun Kuşağı kaya

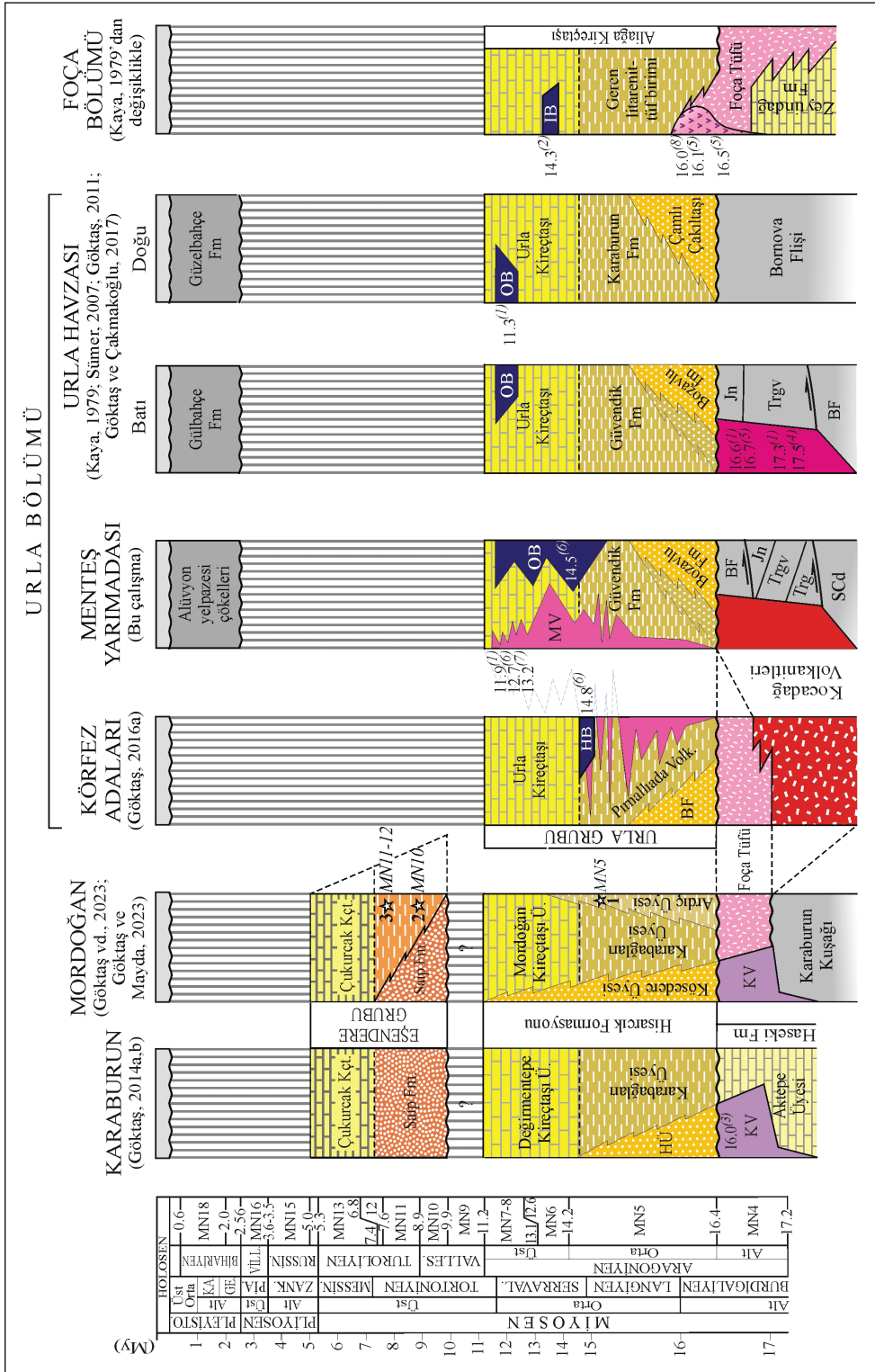
birimleri üzerinde açılı uyumsuzlukla çökelmiştir. Haseki Formasyonu, 18,2-16,0 My yaşlı (Türkecan vd., 1998; Göktaş, 2014a) “Karaburun” ve 17,0-21,3 My yaşlı (Borsi vd., 1972; Helvacı vd., 2009) “Yaylaköy” kalkalkalen volkanizmasıyla yanall ilişkilidir. Foça bölümünde Bornova Flişi üzerinde açılı uyumsuzlukla çökelmiş olan Alt Miyosen istifli, alüviyal “Yeniköy Çakıltası” ve gölsel “Zeytindağ Formasyonu” ile temsil edilir (Kaya, 1979).

Urla Grubu’nun stratigrafik eşdeğeri olan Orta Miyosen istifleri, Foça Çöküntüsü genelinde çökelmiştir (Şekil 11). Çöküntünün batı kenarını temsil eden Karaburun bölümündeki Orta Miyosen tortullaşması egemen gölsel Hisarcık Formasyonu ile temsil edilir (Göktaş, 2014a ve b; Göktaş ve Mayda, 2023). Hisarcık Formasyonu, altta “Karabağları Üyesi”nin ince kırıntılı kıyıyüzü çökelleri ve üstte yer alan “Değirmentepe Kireçtaşı” ya da “Mordoğan Kireçtaşı” üyelerinden oluşur. Havza kenarlarında, en genç 16,0 My yaşlı Karaburun Volkanitleri üzerinde uyumsuzlukla yer alan alüviyal fan/delta çökelleri, Yeniliman ve Karaburun çevrelerinde “Hacıhüseyintepe Üyesi”, Kösedere alt havzasında “Kösedere Üyesi” ile simgelenir. Yeşil renkli kıltaşı-silttaşı egemen istifinden oluşan ve türbiditik kumtaşı arakatmanları kapsayan Karabağları Üyesi, Karaburun çevresinde MN4 biyozonunun (17,2-16,4 My arası) mikromemelilerini kapsayan Aktepe Üyesi’nin kireçtaşları üzerine parakonformitik bir dokanakla uyumlu gelir. Karabağları Üyesi, Alt Miyosen çökellerinin izlenmediği Mordoğan bölgesinde Foça Tüfü üzerinde uyumsuzlukla çökelmiştir. Mordoğan çevresinde, Karabağları Üyesi’nin yanall eşleniği olarak değerlendirilen çamur düzlüğü çökellerinin kapsadığı MN5 biyozonunu (16,4-14,2 My arası) gösteren büyük memeli topluluğu, Hisarcık Formasyonu’nun Orta Miyosen döneminde çökeldiğine işaret eden tek biyokronolojik veridir. Stratigrafik olarak, MN4 memelileri kapsayan Aktepe Üyesi ve en genç 16,0 My yaşlı Karaburun Volkanitleri ile MN10-12 biyozonlarının (9,9-6,8 My arası) büyük memelilerini kapsayan Geç Miyosen yaşlı Eşendere

Grubu (Göktaş vd., 2023) arasında yer alan Hisarcık Formasyonu Orta Miyosen çökelimini temsil eder (Şekil 11).

Hisarcık Formasyonu’nun Urla bölümündeki stratigrafik karşılığı kabul edilen Urla Grubu’nun geniş anlamda Orta Miyosen çökelimini yansıttığı jeokronoloji verileriyle gösterilmiştir. Urla Grubu, Urla havzasında en genç 16,6 My yaşlı Kocadağ Volkanitleri ve Foça bölümünde 16,0-16,5 My arasında yaşlandırılan Foça Tüfü’nün Uzun Ada’da yüzeyleyen ignimbiritleri üzerinde uyumsuzlukla çökelmiştir (Göktaş, 2011; 2016). Urla Grubu’nun üst yaşı, Urla Kireçtaşı’nın en üst bölümüne sinsedimanter olarak sokulan Ovacık Bazaltı’nın jeokronolojisi ile belirlenir (11,3 My: Borsi vd., 1972). Menteş volkanizmasından türemiş volkanoklastik arakatıklar kapsayan Güvendik Formasyonu ve körfez adalarındaki karşılığı olan “Pırnallıada Volkanoklastikleri” (Göktaş, 2016), volkanik bileşen içermeyen Karabağları Üyesi’nin stratigrafik eşdeğeriştir. Kaya (1979), Urla havzasındaki “yeşilimsi çamurtaşı-şeyl-litarenit” istifini Karaburun Yarımadası’ndaki benzer çökellerle karşılaştırarak “Karaburun Formasyonu” olarak tanımlamıştır. Urla Grubu’nun son birimi olan Urla Kireçtaşı, Karaburun bölümündeki Değirmentepe Kireçtaşı ve Mordoğan Kireçtaşı üyelerinin stratigrafik eşdeğeriştir (Şekil 11).

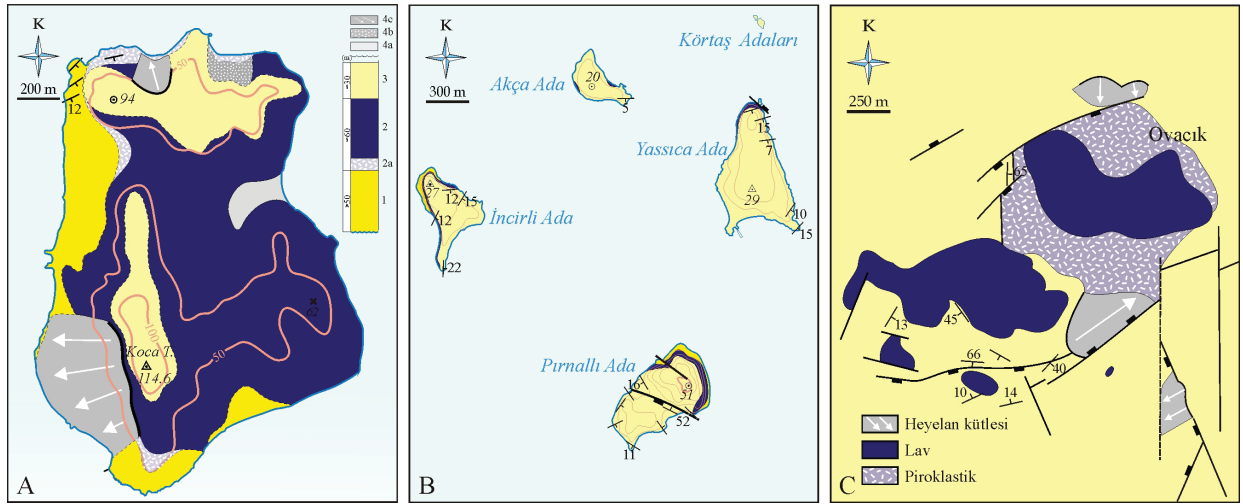
Foça Çöküntüsü içinde yalnızca Menteş Yarımadası’nda yüzeyleyen trakit-riyolit bileşim aralığındaki Menteş alkali volkanizması, Güvendik ve Urla Kireçtaşı formasyonlarının temsil ettiği gölsel tortullaşmayla yanall ilişkili etkinliğini Orta Miyosen boyunca sürdürmüştür. Menteş Yarımadası’ndaki son lav çıkışlarını izleyerek Urla havzası genelinde çökelmeye devam eden Urla Kireçtaşı, küçük patlamaların ürettiği kül döküntüsü felsik tüf arakatmanlarını en üst düzeylerine kadar içerir. Jeokronoloji verilerine göre erken Orta Miyosen döneminde etkinleştiği anlaşılan alkali bazik volkanizma, Foça Çöküntüsü genelinde küçük çıkışlar ve dayklarla temsil edilir (Şekil 1).



**Şekil 11.** Orta Miyosen kaya birimlerinin Foça Çöküntüsü içindeki stratigrafik korelasyonu. Yıldızla gösterilen memeli verileri: 1) Ardıç faunası (Kaya vd., 2003; Göktaş ve Mayda, 2023), 2) *Hipparion aff. giganteum*,

*Hippopotamodon major* (Göktaş vd., 2023), 3) Eşendere faunası (Kaya vd., 2005). Radyometrik veriler: 1) Borsi vd. (1972), 2) Ercan vd. (1996), 3) Türkecan vd. (1998), 4) Helvacı vd. (2009), 5) Altunkaynak vd. (2010), 6) Göktaş (2011), 7) Karacık vd. (2013), 8) Göktaş (2016). Kısaltmalar: IB: Ilıpınar Bazaltı, OB: Ovacık Bazaltı, HB: Hekimadası Bazaltı, MV: Menteş Volkanitleri, BF: Beşiktepe Fm., HÜ: Hacıhüseyintepe Üyesi, KV: Karaburun Volkanitleri, BF: Bornova Flişi, Jn: Nohutalan Fm., Trgv: Güvercinlik Fm., Trg: Gerence Fm., SCd: Dikendağı Fm. Zaman cetveli Hilgen vd. (2012)'ne göre.

**Figure 11.** Stratigraphic correlation of Middle Miocene rock units within the Foça Depression. Mammal data indicated with asterisk: 1) *Ardıç fauna* (Kaya et al., 2003; Göktaş & Mayda, 2023), 2) *Hipparion aff. giganteum*, *Hippopotamodon major* (Göktaş et al., 2023), 3) *Eşendere fauna* (Kaya et al., 2005). Radiometric data: 1) Borsi et al. (1972), 2) Ercan et al. (1996), 3) Türkecan et al. (1998), 4) Helvacı et al. (2009), 5) Altunkaynak et al. (2010), 6) Göktaş (2011), 7) Karacık et al. (2013), 8) Göktaş (2016). Abbreviations: IB: Ilıpınar Basalt, OB: Ovacık Basalt, HB: Hekimadası Basalt, MV: Menteş Volcanics, BF: Beşiktepe Fm., HÜ: Hacıhüseyintepe Member, KV: Karaburun Volcanics, BF: Bornova Flysch, Jn: Nohutalan Fm., Trgv: Güvercinlik Fm., Trg: Gerence Fm., SCd: Dikendağı Fm. Time scale Hilgen et al. (2012).



**Şekil 12. A)** Hekimadası Bazaltı (Göktaş, 2016): 1) Pırnallıada Volkanoklastikleri, 2) Hekimadası Bazaltı, 2a) Temel turbülansı ve geri düşme çökelleri, 3) Urla Kireçtaşı, 4) Holosen çökelleri (a: Flüviyal alüvyon, b: Yamaç molozu, c: Heyelan molozu), **B)** Hekimadası Bazaltı'nın Çiçek Adaları'ndaki yüzlekleri, **C)** Ovacık Bazaltı (Göktaş, 2011).

**Figure 12. A)** Hekimadası Basalt (Göktaş, 2016). 1) Pırnallıada Volcanoclastics, 2) Base surge and air fall deposits, 2) Hekimadası Basalt, 3) Urla Limestone, 4) Holocene deposits (a: Fluvial alluvium, b: Slope debris, c: Landslide debris). **B)** Outcrops of the Hekimadası Basalt in the Çiçek Islands, **C)** Ovacık Basalt (Göktaş, 2011).

Urla bölümünde yüzeyleyen çıkışlar, üç farklı stratigrafik pozisyonda izlenir. **i)** İzlendiği kadarıyla yayılımı en geniş olan volkanizma, bu çalışmadaki Güvendik Formasyonu'nun karşılığı olan "Pırnallıada Volkanoklastikleri" ile Urla Kireçtaşı arasına sinsedimanter olarak sokulan 14,8 My yaşlı "Hekimadası Bazaltı" ile temsil edilir. Hekim Adası'ndan çıkan bazalt akıntılarının, ~7 km güneydeki Çiçek Adaları'na kadar ulaştığı

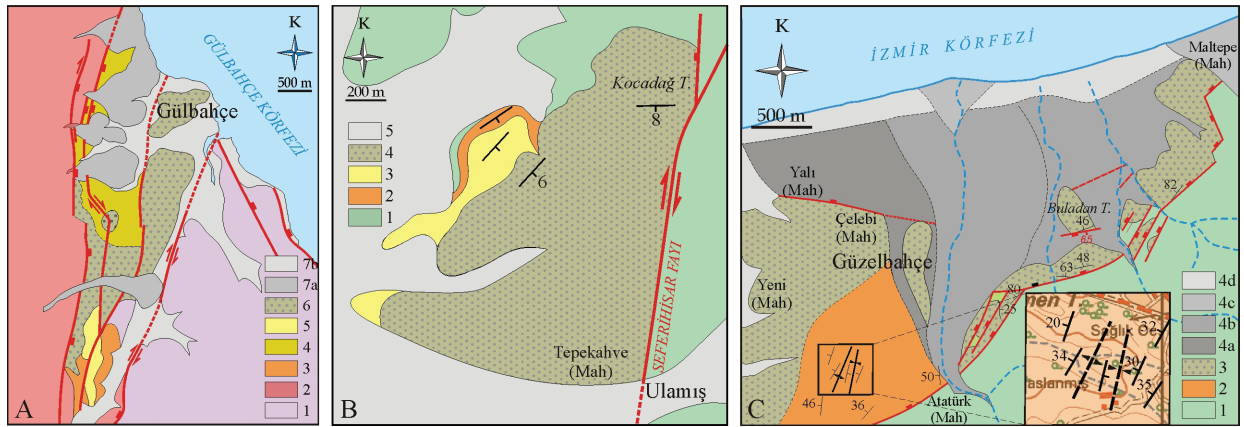
Göktaş (2016) tarafından gösterilmiştir (Şekil 12A ve B). **ii)** Menteş volkanizmasının lavlarını keserek yerleşen "Yarantepe bazaltı" (Sümer vd., 2020) 14,5 My yaşlıdır (Göktaş, 2011). **iii)** Bu gruptaki çıkışlar, Foça Çöküntüsü genelinde Urla Kireçtaşı'nı keserek yerleşmiştir. Urla havzasında, Urla Kireçtaşı'nın en üst bölümüne sinsedimanter olarak sokulan 11,3 My yaşlı Ovacık Bazaltı, ~2 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yüzeyler (Şekil 12C). Foça

bölümünde, Urla Kireçtaşı'nın eşleniği olan "Aliğa Kireçtaşı" içine sinsedimanter olarak sokulan "Ilıpınar Bazaltı" (Kaya, 1979), Ercan vd. (1996)'ne göre 14,3 My yaşlıdır. Altunkaynak vd. (2010), Foça Yarımadası'nda aynı stratigrafik konumda bulunan alkali bazik sokulumlardan 14,1-14,7 My arasında değişen Ar/Ar yaşları almışlardır.

Foça ve Urla bölümlerindeki Orta Miyosen istifleri üzerinde, Karaburun Yarımadası'nda Eşendere Grubu'nun temsil ettiği Üst Miyosen çökelleri bulunmaz. Her iki bölgede, Orta Miyosen sonundaki sıkışma fazında (Yılmaz, 2000; Yılmaz vd., 2000; Gürer vd., 2009; Yılmaz ve Gürer, 2023) deforme olarak su üstüne çıkan gölsel kireçtaşı platformunun büyük bölümü günümüze kadar aşınmıştır. Kireçtaşı platformu üzerinde Üst Miyosen döneminde çökelim olmamış ya da uzun süren bu aşınma döneminde Üst Miyosen çökelleri jeoloji kaydından silinmiştir.

Urla bölümündeki Pliyo-Kuvaterner tortullaşması alüvyon yelpazesi ve yelpaze deltası çökelleri ile temsil edilir. Urla havzasının batısında, Gülbahçe-Karaburun fayının (Emre ve

Barka, 2000) Karaburun segmenti güneyindeki "sıçrama alanında" (Emre vd., 2005) dolgularan alüviyal "Gülbahçe Formasyonu" (Göktaş, 2011) Urla Grubu çökelleri üzerinde uyumsuzlukla yer alır (Şekil 13A). Kocadağ Volkanitleri'nden türemiş çakıltaşlarından oluşan bu örgülü akarsu egemen alüvyon yelpazesi çökelleri, Urla bölümünde Üst Miyosen tortullaşmasını temsil ettiği gösterilmiş çökeller bulunmadığından Pliyo-Pleyistosen(?) yaşlı kabul edilmiştir. Urla havzasının GD kenarındaki Ulaş köyü çevresinde, Urla Kireçtaşı ile Bornova Flişi üzerinde uyumsuzlukla yer alan ve batıya doğru gelişim gösteren alüvyon yelpazesi çökellerinin Pliyo-Pleyistosen çökelimini yansıttığı öngörülmüştür. Bu çökellerin Bornova Flişi olan doğu sınırı Seferihisar aktif fayı (Emre vd., 2005) tarafından belirlenmiştir (Şekil 13B). Urla havzasının KB kenarındaki Güzelbahçe çevresinde yüzeyleyen Çamlı Çakıltaşı üzerinde uyumsuz konumlu alüvyon yelpazesi çökelleri ("Güzelbahçe Formasyonu": Sümer, 2007), Pliyo-Pleyistosen'de ortaya çıkan İzmir fayının (Emre ve Barka, 2000; Emre vd., 2005) tavan bloğu üzerinde dolgulanmış ve fayın Holosen etkinlikleriyle kesilmiştir (Şekil 13C).



**Şekil 13.** Urla bölümünde yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner çökellerinin tipik örnekleri. **A)** Gülbahçe çevresindeki çökeller (Göktaş, 2011; Şengöçmen vd., 2022). 1) Güvercinlik Fm., 2) Kocadağ Volkanitleri, 3) Bozavlu Fm., 4) Güvendik Fm., 5) Urla Kireçtaşı, 6) Gülbahçe Fm., 7) Holosen çökelleri (a: Alüviyal fan/delta çökelleri, b: Flüviyal alüvyon). **B)** Ulaş köyü çevresi (Göktaş, 2011 ve Sümer, 2007'den değişikliklerle). 1) Bornova Flişi, 2) Çamlı Çakıltaşı, 3) Urla Kireçtaşı, 4) Güzelbahçe Fm., 5) Holosen flüviyal çökelleri. **C)** Güzelbahçe bölgesi (Göktaş, 2011

ve Sümer, 2007'den değişiklikle). 1) Bornova Flişi, 2) Çamlı Çakıldaşı, 3) Güzelbahçe Fm., 4) Holosen çökelleri (a, b, c: Yaşlıdan gence alüviyal fan/delta çökelleri, d: kumsal çökelleri).

**Figure 13.** Typical examples of Plio-Quaternary deposits cropping out in the Urla sector. **A)** Deposits around Gülbahçe (Göktaş, 2011; Şengöçmen et al., 2022). 1) Güvercinlik Fm., 2) Kocadağ Volcanics, 3) Bozavlu Fm., 4) Güvendik Fm., 5) Urla Limestone, 6) Gülbahçe Fm., 7) Holocene deposits (a: Alluvial fan/delta deposits, b: Fluvial alluvium). **B)** The area around Ulaş village (modified from Göktaş, 2011 and Sümer, 2007). 1) Bornova Flysch, 2) Çamlı Conglomerate, 3) Urla Limestone, 4) Güzelbahçe Fm., 5) Holocene fluvial deposits. **C)** Güzelbahçe area (modified from Göktaş, 2011 and Sümer, 2007). 1) Bornova Flysch, 2) Çamlı Conglomerate, 3) Güzelbahçe Fm., 4) Holocene deposits (a, b, c: Older to younger alluvial fan/delta deposits, d: beach deposits).

## SONUÇLAR

Foça Çöküntüsü'nün Urla bölümündeki volkanitlerin jeokronolojisine ve litostratigrafi verilerine dayanılarak, Urla Grubu tortullaşması ve volkanizmasının geniş anlamda (*s.l.*) Orta Miyosen devresinde geliştiği öngörülmüştür.

Urla Grubu tortullaşması esas olarak gölsel ortamda gelişmiştir. Gölsel tortullaşma, altta volkanosedimanter kıyıyüzü çökellerinden yapılı Güvendik Formasyonu ve üstte Urla Kireçtaşı'ndan oluşur. Havza kenarı çökelimini yansıtan alüviyal Bozavlu Formasyonu, Güvendik Formasyonu'nun alt bölümüne yanal giriklikle çökelmiştir. Güvendik Formasyonu'nun alt bölümünde tanımlanan yelpaze deltası çökelleri, Bozavlu Formasyonu'nun su altı uzantıları olarak değerlendirilmiştir.

Foça Çöküntüsü içinde yalnızca Menteş Yarımadası'nda gelişen alkalin karakterli Menteş asidik volkanizması, Urla Grubu gölsel tortullaşmasıyla alttan üste yanal ilişkilidir. Volkanizmanın erken dönemi, Güvendik Formasyonu içinde yer alan epiklastik ve piroklastik düzeylerle temsil edilir. Menteş Volkanitleri, çıkış merkezinin daha çok doğu yamaçlarında

yüzeyleyen volkanoklastikler ile onları kesen lav domları ve dom-akıntularından oluşur. Freatomagmatik volkanizmanın, Urla Grubu'nun çökelmekte olduğu göl içinde evrimleştiği değerlendirilmiştir. Urla havzası genelinde, Urla Kireçtaşı istifinin en üst bölümlerine kadar izlenen kül döküntüsü fasiyesindeki patlamalı volkanik arakatkılar, giderek sönmülenen volkanizmanın Orta Miyosen sonuna kadar devam ettiğini gösterir.

Foça Çöküntüsü genelinde erken Orta Miyosen yaşlı küçük sokulumlarla simgelenen alkali bazik magmatizmanın Urla bölümündeki temsilcisi Ovacık Bazaltı'dır. Urla bölümünün stratigrafik sentezine göre Menteş volkanizmasıyla yanal ilişkili gelişim gösteren bazik volkanizma, Urla Kireçtaşı çökelinin başlangıcından (Pırnallı Ada:  $14,8 \pm 0,8$  My) son dönemlerine kadar (Ovacık:  $11,3 \pm 3,5$  My) aralıklı etkinliğini sürdürmüştür. Menteş Yarımadası'nda, Menteş volkanizmasının kompozit domlarını kesen sokulumlar  $14,5 \pm 0,5$  My yaşlıdır.

Foça Çöküntüsü genelinde biyokronolojik olarak kanıtlanmış Üst Miyosen alüviyal çökelleri, yalnızca Mordoğan kuzeyinde yüzeyler. Urla ve Foça bölümlerindeki Orta Miyosen kireçtaşları üzerinde Üst Miyosen çökelleri gösterilmemiştir. Orta Miyosen sonundaki sıkışma fazında deforme olarak tortullaşması sona eren Urla kireçtaşı platformunun büyük bölümü Orta Miyosen'den sonra yüksek alan konumunda kalmış ve aşınmıştır. Su üstüne çıkan kireçtaşı platformu üzerinde Üst Miyosen döneminde çökelim olmamış ya da günümüze kadar süren aşınmayla Üst Miyosen çökelleri jeoloji kaydından silinmiştir.

Tek yanlı Menteş horstu, yükselimi doğudan belirleyen Güvendik normal fay sisteminin kontrolunda Pliyo-Pleyistosen'de ortaya çıkmış, sonbuzul çağından sonra Holosen transgresyonuyla oluşan İzmir Körfezi içinde yarımada konumunu almıştır. Güvendik fay zonunun çöken doğu bloğu üzerinde, Pliyo-Kuvaterner sürecinde alüviyal fan/deltalar çökelmiştir. Pliyo-Pleyistosen döneminin

alüvyon yelpazeleri, Holosen'de İzmir Körfezi'nin oluşumuyla yelpaze deltalarına dönüşmüştür.

### **EXTENDED SUMMARY**

*The terrestrial Neogene stratigraphy of the Menteş Peninsula, which is the subject of this study, was investigated within the scope of the Urla sector of the Foça Depression (Urla basin and İzmir Bay archipelago), and the stratigraphic correlation of the rock units within the Foça Depression is discussed. The Menteş Peninsula formed as a unilateral horst under control of the Güvendik fault zone in the Plio-Pleistocene, and became a peninsula within İzmir Bay, which was formed by the Holocene transgression after the last ice age (Würm). The Urla basin is bounded to the west by the Karaburun High consisting of rock units of the Karaburun Belt (Erdoğan et al., 1990) and the Seferihisar High consisting of the Bornova Flysch (Konuk, 1977) in the east (Figures 1 and 2). When examined together with Uzun Island, the late-Early Miocene basement of the basin consists of Kocadağ Volcanics (Innocenti and Mazzuoli, 1972; Türkecan et al., 1998; Helvacı et al., 2009) and Foça Tuff (Kaya, 1979). The Urla Group consists of sedimentary and volcanic rock assemblages. The sedimentary succession, consisting predominantly of lacustrine deposits, begins with the alluvial Bozavlu Formation, continues with the volcano-sedimentary Güvendik Formation deposited on the lacustrine shoreface, and ends with the Urla Limestone. Urla Group sedimentation is laterally related with bimodal alkaline volcanism symbolized by acidic Menteş Volcanics and Ovacık Basalt from bottom to top. Based on geochronology (between 14.8-11.3 Ma) of the alkaline volcanics laterally associated with the basin fills and unconformably deposited on the Kocadağ Volcanics with 16.6-17.5 Ma age (Borsi et al., 1972; Helvacı et al., 2009), it is predicted that the Urla Group was deposited in the Middle Miocene period. The Bozavlu Formation (Sümer, 2007; Sümer et al., 2020) consists of alluvial fan deposits reflecting the beginning of Middle*

*Miocene sedimentation represented by the Urla Group. The “Çamlı Conglomerate” (Kaya 1979, 1981) defined in the east of Urla basin and “Beşiktepe Formation” described in Uzun Island (Göktaş, 2016) are stratigraphic equivalents of the Bozavlu Formation outcropping in the Urla sector. In the type locality, the lower contact of the Menteş Volcanics, with ~30 m apparent thickness of succession under the domes and dome-flows, does not outcrop. However, the proximal alluvial deposits cropping out as the lateral extension of the unit unconformably overlie the Kocadağ Volcanics. The Güvendik Formation (Göktaş, 2011), which forms the lower part of the Urla Group lacustrine succession, includes early period volcanoclastics of the Menteş volcanism. The sedimentation of the Güvendik Formation begins with fan delta deposits. Fan delta deposits outcropping on the northern coast of the peninsula represent the sublacustrine sections of the Bozavlu alluvial fan system (Figure 5). The Güvendik Formation crops out under the Urla Limestone in the east of the peninsula and in the İzmir Bay archipelago, an epiclastic sandstone dominated succession containing rim-type accretionary lapilli at the top and pyroclastic (ignimbrite and base surge) and epiclastic (lahar and turbiditic sandstone) density current deposits at the bottom (Figure 6). In some of the turbiditic sandstone layers within the sandstone dominant succession in the upper part of the formation, gutter-cast structures formed by storm waves are observed (Figure 6B). Planar parallel thin-layer suspension levels are rarely found in this section. The ignimbrite units cropping out on Hekim Island and Pırnallı Island have thicknesses varying between 1-10 meters (Göktaş, 2016). Base surge levels outcropping on the coast of Iskele district typically include anti-dune-like cross stratification (Figure 7A, B & C). The epiclastic turbidite layers are decimetric in thickness and normally graded. In the lahar levels, coarse clasts of decimetric and metric sizes derived from the Menteş lavas are typically reverse graded (Figure 6C & D; Figure 7A & C). The Urla Limestone succession covers*

*the tuff interlayers of the ash fall facies derived of the Menteş volcanism from bottom to top. Urla Limestone is present in the north of Menteş Peninsula and conformably overlies the Güvendik Formation with a reference level consisting of ash fall tuffs derived from Menteş volcanism. Algal bioclastics and algal oncoids (spheroidal stromatolites) formed by waves in the foreshore belt were deposited at the base of the limestone succession (Figure 8). The Urla limestone platform was deformed and started to erode due to regional compression (Yılmaz, 2000; Yılmaz et al., 2000; Gürer et al., 2009; Yılmaz and Gürer, 2023) that developed in the later Middle Miocene. Swamp deposits outcropping at the highest levels of the Urla Limestone succession with 250 m elevation in the road cuts between Urla district center and Ovacık village document this shallowing. The Middle Miocene alkaline volcanism of the Menteş Peninsula is represented by the Menteş Volcanics and the Ovacık Basalt. Menteş alkaline volcanism, which yields products in the trachyte-rhyolite composition range, is laterally interfingering with lacustrine sedimentation represented by the Güvendik and Urla Limestone formations and the alkali-basic Ovacık volcanism. Epiclastic and pyroclastic interlayers reflecting the early period of explosive volcanism are located in the Güvendik succession. Type locality products of the Menteş volcanism, which is predicted to have evolved in the lake where the Urla Group was deposited, were emplaced on the Bozavlu and Güvendik formations and in the lower layers of the Urla Limestone. The type locality outcrops for the Menteş Volcanics comprise pyroclastics from the explosive phase and composite lava domes and dome-flows that were emplaced by cutting them. The pyroclastic assemblage begins with unwelded ignimbrites containing accidental lithics derived from the Ovacık Basalt and continues with successive levels of blocky ash flow and base surge. Ovacık Basalt and Hekimadası Basalt are the main representatives of alkaline basic magmatism in the Urla sector. Lava, which is defined as “olivine basalt” in petrographic terms,*


*is located in alkali basalt and trachybasalt areas according to the main element oxide compositions (Figure 9B). The basic volcanics in the Menteş Peninsula are mainly observed in three stratigraphic positions: i) The lava intrusion outcropping in Adacık, east of Güvendik Quarter, cuts and overlies the Güvendik Formation. ii) There are small intrusions that cut the Urla Limestone around Kestanedağı Hill in the west of İskele district and in the north of the peninsula (Figure 4). iii) The 14.5 Ma basic intrusion at Yaran Hills was emplaced by cutting the lava of the Menteş Volcanics (Göktaş, 2011). The 14.8 Ma Hekimadası Basalt, which emplaced in synsedimentary way between the Güvendik Formation and the Urla Limestone in the eastern part of the peninsula, on Hekim Island and Çiçek Islands, has the same magmatic origin as the basic intrusions in the study area (Göktaş, 2016). The 11.3 Ma (Borsi et al., 1972) lava outflow around Ovacık village, was intruded into the upper part of the Urla Limestone synsedimentary and the contact peperitized (Göktaş, 2011). Geochronological and lithostratigraphic data show that basic volcanism, which developed laterally with the Menteş acidic volcanism, continued its activity intermittently from the beginning of Urla Limestone deposition until the last stages. Biochronologically documented Upper Miocene alluvial deposits within the Foça Depression were reported only in the north of Mordoğan (Göktaş et al., 2023). Upper Miocene alluvial deposits, which are expected to overlie the Middle Miocene limestones in the Urla and Foça sectors, are not found in the literature. A large part of the Urla Limestone platform, where sedimentation ended after being deformed during the compressional phase at the end of the Middle Miocene, probably remained in the high-elevation position and was eroded. There was no deposition on the Urla Limestone platform during the Upper Miocene period, or Upper Miocene sediments were erased from the geological record during this long-lasting erosion period.*



## KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın arazi etütleri, 2007-30-14-01.f kodlu MTA projesi kapsamında yürütülmüştür. Muharrem Göktaş (MTA) ve Murat Yükcünç (MTA) arazi çalışmalarına katılmışlardır. Makale taslağını titizlikle inceleyerek eleştirel katkılarda bulunan İsmail İştinç'e (DEÜ), lav örneklerinin jeokimyasal ve jeokronolojik analizleri konusundaki desteği için Aytekin Çolak'a (MTA) teşekkür ederim.

## ORCID:

Fikret Göktaş  <https://orcid.org/0000-0002-0011-4361>

## KAYNAKLAR

- Akartuna, M. (1962). İzmir-Torbalı-Seferihisar-Urla bölgesinin jeolojisi hakkında. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 59, 1-18
- Altunkaynak, Ş., Rogers, N.W. & Kelley, S.P. (2010). Causes and effects of geochemical variations in late Cenozoic volcanism of the Foça volcanic centre, NW Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 52, 579-607.
- Borsi, S., Ferrara, C., Innocenti, F. & Mazzuoli, R. (1972). Geochronology and petrology of recent volcanics of Eastern Aegean Sea. *Bulletin of Volcanology*, 36, 473-496.
- Brinkmann, R., Flügel, E., Jacopshagen, V., Lechnert, H., Rendel, B. & Trick, P. 1972. Trias, Jura und Unterkreide der Halbinsel Karaburun (West Anatolien). *Geology and Paleontology*, 6, 139-150.
- Çakmaköglü, A. ve Bilgin, Z. R. (2006). Karaburun Yarımadası'nın Neojen öncesi stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 132, 33-62.
- Erdoğan, B., Altıner, D., Güngör, T. & Özer, S. 1990. The stratigraphy of Karaburun Peninsula. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 111, 1-23.
- Emre, Ö. ve Barka, A. 2000. Gediz grabeni-Ege Denizi arasının (İzmir yöresi) aktif fayları. *Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM 2000), Bildiri Özleri Kitabı* (s.131-132).
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C., Göktaş, F. 2005. İzmir yakın çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri (Rapor No: 10754). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (yayımlanmamış).
- Ercan, T., Satır, M., Sevin, D. Ve Türkecan, A. (1996). Batı Anadolu'da Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanik kayalarda yeni yapılan radyometrik yaş ölçümlerinin yorumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 119, 103-112.
- Filiz, Ş. ve Tarcan, G. (1990). Gülbahçe Körfezi (İzmir) güneyindeki alanın hidrojeolojik, jeokimyasal ve izotopsal incelenmesi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2(1), 69-82.
- Göktaş, F. (2011). *Urla (İzmir) çöküntüsündeki Neojen tortullaşması ve volkanizmasının jeolojik etüdü* (Rapor no: 11568). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (yayımlanmamış).
- Göktaş, F. (2014a). Karaburun Yarımadası kuzey kıyı kesiminin Neojen stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 148, 43-61.
- Göktaş, F. (2014b). Karaburun (İzmir) çevresinin Neojen stratigrafisi ve paleoğrafik evrimi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 149, 71-94.
- Göktaş, F. (2016). İzmir -Dış- Körfezi'ndeki adaların Neojen stratigrafisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 152, 1- 24.
- Göktaş, F. ve Çakmaköglü, A. (2017). *1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Urla-L17 Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, No: 259.
- Göktaş, F., Kaya, T. T., Tarhan, E. ve Mayda, S. (2023). Karaburun Yarımadası'nın Geç Miyosen Stratigrafisi, Yeni Memeli Bulguları ve Bölgesel Korelasyon, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 66(1), 1-22. <https://doi.org/10.25288/tjb.1126743>
- Göktaş, F. ve Mayda, S. (2023). Mordoğan Bölgesinin Neojen Jeolojisi ve Stratigrafik Korelasyonu, Karaburun Yarımadası, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 66(3), 351-380. <https://doi.org/10.25288/tjb.1316807>
- Gürer, Ö.F., Sarıca-Filoreau, N., Özbüran, M., Sangu, E. & Doğan, B. (2009). Progressive development of the Büyük Menderes Graben based on new data, western Turkey. *Geological Magazine*, 146(5), 652-673.
- Helvacı, C., Ersoy, Y., Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö. & Uzel, B. 2009. Geochemistry and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology of Miocene volcanic rocks from the Karaburun Peninsula: Implications for

- amphibole-bearing lithospheric mantle source, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185, 181-202.
- Hilgen, F., Lourens, L. J., Van Dam, J. A., with contributions by Beu, A. G., Boyes, A. F., Cooper, R. A., Krieger, W., Ogg, J. G., Piller, W. E. & Wilson, D. S. (2012). The Neogene Period. In Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M. & Ogg, G. (Eds.), *The Geological Time Scale 2012*, (pp. 923-978). Elsevier Publications.
- Innocenti, F. & Mazzuoli, R. (1972). Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area (West Turkey). *Bulletin of Volcanology*, 36, 1-22.
- İşintek, İ. (2023). New Triassic finding in Andız Peninsula (İzmir, Western Turkey) and comparison of pre-Neogene sequences of Andız and Karaburun Peninsulas: Stratigraphic and tectonic implications. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 32, 510-518.
- Karacık, Z., Genç, Ş.C. & Gülmez, F. (2013). Petrochemical features of Miocene volcanism around the Çubukludağ graben and Karaburun peninsula, western Turkey: Implications for crustal melting related silicic volcanism. *Journal of Asian Earth Sciences* 73, 199-217.
- Karadaş, A. (2014). Bornova Ovası (İzmir) Holosen paleocoğrafyası ve kıyı çizgisi değişimleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 23(2), 37-52.
- Kaya, O. (1979). Orta Doğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22(1), 35-58.
- Kaya, O. (1981). Miocene reference section from the coastal parts of West Anatolia. *Newsletter on Stratigraphy*, 10(3), 164-191.
- Kaya, T., Geraads, D. & Tuna, V. (2003). A new Middle Miocene fauna from Mordoğan (Western Turkey). *Paläontologische Zeitschrift* 77(2), 293-302.
- Kaya, T., Geraads, D. & Tuna, V.A. (2005). New late Miocene mammalian fauna in the Karaburun Peninsula (Western Turkey). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 236(3), 321-349.
- Konuk, Y.T. (1977). Bornova flişinin yaşı hakkında. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, Seri B, I-1*, 65-74.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R.W., Streckeisen, A. & Zanettin, B. (1986). A chemical classification of volcanic rocks based on total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27, 745-750.
- Öngür, T. (1972). *İzmir-Urla jeotermal sahasına ilişkin jeolojik rapor* (Rapor no: 4835) Maden Tetkik ve Arama Genel Direktörlüğü (Yayımlanmamış).
- Sümer, Ö. (2007). *Güzelbahçe (İzmir) çevresinin alüvyonal sedimantolojisi ve aktif tektoniği*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sümer, Ö., Akbulut, M. & İnaner, H. (2020). New geosite candidates from Urla (İzmir, Western Anatolia, Turkey): a list of geological assets nested with antique and modern cultural heritage. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29, 1017-1032
- Şengöçmen, B.G., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Softa, M., Spencer, J. Q. G., Şahiner, E., Meriç, N. & Deliormanlı, A. H. (2022). Evidence of surface rupture associated with historical earthquakes on the Gülbahçe Fault Zone (İzmir, Türkiye) and its application for determination of the surface fault-rupture hazard zone. *Natural Hazards*, 114, 2189-2218.
- Türkecan, A., Ercan, T. ve Sevin, D. (1998). *Karaburun Yarımadası'nın Neojen volkanizması* (Rapor no: 10185). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Yayımlanmamış).
- Uzelli, T., Baba, A., Mungan, G. G., Dirik, R. K. & Sözbilir, H. (2017). Conceptual model of the Gülbahçe geothermal system, Western Anatolia, Turkey: Based on structural and hydrogeochemical data. *Geothermics*, 68, 67-85.
- Whitaker, J.H. (1973). 'Gutter casts', a new name for scour-and-fill structures: with examples from the Llandoveryan of Ringerike and Malmoya, southern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 53, 403-417.
- Yılmaz, Y. (2000). Ege bölgesinin aktif tektoniği. *Batı Anadolu'nun deprenselliği Sempozyumu (BADSEM-2000), Bildiri Özleri Kitabı*, (s.3-14).
- Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, Ö. F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, S. & Elmas, A. (2000). When did the western Anatolian grabens begin to develop? In: Bozkurt, E., Winchester, J. A., & Piper, J. D. A. (Eds.) *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society of London, Special Publication 173*, 353-384.
- Yücel, Y. & Gürer, Ö. F. (2023). Tectonic development of western Anatolian extensional province. *International Geology Review*, 66(3), 755-785, <https://doi.org/10.1080/00206814.2023.2209865>