



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ
Dergisi

Cumhuriyet
EARTH SCIENCES
Journal

SAHİBİ (OWNER)

C.Ü. Mühendislik Fakültesi adına (*on the behalf of the Faculty of Engineering, C.Ü.*):
Prof.Dr. AHMET GÖKÇE

EDİTÖR (EDITOR)

Prof.Dr. IŞIK YILMAZ

Yardımcı Editörler (Assistant Editors)

Doç.Dr. Nazan YALÇIN ERİK – Yrd.Doç.Dr. Hakan A. NEFESLİOĞLU

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Hasan BAYHAN (Hacettepe Ü.)
Martin BEDNARIK (Comenius Univ.)
Erdin BOZKURT (O.D.T.Ü.)
Durmuş BOZTUĞ (Tunceli Ü.)
Atilla ÇİNER (Hacettepe Ü.)
Mehmet EKMEKÇİ (Hacettepe Ü.)
Vedat DOYURAN (O.D.T.Ü.)
Marian DRUSA (Zlina Univ.)
Burhan ERDOĞAN (Dokuz Eylül Ü.)
Yavuz ERKAN (Hacettepe Ü.)
Aziz ERTUNÇ (Süleyman Demirel Ü.)
Candan GÖKÇEOĞLU (Hacettepe Ü.)
Ergun GÖKTEN (Ankara Ü.)
Naci GÖRÜR (İ.T.Ü.)
M. Cemal GÖNCÜOĞLU (O.D.T.Ü.)
Nilgün GÜLEÇ (O.D.T.Ü.)
Fikret KAÇAROĞLU (Muğla Ü.)
Ali KAHRİMAN (Okan Üniv.)
Ergun KARACAN (Muğla Ü.)
Remzi KARAGÜZEL (İ.T.Ü.)
Ali İhsan KARAYİĞİT (Hacettepe Ü.)
Ali KOÇYİĞİT (O.D.T.Ü.)

Marian MARSCHALCO (Ostrava Tech. Univ.)
Engin MERİÇ (İstanbul Ü.)
Aral OKAY (İ.T.Ü.)
Biswajeet PRADHAN (Putra Malaysia Univ.)
Ahmet SAGIROĞLU (Fırat Ü.)
Cem SARAÇ (Hacettepe Ü.)
Gürol SEYİTOĞLU (Ankara Ü.)
Harun SÖNMEZ (Hacettepe Ü.)
Abdürrahim ŞAHBAZ (Muğla Ü.)
Orhan TATAR (Cumhuriyet Ü.)
Abidin TEMEL (Hacettepe Ü.)
Mahmut TUNÇ (Cumhuriyet Ü.)
Necdet TÜRK (Dokuz Eylül Ü.)
Asuman TÜRK MENOĞLU (O.D.T.Ü.)
Reşat ULUSAY (Hacettepe Ü.)
Taner ÜNLÜ (Ankara Ü.)
Baki VAROL (Ankara Ü.)
Namık YALÇIN (İstanbul Ü.)
Mefail YENİYOL (İstanbul Ü.)
Ali YILMAZ (Cumhuriyet Ü.)
Osman YILMAZ (İstanbul Ü.)
Yücel YILMAZ (İ.T.Ü.)



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ
Dergisi

Cumhuriyet
EARTH SCIENCES
Journal

Yazışma Adresi
(Correspondance Address):

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Dergisi

Seri A

YERBİLİMLERİ

58140 SİVAS

Telefon

0-346-219 10 10 (1305 Dahili)

Faks

0-346-219 11 71

e-posta

iyilmaz@cumhuriyet.edu.tr

isik.yilmaz@gmail.com



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ
Dergisi

Cumhuriyet
EARTH SCIENCES
Journal

Cilt / Volume : 29

No.: 2

2012

İÇİNDEKİLER
(CONTENTS)

- Delice Irmak havzasında yer alan kum-çakıl ocaklarındaki malzemelerin beton agrega özelliklerinin incelenmesi**
Investigation of concrete aggregate properties of sand-gravel quarries in Delice River basin
Ersin KOLAY, Tuğçe BAŞER 63
- Sivas kenti ve yakın çevresinin mevcut arazi kullanım yapısı ile alan kullanım potansiyellerinin karşılaştırılması**
Comparison of land use potentials and existing framework land use of the city Sivas and near surroundings
Can Bülent Karakuş, Orhan CERİT, Demet DEMİROĞLU 73
- Mardin-Derik yöresi Prekambriyen yaşlı volkanik-volkanosedimanter kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri**
Mineralogical-petrographical and geochemical features of the volcanics-volcanosedimentary rocks of Precambrian from Mardin-Derik area
Sema TETİKER 87
- Bir taş kömürü örneğinin toplayıcı olarak dizel, gazyağı ve dizel-gaz yağı emulsiyonları kullanılarak flotasyonu**
Flotation of a hard coal using diesel oil, kerosene and diesel oil-kerosene emulsions as collector
Turan KILINÇ 107

Yayın Türü: Hakemli Yerel Süreli Yayın
Publication Type: *Peer Reviewed National Journal*

Basım: Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi – Sivas
Printed by: *Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi - Sivas*

ISSN: 1016-7625

Delice Irmak havzasında yer alan kum-çakıl ocaklarındaki malzemelerin beton agregası özelliklerinin incelenmesi

Investigation of concrete aggregate properties of sand-gravel quarries in Delice River basin

Ersin KOLAY ve Tuğçe BAŞER

Bozok Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66900 Yozgat

ÖZ

Bu çalışmada, beton agregası standartları göz önüne alınarak, Yozgat ve çevresi ile Ankara'ya beton agregası sevk eden üç agrega ocağının özellikleri incelenmiştir. Ocaklar Delice Irmak havzasında, Şefaati ilçesi ile Sekili kasabası arasında yer almaktadır. Bu üç ocaktan (DI-1, DI-2 ve DI-3) alınan agrega örnekleri üzerinde, X-ray kırınım analizi, tane büyüklüğü dağılımı, gevşek ve sıkışık birim hacim ağırlık, organik madde tayini, don dayanıklılık, tane şekli indisi tayini, Los Angeles parçalanma direnci tayini, alkali silika reaksiyonu tayini deneyleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, üç ocaktaki agregaların da çoğunlukla kuvars ve feldispat minerallerinden oluştuğu, ancak DI-1 ve DI-2 ocaklarında beton dayanımını bozabilecek kil ve tuz minerallerinin de bulunduğu tespit edilmiştir. DI-1 ocağının üniform bir tane boyu dağılımı ile tane boyu dağılımı açısından sınır değerlerinin dışında kaldığı gözlenmiştir. Tane şekli açısından en uygun ocağın DI-2 olduğu görülmüştür. Üç ocakta da iri agregaların dondan sonraki kayıpları sınır değerinin üzerinde çıkmıştır. DI-3 ocağındaki organik madde miktarı sınır değerinin altında fakat sınıra yakındır. Birim hacim ağırlık, parçalanma direnci ve alkali silika reaksiyonu bakımından üç ocağın parametreleri de kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Agregası, Beton, Delice Irmak Havzası, Yozgat

ABSTRACT

This study aims to investigate aggregates taken from three different quarries which supply aggregates for Yozgat and Ankara, in terms of concrete aggregate standards. Quarries are located in Delice River basin, between Şefaati and Sekili region. X-ray diffraction analysis, grain size distribution, unit weight, chemical analysis, strength loss after frost, shape index, Los Angeles abrasion, potential alkali silica reactivity tests were conducted on aggregates taken from three different aggregate quarries (DI-1, DI-2 and, DI-3). Results of the study shows that most of aggregates are composed of quartz and feldspar, aggregates of DI-1 and DI-2 contain clay and salt minerals which have negative effect on concrete strength. DI-1 aggregates showed uniform grain size distribution, thus it is out of upper limit of grain size distribution. About shape index, most appropriate aggregates are of DI-2. All three aggregates of grain sizes, strength loss after frost are above upper limits. Organic matter quantity of DI-3 is under limit but very close. Unit weight, abrasion lost and alkali silica reactivity values for all quarries are in acceptable limits.

Keywords: Aggregate, Concrete, Delice River Basin, Yozgat.

GİRİŞ

Mühendislik uygulamalarında farklı amaçlar için kullanılan kum, çakıl, kırma taş ve kırma çakıl gibi taneli malzemelere genel olarak agrega adı verilmektedir. Agregalar beton içerisinde, drenaj kanallarında ve barajlardaki filtre bölgelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkemizde, nüfus artışına, nüfus göçlerine ve artan ihtiyaçlara bağlı olarak inşaat sektörü büyük gelişme göstermektedir. İnşaat sektörünün ana elemanlarından biri de betondur. Beton ise çimento, su, agrega ve katkı malzemelerinden oluşan bir karışımdır. Beton hacminin % 66-78' ini agrega oluşturmaktadır (Öztabak ve Gürsu, 1998). Bu sebeple agrega kalitesinin beton üzerindeki etkisi büyüktür. Son yıllarda deprem etkisiyle ya da farklı sebeplerden yıkılan binalar incelendiğinde, özellikle beton agregalarının standartlara uygun olmadığı görülmüştür. Bu durum, yapılarda standartlara uygun agregaların kullanılmasının önemi ve gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm' yi aşmayan (yapı betonlarında çoğu zaman 63 mm'yi geçmeyen) büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır. Genel olarak beton agregaları, harçtan en ekonomik şekilde yararlanılacak tane boyu dağılımına sahip olmalı, suyun etkisi altında yumuşamamalı, dağılmamalı, çimentonun bileşenleri ile zararlı bileşikler meydana getirmemeli, sert ve sağlam olmalı, su ile zararlı kimyasal bileşikler oluşturmamalı, kimyasal olarak zararlı maddelerle ve kille sarılı bulunmamalı veya çimentonun yapışma etkisine zarar vermemeli, donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye düşürmemelidir (Yıldırım ve Yılmaz, 2002).

Betonların bileşimine büyük oranda giren bu agregaların fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin iyi tanımlanması betonun kalitesi açısından gereklidir. Doğal agregaların beton agregası olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi amacıyla literatürde yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır (Yıldırım ve Yılmaz, 2002; Çavuş-

oğlu vd., 2004; Erik ve Mutlutürk, 2004; Korkaç ve Tuğrul, 2004; Semiz vd., 2005; İpek vd., 2009). Yozgat il sınırları içerisinde, Şefaattli ilçesi ile Sekili kasabası arasında, Delice Irmak havzası boyunca birkaç kum ocağı işletmesi bulunmaktadır. Yozgat ve çevresinin agrega ihtiyacı bu havzadan karşılanmakta, ayrıca kum ocaklarının yakınından geçen demir yolu ile Ankara' ya da agrega gönderilmektedir. Bu çalışmada, Delice Irmak havzasının güney kesiminde, ortasında ve kuzey kesiminde bulunan ve üretim kapasiteleri yüksek olan üç kum ocağından alınan tuvenan agregaların beton agregası olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Bu kapsamda, alınan agrega örnekleri üzerinde X-ray kırınım analizi, tane büyüklüğü dağılımı, gevşek ve sıkışık birim hacim ağırlık, organik madde tayini, dona dayanıklılık, tane şekli indisi tayini, Los Angeles parçalanma direnci tayini, alkali silika reaksiyonu tayini deneyleri yapılmış, üç agrega ocağına ait sonuçlar karşılaştırılmıştır.

COĞRAFİ KONUM

Kızılırmak'ın önemli bir kolu olan Delice ırmak Yozgat' taki plato ve dağların güney yamaçlarından 3 kol halinde başlamaktadır. Bu küçük kolların birleşmesiyle ırmağa dönüşen akarsu, Yerköy ilçesinden sonra, Yozgat-Kırşehir sınırını oluşturacak şekilde kuzeybatı yönünde akmaktadır. Gölcük bucağının batısında il toprakları dışına çıkan Delice ırmak, Çorum il alanında kuzeye dönmekte ve Kızılırmak'a karışmaktadır. Bu çalışmada incelenen agrega ocakları Yerköy ve Sekili yerleşim bölgeleri civarında yer almaktadır.

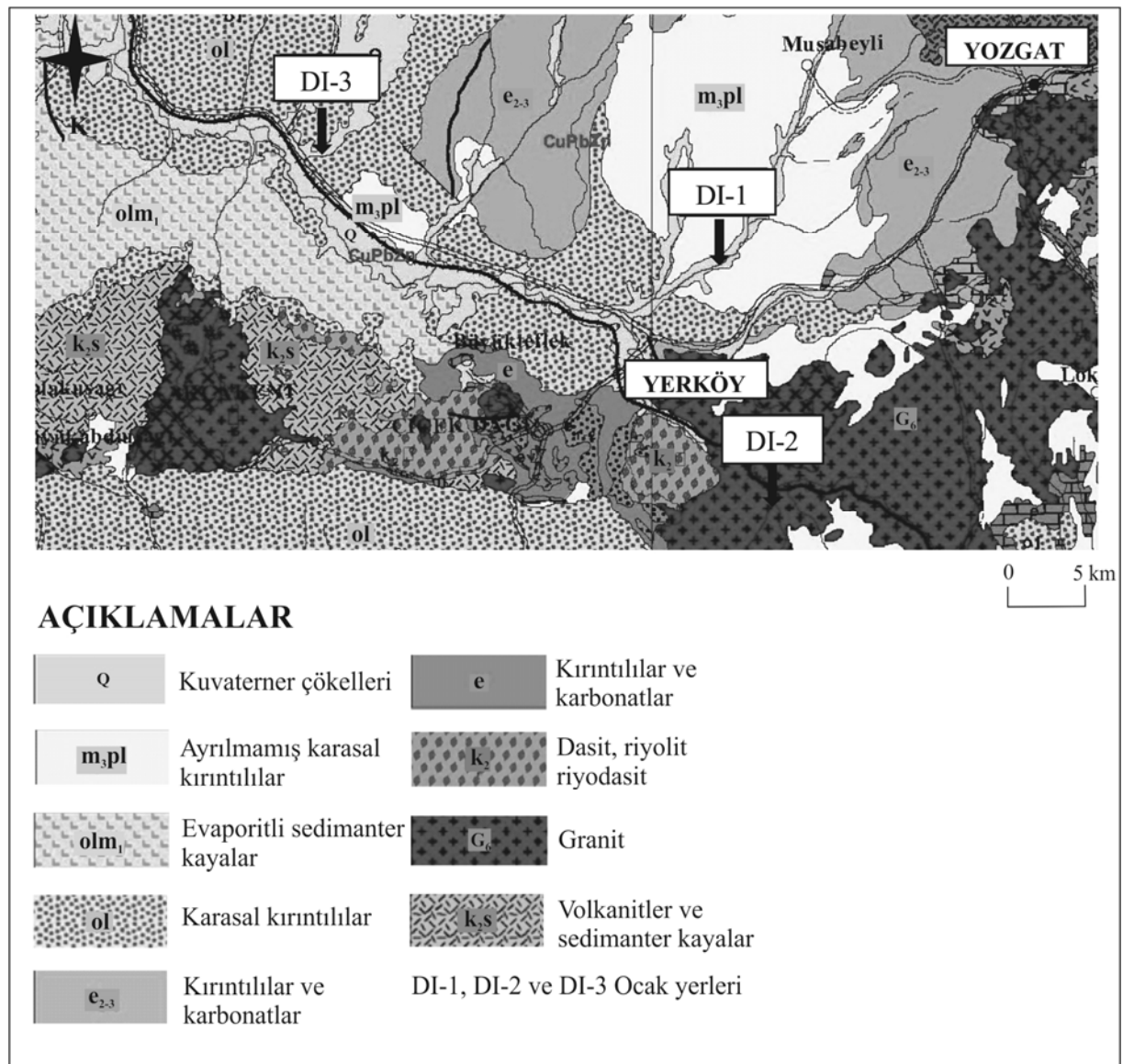
BÖLGENİN JEOLJİSİ

Çalışma alanının jeolojisi MTA tarafından hazırlanan Kırşehir İ-32 ve Yozgat İ-33 1:100 000 ölçekli jeoloji haritaları ile Kayseri 1:500 000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak çizilmiştir (Şekil 1).

Çalışma alanının temeli Kretase yaşlı volkanosedimanter özellik gösteren kayalardan oluşmaktadır (k_2s). Bu birim, diyabaz daykları, bazalt, spilitik bazalt, spilit, radyolarit, çört pelajik çamurtaş, oğlu vd., 2004; Erik ve Mutlutürk, 2004; Korkaç ve Tuğrul, 2004; Semiz vd., 2005; İpek vd., 2009).

kireçtaşı bant ve mercikleri, üste doğru sarımsı kahve renkli volkanik elemanlı kumtaşı ve silttaşları ile temsil edilmektedir (Dönmez vd, 2005). Volkano-sedimanter birimler Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Granitoidleri (G_6) tarafından kesilmektedir. Granitoidlerin kenar zonlarında riyolit, riyodasit, dasit ve latit bileşimli damar ve yüzey kayaları (k_2) gelişmiştir. Çalışma alanında Senozoyik Eosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlarla (e) başlar ve bunları genellikle Lütasiyen' de çökelmiş Orta-Üst Eosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlar ($e_{2,3}$) takip eder. Bu birimler genellikle

çakıltaşı, kumtaşı ve yer yer killi kumlu masif kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bölgede evaporitli karasal çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı aralanmasından oluşan birim ($ol-ol_{m1}$) geniş alanlarda yüzeylemektedir (Akçay vd., 2007). Birimin üzerine Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal kırıntılı kayalar gelmektedir (m_3pl). Çalışma alanında Kuvaterner (Q), en genç oluşumlar olan alüvyonlarla temsil edilir. Başta Delice Irmak olmak üzere nehir ve dereler boyunca yüzeyler. Tüm eski birimlerin malzemesini içeren alüvyonlar tutturulmamıştır.



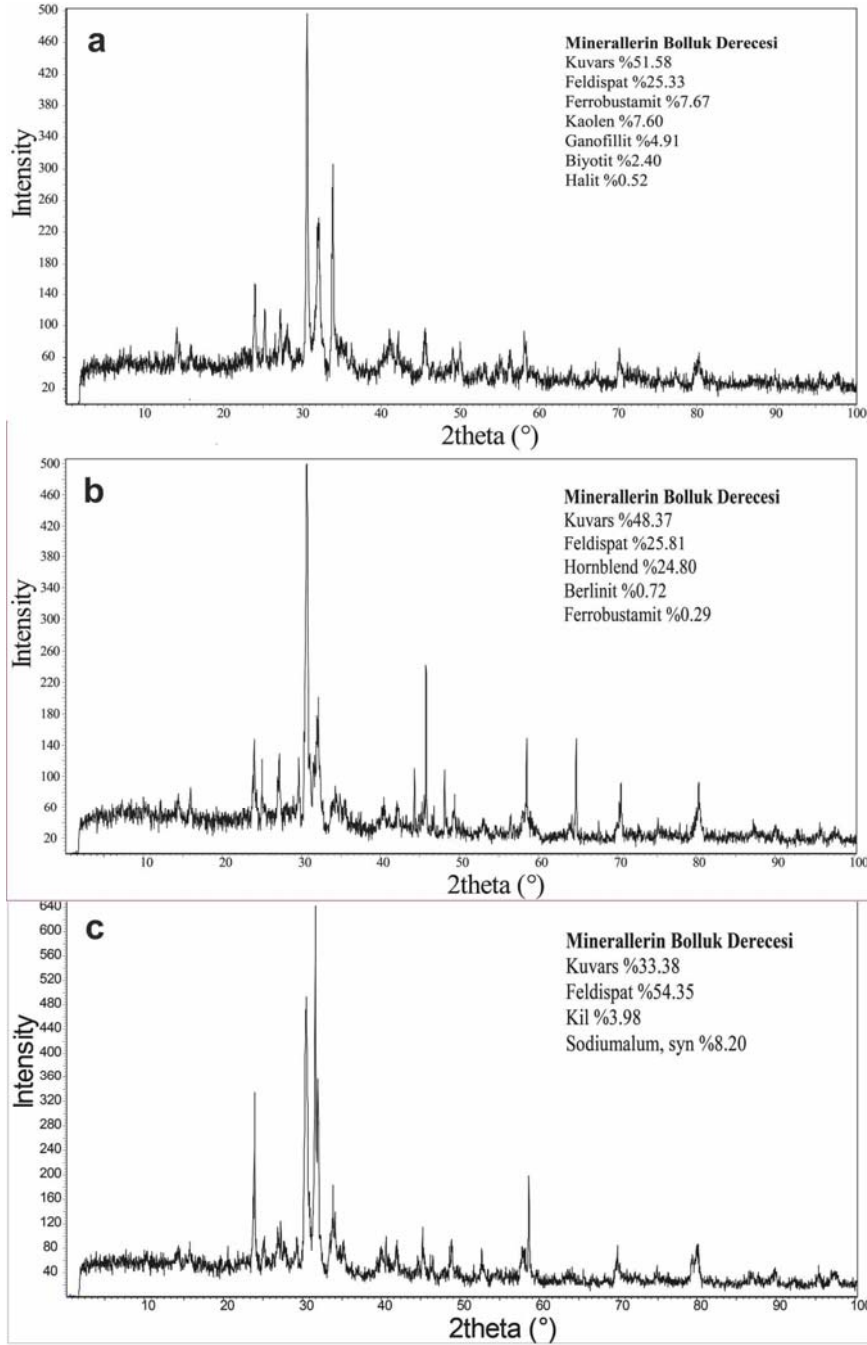
Şekil 1. Çalışma alanının jeoloji haritası ve ocak yerleri (MTA, 2002' den değiştirilmiştir).

Figure 1. Geological map of study area and quarry locations (revised from MTA, 2002).

MİNERALOJİ

Agregaların içerdikleri minerallerin belirlenmesi için, incelenen ocaklara ait tuvenan agrega örneklerinden yaklaşık 100'er gram alınarak öğütülmüş ve Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuva-

rında İnel marka, Equinox-1000 model toz XRD cihazında analizler yapılmıştır. X-ray tüpünde Co katot bulunmaktadır. Dalga boyu: 1,788970 Å. Veri toplama aralığı (2 theta) -5, 374-116,425 derecedir. Farklı ocaklardan alınan agregalara ait XRD çözümlenmeleri ve göreceli mineral bollukları Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. XRD çözümlenmeleri (a) DI-1, (b) DI-2 ve (c) DI-3.

Figure 2. XRD analysis (a) DI-1, (b) DI-2 and, (c) DI-3.

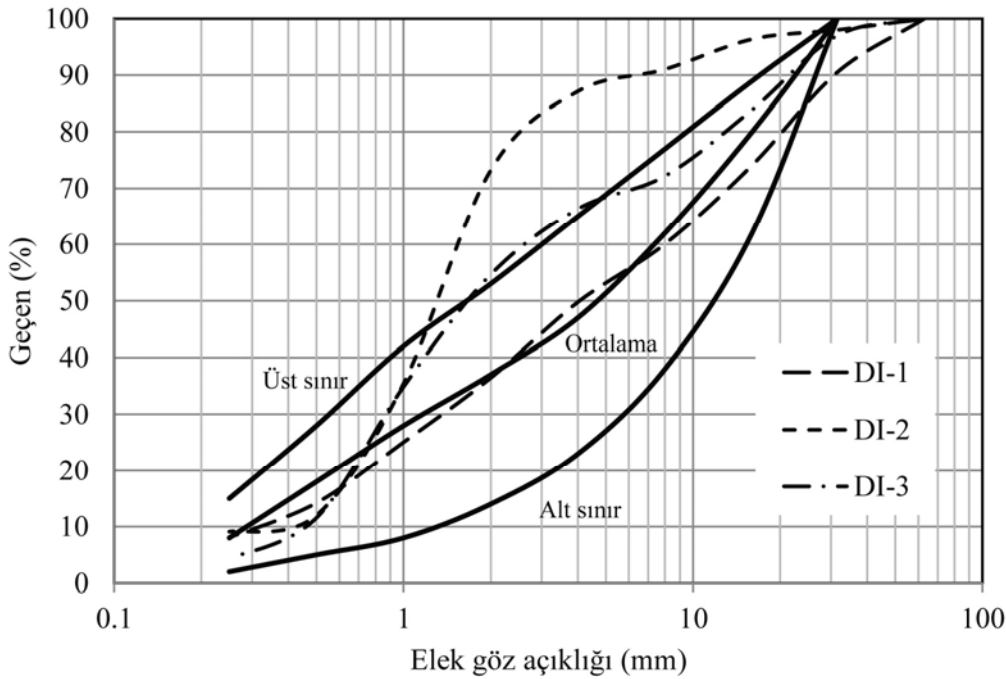
DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Delice ırmak havzasındaki üç agrega ocağından (DI-1, DI-2 ve DI-3) TS EN 932-1 (1997)' e göre deney örnekleri alınmıştır. Deneylerde kullanılan örneklerde homojenliği sağlamak için örnek bölücü kullanılmıştır. Elde edilen örneklere ilişkin deneyler TS' de tanımlanan yöntemlere göre yapılmıştır.

Agregada Tane Büyüklüğü Dağılımı

Betonda yüksek kompasiteyi sağlayabilmek için kullanılacak agrega tane büyüklüğü dağılımını bilmek gerekir. Agrega tane büyüklüğü dağılımı, betonun agrega ile ilişkili tüm özelliklerini

etkilemektedir (Şimşek, 2007). İyi bir betonun elde edilebilmesi için, betonun bünyesine giren her sınıf malzemenin bir üst irilikteki agreganın boşluklarını doldurması gerekir. Yani, çimento ince agreganın, ince agrega ise iri agreganın içerdiği boşlukları doldurmalıdır (Öztabak ve Gürsu, 1998; Yıldırım ve Yılmaz, 2002). Ayrıca beton agregasının tane büyüklüğü dağılımı beton yapımında kullanılacak su ve çimento miktarını da etkilemektedir. Çalışma alanındaki ocaklardan alınan tuvenan agrega örneklerine ait tane büyüklüğü dağılımı TS EN 933-1'e uygun olarak yapılmış ve sonuçlar Şekil 3' te verilmiştir. Grafikte belirtilen alt sınır, üst sınır ve ortalama eğrileri TS' ye göre agregaların beton agregası olabilirliği sınırlarını ifade etmektedir.



Şekil 3. Çalışma alanındaki ocaklara ait agrega tane boyu dağılımları.

Figure 3. Grain size distributions of aggregates.

Gevşek ve Sıkışık Birim Ağırlık Tayini

Birim ağırlık deneyleri, agreganın gevşek ve sıkışık olarak kaplayacağı hacmi belirlemek için yapılmaktadır. Agreganın kap içindeki net ağırlığının kap hacmine bölünmesiyle hesaplanır ve birimi kg/m^3 olarak verilir. Agreganın tane dağılımı, tane şekli, tanelerin mevcut nem durumu ve kap

içinde gevşek veya sıkıştırılmış olarak yerleştirilmesi agreganın birim ağırlığını etkilemektedir. Agreganın kompasitesi ve işlenme esası bu deney sonuçlarıyla anlaşılmaktadır (Şimşek, 2007).

Çalışmada 14 dm^3 hacimli kap kullanılarak agregaların gevşek ve sıkışık birim ağırlıkları TS 3529' a göre belirlenmiştir. Gevşek birim ağırlık, agreganın kova içerisine, kova üst kenarından 5 cm' den

daha yüksekte olmayacak şekilde ve homojen olarak yerleştirilmesiyle belirlenmiştir. Sıkışık birim ağırlık ise, kova hacmi üç eşit parçaya bölünerek

ve her 1/3' lük kısım doldurulduktan sonra 25 kez şişlenerek bulunmuştur. Sonuçlar Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki DI-1, DI-2 ve DI-3 ocaklarına ait karışık agregaların gevşek ve sıkı birim ağırlık değerleri.

Table 1. Loose and dense unit weights of mixed aggregates of DI-1, DI-2 and, DI-3 quarries in the study area.

Ocak	Gevşek yoğunluk (kg/m ³)			Sıkı yoğunluk (kg/m ³)		
	En Küçük	En Büyük	Ortalama	En Küçük	En Büyük	Ortalama
DI-1	1875	1885	1880	1955	1965	1960
DI-2	1550	1570	1560	1617	1623	1620
DI-3	1760	1780	1770	1815	1825	1820

Çimentonun sertleşmesine ve prizlenmesine etki eden organik bileşenlerin tayini

Bu deney, agregada içinde betona zararlı olabilecek organik madde oranını tespit etmek amacıyla yapılmaktadır (TS EN 1744-1). Humus, hayvansal ve bitkisel atıkların toprakta çürümesiyle oluşan organik bir maddedir. Bu organik maddeler agreganın asit içeriğini artırır. Agregada içindeki organik maddenin çok olması durumunda çimentonun katılaşması gecikir veya gerçekleşmeyebilir. Bu da betonun ilk günlerdeki dayanımını olumsuz yönde etkiler (Şimşek, 2007). Organik madde içeriği belirlenecek agregada örneği bir cam şişe içinde % 3' lük NaOH çözeltisi ile birlikte çalkalanır. Cam şişe içinde çökelen agregada üzerindeki sıvıda oluşan renklenme, organik madde miktarı hakkında bilgi verir. Deney sonucu, çözeltinin renginin Negatif Deney (standard renkten daha açık) veya Pozitif Deney (standard renkten daha koyu) olduğunu gösterir. Standart renk olarak Gardner renk skalasındaki 11 numaralı renk (turuncu renk) kullanılmaktadır.

Deneyler sonucunda, DI-2 ve DI-3 ocaklarına ait tüpteki çözeltinin rengi renksiz-açık sarı, DI-1 ocağına ait tüpteki çözeltinin rengi ise açık sarı-koyu sarı arasında değişmektedir. Bu durum DI-1 ocağında bir miktar organik madde bulunduğunu işaret etmektedir.

Agregaların Tane Şekli İndisi

Agrega şekillerinin beton dayanımı ve özellikleri üzerindeki etkisi büyüktür (Yıldırım ve Yılmaz, 2002). Eni boyunun 1/5' i veya daha fazla olan ince uzun agregalar kolayca kırılacaklarından beton dayanımını düşürürler (Öztabak, 1988). Agregada tanelerinin şekli olabildiğince eş boyutlu (küresel, kübik) olmalıdır. Tanenin en büyük boyutunun (L), en küçük boyutuna (S) oranı 3' den büyük olan tanelere şekilce kusurlu denilmektedir.

Çalışmada 4-63 mm arasında tane boyuna sahip örnekler, kullanılan en büyük elek açıklığına göre TS EN 933-4 (2009)' te belirtilen miktarlarda analize tabi tutulmuştur. Agregaların tane boyları 1/20 hassaslığa sahip kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Agregaların L/S oranları belirlenerek, kusurlu tanelerin ağırlıkça oranları bulunmuştur (Çizelge 2). Burada M₁ ve M₂ sırasıyla şekilce kusurlu tanelerin toplam ağırlığını ve deney yapılan örnek miktarını temsil etmektedir.

Agrega Parçalanma Direncinin Tayini (Los Angeles Metodu)

İri agregaların parçalanma dirençleri Los Angeles Deneyi ve Darbe Deneyi ile belirlenmektedir. Bu çalışmada Los Angeles metoduna göre agregaların parçalanma dirençleri belirlenmiştir. Bu meto-

da göre (TS EN 1097-2), tane boyu 10-14 mm arasında olan yıkanmış ve kurutulmuş agregalardan 5000 g örnek hazırlanmıştır. Bu örnekler, 10 adet çelik bilye ile deney tamburu içine konulmuş ve tambur 31-33 devir/dakika sabit hızla 500 devir döndürülmüştür. Döndürme işleminden sonra, 1.6 mm açıklığa sahip elek üzerinde kalan malzeme miktarı belirlenmiştir. 500 devirlik deneyler sonucunda DI-1 için % 21.38 DI-2 ocak için % 43.85, ve DI-3 ocak için % 28.17 kayıp bulunmuştur.

Çizelge 2. Çalışma alanındaki ocakların kusurlu tane oranları.

Table 2. Non-cubical particles ratios of quarries.

Ocak	M ₁	M ₂	SI (%)
DI-1	1291,09	6529,46	19,8
DI-2	92,69	1018,01	9,1
DI-3	1115,2	6085,966	18,3

SI: Tane şekli indisi.

Don Kaybı Tayini (Na₂SO₄ metodu ile)

Agregalarda dona dayanıklılık deneyi TS 3655'e göre yapılmıştır. Deney 4–8, 8–16 ve 16–32 mm tane sınıflarına uygulanmıştır. Kimyasal olarak susuz sodyum sülfat (Na₂SO₄) kullanılmıştır. Kullanılacak çözeltinin yoğunluğu standartta belirtildiği gibi 1,150-1,170 g/cm³ arasında 1,16 g/cm³ olarak hazırlanmıştır. Agregat örnekleri standartta belirtildiği miktarlarda alınarak her bir çözelti içerisinde 18 saat süreyle bekletilmiştir. Bu süre sonunda örnekler çözelti içinden alınarak tekrar oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Bu işlem 5 kez tekrarlanarak 5. tekrarlama sonucunda her bir örnek standartta belirtilen alt tane büyüklüğünden bir küçük göz açıklıklı eleklerden elenerek her ocağa ait toplam don kaybı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Alkali-Silika Reaksiyonu

Alkali-Silika Reaktivitesi (ASR), beton bileşenlerinden sodyum oksit (Na₂O) ve potasyum oksit (K₂O) gibi alkali oksitler ile silikat mineralleri içeren agregat ile tepkimeye girmesi sonucu oluşan reaksiyon olarak tanımlanmaktadır (Helmuth vd.,

1993). Bu reaksiyonların ürünleri jel şeklinde olup betonda genişlemelere ve patlamalara neden olmaktadır. Bu sebeple beton malzemesi olarak kullanılacak agregaların ASR açısından incelenmesi ve bu amaçla yapılan deney sonuçlarının standartlarda belirtilen değerlerde olması gerekmektedir. Agregaların ASR yönünden incelenmesi için birçok deney yöntemi bulunmaktadır. Hızlı harç çubuk deneyi, beton prizma deneyi, kimyasal yöntem ile uzun süreli harç çubuk yöntemi literatürde en çok kullanılan yöntemlerdir.

Çizelge 3. DI-1, DI-2 ve DI-3 için don kaybı değerleri.

Table 3. Loss after frost of DI-1, DI-2 and, DI-3.

Tane Boyu (mm)	Kayıp (%)		
	DI-1	DI-2	DI-3
4-8	13,67	24,25	16,31
8-16	9,78	14,78	16,16
16-32	2,36	8,76	0,49

Bu çalışmada agregaların ASR incelemeleri için kimyasal yöntem kullanılmıştır. Deneyler TS 2517'ye göre yapılmıştır. Deneye tabi tutulan agregalar ASR açısından, çözünmüş silis (S_c) ve potansiyel alkali azalması (R_c) değerleri kullanılarak standartta verilen grafiğe göre değerlendirilmiştir (Şekil 4). Buna göre üç ocaktan alınan agregalar ASR bakımından zararsızdır.

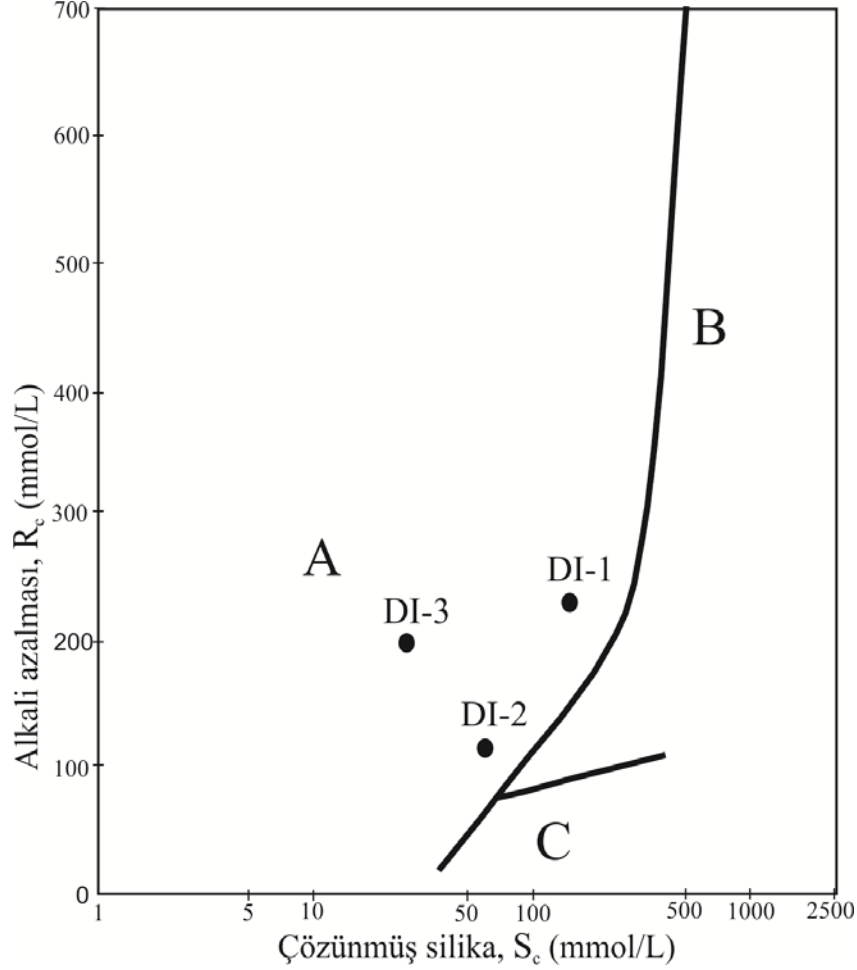
TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çalışmada Delice Irmak havzasının güney kesiminde, ortasında ve kuzey kesiminde bulunan üç kum ocağından alınan agregaların beton agregası olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Alınan agregat örnekleri üzerinde Türk Standartlarında belirtilen deney yöntemleri kullanılarak deneyler ve XRD çözümlenmeleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır.

XRD çözümlenmelerine göre üç agregat ocağının mineralojik bileşiminin büyük oranda kuvars ve feldispattan oluştuğu görülmektedir. Çalışma alanındaki jeolojik birimlere göre, bu minerallerin

bölgedeki granitik, volkanik ve kumtaşı-çakıltası gibi sedimanter kayalardan geldiği söylenebilir. DI-1 ve DI-2 ocaklarında görülen kil ve tuz mineralleri bölgedeki evaporatik sedimanter kayalar-

dan kaynaklanmakta olup, bu minerallerin beton dayanımını etkilememesi için iyi bir yıkama ile beton agregasından uzaklaştırılması gerekmektedir.



Şekil 4. Alkalinite azalması deneyine bağlı olarak elde edilen zararsız ve zararlı agrega sınırlarını gösteren grafik (A: ASR yönünden zararsız olan agregalar, B: ASR yönünden potansiyel zararlı olan agregalar, C: ASR yönünden zararlı olan agregalar).

Figure 4. Harmless and harmful aggregate limits depending on the obtained reduction in alkalinity test (A: Harmless, B: Potentially harmful, C: Harmful).

Agregalarda tane boyu dağılım analizleri yapılarak gradasyon eğrileri belirlenmiştir. Bu eğriler TS' de belirtilen en büyük tane boyutunun 31,5 mm olması durumundaki gradasyon eğrisi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre DI-2 ve DI-3 ocaklarından alınan agregaların tane boyu dağılım eğrileri standartlarda belirtilen sınırlar içerisinde

yer alırken, DI-1 ocağı tane boyu dağılım eğrisine göre daha üniform bir tane boyu dağılımı sunmakta ve üst sınır eğrisinin üstünde yer almaktadır. Bu durum DI-1 ocağındaki agregaların kompositesinin daha düşük olacağını bunun da betonun kompositesini düşürebileceğini göstermektedir. DI-1 ocağındaki agregaların beton

yapımından önce, uygun bir eleme ya da karışım ile standart tane boyu dağılımına sahip olması sağlanmalıdır. Böylece betonun kompozitesi ve dayanımı yükseltilmiş olacaktır.

DI-1 için ortalama gevşek birim hacim ağırlık 1880 kg/m³ iken DI-2 ve DI-3 için sırasıyla 1560 ve 1770 kg/m³ olarak hesaplanmıştır. DI-1, DI-2 ve DI-3 için sıkı birim hacim ağırlık değerleri ise 1960, 1620 ve 1820 kg/m³ tür. Beton yapımında kullanılacak agregaların TS 3529'ta birim ağırlıkları için standart değer belirtilmemiştir. Genel olarak gevşek birim ağırlık değerlerinin 1350 kg/m³'ten yüksek olması tercih edilmektedir. Buna göre üç ocağın alınan örneklerin birim hacim ağırlıkları betonda kullanıma uygundur.

Beton yapımında kullanılacak agregaların, yine beton bileşenine giren çimentonun sertleşmesini engellememesi gerekmektedir. Organik madde analizi sonucunda DI-2 ve DI-3 ocaklarından alınan agregaların çimentonun sertleşmesini ve prizlenmesini geciktirecek bir etkide bulunmayacağı, DI-3 ocağındaki organik madde miktarının ise sınır değerinin altında fakat yakın çıktığı görülmüştür. Bu durumun beton katılaşması ve dayanımı üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı araştırılmalıdır.

Tane şekli indisi değerleri DI-1, DI-2 ve DI-3 ocakları için sırası ile %19,8, 9,1 ve 18,3 olarak bulunmuştur. DI-1 ve DI-3 ocaklarının kusurlu tane miktarının oldukça yüksek olması, beton yapımı sırasında daha fazla su kullanılmasını gerektirecek ve betonun dayanımını olumsuz yönde etkileyecektir. DI-2 ocağı ise tane şekli açısından en uygun ocağıdır.

Agrega örnekleri üzerinde parçalanma direncinin tayini Los Angeles metodu ile yapılmıştır. 500 devir sonunda, DI-1 ocağı için ortalama kayıp %21,38 iken DI-2 için %43,85 ve DI-3 için %28,17 olarak bulunmuştur. Üç ocağın parçalanma direnci açısından uygun olduğu (%50 sınırının altında) görülmüştür.

Farklı tane sınıflarına uygulanan Na₂SO₄ ile yapılan don kaybı deneyine göre 4–8 mm tane sınıfında en büyük kayıp %24,25 ile DI-2' de ve en düşük kayıp %13,67 ile DI-1' de; 8–16 mm tane

sınıfında en büyük kayıp %16,16 ile DI-3' te ve en düşük kayıp %9,78 ile DI-1'de; son olarak 16–32 mm tane sınıfında yapılan deneyler sonucunda en büyük kayıp %8,76 ile DI-2'de en düşük kayıp ise %0,49 ile DI-3'te bulunmuştur. Üç ocağın için, tane sınıfı kayıpları toplamı göz önüne alındığında TS'de belirtilen iri agrega için maksimum %18 kayıp değerini aşmaktadır. Bu değerler agregaların kullanılacağı şehirlerin (Yozgat ve Ankara) iklim koşulları göz önüne alındığında önemli sorunlara yol açabileceği söylenebilir. Uygun katkı maddeleri kullanılarak agreganın ve betonun don dayanımının artırılması gerekmektedir.

Agregaların alkali silika reaksiyonu yönünden incelenmesi için kimyasal yöntem kullanılmıştır. Buna göre yapılan analizler ile agregalardaki alkali azalması ve çözünmüş silika değerleri hesaplanmış ve ASR açısından üç ocağa ait agregaların da zararsız olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Yazarlar XRD analizleri ve çözümlenmeleri için Prof.Dr. Yusuf Kaan KADIOĞLU' na (Ankara Üniversitesi) ve Yrd.Doç.Dr. Bahattin GÜLLÜ (Aksaray Üniversitesi)' ye teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Akçay, A.E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A.F., Esentürk, K. (2007). Yozgat İ-33 paftası. 1: 100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No:80.
- Çavuşoğlu, İ., Yılmaz, A.O., Alp, İ., Vıçıl, M. (2004). Harşit çayı (Giresun-Tirebolu) kırılmış dere malzemesinin agrega olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas, Türkiye.
- Dönmez, M., Bilgin Z.R., Akçay, A.E., Kara, H., Yergök, A.F., Esentürk, K. (2005). Kırşehir İ-32 paftası. 1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, No:47.
- Erik, D., Mutlutürk M. (2004). Koç Deresi (Hafik-Sivas) kum-çakıl ocağı malzemelerinin alkali-silika reaksiyonu özellikleri. VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas, Türkiye.

- Helmuth R., Stark D., Diamond S., Moranville-Regourd M. (1993). Alkali-silica reactivity: An overview of research. SHRP-C-342, Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C.
- İpek, M., Yılmaz, K., Sert, G. (2009). Sakarya bölgesinde üretilen kırmataş agregaların alkali agrega reaksiyonunun incelenmesi. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 13-15 Mayıs, Karabük, Türkiye.
- Korkanç M., Tuğrul A., 2004. Beton agregası olarak kullanılacak bazaltların alkali-silis reaksiyonu yönünden incelenmesi. İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 17, 2, 161-169.
- MTA (2002). 1: 500 000' lik Türkiye Jeoloji Haritası (Kayseri paftası). Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öztabak, F.H. (1988). Beton ve beton malzemeleri ders notları, Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 42 s.
- Öztabak, F.H., Gürsu, Y. (1998). Beton ve Beton Malzemeleri Ders Notları. Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, 88 s.
- Semiz, B., Özpınar Y., Dönmez H. (2005). Denizli volkanitlerinin özellikleri ve beton üretiminde kullanılabilirliği. Pamukkale Üniv. Müh. Fak. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 11, 1, 63-70.
- Şimşek, O. (2007). Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 334 s.
- TS 3529 (1980). Beton Agregalarının birim ağırlıklarının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 932-1 (1997). Agregaların genel özellikleri için deneyler-Kısım 1 Numune Alma Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 933-4 (2009). Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 1: Tane şeklinin tayini - Şekil indisi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1097-2 (2010). Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler Bölüm 2: Parçalanma direncinin tayini için metotlar. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2517 (2010). Agregaların potansiyel alkali silis reaktifliğinin tayini - Kimyasal yöntem. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 1744-1 (2011). Agregaların kimyasal özellikleri için deneyler - Bölüm1: Kimyasal analiz. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 933-1 (2012). Agregaların geometrik özellikleri için deneyler bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımı tayini- Eleme metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, M., Yılmaz, I. (2002). Yıldız Irmağı çökellerinin beton agregası olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi. C. Ü. Müh. Fak. Dergisi, Yerbilimleri, 19, 2, 181-192.

Ersin KOLAY

Bozok Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
66900 Yozgat

ersin.kolay@bozok.edu.tr

Sivas kenti ve yakın çevresinin mevcut arazi kullanım yapısı ile alan kullanım potansiyellerinin karşılaştırılması

Comparison of land use potentials and existing framework land use of the city Sivas and near surroundings

Can Bülent Karakuş¹, Orhan CERİT² ve Demet DEMİROĞLU³

¹ Sivas Belediyesi, Sıbeski Müdürlüğü, Sivas

² Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

³ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kilis

ÖZ

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak Sivas kent merkezi ve yakın çevresi için planlanmış arazi kullanım yapısı haritalarından elde edilen mevcut arazi kullanım sınıfları ile inceleme alanında olması gereken alan kullanım potansiyellerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda; inceleme alanındaki en uygun yerleşim, tarım, orman, çayır-mera alanlarının belirlenmesi ile amaç dışı ve yanlış arazi kullanımlarının önlenmesi, geleceğe yönelik olarak arazi kullanım şekillerinin ortaya konulması öngörülmüştür. Bu kapsamda; inceleme alanını içerisine alan planlanmış arazi kullanım yapısı haritaları sayısallaştırılarak bu harita üzerinden arazi kullanımı türleri belirlenmiştir. Çalışma alanının mevcut çevresel özellikleri (topoğrafya, jeoloji, toprak, iklim ve hidroloji) ortaya konulmuş, amaca yönelik olarak her bir arazi kullanımı için elde edilen veriler ışığında en uygun arazi kullanım şekilleri (yerleşim, tarım, orman ve çayır-mera) belirlenmiştir. Son olarak, en uygun arazi kullanım şekilleri için uygunluk haritaları kullanılarak çalışma alanının en uygun arazi kullanım şeklini gösteren alan kullanım potansiyel haritası oluşturulmuştur. İnceleme alanındaki planlanmış arazi kullanım yapısı haritalarından elde edilen arazi kullanım türleri ve inceleme alanında olması gereken alan kullanım potansiyel şekilleri birlikte değerlendirildiğinde; yerleşim alanlarının tarımsal açıdan en uygun alanlar üzerine kurulmuş olduğu ve Organize Sanayi Bölgesi (OSB)'nin işgal ettiği alanların da tarım sektörüne en uygun alanlar olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; inceleme alanında yanlış ve uygun olmayan arazi kullanım alanları ortaya konularak, Sivas kenti ve yakın çevresi için gelecekte planlanması gereken uygun arazi kullanım sınıflarına yönelik olarak önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sivas, coğrafi bilgi sistemleri, mevcut arazi kullanım yapısı, alan kullanım potansiyeli.

ABSTRACT

Objective of this study is making a comparison between land use potentials required to be within the framework of investigation area with the existent land use categories obtained from the scheduled framework land use maps of the city Sivas and near surroundings by using the Geographic Information

Systems (GIS) techniques. In line with this objective it has been foreseen not only to find out the prudential land use categories but also prevention of land use wrongly and out of purpose by determining the most convenient settlement areas , grassland , forest and agricultural lands within the framework of the investigation area. Within this scope ;scheduled framework land use maps involving the investigation area have been digitized and land use categories have been determined from this digitized map. Existent environmental aspects of the investigation area (topography, geology, soil, climate and hydrology) have been introduced and most appropriate land use categories (settlement, agriculture, forest and grassland) have been determined in line with the data obtained for each land use towards the objective of the study. Ultimately , land use potential map indicating the most appropriate land use category of the investigation area has been constituted by using the conformance maps for the most convenient land use categories. It has been determined that the settlement area and the land occupied by the Organized Industrial Region (OIR) had been built on the land which is most appropriate for agriculture when land use potential categories required to be existent in the investigation area were assessed together with the land use categories obtained from scheduled framework land use maps. In conclusion, wrong and inappropriate land use areas inside the investigation area have been found out and recommendations have been made for the convenient land use categories required to be planned for the city Sivas and near surroundings in future

Keywords: Sivas, geographical information systems, existing framework of land use, land use potential.

GİRİŞ

Son yıllardaki hızlı kentleşme ve kırsal alandan kente göç ile doğal ve kültürel varlıklar giderek yok edilmektedir. Özellikle ülkemizde erozyon ve aşırı kullanım sonucu tarımsal topraklar kaybedilmekte, ormanlar tarla açmak üzere yakılmakta veya inşaat hakkı verilerek yapılaşmaya açılarak açık alanlar, ormanlar, korular, vadiler, tepeler hatta sulak alanlar yapılaşma amacıyla kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak yöreye özgün bitki (flora) ve hayvan türlerinin (fauna) ve yaşadıkları yerler (foyer) bütün bu etkinlikler içinde yok olmaktadır. Bu durum doğal kaynakların bozulmasına ve böylece sürdürülebilir kalkınmanın tehlikeye girmesine neden olmaktadır. (Olcan vd., 2007; Yılmaz, 2005).

Tüm bu olumsuzlukların önüne geçilebilmesi için çevre duyarlı planlama anlayışı içerisinde; alanın doğal kaynak potansiyellerinin belirlenerek, fiziksel ve sosyo-ekonomik koşullarının bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir. Doğal kaynak değerlerine zarar vermeden de kentleşme ve sanayileşme gerçekleştirilebilmektedir. Alan kullanım kararlarının bu çerçevede verilmesi ekosistemlerin bugünkü ve gelecekteki verimliliklerinin korunması açısından son derece önemlidir.

Arazi kullanım planlaması süreçlerinde verilerin toplanması ve analizi evresi çok önemlidir. Verilerin olabildiğince güncel olmasına özen gösterilmelidir. Özellikle kullanılan haritalar ve temel bilgiler, arazi yetenek haritalarının hazırlanmasına alt yapı oluşturacak düzeyde ayrıntılı olmalıdır (Yılmaz, 2008).

Arazi bilgisi, arazi kullanım türleri için arazilerin uygunluklarını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Şehir çevresindeki arazi kullanım planlaması, gelişmeye yönelik yapılan uygunluk değerlendirmesi için önemli bir kavramdır. Örneğin; topoğrafik özellikler, gelişim için bir alanın uygunluğunu etkileyen en önemli etkenlerden biridir. İyi bir yüzey drenajı ve uygun yerleşim alanlarını sağlamak için % 2-6 arasındaki eğim değerleri yeterli olmaktadır. Yeteri kadar düz olmayan alanlarda, yerleşim alanlarının gelişiminde önemli sorunlarla karşı karşıya kalınabilir (Lillesand ve Kiefer, 1994).

Arazi kullanımına karar vermeden önce araziyi değerlendirmeye ilişkin güvenilir yöntemleri yasal bir çerçeve içinde geliştirmek gerekmektedir. Yani değerlendirme yöntemleri ve yasal çerçeve, arazi kullanımının iki önemli bileşenidir. Yasal çerçeveye, Çevre Yasası ile bu yasaya ilişkin yönetmelik-

ler, en geniş anlamı ile Çevre Mevzuatı yön vermektedir.

Arazi kullanımı ile doğrudan ilişkili olan kanun "Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu"dur. 2005 yılında kabul edilen 5403 Sayılı "Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu" 19/07/2005 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

İlgili yasanın 10. maddesinde, arazi kullanım planlarının yapılmasının önemi vurgulanmaktadır. Bu kapsamda; arazinin yeteneği ve diğer arazi özellikleri gözetilerek elde edilen su potansiyeli ve toprak veri tabanı haritaları esas alınarak uygun arazi kullanım şekilleri belirlenebilmektedir. En uygun arazi kullanım şekillerinin belirlenebilmesi için mevcut arazi kullanım planlarının da ortaya konulması gerekmektedir. Mevcut arazi kullanım planları, kentsel arazinin farklı kullanımlar için geleceğe yönelik olarak tahsis edilmesi, planlanması ve tasarlanması için oluşturulan planlardır.

Bu çalışmada; Sivas kent merkezi ve yakın çevresi için planlanmış arazi kullanım yapısı haritalarından elde edilen mevcut arazi kullanım sınıfları ile inceleme alanında olması gereken alan kullanım potansiyellerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böylece oluşturulan uygun alan kullanım şekilleri ile mevcut kent planının birlikte değerlendirilmesi sonucunda amaç dışı ve yanlış alan kullanımlarının tespit edilmesi, alanın doğal kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde planlanması, geliştirilmesi ve yönetilmesi amacıyla geleceğe yönelik en uygun alan kullanım modelinin oluşturulması hedeflenmektedir.

İNCELEME ALANI

Sivas ili, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Kızılırmak Bölümü'nde yer alır. 36° ve 39° doğu boylamları ile 38° ve 41° kuzey enlemleri arasında kalan il, 28.488 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin toprak bakımından Konya'dan sonra ikinci büyük ilidir. Sivas'ın doğusunda Erzincan, güneyinde Malatya ve Kahramanmaraş, güneybatısında Kayseri, batısında Yozgat, kuzeyinde Tokat ve Ordu, kuzeydoğusunda ise Giresun illeri yer alır. İnceleme

alanı ise 1/25.000 ölçekli i37-b3, i38-a4, i37-c2, i38-d1 paftalarını içermektedir (Şekil 1).

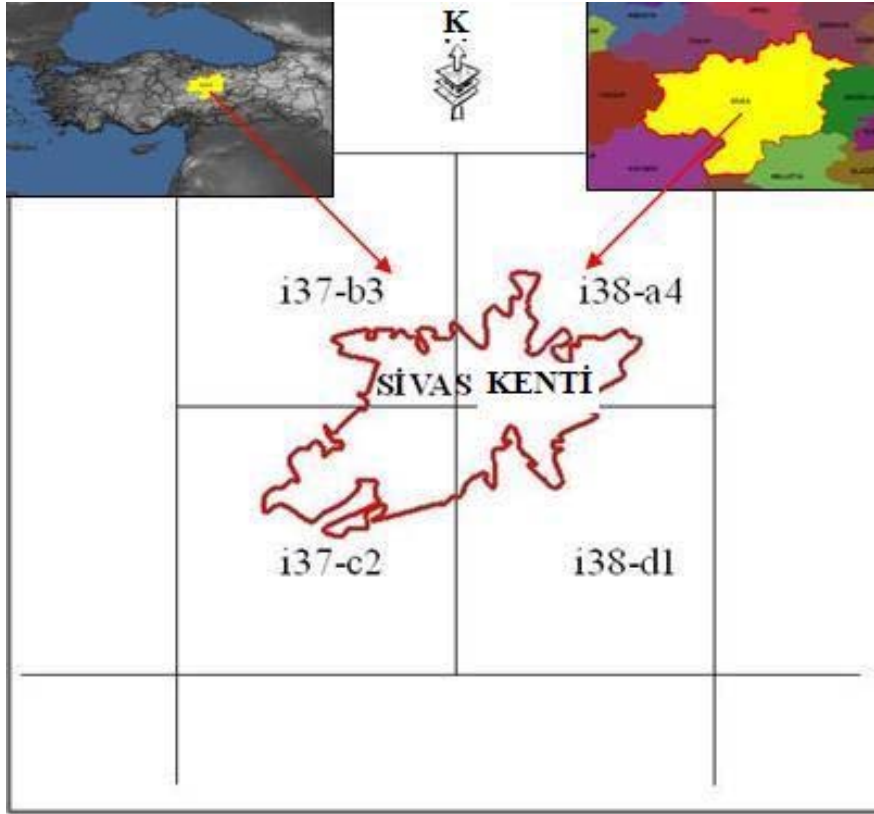
MATERYAL VE YÖNTEM

Sivas ili yerleşim alanı ve yakın çevresi için planlanmış arazi kullanım yapısı haritalarından elde edilecek olan mevcut arazi kullanım sınıfları ile alan kullanım potansiyellerini karşılaştırmak amacıyla; i37-b3, i38-a4, i37-c2 ve i38-d1 pafta numaralı 1/25.000 ölçekli sayısal topoğrafik haritaları (yükseklik amacıyla), sayısal toprak haritaları, sayısal jeoloji haritaları ve analog planlanmış arazi kullanım yapısı (imar planı) haritaları kullanılmıştır. Bu CBS verileri üzerinden gerekli olan sayısallaştırma ve analizler için Arc GIS 9.3.1 programı kullanılmıştır.

Çalışmalar süresince harita çakıştırma tekniğinin mantığı düşünüldüğünde; tüm sayısal verilerin ortak bir projeksiyon ve datum değişkenlerini gerektirmesi nedeniyle, çalışmanın ileriki aşamalarında yapılacak analizler için tüm sayısal verilerin projeksiyonu UTM ve datumu ED50 olarak düzeltilmiştir. Çalışma alanını içerisine alan planlanmış arazi kullanım yapısı haritalarının sayısallaştırılması ve bu harita üzerinden arazi kullanımı türlerinin belirlenmesi, çalışma alanının doğal potansiyel özelliklerinin (doğal yapısı) ortaya konulması, amaca yönelik olarak her bir arazi kullanımı için elde edilen veriler ışığında çalışma alanının doğal yapısına en uygun alanların saptanması ve alan kullanım potansiyellerinin belirlenmesi için yapılan işlemler aşağıda anlatılmıştır.

Planlanmış Arazi Kullanım Yapısı Sınıflarının Elde Edilmesi

Sivas Belediyesi'nden analog olarak temin edilen 1982 yılına ait 1/25.000 ölçekli 7 adet Sivas Nazım İmar Planı paftası taranarak TIFF görüntü formatında kaydedilmiştir. Taranan paftalar, standart topografik haritalardan alınan 59 adet yer kontrol noktası kullanılarak ArcGIS 9.3.1 programı yardımıyla rektifiye edilmiş, rektifiye edilen paftalar birleştirilerek inceleme alanına ait mozaiklenmiş sayısal planlanmış arazi kullanım yapısı haritası oluşturulmuştur.



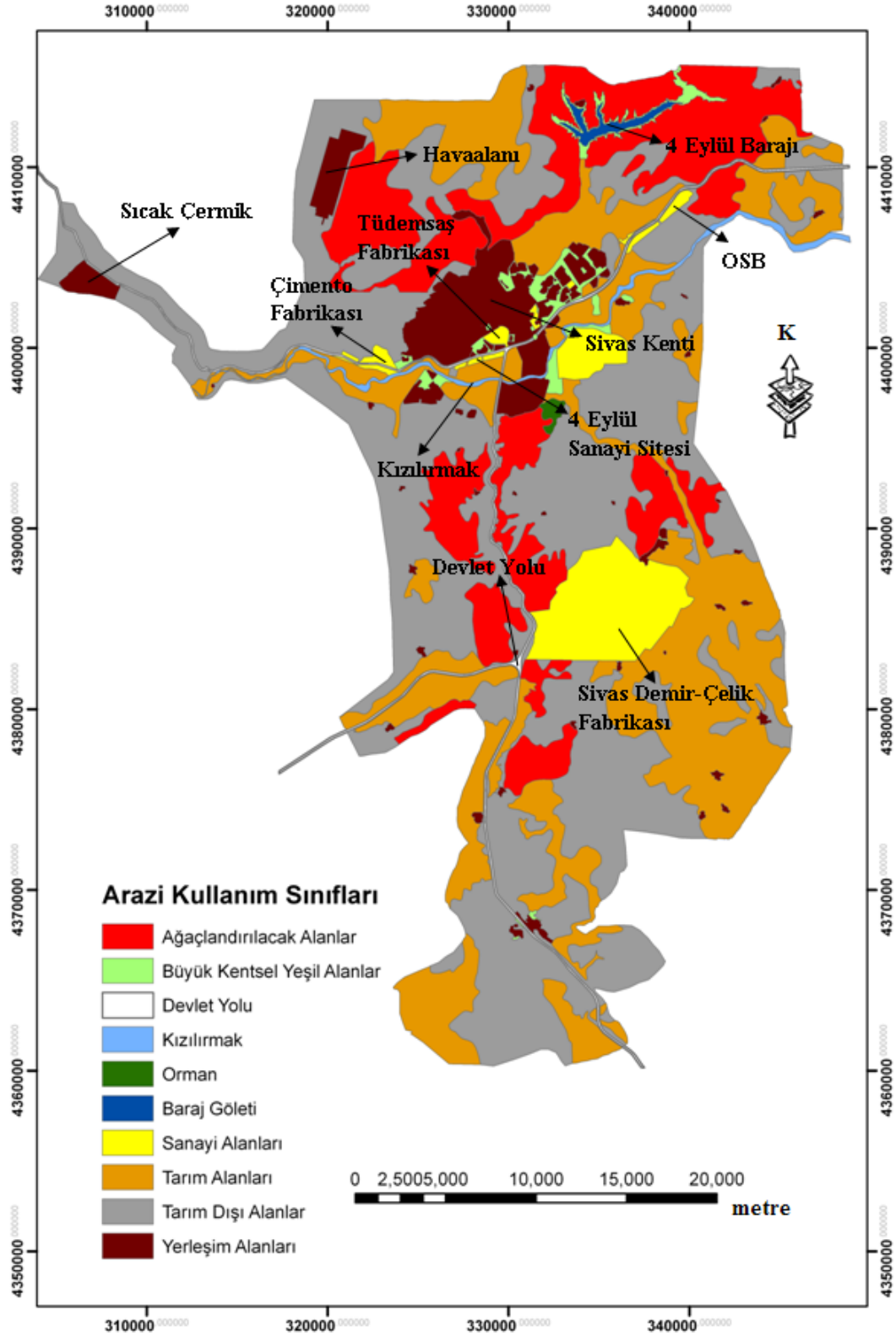
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (ölçeksiz).
Figure 1. Location map of the study area (not to scale).

Sayısal planlanmış arazi kullanım yapısı haritası üzerinde yer alan tüm arazi sınıfları, arazi kullanımı sınırları esas alınarak sayısallaştırılmış ve 1982 yılı planlanmış arazi kullanım yapısına ait arazi kullanım sınıfları elde edilmiştir (Şekil 2).

Hedef yılı 2000 yılı olarak ve 500.000 nüfus için hazırlanan 1982 yılı nazım imar planında; kentin gelişme alanları kuzeydoğu ve kuzeybatı yönlerinde planlanmıştır (Topaloğlu vd. 1985). Söz konusu plan incelendiğinde 287,56 km² alan kaplayan tarım alanlarının daha çok kent merkezinin güneydoğusunda, kuzeyinde ve Kızılırmak çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 2). Şekil 2 incelendiğinde; Sivas kent merkezi dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, yerleşim alanlarının (64,80 km²) daha çok Kızılırmak nehrinin kuzeyinde planlandığı görülürken; tarım alanlarının (284,94 km²) daha çok kentin güneydoğusunda, kuzeyinde ve kent merkezine yakın olan Kızılırmak nehrinin kenarlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Ağaçlandırılacak alanların

(184,54 km²) ise, kentin kuzeyinde yer alan Baraj Göleti çevresinde ve kentin kuzeybatısında yer alan havaalanı yakınlarında yoğunlaştığı görülmektedir.

Kent merkezine yakın olarak planlanan sanayi alanlarının toplam alanı 14,74 km² iken, alanın güneyinde planlanan sanayi alanı (Sivas Demir-Çelik Fabrikası) 40,70 km² ile en yüksek alansal değere sahiptir. 1939 yılında kurulan TÜDEMSAŞ fabrikası, 1982 imar planında; kent merkezinin güneyi ile Kızılırmak nehri arasında 1,03 km²'lik bir alan olarak planlanmıştır. Söz konusu planda, TÜDEMSAŞ fabrikasının güneybatısında ve devlet yoluna paralel bir şekilde 0,68 km² olarak planlanan 4 Eylül Sanayi Sitesi yer almaktadır. Kent merkezinin doğusunda ve kent ile bitişik yer alan, Mısırlırmak nehri kenarında yer alan sanayi bölgesi ise 0,38 km² olarak planlanmıştır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda OSB olarak planlanan sanayi alanlarının toplam alanı ise 2,20 km² olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. 1982 yılı planlanmış arazi kullanım sınıflarının yayılımı.
Figure 2. Breakdown of land use categories planned in the year 1982.

İnceleme Alanı İçin En Uygun Arazi Kullanım Şekillerinin Belirlenmesi

İnceleme alanındaki alan kullanım potansiyel sınıflarının belirlenmesi için ArcView 9.3.1. programı kullanılarak, öncelikli olarak Sivas kenti ve yakın çevresinin doğal yapısına ilişkin olarak; inceleme alanının topoğrafik yapısı (yükseklik, eğim, bakı), jeolojik yapısı (kayatürü) ve toprak yapısı, AKK (Arazi Kullanım Kabiliyeti), toprak derinliği, eğim, erozyon, sınırlayıcı toprak özellikleri) özelliklerini gösteren tematik haritalar elde edilmiştir.

Mc Harg (1969)' un "Peyzaj Değerlendirme Yöntemi" ile Kiemstedt (1972)' in "Planlamada Kullanım Değeri Analizi" yönteminden yararlanılarak "Doğal Potansiyelin Sektörel Kullanımlara Uygunluk Değeri Analizi Yöntemi" geliştirilmiştir. Bu yöntem kapsamında öncelikli olarak ilgili sektörler için belirleyici olabilecek doğal faktörler ve bunların alt birimleri belirlenmiştir. Daha sonra amaca uygun olarak belirlenen bu faktörler, söz konusu alan kullanım potansiyelini belirlemedeki etkinliklerine göre derecelendirilmiştir (Mc Harg, 1969; Köseoğlu, 1982). Bu ağırlıklandırma işleminden sonra her bir faktör kendi içerisinde ayrı bir sayısal değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu değerlendirme ise, o faktörün seçilen alt birimlerine yine söz konusu arazi kullanımı bakımından etkinlikleri göz önüne alınarak 1 ile 4 arasında değişen pozitif (+) sayısal değerleri verilerek yapılmıştır (Çizelge 1). Bu faktör ağırlıkları ve alt birimler ve o birimlere ait değerler belirlendikten sonra ArcGIS 9.3.1 programının Spatial Analyst (Çok Kriterli Karar Verme Analiz Modülü) modülü kullanılarak oluşturulan tematik haritaların belirlenen doğal faktörlere, bunların alt birimlerine ve faktör ağırlıklarına göre yeniden sınıflandırılması (Reclassification) yapılmıştır.

Çalışma alanının doğal yapısına en uygun alanların saptanması amacıyla ağırlıklı çakıştırma tekniği uygulanmıştır. Ağırlıklı çakıştırma, entegre bir analiz yapabilmek için farklı değerlere sahip, başka bir deyişle farklı birimlerle ifade edilen girdilerin aynı ortamda değerlendirilebilmesi amacıyla uygulanan bir tekniktir. Mekânsal sorunların çözümü, genellikle birçok farklı faktörün analiz edilmesini gerektirmektedir (Çabuk, 2006).

Daha sonraki aşamada ise; yeniden sınıflandırılmış haritaların, ArcGIS 9.3.1 programının "Weighted Overlay (Ağırlıklı Çakıştırma)" modülü kullanılarak ağırlıklı çakıştırması yapılmaktadır. Ağırlıklı çakıştırma sonucunda 4 sınıfa ayrılan ilgili arazi kullanımına ilişkin uygunluk haritaları oluşturulmaktadır (Çabuk, 2001). Ağırlıklı çakıştırma sonucunda ilgili sektörler için elde edilen 4 dereceli uygunluk haritalarında, en uygun alanların "1. Derece Uygun" terimi ile gösterilen alanlar olduğu belirtilmiştir.

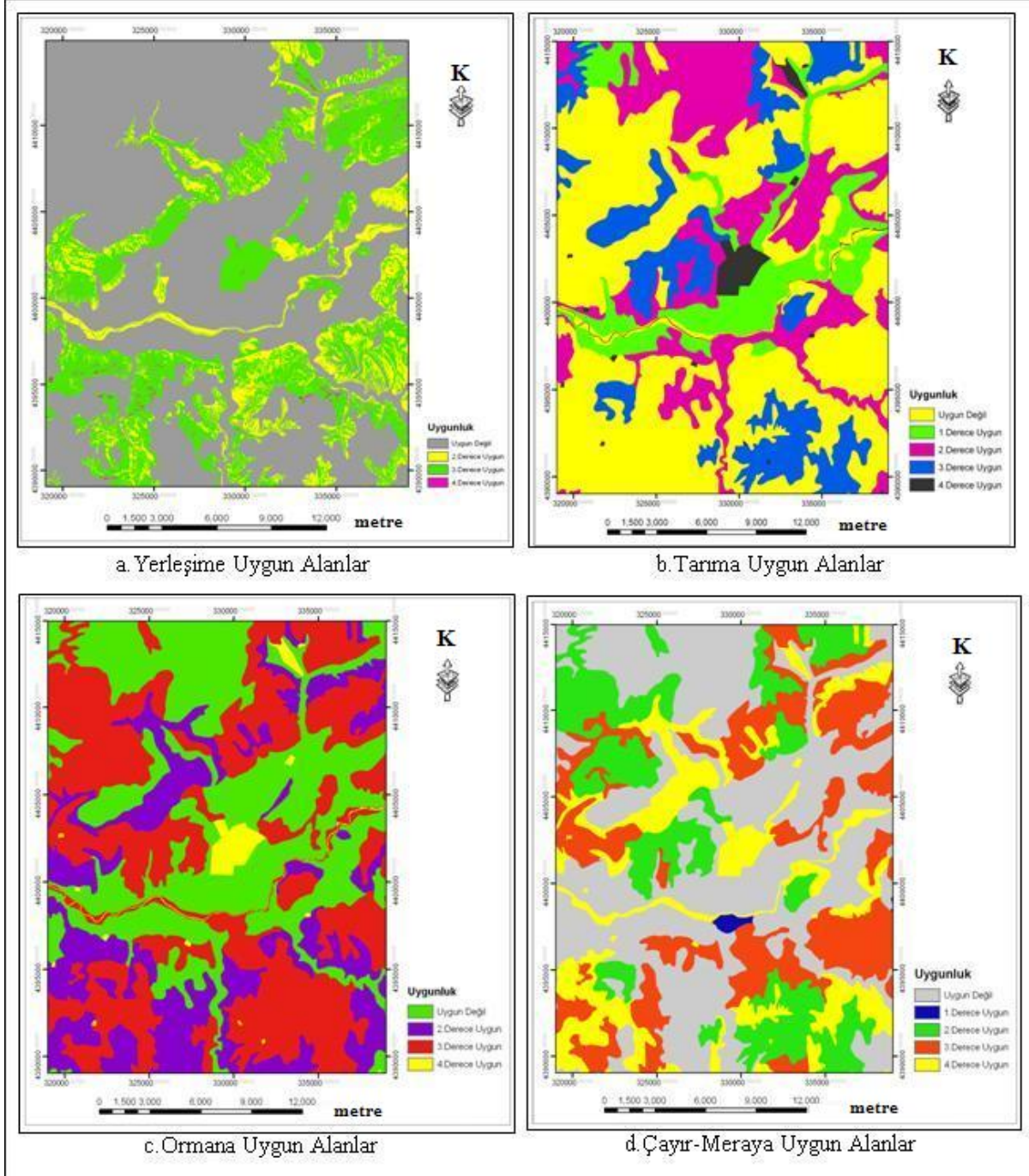
ÇALIŞMADAN ELDE EDİLEN BULGULAR

AKK, jeoloji (litoloji), eğim, erozyon, bakı ve yükseklik faktörleri birlikte değerlendirilerek elde edilen yerleşime uygunluk haritası (Şekil 3a) incelendiğinde; çalışma alanında yerleşime 1. derecede uygun alanların olmadığı görülmüştür. 2. derecede yerleşime uygun alanların daha çok çalışma alanının güneydoğusunda yer aldığı belirlenmiştir. Sivas kenti yakın çevresi ve alanın genelinde, yerleşime uygun olmayan alanların fazlalığı (% 65.16) göze çarpmaktadır (Çizelge 2). Şekil 3 incelendiğinde; tarım açısından önemli olan arazilerin varlığı ve daha yüksek kotlardaki alanların fazla olması, yerleşime uygunluğu olumsuz etkileyen faktörler olup, bu da yerleşime uygun olmayan artışın temel nedenini oluşturmuştur.

Şekil 3b'den görüleceği üzere; çalışma alanında "1. Derece Uygun" terimi ile belirtilen alanlar tarımsal arazi kullanımına en uygun alanlar olup, "Uygun Değil" terimi ile belirtilen alanlar çalışma alanındaki tarımsal arazi kullanımına uygun olmayan alanlardır. Yapılan analiz sonucunda; tarıma 1. derecede uygun olan alanların, genellikle Kızılırmak boyunca ve kentin kuzeyinde yer alan Sivas kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı 4 Eylül Barajı yakınlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Tarıma 2. derece uygun olan alanların çalışma alanının daha çok kuzeyinde yoğunlaştığı görülürken, bu alanların tarıma uygunluk açısından en fazla alanı kapladığı görülmektedir (Çizelge 2). Tarıma uygun olmayan alanların ise, kent merkezi ve yakın çevresinde dağınık bir yapı gösterdiği gözlenmiştir.

Çizelge 1 (devamı). Her bir arazi kullanım şekli için belirleyici olan doğal faktörler, bunların alt birimleri ve faktör ağırlıkları.
Table 1 (continue). *Identifier natural factors for each land use category, subunits and weighting factors.*

HER BİR ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ İÇİN DOĞAL FAKTÖRLER-ALT BİRİMLER VE VERİ TABANI SİMGELERİ		ARAZİ KULLANIM SEKİLLERİ						ALAN (KM ²)	% DAĞILIM			
DOĞAL FAKTÖRLER	*A.B. I.SINIF II.SINIF III.SINIF IV. SINIF VI.SINIF VII.SINIF VIII.SINIF DERİN ORTA DERİN SIĞ COK SIĞ	*V.T.S.	TARIM		ORMAN		CAYIR-MERA		YERLEŞİM			
			*F.A.	*A.B.D.	*F.A.	*A.B.D.	*F.A.	*A.B.D.	*F.A.	*A.B.D.		
ARAZİ KULLANIM KABİLİYET SINIFLARI	I.SINIF		4	0		0		0		0	60.61	11.66
	II.SINIF		3	0		0		0		0	42.71	8.21
	III.SINIF		2	1		1		0		0	78.92	15.18
	IV. SINIF		1	% 30		2		4		1	67.39	12.96
	VI.SINIF		0			3		3		2	62.70	12.06
	VII.SINIF		0			4		2		3	175.37	33.73
	VIII.SINIF		0			0		1		4	22.68	4.36
	DERİN	A	4	4		4		1			111.22	21.39
TOPRAK DERİNLİĞİ	ORTA DERİN	B	3	% 20		3		2		2	102.25	19.66
	SIĞ	C	2			2		3		3	108.02	20.77
	COK SIĞ	D	1			1		4		4	166.22	31.97
	%0-2	1	4			0		4		4	77.99	15.00
EĞİM (TOPRAK HARİTASINDAN)	%2-6	2	4			1		4		4	80.43	15.47
	%6-12	3	3	% 20		2		3		3	102.04	19.62
	%12-20	4	2			2		2		2	104.68	20.13
	%20-30	5	1			3		1		1	79.24	15.24
	>%30	6	0			4		0		0	43.32	8.33
	YOK YA DA AZ	1	4			1		4		4	78.27	15.05
EROZYON	ORTA	2	3	% 25		2		3		3	149.32	28.72
	SİDDETLİ	3	2			3		2		2	131.03	25.20
	COK SİDDETLİ	4	1	% 20		4		1		1	129.09	24.83
	"e" veya "s"	e-Eğim ve erozyon zararı s-Toprak yetersizliği w-Yaşlılık-drenaj bozukluğu	-1					-1			118.55	22.79
SINIRLAYICI TOPRAK ÖZELLİKLERİ	es/ise/sw	% 10						10%			308.56	59.34
	Sorunsuz Alanlar		-2					-2		1	92.87	17.86



Şekil 3. İnceleme alanı ağırlıklı çakıştırma sonucunda oluşturulan 4 dereceli uygunluk haritaları.
Figure 3. 4th degree conformance maps constituted as a result of the weighted overlapping of the investigation area.

Çizelge 2. İnceleme alanı ilgili sektörler için uygunluk haritaları alansal dağılımları.

Table 2. Areal distribution of conformance maps for the sectors related with the investigation area.

ARAZİ KULLANIM ŞEKLİ	UYGUNLUK DERECEŚİ									
	1.DERECE UYGUN		2.DERECE UYGUN		3.DERECE UYGUN		4.DERECE UYGUN		UYGUN DEĞİL	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
YERLEŞİM	-	-	54.40	10.47	125.77	24.21	0.84	0.16	338.47	65.16
TARIM	60.61	11.66	112.55	21.64	76.49	14.71	9.58	1.84	260.76	50.15
ORMAN	-	-	113.27	21.78	214.88	41.32	9.58	1.84	182.25	35.05
ÇAYIR-MERA	1.64	0.32	95.32	18.33	113.04	21.74	84.39	16.23	225.58	43.38

Yapılan analiz sonucunda; çalışma alanında 1. derecede orman kullanımına uygun alanların olmadığı görülmüştür. Şekil 3c'de, "2. Derece Uygun" terimi ile belirtilen alanların, çalışma alanındaki orman alanları kullanımına en uygun alanlar olduğu görülmektedir. 2.derece orman alanlarının; daha çok kentin içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılandığı Tavra Bölgesi'nde ve çalışma alanının güney batısında yoğunlaştığı görülmektedir. 3. derece orman alanlarının çalışma alanında en fazla alanı kapladığı görülürken, bu alanların çalışma alanında dağınık bir yapı gösterdiği görülmüştür (Şekil 3c ve Çizelge 2). Ormana uygun olmayan alanların ise, daha çok kent merkezi yakın çevresi güney kısmında, kentin kuzeydoğusunda ve çalışma alanının kuzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir.

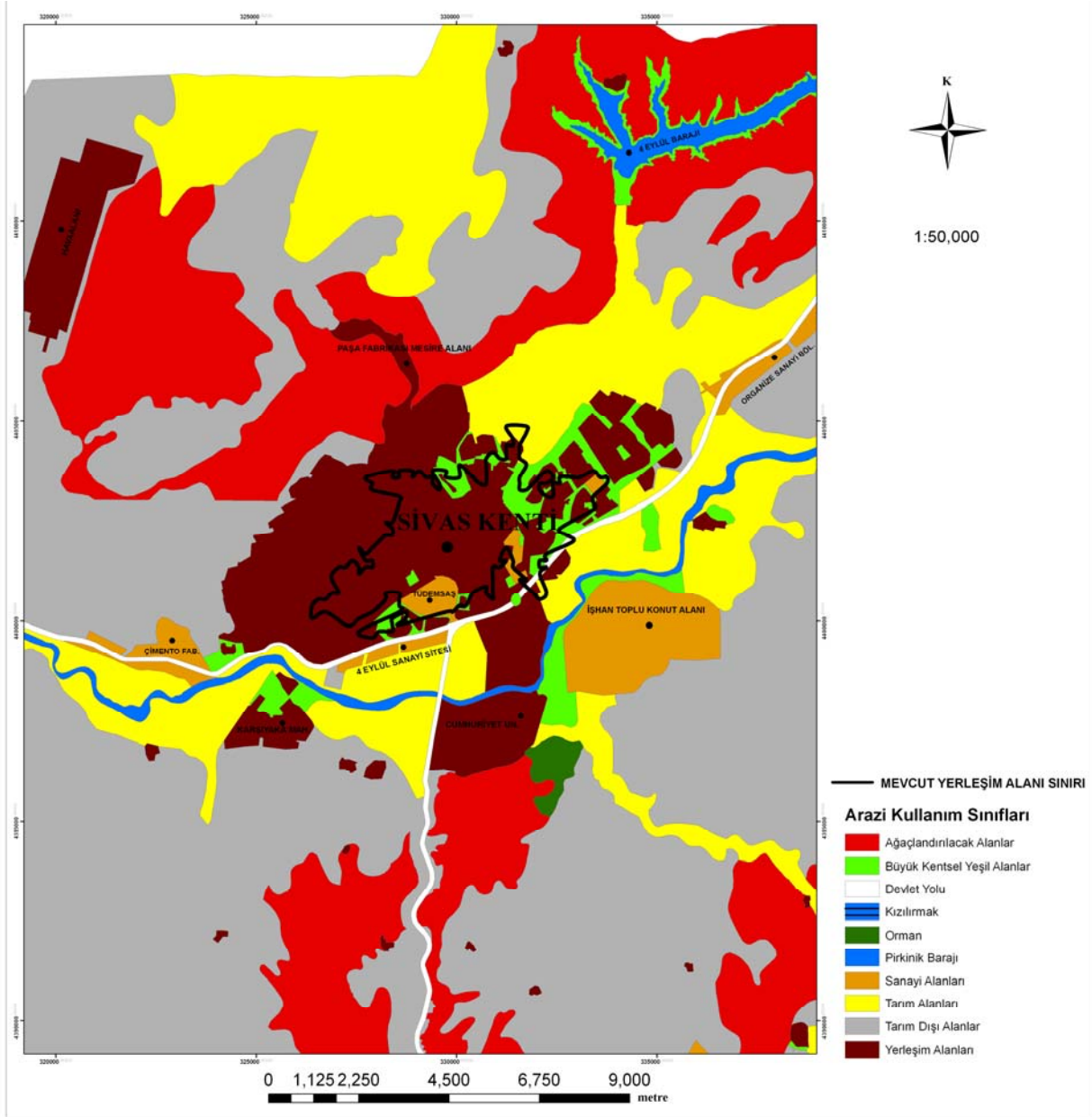
Şekil 3d'de, "1. Derece Uygun" terimi ile belirtilen alanların çalışma alanındaki çayır-mera alanları kullanımına en uygun alanlar olduğu görülmektedir. Çizelge 2' de de verildiği gibi, çalışma alanındaki 1. derece çayır-mera alanlarının Sivas kentinin güneyinde yer aldığı ve çalışma alanında % 0.32'lik bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir. 2.derece çayır-mera alanlarının; daha çok ilgili çalışma alanının kuzeybatısında ve güneydoğusunda yoğunlaştığı görülmektedir. Çayır-meraya uygun olmayan alanların ise, daha çok kent merkezi yakın çevresinde, kentin ve çalışma alanının güneybatısında ve kuzeyinde yoğunlaştığı görülmektedir.

İnceleme Alanı Planlanmış Arazi Kullanım Yapısının Alan Kullanım Potansiyelleri Uygunluğuna İlişkin Değerlendirmeler

İnceleme alanında ilgili sektörler için uygun alanların belirlenmesine yönelik olarak oluşturulan 4 dereceli uygunluk haritaları (Şekil 3), ArcGIS 9.3.1 programı kullanılarak ağırlıklı olarak çakıştırılmış ve inceleme alanının en uygun arazi kullanım şeklini gösteren alan kullanım potansiyel haritası (Şekil 4b) oluşturulmuştur. Sivas kenti ve yakın çevresinin planlanmış arazi kullanım yapısı ile alan kullanım potansiyellerinin karşılaştırılmasının yapılabilmesi için 1982 yılı planlanmış arazi kullanım sınıfları haritasından (Şekil 2) inceleme alanı kesilerek alınmış ve inceleme alanına ait planlanmış arazi kullanım yapısı haritası elde edilmiştir (Şekil 4a).

İnceleme alanı 1982 yılı planlanmış arazi kullanım sınıfları haritasından (Şekil 4a) belirlenen arazi kullanımı sınıfları, planlamada olması gereken arazi kullanımları (Şekil 4b) ile birlikte değerlendirilmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır:

- Mevcut arazi kullanımları haritasında (Şekil 4a) belirtilen Sivas kent merkezi yerleşim alanlarının, çalışma alanındaki en uygun arazi kullanımları haritasından (Şekil 4b) belirlenen yerleşim alanları içerisinde yer aldığı görülmektedir.



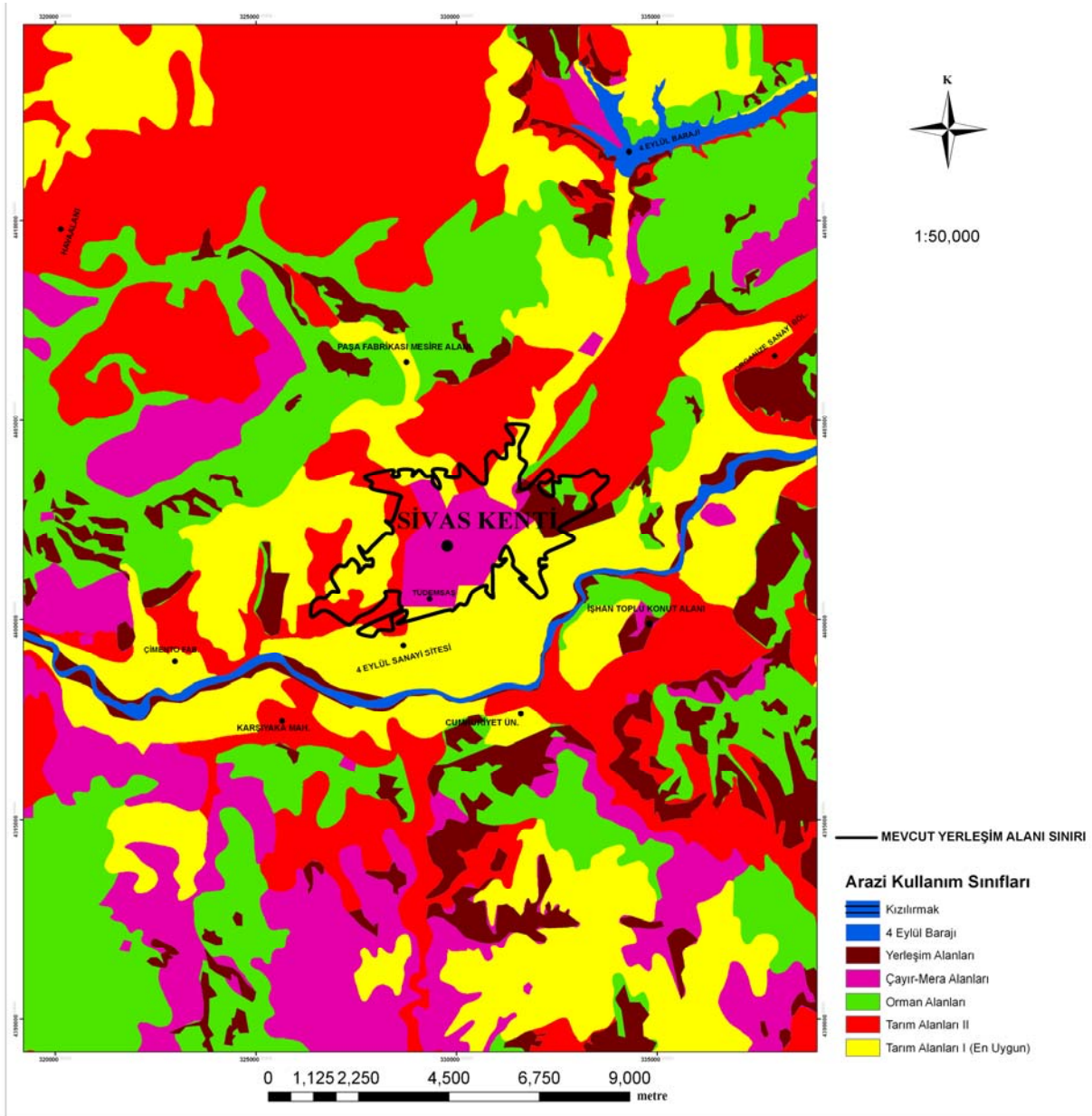
Şekil 4. İnceleme alanı planlanmış arazi kullanım yapısı haritası.

Figure 4. Scheduled framework of land use map belonging to the area of investigation.

- Çalışma alanına ait en uygun arazi kullanımları haritası (Şekil 4b) incelendiğinde; en fazla arazi kullanım alanını % 55.05'lik bir değerle tarım alanları (Tarım I, II) oluşturmaktadır.
- Söz konusu çalışma alanının batısında yer alan Çimento Fabrikası'na ait sahanın tarım alanları bakımından değerlendirilmesi ile bu

fabrikanın en uygun araziler (Tarım I) üzerinde kurulduğu görülmektedir.

Çalışma alanının güneyinde yer alan Karşıyaka Mahallesi ve Üniversite Kampüs Alanı. Sivas kentinin güneyinde yer alan 4 Eylül Sanayi Sitesi ve çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan OSB'nin tarım alanları açısından uygun araziler (Tarım I, II) üzerinde yer aldığı görülmektedir.



Şekil 5. İnceleme alanı alan kullanım potansiyel haritası.
Figure 5. Land use potential map of the area of investigation.

- En uygun arazi kullanımları haritası (Şekil 4b) incelendiğinde; en fazla arazi kullanım alanını % 55.05'lik bir değerle tarım alanları (Tarım I, II) oluşturmaktadır.
- Çalışma alanının batısında yer alan Çimento Fabrikası'nın tarım alanları açısından en uygun araziler (Tarım I) üzerinde kurulduğu görülmektedir.

Çalışma alanının güneyinde yer alan Karşıyaka Mahallesi ve Üniversite Kampüs Alanı, Sivas kentinin güneyinde yer alan 4 Eylül Sanayi Sitesi ve çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan OSB'nin tarım alanları açısından uygun araziler (Tarım I, II) üzerinde yer aldığı görülmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

A Bu çalışmada; Sivas kenti ve yakın çevresi için planlanmış arazi kullanım şekilleri, planlamada olması gereken alan kullanım potansiyelleri belirlenmiş ve gelecekte planlanması gereken uygun arazi kullanım sınıflarına yönelik olarak önerilerde bulunulmuştur.

Tarım alanları açısından yapılan değerlendirme sonucunda; inceleme alanı 1982 yılı planlanmış arazi kullanım sınıfları haritasından (Şekil 4a) öngörülen tarım alanlarının, tarım uygunluk haritasında (Şekil 3b) 1. ve 2. derecede tarım arazilerine uygun olduğu görülmüştür. Şekil 4a ve Şekil 4b incelendiğinde; Sivas kentinin güneyinde yerleşim alanları olarak planlanan bölge, 1. ve 2. derecede tarım alanları olarak kullanılması gereken alanlardır.

Sivas ili kent merkezi dikkate alındığında; çalışma alanını kapsayacak şekilde Şekil 4a'da yerleşim alanları olarak öngörülen alanların, yerleşim alanları için bütün faktörler değerlendirilmeye alınarak elde edilen yerleşim uygunluk haritasında (Şekil 3a) 3. derecede yerleşime uygun alanlar sınıfına dahil olduğu açıkça görülmektedir. Zamanla Sivas kentinin gelişmesiyle beraber, inceleme alanı 1982 yılı planlanmış arazi kullanım yapısı haritasında (Şekil 4a) yerleşim alanları olarak planlanan alanların yerleşim uygunluk haritasında (Şekil 3a) yerleşime uygun olmayan alanlar sınıfına dahil olacağı açıkça görülmektedir. Sivas kenti yerleşim alanları ve diğer arazi kullanımlarının genel olarak imar planına uygun bir şekilde gelişim gösterdiği gözlenmiş, kentin güneydoğusunda "Sanayi Alanları" olarak planlanan alanlarda tarım yapıldığı belirlenmiştir. İmar planında yerleşim alanları olarak planlanan alanların, zamanla Sivas kentinin gelişmesiyle beraber yerleşim açısından uygun olmayan alanlarda yer alacağı görülmüştür (Şekil 4a ve 4b).

Kent içerisinde planlanan sanayi alanlarının ise Kızılırmak nehri ve yerleşim alanları için ne derece olumsuz bir etki göstereceğini gözden kaçırmamak gerekmektedir.

Çalışmanın sonuçları değerlendirilerek, Sivas kentinde alan kullanım potansiyellerinin uygulanabilirliğinin ortaya konulması konusunda ileriye yönelik olarak şu önerilerde bulunulmuştur:

- Arazi kullanımı planlaması yapılırken güncel coğrafik bilgi sistemi verileri kullanılmalı ve mekânsal analizler yapılmalıdır.
- Arazinin mevcut çevresel özellikleri belirlenmeli ve her bir arazi kullanım sınıfı için bu özellikler dikkate alınmalıdır.
- Arazi kullanım planlaması kararları doğal çevreye zarar vermeyecek şekilde uygulanmalıdır.
- Yeni yerleşime açılacak alanlar verimli tarım arazileri üzerinde inşa edilmemelidir.
- Sanayi alanlarının planlaması yapılırken, su kaynakları, tarım alanları ve yerleşim alanları göz önünde tutulmalıdır.
- Çalışma alanına ait doğal yapısal özellikler ve her bir sektör için uygunluk haritaları, gelecekte yerleşime açılacak alanlar için özellikle yerel yönetimler tarafından göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Çabuk, A. (2001). A proposal for a method to establish natural-hazard-based land use planning: the Adapazarı case study. Turkish Journal of Earth Sciences, 10, 143-152.
- Çabuk, S. (2006). Coğrafi Bilgi Sistemleri Destekli Stratejik Çevresel Değerlendirme Çalışması: Eskişehir Kenti İçin Toplu Konut Alanı Yer Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 182 s.

- Kiemstedt, H. (1972). Natürliche Beeinträchtigungen als Entscheidungsfaktoren für die Planung in Landschaft and Stadt H.2, 80-85. (Çeviri: Köseoğlu, M., 1982, Peyzaj Değerlendirme Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları)
- Köseoğlu, M. (1982). Peyzaj Değerlendirme Yöntemleri, E.Ü.Z.F. Yayınları, No: 430, İzmir, 138 s.
- Lillesand, T., Kiefer, R. (1994). Remote Sensing and Image Interpretation, Third Edition, John Wiley&Sons, Inc., New York, USA, 750 s.
- Mc Harg, I. (1969). Design with Nature, Natural History Pres, Garden City, New York, USA.
- Olcan, H., Şeker, Z.D. (2007). Kentsel Planlamada Çevre Düzeni Plan Sürecinde CBS' nin Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi ve Uygulama Sistemi Geliştirilmesi. TMMOB Harita ve Kadast-ro Mühendisleri Odası, Ulusal CBS Kongresi, Trabzon.
- Topaloğlu M., Berksan B., Topaloğlu M.A. (1985). Sivas Nazım İmar Planı Açıklama Raporu. Sivas Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, Sivas.
- Yılmaz, E. (2005). Bir Arazi Kullanım Planlaması Modeli: Cehennemdere Vadisi Örneği, Çevre ve Orman Bakanlığı Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 253, Tarsus, 133 s.
- Yılmaz, A. (2008). Çevre Jeolojisi, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, Grafikevi Ofset Ltd. Şti., No:107, Sivas, 379 s.

Can Bülent KARAKUŞ

Sivas Belediyesi, Sibeski - Sivas

cbkarakus@gmail.com

Mardin-Derik yöresi Prekambriyen yaşlı volkanik- volkanosedimanter kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri

*Mineralogical-petrographical and geochemical features of the volcanics-
volcanosedimentary rocks of Precambrian from Mardin-Derik area*

Sema TETİKER

Batman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 72100 Batman

ÖZ

İnceleme alanı; Mardin-Derik yöresinde yüzeyleyen Arap Plakası/Platformu'na ait Güneydoğu Anadolu Otoktonu'nun Prekambriyen yaşlı volkano-sedimanter kayaçlarını kapsamaktadır. Bu çalışmada, stratigrafik ölçülü kesitler boyunca ve noktasal örnekler üzerinde optik mikroskopi, XRD ve ICP-MS yöntemleri gerçekleştirilerek, kayaçların mineralojik bileşimleri ve dokusal ilişkileri ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur. Volkanik kayaçlar (bazalt, andezit, tuf) hipokristalin veya hipohyalin porfirik dokulu olup; plajiyoklaz, olivin, klinopiroksen (ojit, Ti-ojit, enstatit), amfibol (hornblend) ve Fe-oksit mineralleri içermektedir. Bazik kayaçlar alkalın, ortaç kayaçlar toleyitik bileşimde olup; fraksiyonel kristallenme yönelimi göstermekte ve sırasıyla zenginleşmiş manto kaynağına ve kabuksal kirlenmeye işaret etmektedir. Volkanojenik ürünlerin kondrit-normalize iz ve REE desenleri N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Derik Volkaniklerine ait volkanojenik ürünler; jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal verileri birlikte değerlendirildiğinde; levha içi volkanizması temsil ettiği olduğu belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: Arabistan Plakası, XRD, iz elementler, köken, tektonik konum.

ABSTRACT

The study area covers Precambrian volcano-sedimentary rocks of the Southeastern Anatolia Autochthone belonging to the Arabian Plate / Platform exposed in the of Mardin-Derik area. In this study, the mineralogical compositions and textural relationships, and geochemical features of the rocks, taken from stratigraphic measured sections and point rocks, were clarified by using optical microscopy, XRD and ICP-MS methods. Volcanic rocks (basalt, andesite, tuff) have hypocrySTALLINE or hypo hyaline porphyric texture and contain plagioclase, olivine, clinopyroxene (augite, Ti-augite, enstatite), amphibole (hornblend) and Fe-oxides minerals. Basic rocks are of alkaline in composition and intermediate rocks have tholeiitic characteristics that show fractional crystallization trend and indicate the source of enriched mantle and crustal contamination, respectively. Chondrite-normalized trace and REE patterns of volcanogenic products situated between N-MORB and OIB. The volcanogenic products of Derik volcanics is can be specified that they are represented the within-plate volcanism, when geological, mineralogical-petrographical and geochemical data are evaluated together.

Keywords: Arabian plate, XRD, trace elements, origin, tectonic setting.

GİRİŞ

Arabistan levhasına ait Güneydoğu Anadolu coğrafik kuşağı boyunca yüzeylenen birimler, Türkiye'nin orojenik çatısını oluşturan Alpin tektono-stratigrafik birliklerden birisidir (Şekil 1a). Güneydoğu Anadolu Kuşağı olarak tanımlanan platform başlıca Bitlis-Pütürge Kristalin Karmaşığı ve Güneydoğu Anadolu Otoktonu (GDAO) kayaçlarını kapsamaktadır (Göncüoğlu vd., 1997).

GDAO birimleri Arabistan levhasının kuzey ucunu temsil eden Prekambriyen yaşlı bir Kadomiyen temel ve bunu örten Paleozoyik-Tersiyer yaş aralığına sahip sedimanter kayaçlardan oluşmaktadır. İnceleme alanının kuzey-kuzeydoğusunda Bitlis-Pütürge Kristalin Karmaşığı ve Güneydoğu Anadolu Ofiyoliti'ne, kuzey-kuzeybatısında ise Toros Kuşağı'na ait birimler bulunmaktadır (Göncüoğlu vd., 1997; Şekil 1b). Paleozoyik stratigrafisi; GDAO ile özdeş olduğu belirtilen Bitlis Zonu'nun Neotetis'in kapanması sırasında Arabistan levhasının deformasyona uğramış ve metamorfizma geçirmiş bölümü olduğu öne sürülmektedir (Göncüoğlu ve Turhan, 1984). Güneydoğu Anadolu suture zonu boyunca uzanan ve çok sayıda tektonik dilimi temsil eden Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağı; Neotetis'in güney kolunun dalması sırasında yığılmış okyanusal ve dalma-batma prizması kayaçlarından oluşmaktadır. Yılmaz (1993) tarafından ayrırtılan tektonik kuşaklar (güneyden kuzeye doğru; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap Bölgesi) açısından ele alındığında; GDAO Arap Platformu içerisinde, Güneydoğu Anadolu Ofiyolitli Kuşağı ve Bitlis-Pütürge Metamorfitleri ise Nap Bölgesi kayaçları içerisinde yer almaktadır.

GDAO istifinin Amanoslar ve Hazro bölgesinde yüzeylenen kesimleri mineralojik-petrografik ve jeokimyasal açıdan ayrıntıları ile incelenmiş (Bozkaya vd., 2009a ve 2009b; 2011) olmasına karşın; Mardin-Derik-Kızıltepe yöresinde yüzeylenen Prekambriyen-Paleozoyik yaşlı kayaçlarda genel jeoloji dışında bu tür çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışma; GDAO'na bir katkı olarak Prekambriyen yaşlı volkanojenik kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal olarak

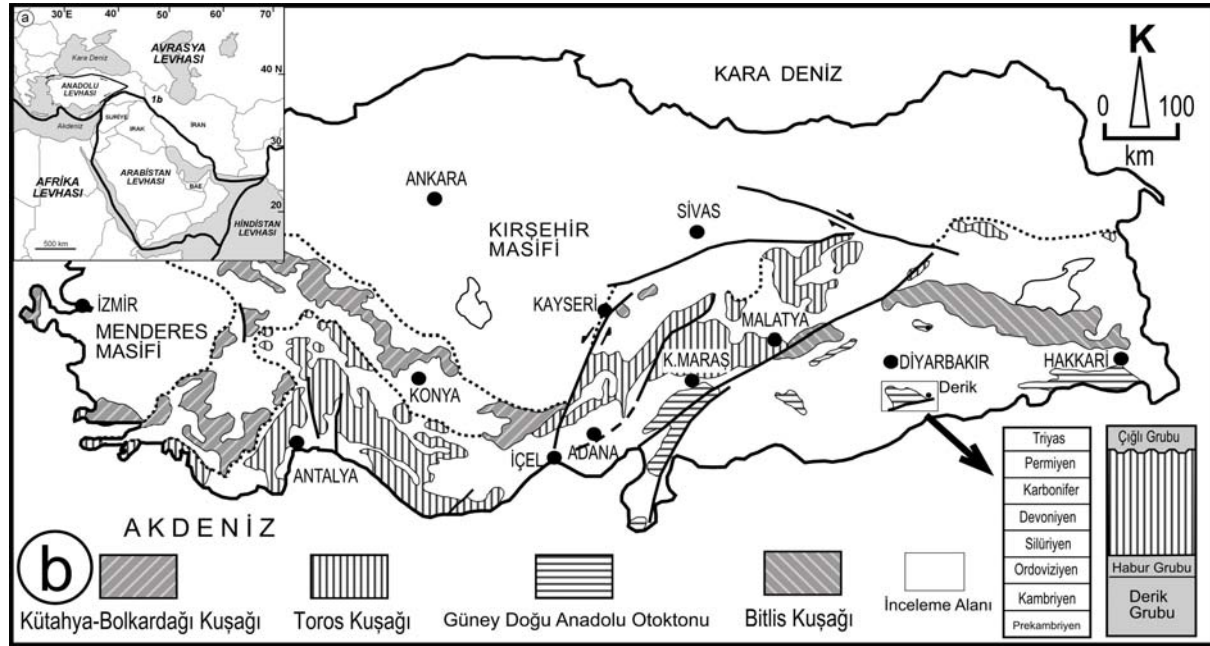
değerlendirilmesini ve yorumlanmasını amaçlamaktadır.

JEOLJİK KONUM

Bölgede yüzeylenen kayaçların stratigrafik dağılımı incelendiğinde; Alt Paleozoyik yaşlı birimler alttan üste doğru, Derik Grubu (Kambriyen ve Kambriyen-öncesi) ve Mardin Grubu (Ordoviziyen) olarak tanımlanmıştır (Perinçek, 1978). Derik Grubu'na ait en yaşlı birim Prekambriyen yaşlı volkanojenik litolojilerden oluşan Telbesmi formasyonu (Moses, 1934) veya Derik volkanikleridir (Kellogg, 1960). Bu birimi sırasıyla; Kambriyen yaşlı Sadan (Ketin, 1964), Koruk (Ketin, 1964) ve Sosink (Taylor, 1955) formasyonları izlemektedir. Habur Grubu'na ait Alt-Üst Ordoviziyen yaşlı birimler ise sırasıyla, Bedinan (Cobb, 1957) ve Halevikdere (Monod vd., 2003) olarak tanımlanmıştır. Mezozoyik yaşlı sedimanter birimler (Çığılı Grubu ve Mardin Grubu) ise bölgedeki örtü kayaçlarını oluşturmaktadır.

İnceleme alanında en yaşlı birimi Prekambriyen yaşlı Derik Volkanikleri (Telbesmi formasyonu) temsil etmekte ve lavların yanı sıra yer yer volkanojenik epiklastik ve/veya piroklastikler içermektedir. Birim, Mardin ilinin 40 km batısında yer alan Mardin-Derik Telbesmi (Tepebağ) köyü civarında yüzeylenmekte olup; ölçülü kesit (başlangıç 40°15' K, 37°20' D; bitiş 40°16' K, 37°18' D) boyunca sistematik olarak örneklenmiştir (Şekil 2). Mardin-Derik ilçesi çevresinde yapılan farklı araştırmalarda (Moses, 1934; Kellogg, 1960b; Ketin, 1964; Schmidt, 1966; Açıkbaş vd., 1981), birimin 488-2500 m arasında değişen kalınlıklara sahip olduğu belirtilmekle birlikte, bu çalışmada yaklaşık 650 m kalınlık ölçülmüştür.

Birim, birbirine paralel ve güneye eğimli aratabakalar halinde kırmızı rengin egemen olduğu volkanik seviyeler (bazalt, andezit, tüf) ve arakatlı volkanik kumtaşları ile temsil edilmektedir. Birim grimsi-bordo rengin egemen olduğu volkanik litolojiler nedeniyle diğer birimlerden ayırtılmaktadır. Volkanik seviyeler, bazalt ve andezit bileşimli lav ürünlerinden oluşmaktadır. Volkanojenik kumtaşları, formasyon içerisinde 50 cm-1m'lik



Şekil 1. a) Bölgesel tektonik kapsamında Türkiye'nin coğrafik konumu, b) Güney Anadolu'nun Tektonik Birlikleri (Göncüoğlu ve diğ., 1997) ve inceleme alanının basitleştirilmiş stratigrafisi.

Figure 1. a) Geographic setting of Turkey within the scope of the regional tectonics, b) Tectonic Units of Southeast Anatolia (Göncüoğlu et al., 1997) and simplified stratigraphy of the study area.

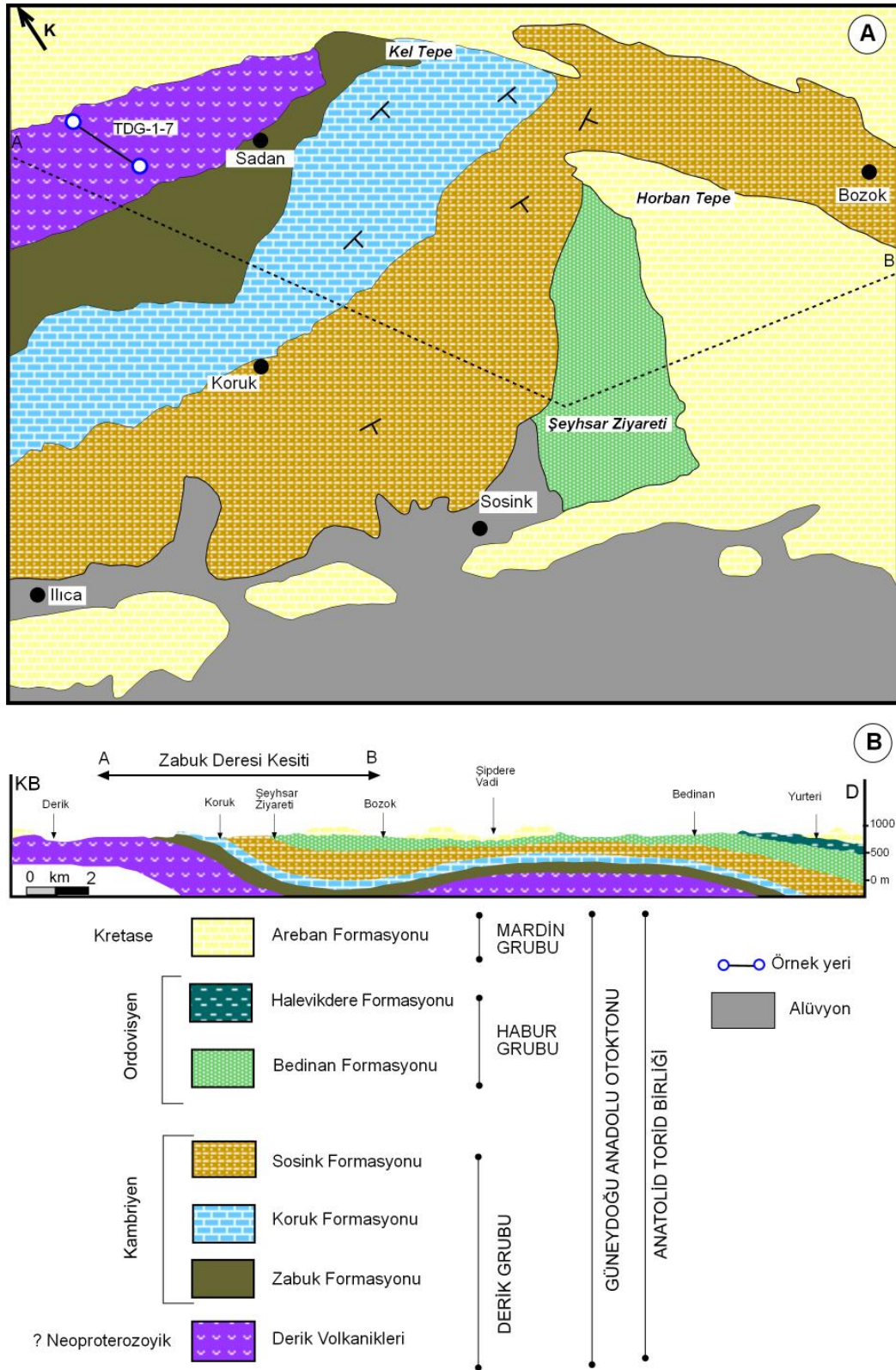
ara seviyeler biçiminde gözlenmektedir. Birimin en alt kesimini temsil eden bazaltik ve andezitik volkanik seviyeler ve kırmızı renkli kumtaşları ile geçişli ilişki sunmaktadır. Bazı seviyelerde andezitik kayalar aglomeratik/breşik görünüm sergilemekte olup, 0.5-10 mm çapında köşeli bileşenler içermektedir. Bazaltlar siyah renkli, ince taneli ve yer yer boşluklu/gözenekli görünümleri ile kırmızı renkli andezitlerden ayrılmaktadır.

İnceleme alanında birimde yanal bir değişim gözlenmemiştir. Birimin alt sınırı Güneydoğu Anadolu bölgesinin hiçbir yerinde gözlenemediğinden alt dokanak ilişkisi bilinmemektedir (Yılmaz ve Duran, 1997). Birimin üst sınırı ise tartışmalı olup, açılı bir uyumsuzluktan bahsedilmektedir (Dean ve Krummenacher, 1961; Atan, 1969; Tuna, 1973 ve 1974; Yalçın, 1979 ve 1980).

Formasyon Güneydoğu Anadolu'nun bilinen en yaşlı kayacıdır. Daha önce yapılan birçok çalışmada stratigrafik konumundan dolayı formasyona Prekambriyen yaşı verilmiştir (Tromp, 1941; Taşman, 1949; Tolun ve Ternek, 1952; Durkee,

1960; Ketin, 1964 ve 1966; Schmidt, 1966; Tuna, 1973; Bozdoğan, 1982; Köylüoğlu, 1986).

Birimin eşdeğerleri Amanos Dağları (Dean ve Krummenacher, 1961; Atan, 1969; Aslaner, 1973; Yalçın, 1979; Yılmaz, 1984, Önalın, 1986; Kozlu, 1987); Antakya ili Hassa (Ketin ve Akarsu, 1965; Yalçın, 1979); Kahramanmaraş (Önalın, 1989 ve 1990) ve Adıyaman ili Gölbaşı, Meryemuşağı, Küçük Perveri, İnşidere, Besni, Tut ve Penbeğli ilçeleri (Turner ve Dorsey, 1958; Gossage, 1959; Gelfond vd., 1959; Ketin, 1964; Tuna 1973 ve 1974; Sungurlu, 1974; Açıkbaş vd., 1981; Bozdoğan, 1982) civarında yüzylemektedir. Hassa bölgesinde Sadan formasyonu olarak tanımlanan ve olasılı olarak birimin en üst seviyelerini temsil eden yüzlekleri daha az volkanik, daha çok silttaşı ve şeyl bileşenleri içermektedir (Bozkaya vd., 2009a, 2009b). Bu durum yanal yönde volkanik etkinliğin farklılık sunduğunu, diğer bir ifadeyle batıya doğru volkanizmanın azaldığını, buna karşın kırıntılı sedimantasyonun belirgin biçimde arttığını göstermektedir.



Şekil 2. a) Derik yöresi jeoloji haritası (Ghienne ve diğ., 2010'dan değiştirilerek), b) Zabuk Deresi kesiti.
Figure 2. a) Geologic map of Derik area (modified by Ghienne et al., 2010), b) Zabuk Dere section.

Formasyonun sığ denizel-kıyı ortamında çökeldiği belirtilmiştir (Bozdoğan, 1982). Volkanik litolojilerin baskınlığı bölgede volkanizmanın yaygın olduğunu, volkanojenik seviyelerin lav türü ürünlerin yanı sıra, çökellemeyle eş zamanlı piroklastik litolojiler içerdiğini de işaret etmektedir. Kırıntılı seviyelerin bulunması volkanizmaya kırıntılı sedimantasyonun da eşlik ettiğinin göstergesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

GDAO'nu temsil eden ve inceleme alanı olarak seçilen Mardin-Derik-Kızıltepe çevresindeki kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla arazi çalışmasında noktasal ve çoğunluğu ölçülü kesitler boyunca olmak üzere toplam 85 adet örnek alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde, ince kesitlerden itibaren optik mikroskopi (OM), X-ışınları tümkayaç (XRD-TK) difraksiyonu ve jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Mineralojik-petrografik incelemeler, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kıрма-Öğütme-Elleme, Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) yapılmıştır. Kimyasal analizler ise Activation Laboratuvarları'nda (Ontario-Kanada) gerçekleştirilmiştir.

İnce-Kesit Petrografisi

Birime ait volkanik (andezit, bazalt, tuf) ve volkanojenik kökenli psamitik (volkanik kumtaşı) olmak üzere toplam 8 örnekte petrografik inceleme yapılmıştır.

Birimi temsil eden litolojilerden birisi olan volkanik kayaçlar hipokristalin porfirik, hipokristalin mikrolitik porfirik, hipohyalin porfirik ve glomeroporfirik üzere eşanesel olmayan dört farklı ilksel dokusal ilişki göstermektedir. İnce taneli mikrolitik porfirik dokulu volkanik kayaçlarda piroksen ve plajiyoklazlar yer yer glomeroporfirik doku oluşturmaktadır (Şekil 3a). Bu kayaçlarda açık renkli bileşenleri plajiyoklaz, koyu renkli bileşenleri ise olivin, klinopiroksen (ojit, Ti-ojit, enstatit), amfibol (hornblend) ve Fe-oksit mineralleri oluşturmaktadır. Bazalt türü kayaçlarda mikrolitik porfirik doku içerisinde yüksek optik engebeye

sahip kenarlarından itibaren yaygın idding-sitleşmeye sahip olivin mineralleri gözlenmektedir. Bu kayaçlar ilksel magmatik bileşim ve dokusal özellikleri ile metamorfizma göstermemesi de dikkate alınarak Streckeisen (1978) sınıflamasına göre bazalt ve andezit olarak adlandırılmıştır.

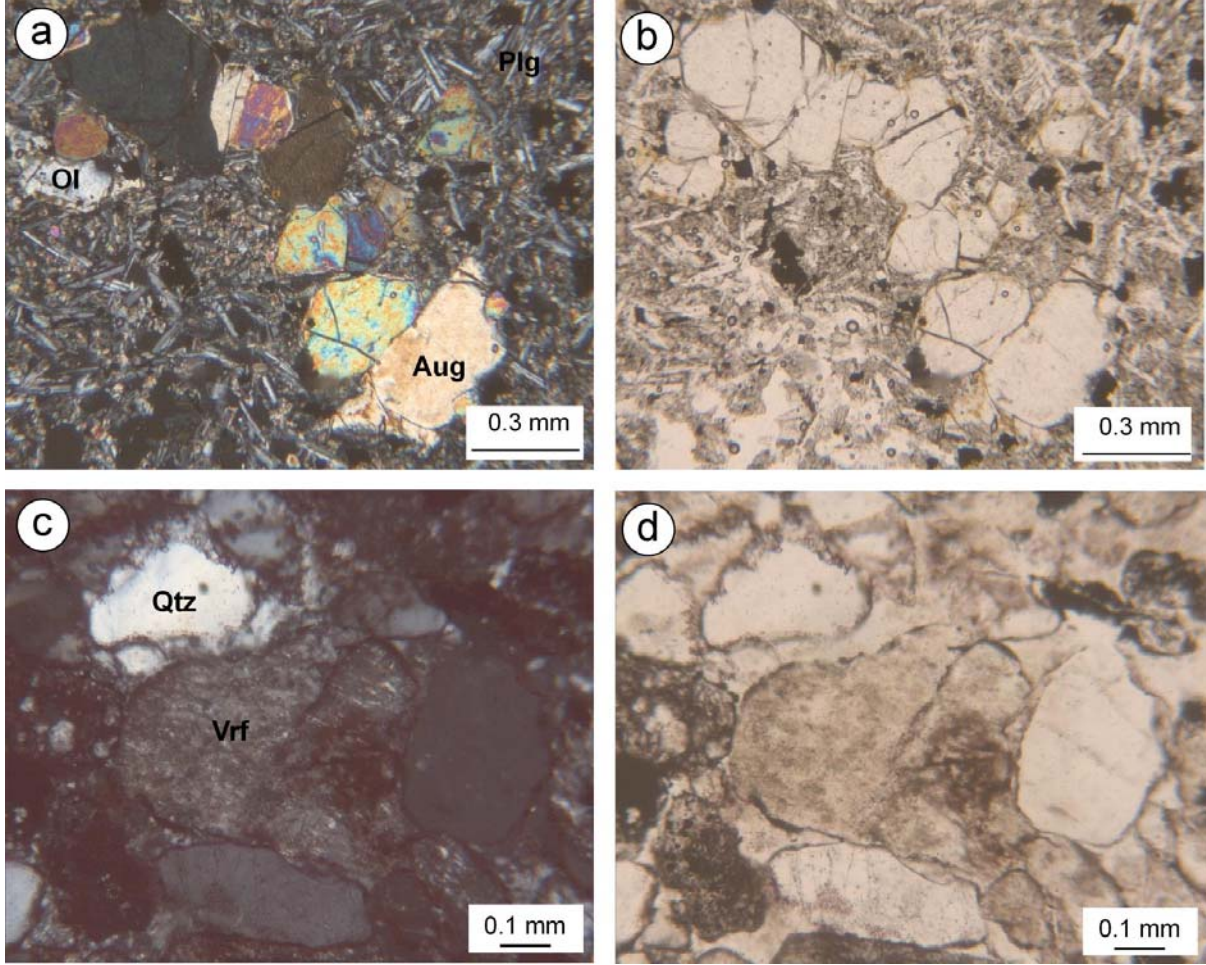
Birim içerisinde yer alan volkanojenik kumtaşları orta taneli olup, matrikste serizitleşme ve killeşme yaygındır. Bu kayaçların bol opak mineral içerimleri tipiktir. Muskovit minerallerinde belirgin bükülmeler izlenmektedir. Plajiyoklaz mineralleri polisentetik ikizleme sunmaktadır. Açık renkli bileşenlerden kuvars volkanojenik kökenlidir. Bu örnekler içerisinde ayrıca volkanik kayaç parçacıklarına da rastlanılmıştır (Şekil 3b).

X-ışını Mineralojisi

Derik Volkanikleri'ni oluşturan volkanik (bazalt, andezit, olivin bazalt) ve volkanojenik psamitik (volkanik kumtaşı) olmak üzere 8 adet örnek üzerinde XRD-TK çözümlenmeleri yapılmıştır.

Birimi temsil eden kayaçlarda feldispat, piroksen, mika, olivin ve kuvars mineralleri bulunmaktadır. Feldispat ve kuvars birimin hemen hemen tüm örneklerinde bulunurken; piroksen, olivin ve mika daha düşük bulunuş frekansına sahip minerallerdir. Birimi oluşturan minerallerin genel ortalama değerlerine göre; bollukları feldispat, piroksen, kuvars ve mika biçiminde sıralanmaktadır. Olivin ise düşük ortalama sahip mineraldir. Volkanojenik kayaçlardaki opak mineraller hematit, götit ve pirit ile temsil edilmektedir.

Birimin en yaygın litolojisini oluşturan volkanik kayaçlarda; volkanojenik (feldispat, olivin, piroksen, biyotit) ve kuvars mineralleri gözlenmekte olmakla beraber, aAndezitik kayaçlarda piroksen + feldispat birlikteliği feldispatın 3.22 Å ve piroksenin 2.91 Å, 2.96 Å ve 2.99 Å pikleri yardımıyla ayırt edilmiştir. En yaygın gözlenen feldispat + piroksen + fillo-silikat parajenezine bazaltik bileşimli kayaçlarda yer yer olivin mineralleri eşlik etmektedir. Volkanik kökenli kumtaşlarında ise kuvars + feldispat ve buna eşlik eden daha yüksek miktarlardaki fillosilikat mineralleri ile temsil edilmektedir.



Şekil 3. Derik volkanik kayaçlarının mikrofotografaları (Çift ve tek nikoller), a-b) Olivin bazaltlar (Ol=Olivin, Aug=Ojit, Plg=Plajiyoklaz); c-d) Volkanojenik kumtaşlarında volkanik kayaç parçası (Vrf=Volkanik kayaç parçası, Qtz=Kuvars).

Figure 3. Microphotographs of Derik volcanic rocks (open and crossed nicols), a-b) Olivine basalts (Ol=Olivine, Aug=Augite, Plg=Plagioclase), b) Volcanic rock fragments in volcanogenic sandstones (Vrf=Volcanic rock fragment, Qtz=Quartz).

Minerallerin Dikey Dağılımı

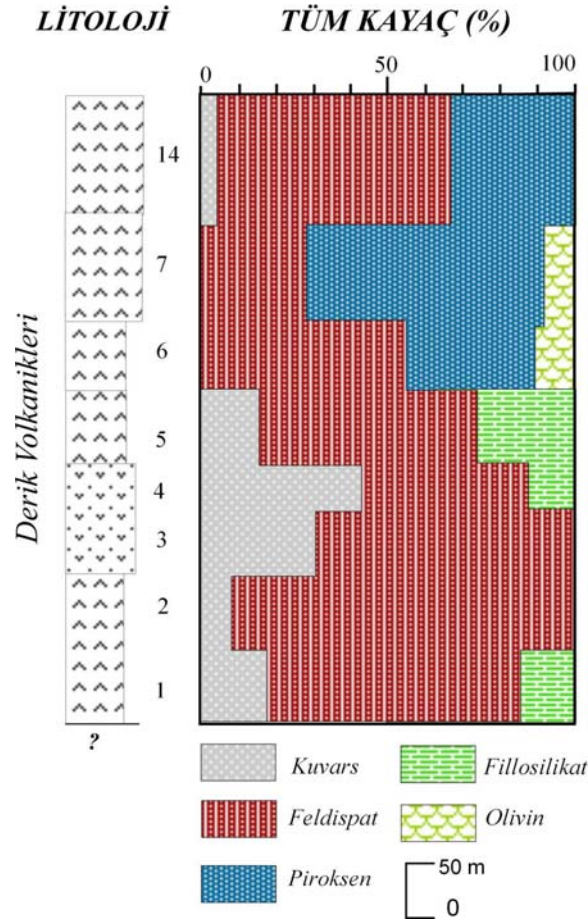
Birimde altta andezit ve bazalt seviyeleri, orta seviyelerde volkanik kumtaşları ve üst seviyelerde ise bazalt türü volkanik kayaçlar gözlenmektedir (Şekil 4). Feldispat mineralleri kayaçların tümünde gözlenmekte ve bu bileşime yer yer kuvars, piroksen, olivin, fillosilikat mineralleri eşlik etmektedir.

Kuvarın az oranda veya hiç bulunmadığı üst seviyelerde yer alan kayaçlarda feldispat ve/veya piroksen oranında önemli bir artış gözlenmektedir.

Olivin; bazaltik bileşime sahip seviyelerde ortaya çıkmaktadır. Piroksen mineralleri; orta ve üst seviyelerde volkanik kayaçlarla ilişkilidir. Fillosilikat mineralleri, alt seviyelerde gözlenen volkanik ve volkanojenik kumtaşlarında bulunmaktadır.

Jeokimya

Derik Volkanikleri'nden (4 adet volkanik, 2 adet tuf) elde edilen ana ve iz/eser element çözümlene sonuçları Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Bir örnek hariç (ZDG-14) diğerlerinin ateşte kayıp miktarları



Şekil 4. Derik volkaniklerinde XRD tüm kayaç minerallerinin dikey dağılımı.
Figure 4. Vertical distribution of XRD bulk rock minerals from Derik volcanics.

Çizelge 1. GDAO Derik Volkaniklerine ait kayaçların ana element çözümü sonuçları(%) ($\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ = Toplam Fe olarak, LOI= Ateşte Kayıp-1000 °C).

Table 1. Major elements analyses results (%) from magmatic rocks of the Derik Volcanics in the SEAA region (%) ($\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ = As total Fe, LOI= Loos on Ignition-1000 °C).

Birim	Derik Volkanikleri					
	Bazalt		Andezit		Tüf	
Kayaç	TDG-6	TDG-7	TDG-2	ZDG-14	TDG-3	TDG-4
Örnek/Oksit %						
SiO ₂	45.26	44.15	61.64	53.07	74.48	73.68
TiO ₂	2.505	2.905	1.281	1.105	0.453	0.468
Al ₂ O ₃	12.63	12.94	13.77	13.81	10.71	11.08
Fe ₂ O ₃	12.88	13.72	8.8	7.43	4.63	6.11
MnO	0.173	0.184	0.136	0.233	0.035	0.039
MgO	10.64	8.9	1.24	2.93	0.34	0.64
CaO	9.26	9.46	0.73	3.93	0.43	0.39
Na ₂ O	2.98	3.2	4.03	5.95	4.53	4.01
K ₂ O	1.07	1.4	3.56	2.98	0.84	1.17
P ₂ O ₅	0.49	0.69	0.32	0.18	0.13	0.13
LOI	0.12	0.95	2.36	6.27	2.12	2.17
Total	98.02	98.5	97.86	97.89	98.69	99.89

Çizelge 2. GDAO Derik Volkaniklerine ait kayaların iz/eser (ppm) element çözümleme sonuçları.**Table 2.** Trace (ppm) elements analyses results from rocks of the Derik Volcanics in the SEAA region.

Birim	Derik Volkanikleri					
	Bazalt		Andezit		Tüf	
Kayaç						
Örnek/ppm	TDG-6	TDG-7	TDG-2	ZDG-14	TDG-3	TDG-4
Cr	320	220	<20	30	40	40
Ni	250	140	20	<20	<20	<20
Co	89	92	49	165	130	57
Sc	22	23	18	1	5	9
V	223	259	108	9	34	60
Cu	60	80	<10	<10	<10	20
Pb	<5	11	9	7	5	6
Zn	130	250	60	<30	<30	120
Bi	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	0.4	0.2
In	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sn	3	2	3	<1	2	2
W	198	270	168	1050	803	331
Mo	4	<2	<2	<2	<2	3
As	<5	<5	22	<5	12	22
Sb	0.2	<0.2	10.1	<0.2	9.2	8.3
Ge	1.8	1.6	1.9	1.1	1.3	1.9
Be	2	2	2	<1	1	1
Ag	0.7	0.9	1.2	<0.5	1	0.8
Rb	11	12	93	23	22	31
Cs	0.2	0.3	2.1	0.5	1.7	4.7
Ba	179	223	1039	242	69	91
Sr	598	821	125	35	30	28
Tl	<0.05	0.05	0.33	0.13	0.16	0.15
Ga	22	22	19	3	15	13
Ta	2.3	2.72	1.09	0.47	1	0.7
Nb	29.5	38.9	12.7	1.5	7.2	6.2
Hf	4.3	5.1	8.6	1.6	6.1	4.9
Zr	162	196	315	61	219	171
Y	19.3	19.9	56.1	3.5	9.4	10.3
Th	2.3	3.08	7.5	1.83	8.49	7.65
U	0.86	1.13	2.35	0.62	1.37	1.21
La	23.7	36.9	2.13	7.78	7.26	10.4
Ce	49.4	74.1	48.7	13.6	12.3	21.9
Pr	6.87	8.8	6.62	1.92	1.82	2.94
Nd	29	39.3	27.2	7.12	7.22	12.8
Sm	6.79	9.42	7.65	1.36	2.02	2.97
Eu	2.25	3	1.63	0.272	0.513	0.715
Gd	6.19	7.26	9.12	0.86	1.89	2.24
Tb	0.93	0.98	1.86	0.13	0.31	0.35
Dy	4.95	5.12	11.7	0.73	1.9	2.08
Ho	0.86	0.87	2.45	0.15	0.37	0.43
Er	2.18	2.17	6.87	0.45	1.09	1.22
Tm	0.288	0.289	1.02	0.068	0.18	0.194
Yb	1.66	1.73	6.7	0.46	1.33	1.38
Lu	0.261	0.249	1.08	0.078	0.234	0.242

%2 civarında olduğundan volkanik kayaçlar; ana ve iz element içerikleri dikkate alınarak çeşitli diyagramlara göre değerlendirilmiştir.

Sınıflandırma ve adlandırma

Volkanik kayaçlar hareketsiz elementler baz alınarak Zr/TiO₂-Nb/Y diyagramındaki (Winchester ve Floyd, 1977) dağılımları incelenerek adlandırma yapılmıştır. Buna göre; Derik Volkanikleri'ne ait lav örnekleri alkali bazalt, subalkali bazalt ve riyodasit/dasit; tüfler ise riyolit bileşimi sunmaktadır (Şekil 5a).

Magmatik kayaçların soy özelliklerinin belirlenmesi için alkali-subalkali sınırını (Rickwood, 1989) da kapsayan toplam alkali-silika diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971) kullanılmıştır. Buna göre; birime ait tüf örnekleri ve bir adet andezit örneği subalkalin; diğer örnekler ise alkalin bölgesinde gözlenmektedir (Şekil 5b). Subalkalin ve alkalin bileşimli olarak gözlenen örnekler AFM diyagramına göre; bir andezit örneği hariç (ZDG-14) toleyitik karakterdedir (Şekil 5c).

Magmatik süreçler

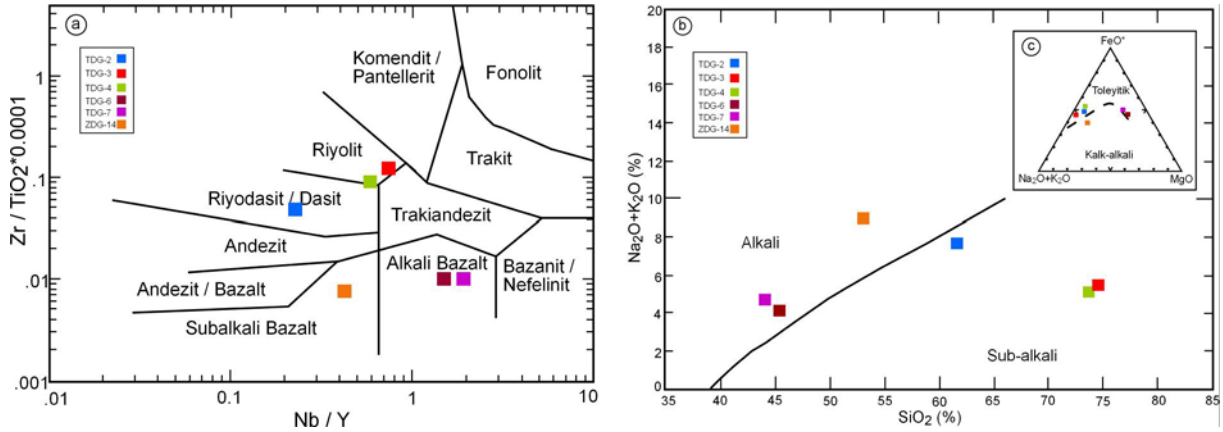
Volkanik kayaçların oluşumunda etkili olan süreçler, fraksiyonel kristalleşme, kısmi ergime, magma karışımı ve kirlenmedir, asimilasyon ve fraksiyonel kristalleşme (AFC) (Örneğin; Wilson, 1989). Kaynağın özelliklerinin belirlenmesi için bazı elementler arasındaki ilişkiler (oksit-oksit, oksit-iz ve iz-iz element) değişimler diyagramları önemli olmaktadır.

Oksit-oksit diyagramlarına göre; Derik Volkanikleri'ne ait örnekler oksit bileşimleri bakımından birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 6). Ayrıca, SiO₂-TiO₂, -K₂O, -MgO, -Fe₂O₃, -CaO ve -P₂O₅ zayıf negatif; -Na₂O ise kısmen pozitif yönelime sahiptir. Oksit-iz element dağılımı açısından Derik Volkanikleri'ni temsil eden kayaçlarda SiO₂ – (Rb, Ba, Th, Hf, Cs) arasında pozitif; buna karşın SiO₂ – (Sr, Co, Sc) arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 7). Oksit-oksit veya oksit-iz element ilişkileri fraksiyonel kristalleşmenin izleri olarak değerlendirilmiştir.

İz-iz element bollukları dikkate alındığında (Örneğin; Wilson, 1989); kalıcılığı düşük elementlerden (LFSE) Rb ve kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE) Nb, Zr ve Y'un ikili değişim diyagramlarında Derik Volkanikleri'ne ait kayaç örneklerinde kalıcılığı yüksek olan elementlerden (HFSE) Nb-Zr arasında pozitif ilişki söz konusu olup, fraksiyonel kristallenme yönelimi göstermektedir (Şekil 8a). Y/Nb-Zr/Nb diyagramında dalma-batma ya da kabuksal kirlenmeye maruz kalmış bir örnek hariç (TDG-2), diğer kayaç örnekleri kabuksal kirlenme ve zenginleşmiş manto kaynağına işaret etmektedir (Şekil 8b). Rb/Y-Nb/Y diyagramında bir andezit örneğinde (ZDG-14) zenginleşme; buna karşın bazalt ve tüf örneklerini temsil eden magmatiklerde zenginleşme ve kabuksal kirlenmeyi gösteren dizilimler ortaya çıkmaktadır (Şekil 8c).

Magmatik kayaçların köken malzemesini belirlemek amacıyla HFSE ve nadir toprak elementler (REE) ait iz-iz element diyagramlarına tüketilmiş okyasus-ortası sırtı bazaltı (MORB) mantosu (DMM) ve ilksel manto (PM) (McDonough ve Sun, 1995), kondrit-C1 (Boynton, 1984), normal-okyanus ortası rift bazaltı (N-MORB), zenginleşmiş-okyanus ortası rift bazaltı (E-MORB) ve okyanus adası bazalt (OIB) (Sun ve McDonough, 1989), üst kıtasal kabuk (UC) (Taylor ve McLennan, 1985), alt kıtasal kabuk (LC) (Weaver ve Tarney, 1984), ayrıca DMM ve PM bileşimleri esas alınarak eriyik-kalıntı bileşimlerinin yönelimlerinden itibaren tanımlanan manto bölgesi de eklenmiştir. Buna göre; bazalt türü kayaç örnekleri Th/Yb-Ta/Yb diyagramında manto bölgesinde yer almaktadır (Şekil 9a). Bir andezit örneği hariç (TDG-2,) tüf ve diğer andezit örnekleri ise UC bileşimine yakın bir bileşime sahiptir. La/Sm-La diyagramında bazalt örnekleri OIB'e benzer; tüf örnekleri ve bir andezit örneği LC ve E-MORB arasında, bir andezit örneği ise (TDG-2) belirtilen noktaların dışında bulunmaktadır (Şekil 9b).

Derik Volkanikleri'ne ait 6 örneğin litolojilerine göre ortalamaları alınarak, ayrıca N-MORB (Sun ve McDonough, 1989) ve OIB (Sun ve McDonough, 1989) da eklenerek kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılımları da verilmiştir (Şekil 10a). Kondrit de-



Şekil 5. Derik volkaniklerinin sınıflandırılması ve adlandırılması, a) Hareketsiz elementler $Zr/TiO_2 * 0.0001 - Nb/Y$ (Winchester ve Floyd, 1977), b) Toplam alkali-silika (Irvine ve Baragar, 1971; alkali-subalkali sınırı: Rickwood, 1989), c) Toleyitik-kalkalkali (Irvine ve Baragar, 1971).

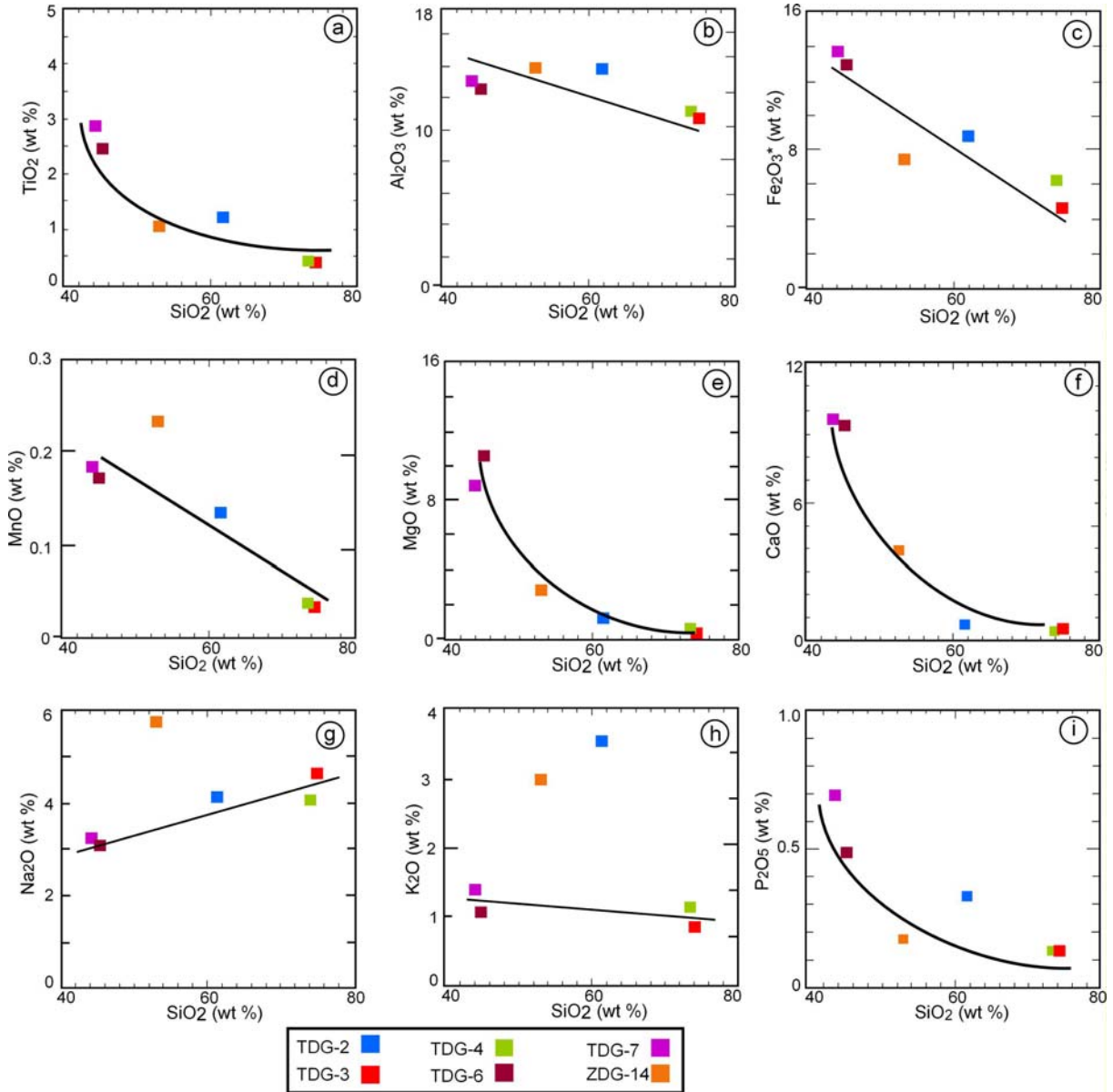
Figure 5. Classification and nomenclature of the Derik volcanics, a) Immoblie elements $Zr/TiO_2 * 0.0001 - Nb/Y$ (Winchester and Floyd, 1977), b) Alkali-total silica (Irvine and Baragar, 1971; alkali-subalkaline boundary: Rickwood, 1989), c) Tholeiithic-kalkalkali (Irvine and Baragar, 1971).

ğerlerine göre; andezit ve tuf örneklerinde sadece P'da fakirleşme, diğer örneklerin tüm elementlerinde zenginleşme gözlenmektedir. Birimlerin iz element desenleri N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Bazalt örnekleri OIB'nın desenine benzerdir. Tüm kayalık örnekleri için K ve P ile tuf için Sr negatif; buna karşın andezit için Ba, U ve Ce ile tuf için Th, Ta ve Nd ve bazalt için U, Ta, Sm ve Tb pozitif anomaliye sahiptir.

Benzer biçimde Derik volkanikleri'ne ait toplam 6 örneğin litolojilerine göre ortalamaları alınarak, ayrıca N-MORB (Sun ve McDonough, 1989) ve OIB (Sun ve McDonough, 1989) da eklenerek kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (REE) dağılımları Şekil 10b de sunulmuştur. Örneklerin, hafif nadir toprak element içerikleri açısından, ağır nadir toprak içeriklerine göre daha fazla zenginleşmiştir. Toplam REE içerikleri kondrit, N-MORB ve OIB için sırasıyla 2.6, 39.1 ve 199.0 ppm olduğuna göre, kondrit ve N-MORB'a göre Derik Volkanikleri'nde önemli zenginleşmelerin, buna karşın OIB'ye göre fakirleşmelerin olduğu belirtilebilir (bazalt 162.8 ppm, andezit 84.9 ppm, tuf 49.2 ppm). Diğer bir ifadeyle, hafif nadir toprak element içerikleri açısından, en fazla zenginleşme bazaltta, en düşük zenginleşme ise tüflerde ortaya

çıkılmaktadır. Kondrit değerlerine göre; bazalt için sırasıyla 30 kat (La); andezit için 22-27 (Lu-Tb) kat arasında değişen zenginleşmeler gözlenmektedir. Kayalık örneklerinin REE desenleri çoğunlukla N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Bazalt örneği OIB, tuf ve andezit örnekleri N-MORB desenine benzer yönelim göstermektedir. Andezit örneği için negatif Eu anomali belirdir.

Diğer taraftan; Hasse vd., (2000) düşük Nb/La (<1.3) oranının kabuksal kirlenmenin olmadığını; Fitton vd., (1988) yüksek Ba/Nb (>28) oranının ise tipik yay volkanizmasının göstergesi olduğunu belirtmekte; bu oranların sığ derinliklerde (<80 km) rutil yapısında Nb'un tutulmasına bağlanmaktadır. Menzies vd., (1991) Zr/Ba oranının astenosferik kaynağın (0.5-0.7) litosferik kaynaktan (0.3-0.5) ayırt edilmesinde kullanılabileceğini ileri sürmektedir. Nb/La, Ba/Nb ve Zr/Ba oranları sırasıyla OIB için 1.3, 7.3 ve 0.8; N-MORB için 0.9, 2.7 ve 11.7 ve kondrit için 1.0, 9.8 ve 1.6 verilmektedir. Derik Volkanikleri'nde Nb/La, Ba/Nb ve Zr/Ba oranları ortalama olarak bazalt için 0.84, 83.53 ve 1.74; andezit için 3.44, 45.70 ve 1.39 ve tuf için 1.85, 10.37 ve 0.57 değerlerine sahip olup; Ba/Nb oranına bakıldığında (>28) bazalt ve andezitlerde dalma-batma, tüflerde ise kabuksal kirlenme mekanizmasının etkili olduğu gözlenmektedir.



Şekil 6. Derik volkaniklerinin SiO₂-ana element ikili değişim diyagramları, a) SiO₂-TiO₂, b) SiO₂- Al₂O₃, c) SiO₂-tFe₂O₃, d) SiO₂-MnO, e) SiO₂-MgO, f) SiO₂-CaO, g) SiO₂-Na₂O, h) SiO₂-K₂O, i) SiO₂-P₂O₅.

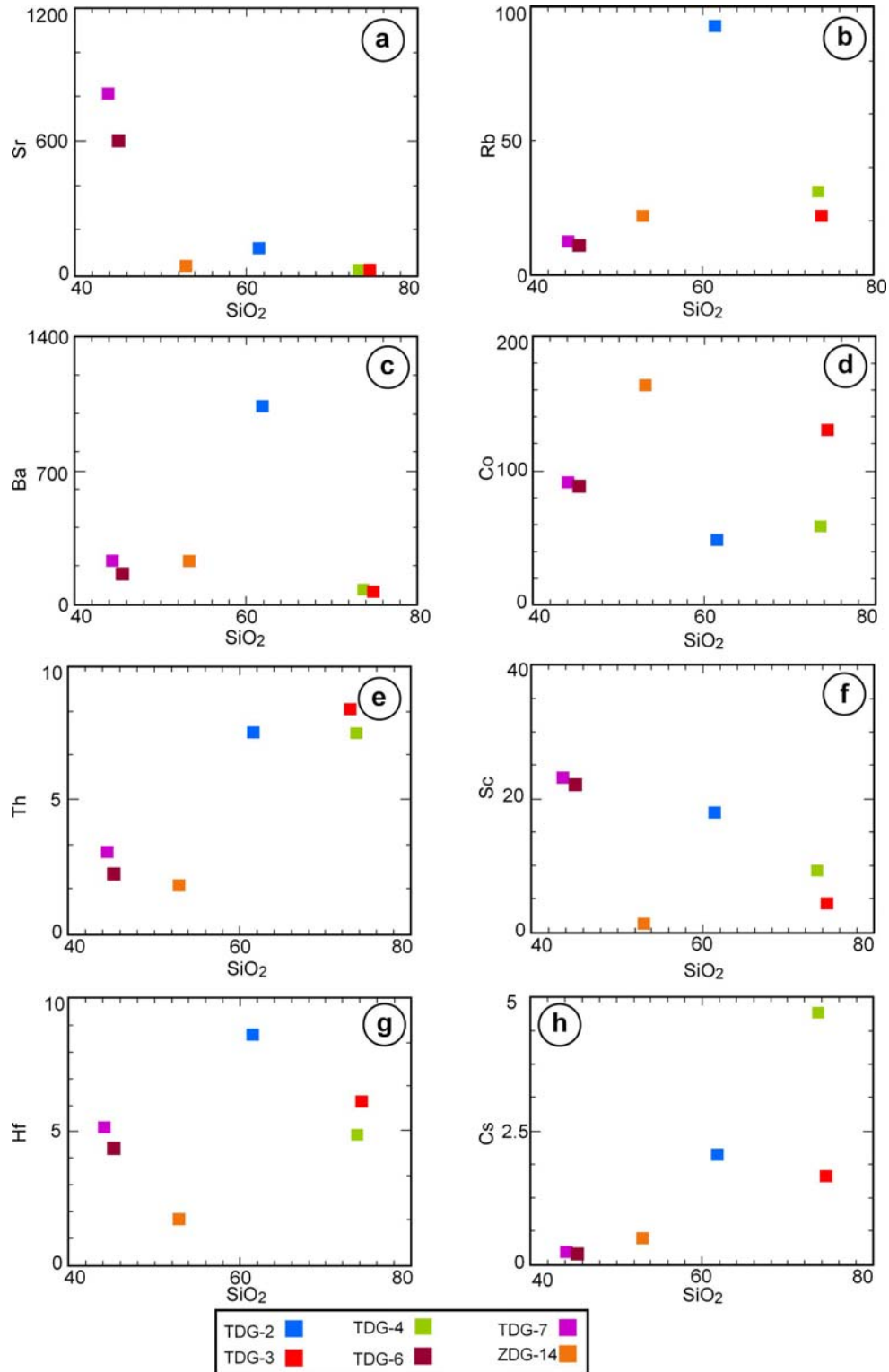
Figure 6. SiO₂-major element binary variation diagrams of the Derik volcanics, a) SiO₂-TiO₂, b) SiO₂-Al₂O₃, c) SiO₂-tFe₂O₃, d) SiO₂-MnO, e) SiO₂-MgO, f) SiO₂-CaO, g) SiO₂-Na₂O, h) SiO₂-K₂O, i) SiO₂-P₂O₅.

Jeotektonik konum

Wood'un (1980) tektonik ortamları gösteren Hf/3-Th-Nb/16 üçgen diyagramında (Şekil 11); bazalt örnekleri Hf bakımından fakir alkalin levha içi bazalt; andezit ve tuf örneklerinin ise volkanik yay bazaltı alanında yer aldığı gözlenmektedir.

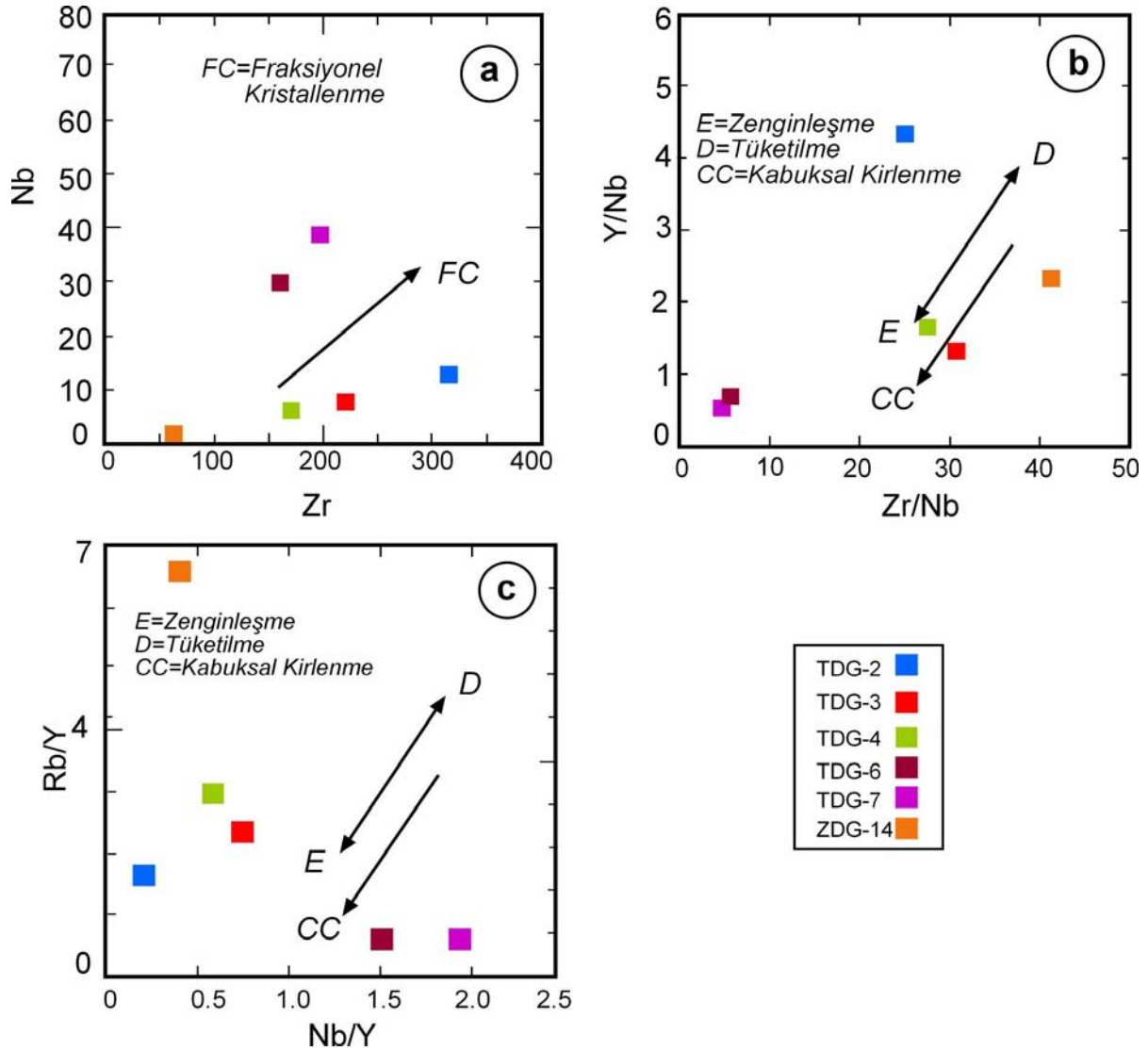
SONUÇLAR

GDAO'na ait Prekambriyen-Paleozoyik yaş aralığına sahip birimlerden Derik Volkanikleri'ne ait volkanik-volkanojenik kayaçları litolojik/stratigrafik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulması amacıyla tipik olarak gözlemlendiği Mardin-Derik-Kızıltepe çevresinde yapı-



Şekil 7. Derik volkaniklerinin SiO₂-iz element ikili değişim diyagramları, a) SiO₂-Sr, b) SiO₂-Rb, c) SiO₂-Ba, d) SiO₂-Co, e) SiO₂-Th, f) SiO₂-Sc, g) SiO₂-Hf, h) SiO₂-Cs.

Figure 7. SiO₂-trace element binary variation diagrams of the Derik volcanics, a) SiO₂-Sr, b) SiO₂-Rb, c) SiO₂-Ba, d) SiO₂-Co, e) SiO₂-Th, f) SiO₂-Sc, g) SiO₂-Hf, h) SiO₂-Cs.



Şekil 8. Derik volkaniklerinin iz-iz element ikili değişim diyagramları, a) Nb-Zr, b) Y/Nb-Zr/Nb, c) Rb/Y-Nb/Y.

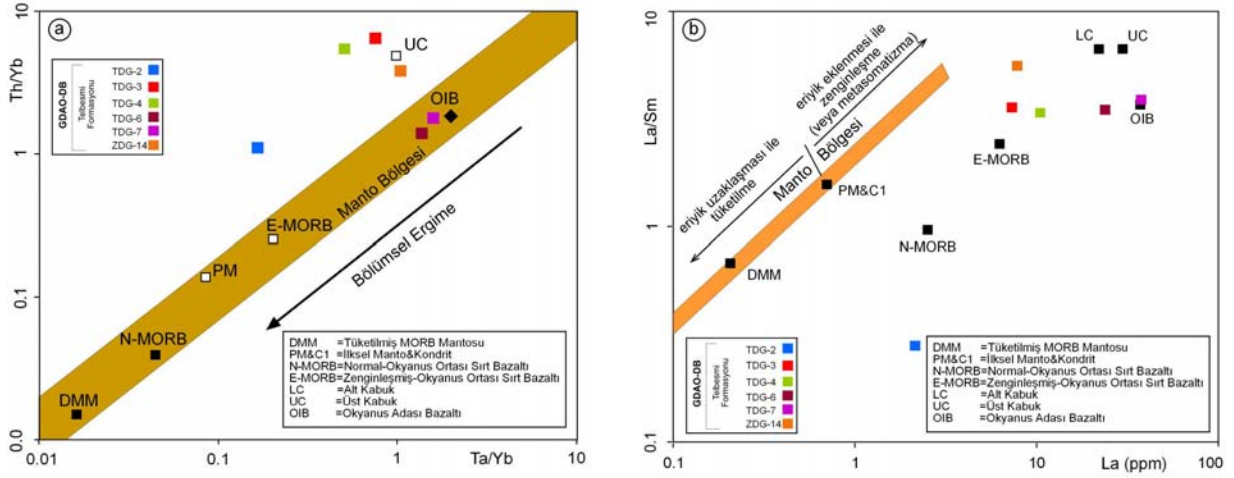
Figure 8. Trace-trace element binary variation diagrams of the Derik volcanics, a) Nb-Zr, b) Y/Nb-Zr/Nb, c) Rb/Y-Nb/Y.

lan arazi çalışmaları ile incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

İnceleme alanında yüzeyleyen Derik volkanikleri Amanoslar bölgesinde Hassa ilçesi dolaylarında yüzeylenen ender volkanik arakatlı metaklastik kayalardan oluşan Sadan formasyonu ve Saimbeyli-Feke bölgesinde yüzeylenen Emirgazi formasyonu ile deneştirilebilir gözükmeyle birlikte, bütünüyle volkanojenik olması ve magmatik kayalardaki dokusal ilişkiler ve mineral birlik-

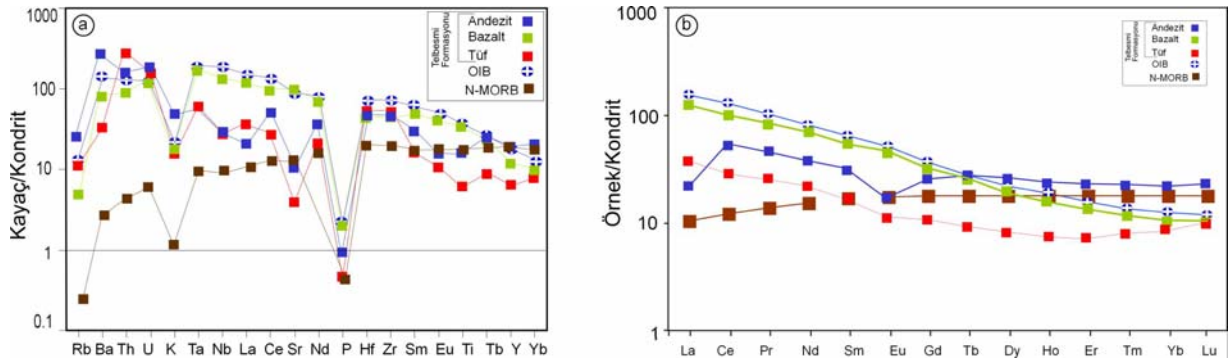
telikleri esas alındığında daha düşük diyajenez/metamorfizma derecesi göstermesi bakımından farklıdır.

Derik Volkanikleri; volkanojenik (feldispat, olivin, piroksen), bozunma/bozuşma (fillosilikatlar) ve kimyasal (kuvars, moganit) mineralleri içermekte olup, istifteki feldispat mineralleri en bol mineraldir. Bunlardan moganit; Türkiye'deki Paleozoyik birimlerinde ilk kez saptanmış olmakla beraber; monoklinik mikrokristalin silis kristali olarak bilinmektedir



Şekil 9. Derik volkaniklerinin kökeni, a) Th/Yb-Ta/Yb (DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; UC: Taylor ve McLennan, 1985), b) La/Sm-La (C1: Boynton, 1984; DMM ve PM: McDonough ve Sun, 1995; N-MORB, E-MORB ve OIB: Sun ve McDonough, 1989; LC: Weaver ve Tarney, 1984; UC: Taylor ve McLennan, 1985)

Figure 9. The origin of the Derik volcanics, a) Th/Yb-Ta/Yb variation diagram (DMM and PM: McDonough and Sun, 1995; N-MORB, E-MORB and OIB: Sun and McDonough, 1989; UC: Taylor and McLennan, 1985), b) La/Sm-La variation diagram (DMM and PM: McDonough and Sun, 1995; N-MORB, E-MORB and OIB: Sun and McDonough, 1989; UC: Taylor and McLennan, 1985).



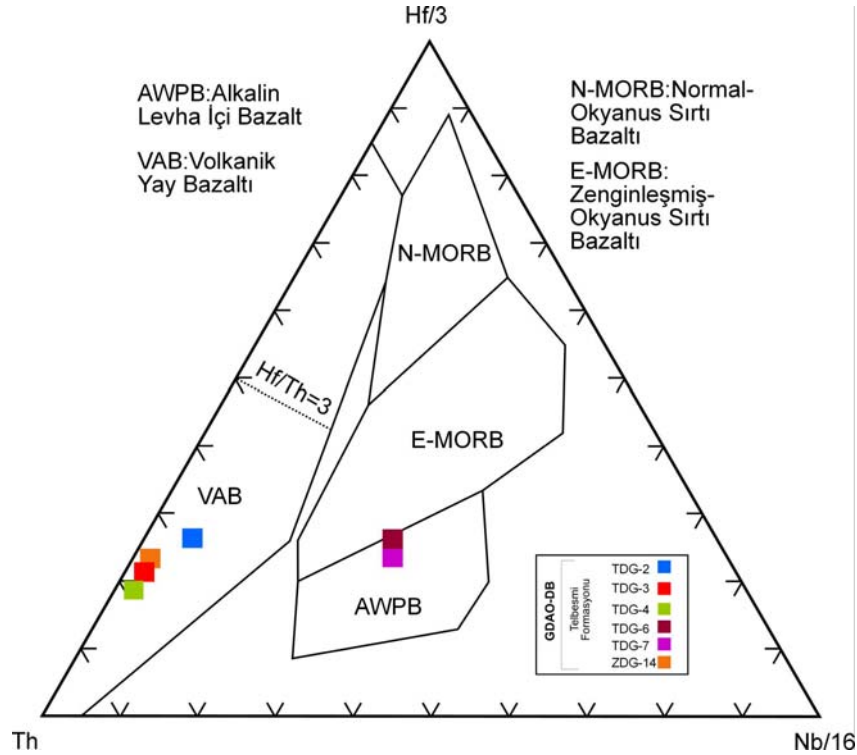
Şekil 10. Derik volkaniklerinin kondrit-normalize element desenleri (Kondrit, OIB=Okyanus Adası Bazaltı, N-MORB=Normal-Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı: Sun ve McDonough, 1989), a) İz elementler, b) REE

Figure 10. Chondrite-normalized patterns of Derik volcanics (Chondrite, OIB=Ocean Island Basalt, N-MORB=Normal-Mid-Ocean Ridge Basalt: Sun and McDonough, 1989), a) Trace elements, b) REE

(Flörke vd., 1976, 1984; Dunn vd., 1985; Weintraub, 1993). Volkanojenik kayalarda yer gözlenen hematit, götit ve pirit mineralleri orta-asidik ve indirgen koşullarda oluşmuş diyajenetik minerallerdir. Denge diyagramlarına göre (Garrels ve Christ, 1965; Brookins, 1988); bu minerallerden hangisinin oluşacağı mikrogözeneklerdeki pH ve

Eh koşullarına, suyun ve iyonların (H^+ , O^{2-} , OH^- , S^{2-}) aktivitesine bağlı gözükmekte olup; hematit ve/veya pirit ilk, götit ise son oluşan mineraldir:

Derik volkaniklerine ait lav örneklerinden OM ile bazalt olarak tanımlananlar genellikle metaalüminali alkalin bazalt; andezit olarak tanımlananlar



Şekil 11. Derik volkaniklerinin Hf/3-Th-Nb/16 tektonik ayırtman diyagramında dağılımları (Wood, 1980; Hf/Th < 3 kalk-alkalin bazalt, Hf/Th > 3 ada-yayı toleyitleri).

Figure 11. The distributions in the Hf/3-Th-Nb/16 tectonic discrimination diagrams of the Derik volcanics, a) (Wood, 1980; Hf/Th < 3 kalk-alkaline basalt, Hf/Th > 3 island-arc tholeiites).

peralüminalı toleyitik trakiandezit-dasit; tüf örnekleri ise riyolit alanındaki bileşimsel aralığa sahiptir. SiO₂-diğer oksitler ve Nb-Zr arasındaki korelasyon ilişkileri bazalt-andezit-riyolit biçiminde fraksiyonel kristalleşmenin izlerini taşımaktadır.

Y/Nb, Zr/Nb, Nb/La, Ba/Nb ve Zr/Ba oranları genellikle zenginleşmiş manto kaynağının yanı sıra, kabuksal kirlenmeye de işaret etmektedir. Rb/Y ve Nb/Y oranları da genellikle kabuksal kirlenmeyi; Th/Yb ve Ta/Yb oranları manto kaynağını gösteren dizilimleri göstermektedir. La/Sm, La/Yb ve Zr/Nb oranları genelde OIB ve E-MORB arasında, kısmen LC'ye yakın değerler vermektedir.

Kondrit değerlerine göre; 21-278 (Yb-Th) kat arasında değişen zenginleşmeler ve tüm örneklerde yaklaşık 1-2 (P) kat fakirleşmeler gözlenmektedir. Birimlerin iz element desenleri N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Bazalt örnekleri OIB'nın desenine benzerdir. Tüm kayaç örnekleri için K ve

P; tüf için Sr negatif, buna karşın andezit için Ba, U ve Ce; tüf için Th, Ta ve Nd ve bazalt için U, Ta, Sm ve Tb pozitif anomaliye sahiptir.

Volkanojenik kayaç örneklerinin toplam REE içerikleri, en fazla bazaltta en az ise tüflerde gözlenmektedir. Ayrıca kondrit ve N-MORB'a göre önemli zenginleşmeler, buna karşın OIB'ye göre fakirleşmeler göstermektedir. Kayaç örneklerinin REE desenleri çoğunlukla N-MORB ve OIB arasında yer almaktadır. Bazalt örneği OIB, tüf ve andezit örnekleri N-MORB desenine benzer yönelim göstermekte olup; andezit örneği negatif Eu anomalisine sahiptir.

İncelenen birimlerin ait olduğu Kuzey Arap Platformu'nda mikro-kıtaların yığılması ve çarpışmasının yaklaşık 620 my önce sona erdiği ve Prekambriyen'in geç döneminin transpressiyonel olaylarla karakteristik olduğu belirtilmektedir (Husseini, 1989; Göncüoğlu ve Kozlu, 2000).

Derik bölgesindeki İnfakambriyen yaşlı birimlerin volkanik kayaç içerdiği halde, Amanoslar bölgesindeki eşdeğerlerinin bütünüyle volkanojenik kumtaşı ve şeyl ardalınmasından oluştuğu belirtilmiştir (Göncüoğlu ve Kozlu, 2000). Arap Plakası'ndaki Prekambriyen yaşlı volkanik kayaçların Geç Pan-Afrikan yay volkanizmasıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Şengör, 1991).

Bozkaya vd., (2009a); Amanoslar çevresinde yapmış oldukları çalışmada, pasif kıta kenarı ortamındaki çökelmeyi temsil eden istifte; Prekambriyen Sadan formasyonunun sıkışmalı, Ordoviziyen yaşlı Bedinan formasyonu ve Devoniyen yaşlı Akçadağ formasyonlarının ise açılmalı havzalara özgü mineralojik karakteristiklere sahip olduğu belirtilmiştir. Yazarlar arafından ayrıca istifin Alt Paleozoyik kesiminin mineralojik açıdan, Doğu Toros Otoktonu (Geyikdağı Birliği) istifindeki eşdeğerlerine benzer, buna karşın Devoniyen-Triyas kesimi Toros Kuşağı birlikleri ve Hazro bölgesindeki GDAO'na ait eşdeğerlerine göre farklı olduğu da ifade edilmiştir.

Derik Volkanikleri'nde bazaltlar için Hf-Th-Nb içerikleri alkalin levha içi ve volkanik yay, ortamını temsil eden verilere sahiptir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde; Derik volkaniklerinin levha içi volkanizmasının ürünleri olduğu belirtilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; TUBİTAK ARDEB 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında Proje No:110Y207 olarak desteklenmiştir. Araştırmacı; arazi çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Mardin İl Özel İdare çalışanlarından Jeoloji Mühendisi Mehmet ARAS'a; makalenin geliştirilmesine yaptıkları bilimsel katkılardan dolayı Prof.Dr.Abidin TEMEL ve Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Açıkbaş, D., Akgül, A. ve Erdoğan, L.T. (1981). Güneydoğu Anadolu'nun hidrokarbon olanakları ve Baykan, Şirvan-Pervari yöresinin jeolojisi. TPAO Arama Grubu, Rapor No: 1543, 387 s.

- Aslaner, M. (1973). İskenderun-Kırıkhan bölgesindeki ofiyolitlerin jeolojisi ve petrolojisi. MTA yayı, No. 150, 78 s.
- Atan, R.O. (1969). Eğribucak-Karacaören (Hassa)-Ceyhanlı-Dazevleri (Kırıkhan) arasındaki Amanos dağlarının jeolojisi. MTA yayını no. 139, 85 s.
- Boynton, W.V. (1984). Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, 63-114.
- Bozdoğan, N. (1982). Güneydoğu Anadolu Mardin ve Adıyaman bölgeleri Kambriyen ve öncesi tortul istifinin stratigrafik ve sedimentolojik deneştirilmesi. TPAO Araştırma Grubu, Rapor No: 831, 144 s.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Kozlu, H. (2009a). Amanoslar bölgesi Paleozoyik kayaçlarının mineralojisi. H.Ü.Yerbilimleri, 30, 11-44.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Kozlu, H. (2009b). Hazro (Diyarbakır) bölgesi Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı sedimanter istifin mineralojisi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 21, 53-81.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H. ve Kodal, M. (2011). Batı-Orta Toroslar ve Amanoslar bölgesindeki Kambriyen yaşlı metaklastik kayaçların petrolojik incelenmesi. Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi, 28, 31-64.
- Brookins, D.G. (1988). Eh-pH Diagrams for Geochemistry. Springer-Verlag, New York, 176 s.
- Cobb, R.E. (1957). Columnar section Bedinan-Kanisorik Paleozoic. TPAO Arama Grubu, Rapor No.576.
- Dean, W.T. (1961). Krummenacher, R., Cambrian trilobites from the Amanos mountains, Turkey. Paleontology, 4, 71-81.
- Dunn, P.J., Fleischer, M., Shigley, J.E. ve Zilczer, J.A. (1985). New mineral names. American Mineralogist, 70, 871-881.
- Durkee, E.F. (1960). Proposed stratigraphic nomenclature, District VI, Southeast

- Turkey: Petroleum Administration Publications, Bulletin no. 6, 38-46.
- Fitton, J.G., James, D., Kempton, P.D., Ormerod, D.S. ve Leeman, W.P. (1988). The role of lithospheric mantle in the generation of late Cenozoic mafic magmas in the western United States. *Journal of Petrology*, special volume, Oceanic and Continental Lithosphere: Similarities and Differences, 331-349.
- Flörke, O.W., Jones, J.B. ve Schmincke, H.U. (1976). A new microcrystalline silica from Gran Canaria. *Zeitschrift für Kristallographie*, 143, 156-165.
- Flörke, O.W., Flörke, U. ve Giese, U. (1984). Moganite, a new microcrystalline silica-mineral. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abhandlungen*, 149, 325-336.
- Garrels, R.M. ve Christ, C.L. (1965). *Solutios, Minerals and Equilibria*. Harper & Row, New York, 435 p.
- Gelfond, R.A., Bryant, G.F. ve Keskin, C. (1959). Stratigraphic section at Karaçukur and Sarıkaya. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 524.
- Gossage, D.W. (1959). Stratigraphic observations in the Tut area of district VI, southeast Turkey. N.V.Turkse Shell, Report no: GRT. 18, 48 p.
- Göncüoğlu, M.C. ve Kozlu, H. (2000). Early Palaeozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from southern Turkey and Surrounding Regions. *Gondwana Research*, 3, 315-324.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N. (1984). Geology of the Bitlis metamorphic belt. In "Geology of the Taurus Belt", O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds.), *Proceedings of the Int. Symp. on the Geology of the Taurus Belt*, 26-29.9.1983, Ankara, 37-244.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K. ve Kozlu, H. (1997). General characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. *Annales Geologique de Pays Hellenique*, 37, 515-536.
- Hasse, K.M., Mühe, R. ve Stoffers, P. (2000). Magmatism during extension of the lithosphere: geochemical constraints from lavas of the shaban deep, Northern Red Sea, *Chemical Geology*, 166, 225-239.
- Husseini, M. I. (1989). Tectonic and depositional model of late Precambrian Cambrian Arabian and adjoining plates: AAPG Bulletin, 73, 1117-1131.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A. (1971). Major and trace element abundances in volcanic rocks and orogenic areas. *Bull. Geol. Soc. A.*, 83, 29-40.
- Kellogg, H.E. (1960). Stratigraphic report, Derik-Mardin area Petroleum District V, Southeast Turkey. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 1367.
- Ketin, İ. (1964). Güneydoğu Anadolu Paleozoyik teşekküllerinin jeolojik etüdü hakkında rapor. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 287, 36 s.
- Ketin, İ. (1966). Güneydoğu Anadolu'nun Kambriyen teşekkülleri ve bunların Doğu İran kambriyeni ile mukayesesi. *MTA Dergisi*, 66, 75-87.
- Ketin, İ. ve Akarsu, İ. (1965). Güneydoğu Anadolu Paleozoyik teşekküllerinin jeolojik etüdü hakkında rapor. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 333, 22 s.
- Kozlu, H. (1987). Misis-Andırın-Adana-İskenderun dolaylarının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 2403, 188 s.
- Köylüoğlu, M. (1986). Güneydoğu Anadolu otokton birimlerinin kronostratigrafisi, mikrofasiyes ve mikrorofosilleri. TPAO Araştırma Merkezi, Eğitim yayınları, No: 9, 53 s.
- Mcdonough, W.F. ve Sun, S.S. (1995). The composition of the earth. *Chemical Geology* 120, 223-253,
- Menzies, M.A., Kyle, P.R., Jones, M. ve Ingram, G. (1991). Enriched and depleted source components for tholeiitic and alkaline lavas from Zuni-Bandera, New Mexico: Inferences about intraplate processes and stratified lithosphere.

- Journal of Geophysical Research, 96, 13645-13671, 1991.
- Monod, O., Kozlu, H. Ghienne, J.-F., Dean, W.T., Günay, Y., Le Hérisse, A., Paris, F. ve Robardet, M. (2003). Late Ordovician glaciation in southern Turkey. *Terra Nova* 15, p.249–257.
- Moses, H.F. (1934). Geological report on the Mardin-Cizre region. Southeastern Turkey. MTA Derleme No:212, 17 s.
- MTA. (2002). 1:500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, İstanbul Paftası. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara,
- Muller, D. ve Groves, D.I. (2000). Potassic igneous rocks and associated gold-copper mineralization. Springer, Berlin Heidelberg New York, 252 p.
- Önal, M. (1986). Amanos dağlarındaki Alt Paleozoyik çökellerinin çökme ortamları ve bölgenin paleocoğrafik evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 29, 49-64,
- Önal, M. (1989-1990). Önülke havzaları ve Kahramanmaraş önülke havzasının jeolojik evrimi. *İÜFF Yerbilimleri Dergisi*, 7, 19-43,
- Pearce, J.A. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In *Andesites*, (Ed. R.S.Thorpe), 525-548.
- Pearce, J.A. ve Norry, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and Nb variations in volcanic rocks. *Contrib. Miner. Petrol*, 69, 33-47.
- Perinçek, D. (1978). V-VI-IX bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 6657.
- Rickwood, P.C. (1989). Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, 22, 247-263.
- Schmidt, G.C. (1966). Stratigraphy of Lower Paleozoic rock units of petroleum district V-Turkey. Petroleum Administration Publication, Bulletin no. 11, 73-90.
- Servais, M. (1982). Collision et suture tethysienne en Anatolia Centrale etude structurale et metamorphique (Hp-LT) de la zone nord Kütahya: Doktora tezi (yayımlanmamış), Paris Univ., Fransa.
- Streckeisen, A. (1978). Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Recommendations and Suggestions. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*. Stuttgart. Abhandlungen, 31, 1-14.
- Sun, S.S. ve McDonough W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D. ve Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, Special Publication, v. 42. Geological Society of London, 313-345.
- Sungurlu, O. (1974). VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 871, 32 s.
- Şengör, A.M.C. (1991). Late Paleozoic and Mesozoic tectonic evolution of the Middle Eastern Tethysides: Implication for the Paleozoic geodynamics of the Tethyan realm. *IGCP Project 276, Newsletter* 2, 111-149.
- Taşman, C.E. (1949). Stratigraphy of southeastern Turkey. *A.A.P.G. Bulletin*, 33, 22-31.
- Taylor, S.R. (1985). McLennan, S.M., *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, 312 p.
- Taylor, S.R. (1955). Stratigraphic studies Bozova (Urfa) area (Mobil Exploration Mediterranean Inc. Report). *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Teknik Arşivi*, Kutu no. 332, Rapor no. 1, 14 s.
- Tolun, N. ve Ternek, Z. (1952). Mardin bölgesinin jeolojisi. *TJK Bülteni*, Cilt III, No. 2, 1-20.
- Tromp, S.W. (1941). Preliminary compilation of the stratigraphy, structural features and oil possibilities of South eastern Turkey and a comparison with neighboring

- areas. MTA Yayınları, Seri A, No.4, 19-34,
- Tuna, D. (1973). VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. TPAO Arama Grubu, Rapor no1: 813, 131 s.
- Tuna, D. (1974). VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu. Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri, 183-192.
- Turner, F. ve Dorsey, R. (1958). Kıradağ-I kuyusu kompozit kuyu logu. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 973.
- Weaver, S.D. ve Tarney, J. (1984). Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. *Nature*, 310, 575-576.
- Weintraub, B. (1993). Within Common Quartz, a Common New Mineral. *National Geographic*, 184/5.
- Wilson, M. (1989). *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, London, 466 p.
- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325-343.
- Wood, D.A. (1980). The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50, 11-30.
- Yalçın, N. (1979). Orta Amanosların jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 1393, 82 s.
- Yalçın, N. (1980). Karasu-Hatay grabeni kuzey kesiminin jeolojisi ve hidrokarbon olanaklarının araştırılması. Türkiye 5. Petrol Kongresi, Jeoloji-Jeofizik Bildirileri, 31-40.
- Yılmaz, Y. (1984). Amanos Dağlarının Jeolojisi. TPAO Arama Grubu, Rapor no: 1920, 591 s.
- Yılmaz, Y. (1993). New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. *Geological Society of American Bulletin*, 105, 251-271.
- Yılmaz, E. ve Duran, O. (1997). Güneydoğu Anadolu bölgesi otokton ve allohton birimler stratigrafi adlama sözlüğü (Lexicon). TPAO Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayınları, No:31, 460s.

Sema TETİKER

Batman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
72100 Batman

sematetiker74@gmail.com

Bir taş kömürü örneğinin toplayıcı olarak dizel, gazyağı ve dizel-gaz yağı emülsiyonları kullanılarak flotasyonu

Flotation of a hard coal using diesel oil, kerosene and diesel oil-kerosene emulsions as collector

Turan KILINÇ

Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, Maden Teknolojisi Programı
58140 Sivas

ÖZ

Bu çalışmada bir taş kömürü örneği üzerinde, dizel, gazyağı ve bunların emülsiyonları kullanılarak gerçekleştirilmiş olan flotasyon testlerinin sonuçları sunulmuştur. Karışımlarla yapılan çalışmalarda saf sıvılarla yapılan deneylere nazaran daha yüksek yanabilir verimleri değerleri elde edilmiştir. Saf sıvılarla yapılan çalışmalarda nispeten daha yüksek yanabilir verim değerleri mazot kullanılarak elde edilmiştir. Karışımlarla yapılan deneyler de ise nispeten %75 gazyağı + %25 mazot kullanılan deneylerde daha yüksek yanabilir verim değerleri elde edilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki yağ veya emülsiyon tipine bağlı olarak kömür-hava-su ara yüzeyinde gerçekleşen proseslerin derecesi ve yağların bünyesindeki kararsız fonksiyonel grupların varlığı flotasyon performansını önemli miktarda etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Flotasyon, gazyağı, mazot, kömür.

ABSTRACT

This study presents the results of flotation tests conducted on a hard coal sample using kerosene, diesel oil and their blends. The experiments involving the use of petroleum oil emulsions gave better results compared to the tests performed with pure petroleum oils. According to the results of the tests performed with the use of pure petroleum oils, diesel oil gave better combustible recovery rates. Slightly higher combustible recoveries were achieved using the oil emulsions containing 75 % of kerosene and 25% of diesel oil. The results suggested that the degree of the processes taking place at the coal-water-air interface depending on the type of oil or oil emulsions and the presence of unstable functional groups in oils affect the flotation performance significantly.

Keywords: Flotation, kerosene, diesel oil, hard coal.

GİRİŞ

Flotasyon yöntemi, günümüzde çok ince boyutlardaki kömürlerin temizlenmesi için kullanılmaktadır. Doğal olarak yüzebilme yeteneğine sahip kömürlerin flotasyonla zenginleştirilmesi daha yüksek verim ve daha düşük kül içeriği içindir. Bu amaçla genellikle toplayıcı olarak, katran yağları, fuel oil, mazot, gazyağı gibi yağlar kullanılmaktadır. Toplayıcı olarak kullanılan yağlar flotasyon pülpünde kömür yüzeyini film tabakası şeklinde kaplayarak yüzeyi daha hidrofobik yapar ve hava kabarcığıyla parçacık arasındaki adhezyon kuvvetini artırır (Cebeci, 1996; Moxon ve diğ., 1987).

Flotasyon yönteminin verimli olması için kullanılan yağların suda çok iyi dağılması gerekmektedir. Böylece yağ damlacıkları ile kömür parçacıklarının çarpışma olasılıkları artmaktadır. Ancak Kömür parçacığı ve yağ damlacığı aynı işaretliyse çarpışmanın meydana gelebilmesi için karıştırma ile oluşan kinetik enerjinin, elektriksel çift tabakalarının doğurduğu itici enerjiden daha büyük olması gerekmektedir (Burkin ve Bramly 1961).

Kömür parçacıkları ile yağ damlacığının çarpışmasının yanı sıra yağ damlacığı kömür yüzeyinde yayılabilmelidir. Yayılma yeteneği yayılma katsayısı ile belirtilmektedir ve denklemi aşağıda verilmiştir. Bu denklemde görüleceği gibi yağlarla sadece kısmi olarak ıslatılan katılarda F_s değeri negatiftir (Cebeci, 1996; Moxon ve diğ., 1987).

$$F_s = \gamma_{ow} (\cos\theta - 1) \quad (1)$$

Eşitlikte; F_s , yayılma katsayısını, γ_{ow} yağ-su ara yüzeyinin gerilimini ve θ kömür-yağ-su ara yüzeyindeki yağ içerisinden ölçülen temas açısını ifade etmektedir. Yayılma katsayısının değeri γ_{ow} 'daki azalmayla düşmektedir. Böylece yağ damlacığının kömür yüzeyinde yayılması kolaylaşmaktadır.

Bununla birlikte denklemden görüleceği gibi yayılma katsayısı (F_s) değeri temas açısına (θ) bağlı olarak ta değişmektedir. Ancak değişik kömürlerle yapılan çalışmalarda kömür-yağ sistemleri için temas açısının (θ) değerinin daima büyük olduğu belirlenmiştir. Oldukça küçük bir aralıkta çok az değişimler gösterdiği belirtilerek temas açısının (θ)

yayılma katsayısı (F_s) üzerindeki etkisi önemsiz kabul edilmektedir (Burkin ve Bramly 1963).

Yağ damlacığının yüzey üzerinde yayılmasında diğer bir faktörde, porları doldurma olasılığıdır. Kömür parçacığında bulunan por miktarı arttıkça, kömür parçacığının yüzeyini kaplamak yerine yağ damlacıkları bu porları doldurma eğilimindedir. Bu durumda yağ damlacığı toplayıcı olarak görevi yapamayacak ve flotasyon verimi düşecektir. Yağ damlacıklarının, kömür yüzeyi üzerinde yayılma ve por doldurma hızı aşağıdaki bağıntılarla ifade edilmektedir. (Moxon ve diğ., 1987)

$$V_s = c F_s / \eta \quad (2)$$

$$V_p = a \cdot \gamma \cdot \cos\theta / l \cdot \eta \quad (3)$$

Eşitliklerde; V_s yayılma hızı, η viskozite, c sabit, V_p por doldurma hızı, a por yarı çapı, l t zamanında doldurma derinliği, γ yağ-hava veya yağ-su ara yüzey gerilimidir. Yağın viskozitesi, temas açısı ve ara yüzey geriliminin etkisi oldukça fazladır.

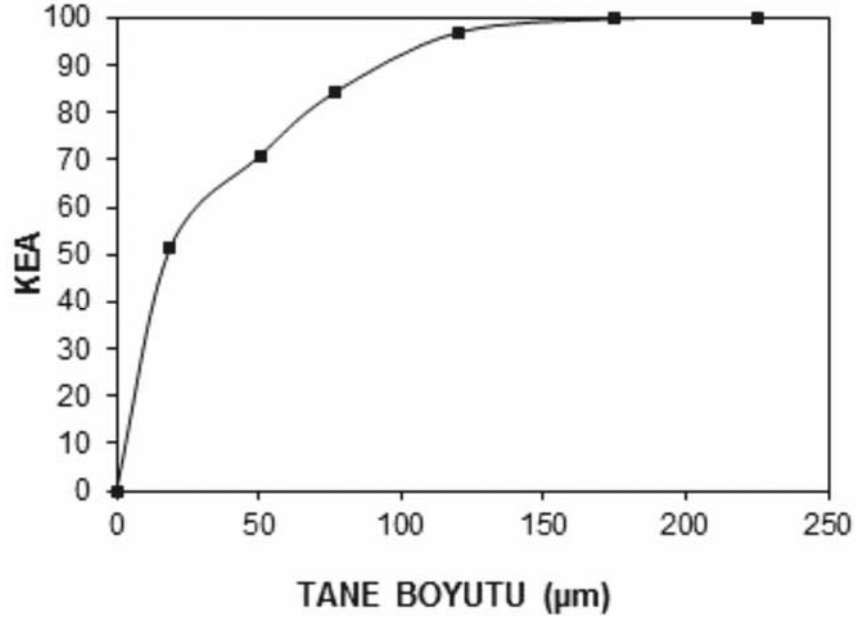
Özet olarak, toplayıcı olarak kullanılan yağ damlacıklarının suda çok iyi dağılması gerekmektedir. Yağ damlacıklarının kömür parçacıklarının yüzeyine yayılabilmesi için aralarındaki itme enerjisinin ve yağların yüzey ve su ile olan ara yüzey geriliminin yeterince düşük olmalıdır. Bunların yanı sıra yağ damlacıklarının viskozitesinin, damlacığın suda iyi şekilde dağılabilmesi ve yüzeye yayılabilmesi için yeterince düşük olması gerekmektedir. Ancak bu özelliklerin değişik yağ karışımları ile sağlandığı belirtilmektedir (Chiani ve diğ., 1989).

Bu çalışmada gaz yağı ve mazotla birlikte bunların çeşitli oranlarda karışımları kullanılarak kömür flotasyonuna etkisi incelenmiş ve bulgular yanabilir verim ve kül atımı eğrileriyle ifade edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Diatom Numunesinin Hazırlanması

Deneylerde kullanılan numune Türkiye Taş Kömürü Merkez Lavvarından (Zonguldak) alınmış olup ilgili kömür numunesinin tamamı -250 μm ' ye kuru olarak öğütülmüştür. Kömür numunesine ait tane boyu dağılımı ise Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Kömür numunesinin tane boyutu dağılımı.
Figure 1. Particle size distribution of the coal sample.

Çizelge 1. Kimyasal analiz sonuçları.
Table 1. Chemical analysis Results.

Analiz edilen bileşen	Orijinal kömür	Havada kurutulmuş kömür	Kurutulmuş kömür
Nem (%)	2.94	0.45	-
Kül (%)	14.98	15.36	16.13
Uçucu madde (%)	23.81	24,42	24.53
Sabit karbon (%)	58.28	59.77	60.04
Kül Değeri	<i>Toplam kükürt (%)</i>	0.28	0.29
	<i>Alt ısı değeri (Kcal/kg)</i>	6513	6695
	<i>Üst ısı değeri (Kcal/kg)</i>	6766	6939

Mineralojik ve Kimyasal Analiz, Deneyle Kullanılan Toplayıcıların Özellikleri ve Deneyle Yapılışı

Gerçekleştirilen XRD analizinden elde edilen sonuçlara göre; başlıca mineral maddelerin kaolinit, kuvars, kalsit ve dolomit olduğu belirlenmiştir. Numuneye ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir.

Deneylede toplayıcı olarak gazyağı ve mazot kullanılmış olup özellikleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Flotasyon deneylelerinde Denver tipi flotasyon makinesi ve 1.5 lt lik hücreler kullanılmıştır. Deneyle koşulları: pH: 7.5 katı oranı % 5, karıştırma hızı 1000 rpm, flotasyon süresi 3 dakikadır. Deneylelerde çeşitli konsantrasyonlarda toplayıcılar ve köpürtücü olarak çam yağı (100g/t) kullanılmıştır.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan yağların yoğunluk ve viskozite değerleri.

Table 2. Density and viscosity values of oils used in the experiments.

Yağ Tipi	Yoğunluk (g/cm ³)	Viskozite (cSt)
Gazyağı	0.78	1.50
Mazot	0.84	2.64

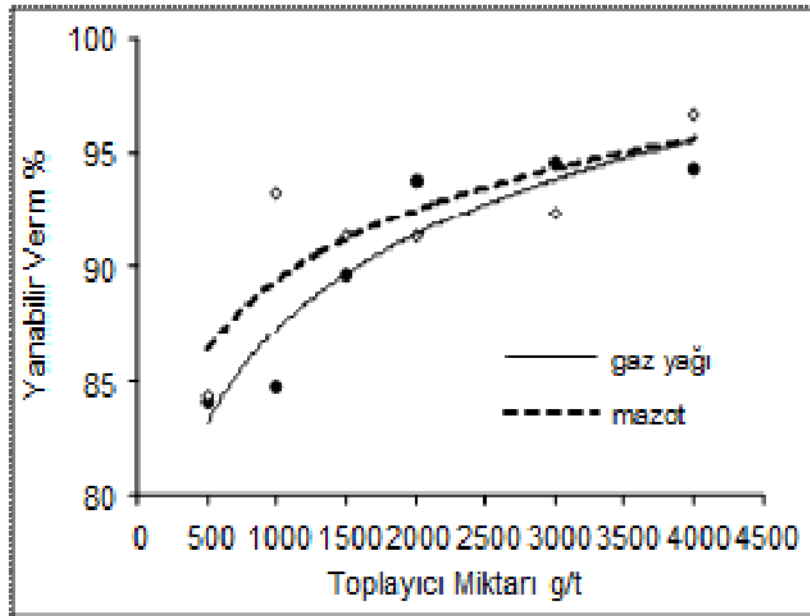
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Saf Gazyağı ve Mazot Kullanılarak Yapılan Deneylerden Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

Deney sonuçlarından elde edilen grafikerde yanabilir verim değeri ve kül atımı ile toplayıcı konsantrasyonu ilişkilendirilmiştir. Verim değerleri kuru kömür bazında, yağ oranları ise ton kömür başına kullanılan miktara (g) olarak ifade edilmiştir.

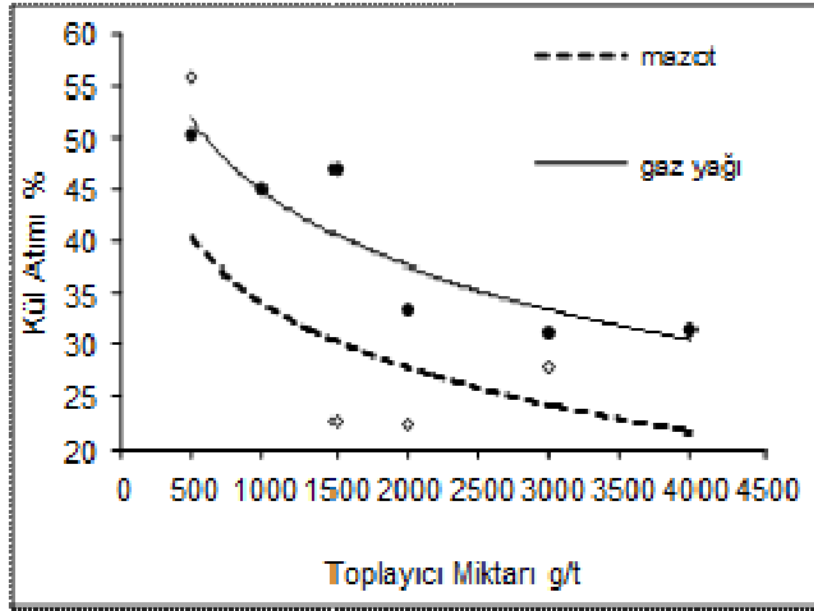
Şekil 2’de verilen bulgulardan görüleceği gibi, yanabilir verim değerleri mazot için % 84.41 – 96.68 arasında gazyağı için % 84.09 – 94.32 arasında değişmektedir. Elde edilen bulgular sonucunda her iki toplayıcının konsantrasyonu arttıkça yanabilir verim değerleri de artmıştır. Yüksek yağ konsantrasyonlarındaki verim değişimi belirgin değildir. Elde edilen bulgulardan yanabilir verim değerleri birbirine yakın olmakla beraber mazot kullanılan deneylerde, kısmen daha yüksektir.

Şekil 3’ de kül atımı değerlerinin değişimi gösterilmiştir. Kül atımı değerleri; mazot için % 18.49 – 55.84 arasında, gazyağı için % 31.28 – 50.40 arasında değişmektedir. Gazyağı kullanılan deneylerde daha yüksek oranda kül atımı sağlanmıştır. Gazyağı damlacıkları, kömür yüzeylerine daha yüksek seçimlilik göstermiş ve daha yüksek kül atımı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 2. Gazyağı ve mazot miktarlarının yanabilir verim üzerindeki etkisi.

Figure 2. Effect of concentration of kerosene and diesel oil on combustible recovery.



Şekil 3. Gazyağı ve mazot miktarlarının kül içeriği üzerindeki etkisi.
Figure 3. Effect of concentration of kerosene and diesel oil on ash content.

Çizelge 2' den görüleceği gibi gazyağına oranla daha yüksek viskoziteye sahip mazotun yüzey kaplama hızı da daha düşüktür. Gazyağı pülp içerisinde daha iyi dağılmaktadır. Bu durumda gazyağı damlacıkları ile kömür parçacıklarının çarpışma olasılığı daha yüksek olması nedeniyle mazottan daha yüksek yanabilir verim değerleri beklenmektedir. Buna rağmen mazot kullanılan deneylerde mazotun yapısında bulunabilecek yapısı anlaşılmasın karasız fonksiyonel guruplar nedeniyle şarjın sıfır noktası deney koşullarındaki pH' lara yaklaşabilmektedir. Böylelikle mazot damlacığı ile taneler arasındaki itici kuvvet azalmakta ve yağ damlacığı taneler üzerine daha kolay adsorplanarak onun yüzmesine olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Benzer yağlarla yapılan bir çalışmada, ağır yağlarda yapısı belirlenmemiş polar gurupların oluşturduğu safsızlıkların varlığı ortaya konmuştur (Wen ve Sun, 1981; Cebeci, 1996).

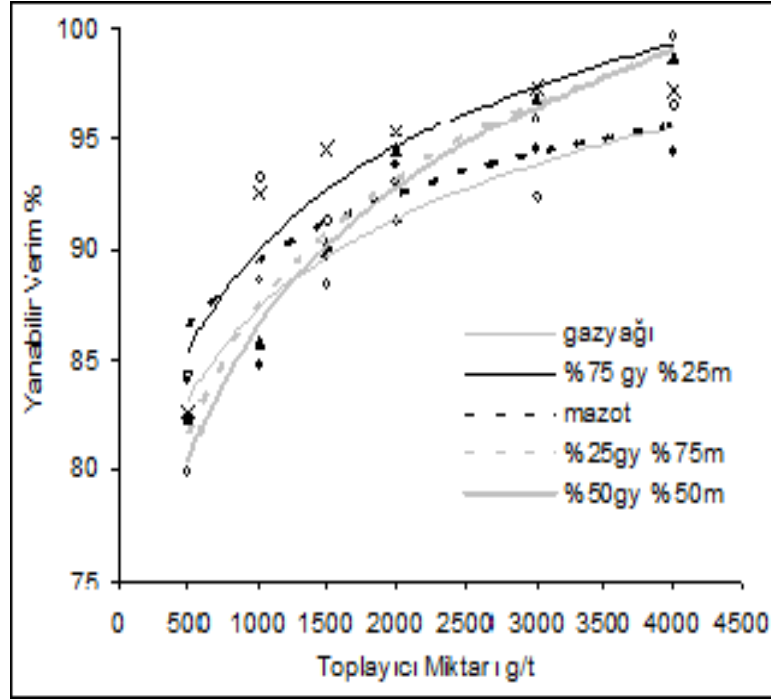
Karışımlar Kullanılarak Yapılan Deneylerden Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

Gazyağı ve mazot ağırlıkça belirli oranlarda kullanılarak karışımlar hazırlanmıştır. Hazırlanan bu

karışımlarla çeşitli konsantrasyonlarda yapılan deneylere ait bulgular Şekil 4 ve Şekil 5 ' de verilmiştir.

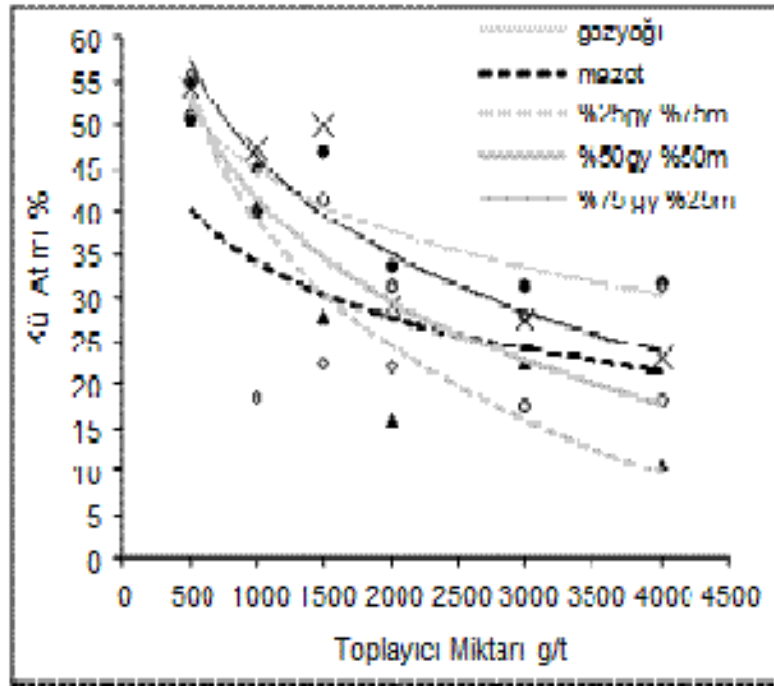
Şekil 4' te görüleceği gibi karışımların kullanıldığı deneylerde de konsantrasyon artmasıyla birlikte yanabilir verim değerleri de artmıştır. Yüksek konsantrasyonlardaki yanabilir verim artışı belirgin değildir. Her üç karışımla yapılan deneylerde birbirine yakın değerler elde edilmiştir. % 75 gazyağı + % 25 mazotun kullanıldığı deneylerde yanabilir verim değeri % 82.71 – 97.34 arasında değişirken, % 50 gazyağı + % 50 mazotun kullanıldığı deneylerde yanabilir verim değeri % 79.97 – 99.62 arasında değişmektedir. % 25 gazyağı + % 75 mazotun kullanıldığı deneylerde ise yanabilir verim değeri % 82.41 – 98.70 arasında değişmektedir. Genel eğilim olarak % 75 gazyağı + % 25 mazot nispeten daha iyi yanabilir verim değerleri elde edilmiştir.

Kül atımı değerleri Şekil 5' te verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi % 75 gazyağı + % 25 mazotun kullanıldığı deneylerde kül atımı % 23.07 – 54.37 arasında değişirken, % 50 gazyağı + % 50 mazotun kullanıldığı deneylerde kül atımı % 17.42 –



Şekil 4. Gazyağı ve mazot karışım miktarlarının yanabilir verim üzerindeki etkisi.

Figure 4. Effect of concentration of mixed kerosene and diesel oil on combustible recovery.



Şekil 5. Gazyağı ve mazot karışım miktarlarının kül içeriği üzerindeki etkisi.

Figure 5. Effect of concentration of mixed kerosene and diesel oil on ash content.

51.21 arasında değişmektedir. % 25 gazyağı + % 75 mazotun kullanıldığı deneylerde ise kül atımı % 10.72 – 55.34 arasında değişmektedir. Genel eğilim olarak % 75 gazyağı + % 25 mazot nispeten daha yüksek kül atımı elde edilmiştir.

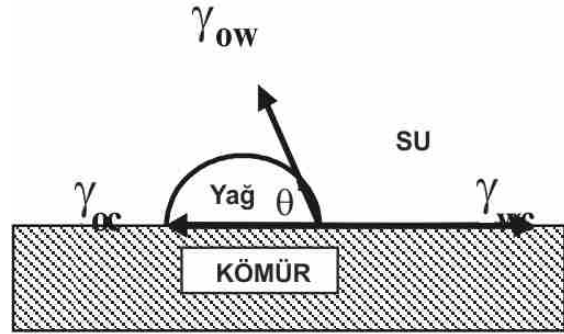
Karışımların kullanıldığı deneylerde nispeten daha yüksek yanabilir verim değerleri ve kül atımı değerleri % 75 gazyağı + % 25 mazotun kullanıldığı deneylerde elde edilmesi bu karışımın su-yağ ara yüzey geriliminin düşmesi sonunda temas açısının azalmasıyla karışımın kömür yüzeyinde daha iyi yayılmasının sağlanmasıyla açıklanabilmektedir. Aşağıdaki çizelgede (Çizelge 3) ölçülen %1 yağ içeren emüsiyon için su – toplayıcı yüzey gerilimleri verilmiştir.

Çizelge 3. %1 Toplayıcı- su- yüzey gerilimleri.

Table 3. Surface tension for 1% collector-water.

Toplayıcı	Yüzey gerilimi (dyne/cm)
Gazyağı	77.24
%75 Gazyağı %25 Mazot	76.94
%50 Gazyağı %50 Mazot	78.24
%25 Gazyağı %75 Mazot	78.73
Mazot	79.36

Şekil 6'da γ_{ow} ; yağ-su ara yüzey gerilimini, γ_{oc} ; yağ-kömür ara yüzey gerilimini, γ_{wc} ; su-kömür ara yüzey gerilimini, temas açısını (θ) ifade etmektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi γ_{ow} azalma nedeni ile yağ damlacığı kömür parçacığı üzerini daha kolay kaplamaktadır. Bu durumda yağ tarafından iyi ıslatabilen kömür tanesinin yüzeyi yağ ile kaplanarak hidrofobitesi artmaktadır. Bu durumda % 75 gazyağı + % 25 mazotun kullanıldığı deneylerde en iyi yanabilir verim değerleri ve kül atımı değerleri elde edilmiştir.



Şekil 6. Ara yüzey gerilimleri ve temas açısı.

Figure 6. Interfacial tension and contact angle.

KAYNAKLAR

- Burkin, A.R., Bramly, J.V. (1961). Flotation with insoluble reagents collision and spreading behavior in the coal-oil-water system. J. Appl.Chem. 11, 300- 309.
- Burkin, A.R., Bramly, J.V. (1963). Flotation with insoluble reagents effects of surface-active reagents on the spreading of oil at the coal-water interface. Journal Applied Chemistry, 13, 417- 422.
- Cebeci, Y. (1996). Endüstriyel ölçekte kullanılan yağlarla linyit kömürlerinin flotasyonu ile ilgili bir çalışma. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Madencilik Bilim ve Teknik Dergisi, 1, 2, 55-62.
- Chiani, M., Carbini, P., Ciccu R., Satta, F. (1989). Oils as collectors in low-rank coal flotation. Advances in coal and mineral processing using flotation.
- Moxon, N.T. (1987). Insoluble oils in coal flotation. The effect of surface spreading and pore penetration. International Journal of Mineral Processing, 21, 261-267
- Wen, W., W., Sun, S.C. (1981). An electrokinetic study on the oil flotation of oxidized coal. Science and Technology. 16, 1491-1521.

Turan KILINÇ

Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, Maden Teknolojisi Programı
58140 Sivas

turankilinc@gmail



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ Dergisi

Cumhuriyet
EARTH SCIENCES
Journal

YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

Yazıların nitelikleri

“Cumhuriyet YERBİLİMLERİ Dergisi” nde yayınlanması istemiyle gönderilecek yazıların, yerbilimlerinin herhangi bir alanında (jeoloji, maden, jeofizik, hidrojeoloji, jeomorfoloji, deprem, jeoteknik, petrol vb.)bir konuyu içermesi, daha önce Türkçe olarak yayınlanmamış olması ve aşağıdaki niteliklerden en az birine sahip olması gerekir.

a) Yerbilimleri alanında bilimsel yöntemlerle yapılmış, özgün sonuçları bulunan ve yerbilimlerine katkı oluşturacak bir çalışma,

b) Yerbilimlerinin herhangi bir konusunda önceden yapılmış çalışmaları eleştireci yaklaşımla derleyen ve yeni görüşler ortaya koyan derleme,

c)Yerbilimleri konusunda, Türkiye'yi ve Türkiye'deki yerbilimcileri büyük ölçüde ilgilendiren, fakat yabancı bir dilde yayınlanmış bir yazının Türkçe'ye çevirisi.

Yazım Dili

Yerbilimleri Dergisinde yayın dili olarak Türkçe ve İngilizce kullanılmaktadır. Dergide yayınlanacak makalelerin başlıkları özetleri, çizelge ve şekil açıklamaları Türkçe ve yabancı dilde (İngilizce) olmak üzere iki dilde birlikte verilmektedir.

Makale Yazım Kuralları

1.Makalenin tümü metni çift aralıkla Windows Word programı ile 10 punto ve Arial karakterinde yazılmış olmalıdır. Metin sürekli satır ve sayfa numarası ile hazırlanmalıdır.

2.Şekiller bilgisayar çizim programları (Freehand, CorelDraw vb.) kullanılarak çizilmeli ve “jpeg” formatında gönderilmelidir.

3.Şekil ve çizelge başlıkları Türkçe ve İngilizce olarak ayrı liste halinde metin sonunda verilmelidir. Şekil ve çizelgeler birbirinden ayrı olarak numaralandırılmalıdır.

4.Bütün çizimlerde çizgisel ölçek kullanılmalıdır.

5.Şekil ve çizelge boyutları tek sütun için 7.5x23 cm, çift sütun için 16x23 cm den büyük olmamalıdır.

ÖZ

Anahtar kelimeler

ABSTRACT

Key words

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık

Üçüncü derece alt başlık

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KATKI BELİRTME

KAYNAKLAR

Kaynaklara Değınme

Makale metni içinde kaynaklara değınme aşağıdaki örneklere uygun olarak yapılmalıdır:

.....(Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı ve Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı vd., 1988)

.....Y. soyadı (1988), Y. Soyadı ve Y. Soyadı (1988) göre, Yazar vd.'ne (1988) göre
Kişisel (sözlü) görüşmeler(I.Yılmaz, 2009, C.Ü.)....biçiminde belirtilmelidir.

Kaynakların Yazılması

Makale metni içerisinde değınilen kaynaklar aşağıdaki örneklere uygun şekilde verilmelidir:

Özgül, N., 1976.Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

Çağılı, S., Kırall, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

Yazıların Gönderilmesi

Yazılar aşağıda verilen dergi ve editöre ait elektronik posta adreslerinin her ikisine birlikte gönderilmelidir.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
58140 SİVAS
Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr
isik.yilmaz@gmail.com



Cumhuriyet

YERBİLİMLERİ
Dergisi

Cumhuriyet
EARTH SCIENCES
Journal

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Types of contributions

Manuscripts submitted in journal of “Cumhuriyet EARTH SCIENCES Journal” should have not been published and/or simultaneously submitted elsewhere. This journal is concerned with original research, new developments and case studies in any branch of earth sciences such as; geology, mining, geophysics, hydrogeology, geomorphology, earthquake, geotechnique, oil, etc.

Language

The languages of the journal are Turkish and English. Titles, abstracts, and captions of figures and tables are written in Turkish and English.

Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be typed double-spaced throughout, at a font size of 10 point (Arial), and with continuous line and page numbers.
2. Figures should be prepared using computer software (Freehand, CorelDraw etc.) and their “jpeg” files should be submitted.
3. Figure and Table captions must be prepared as a separate page at the end of the text.
4. Line scale must be submitted in figures if it is needed.
5. Sizes of the figures and tables are not allowed larger than 7.5x23 cm for single column, 16x23 cm for double column.

Manuscripts should generally be structured as follows.

Title (English and Turkish)

Name(s) of author(s) and their affiliations.

(The name and e-mail address of the corresponding author must appear following the author names)

ABSTRACT

Key words

INTRODUCTION

PRIMARY HEADING

Primary Sub Heading

Secondary sub heading

Tertiary sub heading

RESULTS AND CONCLUSIONS

ACKNOWLEDGEMENT(S)

REFERENCES

Citation of references in the text

In the text, references must be cited as following.

..... (Surname, 1988)

..... (Surname and Surname, 1988)

..... (Surname et al., 1988)

..... Surname (1988)

..... Surname and Surname (1988)

..... Surname et al. (1988)

Personal communications(I.Yılmaz, 2005, C.Ü.)

Preparation of references

All references cited in the text, and in captions of figures and tables must be written in a list of "REFERENCES". Some examples for reference layout are given below.

Journal references:

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Karacan, E., Yılmaz, I., 1997. "Collapse dolines in the Miocene gypsum: an example from SW Sivas (Turkey)". Environmental Geology, Springer-Verlag, 29 (3/4), 263-266.

Proceeding references:

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

Book references:

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

Published report references:

Çağlı, S., Kıral, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

Personal communications:

Yılmaz, I., 2005. Personal communication. Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Sivas, Turkey.

Web page references:

Weier, J., Herring, D., 2005. Measuring vegetation (NDVI and EVI). Earth Observatory Library of NASA. <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/>

Submission of manuscripts

Manuscripts for publication should be electronically (via e-mail) submitted to Editor whose address and e-mails are given below.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
58140 SİVAS

Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr

isik.yilmaz@gmail.com

(Please send manuscripts to both e-mails)

Yayın Türü: Hakemli Yerel Süreli Yayın
Publication Type: *Peer Reviewed National Journal*

Basım: Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi – Sivas
Printed by: *Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi - Sivas*

ISSN: 1016-7625