




Kilistra ignimbiritlerinin uzaktan algılama yöntemleriyle yeniden haritalanması ve Beyşehir Havzası'nın (GB Konya/Türkiye) CBS tabanlı çizgisellik analizi

Mesut Gündüz*¹

¹Volkanoloji ve Magmatik Petroloji Araştırma Grubu, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Türkiye, mesutgunduz24@hotmail.com

Kaynak Göster: Gündüz, M. (2025). Kilistra ignimbiritlerinin uzaktan algılama yöntemleriyle yeniden haritalanması ve Beyşehir Havzası'nın (GB Konya/Türkiye) CBS tabanlı çizgisellik analizi. Geomatik, 10 (1), 75-90

DOI: 10.29128/geomatik.1533893

Anahtar Kelimeler

Uydu görüntüleme
Kilistra ignimbiritleri
Çizgisellik analizi
Beyşehir Havzası
Konya

Araştırma Makalesi

Geliş: 15.08.2024
Revize: 27.09.2024
Kabul: 01.10.2024
Çevrim İçi Yayınlanma:
08.11.2024



Öz

Yerbilimlerinde geniş bir kullanım alanına sahip uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) jeolojik haritalama veya mevcut haritaların güncellenmesinde, özellikle tektonik süreksizliklerin yorumlanmasına ilişkin çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Beyşehir Havzası, sahip olduğu jeolojik çeşitlilik ve gösterdiği tektonik nitelikleri nedeniyle bu çalışmada plot uygulama alanı seçilmiştir. Bu nedenle, Landsat-8 OLI uydu görüntülerine uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak "temel bileşenler analizi (PCA)" ile "kontrolsüz sınıflandırma" teknikleri uygulanmış ve Erenlerdağ-Alacadağ Volkanik Kompleksinin (ErAVK) doğu yamacındaki (GB Konya/Türkiye) kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan Kilistra ignimbiritlerinin yeniden haritalanması gerçekleştirilmiştir. Böylece bu çalışmada, oldukça kompleks ve karmaşık yerleşim dinamikleriyle karakterize olan ignimbiritlerin, jeolojik haritalama ve saha çalışmalarını kolaylaştıracak pratik bir uygulamanın yöntemleri detaylarıyla sunulmuştur. Ek olarak, Miyo-Pliyosen yaşlı akarsu-göl çökelleri ve volkaniklerin (ErAVK) yer aldığı Beyşehir Havzası'nın tektonik gelişimini daha iyi anlamak için CBS yöntemlerinden faydalanılarak bölgede var olan morfo-tektonik yapılar üzerinde çizgisellik analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, bölgenin morfolojik yapısını şekillendiren kuvvetlerin tektonik hareketlerle doğrudan ilişkili olduğu göstermiştir. Bu analizler neticesinde, ortaya çıkan kinematik sonuçlar; Beyşehir Havzası'nı şekillendiren tektonik gerilme ve hâkim faylanma (eğim-atımlı normal faylar) doğrultularının KB-GD ve KD-GB yönlü olduğunu ortaya koymuştur.

Re-mapping of the Kilistra ignimbrites using remote sensing methods and GIS-based lineament analysis of the Beyşehir Basin (SW Konya/Türkiye)

Keywords

Satellite imaging
Kilistra ignimbrites
Lineament analysis
Beyşehir Basin
Konya

Research Article

Received: 15.08.2024
Revised: 27.09.2024
Accepted: 01.10.2024
Online Published:
08.11.2024

Abstract

Remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS), which have a wide range of uses in geosciences, are used extensively in geological mapping (or updating), determining the boundaries of different lithologies, and detecting of tectonic discontinuities. The Beyşehir Basin has been selected as a plot area due to its geological diversity and tectonic characteristics in this study. Thus, "principal component analysis (PCA)" and "map classification" techniques were applied to Landsat-8 OLI satellite images by using remote sensing methods and re-mapping of the Kilistra ignimbrites extending in the northwest-southeast direction on the eastern slope of the Erenlerdağ-Alacadağ Volcanic Complex (ErAVC) (SW Konya/Türkiye). The methods of a practical application in details that will facilitate geological mapping and field studies of ignimbrites, which are characterized by quite complex settlement dynamics, are presented in this study. Additionally, to better understand the tectonic development of this basin, where Mio-Pliocene aged fluvial-lacustrine sediments and volcanics (ErAVC) are located, lineament analysis was applied by using GIS methods on the morpho-tectonic structures in the region. The results showed that a direct relationship between the forces shaping the area's morphology and tectonic movements in the region. As a result of these analyses, and according to their kinematics are; the tectonic stress and dominant faulting (dip-slip normal faults) directions shaping the Beyşehir Basin have been determined as NW-SE and NE-SW.

1. Giriş

Beyşehir Havzası (GB Konya/Türkiye) içerisinde yer alan volkanik birimler ve havzayı oluşturan yapısal özellikler birçok çalışmanın başlıca araştırma konusu olmuştur (Asan ve ark., 2024; Besang ve ark., 1977; Keller ve ark., 1977; Doğan ve Koçyiğit, 2018; Gürbüz ve ark., 2021; Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2018; Temel ve ark., 1998). Beyşehir Havzası çoğunlukla normal faylarla sınırlandırılan bir graben benzeri çöküntü havzası karakteristiğine sahiptir. Söz konusu havzanın büyüklüğü ve volkanik yapıların yaygınlığı ile bunların piroklastik eşlenikleri göz önünde bulundurulduğunda, uzaktan algılama ve CBS uygulamalarının sağladığı avantajlar (hızlı veri toplama ve işleme) bölgesel ölçekli çalışmalarında birçok kolaylığı beraberinde getirmektedir.

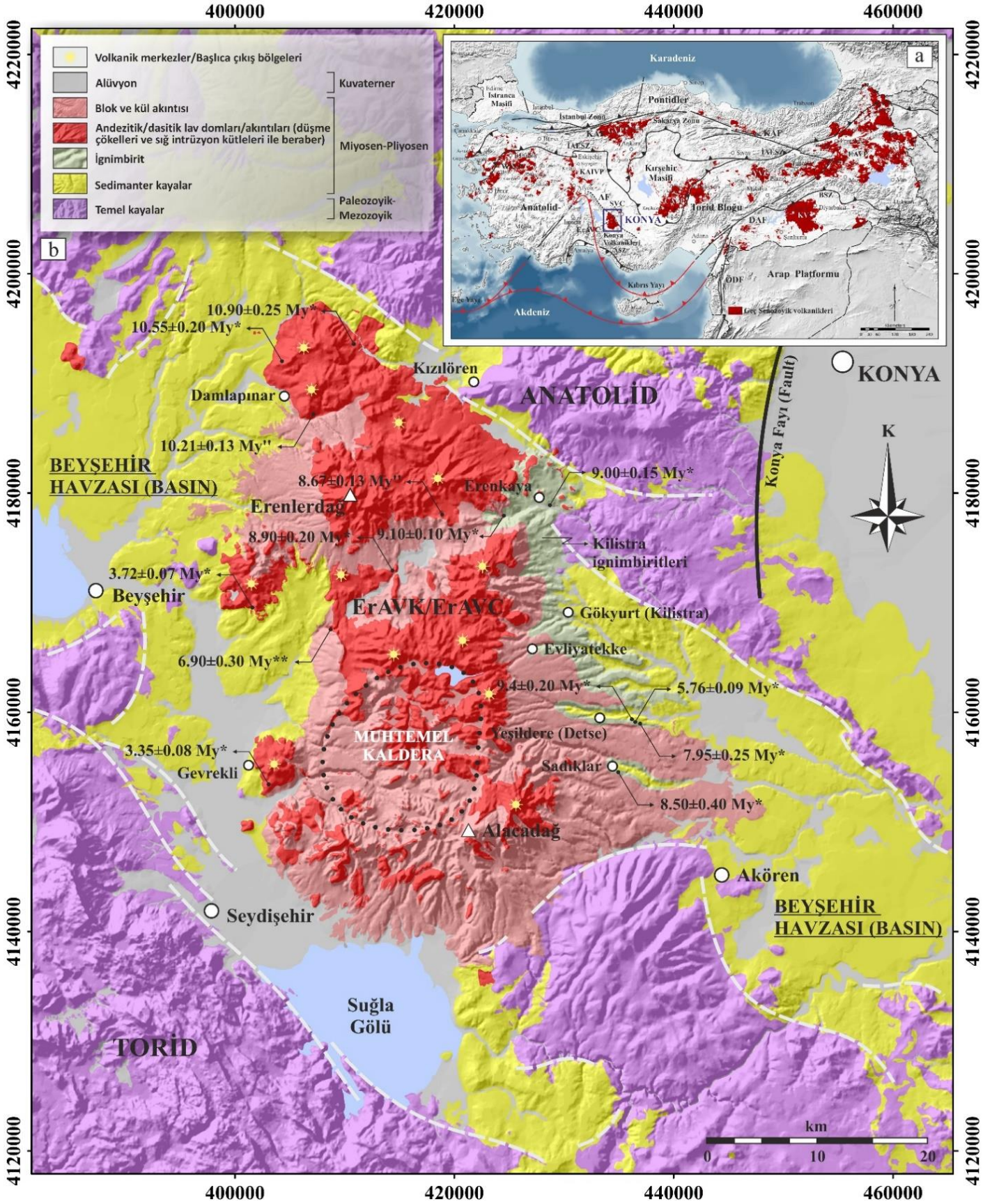
Bölgede geniş yayılım gösteren Erenlerdağ-Alacadağ Volkanik Kompleksi (ErAVK), Beyşehir Havzası içerisinde kuzey-güney yönlü bir uzanımına sahip olup doğu yakasında geniş alanlar kaplayan ignimbiritlerin varlığı ile karakteristiktir. İgnimbiritler; hızlı yerleşim ve sedimentasyon özellikleri (Branney ve Kokelaar, 2002) nedeniyle saha çalışmaları açısından oldukça kompleks ve özel bir piroklastik akma çökelleridir. Bundan dolayı volkanik sahalarda ignimbiritlerin tanımlanması, yerleşim özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanması birçok zorluğu beraberinde getirmektedir (Thorpe ve Brown, 1985). Fakat uzaktan algılama (UA) uygulamalarının son yıllarda sunduğu avantaj sayesinde birçok geleneksel yerinde ölçme yöntemlerine kıyasla daha pratik teknikleri, güncel-dijital veri elde etme ve bu verileri oldukça hızlı işleme kolaylığına sahiptir. Ayrıca, UA ve CBS birçok farklı branşta kendine uygulama alanı bulmuştur. Örneğin; Hava kirliliği ve Şehirleşme (Aydinoğlu ve ark., 2022; Gull ve Mahmood, 2022; Kotan ve Erener, 2023; Sarı ve Adıgüzel, 2023; Sert ve ark., 2017), Hidroloji ve Hidrojeoloji (Ateş ve ark., 2024; Kaynarca ve ark., 2020; Orhan ve ark., 2019; Yağmur ve ark., 2020), Doğal afetler için risk değerlendirme (Aydın ve ark., 2022; Öcül ve Şişman, 2023) analizleri ve benzeri alanlarda yaygın kullanıma sahiptir. Söz konusu teknolojilerin yer kabuğu ile fiziksel bir bağlantı olmaksızın veri analizini mümkün kılmasıyla son zamanlarda yerbilimlerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Gül ve ark., 2019; Kayadibi ve ark., 2008; Lillesand ve Kiefer, 1994; Salamba ve ark., 2019). Örneğin demir oksit/hidroksit ve kil mineralleri gibi hidrotermal alterasyon mineralleri belirli bir spektral aralıkta yüksek yansımaya sahipken, bazı spektral aralıklarda soğurma (düşük yansımaya) göstermektedir (Kalelioğlu, 2013; Kalelioğlu ve ark., 2009). Bu sayede en uygun spektral aralıklar, bant kombinasyonları ve temel bileşenler analizi (principal component analysis-PCA) teknikleri uygulanarak Kilistra ignimbiritlerinin UA yöntemleriyle yeniden haritalanması ve volkanik saha içerisinde (ErAVK) dağılım alanlarının tahmini daha anlaşılır ve belirgin olabilmektedir.

Öte yandan, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) sağladığı analitik çözümlerle nedeniyle jeolojik çalışmalarda giderek daha önemli bir hale gelmektedir. Kısaca yerbilimlerinde CBS, sahadan elde edilen verileri depolamak, düzenlemek, görüntülemek ve coğrafik-jeolojik sorunları çözümlmek için kullanılan bilgisayar

tabanlı sistemlerdir. Bu nedenle, CBS yöntemleri; a) tektonik yapıların türü, şekli ve boyutları, b) litolojik birimlerin 3B yerleşim özellikleri, c) kaya gruplarının hacmi ve alansal dağılımı ile birlikte morfolojik karakteristiklerini belirlemek için oldukça kullanışlıdır (Greninger ve ark., 1999; Kervyn, 2008; Solomon ve Ghebreaab, 2011). Tüm bunların yanı sıra CBS jeolojik kökenli çizgiselliklerin dijital yükseklik haritaları (yani gölgeli kabartma haritaları vb.) kullanılarak üç boyutta analitik olarak işlenmesinde oldukça büyük fayda ve kolaylık sağlamaktadır (Aksoy, 2001; Arlegui ve Soriano, 1998; Coşkuner ve ark., 2018; Eren ve ark., 2018; Jacques ve ark., 2012; Kavak ve Çetin, 2007; Köküm, 2019; O'leary ve ark., 1976; Sedrette ve Rebai, 2016; Tekin ve Sağular, 2016). CBS ile inceleme alanındaki morfo-tektonik yapıların işlenmesi ve çizgisellik analiziyle (lineament analysis) Beyşehir Havzası'nı sınırlayan fay topluluklarına ait (Abazdağı, Beyşehir ve Seydişehir fay zonları vb.) (Aksoy, 2019; Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2018) hâkim doğrultuları ve ekstansiyon yönleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Özetle, bu çalışma kapsamında CBS tekniklerinin kullanılmasının temel amacı ErAVK'nin bir parçası olan Beyşehir Havzası'na ve yakın çevresine çizgisellik analizini uygulanarak bölgenin morfo-tektonik yapısına etki eden faktörler ile tektonik gerilim yönlerinin tespiti olup yöre jeolojisine katkı sağlamaktır.

2. Beyşehir Havzası'nın Jeolojisi

Torid-Anatolid bloğu üzerinde yer alan ErAVK, farklı stratigrafik, litolojik ve volkanik yapılar içeren, graben yapıları ile karakterize edilen Beyşehir Havzası'nda yer almaktadır (Şekil 1). ErAVK volkanizmasını kontrol eden Beyşehir Havzası çoğunlukla kuzeybatı-güneydoğu yönlü paralel ve/veya paralele yakın normal faylarla ilişkilidir. ErAVK çevresinde yüzeyleyen Miyo-Pliyosen yaşlı akarsu-göl çökelleri bölgedeki fay kontrollü bir dağarası (intermontane) havzanın kanıtıdır (Doğan ve Koçyiğit, 2018; Gürbüz ve ark., 2021; Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2018). Ayrıca bu graben sistemi güneybatıdan Toros kuşağı (Torid), kuzeydoğudan Afyon kuşağı (Anatolid) ile çevrilidir. Orta Toroslar bölgesi, çeşitli otokton ve allokton kristalin-metamorfize temel kayaların bir topluluğudur (Dean ve Monod, 1970; Göğer ve Kırıl, 1969; Göncüoğlu ve ark., 2007; Göncüoğlu ve Kozlu, 2000; Gürsu ve ark., 2003; Karadağ, 2014; Moix ve ark., 2008; Özgül, 1976; Robertson ve ark., 2013; Şengör ve ark., 2019; Turan, 2010). ErAVK etrafındaki temel kayalar Paleozoyikden Mezozoyiğin sonuna kadar değişen aralıkta metakarbonatlar ve metamarlara ardalanan metakırıntılı kayalardan oluşmaktadır (Coşkuner, 2022; Coşkuner ve Eren, 2024; Eren, 1996; Eren ve ark., 2004; Karadağ, 2014). Bu kristalin temel kayalar Neojen-Kuvaterner yaşlı akarsu-göl ortamını temsil eden yer yer tatlı su gastropodlarının (*Planorbis sp.*) gözlemlendiği kireçtaşı, çakıltaşı, kumtaşı ve silttaşı gibi karasal sedimentler kayalar tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Eren, 1996; Hakyemez ve ark., 1992; Koç ve ark., 2012; Özkan ve Söğüt, 1998; Turan, 2020).



Şekil 1. a) Ana kenet kuşaklarını, yay sistemlerini (kırmızı çizgiler), tektonik blokları (siyah çizgiler) (Okay ve Tüysüz, 1999) ve çarpışma sonrası (Geç Senozoyik) ortamda gelişen başlıca volkanik alanların dağılımını gösteren harita (MTA, 2013). b) Konya batısının basitleştirilmiş jeoloji haritası (Keller ve ark., 1977; Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1/100000 jeoloji haritası). Yaş dağılımları ve tarihlendirme sonuçları; K/Ar (Besang ve ark., 1977)*, (Platzman ve ark., 1998)** ve U-Pb (Rabayrol ve ark., 2019)**.

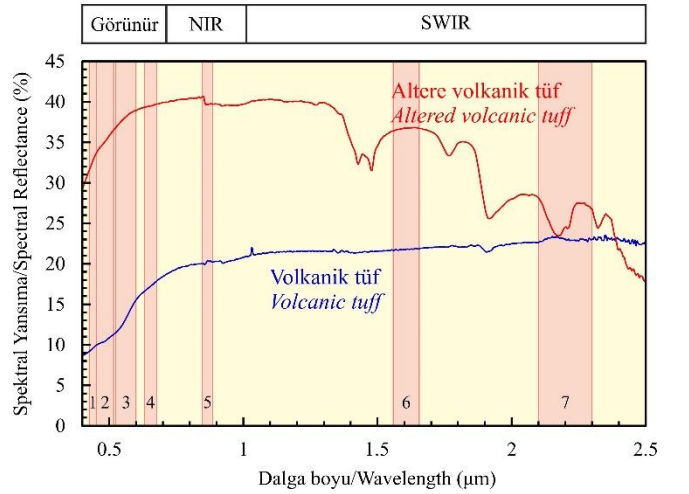
Bölgedeki Neojen volkanik kayaları (ErAVK) geniş bir kimyasal bileşim aralığına (%53-72 SiO₂) sahip olup unimodal bir karaktere sahiptir (Asan, 2017; Asan ve ark., 2021). ErAVK, toplam alkali-silika diyagramına göre bazaltik andezit (anklavlar), riyolite kadar değişen bir aralıkta izlenir. Bu volkanik kayalar ilk olarak Keller ve ark. (1977) tarafından kalk-alkali andezit ve dasit, nadiren de bazaltik andezit ve riyolitik bileşimli volkanik birimler olarak tanımlanmış ve dalma-batma ile ilişkili bir volkanizmanın sonucunda oluşmuş oldukları ileri sürülmüştür. Aynı zamanda Keller ve ark. (1977) bu kayaların ilk jeolojik, jeokimyasal (ana oksitler, çok sınırlı iz element ve Sr izotopları) verilerini ortaya koyarken Besang ve ark. (1977) jeokronolojik (K/Ar radyometrik yaşı) verilerini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmalarda volkanik ürünlerin lav domları/lav akıntısı, piroklastik düşme ve akıntı (blok ve kül akıntıları ve ignimbiritler gibi) çökellerinden oluştuğu gösterilmiştir (Keller ve ark., 1977). Ek olarak volkanizmanın Miyosen'den (10.90±0.25 My) Pliyosen'e (3.35±0.08 My) kadar geniş bir süre devam ettiği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Farklı iki çalışmada ise ErAVK'nin lav dom/akıntıları, Platzman ve ark. (1998) tarafından K/Ar yöntemi (örn. 6.9±0.30 Ma) ve Rabayrol ve ark. (2019) tarafından U-Pb yöntemi (örn. 8.67±0.13 ila 10.21±0.13 Ma) kullanılarak tarihlendirildi. Temel ve ark. (1998) tarafından ErAVK'nin Sr-Nd izotop verileri ortaya konulmuş olup ortaç ve felsik volkanik kayaların yüksek Sr ve düşük Nd izotoplarına sahip olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca Temel ve ark. (1998) söz konusu volkanik kayaların Afrika levhasının Anadolu levhasının altına dalmasıyla ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır. Son olarak Asan ve ark. (2021), ErAVK'nin genişlemeye bağlı çarpışma sonrası volkanizma ile ilişkili olduğunu ileri sürmüştür.

3. Materyal ve Yöntemler

Bu çalışmanın birinci aşaması olarak; bölgenin jeoloji haritası, uydu görüntülerinin (Landsat-8 OLI) ENVI ve ArcGIS gibi programlar aracılığıyla işlenmesiyle oluşturulmuştur. Bunun için ilk olarak ENVI kullanılarak altere ve altere olmamış volkanik tüfler için spektral yansımaya (%) değerleri (United States Geological Survey-USGS'den) tespit edilmiştir. Ardından Landsat-8 (OLI) bantlarına ait olan her bir aralık, elde edilen spektral yansımaya (%) değerleri ile karşılaştırılarak altere tüfler için en ideal bant aralıkları belirlenmiştir (Şekil 2).

İnceleme alanı ve çevresini temsil eden Landsat-8 (OLI) uydu görüntüsündeki farklı litoloji ile doğal ve doğal olmayan yapılara ait multispektral fazlalıkları ortadan kaldırmak için ilk olarak temel bileşenler analizi (PCA) uygulanmıştır. Bu yöntemde birbiriyle iyi korelasyon gösteren değişkenler, birbiriyle iyi korelasyon göstermeyen yeni bir değişken veri kümesine dönüştürülme esasına dayanmaktadır. Kısaca temel bileşenler (PC), orijinal veri vektörünün matris çarpımından kaynaklanan doğrusal bir veri kümesini temsil etmektedir (Tablo 1) (Genç ve Smith, 2005; Lilesand ve Kiefer 1994; Rogerson 2001). Daha sonra PCA haritasındaki her bir raster pikseline ait yansımaya değerlerine göre "kontROLSÜZ sınıflandırma"

(unsupervised classification) yöntemi kullanılarak inceleme alanı ve çevresini kapsayan bir sınıflandırma haritası oluşturulmuştur. Bu yöntem, UA görüntülerine ait pikselleri otomatik olarak benzer spektral yansımaya değerlerinin gruplandırılması metoduna dayanmaktadır (Pour ve ark., 2019; Siegal ve Abrams, 1976; Smillie ve ark., 2023). Elde edilen sınıflandırma sonuçlarından Kiliştra ignimbiritlerinin yaygın olarak yüzelediği alana ait çıktılar mevcut jeoloji haritası (MTA, 2013) üzerine işlenmiştir. Ardından, Kiliştra ignimbiritleri ve çevresine ait bu sınıflandırma haritasında belirlenen lokasyonlara odaklanılarak mevcut jeoloji haritası saha gözlemleri ile detaylandırılmıştır.



Şekil 2. Altere ve altere olmamış volkanik tüfler için spektral yansımaya (%) değerleri (USGS). Landsat-8 (OLI) bantlarına ait her bir aralık sütunlar halinde gösterilmektedir. NIR: Yakın Kızılötesi ve SWIR: Kısa Dalga Kızılötesi.

ErAVK'nin yapısal elemanları, SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) veri seti kullanılarak elde edilen üç boyutlu (3B) haritalar üzerinden incelenmiştir. Temel bileşenler dönüşümü (principal components transformation) yöntemi kullanılarak PCI Geomatica programı yardımıyla bölgenin çizgisellik haritaları oluşturulmuştur. Gölgeyi rölyef haritaları üzerinden (SRTM: 90×90m), Azimut: a) 0°, b) 45°, c) 90°, d) 135° ve Azimut: a) 180°, b) 225°, c) 270°, d) 315° rotasyonları kullanılarak bölgeye ait çizgisellik haritaları elde edilmiştir.

Çizgisellik haritaları çoğunlukla kompleks ve karmaşık haritalar olup elde edilen sonuçlar; jeoloji (örneğin; faylar vb.) ve sırt, vadi, dere gibi morfoloji ilişkili "doğal kökenli" yapılara veya yol, su kanalı, baraj ve köprüler gibi "yapay kökenli" yapılara ait çıktılar olabilir. Bundan dolayı yapılacak çalışmanın doğruluğu ve daha sağlıklı çıkarımlar yapılabilmesi açısından incelemenin ana temasına ve içeriğine göre elde edilen çizgisellik sonuçlarının revize edilip tekrar işlenmesi gerekebilir. Böylece, bu çalışma kapsamında söz konusu sorunlardan kaçınmak ve elde edilen çizgisellik sonuçlarının daha sağlıklı işlenebilmesi için önceki çalışmalara ait jeoloji verilerine dayanılarak elde edilen oldukça yüksek sayıdaki çizgisel çıktılarının bir kısmı elimine edilmek suretiyle revize edilmiştir (bkz. Bölüm

5.2). Daha sonra elde kalan 384 farklı çizgisellik çıktısına ait azimut datası bu çalışmanın ikinci aşaması olarak RocksWorks programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Böylelikle, Beyşehir Havzası'nı oluşturan ekstansiyonel kuvvetlere ait gerilme eksenlerinin doğrultularını en iyi şekilde temsil eden çizgisel yapılar, gül diyagramı ve bar (çubuk) diyagramı halinde işlenerek bu çalışma kapsamında gösterilmiştir.

4. Kilistra İgnimbiritleri

Önceki çalışmalarda ve bölge jeolojisi ile ilgili literatürde detaylandırılmış dört farklı ignimbirit birimi bildirilmiştir (Besang ve ark., 1977; Keller ve ark., 1977; Temel ve ark., 1998). Bunlar stratigrafik bir şekilde alttan üste doğru; 1) Kızılören ignimbiriti: Beyaz renkli ve oval veya ovale yakın pomzaca zengin olup inceleme alanının kuzeyinde oldukça sınırlı bir alanda yüzeylenmektedir, 2) Bulumya veya Erenkaya ignimbiriti: Oldukça kalın bir istif sunan ve tabanında Plinien düşme çökellerinin varlığı ile yöredeki diğer ignimbiritlerden ayrılan yaygın bir piroklastik akma çökelidir, 3) Detse veya Kuzağıl ignimbiriti: Sarı ve sarımsı renk tonlarıyla oldukça karakteristik olup devitrifiye pomzalar içermektedir, 4) Sadıklar ignimbiriti: İnceleme alanının güneyinde oldukça dar bir alanda yüzeyler ve litikçe zengin beyaz, grimsi-beyaz renklindedir. Tüm bu birimler, Gündüz (2023) tarafından tek bir başlık altında "Kilistra ignimbiritleri" olarak gruplandırılmış ve bu çalışmada ek olarak gri-pembe renklerde, üç farklı seviye tarafından temsil edilen yer yer litikçe zengin yeni bir ignimbirit

istifi (örn. Evliyatekke) tanımlanmıştır (Şekil 3). Besang ve ark. (1977) tarafından yapılan K/Ar tarihlendirmesi Erenkaya ignimbiriti için 9.40 ± 0.20 - 9.00 ± 0.15 My, Detse ignimbiriti için 7.95 ± 0.25 My ve Sadıklar ignimbiriti için 8.50 ± 0.40 My yaşları vermiştir (Şekil 1). Kilistra ignimbiritleri kuzeybatıdan güneydoğuya doğru incelmekte ve akarsu-göl çökelleri ile stratigrafik olarak yanal ve düşey geçişler gözlenmektedir. Ek olarak, Kayadibi köyü civarında yüzeyleyen "Erenkaya" ve "Detse" ignimbiritleri arasındaki bu karasal-akarsu birikintilerinde Turolian omurgalı-faunasına da rastlanmıştır (Becker-Platen ve ark., 1977). Erenkaya ignimbiriti inceleme alanındaki en büyük öneme sahip piroklastik istiftir. Çünkü Erenkaya ignimbiriti dışındaki diğer piroklastik birimler oldukça lokal ve sınırlı alanlarda yüzeylerken, Erenkaya ignimbiriti ErAVK'deki hacimce en büyük olan ve kuzeybatıdan güneydoğuya istikametine doğru oldukça geniş alana yayılan bir piroklastik akma çökelidir. Arazi gözlemlerinde sıcak yerleşimin (örn. kaynaklanma, termal oksidasyon, sütunsu soğuma çatlakları vb.) dokusal kanıtını gösteren tek birimdir. Bu birim beyazdan pembeye kadar değişen renklerde ve yer yer oldukça iri boyutlu, oval veya ovale yakın pomzalar içermekte olup plato morfolojisi ile karakterizedir. Andezit-Dasit bileşimde, unimodal ve kalk-alkalen bir jeokimyasal ize sahip olan Erenkaya ignimbiritinin kaynaklanma derecesinin bir sonucu olarak dikey zonlanmaya sahip iki farklı seviyeden oluştuğu öne sürülmüştür (Bozdağ ve ark., 2016; Temel ve ark., 1998).

Tablo 1. Landsat-8'in (OLI) yedi farklı bantına ait Özdeğerler-Eigen (%) ve vektör matris değerleri.

Bantlar	PC-1	PC-2	PC-3	PC-4	PC-5	PC-6	PC-7
TM-1	0.2880	0.2853	0.3032	0.3362	0.4812	0.4941	0.3937
TM-2	0.0676	0.0057	-0.0452	-0.2335	0.8175	-0.3353	-0.3977
TM-3	0.5591	0.4960	0.3528	0.0732	-0.2884	-0.4278	-0.2132
TM-4	0.4116	0.1483	-0.2776	-0.7763	-0.0678	0.3182	0.1518
TM-5	-0.0165	0.0727	0.0708	0.0812	-0.1078	0.5981	-0.7833
TM-6	0.4352	-0.0610	-0.7644	0.4666	0.0131	-0.0310	-0.0610
TM-7	0.4908	-0.8010	0.3394	-0.0085	-0.0247	0.0242	-0.0330
Eigen değeri-%	95.74%	3.22%	0.81%	0.18%	0.04%	0.01%	0.00%
Kümülatif	95.74%	98.96%	99.77%	99.95%	99.99%	100.00%	100.00%

5. Bulgular ve Tartışma

5.1. PCA ve Kilistra ignimbiritlerinin haritalanması

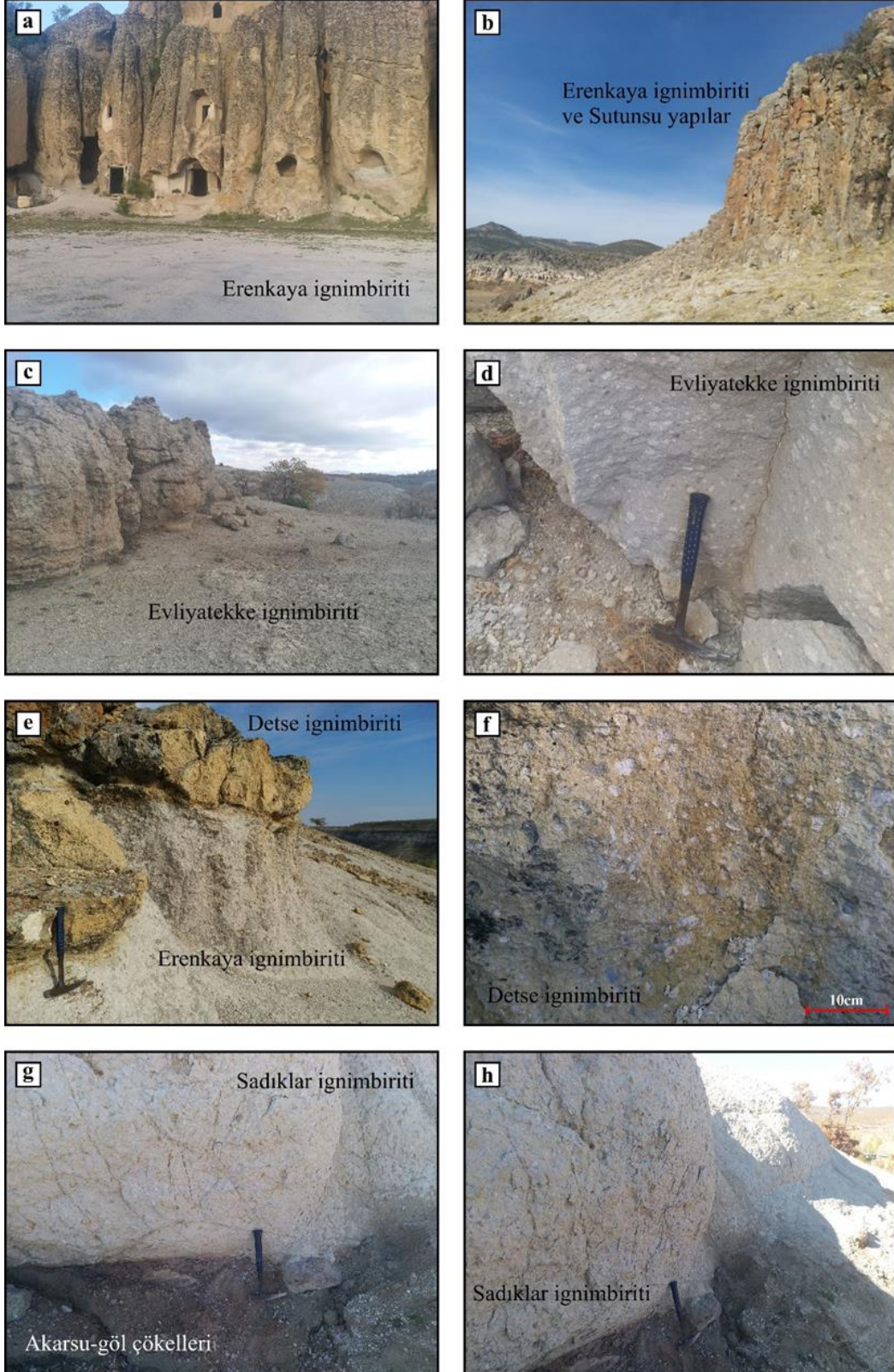
Temel bileşenler analizi (PCA), özellikle ikincil mineralizasyonların görüldüğü sahaların haritalanmasında yaygın bir şekilde ve başarılı olarak uygulanmaktadır. Bu nedenle altere olmuş tüflerin spektral yansıma değeri ve aralıkları, PCA haritalarını oluşturmak için belirlenecek olan spektral bantların seçimi ve belirlenmesinde oldukça önemlidir. Altere olmuş volkanik tüflerin (USGS) spektral anomalileri, inceleme alanındaki ignimbiritlerde daha önce varlığı ortaya koyulan ikincil minerallerin (Çelik Karakaya ve ark., 2001; Kadir ve Karakaş, 2000; Keller ve ark., 1977)

yansıma değerleri ile ilişkili olduğundan, oluşturulan PCA haritası için Landsat-8 (OLI) bantlarından kırmızı (PC-6), yeşil (PC-5) ve mavi (PC-1) bantlara ait bir kombinasyon kullanılmıştır.

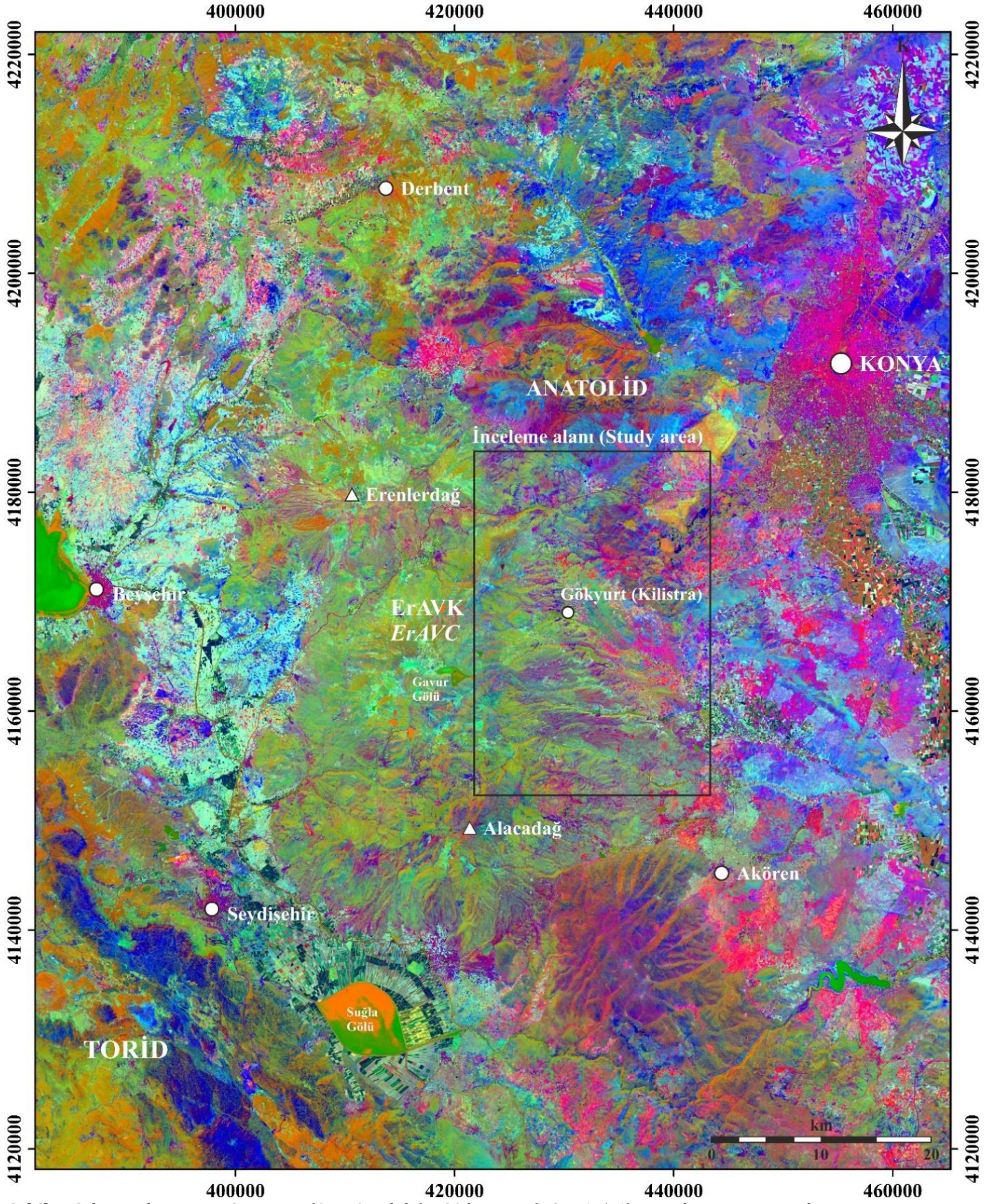
Özellikle PCA haritasında, Kilistra ignimbiritlerinin yüzeylediği alanlarda farklı yansıma değerleri göstermektedir (Şekil 4). ErAVK ve Kilistra ignimbiritleri üzerinde yapılan mineralojik çalışma ve incelemeler sayesinde yörede kil minerallerinin varlığı daha önce ortaya konulmuştur (Çelik Karakaya ve ark., 2001; Çelik, 1999; Çelik ve ark., 1997; Kadir ve Karakaş, 2000; Karakaya, 2009; Keller ve ark., 1977). Ek olarak, bölgede ikincil minerallerin varlığı, Kilistra ignimbiritlerinin kaynaklanma dereceleri dikkate alındığında günlenme gibi ayrışma süreçleriyle de açıklanabilir (Bozdağ ve ark.,

2016). Bu çalışmada mevcut PCA haritası kullanılarak ikincil mineralizasyon zonlarını daha iyi görselleştirmek ve sunmak için "kontROLSÜZ sınıflandırma" (unsupervised classification) tekniği kullanılmıştır. Elde edilen çıktılar, MTA 1/100000 ölçekli jeoloji haritası üzerine işlenerek özellikle ErAVK'nin doğusunda yüzeyleyen Kilistra ignimbiritlerinin sınırları belirlenmeye çalışılmıştır. Haritadaki ikincil mineralleşmelerin yoğunlaştığı

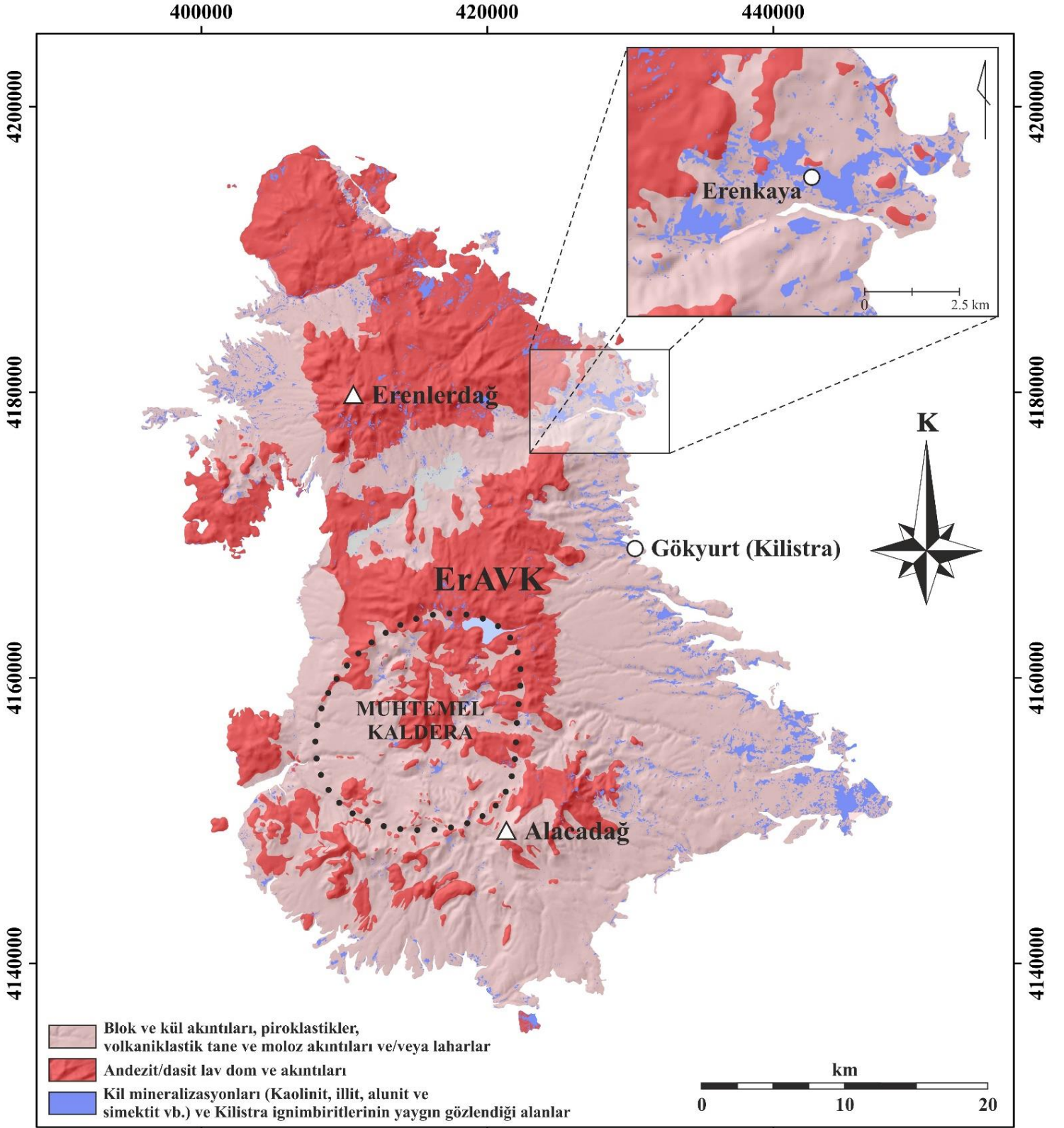
bölgeler, Kilistra ignimbiritlerinin yer aldığı volkanik kompleksin doğusunda geniş bir alanı kaplamakta ve saha gözlemleriyle oldukça uyumluluk sunmaktadır (Şekil 5). Böylelikle elde edilen çıktı ve haritalar sayesinde, Kilistra ignimbiritleri üzerinde uzaktan algılama yöntemleriyle gerçekleştirilen yeniden haritalama çalışması başarılı bir şekilde güncellenerek yer bilimcilerin kullanımına sunulmuştur (Şekil 6).



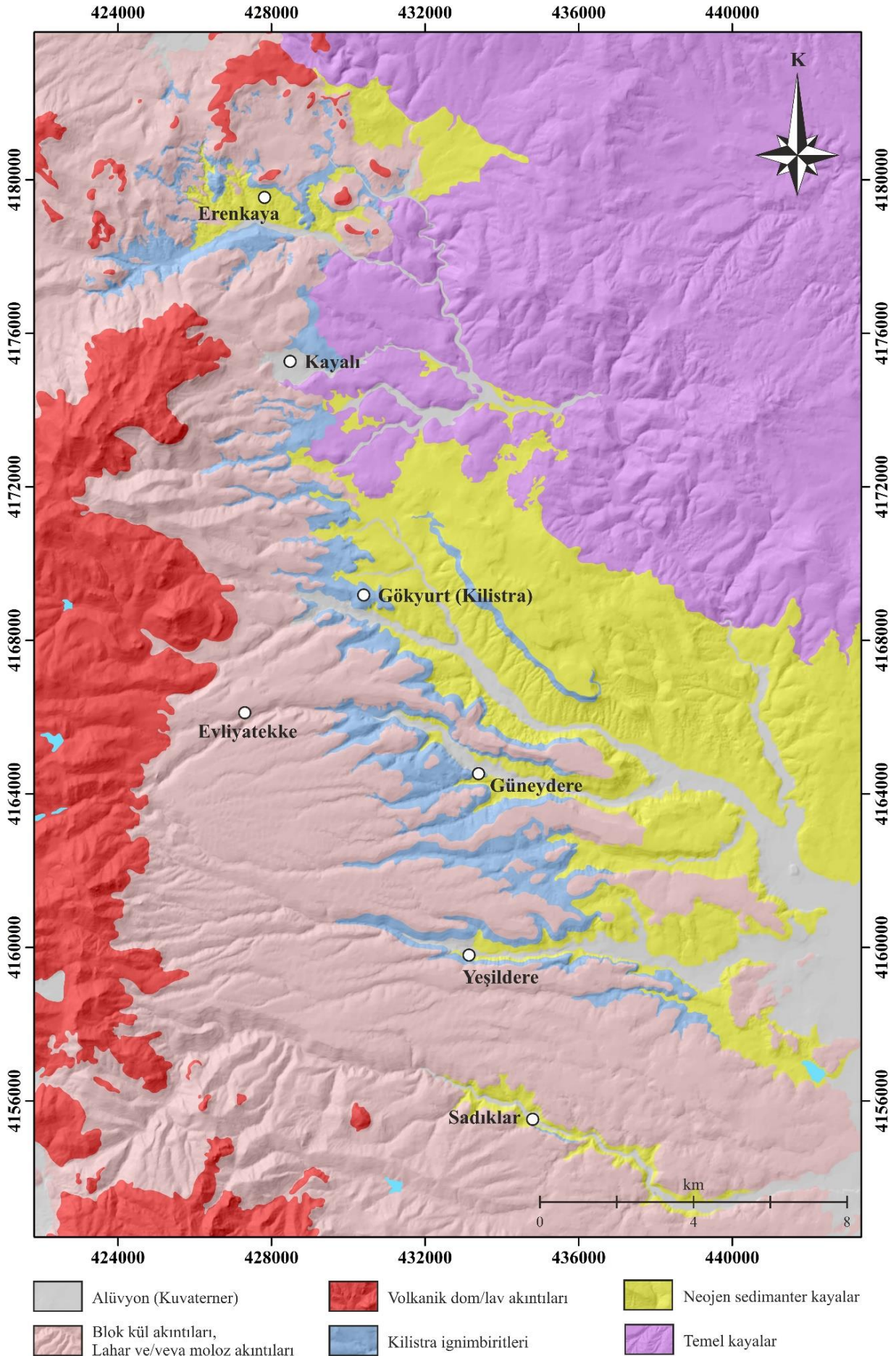
Şekil 3. Kilistra ignimbiritleri: a-b) Erenkaya ignimbiriti, c-d) Evliyatekke ignimbiriti, e-f) Detse ignimbiriti ve g-h) Sadıklar ignimbiriti.



Şekil 4. Çalışma alanının ve GB Konya (Orta Anadolu) PCA haritası (RGB: 6, 5, 1). Projeksiyon: Evrensel Enine Mercator (UTM) ve Datum: Avrupa Datum 1950; Bölge 36.



Şekil 5. Erenlerdağ-Alacadağ Volkanik Kompleksi (ErAVK) GB Konya (Orta Anadolu) sınıflandırma haritası. Projeksiyon: Evrensel Enine Mercator (UTM) ve Datum: Avrupa Datum 1950; Bölge 36.



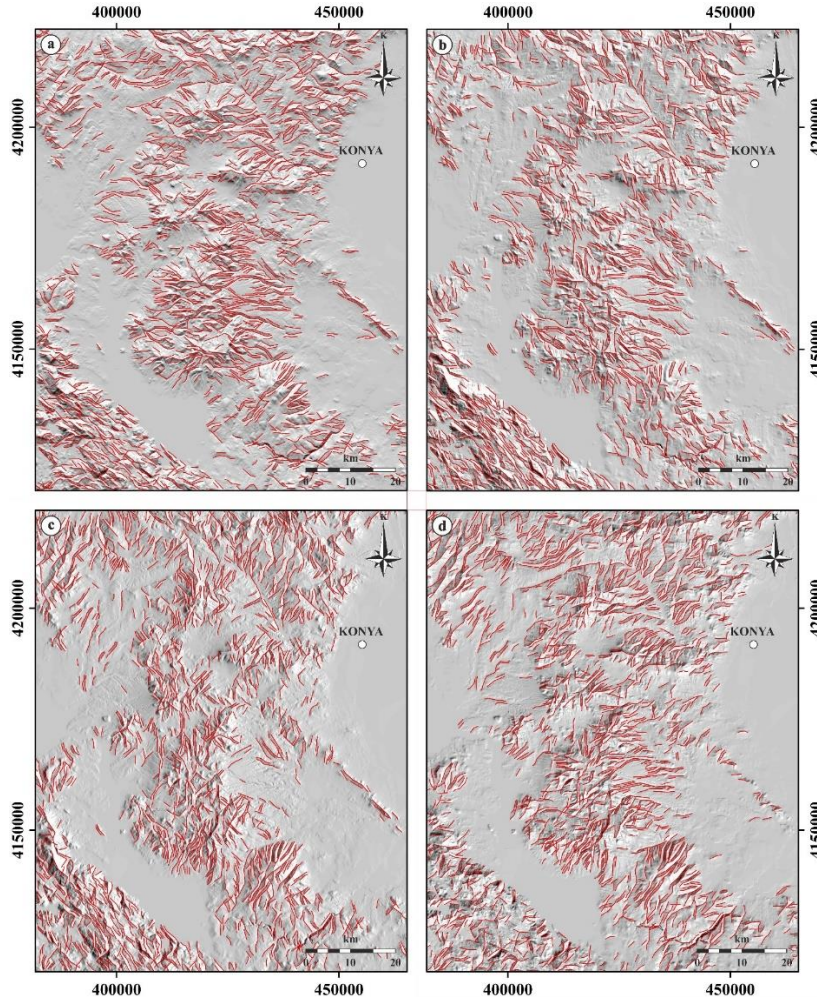
Şekil 6. Kilistra ignimbritleri ve çalışma alanının (Erenlerdağ-Alacadağ Volkanik Kompleksi-ErAVK) detaylı jeoloji haritası, GB Konya.

5.2. Beyşehir Havzası'nın çizgisellik analizi

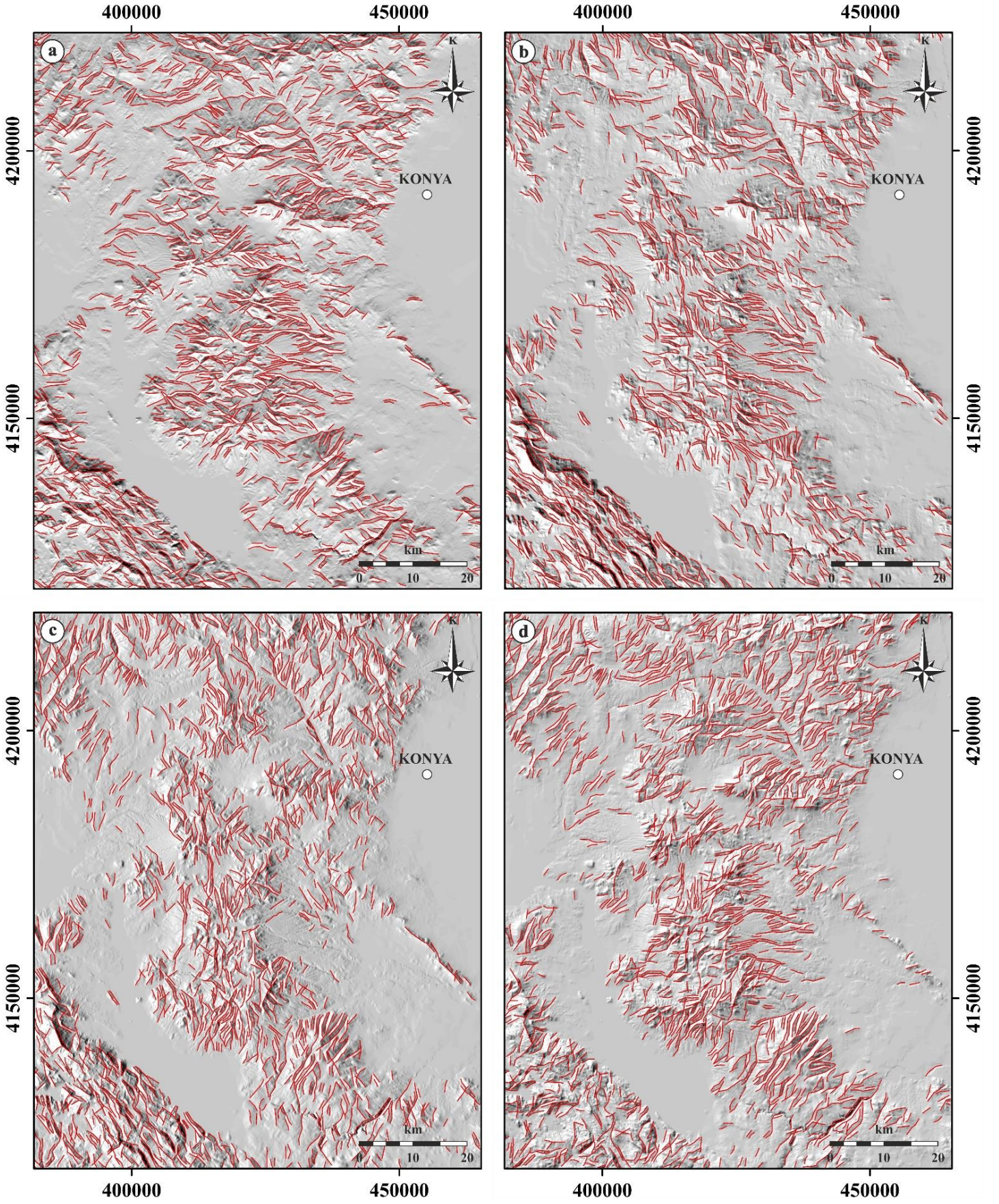
Volkanik araziler ve yakın çevrelerinin 3B uydu görüntüleri kullanılarak topoğrafik haritalanması ve morfo-tektonik yapıların yorumlanması yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Grosse ve ark., 2012; Kervyn ve ark., 2008; Kervyn ve ark., 2007). Erenlerdağ-Alacadağ Volkanik Kompleksini (ErAVK) ve çevresinin morfo-tektonik yapısını kontrol eden Beyşehir Havzası (Şekil 1), çoğunlukla kuzeybatı-güneydoğu yönlü paralel ve/veya paralele yakın normal faylarla ilişkilidir. Ayrıca bu graben sistemi (yani Beyşehir Havzası) güneybatıdan Toros kuşağı, kuzeydoğudan Afyon zonu ile çevrelenerek Konya grabeninden ayrılmıştır. Çalışma alanının morfo-tektonik yapısı ve son yıllardaki sismik faaliyetleri, bölgedeki fayların (Abazdağı, Beyşehir ve Seydişehir fay zonları vb.) aktif neotektonik yapının bir parçası olduğunu göstermektedir (Aksoy, 2019).

Faylanmalarla ilgili ana morfo-tektonik özellikler; fay diklikleri, hendekler, sırtlar ve vadiler, çöküntü havzaları, göller ve akarsu yataklarıdır. Bu nedenle, çalışma alanı ve çevresinin tektonik özelliklerinin ve gerilme yönlerinin kinematik analizi için (Shuttle Radar Topography Mission-SRTM) dijital yükseklik haritaları (yani tepe gölgeli kabartma haritaları vb.) kullanılarak çizgisellik haritaları otomatik olarak çıkarılmıştır (Şekil 7,8). Ayrıca

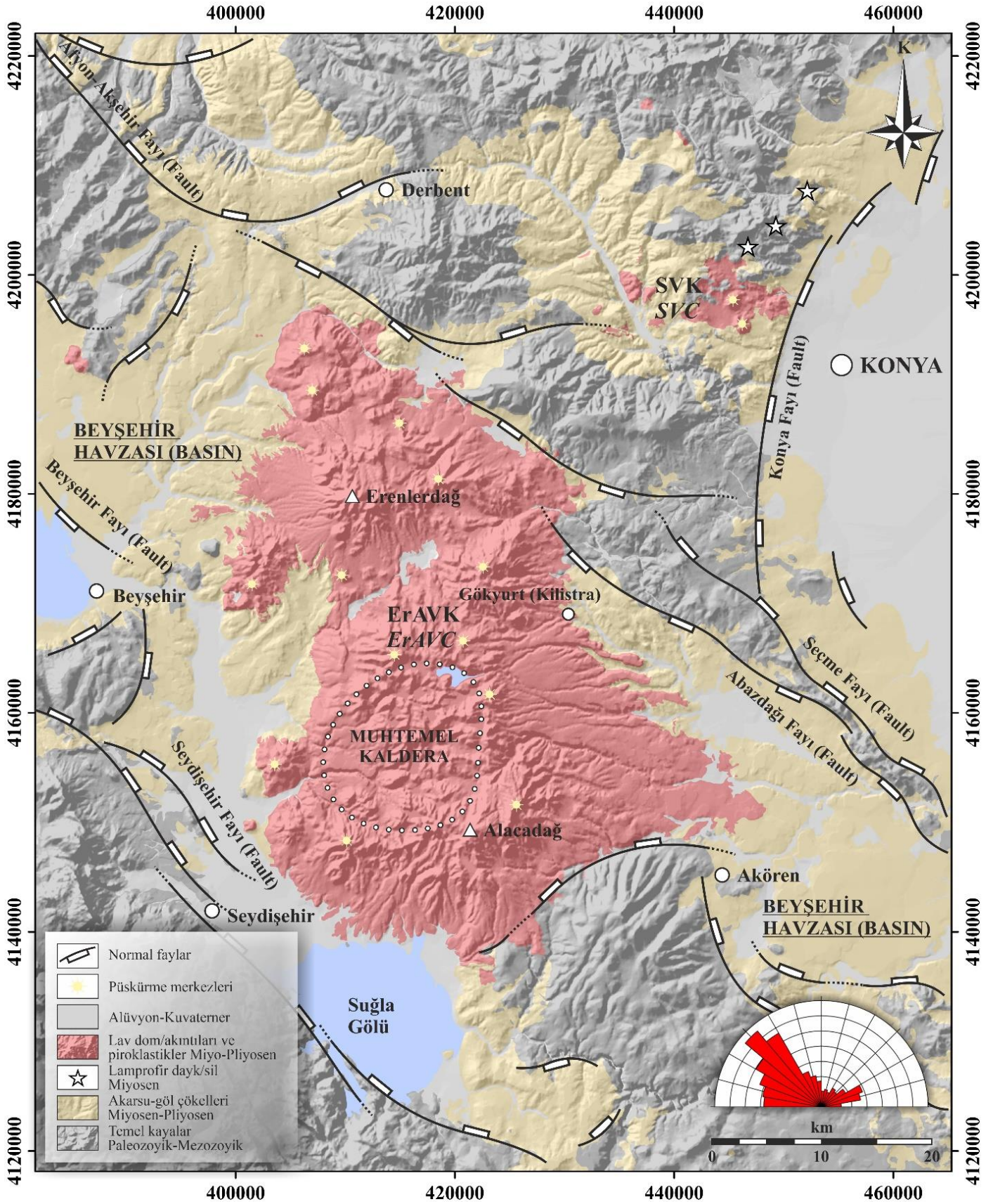
çizgi yoğunlukları ile dijital yükseklik haritaları birbirleriyle karşılaştırılması sonucu bölgenin çizgi yoğunluğunun morfolojik yapı ile arasındaki ilişki açıkça görülmektedir. Daha önceki çalışmalarda tespit edilen ve varlığı ortaya konulan faylara göre (Eren, 2001; Eren, 2003; Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2012; Koç ve ark., 2018) bölgenin ana tektonik yapısına uygun olmayan çizgiler, bir sonraki aşamada değerlendirilmemek üzere CBS programları yardımıyla manuel olarak elimine edilmiştir. Bununla birlikte bölgedeki faylanmalarla uyumluluk gösteren 384 çizgisel doğrultu, RockWorks kullanılarak otomatik olarak program tarafından çizgisellik analizleri için değerlendirilmiştir (yani gül diyagramı ve bar (çubuk) diyagramı; Şekil 9,10). Çizgisellik analizlerine göre bölgedeki ana genişleme-tektonik rejimin yönü KB-GD ve KD-GB yönünde olduğu ortaya çıkmıştır. Bölgedeki hâkim faylanma doğrultuları ise K45°B ve K60°D olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Orta Anadolu'nun Geç Senozoyik (Miyosen-Pliyosen) döneminde genişlemeli (ekstansiyonel) bir havzanın gelişimi ile ilgilidir (Aksoy, 2019; Asan ve ark., 2021). Aynı zamanda çalışma alanı çevresindeki Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal akarsu-göl çökelleri, bölgedeki bir intermontan havzanın fay kontrolü altında geliştiğinin başka bir delilidir (Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2018).



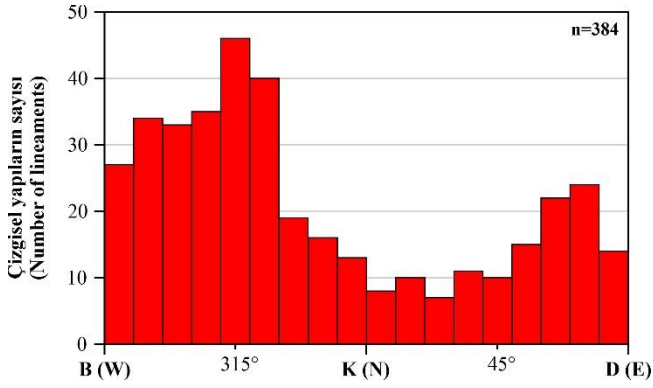
Şekil 7. GB Konya (Orta Anadolu) bölgesine ait çizgisellik ve gölgeli rölyef haritaları (SRTM: 90×90m). Azimut: a) 0°, b) 45°, c) 90°, d) 135°. Projeksiyon: Evrensel Enine Mercator (UTM) ve Datum: Avrupa Datum 1950; Bölge 36.



Şekil 8. GB Konya (Orta Anadolu) bölgesine ait çizgisellik ve gölgeli rölyef haritaları (SRTM: 90×90m). Azimut: a) 180°, b) 225°, c) 270°, d) 315°. Projeksiyon: Evrensel Enine Mercator (UTM) ve Datum: Avrupa Datum 1950; Bölge 36.



Şekil 9. Konya GB'sının ait ana tektonik yapıları (Aksoy, 2019; Eren, 2001; Eren, 2003; Koç ve ark., 2017; Koç ve ark., 2012; Koç ve ark., 2018) ve basitleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 1/100000 jeoloji haritası) (Orta Anadolu). Birleştirilmiş gölgeli kabartma haritalarından çizgi analizi için oluşturulmuş Frekans-Azimut gül diyagramı.



Şekil 10. Azimut ve çizgisel verilerin sıklığına dayanarak yöredeki çizgisel yapıların doğrultusuna göre dağılım sıklığını gösteren bar (çubuk) diyagramı.

6. Sonuçlar

Bu çalışmada Neojen ErAVK'ye (Konya, Orta Anadolu) ait ignimbiritlerin UA ve CBS yöntemleriyle yeniden haritalaması ve Beyşehir Havzası'nı sınırlayan fayların çizgisellik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen en temel sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- (1) Bölgedeki tüm ignimbiritler (örn. Kızılören, Erenkaya, Evliyatekke, Detse ve Sadıklar) "Kilistra ignimbiritleri" altında gruplandırılarak yeni bir ignimbirit birimi (örn. Evliyatekke ignimbiriti) bu çalışmada ilk kez vurgulanmıştır.
- (2) Kilistra ignimbiritlerinin sınırlarını gösteren UA ve CBS tabanlı sınıflandırma haritası, Keller ve ark. (1977) tarafından belirlenen sınırlara uyumluluk gösterirken daha detaylı ve anlaşılır bir jeolojik haritalamaya olanak sağlamıştır.
- (3) USGS verilerinden elde edilen altere volkanik tüf spektral yansıma (%) değerlerinin, birçok çalışmada bölgede varlığından söz edilen kaolinit, illit ve simektit gibi ikincil mineralizasyonların spektral yansıma eğrilerine oldukça benzediği tespit edilmiştir.
- (4) Beyşehir Havzası ve çevresinin morfo-tektonik özelliklerinin daha iyi anlamak ve analiz etmek için gölgeli rölyef haritalarından çizgisel yapılara ait doğrultular CBS uygulamaları yardımıyla elde edilmiş ve bu doğrultuların, bölgenin morfolojik yapısı ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir.
- (5) Çizgisellik analizleri neticesinde, Beyşehir Havzası'nı şekillendiren hâkim faylanma (eğim-atımlı normal faylar) doğrultuları K45°B ve K60°D yönlü olarak tespit edilmiş ve ErAVK'nin ekstansiyonel bir havzanın üzerinde konumlandığı gösterilmiştir.

Bilgilendirme

Bu çalışma, yazarın Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi'nde (Muğla/Türkiye) tamamladığı doktora tezinin bir parçasıdır. Yazar bu çalışmada, editör Prof. Dr. Murat YAKAR ve yapıcı yorumlarından dolayı Doç. Dr. Ali Ferat BAYRAM, Dr. Selim Serhan YILDIZ ve diğer iki anonim hakeme teşekkürlerini sunar.

Çatışma Beyanı

Yazar, bu makalede sunulan çalışmayı etkileyecek ve birbiriyle rekabet halinde olan herhangi bir finansal çıkar veya kişisel ilişkinin bulunmadığını beyan etmektedir.

Kaynakça

- Aksoy, R. (2001). Locating Young Faults by Means of Remote Sensing: Case of Helendale Fault Zone (S. California). *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 23, 65-78.
- Aksoy, R. (2019). Extensional neotectonic regime in west-southwest Konya. Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 61, 1803-1821.
- Arlegui, L.E., & Soriano, M.A. (1998). Characterizing lineaments from satellite images and field studies in the central Ebro basin (NE Spain). *International Journal of Remote Sensing*, 19, 3169-3185.
- Asan, K. (2017). Çarpışma Sonrası Ortamda Ultra-potasikten Kalk-alkalen Volkanizmaya Geçişin Jeokimyasal ve Sr-Nd-Pb İzotopik Özellikleri, Konya-Türkiye. TÜBİTAK, Konya, 106.
- Asan, K., Kurt, H., Gündüz, M., Gençoğlu Korkmaz, G., & Ganerød M. (2021). Geology, Geochronology and Geochemistry of the Miocene Sulutas Volcanic Complex, Konya-Central Anatolia: Genesis of orogenic and anorogenic rock associations in an extensional geodynamic setting. *International Geology Review*, 63, 161-192.
- Asan, K., Kurt, H., Gündüz, M., & Gençoğlu Korkmaz, G. (2024). The role of magma recharge on the compositional modality of post-collisional volcanism, Konya Volcanic Field, Central Anatolia. *Journal of Asian Earth Sciences* (kabul edildi/accepted).
- Ateş, E., Gül, M., Sarıman, G., & Danladi, İ.B. (2024). Akarsular üzerindeki antropojenik yapıların kıyı çizgisi üzerindeki etkisi: Dalaman Çayı. *Geomatik*, 9, 245-258.
- Aydın, M.C., Birincioğlu, E.S., & Büyüksaraç, A. (2022). CBS Tabanlı AHP Yöntemi Kullanılarak Bitlis İlinin Heyelan Duyarlılık Haritalaması. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 3, 160-171.
- Aydınoğlu, A.Ç., Bovkır, R., & Bulut, M. (2022). Muzaffer Bulut Akıllı şehirlerde büyük coğrafi veri yönetimi ve analizi: hava kalitesi örneği. *Geomatik*, 7, 174-186.
- Becker-Platen, J.D., Benda, L., & Steffens, F. (1977). Litho- und biostratigraphische Deutung radiometrischer Altersbestimmungen aus dem Jungtertiär der Türkei. *Geologisches Jahrbuch*, B25, 139-167.
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H., & Müller, P. (1977). Radiometrische Altersbestimmungen an neogenen Eruptivgesteinen der Türkei. *Geologisches Jahrbuch*, B25, 3-36.
- Bozdağ, A., Bayram, A.F., İnce, İ., & Asan, K. (2016). The relationship between weathering and welding degree of pyroclastic rocks in the Kilistra ancient city, Konya (Central Anatolia, Turkey). *Journal of African Earth Sciences*, 123, 1-9.
- Branney, M.J., & Kokelaar, B.P. (2002). Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites. 27. *Geological Society Memoirs*, London, 143.
- Coşkuner, B. (2022). Beyşehir Hüyük Derbent (Konya) Çevresindeki Temel Kayalarının Stratigrafisi ve

- Yapısal Özellikleri. Doktora tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, 287.
- Coşkuner, B., & Eren, Y. (2024). Tectonic transport direction of allochthonous units in the northwest of the Central Taurides (Türkiye). *Journal of African Earth Sciences*, 214, 105245.
- Coşkuner, B., Eren, Y., Demircioğlu, R., & Aksoy, R. (2018). CBS Yöntemleri ile Oluşturulan Çizgisellik Haritalarının Arazi Bulguları (Burdur-GB Türkiye) ile Kıyaslanması. *Geleceğin Dünyasında Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Mühendislik ve Teknoloji*, 101-116.
- Çelik, M. (1999). Minamiite and Alunite Occurrences Formed From Volcanic Emanations, West-Southwest of Konya, Turkey. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 42, 89-99.
- Çelik Karakaya, M., Karakaya, N., & Temel, A. (2001). Kaolin Occurrences in the Erenler Dagi Volcanics, Southwest Konya Province, Turkey. *International Geology Review*, 43, 711-722.
- Çelik, M., Temel, A., Orhan, H., & Tunoğlu, C. (1997). Economic Importance of Clay and Aluminium Sulphate Occurrences in West-Southwest of Konya, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 6, 85-94.
- Dean, W.T., & Monod, O. (1970). The Lower Paleozoic stratigraphy and faunas of the Taurus Mountains near Beyşehir, Turkey. I. Stratigraphy. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, 19, 411-426.
- Doğan, U., & Koçyiğit, A. (2018). Morphotectonic evolution of Maviboğaz canyon and Suğla polje, SW central Anatolia, Turkey. *Geomorphology*, 306, 13-27.
- Eren, Y. (1996). Sille-Tatköy (Bozdağlar masifi-Konya) kuzeyinde Alpin öncesi bindirmeler. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 163-169.
- Eren, Y. (2001). Konya ve çevresinin neo-tektonik özellikleri ve deprenselliği. *S.Ü. Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu*, Konya, 17-19.
- Eren, Y. (2003). Konya Bölgesinin Deprenselliği. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği (Özel sayı)*, 5, 11-112.
- Eren, Y., Demircioğlu, R., & Coşkuner, B. (2018). CBS ve Uydu Görüntüleri ile Konya Batısının Çizgisellik Haritalarının Hazırlanması ve Yapısal Analizi. *Geleceğin Dünyasında Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Mühendislik ve Teknoloji*, 131-144.
- Eren, Y., Kurt, H., Rosselet, F., & Stampfli, G.M. (2004). Paleozoic deformation and magmatism in the northern area of the Anatolide block (Konya), witness of the Palaeotethys active margin. *Eclogae geol. Helv.*, 97, 293-306.
- Genc, L., & Smith, S. (2005). Assessment of Principal Component Analysis (PCA) for Moderate and High-Resolution Satellite Data. *Trakya University Journal Sciences*, 6, 29-48.
- Göğer, E., & Kiral, K. (1969). Kızılören dolayının jeolojisi. MTA, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., Çapkinoğlu, Ş., Gürsu, S., Noble, P., Turhan, N., Tekin, U.K., Okuyucu, C., & Göncüoğlu, Y. (2007). The Mississippian in the Central and Eastern Taurides (Turkey): constraints on the tectonic setting of the Tauride-Anatolide Platform. *Geologica Carpathica*, 58, 427-442.
- Göncüoğlu, M.C., & Kozlu, H. (2000). Early Paleozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions. *Gondwana Research*, 3, 315-323.
- Greninger, M.L., Klemperer, S.L., & Nokleberg, W.J. (1999). Geographic information systems (GIS) compilation of geophysical, geologic, and tectonic data for the circum-North Pacific. USGS (Open-File Report), 99-422, 46.
- Grosse, P., van Wyk de Vries, B., Euillades, P.A., Kervyn, M., & Petrinovic, I.A. (2012). Systematic morphometric characterization of volcanic edifices using digital elevation models. *Geomorphology*, 136, 114-131.
- Gull, A., & Mahmood, S. (2022). Spatio-temporal analysis and trend prediction of land cover changes using markov chain model in Islamabad, Pakistan. *Advanced GIS*, 2, 52-61.
- Gül, M., Zorlu, K., & Gül, M. (2019). Assessment of mining impacts on environment in Muğla-Aydın (SW Turkey) using Landsat and Google Earth imagery. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 655.
- Gündüz, M. (2023). The origin and eruption mechanism of the Kilistra ignimbrites deduced from chemostratigraphic, geochronologic, remote sensing, and GIS methods, Erenlerdağ-Alacadağ volcanic complex SW Konya-Central Anatolia. Doktora tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 194.
- Gürbüz, A., Kazancı, N., Hakyemez, H.Y., Leroy, S.A.G., Roberts, N., Saraç, G., Ergun, Z., Boyraz-Arslan, S., Gürbüz, E., Koç, K., Yedek, Ö., & Yücel, T.O. (2021). Geological evolution of a tectonic and climatic transition zone: the Beyşehir-Suğla basin, lake district of Turkey. *International Journal of Earth Sciences*, 110, 1077-1107.
- Gürsu, S., Kozlu, H., Göncüoğlu, M.C., & Turhan, N. (2003). Orta Torosların Batı Kesimindeki Temel Kayaları ve Alt Paleozoyik Örtülerinin Korelasyonu. *TPJD Bülteni*, C.15, 129-153.
- Hakyemez, Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağistan, H., Metin, T., & Erdoğan, N. (1992). Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi. MTA Ankara, 73.
- Jacques, P.D., Machado, R., & Nummer, A. R. (2012). A comparison for a multiscale study of structural lineaments in southern Brazil: LANDSAT-7 ETM+ and shaded relief images from SRTM3-DEM. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 931-942.
- Kadir, S., & Karakaş, Z. (2000). Konya Miyosen yaşlı volkanik birimlerin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi ile neoform kil mineral oluşumlarının irdelenmesi. *M.T.A. Dergisi*, 122, 95-106.
- Kalelioğlu, Ö. (2013). Aster ve landsat uydu görüntüleri kullanılarak Erdemli (Mersin) kuzeyinin litolojik ve tektonik özelliklerinin incelenmesi. Doktora tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 193.
- Kalelioğlu, Ö., Zorlu, K., Kurt, M. A., Gül, M., & Güler, C. (2009). Delineating compositionally different dykes in the Ulukışla basin (Central Anatolia, Turkey) using computer-enhanced multi-spectral remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 30, 2997-3011.
- Karadağ, M.M. (2014). Geochemistry, provenance and tectonic setting of the Late Cambrian-Early

- Ordovician Seydişehir Formation in the Çaltepe and Fele areas, SE Turkey. *Geochemistry*, 74, 205-224.
- Karakaya, N. (2009). REE and HFS element behaviour in the alteration facies of the Erenler Dağı Volcanics (Konya, Turkey) and kaolinite occurrence. *Journal of Geochemical Exploration*, 101, 185-208.
- Kavak, K.Ş., & Çetin, H. (2007). A detailed geologic lineament analysis using Landsat TM data of Gölarmara/Manisa Region, Turkey. *Online Journal of Earth Sciences*, 1, 145-153.
- Kayadibi, Ö., Cengiz, O., Şener, E., & Topçu, T. (2008). Gölçük ve Keçiborlu (Isparta) bölgeleri arasındaki hidrotermal alterasyon alanlarını ASTER ve Landsat TM/ETM+ uydu görüntüleri ile haritalama. 1. Ulusal Jeolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu, Sivas, 59-60.
- Kaynarca, M., Demir, N., & San, B.T. (2020). Yeraltı Suyu Kaynaklarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanarak Modellenmesine Yönelik bir Yaklaşım: Kırkgöz Havzası (Antalya). *Geomatik*, 5, 241-245.
- Keller, J., Jung, D., Burgath, K., & Wolff, F. (1977). *Geologie und Petrologie des neogenen Kalkalkali Vulkanismus von Konya (Erenler Dağ-Alaca Dağ-Massiv, Zentral-Anatolien)*. *Geologisches Jahrbuch*, B25, 37-117.
- Kervyn, M. (2008). Monitoring and modelling volcanoes with assessment of their hazards by means of remote sensing and analogue modelling. PhD thesis, Gent University, Gent, 2019.
- Kervyn, M., Ernst, G.G.J., Goossens, R., & Jacobs, P. (2008). Mapping volcano topography with remote sensing: ASTER vs SRTM. *International Journal of Remote Sensing*, 29, 6515-6538.
- Kervyn, M., Kervyn, F., Goossens, R., Rowland, S.K., & Ernst, G.G.J. (2007). Mapping volcanic terrain using high-resolution and 3D satellite remote sensing. *Geological Society of London*, 283, 5-30.
- Koç, A., Kaymakci, N., van Hinsbergen, D.J.J., Kuiper, K.F., & Vissers, R.L.M. (2012). Tectono-Sedimentary evolution and geochronology of the Middle Miocene Altınapa Basin, and implications for the Late Cenozoic uplift history of the Taurides, southern Turkey. *Tectonophysics*, 532-535, 134-155.
- Koç, A., Kaymakçı, N., van Hinsbergen, D.J.J., & Kuiper, K.F. (2017). Miocene tectonic history of the Central Tauride intramontane basins, and the paleogeographic evolution of the Central Anatolian Plateau. *Global and Planetary Change*, 158, 83-102.
- Koç, A., van Hinsbergen, D.J.J., & Langereis, C.G. (2018). Rotations of normal fault blocks quantify extension in the Central Tauride intramontane basins, SW Turkey. *Tectonics*, 37, 2307-2327.
- Köküm, M. (2007). Landsat TM Görüntüleri Üzerinden Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Palu (Elazığ)-Pütürge (Malatya) Arasındaki Bölümünün Çizgisellik Analizi. *GÜFBED/GUSTIJ*, 9, 119-127.
- Kotan, B., & Erener, A. (2023). PM10, SO2 hava kirlenmelerinin çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları ile sezonsal tahmini. *Geomatik*, 8, 163-179.
- Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W. (1994). *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley and Sons, New York, 750.
- Moix, P., Beccaletto, L., Kozur, H.W., Hochard, C., Rosset, F., & Stampfli, G.M. (2008). A new classification of the Turkish terranes and sutures and its implication for the paleotectonic history of the region. *Tectonophysics*, 451, 7-39.
- M.T.A. (2013). *Magmatic Rocks Map of Turkey*. General Directorate of Mineral Research and Explorations, Ankara.
- Okay, A.I., & Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Hovarth, F., & Séranne, M. (Eds.), *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, 475-515.
- O'leary, D., Friedman, J., & Pohn, H. (1976). Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. *Geological Society of America Bulletin*, 87, 1463-1469.
- Orhan, O., Dadaser-Celik, F., & Ekercin, S. (2019). Investigating land surface temperature changes using Landsat-5 data and real-time infrared thermometer measurements at Konya Closed Basin in Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4, 16-27.
- Öcül, M., & Şişman, A. (2023). Landslide susceptibility analysis with multi criteria decision methods; a case study of Taşova. *Advanced GIS*, 3, 14-21.
- Özgül, N. (1976). Torosların Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. *Türkiye Jeol. Kur. Bül.*, 19, 65-78.
- Özkan, A.M., & Söğüt, A.R. (1998). Dilekçi (Konya Batısı) Çevresindeki Neojen Çökellerinin stratigrafisi. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15, 1131-1138.
- Platzman, E.S., Tapırdamaz, C., & Şanver, M. (1998). Neogene anticlockwise rotation of central Anatolia (Turkey): preliminary palaeomagnetic and geochronological results. *Tectonophysics*, 299, 175-189.
- Pour, A.B., Hashim, M., Hong, J.K., & Park, Y. (2019). Lithological and alteration mineral mapping in poorly exposed lithologies using Landsat-8 and ASTER satellite data: North-eastern Graham Land, Antarctic Peninsula. *Ore Geology Reviews*, 108, 112-133.
- Rabayrol, F., Hart, C.J.R., & Creaser, R.A. (2019). Tectonic Triggers for Postsubduction Magmatic-Hydrothermal Gold Metallogeny in the Late Cenozoic Anatolian Metallogenic Trend, Turkey. *Economic Geology*, 114, 1339-1363.
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., & Ustaömer, T. (2013). Late Palaeozoic-early Cenozoic tectonic development of southern Turkey and easternmost Mediterranean region: evidence from the interrelations of continental and oceanic units. In: Parlak, O. & Ünlügenç, U.C., (Eds.), *Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region*. Geological Society, Special Publications, London, 9-48.
- Rogerson, A.P. (2001). *Statistical Methods for Geography*. SAGE Publication, California, 194-197.
- Salamba, K.E., Hede, A.N.H., & Heriawan, M.N. (2019). Identification of alteration zones using a Landsat 8 image of densely vegetated areas of the Wayang Windu Geothermal field, West Java, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 254, 012004.

- Sarı, N., & Adıgüzel, F. (2023). Determining temporal and spatial changes in air quality in the city of Nevşehir. *Advanced GIS*, 3, 68-76.
- Sedrette, S., & Rebaî, N. (2016). Automatic extraction of lineaments from Landsat Etm+ images and their structural interpretation: Case Study in Nefza region (North West of Tunisia). *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences*, 4, 139-145.
- Sert, E., Osmanlı, N., Eruc, R., & Uyan, M. (2017). Determination of transportation networks base on the optimal public transportation policy using spatial and network analysis methods: a case of the Konya, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2, 27-34.
- Siegal, B.S., & Abrams, M.J. (1976). Geologic Mapping Using LANDSAT Data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 42, 325-337.
- Smillie, Z., Demyanov, V., McKinley, J., & Cooper, M. (2023). Unsupervised classification applications in enhancing lithological mapping and geological understanding: a case study from Northern Ireland. *Journal of the Geological Society*, 180, 136.
- Solomon, S., & Ghebrea, W. (2011). Remote Sensing and GIS Techniques for Tectonic Studies. Editor: Gupta, H.K., "Encyclopedia of Solid Earth Geophysics". *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, Springer, 1030-1034.
- Şengör, A.M.C., Nalan, L., Gürsel, S., Cengiz, Z., & Taylan, S. (2019). The phanerozoic palaeotectonics of Turkey. Part I: an inventory. *Mediterranean Geoscience Reviews*, 1, 91-161.
- Tekin, B.M., & Sağular, E.K. (2016). Jeolojik Çözümlemelerde Uydu Görüntüleri Destekli Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Yöntemleri; Yeni Foça (İzmir) Yöresi Örneği. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 59, 27-54.
- Temel, A., Gündoğdu, M.N., & Gourgaud, A. (1998). Petrological and geochemical characteristics of Cenozoic high-K calc-alkaline volcanism in Konya, Central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 327-354.
- Thorpe, R., & Brown, G. (1985). *The Field Description of Igneous Rocks*. John Willey and Sons, New York, 154.
- Turan, A. (2010). Akören (Konya, Orta Toroslar) Çevresinin Jeolojik Özellikleri. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 25, 17-36.
- Turan, A. (2020). Akkise-Yalılıyük (Konya) Arasının Stratigrafisi-Stratigraphy of Between Akkise and Yalılıyük (Konya). *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 22, 369-382.
- Yağmur, N., Tanık, A., Tuzcu, A., Musaoğlu, N., Erten, E., & Bilgilioglu, B. (2020). Opportunities provided by remote sensing data for watershed management: example of Konya Closed Basin. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 5, 120-129.

