



Jeolojik Çözümlemelerde Uydu Görüntüleri Destekli Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yöntemleri; Yeni Foça (İzmir) Yöresi Örneği

Satellite Imagery Supported GIS Methodologies on Geological Analysis: Example from Yeni Foça (İzmir)

Bekir Murat TEKİN¹ ve Enis Kemal SAGULAR²

¹ Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Kızılırmak Mah. Ufuk Üniversitesi Cad. No:12 Çukurambar,
06530, Ankara, Türkiye

bekir.tekin@afad.gov.tr

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çünür, 32260,
Isparta, Türkiye

ÖZ

Çalışma alanı İzmir ili KB'sında Yeni Foça'nın güneyinde yer alan Ilıpınar köyü ve çevresini kapsamaktadır. Bu bölge kuzeyde Sakarya kıtası, güneydoğuda Menderes masifi arasında Paleotektonik dönemin önemli tektonik yapılarından olan İzmir-Ankara Zonu (Brinkmann, 1966) üzerinde yer alır. Yaklaşık 72 km²'lik bir harita alanında çalışılarak, sahada yüzlek veren volkanik/volkanoklastik kayalar ve bu kayalarla dokanağa sahip karasal (akarsu, göl vb.) tortullar arasındaki stratigrafik ve yapısal ilişkiler incelenmiş, saha gözlemleri yanında, sahadan alınan çeşitli kayaç örneklerinin petrografik/petrolojik incelemeleri yapılmış ve uydu görüntüleri destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak yörenin 1/25.000 ölçekli yerel jeolojik haritası yeniden düzenlenerek güncellenmiştir.

Çalışma sonucu yörenin jeolojik haritası büyük ölçüde değişikliğe uğramış, stratigrafik istif yeniden düzenlenmiş, yöresel stratigrafi yeniden yorumlanmıştır. Buna göre, yörede Erken-Orta Miyosen'de püskürmeli bir volkanik etkinliğin de yoğun olarak katıldığı karasal/gölsel bir çökelimin oluştuğu; bu çökelimin, Orta Miyosen'de gölsel tortullaşmanın volkanoklastik katkının sona erdiği son evrelerini temsil eden gölsel kireçtaşları ile tamamlandığı saptanmıştır. Ayrıca, tüm bu birimlerin daha sonra (Orta Miyosen) oluşan yeni bir volkanizmanın ürünü karasal bazalt sokulumları tarafından uyumsuz olarak kesildiği belirlenmiştir.

Yer bilimlerinde geniş bir kullanım alanına sahip uydu görüntüleri ve CBS günümüz jeolojik haritalama veya harita güncelleme çalışmalarında, farklı gruplara ait formasyonların, güncel tortullar içerisindeki eski ve yeni oluşumların sınırlarının belirlenmesinde ve tektonik süreksizliklerin saptanması ve yorumlanmasına ilişkin çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada da CBS yöntemleri yanında, farklı

çözünürlükte uydu görüntüleri ile Google Earth programının sunduğu güncel uydu görüntüleri birlikte kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemi, Foça tüfü, Menderes masifi, uydu görüntüleri.

ABSTRACT

Study area covers Ilıpınar Village and its surrounding area between Aliğa, Menemen and Foça districts, NW of İzmir city. This region is located on İzmir-Ankara Zone (Brinkmann,1966) which is an important tectonic structure of Paleotectonic era between Sakarya Continent in the North and Menderes Massif in the South East. Stratigraphic and structural relations between volcanic/volcanoclastic rocks and terrestrial sediments (mainly river and lake deposits) were studied within approximately 72 km² area. 1/25.000 scaled geological map of the area prepared by previous researchers was revised by using Geographic Information Technologies (GIS) and petrographic/petrologic investigations of hand specimens were also analysed.

Within this study, previous geological maps underwent changes, stratigraphical column was revised and local stratigraphy was re-evaluated. Accordingly, it was determined that; there happened a terrestrial/lacustrine sedimentation with extensive volcanic activity in Early/Mid Miocene. In Mid-Miocene, lacustrine sedimentation was completed with the sedimentation of limestones of Lacustrine origin. Besides, it was determined that all these units were cut by basalts which is a product of Mid-Miocene volcanism.

Benefits of Remote Sensing and Geographic Information Systems (GIS), which is very popular tool in earth sciences, were extensively used. When determining boundaries of different stratigraphic units in geological mapping, tectonic discontinuities and their interpretation, in addition to GIS applications, different resolution satellite images and Google Earth were widely used.

Key Words: Foça Tuff, Geographic information system, Menderes Massif, satellite images.

GİRİŞ

İnceleme alanı, İzmir'in KB'sında Foça, Aliğa, Menemen ilçeleri arasında Ilıpınar köyü ve çevresinde Batı Anadolu'nun Neojen yaşlı volkanik kayalarının ve karasal tortullarının bir arada bulunduğu yaklaşık 72 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Bu genç kayaç

istifleri, bölgesel jeolojik konumu bakımından İzmir-Ankara Zonuna (Brinkmann, 1966) ait Neojen öncesi temel kayaçlarının üzerinde yer almakta olup, kuzeyden Sakarya kıtası, doğu ve güneydoğudan Menderes masifi, batı ve güneybatıdan Karaburun kuşağına ait kayaç toplulukları tarafından çevrelenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı yerbulduru haritası.

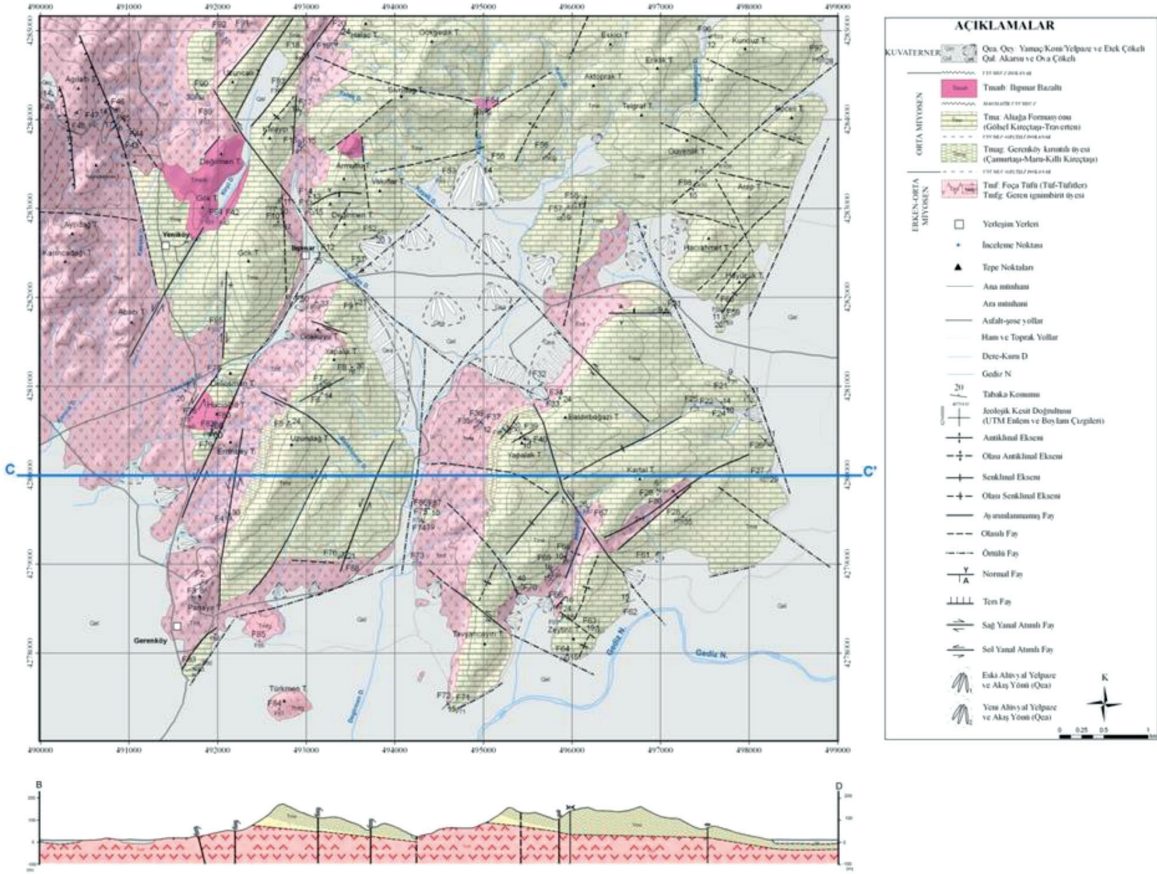
Figure 1. Location map of the study area.

Çalışmanın amacı Ilıpınar köyü ve çevresinde yer alan Tersiyer yaşlı volkanik ve tortul kayaç istiflerinin, saha gözlemleri, sahadan alınan kayaç örneklerinin petrografik/petrolojik incelemeleri çözümlenmesi, topoğrafik harita, CBS ve uydu görüntülerinden yararlanılarak yörenin jeolojik haritasının yeniden güncellenmesidir (Şekil 2).

Çalışma alanında stratigrafik olarak en altta Erken-Orta Miyosen yaşlı Foça Tüfü (Tmf) ve Geren İgnimbiriti (Tmfg) üyesi yer almaktadır. Bu volkanik birim üzerine uyumlu ve geçişli olarak Orta Miyosen (Langiyen) yaşlı Aliağa Formasyonu (Tma) gölsel kireçtaşları ile kireçtaşının alt seviyelerinde gözlenen ve ilk kez bu çalışmada haritalanan Gerenköy kırıntılı üyesinin (Tmag) killi kireçtaşı-kumtaşı-çamurtaşı-marn

ardalanmalı düzeyleri gelmektedir. Bu birimler Orta Miyosen (Serravaliyen) yaşlı Ilıpınar Bazaltı (Tma1b) tarafından kesilmektedir ve istif güncel karasal tortullar tarafından stratigrafik uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 5).

Bölgenin şekillenmesinde etkin olan doğrultu atımlı faylar KD-GB, KB-GD ve KG uzanımlı 3 fay takımı ile temsil edilmektedir ve sahadaki hakim olan KD-GB uzanımlı sol yönlü yanal atımlı fayların kontrolünde çalışma alanının morfolojisi şekillenmiştir. Bölgede kapalı (dalımlı) kıvrımların genel doğrultusu sahadaki tabakalanmaya koşuttur. Tabaka eğim ve doğrultuları, kıvrımların ve fayların genel konumları, bölgedeki sıkışma deformasyonunun KB-GD doğrultusunda geliştiğini işaret etmektedir.



Şekil 2. Çalışma alanı jeoloji haritası.

Figure 2. Geologic map of the study area.

Bu çalışmanın önemli bir bileşeni olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konuma dayalı verilerin toplandığı, depolandığı, işlendiği ve yönetilip sorgulandığı bir bilgi sistemidir. CBS ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri farklı disiplinler tarafından her alanda olduğu gibi günümüzde de yerbilimlerine ilişkin çözümlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada jeolojik araştırmaların tüm safhasında verilerin toplanması, sayısal ortama aktarılması, jeolojik veri tabanı oluşturulması aşamalarında CBS kullanılmıştır. Stratigrafik çözümlenmelerde özellikle güncel tortulların haritalanmasında ve yapısal özelliklerin belirlenmesinde uydu görüntüleri ve CBS ile üretilen tematik (Sayısal Yükseklik Modeli

SYM, eğim, yamaç yönelim, kabartı) haritalar bütünleşik şekilde değerlendirilerek sonuçları ortaya konulmaya çalışılmıştır. CBS ve UA'nın kullanıcıya sağlayacağı kolaylık ve ayrıcalıkları tartışılmazdır ve yerbilimlerine özgü çalışmalarda gerek mevcut gerekse de üretilen veriler mutlaka saha gözlemleri ile denetlenmeli ve diğer jeolojik çalışmalarla birlikte değerlendirilme yolu tercih edilmelidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmalar üç aşamada yürütülmüş saha ve laboratuvar incelemelerinin yanında çalışmanın amacı doğrultusunda hemen her aşamada CBS-UA mevcut ve üretilen yeni verilerden faydalanılmış,

söz konusu veri tabanları sürekli güncel tutularak gerek jeolojik gerekse tektonik haritalamalarda kullanılmıştır.

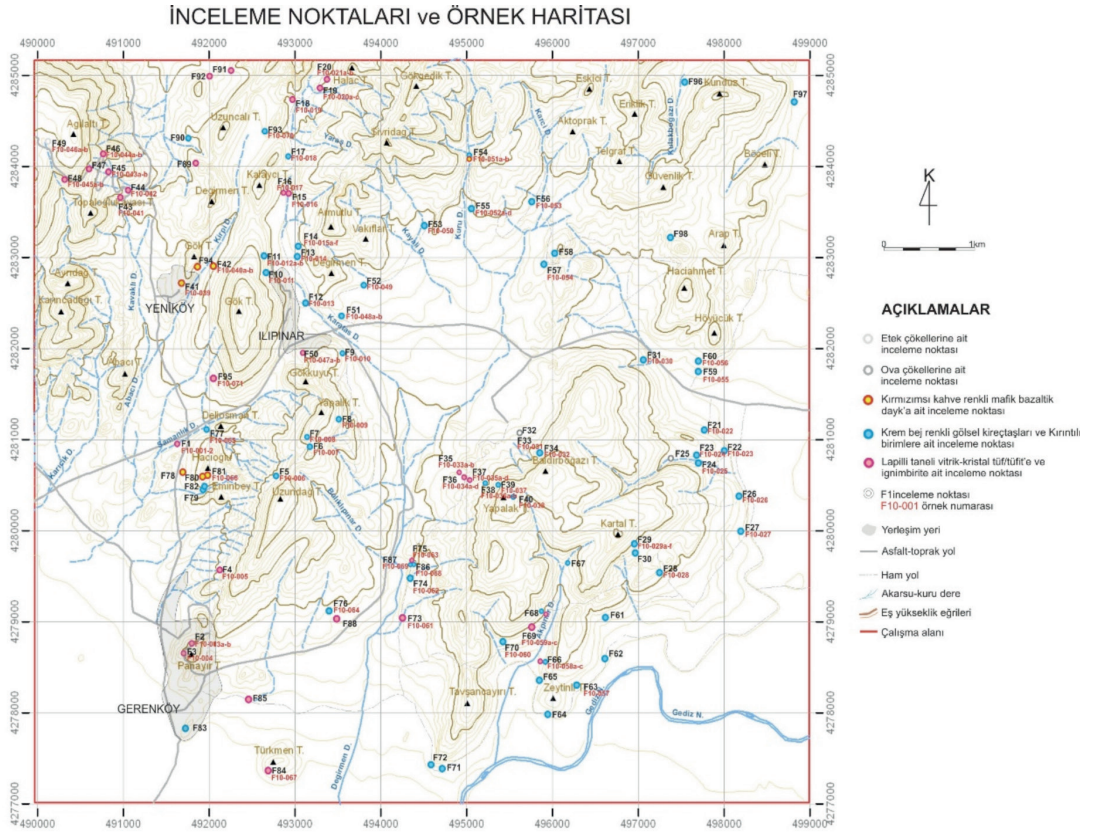
Coğrafi Bilgi Sistemi, en genel tanımı ile konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik (vektör-raster) ve grafik olmayan (öznitelik) bilgilerin; toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Lang, 2001). CBS'nin en güçlü yanı analiz yapma ve var olan verilerden yararlanarak yeni veriler üretmektir. Yerbilimleri çalışmalarında coğrafi verilere bağlı olarak üretilen raster ve vektör özellikteki tematik haritalar ile bunların türevlerinin hazırlanması, analizleri, ürün haritaların daha kaliteli bir şekilde görselleştirilebilmesi, diğer meslek disiplinleri ve karar vericilerle paylaşılabilmesi CBS sistemin kullanımını yaygınlaştıran en önemli faktörlerdir.

CBS çalışmalarında en fazla üzerinde emek harcanan konulardan birisi sayısallaştırma ve sayısallaştırılması yapılarak oluşturulan vektör verilerin veri tabanlarının oluşturulması işlemidir. Saha incelemeleri öncesinde bölgenin topoğrafyasına yönelik sayısallaştırmalar gerçekleştirilmiş olup yollar, dereler, kuru dereler (çizgisel veri), tepe noktaları, su kaynakları (noktasal veri), yerleşim alanları (alansal veri) gibi coğrafi unsurlar Harita Genel Komutanlığı'nın (HGK) ürettiği 1/25.000 ölçekli topoğrafik (raster)

veri ile Spot-5 uydu görüntüsü kullanılarak sayısallaştırılmıştır.

Saha çalışmaları kapsamında çok sayıda noktasal inceleme ile saha verileri (dokanak ilişkileri, uyumsuzluklar, fay ve kıvrım konumları vb.) ve kayaç örnekleri toplanmış ve örnek haritası oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu çalışmalar sonrası elde edilen jeolojik unsurlara ait veriler; litolojik sınırlar (alansal veri), fay ve kıvrım eksenleri (çizgisel veri), tabaka konumları, inceleme noktaları, örnek yerleri (noktasal veri) sayısal ortama aktarılmıştır. Bu verilere ait öznitelik bilgileri girilerek bir veri tabanı oluşturulmuş ve CBS'ye ait yazılımlarla veri tabanı yönetim sistemi ile birleştirilerek yönetilir bir veri tabanı haline dönüştürülmüştür.

HGK'nın sayısal topoğrafik verisi ve/veya uydu görüntüsü kullanılarak alanının 10 x 10m çözünürlüğe sahip Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiş bu veriden elde edilen yamaç eğimi, yönelimi haritaları ve 3 boyutlu tematik haritalarla inceleme alanı Morfo-tektoniği ve topoğrafyası çözümlenme yoluna gidilmiştir (Şekil 4). Tüm bu çalışmalar, CBS uygulamaları ve jeoloji topoğrafya ilişkisi prensibine dayanan çeşitli harita teknikleri kullanılarak bölgenin 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritası ve jeolojik kesitler hazırlanmıştır.

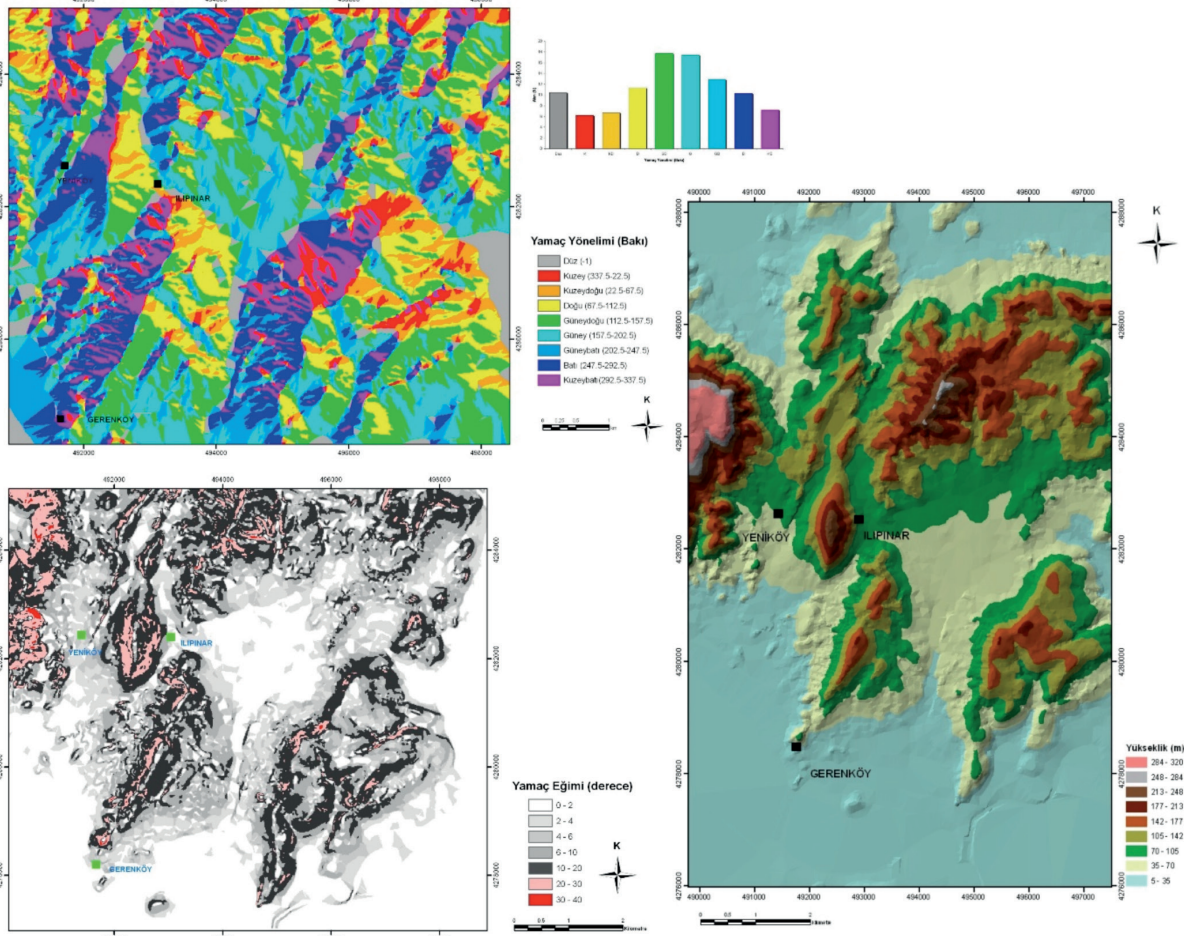


Şekil 3. Çalışma alanı inceleme noktaları, örnek yerleri ve örnek no'larını gösteren harita.

Figure 3. Map showing investigation and sample locations with sample numbers of the study area.

CBS'yi desteklemek amacıyla verilerin görselleştirilmesinde, altlık veri oluşturulmasında ve çoğunlukla yapısal unsurların haritalanması ile alüvyal tortulların güncel sınırlarının belirlenmesinde uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Çalışmada 19/07/2006 tarihli, 8 bit radyometrik çözünürlüğe sahip 2.5m Pan ve 10m XS, Spot-5 uydu görüntüsü ile Google Earth programının sunduğu yüksek çözünürlüklü güncel uydu görüntüleri kullanılmıştır. Spot-5 uydu görüntüsünün kullanılabilmesi, anlamlı bilgilerin edilebilmesi, sınırların keskinleştirilerek

detayların ön plana çıkarılması ve görsel yorum yapma imkanını daha da artırmak için geometrik düzeltme (rektifikasyon) ve görüntü zenginleştirme adımları gerçekleştirilmiştir. Görüntü zenginleştirme için (Intensity Hue Saturation – IHS ve High Pass Filters – HPF) yöntemleri uygulanmıştır. Geometrik düzeltmede HGK'lığının 1/25.000 ölçekli topoğrafik raster verisi kullanılarak 1'in altında Karesel Ortalama Hata ile görüntünün geometrik dönüşümü gerçekleştirilmiştir.



Coğrafi bütünlük için üretilen ve kullanılan verilerin tamamı UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyonu, Zone 35 ve

WGS 84 Datum sisteminde üretilmiş veya bu sisteme çevrilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ve üretilen veriler.

Table 1. Data used and produce in the study.

RASTER VERİLER	VEKTÖR VERİLER	
	Yer bilimsel veriler	İdari veriler
1. 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita	1. Formasyon sınırı (Alansal veri)	1. İl&İlçe sınırı (Alansal veri)
2. Spot-5 uydu görüntüsü	2. Fay verisi (Çizgisel veri)	2. Yerleşim verisi (Nokta veri)
3. Aster uydu görüntüsü	3. Kıvrım verisi (Çizgisel veri)	3. Göl&Baraj verisi (Alansal veri)
4. Bölgeye ait sayısal olmayan jeoloji haritaları	4. Tabaka, fay ve kıvrım doğrultu ve eğimi (Nokta veri)	4. Drenaj (Çizgisel veri)
5. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)	5. Deprem verisi (Nokta veri)	5. Karayolu, demiryolu (Çizgisel veri)
6. 10 m aralıklı sayısal yükseklik modeli (SYM-Grid veri)	6. Çizgisellik haritası (Çizgi veri)	
7. Kabartı haritaları (Hillshade-Grid veri)	7. 1/25.000 ölçekli sayısal yükseklik verileri (Çizgisel veri)	
8. Eğim ve Yamaç Yönelimi haritaları (Grid veri)		

BÖLGESEL JEOLJİ

Çalışma alanı, Paleotektonik dönemin önemli tektonik yapılarından olan İzmir-Ankara Zonu üzerinde yer alır. Bu zon Sakarya kıtası ve Menderes masifi arasında tektonik bir birliktir (Yılmaz, 1997). Bu birlik, bölgede Neojen öncesi temel kaya konumunda olup, Erdoğan (1990) tarafından “Bornova Filiş Zonu” veya “Bornova Karmaşığı” olarak adlandırılmıştır. Bölgenin temelini oluşturan bu birimler, Miyosen yaşlı tortul ve volkanik kayalar tarafından açısız uyumsuzlukla örtülürler. Temel birimleri uyumsuzlukla örten Neojen yaşlı birimler, yaygın karasal (akarsu-göl) çökeller ve bu çökellerle geçişli çeşitli karakterde volkanizmanın ürünü olan volkanik kayalardan oluşur ve son derece karmaşık bir stratigrafiye sahiptir. Batı Anadolu’da Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanizma geniş alanlarda yüzlekler vermektedir. Tersiyer volkanizması Eosen’de başlamış, Oligosen ve Alt Miyosen dönemlerinde gençleşerek güneye doğru yer değiştirmiştir (Türkecan vd., 1998). Batı Anadolu’da Geç Oligosen-Orta Miyosen volkanik birimlerin genellikle kalkalkali ve şoşonitik nitelikli olduğu, Geç Miyosen-Pliyosen-

Kuvaterner yaşlı volkanitlerin alkali karakterli olduğu kabul edilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Savaşçın ve Güleç, 1990; Ercan vd., 1996; Seyitoğlu vd., 1997; Akay, 2000; Yılmaz vd., 2001). Batı Anadolu neotektonizması açılmalı tektonik rejimle temsil edilir (Şengör, 1980). Batı Anadolu’daki tektonizma ve magmatik etkinliğin kökeni ve nedeni konusunda farklı modeller ortaya atılmıştır. Son yıllarda Okay ve Satır (2000), Erkül vd. (2005) tarafından yapılan çalışmalarda bölgede oluşan K-G doğrultulu genişleme 20 My önce başlamıştır ve bu durum, Ege yitim zonunun güneye doğru olan göçüyle oluşan yay gerisi yayılmayla eş yaşlı sıyrılmaya fayları, granitik sokulumlar ve volkanik yaygın varlığıyla karakteristiktir (Emre ve Sözbilir, 2005).

STRATİGRAFI

Neojen Yaşlı Birimler

Neojen öncesi temel birimler çalışma alanında bulunmamaktadır. Örtü konumundaki Neojen yaşlı birimler; litostratigrafi (Foça Tüfü, Aliğa Formasyonu, Güncel çökeller) ve litodem birimleri (Ilıpınar Bazaltı) olarak ayrılmıştır (Şekil 5).

Gerenköy kuzeydoğusu F35 inceleme noktasından alınan F10-033 nolu Geren İgnimbiriti petrografik kesit görünümünde ise ortalama bileşenler %60-70 oranında taneli olup taneler zonlu sönme gösteren plajiyoklaslar, sanidin, porfirik, ofitik dokulu volkanit vb. ile kalsiklastlardır. Ayrıca opak mineraller, piroksen, biyotit ve trakitik volkanik kayaç parçaları da gözlenmektedir. Bağlayıcı olarak %30-40 oranında Fe’li kil matriks, volkancamı çok ince kristalli hamur şeklindedir ve kayaç lapilli tuf/ignimbirit olarak tanımlanmıştır (Şekil 7).

Aliğa Formasyonu (Tma)

İlk kez Kaya (1979) tarafından Aliğa Kireçtaşı (Tma) olarak tanımlanan birim kireçtaşı ile temsil edilir. Kireçtaşları genel olarak beyazımsı gri, krem, bej ve sarı renkte, taze kırık yüzey rengi gri, çoğunlukla düzgün ve yer yer düzensiz tabakalanmalıdır. Kireçtaşlarının tabaka kalınlığı 30-50 cm ile 3 m arasında değişmekte karstik boşluklu, çatlaklı ve fosillidir (Şekil 8). Jeolojik kesitlere dayanılarak kireçtaşının kalınlığı 100-150 m olarak belirlenmiştir.

Aliğa kireçtaşının alt seviyelerindeki killi kireçtaşı-kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanmalı kırıntılılar ilk kez bu çalışmada “üye” mertebesinde değerlendirilmiştir ve Gerenköy civarında yüzlek vermesi 1/25.000’den daha büyük haritalanabilir boyutta olması nedeniyle Gerenköy kırıntılı üyesi (Tmag) olarak adlandırılmıştır. Jeolojik kesitlerde birimin kalınlığı 60 m civarındadır. Bu ardalanmalı birimlere ince seviyeler halinde tuf-tüfit ara tabakaları eşlik eder. Yer yer ince seviyeler halinde gözlenen tüfler, birimin çökeli mi sırasında volkanizmanın etkin olduğunu göstermektedir.

Aliğa Formasyonu çalışma alanında yapılan gözlemlerde Foça Tüfünü yer yer uyumlu-geçişli olarak üzerlemektedir. Gerenköy

civarında Gerenköy kırıntılı üyesi kireçtaşları ile Foça Tüfü arasında uyumlu-geçişli dokanakla gelmektedir. Bu stratigrafik ilişki, Kaya (1979) ve Akay (2000) tarafından uyumlu ve geçişli olarak yorumlanmıştır. Dönmez vd. (1998), Altunkaynak ve Yılmaz (2000)’a göre ise bu ilişki uyumsuzdur ve Miyosen volkanitleri ile birlikte diğer tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Birimin yaşını Dönmez vd. (1998) Langiyen olarak verilmiştir. Aliğa Formasyonu kireçtaşları ise Ilıpınar Bazaltı tarafından kesilerek güncel çökeller tarafından stratigrafik uyumsuz olarak örtülmektedir. Gerenköy doğusu F63 lokasyonundan alınan F10-057 nolu örnek petrografik incelemelerinde yaklaşık olarak bileşenler %10-20 oranında allokem, %80-90 oranında karbonat çimentolu ortokemlerdir. Allokemler Gastropoda kavkıları, Cara (lamellibrans), pelecypoda olup Sparimikritik bir hamur içerisinde kavkı parçaları gözlenmektedir. Kireçtaşları fosilli mikrit, sparimikrit ve kumlu-biyointrasparit olarak tanımlanmıştır (Şekil 8).

Ilıpınar Bazaltı (Tmaib)

Çalışma alanında KD-GB ve KB-GD doğrultulu kırık takımlarından bazılarının kesişim noktalarında yüzlek veren bazaltik dayklar ilk kez Kaya (1979) tarafından Ilıpınar Bazaltı (Tmıb) olarak tanımlanmıştır. Bazaltik dayklar siyah, kahve siyah renkli, sert/dayanımlı, kırmızımsı kahve bozunma renkli, masif yapılıdır (Şekil 9). Ilıpınar Bazaltının içerisinden keserek çıktığı (magmatik uyumsuz) tüm kayaç istiflerinden genç olduğunu ve olasılıkla bölgedeki genişleme tektoniğine (grabenleşme/riftleşme) bağlı gelişen karasal volkanizmanın son evresini temsil ettiği, kabuk incilmesi ve açılmaya bağlı oluşan bazaltik dayk ve yarı volkanit oldukları düşünülmektedir. Ercan vd. (1996) ile Altunkaynak vd. (2010) yapmış oldukları radyometrik yaş tayininde

14.3±0.3 ve 14.7-14.1 milyon yıla (Serravaliyen) ilişkin bir sonuç elde etmişlerdir. Petrografik incelemelerde Ilıpınar kuzeybatısında F41 nolu lokasyondan alınan F10-039 nolu kayaç örneği porfirik dokuludur. Bileşenleri yaklaşık %15-20 fenokristal, bağlayıcısı ise %80-85 oranında plajiyoklas mikrolitleri, ojit mikrokristalleri ve opak minerallerden oluşan mikrokristalen hamurdur. Kloritleşmiş piroksen kristallerini çevreleyen tipik akma dokusu gösteren plajiyoklas mikrolitleri gözlenir. Piroksenlerden itibaren gerçekleşen yoğun bir alterasyon mevcut olup kristallerin çatlaklarında karbonatlaşma ve çevresinde hematit oluşumları görülmektedir. Örneklerde intersertal doku yaygındır ve uzamış mikrolitler karakteristiktir. Bazaltın hamuru camsı ya da kriptokristalindir (Şekil 9). Hem saha gözlemlerinde, hemde ince kesit tanımlamalarında bazaltın dayk şeklinde yerleştiği ve Aliğa Formasyonunu kireçtaşları arasına sil şeklinde sızarak ara katman oluşturduğu kanısına varılmıştır.

Güncel Tortullar

Çalışma alanında özellikle kenar ve iç kesimlerinde yaygın olarak gözlemlenen güncel birimler; alüvyal koni/yelpaze çökelleri, yamaç molozu ve etek çökelleri ile akarsu ve ova çökelleri olarak ayrılmıştır ve diğer tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 10). Alüvyal koni/yelpazeler, eğimli veya vadilerin beslediği ve eğimin nispeten daha düşük olduğu yamaçlarda koni veya yelpaze şeklinde birikmesi ile oluşmuşlar ve günümüzde de oluşumlarını sürdürmektedir. Koni/yelpazelere ait kayaçlar, geliştikleri yamaçlardaki kayaçlardan (volkanik kayaçlar kireçtaşı ve kırıntılılar) türemiş kırıntılı malzemeden oluşmuştur. Genellikle kötü-çok kötü boylanmalı, tutturulmamış/yarı tutturulmuş, blok ile silt arası taneli ve pekişmemiş/çok az pekişmiş

yapıdadır. Çalışma alanı iç kesimlerinde yelpazeler daha geniş çaplı ve akış yönleri bu kesimdeki geniş düzlükleri dolduracak niteliktedir. Yelpaze çökelleri, ova çökelleri ile yataya yakın konumda yanal ve düşey girişim içerisindedir. Dış (ıraksak) kesimlerinde ise ova çökellerinden ayırt edilmesi zordur. Yamaç molozlarının bölgede geniş yayılım gösteren Foça Tüfünün yarı tutturulmuş, köşeli yapıda çakıl-blok-kum boyutunda kırıntılı malzemelerinden düzensiz istifler şeklinde daha çok dik yamaçlarda geliştiği belirlenmiştir.

Vadi tabanları ve geniş düzlüklere biriken gevşek kumlu, killi, siltli, çakıllı birimler akarsu ve ova çökellerini oluşturur. Vadi içlerinde gelişen akarsular, jeomorfolojik anlamda oyararak oluşturdukları yataklarında bulunan kırıntılı malzemeyi, geniş düzlüklere taşıdıktan sonra taşkınlarla yayıp biriktirerek pekişmemiş/az pekişmiş alüvyon veya taşkın-ova çökellerini oluşturmuştur. Ova çökellerinin, alt seviyelerinde yarı tutturulmuş/pekişmiş olması olağandır ancak üst çökelleri çoğunlukla tutturulmamış durumdadır.

CBS ve UA VERİLERİN JEOLÖJİK ÇÖZÜMLEMELERDE KULLANILMASI

Jeolojik Haritalama Çalışmalarında Kullanılan Veriler

Saha çalışmaları öncesinde ve sonrasında güncel tortullar ile diğer jeolojik birimlerin ön ayrımını yapmak, jeolojik haritalama çalışmalarında en yüksek verimi almak ve hata oranını en aza indirmek için CBS ile üretilen tematik haritalar ve Google Earth programı ve Spot-5 uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Görsel yorumlamada ilk olarak çalışma alanına ait mümkün olduğunca çok veri kullanılmış, CBS ortamında tutulan vektör ve raster (sahadan elde edilen, üretilen ve mevcut) verilerin her biri

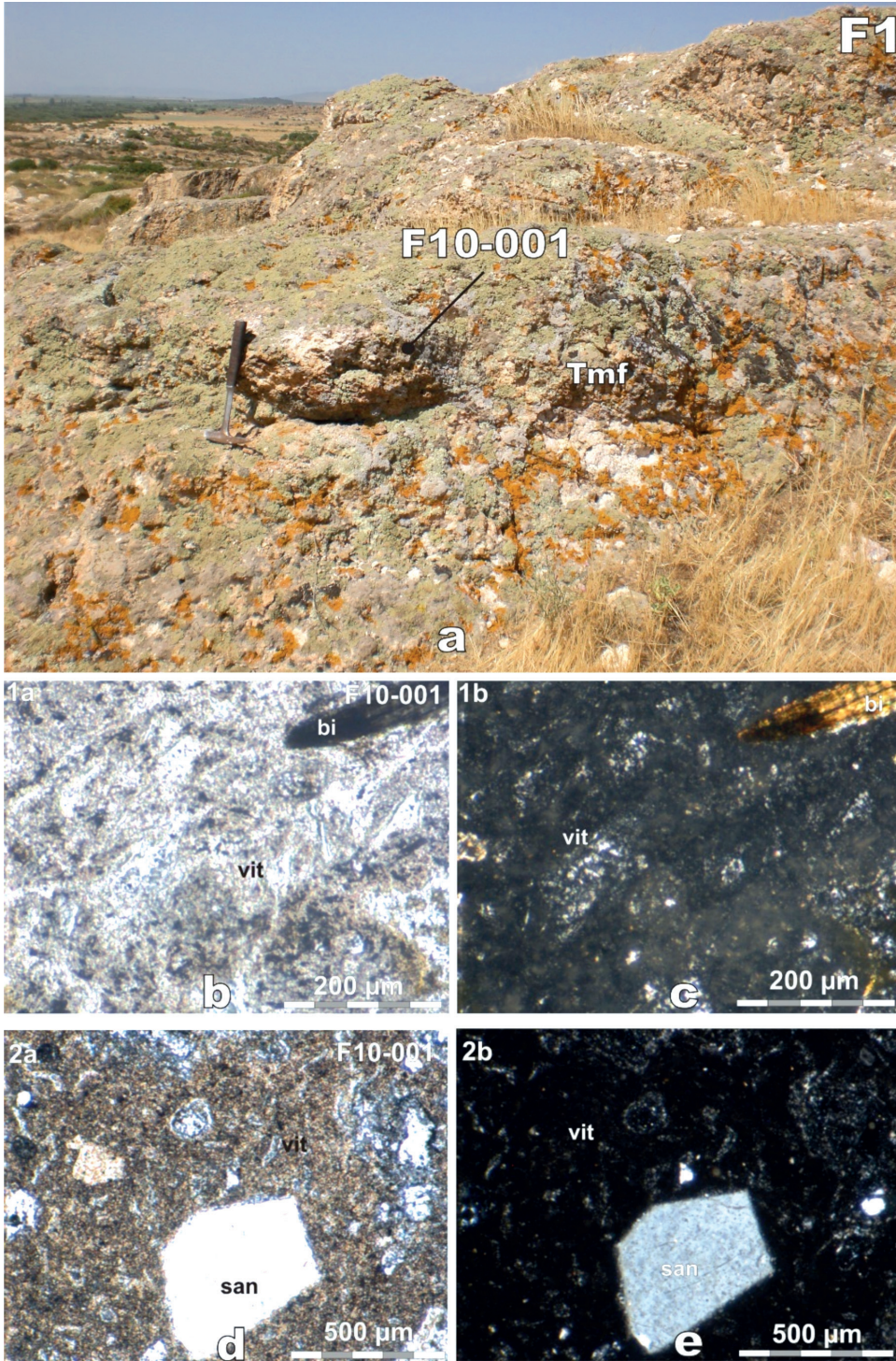
ayrı katman olarak üst üste bindirilerek güncel birimlerin yayılımı belirlenmeye çalışılmıştır.

Jeolojik ayıklamanın yapılmasında ağırlıklı olarak morfolojik kıstaslar (eğim, drenaj, vadi ve engebe özellikleri) ile birlikte bitki örtüsü, renk ve yapay unsurlar kullanılmıştır. Çalışma alanının jeolojisinin büyük kısmını oluşturan volkanikler ve sedimanter birimlerin ayırt edilmesinde sunmuş oldukları farklı renk tonlarında bozunma (volkaniklerde belirgin krem, kırmızımsı pembe renk, kireçtaşlarında ise belirgin beyaz), çatlak sistemleri (volkaniklerde gözlenen makaslama çatlağı belirgin olarak gözlenmektedir) ve tabakalanma (kireçtaşlarında belirgin) özelliklerinden yararlanılmıştır.

Uydu görüntülerinde morfolojik ve jeolojik kıstasların belirgin gözlemlendiği Zeytinli Tepe ve kuzeydoğusunda örnek bir uygulama yapılmıştır. Söz konusu alanlardan Zeytinli T. kuzeydoğusunda uydu görüntülerinde seyrek bitki örtüsü, farklı renk tonu ve üzerinde gelişen çatlak sistemleri ile bir birim haritalanmıştır. Keza Zeytinli Tepe'nin bulunduğu alanda da farklı renk tonları ile belirgin tabakalanmalar uydu görüntüleri üzerinde görülmüş saha çalışmaları öncesi litolojik ön ayırmada kullanılmak üzere haritalanmıştır. Bu alanlar arazi gözlemleri ve bu noktalardan alınan kayaç örnekleri ile

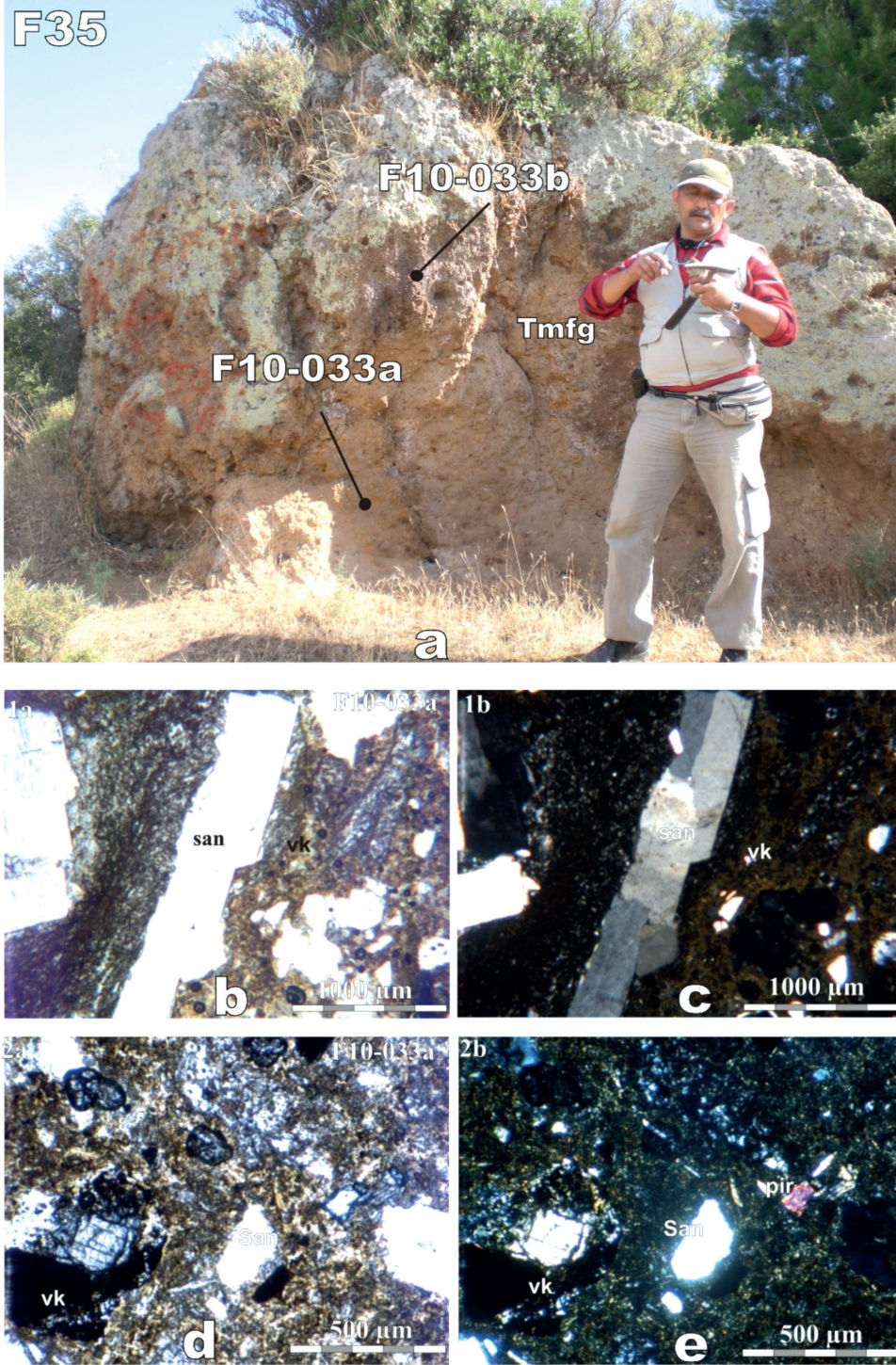
birimler tanımlanarak Zeytinli Tepedeki farklı renk tonlaması ve tabakalanmaların sedimanter birimleri (kireçtaşı) diğer alandaki eklem ve çatlak sistemleri ile renk tonlamasının volkanik birimleri işaret edebilecekleri belirlenmiştir (Şekil 11 ve 12). Bu kıstaslar gözetilerek sahada benzer alanlar ve devamı uydu görüntüleri üzerinde taranarak jeolojik haritanın tamamlanmasında katkı sağlamıştır.

Çalışma alanının büyük bir çoğunluğunu kaplayan güncel tortulların sınırları; özellikle akarsu-ova çökellerinin topoğrafik olarak az eğimli düz ya da düze yakın geniş düzlükler ve vadi tabanlarında biriken çökeller olması ve gelişen düzensiz drenaj ağları sayesinde uydu görüntülerinden kolaylıkla ayırt edilmektedir. Spot-5 uydu görüntüsü RGB:321 renk diziliminde sık bitki örtüsünün olduğu alanlar koyu yeşil renkte, üzerinde tarımsal faaliyet yapılan alanları ise açık yeşil renkte görülmektedir. Ova çökeli olarak haritalanan alanlarda tarımsal faaliyetin oldukça yoğun olması, düzenli bir drenaj ağının gözlenmemesi Gediz Nehri gibi daha çok derin drenajlar gözlenir, sınırların belirlenmesi açısından ayırt edici olmuştur (Şekil 13). Uydu görüntüsü üzerine lokasyon noktaları da işlenerek ova çökeli ile diğer birimler arasında sınır ilişkisi morfolojik kıstaslarla birlikte bitki örtüsü, renk ve yapay unsurlar değerlendirilerek haritalanmıştır.



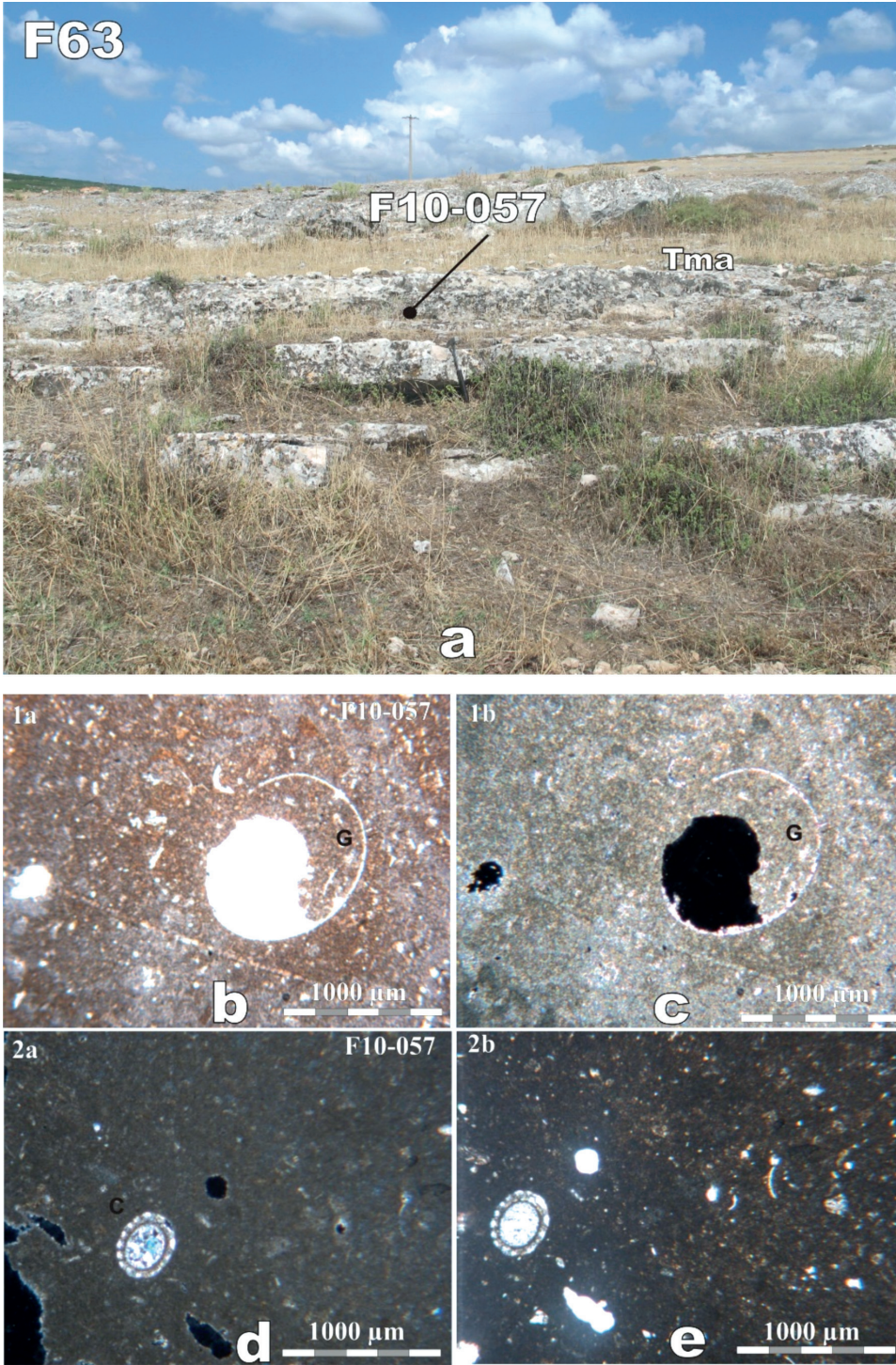
Şekil 6. (a) Ilıpınar güneybatısı (Koordinat: 4280943K-0491634D) krem, bej renkli Foça Tüfü (Tmf), (b), (c), (d), (e) petrografik kesit görünümüleri.

Figure 6. (a) Beige, cream coloured Foça Tuff (Tmf) Southwest of Ilıpınar (Coordinate: 4280943N-0491634E), (b), (c), (d), (e) Views from petrographic sections.



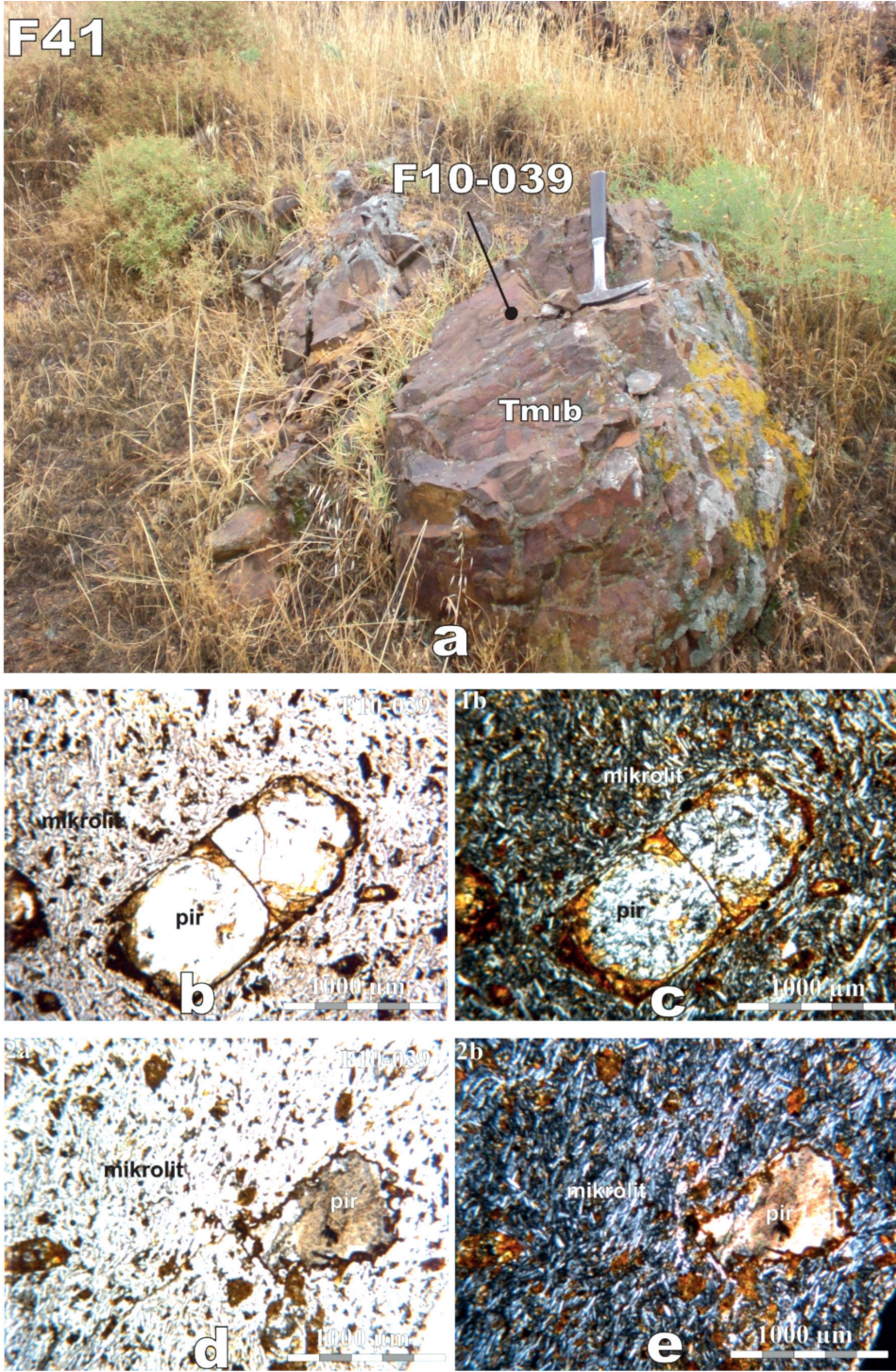
Şekil 7. (a) Gerenköy kuzeydoğusu (Koordinat: 4280640K-0494915D) kırmızı renkli, çakıllı, gözenekli Geren İgminbiriti (Tmfg), (b), (c), (d), (e) petrografik kesit görüntüleri.

Figure 7. (a) red colored gravelly porous Geren Ignimbrite (Tmfg) Northeast of Gerenköy (Coordinate: 4280640N-0494915E), (b), (c), (d), (e) Views from petrographic sections.



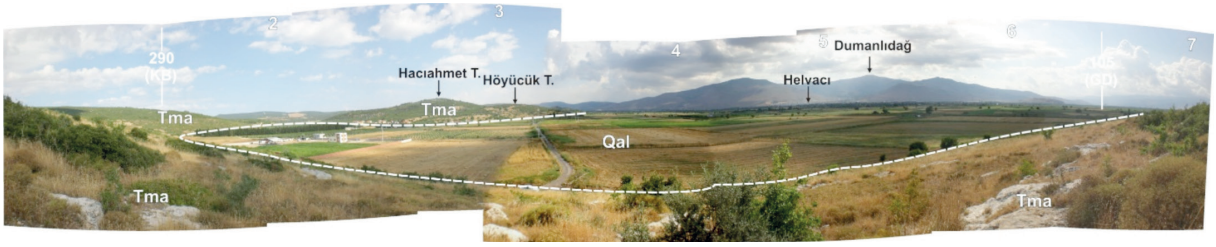
Şekil 8. (a) Gerenköy doğusu (Koordinat: 4278297K, 0496289D) Aliğa Kireçtaşı (Tma), (b), (c), (d), (e) petrografik kesit görüntüleri.

Figure 8. (a) Aliğa Limestone (Tma) Eastern Gerenköy (Coordinate: 4278297N-0496289E), (b), (c), (d), (e) View from petrographic sections.



Şekil 9. (a) Ilıpınar kuzeybatısı (Koordinat: 4282700K, 0491698D) Ilıpınar Bazaltı (Tma1b), (b), (c), (d), (e) petrografik kesit görünümleri.

Figure 9. (a) Ilıpınar Basalt (Tma1b) Northwest of Ilıpınar (Coordinate: 4282700N-0491698E), (b), (c), (d), (e) View from petrographic sections.



Şekil 10. Ilıpınar doğusunda güncel tortullar ve diğer birimler arasındaki sınır ilişkisi.

Figure 10. Contact relation between recent sediments and other units in Eastern Ilıpınar.

İnceleme alanı topoğrafyası orta-düşük engebeli yükseltilerden oluşmaktadır. Kuvaterner birimler kenar ve iç kesimlerinde yaygın olarak gözlenmektedir. Bu sınırların ayırımında da farklı metod ve tematik haritalar kullanılmıştır. Topoğrafik analize yönelik üretilen SYM, eğim ve yamaç yönelimi, 3D ve kabartı haritaları gibi grid formatındaki raster veriler, bölgeye ait 1/25.000 ölçekli topoğrafik harita ve farklı ölçeklerdeki jeoloji haritalarına ait raster görüntülerin görsel yorumlamalarda kullanılması ve anlamlandırılabilmesi için bu verilerin tamamının katmanlar şeklinde Google Earth üzerine bindirilmesi gerekmektedir. Güncel görüntüler

üzerine nirengi noktaları (yol, nehir ve tepe noktaları gibi) kullanılarak elle jeoreferanslama yöntemi (Uysal, 2011) ile katmanlar halinde çakıştırılan verilerden SYM'den üretilen yamaç eğimi haritasında (raster veri) eğimin 0-2 ve 2-4 derece arasında değiştiği iç ve kenar kısımlarında kalan düz ve düze yakın alanların akarsu ve ova çökeli sınırı olarak belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (Şekil 14). Bu veriler üzerine lokasyon ve tepe noktaları, kaba drenaj ağları gibi sayısallaştırılan veriler de eklenerek tüm CBS haritalarının bütünleştirilmesi ile çalışma sonuna kadar güncel tortul sınırları sürekli denetlenerek kesinleştirilmiştir (Şekil 15).



Şekil 11. Google Earth üzerinde volkanik birimlerde gözlenen eklem ve çatlak sistemleri (arazi gözlemleriyle doğrulanmıştır).

Figure 11. Joint and fracture systems on volcanic rocks derived by analyzing Google Earth (justified with field observations).

Yapısal Unsurların Belirlenmesinde Kullanılan Veriler

Yeryüzü şekilleri bölgenin tektonik ve morfolojik karakteri açısından önemli bilgiler vermektedir. Topoğrafik veriler yeryüzü şekillerinin analizinde kullanılan birincil veri kaynakları arasında yer almaktadır. Jeolojide morfo-tektonik çalışmalarda sıklıkla kullanılan Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilen türev haritalar katkı sağlayabilmektedir.

SYM genel anlamda yalın arazi yüzeyinin sayısal ve üç boyutlu olarak ifade edilmesidir. Alana ilişkin SYM oluşturulmasında, HGK'lığı tarafından üretilmiş olan 1:25.000 ölçekli sayısal yükseklik verisi kullanılarak 10*10-5*5 m grid aralığına sahip modellemeler yapılmıştır (Şekil 16). SYM'den üretilen eğim ve yamaç yönelimi haritalarına göre genelde

sahada eğimlerin 0-10°, yamaç yönelimlerinin ise güney ve güneydoğu arasında değiştiği görülmektedir. Eğim haritasında eğimin ani değişim gösterdiği siyah tonlarla belirgin bölgeler muhtemel faylı bölgeleri olarak işaretlenmiştir (Şekil 17). Bu çalışmayı destekleyici olması için Ilıpınar-Gerenköy arasında A-A', Baldırboğazi Tepe-Kartal Tepe arasında B-B' ile gösterilen noktalar arasında topoğrafik kesitler alınmıştır. Kesitlerde topoğrafyadaki ani değişimler tespit edilmiş muhtemel faylı bölgeler kesikli çizgilerle belirtilmiştir. Arazi gözlemleri sonucu haritalanan fay sistemlerinin bu analizlerle büyük oranda tutarlı olduğu görülmüş eğim sınıflamasının morfo-tektonik ön yorumlama açısından fayda sağladığı saha çalışmaları öncesinde bir bölgenin morfolojik ve morfo-tektonik yapısı hakkında ön bilgi vermesi açısından kullanılabilir yöntemler arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 12. Zeytinli Tepede yüzlek veren kireçtaşlarında tabakalanmalarının Google Earth üzerinde belirgin olarak gözlenmesi.

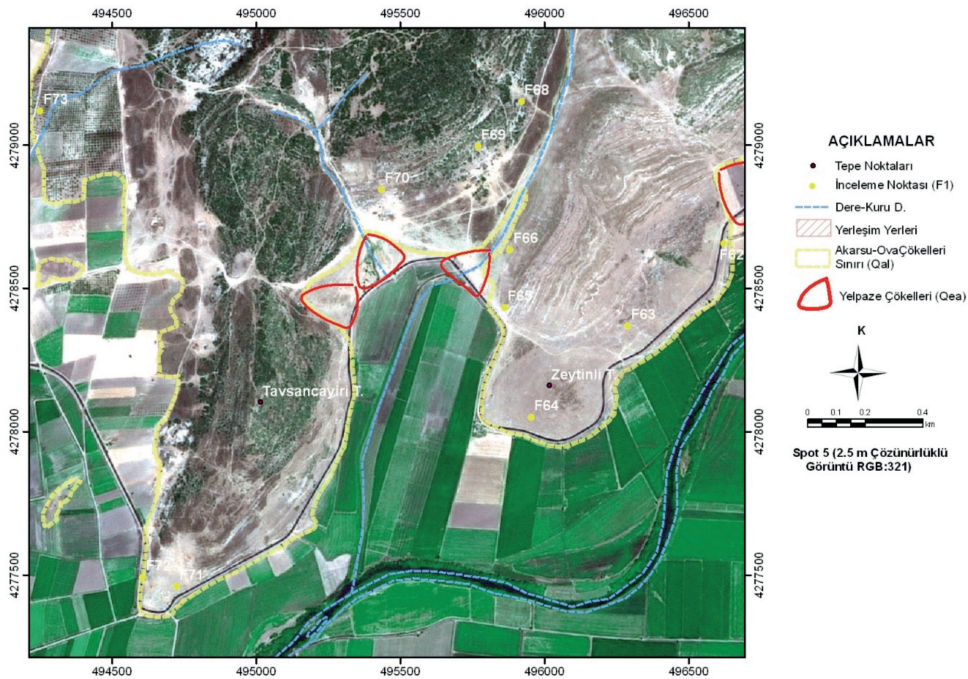
Figure 12. A Google Earth view of the bedding within limestones observed in Zeytinli Tepe.

Görüntü zenginleştirme (Resolution Merge-Pansharpening) metodu ile Spot 2.5 m yüksek çözünürlüklü siyah-beyaz görüntü üzerine 10 m çözünürlüklü multi-spektral Spot XS görüntüsünün bantları birleştirilerek yüksek çözünürlüklü renkli görüntü elde edilmiş çeşitli renklendirme kombinasyonları kullanılarak 1/25.000 ölçekli SYM üzerine bindirilerek sahanın 3 boyutlu arazi görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 18).

SYM üzerine bindirilen doğal renklendirilen Spot-5 uydu görüntüsünden elde edilen 3D arazi görüntüsü üzerinde Gerenköy kuzeyinde Panayır ve Eminbey Tepe arasında yaklaşık KKD-GGB, Ilıpınar köyü kuzeyinde Uzuncalı Tepe, Kalaycı Tepe ve Değirmen Tepe arasında KB-GD uzanan çizgisellikler yapısal unsurlar olarak değerlendirilerek sayısallaştırılmıştır. Bu ve diğer çizgiselliklerin

arazi gözlemleriyle denetlenmesi (doğrulanması) sonucu bir kısmı fay olarak haritalanarak ön yorumlamanın karar vericiye sağladığı bilginin hem doğruluğu hem de uygulanabilirliği görülmüştür (Şekil 19).

Yapısal unsurların değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntemde uydu görüntüleri ve kabartı haritalarından elde edilen çizgisellik haritalarıdır. Çizgisellik tanımı genel olarak uydu görüntülerinde ve kabartı haritalarında gözlemlenmiş tamamıyla jeolojik kökenli çizgisel unsurlar olarak tanımlanabilir (Kaymakçı, 2000; Dehandschutter, 2001; Kuterdem, 2005). Çizgisellikler bölgedeki aktif veya aktif olmayan faylara işaret etmemekte sadece çizgisel yapıları temsil etmektedir. Bu çalışmada jeolojik kökenli olmayan ancak çizgisel bir görünüm sunan karayolu, su kanalı, demiryolu, tarla sınırı gibi unsurlar çalışmada değerlendirilmemiştir.



Şekil 13. RGB:321 renk diziliminde Spot-5 uydu görüntüsü güncel tortul sınırları (bitki örtüsü, renk ve yapısal unsurlar kullanılarak haritalanmıştır).

Figure 13. Recent sedimentary boundaries derived from SPOT-5 Image RGB:321 (mapped by using the differences on vegetation, color and synthetic features).

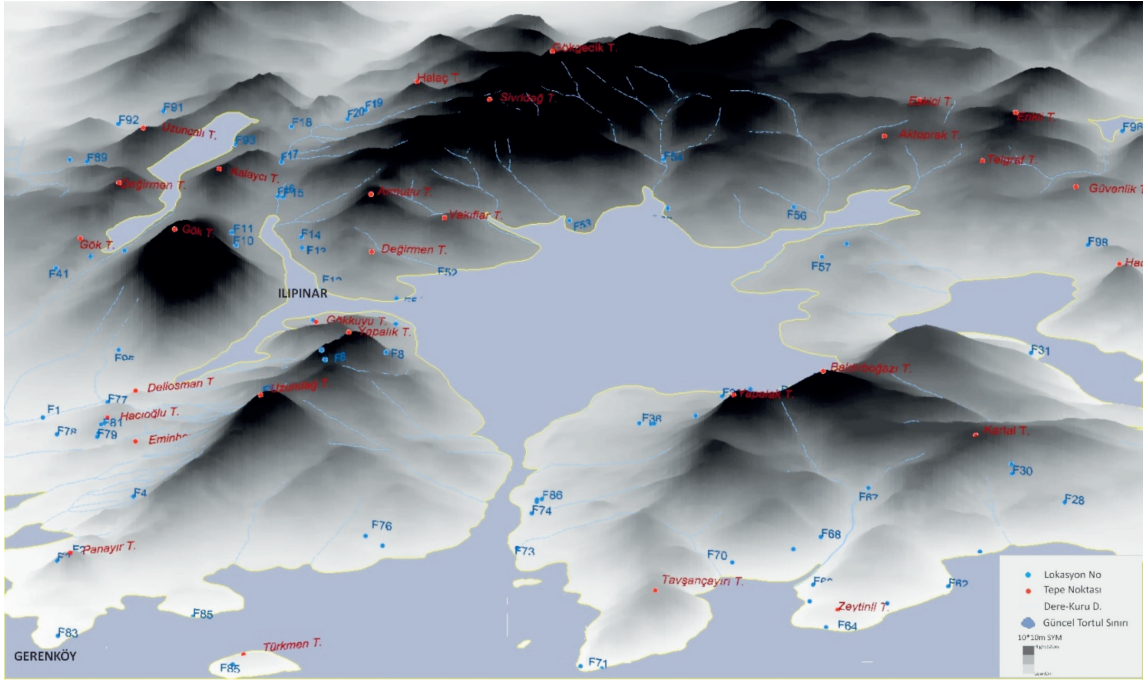
Çizgisellik analizinde uydu görüntülerinin kullanılması yaygın olarak tercih edilen bir yöntem olmakla birlikte HGK'lığı sayısal yükseklik verilerinin detaylı olması nedeniyle bu çalışmada sayısal yükseklik modelinden (SYM) türetilen kabartı haritaları kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modelinden türetilen kabartı haritaları; belli bir ışıklandırma açısı altında yüzey topoğrafyasına ait fiziksel özellikleri gösteren haritalar olarak tanımlanmaktadır (Dehandschutter, 2001). Bölgedeki hakim tüm yapısal unsurların ortaya konulması amacıyla kabartı haritaları oluşturulurken değişik ışıklandırma açıları (yönleri) kullanılmıştır. Kabartı haritalarında tektonik çalışmalarda her 90 derecede bir değişen (azimuth; 45°, 135°, 225° ve 315°) ışıklandırma yönlerinin iyi sonuç verdiği belirtilmektedir (Süzen, 2012). Bu çalışmada yukarıda belirtilen 4 ışıklandırma açısı kullanılarak

kabartı haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalardan 135° ışıklandırma açısı ile oluşturulan haritada topoğrafyanın terslendiği, vadilerin tepe veya sırt, yükseltelerin vadi şeklinde gözlemlendiği görülmüş ve 315° ışıklandırma açısına sahip haritanın çalışma alanının morfolojik yapısını daha iyi yansıttığı belirlenmiştir. 315° ışıklandırma açısı ile oluşturulan kabartı haritası üzerinde jeolojik kökenli olabilecek çizgisellikler işaretlenmiş çizgiselliklere ait doğrultu-gül diyagramı oluşturulmuş ve bu ışıklandırma açısı için çizgisel yapılar KD-GB gidişli bulunmuştur (Şekil 20). Tüm ışıklandırma açılarına ait çizgisellik verilerinin birleştirilmesiyle çalışma sahası çizgisellik haritası ve doğrultu-gül diyagramı oluşturulmuş ve egemen doğrultusu K30°D bulunmuştur (Şekil 21). Çalışma alanındaki yapısal özelliklerin (fay ve kıvrım eksenleri) KD-GB doğrultusu ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.



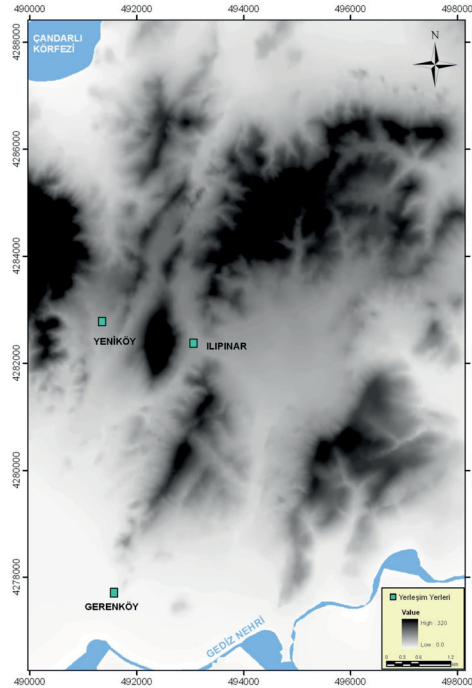
Şekil 14. Google Earth üzerine elle jeoreferanslama yöntemi ile aktarılan eğim haritası ve güncel tortulların sınırının çizilmesi. Harita üzerinde işaretli noktalar koordinatlı lokasyon noktalarıdır.

Figure 14. Mapping of recent sedimentary units by using classified slope map on Google Earth. Marked points on the map refers to coordinated field investigation locations.



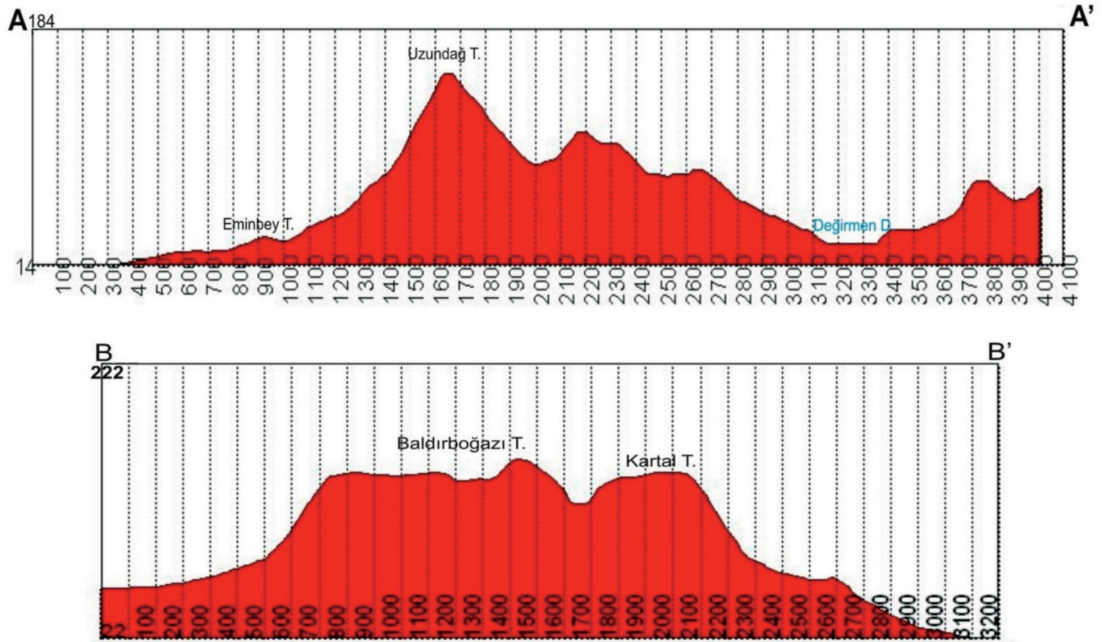
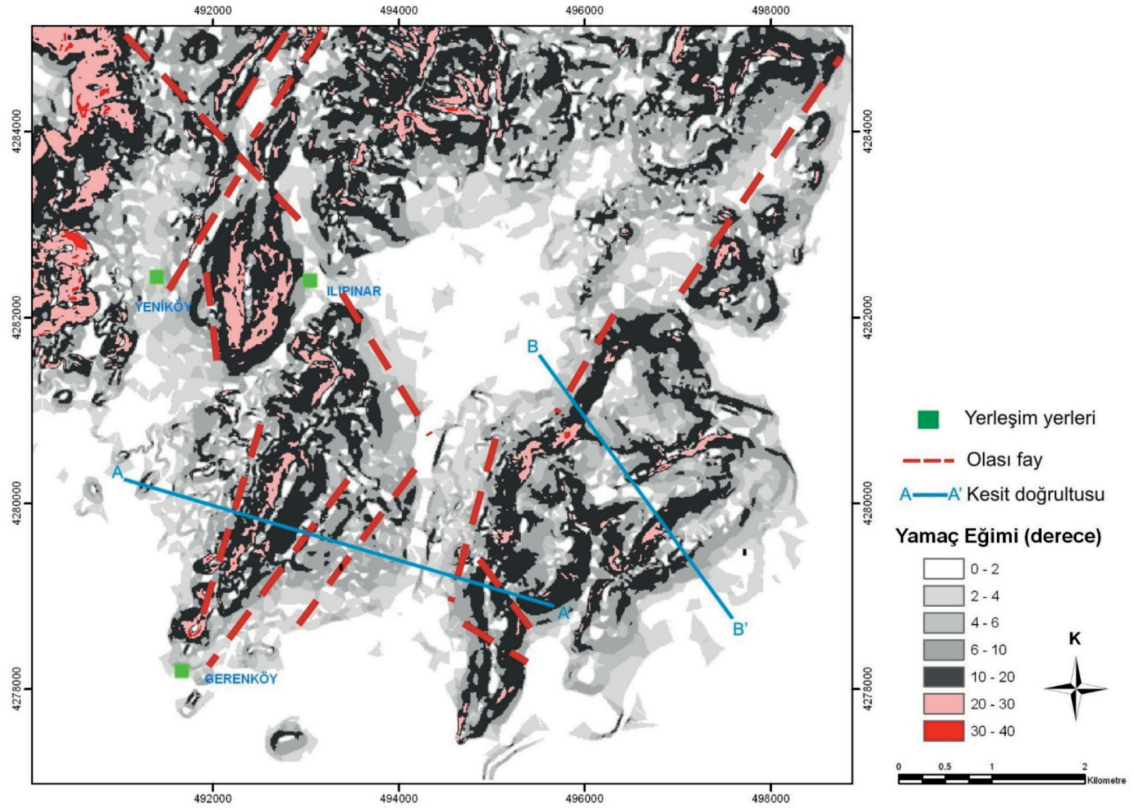
Şekil 15. 3 boyutlu SYM verisi üzerine inceleme, tepe noktaları, drenaj ağları ve güncel tortul verilerinin çakıştırılarak birim sınırlarının denetlenmesi.

Figure 15. Correlation of geological boundaries by merging peak points, drainage and recent sedimentary units on 3D DEM.



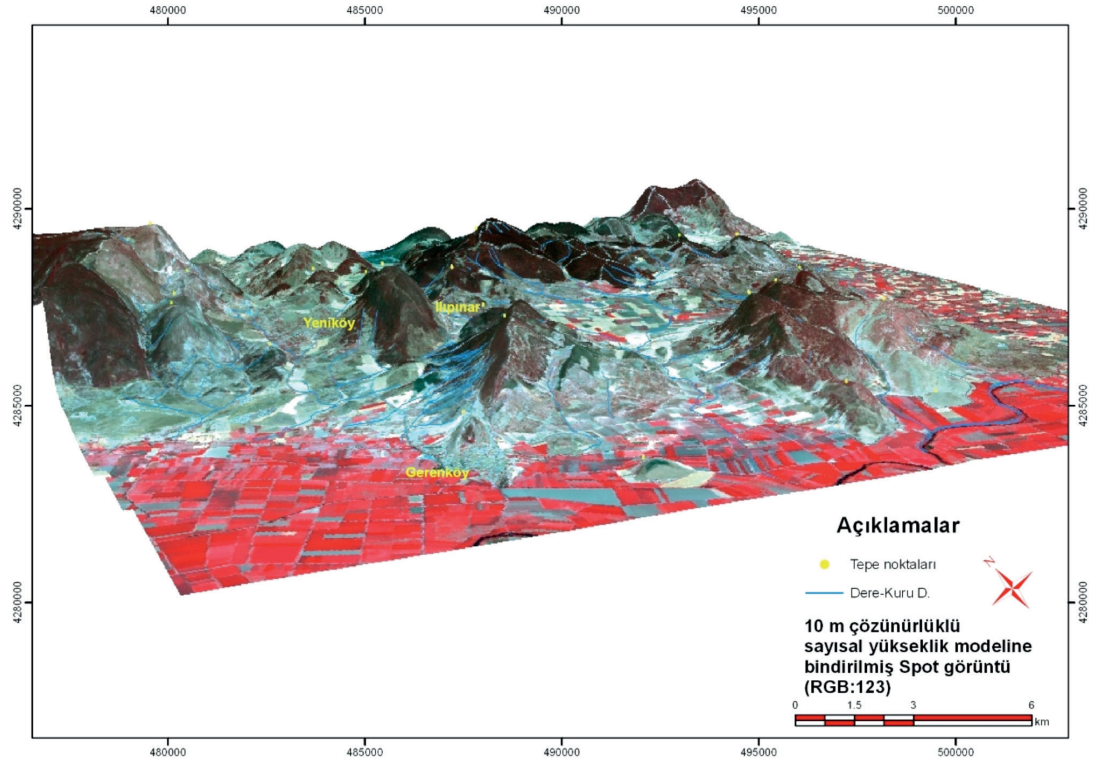
Şekil 16. Sayısal Yükseklik Modeli.

Figure 16. Digital Elevation Model.

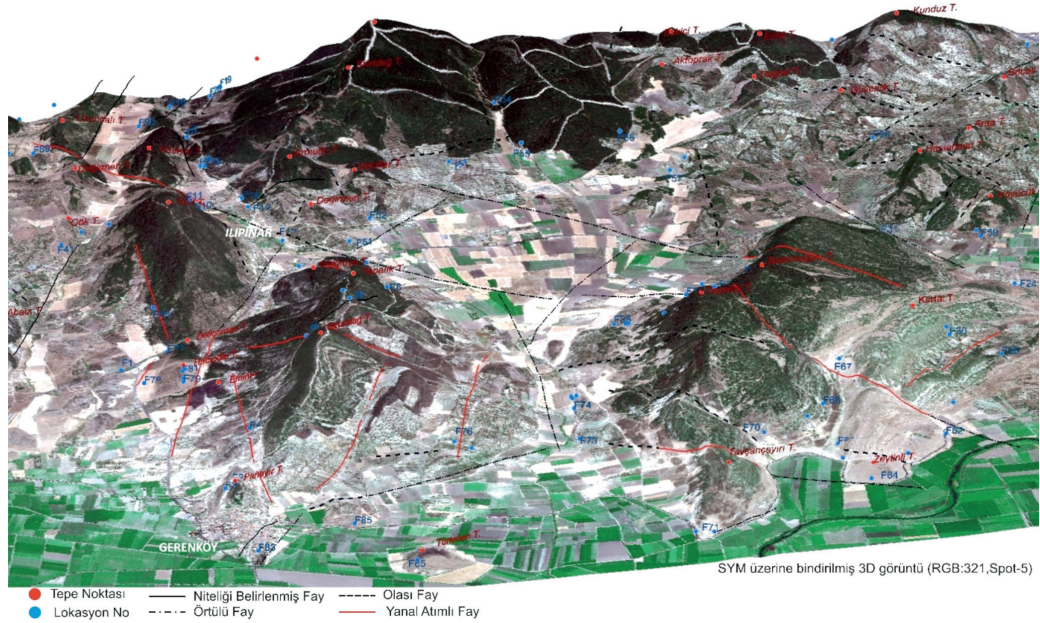


Şekil 17. Eğim haritasından çizilen olası faylı bölgeler ve topoğrafik kesitler.

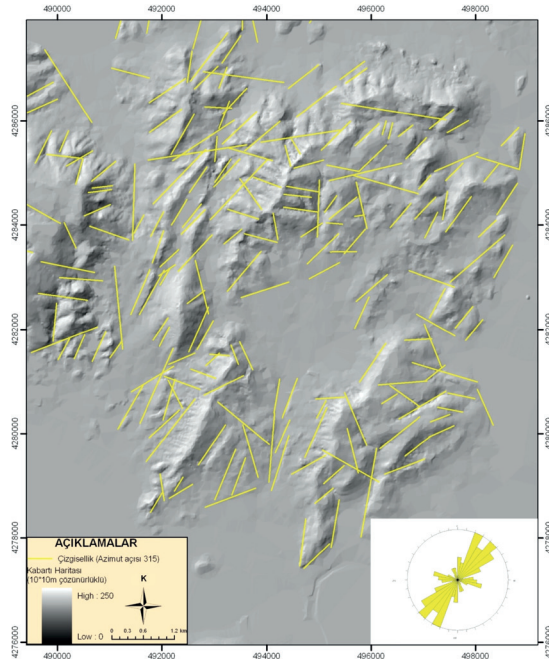
Figure 17. Probable fault zones drawn from slope map and topographic sections.



Şekil 18. SYM üzerine bindirilen Spot 2.5 m çözünürlüklü uydu görüntüsünde elde edilen üç boyutlu görüntü.
Figure 18. 3D image produced by overlying SPOT 2.5m. satellite imagery to DEM.

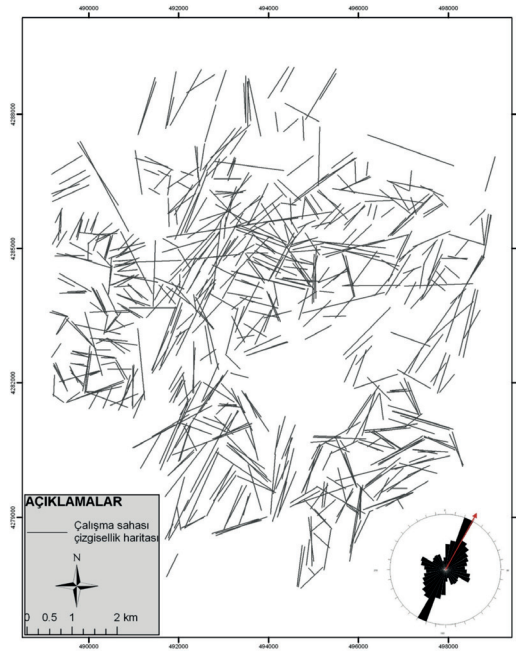


Şekil 19. 3 boyutlu Spot-5 uydu görüntüsü üzerinde haritalanan KKD-GGB ve KB-GD uzanımlı çizgisellikler.
Figure 19. NNW-SSE and NW-SE lineaments mapped by using 3D Spot-5 satellite image.



Şekil 20. Çalışma sahasındaki çizgiselliklerin belirlenmesinde kullanılan (azimuth; 315°) ışıklandırılmış kabartı haritası ve doğrultu-gül diyagramı.

Figure 20. Shaded Relief Map (Azimuth: 315°) and Rose Diagramme driven lineament of the study area.



Şekil 21. Tüm ışıklandırma açılarından elde edilen çizgisellik haritası ve doğrultu-gül diyagramı.

Figure 21. Lineament map driven by merging all shaded relief maps with different azimuths and the rose diagramme.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yaklaşık 72 km²'lik alanın jeolojik özellikleri saha gözlemleri, sahadan alınan kayaç örnekleri üzerinde yapılan petrografik/petrolojik incelemeler, topografik harita, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemleri ve uydu görüntüleri birlikte değerlendirilerek jeolojik birimlerin yanal ve düşey yöndeki yayılımı ve geometrik özellikleri belirlenmiş ve 1/25.000 ölçekli yerel jeoloji haritası hazırlanmıştır (Şekil 2).

Çalışma alanındaki istifin stratigrafik olarak çözümlenmesi sonucunda çalışma alanının genel stratigrafik özellikleri yeniden yorumlanmıştır. Sahada incelenen kayaç ve kayaç grupları, litostratigrafi ve litodem birimleri olarak yeniden tanımlanmıştır (Şekil 5). Çalışma alanında en altta Erken-Orta Miyosen yaşlı Foça Tüfü (Tmf) ve Geren ignimbirit üyesi (Tmfg) bulunmaktadır. Aliğa Formasyonu, altta karasal/gölsel kırıntılılarla başlayıp üste doğru gölsel kireçtaşları şeklinde devam etmektedir. Altta bulunan kırıntılı seviyeler ilk kez bu çalışmada 1/25.000'e yakın ölçekte haritalanabilir boyutta olması nedeniyle "üye" mertebesinde değerlendirilerek, "Gerenköy kırıntılı üyesi (Tmag)" olarak tanımlanmıştır. Önceki çalışmalarda Aliğa Formasyonu için yaklaşık 100 m civarında bir kalınlıkta öngörülürken, bu çalışmada hazırlanan jeolojik kesitlerde bu kalınlığın 100-150 m arasında değiştiği hesap edilmiştir. Foça Tüfü ve Aliğa Formasyonu arasındaki stratigrafik ilişki tartışmalıdır. Kimi araştırmalarda bu ilişki uyumsuz olarak kabul edilmiştir. Ancak bu çalışmada yapılan saha gözlemleri neticesinde bu ilişkinin yer yer uyumlu ve geçişli olduğu görülmüştür.

Çalışma alanında Foça Tüfü ve Aliğa Formasyonundan oluşan devamlı istif, Ilıpınar Bazaltı (Tmaib) tarafından magmatik uyumsuzlukla kesilmektedir. Ilıpınar Bazaltı,

KB-GD ve KD-GB doğrultulu kırık takımlarını kullanarak çalışma alanının kuzey ve kuzey batısında dayklar şeklinde yerleşmiştir. Sahadan alınan örnekler üzerinde yapılan petrografik incelemelere göre kayaç tanımı Bazaltik Dayk, Doleritik (Diyabazik) Dayk'dır. Saha gözlemlerinden ve ince kesit tanımlamalarından çıkan sonuç; bazaltın dayk şeklinde yerleştiği ve olasılıkla Aliğa Formasyonunun kireçtaşları arasına sil şeklinde sızması ile ara katman oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Önceki jeoloji haritalarına bakıldığında, çalışma alanının 1/25.000 ölçekli yerel jeoloji haritası güncellenirken sınırları en fazla değişen, güncel tortullara ait sınırlar olmuştur. Güncel tortullara ait sınırlar çizilirken yöreye ait uydu görüntüleri ve CBS ile üretilen tematik haritalar (eğim, kabartı vb. haritaları) kullanılmıştır.

Bu çalışmanın önemli bir bileşeni olan Coğrafi Bilgi Sistemi; sahadan elde edilen verilerin sayısal ortama aktarılması, jeolojik veri tabanı oluşturulması aşamalarında ve üretilen tematik (SYM, eğim, yamaç yönelim, kabartı) haritalar aracılığıyla jeolojik haritalama ve tektonik çalışmalarda kullanılmıştır. CBS ile beraber altlık veri olarak Spot uydu görüntüsü ile internet üzerinden ücretsiz yüksek çözünürlüklü Google Earth programının sunduğu görüntüler, güncel tortulların haritalanmasında ve tektonik çalışmalarda kullanılmıştır. Topografik harita, jeoloji haritaları, uydu görüntüleri, eğim haritası, 3 boyutlu sayısal yükseklik modeli ve drenaj haritası gibi altlıkların eşleştirilmesi güncel çökellerin haritalanmasında kolaylık sağlamış ve jeoloji çalışmalarında bu yöntemlerin hem hata oranını azaltmak hem de kazandırdığı zaman açısından önemli olduğunu vurgulanmıştır (Şekil 14 ve 15).

Çalışma alanının yapısal özellikleri belirlenirken saha gözlemleri, topografik harita, enine kesitler, uydu görüntüleri ve 3 boyutlu

kabartı haritaları kullanılarak oluşturulan çizgisellik haritaları birlikte değerlendirilmiş ve bu veriler kullanılarak bölgenin yeni tektonik haritası oluşturulmuştur. Bu haritaya göre çalışma alanı KD-GB, KB-GD ve K-G yönlü ve çoğunlukla yanal atımlı faylarla bugünkü şeklini almıştır. KD-GB, KB-GD ve K-G uzanımlı faylar çoğunlukla eğim bileşenine sahip sol yönlü yanal atımlı faylardır. Bir bölgenin morfolojik ve morfo-tektonik yapısı hakkında ön bilgi vermesi açısından SYM üzerine Spot-5 uydu görüntüsü çakıştırılması ile elde edilen 3 boyutlu uydu görüntüsü ve eğim sınıflaması kullanılacak yöntemler arasında olduğu görülmüştür (Şekil 17 ve 19).

Son olarak yerbilimlerine özgü çalışmalarda üretilen veya mevcut CBS ve UA verileri mutlaka saha gözlemleri ile denetlenmeli ve diğer jeolojik çalışmalarla birlikte değerlendirilme yolu tercih edilmelidir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma “İzmir Metropolü ile Aliğa ve Menemen İlçelerinde Güvenli Yapı Tasarımı için Zeminin Sismik Davranışlarının Modellenmesi” isimli TÜBİTAK-KAMAG 106G159 no’lu proje kapsamında yüksek lisans tezinin verilerini içermektedir. CBS çalışmalarında üretilen ve kullanılan verilerin önemli bir kısmı tez kapsamında üretilmiş bir kısmı ise proje kapsamında üretilen verilerdir. Proje verilerinin kullanılması ve arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı proje ekibine teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

Study area covers 72 km² area geographically in the NW İzmir between Foça, Aliğa and Menemen districts (Figure 1). The area is located geologically within İzmir-Ankara Suture Zone

(Brinkmann, 1966) between Sakarya Continent in the North, Menderes Massif in the South East and Karaburun Geological Belt in South West. This tectonic zone is defined as Union by Yılmaz (1997). This union is the pre-Neogene Basement and also termed as “Bornova Flysc Zone” or “Bornova Complex” by Erdoğan (1990). These basement rock are angular unconformably covered by Miocene sedimentaries and volcanic rocks. Neogene units are mainly comprised of extended terrestrial sediments (river-lacustrine) and volcanic rocks and they Show very complex characteristics.

Early-Mid Miocene Foça Tuff (Tmf) and Geren Ignimbrite (Tmfg) units are the stratigraphically base units of the study area. This volcanic unit is overlaid concordantly and transitively by Lacustrine Limestones of Mid Miocene (langien) Aliğa Formation and with the clayey limestone-mudstone-marn units of Gerenköy Unit (Tmag) that was mapped for the first time with this study. These units are cut by Mid-Miocene (Serravalien) Ilıpınar Basalt (Tmab). This is overlaid discordantly by recent terrestrial units (Figure 2 and 5). Sattelite Maps and the GIS supported value added topographic maps (slope, hill shade maps) were extensively used when mapping the recent sedimentary units those cover all stratigraphical units of the area with angular discordance (Figure 14 and 15).

Structural features of the region is also determined by using joint assesment of lineament maps driven from hill-shade maps and satellite imagery, geological maps and lateral cross-sections (Figure 19 and 20). Main strike-slip faults those have shaped the area are characterised by NE-SW, NW-SE and NE directional 3 fault systems and morphology of the area was shaped by NE-SW directional left lateral strike slip faults. Strike and slip directions of lithologies and general tendencies of faults and folds points out that

main compression in the area occurred in NW-SE direction.

GIS and Remote Sensing Technologies are extensively used for analysis and interpretation in geological sciences likewise in other scientific disciplines. The advantages and user friendly benefits of GIS and Remote Sensing in geology is beyond the argument and must always be supported with field observations when applied.

With the GIS component of this study all field data were digitized to GIS environment, geological maps were digitised and analysed and all thematic maps produced (DEMs, Slope Map, Aspect Map, etc) were analysed and their benefits in the use of geological studies were assessed and presented. With the support of GIS, satellite imageries were used in mapping recent sedimentary units and tectonic features. All existing previous studies and produced GIS and Remote Sensing products within this study were evaluated within integrating manner.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akay, E., 2000. Magmatic and Tectonic Evolution of The Yuntdağ Volcanic Complex Western Anatolia. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 128s, İzmir.
- Altunkaynak, Ş., Yılmaz, Y., 2000. Foça Yöresinin Jeolojisi ve Aktif Tektoniği, Batı Anadolu. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu, 24-27 Mayıs, İzmir, 160-165.
- 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(4-6), 579-607.
- Brinkmann, R., 1966. Geotektonische Gliederung von Westanatolien. NeusJahrb. Geol. Palaontol, Monatsh, 603-618.
- Dehandschutter, B., 2001. Study of The Recent Structural Evolution of Continental Basins in Altai-Sayan Central Asia. Erişim Tarihi: 20.10.2011. <http://users.pandora.be/boris.dehandschutter>.
- Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A.E., Hakyemez, Y., Sevin, D., 1998. İzmir ve Kuzeyinin Jeolojisi, Tersiyer Volkanizmasının Petrografik ve Kimyasal Özellikleri. MTA Rapor No: 10181, 120s.
- Emre, T., Sözbilir, H., 2005. Küçük Menderes Grabeni Doğu Ucundaki Andezitlerin Başova-Kiraz/İzmir Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyası. MTA Dergisi, 131, 1-19.
- Ercan, T., Satır, M., Sevin, D., Türkecan, A., 1996. Batı Anadolu'daki Tersiyer ve Kuvaterner Yaşlı Volkanik Kayaçalarda Yeni Yapılan Radyometrik Yaş Ölçümleri Yorumu. MTA Dergisi, 119, 103-112.
- Erdoğan, B., 1990. İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar Arasındaki Bölgede Stratigrafik Özellikleri ve Tektonik Evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 2, 1-20.
- Erkül, F., Helvacı, C., Sözbilir, H., 2005. Evidence for Two Episodes of Volcanism in the Bigadiç Borate Basin and Tectonic Implications for Western Turkey. Geological Journal, 40, 545-570.
- Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege Çöküntüsünün Neojen Stratigrafisi ve Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 22, 35-58.
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-Stratigraphical Evolution of the Çankırı Basin Central Anatolia, Turkey. Geologica Ultraiectina, Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen Universiteit, Phd. Thesis, 247s, Utrecht.
- Kuterdem, N.K., 2005. Eskipazar (Karabük Güneyi) ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Arasındaki Bölgenin Morfo-Tektonik Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 94s, Ankara.
- Lang, L., 2001. Managing Natural Resources with GIS, ESRI Press, USA.

- Okay, A.İ., Satır, M., 2000. Coeval Plutonism and Metamorphism in a Latest Oligocene Metamorphic Core Complex in Northwest Turkey. *Geological Magazine*, 137, 495-516.
- Savaşçın, M.Y., Güleç, N., 1990. Relation Between Magmatic and Tectonic Activities in West Turkey. *International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region*, İzmir, 300-313.
- Seyitoğlu, G., Anderson, D., Nowell, G., Scott, B., 1997. The Evolution From Miocene Potassic to Quaternary Sodic Magmatism in Western Turkey: Implications for Enrichment Processes in the Lithospheric Mantle. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 76, 127-147.
- Süzen, M. L., 2012. Sözlü ve yazılı görüşme. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Ankara.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Türkecan, A., Ercan, T., Sevin, D., 1998. Karaburun Yarımadası'nın Neojen Volkanizması. MTA Rapor No: 10185, 28s.
- Uysal, K., 2011. Eğirdir-Burdur Gölleri Çevrelerindeki Pliyo-Kuvaterner Çökellerinin Stratigrafik, Sedimantolojik ve Bazı Tektonik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 267s, Isparta.
- Yılmaz, Y., 1997. Geology of Western Anatolia. In Schindler, C., Pfister, M. (Ed.) *Active Tectonics of Northwestern Anatolia The Marmara Poly Project; A Multidisciplinary Approach by Space Geodesy, Geology, Hydrogeology, Geothermics and Seismology* (31-53). Vdf. Hochschulverlag, an der ETH Zurich.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., 2001. Two Contrasting Magmatic Associations of NW Anatolia and Their Tectonic Significance. *Journal of Geodynamics*, 31, 243-271.

Makale Geliş Tarihi : 17 Aralık 2015
Kabul Tarihi : 11 Ocak 2016

Received : 17 December 2015
Accepted : 11 January 2016