



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University

## Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 22.07.2022  
Kabul Tarihi : 20.10.2022

Received Date : 22.07.2022  
Accepted Date : 20.10.2022

### YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNİN KUZEYBATISINDA YER ALAN ULTRAMAFİK-MAFİK KAYAÇLARIN VE İZOLE DAYKLARIN PETROLOJİSİ VE JEOKİMYASI

### PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF ULTRAMAFIC-MAFIC ROCKS AND ISOLATED DIKES IN THE NORTHWEST OF YEŞİLOVA (BURDUR) OPHIOLITE

Burçin ÇETREZ<sup>1</sup> (ORCID: 0000 0001-6494-6709)  
Nurdane İLBEYLİ<sup>1\*</sup> (ORCID: 0000-0002-0557-8771)  
Alper GÜNEŞ<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-6711-266X)  
Mehmet DEMİRBİLEK<sup>2</sup> (ORCID: 0000-0003-2749-5560)  
Yusuf URAS<sup>3</sup> (ORCID: 0000-0001-5561-3275)

<sup>1</sup> Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup> Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye

<sup>3</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Nurdane İLBEYLİ, ilbeyli@akdeniz.edu.tr

#### ÖZET

Toros kuşağında Likya napları içerisinde yer alan Yeşilova (Burdur) Ofiyoliti ultramafik tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, plajiyogranitler ve bazaltlardan oluşmaktadır. Bu çalışma, Yeşilova Ofiyolitinin, Salda, Düden ve Doğanbaba (KB Yeşilova, Burdur) mevkilerinde yüzeyleyen, ultramafik-mafik kayaçları (ana kayaçlar) ve bu kayaçları kesen izole dayklar ile ilgilidir. Bu çalışmada, kayaçların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan petrografik incelemeler sonucunda ana kayaçlar serpantin ve gabro, izole dayklar ise diyabaz bileşimine sahiptir. Ana kayaçlarda ve izole dayklarda serpantinleşme, uralitleşme, kloritleşme, sossoritleşme, epidotlaşma ve serisitleşme gibi alterasyon türleri gözlenmiştir. Ana kayaçlarda elek/ağ dokusu, izole dayklarda ise ofitik/subofitik ve intersertal dokular gözlemlenmiştir. Ti/Y-Nb/Y diyagramına göre Yeşilova örnekleri toleyitik ve alkalin özelliktedir. Örümcek diyagramlarında, ana kayaçlar ve izole dayklarda LIL (ör: Rb, Ba, K, Sr, Eu) elementlerinde zenginleşme ve HFS elementlerinde (ör: Ta, Nb) ise tüketilme gözlenmektedir. Kondrit-normalize REE diyagramlarına göre ana kayaçlarda ve izole dayklarda LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde ise yataya yakın bir dağılıma sahip olup; N-MORB trendine benzerlik göstermektedir. Jeokimyasal değerlendirmeler sonucunda ise inceleme konusu olan kayaçlar için dalma-batma zonundaki (SSZ) yay ile ilişkili bir magmadan türediği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşilova ofiyoliti, izole dayk, diyabaz, toleyit, SSZ

#### ABSTRACT

Yeşilova (Burdur) Ophiolite, located within Lycian nappes in Tauride belt, consists of ultramafic tectonites, ultramafic-mafic cumulates, isotropic gabbros, plagiogranites and basalts. This study is about ultramafic-mafic rocks (host) and isolated dikes of the Yeşilova Ophiolite cropping out Salda, Düden and Doğanbaba (NW Yeşilova, Burdur) locations. In this research, petrographic, geochemical and petrogenetic features of these rocks were tried to be determined. On the basis of petrographic analyses, the host rocks are gabbro and serpentinite, and isolated dikes are

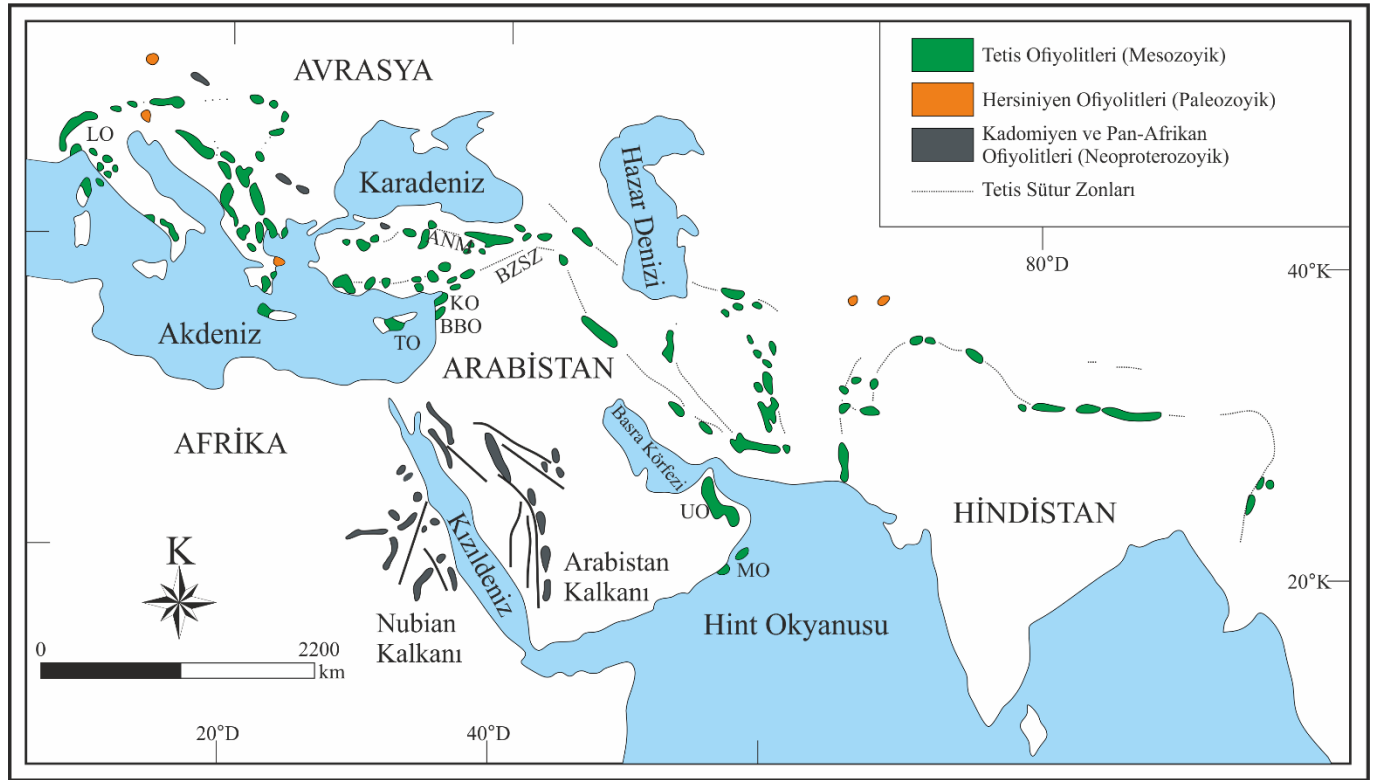
ToCite: ÇETREZ B., İLBEYLİ, N., GÜNEŞ, A., DEMİRBİLEK, M., URAS, Y., (2022). YEŞİLOVAL (BURDUR) OFİYOLİTİNİN KUZEYBATISINDA YER ALAN ULTRAMAFİK-MAFİK KAYAÇLARIN VE İZOLE DAYKLARIN PETROLOJİSİ VE JEOKİMYASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(Özel Sayı), 1-18.

diabase. Serpentinization, uralitization, chloritization, saussarization, epidotization and sericitization are found as alteration types in the host rocks and dikes. Sieve/mesh texture was described in the host rocks, whereas ophitic/subophitic and intersertal textures were determined in the dikes. According to the Ti/Y-Nb/Y diagram, the Yeşilova samples are tholeiitic and alkaline. In the spider diagrams, the host rocks and isolated dikes show enrichment in LILEs (Rb, Ba, K, Sr, Eu) and depletion in HFSEs (Ta, Nb). In the chondrite-normalized REE diagrams, LREEs are depleted in the host rocks and isolated dikes, and HREEs have a nearly horizontal distribution; being similar to the N-MORB trend. As a result of geochemical data, the rocks could be derived from an arc-related magma in the supra-subduction zone (SSZ).

**Keywords:** Yeşilova ophiolite, isolated dike, diabase, tholeiite, SSZ

## GİRİŞ

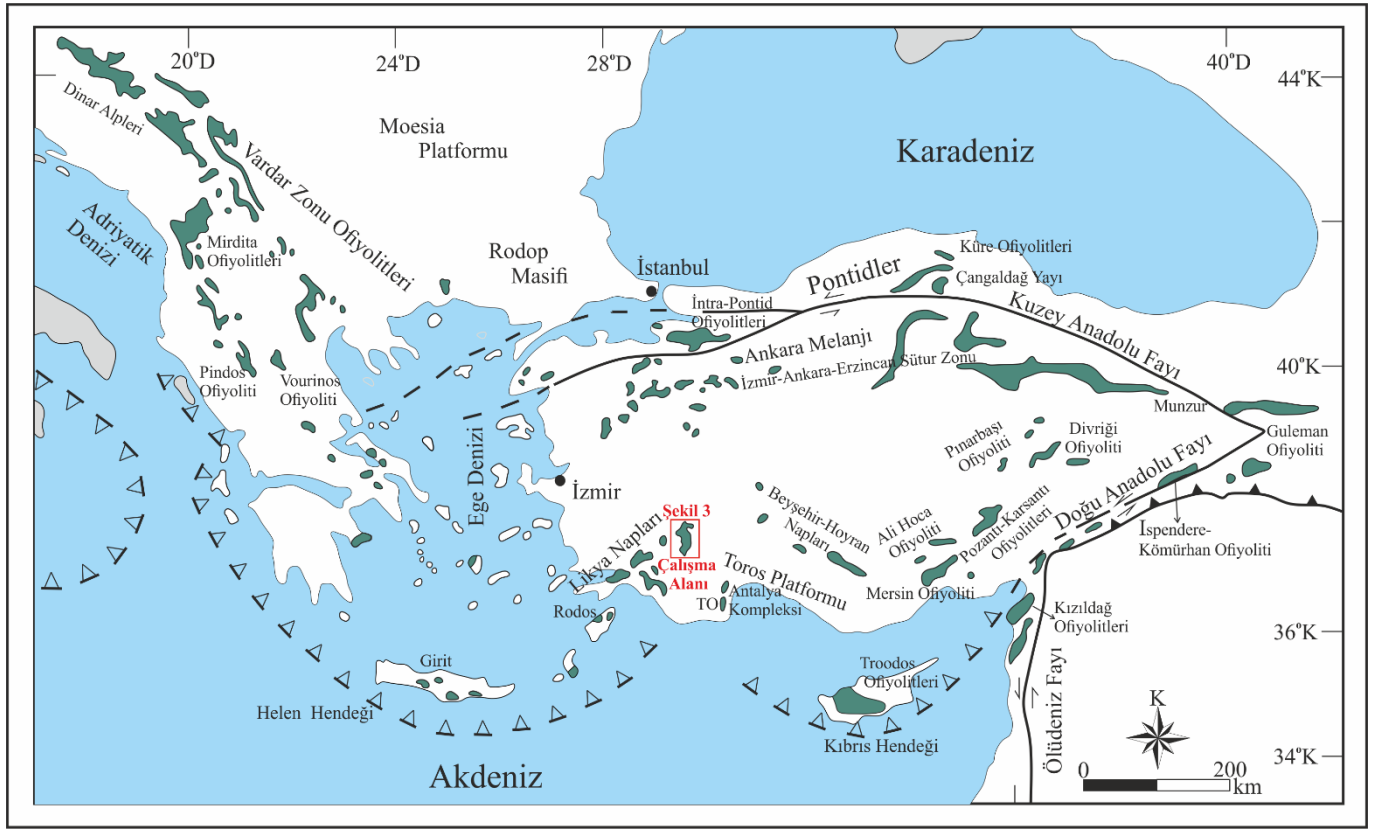
Alp-Himalaya orojenik kuşağı içerisinde, Anadolu levhasında bulunan ofiyolitler, Geç Kretase'de Avrasya ve Arap levhaları arasındaki Neotetis okyanusunun kapanmasıyla oluşmuşlardır (Şengör & Yılmaz, 1981) (Şekil 1). Anadolu levhasındaki ofiyolitik kayaçların, genellikle, dalma-batma zonunda olduğu kabul edilmektedir (Pearce, Lippard, & Roberts, 1984; Parlak, Delaloye, & Bingöl, 1995; Parlak & Delaloye, 1996; Beyarslan & Bingöl, 2000; Parlak, 2000; Parlak, Höck, & Delaloye, 2002; Robertson, 2002, 2004; Çelik & Delaloye, 2003; Parlak, Höck, Kozlu, & Delaloye, 2004; Parlak, Yılmaz, & Boztuğ, 2006).



**Şekil 1.** Alp-Himalaya Orojenik Kuşağı Ofiyolitleri (Moores, Kellogg, & Dilek, 2000'den değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: ANM: Ankara Melanjı; BZSZ: Bitlis-Zagros Suture Zonu; BBO: Baer-Bassit Ofiyoliti; KO: Kızıldağ Ofiyoliti; LO: Ligurian Ofiyoliti; MO: Masirah Ofiyoliti; TO: Troodos Ofiyoliti; UO: Umman Ofiyoliti)

Anadolu levhasının güneyinde bulunan ofiyolitik kayaçlar, Bitlis-Zagros suture zonu ile Toros ofiyolitik kuşağı arasında yer almaktadır (Şekil 2). Toros ofiyolitik kuşağı, Neotetis'in güney kolunun deforme olmamış okyanusal litosferik kalıntıları olarak tanımlanmaktadır (Parlak et al., 2006). Toros platformunun kuzeyinde ise Toros ofiyolitlerine ait parçalanmış ofiyolitik birimler de bulunmaktadır (Parlak, 2016). Bu ofiyolitler batıda Likya napları ile başlayıp; Tekirova, Beyşehir-Hoyran, Mersin, Alihoca, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve doğuda ise Divriği ofiyolitleri ile son bulmaktadır (Juteau, 1980; Parlak, 2016) (Şekil 2).

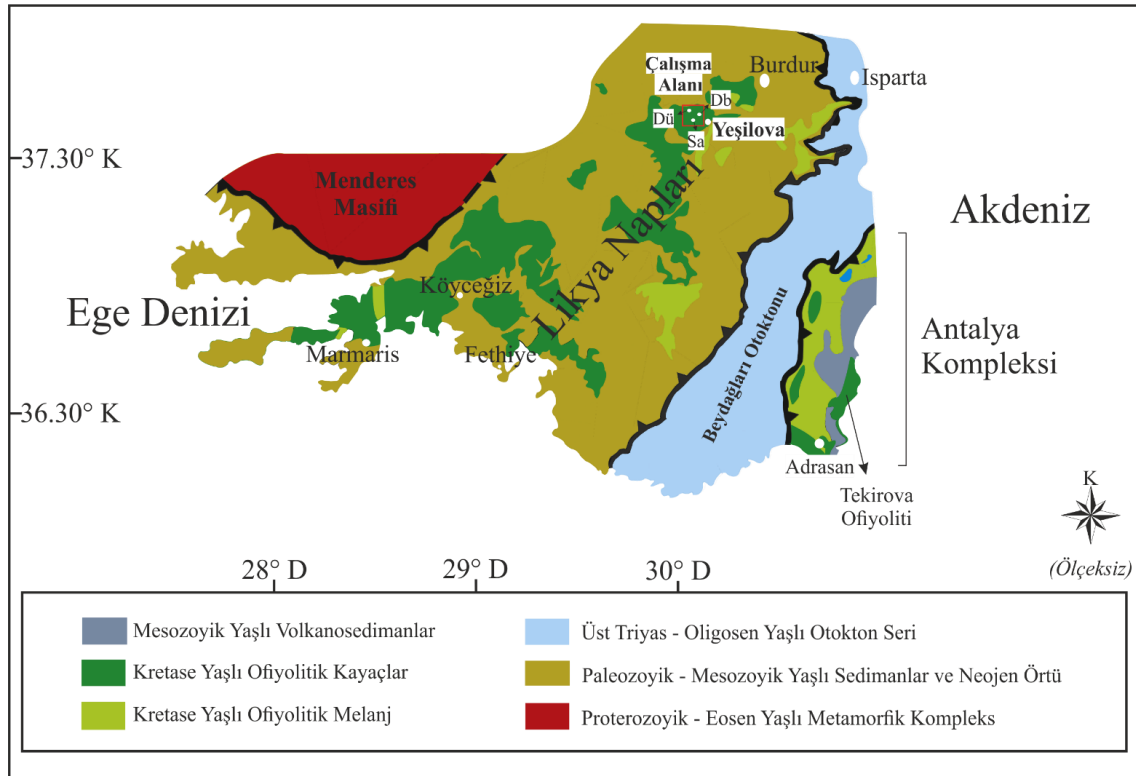
Toros ofiyolit kuşağının en karakteristik özelliği ultramafik kayaların, izole mafik dayklar tarafından kesilmesidir (Parlak & Delaloye, 1996; Dilek, Thy, Hacker, & Grundvig, 1999; Çelik & Delaloye, 2003; Çelik, 2007, 2008; Çelik & Chiaradia, 2008; Bağcı & Parlak, 2009; Robertson et al., 2013; Parlak, 2016; Kavak, Parlak, & Temiz, 2017; Güneş, İlbeyli, Rasimgil, & Demirbilek, 2021).



**Şekil 2.** Anadolu Levhası ve Çevresinde Neotetis Ofiyolitlerinin Dağılımı (Robertson, 2002; Dilek & Flower, 2003) (Kısaltma: TO: Tekirova Ofiyoliti)

Çalışma alanı Güneybatı Anadolu'da, Batı Toros ofiyolit kuşağında yer almakta olup; bu alan içerisinde üç ana yapı ayırt edilmiştir (Ersoy, 1990): Triyas-Pliyosen yaşlı Beydağları otoktonu, Maestrihtiyen-Daniyen'de yerleşmiş Antalya napları ve Langiyen yaşlı Teke (Likya) napları (Şekil 3).

Likya napları içerisinde yer alan Yeşilova Ofiyoliti (Şekil 3) inceleme alanı olarak seçilmiş olup, bu ofiyolit; tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, plajiyogranitler ve bazaltlardan oluşmaktadır (Karaman, 1987).



**Şekil 3.** Lıkyalı Naplarının Basitleştirilmiş Jeoloji Haritası (Ersoy, 1990'dan değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: Db: Doğanbaba; Dü: Düden; Sa: Salda)

Bu çalışma ile Yeşilova Ofiyolitine ait ultramafik-mafik kayalar ve bu kayaları kesen izole daykların petrolojik, jeokimyasal ve petrojenetik özellikleri ortaya konulmaya çalışılarak; bölgenin Kretase dönemine ait jeodinamik evrimi hakkında ayrıntılı bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Jeokimyasal çalışmalara ait örnekler ayrışmamış (taze) olanlardan seçilmiştir. Yeşilova ofiyolitik kayalarının jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 15 (on beş) adet örneğin ana (major), iz ve nadir toprak element (REE) analizleri, Bureau Veritas Mineral laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır. Bu laboratuvarlarda, ana oksit elementleri, XRF (X- ışını floresansı) tekniği ile tespit edilmiş, iz element ve nadir toprak elementlerinin analizleri ise 0.200 gr toz örnek LiBO<sub>2</sub> ile ergitilmiş ve sonra çözündürülerek ICP-MS (Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) yöntemi ile analizleri yapılmıştır. Ateşte kayıp değerleri (A.S.K) örneklerin 1000°C' de eritilişi ile elde edilmiştir.

## BULGULAR

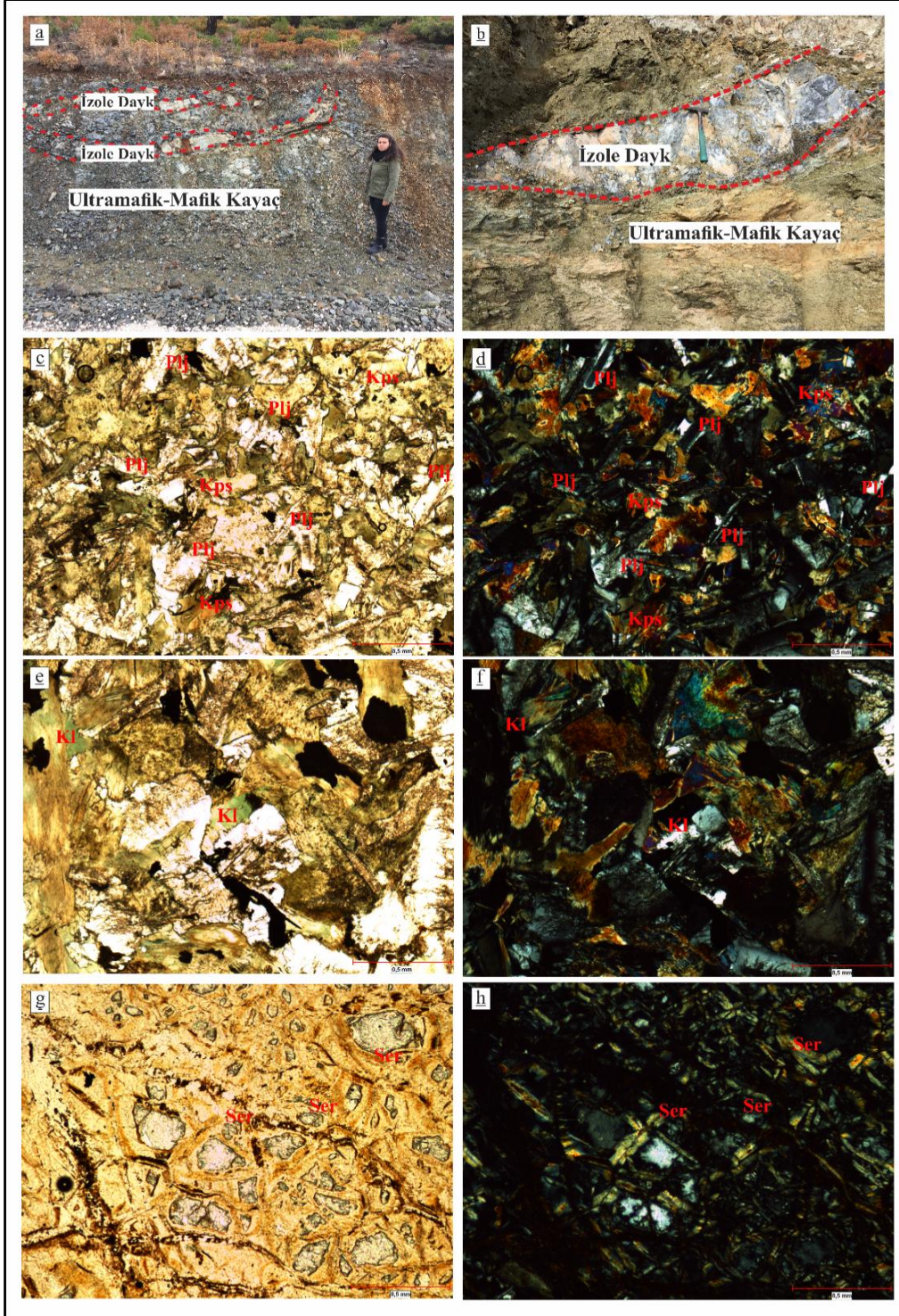
### *Arazi Özellikleri ve Petrografi*

Arazi çalışmalarında gözlenen en yaygın birimler siyahımsı-koyu yeşil renkli serpantinleşmiş ultramafik kayalar ve daha az oranda ise yer yer serpantinleşmiş koyu yeşil-yeşil renkli mafik (gabro) kayalardır. Bu kayaları kesen genelde grimsi renkli ince-orta taneli izole dayklar (Şekil 4a, b) gözlemlenmiştir. Arazide yer yer koyu renkli, ince taneli soğuma kenarlarına da rast gelinmiştir.

Serpantinlerde ağ dokusu ve gabrolarda ise taneli ve ofitik/subofitik doku gözlemlenmiştir. Serpantinler, relik olivin, klinopiroksen ve opak minerallerden oluşmaktadır. Gabrolar ise plajiyoklaz, klinopiroksen ve opak mineraller, daha az oranda ise olivin içermektedir.

Diyabaz bileşimli dayklarda ofitik/subofitik (Şekil 4c, d) ve intersertal dokular gözlemlenmiştir. Dayklar, plajiyoklaz, klinopiroksen; daha az miktarda olivin, titanit ve opak mineralleri içermektedir. Bu kayalarda uralitleşme, serisitleşme, serpantinleşme ve kloritleşme yaygın olarak gözlenen alterasyonlardır.

Tüm bu kayaç türlerinde gözlenen klinopiroksenler, yarı öz şekilli-özşekilsiz olup; genellikle uralitleşmeye, kloritleşmeye (Şekil 4e, f) ve yer yer serpantinleşmeye maruz kalmışlardır. Plajiyoklazlar, prizmatik-yarı prizmatik ve yarı özşekilli-öz şekilli olup; bazı örneklerde zonlanma gözlenmiştir. Plajiyoklazlarda serisitileşme (Şekil 4g, h), epidotlaşma ve sossoritileşme yaygın olarak görülmektedir. Olivinler ise öz şekilsiz, genelde relikler halinde olup; serpantinleşme ve iddingsitleşme yaygındır.

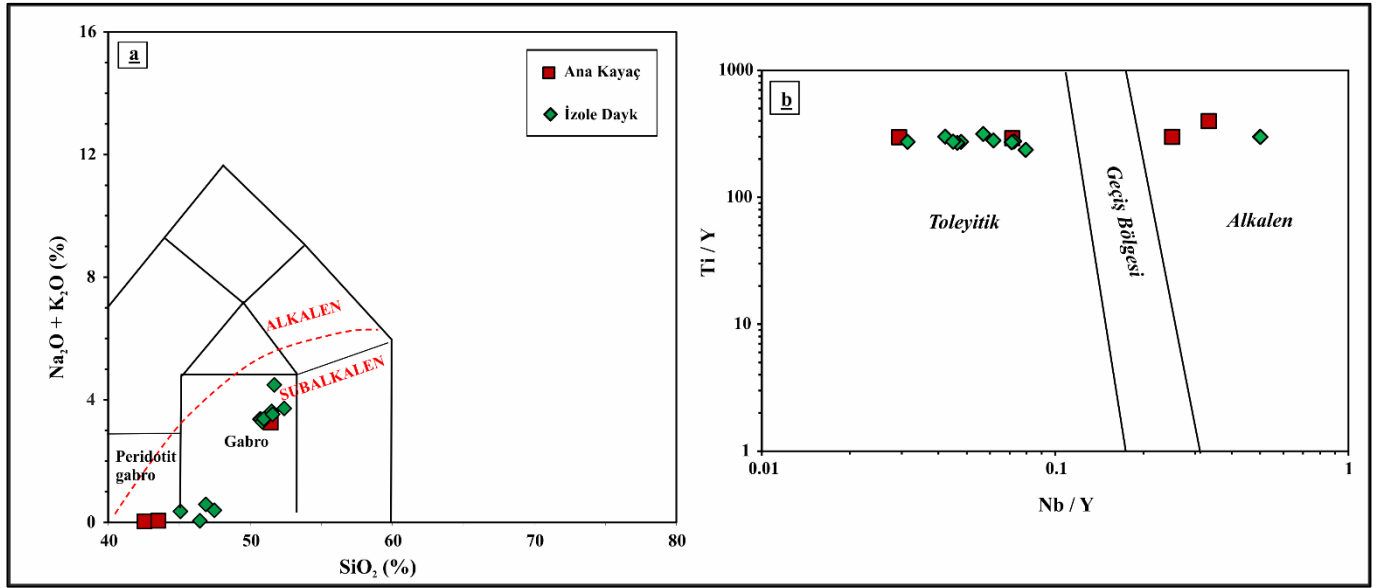


**Şekil 4.** a, b. Yeşilova Ofiyolitinde Ana Kayaçları Kesen İzole Dayklar. Dayklarda Gözlenen Ofitik/Subofitik Doku c. Tek Nikol (4x; Örnek No: L9-2) d. Çift Nikol (4x; Örnek No: L9-2). Dayklarda Yer Alan Klinopiroksenlerde Gözlenen Kloritleşme e. Tek Nikol (4x; Örnek No: L9-1) f. Çift Nikol (4x; Örnek No: L9-1). Dayklarda Yer Alan Plajiyoklazlarda Gözlenen Serisitileşme g. Tek Nikol (10x; Örnek No: L11-3) h. Çift Nikol (10x; Örnek No: L9-1)

## PETROJENEZ

Yeşilova ofiyolitinde yeralan ultramafik-mafik kayaçlar (ana) ve bu kayaçları kesen izole daykların jeokimyasal analiz verileri Tablo 1 ve 2’de verilmiş olup; ateşte su kaybı değerleri ana kayaçlarda % ağırlık 1.71-8.93, izole dayklarda ise % 1.60-12.03 arasında değişmektedir.

Toplam alkali-silis diyagramında (Middlemost, 1994) (Şekil 5a), ana kayaç ve dayk örneklerinin subalkalen bölgeye düştüğü görülmektedir. Şekil 5a’da, ana kayaçlar peridotit gabro ve gabro; dayklar ise gabro alanında yer almaktadır; bu sonuçlar petrografik incelemeler ile de uyumludur. Ti/Y - Nb/Y diyagramına (Pearce, 1982) (Şekil 5b) göre, ana kayaç ve daykların genellikle toleyitik ve alkalen alanlarda yer aldığı gözlenmiştir.

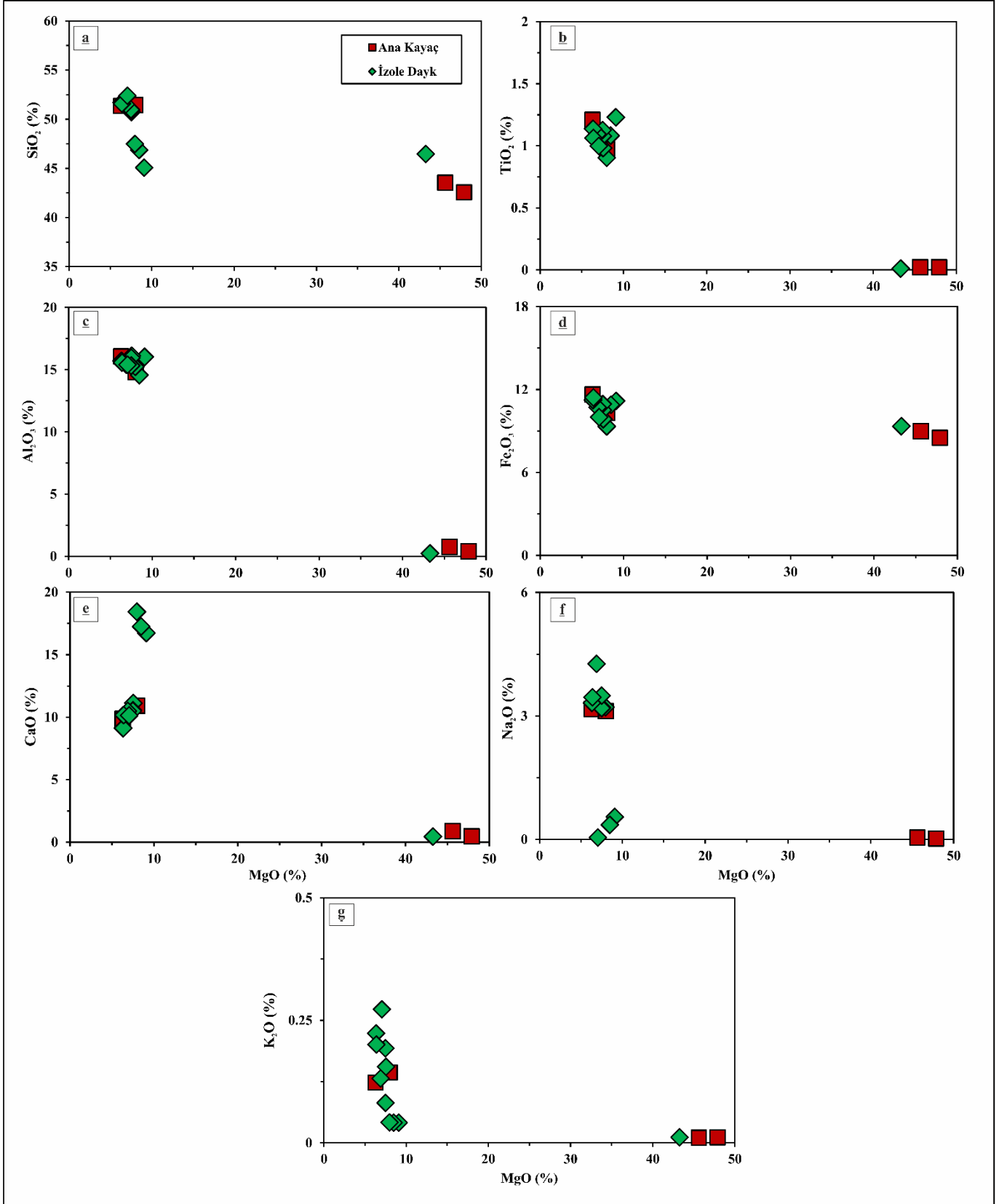


**Şekil 5. a.** Yeşilova Ofiyoliti Örnekleri için Toplam Alkali-Silika Diyagramı (Middlemost, 1994; Irvine & Baragar, 1971) **b.** Ti/Y - Nb/Y diyagramı (Pearce, 1982)

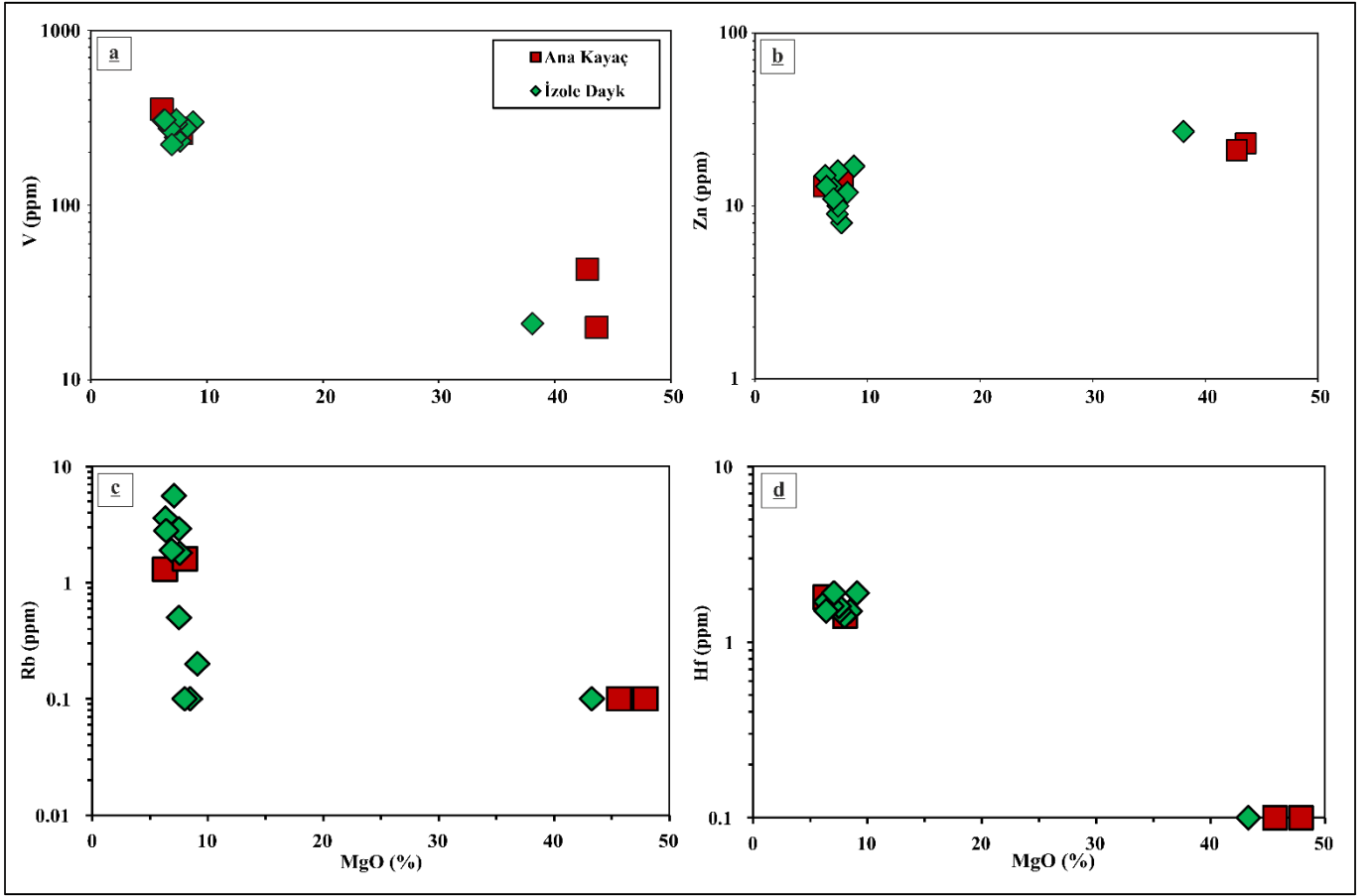
Harker diyagramlarında ultramafik-mafik kayaçlar için MgO’ye karşı elde edilen negatif ve pozitif anomaliler, magmadaki fraksiyonel kristallenmenin belirlenmesinde önem taşımaktadır. MgO artışına göre Harker diyagramlarında ana kayaç ve izole dayk örnekleri Şekil 5b’de olduğu gibi iki farklı alanda (toleyitik, alkalen) yer almaktadır. Toleyitik alanda yer alan örnekler düşük MgO değerine, alkalen örnekler ise toleyitiklere göre daha yüksek MgO değerine sahiptir.

Harker diyagramlarında, toleyitik ana kayaç örneklerinde SiO<sub>2</sub>, CaO ve K<sub>2</sub>O gibi major oksitlerde (Şekil 6a, e, g) pozitif; TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O (Şekil 6b, c, d, e, f) gibi oksitlerde ise negatif trend gözlenmektedir. Alkalen ana kayaç örneklerinde tüm major oksitlerde MgO artışına göre negatif trend gözlenmiştir (Şekil 6a-g). İzole dayk örneklerinde ise MgO artışına göre major oksitlerde negatif trend gözlenmiştir (Şekil 6a-g).

Harker iz element diyagramlarında ise MgO artışına göre hem toleyitik hem de alkalen ana kayaç örneklerinde V ve Hf’de negatif (Şekil 7a, c), Zn ve Rb gibi iz elementlerde (Şekil 7b, d) pozitif trend gözlenmiştir. İzole dayk örneklerinde ise V, Zn, Rb, Hf gibi iz elementlerde MgO artışına göre (Şekil 7a-d) negatif trend gözlenmiştir (Çetrez, 2022). Bu sonuçlar plajiyoklaz mineralinin fraksiyonlaşması, klinopiroksen ve Fe-Ti oksitlerin kristallenmesi olarak yorumlanabilir.



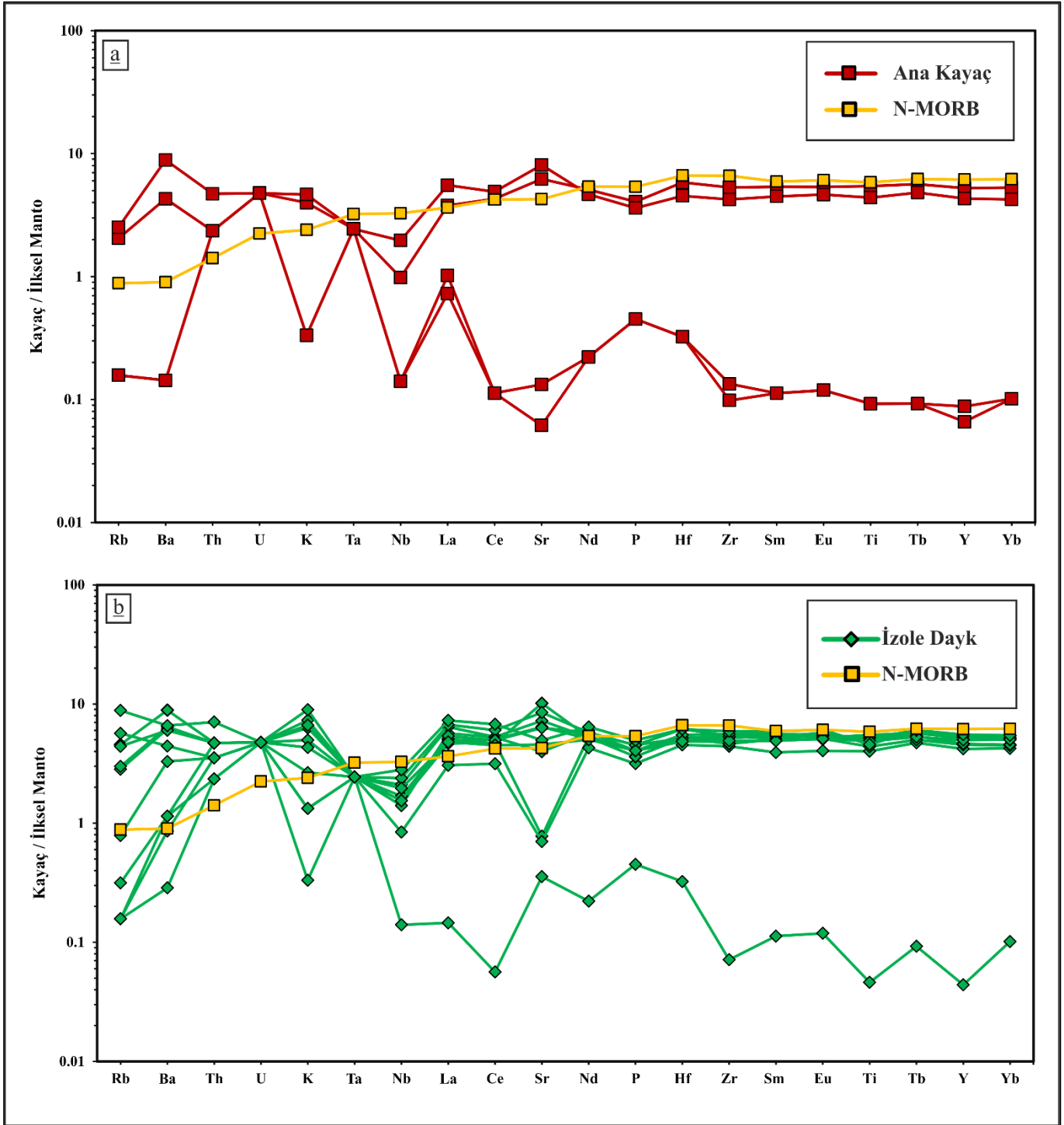
Şekil 6. Yeşilova Ofiyolitinde Bulunan Kayaçların Major Oksit (MgO, % ağırlık) Harker Diyagramları



**Şekil 7.** Yeşilova Ofiyolitinde Bulunan Kayaçların İz Element (ppm) - MgO (% ağırlık) Harker Diyagramları

Hem toleyitik ve hem de alkalin bileşimli ana kayaçlarda ve izole dayklarda LIL elementlerinde (Rb, Ba, K, Sr, Eu) zenginleşme ve HFS elementlerinde (Ta, Nb) ise tüketilme gözlenmiştir (Şekil 8a, b).

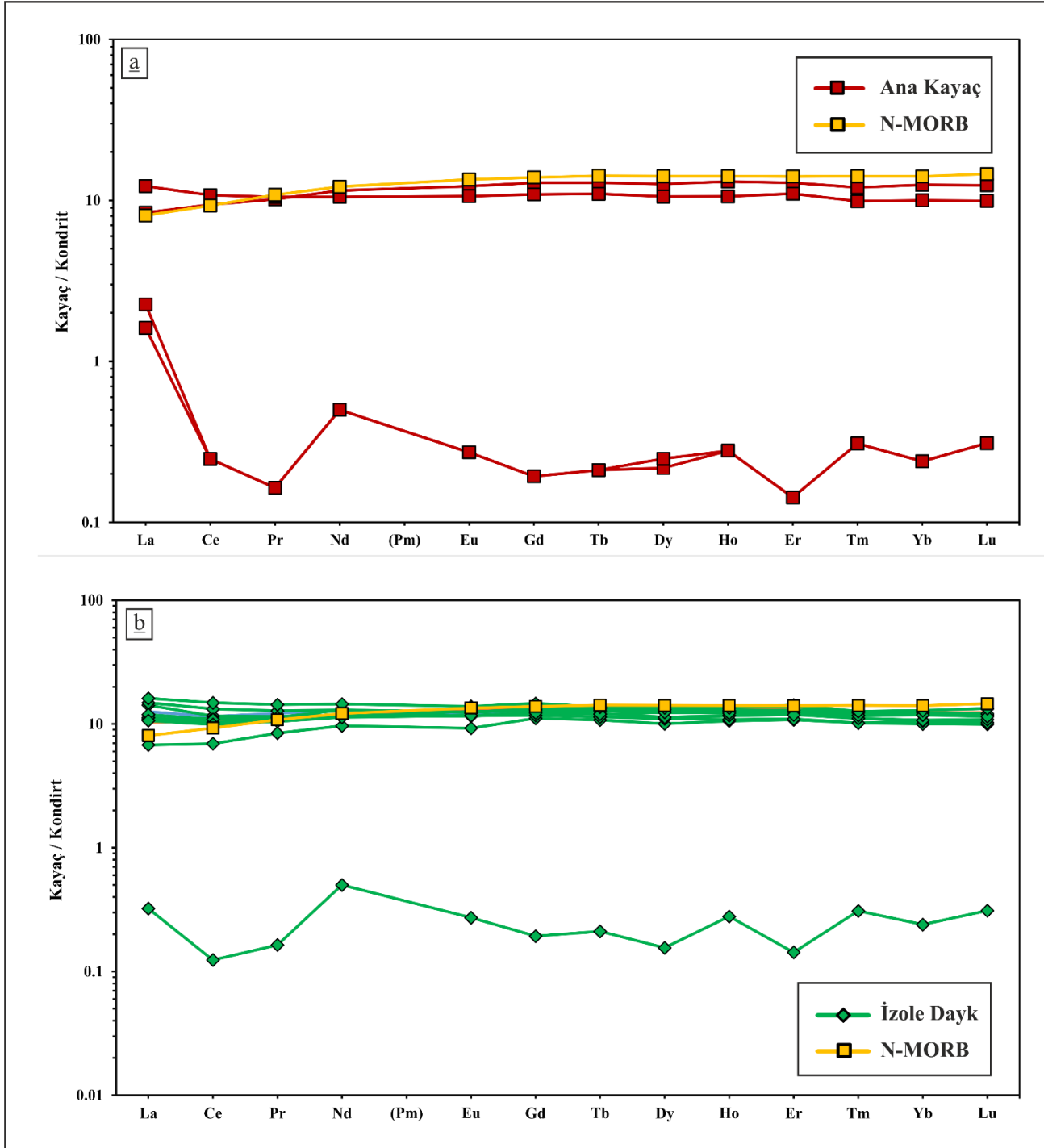




Şekil 8. İlksel Mantoya göre Normalize Edilen Örümcek Diyagramları (Sun & MacDonough, 1989) a. Ana Kayaçlar b. İzole Dayklar (Kısaltma: N-MORB: Normal Okyanus Ortası Sirt Bazaltları)

Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri diyagramlarında (Boynnton, 1984) (Şekil 9), toleyitik bileşimli ana kayaçlarda N-MORB trendi ile benzerlik gösterirken; alkalen bileşimli ana kayaçlarda ise LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yataya yakın bir trend gözlenmiştir (Şekil 9a).

Toleyitik bileşimli izole dayklarda LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yataya yakın ve N-MORB trendi ile benzer bir dağılım gözlenmiştir (Şekil 9b). Alkalen bileşimli izole dayk örneğinde ise LRE elementlerinde az oranda tüketilme gözlenirken; HRE elementlerinde ise yataya yakın bir trend gözlenmiştir (Şekil 9b).

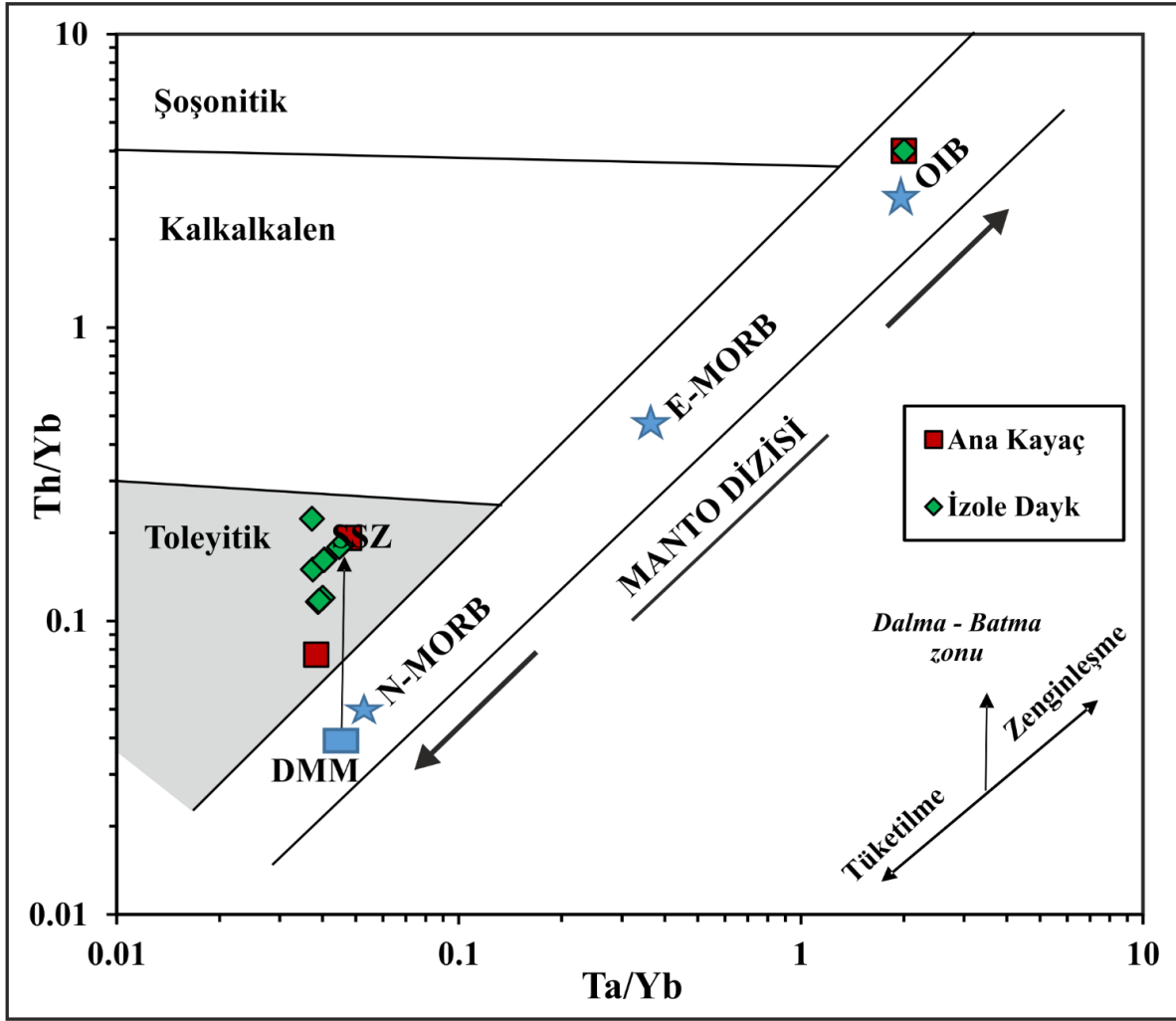


**Şekil 9.** Çalışma Alanında Yer Alan Kayaçların Normalize-Nadir Toprak Element Diyagramları (Boynton, 1984) **a.** Ana Kayaçlar **b.** İzole Dayklar (Kısaltma: N-MORB: Normal Okyanus Ortası Sırt Bazaltları)

Pearce (1982) volkanik kayaçların petrojenetik yorumlamalarında immobil elementler olan HFS elementlerini (ör: Ta, Yb) kullanmıştır. Şekil 6-9'da gözlenen Yeşilova ofiyolitik kayaçlardaki toleyitik ve alkalin bileşimsel farklılık Şekil 10'da da gözlemlenmiştir.

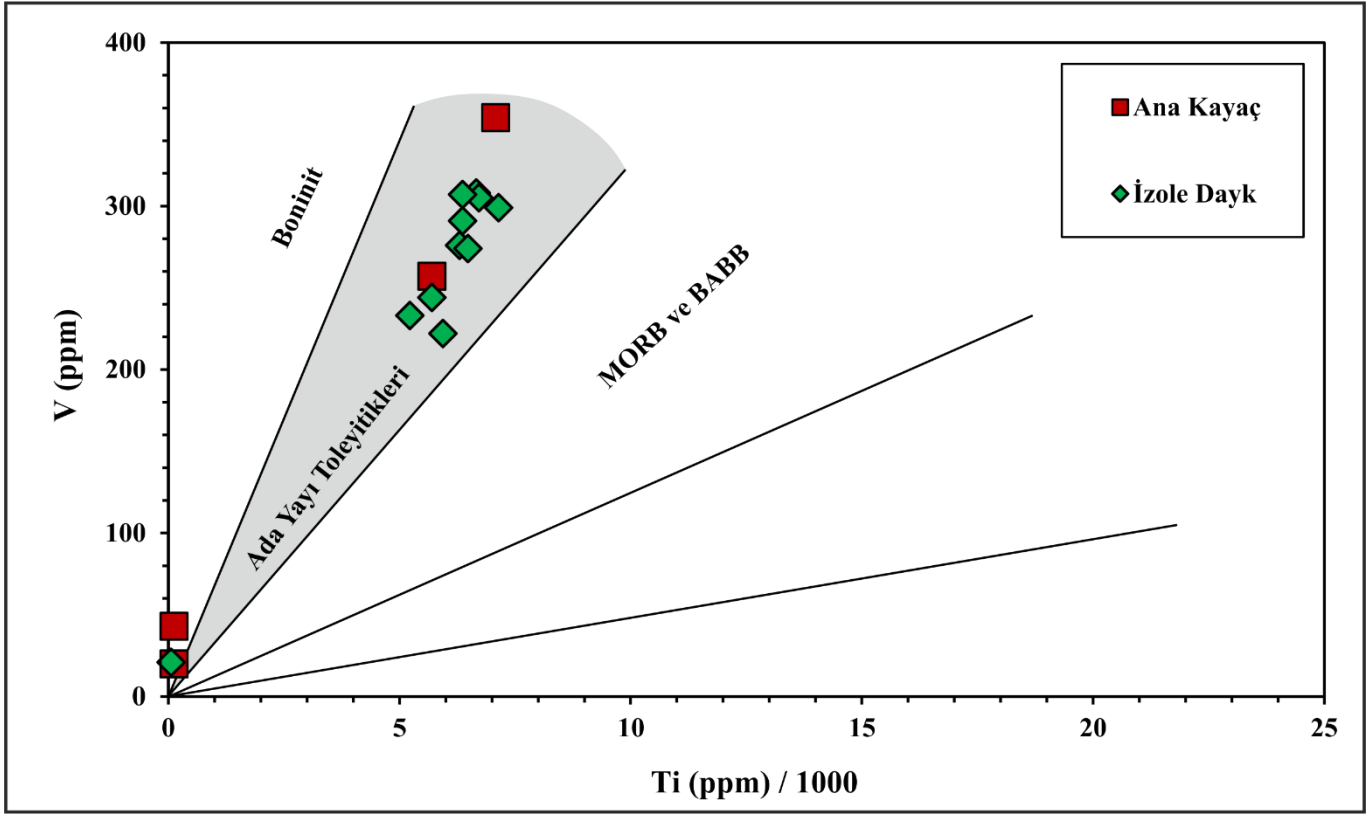
Th/Yb ve Ta/Yb diyagramında (Pearce, 1982) (Şekil 10), örneklerde genellikle Ta/Yb'a göre Th/Yb oranlarında bir artış gözlenmektedir. Th/Yb oranlarının yüksek olması kaynak bölgesinin dalma-batma zonu bileşenlerince zenginleşmiş olduğunu göstermektedir (Pearce, 1982). 3 (üç) adet Yeşilova kayacı, diğer örneklerden farklı olarak manto dizisi içerisinde, okyanusal ada bazaltlarına (OIB) yakın alana düşmüşlerdir (Şekil 10).

Böylece, bu şekil ile birlikte, alkalen Yeşilova ofiyolitik kayaçlarının, toleyitliklere nazaran, zenginleşmiş manto kaynağından oluştuğu yorumlanabilir.



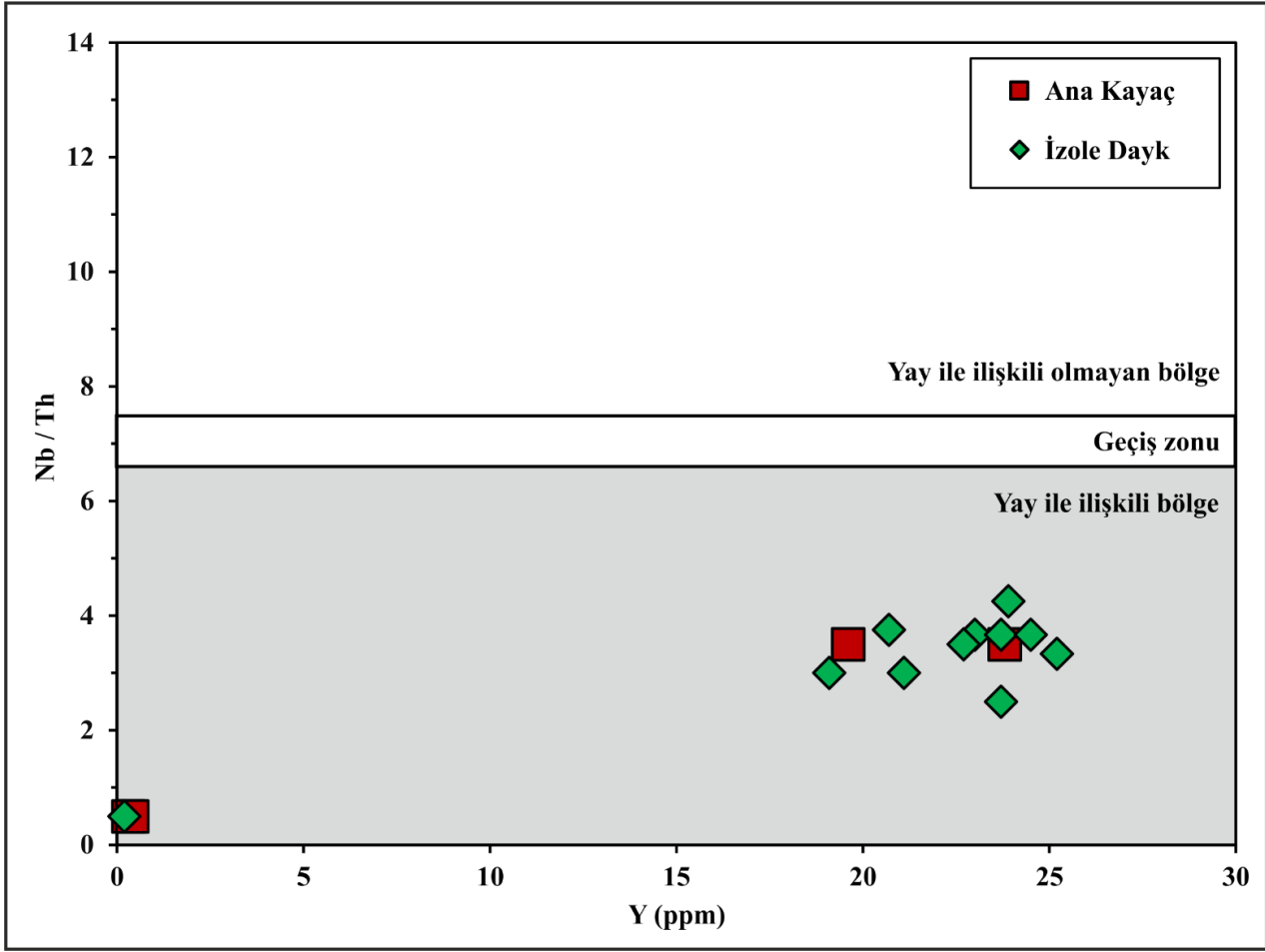
**Şekil 10.** Yeşilova Ofiyolitik Kayaç Örnekleri için Th/Yb - Ta/Yb Diyagramı (Pearce, 1982) (Kısaltmalar: DMM: Tüketilmiş MORB Manto; E-MORB: Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırt Bazaltları; OIB: Okyanus Ada Bazaltları; SSZ: Dalma-Batma Zonu)

V - Ti (ppm) /1000 diyagramında (Pearce, 2014; Shervais et al., 2021; Shervais, 2022) (Şekil 11) toleyitik Yeşilova örnekleri ada yayı toleyitikleri alanında; alkalen örnekler ise boninitik alanda yer almaktadırlar.



Şekil 11. Yeşilova Ofiyolitik Kayaç Örnekleri için V (ppm)-Ti (ppm)/1000 Diyagramı (Pearce, 2014; Shervais et al., 2021; Shervais, 2022)

Nb/Th - Y diyagramında (Jenner, Dunning, Malpas, Brown, & Brace, 1991) (Şekil 12) ise hem ana kayaçlar hem de izole dayklar yay ile ilişkili alana düşmekte olup; diğer jeokimyasal veriler ile birlikte (Şekil 8, 10, 11) bu kayaçların yitim zonunda oluştuğunu desteklemektedir.



Şekil 12. Yeşilova Ofiyolitik Kayaç Örnekleri için Nb/Th - Y (ppm) Diyagramı (Jenner et al., 1991)

## SONUÇLAR

Çalışma alanı Yeşilova Ofiyolitinin kuzeybatı bölümünde yer almakta olup; bu incelemede ultramafik-mafik kayalar ve bunları kesen izole daykların petrolojik, jeokimyasal ve petrojenetik özellikleri incelenmiştir. Ultramafik-mafik kayalar serpantinit ve gabro, izole dayklar ise diyabaz bileşimlidir. Çoklu iz element diyagramlarında hem ana kayalarda hem de izole dayklarda Rb, Ba, K, Sr, Eu gibi büyük iyon yarıçaplı litofil (LIL) elementlerde zenginleşme ve Ta, Nb gibi Yüksek çekim alanlı (HFS) elementlerde ise tüketilme gözlenmiştir. Jeokimyasal veriler ışığında, Yeşilova ofiyolitik örnekleri toleyitik ve alkalen özelliklere sahip olup; ana kayalar ve daykların yitim zonunda yay ile ilişkili bir ortamda oluştuğu yorumlanabilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-4877 nolu proje ile desteklenmiştir.

**Tablo 1.** Ultramafik-Mafik Kayaçların Major Oksit (%), İz ve Nadir Toprak Element (ppm) Değerleri (A.S.K.: Ateşte Su Kaybı) (Çetrez, 2022)

	<b>L4-1</b>	<b>L3-1</b>	<b>L16-2</b>	<b>L1-2</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	38,73	40,85	50,12	50,22
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,02	0,02	1,18	0,95
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,37	0,72	15,68	14,46
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	7,74	8,44	11,36	10,06
<b>MnO</b>	0,10	0,12	0,18	0,17
<b>MgO</b>	43,59	42,81	6,13	7,83
<b>CaO</b>	0,42	0,82	9,63	10,67
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,02	0,04	3,09	3,04
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,01	0,01	0,12	0,14
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,01	0,01	0,09	0,08
<b>A.S.K</b>	8,93	6,28	1,71	3,19
<b>Toplam</b>	99,92	100,10	99,29	100,81
<b>V</b>	20	43	354	257
<b>Co</b>	108,8	107,3	38,6	34,3
<b>Ni</b>	2329	2188,3	15,8	14,1
<b>Cu</b>	4,6	15,6	32,9	56,6
<b>Zn</b>	23	21	13	14
<b>Ga</b>	0,5	0,5	15,3	11,3
<b>Rb</b>	0,1	0,1	1,3	1,6
<b>Sr</b>	1,3	2,8	131	170,5
<b>Y</b>	0,3	0,4	23,8	19,6
<b>Zr</b>	1,5	1,1	59,5	47,4
<b>Nb</b>	0,1	0,1	0,7	1,4
<b>Ba</b>	1	1	30	62
<b>La</b>	0,70	0,50	2,60	3,80
<b>Ce</b>	0,20	0,20	7,60	8,70
<b>Pr</b>	0,02	0,02	1,24	1,28
<b>Nd</b>	0,30	0,30	6,90	6,30
<b>Sm</b>	0,05	0,05	2,38	1,99
<b>Eu</b>	0,02	0,02	0,90	0,78
<b>Gd</b>	0,05	0,05	3,33	2,82
<b>Tb</b>	0,01	0,01	0,61	0,52
<b>Dy</b>	0,07	0,08	4,07	3,40
<b>Ho</b>	0,02	0,02	0,94	0,76
<b>Er</b>	0,03	0,03	2,70	2,31
<b>Tm</b>	0,01	0,01	0,39	0,32
<b>Yb</b>	0,05	0,05	2,61	2,09
<b>Lu</b>	0,01	0,01	0,40	0,32
<b>Hf</b>	0,1	0,1	1,8	1,4
<b>Ta</b>	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Pb</b>	0,1	0,1	0,2	0,6
<b>Th</b>	0,2	0,2	0,2	0,4
<b>U</b>	0,1	0,1	0,1	0,1



## KAYNAKLAR

- Bağcı, U., & Parlak, O. (2009). Petrology of the Tekirova (Antalya) ophiolite (Southern Turkey): evidence for diverse magma generations and their tectonic implications during Neotethyan-subduction. *International Journal of Earth Sciences*, 98(2), 387-405. <https://doi.org/10.1007/s00531-007-0242-7>
- Beyarslan, M., & Bingöl, A.F. (2000). Petrology of a supra-subduction zone ophiolite (Elazığ, Turkey). *Canadian Journal Earth Sciences*, 37(10), 1411-1424. <https://doi.org/10.31202/ecjse.993333>
- Boynton, W.V. (1984). Geochemistry of the Rare Earth Elements: Meteorite Studies. In Henderson, P. (Ed.), *Rare Earth Element Geochemistry* (pp. 63-114). Amsterdam: Elsevier.
- Çelik, Ö.F. (2008). Detailed geochemistry and K-Ar geochronology of the metamorphic sole rocks and their mafic dykes from the Mersin Ophiolite, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17(4), 685-708.
- Çelik, Ö.F., & Chiaradia, M. (2008). Geochemical and petrological aspects of dyke intrusions in the Lycian Ophiolites (SW Turkey): a case study for the dyke emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. *International Journal of Earth Sciences*, 97(6), 1151-1164. <https://doi.org/10.1007/s00531-007-0204-0>
- Çelik, Ö.F. (2007). Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the Eastern Tauride Belt ophiolites (Southern Turkey): implications for OIB type magma generation following slab break-off. *Geological Magazine*, 144(5), 849-866. <https://doi.org/10.1017/S0016756807003573>
- Çelik, Ö.F., & Delaloye, M. (2003). Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. *Geological Journal*, 38(3-4), 235-256. <https://doi.org/10.1002/gj.954>
- Çetrez, B. (2022). Yeşilova (Burdur) ofiyolitinde yer alan izole daykların jeokimyası ve petrojenezi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya 98s.
- Dilek, Y., & Flower, M.F.J. (2003). Arc-trench rollback and forearc accretion: 2. A model template for ophiolites in Albania, Cyprus, and Oman. In Dilek, Y., & Robinson, P.T. (Eds.), *Ophiolites in Earth History*. Geological Society London Special Publication, 218, 43-68. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.218.01.04>
- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B.R., & Grundvig, S. (1999). Structure and petrology of Tauride Ophiolites and mafic dyke intrusions (Turkey): implications for the Neotethyan Ocean. *Geological Society of America Bulletin*, 111(8), 1192-1216. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1999\)111<1192:SAPOTO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1999)111<1192:SAPOTO>2.3.CO;2)
- Ersoy, S. (1990). Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Ögelerinin ve Evriminin Analizi. *Jeoloji Mühendisliği*, 37, 5-16.
- Güneş, A., İlbeyli, N., Rasimgil, S., & Demirbilek, M. (2021). Petrological and geochemical characteristics of the diabase and metasomatised dikes from the Tekirova ophiolite (SW Anatolia, Turkey): Tectonomagmatic evolution of the southern Neotethys. *Geochemistry*, 81(3), 125767. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2021.125767>
- Jenner, G.A., Dunning, G.R., Malpas, J., Brown, M., & Brace, T. (1991). Bay of Islands and Little Port complexes revisited: age, geochemical and isotopic evidence confirm suprasubduction-zone origin. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 28(10), 35-52. <https://doi.org/10.1139/e91-146>
- Juteau, T. (1980). Ophiolites of Turkey. *Ofioliti*, 2, 199-235.
- Irvine, T.N., & Baragar, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(5), 523-548. <http://doi.org/10.1139/e71-055>
- Karaman, T. (1987). Yeşilova-Tefenni (Burdur) Batısında Kalan Alanın Jeolojisi ve Petrografisi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya 84s.
- Kavak, K.S., Parlak, O., & Temiz, H. (2017). Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from the southern margin of the Sivas basin and their implications for the Inner Tauride Ocean, Central-Eastern Turkey. *Geodinamica Acta*, 29(1), 160-180. <https://doi.org/10.1080/09853111.2017.1359773>
- Middlemost, E.A.K. (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37(3-4), 215-224. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(94\)90029-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9)
- Moores, E.M., Kellogg, L.H., & Dilek, Y. (2000). Tethyan ophiolites, mantle convection, and tectonic “historical contingency”: A resolution of the “ophiolite conundrum”. *Ophiolites and Oceanic Crust: New Insights from Field*



- Studies and Ocean Drilling Program, *Geological Society of America*, 349, 3-12. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2349-3.3>
- Parlak, O. (2016). The Tauride ophiolites of Anatolia (Turkey): a review. *Journal of Earth Science*, 27(6), 901-934. <https://doi.org/10.1007/s12583-016-0679-3>
- Parlak, O., Yılmaz, H., & Boztuğ, D. (2006). Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dykes of the Divriği Ophiolite (Sivas, Turkey): evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15(1), 25-45.
- Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H., & Delaloye, M. (2004). Oceanic crust generation in an island arc tectonic setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey). *Geological Magazine*, 141(5), 583-603. <https://doi.org/10.1017/S0016756804009458>
- Parlak, O., Höck, V., & Delaloye, M. (2002). The supra-subduction Pozantı-Karsantı ophiolite, southern Turkey: evidence for high pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. *Lithos*, 65(1), 205-224. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(02\)00166-4](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(02)00166-4)
- Parlak, O. (2000). Geochemistry and significance of mafic dyke swarms in the Pozantı- Karsantı ophiolite (Southern Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9(1), 29-38.
- Parlak, O., & Delaloye, M. (1996). Geochemistry and timing of post-metamorphic dike emplacement in the Mersin ophiolite (southern Turkey): new age constraints from  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology. *Terra Nova*, 8(6), 585-592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.1996.tb00788.x>
- Parlak, O., Delaloye, M., & Bingöl, E. (1995). Origin of sub-ophiolitic metamorphic rocks beneath the Mersin ophiolite, southern Turkey. *Ofioliti*, 20(2), 97-110.
- Pearce, J.A. (2014). Immobile element fingerprinting of ophiolites. *Elements*, 10(2), 101-108. <https://doi.org/10.2113/gselements.10.2.101>
- Pearce, J.A., Lippard, S.J., & Roberts, S. (1984). Characteristics and Tectonic Significance of Supra-subduction Zone Ophiolites. In Kokelaar, B.P., & Howells, M.F. (Eds.), *Marginal Basin Geology*. Geological Society of London Special Publication, 16, (pp. 77-89). <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1984.016.01.06>
- Pearce, J.A. (1982). Trace Element Characteristics of Lavas from Destructive Plate Boundaries. In Thorpe, J.S. (Ed.), *Andesites* (pp. 525-548). New York: John Wiley.
- Robertson, A. H. F., Parlak, O., Metin, Y., Vergili, O., Tasli, K., Inan, N., & Soycan, H. (2013). Late Palaeozoic-Cenozoic tectonic development of carbonate platform, margin and oceanic units in the Eastern Taurides, Turkey. In Robertson, A.H.F., Parlak, O., & Ünlügenç, U.C. (Eds.), *Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region*. Geological Society London Special Publication, 372, (pp. 167-218). <https://doi.org/10.1144/SP372.16>
- Robertson, A.H.F. (2004). Development of concepts concerning the genesis and emplacement of Tethyan ophiolites in the eastern Mediterranean and Oman regions. *Earth-Science Reviews*, 66(3-4), 331-387. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.01.005>
- Robertson, A.H.F. (2002). Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, 65(1-2), 1-67. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(02\)00160-3](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(02)00160-3)
- Shervais, J.W., (2022). The petrogenesis of modern and ophiolitic lavas reconsidered: Ti-V and Nb-Th. *Geoscience Frontiers*, 13(2), 101319. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101319>
- Shervais, J.W., Reagan, M.K., Godard, M., Prytulak, J., Ryan, J.G., Pearce, J.A., Almeev, R.A., Li, H., Haugen, E., Chapman, T., Kurz, W., Nelson, W.R., Heaton, D., Kirchenbaur, M., Shimizu, K., Sakuyama, T., Vetter, S.K., Li, Y., & Whattam, S. (2021). Magmatic Response to Subduction Initiation, Part II: Boninites and related rocks of the Izu-Bonin Arc from IODP Expedition 352. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 22(1), e2020GC009093. <https://doi.org/10.1029/2020GC009093>
- Sun, S., & McDonough, W.F. (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In Saunders, A.D., & Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society London Special Publication, 42, (pp. 313-345).

Şengör, A.M.C., & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75(3-4), 181-241.