

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNDE YER ALAN İZOLE DAYKLARIN
JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ**

Burçin ÇETREZ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

MAYIS 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNDE YER ALAN İZOLE DAYKLARIN
JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ**

Burçin ÇETREZ

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

MAYIS 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNDE YER ALAN İZOLE DAYKLARIN
JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ**

**Burçin ÇETREZ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS**

**(Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-4877
nolu proje ile desteklenmiştir)**

MAYIS 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNDE YER ALAN İZOLE DAYKLARIN
JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ

Burçin ÇETREZ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 09/ 05/ 2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nurdane İLBeyLİ (Danışman)

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ömer ELİTOK

ÖZET

YEŞİLOVA (BURDUR) OFİYOLİTİNDE YER ALAN İZOLE DAYKLARIN JEOKİMYASI VE PETROJENEZİ

Burçin ÇETREZ

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Mayıs 2022; 103 sayfa

İnceleme alanı Marmaris (Muğla) peridotitleri içerisinde yer alan Yeşilova (Burdur) ofiyolitinde yer almaktadır. Yeşilova ofiyolitleri ultramafik-mafik kayalar ve diyabaz dayklardan oluşmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında Burdur ili, Yeşilova ilçesine bağlı Salda - Düden - Doğanbaba köyleri çevresinde ultramafik ve mafik kayaların, bu kayaları kesen daykların petrografik, petrolojik ve petrojenetik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu tez Yeşilova ofiyoliti içerisinde yer alan izole diyabaz dayklar ile ilgili ilk ayrıntılı çalışma olacaktır. Çalışma alanında bulunan ultramafik-mafik kayalar çoğunlukla alterasyon göstermektedir. Ultramafik-mafik kayaların arazi petrografik incelemeler sonucunda verlit, gabro, serpantinitle bileşiminde olduğu ve daykların ise diyabaz bileşiminde olduğu belirlenmiştir. XRD ve SEM analizleri sonucunda kayalar içerisinde yer yer birincil ve ikincil mineraller tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kayalarda genellikle birincil mineraller olivin (forsterit); klinopiroksen (ojit ve diyopsit); plajiyoklaz (labradorit); ve magnetit, kromit, spinel, rutil, titanit ve zirkon gibi minerallerinden oluşmuştur. İkincil mineraller ise genellikle lizardit, klinoklor, klinozoisit, prehnit ve kalsit gözlenmiştir. Jeokimyasal analizler sonucunda göre ultramafik-mafik kayalar peridotitik, dayklar ise gabroik özelliktedir. Ultramafik-mafik kayalar ve dayklar genellikle AFM diyagramlarına göre toleyitik özellik göstermekte, L3-1 ve L4-1 ultramafik-mafik kayaç örneği ve L11-3 dayk örneğinin ise alkali bileşime sahip olduğu gözlenmiştir. Ana kayaç ve dayk örneklerinin kondrite ile normalize edilmiş çoklu iz element diyagramlarında kayaların LIL (Rb, Ba, K, Sr, Eu) elementlerinde hafif bir zenginleşme, HFS elementlerinde (Th, U, Ce, Ta) ise tüketilme görülmektedir. Petrojenetik incelemelere göre hem ana kayalar hem de diyabaz daykların dalma - batma zonu (SSZ) ile ilişkili olduğu ve toleyitik bir magmadan türediği belirtilebilir.

ANAHTAR KELİMELE: Yeşilova (Burdur) ofiyoliti, ultramafik-mafik kayalar, izole dayk, petroloji, SEM, XRD, jeokimya, XRF, ICP-MS, dalma-batma zonu (SSZ)

JÜRİ: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ömer ELİTOK

ABSTRACT

GEOCHEMISTRY AND PETROGENESIS OF ISOLATED DIKES FROM THE YEŞİLOVA OPHIOLITE (BURDUR, TURKEY)

Burçin ÇETREZ

MSc Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

May 2022; 103 pages

The study area is located in the Yeşilova (Burdur) ophiolite within the Marmaris (Muğla) peridotites. The Yeşilova ophiolite consists of ultramafic-mafic rocks and diabase dikes. The aim of this thesis is to determine the petrographic, petrological and petrogenetic characteristics of ultramafic and mafic rocks and the dikes cutting these rocks in Salda - Düden - Doğanbaba villages in Yeşilova (Burdur). This thesis will be the first detailed study on diabase dikes in the Yeşilova ophiolite. The ultramafic - mafic rocks in the study area mostly show alteration. According to field work and petrographic analyses of the ultramafic - mafic rocks and dikes, the main rocks are peridotite, gabbro, serpentinite, and the dikes were diabase in compositions.

As a result of XRD and SEM analyzes, primary and secondary minerals in all the rocks are described. According to these results, olivines, which are primary minerals, are generally forsterite; clinopyroxenes are augite and diopside; plagioclases are composed of labradorite; and magnetite, chromite, spinel, rutile, titanite and zircon as accessory minerals. Secondary minerals are generally lizardite, clinocllore, clinozoisite, prehnite and calcite. According to the results of geochemical analysis, the ultramafic-mafic host rocks are peridotitic and dikes are gabbroic in composition. According to the AFM diagram, both host rocks and dikes show tholeiitic characteristics. In the chondrite-normalized multi trace element diagrams, the host and dike samples generally show a slightly enrichment in LIL (Rb, Ba, K, Sr, Eu) elements and depletion in HFS elements (Th, U, Ce, Ta). According to petrogenetic studies, it can be said that both host rocks and diabase dikes are derived from a tholeiitic magma formed in the suppra-subduction zone (SSZ).

KEYWORDS: Yeşilova (Burdur) ophiolite, ultramafic-mafic rocks, isolated dike, petrology, SEM, XRD, geochemistry, XRF, ICP-MS, supra-subduction zone (SSZ)

COMMITTEE: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN

Prof. Dr. Ömer ELİTOK

ÖNSÖZ

Ofiyolitler, eski okyanusal kabuğun kalıntıları olarak ifade edilen, mafik ve ultramafik kayalar topluluğudur. Yapısal olarak yakınlaşan levha kenarlarında yiten okyanusal alanların izi ve kenet kuşaklarını temsil etmeleri açısından önem taşımaktadır.

Tez konusunun belirlenmesinde, çalışmaların yürütülmesi sırasında her konuda yardım ve desteğini gösteren, bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, tez yazım sürecinde bana her türlü desteğini sunan araştırma görevlisi Alper GÜNEŞ'e çok teşekkür ederim.

Örneklerin hazırlanmasında bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu süreçte benim yanımda olan ve desteklerini benden esirgemeyen sevgili aileme ve eşim Mustafa BİLGİÇ'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-4877 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. İnceleme Alanı	2
1.3. İnceleme Alanının Morfolojik ve İklimsel Özellikleri.....	2
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Bölgesel jeoloji.....	7
2.1.1. Likya napları	7
2.1.2. Menderes masifi.....	8
2.1.3. Batı toros napları.....	8
2.1.4. Beydağları otoktonu.....	9
2.1.5. Antalya napları.....	9
2.2. Stratigrafi.....	9
2.2.1. Yeşilova ofiyoliti	10
3. MATERYAL VE METOT.....	12
3.1. Arazi Çalışması	12
3.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	12
3.2.1. Polarizan mikroskop incelemeleri	12
3.2.2. X-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri	13
3.2.3. SEM incelemeleri	14
3.2.4. Jeokimyasal analiz incelemeleri	14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	15
4.1. Arazi Çalışması	15
4.2. Lokasyonlar	17

4.2.1. Lokasyon 1.....	17
4.2.2. Lokasyon 2.....	18
4.2.3. Lokasyon 3.....	18
4.2.4. Lokasyon 4.....	19
4.2.5. Lokasyon 5	19
4.2.6. Lokasyon 6	20
4.2.7. Lokasyon 7	20
4.2.8. Lokasyon 8	21
4.2.9. Lokasyon 9	21
4.2.10. Lokasyon 10	22
4.2.11. Lokasyon 11	22
4.2.12. Lokasyon 12.....	23
4.2.13. Lokasyon 13.....	23
4.2.14. Lokasyon 14.....	24
4.2.15. Lokasyon 15.....	24
4.2.16. Lokasyon 16.....	25
4.3. Mineraloji-Petrografi.....	25
4.3.1. Örneklerin petrografik özellikleri	25
4.3.2. Örneklerin X-ışınları kırınımı (XRD) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) sonuçları.....	36
4.3.3. Jeokimyasal analiz sonuçları	43
4.3.4. Petrojenez	51
5. SONUÇLAR	54
6. KAYNAKLAR	68
7. EKLER.....	76
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yeşilova (Burdur) Ofiyolitinde Yer Alan İzole Daykların Jeokimyası ve Petrojenezi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09/05/2022

Burçin ÇETREZ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat derece
Al	: Alüminyum
Al_2O_3	: Alüminyum di oksit
Ar	: Argon
Ba	: Baryum
Ca	: Kalsiyum
CaO	: Kalsiyum oksit
Ce	: Seryum
Co	: Kobalt
CO_2	: Karbondioksit
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Dy	: Disprozyum
Er	: Erbiyum
Eu	: Europyum
Fe	: Demir
Fe_2O_3	: Demir (III) oksit
Ga	: Galyum
Gd	: Gadolinyum
GD	: Güneydoğu
H	: Harzburjit
H/D	: Harzburjit / Dünit
H_2CO_3	: Karbonik asit
H_2O	: Su

Hf	: Hafniyum
Ho	: Holmiyum
K	: Potasyum
K ₂ O	: Potasyum di oksit
KB	: Kuzeybatı

Kısaltmalar

A.S.K.	: Ateşte su kaybı
B	: Batı
D	: Doğu
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
E-MORB	: Zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltlar
Epi :	Epidotlaşma
G	: Güney
GB	: Güneybatı
GD	: Güneydoğu
HFSE	: Yüksek çekim alanlı elementler
HOT	: Harzburjit tipi ofiyolitler
HREE	: Ağır nadir toprak elementleri
ICP-MS	: Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi
IAB	: Ada yayı bazaltları
K	: Kuzey
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
KB	: Kuzeybatı
KD	: Kuzeydoğu
Kps	: Klinopiroksen

LILE	: Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
LOT	: Lerzolit tipi ofiyolitler
LREE	: Hafif nadir toprak elementleri
My	: Milyon yıl
N-MORB	: Normal okyanus ortası sırt bazaltlar
OIB	: Okyanus adası bazaltları
Ol	: Olivin
Plj	: Plajiyoklaz
Rt	: Rutil
SEM	: Taramalı elektron mikroskop
SSZ	: Dalma-batma zonu
Ur	: Uralitleşme
XRF	: X-Işını Floresansı
XRD	: X-Işını Difraktometresi

Bu tezde ondalık yazımlarda “.” kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye ve çevresinin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz 1999'dan değiştirilerek alınmıştır) (BKF: Batı Karadeniz Fayı)	1
Şekil 1.2. Çalışma alanlarını gösteren Google Earth görüntüsü	2
Şekil 2.1. Alp-Himalaya orojenik kuşağı ofiyolitleri (Dilek vd. 2007'den değiştirilerek alınmıştır)	4
Şekil 2.2. Anadolu levhasında yer alan ofiyolitik birimler (Juteau 1980 ve Güneş 2018'den değiştirilerek alınmıştır. Yeşil renkli alanlar: ofiyolitler)	5
Şekil 2.3. Çalışma alanının konumu ve bölgenin ana tektonik kuşaklarını gösteren harita Güneybatı Anadolu, İzmir-Ankara suture zone (a), Marmaris ofiyolitinin Likya napları ile konumunu ve tektonik yerleşimini gösteren harita (b) (Burn 1971; Özgül 1976; Okay ve Tüysüz 1999; Okay 2001; Moix 2008; Pourteau 2010, 2013, 2016'dan değiştirilerek alınmıştır)	6
Şekil 2.4. Batı Toros Napları'nın yerini gösteren sadeleştirilmiş harita (Ersoy 1990'dan değiştirilerek alınmıştır)	7
Şekil 2.5. İnceleme alanı stratigrafik kolon kesiti (Karaman 1987'den değiştirilerek alınmıştır) (Fm: Formasyon)	10
Şekil 3.1. Lokasyonların genel görüntüsü a) lokasyon 9, b) lokasyon 10	12
Şekil 3.2. Petrografik incelemeler için hazırlanan örnekler	13
Şekil 3.3. Polarizan mikroskop incelemeleri	13
Şekil 4.1. Yeşilova (Burdur) ve çevresinin jeoloji haritası (MTA 2002; Çelik ve Chiaradia 2008' den değiştirilerek alınmıştır)	15
Şekil 4.2. Lokasyon 1'den alınan el örnekleri görselleri	18
Şekil 4.3. Lokasyon 2'den alınan el örnekleri görselleri	18
Şekil 4.4. Lokasyon 3 a) genel görünüm, b) lokasyonda gözlenen dayk mercekleri	19
Şekil 4.5. Lokasyon 4'den a), b) ve c) alınan el örnekleri	19
Şekil 4.6. Lokasyon 5 a) genel görünüm, b) dayk merceğinin yakından görünümü	20
Şekil 4.7. Lokasyon 6 genel görünüm	20
Şekil 4.8. Lokasyon 7 a) genel görünüm, b) daykların yakın görünümü	21
Şekil 4.9. Lokasyon 8'da dayk örnekleri	21
Şekil 4.10. Lokasyon 9 genel görünüm	22

Şekil 4.11. Lokasyon 10 genel görünüm	22
Şekil 4.12. Lokasyon 11 genel görünüm	23
Şekil 4.13. Lokasyon 12 genel görünümü	23
Şekil 4.14. Lokasyon 13'te dayk örneğinin yakın görünümü.....	24
Şekil 4.15. Lokasyon 14'te paralel devam eden dayklar ve genel görünümü	24
Şekil 4.16. Lokasyon 15 genel görünüm	25
Şekil 4.17. Lokasyon 16'da devamlılık gösteren dayk örneklerinin yakın görünümü	25
Şekil 4.18. Serpantinit kayacında gözlenen elek / ağ doku, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen 4x objektif altında görünümü).....	28
Şekil 4.19. Serpantinit kayacında gözlemlenen Olivin minerali, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Ol: Olivin 10x objektif altında görünümü)	29
Şekil 4.20. Verlit kayacında gözlemlenen kromit minerali, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Kr: Kromit 10x objektif altında görünümü)	30
Şekil 4.21. Gabro kayacında gözlemlenen intersertal doku, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Plj: Plajiyoklaz, Kps: Klinopiroksen 10x objektif altında görünümü).....	31
Şekil 4.22. Dayklarda gözlemlenen ofitik/subofitik doku, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Plj: Plajiyoklaz 4x objektif altında görünümü).....	32
Şekil 4.23. Dayklarda gözlemlenen Klinopiroksen minerali, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz 4x objektif altında görünümü).....	33
Şekil 4.24. Dayklarda gözlemlenen Plajiyoklaz minerali ve Plajiyoklaz mineralinde gözlemlenen zonlanma, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz, Zon: Plajiyoklazlarda zonlanma 10x objektif altında görünümü).....	33
Şekil 4.25. Dayklarda gözlemlenen titanit minerali, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Ti: Titanit 10x objektif altında görünümü).....	34
Şekil 4.26. Dayklarda gözlemlenen biyotit minerali, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Bi: Biyotit, Plj: Plajiyoklaz, 10x objektif altında görünümü)	34
Şekil 4.27. Serpantinit kayacında gözlemlenen alterasyon türü olan serpantinleşme, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen 4x objektif altında görünümü).....	35

Şekil 4.28. Dayklarda gözlemlenen alterasyon türü olan uralitleşme, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Ur: Uralitleşme 10x objektif altında görünümü).....	35
Şekil 4.29. Daykta gözlemlenen alterasyon türü olan kloritleşme, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Kl: Kloritleşme 10x objektif altında görünümü).....	36
Şekil 4.30. Daykta gözlemlenen alterasyon türü olan serisitleşme, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Ser: Serisitleşme 10x objektif altında görünümü).....	36
Şekil 4.31. Serpantinit (L 5-3) örneğinde XRD grafiği	38
Şekil 4.32. Serpantinit (L 5-3) örneğinde SEM analizinde gözlenen olivin.....	38
Şekil 4.33. Serpantinit (L 14-1) örneğinde XRD grafiği	39
Şekil 4.34. Verlit (L3-1) örneğinde XRD grafiği	40
Şekil 4.35. Verlit (L3-1) örneğinde SEM analizinde gözlenen lizardit	40
Şekil 4.36. Dayk (L 12-2) örneğinde XRD grafiği.....	41
Şekil 4.37. Dayk (L 12-2) örneğinde SEM analizinde gözlenen lizardit ve ojit.....	42
Şekil 4.38. Dayk (L 15-1) örneğinde XRD grafiği.....	43
Şekil 4.39. Toplam alkali-silis (TAS) diyagramı (Middlemost 1994'ten değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgi: Irvine ve Baragar 1971).....	44
Şekil 4.40. a) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971'den değiştirilerek alınmıştır) b) Ti/Y - Nb/Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır).....	44
Şekil 4.41. Ana kayaç ve daykların major oksitler için Harker diyagramları.....	45
Şekil 4.42. Ultramafik-mafik kayaçların ve daykların iz elementler için Harker diyagramları	47
Şekil 4.43. Ultramafik-mafik kayaçların Kondrit normalize örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır)	49
Şekil 4.44. Daykların Kondrit normalize örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır).....	49
Şekil 4.45. Ultramafik - mafik kayaçların normalize kondrit / REE diyagramı (Boynton 1984'ten değiştirilerek alınmıştır).....	50
Şekil 4.46. Daykların normalize kondrit / REE diyagramı (Boynton 1984'den değiştirilerek alınmıştır).....	51

Şekil 4.47. Ta/Yb - Th/Yb diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır)52

Şekil 4.48. V (ppm) - Ti/1000 dağılım diyagramı (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları, BABB: Yay gerisi havza bazaltları)52

Şekil 4.49. TiO₂ - Zr diyagramı (Pearce 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (IAB: Ada yay bazaltları, WPB: Levha içi bazaltları, MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları)53

Şekil 4.50. Nb/Th - Y diyagramı (Jenner vd. 1991'den değiştirilerek alınmıştır).....53

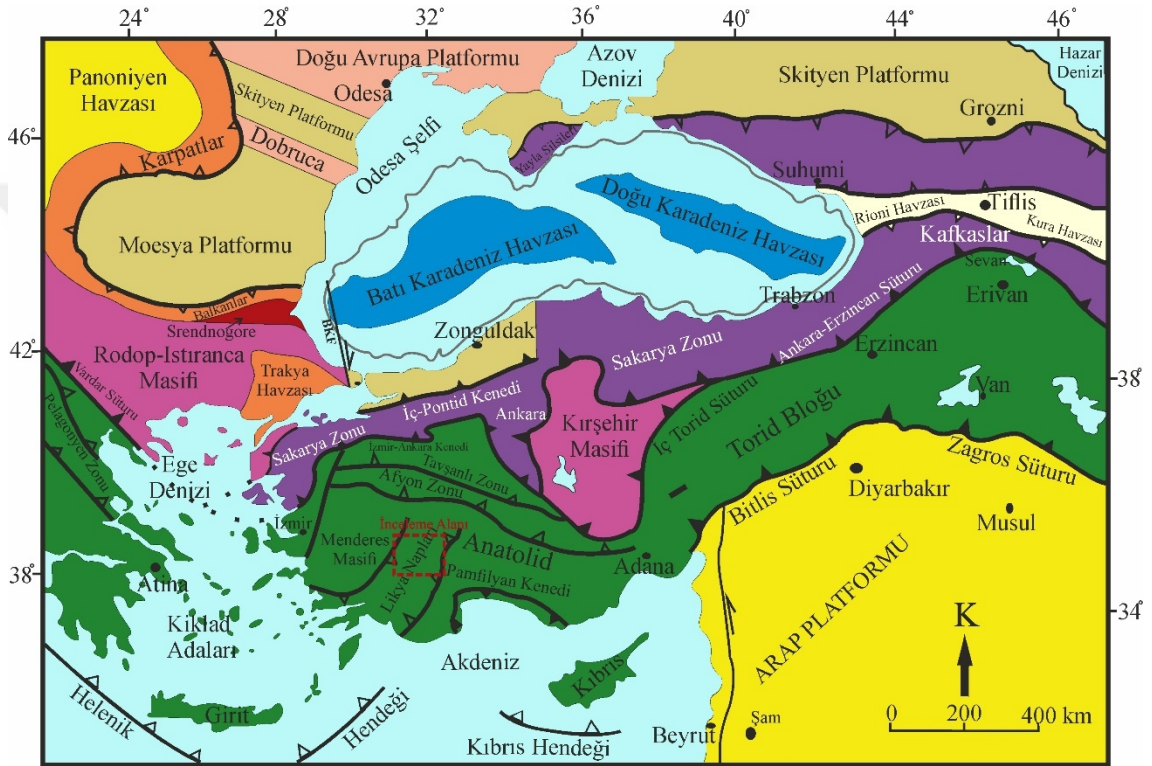


ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Arazi çalışmasında lokasyonlarla ilgili arazi bilgileri (Şekil 4.1)	16
Çizelge 4.2. Araziden alınan kayaç türleri (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz, Bi: Biyotit, Ti: Titanit)	26
Çizelge 4.3. Serpantinit kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz)	28
Çizelge 4.4. Verlit kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz)	29
Çizelge 4.5. Gabro kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Plj: Plajiyoklaz)	30
Çizelge 4.6. Dayklardan alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Krom, Plj: Plajiyoklaz, Bi: Biyotit, Ti: Titanit)	31
Çizelge 4.7. Ultramafik-mafik kayaçların mikroskop, XRD ve SEM sonuçlarına göre mineral bileşimleri (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz Kr: Kromit, Bi: Biyotit)	37
Çizelge 4.8. Serpantinit (L 5-3) örneği içerisinde bulunan Olivin mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Mg: Magnezyum, K: Potasyum, Si: Silisyum, Fe: Demir)	39
Çizelge 4.9. Verlit (L 3-1) örneği içerisinde bulunan lizardit mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Mg: Magnezyum, Al: Alüminyum, Na: Sodyum, Si: Silisyum, Ca: Kalsiyum, Fe: Demir)	41
Çizelge 4.10. Dayk (L 12-2) örneği içerisinde bulunan Olivin mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Na: Sodyum, Mg: Magnezyum, Al: Alüminyum, Ca: Kalsiyum, K: Potasyum, Si: Silisyum, Fe: Demir)	42

1. GİRİŞ

Çalışma alanı Toros Orojenik kuşağının güneybatı ucunda, Likya napları ve Marmaris peridotitleri içerisinde yer almakta olup (Şekil 1.1); Yeşilova (Burdur), Salda Gölü kuzeybatısında bulunmaktadır. Bu bölgede Toros Orojenik kuşağı içinde yer alan Yeşilova ofiyoliti birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ancak bu kayaların genellikle petrografik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ise Yeşilova ofiyoliti içinde yer alan, daha önce ayrıntılı olarak çalışılmamış, izole diyabaz daykların arazi, petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri incelenerek oluşum ortamları ve oluşum mekanizmaları belirlenmeye çalışılacaktır.



Şekil 1.1. Türkiye ve çevresinin tektonik haritası (Okay ve Tüysüz 1999'dan değiştirilerek alınmıştır) (BKF: Batı Karadeniz Fayı)

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı programında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Bu tez kapsamında Yeşilova (Burdur) ofiyolitinde yer alan ve günümüze kadar detaylı olarak çalışılmamış olan izole diyabaz daykların arazi, petrolojik ve jeokimyasal veriler kullanılarak bu kayaların kökeni, ana magma kaynağı, oluşum ortamları, oluşum mekanizmaları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu tez çalışmasında izlenen metodlar; büro, arazi, laboratuvar çalışmaları ve bu çalışmalar sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve tez yazım olarak 4 (dört) aşamaya ayrılmıştır. Tüm bu çalışmalarda arazide ana kayalar (ultramafik-mafik) ile bu kayaları kesen izole dayklar tanımlanmış ve bu kayaların petrografik ve jeokimyasal özellikleri ayrıntılı olarak incelenmesi amacıyla sistematik örnekler alınmıştır.

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı Türkiye'nin güneybatısında yer alan 1/25.000 ölçekli Denizli M23d3 ve M23d4 paftaları içerisinde yer alır. Bu alan Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Salda - Düden - Doğanbaba köylerini kapsamaktadır (Şekil 1.2). Toros Orojenik kuşağının en büyük birimi olan Likya Napları içerisinde bulunmaktadır. Likya Napları bölgede Marmaris Ofiyolitik Napı ile temsil edilir.



Şekil 1.2. Çalışma alanlarını gösteren Google Earth görüntüsü

1.3. İnceleme Alanının Morfolojik ve İklimsel Özellikleri

İnceleme alanı Burdur ili, Yeşilova ilçesinde yer almaktadır. Bu ilçe Burdur iline yaklaşık 64 km uzaklıkta, Batı Toros sıradağlarının eteklerinde ve Akdeniz - Ege bölgeleri arasında yer almaktadır (Şekil 1.2) (Anonim 1).

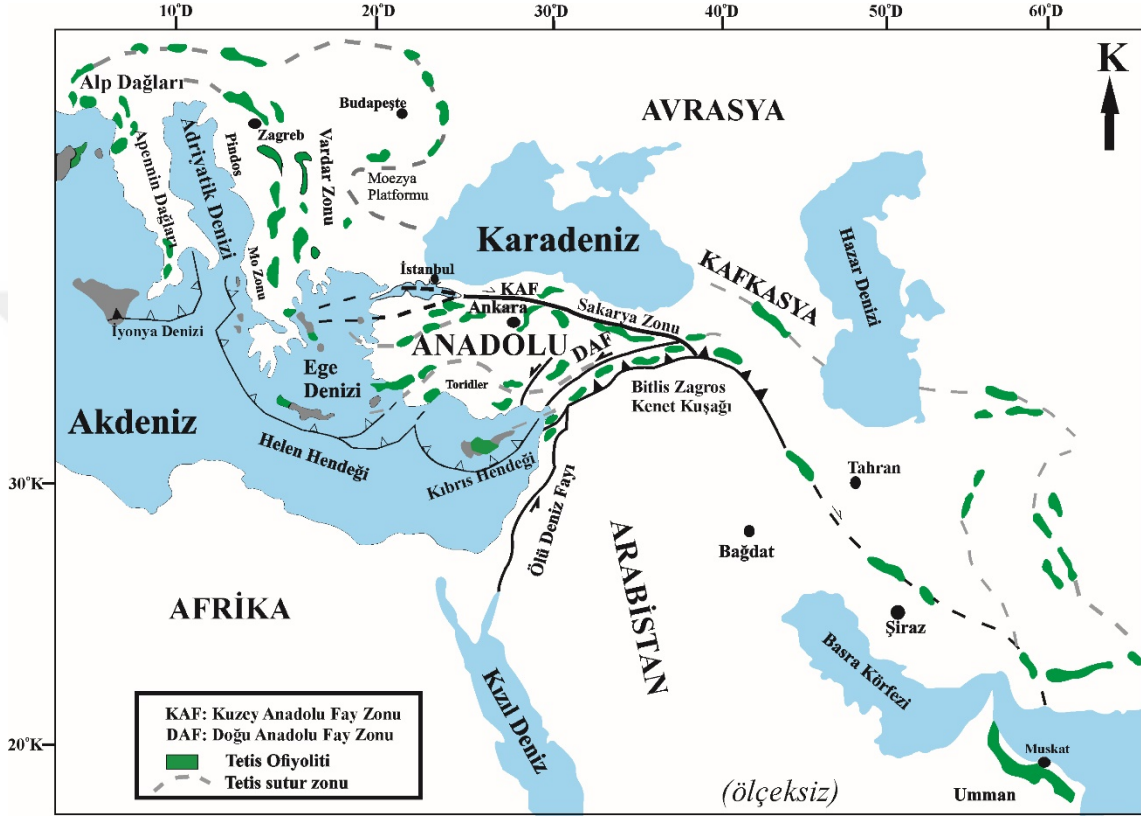
Çalışma alanında Değirmen tepesi (1228 m), Kale tepesi (1443 m), Kızlarsivrisi Tepesi (1512 m), Palamutkaya tepesi (1575 m), Hüyükü tepesi (1552 m) önemli yükselti alanlarıdır.

İnceleme alanının iklim bakımından Akdeniz iklimi ile İç Anadolu iklimi arasında geçiş bölgesi kabul edilebilecek durumda olmakla birlikte yoğun olarak İç Anadolu ikliminin etkisi altındadır. Kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kurak geçmektedir (Anonim 2).



2. KAYNAK TARAMASI

Anadolu levhasında Paleotetis dönemi Karbonifer - Liyas ve Kuzey - Kuzeybatı ve Orta Anadolu'da etkisini göstermiştir (Okay 2000; Güncüoğlu vd. 2000; Güncüoğlu vd. 2007; Robertson ve Ustaömer 2009). Neotetis dönemi ise Anadolu'nun tümünü Triyas'tan Miyosen'e kadar olan zamanda etkisi altına almış olup, etkisi hâlâ devam etmiştir (Şengör ve Yılmaz 1981; Robertson ve Dixon 1984) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Alp-Himalaya orojenik kuşağı ofiyolitleri (Dilek vd. 2007'den değiştirilerek alınmıştır)

Anadolu levhası metamorfik masifler ve/veya platform karbonatları arasında D - B uzanımlı olarak yer alan Neotetis okyanusal basenlerinin kalıntılarını kapsayan Alp - Himalaya orojenik kuşağının önemli bir parçasıdır (Şengör ve Yılmaz 1981). Neotetis kalıntıları ofiyolitler ve ofiyolitik melanjlara ile temsil edilir (Şengör ve Yılmaz 1981; Dilek ve Moores 1990; Dilek vd. 1999; Floyd vd. 2000; Robertson 2002). Neotetis kuzey ve güney kol olmak üzere iki adet okyanusal basenden oluşmaktadır (Şengör ve Yılmaz 1981). Neotetis'in kuzey kolu İç Pontid, İzmir - Ankara - Erzincan, İç Toros; ve güney kolu ise Berit ve Güney Neotetis okyanuslarını kapsamaktadır (Şengör 1984; Güncüoğlu vd. 2012, 2013). Neotetis okyanusunun Geç Kretase'de kapanmaya başlamış kuzey ve güney kollarına ait ofiyolitler, genel olarak, güneye doğru pasif kıta kenarı üzerine yerleşmişlerdir (Şengör ve Yılmaz 1981; Robertson ve Dixon 1984; Yılmaz vd. 1993; Robertson 2002; Robertson vd. 2006; Güneş vd. 2021).

Türkiye'de Neotetis evrimi içerisinde önemli bir yere sahip olan ofiyolitler okyanus içi dalma - batma zonu üzerinde (SSZ) oluşmuş ofiyolitlerle temsil

edilmektedir (Yılmaz vd. 1996; Parlak vd. 1996; Parlak vd. 2000, 2002; Robertson 2002; Çelik ve Dolaloye 2003; Çelik ve Dolaloye 2006; Vergili ve Parlak 2005; Bağcı vd. 2005, 2006, 2008; Rızaoğlu vd. 2006; Bağcı ve Parlak 2009; Parlak vd. 2009; Sarıfakıoğlu vd. 2009; Dilek ve Thuy 2009).

Ofiyolitler (EK-1) ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda Anadolu levhasında üç ofiyolitik kuşağı tanımlanmıştır (Gansser 1974; Brinkmann 1976; Juteau 1980):

- Yüksek Basınç - Düşük Sıcaklık kayaları ile ilişkilendirilen Kuzey Anadolu veya Kuzey Ofiyolitik Kuşağı (Okay vd. 1998; Önen 2003).
- Orojenik kuşak boyunca dört alt bölgeye ayrılan Torid Ofiyolitik Kuşağı (Dilek vd. 1999)
- Arap levhası ile sınırlandırılan ve İran'daki Zagros Sıradağları (Kermanşah ve Neyriz Ofiyolitleri) ve Umman'daki Semail Napları boyunca doğuya doğru devam eden Peri - Arabik veya Güney Ofiyolitik Kuşağı.
- Avrasya ve Afrika / Arabistan plakalarının, Mesozoyikte yaklaşmasıyla birlikte, kıtasal litosferin hendeğe ulaşması sonucu çoğunlukla üzerleyen plakada kıtasal ya da okyanusal litosferin altında, büyük bir yığılma orojeninin gelişimi.

Ayrıca Türkiye'deki ofiyolitler; (1) Orta Anadolu Ofiyolitleri, (2) Güneydoğu Anadolu Ofiyolitleri, (3) Güneybatı Anadolu Ofiyolitleri, (4) KAF boyunca gözlenen ofiyolitli kayalar olarak başlıca dört bölgede gözlenmektedir (Ketin 1966) (Şekil 2.2).

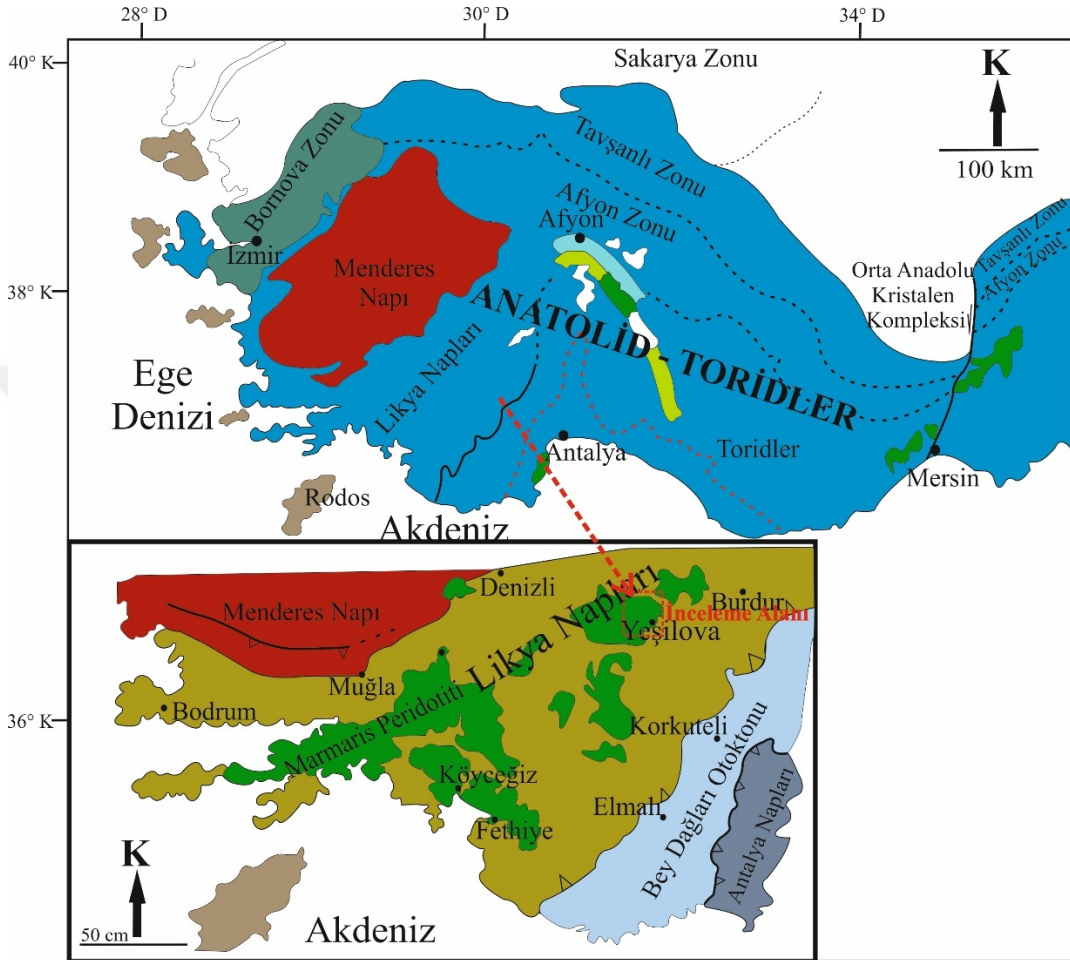


Şekil 2.2. Anadolu levhasında yer alan ofiyolitik birimler (Juteau 1980 ve Güneş 2018'den değiştirilerek alınmıştır. Yeşil renkli alanlar: ofiyolitler)

İnceleme alanı ve çevresinde yapılan daha önceki çalışmalara göre, birimler bölgeye alloktan olarak yerleşmiştir. Genç Jura - Erken Kretase yaşlı Yeşilova ofiyoliti (Sarp 1976; Özpinar 1987; Döyen 1995). Geç Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Melanjı (Poisson 1977), Eosen yaşlı Varsakyayla Formasyonu ile neo - otokton özellik gösteren Pliyo-Kuvaterner yaşlı Niyazlar Formasyonu alanda gözlenen alloktan birimler yer alır (Döyen 1995; Döyen vd. 2014).

Çalışma alanı büyük oranda ofiyolitik kayalardan oluşmaktadır (Şekil 2.3).

Ofiyolitik kayaçlar ilk olarak Sarp (1976) tarafından Yeşilova ofiyoliti olarak adlandırılmıştır. Yeşilova ofiyolitinin tabanında yaygın olarak harzburgit, daha az yaygın dünit ve kromitler bulunur. Kromitler dünitik zonlarda görülür. Peridotitler çoğunlukla yarı volkanik kayaçlar (diyabaz) ve daha az oranda da piroksenit daykları tarafından kesilmektedir (Sarp 1976).



Şekil 2.3. Çalışma alanının konumu ve bölgenin ana tektonik kuşaklarını gösteren harita Güneybatı Anadolu, İzmir-Ankara suture zoneu (a), Marmaris ofiyolitinin Likya napları ile konumunu ve tektonik yerleşimini gösteren harita (b) (Burn 1971; Özgül 1976; Okay ve Tüysüz 1999; Okay 2001; Moix 2008; Pourteau 2010, 2013, 2016'dan değiştirilerek alınmıştır)

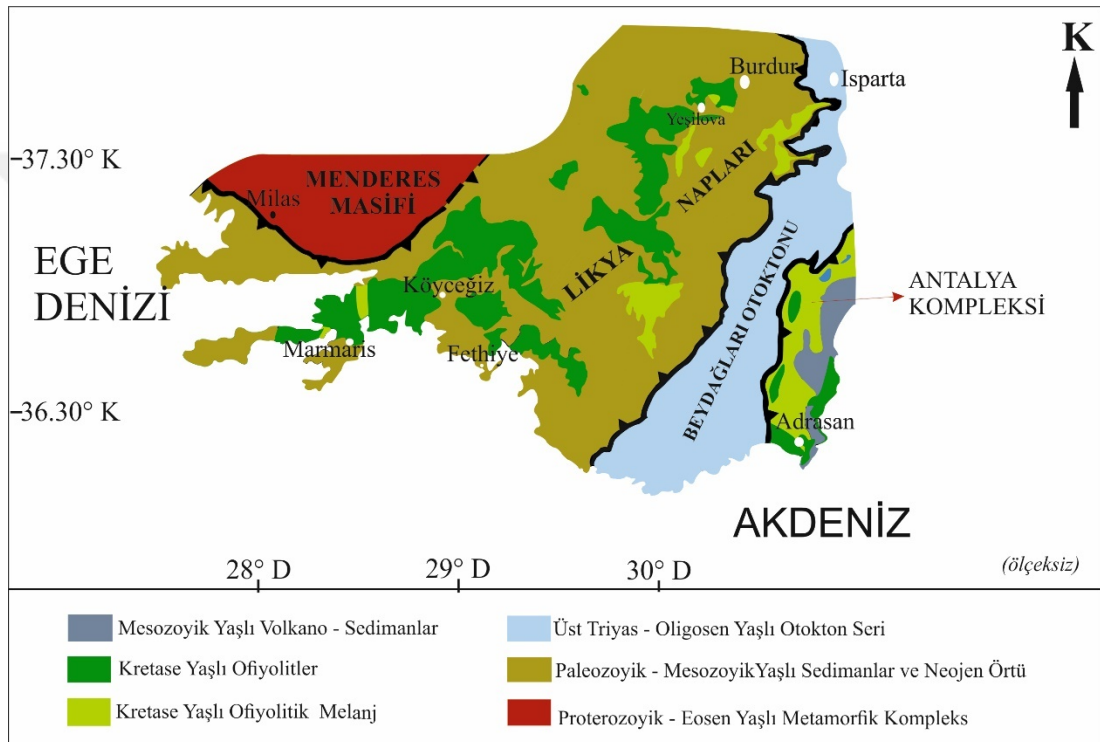
Yeşilova ofiyoliti üzerinde yer alan yataya yakın bir tektonik dokanakla, ofiyolitik kayaç parçaları, kireçtaşı, olistolitleri içeren, matriksi radyolarit, çamurtaşı, serpantin ve ofiyolitik kayaç parçacıklarından oluşan Geç Senoniyen yaşlı Kızılcaadağ Melanjı gelir (Poisson 1977). Kızılcaadağ Melanjı üzerinde açısız uyumsuzlukla Pliyo-Kuvaterner yaşlı ofiyolit parçaları ve kumtaşı içeren karasal karakterli Niyazlar Formasyonu yer alır (Poisson 1977; Döylen 1995; Özpinar vd. 1996). Bölgedeki stratigrafik istif yamaçlarda yamaç molozu ve düzlüklerde ise alüvyonlar ile sona ermektedir.

Çalışma alanında bulunan önceki araştırmacılar tarafından da ofiyolitik kayaçlar

olarak nitelendirilen birimler içerisinde genel olarak diyabaz dayklar yer almaktadır; fakat levha daykları yer almamaktadır. Dolayısıyla eksik bir ofiyolit istifinden söz etmek mümkündür (Döyen vd. 2014).

2.1. Bölgesel jeoloji

Çalışma alanı Güneybatı Anadolu'da yer almakta olup naplı ve ekaylı yapılar hakimdir (Ersoy 1990). İnceleme alanı Batı Toroslar naplarında yer almıştır. Batı Toroslar'da üç ana yapı ayırt edilmiş olup bunlar; Triyas - Pliyosen yaşlı Beydağları otoktonu, Maestrihtiyen - Daniyen'de yerleşmiş Antalya Napları ve Langiyen yaşlı Lisiyen (Likya) Napları olarak ayrılmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Batı Toros Napları'nın yerini gösteren sadeleştirilmiş harita (Ersoy 1990'dan değiştirilerek alınmıştır)

2.1.1. Likya napları

Likya Napları Neotetis okyanusu kalıntılarından oluşmuş ofiyolitik kayalar ile yüzeylenmektedir (Şenel 1997). Batı Toroslarda Likya Napları üç alt kısma ayrılmıştır (Şenel 1997); peridotit napı, farklı cins ve kökenli ara ekaylı kompleksi ve en altta otokton birimler bulunur (Graciansky 1968).

Likya Naplarının İzmir - Ankara zonunda oluşan ofiyolitlerin Üst Kretase ve Üst Paleosen'de Menderes Masifinin güneyine aktarılan ofiyolit karmaşıkları olduğunu düşünülmektedir (Yalçınkaya vd. 1986). Likya Alloktionunun Geç Paleozoik-Mesozoik dönemde kuzeye bakan açılma ve pasif kıta kenar dizisi olarak bulunur (Collins ve Robertson 1997, 1998, 1999). Collins ve Robertson (1998)'a göre Likya otoktonu parçalar halinde ayrılarak Geç Kretase - Geç Miyosen arasında güneydoğuya doğru

hareket ettirmiştir. Likya Nap kompleksi Geç Kretase-Erken Tersiyer 'de yerleşmiştir (Robertson vd. 2002; Collins ve Robertson 2003).

Likya Napları İzmir - Ankara Neotetis kolunun kuzeye bakan pasif kenarının Mesozoik yaşlı rift havzalarını yansıttığı belirtmektedir (Collins ve Robertson 1998). Erken - Orta Miyosen'deki ana Menderes metamorfizmasından sonra Orta Miyosen'deki sedimanter örtünün depolanmasından önce Likya Naplarının Menderes Masifi üzerine düşük açılı bir fay boyunca yerleştiği belirtilmiştir (Güngör ve Erdoğan 2001) (Şekil 2.4).

2.1.2. Menderes masifi

Gediz, Küçük ve Büyük Menderes nehirlerinin drenaj alanı içerisinde yer alan Menderes masifi Batı Anadolu'da oldukça geniş bir alan kaplar (Ketin 1983). Menderes masifi, uzun eksenli KD doğrultulu olan ve yaklaşık 300 km uzanan elips biçimli bir metamorfiklerden oluşmuştur (Yılmaz vd. 1999) (Şekil 2.4). Menderes masifi kuzeyden İzmir - Ankara ofiyolitik suture zone ile sınırlanırken, güney sınırında Kale - Tavas molas havzası çökelleri, Menderes masifi ile Toros karbonat platformunun ilişkisini örter (Yılmaz vd. 1999) (Şekil 2.4).

Menderes masifinin çekirdek seviyesinin Pan Afrikan temeline ait yaşlı bir kristalen kütle bulunmaktadır (Yılmaz vd. 1999). Masifi oluşturan örtü kayaları birbirinden farklı birimlerini tanım ve ayırımından kaynaklanan farklılıklar vardır (Yılmaz vd. 1999). Bazı araştırmacılar örtü kayalarında Kambriyen'den Eosen'e kadar olan bir istifin varlığını kabul ederken, diğer araştırmacılar ise Üst Karbonifer'den Üst Kretase - Eosen'e kadar olan bir istifti söz ederler (Yılmaz vd. 1999).

Menderes masifi'nin ana metamorfizması yüksek-orta basınç barroviyen tipi bir metamorfizmadır (Yılmaz vd. 1999). Bu metamorfizma, masifin kuzey kesimlerinde amfibolit fasiyesinin üst sınırına kadar ulaşmıştır (Yılmaz vd. 1999). Almandin-amfibolit fasiyesi metamorfizması yerel olarak anateksik granitlerin oluşmasına neden olmuştur (Yılmaz vd. 1999). Masifin örtü seviyesinde görülen metamorfizma yeşilist fasiyesinde kalmıştır (Yılmaz vd. 1999).

2.1.3. Batı Toros napları

Menderes masifi ve Beydağları otoktonu arasındaki bölgede görülen Batı Toros Napları farklı ortam ve yaş aralığında çökelmiş, daha sonra meydana gelen tektonik hareketler sonucu bugünkü yerlerine getirilmiş kayaç birliklerinden oluşmuştur (Ersoy 1990) (Şekil 2.4).

Bölgede çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından Likya, Teke Toroslar ya da Elmalı Napları gibi değişik adlar verilen Batı Toros Napları iki farklı tektonik ünitelerden oluşur (Ersoy 1990): Alt Tektonik Dilim: Beydağları otoktonu ile diğer allokon kayaçlar arasında yer alır. Elmalı Grubu ve Yavuz Formasyonu alt tektonik dilimin önemli birimleridir (Ersoy 1990). Elmalı Grubu kilit taşı, silte taşı, kum taşı, şeyl ve konglomereden oluşur (Ersoy 1990). Batı Toros Naplarının en güney kesiminde görülürler. Alt ve üst dokanaları tektoniktir. Yavuz Formasyonu ince orta tabakalı, bej, krem ve yer yer kırmızımsı renkli kilit taşı, silte taşı, mikritik kireç taşı, killi kireç taşı,

kumlu kireçtaşı ardalanmasından oluşur (Ersoy 1990). Elmalı Grubu ile Batı Toros Naplarının tabanını oluşturur (Ersoy 1990).

Üst Tektonik Dilim ise Batı Toros naplarına ait en yaşlı kaya birimlerini içerir (Ersoy 1990). Dilimin tabanında Karbonifer - Orta Triyas yaşlı kuvarsit ara katkılı pelitik ve biyoklastik karbonat kayaçlarından oluşan Karadağ Serisi görülür (Ersoy 1990). Karadağ Serisi Permien yaşlı yer yer yastık lav içeren psammitik arkozlardan oluşan Tekedere Serisi tarafından tektonik olarak üzerlenir (Ersoy 1990).

Bunların haricinde Batı Toros Napları içerisinde görülen en önemli birim ofiyolitlerdir (Ersoy 1990). Ofiyolitler Batı Toros Naplarının en üst kesimini oluştururlar ve bölgedeki konumları hala tartışmalıdır (Ersoy 1990).

2.1.4. Beydağları otoktonu

Woodcock ve Robertson (1977) tarafından “Beydağları Zonu”, Yılmaz vd. (1981) tarafından “Beydağları Masifi” olarak adlandırılan Beydağları otoktonu güneybatı Anadolu’da en güneydeki kuşak olup, göreceli otoktonudur (Woodcock ve Robertson 1977). Bu kuşak duraylı bir karbonat platformu özelliği taşır. Beydağları otoktonunun en altında olası Üst Triyas’tan başlayan neritik karbonatlar yer alırken, otoktonun en üst seviyesinin yaşı hakkında farklı araştırmacılar tarafından değişik yaş aralıkları verilmektedir (Ersoy 1990). Komprensif bir karbonat serisinden oluşan ve yer yer farklı özellik gösteren Beydağları otoktonu genellikle neritik fasiyesde gelişmiş olup, Üst Kretase sonundaki tektonik hareketler sonucu yanal yönde fasiyes değişikliklerine uğramıştır (Ersoy 1990) (Şekil 2.4).

2.1.5. Antalya napları

Antalya Napları ismini en iyi yüzeylenme verdiği Antalya ilinden almaktadır. Brunn vd. (1971) tarafından Antalya Napları üç farklı birliğe ayrılmıştır. Çataltepe birimi Antalya Nap sisteminin temelini oluşturan birim. Triyas yaşlı killi kireçtaşı, kumtaşı ile Jura - Kretase yaşlı radyolarit ara katkılı neritik karbonatlardan oluşur. Alakırçay - Isparta Çay birimi; Üst Triyas yaşlı çörtlü kireçtaşı, bitkili kumtaşı, radyolarit, kireçtaşı ara katkılı bazik denizaltı volkanikleri ve ofiyolitik kayaçlarla beraber Üst Kretase yaşlı kırıntılı kayaçlardan oluşur (Brunn vd. 1971) (Şekil 2.4).

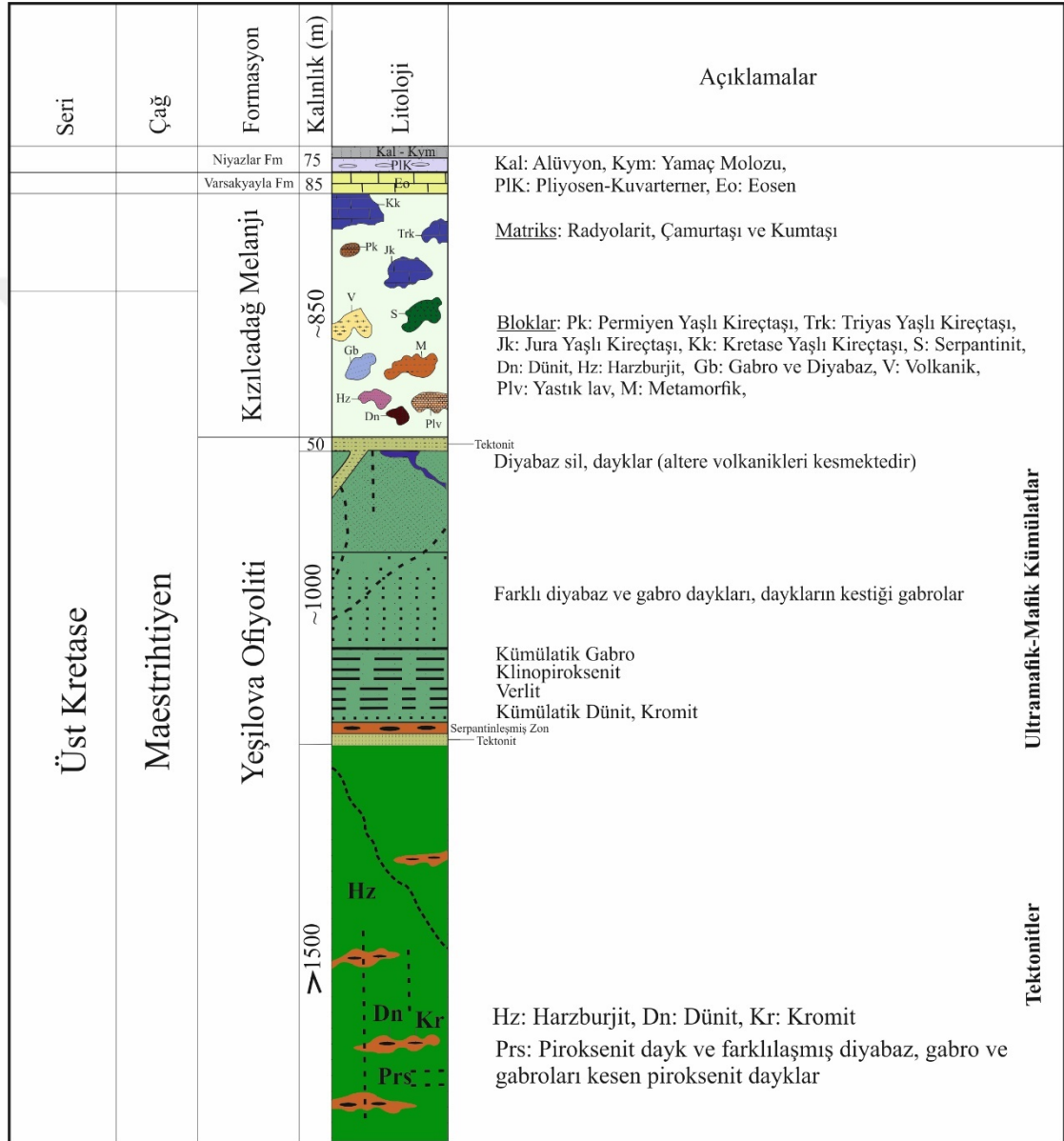
Tahtalıdağ birimi; Antalya Naplarının üst seviyesini oluşturan birim, Kambriyen - Kretase zaman aralığında çökelmiş self türü karbonat ve kırıntılı kayaçlardan oluşmuştur (Brunn vd. 1971).

2.2. Stratigrafi

İnceleme alanında, daha önceki çalışmalara göre birimler allokon olarak bölgeye yerleşmişlerdir. Buna göre Geç Jura - Erken Kretase yaşlı Yeşilova Ofiyoliti (Sarp 1976; Özpınar 1987), Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadag Ofiyolitli Melanjı (Poisson 1977), neo-otokton özellik gösteren Pliyo-Kuvaterner yaşlı Niyazlar Formasyonu (Poisson 1977) alanda gözlenen allokon birimlerdir (Şekil 2.5).

2.2.1. Yeşilova ofiyoliti

Çalışma alanının büyük bir kısmını ofiyolitik kayaçlar kapsamaktadır (Sarp, 1976). Sarp (1976) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bölgedeki bulunan ofiyolit topluluğuna Yeşilova ofiyoliti olarak adlandırmıştır. Yeşilova ofiyoliti yaygın olarak harzburjit, daha az yaygın olarak dünit ve kromitler içermektedir (Sarp 1976) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. İnceleme alanı stratigrafik kolon kesiti (Karaman 1987'den değiştirilerek alınmıştır) (Fm: Formasyon)

Okyanusal kabuk kayaçları alttan üste doğru ultramafik ve mafik kümülat kayaçlar olarak temsil edilir ve bunlar kümülat dünitler, verlit - Klinopiroksenitler ve kümülat gabrolardır (Karaman 1987). Kümülat gabroların üzerine izotrop gabrolar gelir. İzotrop gabrolar üzerinde ise çok dar bir alanda yayılım gösteren plajiogranit intrüzyonu

bulunur (Karaman 1987). İstifin en üstünde ise bazik volkanitler yer alır (Karaman 1987).

İncelenen alanında tektonitlerle ultramafik kümülatlar arasında oldukça kalın olan, şistli yapıda serpantinitleten oluşan bir zon bulunur (Poisson 1977; Özpınar vd. 1996). İnceleme alanlarındaki ofiyolitik seride levha dayk kompleksi ve yastık lavlar yer almamaktadır. O nedenle inceleme alanlarındaki ofiyolitik seri eksik dizi karakterli bir ofiyolit topluluğunu temsil etmektedir (Poisson 1977; Özpınar vd. 1996). Yeşilova ofiyoliti üzerine yataya yakın bir tektonik dokanakla, ofiyolitik kayaç parçaları, kireçtaşı olistolitleri içeren, matriksi radyolarit, çamurtaşı, serpantin ve ofiyolitik kayaç parçacıklarından oluşan Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı gelir (Şekil 2.5). Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı üzerinde açılal uyumsuzlukla Pliyo - Kuvaterner yaşlı, ofiyolit çakılları ve kumları içeren karasal karakterli Niyazlar Formasyonu (Poisson 1977; Özpınar vd. 1996) yer alır.

İnceleme alanlarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçların büyük bir kesimini oluşturan tektonitler, başlıca; harzburgit, dunit, dunitik kılıflı podiform kromit kütleleri ve bunları kesen mafik dayklar ile temsil edilmektedir (Koralay 2000). İnceleme alanlarındaki tektonitlerde harzburgitler daha fazla olarak bulunur. Dunitler tektonitler içerisinde bant ve merccekler şeklinde yer alır (Koralay 2000). Harzburgit ve dunitler arasındaki dokanaklar geçişlidir (Koralay 2000). Dunitlerin daha çok kromit yatakları çevresinde yer aldıkları görülür. Tektonitik harzburgit ve dunitlerde serpantinleşme nispeten azdır. Ancak mafik daykların yoğun olduğu kesimlerde, tektonik hatlarda serpantinleşme şiddeti çok fazladır (Koralay 2000). Tektonitlerin taban ilişkisi bilinmemektedir (Koralay 2000).

İnceleme alanlarında tektonitlerin üst dokanağında kümülatlar bulunur (Karaman 1987). Tektonit-kümülat dokanağında kalın bir serpantinize zon görülür ve buradaki serpantinitle şisti bir yapıda izlenir. Tektonit - kümülat dokanağında görülen serpantinitleten makaslanma ile oluşabileceği düşünülmektedir (Karaman 1987). Tektonitlerin taban ilişkisi bilinmediğinden kalınlığı hakkında bir tahmin yapılamamaktadır (Karaman 1987). Ancak Karaman (1987)'a göre tektonitlerin bölgedeki kalınlığı yaklaşık 1500 m olarak belirtilmiştir (Karaman 1987).

Diyabaz bileşimli dayklar çalışma alanında yaygın olarak görülmektedir (Karaman 1987). Piroksenit bileşimli dayklara göre daha yaygın olan diyabaz bileşimli dayklar, arazide yeşilimsi gri ve koyu gri renklerde görülür. Oldukça zor kırılan bu damar kayaçları bol çatlaklı olup, çatlaklar ikincil olarak beyaz renkli prehnit minerali tarafından doldurulmuştur (Karaman 1987). Daykların genişlikleri 1-3 m arasındadır ve zaman zaman 70 m'ye varan uzunlukta izlenmektedir. El örneklerinde masif ve ince taneli yapıda görülür. Kristalleri çıplak gözle görmek çoğu zaman olanaksızdır (Karaman 1987).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Arazi Çalışması

Arazi çalışması Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Salda - Düden - Doğanbaba köyleri arasındaki alanı kapsamaktadır (Şekil 1.2). Bu bölgelerdeki incelemeler, 1/100.000 ölçekli Denizli J9 paftalı jeolojik haritalar kullanılarak, 2019 Kasım ayında başlanmıştır (Şekil 3.1). Arazi çalışmasında karayolu ile ulaşım sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Lokasyonların genel görüntüsü **a)** lokasyon 9, **b)** lokasyon 10

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında alınan numuneler özelliklerini ve kökenini incelemek amacıyla laboratuvar ortamında çalışmalar yapılır. Bu çalışmalar; polarizan mikroskop incelemeleri, x-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri, taramalı elektron mikroskop (SEM) incelemeleri, jeokimyasal analiz incelemeleri olarak aşamalı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (EK-2, 3).

3.2.1. Polarizan mikroskop incelemeleri

Laboratuvar çalışmaları kısmının ilk aşamasında araziden alınan ultramafik-mafik kayalar ve bu kayaları kesen izole dayk örneklerinden çalışma alanının petrografik özelliklerini en iyi şekilde temsil edecek taze 25 (yirmi beş) adet seçilmiş ve bu seçilen örnekler kestirilerek ince kesit için hazırlanmıştır (Şekil 3.2). Kesilen örnekler Ankara'da bulunan M.T.A. laboratuvarlarına gönderilmiş ve ince kesit haline getirilmiştir.



Şekil 3.2. Petrografik incelemeler için hazırlanan örnekler

İnce kesit haline getirilen 25 adet örnek, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Optik Mineraloji laboratuvarında Polarizan Mikroskoplar (Nikon 50iPOL ve Nikon 100iPOL) altında incelenmiştir (Şekil 3.3). İnce kesitlerin fotoğraf çekimi ise Nikon Eclipse 50iPOL mikroskop yardımıyla Clemex 6.0 programı ile çekilmiştir.



Şekil 3.3. Polarizan mikroskop incelemeleri

3.2.2. X-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri

X-ışınları difraktometre (XRD) analizleri Dumlupınar Üniversitesi İLTEM Laboratuvarlarında (Kütahya) PANalytical Empyrean model yüksek-çözünürlüklü X-ışını toz difraktometresi (HR-XRPD) kullanılarak yapılmıştır. Tüm kayaç analizlerinde Cu $K\alpha$ radyasyonu, $K-\alpha 1$: 1.54060 Å, $K-\alpha 2$: 1.54443 Å, $K-\beta$: 1.39225 Å, $K\alpha 2/K\alpha 1$ Oranı: 0.5, Ni β filtre kullanılarak yapılmıştır. Veriler, 45 kV ve 40 mA

cihaz parametreleri kullanılarak 0.026°'lik adım büyüklüğü ile 257 sn'lik adım süresinde 2°'den 70°'ye (2θ) tarama yapılarak toplanmıştır.

3.2.3. SEM incelemeleri

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizleri Dumlupınar Üniversitesi İLTEM Laboratuvarlarında (Kütahya) FEI Nova Nano 650 model taramalı elektron mikroskobu ile mineral tanımlamaları ise EDAX marka enerji dağılımlı X-ışını spektrumu (EDX) kullanılarak yapılmıştır. Her bir kayaç örneğinin taze kırık yüzeyi çift taraflı bant ile Alüminyum örnek tutucuya yerleştirilerek iyon kaplayıcı ile ince bir film (20 Å) halindeki karbon ile kaplanmıştır (EK-2).

3.2.4. Jeokimyasal analiz incelemeleri

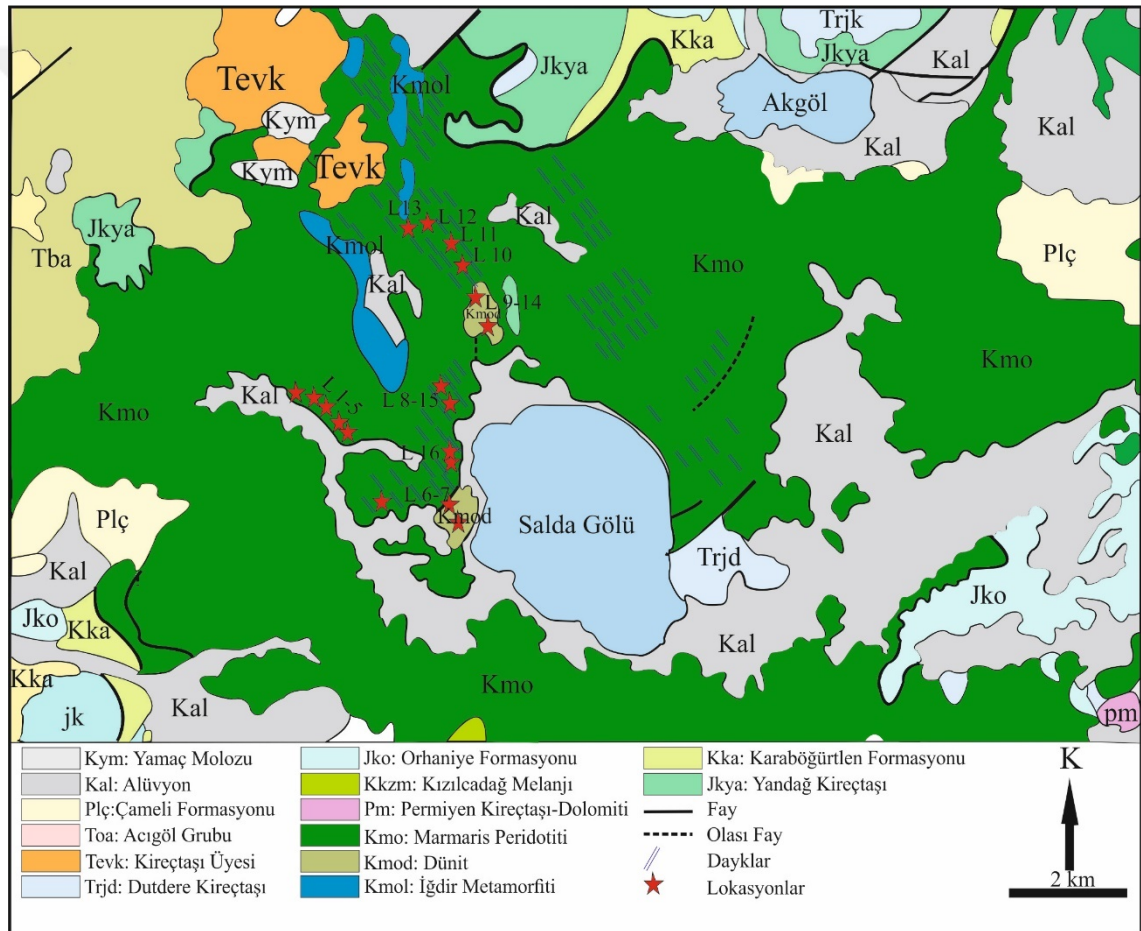
Jeokimyasal çalışmalara ait örnekler, petrografik, XRD ve SEM incelemelerinden sonra en ayrışmamış (taze) olanlardan seçilmiştir. Yeşilova ofiyolitik kayaçların ve bu kayaçlara sokulum yapan diyabaz daykların jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 15 (on beş) adet örneğin ana (major), iz ve nadir toprak element (REE) analizleri yaptırılmıştır. Örneklerin bu analizleri Bureau Veritas Mineral laboratuvarlarında (Kanada) yaptırılmıştır. Ana oksit elementleri, XRF tekniği ile tespit edilmiş, iz element ve nadir toprak elementlerinin analizleri ise 0.200 gr toz örnek LiBO_2 ile ergitilmiş ve sonra çözündürülerek ICP-MS yöntemi ile analizleri yapılmıştır. Ateşte kayıp değerleri, örneklerin 1000°C' de eritilişi ile elde edilmiştir (EK-3).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Arazi Çalışması

Çalışma alanında yapılan arazi çalışmaları sonucunda Yeşilova ofiyolitinde tabanda yeralan ultramafik kayaçlar (Şekil 4.1) izole diyabaz dayklar tarafından kesilmektedir. Mafik daykla, arazide grimsi-koyu grimsiden açık yeşilden-koyu yeşile kadar farklı renk tonlarına sahiptir. İnce taneli olup, kalınlıkları değişkenlik göstermektedir. Yer yer kestiği yan kayaçlarla arasında ince taneli, koyu renkli soğuma zonlarına rastgelmıştır.

Ayrıca yan kayaçlara göre daha sert / dayanıklı bir morfoloji göstermelerine rağmen, ultramafik-mafik kayaçlar gibi dayklarda da alterasyon izlerine de rast gelmektedir.



Şekil 4.1. Yeşilova (Burdur) ve çevresinin jeoloji haritası (MTA 2002; Çelik ve Chiaradia 2008’ den değiştirilerek alınmıştır)

İnceleme alanında yapılan arazi çalışmalarında 16 lokasyondan örnekler alınmış olup bu örneklerin koordinant, güzergâh, doğrultu / eğim bilgileri ve tabaka kalınlıkları çizelgede ayrıntılı olarak gösterilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Arazi çalışmasında lokasyonlarla ilgili arazi bilgileri (Şekil 4.1)

Lokasyon	Örnek Sayıları	Koordinat	Güzergâh	Doğrultu / Eğim	Daykın Kalınlığı (m)
Lok-1	(1-2) (2 Adet)	37°54'85" K 29°59'75" D	Salda-Düden Köyü Karayolu	K28B/10GB	3 - 4
Lok-2	(1-4) (4 Adet)	37°55'02" K 29°59'41" D	Salda-Düden Köyü Karayolu	K32B/4GB	2 - 3
Lok-3	(1-3) (3 Adet)	37°55'11" K 29°59'38" D	Salda-Düden Köyü Karayolu	-	-
Lok-4	(1-3) (3 Adet)	37°55'23" K 29°59'35" D	Salda-Düden Köyü Karayolu	K19B/8GB	2 - 3
Lok-5	(1-3) (3 Adet)	37°55'33" K 29°59'27" D	Salda-Düden Köyü Karayolu	-	-
Lok-6	(1-4) (4 Adet)	37°54'65" K 29°64'25" D	Salda-Doğanbaba Köyü Karayolu	K73B/13GB	1 - 2
Lok-7	(1-3) (3 Adet)	37°54'68" K 29°64'23" D	Salda-Doğanbaba Köyü Karayolu	K65B/22GB	0 - 2
Lok-8	(1-3) (3 Adet)	37°57'20" K 29°64'07" D	Salda-Doğanbaba Köyü Karayolu	K80B/79GB	1 - 2
Lok-9	(1-4) (4 Adet)	37°60'01" K 29°64'57" D	Doğanbaba-Çardak Köyü Karayolu	K12B/8KB	2 - 3
Lok-10	(1-3) (3 Adet)	37°61'23" K 29°64'18" D	Doğanbaba-Çardak Köyü Karayolu	K19B/15GB	2 - 3
Lok-11	(1-3) (3 Adet)	37°61'76" K 29°64'22" D	Doğanbaba-Çardak Köyü Karayolu	-	-
Lok-12	(1-3) (3 Adet)	37°62'34" K 29°63'97" D	Doğanbaba-Çardak Köyü Karayolu	K40B/4GB	1 - 2

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.1'in devamı

Lokasyon	Örnek No	Koordinat	Güzergâh	Doğrultu / Eğim	Daykın Kalınlığı (m)
Lok-13	(1-3) (3 Adet)	37°62'73" K 29°62'95" D	Doğanbaba- Çardak Köyü Karayolu	K43D/12KB	1 - 2
Lok-14	(1-3) (3 Adet)	37°60'22" K 29°64'40" D	Doğanbaba- Çardak Köyü Karayolu	K17D/13KB	1 - 2
Lok-15	(1-2) (2 Adet)	37°57'29" K 29°64'03" D	Salda-Doğanbaba Köyü Karayolu	K13D/21GD	1 - 2
Lok-16	(1-3) (3 Adet)	37°57'29" K 29°63'97" D	Salda-Doğanbaba Köyü Karayolu	G43B/37KB	1 - 2

16 (on altı) adet lokasyonda gerçekleşen arazi çalışmasında kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini tespit etmek amacıyla 50 (elli) adet örnek alınmıştır. Alınan bu örnekler mikroskop altında incelenerek, jeokimyasal analizler için uygun numuneler seçilmiştir.

Her bir istasyonda bulunan izole diyabaz daykların arazi özellikleri ayrıntılı olarak Bölüm 4.2'de verilmiştir.

4.2. Lokasyonlar

Çalışmalar Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Salda - Düden - Doğanbaba köyleri arasında gerçekleşmiştir. Çalışma alanında 16 lokasyon belirlenmiş olup bu lokasyonlarla ana kayaç ve dayklardan el örnekleri alınmıştır.

4.2.1. Lokasyon 1

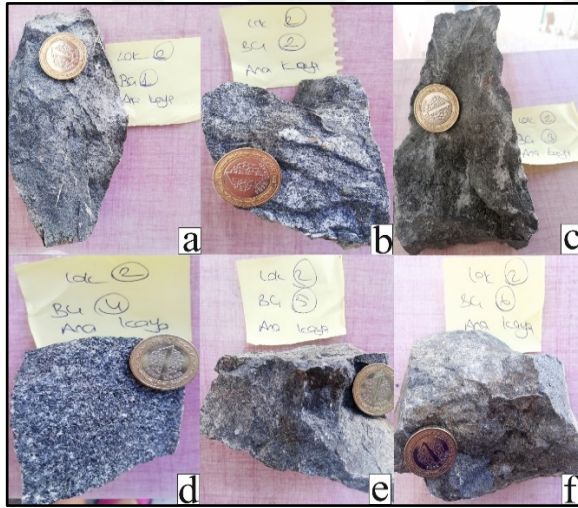
Lokasyon 1, Salda - Düden köyleri arasında olup 37°54'85" K - 29°59'75" D koordinatlarında yer almaktadır. Bu lokasyonda yer alan ana kayaçlardan iki adet el örneği alınmış olup yapılan arazi gözlemlerinde kayaçlar serpantinleşmiş, koyu yeşil - siyahımsı renkli, ince taneli, çatlaklı yapıya sahiptir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Lokasyon 1’den alınan el örnekleri görselleri

4.2.2. Lokasyon 2

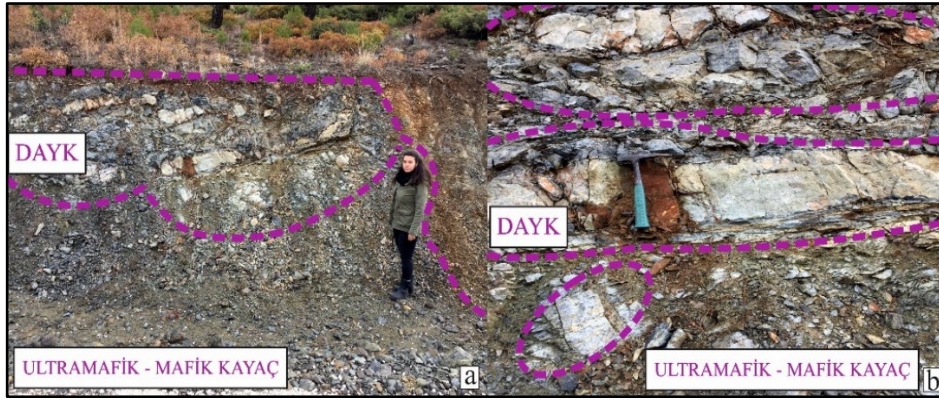
Lokasyon 2, Salda - Düden köyleri arasında olup $37^{\circ}55'02''$ K - $29^{\circ}59'41''$ D koordinatlarında yer almaktadır. Bu lokasyonda yer alan ana kayalardan altı adet el örneği alınmış olup yapılan arazi gözlemlerinde kayalar serpantinleşmiş, koyu yeşil - siyahımsı renkli, ince taneli, çatlaklı yapıya sahiptir (Şekil 4.3). Daykların doğrultusu K32B / 4GB’dır.



Şekil 4.3. Lokasyon 2’den alınan el örnekleri görselleri

4.2.3. Lokasyon 3

Lokasyon 3, Salda - Düden köyleri arasında olup $37^{\circ}55'11''$ K - $29^{\circ}59'38''$ D koordinatlarında yer almaktadır. Bu lokasyonda yer alan ana kayalardan dört adet el örneği alınmış olup yapılan arazi gözlemlerinde ana kayalar serpantinleşmiş, koyu yeşil - siyahımsı renkli, ince taneli, çatlaklı yapıda görülmektedir. Dayk mercikleri ise daha açık renkli bej renkli, ince taneli olarak görülmekte olup hafif faylanma mevcuttur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Lokasyon 3 a) genel görünüm, b) lokasyonda gözlenen dayk mercekleri

4.2.4. Lokasyon 4

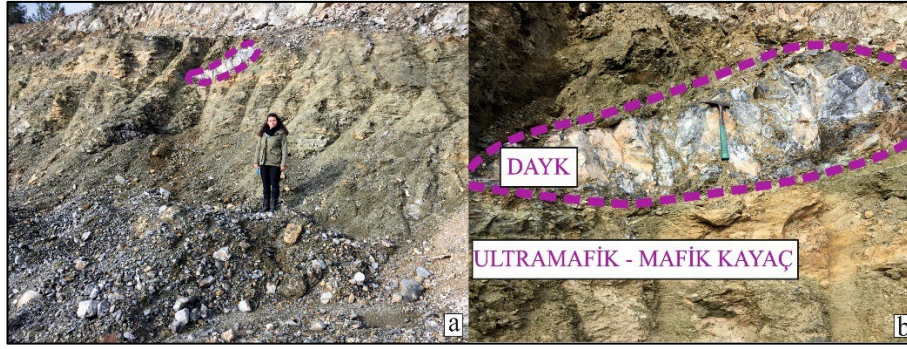
Lokasyon 4, Salda - Düden köyleri arasında olup $37^{\circ}55'23''$ K - $29^{\circ}59'35''$ D koordinatlarında yer almaktadır. Bu lokasyonda yer alan ana kayalardan üç adet el örneği alınmış olup yapılan arazi gözlemlerinde kayalar serpantinleşmiş, bozunmuş, koyu yeşil - siyahımsı, koyu mavi renkli, ince taneli, çatlaklı yapıya sahiptir (Şekil 4.5). Daykların doğrultusu K19B / 8GB'dır.



Şekil 4.5. Lokasyon 4'den a), b) ve c) alınan el örnekleri

4.2.5. Lokasyon 5

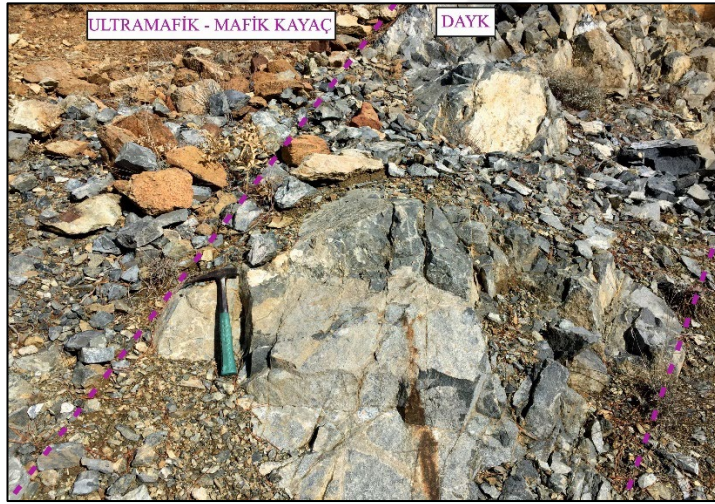
Lokasyon 5, Salda - Düden köyleri arasında olup $37^{\circ}55'33''$ K - $29^{\circ}59'27''$ D koordinatlarında yer almaktadır. Bu lokasyonda yer alan ana kayalardan üç adet el örneği alınmış olup yapılan arazi gözlemlerinde ana kayalar serpantinleşmiş, koyu yeşil - siyahımsı renkli, ince taneli, çatlaklı yapıda görülmektedir. Dayk mercekleri bu lokasyonda mercek şekilde ara ara gözlenmekte olup, ana kayaca göre açık renkli bej renkli, ince taneli olarak görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Lokasyon 5 a) genel görünüm, b) dayk merceğinin yakından görünümü

4.2.6. Lokasyon 6

Lokasyon 6, Salda -Doğanbaba köyleri arasında 37°54'65" K - 29°64'25" D koordinatlarında yer almaktadır. Çalışma alanında gözlemlenen; ana kayalar toprak örtüsü ile kapanmış olup, yer yer serpantinleşmiş ana kayalar, dayklara göre daha koyu renkli, çatlaklı yapıda gözlenmiştir, dayklar ise belirli aralıklarla devam eden düzlemsel yapılar ile yüzeylenmiştir, dayklar ana kayalara göre açık renkli bej, gri, sarı renkli, az çatlaklı, ince taneli görülmüş olup dayklarda parçalanmalar kopmalar görülmüştür (Şekil 4.7). Daykların doğrultusu K73B / 13GB'dır.



Şekil 4.7. Lokasyon 6 genel görünüm

4.2.7. Lokasyon 7

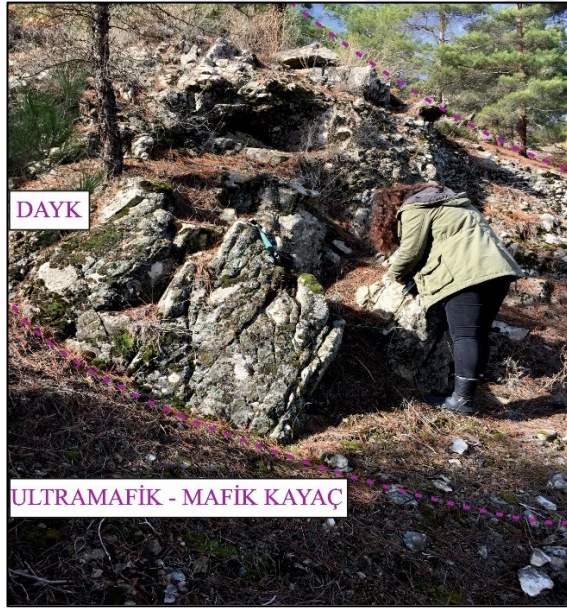
Lokasyon 7, Salda-Doğanbaba köyleri arasında 37°54'65" K - 29°64'25" D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında kayalar toprak örtüsü ile kapanmış olup dayklar yüzeylenmiştir. Dayklar paralel olarak devam eden yapılar olarak gözlenmektedir. İnceleme alanında bulunan dayklardan alınan örnekler açık renkli, bej, sarımsı, açık gri renkli, az çatlaklı, ince taneli yapıya sahiptir (Şekil 4.8). Daykların doğrultusu K65B / 22GB'dır ve kalınlığı 0-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.8. Lokasyon 7 **a)** genel görünüm, **b)** daykların yakın görünümü

4.2.8. Lokasyon 8

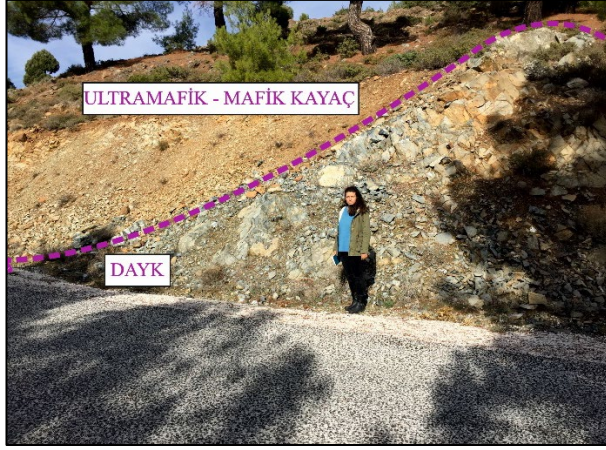
Lokasyon 8, Salda - Doğanbaba köyleri arasında $37^{\circ}57'20''$ K - $29^{\circ}64'07''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında yapılan arazi gözlemleri sonucunda Lokasyon 8’de bulunan dayklar paralel bir şekilde devamlılık göstermektedir, örnekler açık renkli, bej, sarımsı, açık gri renkli, az çatlaklı, ince taneli yapıya sahiptir (Şekil 4.9). Daykların doğrultusu K80B / 79GB’dır ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.9. Lokasyon 8’da dayk örnekleri

4.2.9. Lokasyon 9

Lokasyon 9, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}60'01''$ K - $29^{\circ}64'57''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanındaki yol yarması üzerinde bulunan faylanma ile ana kayaç ve dayk çok belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Dayklarda yapılan gözlemler sonucunda açık renkli, bej, sarımsı, açık gri renkli, az çatlaklı, ince taneli yapıya sahiptir (Şekil 4.10). Daykların doğrultusu K12B / 8KB’dır ve kalınlığı 2-3 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.10. Lokasyon 9 genel görünüm

4.2.10. Lokasyon 10

Lokasyon 10, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}61'23''$ K - $29^{\circ}64'18''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanındaki yol yarmasında dayklar gözlenmiştir. Ultramafik-mafik kayalar toprak örtüsü ile örtülmüş olup yüzeylenen kısımlardan alınan örneklerde koyu renkli, yeşilimsi, lacivert renklerde, az kırıklı, ince taneli olarak gözlenmiştir. Dayklar kırıklı - çatlaklı, ultramafik-mafik kayalara göre gri renkli, az kırıklı, ince taneli olarak gözlenmektedir (Şekil 4.11). Daykların doğrultusu K19B / 15GB'dır ve kalınlığı 2-3 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.11. Lokasyon 10 genel görünüm

4.2.11. Lokasyon 11

Lokasyon 11, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}61'76''$ K - $29^{\circ}64'22''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanındaki ana kayalar koyu lacivert, yeşil, siyah renkli, serpantinleşmiş, ince taneli olarak gözlenmiştir. Dayk mercikleri ise kırıklı - çatlaklı, ultramafik-mafik kayalara göre açık renkli bej renkli, ince taneli olarak görülmekte olup hafif faylanma mevcuttur (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Lokasyon 11 genel görünüm

4.2.12. Lokasyon 12

Lokasyon 12, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}62'34''$ K - $29^{\circ}63'97''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında gözlemlenen dayklar paralel olarak devamlılık göstermektedir. Dayklar kırıklı-çatlaklı, bej, yeşilimsi, gri renkli, ince taneli, az çatlaklı olarak gözlemlenir (Şekil 4.13). Daykların doğrultusu K40B / 4GB'dır ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.13. Lokasyon 12 genel görünümü

4.2.13. Lokasyon 13

Lokasyon 13, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}62'73''$ K - $29^{\circ}62'95''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanındaki gözlemlenen dayklar toprak örtüsü üzerinde yüzeylenmiş, kırıklı - çatlaklı, gri, bej renkli, ince taneli yapıda gözlenmiştir (Şekil 4.14). Daykların doğrultusu K43D / 12KB'dır ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.14. Lokasyon 13'te dayk örneğinin yakın görünümü

4.2.14. Lokasyon 14

Lokasyon 14, Doğanbaba - Çardak karayolu üzerinde $37^{\circ}60'22''$ K - $29^{\circ}64'40''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında gözlemlenen dayklar paralel olarak devamlılık göstermektedir. Dayklar kırıklı - çatlaklı, koyu yeşil, gri, bej renklerde, ince taneli yapıda gözlenmiştir (Şekil 4.15). Daykların doğrultusu K17D / 13KB'dır ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.15. Lokasyon 14'te paralel devam eden dayklar ve genel görünümü

4.2.15. Lokasyon 15

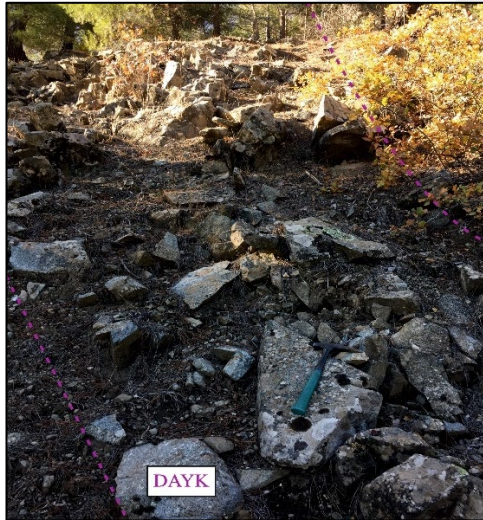
Lokasyon 15, Salda - Doğanbaba karayolu üzerinde $37^{\circ}57'29''$ K - $29^{\circ}64'03''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında gözlemlenen dayklar paralel olarak devamlılık göstermektedir. Dayklar kırıklı - çatlaklı, gri, bej renklerde, ince taneli yapıda gözlenmiştir (Şekil 4.16). Daykların doğrultusu K13D / 21GD'dur ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir.



Şekil 4.16. Lokasyon 15 genel görünüm

4.2.16. Lokasyon 16

Lokasyon 16, Salda - Doğanbaba karayolu üzerinde $37^{\circ}57'29''$ K - $9^{\circ}63'97''$ D koordinatlarında yer almaktadır. İnceleme alanında gözlemlenen dayklar paralel olarak devamlılık göstermektedir. Dayklar kırıklı - çatlaklı, gri, bej renklerde, ince taneli yapıda gözlenmiştir. Daykların doğrultusu G43B / 37KB'dır ve kalınlığı 1-2 m olarak yüzeylenmektedir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Lokasyon 16'da devamlılık gösteren dayk örneklerinin yakın görünümü

4.3. Mineraloji-Petrografi

4.3.1. Örneklerin petrografik özellikleri

İnceleme alanında yapılan çalışmalarda Burdur ili, Yeşilova ilçesinde yüzylenen ve ilçe ile aynı ismi alan Yeşilova ofiyoliti ve bu ofiyolitli kesen izole diyabaz dayklardan alınan örnekler göre, bölgenin karakteristik özelliklerini yansıtan on beş adet örnekten mineralojik ve petrografik özelliklerinin incelemeleri sonucunda 4 (dört) kayaç türü tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Araziden alınan kayaç türleri (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz, Bi: Biyotit, Ti: Titanit)

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 1 Örnek no 1	Elek / Ağ	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 1 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Plj + Kps ± Opak mineral	Uralitleşme Kloritleşme	Gabro
Lokasyon 2 Örnek no 5	Ofitik / Subofitik	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 3 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit
Lokasyon 3 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik	Kps ± Ol ± Opak mineraller	Serpantinleşme Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 4 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit
Lokasyon 4 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme	Dayk
Lokasyon 5 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ti ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 5 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 6 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 7 Örnek no 3	Elek / Ağ doku	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 8 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 8 Örnek no 2	Elek / Ağ doku	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.2'nin devamı

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 9 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme Serisitleşme	Dayk
Lokasyon 9 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 10 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme Serisitleşme	Dayk
Lokasyon 11 Örnek no 1	Elek / Ağ doku	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit
Lokasyon 11 Örnek no 3	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Dayk
Lokasyon 12 Örnek no 1	Elek / Ağ	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 13 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 14 Örnek no 1	Elek / Ağ	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 14 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 15 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Bi ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 16 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Kps + Plj ± Ol ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Gabro
Lokasyon 16 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Plj + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Kloritleşme Uralitleşme	Dayk

(A) Ultramafik-mafik kayaçlar**Serpantinit**

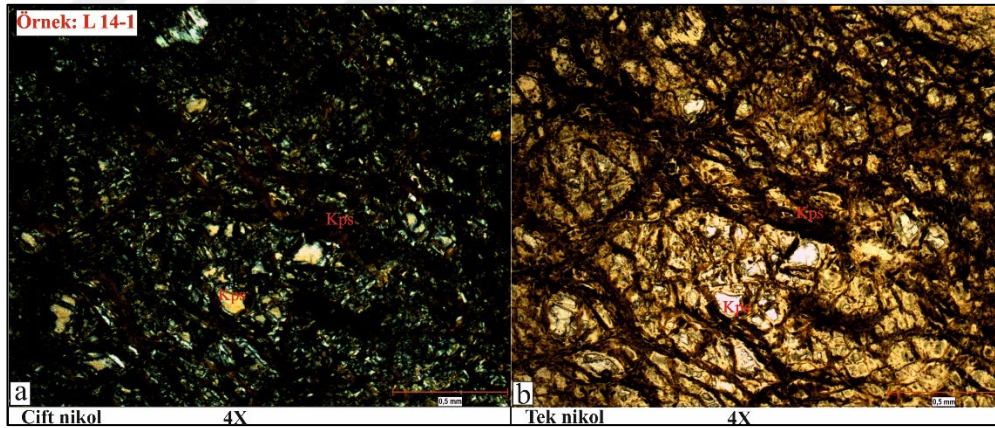
Açık - koyu yeşil renkli, yeşilimsi - siyah veya siyah renkte gözlenmektedir. Düşük silikalı, mafik ve ultramafik kayaçların oksitlendiği ve su ile serpantinite ve hidrolize edildiği, ısı ve suyu içeren jeolojik olarak düşük sıcaklıkta oluşmuş olup metamorfik farklılaşması ile oluşan kayaç türüdür.

İnceleme alanındaki alınan örneklerde olivinlerin ve piroksenlerin alterasyonu sonucunda ağ / elek dokusu görülmektedir. Kayaçlarda serpantinleşme en yaygın bozunma türüdür (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Serpantinit kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz)

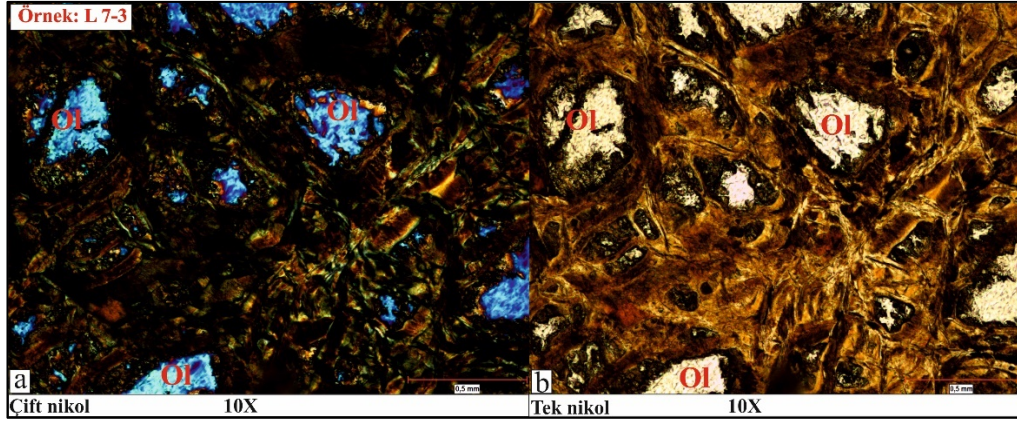
Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 6 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 7 Örnek no 3	Elek / Ağ doku	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 8 Örnek no 2	Elek / Ağ doku	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit
Lokasyon 14 Örnek no 1	Elek / Ağ	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Serpantinit

Doku: Olivin ve piroksen minerallerinin serpantinleşmesi ile serpantin minerallerinin oluşmasıyla ortaya çıkan dokuya elek / ağ doku gözlenir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Serpantinit kayacında gözlenen elek / ağ doku, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen 4x objektif altında görünümü)

Olivin: Tek nikolde optik engebesi yüksek, dilinim göstermemesi ve bol çatlaklı, yarı özşekilli - özşekilsiz olması ile kolaylıkla tanınır. Çatlakları ve kenarlarından itibaren serpantinleşmiş olup, kenar kesimlerinde küçük, siyah renkli opak minerallerde görülür (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Serpantinit kayacında gözlemlenen Olivin minerali, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Ol: Olivin 10x objektif altında görünümü)

Verlit

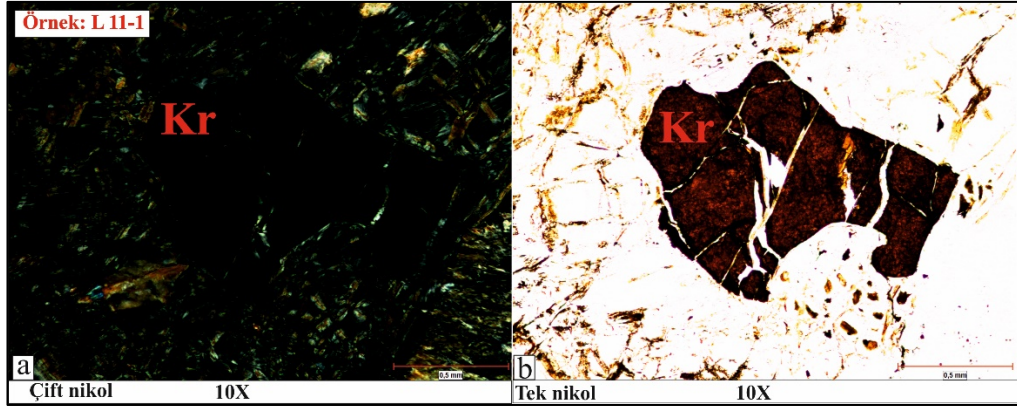
İnceleme alanında açık - yeşil, sarımtırak yeşil olarak gözlenmektedir. Kolay kırılır. Serpantinleşmenin yaygın olduğu ve buna bağlı olarak elek / ağ doku gelişmiştir.

Kayaçlarda genellikle serpantinleşme bozunma türleri gözlenmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Verlit kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Kromit, Plj: Plajiyoklaz)

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 3 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit
Lokasyon 4 Örnek no 1	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit
Lokasyon 11 Örnek no 1	Elek / Ağ doku	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Verlit

Kromit: İnce kesitte tek nikolde kırmızımsı - kahverengi renklerinde gözlenmektedir. Kromitler, orta - iri taneli, yarı özşekilli - özşekilsiz olarak diğer minerallerden ayrılır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Verlit kayacında gözlemlenen kromit minerali, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Kr: Kromit 10x objektif altında görünümü)

Gabro

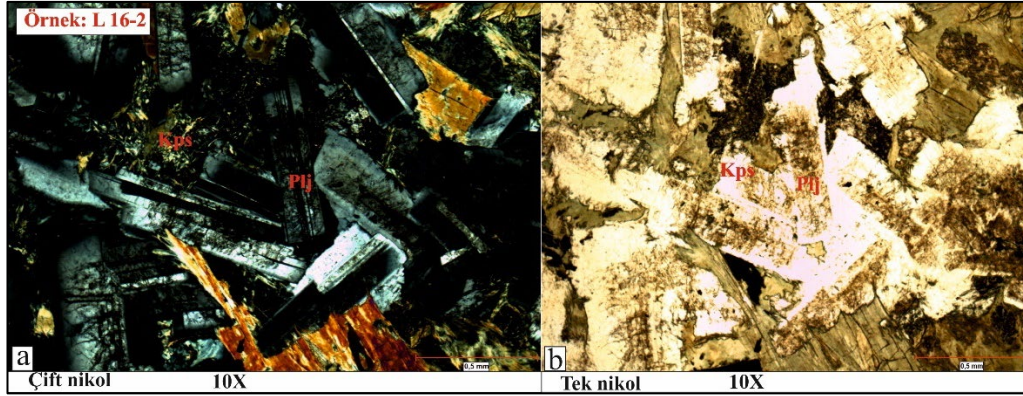
Genellikle masif görümlü açık yeşil, yeşilimsi gri renklerde gözlenmekte olup, orta iri tanelidir. Mikroskop incelemelerinde klinopiroksen, plajiyoklazlardan oluşmaktadır.

Kayaçlarda genellikle uralitleşme, kloritleşme gibi bozunma türleri gözlenmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Gabro kayaçlarından alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Plj: Plajiyoklaz)

Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 1 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Plj + Kps ± Opak mineral	Uralitleşme Kloritleşme	Gabro
Lokasyon 16 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Kps + Plj ± Ol ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Gabro

Doku: Plajiyoklaz mineralleri birbirlerini engellemeli şekilde keserek aralarına piroksen ve Olivin gibi minerallerinin almasıyla oluşan ofitik / subofitik doku gözlenmiştir. Ayrıca plajiyoklazların arasındaki boşlukları kama şeklinde az miktarda klinopiroksen minerallerinin doldurulması ile oluşan intersertal doku türü gözlenmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Gabro kayacında gözlemlenen intersertal doku, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Plj: Plajiyoklaz, Kps: Klinopiroksen 10x objektif altında görünümü)

(B)-Dayklar

Diyabaz Dayklar

Bu dayk çeşidi daha üste bulunan yastık lavlara besleyici dayk görevi görmekte ve daha altta bulunan gabrolara kadar uzanmaktadır. Bu çeşit dayklar genişleme zonlarında, bazaltik bir magmanın enjeksiyonu ile oluştuğu düşünülmektedir. Dayklarda görülen doku çeşidi, mineralojik bileşim ve alterasyon türleri Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dayklardan alınan numunelerde yapılan mikroskop inceleme sonuçları (Kps: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Kr: Krom, Plj: Plajiyoklaz, Bi: Biyotit, Ti: Titanit)

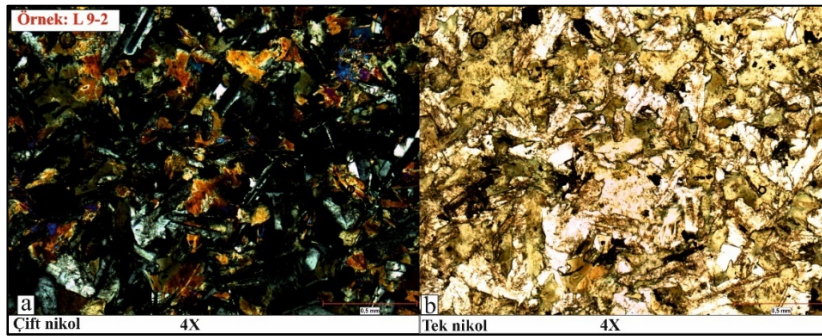
Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 2 Örnek no 5	Ofitik / Subofitik	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 3 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik	Kps ± Ol ± Opak mineraller	Serpantinleşme Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 4 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme	Dayk
Lokasyon 5 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ti ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 5 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk

(Devamı Arkada)

Çizelge 4.6'nın devamı

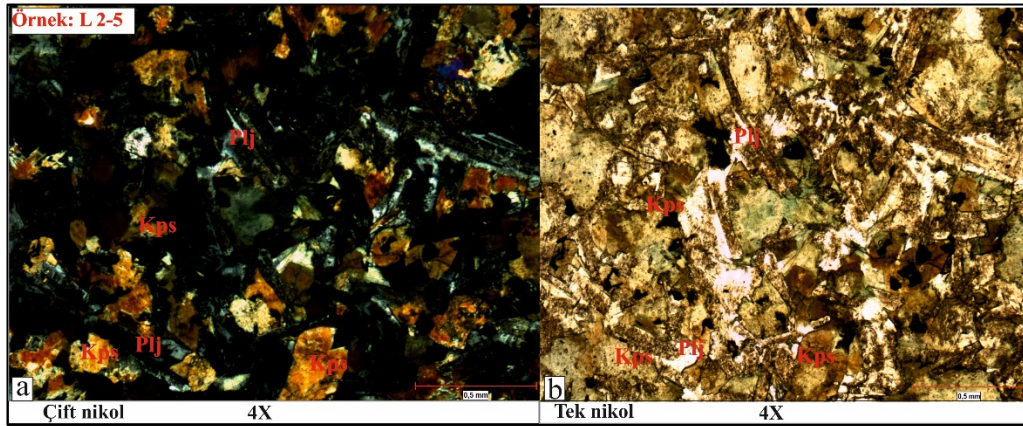
Örnek No	Doku	Mineralojik Bileşim	Alterasyon Türleri	Kayaç Türü
Lokasyon 8 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 9 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme Serisitleşme	Dayk
Lokasyon 9 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 10 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme Serisitleşme	Dayk
Lokasyon 11 Örnek no 3	Elek / Ağ	Ol + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Serpantinleşme	Dayk
Lokasyon 12 Örnek no 1	Elek / Ağ	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 13 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Plj + Kps ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 14 Örnek no 2	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 15 Örnek no 1	Ofitik / Subofitik	Kps + Plj ± Ol ± Bi ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk
Lokasyon 16 Örnek no 3	Ofitik / Subofitik / İntersertal	Plj + Kps ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme	Dayk

Doku: yapılan incelemeler sonucunda dayklarda iki çeşit doku tüü gözlenmiştir. Bunlar; ofitik / subofitik doku ve intersertal doku türü gözlenmektedir (Şekil 4.22).



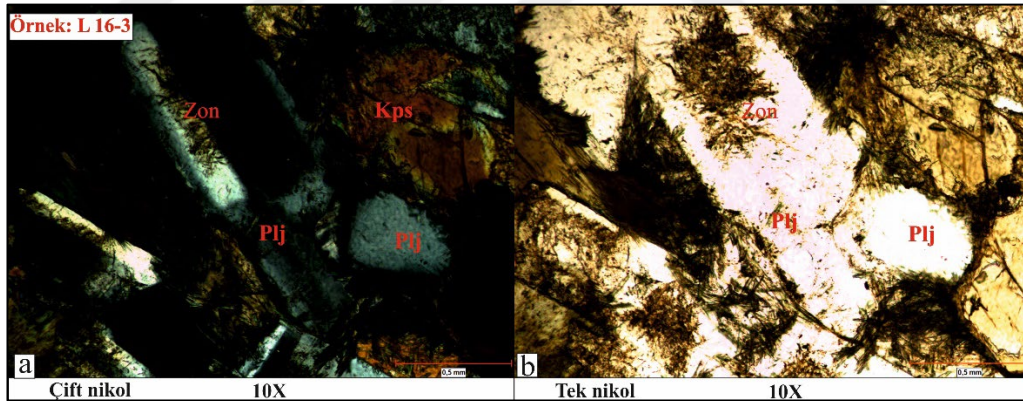
Şekil 4.22. Dayklarda gözlemlenen ofitik/subofitik doku, a) çift nikol görünümü, b) tek nikol görünümü (Plj: Plajiyoklaz 4x objektif altında görünümü)

Klinopiroksen: Tek nikolde renksiz, çift nikolde ise canlı girişim renkleri gösteren, iri-orta taneli, özşekilli - yarı özşekilli olarak gözlemlenir (Şekil 4.23).



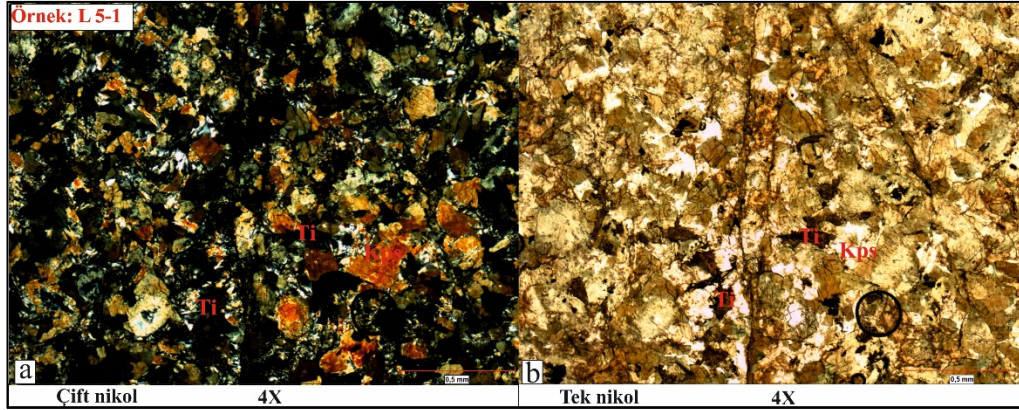
Şekil 4.23. Dayklarda gözlemlenen Klinopiroksen minerali, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz 4x objektif altında görünümü)

Plajiyoklaz: Tek nikolde renksiz, çift nikolde düşük girişim renkli, özşekilli-yarı özşekilli - özşekilsiz, polisentetik ikizlenme ve eğik sönme gösteren, bazı örneklerinde zonlanma göstererek diğer minerallerden ayrılır (Şekil 4.24).



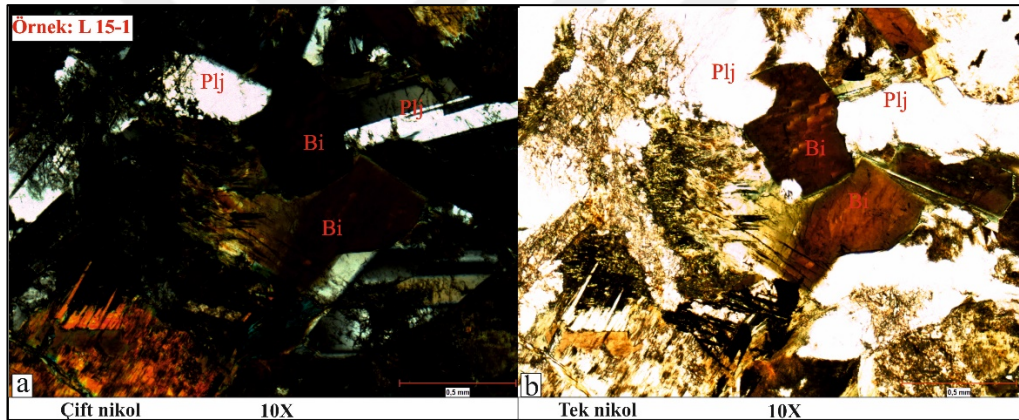
Şekil 4.24. Dayklarda gözlemlenen Plajiyoklaz minerali ve Plajiyoklaz mineralinde gözlemlenen zonlanma, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz, Zon: Plajiyoklazlarda zonlanma 10x objektif altında görünümü)

Titanit: Tek nikolde kahverengi renkli, yarı özşekilli - özşekilsiz, çift kırması ve optik engebesi yüksektir (Şekil 4.25). Olivin içeren dayklarda eser miktarda bulunur.



Şekil 4.25. Dayklarda gözlemlenen titanit minerali, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Kps: Klinopiroksen, Ti: Titanit 10x objektif altında görünümü)

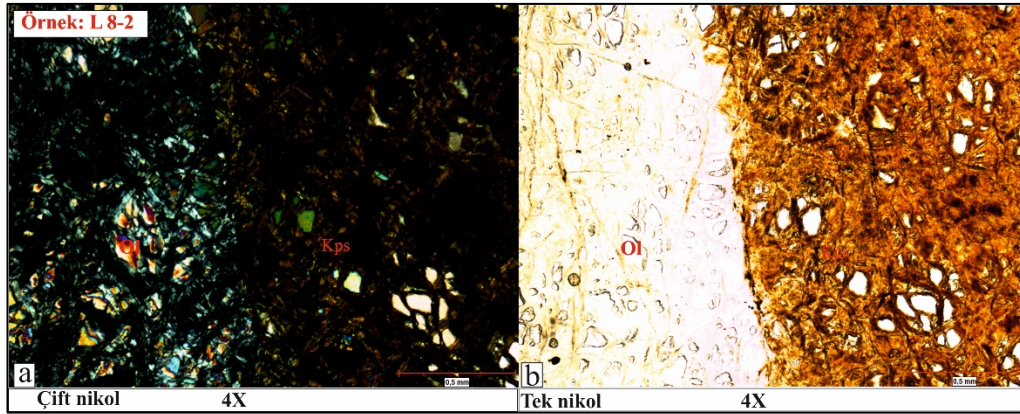
Biyotit: Tek nikolde kahverengi renkli, levhamsı şekil gösteren, özşekilli - yarı özşekilli, optik engebesi yüksek, paralel sönme gösterir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Dayklarda gözlemlenen biyotit minerali, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Bi: Biyotit, Plj: Plajiyoklaz, 10x objektif altında görünümü)

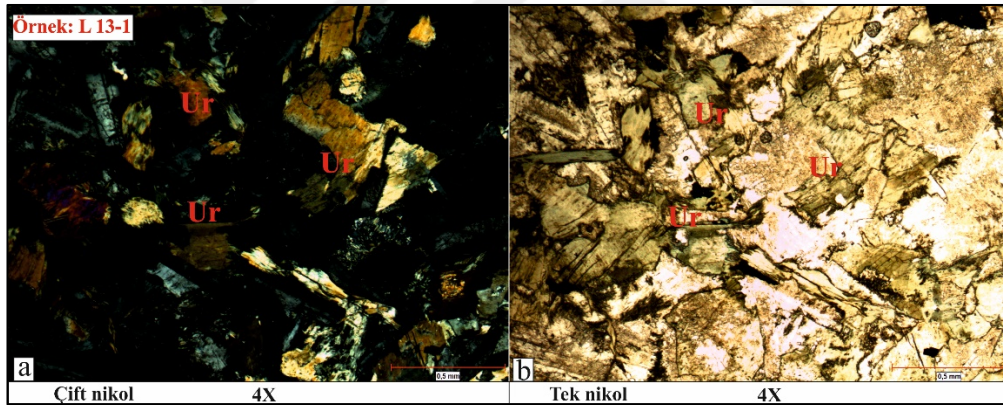
(C)- Ultramafik-mafik kayalarda ve dayklarda gözlenen alterasyon türleri

Serpantinleşme: Olivin, piroksen gibi minerallerin belirli basınç ve sıcaklık altında hidratlaşmaları sonucu serpantin grubu minerallere dönüşmesi olayıdır. Bunlar mikroskop altında elek / ağ dokusu göstermeleriyle tanınırlar (Şekil 4.27).



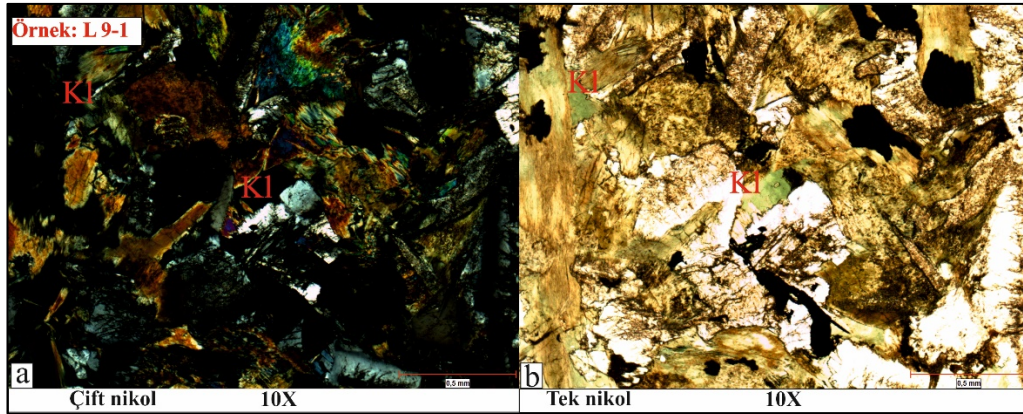
Şekil 4.27. Serpantinit kayacında gözlemlenen alterasyon türü olan serpantinleşme, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen 4x objektif altında görünümü)

Uralitleşme: Piroksen minerallerinin kenarlarında veya dilinim yüzeylerinden itibaren kısmen veya tamamen, çok ince taneli, lifsi, prizmatik, iğnemsî - lifsi minerallere dönüşmesi sürecidir (Şekil 4.28).



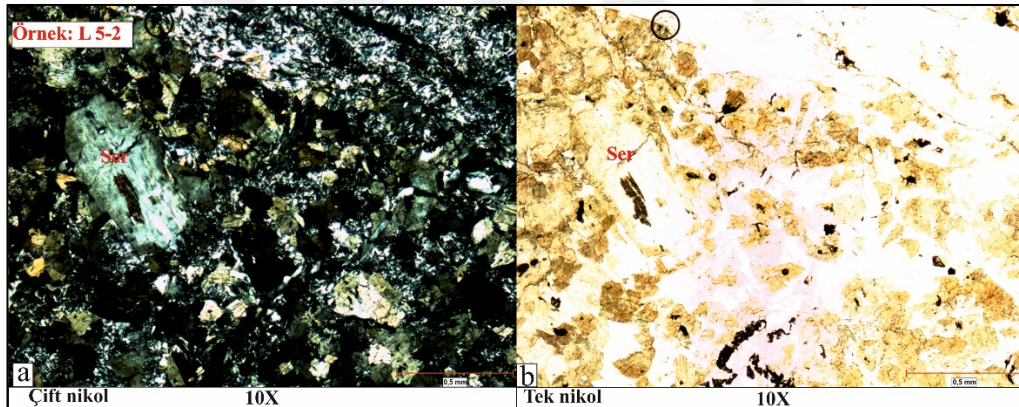
Şekil 4.28. Dayklarda gözlemlenen alterasyon türü olan uralitleşme, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Ur: Uralitleşme 10x objektif altında görünümü)

Kloritleşme: Kayaçlarda bulunan genellikle biyotit, amfibol, piroksen gibi minerallerin klorit mineraline dönüşmesidir. Genellikle mafik kayalarda gözlenen bozunma şeklidir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Daykta gözlemlenen alterasyon türü olan kloritleşme, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Kl: Kloritleşme 10x objektif altında görünümü)

Serisitleşme: Feldispat minerallerinin hidrotermal solüsyonların veya atmosferik koşulların etkisi altında kalmaları sonucunda küçük muskovit pulcuklarına (yaklaşık olarak 0.01 mm küçük) dönüşmelerine denilir. Bunlar ince kesitte mikroskop altında II. Nikolde pırıltılı bir girişim rengi göstermeleriyle ayırt edilir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Daykta gözlemlenen alterasyon türü olan serisitleşme, **a)** çift nikol görünümü, **b)** tek nikol görünümü (Ser: Serisitleşme 10x objektif altında görünümü)

4.3.2. Örneklerin X-ışınları kırınımı (XRD) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) sonuçları

İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda petrografik incelemenin sınırlı olduğu (özellikle kil minerallerinin tespiti) durumlarda yapılan, XRD analizleri için inceleme alanından alınan numunelerden 5 (beş) adet, SEM analizleri için inceleme alanında alınan numunelerden 6 (altı) adet numune seçilmiştir (Çizelge 4.7) (EK-2).

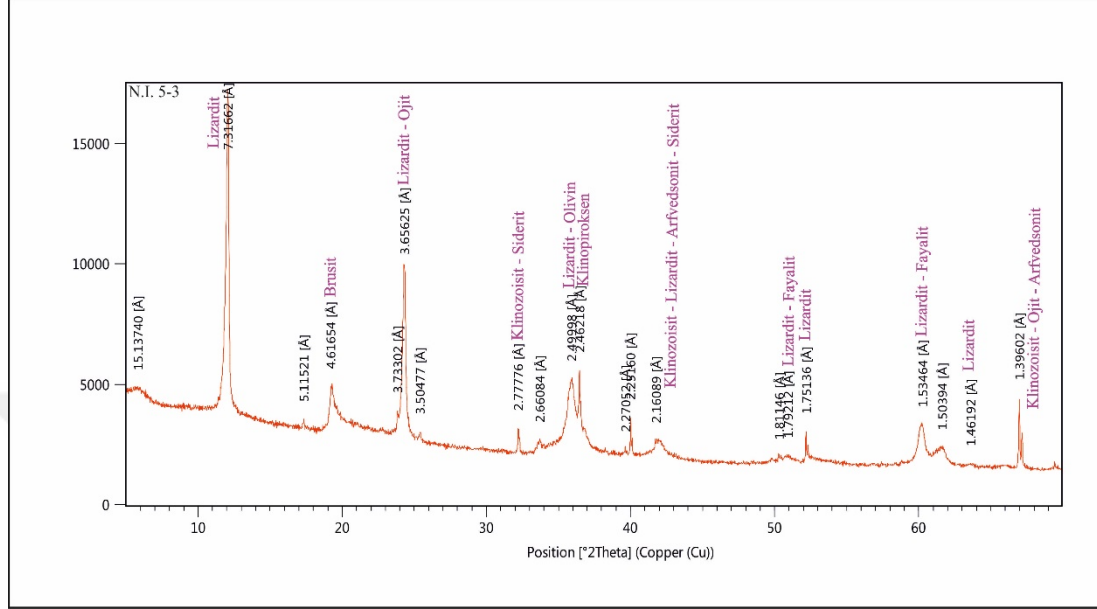
Bu teknikler yardımıyla elde edilen numune ve görüntü analizleri ile minerallerin kimyasal bileşimlerinin tespiti ve tanımlanması, kristal yapıları ve morfolojileri gibi özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çizelge 4.7. Ultramafik-mafik kayaların mikroskop, XRD ve SEM sonuçlarına göre mineral bileşimleri (Ol: Olivin, Kps: Klinopiroksen, Plj: Plajiyoklaz Kr: Kromit, Bi: Biyotit)

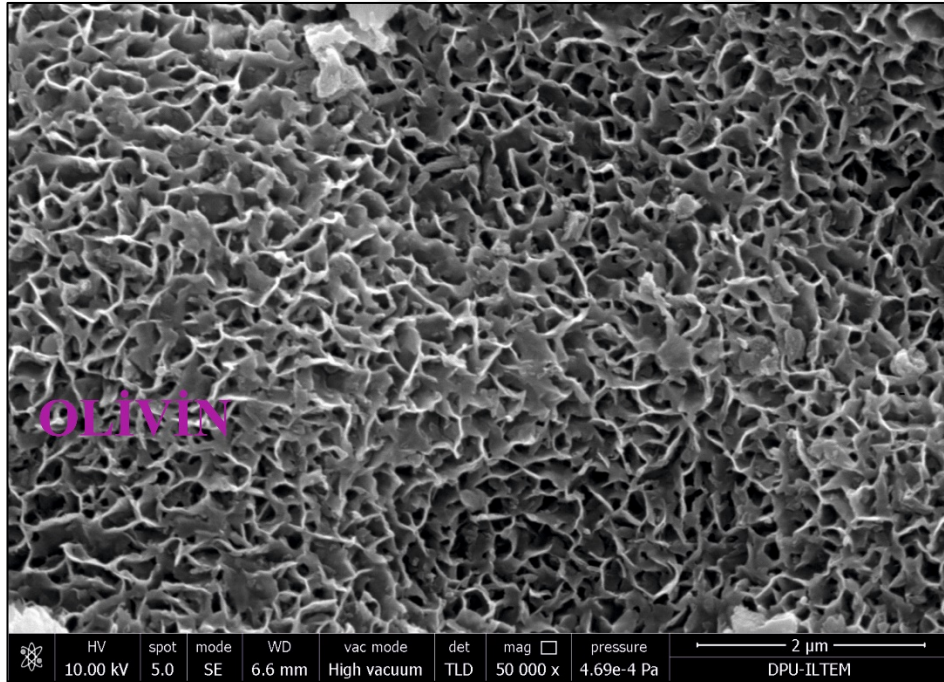
Örnek No Kayaç Türü	Analitik Teknik	Mineral Bileşimi	Alterasyon
3-1 Verlit	Mikroskop	Ol + Kps ± Kr ± Opak min.	Serpantinleşme
	XRD	Lizardit + Klinozoisit + Klinoklor + Diyopsit + Rutil + Ojit + Magnetit + Hematit + Olivin + Zirkon + Kromit + Brusit + Prehnit	
	SEM	Lizardit	
5-3 Serpantinit	Mikroskop		Serpantinleşme
	XRD	Lizardit + Klinozoisit + Klinopiroksen + Fayalit + Ojit + Arfvedsonit + Siderit + Olivin + Brusit	
	SEM	Olivin	
12-2 Dayk	Mikroskop	-	Serpantinleşme Uralitleşme Kloritleşme
	XRD	Lizardit + Klinozoisit + Magnetit + Ojit + Diyopsit + Prehnit + Arfvedsonit + Hematit + Rutil + Rihterit	
	SEM	Lizardit + Ojit	
14-1 Serpantinit	Mikroskop	Kps + Ol ± Kr ± Opak mineral	Serpantinleşme
	XRD	Lizardit + Diyopsit + Prehnit + Klinoklor	
	SEM		
15-1 Dayk	Mikroskop	Kps + Plj ± Ol ± Bi ± Kr ± Opak mineraller	Uralitleşme Kloritleşme
	XRD	Klinopiroksen + Lizardit + Diyopsit + Hematit	
	SEM		

■

- **Ultramafik-mafik kayaçlarda XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre:** Serpantinit (L 5-3) içerisinde (Çizelge 4.7) SEM analizleri sonucu oluşan lizardit, klinozoisit, klinopiroksen, fayalit, ojit, arfvedsonit, siderit, olivin, brüst bulundugu görülmektedir (Şekil 4.31 ve 4.32) (Çizelge 4.8).



Şekil 4.31. Serpantinit (L 5-3) örneğinde XRD grafiğı

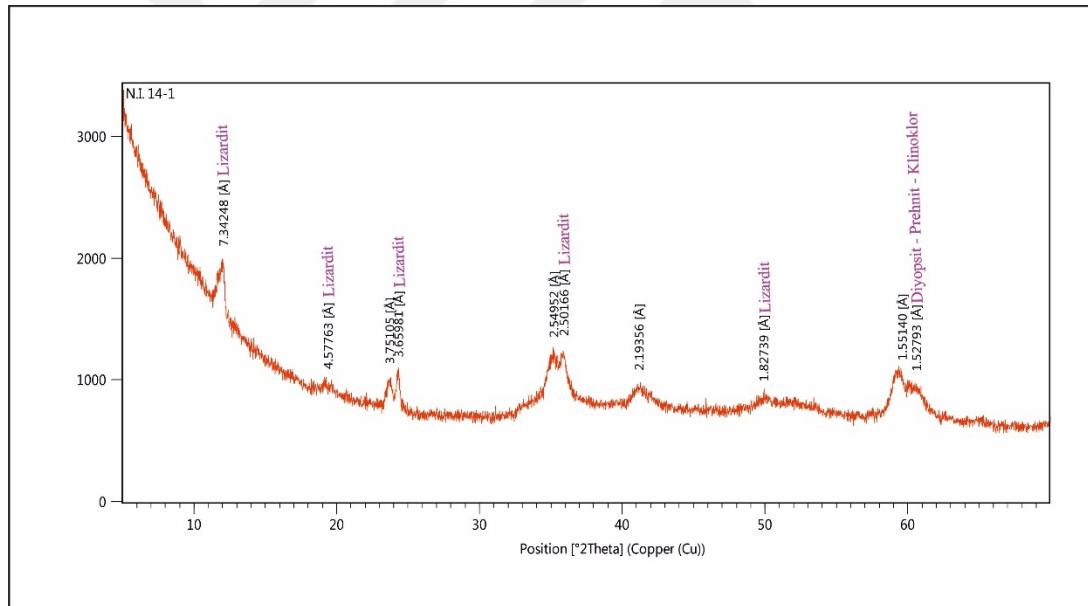


Şekil 4.32. Serpantinit (L 5-3) örneğinde SEM analizinde gözlenen olivin

Çizelge 4.8. Serpantinit (L 5-3) örneği içerisinde bulunan Olivin mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Mg: Magnezyum, K: Potasyum, Si: Silisyum, Fe: Demir)

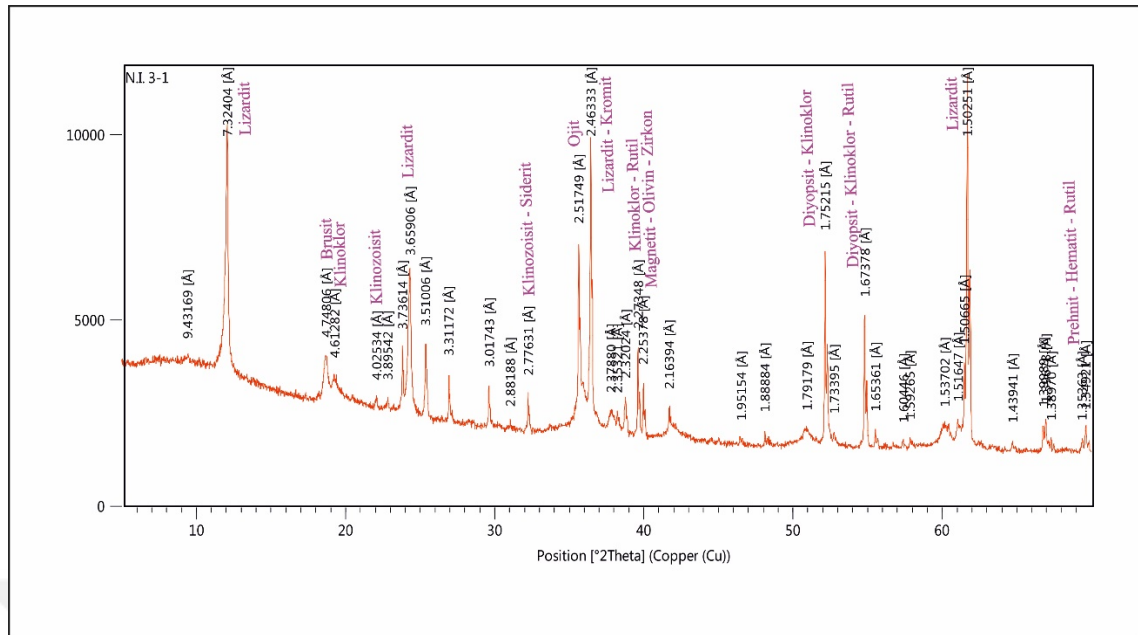
Element	Ağırlık %	Atomik %
Fe ₂ O ₃	24.95	10.28
MgO	14.93	24.36
SiO ₂	58.95	64.55
K ₂ O	1.17	0.81
Toplam	100.00	100.00

- **Ultramafik-mafik kayalarda XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre:** Serpantinit (L 14-1) içerisinde (Çizelge 4.7) SEM analizleri sonucu oluşan lizardit, diyopsit, prehnit, klinoklor bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.33).

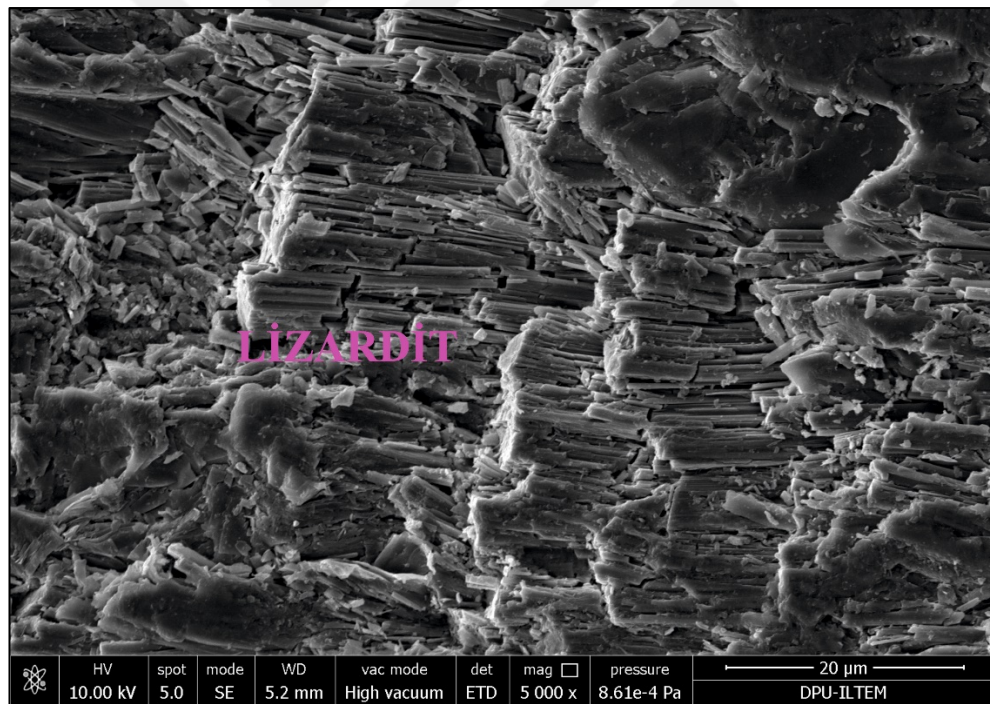


Şekil 4.33. Serpantinit (L 14-1) örneğinde XRD grafiği

- **Ultramafik-mafik kayalarda XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre:** Verlit (L 3-1) içerisinde (Çizelge 4.7) kloritleşme, uralitleşme, serpantinleşme sonucu oluşan lizardit, klinozoisit, klinoklor, diyopsit, rutil, ojit, magnetit, hematit, olivin, zirkon, kromit, brüst, prehnit bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.34 ve 4.35) (Çizelge 4.9).



Şekil 4.34. Verlit (L3-1) örneğinde XRD grafiği



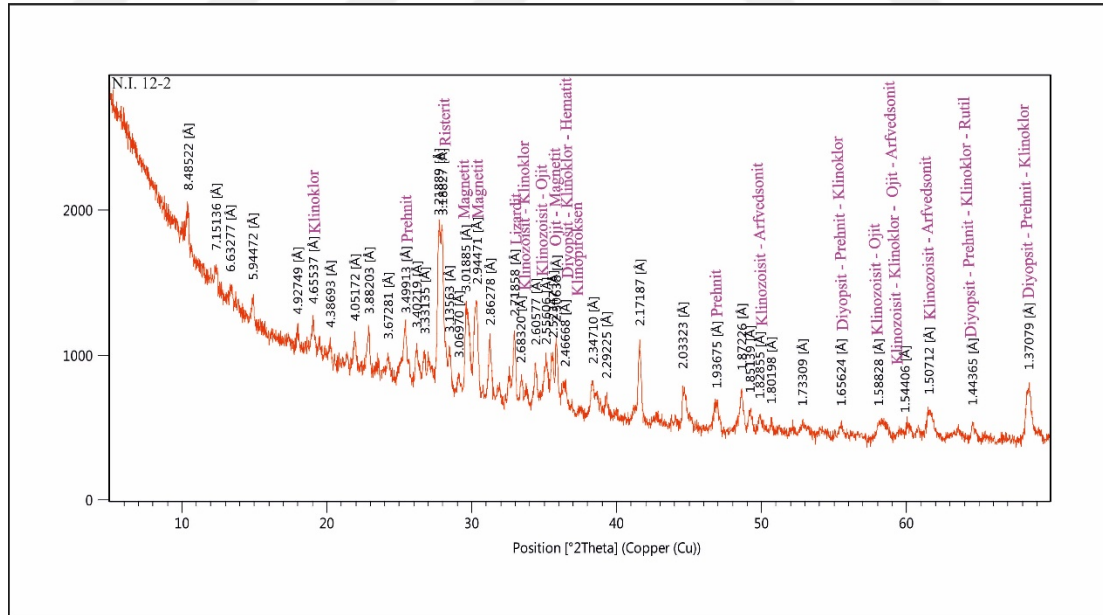
Şekil 4.35. Verlit (L3-1) örneğinde SEM analizinde gözlenen lizardit

Çizelge 4.9. Verlit (L 3-1) örneği içerisinde bulunan lizardit mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Mg: Magnezyum, Al: Alüminyum, Na: Sodyum, Si: Silisyum, Ca: Kalsiyum, Fe: Demir)

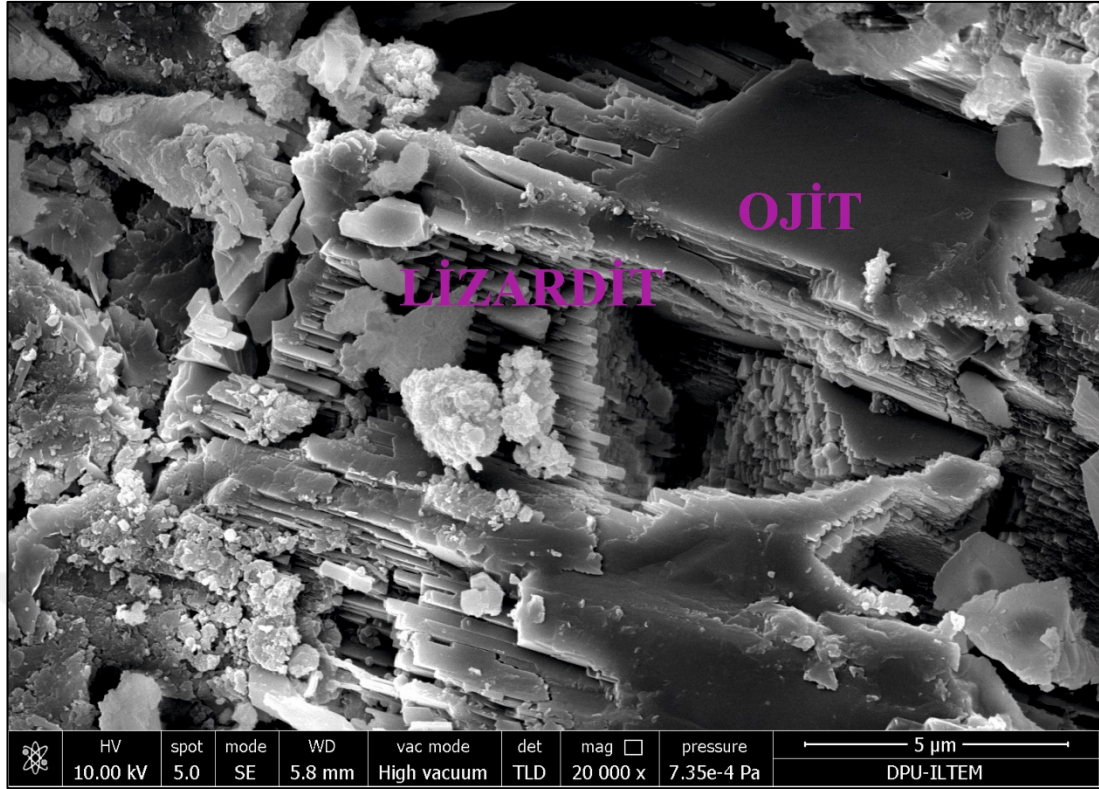
Element	Ağırlık %	Atomik %
Fe ₂ O ₃	1.46	0.53
Na ₂ O	0.00	0.00
MgO	13.78	19.76
Al ₂ O	7.82	4.43
Si ₂ O	58.88	56.66
CaO	18.06	18.62
Toplam	100.00	100.00

▪ **Dayklarda XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre:**

Dayklarda (L 12-2) içerisinde (Çizelge 4.7) SEM analizleri sonucu oluşan lizardit, klinozoisit, magnetit, ojit, diyopsit, prehnit, klinoklor, arfvedsonit, hematit, rutil, rasterit bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.36 ve 4.37) (Çizelge 4.10).



Şekil 4.36. Dayk (L 12-2) örneğinde XRD grafiği



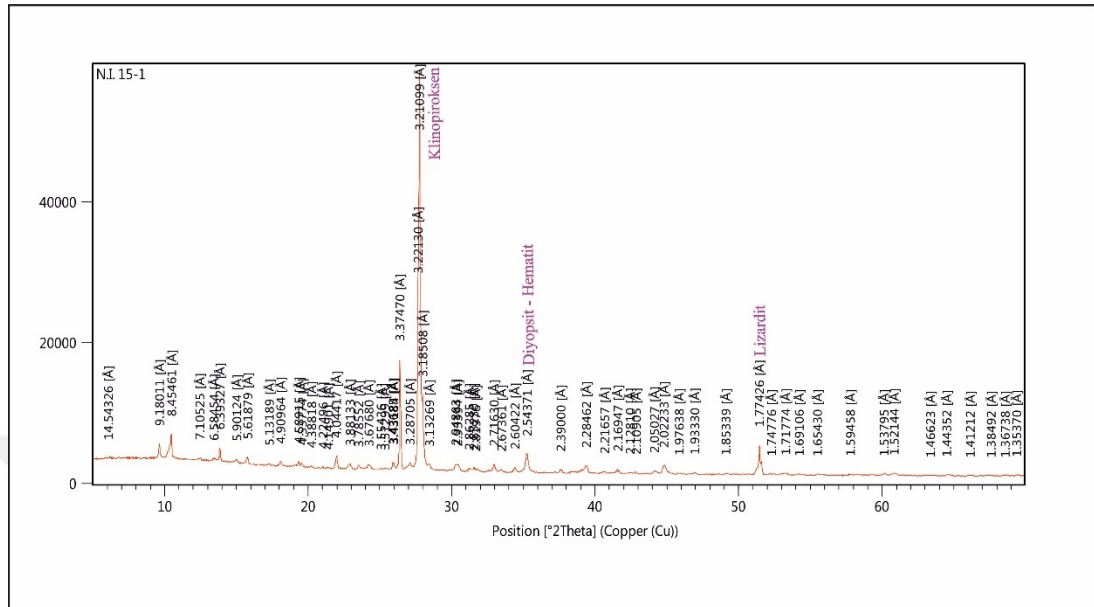
Şekil 4.37. Dayk (L 12-2) örneğinde SEM analizinde gözlenen lizardit ve ojit

Çizelge 4.10. Dayk (L 12-2) örneği içerisinde bulunan Olivin mineraline ait EDX analiz sonucu (O: Oksijen, Na: Sodyum, Mg: Magnezyum, Al: Alüminyum, Ca: Kalsiyum, K: Potasyum, Si: Silisyum, Fe: Demir)

Element	Ağırlık %	Atomik %
Fe ₂ O ₃	1.75	0.73
Na ₂ O	1.32	1.43
MgO	5.32	8.86
Al ₂ O ₃	27.83	18.33
SiO ₂	43.42	48.51
K ₂ O	4.63	3.30
CaO	15.73	18.84
Toplam	100.00	100.00

- **Dayklarda XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre:**

Dayk (L 15-1) içerisinde (Çizelge 4.7) SEM analizleri sonucu oluşan klinopiroksen, diyopsit, hematit ve lizardit bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Dayk (L 15-1) örneğinde XRD grafiği

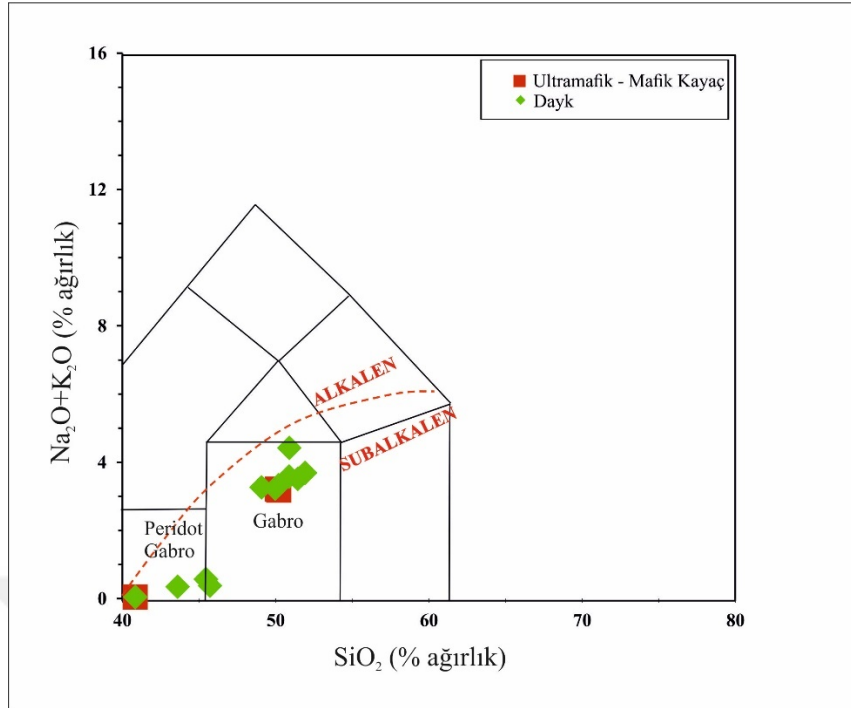
4.3.3. Jeokimyasal analiz sonuçları

Yeşilova (Burdur) ofiyolitinde yer alan izole diyabaz dayk ve bu daykların sokulum yaptığı ultramafik-mafik kayaçların jeokimyasal, petrojenetik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla inceleme alanından alınan el örneklerinin jeokimyasal analizlerinden sonra bu örneklerin ana, iz ve nadir toprak elementi (REE) analizleri yapılmıştır.

EK-3'te verilen jeokimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde A.S.K. (Ateşte Su Kaybı) ultramafik-mafik kayalarda % 3.19 - 12.03, dayklarda ise % 0.88 - 12.03 arasında yer almaktadır.

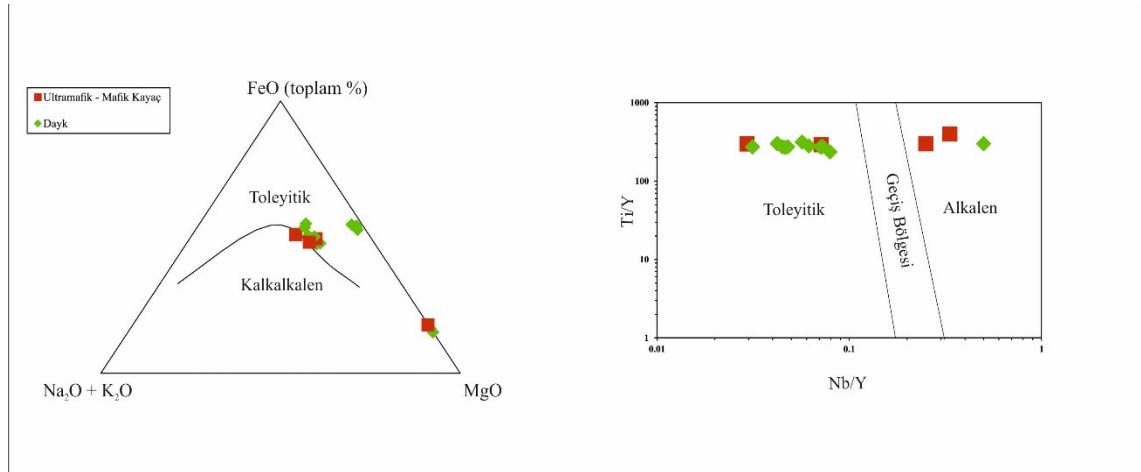
Kayaçların sınıflandırılması

İnceleme alanından alınan kayaç örneklerinden alınan numunelerin jeokimyasal analiz sonuçlarına göre alkali-silis diyagramına (Middlemost 1994) göre yapılan sınıflandırma sonucunda ultramafik-mafik kayaçlar ve dayk örneklerinin subalkalen bölgeye düştüğü görülmektedir (Şekil 4.39). Ana kayaçlar peridotit alanında yer alırken, dayklar ise peridot gabro ve gabro alanlarında yer almakta olup; bu sonuçlar petrografi incelemeleri ile de uyumludur.



Şekil 4.39. Toplam alkali-silis (TAS) diyagramı (Middlemost 1994'ten değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgi: Irvine ve Baragar 1971)

AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$) diyagramında (Irvine ve Baragar 1971), ana kayaç ve dayk örnekleri genellikle toleyitik alanda yer aldığı, ancak L11-3 dayk örneği ile L4-1 ve L3-1 ultramafik-mafik kayaç örneğinin kalkalkalen alanda yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.40a). Ti/Y - Nb/Y diyagramına (Pearce 1982) göre ultramafik-mafik kayaçlar toleyitik ve alkaleen, dayklar ise genellikle toleyitik ve L11-3 dayk örneğinin ise alkaleen alanda yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 4.40b).



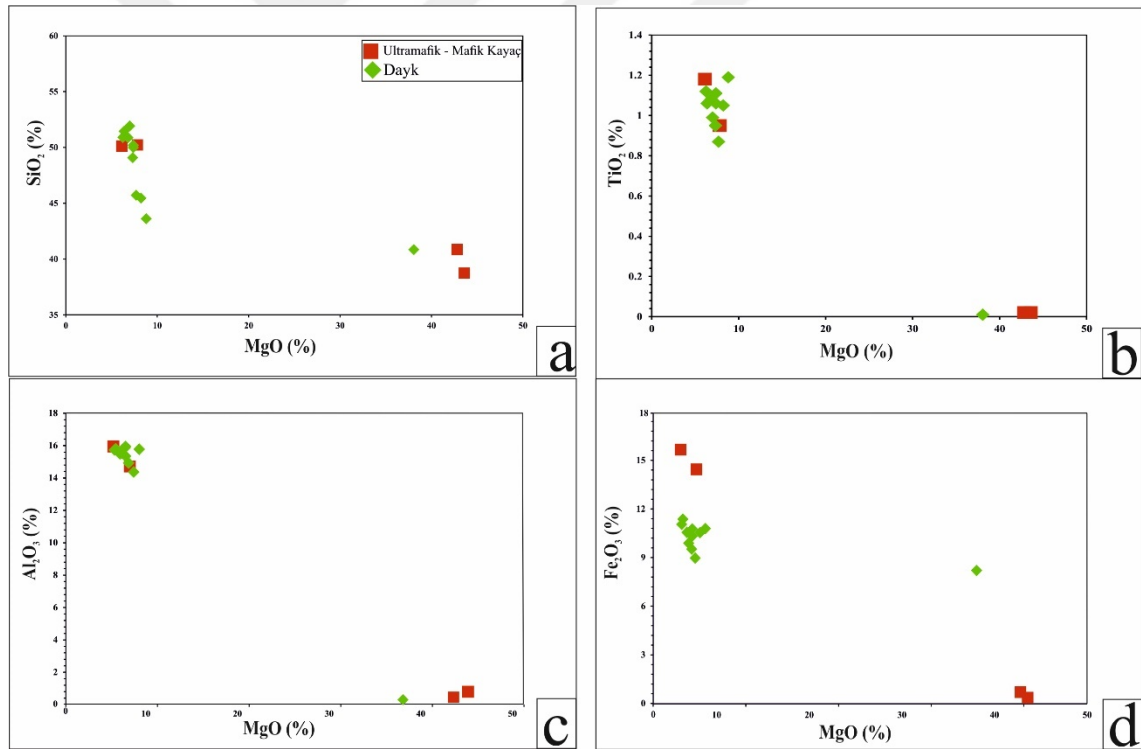
Şekil 4.40. a) AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971'den değiştirilerek alınmıştır) **b)** Ti/Y - Nb/Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır)

Harker diyagramları

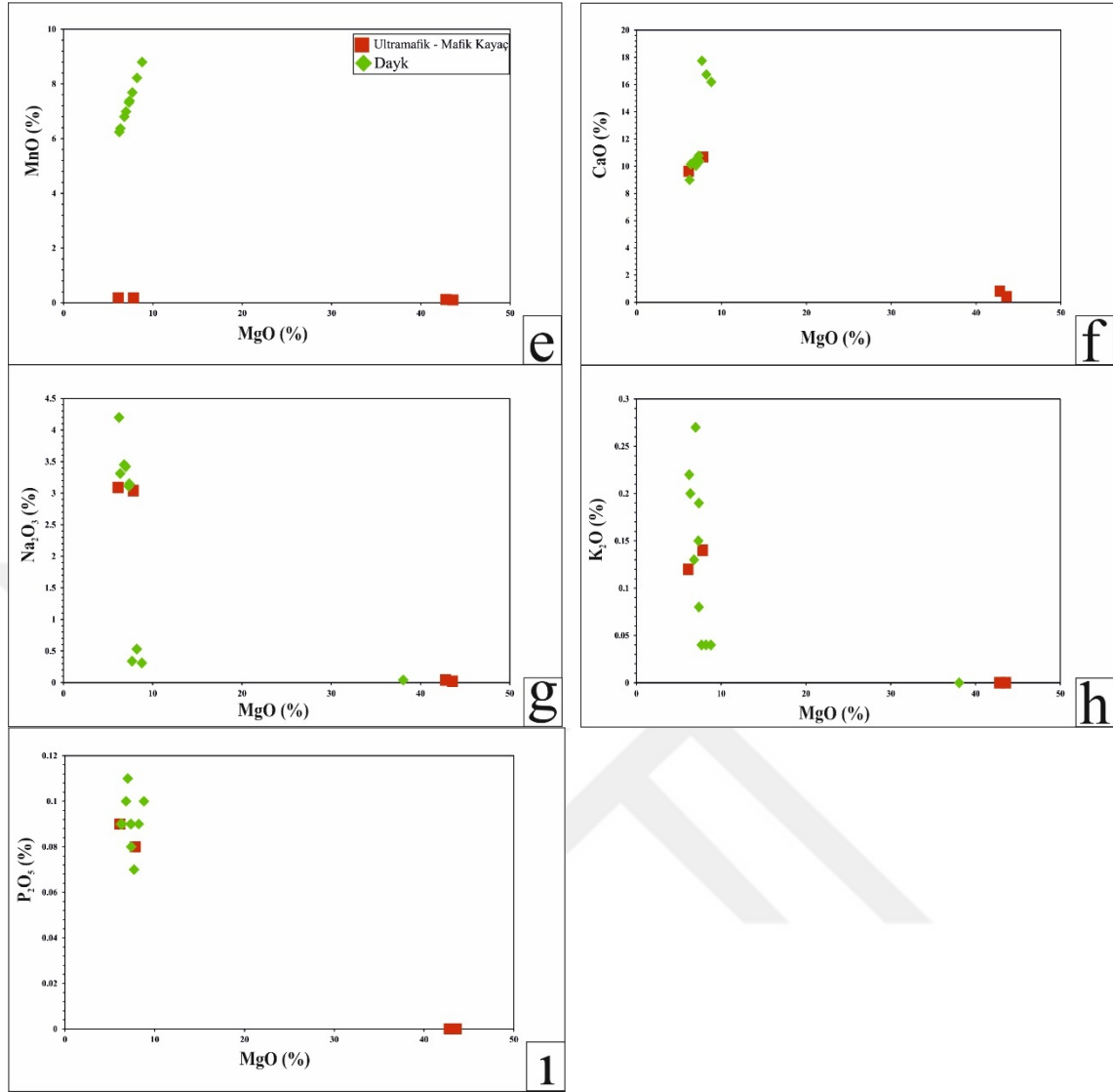
Major elementler

İnceleme alanında yapılan çalışmalar sonucunda ultramafik ve mafik bileşimli tüm kayaç örnekleri analiz sonucunda elde edilen sonuçların MgO değerine bağlı olarak değişimlerini Harker diyagramları yardımıyla yorumlanmıştır. Kayaçları oluşturan ana mineral fazlarının fraksiyonel kristallenmeleriyle ilişkili pozitif, negatif ve düzensiz trendler gözlenmektedir. SiO_2 - TiO_2 - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - MnO - CaO - Na_2O - K_2O - P_2O_5 ile MgO göre yapılan Harker diyagramlarında toleyitik bileşime sahip ultramafik-mafik kayaçlar ve dayk örneklerinde negatif bir trend görülmektedir (Şekil 4.41).

Harker diyagramlarında MgO'ye karşı elde edilen negatif ve pozitif anamoliler, magmadaki fraksiyonel kristallenmenin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Harker diyagramlarına bakıldığında; Al_2O_3 , CaO ve Na_2O değerlerindeki değişimler Plajiyoklaz minerallerinin kristallenmesinde rol oynadığı göstermektedir. Aynı şekilde TiO_2 , Fe_2O_3 değerlerindeki değişimler Fe-Ti oksit ve amfibol minerallerinin kristallenmesi ve P_2O_5 'deki negatif yönelimler apatitin kristallenmesi ile ilişkilendirilmektedir.



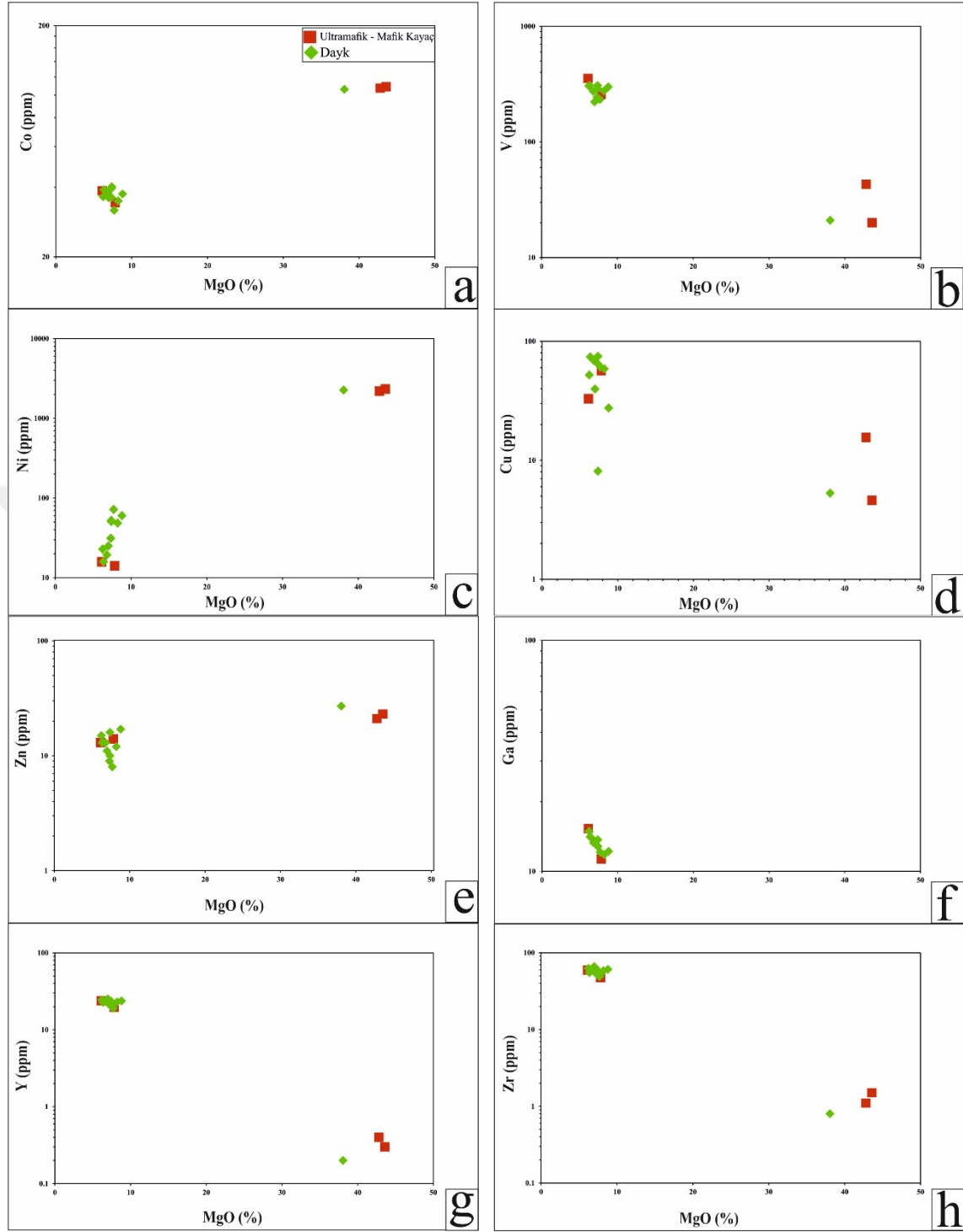
Şekil 4.41. Ana kayaç ve daykların major oksitler için Harker diyagramları



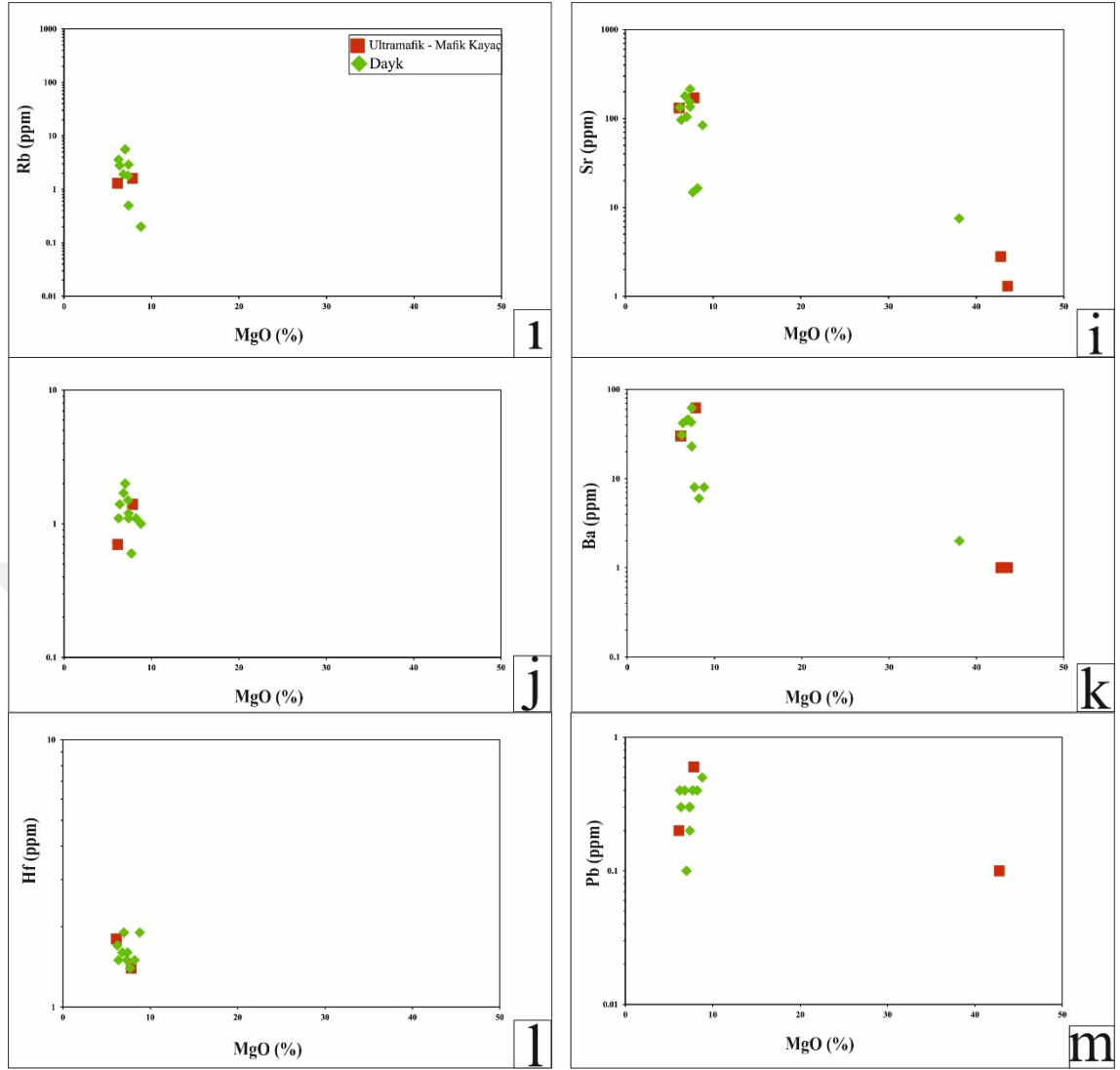
Şekil 4.41'in devamı

İz elementler

İz elementleri ile MgO'e karşı yapılan Harker diyagramlarına göre toleyitik bileşime sahip ultramafik-mafik kayalar ve dayk örneklerinde V, Cu, Ga, Y, Zr, Rb, Sr, Nb, Ba elementlerinde negatif trend ve Co, Ni, Zn, Pb ve Hf elementlerinde ise pozitif trend gözlenmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Ultramafik-mafik kayaların ve daykların iz elementler için Harker diyagramları



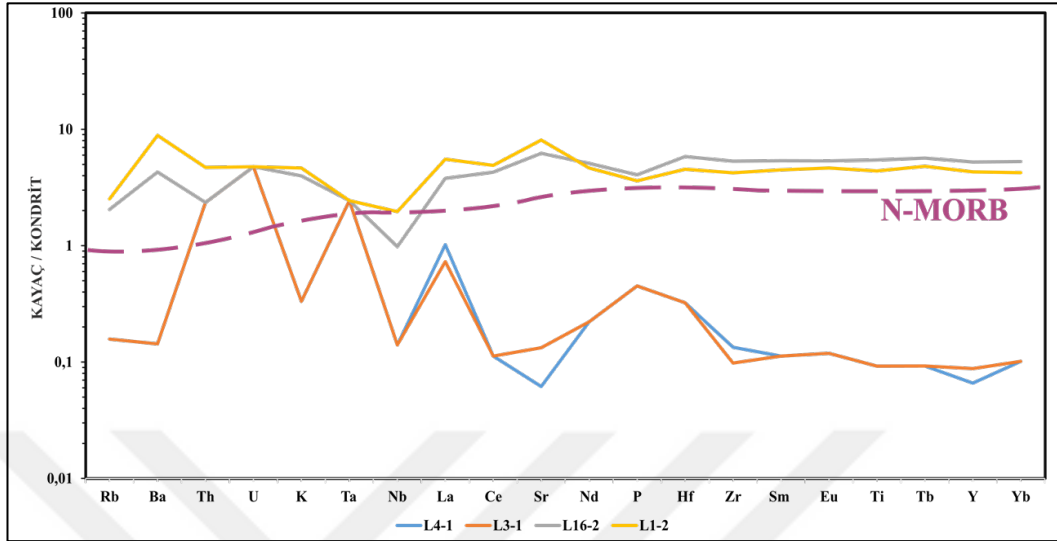
Şekil 4.42'nin devamı

Örümcek diyagramları

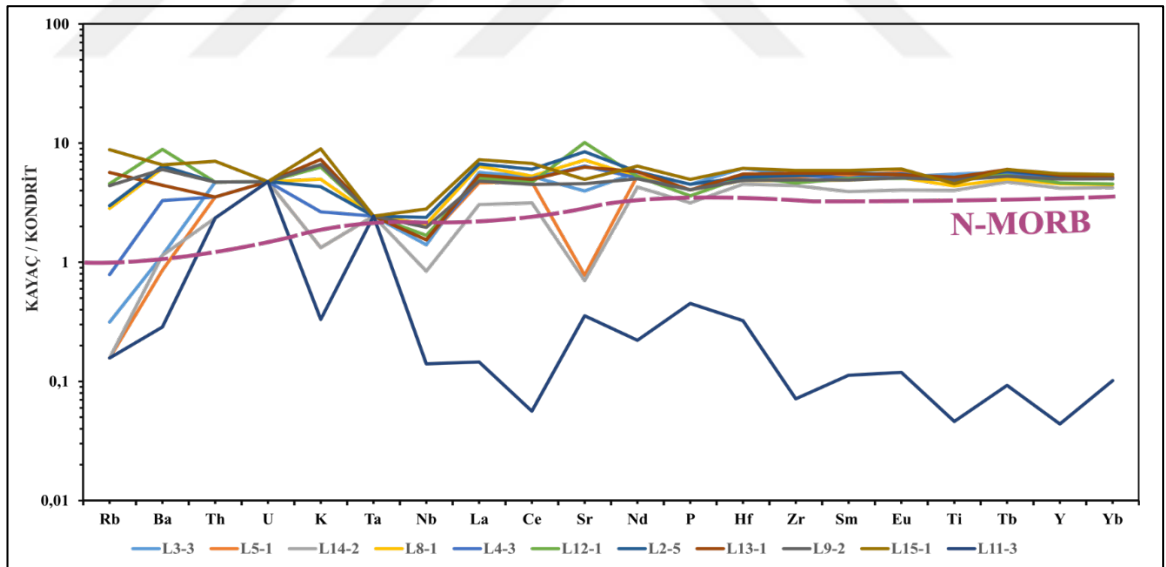
Toleyitik bileşime sahip ultramafik-mafik kayaçlar ve dayk örneklerinin Kondrit ile normalize edilmiş (Sun ve Macdonough 1989) çoklu iz element diyagramları Şekil 4.43 ve 4.44'te verilmiştir. Kayaçların LIL (Rb, Ba, K, Sr, Eu) elementlerince hafif bir zenginleşme, HFS elementleri (Th, U, Ce, Ta) açısından da tüketilme görülmekte olup; N-MORB çizgisine göre paralellik gözlenmektedir. Alkalen bileşime sahip ultramafik-mafik kayaçlar (L3-1 ve L4-1) ve dayk örneğinde (L11-3) ise LIL elementlerinde zenginleşme ve HFS elementlerinde tüketilme görülmektedir.

Dalma-batma zonlarında, büyük iyon yarıçaplı LIL elementlerindeki zenginleşme, dalan levhada yer alan amfibol mineralinin bünyesinde bulunan suyu kaybetmesi (~100 km) ile bu levhadan ayrılan akışkanların LIL elementlerini manto kamasına eklemesi ile mantonun ergime sıcaklığını düşürerek, kaynak bölgenin zenginleşip kısmi ergimenin

gerçekleşmesini sağlamaktadır (Pearce 1982). Yüksek iyon yüküne sahip olan HFS elementleri ise dalan levhada kalmakta ve manto kamasına eklenmemektedir (Pearce 1982). Dolayısıyla bu elementlerde tüketilme gözlenmektedir.



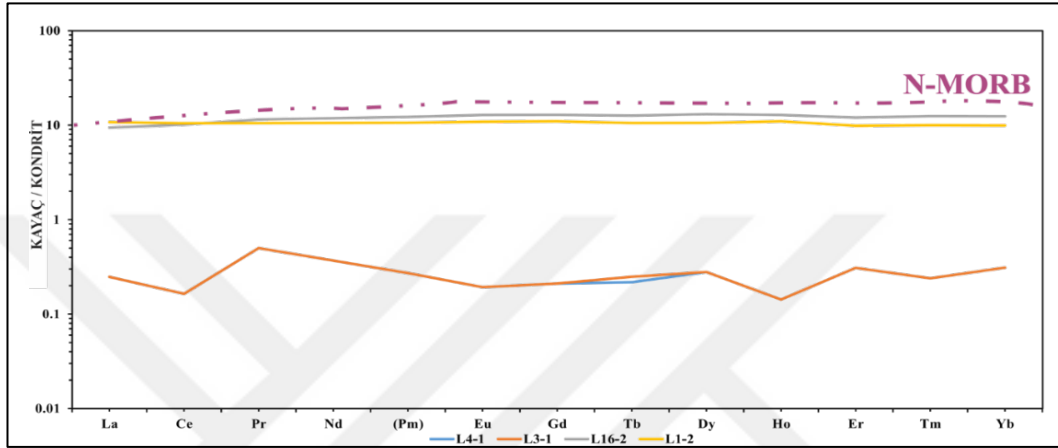
Şekil 4.43. Ultramafik-mafik kayaların Kondrit normalize örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 4.44. Daykların Kondrit normalize örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır)

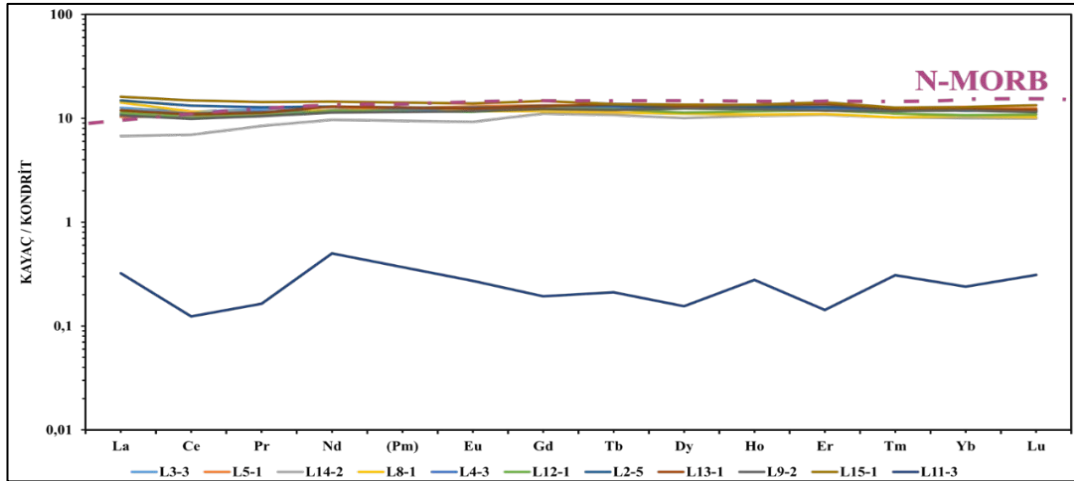
Nadir toprak elementleri (REE) diyagramı

Ultramafik-mafik kayaç örneklerinde kondrite göre normalize edilmiş (Boynton 1984), REE diyagramı Şekil 4.45'te verilmiştir. 2 (iki) adet toleyitik bileşimli ultramafik-mafik kayaç örnekleri (L16-2, L1-2) N-MORB trendine benzerlik göstermektedir (Şekil 4.45). Alkalen bileşimli örneklerde ise LRE elementleri az oranda tüketilme gösterirken, HRE elementleri ise yatay veya yataya yakın dağılım göstermekte $(La/Lu)_N = (0.23-5.19)$ ve Pr elementi ise pozitif bir anomali göstermektedir $(Eu/Eu^*)_N = (0.77-1.36)$ (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Ultramafik - mafik kayaçların normalize kondrit / REE diyagramı (Boynton 1984'ten değiştirilerek alınmıştır)

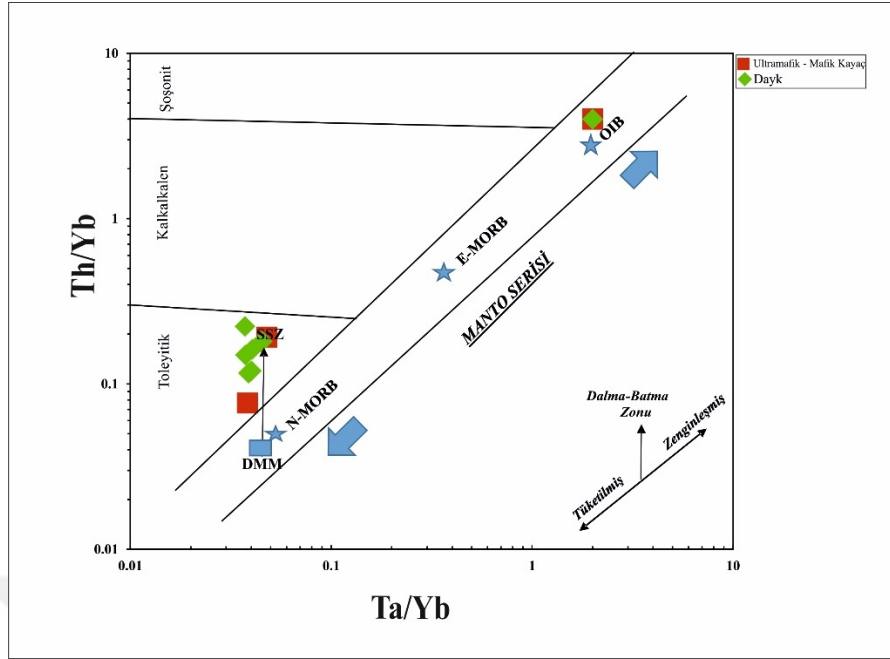
Dayk örneklerinde alkalen bileşimli örnek hariç (L11-3), diğer örneklerin N-MORB trendine benzerlikleri gözlenmektedir (Şekil 4.46). Alkalen bileşimli dayk örneği ise hafif nadir toprak elementleri (LREE) az oranda tüketilme gösterirken, HRE elementleri ise yatay veya yataya yakın bir dağılım göstermekte $(La/Lu)_N = (0.20-4.15)$ ve Nd elementi ise pozitif bir anomali göstermektedir $(Eu/Eu^*)_N = (0.70-1.66)$ (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Daykların normalize kondrit / REE diyagramı (Boynton 1984'den değiştirilerek alınmıştır)

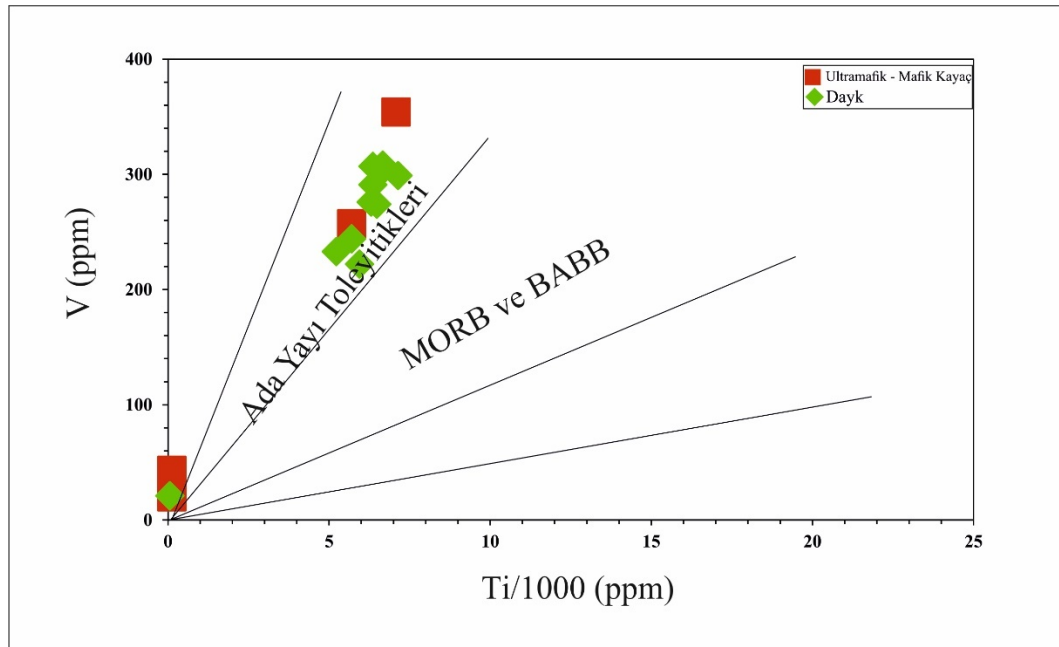
4.3.4. Petrojenez

Petrojenetik yorumlamalarda alterasyona karşı duraysız olan LIL elementleri yerine daha duraylı olan HFS elementleri tercih edilmektedir (Pearce 1982). Bu amaçla en çok kullanılan diyagram Th/Yb - Ta/Yb'dır (Pearce 1982). Yitim zonlarında, manto kamasındaki dalan levhadan kaynaklanan LIL elementlerinin zenginleşmesi, bu bölge kaynaklı kayaçların Th/Yb oranının artmasına sebep olmaktadır (Pearce 1982) (Şekil 4.47). Şekil 4.47'de gözlemlendiği gibi toleyitik özelliğe sahip ultramafik-mafik kayaçlar ve daykların SSZ (yitim zonu ofiyolitleri) olduğu gözlenmiştir. Alkalen özelliğe sahip kayaçlar ise OIB (okyanus ada bazaltları) alanında olduğu gözlenmiştir. Ana kayaç örneklerinin Th/Yb - Ta/Yb oranlarında farklı dağılıma göstermesi bu kayaç türlerinin iki farklı kökene (toleyitik ve alkalen) sahip olduğunu göstermektedir.



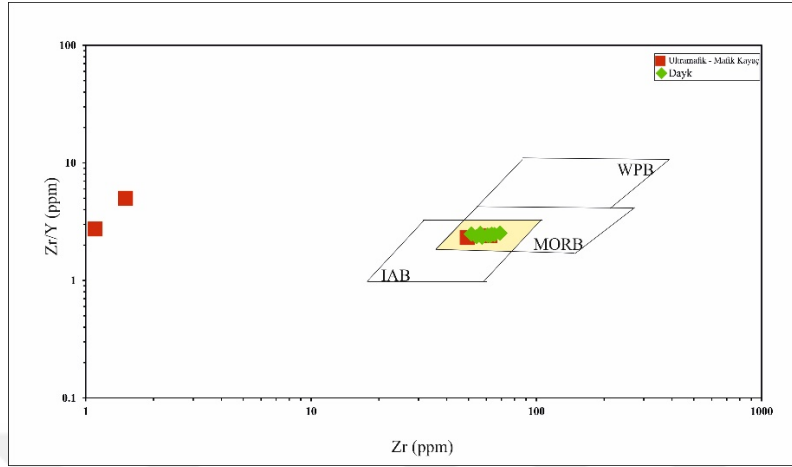
Şekil 4.47. Ta/Yb - Th/Yb diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır)

Shervais (1982)'ın V - Ti/1000 diyagramına (Şekil 4.48) göre dayk örneklerinin büyük bir bölümünün ada yayı toleyitikleri alanında, ana kayaç örneklerinin ise genel olarak ada yayı toleyitikleri alanında yer aldığı görülmektedir. L3-1 ve L4-1 ultramafik-mafik kayaç örnekleri ile L11-3 dayk örneği ise boninit alanına düşmektedir (Şekil 4.48).



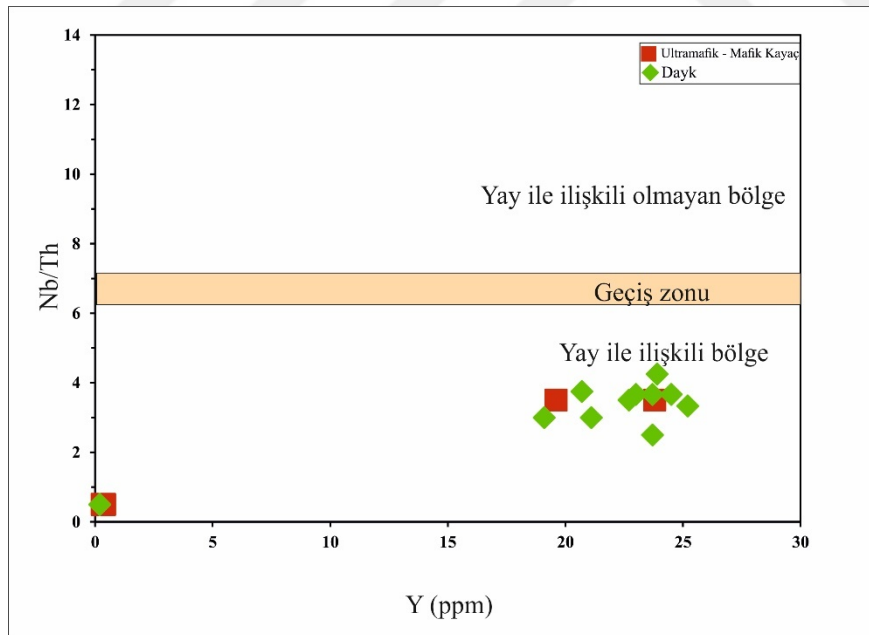
Şekil 4.48. V (ppm) - Ti/1000 dağılım diyagramı (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları, BABB: Yay gerisi havza bazaltları)

Pearce ve Norry (1979)'a göre Zr/Y - Zr tektono-magmatik ayırım diyagramında diyabaz örneklerinin volkanik yay bazaltları ile okyanus ortası sırtı bazaltlarının kesişim bölümünde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. TiO₂ - Zr diyagramı (Pearce 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (IAB: Ada yay bazaltları, WPB: Levha içi bazaltları, MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltları)

Jenner vd. (1991)'in Nb/Th - Y diyagramında ultramafik-mafik kayaç ve dayk örnekleri genellikle yay ile ilişkili olan bölgeye düşmekte olup yitim kökenli ortamda oluştuklarını da desteklemektedir (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Nb/Th - Y diyagramı (Jenner vd. 1991'den değiştirilerek alınmıştır)

5. SONUÇLAR

Çalışma alanı Marmaris peridotitleri içerisinde yer alan Yeşilova ofiyolitini kapsamaktadır. Yeşilova ofiyolitinde bulunan ultramafik-mafik kayalar ve bu kayaları kesen diyabaz dayklar ile ilgili petrografik, petrolojik ve jeokimyasal özellikleri tespit etmek amacıyla yapılan ayrıntılı çalışmalardır.

Arazi çalışmaları Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Salda gölü kuzeybatısında yer alan Düden-Salda-Doğanbaba köylerini kapsamaktadır. İncelemeler 16 (on altı) lokasyonda gerçekleşmiş olup ultramafik-mafik kayalar ve dayklarda incelemeler yapılmıştır.

İnceleme alanındaki kayalar ve dayklarda genellikle koyu yeşil-yeşilimsi-açık yeşil-grimsi yeşil renklerde olup, orta-iri taneli, alterasyonun (serpantinleşme) yaygın olduğu gözlenmiştir.

Petrografik incelemeler sonucunda ultramafik-mafik kayaların gabro, peridotit, serpantin ve dayk olarak belirlenmiştir. Peridotitlerde genellikle elek/ağ doku, gabrolarda ofitik/subofitik ve intersertal dokular, serpantinlerde elek/ağ dokusu, diyabaz dayklarda ise ofitik/subofitik doku gözlemlenmiştir.

Petrografik incelemeler sonucunda peridotitlerde serpantinleşme, kloritleşme, uralitleşme, gabrolarda kloritleşme, uralitleşme, serpantinlerde serpantinleşme uralitleşme, kloritleşme ve dayklarda ise uralitleşme, kloritleşme, serisitleşme gibi bozunma türleri gözlenmiştir.

XRD ve SEM analizleri sonuçlarına göre birincil ve ikincil mineral türleri tespit edilmiştir. Birincil olarak Olivinlerin forsterit, Klinopiroksenlerin ojit ve diopsit bulunmaktadır. İkincil mineral olarak ise lizardit, klinoklor, klinozoisit, fayalit, magnetit, prehnit gözlenmiştir.

Jeokimyasal analizler sonucunda ultramafik-mafik kayalar peridotitik, dayklar ise diyabaz bileşimli olup subalkalen karakterlidir. Ultramafik-mafik kayalar ve dayklar genellikle AFM diyagramlarına göre toleyitik özellik göstermekte, L3-1 ve L4-1 ultramafik-mafik kayaç örneği ve L11-3 dayk örneğinin ise alkali bileşime sahip olduğu gözlenmiştir. Ultramafik-mafik kayaç ve dayk örneklerinin Kondrite göre normalize edilmiş çoklu iz element diyagramlarında kayaların LIL (Rb, Ba, K, Sr, Eu) elementlerince hafif bir zenginleşme, HFS elementleri (Th, U, Ce, Ta) açısından da tüketilme görülmekte olup; N-MORB çizgisine göre paralellik gözlenmektedir.

Jeokimyasal analizler sonucunda ultramafik-mafik kayalarda ve dayklarda yitim zonunda dalan levha üzerinde üst manto ve okyanusal kabuğa ilişkin kısmi ergime sonucu, yay ile ilişkili olan bölgede olduğu belirtilebilir.

6. KAYNAKLAR

Anonim 1: <http://yesilovabelediyesi.bel.tr/cografyasi/> [Son erişim tarihi: 22.04.2022].

Anonim 2: <https://burdur.tarimorman.gov.tr>. [Son erişim tarihi: 22.04.2022].

Bağcı U. and 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, 387-405.

Bağcı U., Parlak O. and Höck V. 2005. Whole rock and mineral chemistry of cumulates from the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite (Turkey): clues for multiple magma generation during crustal accretion in the southern Neotethyan ocean. *Mineralogical Magazine*, 69, 39-62.

Bağcı U., Parlak O. and Höck V. 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geological Journal*, 41: 193-219.

Bağcı U., Parlak O. and Höck V. 2008. Geochemistry and tectonic environment of diverse magma generations forming the crustal units of the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17: 43-71.

Boynnton W.V. 1984. Geochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. *Elsevier, Amsterdam*, pp. 63-114.

Brinkmann R. 1976. Geology of Turkey, Elsevier, Amsterdam.

Brunn J.H., Dumont J.F., Graciaansky P.C., Gutnic M., Juteau T., Marcoux J., Monod O. and Poisson A. 1971. Outline of the Western Taurides. Geology of the Turkey: (Edit. Angus s. Compbelli). *Petroleum Exploration Society of Libya*, 225-255.

Coleman R.G. 1977. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere, Springer- Verlag, Berlin, 229.

Collins A.S. and Robertson A.H.F. 1997. Lycian melange, southwestern Turkey: an emplaced Late cretaceous accretionary complex. *Geology*, 25, 255-258.

Collins A.S. and Robertson A.H.F. 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust-sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journal of the Geological Society, London*, 155, 759-772.

Collins A.S. and Robertson A.H.F. 1999. Evolution of the Lycian Allochthon, western Turkey, as a north-facing Late Palaeozoic to Mesozoic rift and passive continental margin. *Geological Journal* 34, 107-138.

Collins A.S. and Robertson A.H.F. 2003. Kinematic evidence for late Mesozoic-

- Miocene emplacement of the Lycian Allochthon over the Western Anatolide Belts, *SW Turkey. Geological Journal*, 38, 295-310.
- Çelik Ö.F. and Delaloye M.F. 2003. Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. *Geological Journal*, 38, 235-256.
- Çelik Ö.F. and Delaloye M.F. 2006. Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic mélange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26, 461-476.
- Çelik Ö.F. and Chiaradia M. 2008. Geochemical and petrological aspects of dike intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): a case study for the dike emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. *International Journal of Earth Sciences*, 97, 1151-1164.
- Dilek Y. and Moores E.M. 1990. Regional tectonics of the eastern Mediterranean ophiolites. In: Malpas J, Moores E, Panayiotou A. and Xenophontos C. (Eds.), *Proceeding of Troodos Ophiolite Symposium*, Cyprus, p. 295-309.
- Dilek Y. and Thy P. 2009. Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kızıldağ (Turkey) Ophiolite: Model for multi-stage early arc-forearc magmatism in Tethyan subduction factories. *Lithos*, 113, 68-87.
- Dilek Y. and Furnes H. 2011. Ophiolite Genesis and Global Tectonics: Geochemical and Tectonic Fingerprinting of Ancient Oceanic Lithosphere. *Geological Society of America Bulletin*, 123, 387-411.
- Dilek Y. and Furnes H. 2014. Ophiolites and Their Origins. *Elements*, 10, 93-100.
- Dilek Y. and Furnes H. 2017. Geochemical Characterization of Intermediate to Silicic Rocks in the Global Ophiolite Record. *Acta Geologica Sinica*, 1, 8-9.
- Dilek Y., Thy P., Hacker B. and 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, 1192-1216.
- Döyen A. 1995. Yeşilova (Burdur) Civarı Kromit Yataklarının Mineralojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi, Doktora tezi, S.Ü. Fen Bil. Enstitüsü, Isparta.
- Döyen A., Çömlekçiler F. and Koçak K. 2014. Stratigraphic Features of the Yesilova Ophiolite, Burdur, South-Western Turkey. In: Rocha R, Pais J, Kullberg J.C. and Finney S. (Eds.), *Strati 2013*, Springer, 493-498.
- Ersoy S. 1990. Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Ögelerinin ve Evriminin Analizi. *Jeoloji Mühendisliği*, 37, 5-16.
- Floyd P.A., Göncüoğlu M.C., Winchester J.A. and Yalınız M.K. 2000. Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and

- metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In: Bozkurt E, Winchester J.A. and Piper J.D.A. (Eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surroundings Area. Geological Society London Special Publication*, 173, 183-202.
- Gansser A. 1974. The ophiolitic melange, a world-wide problem on Tethyan examples. *Eclogae Geologicae Helvetica*, 67(3), 479-507.
- Gass L.G., Neary C.R., Plant J., Robertson A.H.F., Simonian, K.O. Smewing J.D., Spooner E.T.C. and Wilson R.A.M. 1975. Comments on "The Troodos Ophiolite Complex was Probably Formed in an Island Arc", by A. Miyashiro, and Subsequent Correspondence by H. Hynes and A. Miyashiro. *Earth and Planetary Science Letters*, 25, 236-238.
- Göncüoğlu M., Turhan N., Şentürk K., Özcan A. and Uysal S. 2000. A geotraverse across NW Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution. In: Bozkurt E., Winchester J.A. and Piper J.D. (Eds.), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society London Special Publication*, 173, 139-162.
- Göncüoğlu M.C., Çapkınoğlu Ş., Gürsu S., Noble P., Turhan N., Tekin U.K., Okuyucu C. and Göncüoğlu Y. 2007. The Mississippian in the Central and Eastern Taurides (Turkey): constraints on the tectonic setting of the Tauride-Anatolide Platform. *Geologica Carpathica*, 58, 427-442.
- Göncüoğlu M.C., Marroni M., Sayıt K., Tekin U.K., Ottria G., Pandolfi L. and Ellero, A. 2012. The Aylı Dağ ophiolite sequence (central-northern Turkey): A fragment of middle Jurassic oceanic lithosphere within the Intra Pontide suture zone. *Ophioliti*, 37, 77-92.
- Göncüoğlu M.C., Marroni M., Pandolfi L., Ellero A., Ottria G., Catanzariti R., Tekin U. K. and Sayıt K. 2014. The Arkot dağ mélangé in Araç area, Central Turkey: Evidences of its origin within the geodynamic evolution of the Intrapontide suture zone. *Journal of Asian Earth Sciences*, 85, 117-130.
- Graciansky P.C. 1968. Teke yarımadası (Likya) Torosları'nın üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro-Toroslar'daki yeri. *MTA Dergisi*, 71, 73-92.
- Güneş A. 2018. Tekirova (Antalya) Ofiyolitlerinde yer alan izole daykların petrolojisi, jeokimyası ve petrojenezi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Güneş A., İlbeyli N., Rasimgil S. and 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.
- Güngör T. and Erdoğan B. 2001. Emplacement age and the direction of the Lycian Nappes in the Söke-Selçuk Region, western Turkey. *International Journal Earth*

of Earth Sciences, 89, 874- 882.

- Hawkins J.W., Bloomer S.H., Evans C.A. and Melchior J.T. 1984. Evolution of intraoceanic arc-trench systems. *Tectonophysics*, 102(1-4), 175-205.
- Irvine T.N. 1977. Origin of chromite layers in the Muskox intrusion and other intrusions: A new interpretation. *Geology*, 5, 273-277.
- Irvine T.N. and Baragar W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, 8, 523-548.
- Jenner G.A., Dunning G.R., Malpas J., Brown M. and 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.
- Juteau T. 1980. Ophiolites of Turkey. *Ophioliti*, 2, 199-205.
- Karaman T. 1987. Yesilova-Tefenni (Burdur) Batısında Kalan Alanın Jeolojisi ve Petrografisi, Yüksek Lisans Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ketin İ. 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. *İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul*, 1259, 595.
- Koralay T. 2000. Niyazlar Köyü (Yesilova-Burdur) ile Tefenni Yaylası (Tefenni-Burdur) Ophiolitlerinin Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Le Moigne J., Lagabrielle Y., Whitechurch H., Girardeau J., Bourgois J. and Maury R.C. 1996. Petrology and geochemistry of the ophiolitic and volcanic suites of the Taitao Peninsula-Chile Triple Junction Area. *Journal of South American Earth Sciences* 9, 43-58.
- Manatschal G. and Munntener O. 2009. A type sequence across an ancient magma-poor ocean-continent transition: the example of the western Alpine Tethys ophiolites. *Tectonophysics*, 473, 4-19.
- Middlemost E.A.K. 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, 37, 215-224.
- Miyashiro A. 1973. The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. *Earth and Planetary Science Letters*, 19, 218-224
- Moix P., Beccaletto L., Kozur H. W., Hochard C., Rosselet F. and Stampfli G.M. 2008. A new classification of the Turkish terranes and sutures and it's implication for the paleotectonic history of the region. *Tectonophysics*, 451, 7-39.
- Moore E.M. 1982. Origin and Emplacement of Ophiolites. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 20, 735-760.

- MTA, 2002. 1:500.000 scale Geology Map of Turkey. General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.
- Okay A.İ. 2000. Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau. In: Bozkurt E., Winchester J.A. and Piper, J.D.A. (Eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area. *Geological Society London Special Publication*, 173, 25-41.
- Okay A.İ. and Tüysüz O. 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. The Mediterranean Basin: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. *Geological Society London Special Publication*, 156, 475-515.
- Önen A.P. 2003. Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites. *Journal of the Geological Society*, 160, 947-962.
- Özgül N. 1976. Torosların Bazı Temel Jeolojik Özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19/1, 65-78.
- Özpınar Y. 1987. Denizli-Acıpayam Batısının Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal incelemesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özpınar Y., Tayfun E. ve Kılıç, D.A. 1996. Salda Gölü (Yeşilova-Burdur) Çevresindeki Ofiyolitlerin Petrografisi ve Salda Gölü Manyezit Oluşumlarının Jeokimyasal incelemesi, *Ç.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 28, 125-142.
- Parlak O., Delaloye M. and Bingöl E. 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (Southern Turkey). *Geologische Rundschau*, 85, 647-661.
- Parlak O., Höck V. and Delaloye M. 2000. Suprasubduction zone origin of the Pozantı-Karsantı ophiolite (Southern Turkey) deduced from whole-rock and mineral chemistry of the gabbroic cumulates. In: Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surroundings Area, Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), *Geological Society London Special Publication*, 173, 219-234.
- Parlak O., Höck V. and Delaloye M. 2002. The suprasubduction zone Pozantı-Karsantı ophiolite, southern Turkey: evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. *Lithos*, 65, 205-224.
- Parlak O., Rızaoğlu T., Bağcı U., Karaoğlu F. and Höck V. 2009. Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 473, 173-187.
- Pearce J.A. 1982. Trace Element Characteristics of Lavas from Destructive Plate Boundaries. In: Thorpe J. S (Ed.), Andesites, John Wiley, New York: 525-548.
- Pearce J.A. and Norry M.J. 1979. Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 69; 33-47.

- Pearce J.A. Lippard S.J. and Roberts S. 1984. Characteristics and Tectonic Significance of Suprasubduction Zone Ophiolites. In: Kokelaar B.P. and Howells M.F. (Eds.), Marginal Basin Geology. *Geological Society of London Special Publication*, 16, 77-89.
- Poisson A. 1977. Recherches Geologique dans les Taurides Occidentales (Turquie), Thesis, Univ. Paris-Sud, Orsay.
- Pourteau A., Candan O. and Oberhänsli R. 2010. High-pressure metasediments in central Turkey: Constraints on the Neotethyan closure history. *Tectonics*, 29, TC5004.
- Pourteau A., Sudo M., Candan O., Lanari P., Vidal O. and Oberhänsli R., 2013. Neotethys closure history of Anatolia: insight from ⁴⁰Ar-³⁹Ar geochronology and P-T estimation in high-pressure metasediments. *Journal of Metamorphic Geology*, 31, 585-606.
- Rızaoğlu T., Parlak O., Höck V. and İşler F. 2006. Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey. In: Robertson A.H.F. and Mountrakis D. (Eds.), Tectonic Development of the Eastern Mediterranean. *Geological Society London Special Publication*, 260, 327-350.
- Robertson A.H.F. 2002. Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region. *Lithos*, 65, 1-67.
- Robertson A.H.F. and Dixon D.E. 1984. Introduction: aspects of the geological evolution of the eastern Mediterranean. In: Dixon J.E. and Robertson A.H.F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. *Geological Society London Special Publication*, 17, 1-74.
- Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Pickett, E.A., Collins, A.S., Andrew, T. and Dixon, J.E. 2004. Testing models of Late Palaeozoic-Early Mesozoic orogeny in Western Turkey: support for an evolving open-Tethys model. *Journal of the Geological Society, London*, 161, 501-511.
- Robertson A.H., Ustaömer T., Parlak O., Ünlügenç U.C., Taslı K. and İnan N. 2006. The Berit transect of the Tauride thrust belt, S. Turkey: Late Cretaceous-Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the southern Neotethys. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 108-145.
- Saleeby J.B., 1992. Petrotectonic and paleogeographic settings of U.S. Cordilleran ophiolites. In: Burchfiel B.C., Lipman P.W. and Zoback M.L. (Eds.), The Cordilleran orogen: Conterminous U.S.: Boulder, Colorado, Geological Society of America, The Geology of North America, 3, 653-681.
- Sarıfakıoğlu E., Özen H. And Winchester J.A. 2009. Whole rock and mineral chemistry of ultramafic-mafic cumulates from the Orhaneli (Bursa) ophiolite, NW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18, 55-83.

- Sarp H. 1976. Etude Geologique et Petrographique du cortage Ophilitique de la Region Situee au Nord-Qest de Yeşilova (Burdur-Turquie), Thesis, Univ. Geneve, Italy.
- Shervais J.W. 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59, 101-118.
- Steinmann G. 1927. Die Ophiolitischen Zonen in der Mediterranean Kettengebirgen. *International Geological Congress, Madrid*, 2, 638-667.
- Stern R.J. and Bloomer S.H. 1992. Subduction zone infancy: Examples from the Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California arcs. *GSA Bulletin*, 104, 1621-1636.
- Sun S. and McDonough W.F. 1989. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders A.D. and Norry M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins. Geological Special London Special Publication*, 42, 313-345.
- Şenel M. 1997. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, MTA, Ankara.
- Şenel M. 2007. Likya Napları'nın özellikleri ve Evrimi, *Menderes Masifi Kollukyumu Bildiri Özleri Kitabı*, 51-55.
- Şengör A.M.C. 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. *Geological Society of America Special Paper*, 195, 1-82.
- Şengör A.M.C. and Yılmaz Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Tümüklü A. 2005. Mazmılı (Pozantı-Karsantı Ofiyolitik İstifi) Yöresindeki Kromit Cevherleşmelerinin Jeolojik-Metalojenik ve Jeokimyasal İncelenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, 1-151.
- Vergili Ö. and Parlak O. 2005. Geochemistry and tectonic setting of metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) ophiolite, Central Anatolia. *Ofioliti*, 30, 37-52.
- Woodcock N. and Robertson A.H.F. 1977. Imbricate thrust belt tectonic and sedimentation as a guide to emplacement of part of the Antalya Complex SW Turkey. Abstracts 6th Colloquium Geology of the Aegean Region, İzmir, Turkey, 661-671.
- Yalçinkaya S., Ergin A., Taner K., Afşar Ö.P., Dalkılıç H. ve Özgönül E. 1986. Batı Toroslar'ın jeoloji raporu. Maden Tetkik ve Arama Raporu, Rapor no. 7898 (yayımlanmamış), Ankara.
- Yalınız K.M., Floyd P. and Göncüoğlu M.C. 1996. Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarikaraman ophiolite, Aksaray, Turkey. *Mineralogical Magazine*, 60, 697-710.
- Yılmaz P.O., Maxwell J.C. ve Muehlberge, W.R. 1981. Antalya kopleksinin yapısal

evrimi ve Doğu Akdeniz'deki yeri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri dergisi*, 7, 119-127.

Yılmaz Y., Yiğitbaş E. and Genç Ş.C. 1993. Ophiolitic and metamorphic assemblages of southeast Anatolia and their significance in the geological evolution of the orogenic Belt. *Tectonics*, 12, 1280-1297.

Yılmaz Y., Genç S.C., Gürer Ö.F., Karacık Z., Altunkaynak S., Bozcu M., Yılmaz K. ve Elmas A. 1999. Ege Denizi ve Ege Bölgesinin Jeolojisi ve Evrimi, Türkiye Denizlerinin ve Yakın Çevresinin Jeolojisi, Türkiye Denizleri, s.210-336, Ed. Görür, N., *Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK Yayını*, Ankara.

Yüksekol Ö.Y. 2021. Supra-subduction zon (ssz) tipi çok fazlı ergime sistemlerinde iz element ve Os izotop davranışlarının modellenmesi: torid kuşağı ofiyolit komplekslerinden örnekler. Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

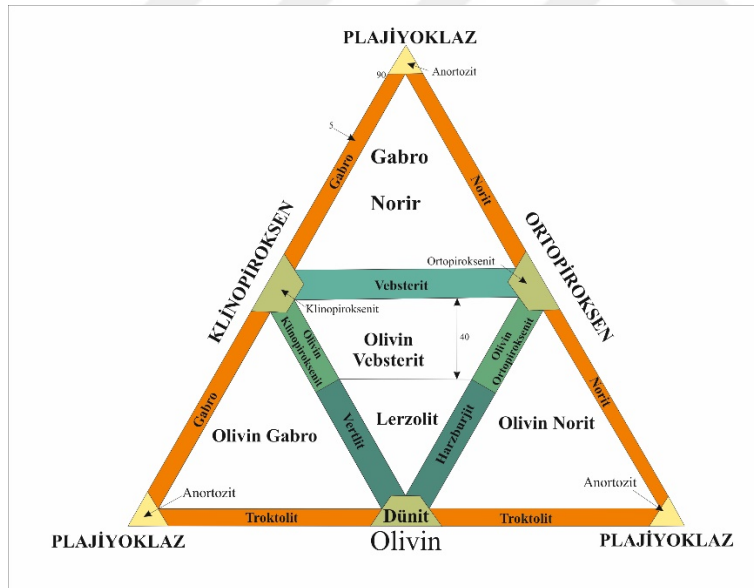
7. EKLER

EK-1. Ofiyolit Kavramı

Ofiyolitler, tektonik olarak kıta kenarında oluşan ve üst mantonun, eski okyanusal kabuğun kalıntıları olarak ifade edilen, mafik ve ultramafik kayalar topluluğudur (Steinmann, 1927).

Ofiyolit Yunanca bir kelime olup “ofics” yılan, ofiyolit yılan taşı anlamına gelmektedir. İlk olarak ofiyolit terimi Brogniart (1821) tarafından Apenin Dağları’nda (İtalya) yaptığı çalışmalarda ultramafik gabroyik, diyabazik ve volkanik kayalardan oluşan birlik olarak tanımlamıştır. Steinmann (1972), Akdeniz bölgesinde yer alan serpantin, bazalt ve radyolarit kökenlerinin farklılığı üzerine çalışma yapmıştır. Roover (1956) ve Vuognat (1964) ofiyolitleri, peridotitlerin altında yerleşen ve bazaltik kayaların üzerinde oluşan kısmi ergime sonucu oluştuğunu söylemişlerdir (Dilek ve Furnes 2014).

Amerika Jeoloji Topluluğu (GSA) tarafından düzenlenen Penrose (Amerika) konferansında (1972) mafik ve ultramafik kayaların oluşturduğu birliğin adı olarak ‘ofiyolit’ terimi kabul edilmiştir fakat bu konferansta kabul edilen ofiyolit tanımında sedimanların ve levha dayk kompleksinin yer almaması eleştiri konusu olmuştur (EK-1: Şekil 1) (Bağcı 2004). Ayrıca Penrose konferansında ofiyolitler ile okyanusal kabuğun karşılaştırılması yapılarak benzerliklerin olduğu ifade edilmiştir (Dilek ve Furnes 2014).

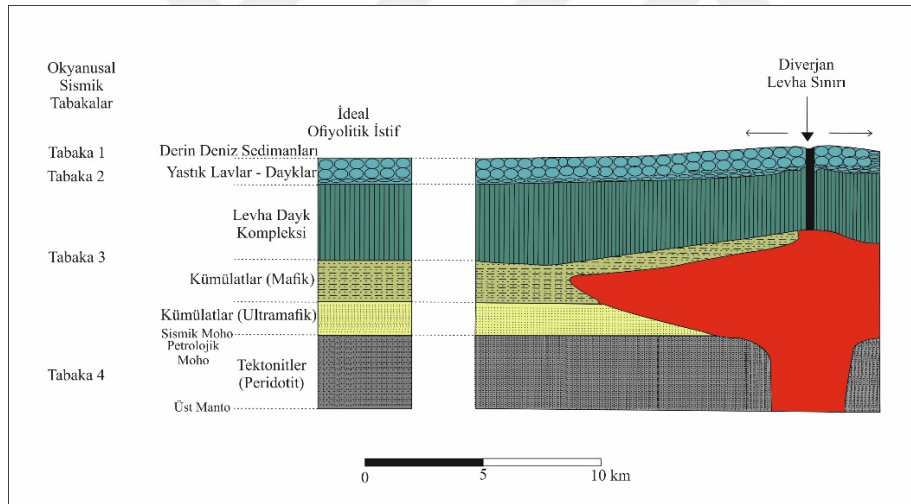


EK-1: Şekil 1. Ultramafik-mafik kayaların üçgen diyagram sınıflandırılması (Güneş 2018’den değiştirilerek alınmıştır)

1960’lı yıllarda levha tektoniği kuramındaki gelişmeler ışığında, orojenik kuşakların tektonik evrimi, eski tektonik evrimi, eski okyanusal havzaların paleocoğrafyası, manto kimyası, okyanus ortası rift süreçleri gibi okyanusal kabukta oluşan yapısal süreçlerde ofiyolit kullanılmıştır (Dilek ve Furnes 2014).

Eksizsiz ve ideal bir ofiyolit serisini oluşturan kayaçlar alttan üste doğru aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (EK-1: Şekil 2) (Dilek ve Furnes 2014):

1. Üst manto peridotitleri: Harzburjit, lertzolit, dünit mercekleri ile kromitler yer almaktadır. Harzburjitik kayaçlar ilksel Klinopiroksenlerin tüketilmesi ile oluşmuş ve yüksek dereceli kısmi ergimeler sonucu oluşan restitler olarak ifade edilmektedir.
2. Tabakalı ultramafik - mafik kayaçlar: bu kayaçlar manto - kabuk arasındaki geçiş bölümünde, okyanusal litosferde hızlı yayılma ile oluşmaktadır.
3. İzotropik mafik kayaçlar: tabakalı kayaçların üzerinde yer alır ve Olivinli gabro, gabro, troktolit, anortozit bileşimli.
4. Levha dayk kompleksi: izotropik gabroların üzerinde yer almaktadır. Daykların kalınlığı 1.5 km üzerinde olup dikey olarak bulunmaktadır. Dayklar, paralel olarak uzanan faylar tarafından kesilmektedir. Dayklar sırt ekseninde uzağa bakan kenarları iç zona göre daha hızlı soğur, bunun sonucunda camsı hızlı soğuma kenarları gelişir.
5. Mafik volkanik kayaçlar: yastık lavlar, yastık yapılı breşler ve altta bazaltik andezit ve bazaltik bileşimli ve üste ise andezit, dasit ve riyolitten oluşan masif lav akıntıları içeren bölümdür.
6. Derin deniz sedimanları: çört, radyolarit, ince tabakalı şeyli, manganlı çamurtaşı, türbidit ve kırmızı pelajik kireçtaşı vb. içerir.



EK-1: Şekil 2. Ofiyolit serisi ile okyanusal kabuğun karşılaştırılması (Gass vd. 1975'ten değiştirilerek alınmıştır)

Ofiyolit serisi bazen tam seri olarak görünmeyebilir. Bu tür serilere “kısmi parçalanmış veya eksikli ofiyolitler” adı verilir. Ayrıca tektonik faaliyetler nedeniyle serinin bazı seviyeleri farklı yerlerde bulunabilir. Bu tür ofiyolitlere ise “düzensiz ofiyolitler” denir (Tümöklü 2005).

Ofiyolitler kıtalara eklenmeden önce ilksel magma gelişiminin türüne göre ikiye ayrılmışlardır. Bunlar “yitim ile ilişkili olamayan ofiyolitler” ve “yitim ile ilişkili ofiyolitler” olarak ifade edilir (Dilek ve Furnes 2011, 2014).

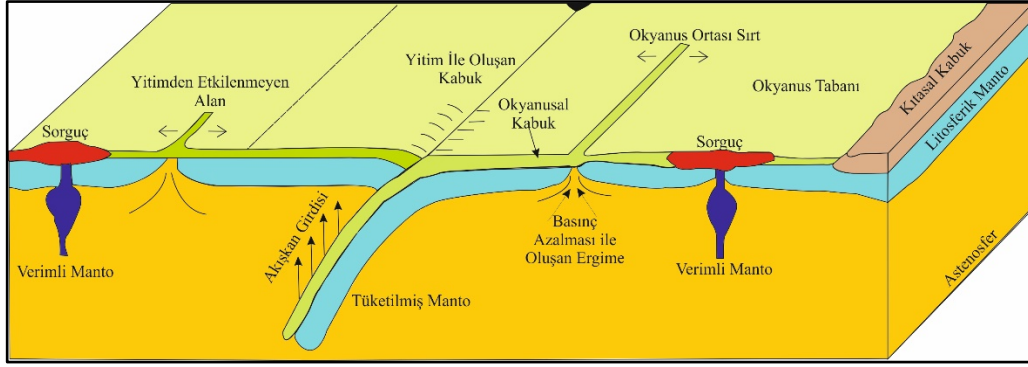
Yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler

Dilek ve Furnes (2014)'a göre yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitleri; kıtasal ve okyanusal litosferin tektonik olarak genişleme tipine ve hızına bağlı olarak gelişen, yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitleri üç tip ofiyolit olarak tanımlamışlardır (EK-1: Şekil 3). Bunlar:

a) Kıta kenarı tipi ofiyolitler: Tektonik gelişmeler sonucunda gelişen riftleşmeler, kıtasal parçalanmaya ve yeni başlayan bir okyanusun oluşumuna ve gelişimine yol açabilmektedir (Manatschal ve Müntener 2009). Bu parçalanmalar ve gelişmeye başlayan okyanus kabuğu oluşumu ile ilişkili magmatik aktivite ile bir okyanus - kıta geçiş zonu oluşturmaktadır (Manatschal ve Müntener 2009). Bu oluşumlarla birlikte kıta altı litosferik manto lerzoliti, doğrudan bazaltik lavlarla örtülür ve küçük gabroik plütonlar ve mafik dayklar tarafından sokulumlar oluşmaktadır (Manatschal ve Müntener 2009). Oluşan okyanus ortası sırt bazaltı (MORB) az tüketilmiş litosferik mantonun düşük derecede kısmi ergimesi ve astenosferin yavaşça yükselmesi ile okyanus - kıta geçiş zonu litosferi, kıta kenarı ofiyolitleri oluşmaktadır (Manatschal ve Müntener 2009) (Şekil 2.6).

b) Okyanus Ortası Sırt Ofiyolitleri: Kıta parçalanmasının ardından devam eden litosferik genişleme ve magmatizma; deniz tabanının yayılmasına ve yükselen astenosferin basıncının düşmesi sonucu ergimesi ile yeni okyanus kabuk oluşumuna yol açmaktadır (Dilek ve Furnes 2011). Magmada oluşan bu magmatizma ile beslenme hızlarındaki ve yayılma eksenlerinin altındaki termal yapıdaki değişimler, magmatik yığılmasını ve üretilen okyanus kabuğunu kontrol etmektedir. Magma beslemesinin güçlü olduğu hızlı yayılan sırtlarda, sürekli devam eden magmatizma, plakaların ayrılmasına ayak uydurmakta ve eşzamanlı genişleme ve açılma, geçişli Moho zonlu Penrose tipi bir okyanus kabuğu üretmektedir (Dilek ve Furnes 2011). Orta düzeyde yayılan sırtlarda, okyanus kabuğunun daha ince bir volkanik serisi olmasına rağmen, hızlı yayılan kabuğa göre daha kalın levha dayk kompleksine sahiptir. Yavaş yayılan sırtlarda, genişlemeli faylanma ve kabuk zayıflaması, magmatizmayı geride bırakarak deniz tabanında serpantinleşmiş üst manto peridotitlerinin ve gabroların üretilmesine neden olmaktadır (Dilek ve Furnes 2011). Yavaş yayılan okyanus kabuğu bu nedenle ince ve deformasyona uğramış olabilir ve Moho sıyrılma fayları ve alterasyonla temsil edilebilir (Dilek ve Furnes 2011). Bu tür ofiyolitleri, bir Ta/Yb-Th/Yb diyagramında manto dizisi boyunca gözlenen bir model sergilemektedir ve N-MORB; normal MORB, E-MORB; zenginleşmiş MORB, C-MORB; kontaminyonlu MORB temsil etmektedir (Le Moigne vd. 1996) (Şekil 2.6).

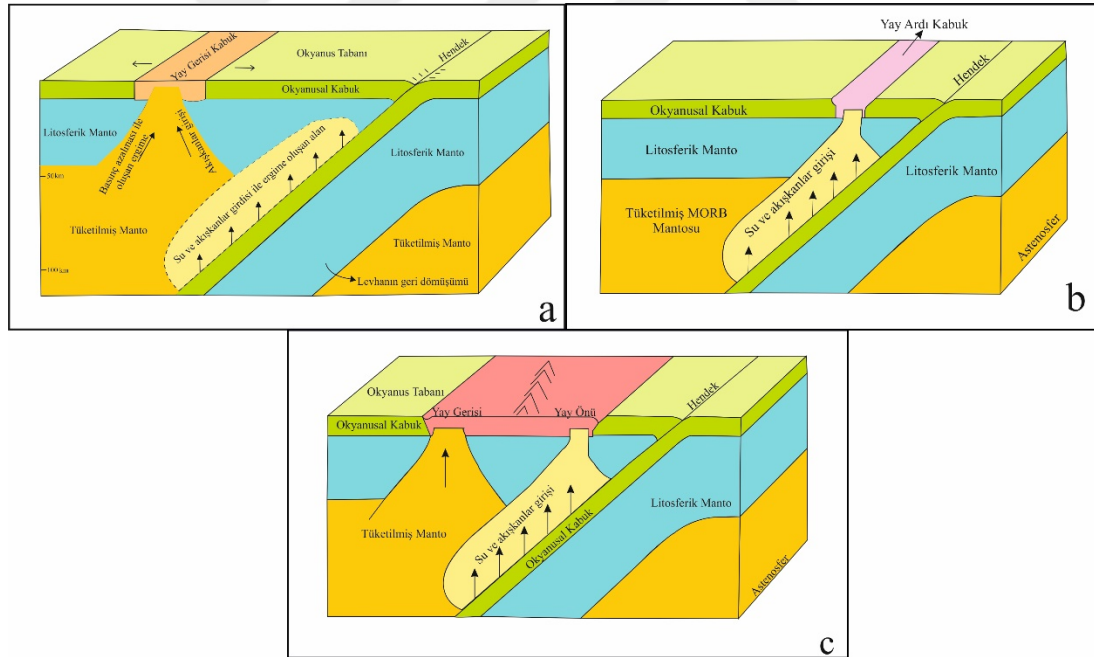
c) Sorguç (Plume, P-tipi) Ofiyolitler: Manto sorguçlarına yakın okyanusal sırtlarda veya okyanus platolarının bir parçası olarak oluşmakta olup küçük yastık bazaltlarla, çoğunlukla pikritik bazalt içeren masif lav akışları içermektedirler (Dilek ve Furnes 2014). Gabroyik ve ultramafik plütonlar ve siller, kalın bir volkanik diziyi sokulum yapmaktadır (Dilek ve Furnes 2014). Yastık breşler, hiyaloklastitler ve çörtşeyl tabakaları daha yüksek stratigrafik seviyelerde bazaltik lav akıntıları ile bulunmaktadır (Dilek ve Furnes 2014). Sorguç (Plume, P-tipi) ofiyolitler, N-MORB ve okyanus adası bazaltları arasında jeokimyasal farklılıklar gösterir (Şekil 2.4). Yitimle alakalı olmayan ofiyolitlerde, Th/Yb-Ta/Yb ayrım diyagramında büyük farklılıklar görülmektedir, çoklu elementleri (Lu ile Cs arası), neredeyse düze yakın bir eğilim sergilemektedir (Dilek ve Furnes 2014).



EK-1:Şekil 3. Ofiyolitlerin oluşum ortamlarının şematik gösterimi-yitim ile ilişkisi olmayan ofiyolitler (Dilek ve Furnes 2014)

Yitim zonu üstü (SSZ) ofiyolitleri

Yitim zonu (SSZ) Ofiyolitleri; yitim zonlarında, dalan levha üzerinde üst manto ve okyanusal kabuk ikilisinin kısmi ergimesi sonucu oluşmaktadır (Şekil 4). Ofiyolitlerin sadece okyanus ortası yayılma merkezlerinde oluşmadığını, yitim zonunda, yaklaşan plakalar üzerinde de oluştuğunu göstermektedir (Miyashiro 1973; Pearce vd. 1984).



EK-1: Şekil 4. Ofiyolitlerin oluşum ortamlarının şematik gösterimi-yitim ile ilişkili ofiyolitler, a) Yay gerisi, b) Yay önü, c) Yay gerisi-yay önü (Dilek ve Furnes 2014)

SSZ ortamları, yeni başlayan erken evrimi veya yeniden oluşan yitim zonlarını, yay volkanizması ve plütonizmasının başlangıcı veya yeniden yapılanma öncesini kapsamakta ve yay riftleşmesine neden olan süreçler ile yay önü ve yay içi havzaları da içermektedir (Hawkins vd. 1984; Stern ve Bloomer 1992). Bu ofiyolitler, ortak olarak oluşumları ve evrimleri sırasındaki birçok süreci göstermektedirler. SSZ ofiyolitleri

yerleşme mekanizmalarına göre ikiye ayrılmaktadırlar (Moore 1982);

A. Tetis Tipi

B. Cordilleran Tipi

A. Tetis tipi ofiyolitler

Tetis ofiyolitleri yapısal olarak pasif kıtasal kenarları ve onların kristalin tabanlarını, küçük kıta parçalarını ya da ada yaylarını şeklinde üzerlenir. Doğu Akdeniz bölgesindeki Neotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla ilişkili olarak oluşan yitim zonu üstü ofiyolitleri "Tetis Ofiyolitleri" olarak adlandırılırlar, bu ofiyolitler ana kuşak olarak dört gruba ayrılmaktadır (Yüksekol 2021):

- Alpin Kuşağı ve Akdeniz Ofiyolitleri:

Alpin Ofiyolitleri (İtalya Apeninleri, Arnavutluk), Vourinos Ofiyoliti, Pindos ve Othris Ofiyoliti (Alt-Orta Jura)

Torodos Ofiyoliti, Torid Kuşağı Ofiyolitleri (Kretase)

- Doğu Arabistan Ofiyolit Kuşağı:

Semail ve Batain Ofiyolitleri (Alt Kretase)

- Batı Pakistan Ofiyolit Kuşağı:

Muslim Bagh, Zhob, Bela (Pakistan) ve Vaziristan-Khost (Afganistan) Ofiyolitleri (Kretase)

- Himalaya ve Tibet Ofiyolitleri

Kohistan-Dras Ada Yayları Ofiyolit Kompleksi (Kretase)

Güney Tibet Ofiyolitleri (Alt Kretase)

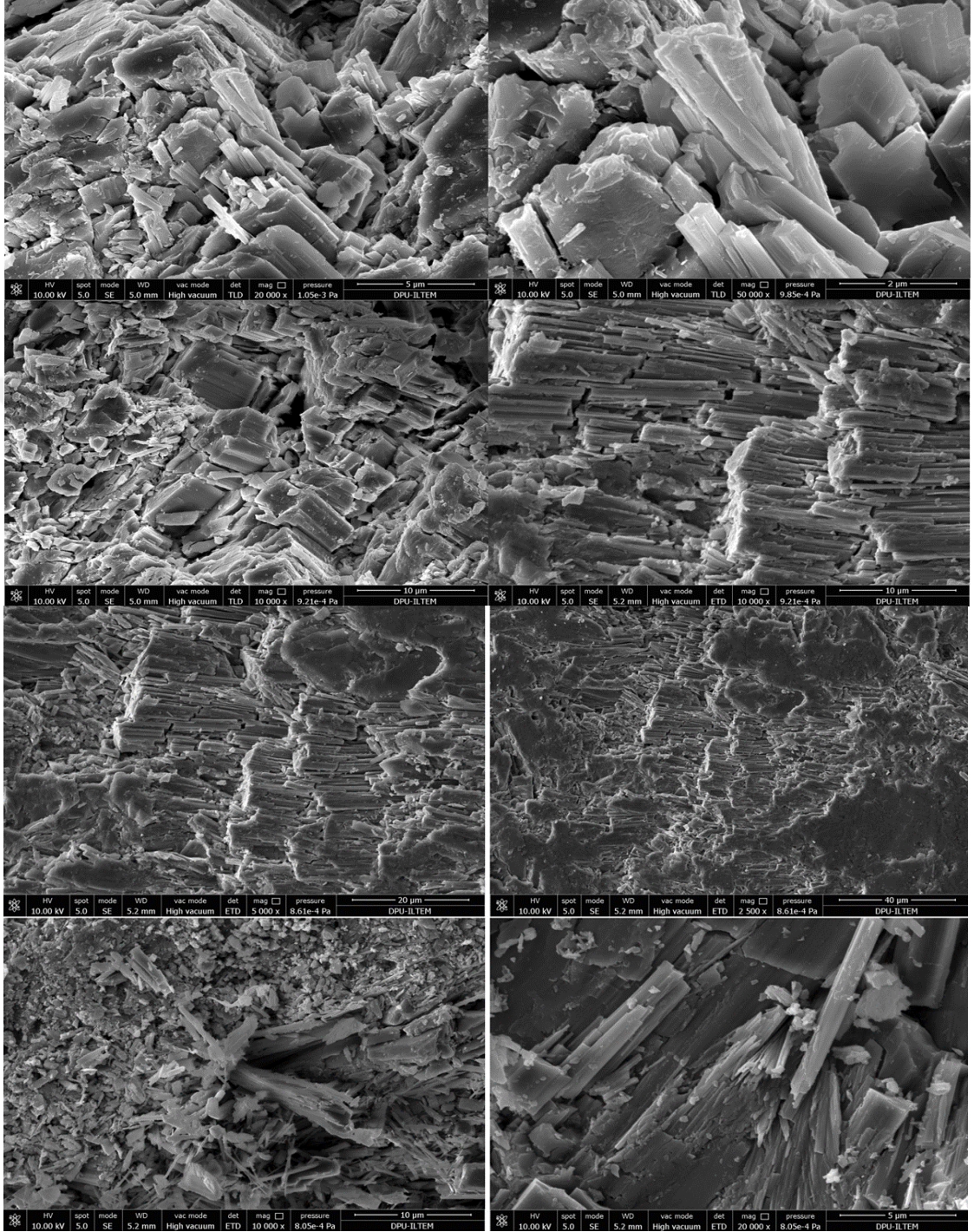
Spongtang Ofiyoliti (Orta Kretase)

B. Cordilleran tipi ofiyolitler

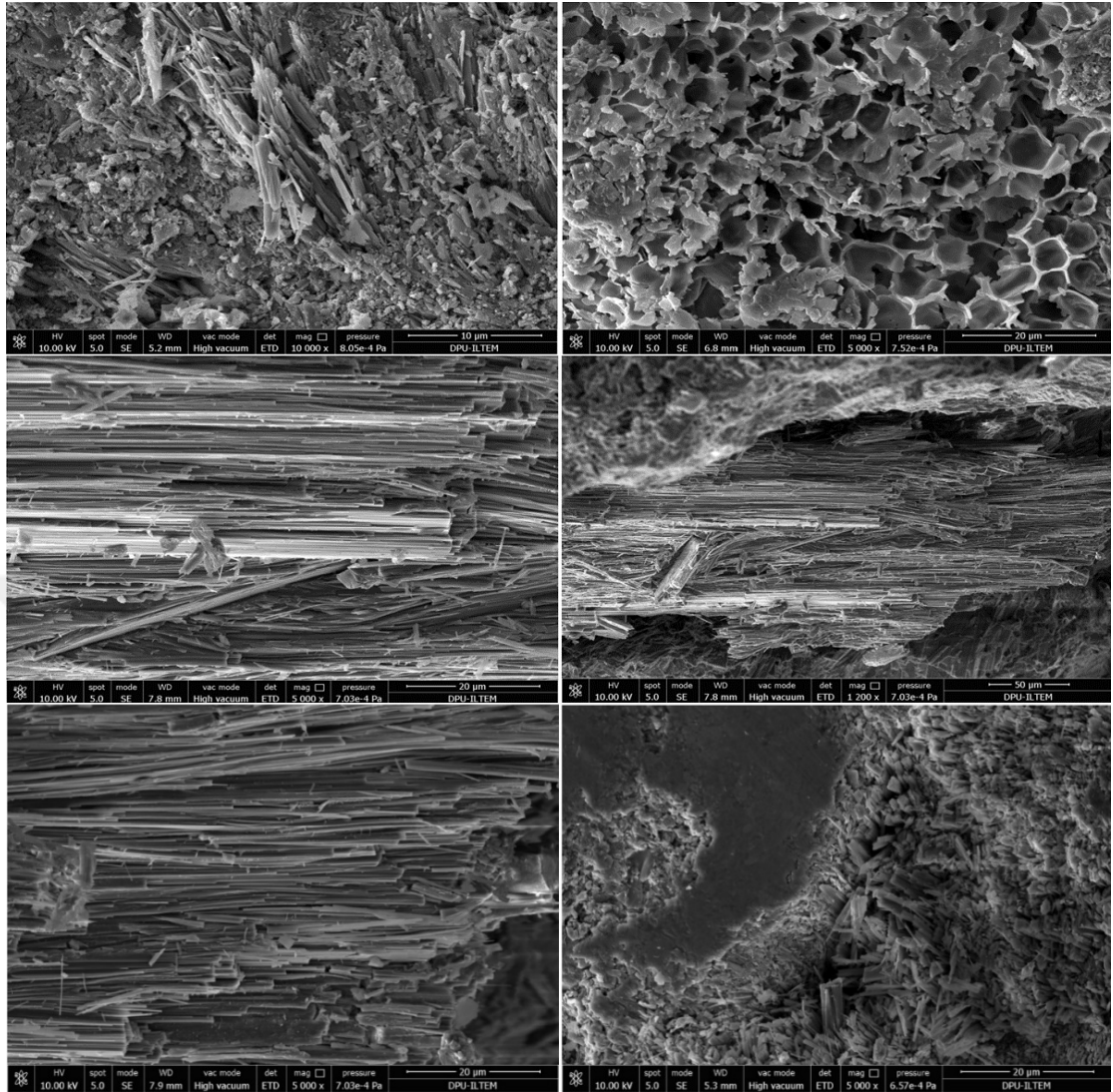
Cordilleran ofiyolitleri yapısal olarak yitim yığılma komplekslerini üzerler ve nadiren tam seri ofiyolit istifleri şeklinde görülür, büyük ofiyolit litolojilerinden biri ya da birkaçı kayıptır (Irvine 1977; Saleeby 1992; Coleman 1977). Cordilleran ofiyolitlerinin ekstruzif kısımlarında genellikle ada yayları ile ilişkili volkanik ve ortaç, silisik volkanik kayalar bulunmaktadır.

EK-2. Sem Analiz Görüntüleri

1. Lokasyon 3'ten alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 1, 2).

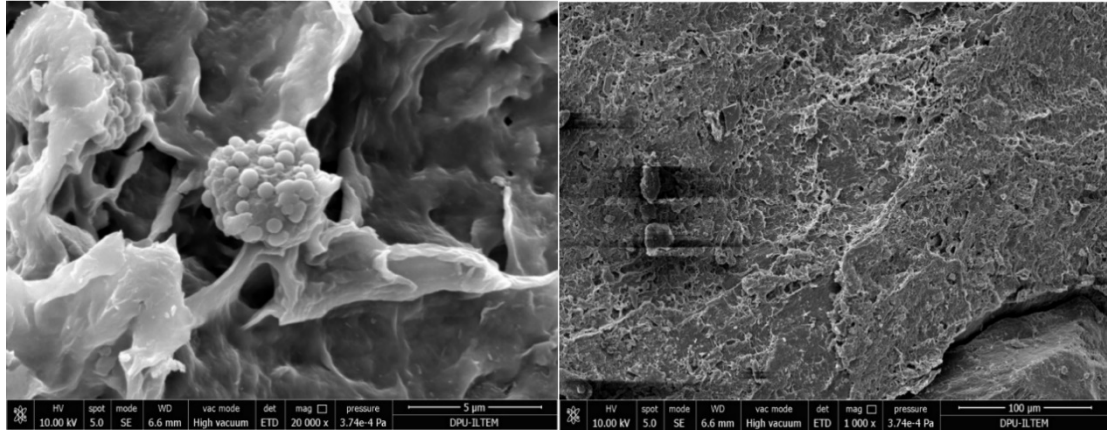


EK-2: Şekil 1. Lokasyon 3 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

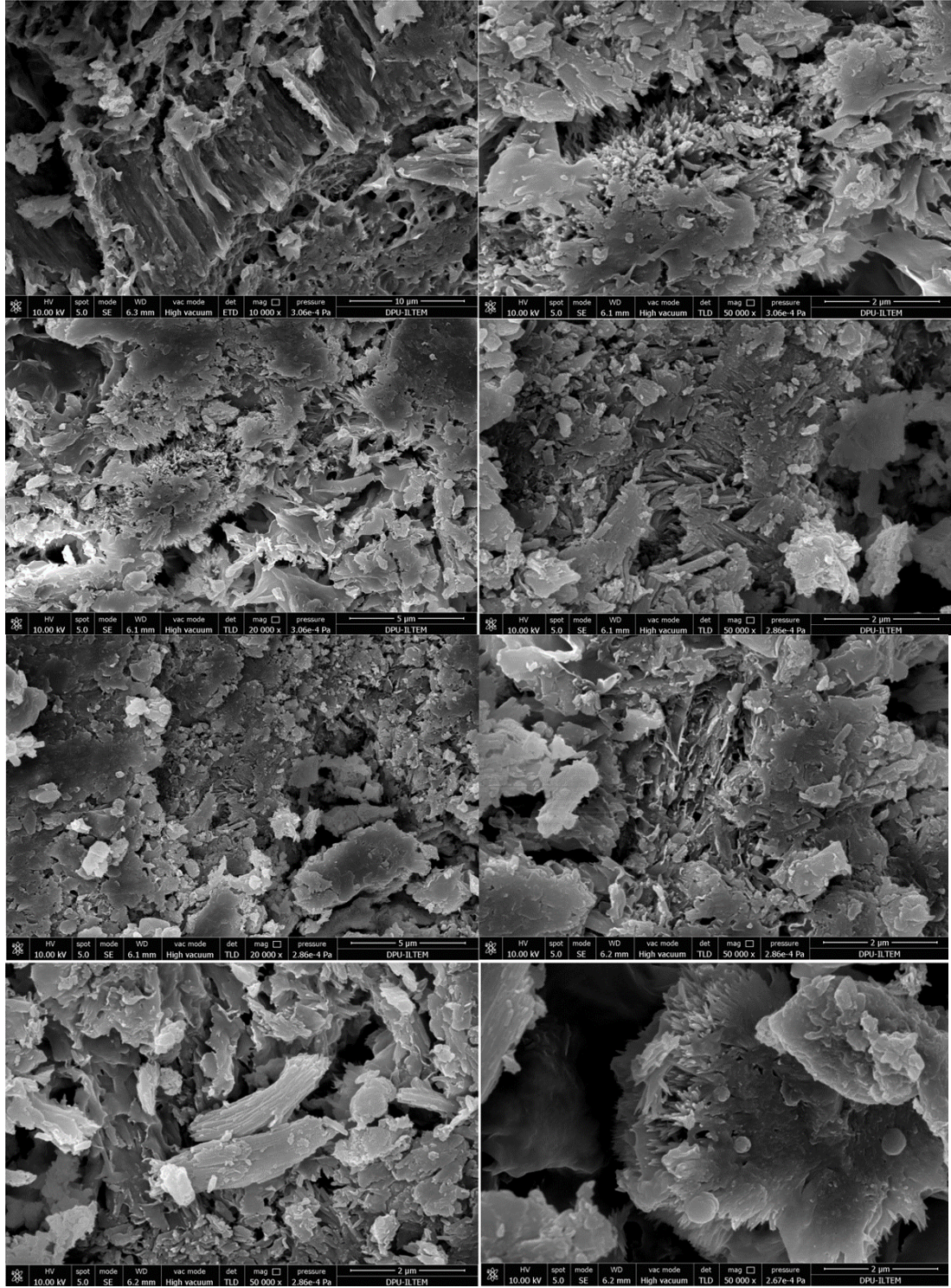


EK-2: Şekil 2. Lokasyon 3 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

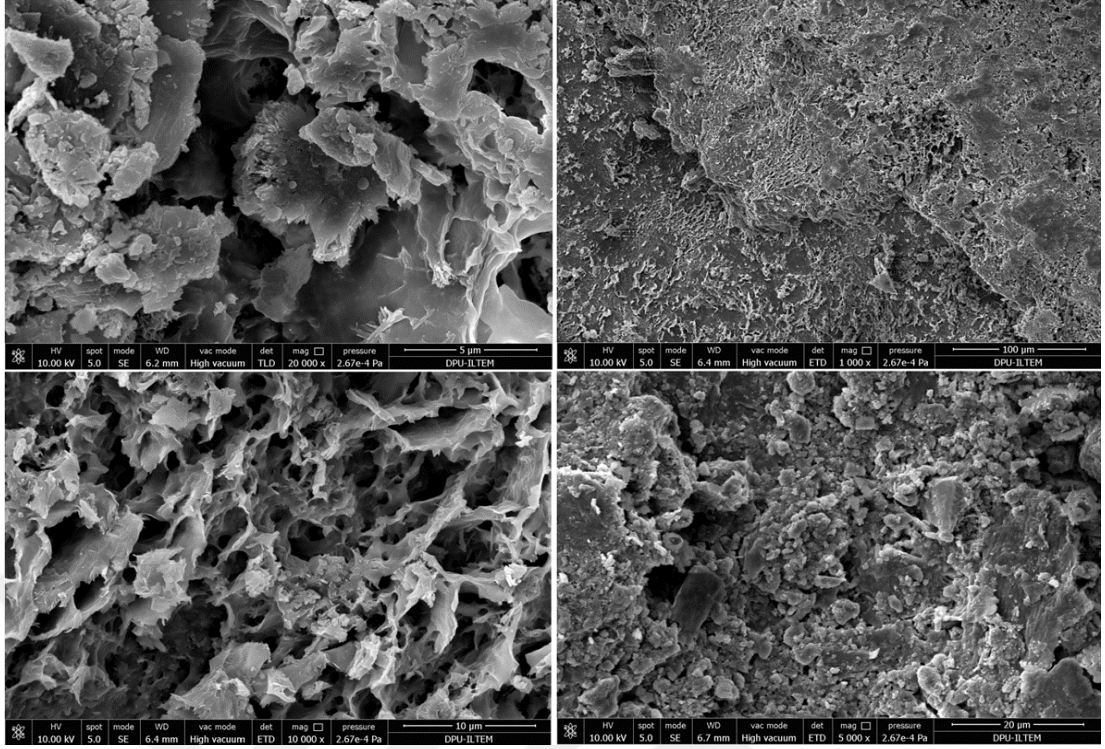
2. Lokasyon 5'ten alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 3-5).



EK-2: Şekil 3. Lokasyon 5 örnek 3'ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

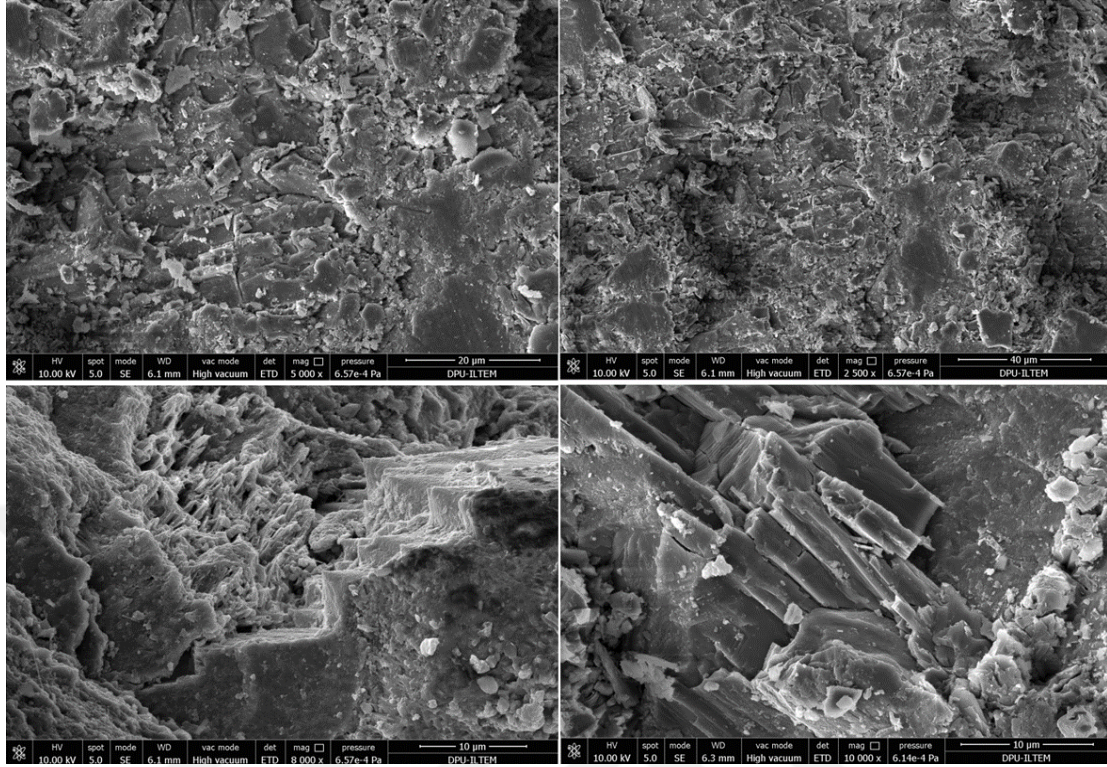


EK-2: Şekil 4. Lokasyon 5 örnek 3'ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

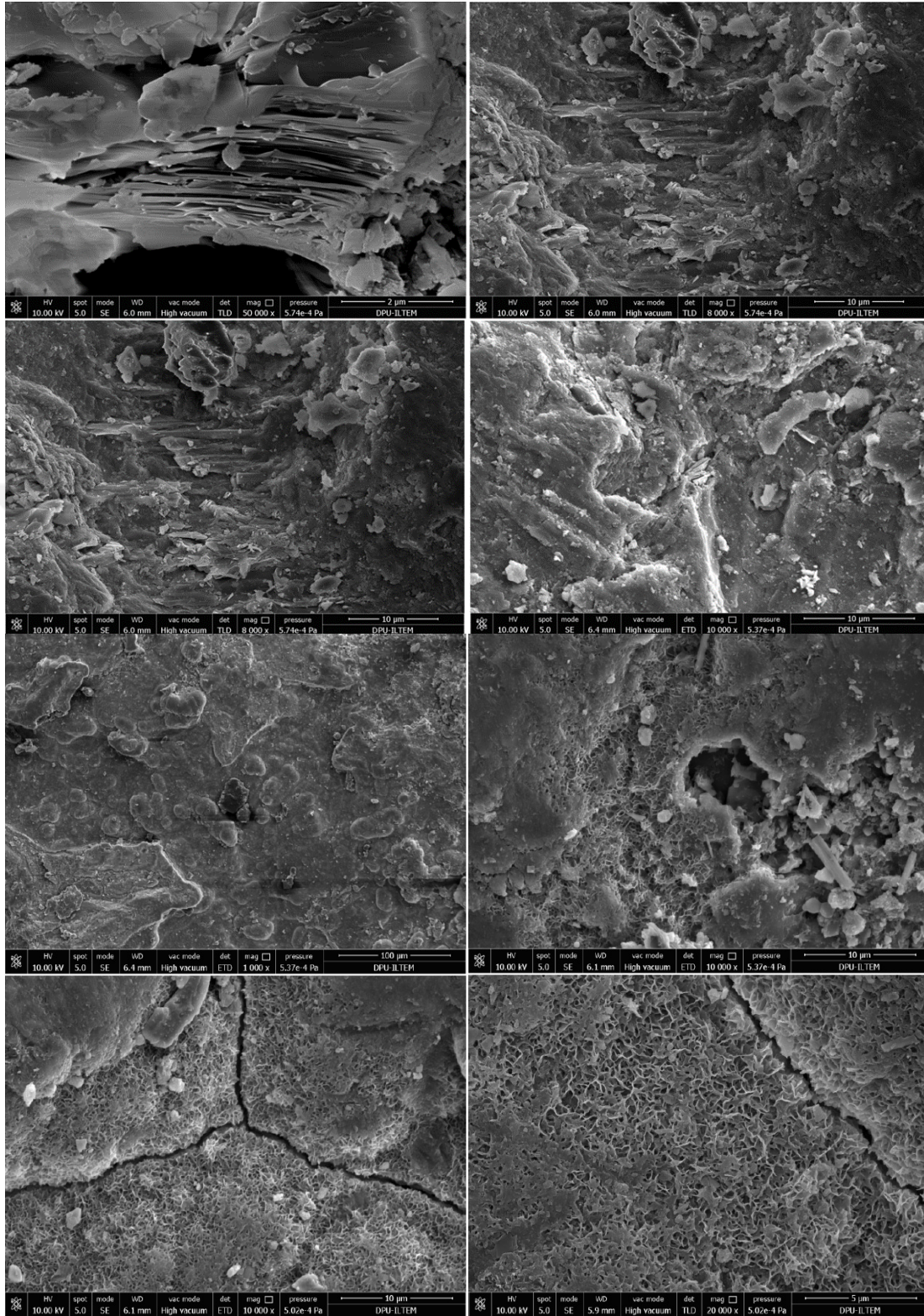


EK-2: Şekil 5. Lokasyon 5 örnek 3'ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

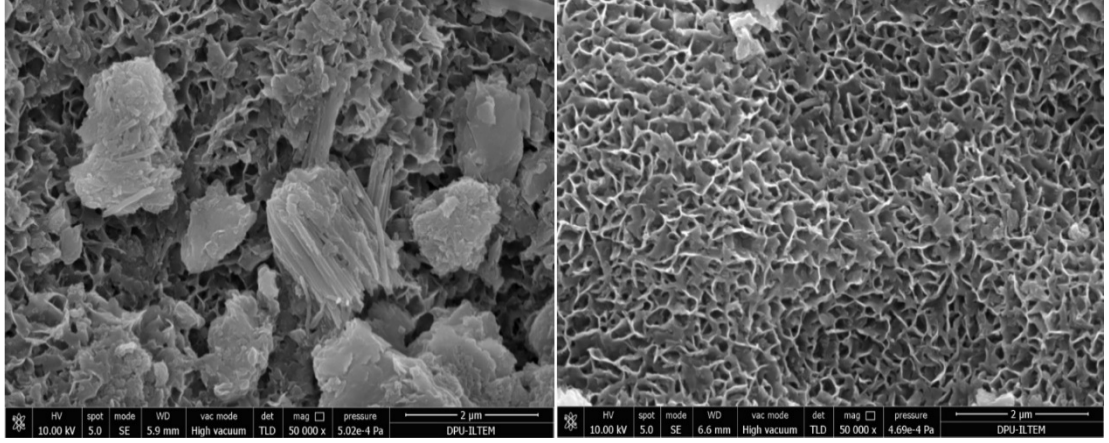
3. Lokasyon 8’den alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 6-8).



EK-2: Şekil 6. Lokasyon 8 örnek 1’ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



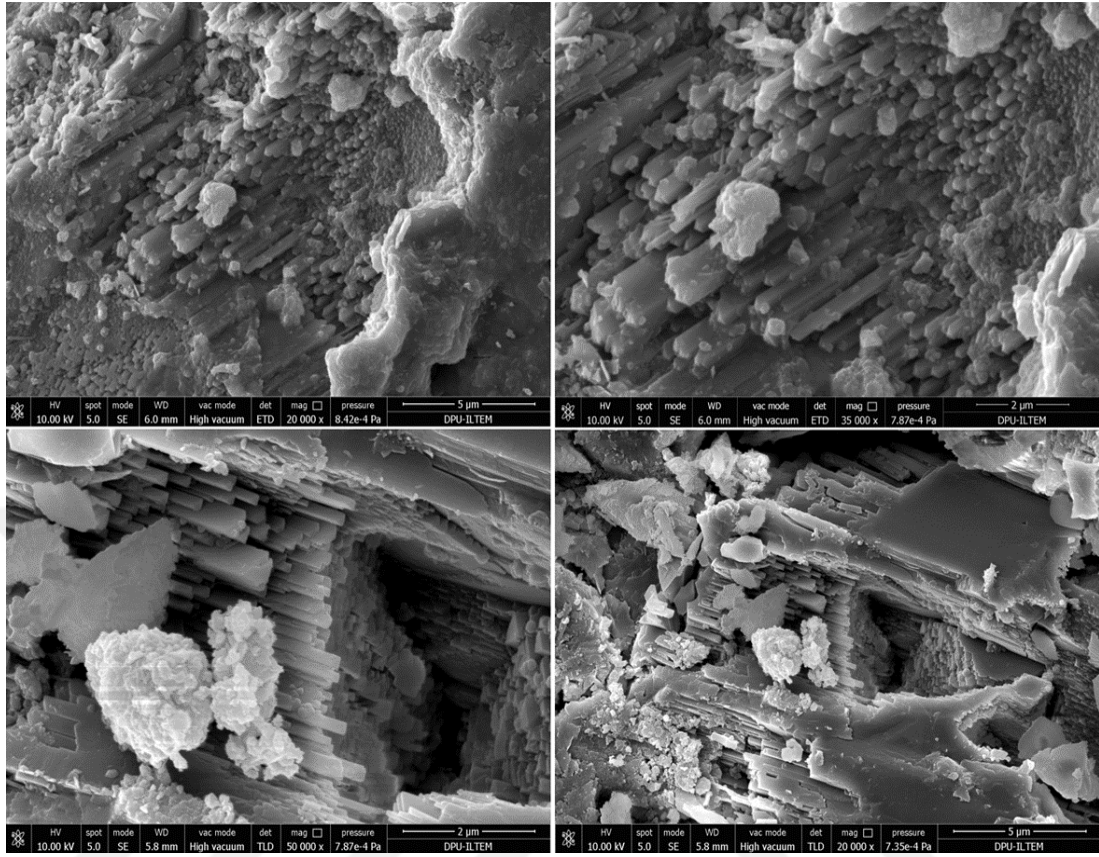
EK-2: Şekil 7. Lokasyon 8 örnek 1'ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



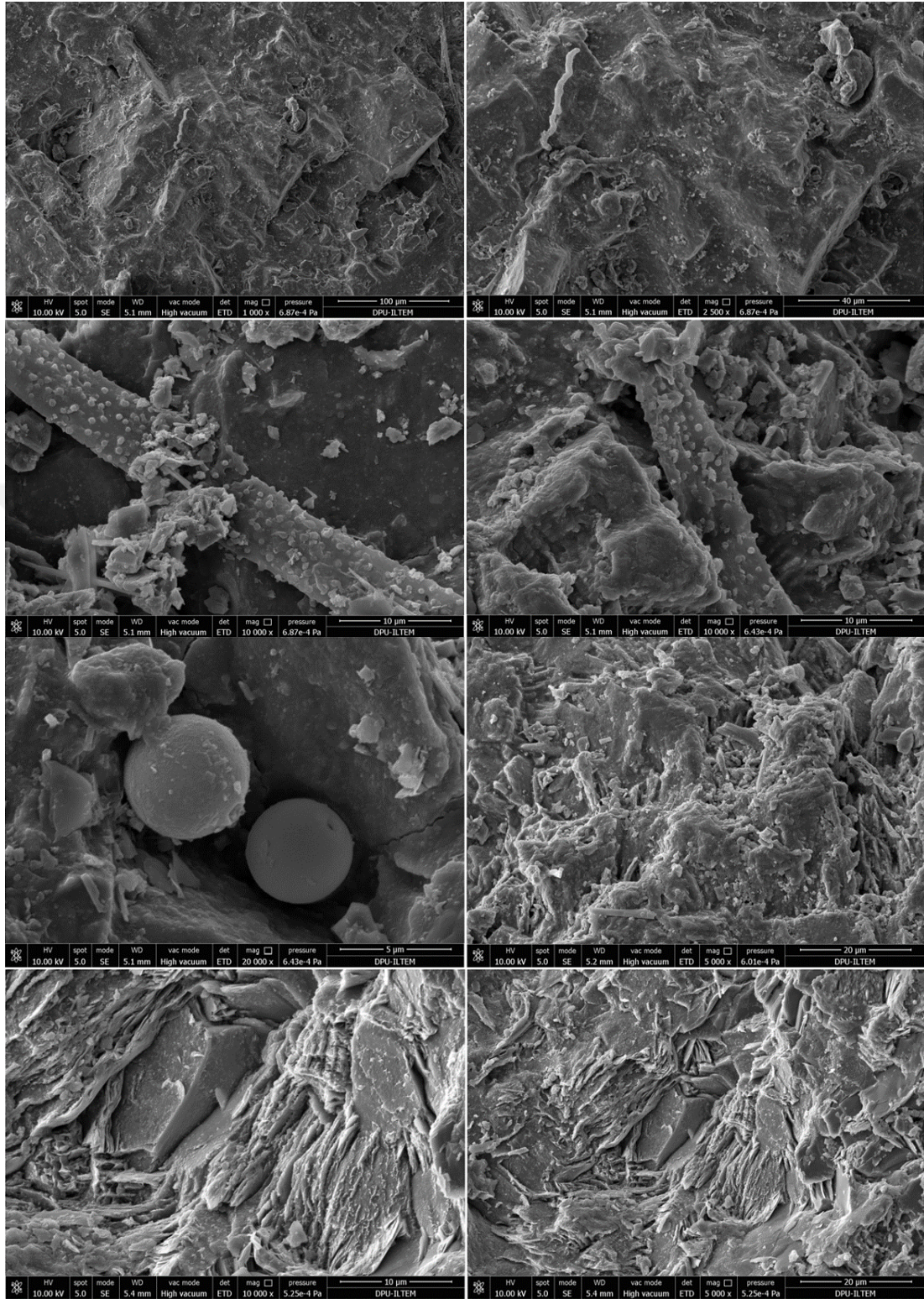
EK-2: Şekil 8. Lokasyon 8 örnek 1'ten alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



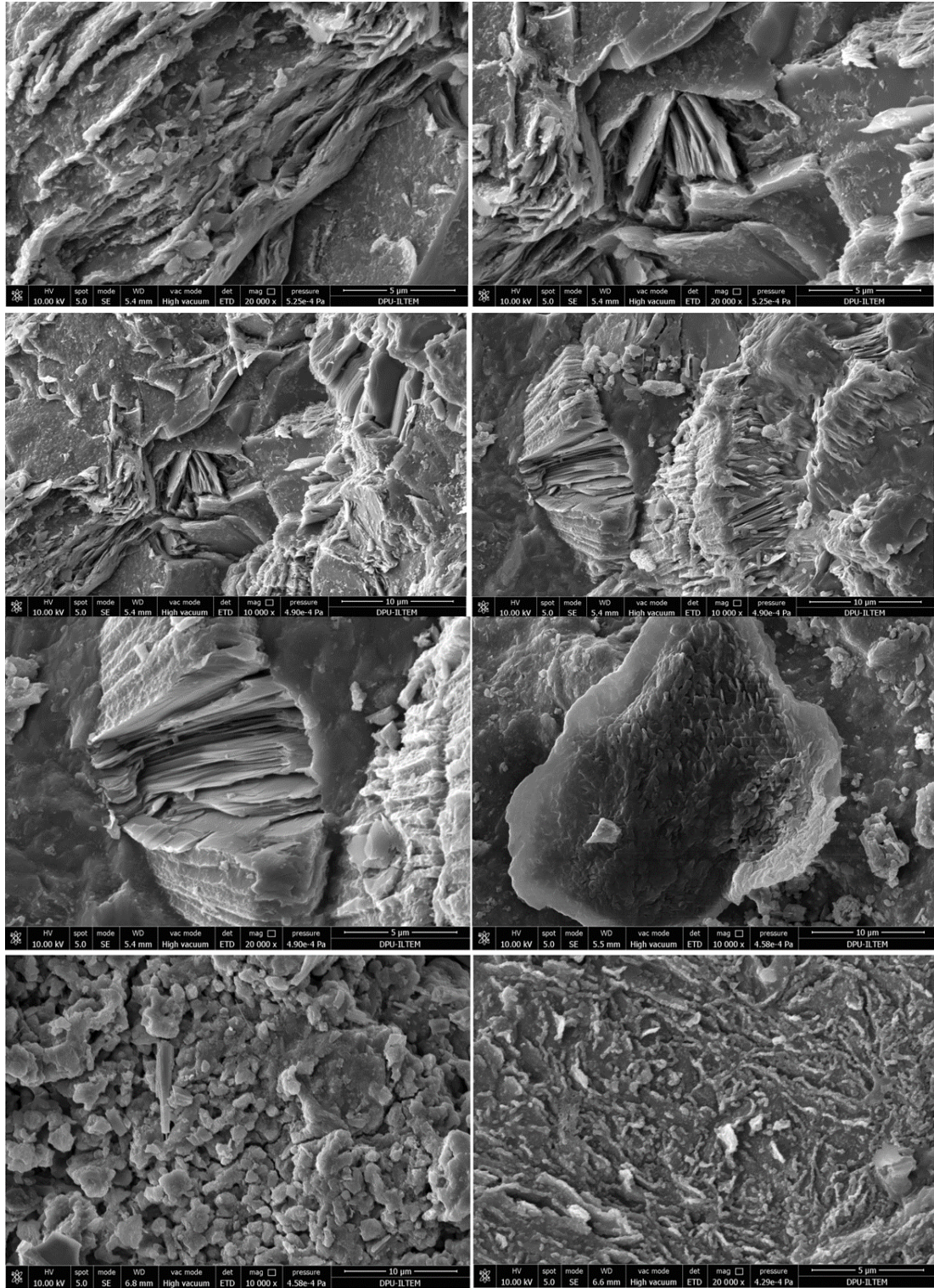
4. Lokasyon 12’den alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 9-12).



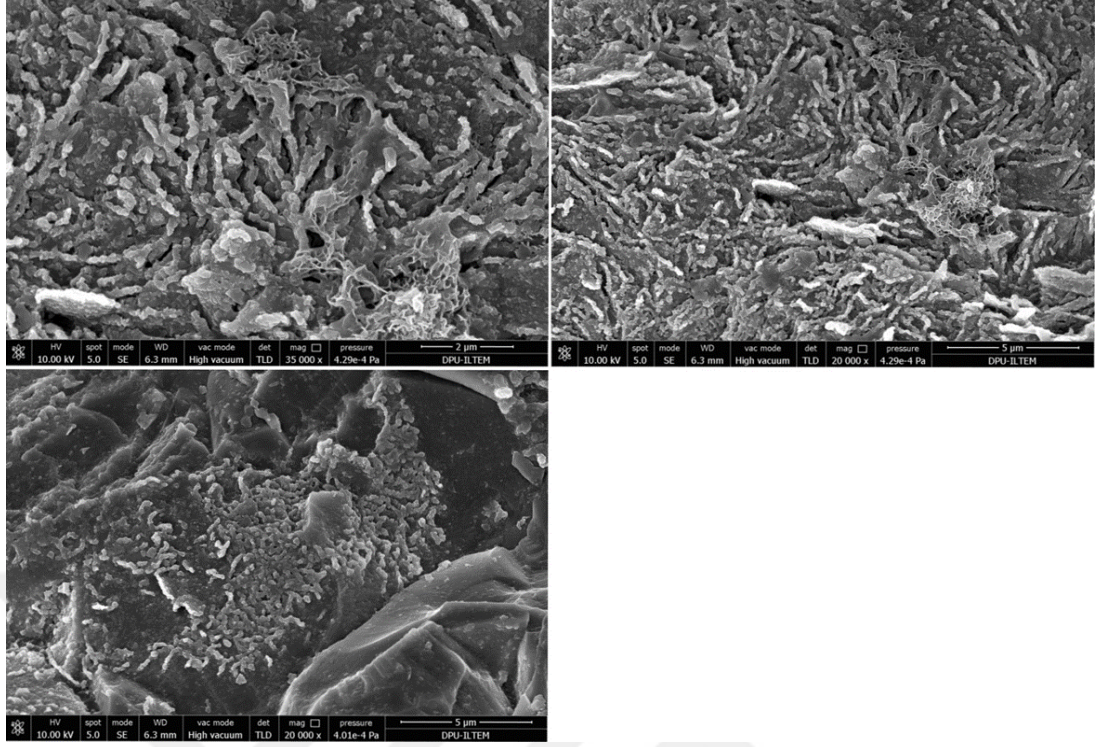
EK-2: Şekil 9. Lokasyon 12 örnek 2’den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



EK-2: Şekil 10. Lokasyon 12 örnek 2’den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

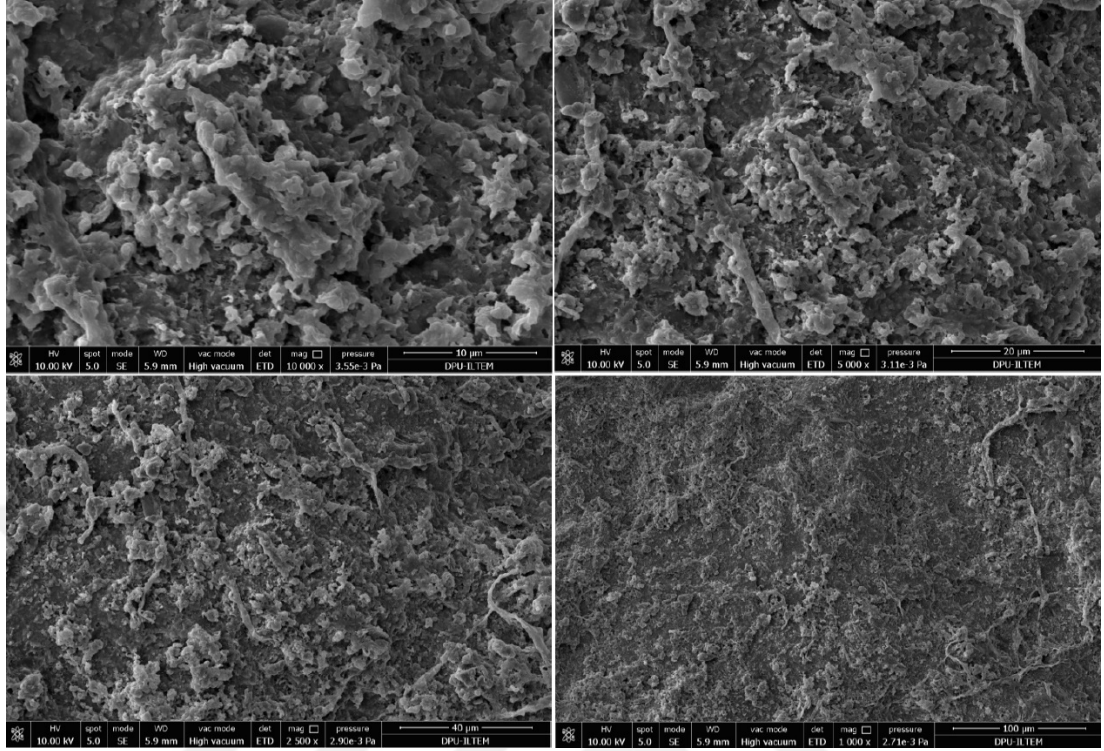


EK-2: Şekil 11. Lokasyon 12 örnek 2'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

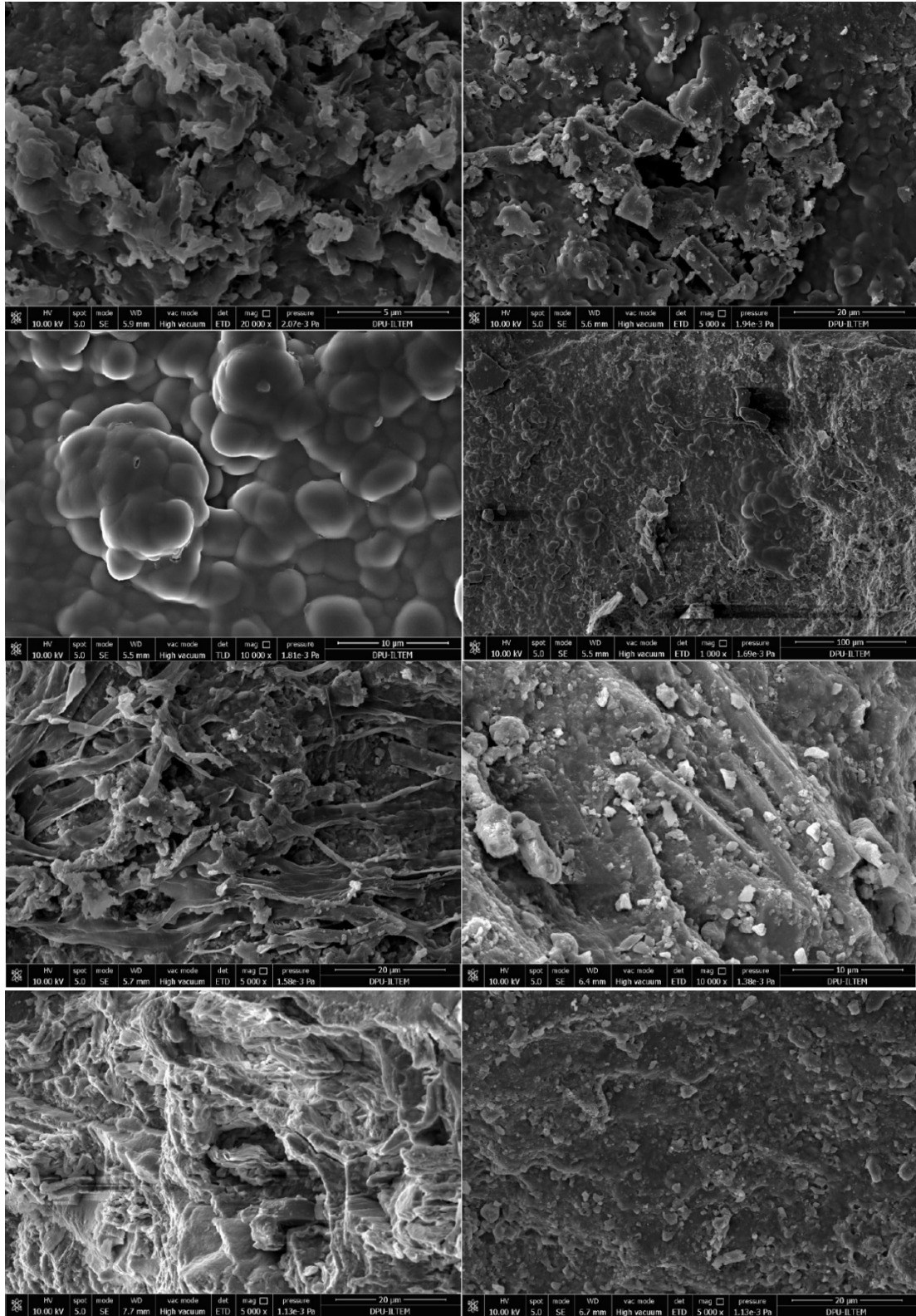


EK-2: Şekil 12. Lokasyon 12 örnek 2’den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

5. Lokasyon 14'ten alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 13, 14).

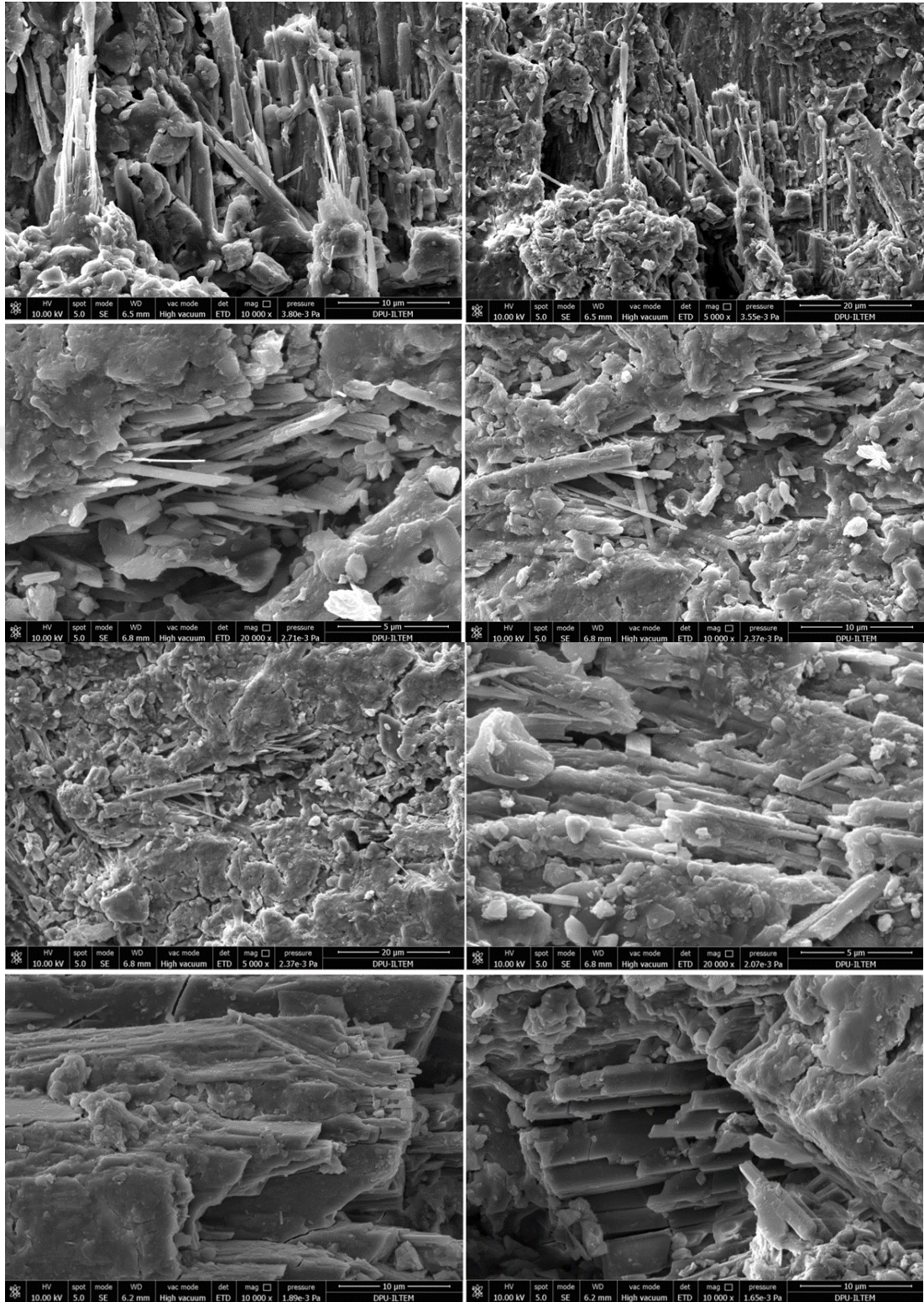


EK-2: Şekil 13. Lokasyon 14 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

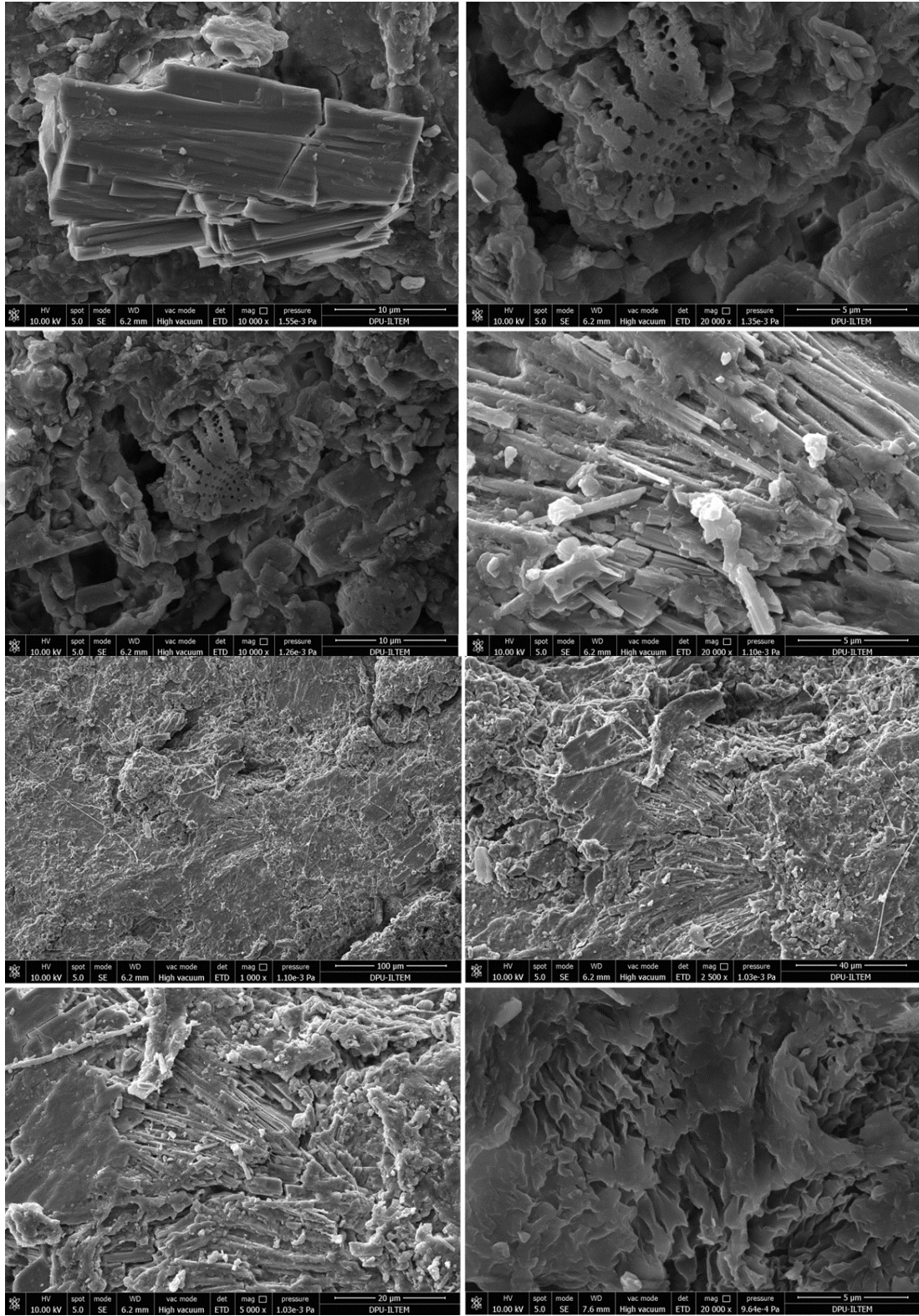


EK-2: Şekil 14. Lokasyon 14 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

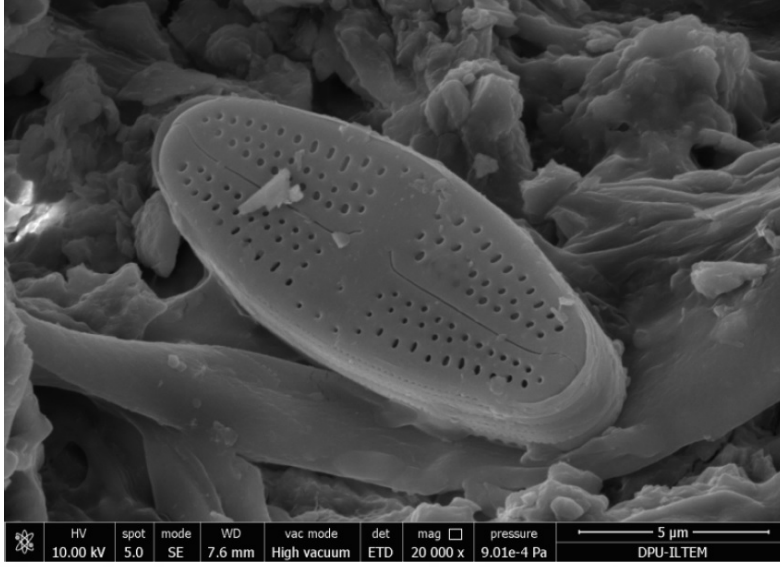
6. Lokasyon 15'ten alınan örneklerin SEM analizi görüntüleri (EK-2: Şekil 15-17).



EK-2: Şekil 15. Lokasyon 15 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



EK-2: Şekil 16. Lokasyon 15 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri



EK-2: Şekil 17. Lokasyon 15 örnek 1'den alınan numunelerin SEM analiz görüntüleri

EK-3. Jeokimyasal Analiz Sonuçları

EK-3: Çizelge 1. Ana kayaçların jeokimyasal analiz sonuçlarına göre (%) major oksit değerleri

	L4-1	L3-1	L16-2	L1-2
SiO ₂	38.73	40.85	50.12	50.22
TiO ₂	0.02	0.02	1.18	0.95
Al ₂ O ₃	0.37	0.72	15.68	14.46
Fe ₂ O ₃	7.74	8.44	11.36	10.06
MnO	0.10	0.12	0.18	0.17
MgO	43.59	42.81	6.13	7.83
CaO	0.42	0.82	9.63	10.67
Na ₂ O	0.02	0.04	3.09	3.04
K ₂ O	0.01	0.01	0.12	0.14
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.09	0.08
A.S.K	8.93	6.28	1.71	3.19
Toplam	99.92	100.10	99.29	100.81

EK-3: Çizelge 2. Ana kayaçların jeokimyasal analiz sonuçlarına iz element ve REE (ppm) değerleri

	L4-1	L3-1	L16-2	L1-2
V	20	43	354	257
Co	108.8	107.3	38.6	34.3
Ni	2329	2188.3	15.8	14.1
Cu	4.6	15.6	32.9	56.6
Zn	23	21	13	14
Ga	0.5	0.5	15.3	11.3
Rb	0.1	0.1	1.3	1.6
Sr	1.3	2.8	131	170.5
Y	0.3	0.4	23.8	19.6
Zr	1.5	1.1	59.5	47.4
Nb	0.1	0.1	0.7	1.4
Ba	1	1	30	62
La	0.7	0.5	2.6	3.8
Ce	0.2	0.2	7.6	8.7
Pr	0.02	0.02	1.24	1.28
Nd	0.3	0.3	6.9	6.3
Sm	0.05	0.05	2.38	1.99
Eu	0.02	0.02	0.9	0.78
Gd	0.05	0.05	3.33	2.82
Tb	0.01	0.01	0.61	0.52
Dy	0.07	0.08	4.07	3.4
Ho	0.02	0.02	0.94	0.76
Er	0.03	0.03	2.7	2.31
Tm	0.01	0.01	0.39	0.32
Yb	0.05	0.05	2.61	2.09
Lu	0.01	0.01	0.4	0.32

EK-3: Çizelge 2'nin devamı

	L4-1	L3-1	L16-2	L1-2
Hf	0.1	0.1	1.8	1.4
Ta	0.1	0.1	0.1	0.1
Pb	0.1	0.1	0.2	0.6
Th	0.2	0.2	0.2	0.4
U	0.1	0.1	0.1	0.1

EK-3: Çizelge 3. Daykların jeokimyasal analiz sonuçlarına göre (%) major oksit değerleri

	L3-3	L5-1	L14-2	L8-1	L4-3	L12-1	L2-5	L13-1	L9-2	L15-1	L11-3
SiO₂	43.61	45.46	45.72	49.08	49.98	50.20	50.88	50.90	51.45	51.92	40.85
TiO₂	1.19	1.05	0.87	0.95	1.06	1.11	1.08	1.12	1.06	0.99	0.01
Al₂O₃	15.51	14.12	14.67	15.60	15.68	15.09	15.23	15.46	15.53	15.27	0.21
Fe₂O₃	10.81	10.56	8.99	9.54	10.34	10.79	10.58	11.07	11.39	9.91	8.22
MnO	0.18	0.18	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.19	0.17	0.11
MgO	8.80	8.22	7.69	7.32	7.38	7.38	6.80	6.24	6.37	6.99	38.06
CaO	16.19	16.74	17.75	10.77	10.37	10.35	10.36	8.99	10.15	10.05	0.40
Na₂O	0.31	0.53	0.34	3.11	3.15	3.14	3.45	4.20	3.31	3.42	0.04
K₂O	0.04	0.04	0.04	0.15	0.08	0.19	0.13	0.22	0.20	0.27	0.01
P₂O₅	0.10	0.09	0.07	0.09	0.09	0.08	0.10	0.09	0.09	0.11	0.01
A.S.K	4.13	3.07	3.35	3.53	2.05	2.09	1.84	2.13	0.88	1.60	12.03
Toplam	100.87	100.06	99.64	100.30	100.34	100.59	100.62	100.59	100.62	100.70	99.93

EK-3: Çizelge 4. Daykların jeokimyasal analiz sonuçlarına iz element ve REE (ppm) değerleri

	L3-3	L5-1	L14-2	L8-1	L4-3	L12-1	L2-5	L13-1	L9-2	L15-1	L11-3
V	299	276	233	244	291	308	274	305	307	222	21
Co	37.4	34.9	31.8	36.2	40.2	39.7	37.9	36.4	39	36	106
Ni	60.2	48.5	72	31.3	50.8	52.5	19.4	22,9	15.9	25	2259.5
Cu	27.5	58.7	60.7	65,1	81	74.8	69.3	52,1	73.9	39.7	5.3
Zn	17	12	8	9	10	16	13	15	13	11	27
Ga	12.2	11.8	12.1	12.9	13.7	12.8	13.3	14,9	14.1	13,5	0.5
Rb	0.2	0.1	0.1	1.8	0.5	2.9	1.9	3.6	2.8	5.6	0.1
Sr	83.9	16.4	14.8	152.6	135.3	213.8	178.8	133	96.5	104.6	7.5
Y	23.7	23	19.1	20.7	23.7	21.1	23.9	24.5	22.7	25.2	0.2
Zr	60.8	58.3	49.4	54.2	60.3	52	59.6	62.6	55.1	66.2	0.8
Nb	1	1.1	0.6	1.5	1.1	1.2	1.7	1.1	1.4	2	0.1
Ba	8	6	8	43	23	62	45	31	42	46	2
La	3.9	3.2	2.1	4.4	3.4	3.5	4.6	3.7	3.3	5	0.1
Ce	9.3	8.4	5.6	9.4	9	8.3	10.7	8.8	8	12	0.1
Pr	1.49	1.36	1.03	1.4	1.41	1.31	1.56	1.38	1.28	1.75	0.02
Nd	7.7	7.2	5.8	7.1	6.9	7.1	7.8	7.8	6.8	8.7	0.3
Sm	2.43	2.39	1.74	2.18	2.26	2.24	2.5	2.47	2.18	2.62	0.05
Eu	0.88	0.96	0.68	0.86	0.93	0.85	0.92	0.91	0.86	1.02	0.02
Gd	3.46	3.46	2.88	3.04	3.33	3.22	3.43	3.38	3.19	3.8	0.05
Tb	0.62	0.63	0.51	0.54	0.61	0.58	0.63	0.65	0.57	0.65	0.01
Dy	4.15	4.19	3.23	3.55	4.05	3.65	4.07	4.21	4	4.36	0.05
Ho	0.94	0.94	0.76	0.78	0.92	0.84	0.92	0.97	0.88	0.97	0.02
Er	2.9	2.81	2.27	2.31	2.61	2.51	2.71	2.9	2.49	2.99	0.03
Tm	0.39	0.39	0.33	0.33	0.39	0.36	0.4	0.4	0.38	0.41	0.01

EK-3: Çizelge 4'ün devamı

	L3-3	L5-1	L14-2	L8-1	L4-3	L12-1	L2-5	L13-1	L9-2	L15-1	L11-3
Yb	2.67	2.58	2.09	2.21	2.5	2.24	2.47	2.56	2.48	2.69	0.05
Lu	0.38	0.4	0.32	0.33	0.38	0.35	0.38	0.39	0.37	0.43	0.01
Hf	1.9	1.5	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.9	0.1
Ta	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pb	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1
Th	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.6	0.2
U	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

ÖZGEÇMİŞ

Burçin ÇETREZ

Yüksek Lisans 2017-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2018-2019	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği, Isparta
Lisans 2012-2017	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği, Antalya

ESERLER

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Çetrez B., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M., Uras Y., ‘Geochemistry and Petrogenesis of Isolated Dikes From the Yeşilova Ophiolite (Burdur)’ International Symposium on Advanced Engineering Technologies, Kahramanmaraş–Turkey, 16–18 June 2022.