T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TEKİROVA OFİYOLİTLERİNDE YERALAN MAFİK VE ULTRAMAFİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ VE PETROJENEZİ

Alper GÜNEŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HAZİRAN 2023

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TEKİROVA OFİYOLİTLERİNDE YERALAN MAFİK VE ULTRAMAFİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ VE PETROJENEZİ

Alper GÜNEŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

HAZİRAN 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKİROVA OFİYOLİTLERİNDE YERALAN MAFİK VE ULTRAMAFİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ VE PETROJENEZİ

Alper GÜNEŞ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FDK-2022-5884 nolu proje ile desteklenmiştir.

HAZİRAN 2023

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKİROVA OFİYOLİTLERİNDE YERALAN MAFİK VE ULTRAMAFİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ VE PETROJENEZİ

Alper GÜNEŞ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 22/06/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ (Danışman)
Prof. Dr. Ömer ELİTOK
Prof. Dr. Gürsel YANIK
Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

ÖZET

TEKİROVA OFİYOLİTLERİNDE YERALAN MAFİK VE ULTRAMAFİK KAYAÇLARIN JEOKRONOLOJİSİ VE PETROJENEZİ

Alper GÜNEŞ

Doktora Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Haziran 2023; 162 sayfa

Isparta açısının güneybatı bölümünde yer alan Antalya Kompleksi, Tekirova ve Gödene zonları içerisinde ofiyolitik birimleri kapsamaktadır. Tekirova Zonunda volkanik birimler haricinde tüm ofiyolitik seriye rastlanmakta olup; Gödene Zonunda ise ofiyolitli melanj içerisinde serpantinleşmiş harzburjit, piroksenit, gabro ve bu kayaçları kesen izole diyabaz dayklar, bazik volkanikler ve derin deniz sedimanları bulunmaktadır.

Tekirova Zonunda yer alan izole dayklar genellikle grimsi renkte, ince taneli ve kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptirler. Kalınlıkları genellikle 1-2 m arasında değişmektedir. Gödene Zonunda yer alan izole dayklar ise Tekirova zonunda yer alan izole dayklara göre daha açık renkli olup; kalınlıkları genellikle benzer boyuttadır. Gödene Zonunda bulunan izole daykların, Tekirova Zonuna göre daha altere olduğu gözlenmiştir. Arazi çalışmalarında gözlemlenen alterasyon türleri genellikle serpantinleşme ve rodenjitleşmedir.

Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ana kayaçların petrografik özellikleri incelendiğinde serpantinit ve gabro bileşimine, izole daykların ise diyabaz bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Bu zonlarda bulunan ana kayaçlar ve izole daykların içerdiği mineraller üzerine yapılan mineral kimyası çalışmaları ile plajiyoklazların genellikle labrador, klinopiroksenlerin diyopsit, ortopiroksenlerin enstatit ve amfibollerin ise magnezyo-hornblend bileşiminde olduğu tespit edilmiştir. Tekirova Zonu izole dayklardaki amfiboller içerisinde yer alan titanyum içeriklerine göre kristalleşme sıcaklıkları ortalama 626-750°C'dir. Gödene Zonuna ait gabro (ana kayaç) örneğindeki piroksen (orto ve klinopiroksen) minerallerinde yapılan, 2 (iki) piroksen jeotermobarometresine göre kristalleşme sıcaklığı ortalama 876-941°C ve basıncı ortalama 4.6 kbar olarak hesaplanmıştır.

Tekirova Zonunda yer alan izole daykların tüm kayaç jeokimyasal analiz sonuçlarına göre genellikle gabro, ana kayaçların gabro ve gabroikdiyorit bileşimli, Gödene Zonunda yer alan izole dayklar ve ana kayaçların gabro bileşimli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu zonlarda yer alan tüm kayaçlar toleyitik özelliktedir. Tekirova ve Gödene zonlarına ait ana kayaç ve izole daykların, ilksel mantoya göre normalize edilmiş, çoklu iz element diyagramlarında, büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerde zenginleşme, yüksek çekim alanlı elementlerde ise hafif tüketilme ve MORB çizgisi ile paralellik göstermektedir. Kondrite göre normalize edilen nadir toprak elementleri

diyagramlarında, Tekirova Zonu izole dayklarının hafif nadir toprak elementlerinde tüketilme ve ağır nadir toprak elementlerinde yatay ve yataya yakın bir trend gözlenirken; Gödene Zonunda yer alan izole dayklarının LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde ise yataya yakın bir dağılım mevcuttur. Ayrıca, tüm bu kayaç örnekleri yay önü bazaltları alanında yer almaktadır.

Yapılan petrojenetik incelemeler sonucunda Tekirova ve Gödene zonlarına ait izole daykların tüketilmiş manto kaynağından dalma-batma zonu bileşenleri ile zenginleştiği, yitim ile ilişkili ve yay önü bazaltları alanında yer aldığı ve ada yayı toleyitikleri bileşimli olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan radyojenik izotop (Stronsiyum, Neodimyum, Kurşun) analizlerine göre, Tekirova ve Gödene zonlarına ait izole daykların ilksel Sr ve Nd elementleri korelasyon diyagramlarında ada yayı volkanikleri alanında yer aldığı ve Pb elementine göre yapılan değerlendirmelere göre Tekirova ve Gödene zonlarına ait tüm kayaçların alt kabukta ve MORB ve EM II bileşim bölgesine yakın olduğu görülmektedir. Ancak, yapılan incelemelerde kıtasal kabuk kaynağı ile ilgili belirleyici bir özellik olmaması nedeniyle bu kayaçların MORB kaynağından türediği ve dalan levhada bulunan sedimanların magmanın manto kaynak bölgesini zenginleştirerek radyojenik kurşunun artmasına sebep olduğu belirtilebilir.

Yapılan jeokronolojik analizler ile, titanit U-Pb yaşlandırmasına göre, Tekirova Zonunda yer alan diyabaz dayk örneklerinin kristalleşme yaşı 80.47 ± 4.77 ve 89.40 ± 13.40 My tespit edilmiş, bu verilere göre kayaçların yaşının Geç Kretase olduğu belirlenmiştir.

Tüm bu veriler sonucunda Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan izole dayklar ve ana kayaçların dalma-batma zonunda slab roll-back ile N-MORB kaynaklı spinel içeren peridotitlerin % 10-20 kısmi ergimesi sonucu türediği, yay ile ilgili ortamda, yay önünde oluştuğu belirtilebilir.

ANAHTAR KELİMELER: Antalya Kompleksi, Gödene Zonu ofiyolitleri, jeokimya, jeokronoloji, izole dayklar, kısmi ergime, petrojenez, petroloji, Tekirova Zonu ofiyolitleri

JÜRİ: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. Ömer ELİTOK

Prof. Dr. Gürsel YANIK

Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

ABSTRACT

GEOCHRONOLOGY AND PETROGENESIS OF MAFIC AND ULTRAMAFIC ROCKS IN THE TEKİROVA OPHIOLITES

Alper GÜNEŞ

PhD Thesis in Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

June 2023; 162 pages

The Antalya Complex, located in the southwestern part of the Isparta Angle, includes ophiolitic suites in the Tekirova and Gödene zones. Tekirova zone contains all ophiolitic units except volcanic units and Gödene zone contains serpentinised harzburgite, pyroxenite, gabbro, isolated diabase dikes cutting these rocks, volcanics and deep-sea sediments in ophiolitic mélange.

The isolated dikes in the Tekirova zone are generally greyish in colour and have a fractured-cracked structure. Their thickness generally varies between 1-2 m. The isolated dikes in the Gödene Zone are lighter in colour than the isolated dikes in the Tekirova Zone; and their thicknesses are generally similar. It is observed that the isolated dikes in Gödene Zone are more altered than those in Tekirova Zone. The alteration types in the field are generally serpentinization and rodengitization.

Petrographic analyses of the host rocks in the Tekirova and Gödene zones show that they have serpentinite and gabbro, while the isolated dikes are diabase in composition.

Mineral chemistry studies on the minerals that form the host rocks and isolated dikes in the Tekirova and Gödene zones show that plagioclases are generally composed of labradorite, clinopyroxenes are diopside, orthopyroxenes are enstatite and amphiboles are magnesio-hornblende in compositions. The crystallization temperatures of isolated dikes in the Tekirova Zone are 626-750°C on average according to the titanium content in amphiboles. On the basis of 2 (two) pyroxene geothermobarometers in the gabbro (host rock) sample of the Gödene Zone, the average crystallization temperature was calculated as 876-941°C and the average crystallization pressure was defined as 4.6 kbar.

According to the results of whole-rock geochemical analyses, isolated dikes in Tekirova Zone are generally gabbro, host rocks are gabbro and gabbroic diorite, isolated dikes and host rocks in Gödene Zone are gabbro in composition. In addition, all rocks in these zones show tholeiitic characteristics. In primitive mantle normalized multi-element trace element diagrams of the host rocks and isolated dikes show enrichment in LIL elements, slight depletion in HFS elements and parallelism with the MORB line in Tekirova and Gödene Zone. According to the condrite-normalized REE diagram, the isolated dikes in the Tekirova zone show depletion in light rare earth elements and a horizontal and near horizontal trend in heavy rare earth elements, while the isolated dikes

in the Gödene Zone show depletion in LRE elements and a near horizontal distribution of HRE elements. In addition, all rocks plot within the field of fore-arc basalts.

As a result of the petrogenetic investigations it was determined that the isolated dikes in the Tekirova and Gödene zones are enriched with supra-subduction zone components from the depleted mantle source, are associated with subduction, are in fore-arc basalts and have IAT composition.

On the basis of radiogenic isotope (Strontium, Neodymium, Lead) analyses, isolated dikes in the Tekirova and Gödene zones are fall into the island arc volcanic area in the Sr-Nd element correlation diagrams and all rocks in the Tekirova and Gödene zones fall into the lower crust and close to the MORB and EM II area in the Pb element correlation diagrams. However, since there is no determining feature related to the continental crustal source, it can be stated that these rocks are derived from the MORB source and the sediments in the subducting slab enrich the mantle source region of the magma and cause an increase in radiogenic lead.

According to the geochronological analyses, titanite U-Pb dating, the crystallization ages of the diabase dike samples in the Tekirova Zone were determined as 80.47 ± 4.77 and 89.40 ± 13.40 Ma; and based on these data, the age of the rocks was determined as Late Cretaceous.

As a result of all the analyses, it can be stated that the isolated dikes and host rocks in the Tekirova and Gödene zones are derived from 10-20 % partial melting of N-MORB-derived spinel-bearing peridotites with slab roll-back system in the supra-subduction zone and formed in the fore-arc, arc-related environment.

KEYWORDS: Antalya Complex, geochemistry, geochronology, Gödene Zone ophiolites, isolated dikes, partial melting, petrogenesis, petrology, Tekirova Zone ophiolites

COMMITTEE: Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ

Prof. Dr. Ömer ELİTOK

Prof. Dr. Gürsel YANIK

Prof. Dr. Mustafa Gürhan YALÇIN

Assist. Prof. Dr. Mehmet DEMİRBİLEK

ÖNSÖZ

Antalya Kompleksi'nde yer alan Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçları kesen izole dayklar ile ilgili bu çalışma, bu kayaçların petrografik, petrolojik, jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan arazi çalışmalarında özellikle Tekirova Zonu Adrasan sahil kesiminde karadan ulaşım sağlanamaması nedeniyle tekne kiralanmiş ve örneklerin toplanılması yüzerek gerçekleştirilmiştir.

Tez konusunun belirlenmesi, proje ve çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, kaliteli ve özgün çalışmaya her zaman teşvik eden danışman hocam Prof. Dr. Nurdane İLBEYLİ'ye çok teşekkür ederim.

Tez çalışmasında, desteklerini, fikirlerini ve yardımlarını esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Ömer ELİTOK, Prof. Dr. Gürsel YANIK ve Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN'a teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında bana yol gösteren, örneklerin analizlere hazırlanılmasında ve analizlerin değerlendirilmesi konusunda yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK'e, radyojenik izotop analizleri sürecinde laboratuvarda tüm aşamaları sabırla gösteren ve yardımcı olan Doç. Dr. Serhat KÖKSAL'a, jeokronolojik analizler konusunda laboratuvara davet ederek analizler ile ilgili yardımcı olan Prof. Dr. Namık AYSAL ve Arş. Gör. Dr. Fatma ŞİŞMAN TÜKEL'e teşekkür ederim.

Tez süresince desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Fatih UÇAR, Arş. Gör. Dr. Koray KOÇ, Arş. Gör. Özge ÖZER ATAKOĞLU ve Dr. Sabir RASİMGİL'e çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve beni her konuda benden desteklerini esirgemeyen aileme ve eşim Merve GÜNEŞ ve canım kızım Ece Mira GÜNEŞ'e çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimi tarafından FDK-2022-5884 nolu Doktora Tez Projesi ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
AKADEMİK BEYAN viii
SİMGELER VE KISALTMALAR ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xv
ÇİZELGELER DİZİNİ xxv
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 2
1.2. İnceleme Alanı 2
2. KAYNAK TARAMASI 4
2.1. Ofiyolit Seriler 4
2.2. Ofiyolit Tipleri 5
2.3. Ofiyolit kuşakları 7
2.4. Bölgesel Jeoloji 10
2.4.1. Antalya Kompleksi'nde yapılan çalışmalar 16
3. MATERYAL VE METOT 19
3.1. Arazi Çalışması 19
3.2. Laboratuvar Çalışmaları 19
3.2.1. Polarizan mikroskop incelemeleri 19
3.2.2. X-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri 20
3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) incelemeleri 20
3.2.4. Mineral kimyası (EPMA) analizleri 21
3.2.5. Jeokimyasal analiz (tüm kaya, XRF ve ICP-MS) incelemeleri 21
3.2.6. Radyojenik izotop (Sr, Nd, Pb) (TIMS) analiz incelemeleri 21
3.2.7. Jeokronolojik (LA-ICP-MS) analiz incelemeleri 23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 25
4.1. Arazi Çalışması 25
4.1.1. Tekirova Zonunda yapılan arazi çalışması 25
4.1.2. Gödene Zonunda yapılan arazi çalışması 43

4.2. Petrografik Özellikler 76
4.2.1. Ana Kayaçlar (Ultramafik-Mafik kayaçlar) 77
4.2.2. İzole dayklar 79
4.3. X-ışınları Kırınımı (XRD) ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizleri 83
4.3.1. XRD analizleri 85
4.3.2. SEM ve EDX analizleri 88
4.4. Mineral Kimyası 91
4.4.1. Minerallerin sınıflandırılması 92
4.4.2. Jeotermobarometre hesaplamaları 96
4.5. Jeokimyasal Analiz Sonuçları 98
4.6. Petrojenez 107
4.6.1. Magmatik süreçlerde iz element jeokimyası 110
4.7. Radyojenik İzotop (Sr, Nd, Pb) Jeokimyası 115
4.7.1. Sr ve Nd radyojenik izotopları 115
4.7.2. Pb radyojenik izotopu 118
4.8. Jeokronolojik analizler 120
5. SONUÇLAR 123
6. KAYNAKLAR 126
7. EKLER 135
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum "Tekirova Ofiyolitlerinde Yeralan Mafik ve Ultramafik Kayaçların Jeokronolojisi 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.

22/06/2023

Alper GÜNEŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

^0C : Santigrat derece

Al : Alüminyum

Al_2O_3 : Alüminyum oksit

Ar : Argon

B : Batı

Ba : Baryum

Ca : Kalsiyum

CaO : Kalsiyum oksit

Ce : Seryum

Cl : Klor

Co : Kobalt

CO_2 : Karbondioksit

Cr : Krom

Cu : Bakır

D : Doğu

Dy : Disprozyum

E : Erken

En : Enstatit

Er : Erbiyum

Eu : Europyum

F : Flor

Fe : Demir

FeO_T : Toplam Demir (II) oksit

Fe_2O_3 : Demir (III) oksit

Fs : Ferrosilit

G : Geç

Ga : Galyum

Gd : Gadolinyum

GD : Güneydoğu

H : Harzburjit

HBr : Hidrojen bromür

H_2CO_3 : Karbonik asit
HCl : Hidrojen klorür
Hf : Hafniyum
HF : Hidrojen florür
H_2O : Su
Ho : Holmiyum
H_3PO_4 : Fosforik asit
K : Kuzey
K : Potasyum
KB : Kuzeybatı
K_2O : Potasyum oksit
L : Lerzolit
La : Lantan
$LiBO_2$: Lityum metaborat
Lu : Lutesyum
Mg : Magnezyum
MgO : Magnezyum oksit
Mn : Mangan
MnO : Mangan oksit
MPa : Megapaskal
Na : Sodyum
Na_2O : Sodyum oksit
Nb : Niobyum
Nd : Neodimyum
Ni : Nikel
O : Oksijen
O : Orta
P : Fosfor
P_2O_5 : Difosfor pentaoksit
Pb : Kurşun
Pm : Prometyum
Pr : Praseodimyum
Rb : Rubidyum
Re : Renyum

S : S dalgaları
Si : Silisyum
SiO_2 : Silisyum dioksit
Sm : Samaryum
Sr : Stronsiyum
Ta : Tantal
Tb : Terbiyum
Th : Toryum
Ti : Titanyum
TiO_2 : Titanyum dioksit
Tm : Tulyum
U : Uranyum
V : Vanadyum
Vo : Vollastonit
Y : Itriyum
Yb : İterbiyum
Zn : Çinko
Zr : Zirkon

Kısaltmalar

Ab : Albit
AFC : Asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme
AHO : Alihoca Ofiyoliti
AK : Antalya Kompleksi
Al_T : Toplam Alüminyum
Amf : Amfibol
An : Anortit
AO : Aladağ Ofiyoliti
a.p.f.u : Formül birimi başına atomik oran
A.K. : Ateşte kayıp değeri
BAO : Batı Anadolu Ofiyolitleri
BABB : Yay gerisi havza bazaltları
BHN : Beyşehir-Hoyran Napı
Bon : Boninit

BSE : Toplam yerküre
BSe : Geri saçılmış elektron
C : Kıtasal kabuk
C-MORB : Kontaminasyonlu okyanus ortası sırt bazaltları
Çr : Çermakit
D-MORB : Tüketilmiş okyanus ortası sırt bazaltları
DM : Tüketilmiş manto
DMM : Tüketilmiş MORB mantosu
Ed : Edenit
EDX : X-ışını spektrumu
EF : Ecemiş Fayı
Ek : Ekermanit
EM I : Zenginleşmiş manto (ortaç $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{206}Pb/^{204}Pb$ içeriği)
EM II : Zenginleşmiş manto (yüksek $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{206}Pb/^{204}Pb$ içeriği)
E-MORB : Zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları
EPMA : Elektron prob mikro analiz
EO : Eldivan Ofiyoliti
Epi : Epidotlaşma
FAB : Yay önü bazaltları
FMM : Üretken MOR manto
Gl : Glokofan
HIMU : Yüksek $\mu = {}^{238}U/^{204}Pb$ içerikli manto
HFSE : Yüksek çekim alanlı elementler
HREE : Ağır nadir toprak elementleri
Hz : Hertz
IAB : Ada yayı bazaltları
IAT : Ada yayı toleyitikleri
ICP-MS : Endüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometresi
İAESZ : İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu
İdd : İddingsitleşme
İPSZ : Pontid İçi Sütur Zonu
İTSZ : İç Toros Sütur Zonu
Kbar : kilobar
KDAFZ : Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu

Kl : Klorit
km : kilometre
km^2 : kilometre kare
Kps : Klinopiroksen
Krb : Karbonat
LC : Alt kabuk
LILE : Büyük iyon yarıçaplı litofil elementler
LREE : Hafif nadir toprak elementleri
Maks. : Maksimum
Min. : Minimum
MOR : Okyanus ortası sırt
MORB : Okyanus ortası sırt bazaltı
MO : Mersin Ofiyoliti
Moho : Mohorovičić süreksizliği
MTA : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MuO : Muğla Ofiyoliti
My : Milyon yıl
NHRL : Kuzey yarımküre referans çizgisi
N-MORB : Normal okyanus ortası sırt bazaltı
OIB : Okyanus adası bazaltı
Ol : Olivin
Ops : Ortopiroksen
Or : Ortit
Ort. : Ortalama
P : Basınç
Pg : Pargasit
PKO : Pozantı-Karsantı Ofiyoliti
Plj : Plajiyoklaz
PM : İlksel manto
PNO : Pınarbaşı Ofiyoliti
PO : Pindos Ofiyoliti
PREMA : Yaygın manto bileşimi
RMM : Kalıntı MOR manto
Rt : Rutil

SE : İkincil elektron
SEM : Taramalı elektron mikroskop
Ser : Serisitleşme
SK : Sakarya Kıtası
sn : saniye
SSZ : Dalma-batma Zonu
SZ : Yitim Zonu
T : Toplam
TAS : Toplam alkali-silis
T°C : Sıcaklık-santigrat derece
Tit : Titanit
Tr : Tremolit
UC : Üst kabuk
Ur : Uralitleşme
VAB : Volkanik yay bazaltları
VO : Vourinos Ofiyoliti
VZO : Vardar Zonu Ofiyoliti
W : Levha içi
WPB : Levha içi bazaltı
XRD : X-Işını Difraktometresi

Bu tezde ondalık yazımlarda " . " kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Anadolu levhası içerisinde yer alan ofiyolit kuşakları (Juteau 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (yeşil renkli alanlar: ofiyolitler) 1

Şekil 1.2. Tekirova ve Gödene zonlarının yer aldığı Antalya Kompleksi'nin Google Earth görünümü (Anonim 1) 3

Şekil 2.1. Ofiyolit serisi (Yang vd. 2021'den değiştirilerek alınmıştır) 5

Şekil 2.2. Ofiyolit tipleri (Dilek ve Furnes 2011'den değiştirilerek alınmıştır) **a)** Kıtasal kenar ofiyolitleri; **b)** Okyanus ortası sırt ofiyolitleri; **c)** Plum ofiyolitleri; **d)** Dalma-batma zonu ofiyolitleri; **e)** Volkanik yay ofiyolitleri (Kısaltmalar, DMM: Tüketilmiş MOR manto; E-MORB: zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları; IAT: Ada yayı toleyitikleri; Moho: Mohorovičić süreksizliği; N-MORB: Normal okyanus ortası sırt bazaltları; S: S dalgaları) 6

Şekil 2.3. Alp-Himalaya orojenik kuşağı (Furnes vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) 8

Şekil 2.4. Doğu Akdeniz ofiyolitleri dağılımı (Robertson 2002; Dilek ve Thy 2009; Güneş vd. 2021'den değiştirilerek alınmıştır) (yeşil alanlar-ofiyolitler; siyah üçgenli çizgiler-kıta-kıta çarpışması; içi boş üçgenli çizgiler: yitim zonları) (Kısaltmalar: AK- Antalya Kompleksi; AO- Aladağ Ofiyoliti; AHO- Alihoca Ofiyoliti; BHN- Beyşehir-Hoyran Napı; EF- Ecemiş Fayı; EO - Eldivan Ofiyoliti; İAESZ- İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu; İPSZ- Pontid içi Sütur Zonu; İTSZ- İç Toros Sütur Zonu; MO- Mersin Ofiyoliti; MuO - Muğla Ofiyoliti; KDAFZ- Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu; PKO- Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PNO- Pınarbaşı Ofiyoliti; PO- Pindos Ofiyoliti; SK- Sakarya Kıtası; VO- Vourinos Ofiyoliti; VZO- Vardar Zonu Ofiyoliti; BAO- Batı Anadolu Ofiyolitleri) 9

Şekil 2.5. Isparta açısını ve Antalya Kompleksi'ni gösteren genelleştirilmiş tektonik harita (Yılmaz 1984; Robertson vd. 2020' den değiştirilerek alınmıştır) 10

Şekil 2.6. Antalya Kompleksi'nin güneybatısını gösteren jeolojik harita (Robertson ve Woodcock 1984; Şenel 2010; Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) 11

Şekil 2.7. Antalya Kompleksi'nin güneybatısında yer alan zonların stratigrafik kolon kesiti (Robertson ve Woodcock 1982; Şenel 2010; Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: E- Erken; G- Geç; O- Orta) 12

Şekil 3.1. Antalya Kompleksi'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği ilçe ve beldeler (Anonim 1) 19

Şekil 3.2. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan izole dayklar ve ana kayaçların petrografik incelemeler için hazırlanması 20

Şekil 3.3. Sr ve Nd izotoplarının analizler için hazırlanılması (ODTÜ merkez laboratuvarı) 22

Şekil 3.4. Pb izotopunun analizler için hazırlanılması (ODTÜ Merkez laboratuvarı) 23

Şekil 3.5. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeokronoloji Laboratuvarında, jeokronolojik analizlerin Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS ve ESI NWR 213 cihazları ile yapılması 24

Şekil 4.1. Tekirova Zonu yer bulduru haritası (Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) 26

Şekil 4.2. a) Tekirova Zonu Adrasan sahil kesimi neritik kireçtaşları ve Tekirova ofiyolitinin görünümü; **b)** Tekirova Zonu Adrasan beldesi Tekirova ofiyolitinin görünümü 27

Şekil 4.3. a) Kemer ilçesi merkezinde yer alan izole daykın arazi görünümü; **b)** Kemer ilçesi merkezinde yer alan izole daykın şematik arazi ilişkileri 28

Şekil 4.4. a) Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 29

Şekil 4.5. a) Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 30

Şekil 4.6. a) Çamyuva beldesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva beldesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 31

Şekil 4.7. a) Çamyuva-Tekirova arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva-Tekirova arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 32

Şekil 4.8. a) Çamyuva beldesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva beldesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 33

Şekil 4.9. a) Kiriş mahallesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kiriş mahallesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 34

Şekil 4.10. a) Adrasan sahil şeridinin doğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan sahil şeridinin doğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 35

Şekil 4.11. a) Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 36

Şekil 4.12. a) Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 37

Şekil 4.13. a) Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 38

Şekil 4.14. a) Suluadanın kuzeyinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeyinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 39

Şekil 4.15. a) Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....40

Şekil 4.16. a) Beycik mahallesinin güneydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Beycik mahallesinin güneydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 41

Şekil 4.17. a) Tekirova beldesinin güneydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Tekirova beldesinin güneydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 42

Şekil 4.18. Gödene Zonu yer bulduru haritası (Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır).....44

Şekil 4.19. a) Gödene Zonunda Tekirova ofiyoltinin Tekedağı Formasyonu ile olan sınır ilişkisi; **b)** Gödene Zonunda Tekirova ofiyoltinin Çandır Formasyonu ile olan sınır ilişkisi.....45

Şekil 4.20. a) Kumluca ilçesinin güneydoğusunda yer alan izole daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesinin güneydoğusunda yer alan izole daykın şematik arazi ilişkileri.....46

Şekil 4.21. a) Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....47

Şekil 4.22. a) Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....48

Şekil 4.23. a) Kumluca ilçesi kuzeydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesi kuzeydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....49

Şekil 4.24. a) Mavikent mahallesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Mavikent mahallesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 50

Şekil 4.25. a) Mavikent mahallesi Pazaryeri yakınında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Mavikent mahallesi Pazaryeri yakınında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....51

Şekil 4.26. a) Kumluca ilçesi ile Karaöz mahallesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesi ile Karaöz mahallesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....52

Şekil 4.27. a) Toptaş mahallesi ile Ortaköy mahallesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş mahallesi ile Ortaköy mahallesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 53

Şekil 4.28. a) Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 54

Şekil 4.29. a) Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 55

Şekil 4.30. a) Altınyaka-Toptaş arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Altınyaka-Toptaş arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 56

Şekil 4.31. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 57

Şekil 4.32. a) Altınyaka ile Ortaköy arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Altınyaka ile Ortaköy arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 58

Şekil 4.33. a) Ortaköy mahallesinin kuzeyinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesinin kuzeyinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 59

Şekil 4.34. a) Ortaköy mahallesinin girişinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesinin girişinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 60

Şekil 4.35. a) Ortaköy mahallesi ile Kumluca ilçesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesi ile Kumluca ilçesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 61

Şekil 4.36. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 62

Şekil 4.37. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 63

Şekil 4.38. a) Karacaören mahallesi ile Altınyaka bucağı yolu üzerinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Karacaören mahallesi ile Altınyaka bucağı yolu üzerinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 64

Şekil 4.39. a) Karacaören-Altınyaka yolu üzerinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Karacaören-Altınyaka yolu üzerinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri..... 65

Şekil 4.40. a) Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü, **b)** Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 66

Şekil 4.41. a) Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü, **b)** Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 67

Şekil 4.42. a) Çaltı mahallesi çıkışında bulunan daykın arazi görünümü; **b)** Çaltı mahallesi çıkışında bulunan daykın şematik arazi ilişkileri..... 68

Şekil 4.43. a) Kuzca mahallesi merkezi yakınında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kuzca mahallesi merkezi yakınında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 69

Şekil 4.44. a) Yarbaşçandır mahallesinin güneybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır mahallesinin güneybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....70

Şekil 4.45. a) Yarbaşçandır-Kuzca mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır-Kuzca mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....71

Şekil 4.46. a) Yarbaşçandır-Kuzca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır-Kuzca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 72

Şekil 4.47. a) Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 73

Şekil 4.48. a) Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....74

Şekil 4.49. a) Çitbidi mahallesinin kuzeydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitbidi mahallesinin kuzeydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri 75

Şekil 4.50. a) Çitdibi-Hacısekililer mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Hacısekililer mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri.....75

Şekil 4.51. Serpantinitlerde gözlenen ağ/elek doku (4x; Örnek No: KU-2a) **a)** Tek nikol; **b)** Çift nikol 77

Şekil 4.52. Serpantinitler içerisinde yer alan opak mineraller (4x; Örnek No: ÇD-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol.....77

Şekil 4.53. Gabrolarda gözlenen holokristalen doku (4x, Örnek no: YA-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Ops: ortopiroksen; Plj: plajiyoklaz) 78

Şekil 4.54. Gabrolarda gözlenen ofitik/subofitik doku (4x; Örnek No: KM-1a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz).....78

Şekil 4.55. Gabrolarda gözlenen glomeroprofirik doku ve klinopiroksenlerdeki uralitleşme (4x, Örnek No: KM-1a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz; Ur: Uralitleşme).....78

Şekil 4.56. Gabroların içerisinde yer alan ortopiroksenlerde gözlenen eksolüsyon dokusu (4x, çift nikol; Örnek No: YA-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Ops: ortopiroksen; Plj: plajiyoklaz) 79

Şekil 4.57. Diyabazlarda gözlenen ofitik/subofitik doku (4x; Örnek No: ÇY-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol, Diyabazlarda gözlenen intersertal doku (10x; Örnek No: KM-2); **c)** Tek; **d)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz; Tit: titanit) 80

Şekil 4.58. Diyabazlarda gözlenen intergranüler doku (4x; Örnek No: AD-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol; Diyabazlarda gözlenen intergranüler doku (10x, çift nikol; Örnek No: ÇY-1) **c)** Tek; **d)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz) 80

Şekil 4.59. Diyabazların içerisinde yer alan klinopiroksenlerde gözlenen uralitleşme (4x, çift nikol, Örnek No: KR-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ur: uralitleşme) 81

Şekil 4.60. Diyabazların içerisinde yer alan klinopiroksenlerde gözlenen opaklaşma (10x, tek nikol; Örnek No: AD-3) **a)** Tek, **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen) 81

Şekil 4.61. Plajiyoklazların serisitleşmesi (10x; Örnek No: ÇA-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ser: serisitleşme) 82

Şekil 4.62. Diyabazlarda yer alan plajiyoklazların epidotlaşması (10x; Örnek No: AD-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ep: epidotlaşma) 82

Şekil 4.63. Diyabazlarda gözlenen yüksek optik engebeye sahip titanitler (10x; Örnek No: KM-2) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Tit: titanit) 82

Şekil 4.64. Diyabazlarda yer alan özşekilli manyetitler (4x; Örnek No: KU-3) **a)** Tek; **b)** Çift nikol 83

Şekil 4.65. Tekirova Zonuna ait serpantinit (ÇY-2a) örneğinin XRD grafiği 85

Şekil 4.66. Gödene Zonunda yer alan gabro (YA-3a) örneğine ait XRD grafiği 86

Şekil 4.67. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk **a)** AD-3; **b)** AD-6 örneklerinin XRD grafiği 87

Şekil 4.68. a) Gödene Zonunda bulunan diyabaz dayk örneğinin (KA-1) XRD grafiği; **b)** Diyabazın serpantinleşmesi sonucu oluşan serpantinit örneğinin (TT-3) XRD grafiği 88

Şekil 4.69. Gödene Zonunda yer alan gabro örneğinin (YA-3a) SEM görüntüsü 89

Şekil 4.70. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) SEM görüntüsü 90

Şekil 4.71. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6) SEM görüntüsü 91

Şekil 4.72. Tekirova ve Gödene zonlarına ait kayaçlarda yer alan plajiyoklazların Or-Ab-An diyagramı (Deer vd. 1992'den değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: Ab: Albit; An: Anortit; Or: Ortoklaz) 93

Şekil 4.73. Tekirova Zonu diyabaz dayk ve Gödene Zonu ana kayaçta bulunan klinopiroksen ve ortopiroksenlerin sınıflandırılması (Morimoto 1988'den değiştirilerek alınmıştır) 94

Şekil 4.74. Tekirova Zonu diyabaz dayklarda ve Gödene Zonu ana kayaçlarda bulunan klinopiroksenlerin Ti - Al_T diyagramı (Tang vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) 94

Şekil 4.75. Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklarından alınan örneklerdeki amfibollerin sınıflandırılması (Leake vd. 2003'den değiştirilerek alınmıştır) 95

Şekil 4.76. Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklarından alınan örneklerdeki amfibollerin Na+K - Al^{IV} diyagramı (Guilmette vd. 2008) (Kısaltmalar: Çr-çermakit; Ed-edenit; Ek-ekermanit; Gl-glokofan; P- Basınç; Pg-pargasit; T-Sıcaklık; Tr-tremolit) 96

Şekil 4.77. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin toplam alkali-silis (TAS) diyagramı (Middlemost 1994'ten değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgi: Irvine ve Baragar 1971) 99

Şekil 4.78. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayklar örneklerinin **a)** Ti/Y-Nb/Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971'den değiştirilerek alınmıştır) 100

Şekil 4.79. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin major oksit Harker diyagramları 101

Şekil 4.80. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin iz element Harker diyagramları 102

Şekil 4.81. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç örneklerinin çoklu-element ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: BABB: yay gerisi havza bazaltları; FAB: yay önü bazaltları; N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltı; OIB: Okyanusal ada bazaltı; DMM: tüketilmiş MOR manto) 103

Şekil 4.82. a) Tekirova ve **b)** Gödene Zonu diyabaz dayk örneklerinin çoklu-element ilksel mantoya göre normalize örümcek diyagramı (Sun ve McDonough 1989'den değiştirilerek alınmıştır) (BABB değerleri (Pearce vd. 2005; Sepidbar vd. 2020) ve FAB değerleri (Reagan vd. 2010; Sepidbar vd. 2020)(Kısaltmalar: BABB: yay gerisi havza bazaltları; FAB: yay önü bazaltları; N-MORB: Normal Okyanus osrtası sırt bazaltı; OIB: Okyanusal ada bazaltı; DMM: tüketilmiş MOR manto) 104

Şekil 4.83. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaçların normalize kondrit/REE diyagramı (Boynton 1984'ten değiştirilerek alınmıştır) (N-MORB ve OIB değerleri Sun ve Macdonough (1989), ortalama DMM değerleri Workman ve Hart 2005) (BABB değerleri Pearce vd. 2005; Sepidbar vd. 2020; FAB değerleri Reagan vd. 2010; Sepidbar vd. 2020) (BABB: Yay gerisi bazaltlar; DMM: Tüketilmiş manto; FAB: Yay önü bazaltlar; N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları) 105

Şekil 4.84. a) Tekirova ve **b)** Gödene Zonu diyabaz dayk örneklerinin normalize kondrit/REE diyagramı (Boynton 1984'den değiştirilerek alınmıştır) (N-MORB ve

OIB değerleri Sun ve Macdonough (1989), ortalama DMM değerleri (Workman ve Hart 2005) (BABB değerleri Pearce vd. (2005); Sepidbar vd. (2020); FAB değerleri Reagan vd. (2010); Sepidbar vd. (2020)) (N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; DMM: Tüketilmiş MOR manto) 106

Şekil 4.85. a) Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayk örneklerinin Th/Yb - Nb/Yb diyagramı (Pearce 2008'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının Th/Yb - Nb/Yb diyagramında (Pearce 2008'den değiştirilerek alınmıştır) Toros kuşağı ve Kızıldağ ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Likya diyabaz dayklar (Çelik ve Delaloye 2003); Tekirova diyabaz dayklar (Güneş 2018); Beyşehir-Hoyran diyabaz daykları (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz daykları (Çelik 2008); Alihoca diyabaz daykları (Sarıfakıoğlu vd. 2013); Pozantı-Karsantı diyabaz daykları (Lian vd. 2017); Pınarbaşı diyabaz daykları (Vergili ve Parlak 2005); Divriği izole daykları (Parlak vd. 2006); Kızıldağ diyabaz daykları (Şimşek vd. 2022) (AFC: Asimilasyon-fraksiyonlaşma trendi; BABB: Yay gerisi bazaltlar; C: Kıtasal kabuk; DMM: Tüketilmiş MORB mantosu; E-MORB: Zenginleşmiş-MORB; FAB: Yay önü bazaltlar; LC: Alt kabuk; N-MORB: Normal-okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; SZ: Yitim zonu; UC: Üst kabuk; W: Levha içi) 107

Şekil 4.86. a) Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının V- Ti/1000 diyagramı (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının V- Ti/1000 diyagramında Toros kuşağı ve Troodos ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (Likya diyabaz dayklar, (Çelik ve Chiaradia 2008); Tekirova diyabaz daykları, (Güneş 2018); Beyşehir-Hoyran diyabaz daykları, (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz daykları (Çelik 2008); Alihoca diyabaz daykları, (Sarıfakıoğlu vd. 2013); Pozantı-Karsantı diyabaz daykları, (Parlak 2000); Pınarbaşı diyabaz daykları (Vergili ve Parlak 2005); Divriği diyabaz daykları, (Parlak vd. 2006); Kızıldağ diyabaz daykları, (Şimşek vd. 2022); Troodos diyabaz daykları, (Cooke vd. 2014) (BABB: Yay gerisi bazaltlar; FAB: Yay önü bazaltlar; IAT: Ada yayı toleyitikleri; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları) 108

Şekil 4.87. Cr-Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk örneklerinin (VAB: Volkanik yay bazaltları; WPB: Levha içi bazaltlar; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları) (Diyabaz dayklara ait veriler ve kaynaklar Şekil 4.85'te verilmiştir) 109

Şekil 4.88. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayklarının Ti/Y-Nb/Y diyagramında Toros kuşağı ve Troodos tipi ofiyolitlerde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (VAB: Volkanik yay bazaltları; WPB: Levha içi bazaltlar; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları) (Diyabaz dayklarının kaynakları Şekil 4.85'te verilmiştir) 110

Şekil 4.89. a) Yığın/denge ergimesi; **b)** Fraksiyonel ergime (Lee 2009) 112

Şekil 4.90. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk örneklerinin Cr-Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (M1, M2, M3 manto

kaynak bileşimlerinin denge ergime değerleri (Murton 1989'dan değiştirilerek alınmıştır) (M1: MORB kaynağı; M2: MORB kaynağının % 20 ergimesi sonrası açığa çıkan ergiyik; M3: M2 kaynağının % 12 ergimesi sonucu açığa çıkan ergiyik; Bon: Boninit; IAT: Ada yayı toleyitikleri; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları) 112

Şekil 4.91. a) Nb-Yb diyagramı (Pearce ve Parkinson 1993'den değiştirilerek alınmıştır) (MgO > % 6 değerleri kullanılmıştır**); b)** TiO_2- Yb diyagramı (Pearce ve Parkinson 1993'den değiştirilerek alınmıştır) Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayk örnekleri için (MgO > % 6 değerleri kullanılmıştır) (FMM: üretken (fertile) MORB manto; RMM: kalıntı MORB manto) 113

Şekil 4.92. a) Sm/Yb - La/Sm diyagramı Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklar için (Yüzde değerleri kısmi ergime dereceleridir) (Spinel lerzolit ($olivin_{55}$ + $ortopiroksen_{25}$ + $klinopiroksen_{18}$ + $spinel_2$) ve Granat lerzolit ($olivin_{58}$ + $ortopiroksen_{22}$ + $klinopiroksen_{11}$ + $granat_9$)) (Batch melting değerleri, Spinel lerzolit, (Bedard 2005, 2014; Rollinson ve Pearce 2021); Granat lerzolit, Rollinson 1993) (E-MORB, N-MORB ve ilksel manto (PM) değerleri Sun ve McDonough 1989'dan alınmıştır) (Kaynak kaya olarak tüketilmiş MOR manto (DMM) değerleri Workman ve Hart 2005'den alınmıştır) (Normalize değerler Boynton 1984); **b)** Sm/Yb - La/Sm diyagramı (Aldanmaz vd. 2000'den değiştirilerek alınmıştır) (Yüzdeler kısmi ergime dereceleridir) (Spinel lerzolit ($olivin_{53}$ + $ortopiroksen_{27}$ + $klinopiroksen_{17}$ + $spinel_{11}$ ve $olivin_{60}$ + $ortopiroksen_{28}$ + $klinopiroksen_6$ + $spinel_{11}$) ve Granat lerzolit ($olivin_{53}$ + $ortopiroksen_{27}$ + $klinopiroksen_{17}$ + $granat_{11}$ ve $olivin_{60}$ + $ortopiroksen_{20}$ + $klinopiroksen_{10}$ + $granat_{10}$ ve $olivin_3$ + $ortopiroksen_{16}$ + $klinopiroksen_{88}$ + $granat_9$) değerleri Aldanmaz vd. 2000'den alınmıştır) (E-MORB, N-MORB ve ilksel manto (PM) değerleri Sun ve McDonough 1989'dan alınmıştır). 114

Şekil 4.93. Tekirova Zonu diyabaz dayklarının kondrite göre normalize edilmiş diyabaz dayklarının, tüketilmiş MOR manto (DMM) kaynağına göre, türediği ana magma kaynağı için yapılan yarı-kantitatif denge (batch) ergime REE modellemesi (Pirnia vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) (Kondrit değerleri, Boynton 1984) (Spinel lerzolit, $olivin_{55}$ + $ortopiroksen_{35}$ + $klinopiroksen_8$ + $spinel_2$) (Denge ergime değerleri, Bedard 2005; 2014, Rollinson ve Peace 2021) 115

Şekil 4.94. a) Tekirova ve Gödene zonları ilksel Nd-Sr korelasyon diyagramı (MORB, OIB, HIMU, DM, EM I, EM II ve üst kabuk değerleri (Hart 1988; Weaver 1991) ve Ada yayı volkanikleri değerleri (Demirbilek 2012'den alınmıştır); **b)** Epsilon $Nd_{(i)}$ - $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklar için (Kısaltmalar, DM: Tüketilmiş manto; EM I: Zenginleşmiş manto (düşük miktarda $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{143}Nd/^{144}Nd$ artışı); EM II: Zenginleşmiş manto ($^{87}Sr/^{86}Sr$ ve radyojenik Pb artışı); HIMU: Yüksek U/Pb içerikli manto; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; UC: Üst kabuk) 116

Şekil 4.95. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr$ - SiO_2 ve **b)** ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr$ - Rb/Sr diyagramları 117

Şekil 4.96. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$ - SiO_2 ve **b)** ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$ - Sm/Nd diyagramları 118

Şekil 4.97. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramı (BSE, DM, EM I, EM II, HIMU, MORB, PREMA değerleri (Zindler ve Hart 1986'dan alınmıştır) (Kısaltmalar, Şekil 4.94'te verilmiştir, BSE: toplam yerküre; LC: Alt kabuk; NHRL: Kuzey yarımküre referans çizgisi; PREMA: yaygın manto bileşimi) 119

Şekil 4.98. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların $^{208}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramı (Kısaltmalar Şekil 4.94 ve 4.95'te verilmiştir) 119

Şekil 4.99. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramı; **b)** $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramı (BSE, DM, EM I, EM II, HIMU, MORB, PREMA değerleri (Zindler ve Hart 1986'dan alınmıştır) (Kısaltmalar Şekil 4.94 ve 4.95'te verilmiştir) 120

Şekil 4.100. Tekirova Zonunda yer alan KM-2 diyabaz dayk örneğine ait jeokronolojik yaş tayini 121

Şekil 4.101. Tekirova Zonunda yer alan ÇY-1 diyabaz dayk örneğine ait jeokronolojik yaş tayini 121

Şekil 4.102. Tekirova Zonu diyabaz dayklarının Toros kuşağı ve Kızıldağ ofiyolitlerinde yer alan izole dayklar ile jeokronolojik karşılaştırılması (Juteau 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (Likya diyabaz dayklar (Çelik ve Delaloye 2003); Beyşehir-Hoyran diyabaz dayklarının (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz dayklarının (Çelik 2008); Pozantı-Karsantı diyabaz dayklarının (Lian vd. 2017); Kızıldağ diyabaz dayklarının (Şimşek vd. 2022)) 122

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. İdeal ofiyolit serisi (Dilek ve Furnes 2014; Yang vd. 2021) 4

Çizelge 4.1. Tekirova Zonuna ait izole dayklardan alınan örneklerin istasyon özellikleri..... 25

Çizelge 4.2. Gödene Zonuna ait izole dayklardan alınan örneklerin istasyon özellikleri..... 43

Çizelge 4.3. Araziden alınan ana kayaç türleri 76

Çizelge 4.4. Araziden alınan dayk türleri 76

Çizelge 4.5. Ana kayaçların ve diyabaz dayklarının mikroskop, XRD ve SEM sonuçları 84

Çizelge 4.6. Gödene Zonunda yer alan gabro örneğinin (YA-3a) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları 89

Çizelge 4.7. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları 90

Çizelge 4.8. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları 91

Çizelge 4.9. Tekirova ve Gödene zonlarına ait örneklerde yapılan nokta analiz sayıları 92

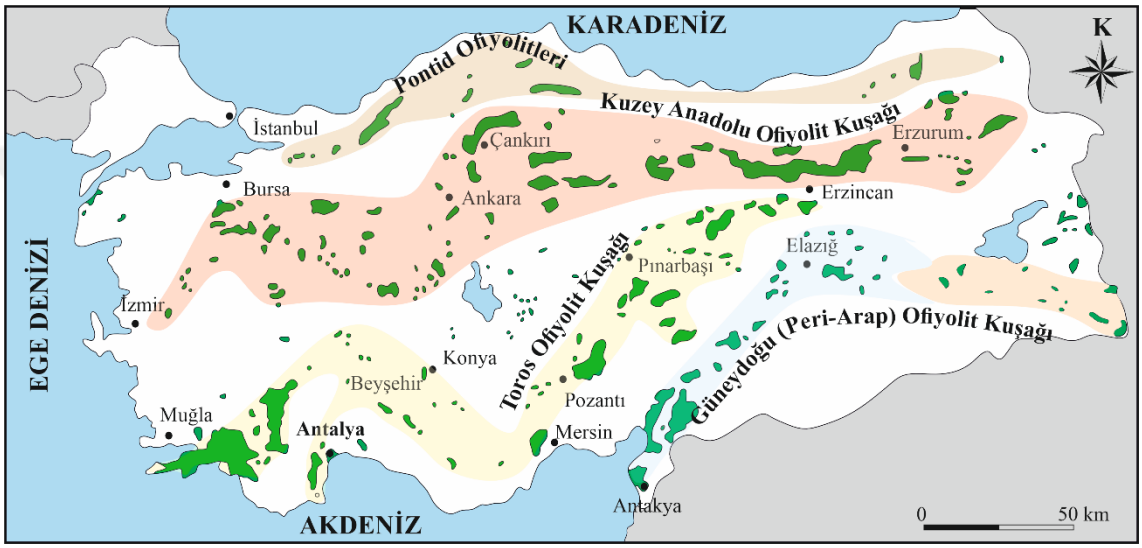
Çizelge 4.10. Tekirova diyabaz dayklarda bulunan amfiboller içerisinde yer alan titanyum içeriklerine göre sıcaklık değerleri..... 97

Çizelge 4.11. İki piroksen jeotermobarometresine göre Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan gabroların (ana kayaç) sıcaklık-basınç değerleri 98

Çizelge 4.12. Tekirova Zonu diyabaz dayk örneklerinin jeokronolojik analiz sonuçları 120

1. GİRİŞ

Eski okyanusal kabuğun ve üst mantonun kalıntıları olan ofiyolitler (Dilek ve Furnes 2014), ülkemizin çeşitli yerlerinde ofiyolit toplulukları ve ofiyolitli melanjlar olarak bulunmaktadır (Yılmaz ve Yılmaz 2013). Ülkemizin de içinde bulunduğu Anadolu levhasında yer alan ofiyolitler, Alp-Himalaya orojenik kuşağında Neotetis ofiyolitleri içerisinde yer alan Doğu Akdeniz ofiyolitlerinin bir parçasını oluşturmaktadır (Bağcı 2004; Bağcı vd. 2010). Anadolu levhasında yer alan bu ofiyolitler, Pontid ofiyolitleri, Kuzey Anadolu ofiyolit kuşağı, Toros ofiyolit kuşağı, Güneydoğu Anadolu ofiyolitleri ve Peri Arap platformu ofiyolitleri olarak ayrılmaktadır (Robertson 2002; Bağcı vd. 2010; Güneş 2018; Güneş vd. 2021) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Anadolu levhası içerisinde yer alan ofiyolit kuşakları (Juteau 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (yeşil renkli alanlar: ofiyolitler)

Çalışma konusu ofiyolitlerde bulunan ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçlara sokulum yapan izole daykları içermekte ve bu kayaçlar Toros ofiyolit kuşağında yer alan tüm ofiyolitik birimler içerisinde yer almaktadır (Parlak 2016; Güneş 2018 ve Güneş vd. 2021). Toros ofiyolit kuşağının güneybatısında yer alan Tekirova ofiyolitleri Antalya Kompleksi'nin bir parçasını oluşturmaktadır.

Antalya Kompleksi (Şekil 1.1) Türkiye'nin güneybatısında yer almaktadır ve batıdan doğuya doğru Beydağları karbonat platformu, Kumluca kompleksi; Geç Kretase yaşlı Alakır Çay ofiyolit topluluğu, Geç Kretase yaşlı Tekirova ofiyolit topluluğu, Teke-Tahtalıdağ birimlerinden oluşmaktadır (Yalçın vd. 2015).

Çalışma alanları da bu kompleks içerisinde ofiyolitik birimler içeren Tekirova ve Gödene zonlarında bulunmaktadır. Bu zonlarda yer alan ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçlara sokulum yapan izole dayklar çalışma konusunu oluşturmaktadır. Gödene Zonunda ofiyolitik melanj bulunmakta olup; bu melanj içerisinde Tekirova ofiyolitlerine ait birimler yer almaktadır. Bu zonlardaki çalışma konusu olan kayaçlar ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda jeodinamik ortam ve oluşum koşulları tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu araştırma ile Antalya Kompleksi içerisinde yer alan ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçları kesen izole daykların petrolojik özelliklerinin, mineral kimyası ile minerallerin kimyasal bileşimindeki farklılıkların, tüm kayaç jeokimyası ile birimlerin jeokimyasal özelliklerinin, radyojenik izotop analizleri yardımıyla izole daykların oluşumuna neden olan magmanın kökeni, türü ve değişiminde (evrimi) etkin olan faktörlerin, jeokronolojik çalışmalar ile birlikte daykların kristalleşme yaşının belirlenmesi amaçlanarak; bu kayaçların petrojenezi ve bölgenin jeodinamik evrimi ortaya konulmuştur.

Bu amaç doğrultusunda, 1/100.000 ölçekli O24-O25-P24-P25 paftalarında Antalya Kompleksi içerisinde yer alan izole daykların arazi özellikleri, petrolojisi, mineral-tüm kayaç kimyası, radyojenik izotop (Sr, Nd, Pb) verileri ve jeokronolojisi (U-Pb) kullanılarak daykların yaşı, kökeni, oluşum ortamı ve koşulları hakkında bilgiler edinmeye çalışılmıştır.

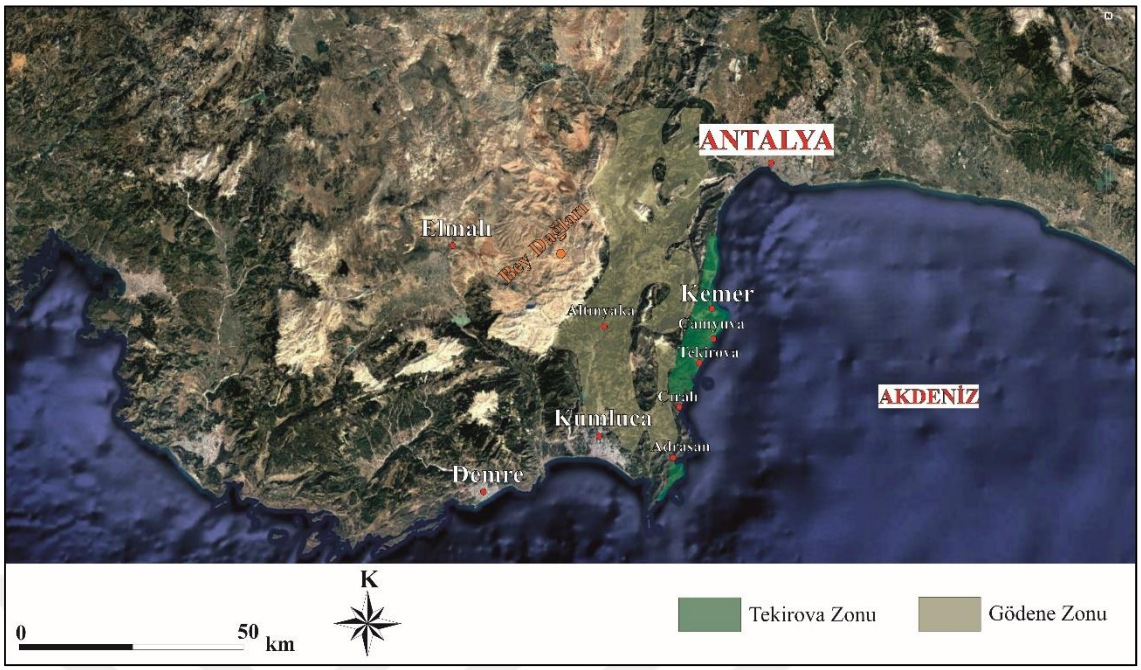
Bu çalışma ile Antalya Kompleksi'nde yer alan Tekirova ofiyolitleri içerisinde yer alan izole daykların jeokronolojik analizler ile yaşının tespiti ve radyojenik izotoplar ile bu kayaçları oluşturan magmanın kökeninin belirlenmesi ilk kez yapılmıştır.

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Tekirova Zonunda Kemer ilçesi, Çamyuva, Tekirova, Çıralı, Adrasan, Beycik, Kiriş beldelerinden, Gödene Zonu ise Kumluca ilçesi, Altınyaka beldesi, Ortaköy, Toptaş, Karacaören, Çaltı, Ortaköy, Çitdibi ve Yarbaşçandır mahallelerinden oluşmaktadır. Antalya Kompleksi'nin güneybatısında yer alan bu alanlar yaklaşık 1000 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.2).

Tekirova Zonunda, ultramafik tektonitler ve kümülatlar (verlit, lerzolit, klinopiroksenit), ultramafik ve mafik kayaçları kesen izole dayklar, kümülatik, izotropik ve pegmatitik mafikler, plajiyogranitler ve levha dayklardan oluşan ofiyolitik birimler bulunmaktadır (Bağcı 2004; Bağcı ve Parlak 2009; Güneş 2018).

Gödene Zonunda ise serpantinleşmiş ultramafikler (harzburjit, piroksenit), mafikler (gabro), bu kayaçları kesen izole dayklar, bazaltik lavlar, sığ ve derin deniz karbonatları ve radyolaritler, bu zondaki ofiyolitik melanj içerisinde yer almaktadır (Robertson ve Woodcock 1981a).



Şekil 1.2. Tekirova ve Gödene zonlarının yer aldığı Antalya Kompleksi'nin Google Earth görünümü (Anonim 1)

2. KAYNAK TARAMASI

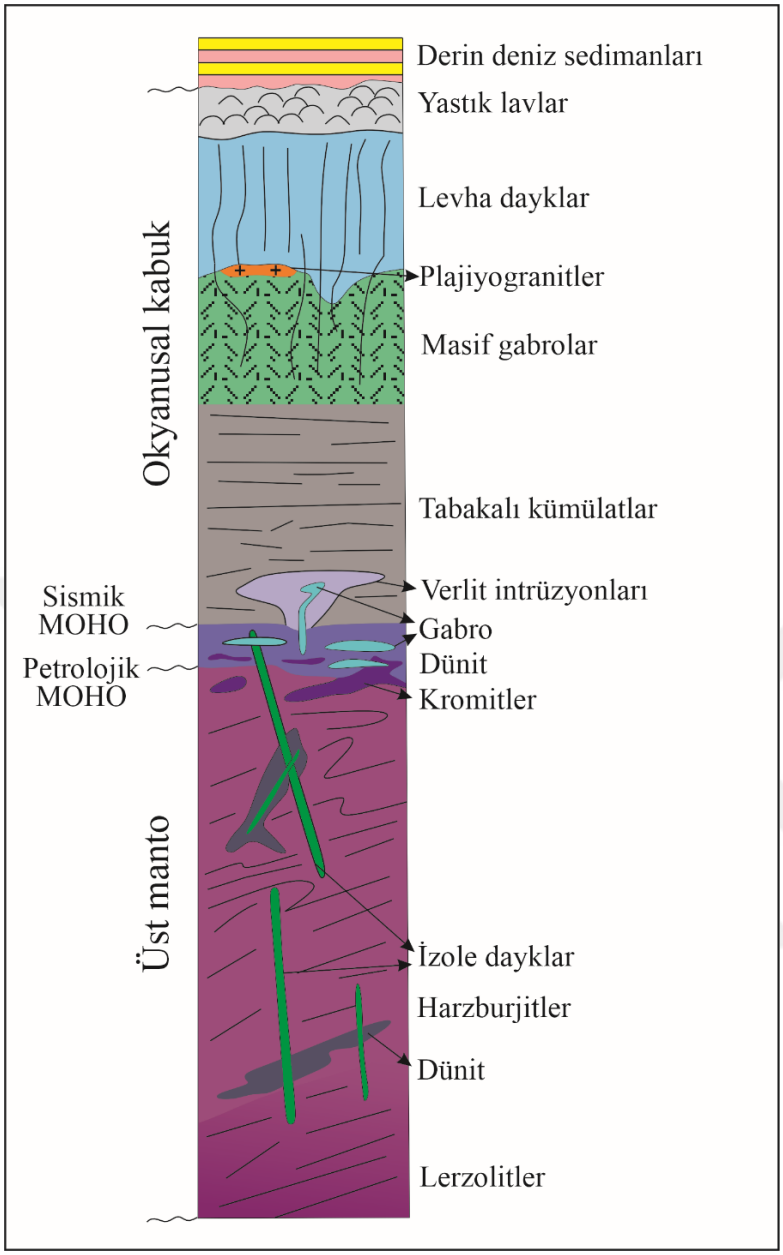
2.1. Ofiyolit Seriler

Genellilkle ultramafik ve mafik kayaçlardan oluşan ofiyolitler, tektonik olarak kıta kenarlarına yerleşen üst manto ve eski okyanusal kabuğun kalıntılarıdır (Dilek ve Furnes 2014).

Eksiksiz ve ideal ofiyolit serisini oluşturan kayaçların dizilimi, alttan üste doğru, Çizelge 2.1 ve Şekil 2.1'de verilmiştir (Dilek ve Furnes 2014; Yang vd. 2021).

Çizelge 2.1. İdeal ofiyolit serisi (Dilek ve Furnes 2014; Yang vd. 2021)

Litoloji	İçerdiği birimler	Özellikler
Üst manto ultramafikleri	Peridotitler (lerzolit, harzburjit, dünit) İzole dayklar Kromitler	Yüksek dereceli kısmi ergimeler sonucu harzburjitik kayaçlar oluşmaktadır. Kümülatik dokulu
Tabakalı mafikler	Verlit, troktolit, melagabro, olivin gabro Gabronorit	Hızlı yayılma sonucu okyanusal litosferde oluşur. Kümülatik dokulu
Mafik kayaçlar	Olivinli gabro, gabro, norit, troktolit, anortozit Yer yer plajiyogranitik bileşimli dayklar	İzotropik (masif) dokulu
Levha dayk kompleksi	Diyabaz	Dikey/yarı dikey olarak gelişir. Faylar tarafından kesilmektedir.
Mafik volkanik kayaçlar	Yastık lavlar Yastık yapılı breşler Masif lav akıntıları (bazaltik andezit, bazalt, andezit, dasit, riyolit)	Bazik karakterli
Derin deniz sedimanları	Çört, radyolarit, ince tabakalı şeyl, manganlı çamurtaşı, kırmızı pelajik kireçtaşı vb.	



Şekil 2.1. Ofiyolit serisi (Yang vd. 2021'den değiştirilerek alınmıştır)

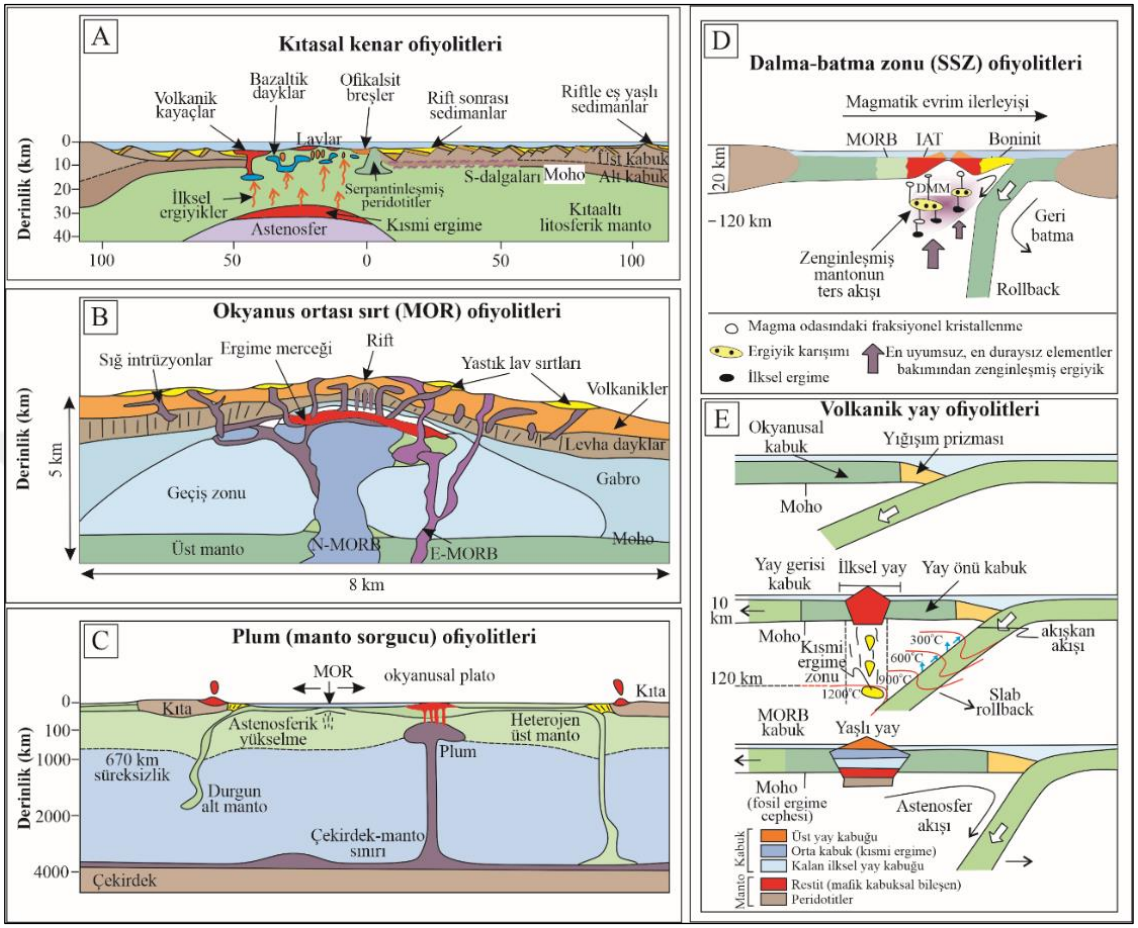
2.2. Ofiyolit Tipleri

Dilek ve Furnes (2011)'e göre, Ofiyolitlerin magmatik yapı mekanizmaları, oluştuğu jeodinamik ortamlarına bağlıdır ve dolayısıyla yerleşim mekanizmaları da farklılık göstermektedir. Ofiyolitlerin oluşumu ve türleri ile ilgili iki önemli faktör bulunmaktadır (Dilek ve Furnes 2011);

1- Ofiyolitlerin oluşumda etkin olan tektonik, magmatik ve jeokimyasal süreçler
2- Ofiyolitlerin farklı yerleşim mekanizmaları

Ofiyolitler, "yitim ile ilişkili olmayan" ve "yitim ile ilişkili" ofiyolitler olarak ikiye ayrılmaktadır (Dilek ve Furnes 2011) (Şekil 2.2). Yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler;

kıtasal kenar, plum (manto sorgucu), okyanus ortası sırt tipi olarak 3 (üç) farklı ve yitim ile ilişkili olan ofiyolitler ise dalma-batma zonu ve volkanik yay tipi olarak 2 (iki) farklı tektonik ortamlarda oluşmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Ofiyolit tipleri (Dilek ve Furnes 2011'den değiştirilerek alınmıştır) **a)** Kıtasal kenar ofiyolitleri; **b)** Okyanus ortası sırt ofiyolitleri; **c)** Plum ofiyolitleri; **d)** Dalma-batma zonu ofiyolitleri; **e)** Volkanik yay ofiyolitleri (Kısaltmalar, DMM: Tüketilmiş MOR manto; E-MORB: zenginleşmiş okyanus ortası sırt bazaltları; IAT: Ada yayı toleyitikleri; Moho: Mohorovičić süreksizliği; N-MORB: Normal okyanus ortası sırt bazaltları; S: S dalgaları)

A) Yitim ile ilişkili olmayan ofiyolitler:

Kıtasal kenar ofiyolitleri, ilksel kıtanın parçalanması sonrası okyanusal havza evrimleşmesinin ilk aşamalarında oluşurlar (Dilek ve Furnes 2011). Bu ofiyolitler, magma bakımından fakir, okyanus kıta geçişlerinin birer parçalarıdır (Dilek ve Furnes 2011). Kıtasal kenar ofiyolitleri kıtasal litosferik manto lerzolitleri, bu kayaçları üzerleyen bazaltik lavlar ve bu kayaçlara sokulum yapan küçük gabroyik plutonlar ve mafik dayklardan oluşmaktadır (Dilek ve Furnes 2011) (Şekil 2.2a).

Okyanus ortası sırt (Mid Ocean Rift-MOR) ofiyolitleri, okyanus ortası sırtının oluştuğu alana hem yakın hem de uzak alana, okyanus ortası sırtın hendeğe yakın ya da yay gerisi sırtın yayıldığı alanlarda oluşmaktadır (Dilek ve Furnes 2011). Bu ofiyolitler

genellikle Penrose-tipi yapısal özelliklere ve N-MORB, E-MORB ve/veya C-MORB (kontaminasyon MORB) jeokimyasal bileşime sahiptir (Dilek ve Furnes 2011). N-MORB ve E-MORB ofiyolitleri, ilkel mantodan türeyen magmalara göre, sırasıyla, daha tüketilmiş ve daha zenginleşmiş bileşimlere sahiptir (Pearce 2008). C-MORB ofiyolitler ise kabuksal kirlenmeye maruz kalmışlardır (Dilek ve Furnes 2011). Bu ofiyolitler, toleyitik ve alkalen volkanik kayaçlar içermektedir (Dilek ve Furnes 2011) (Şekil 2.2b).

Plum (manto sorgucu) ofiyolitleri, plum yayılma sırtına yakın ve okyanusal platonun bir parçası olarak oluşmaktadır (Dilek ve Furnes 2011). Bu ofiyolitler, kalın plutonik ve volkanik dizilimlere sahiptirler; tüketilmiş MORB (D-MORB) ve zenginleşmiş MORB (E-MORB) iz elementleri değerleri gösterirler (Kerr vd. 2009; Dilek ve Furnes 2011) (Şekil 2.2c).

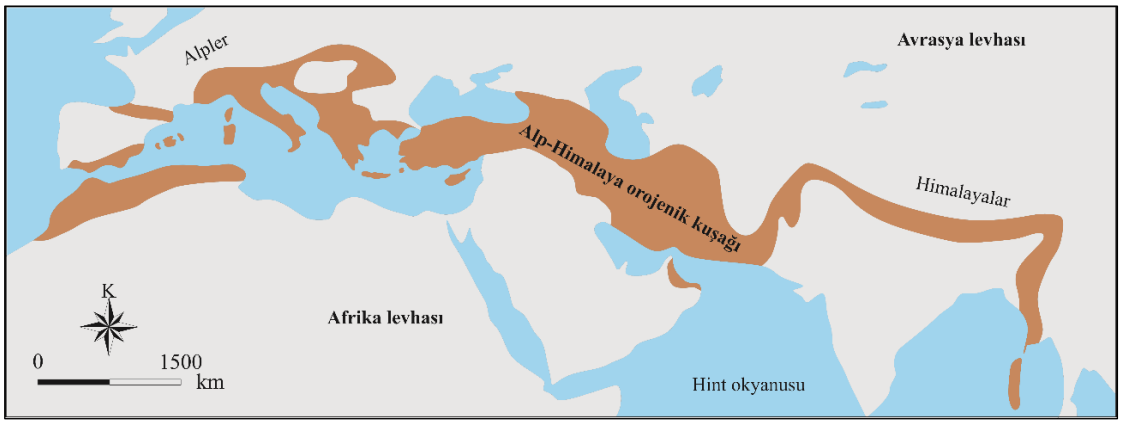
B) Yitim ile ilişkili ofiyolitler:

Dalma-batma zonu (SSZ) ofiyolitleri, yitim zonunda oluşmaktadırlar (Pearce 1982). Bu ofiyolitler, genişleyen yay gerisinden-yay önü ortamlara, yay önü ortamlardan ve hem okyanusal hem de kıtasal yay gerisi havzalarda oluşurlar (Pearce 1982; Dilek ve Furnes 2011). Dalma-batma zonu ofiyolitleri genellikle Penrose-tipi yapısal ve MORB, ada yayı toleyitikleri ve boninitik jeokimyasal özelliklere sahiptir (Dilek ve Furnes 2011). Yay önünde oluşan ofiyolitler, okyanusal havzanın kapanması sırasında okyanusal kabuğun oluşması sonucu oluşurlar ve büyük yitim olaylarının ifade etmektedirler (Pearce ve Robinson 2010; Dilek ve Furnes 2014) (Şekil 2.2d). Bu ofiyolitler, harzburjitik mantonun yüksek derecede ergimesinin ürünü olması nedeniyle harzburjitik tipi ofiyolitlere (Boudier ve Nicolas 1985) karşılık gelebilir.

Volkanik yay tipi ofiyolitler, ensimatik (yay gerisi havzalarda) yay ortamlarında oluşurlar (Dilek ve Furnes 2011). Bu ofiyolitler, deforme polijenetik bir kabuk, eski okyanus tabanı, gabroyik ve hipabisal (yarı derinlik) intrüzyonlardan oluşan mafik alt kabuk, diyoritik-tonalitik orta kabuk, levha dayklar, andezitik-riyolitik volkanikler ve volkanoklastiklerde üst kabuğu oluşmaktadır (Dilek ve Furnes 2011). Dalma-batma zonu ofiyolitlerine göre daha kalındır ve kalkalkalen bileşimli daha gelişmiş yay kabuğuna sahiptir (Dilek ve Furnes 2011) (Şekil 2.2e).

2.3. Ofiyolit kuşakları

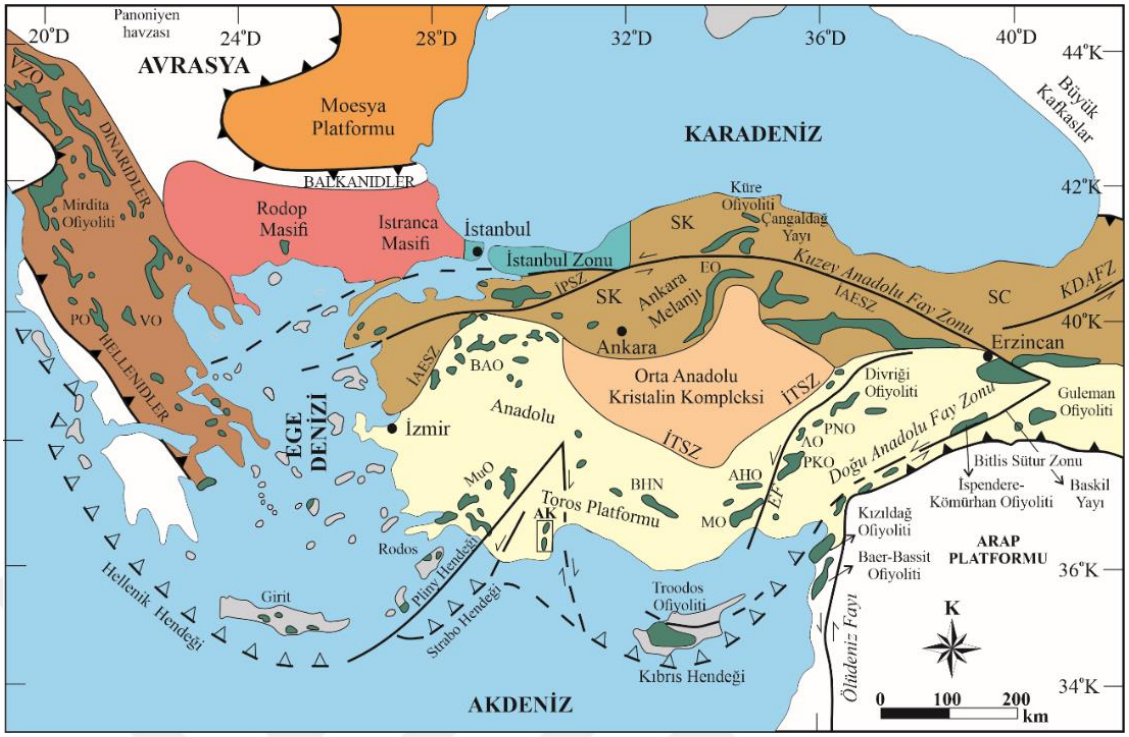
Alp-Himalaya orojenik kuşağı (Şekil 2.3), batıda Afrika'nın kuzeybatısında yer alan Mağripler, Avrupa Alpleri boyunca, Balkan yarımadasında Dinaridler-Arnavut Alpleri-Helenidler, Doğu Akdeniz bölgesinde Anatolid-Toridler, Hint Okyanusu'nun batısında Makran ve Umman, doğuda Tibet-Himalaya'ya ve güneydoğuda Çin-Hindi Yarımadası'na kadar uzanır (Furnes vd. 2020). Bu kuşak, yüksek rakımlı, genç orojenik kabuğa ve yaygın sismik aktiviteye sahip yaklaşık 10.000 km uzunluğunda bir dağ sistemidir (Dilek 2006; Furnes vd. 2020). Bu dağ kuşağı, uzun süreli ve karmaşık süreçlerle geniş Tetis okyanusunun evrimi sırasında, Paleotetis ve Neotetis denizlerinin açılıp-kapanması ve zamanla üst üste binen çok sayıda yay gerisi havzalarının oluşumu ile meydana gelmiştir (Stampfli ve Borel 2002; Dilek ve Yang 2018; Furnes vd. 2020).



Şekil 2.3. Alp-Himalaya orojenik kuşağı (Furnes vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır)

Alp-Himalaya kuşağında Mesozoyik yaşlı Neotetis, Paleozoyik yaşlı Hersiniyen, Neoproterozoyik yaşlı Kadomiyen ve Pan Afrikan ofiyolitleri bulunmaktadır (Bağcı 2004; Güneş 2018). Neotetis ofiyolitleri içerisinde yer alan Doğu Akdeniz ofiyolitleri (Şekil 2.4), Neotetis okyanusal havzalarının kapanması sırasında Geç Kretase'de oluşmuşlardır (Bağcı vd. 2010). Doğu Akdeniz ofiyolitleri (Şekil 2.4), Toros tipi (Toros kuşağı, Baer-Bassit (Suriye)) ve Troodos tipi (Kızıldağ, Troodos (Kıbrıs)) olmak üzere gruplara ayrılmıştır (Whitechurch vd. 1984; Bağcı 2004).

Alp-Himalaya orojenik kuşağında ülkemizin de yer aldığı bir kuşak olup; bu kuşağın Anadolu bölümü metamorfik masifler ve/veya karbonat platformları arasındaki D-B uzantılı tektonik zonlar boyunca kesilen Neotetis okyanus havzalarının kalıntılarını içermektedir (Şengör ve Yılmaz 1981; Robertson 2002; Bağcı ve Parlak 2009). Anadolu'daki Geç Kretase yaşlı ofiyolitler; kuzeyde Pontid ofiyolitleri, Kuzey Anadolu ofiyolit kuşağı, Toros ofiyolit kuşağı, Güneydoğu Anadolu ofiyolitleri ve güneyde Peri Arap platformu ofiyolitleri bulunmaktadır (Robertson 2002; Bağcı vd. 2010; Güneş 2018) (Şekil 2.4).



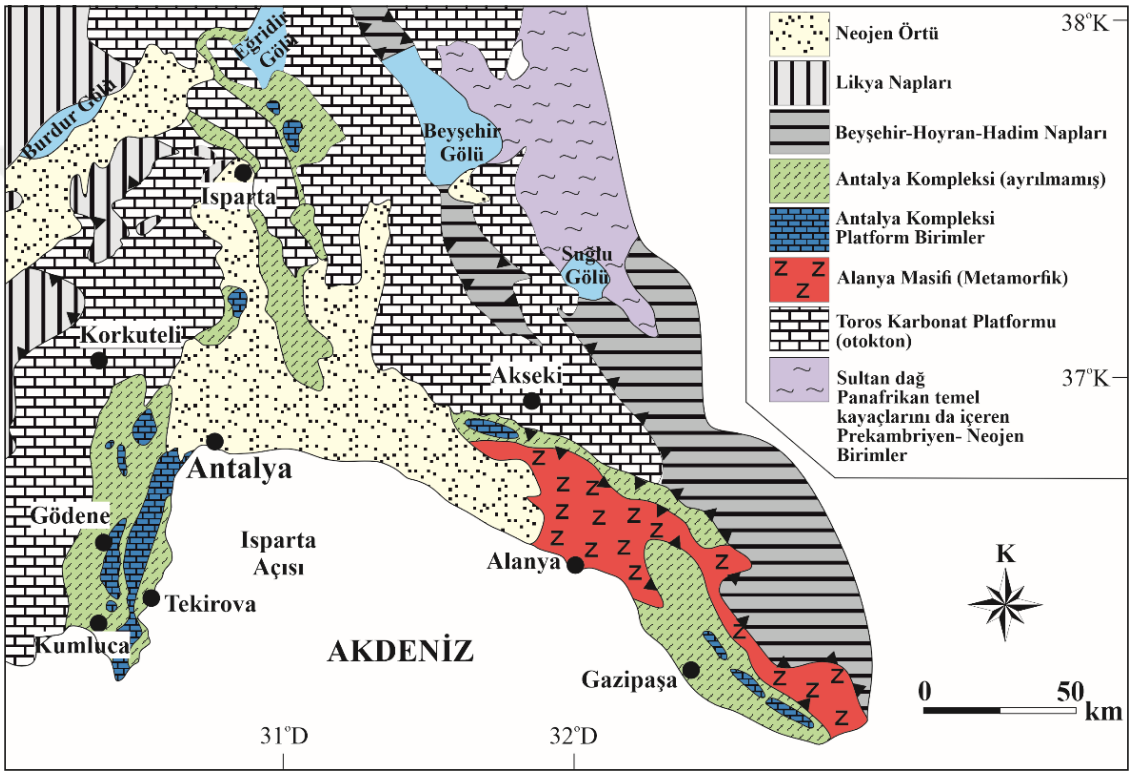
Şekil 2.4. Doğu Akdeniz ofiyolitleri dağılımı (Robertson 2002; Dilek ve Thy 2009; Güneş vd. 2021'den değiştirilerek alınmıştır) (yeşil alanlar-ofiyolitler; siyah üçgenli çizgiler-kıta-kıta çarpışması; içi boş üçgenli çizgiler: yitim zonları) (Kısaltmalar: AK- Antalya Kompleksi; AO- Aladağ Ofiyoliti; AHO- Alihoca Ofiyoliti; BHN- Beyşehir-Hoyran Napı; EF- Ecemiş Fayı; EO - Eldivan Ofiyoliti; İAESZ- İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu; İPSZ- Pontid içi Sütur Zonu; İTSZ- İç Toros Sütur Zonu; MO- Mersin Ofiyoliti; MuO - Muğla Ofiyoliti; KDAFZ- Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu; PKO- Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; PNO- Pınarbaşı Ofiyoliti; PO- Pindos Ofiyoliti; SK- Sakarya Kıtası; VO- Vourinos Ofiyoliti; VZO- Vardar Zonu Ofiyoliti; BAO- Batı Anadolu Ofiyolitleri)

Çalışma konusu olan Antalya Kompleksi içerisinde yer alan Tekirova ofiyoliti Toros kuşağı ofiyolitleri içerisinde yer almaktadır. Toros kuşağı ofiyolitleri batıdan doğuya doğru Likya, Tekirova, Beyşehir-Hoyran, Alihoca, Pozantı-Karsantı, Pınarbaşı ve Divriği ofiyolitlerinden oluşmaktadır (Parlak 2016; Güneş 2018; Güneş vd. 2021) (Şekil 2.4).

Toros kuşağı ofiyolitlerinde yer alan metamorfik taban ve bu tabanı üzerleyen birimlerin çok sayıda diyabaz bileşimli izole dayklar tarafından kesilmesi bu ofiyolitlerin tipik özelliklerindendir (Parlak ve Delaloye 1996; Dilek vd. 1999; Çelik 2007; Çelik ve Chiaradia 2008; Bağcı ve Parlak 2009; Robertson vd. 2013; Parlak 2016; Güneş 2018; Güneş vd. 2021). Ayrıca, Toros kuşağı ofiyolitlerinde yer alan izole daykların metamorfik tabanı kesmesine rağmen, metamorfizmaya uğramaması bir diğer önemli özelliklerindendir (Dilek vd. 1999; Çelik ve Delaloye 2003; Vergili ve Parlak 2005; Çelik 2007; Çelik ve Chiaradia 2008; Bağcı ve Parlak 2009; Parlak 2016; Güneş 2018)

2.4. Bölgesel Jeoloji

Isparta açısı ters V şeklinde çizgiselliğe sahip olup, kıtasal kenar ve ofiyolitik birimlerin yerleşimiyle oluşmuştur (Çelik ve Delaloye 2003; Bağcı vd. 2006; Bağcı ve Parlak 2009; Elitok 2012; Bağcı vd. 2020; Robertson vd. 2020) (Şekil 2.5). Çalışma konusu olan Antalya Kompleksi de bu açının güneybatı kısmında yer almaktadır (Şekil 2.5). Bu açı içerisinde Mezozoyik ofiyolitik, sedimanter ve volkanik kayaçlar tektonik olarak karbonat platformunun iki yanında görülen Antalya Kompleksi'ni oluşturmaktadır (Robertson 2000; Bağcı vd. 2020) (Şekil 2.5). Bağcı vd. (2020)'ye göre, Antalya Kompleksi, Güney Kıbrıs'ın batı-güneybatısında Mamonya Kompleksi ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 2.5. Isparta açısını ve Antalya Kompleksi'ni gösteren genelleştirilmiş tektonik harita (Yılmaz 1984; Robertson vd. 2020' den değiştirilerek alınmıştır)

Robertson vd. (2020)' ye göre Antalya Kompleksi, batıdan doğuya doğru 5 (beş) tektonostratigrafik birimden oluşmaktadır ve bu birimler, kayaçların yaşlarına ve tektonik özelliklerine göre aşağıda detaylı olarak tanımlanmıştır:

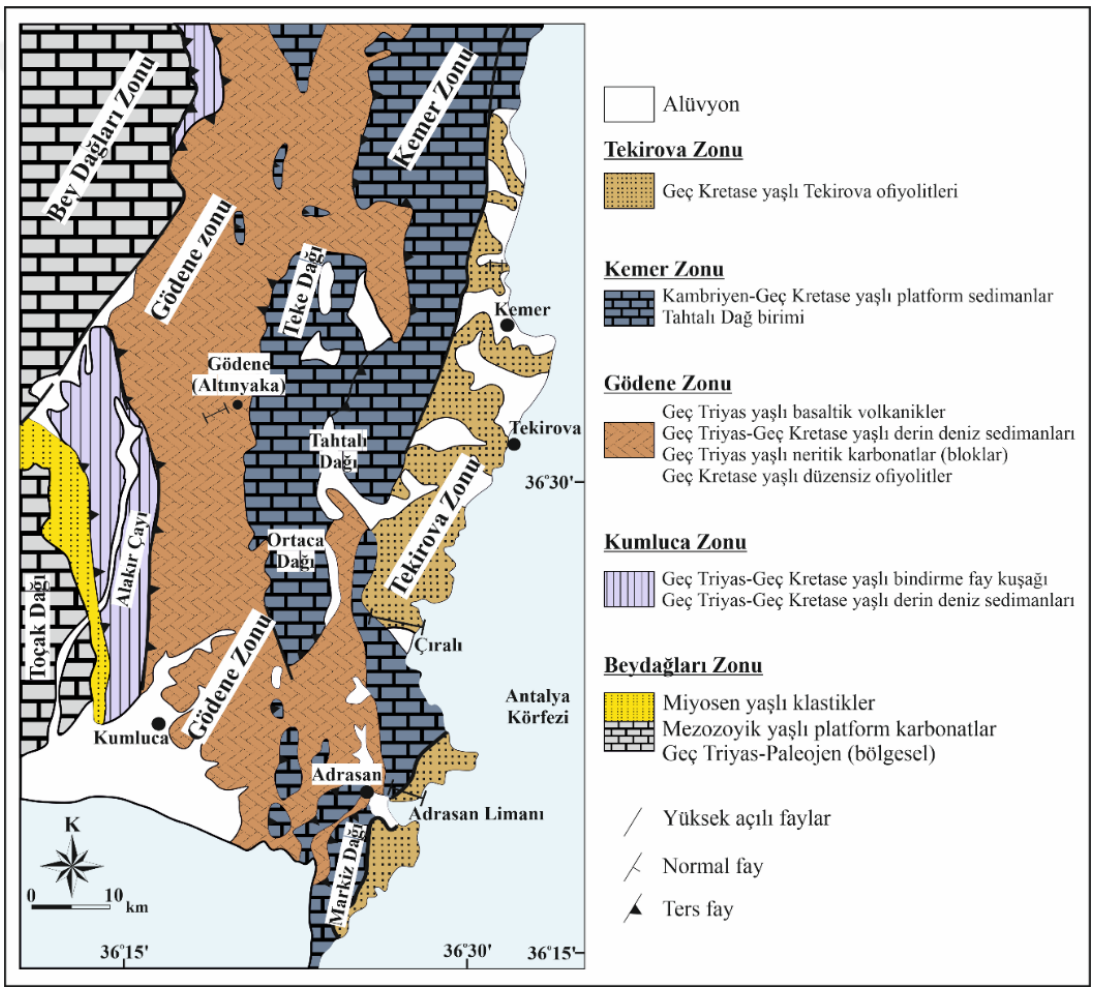
Beydağları Zonu

Batıda, otokton Toros karbonat platform içerisinde gözlenen istifin, Robertson vd. (2020)'ye göre Geç Kretase'de (Senomaniyen) oluşmaya başlamıştır. Daha kuzeyde bulunan Isparta açısı civarında ise Geç Kretase öncesi dönemde çökelmeye başlamıştır (Sarı ve Özer 2002; Robertson vd. 2020). Uzun süreli sığ su birikiminden sonra platform, Orta-Geç Santoniyen masif hemipelajik kireçtaşları (Bey Dağları Formasyonu) ile kaplanmıştır (Robertson vd. 2020). Farklı alanlarda, bu istifin farklı stratigrafik seviyeleri

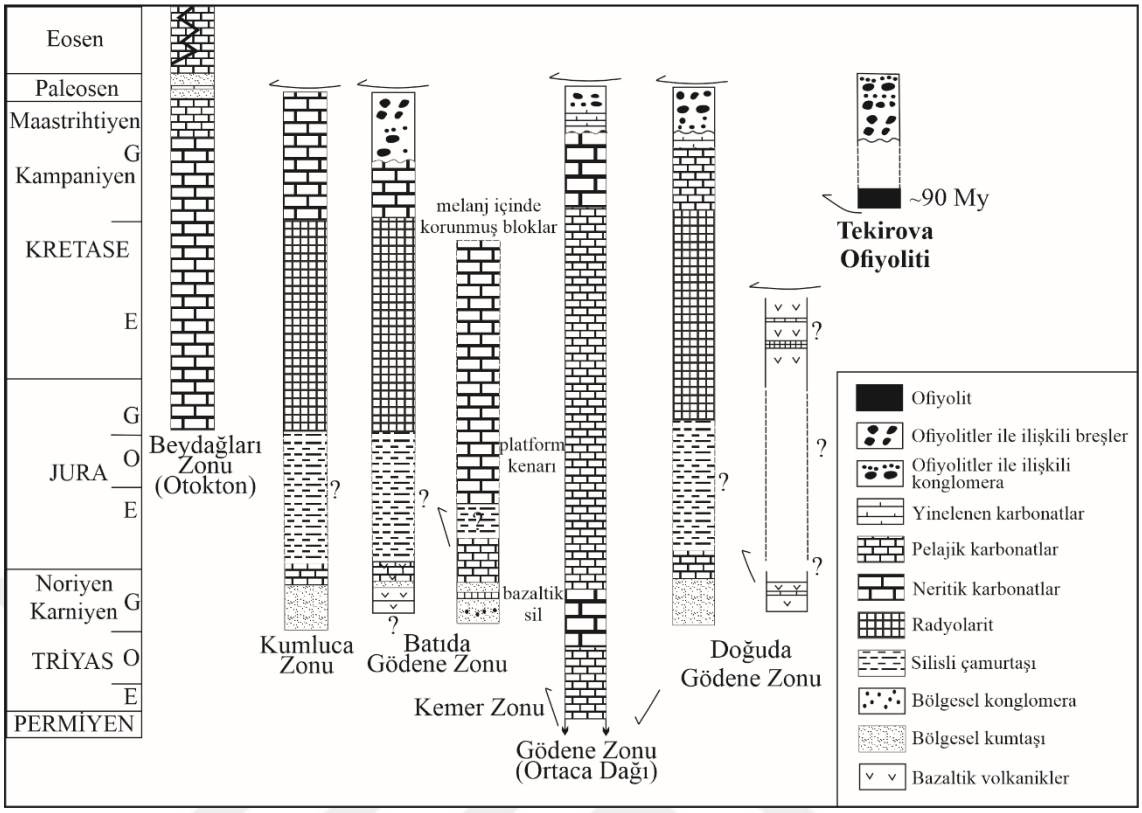
(Şekil 2.6), Geç Kampaniyen-Orta Maastrihtiyen yaşlı pelajik karbonatlar (Akdağ Formasyonu) tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür (Sarı ve Özer 2002; Sarı 2009). Bu istif, Paleosen yaşlı pelajik/hemipelajik karbonatlar ve sonrasında Eosen yaşlı sığ denizel şelf karbonatları ile örtülmüştür (Şenel 2010) (Şekil 2.6). Bu birimler Miyosen yaşlı silisiklastik bir istif ile kaplanmıştır (Woodcock ve Robertson 1982; Robertson vd. 2020) (Şekil 2.6).

Kumluca Zonu

Geç Triyas-Kretase yaşlı derin deniz rift/pasif kenar sedimanlarından oluşan batı yönlü bindirme levhalarından oluşmaktadır (Şekil 2.6). Güney Neotetisin pasif kuzey kıtasal kenarının bir bölümünü temsil eden otokton Toros (Bey Dağları) karbonat platformunun proksimal (kuzeybatı) ve uzak (güneydoğu) kenarı olarak yorumlanmıştır (Robertson ve Woodcock 1981b; Robertson vd. 2020) (Şekil 2.6, 2.7).



Şekil 2.6. Antalya Kompleksi'nin güneybatısını gösteren jeolojik harita (Robertson ve Woodcock 1984; Şenel 2010; Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 2.7. Antalya Kompleksi'nin güneybatısında yer alan zonların stratigrafik kolon kesiti (Robertson ve Woodcock 1982; Şenel 2010; Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: E- Erken; G- Geç; O- Orta)

Gödene Zonu

Bu zon, Geç Triyas-Kretase yaşlı sığ-derin deniz litolojisine sahip oldukça değişken ve deforme olmuş bir zon olup; bazaltik lavlar, sığ ve derin deniz karbonatları ve radyolaritler içermektedir (Robertson vd. 2020) (Şekil 2.6, 2.7). Ayrıca, serpantinleşmiş harzburjit, piroksenit, gabro ve bu kayaçları kesen izole diyabaz daykları da içeren ofiyolitik kayaçlarda yer almaktadır. Tüm bu kayaçlar Mezozoyik karbonat platformunun batısında yer alırlar (Robertson ve Woodcock 1981a; Robertson vd. 2020). Volkanikler, derin deniz sedimanları ve ofiyolitik kayaçlar bu platformun doğusunda da bulunmaktadır (Robertson vd. 2020). Gödene Zonu ayrıca Alakırçay napları olarak da adlandırılmaktadır (Şenel vd. 1981; Yurtsever vd. 2003) (Şekil 2.6, 2.7).

Kemer Zonu

Bu zon K-G yönlü, dik şekilde eğimli, genellikle kıtasal kenar sedimanter birimlerden oluşan Kambriyen-Geç Kretase yaşlı bozulmamış bir istiftir (Göncüoğlu ve Kozlu 2000; Şenel 2010) (Şekil 2.6). Bu istif, riftleşme öncesi, sırası ve sonrasında oluşan sedimanlardan oluşmaktadır (Robertson ve Woodcock 1982) (Şekil 2.6, 2.7).

Tekirova Zonu

Bu zon Geç Kretase ofiyolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 2.6). Tekirova ofiyolitleri olarak da adlandırılır. Kompleksin en doğusunda yer alır. Bu zondaki ofiyolitlerde volkanikler hariç, tüm ofiyolitik birimlere rastlanılmaktadır (Robertson vd. 2020) (Şekil 2.6, 2.7).

Şenel (2010)'a göre ise çalışma alanı, Beydağları otoktonunda Beydağları Formasyonu, Çamlıdere olistostromu, Küçükköy, Karakuştepe, Susuzdağ, Sinekçi ve Kasaba Formasyonları bulunmaktadır. Antalya napları, Çataltepe, Alakırçay, Tahtalıdağ, Dinek ve Tekirova ofiyolit naplarından oluşmaktadır. Likya naplarından Gülbahar Napı ve ara zon olarak Yeşilbarak Napı da çalışma alanı içerisinde yer almaktadır (Şenel 2010).

Beydağları Otoktonu

Şenel (2010)'a göre, Beydağları Formasyonu neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.6, 2.7). Bu kireçtaşları Jura-Kretase yaşlı olup; Geç Jura-Geç Kretase yaşlı kayaçlar bu formasyonda yüzeylenmektedir (Şekil 2.7). Bu birimlerin üzerinde Tekkeköy Üyesine ait Globotruncana fosilleri içeren mikritler yer almaktadır. Tekkeköy üyeleri, Beydağları Formasyonunun batı ve güneybatı bölümlerinde yer yer kendini göstermektedir. Çamlıdere Olistostromu, Söbütepe Formasyonunu (Geç Paleosen-Erken Eosen) da içerisine alan bu olistostrom da ayrıca kumlu-killi kireçtaşı, marn, kumtaşı bulunmaktadır. Küçükköy Formasyonu, kalkarenit, kumtaşı ve kiltaşı vb. içermektedir. Karabayır Formasyonu, sığ karbonat şelf ortamında çökelen bu formasyon transgresif özellikte olup; breşik kireçtaşı ve alg içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Karakuştepe Formasyonu, yamaç-havza ortamında türbidit akıntıların etkisiyle çökelen bu birim, kumtaşları ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kasaba Formasyonu, sığ şelf ortamında çökelen ve alüvyal yelpazelerin sokulum yaptığı bu formasyonda konglomera ve kumtaşları bulunmaktadır. Eosen yaşlı kireçtaşları, resif önü ortamda çökelen bu birim Beydağları ile Antalya Napları arasında tektonik olarak yerleşmiştir.

Antalya Napları

Çataltepe, Alakırçay ve Tahtalıdağ napları olarak 3 (üç) bölüme ayrılmaktadır (Şenel 2010). Şenel (1997) tarafından, bu birimlere Tekirova ofiyolit napı da eklenmiş olup; aşağıda detaylı olarak tanımlanmıştır:

Çataltepe Napı

Çataltepe Napı, Antalya naplarının yapısal olarak en alt birimidir (Şenel 2010).

Şenel (2010)'a göre, Tilkideliğitepe Formasyonu, marn ve kireçtaşları içermektedir. Marnlar mercekli ve kireçtaşları bloklar halinde bulunmaktadır. Dereköy radyolariti, karbonatların erime sınırı altında, havza ortamında çökelmiştir. Çört, şeyl ve radyolaritlerden oluşmaktadır. Yeniceboğazıdere Formasyonu, Çört, kalsitürbidit, radyolarit ve şeyl birimlerinden oluşmaktadır. Bu formasyonda yer yer kalın kireçtaşları üyeleri bulunmaktadır. Keçili Formasyonu, Alakırçay napının üzerinde uyumsuz olarak bulunan bu formasyonda bloklu flişler bulunmaktadır. Bu formasyonda, ofiyolit parçalarına ve olistolitlere rastlanılmaktadır.

Alakırçay Napı

Şenel (2010) 'a göre, Dinek Formasyonu içerdiği brakiyopod, mercan vb. fosiller içermesi nedeniyle Geç Permiyen yaşlı olup; Mizzia'lı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kesmeköprü Formasyonu, içerdiği lamelli ve cüce gastropod fosilleri nedeniyle Skitiyen-Erken Anisiyen yaşlı olup; marnlardan oluşmaktadır.

Alakırçay Grubu

Şenel (2010)'a göre, Bitkili kumtaşı, spilitleşmiş bazalt, yastık yapılı spilit, şeyl, radyolarit, çört ve halobiali mikritlerden oluşan bu grup Geç Anisiyen-Noriyen yaşlıdır. Tesbihli Formasyonu, içerdiği fosiller bakımından Ladiniyen yaşlı olup; volkanik aktivitelerin etkin olduğu havza ortamında oluşmuştur. Bu formasyon tabakalı çörtler ile temsil edilmektedir. Gökdere Formasyonu, Tesbihli Formasyonu gibi volkanizmanın etkin olduğu havza ortamında oluşmuştur. İçerdiği fosillere göre Geç Anisiyen-Noriyen yaşlı olup; mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşmaktadır. Çandır Formasyonu, volkanik aktivitelerin ve türbidit akıntıların etkin olduğu havza ortamında oluşan bu formasyon diğer formasyonlarla olan stratigrafik konuma göre Geç Anisiyen-Noriyen yaşlıdır. Bu formasyonda bitkili kumtaşı ve şeyl birimleri gözlenmektedir. Karadere Formasyonu, diğer formasyonlar ile olan stratigrafik konumuna göre Geç Anisiyen-Noriyen yaşlıdır. Riftleşmeye bağlı olarak gelişen ve volkanik aktivitelerin etkin olan bu formasyonda, bazik volkanikler yaygındır. Ballık Formasyonu, karbonat erime sınırında havza ortamında oluşmuş olup; tabakalı çörtler içermektedir. Diğer formasyonlar ile olan stratigrafik konumuna ve içerdiği fosil formlarına göre Jura-Kretase yaşlıdır.

Tahtalıdağ Napı

Şenel (2010)'a göre, Çaltepe Formasyonu, sığ şelf ortamında oluşan bu formasyon, dolomit ve yumrulu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Stratigrafik konumu ve protokonodont iç kalıplarına göre Orta Kambriyen yaşlıdır. Seydişehir Formasyonu yamaç-havza ortamında çökelen bu birim, kumtaşı ve şeyl içermektedir. Diğer formasyonlar ile olan stratigrafik konum ve bölgesel korelasyona göre Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşlıdır. Sarıyardere Formasyonu, yamaç-havza ortamında çökelen bu formasyon, şeyl içermektedir. İçerdiği trilobitler nedeniyle Geç Ordovisiyen yaşlıdır. Sapandere Formasyonu, kumtaşı ve dolomit içeren formasyon kıyı ortamında çökelmiştir. İçerdiği fosillere göre Siluriyen yaşlıdır. Hocanınsuyu Formasyonu menderesli akarsu ve delta ortamında çökelen bu formasyonda, kiltaşı, silttaşı ve kuvarsitik kumtaşları bulunmaktadır. İçerdiği fosillere göre Geç Devoniyen yaşlıdır. Pamucakyayla Formasyonu, kıyı gerisi-kıyı ortamında çökelen bu birim, kömürlü şeyl ve kuvarsitik kumtaşlarından oluşmaktadır. Diğer formasyonlar ile olan stratigrafik konumlarına göre Geç Permiyen yaşlıdır. Kızılbağ Formasyonu, içerdiği fosillere göre Geç Permiyen yaşlı olan bu birim sığ karbonat şelf ortamında çökelmiş olup; dolomitlerden oluşmaktadır. Tekedağı Formasyonu, neritik kireçtaşları içeren bu birim, kıyı ötesi platformlarda çökelmiştir. Bu formasyonda bulunan fosillere göre Resiyen-Senomaniyen yaşlıdır. Güneyyaka Formasyonu ise sığ karbonat şelf ortamında çökelmiş olup; dolomitlerden oluşmaktadır. Bu birim, içerdiği fosil formlarına göre Erken-Orta Devoniyen yaşlıdır.

Tekirova Ofiyolit Napı

Genellikle Tahtalıdağ Napı üzerinde, yer yer de altında bulunmaktadır. Kırkdirek Formasyonu ve Tekirova ofiyoliti birimlerini içermektedir (Şenel 2010).

Şenel (2010)'a göre, Kırkdirek Formasyonu, ofiyolitik bir melanj olup, Geç Senoniyen'de oluşmuştur. Bu birim de kireçtaşı, kumtaşı, şeyl, tabakalı çört, radyolarit, bazik volkanik, neritik kireçtaşı, gabro, diyabaz ve amfibolitlerin bulunduğu serpantinit hamuru içerir. Tekirova Ofiyoliti, harzburjit, dünit, gabro ve diyabaz dayklardan oluşan bu birim, Geç Kampaniyen-Maastrihtiyen'de kıtasal kabuğun üzerine bindirme yapmıştır.

Yeşilbarak Napı

Şenel (2010)'a göre, Ara zon olarak kabul edilen Yeşilbarak Napı, Beydağları Otoktonu ile Likya napları arasında yer almaktadır. Elmalı Formasyonu, yamaç-havza ortamında çökelen bu birim, kumtaşı ve şeyl birimleri içermektedir. Bu kayaçlar içerisinde yer alan fosillere göre Lütesiyen-Erken Burdigaliyen yaşlıdır. Yavuz Formasyonu da Elmalı Formasyonu gibi yamaç-havza ortamında çökelmiş olup; kireçtaşı, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşmaktadır. İçerdiği fosillere göre Geç Lütesiyen-Priyaboniyen yaşlıdır.

Likya napları

Gülbahar Napı ve Dire Olistostromu ile temsil edilmektedir (Şenel 2010). Dire olistostromu, kumtaşı, kiltaşı, konglomera vb. kırıntılılar ve volkanik, serpantinit ve kireçtaşı blokları içermektedir (Şenel 2010).

Gülbahar Napı

Likya napları içerisinde bulunan bu nap Turunç ve Ağla birimleri içermektedir (Şenel 2010). Orhaniye Formasyonu, genellikle havza yer yer yamaç ortamında çökelen bu birim, radyolarit, çört ve çörtlü mikritlerden oluşmaktadır. İçerdiği fosillere göre Jura-Kretase yaşlıdır (Şenel 2010).

Neootokton Örtü Kayaları

Şenel (2010)'a göre, Kiriş, Karpuzçay, Taşlık Formasyonları, Gebiz kireçtaşları, Yenimahalle ve Kurşunlu Formasyonlarından oluşan bu birim Antalya napları üzerinde yer almaktadır. Kiriş Formasyonu, yamaç-havza ortamında oluşmuş olup; kiltaşı ve kalsitürbidit birimleri içermektedir. İçerdiği fosil formlarına göre Burdigaliyen yaşlıdır. Karpuzçay Formasyonu, şelf, yamaç-havza ortamında çökelmiş ve kumtaşı, kiltaşı ve silttaşlarından oluşmaktadır. İçerdiği fosillere göre Geç Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlıdır. Kıyı fasiyesinde çökelen Taşlık Formasyonu killi-kumlu kireçtaşı ve kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Resifal kireçtaşlarından oluşan Gebiz kireçtaşları sığ şelf ortamında çökelmektedir. Diğer formasyonlar ile olan stratigrafik konumu ve içerdiği fosillere göre Geç Messiniyen?- Erken Pliyosen yaşlıdır. Yenimahalle Formasyonu derin şelf ortamında çökelmiş olup; kiltaşı, silttaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Bu formasyon, içerdiği fosillerden dolayı Erken Pliyosen yaşlıdır. Kurşunlu Formasyonu ise

kıyı ve yelpaze ortamında çökelmiş olup; konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşmaktadır.

Ayrıca, Antalya traverteni, eski akarsu oluşukları, eski yamaç molozu, alüvyal yelpazeler ve alüvyonlarda bu bölgede yer almaktadır (Şenel 2010).

2.4.1. Antalya Kompleksi'nde yapılan çalışmalar

Juteau ve Whitechurch (1971), Antalya ofiyolit Kompleksi için yapısal ilişkilere bağlı olarak okyanusal sırt modelini önermişlerdir.

Robertson ve Woodcock (1981b), Antalya Kompleksi'nde yer alan Gödene Zonuna ait volkanizma ve sedimantasyon ile ilgili çalışma yapmış, bölgenin Triyas, Jura ve Kretase'de meydana gelen jeolojik değişimleri vurgulamışlardır.

Reuber (1984), Antalya sahil kesiminde yer alan Adrasan, Çıralı ve Tekirova beldelerinde yer alan ofiyolitlerin transform, bindirme ve kırılma fayları ile deformasyona uğradığını savunmuştur.

Yılmaz (1984), Antalya Kompleksinde yer alan ofiyolitlerin K-Ar yaşlandırma analizleri ile Geç Kretase'de oluştuğu, içerdiği fosil formlara göre pelajik sedimanların Geç Triyas-Jura ve Geç Jura-Erken Kretase yaşlı olduğunu savunmuştur.

Şenel (1997), Antalya körfezinin 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalarını düzenlemiştir.

Çelik ve Delaloye (2003), Toros kuşağında yer alan Likya ve Antalya ofiyolitlerinde metamorfik taban kayaçları ve bu kayaçlara sokulum yapan dayklar üzerine çalışmalar yapmıştır. Metamorfik taban kayaçların MORB, IAT ve WPB bileşime sahip olduğunu, daykların ise IAT bileşimli olduğunu savunmuşlardır.

Robertson vd. (2003), güney Neotetis içindeki Antalya alloktonunun evrimi ile ilgili güney Neotetis yenden giriş modeli ve Pamfilyan paleo-sırt havza modeli olmak üzere 2 (iki) tektonik model önermişlerdir.

Vrielynck vd. (2003), Isparta açısında yer alan Antalya naplarının yapısal ve stratigrafik özellikleri ve radyolaritlerin yaşı üzerine çalışmalar yapmış, Antalya naplarında bulunan radyolaritlerin Jura-Kretase yaşlı ve Isparta Çayı yer alan birimlerin Triyas yaşlı olduğunu savunmuşlardır.

Bağcı (2004), Kızıldağ ve Tekirova ofiyolitlerinin jeokimyasal veriler ile dalma-batma zonunda oluştuğunu savunmuştur. Ayrıca, Kızıldağ ve Tekirova ofiyolitlerinde yer alan izotrop gabro, levha ve izole daykların ada yayı toleyitik bileşimine sahip olduğunu belirtmiştir.

Bağcı vd. (2006), Tekirova ofiyolitinde yer alan ultramafik-mafik kümülatlar üzerine araştırmalar yapmış ve bu kayaçların dalma batma zonunda Geç Kretase'de oluştuğunu savunmuştur.

Hoşgörmez (2007), Antalya'nın batısında, Olimpos dağında, ofiyolitler içerisinde gözlenen gaz çıkışı üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu gazın serpantinleşmenin abiyojenik süreçlerle ağır metan üretimi ve termal olarak organiklerce zengin şeyllerin metan ve pentan üretimi ile oluştuğunu savunmuştur.

Aldanmaz vd. (2009), Geç Kretase'de Neotetis okyanusunun kapanması sırasında okyanusal litosferin Türkiye'deki bir bölümü olan Likya ve Antalya ofiyolit kompleksleri üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu ofiyolit komplekslerinde spinel peridotitler üzerinde çalışma yapılmış ve bu kayaçların okyanusal litosferin farklı aşamalarından manto kalıntıları içerdiği tespit edilmiştir.

Bağcı ve Parlak (2009), Antalya Kompleksinde yer alan izotrop gabroların bileşimsel açıdan IAT, düşük titanyum (Ti) içerikli boninitik ve OIB tipi olmak üzere 3 (üç) farklı karakterde olduğunu, izole daykların ise IAT ve düşük Ti içerikli boninitik tipli olduğunu belirtmiştir. IAT bileşimli kayaçların yay önü dalma batma zonunda, OIB bileşimli kayaçların ise slab roll-back ya da bir sırt sisteminin dalması sonucu oluştuğunu savunmuştur.

Moix vd. (2009), Antalya naplarında Kampaniyen yaşlı radyolaryalar hakkında çalışma yapmış ve Kemer, Bakırlı ve Tahtalıdağ naplarını kalkerli Antalya naplarının altında toplamışlardır.

Bağcı vd. (2010), Tekirova ofiyolitlerinde yer alan kümülatik kayaçların dalma-batma zonunda oluştuğunu belirtmiştir. İzole daykların ada yayı toletiyik (IAT) ve boninitik bileşiminde olduğunu ve izotrop gabroların ada yayı toleyitikleri, boninitik ve alkalen karaktere sahip olduğunu savunmuştur.

Caran vd. (2010), Antalya ofiyolitlerinde podiform kromitler ve manto peridotitleri üzerine petrografik, jeokimyasal çalışmalar yapmış ve ergime-kayaç etkileşimi hem de farklı kısmi ergimeler sonucu kromitlerin boninitik magmanın çökelmesi ile peridotitlerin yitim ile ilişkili, okyanus ortası sırt bazaltları (MORB) benzeri dizilimden türediğini savunmuşlardır.

Etiope vd. (2011), Tekirova ofiyolitlerinde, Çıralı bölgesinde bulunan abiyotik metanın serpantinleşme ile ilişkilendirmişlerdir.

Elitok (2012), Antalya Kompleksi'nin kuzeyinde yer alan Kızıldağ ve Eğridir peridotitleri ve diyabaz dayklar üzerine yaptığı çalışmalarında bu kayaçların Geç Kretase'de yay önü dalma-batma zonunda oluştuğunu savunmuştur.

Yılmaz (2014), Tekirova ofiyolit napında serpantinleşmeye bağlı olarak gelişen mineral oluşumları üzerine yaptığı çalışmasında, serpantinit, ofikarbonat, ofisilikat ve ofioksitlerin oluştuğunu belirtmiştir. Bu minerallerin okyanusal kökenli olanların serpantinleşme sırasında (hipojen), Alpin tipi olanların serpantinleşme sonrasında (süperjen) oluştuğu vurgulanmaktadır.

Yalçın vd. (2015), Tekirova ofiyolitinde yer alan kayaçların alterasyonu üzerine yaptıkları çalışmalarında ofiyolitlerin okyanusal kabuk oluşumu, yerleşimi ve sonrasında

pirometamorfizma, alterasyon ve listvenit oluşumu olarak farklı aşamalarla oluştuğunu savunmuşlardır.

Uysal vd. (2016), Antalya-Isparta ofiyolitik birimlerinde yer alan heterojen kromitlerin yay türevi magmanın ardarda fraksiyonlaşması sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir.

Güneş (2018), Tekirova ofiyolitlerinde yer alan ultramafik-mafik kayaçlar ve izole dayklar üzerine çalışmalar yapmış, bu kayaçların dalma-batma zonunda toleyitik bir magmadan oluştuğunu savunmuştur.

Ünal vd. (2018), Antalya'da yer alan kayaçlar üzerine radyoaktif çalışmalar yapmış, bu kayaçların radyoaktif değerlerinin dünya standartları altında olduğunu belirtmişlerdir.

Yalçın ve Ünal (2018), Antalya bölgesinde yer alan turistik bölgelerde doğal radyoaktif seviyeleri araştırmış ve Tekirova bölgesinde bulunan ofiyolitik kayaçların yüksek radyasyon nedeniyle insan sağlığını olumsuz etkileyebileceğini söylemişlerdir.

Bağcı vd. (2020), Antalya Kompleksi'nde yer alan Geç Triyas yaşlı mafik volkanik kayaçlar üzerine çalışmalar yapmış ve bu kayaçların okyanus ada bazaltları (OIB) bileşimine sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, Antalya, Mamonya (Güney Kıbrıs) ve Koçali (Adıyaman) komplekslerinde yer alan alkalen volkaniklerin, kıta-okyanus geçiş zonunda Neotetis okyanusunun riftleşmesi esnasında oluştuğunu savunmuşlardır.

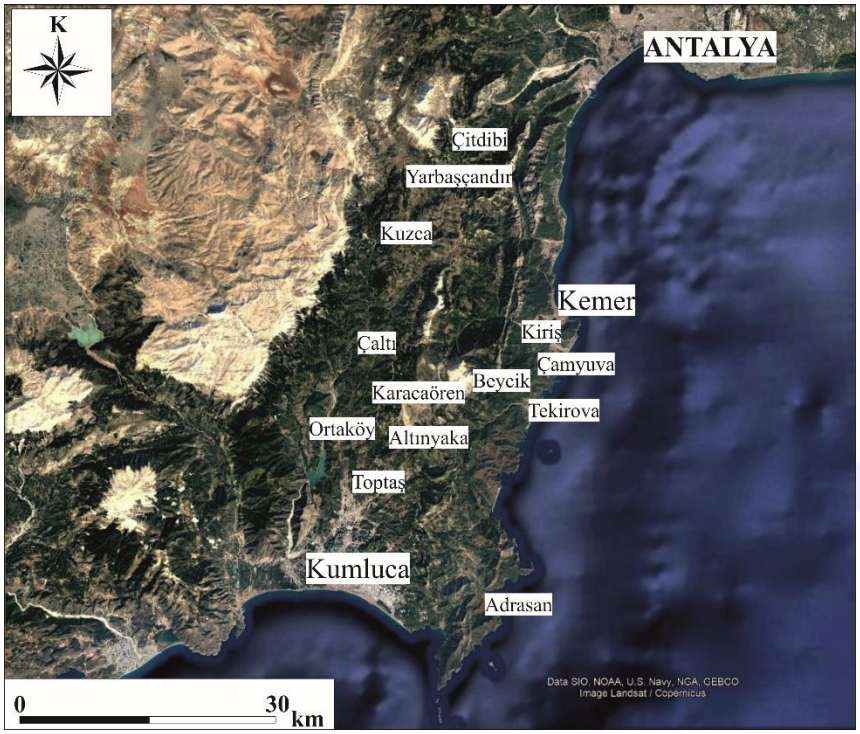
Robertson vd. (2020), Antalya Kompleksi'nin güneybatısında yer alan Geç Kretase yaşlı ofiyolit yerleşimleriyle ilgili klastik sedimantasyon üzerine çalışmalar yapmış, bu sedimantasyonun 4 (dört) farklı şekilde geliştiğini savunmuşlardır.

Güneş vd. (2021), Tekirova ofiyolitinde yer alan izole dayklarını metasomatik ve diyabaz dayk olarak ayırmış ve yitim zonunda % 10-30 oranında kısmi ergimeye uğradığını savunmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Arazi Çalışması

Antalya Kompleksi'nde yer alan Tekirova ve Gödene Zonunda yapılan arazi çalışmaları 1000 km^2'lik bir alanda ve Adrasan'da 10 km'lik sahil kesiminde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları Tekirova Zonunda Kemer ilçesi, Çamyuva, Tekirova, Kiriş, Beycik ve Adrasan beldelerinde, Gödene Zonunda ise Kumluca ilçesi, Güzören, Ortaköy, Karacaören, Çaltı, Yarbaşçandır, Çitdibi, Toptaş, Kuzca, Çaltı mahalleleri ve Altınyaka beldesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Antalya Kompleksi'nde arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği ilçe ve beldeler (Anonim 1)

Bu zonlarda yapılan çalışmalar, Antalya O24-O25-P24 ve P25 paftalı 1/100.000 ölçekli jeolojik haritaları kullanılmış olup; 2021-2022 yıllarında farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilmiştir. Tekirova ve Gödene Zonunda yer alan izole dayklar ve bu daykların kestiği ultramafik-mafik kayaçlardan sistematik olarak örnekler alınmış, daykların konumları ve kalınlıkları, ana kayaçlar ile olan ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklerin alındığı istasyonların koordinatları GPS ile belirlenmiş ve haritalara işaretlenmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.1. Polarizan mikroskop incelemeleri

Tekirova ve Gödene Zonunda bulunan izole dayklar ve ana kayaçlar ile ilgili arazi çalışması sonucunda polarizan mikroskop çalışmaları yürütülmüştür. Çalışma alanından

sistematik olarak alınan örneklerden petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla taze örneklerden 35 (otuzbeş) adet seçilmiş ve bu seçilen örnekler ince kesit için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.2).

Şekil 3.2. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan izole dayklar ve ana kayaçların petrografik incelemeler için hazırlanması

Hazırlanan örnekler Ankara'da bulunan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Mineraloji-Petrografi laboratuvarlarında ince kesit haline getirilmiştir. Hazırlanan 35 adet ince kesit, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Optik Mineraloji Laboratuvarında Polarizan Mikroskoplar (Nikon 50iPOL ve 100iPOL) kullanılarak incelenmiş ve ince kesitler Nikon Eclipse 50iPOL mikroskop altında Clemex 7.0 programı ile fotoğraf çekimi yapılmıştır.

3.2.2. X-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri

X-ışınları difraktometre (XRD) çalışmaları MTA (Ankara) Analiz Laboratuvarlarında, Panalytical X'Pert Powder XRD Analiz Cihazı ile XRD difraktogram kullanılarak yapılmıştır. Veriler, 257 sn'lik adım süresi ve 0.026º'lik adım büyüklüğü ile 2º'den 70º'ye (2θ) kadar tarama yapılarak elde edilmiştir.

3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) incelemeleri

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) çalışmaları MTA (Ankara) Analiz Laboratuvarlarında, FEI Nova Nano 650 model SEM ile mineral tanımlamalarında yararlanılmak üzere yarı kimyasal nicel analizler EDAX marka enerji dağılımlı X-ışını spektrumu (EDX) kullanılarak yapılmıştır. Yüksek vakum koşulları altında numune yüzeyinden ikincil elektron (SE), geri saçılmış elektron (BSE) veya karışık (SE+BSE) sinyal görüntüleri alınmıştır. Analiz edilen kayaç örneklerinin taze yüzeyleri, iyon kaplayıcı ile ince bir film halindeki (20 Å) karbon ile kaplanmıştır.

3.2.4. Mineral kimyası (EPMA) analizleri

Elektron mikro prob analiz (EPMA) yöntemi bir katı örnek üzerinden seçilen bir alanın (≥µ) kimyasal özelliklerinin tespit edilmesi için yapılan bir analizdir. Bu yöntem ile odaklanılan elektron demetinin X-ışınlarını uyarması ve örnek içerisindeki elementler ile karakterize olan X-ışınları yoğunluk/şiddet standartlarının kıyaslanmasına dayanır. Bu yöntem ile % ±1 kesinlikte nicel konsantrasyonlar belirlenmektedir. Bu analizler için ilk olarak, 45-47 mm x 25 mm x 1 mm ölçülerinde, parlatılmış ince kesitler hazırlanır. Parlatılan ince kesitler son olarak karbon kaplama yapılarak analizler için hazır hale getirilir.

Tekirova Zonundan 4 (dört) izole dayk örneği ile Gödene Zonundan 1 (bir) izole dayk ve 1 (bir) ana kayaç örneği seçilmiş ve 48 x 28 x 1.35 mm boyutlarında açık ince kesitler hazırlanarak parlatma işlemine tabi tutulmuştur. Parlatılmış ince kesit örneklerine Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)'nde (Ankara) mikroprob analizleri yapılmıştır.

Plajiyoklaz hesaplamasında Plagcalc, klinopiroksen ve ortopiroksen hesaplamalarında Pyxcalc ve amfibol hesaplamalarında Amph13 spreadsheets kullanılmıştır.

3.2.5. Jeokimyasal analiz (tüm kaya, XRF ve ICP-MS) incelemeleri

Arazi çalışması ile toplanan kayaç örnekleri, ince kesit, XRD ve SEM analizlerine göre en taze (ayrışmamış) olanları tüm kayaç jeokimyası çalışmaları için seçilmiştir. Antalya Kompleksi'nde yer alan ultramafik-mafik kayaçların ve bu kayaçları kesen izole daykların jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi için 20 (yirmi) adet örneğin ana (major), iz ve nadir toprak elementleri (REE) analizleri yaptırılmıştır.

Örneklerin bu analizleri MTA Genel Müdürlüğü (Ankara) ve Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRF laboratuvarlarında yaptırılmıştır. X-Işını floresansı (XRF) yardımıyla ana oksit elementlerinin, indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) yardımıyla da iz element ve nadir toprak elementlerinin içerikleri tespit edilmiştir.

ICP-MS tekniğinde, örnekler toz haline getirilerek (0.200 gr) $LiBO_2$ ile ergitilmiştir. Ergitilen örnek çözündürülerek ICP-MS yöntemi ile analizleri yapılmıştır. Tüm analizlerde ateşte kayıp (A.K) değerleri, örneklerin 1000°C' de eritilişi ile elde edilmiştir.

3.2.6. Radyojenik izotop (Sr, Nd, Pb) (TIMS) analiz incelemeleri

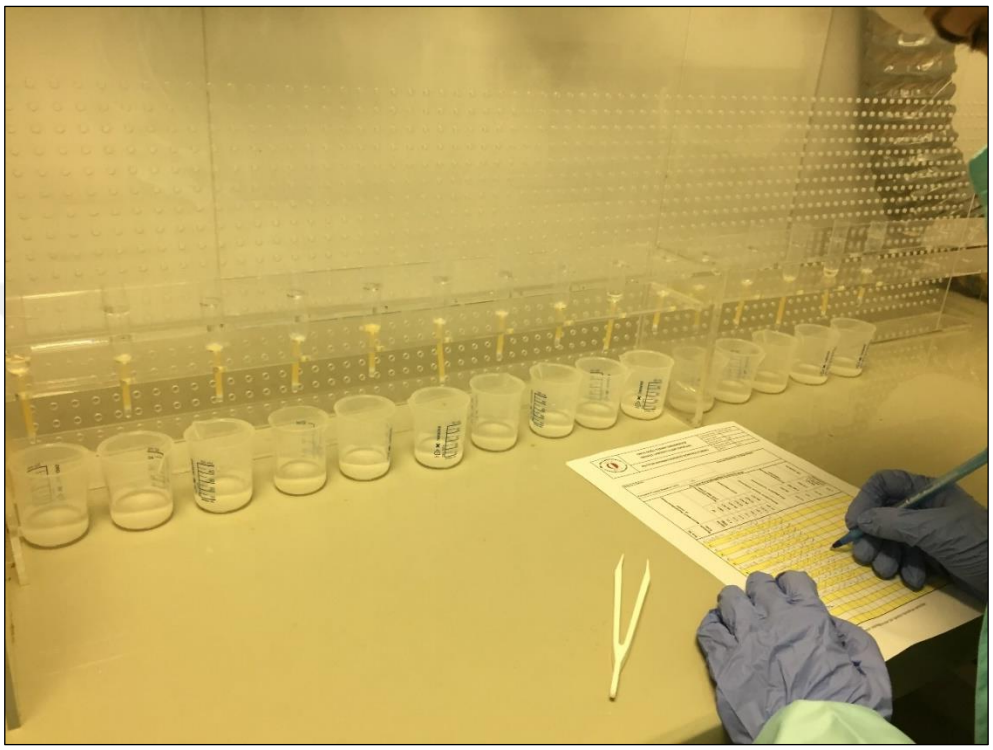
Stronsiyum (Sr) ve Neodmiyum (Nd) analizleri, ODTÜ Merkez laboratuvarı (Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi, Radyojenik İzotop Laboratuvarı, Ankara) için kayaç örneklerinden yaklaşık 80'er miligram tartılarak PFA şişelere konulmuştur (Şekil 3.3). PFA şişelere konulan örnekler, 4 mL % 52 HF içerisinde 4 gün boyunca 100°C üzerinde ısıtıcı tabla üzerinde bekletilmiş ve tamamen çözülmesi sağlanmıştır. Bu ısıtıcı tabla üzerinde buharlaşma seviyesine kadar kurutulan örnekler, bir gün boyunca 4 mL 6 N HCl içinde çözülmüştür. Çözülen örnekler tekrar ısıtıcı tabla üzerinde buharlaştırma

seviyesine kadar kurutulmuş ve 1 mL 2.5 N HCl içine alınarak element kromatografi için hazır hale getirilmiştir. Sr izotopu, 2.5 N HCl asit ve 2 mL hacimde Bio Rad AG50 W-X8, 100-200 mesh reçine kullanılarak teflon kolonlara yerleştirilmiştir. Sr izotopunun toplanmasından sonra 6 N HCl ile nadir toprak elementleri fraksiyonu toplanmıştır. Sr izotopu, tek Renyum (Re) filamenti üzerine Ta-aktivatör ve 0.005 N H_3PO_4 yardımıyla yüklenmiş ve statik modda ölçülmüştür. $^{87}Sr/^{86}Sr$ verileri $^{86}Sr/^{88}Sr = 0.1194$'e normalize edilmiştir. Ölçümler sırasında Sr NBS 987 standardı 0.710272±15 (n=5) olarak ölçülmüştür. Neodimyum izotopu, teflon kolonlar içinde, 0.22 N HCl asit ve 2 ml hacimli HDEHP (bis-ethyexyl fosfat) kaplı biobeads -Bio Rad- reçine içerisinden geçirilerek diğer nadir toprak elementlerinden ayrılmıştır. Ayrılan Nd izotopu, 0.005 N H_3PO_4 yardımıyla Re-filamentine yüklenmiş ve çift filament tekniği kullanılarak statik modda ölçülmüştür. Analizler sırasında, $^{143}Nd/^{144}Nd$ verileri $^{146}Nd/^{144}Nd = 0.7219$ ile normalize edilmiştir. Nd LaJolla standardı 0.511858±8 (n=4) olarak ölçülmüştür. Sr ve Nd radyojenik izotop oranı ölçüm sonuçları üzerinde düzeltme (bias) yapılmamıştır. İzotop oranı ölçümleri, Triton Termal İyonizasyon-Kütle Spektrometresi (TIMS) (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyindedir (Köksal vd. 2017).

Şekil 3.3. Sr ve Nd izotoplarının analizler için hazırlanılması (ODTÜ merkez laboratuvarı)

Kurşun (Pb) izotop jeokimyası analizleri; ODTÜ Merkezi Laboratuvar (Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi, Radyojenik İzotop Laboratuvarı, Ankara)'nda Köksal vd. (2017)'nde verilen deney talimatları uygulanarak yapılmıştır (Şekil 3.4). Tüm işlemler (tartım, kimyasal çözme ve kromatografi), 100 temizlik standardında, temiz laboratuvar koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Pb izotop oranı analizleri için kayaç örneklerinden 80 mg tartılmış ve ilk önce 7 M HNO_3 ve sonra 6 N HCl asitleri ile ısıtıcı tabla üzerinde çözdürülmüştür. Çözülen örneklere 1 mL 2 N HCl eklenmiş ve kromatografi için hazır hale getirilmiştir. Kurşun elementi, teflon kolonlar içerisine yerleştirilmiş, Bio-Rad AG1-

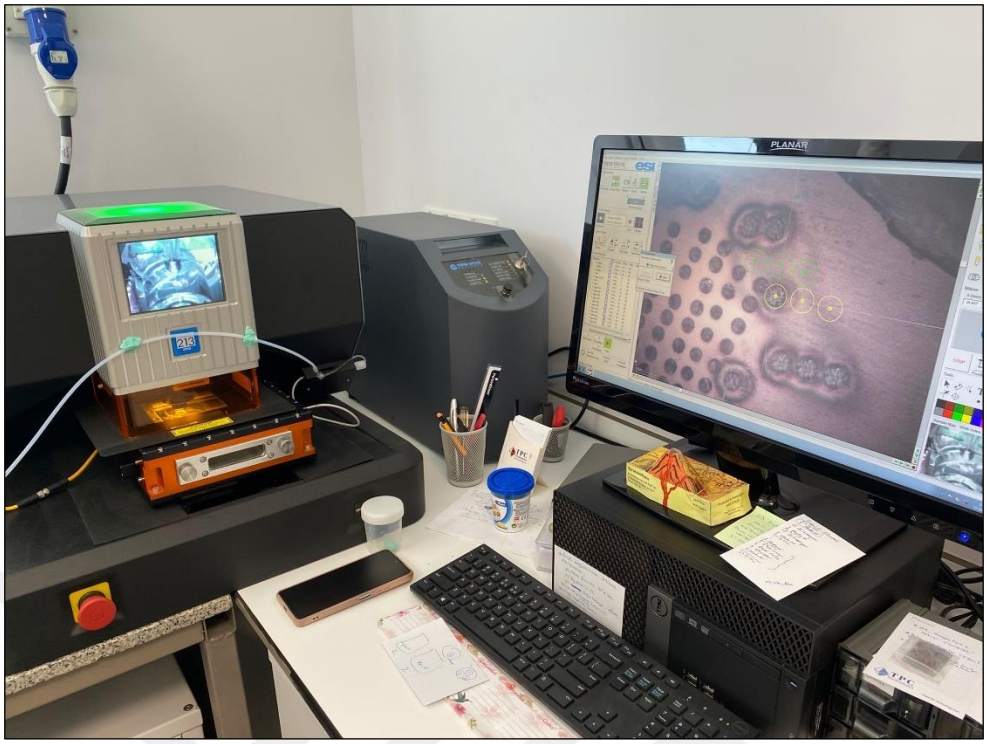
X8 anyon değişim reçinesi ile HCl ve HBr asitleri kullanılarak ayrılmış, tek filamente silika jel ve 0.005 N H_3PO_4 eklenerek yüklenmiştir. Ölçümler 1150-1350°C sıcaklık aralığında statik modda yapılmıştır. Ölçüm sonuçları üzerinde NIST SRM981 standardında yapılan ölçümler (n=6) ve referans değerler dikkate alınarak gerekli bias düzeltmesi yapılmıştır. İzotop oranı ölçümleri, Triton Termal İyonizasyon-Kütle Spektrometresi (Thermo-Fisher) kullanılarak çoklu-toplama ile yapılmıştır. Analitik belirsizlikler 2 sigma düzeyindedir.



Şekil 3.4. Pb izotopunun analizler için hazırlanılması (ODTÜ Merkez laboratuvarı)

3.2.7. Jeokronolojik (LA-ICP-MS) analiz incelemeleri

Titanit yaşlandırmaları İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarında kurulu Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS ve ESI NWR 213 lazer aşındırma sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Ölçümler parlatılmış ince kesitler üzerinde yerinde (in-situ) olarak yapılmıştır. Ölçümlerde 50 mikron krater çapı, 4 J/cm enerji ve 4 Hz tekrarlanma aralığı seçilmiştir (Chew vd. 2014). Taşıyıcı gaz olarak 600 ml/dakika yüksek saflıkta He gazı kullanılmıştır. Ölçümlerde ^{43}Ca ve ^{48}Ti 3 ms; ^{202}Hg ve ^{204}Pb 20 ms; ^{206}Pb 50 ms; ^{207}Pb 75 ms; ^{208} Pb ve ^{232}Th 10 ms; ^{238}U ve ^{235}U 30 ms olarak seçilmiştir. Her bir nokta analizinde 20 sn background, 30 sn ablation ve 20 sn yıkama süresi uygulanmıştır. Analizlerde birincil referans materyali olarak MKED1 (1521.02± 0.55 My) (Spandler vd. 2016), ikincil referans materyali olarak da Khan River (516.3 ± 1.3 My) (Mazoz vd. 2022) ve Bear Lake (1067.81 ± 0.74 My (Mazoz vd. 2022) titanitleri kullanılmıştır. Veri indirgemelerinde Iolite v.2.5 yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 3.5. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeokronoloji Laboratuvarında, jeokronolojik analizlerin Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS ve ESI NWR 213 cihazları ile yapılması

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Arazi Çalışması

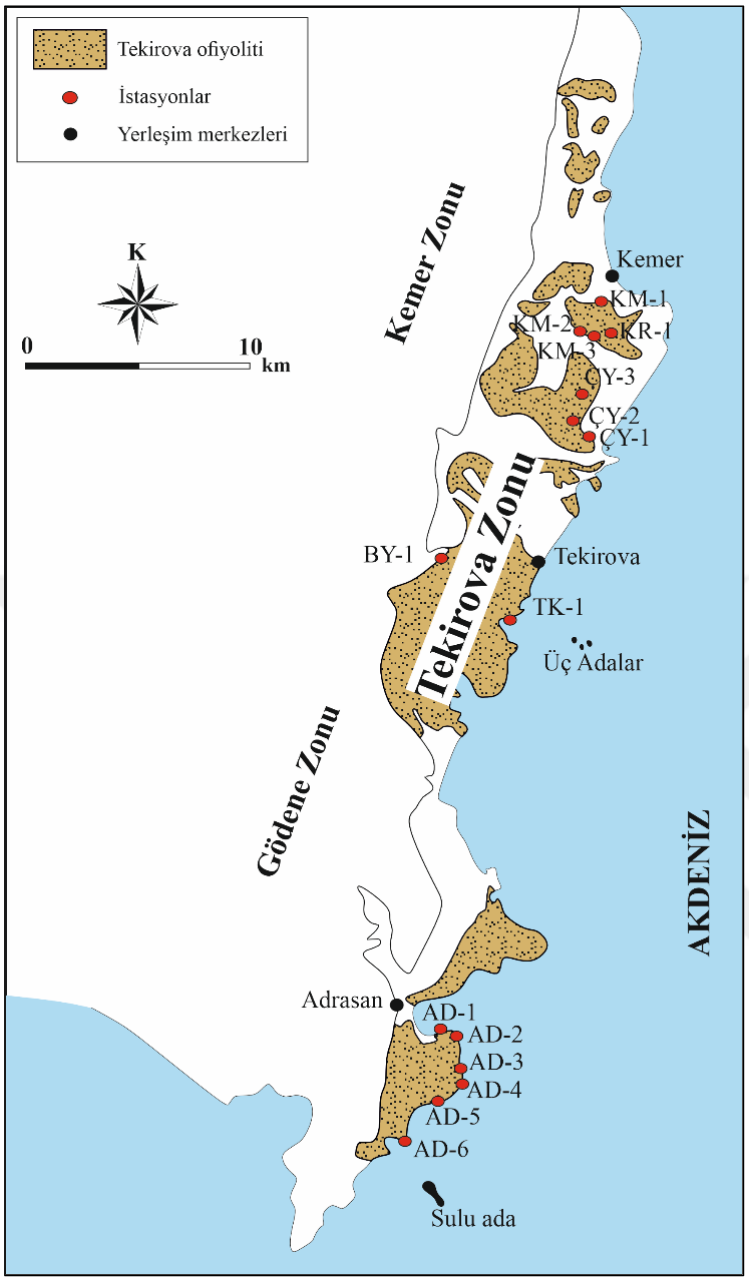
Antalya Kompleksi'nde yer alan ve Tekirova ofiyolitinin bileşenlerinden olan izole dayklar ile ilgili Tekirova ve Gödene zonlarında çalışmalar yürütülmüştür. Bu daykların arazi özellikleri, ultramafik-mafik kayaçlar ile ilişkileri incelenmiş; Tekirova Zonunda 15 ve Gödene Zonunda 31 istasyon olmak üzere toplam 46 istasyonda detaylı çalışmalar gerçekleşmiştir.

4.1.1. Tekirova Zonunda yapılan arazi çalışması

Antalya Kompleksi'nde yer alan Tekirova Zonunda 15 (on beş) istasyonda arazi çalışmaları yapılmış olup; lokasyon özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Şekil 4.1'de ise lokasyonların yer bulduru haritası bulunmaktadır.

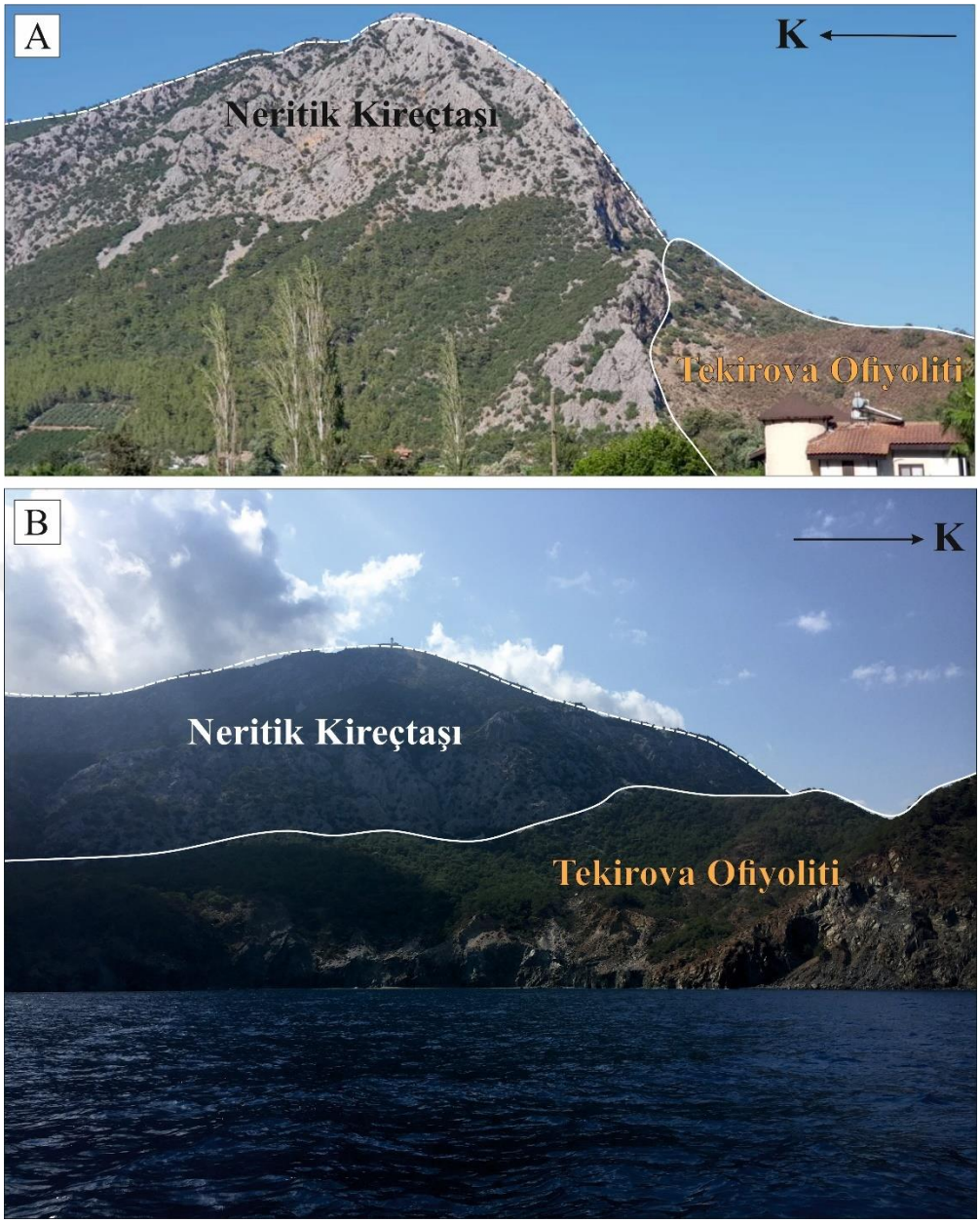
Çizelge 4.1. Tekirova Zonuna ait izole dayklardan alınan örneklerin istasyon özellikleri

Zon	İstasyon	Örnek No	Koordinat	Lokasyon	Konum	Kalınlık (m)
Tekirova	Kemer 1	KM-1	36°35′55″K-30°33′35″D	Kemer merkez	K22D/55KB	~1-2 m
	Kemer 2	KM-2	36°34′54″K-30°32′53″D	Kemer çıkışı	K64D/70KB	2.5-3 m
	Kemer 3	KM-3	36°34′56″K-30°32′60″D	Kemer çıkışı	K60D/52KB	1.5-2 m
	Çamyuva 1	ÇY-1	36°32′39″K-30°33′09″D	Çamyuva-Kemer arası	K12B/77KD	~1.5-2 m
	Çamyuva 2	ÇY-2	36°33′16″K-30°33′04″D	Kemer-Çamyuva arası	K35D/K36B	1-2 m
	Çamyuva 3	ÇY-3	36°32′50″K-30°32′54″D	Çamyuva merkez	K41D/44KB	10 cm
	Kiriş 1	KR-1	36°34′59″K-30°33′39″D	Kemer-Kiriş arası	K27B/K60D	~30 cm
	Adrasan 1	AD-1	36°18′02″K-30°28′49″D	Adrasan-Suluada arası	K41D/48KB	~3 m
	Adrasan 2	AD-2	36°17′58″K-30°29′15″D	Adrasan-Suluada arası	K35D/33KB	1-2 m
	Adrasan 3	AD-3	36°17′04″K-30°29′10″D	Adrasan-Suluada arası	K28B/44KD	2-3 m
	Adrasan 4	AD-4	36°16′48″K-30°29′15″D	Adrasan-Suluada arası	K19B/36KD	2 m
	Adrasan 5	AD-5	36°16′22″K-30°28′35″D	Adrasan-Suluada arası	K14D/28KB	1-1.5 m
	Adrasan 6	AD-6	36°15′34″K-30°27′45″D	Adrasan-Suluada arası	K14B/36KD	~70-80 cm
	Beycik 1	BY-1	36°30′57″K-30°28′42″D	Beycik mahallesi güneydoğusu	K28B/15KD	~1 m
	Tekirova 1	TK-1	36°28′10″K-30°30′38″D	Tekirova sahil kesimi	K34B/16KD	~30-40 cm



Şekil 4.1. Tekirova Zonu yer bulduru haritası (Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır)

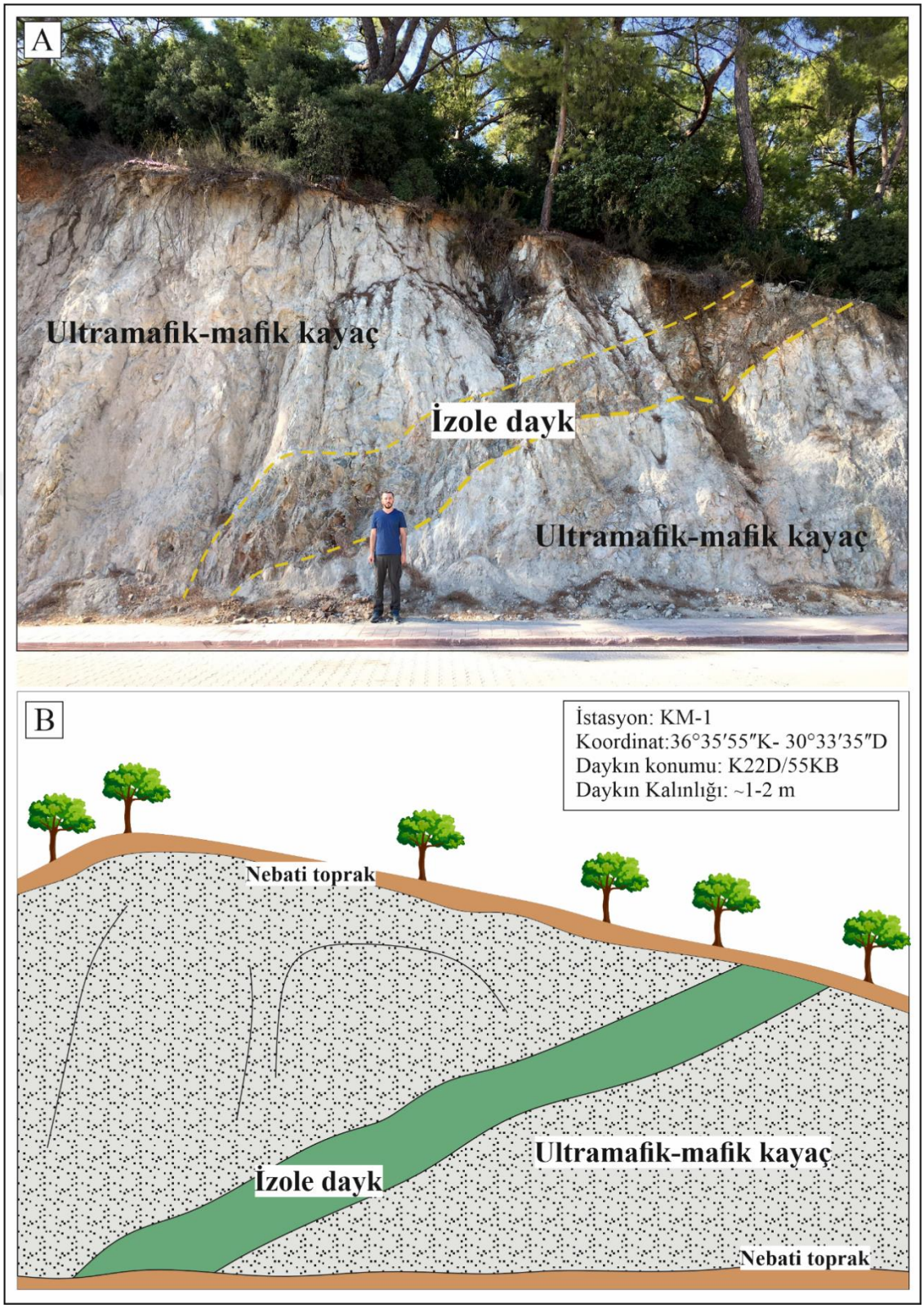
Tekirova Zonunda Tekirova ofiyolitine ait birimler genellikle neritik kireçtaşları ile sınır ilişkileri bulunmaktadır. Şekil 4.2'de Tekirova ofiyolitlerinin neritik kireçtaşlarına doğru sürüklenimi görülmektedir.



Şekil 4.2. a) Tekirova Zonu Adrasan sahil kesimi neritik kireçtaşları ve Tekirova ofiyolitinin görünümü; **b)** Tekirova Zonu Adrasan beldesi Tekirova ofiyolitinin görünümü

Kemer 1 (KM-1)

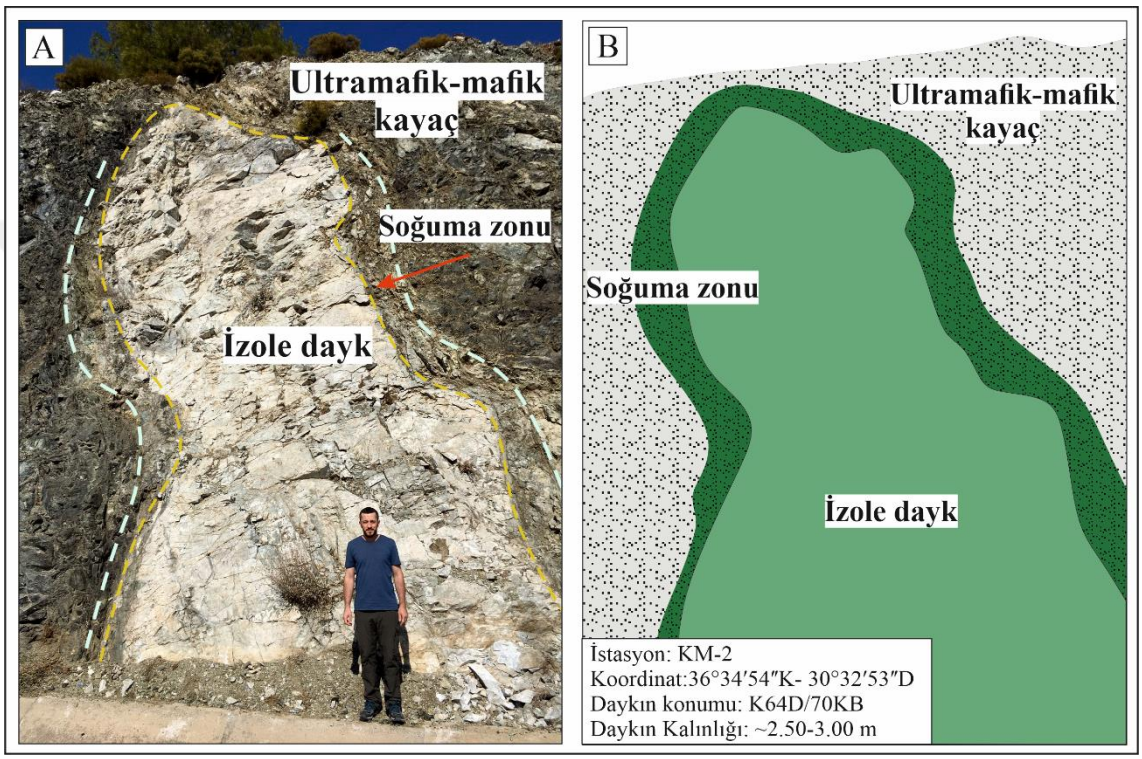
Kemer ilçesi içerisinde yer alan izole dayk 36°35′55″K-30°33′35″D koordinatında yer almaktadır. Dayk koyu yeşilimsi renkte, ince taneli ve kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. Daykın konumu K22D/55KB olup; ~1-2 m kalınlığa ve ~15 m yüksekliğindedir. (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. a) Kemer ilçesi merkezinde yer alan izole daykın arazi görünümü; **b)** Kemer ilçesi merkezinde yer alan izole daykın şematik arazi ilişkileri

Kemer 2 (KM-2)

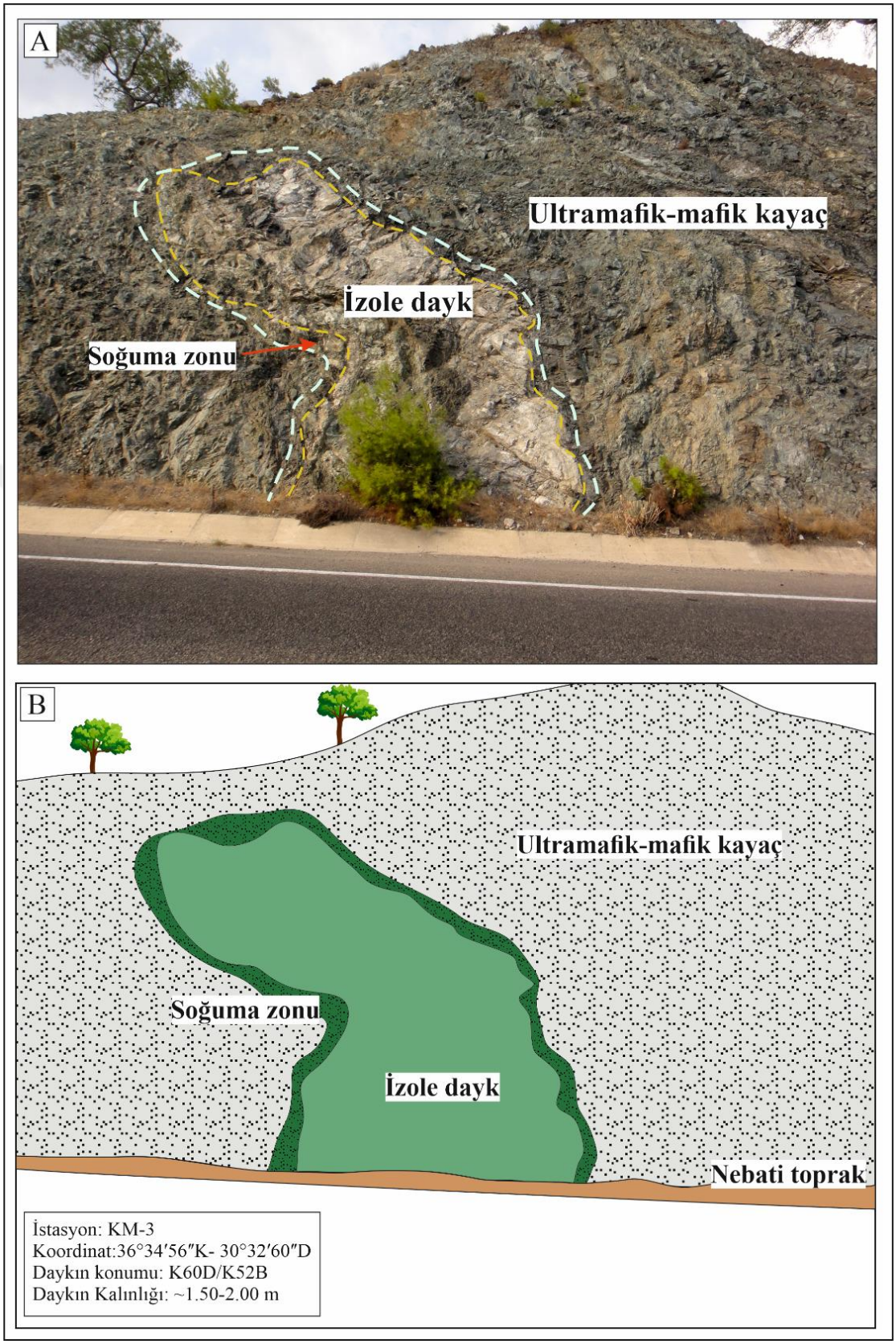
Kemer ilçesi ile Çamyuva beldesi arasında yer alan izole daykın konumu K64D/70KB'dır. Açık grimsi renkte gözlenen dayk kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. Daykın kalınlığı yaklaşık 3 m ve genişliği 15-20 m arasında değişmektedir. Daykın sokulum yaptığı ultramafik-mafik kayaçlar, koyu yeşilimsi renkte ve ince taneli bir yapıya sahiptir (Şekil 4.4). Ayrıca, dayk tarafından soğuma zonu oluşmuştur. Soğuma zonu dayka göre daha koyu renktedir. Soğuma zonunun kalınlığı 50-70 cm arasında değişmektedir.



Şekil 4.4. a) Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Kemer 3 (KM-3)

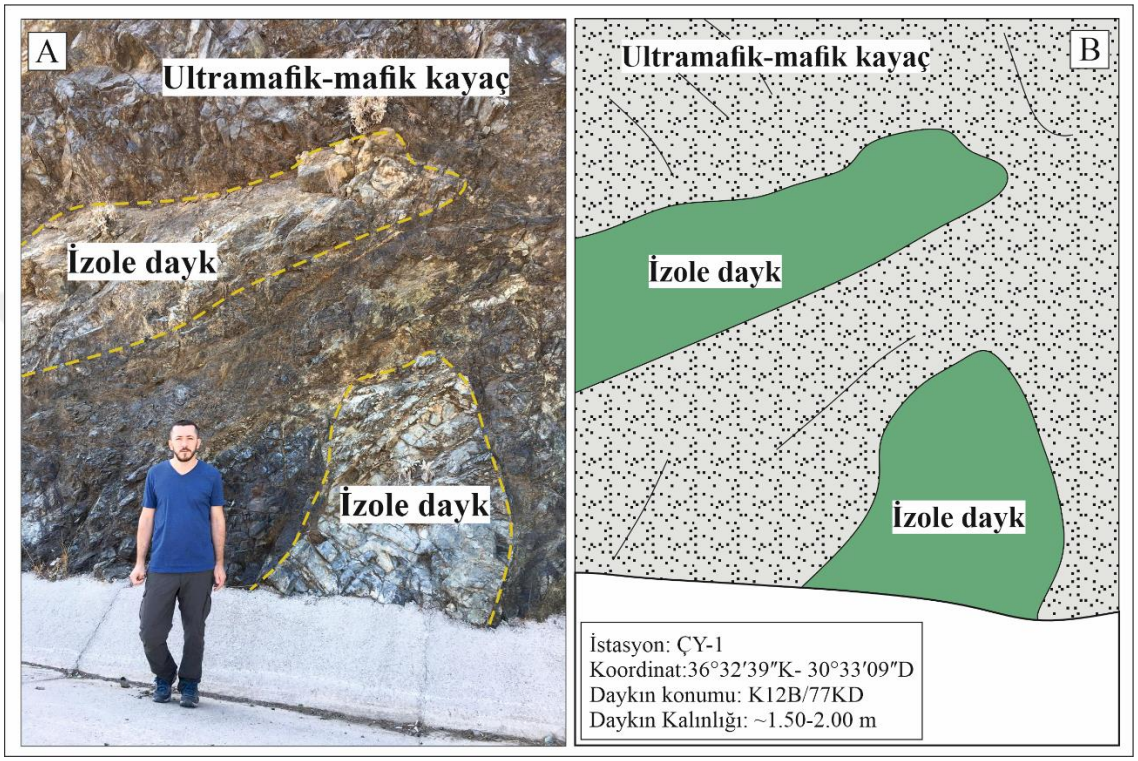
Kemer ilçesi ile Kumluca ilçesi arasında, Kemer ilçesi çıkışında, yer alan dayk açık grimsi renkte ve K60D/52KB konumludur. Kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahip olan daykta soğuma zonu gelişmiştir. Soğuma zonu dayka göre daha koyu renkte ve dayk gibi kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. Ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renkte bir görünüme sahiptir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. a) Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kemer-Çamyuva arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çamyuva 1 (ÇY-1)

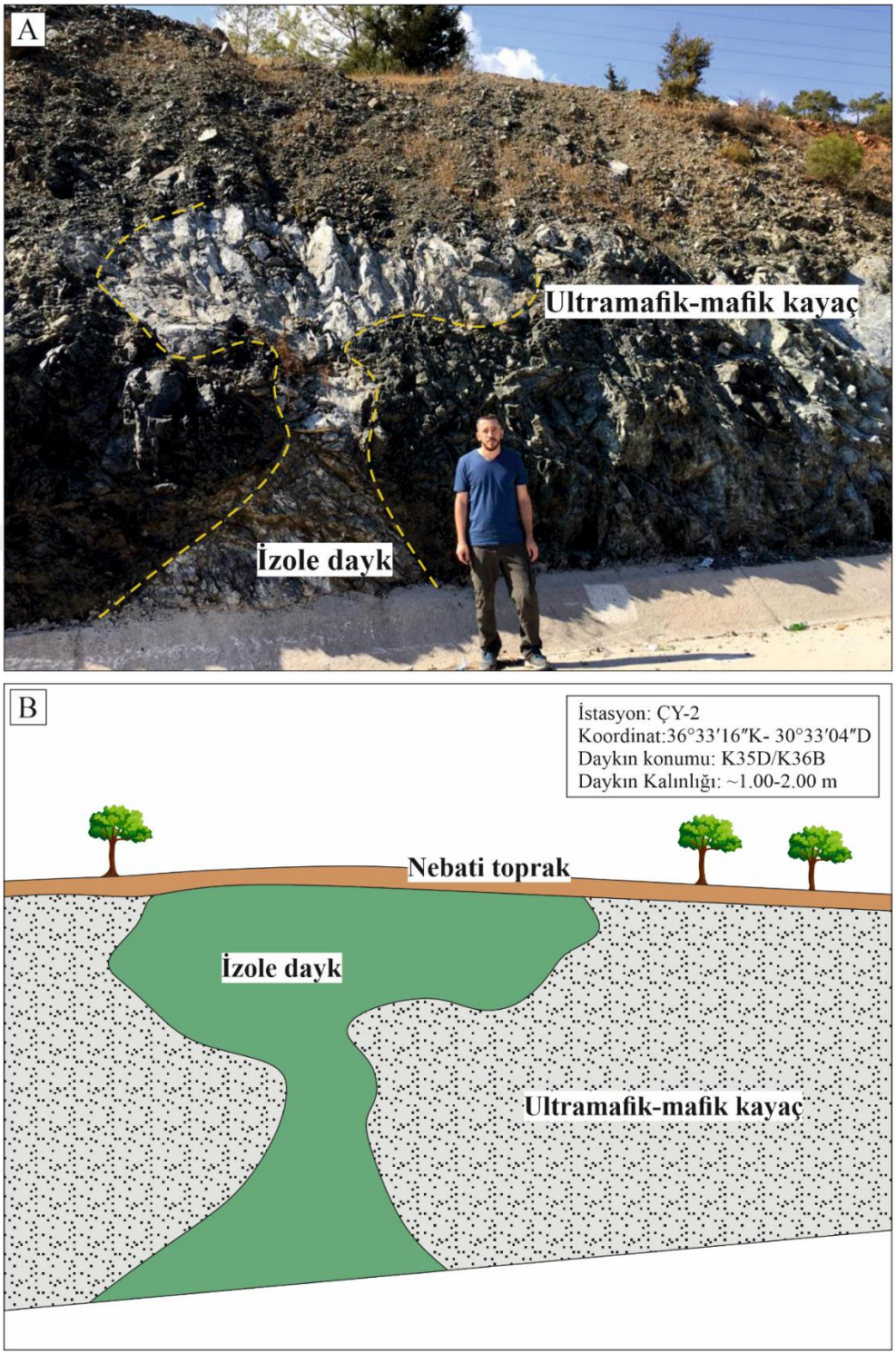
Çamyuva-Tekirova arasında bulunan dayklar (36°32′39″K-30°33′09″D koordinatlı) açık grimsi renkte ve ince taneli bir yapıya sahiptirler. Kırıklı-çatlaklı bir görünüme sahip olan daykların konumu K12B/77KD'dur. Daykların kalınlığı 1.5-2 m arasında değişmektedir. Daykların kestiği ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renktedir ve kayaçlarda serpantinleşmeler gözlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. a) Çamyuva beldesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva beldesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çamyuva 2 (ÇY-2)

Çamyuva beldesinin güneybatısında yer alan istasyonda daykın kalınlığı 2-3 m arasındadır. Açık grimsi renkte gözlenen daykın konumu K35D/36KB'dır. Daykın sokulum yaptığı ana kayaçlar ise koyu grimsi renkte olup; ince taneli ve kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır (Şekil 4.7).

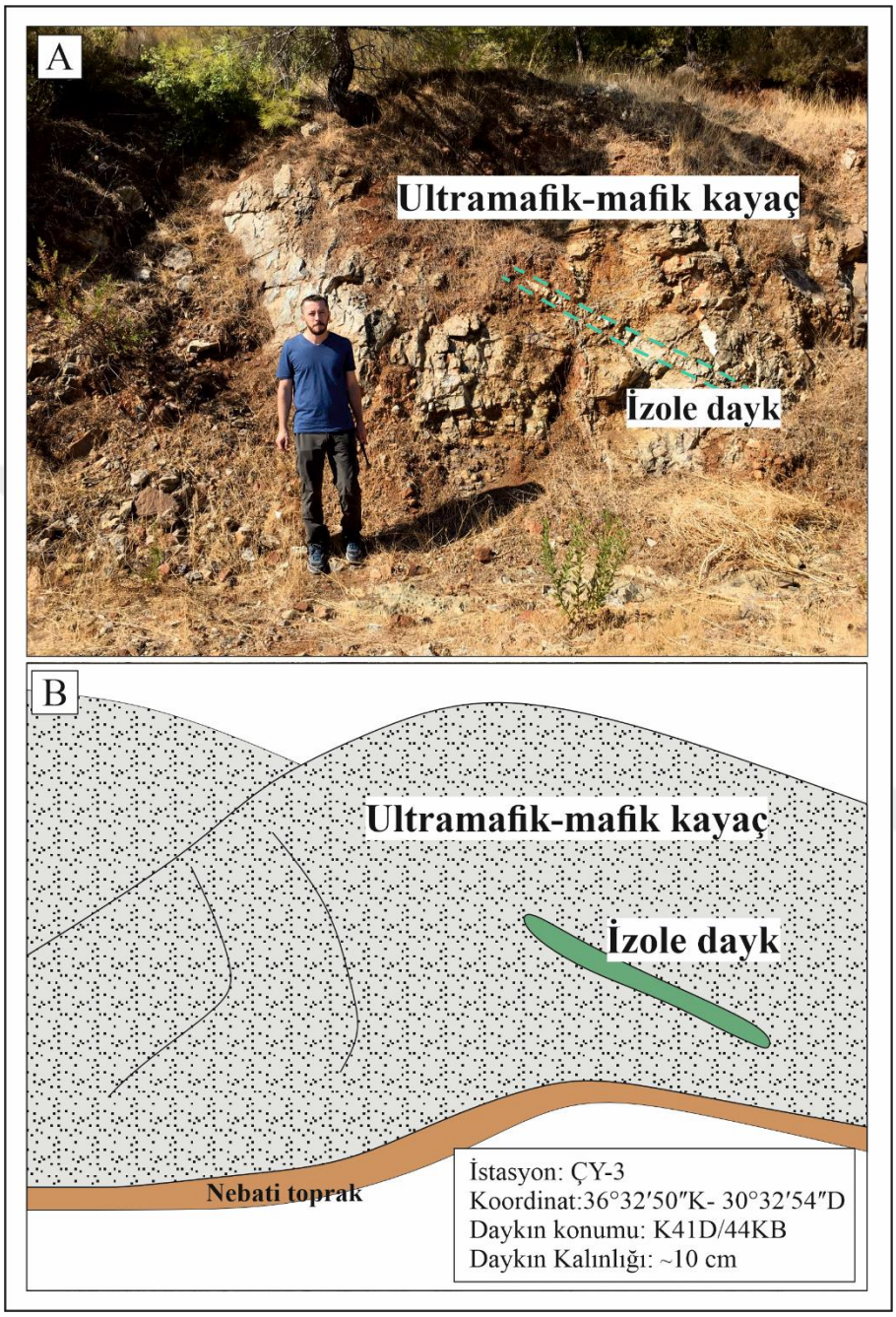


Şekil 4.7. a) Çamyuva-Tekirova arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva-Tekirova arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çamyuva 3 (ÇY-3)

Çamyuva beldesine yakınında yer alan istasyonda dayk ince taneli ve kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Kalınlığı yaklaşık 10 cm olan daykın konumu K41D/44KB'dır (Şekil 4.8). Açık grimsi renkte olan daykın sokulum yaptığı ultramafik-

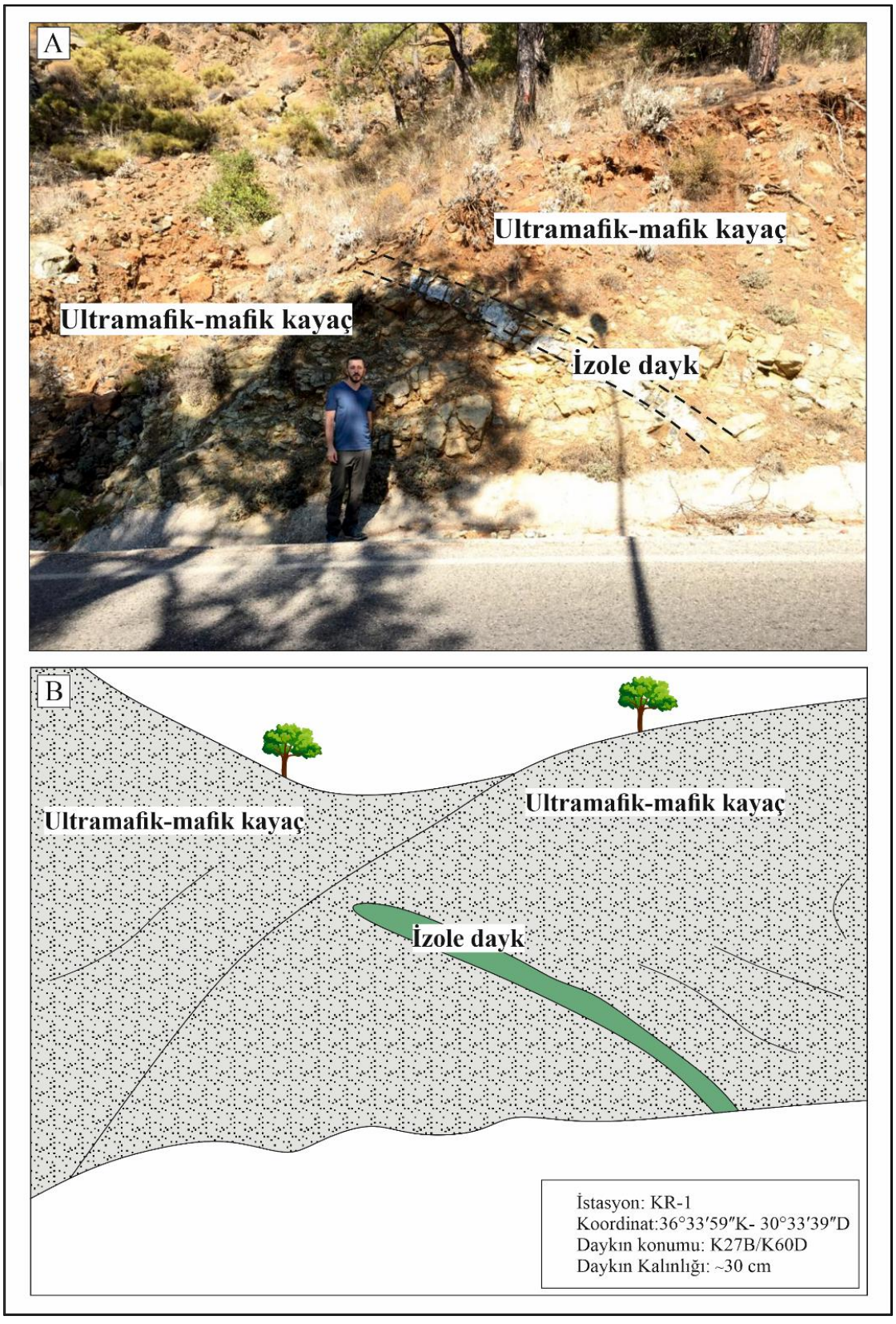
mafik kayaçlar ise günlenmeye maruz kalmışlardır. Dayklara göre daha koyu sarımsı renkte olan bu kayaçlar, dayklar gibi kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır.



Şekil 4.8. a) Çamyuva beldesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çamyuva beldesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Kiriş 1 (KR-1)

Kemer ilçesi ile Kiriş beldesi arasında yer alan daykın konumu K27B/K60D'dur. Yaklaşık 30 cm kalınlığa sahip olan dayklar açık beyazımsı-grimsi renkte olup; kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Ultramafik-mafik kayaçlar günlenmeden dolayı kırklı-çatlaklı yapı göstermektedir ve rengi koyu sarımsı-kahverengimsidir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. a) Kiriş mahallesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kiriş mahallesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

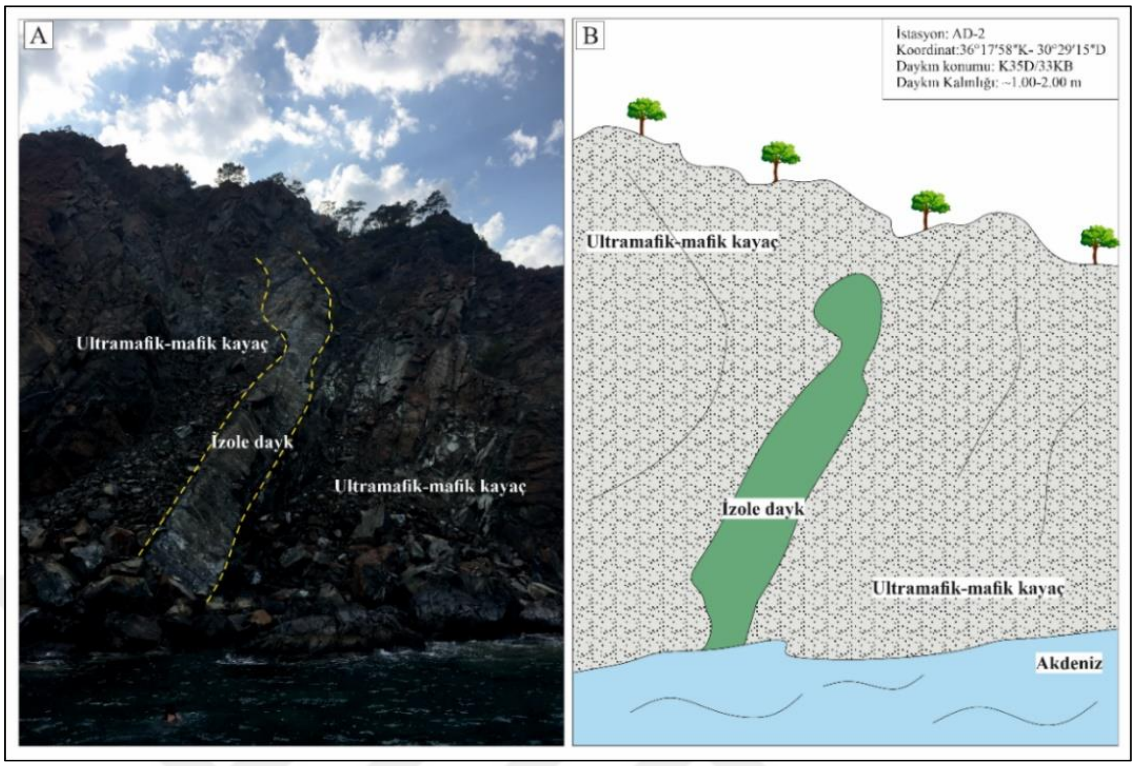
Adrasan 1 (AD-1)

Adrasan sahil şeridinin doğusunda yer alan daykın kalınlığı yaklaşık 3 m ve Tekirova Zonunda yer alan diğer dayklara göre daha taze görünümdedir. Grimsi renkte gözlenen daykın konumu K41D/48KB'dır. Daykın kestiği ultramafik-mafik kayaçlar sarımsı-kahverengimsi renkte olup; günlenmeye maruz kalmışlardır. Bu kayaçlar, dayka göre, günlenmeye bağlı olarak daha kırıklı, çatlaklı yapıya sahiptirler (Şekil 4.10).

Şekil 4.10. a) Adrasan sahil şeridinin doğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan sahil şeridinin doğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Adrasan 2 (AD-2)

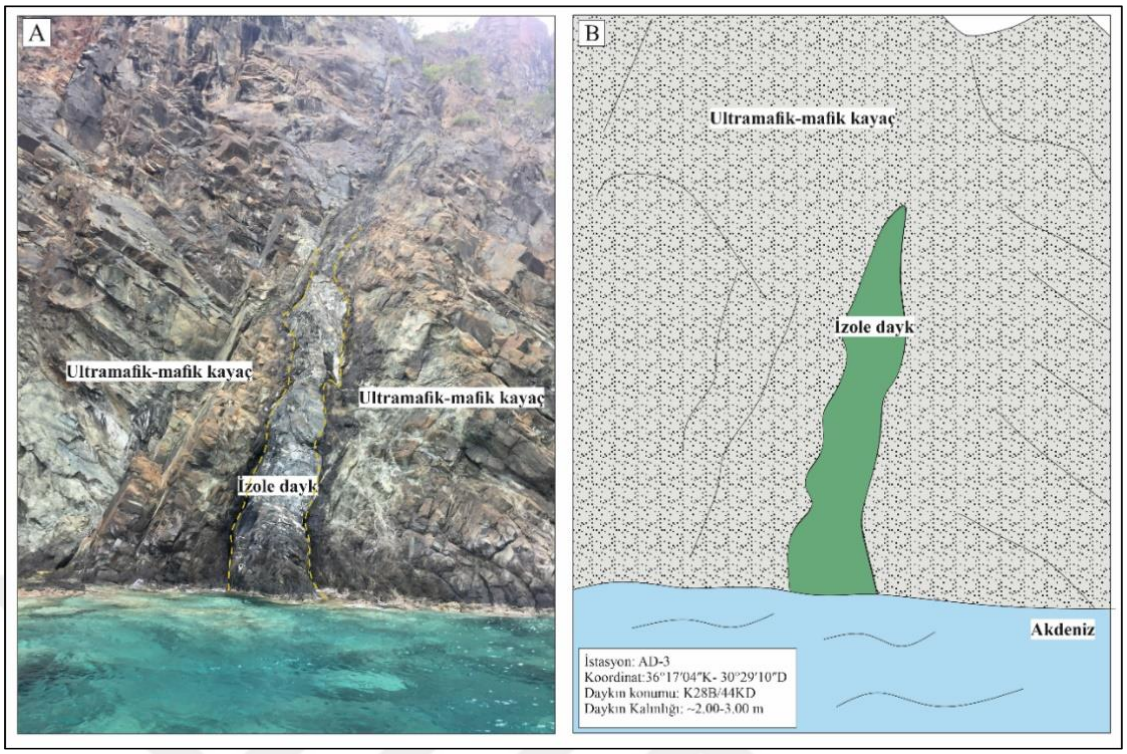
Adrasan ile Suluada arasında, Adrasan sahilinin kuzeydoğusunda yer alan istasyonda daykın konumu K35D/33KB'dır. Taze bir görünüme sahip olan dayk açık grimsi-grimsi renktedir. Kalınlığı 1-2 m arasında değişen daykın genişliği yaklaşık 30-40 m'dir. Daykın sokulum yaptığı ana kayaçlar ise günlenmeden dolayı sarımsı-kahverengimsi renktedir. Bu istasyonda yer alan ana kayaçların taze bir görünüme sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. a) Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Adrasan 3 (AD-3)

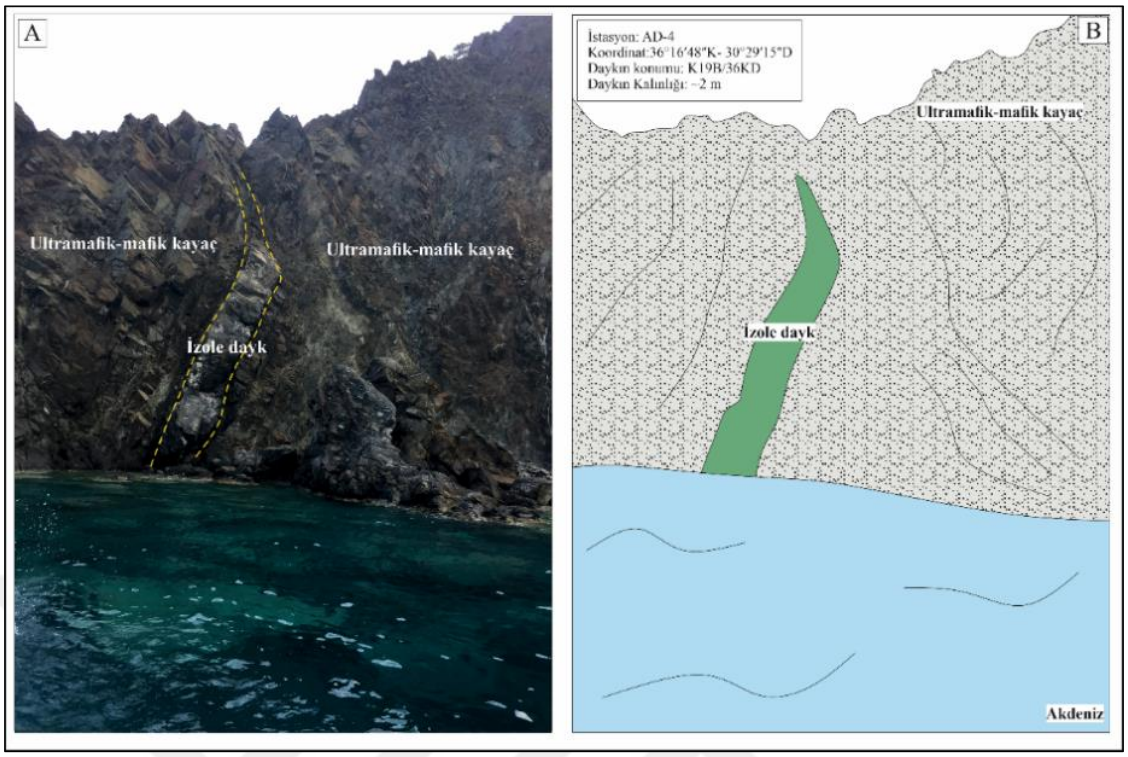
Adrasan ile Suluada arasında, Suluadanın kuzeyinde yer alan istasyonda daykın rengi açık grimsi-grimsidir. Dayk, K28B/44KD konumuna ve taze bir görünüme sahiptir. Daykın kalınlığı 2-3 m arasında değişmekte olup; yaklaşık 15 m genişliğe sahiptir. Ultramafik-mafik kayaçlar ise kahverengimsi bir renge sahiptir ve günlenmeye maruz kalmışlardır. Adrasana yakın diğer istasyonlar gibi taze bir görünümdedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. a) Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Suluada arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Adrasan 4 (AD-4)

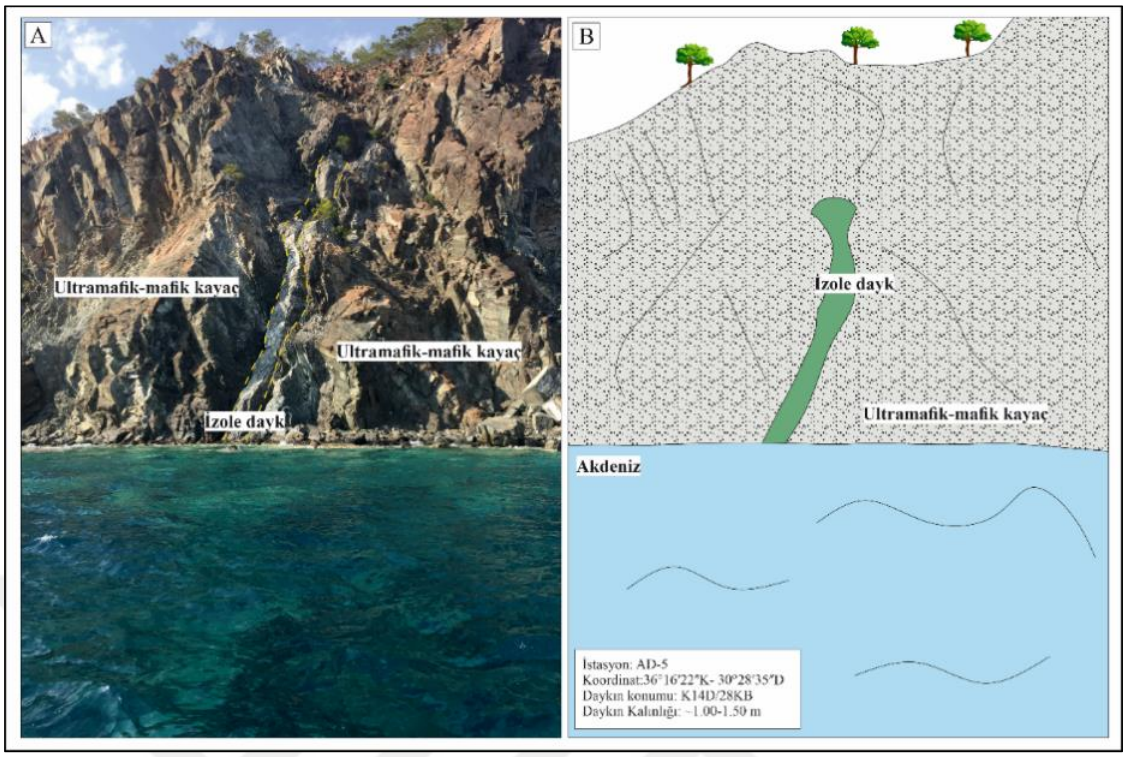
Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın açık grisi renkte olduğu ve taze bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Kalınlığı yaklaşık 2 m olan daykın konumu K19B/36KD'dur. Genişliği yaklaışk 25-30 m olan dayk ultramafik-mafik kayaçları kesmektedir. Ultramafik-mafik kayaçlar sarımsı-kahverengimsi günlenme renklerine sahiptirler (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. a) Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Adrasan 5 (AD-5)

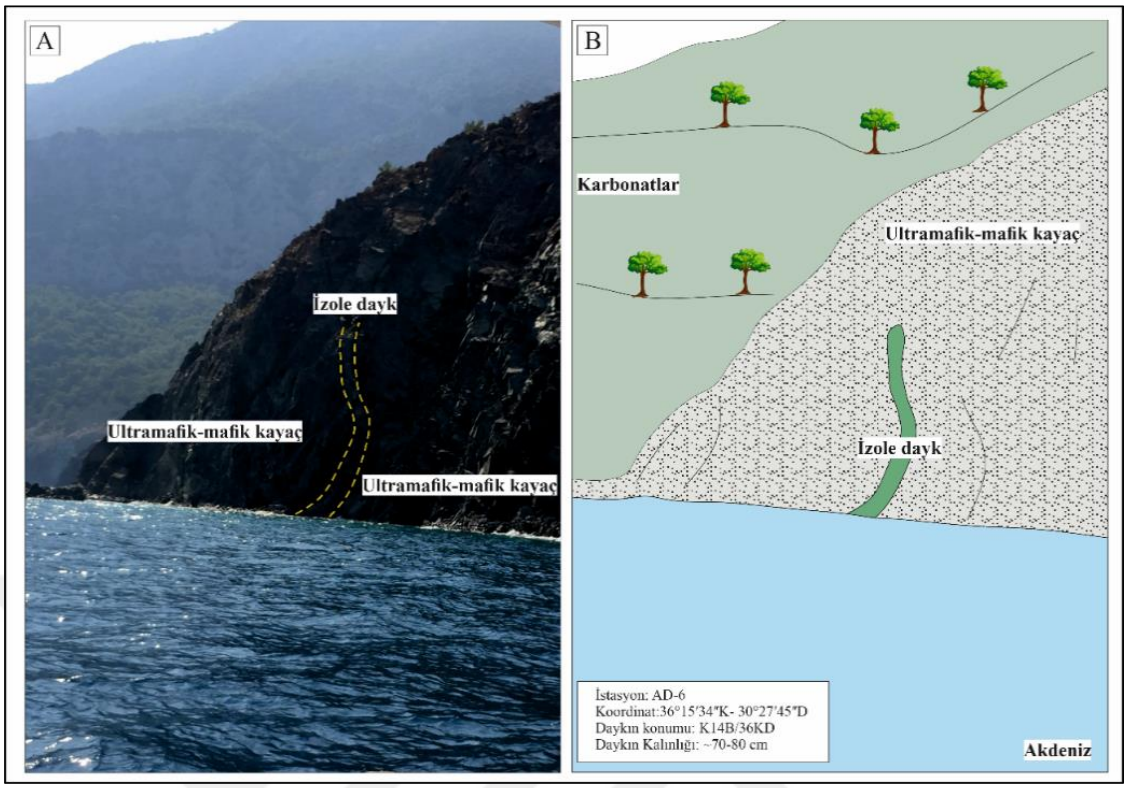
Suluadanın kuzeyinde yer alan istasyonda dayk, Adrasanda yer alan diğer dayklara göre daha açık renklidir. Beyazımsı-grimsi renkte olan daykın konumu K14D/28KB'dır. İnce taneli ve taze bir görünüme sahip olan daykın kalınlığı yaklaşık 1-1.5 m'dir. Daykın kestiği ultramafik-mafik kayaçlar ise sarımsı-kahverengimsi günlenme rengine sahiptir. İnce taneli olan kayaçlar ayrışmaya başladığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. a) Suluadanın kuzeyinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeyinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Adrasan 6 (AD-6)

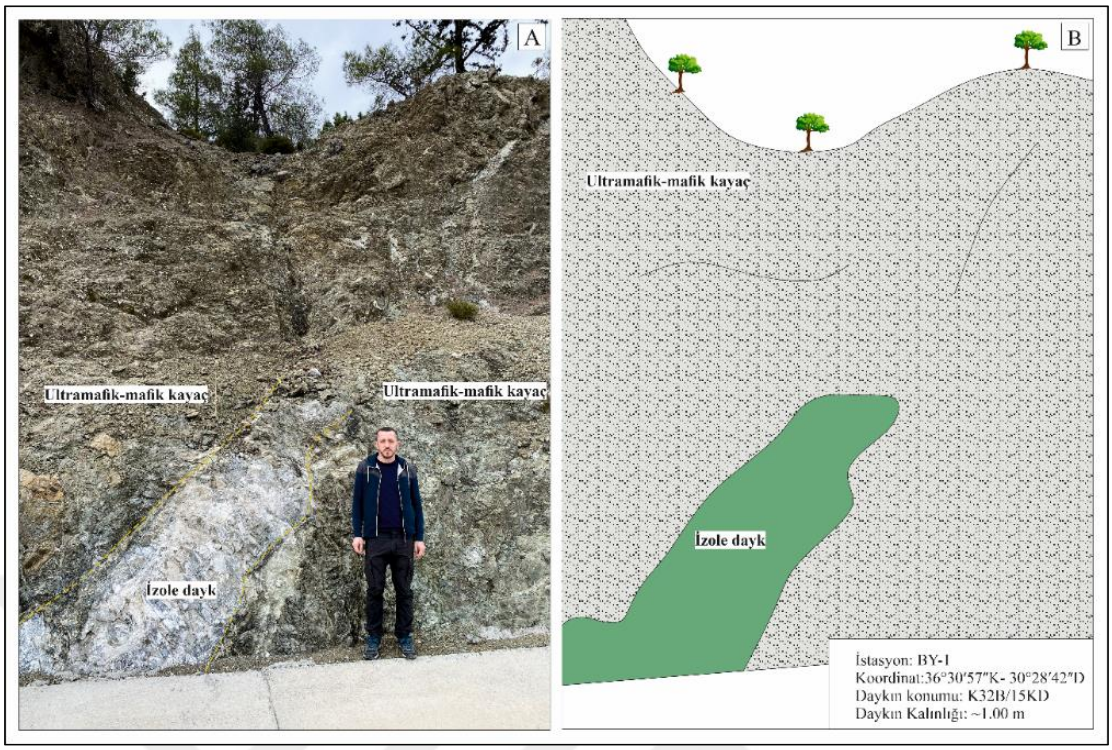
Bu istasyonda yer alan dayk, Suluadanın kuzeybatısında yer almaktadır. İnce taneli bir yapıya sahip olan dayk açık grimsi renktedir. K14B/36KD konumuna sahip olan daykın kalınlığı 70 ile 80 cm arasında değişmektedir. Bu istasyonda yer alan ana kayaçlar ise dayka göre daha koyu renkli ve ince taneli bir yapıya sahiptir. Günlenme bu istasyonda da gözlemlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. a) Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Suluadanın kuzeybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Beycik 1 (BY-1)

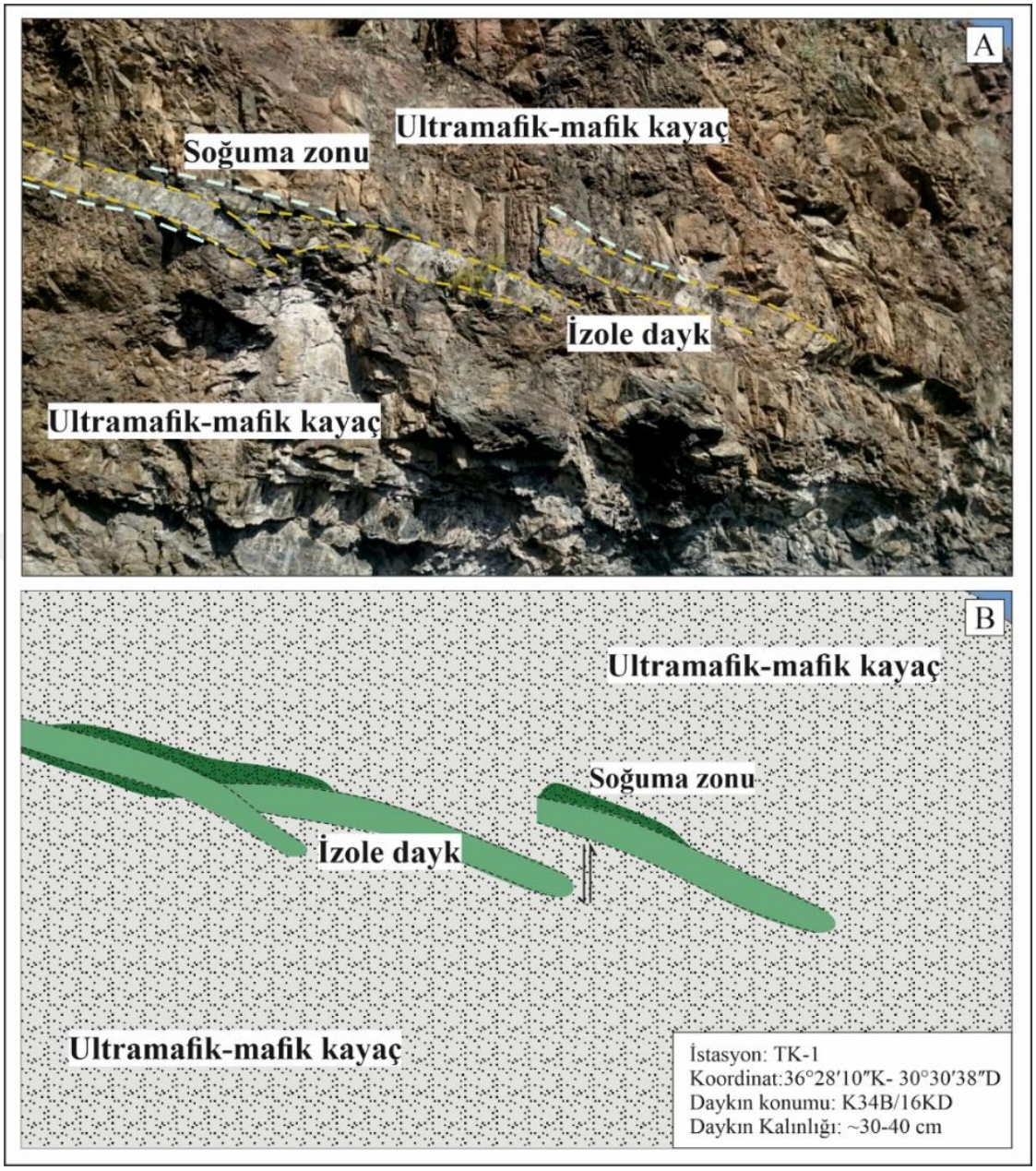
Çamyuva ile Tekirova beldeleri arasında, Beycik mahallesinin güneydoğusunda yer alan istasyonda daykın konumu K28B/15KD'dur. Yaklaşık 1 m kalınlığa sahip dayk beyaz-açık gri renktedir. Daykın sokulum yaptığı ultramafik-mafik kayaçlar ise koyu kahverengimsi renktedir ve kırıklı- çatlaklı bir yapıya sahiptirler (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. a) Beycik mahallesinin güneydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Beycik mahallesinin güneydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Tekirova 1 (TK-1)

Tekirova sahilinin kuzeyinde, Tatlısu Koyu'nun kuzeydoğusunda yer alan istasyonun koordinatları 36°28′10″K-30°30′38″D'dir. K34B/16KD konumlu dayk açık grimsi-gri renklidir. Daykın kestiği ultramafik-mafik kayaçlar ise çatlaklı bir yapı göstermekte ve dayka göre daha koyu renklidir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. a) Tekirova beldesinin güneydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Tekirova beldesinin güneydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

4.1.2. Gödene Zonunda yapılan arazi çalışması

Antalya Kompleksi'nde yer alan Gödene Zonuna ait arazi çalışmaları sürecinde 31 (otuz bir) istasyonda yer alan dayklar ve dayklara ait örnekler ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmıştır (Çizelge 4.2) (Şekil 4.18).

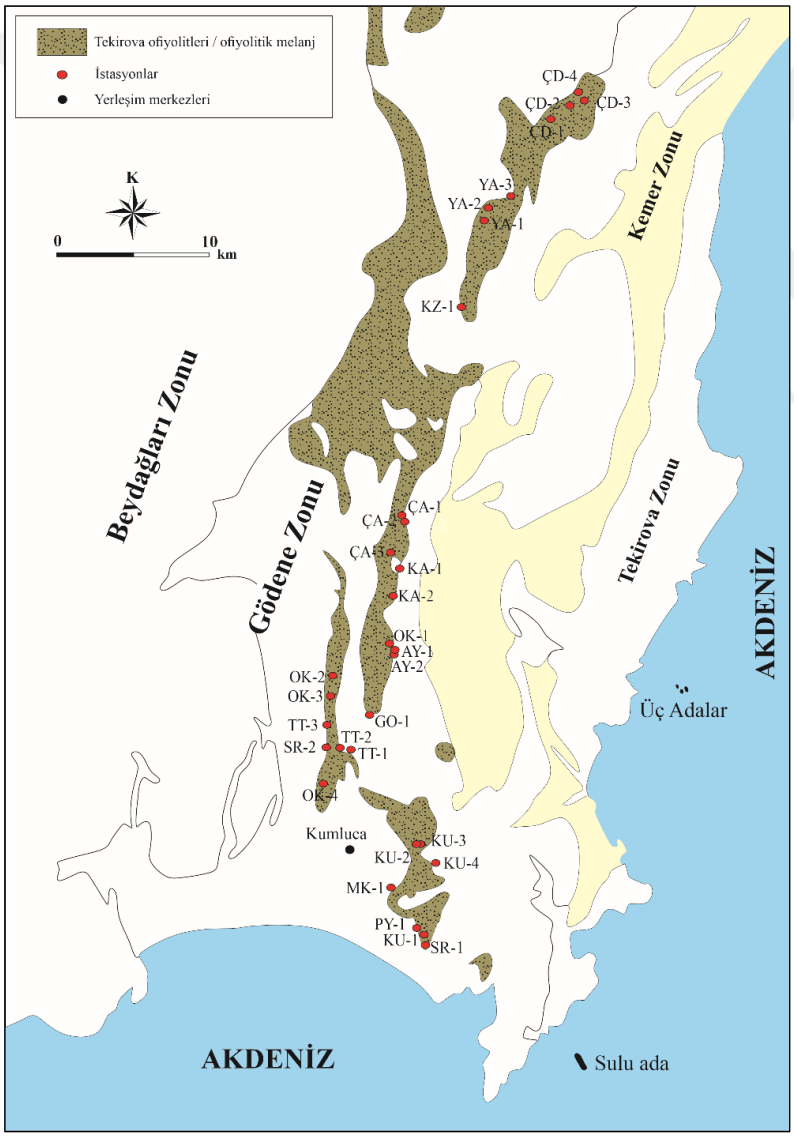
Çizelge 4.2. Gödene Zonuna ait izole dayklardan alınan örneklerin istasyon özellikleri

Zon	İstasyon	Örnek No	Koordinat	Lokasyon	Konum	Kalınlık (m)
Gödene	Kumluca 1	KU-1	36°18′27″K-30°21′18″D	Kumluca ilçesi mevki	K12D/39KB	30-50 cm
	Kumluca 2	KU-2	36°21′49″K-30°21′07″D	Kumluca-Adrasan arası	K58D/ 13KB	30-40 cm
	Kumluca 3	KU-3	36°21′50″K-30°21′19″D	Kumluca-Adrasan arası	K51D/ 25KB	~20 cm
	Kumluca 4	KU-4	36°21′18″K-30°22′21″D	Adrasan-Kumluca arası	K36D/23KB	~40 cm
	Mavikent 1	MK-1	36°20′22″K-30°19′56″D	Mavikent-Beşikçi arası	K14D/25KB	50-60 cm
	Pazaryeri 1	PY-1	36°18′35″K-30°21′15″D	Mavikent mah. Pazaryeri yakını	K26D/35KB	30-40 cm
	Sera 1	SR-1	36°18′20″K-30°21′28″D	Mavikent çıkışı sera yanı	K35D/48KB	60-70 cm
	Sera 2	SR-2	36°25′26″K-30°17′44″D	Ortaköy mah. yakını	K14D/40KB	~8-10 cm
	Toptaş 1	TT-1	36°25′18″K-30°18′13″D	Toptaş-Ortaköy arası	K9D/34KB	~10-50 cm
	Toptaş 2	TT-2	36°25′18″K-30°18′12″D	Toptaş-Ortaköy arası	K22D/41KB	~4-5 m
	Toptaş 3	TT-3	36°25′25″K-30°18′15″D	Toptaş-Ortaköy arası	K11D/33KB	~40-50 cm
	Güzören 1	GO-1	36°25′34″K-30°18′35″D	Güzören-Altınyaka arası	K28D/20KB	~2-2.5 m
	Ortaköy 1	OK-1	36°29′01″K-30°19′50″D	Ortaköy-Altınyaka arası	K34D/20KB	~50-100 cm
	Ortaköy 2	OK-2	36°28′56″K-30°19′46″D	Ortaköy-Altınyaka arası	K29D/44KB	~20-30 cm
	Ortaköy 3	OK-3	36°27′13″K-30°17′12″D	Ortaköy-Altınyaka arası	K40D/18KB	~90-100 cm
	Ortaköy 4	OK-4	36°29′09″K-30°17′03″D	Ortaköy mevki	K11D/5KB	~30-40 cm
	Altınyaka 1	AY-1	36°28′45″K-30°20′03″D	Altınyaka yolu	K27D/30KB	~1.5 m
	Altınyaka 2	AY-2	36°28′45″K-30°21′04″D	Altınyaka yolu	K21D/28KB	~1-1.5 m
	Karacaören 1	KA-1	36°31′19″K-30°20′22″D	Altınyaka-Karacaören arası	K28B/32KD	~1.5-2 m
	Karacaören 2	KA-2	36°30′51″K-30°20′04″D	Altınyaka-Karacaören arası	K61D/42KB	~50 cm
	Çaltı 1	ÇA-1	36°33′37″K-30°20′27″D	Çaltı mevki	K32D/10KB	~70-100 cm
	Çaltı 2	ÇA-2	36°33′34″K-30°20′25″D	Çaltı mevki	K48D/24KB	~2-3 m
	Çaltı 3	ÇA-3	36°32′39″K-30°19′51″D	Çaltı mevki	K8B/9KD	~50 cm
	Kuzca 1	KZ-1	36°41′13″K-30°22′46″D	Kuzca mahallesi	K36D/23KB	~10 cm
	Yarbaşçandır 1	YA-1	36°44′18″K-30°23′51″D	Yarbaşçandır mahallesi mevki	K8B/15KD	~2.5-3 m

(Devamı Arkada)

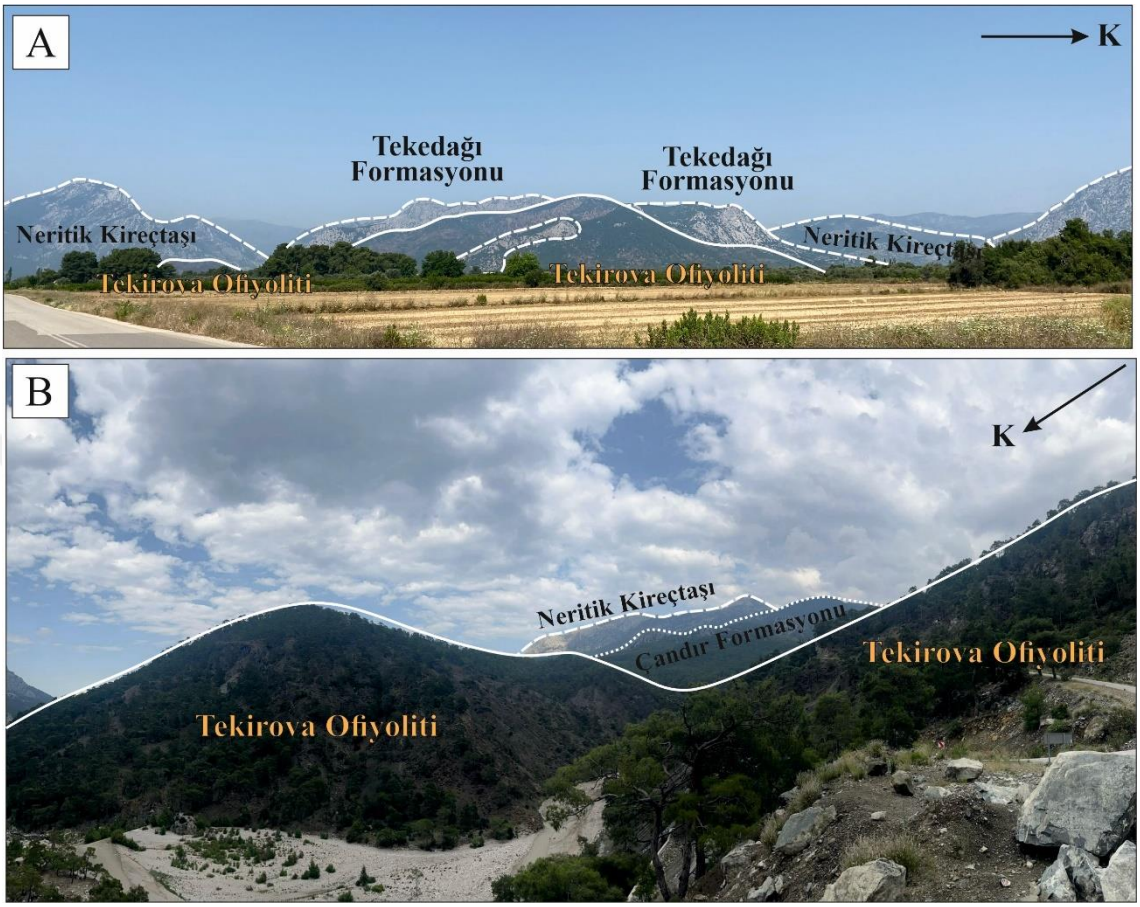
Çizelge 4.2'nin devamı

Zon	İstasyon	Örnek No	Koordinat	Lokasyon	Konum	Kalınlık (m)
Gödene	Yarbaşçandır 2	YA-2	36°44′47″K-30°23′52″D	Yarbaşçandır mahallesi mevki	K38B/36KD	~2 m
	Yarbaşçandır 3	YA-3	36°44′53″K-30°24′24″D	Yarbaşçandır mahallesi mevki	K26B/37KD	~4-5 m
	Çitdibi 1	ÇD-1	36°47′58″K-30°26′51″D	Çitdibi mahallesi mevki	K34B/55KD	~1 m
	Çitdibi 2	ÇD-2	36°48′20″K-30°27′43″D	Çitdibi mahallesi mevki	K13D/33KB	~10 m
	Çitdibi 3	ÇD-3	36°48′31″K-30°28′15″D	Çitdibi mahallesi mevki	K30D/30KB	~2.5-3 m
	Çitdibi 4	ÇD-4	36°48′39″K-30°28′15″D	Çitdibi mahallesi mevki	K22D/39KB	~10-15 cm



Şekil 4.18. Gödene Zonu yer bulduru haritası (Robertson vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır)

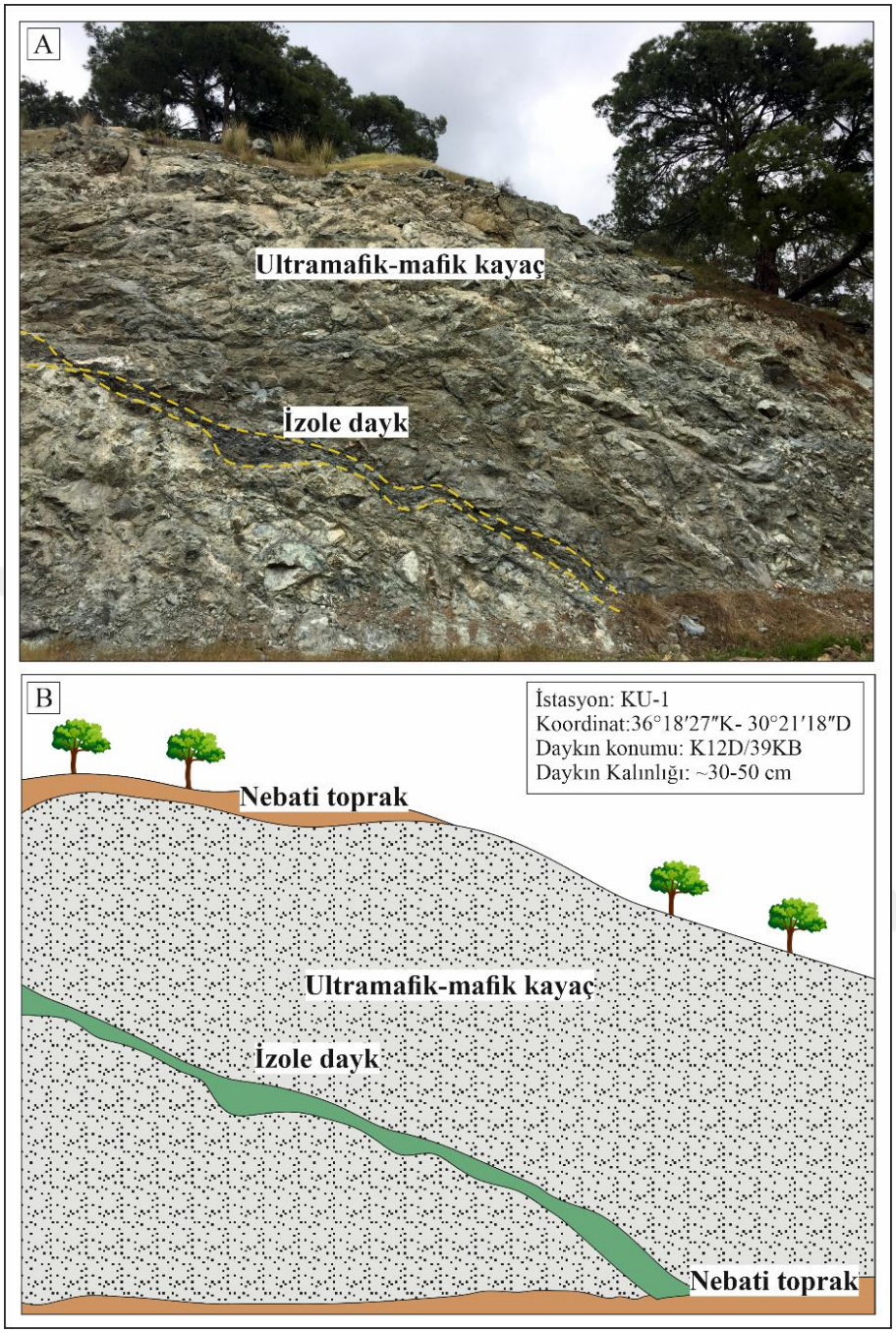
Gödene Zonunda Tekirova ofiyolitinin Tekedağı Formasyonunda yer alan neritik kireçtaşları ve Çandır Formasyonunda bitkili kumtaşı, silt ve konglomeralı birimler ile olan sınır ilişkileri Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.19. a) Gödene Zonunda Tekirova ofiyoltinin Tekedağı Formasyonu ile olan sınır ilişkisi; **b)** Gödene Zonunda Tekirova ofiyoltinin Çandır Formasyonu ile olan sınır ilişkisi

Kumluca 1 (KU-1)

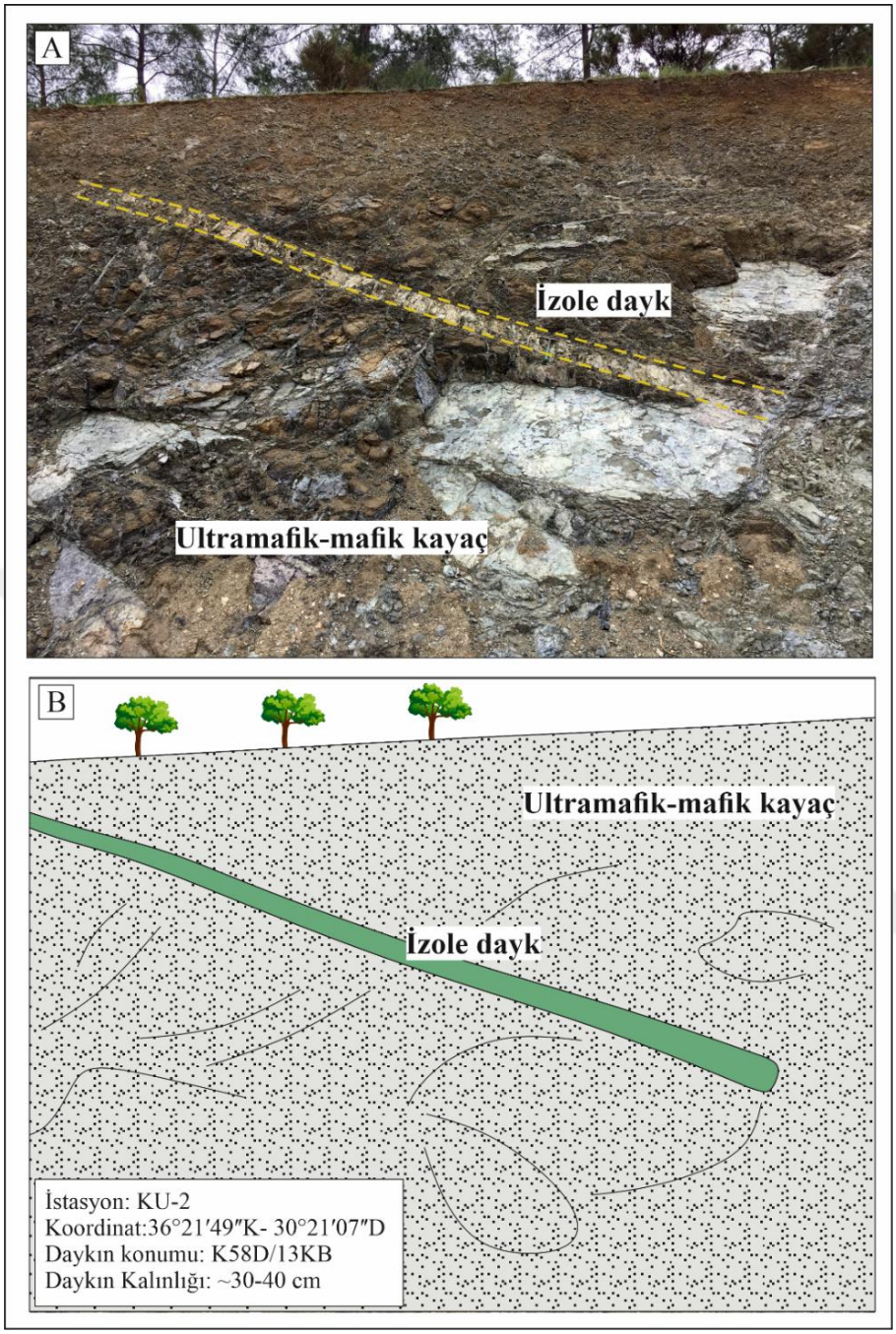
Kumluca ilçe merkezinin güneydoğusunda yer alan istasyonda dayk koyu grimsi-siyahımsı renktedir. K12D/39KB konumlu dayk ince taneli olup; kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. 30-50 cm arasında kalınlığa sahip olan daykın genişliği yaklaşık 3 m'dir. Daykın sokulum yaptığı kayaçlar ise dayka göre daha açık renkli olup; açık yeşilimsi-yeşilimsi renktedir. Bu kayaçlar dayk gibi kırıklı-çatlaklı yapıya sahiptir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. a) Kumluca ilçesinin güneydoğusunda yer alan izole daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesinin güneydoğusunda yer alan izole daykın şematik arazi ilişkileri

Kumluca 2 (KU-2)

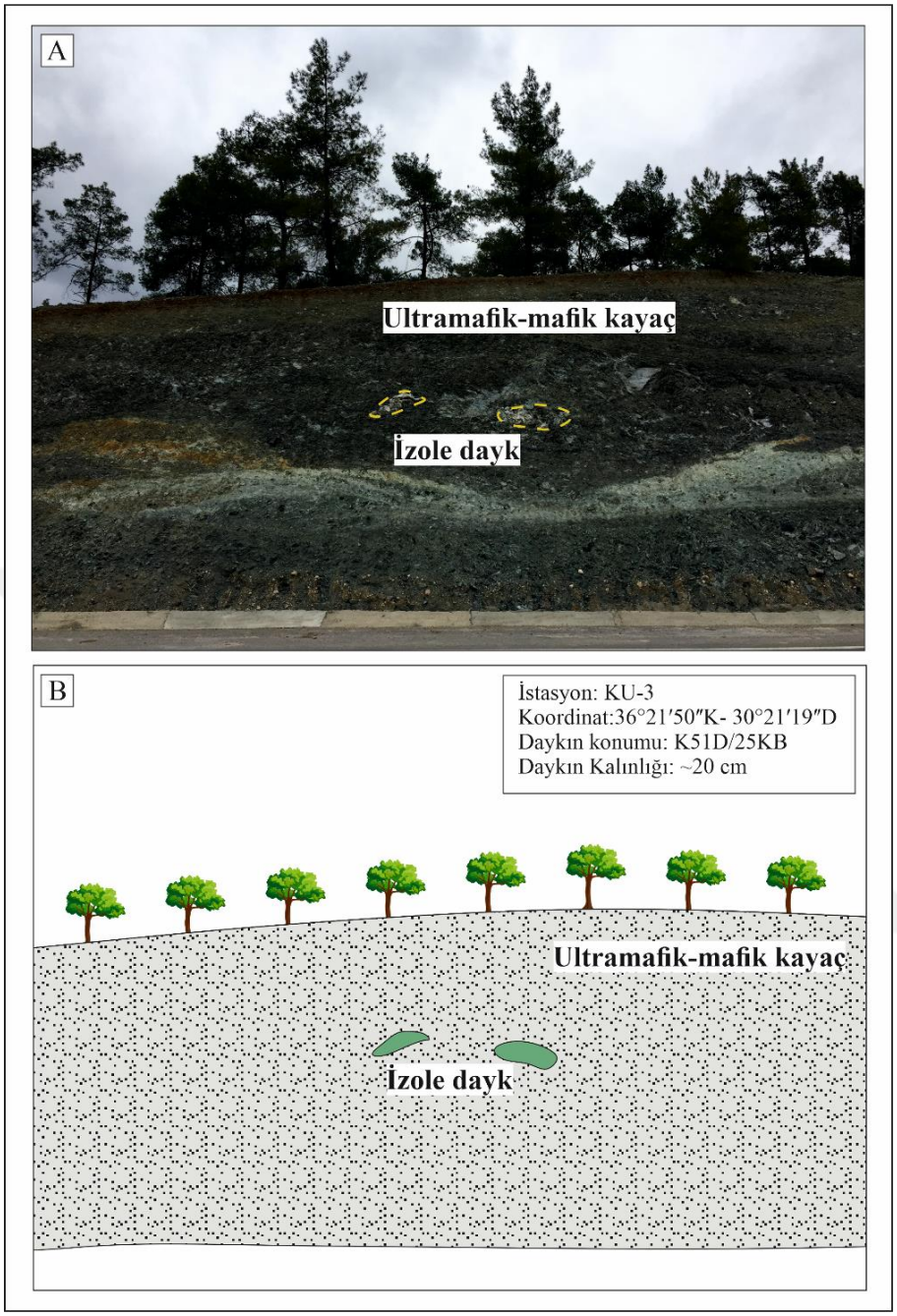
Adrasan-Kumluca arasında gözlenen dayk sarımsı-kahverengimsi renktedir. 30-40 cm kalınlığa sahip olan daykın konumu K58D/13KB'dır. İnce taneli ve kırıklı-çatlaklı yapıya sahip daykın genişliği yaklaşık 2.5-3 m'dir. Daykın kestiği ana kayaçlar günlenmeden dolayı koyu sarımsı-kahverengimsi renkte olup; kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. a) Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Kumluca 3 (KU-3)

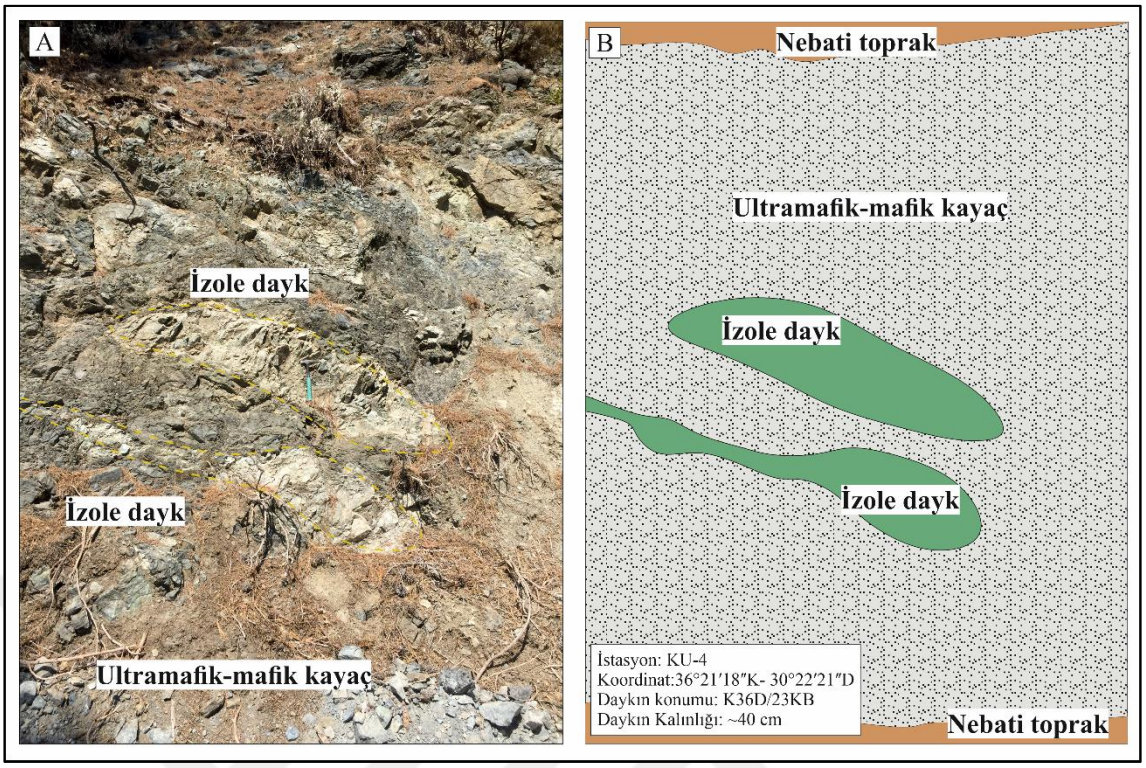
Adrasan-Kumluca arasında, Kumluca 2 istasyonunun doğusunda yer alan istasyonda gözlenen dayk merceği açık grimsi renktedir. Kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahip olan daykın konumu K51D/25KB'dır. Ana kayaçlar ise serpantinleşmeye bağlı olarak koyu yeşilimsi renkte olup; kırıklı-çatlaklı yapıdadır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. a) Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Adrasan-Kumluca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Kumluca 4 (KU-4)

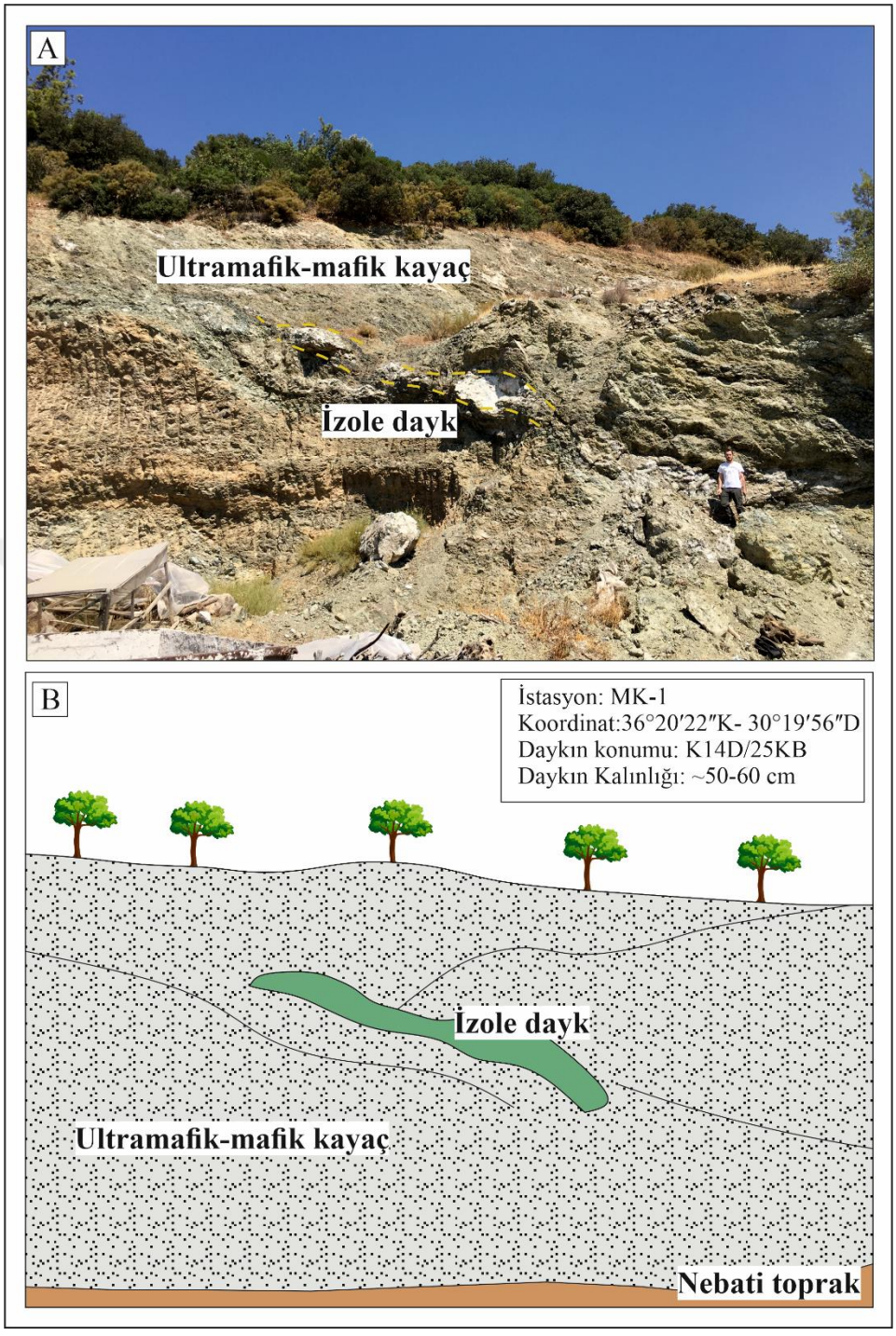
Kumluca ilçesinin kuzeydoğusunda yer alan istasyonda dayk ince taneli bir görünüme ve kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahiptir. Kalınlığı yaklaşık 40 cm olan daykın genişliği 50-70 cm arasında değişmektedir. Daykın rengi açık sarımsı-kahverengimsidir ve konumu K36D/23KB'dır. Ana kayaçlar ise dayklara göre daha koyu renkte gözlenmektedir ve çatlaklı bir yapıya sahiptir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. a) Kumluca ilçesi kuzeydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesi kuzeydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Mavikent 1 (MK-1)

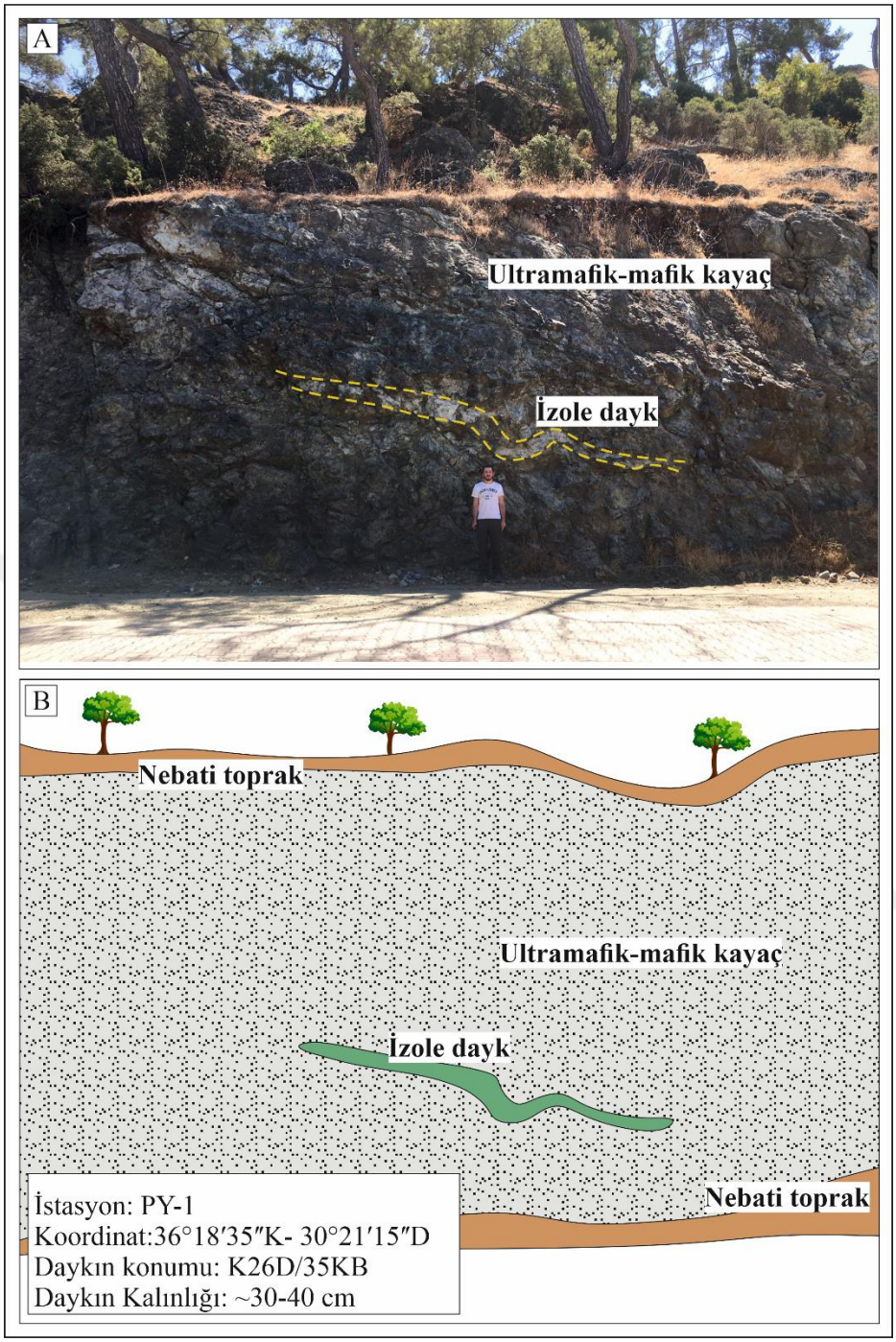
Kumluca ilçesine bağlı Mavikent mahallesinde yer alan istasyonda dayk beyaz-açık grimsi renktedir. K14D/25KB konumlu dayk ince tanelidir ve kalınlığı 50-60 cm arasında değişmektedir. Genişliği yaklaşık 2 m olan dayk kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Ana kayaç ise alterasyondan dolayı kolay kırılabilen bir yapıda sahiptir ve koyu yeşil renktedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. a) Mavikent mahallesinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Mavikent mahallesinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Pazaryeri 1 (PY-1)

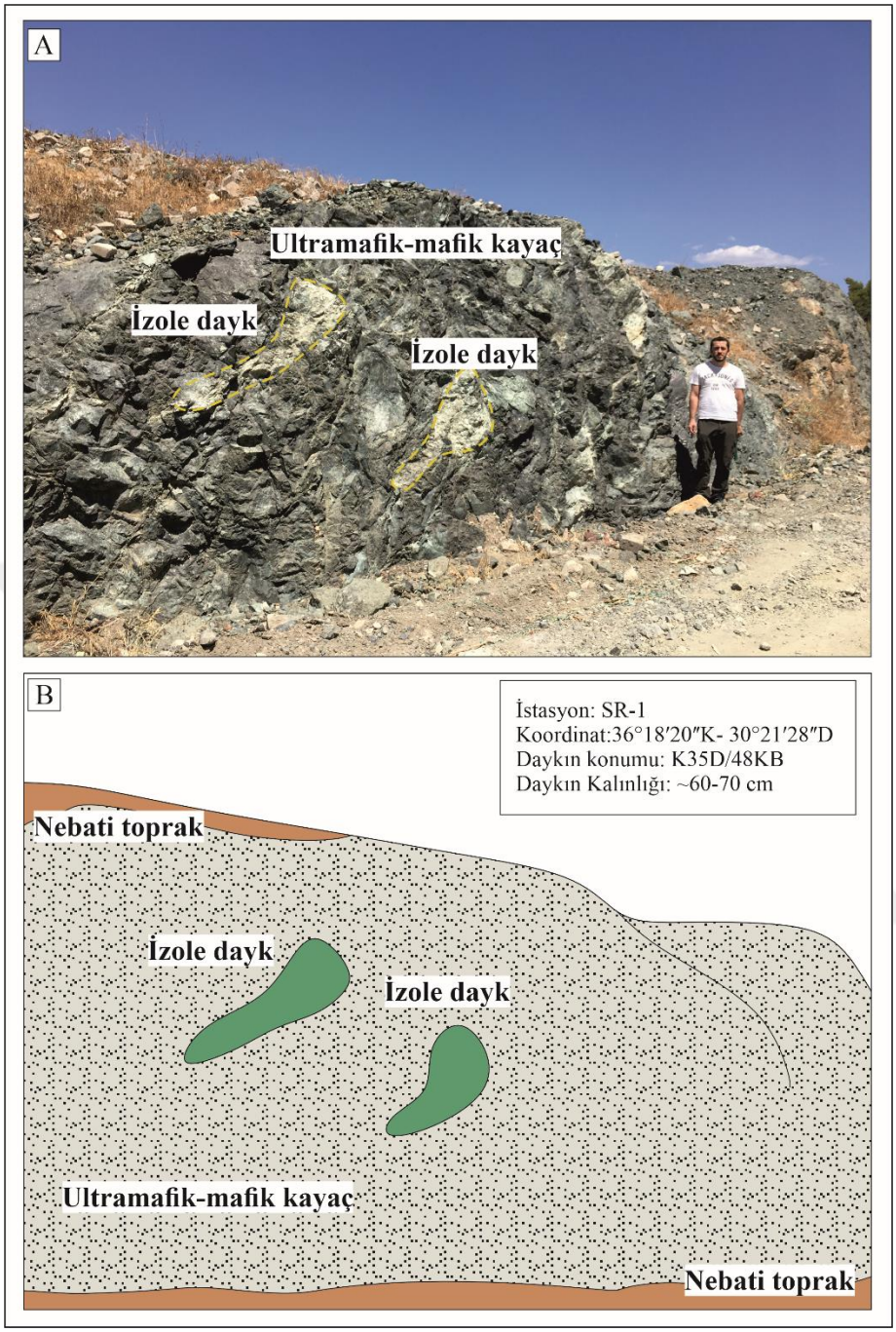
Kumluca ilçesi, Mavikent mahallesinde ye alan istasyonda dayk açık sarı-gri renklidir ve K26D/35KB konumludur. 30-40 cm kalınlığa sahip olan dayk kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır. Daykın kestiği ana kayaçlar koyu yeşilimsi-siyahımsı renktedir ve alterasyona bağlı olarak kırılgan bir yapı göstermektedir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. a) Mavikent mahallesi Pazaryeri yakınında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Mavikent mahallesi Pazaryeri yakınında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Sera 1 (SR-1)

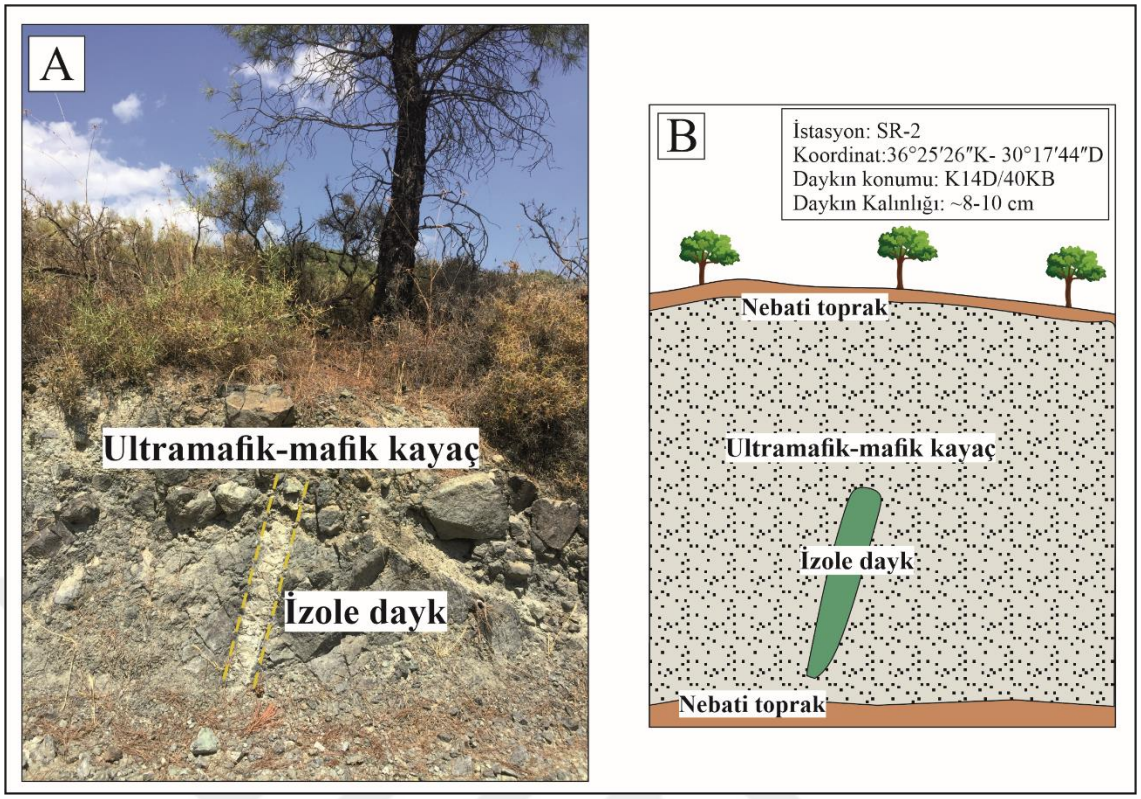
Kumluca ilçesi ile Karaöz mahallesi arasında Seraların arasında gözlenen dayk açık gri-beyaz renklidir. K35D/48KB konum daykın kalınlığı 60-70 cm arasında değişmektedir. İnce taneli bir yapı gösteren daykın genişliği yaklaşık 1 m'dir. Ana kayaçlar ise serpantinleşmeden dolayı yağlımsı bir görünümdedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. a) Kumluca ilçesi ile Karaöz mahallesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kumluca ilçesi ile Karaöz mahallesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Sera 2 (SR-2)

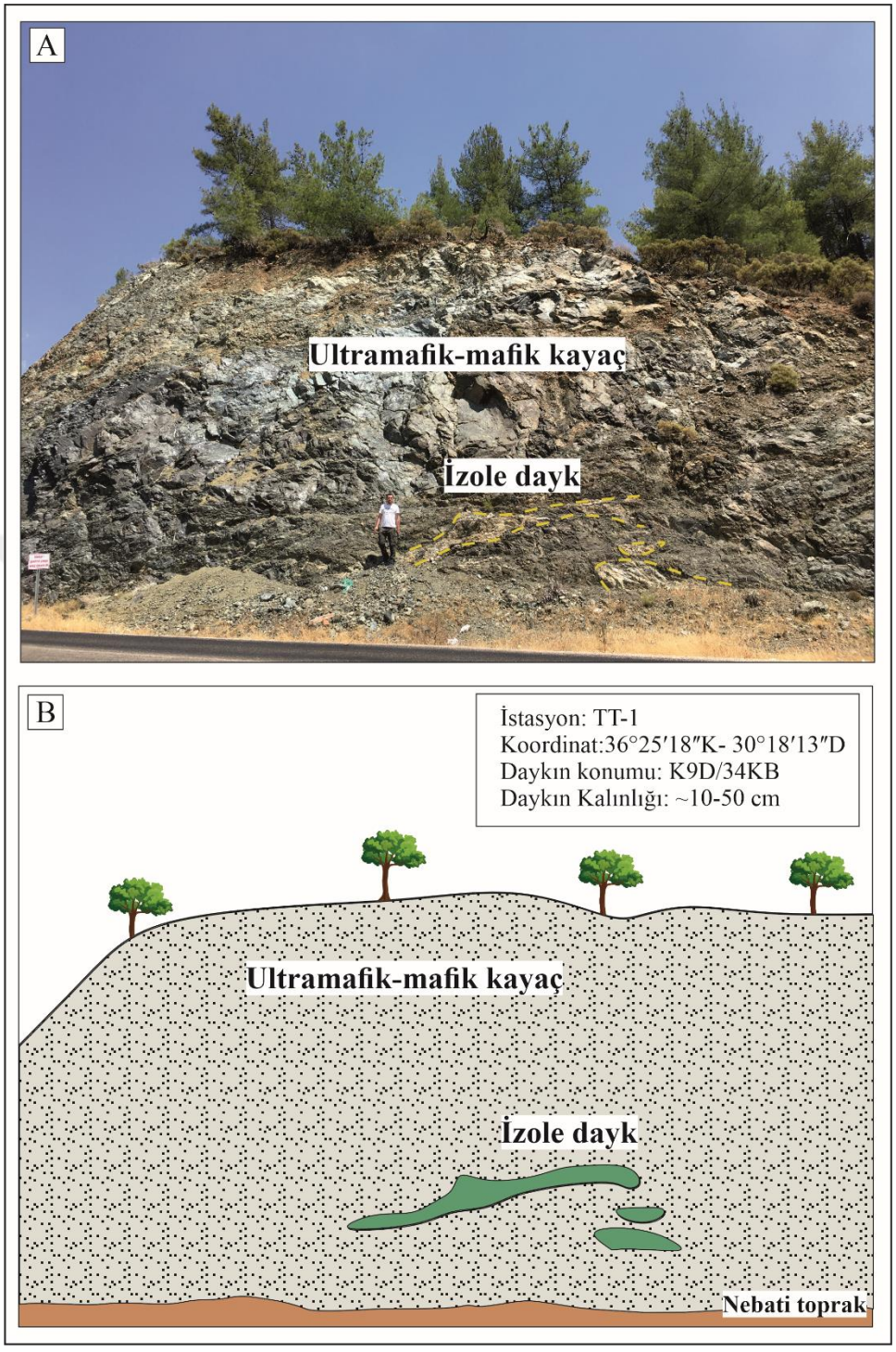
Toptaş mahallesi ile Ortaköy mahallesi arasında seralara yakın bir alanda mostra veren dayk ince tanelidir ve yaklaşık 10 cm kalınlığa sahiptir. Açık gri-beyaz renkli daykın konumu K14D/40KB'dır. Daykın sokulum yaptığı kayaçlar ise grimsi renktedir ve kırıklı çatlaklı bir yapı göstermektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. a) Toptaş mahallesi ile Ortaköy mahallesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş mahallesi ile Ortaköy mahallesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Toptaş 1 (TT-1)

Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında bulunan istasyonda daykın konumu K9D/34KB'dır. Açık sarımsı renkte gözlenen daykın kalınlığı 10-50 cm arasında değişmektedir. Kırıklı-çatlaklı yapı gösteren dayk oldukça alteredir. Ultramafik-mafik kayaçlar ise alterasyona bağlı olarak yağlımsı bir görünüme sahiptir ve yeşil-koyu yeşil renkte gözlenmektedir (Şekil 4.28).

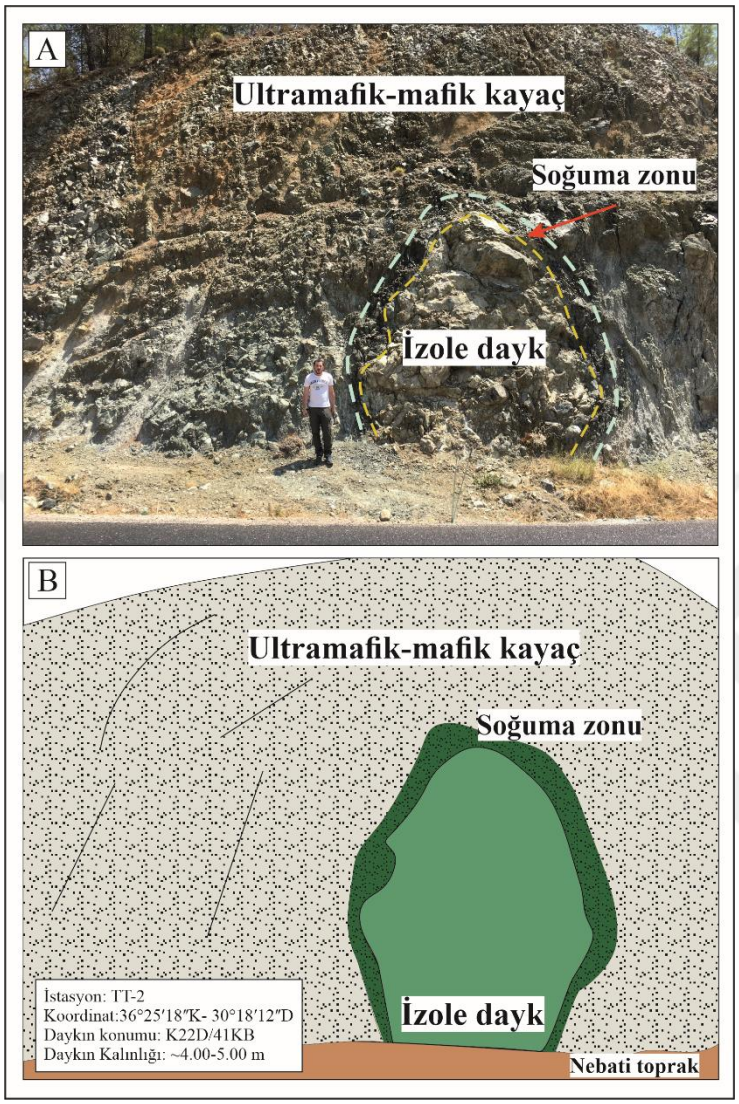


Şekil 4.28. a) Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Toptaş 2 (TT-2)

Toptaş 1 istasyonunun güneyinde yer alan dayk açık sarımsı-sarımsı renktedir. Kalınlığı 4-5 m arasında değişen daykın konumu K22D/41KB'dır. İnce taneli bir görünüme sahip dayk oldukça çatlaklı bir yapıdadır. Ayrıca, dayk ile ana kayaçlar arasında soğuma zonu glişmiştir. İnce taneli olarak gözlenen soğuma zonu siyahımsı

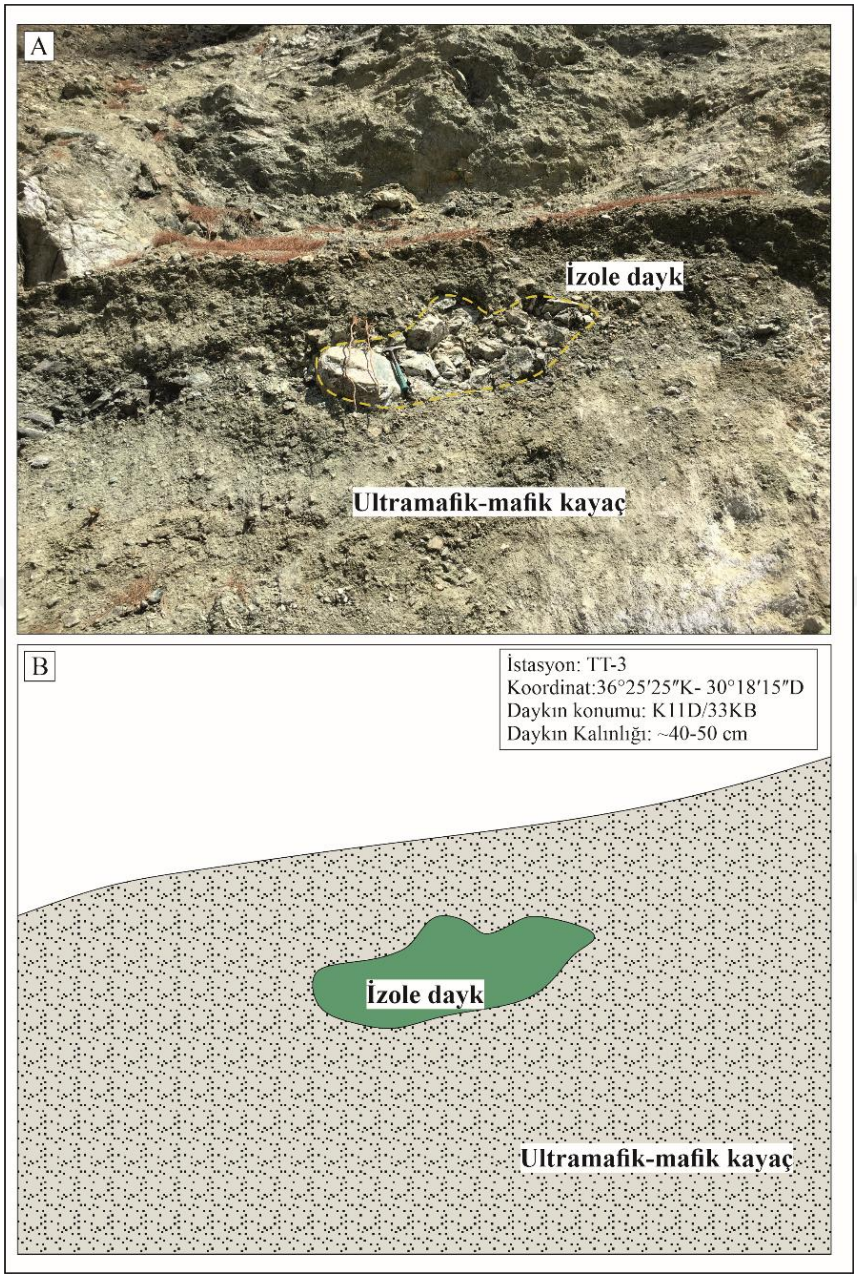
renkte gözlenmiştir. Daykın sokulum yaptığı kayaçlar ise yeşilimsi renktedir ve bu kayaçların alterasyona maruz kaldığı gözlenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. a) Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Toptaş ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Toptaş 3 (TT-3)

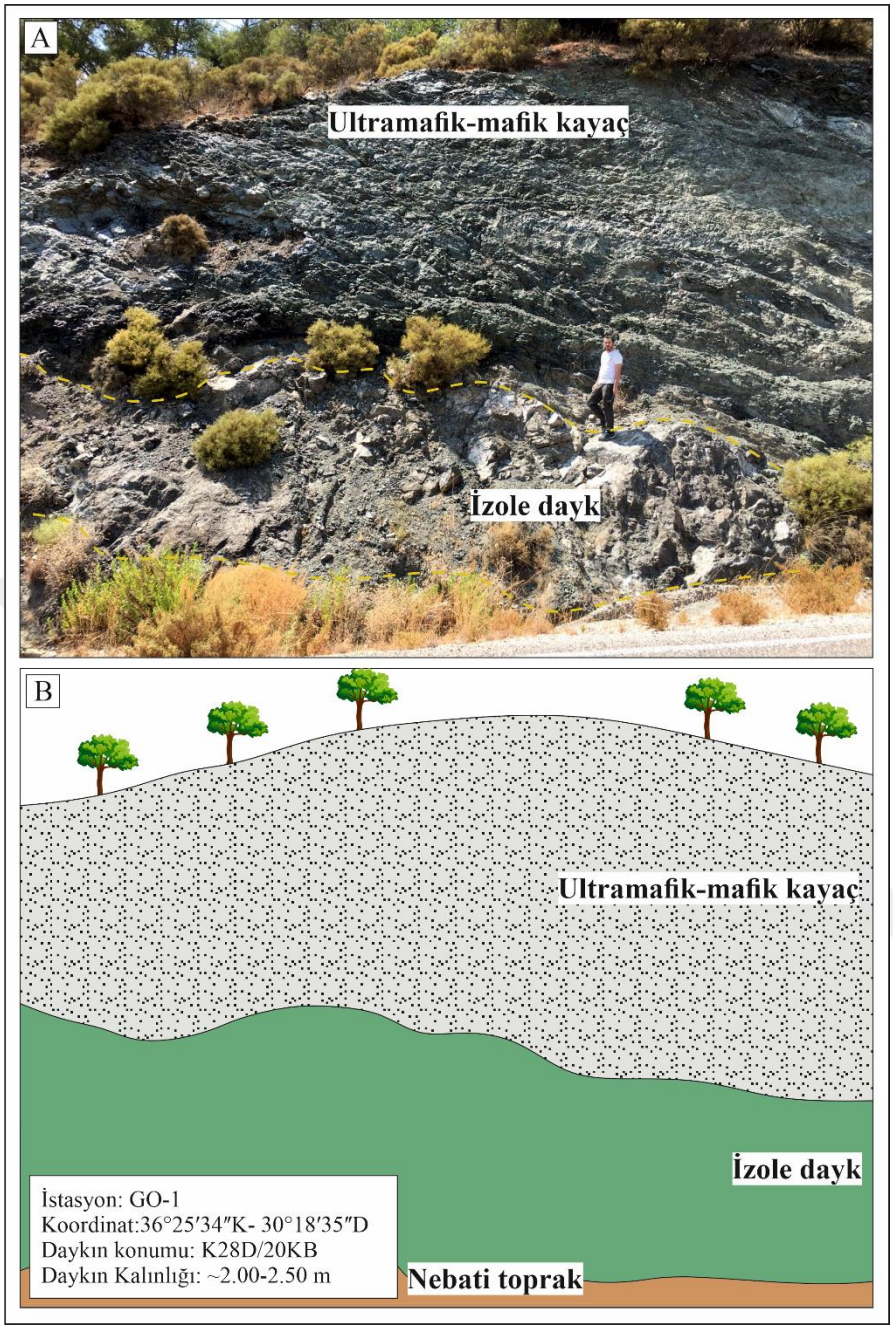
Altınyaka-Toptaş arasında yer alan istasyonda dayk açık gri-beyaz renklidir ve kalınlığı 40-50 cm arasında değişmektedir. K11D/33KB konumlu dayk çatlaklı bir yapı göstermektedir. Ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renktedir ve alterasyona bağlı olarak kırılgan bir yapı göstermektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. a) Altınyaka-Toptaş arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Altınyaka-Toptaş arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Güzören 1 (GO-1)

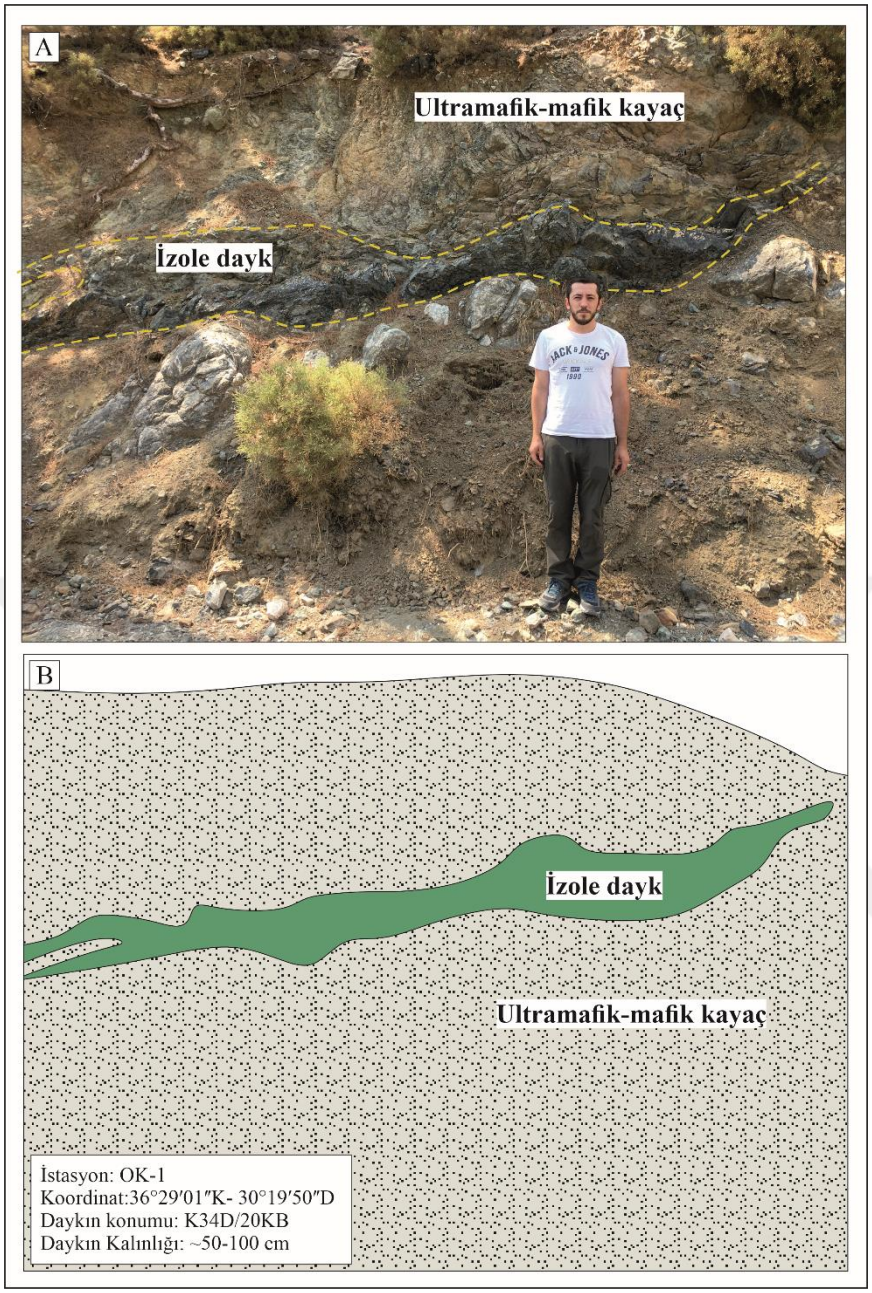
Güzören mahallesi ile Altınyaka bucağı arasında bulunan istasyonda dayk açık gri renklidir. Kalınlığı 2-2.5 m arasında değişen dayk K28D/20KB konumludur. Alterasyondan dolayı kırılgan bir yapıya sahip daykın genişliği yaklaşık 15 m'dir. Daykın sokulum yaptığı kayaçlar dayklar gibi alterasyona maruz kalmış ve koyu yeşil renkli bir görünüme sahiptir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Ortaköy 1 (OK-1)

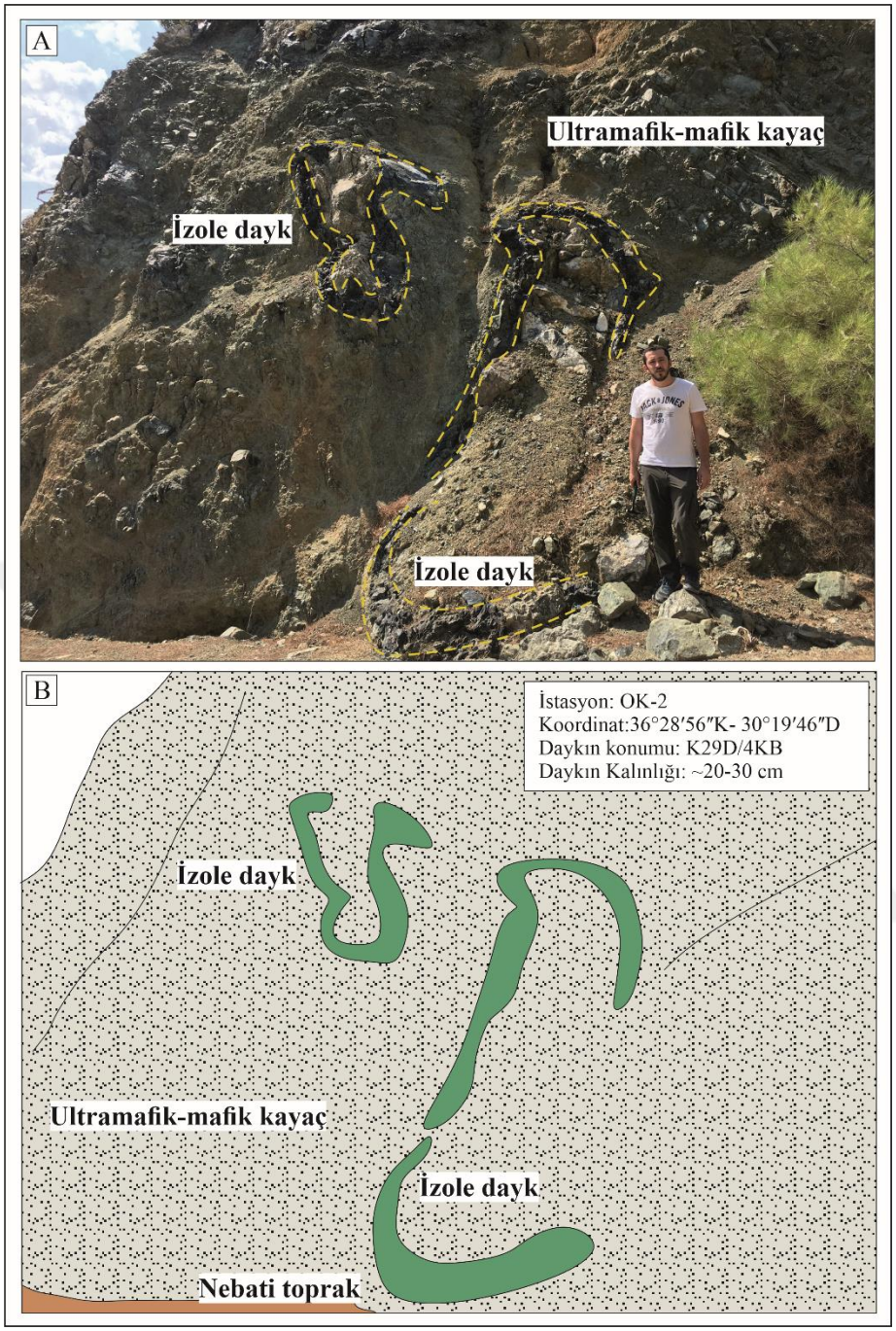
Altınyaka ile Ortaköy mahalleleri arasında yer alan istasyonda dayk koyu grimsi, siyahımsı renkte olup K34D/20KB konumludur. Kalınlığı 50-100 cm arasında değişen dayk kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır. Ana kayaçlar ise dayklara göre daha açık renkli olup; dayklar gibi kırıklı-çatlaklı yapıdadır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. a) Altınyaka ile Ortaköy arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Altınyaka ile Ortaköy arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Ortaköy 2 (OK-2)

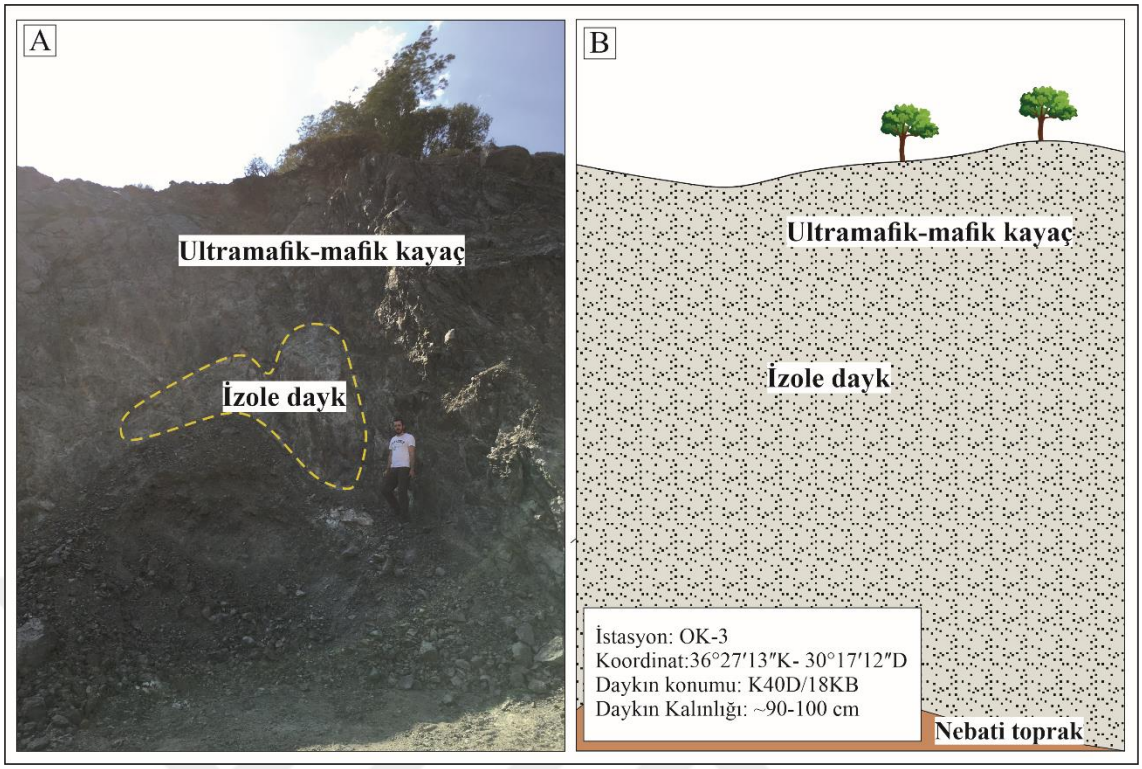
Ortaköy mahallesinin kuzeyinde yer alan dayk K29D/44KB konumludur. Siyah-koyu gri renkli daykın kalınlığı 20-30 cm arasında değişirken çok geniş bir alana yayıldığı gözlenmiştir. Daykın kestiği kayaçlar açık gri-gri renkte olup; çatlaklı bir yapıdadır (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. a) Ortaköy mahallesinin kuzeyinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesinin kuzeyinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Ortaköy 3 (OK-3)

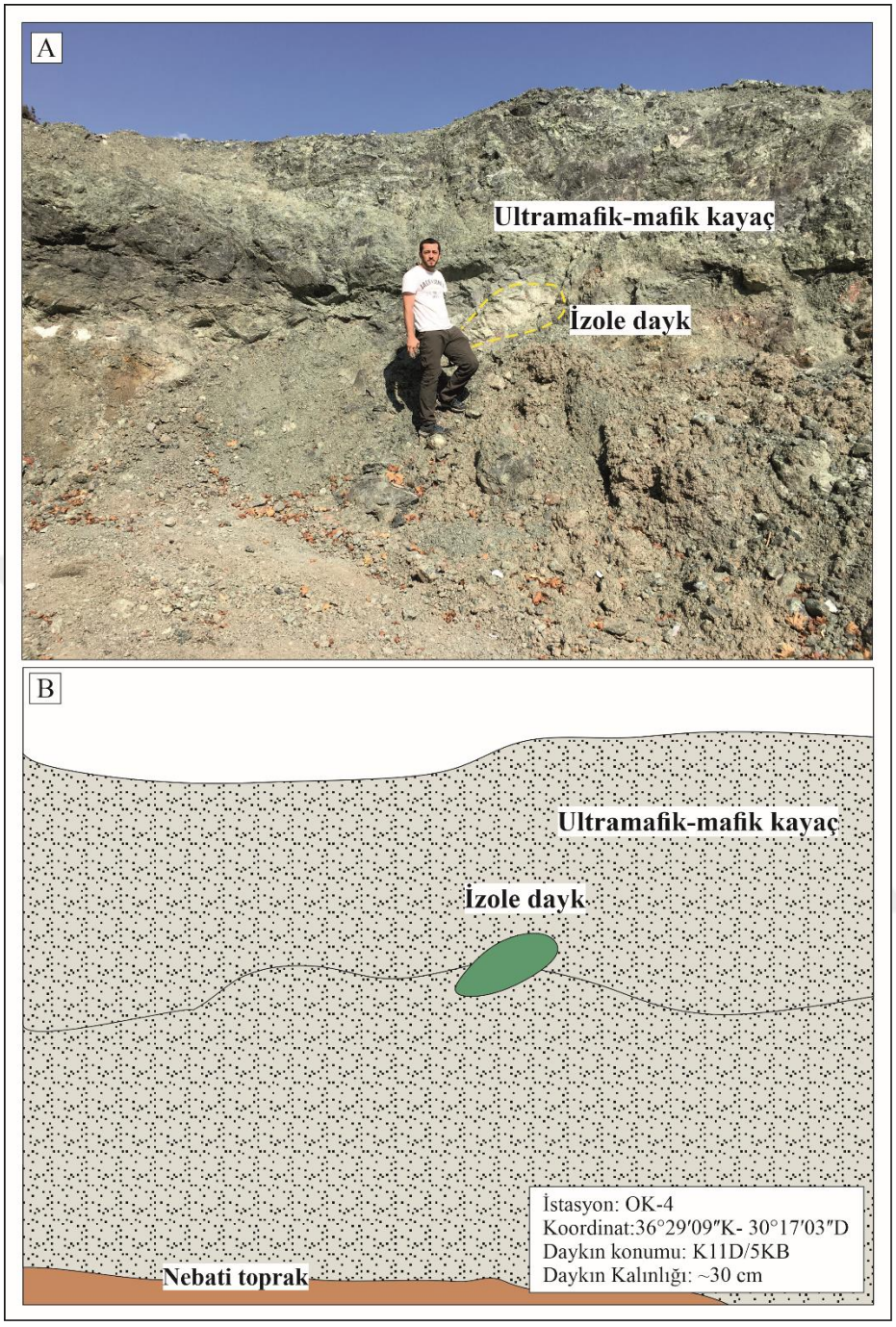
Ortaköy mahallesinin girişinde yer alan dayk açık gri renklidir ve K40D/18KB konumludur. Kalınlığı yaklaşık 30 cm olan dayk kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır. Daykın sokulum yaptığı ana kayaçlar ise dayka göre daha koyu renklidir ve ana kayaçtaki yapısal unsurlar daykta olduğu gibi çatlaklı bir yapı göstermektedir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. a) Ortaköy mahallesinin girişinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesinin girişinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Ortaköy 4 (OK-4)

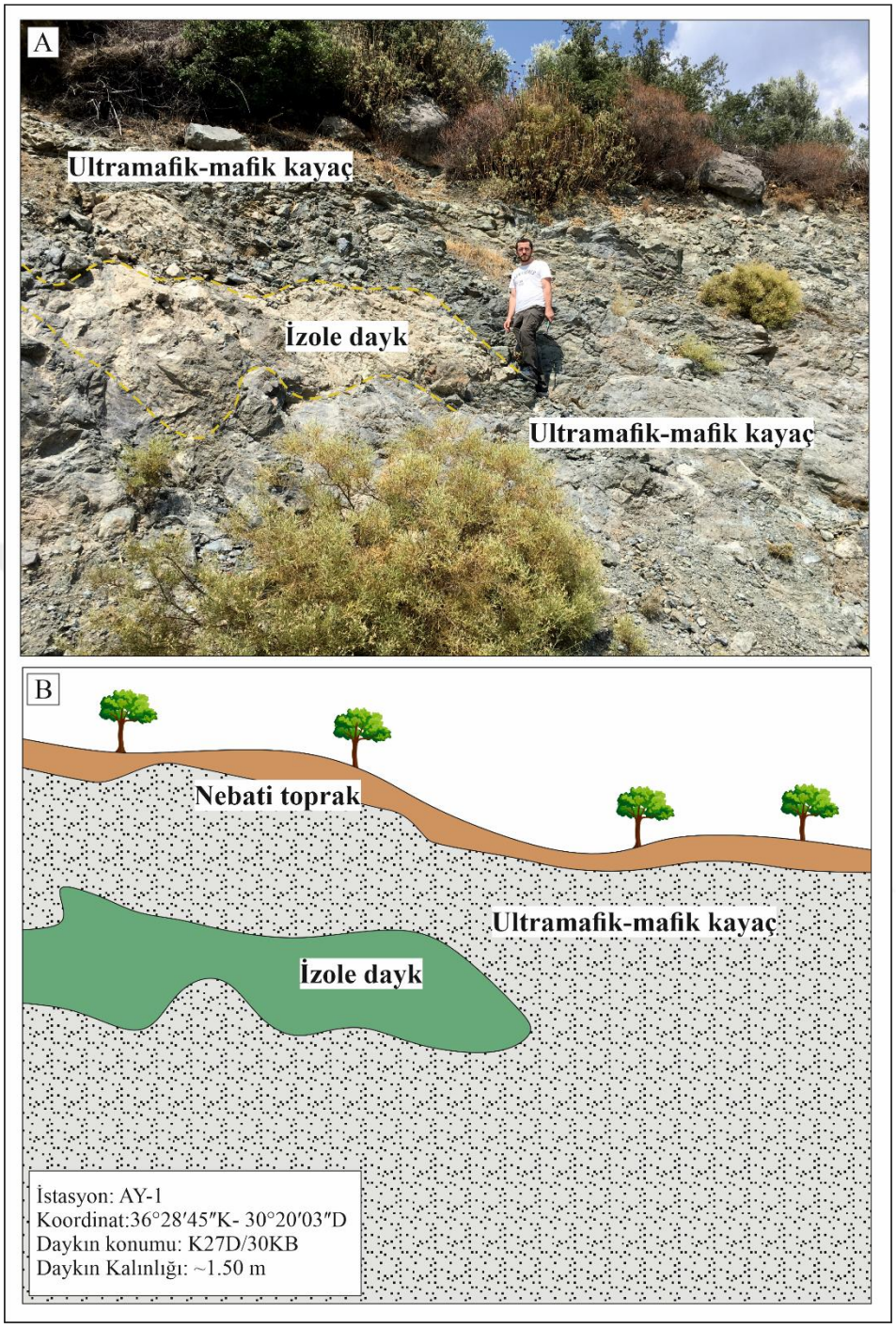
Ortaköy mahallesi ile Kumluca ilçesi arasında bulunan istasyonda dayk ince taneli ve çatlaklı bir yapıdadır. Açık gri-beyaz renkli ve K11D/5KB konumlu daykın kalınlığı yaklaşık 30-40 cm'dir. Ana kayaçlar ise alterasyona bağlı olarak yağlımsı bir doku göstermektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. a) Ortaköy mahallesi ile Kumluca ilçesi arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Ortaköy mahallesi ile Kumluca ilçesi arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Altınyaka 1 (AY-1)

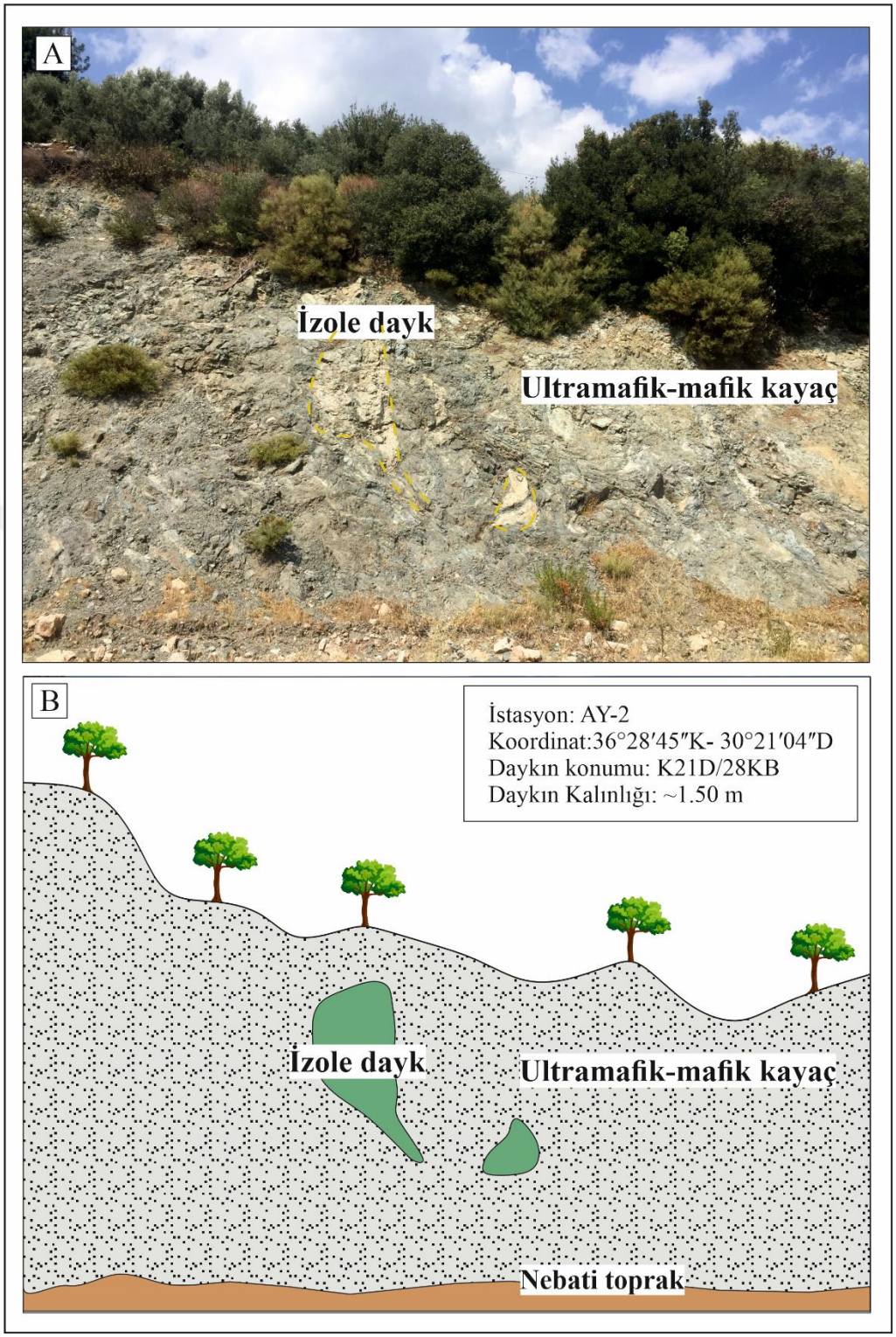
Güzören ile Altınyaka arasında yer alan istasyonda dayk açık sarımsı renktedir ve K27D/30KB konumludur. Kalınlığı yaklaşık 1.5 m olan dayk kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Ana kayaçlar ise dayka göre daha koyu renktedir ve yeşilimsi renkte gözlenmiştir. Ana kayaçlarda dayk gibi kırılgan bir yapı göstermektedir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Altınyaka 2 (AY-2)

Altınyaka-Güzören mahalleleri arasında Altınyaka 1 istasyonunun güneydoğusunda yer alan daykın kalınlığı yaklaşık 1.5 m'dir. Konumu K21D/28KB olan dayk kırılgan bir yapıdadır. Bu istasyonda dayk açık sarımsı-sarımsı renktedir ve genişliği yaklaşık 1 m'dir. Daykın kestiği kayaçlar ise açık yeşil-yeşil renkli olup kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır (Şekil 4.37).

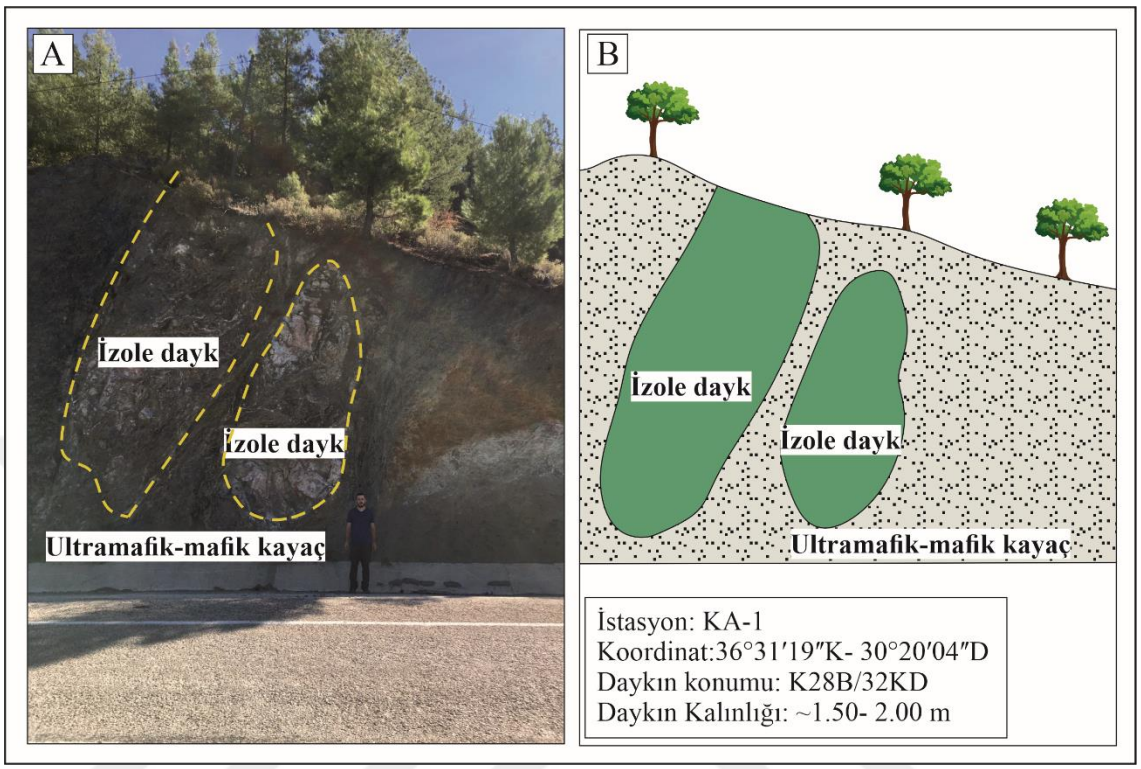


Şekil 4.37. a) Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Güzören ile Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Karacaören 1 (KA-1)

Karacaören mahallesi ile Altınyaka bucağı yolu üzerinde mostra veren dayk K28B/32KD konumludur. Beyazımsı renkte gözlenen dayk rodenjitleşmeden dolayı yer

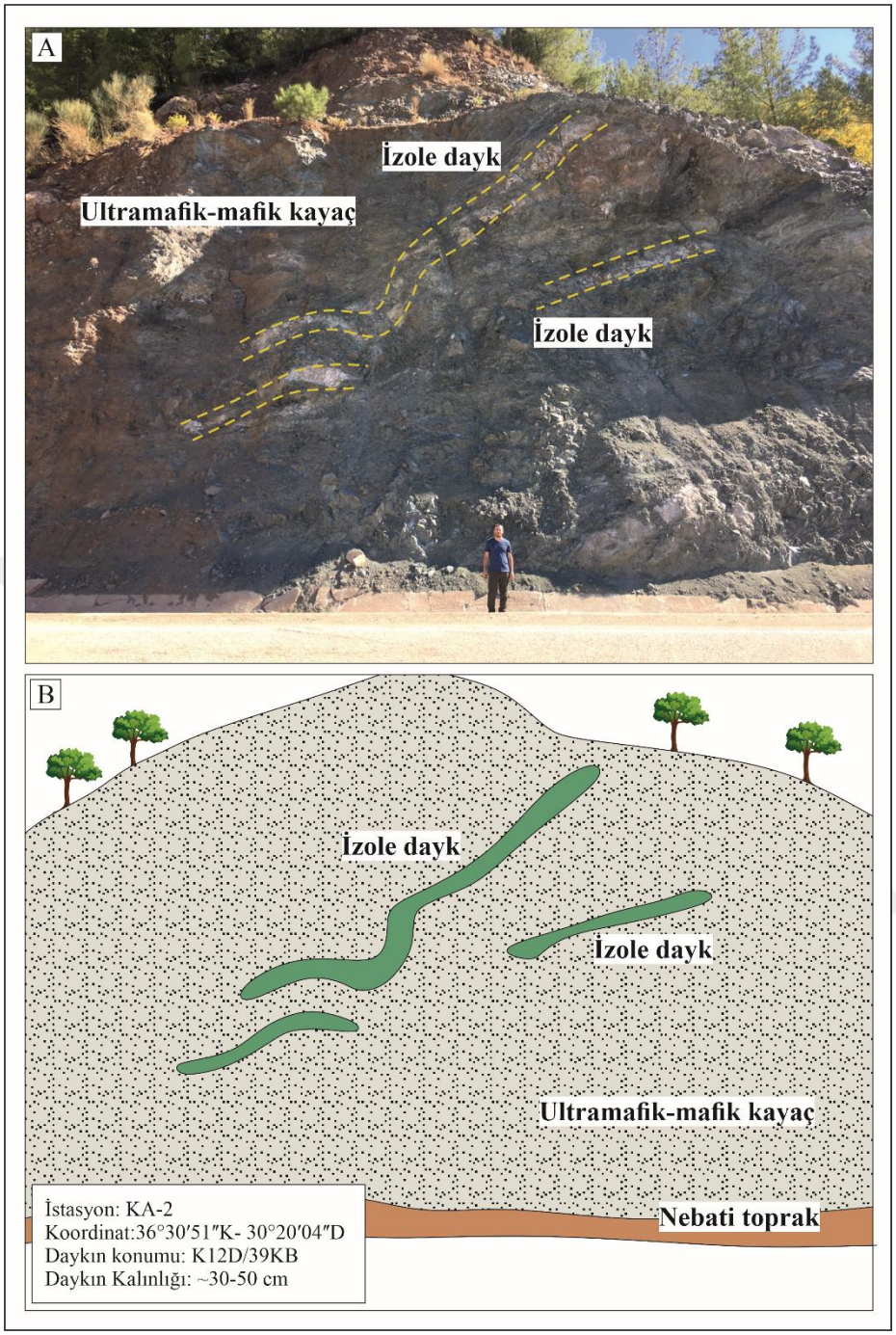
yer kırmızımsı renkte de gözlenmektedir. Daykın kalınlığı yaklaşık 1.5 m'dir ve kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Daykın kestiği ultramafik-mafik kayaçlar ise koyu yeşil renktedir ve dayk gibi kırıklı bir yapı göstermektedir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. a) Karacaören mahallesi ile Altınyaka bucağı yolu üzerinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Karacaören mahallesi ile Altınyaka bucağı yolu üzerinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Karacaören 2 (KA-2)

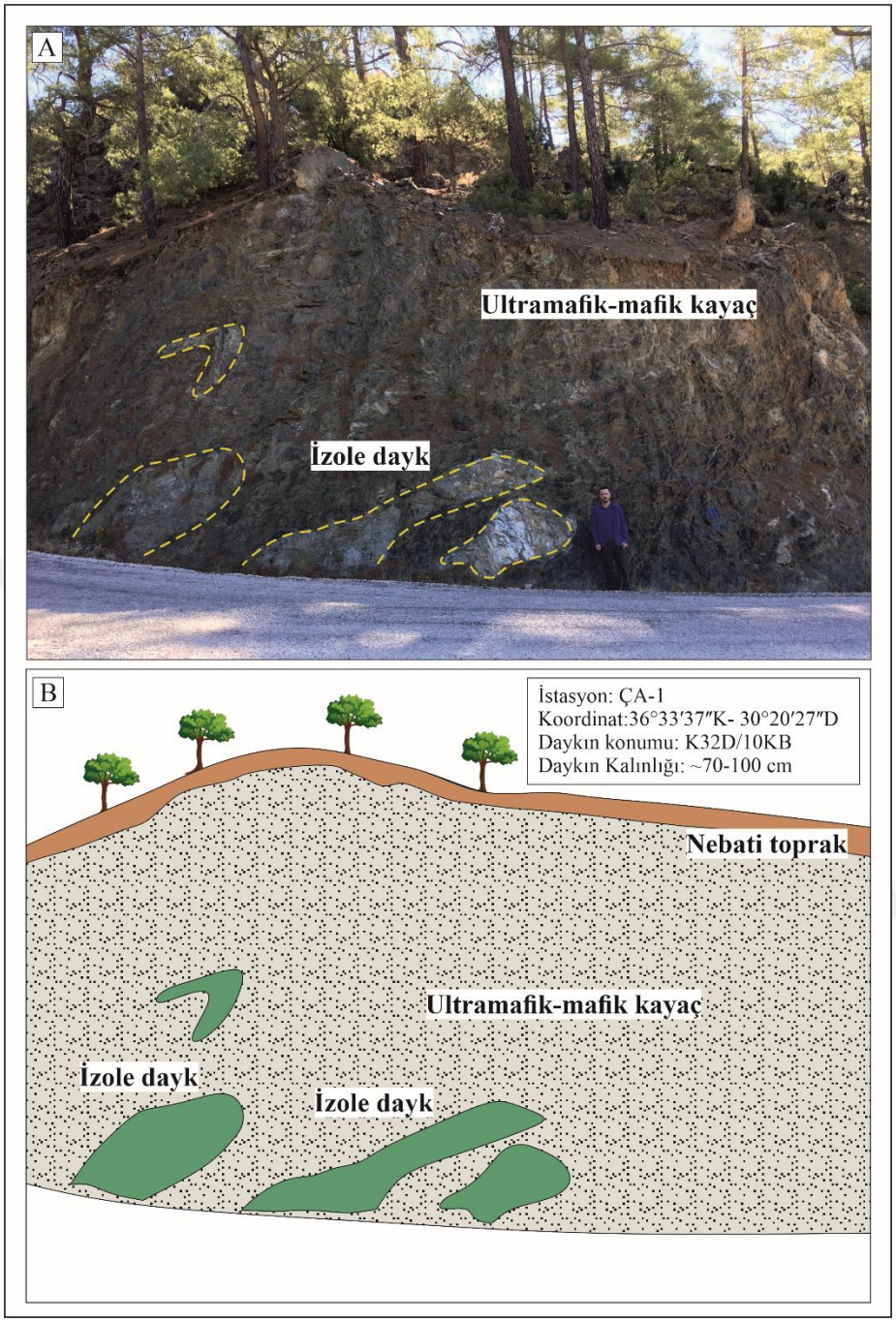
Karacaören-Altınyaka yolu üzerinde, Karacaören istasyonunun güneyinde yer alan istasyonda açık gri-sarı renkli olan iki dayk bulunmaktadır. Bu iki dayk ana kayaçları paralele yakın kesmektedir. Daykların konumu K61D/42KB'dır. Kalınlıkları ise yaklaşık 50 cm'dir. Ana kayaçlar ise koyu yeşil renklidir ve kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. a) Karacaören-Altınyaka yolu üzerinde yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Karacaören-Altınyaka yolu üzerinde yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çaltı 1 (ÇA-1)

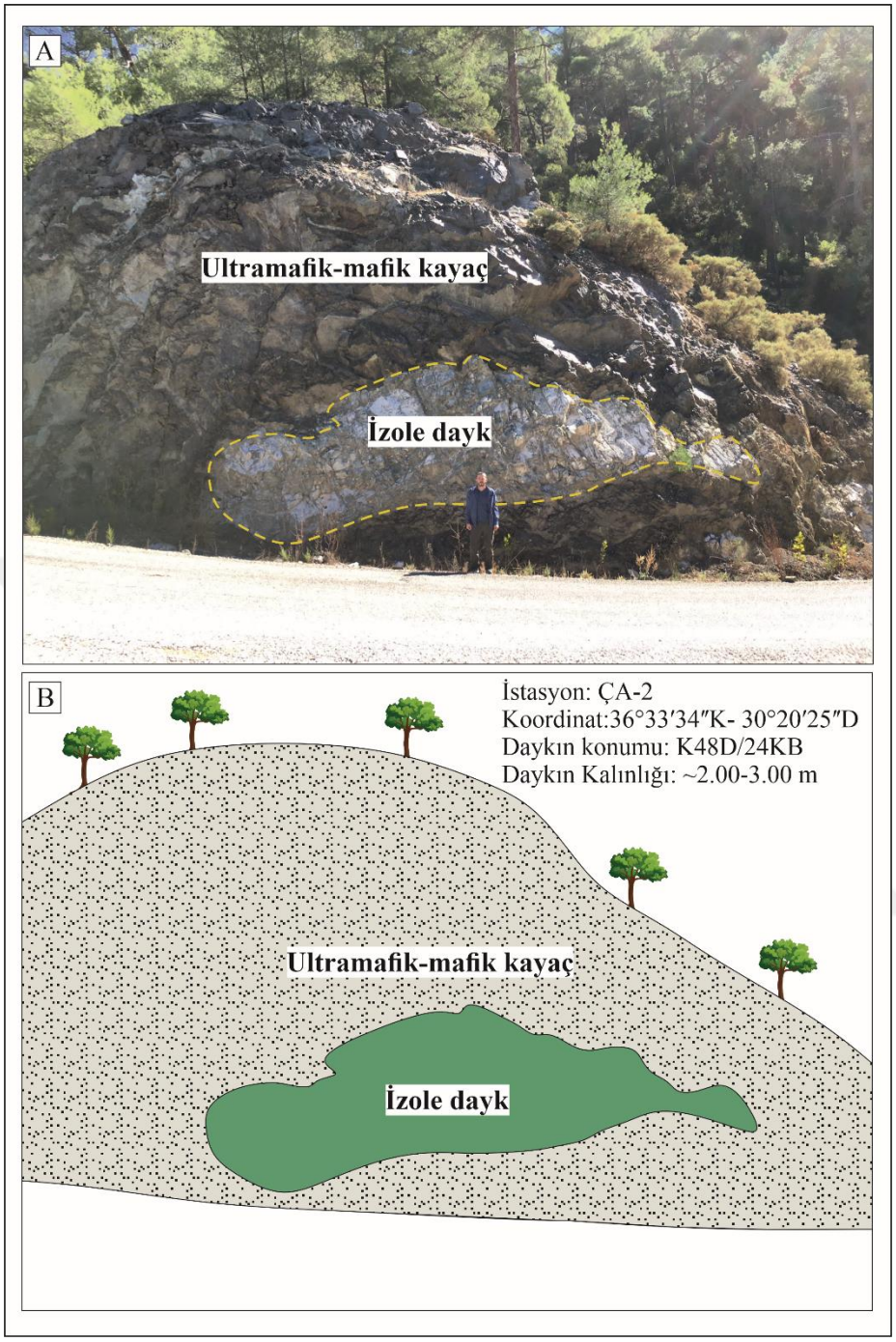
Çaltı mahallesi ile Altınyaka arasında yer alan istasyonda 3 farklı dayk gözlenmiştir. Dayklar açık grimsi renktedir ve kalınlıkları 70-100 cm arasında değişmektedir. Kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahip olan daykların genişlikleri ise 50 ile 300 cm arasında değişmektedir. Daykların sokulum yaptığı ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renktedir ve alterasyona maruz kalmışlardır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. a) Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü, **b)** Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çaltı 2 (ÇA-2)

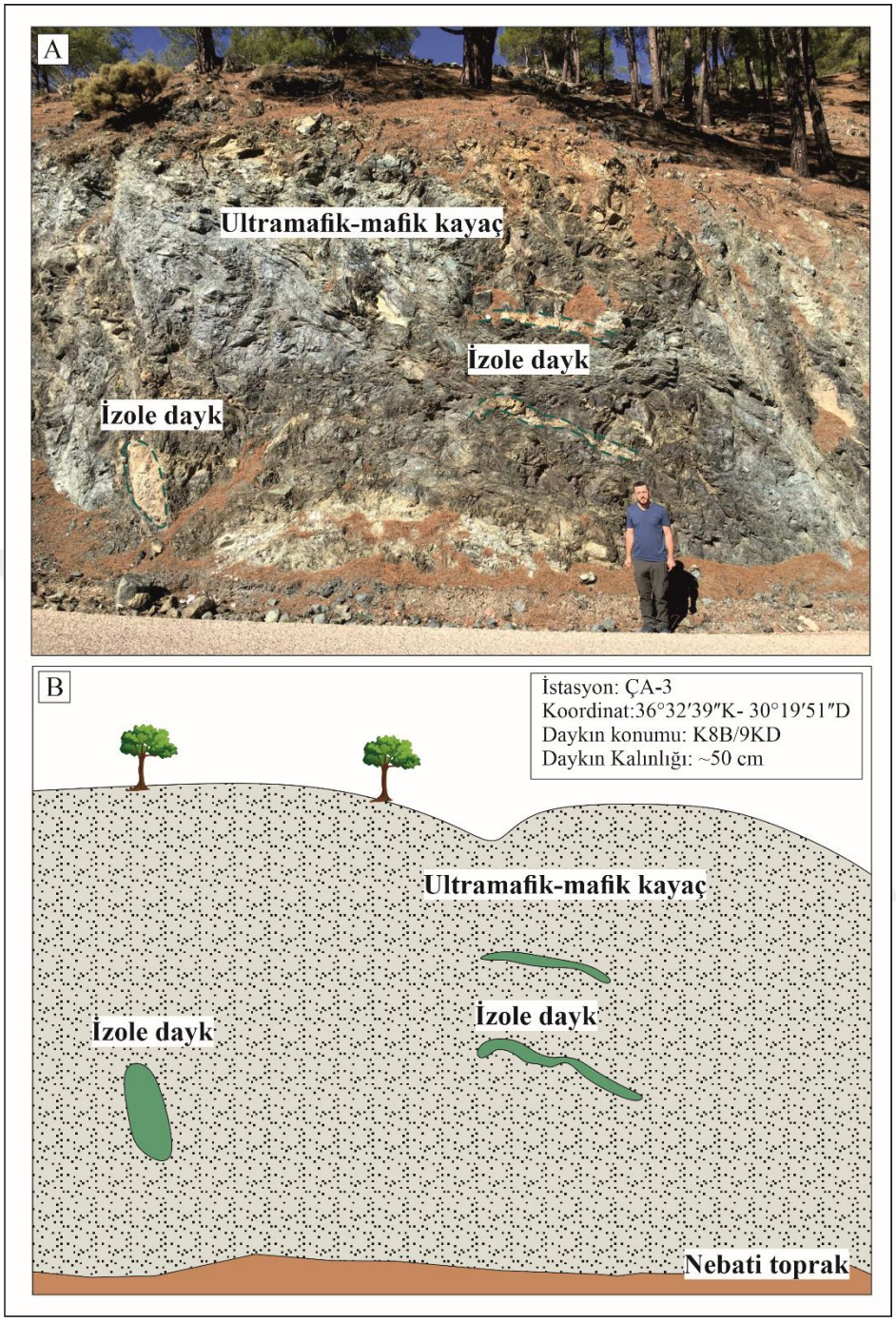
Çaltı-Altınyaka arasında, Çaltı 1 istasyonunun güneybatısında yer alan istasyonda dayk yataya yakın bir görünümdedir. Açık grimsi-beyazımsı renkte olan daykın kalınlığı 2-3 m arasındadır. Genişliği 4-5 m olan daykın konumu K48D/24KB'dır. Ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renktedir ve serpantinleşmeye başladığı gözlenmiştir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. a) Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın arazi görünümü, **b)** Çaltı-Altınyaka arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çaltı 3 (ÇA-3)

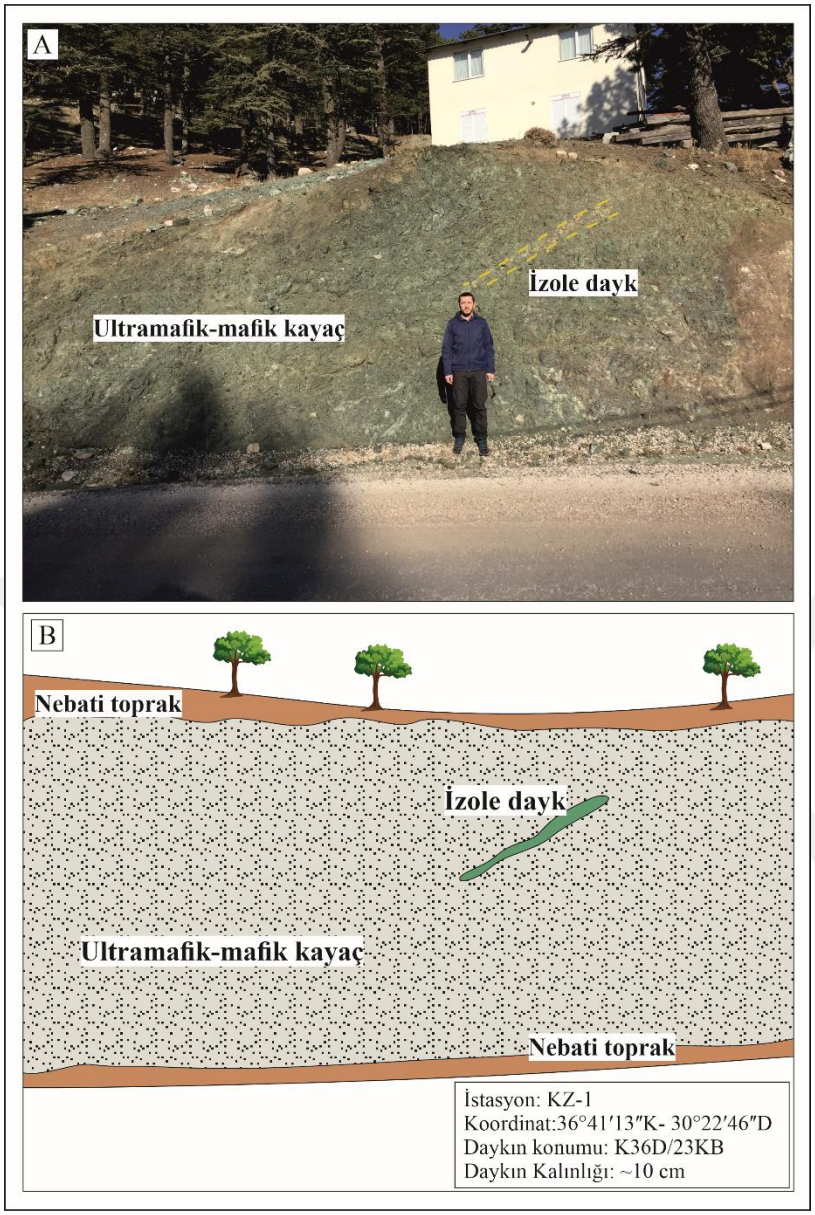
Çaltı mahallesi çıkışında bulunan daykın konumu K8B/9KD'dur. Yaklaşık 50 cm kalınlığa sahip dayk açık sarı-kahverengi renklidir. Kırıklı-çatlaklı gösteren daykın genişliği yaklaşık 2 m'dir. Daykın kestiği ana kayaçlar ise koyu yeşil renklidir. Ana kayaçlar serpantinleşmeden dolayı kırılgan bir yapı göstermektedir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. a) Çaltı mahallesi çıkışında bulunan daykın arazi görünümü; **b)** Çaltı mahallesi çıkışında bulunan daykın şematik arazi ilişkileri

Kuzca 1 (KZ-1)

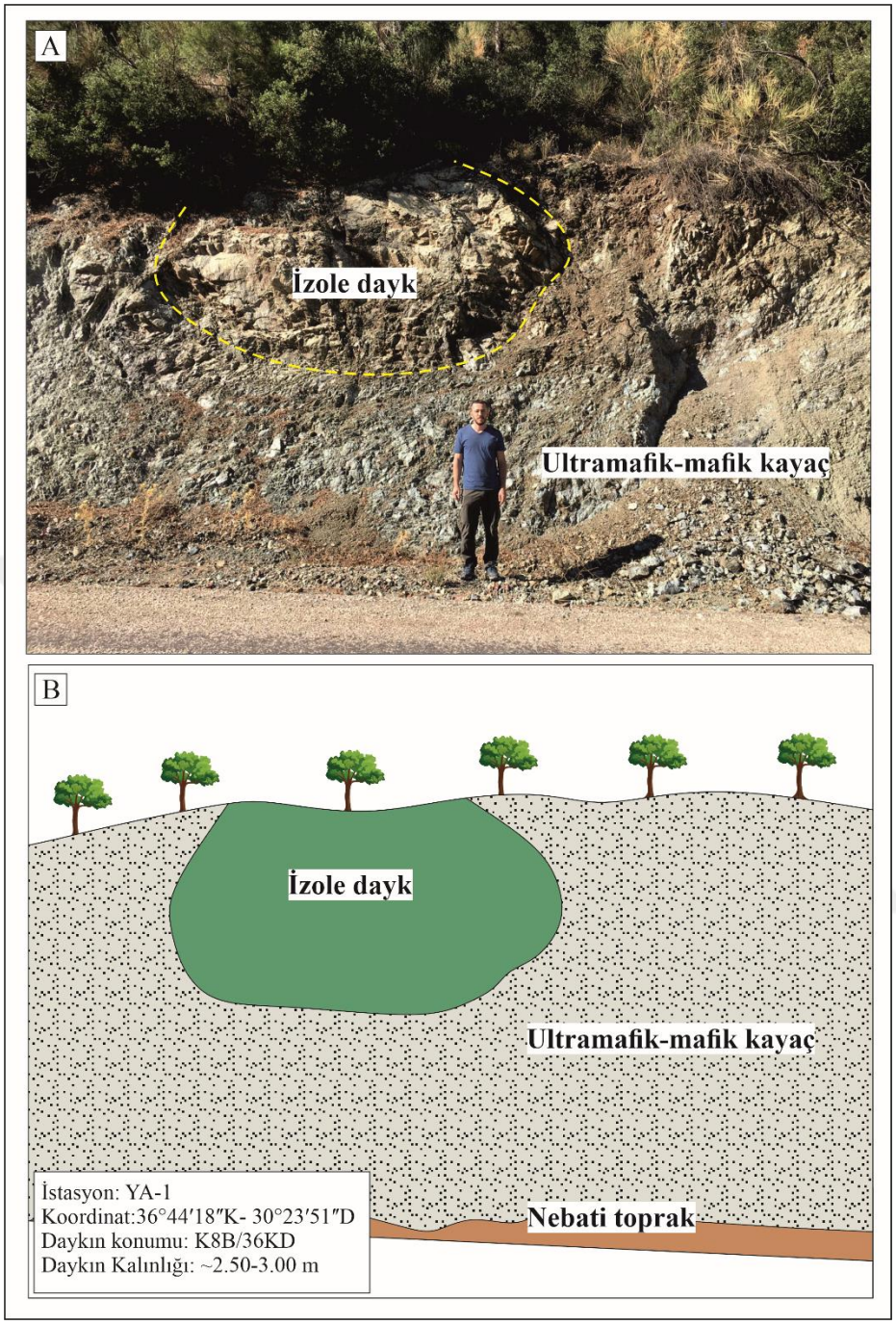
Kuzca mahallesi merkezine yakın bir alanda yer alan istasyonda dayk açık sarımsı renktedir ve K36D/23KB konumludur. Kalınlığı yaklaşık 10 cm olan dayk kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Ana kayaçlar ise alterasyondan dolayı kolayca dağılmaktadır (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. a) Kuzca mahallesi merkezi yakınında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Kuzca mahallesi merkezi yakınında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Yarbaşçandır 1 (YA-1)

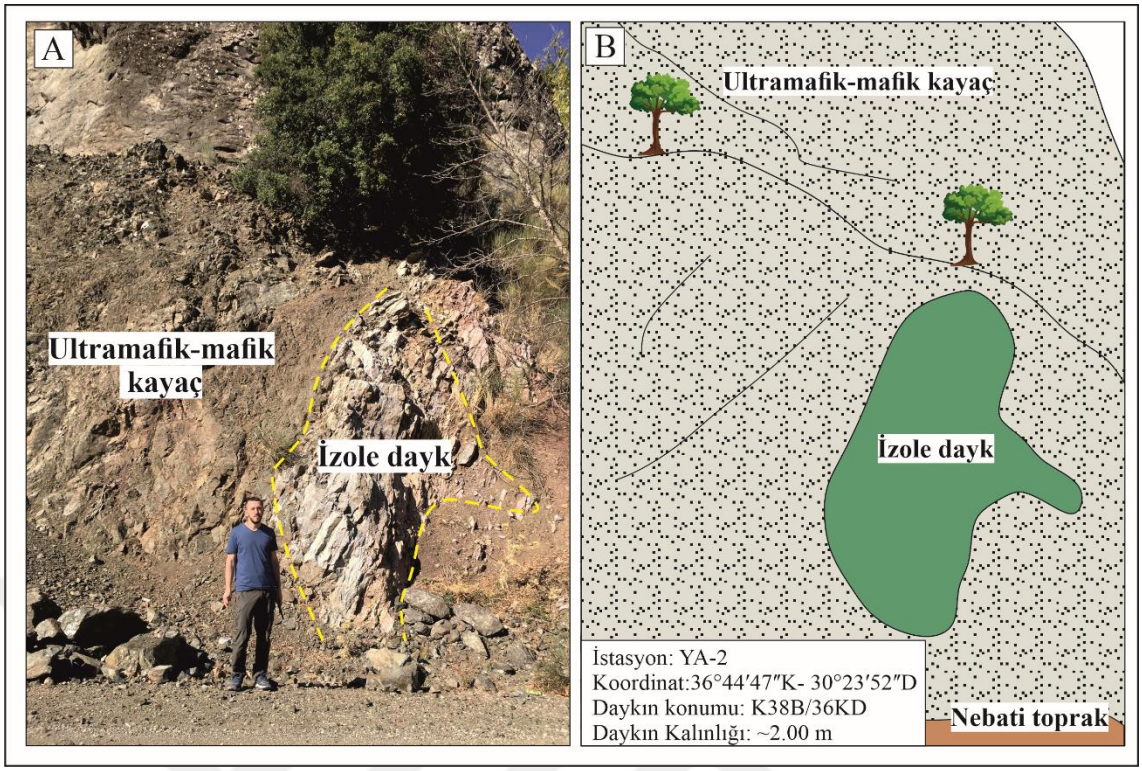
Yarbaşçandır mahallesinin güneybatısında yer alan istasyonda dayk açık sarımsı-kahverengimsi renktedir. Yaklaşık 3 m kalınlığa ve 2 m genişliğe sahip daykın konumu K8B/15KD'dur. Ultramafik-mafik kayaçlar dayka göre daha koyu renklidir ve alterasyondan dolayı kırıklı-çatlaklı yapıdadır (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. a) Yarbaşçandır mahallesinin güneybatısında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır mahallesinin güneybatısında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Yarbaşçandır 2 (YA-2)

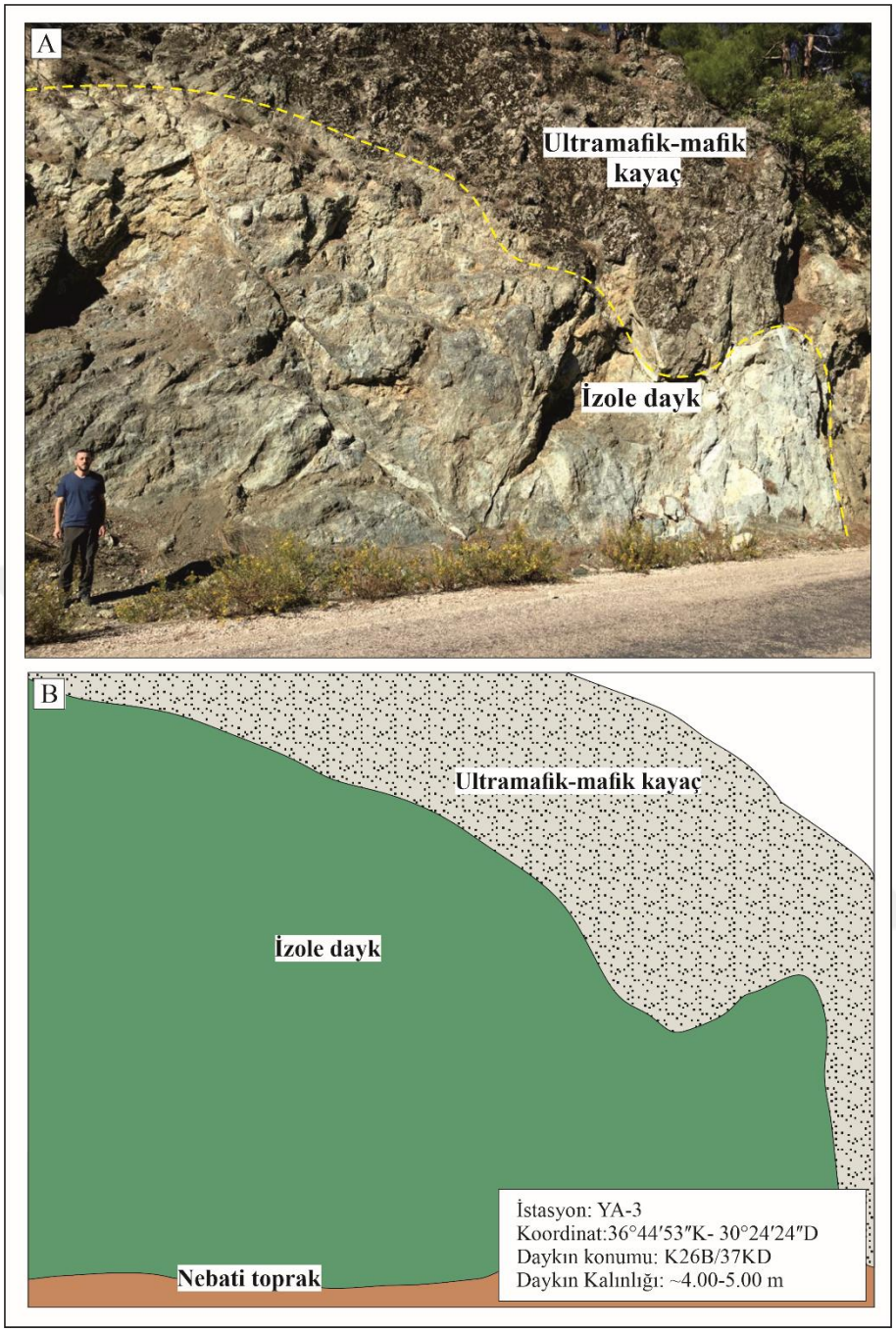
Bu istasyon Yarbaşçandır-Kuzca mahalleleri arasında yer almaktadır. Kalınlığı yaklaşık 2 m olan dayk K38B/36KD konumludur. Dayk genellikle beyaz-açık sarı renkli olup; alterasyondan (rodenjitleşmeden) dolayı yeşilimsi-kırmızımsı renkler de gözlenmiştir. Ana kayaçlar ise dayklar ile aynı renge sahip olup; dayklara göre daha koyu renklidir. Bu kayaçlarda kırıklı-çatlaklı bir yapıdadır (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. a) Yarbaşçandır-Kuzca mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır-Kuzca mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Yarbaşçandır 3 (YA-3)

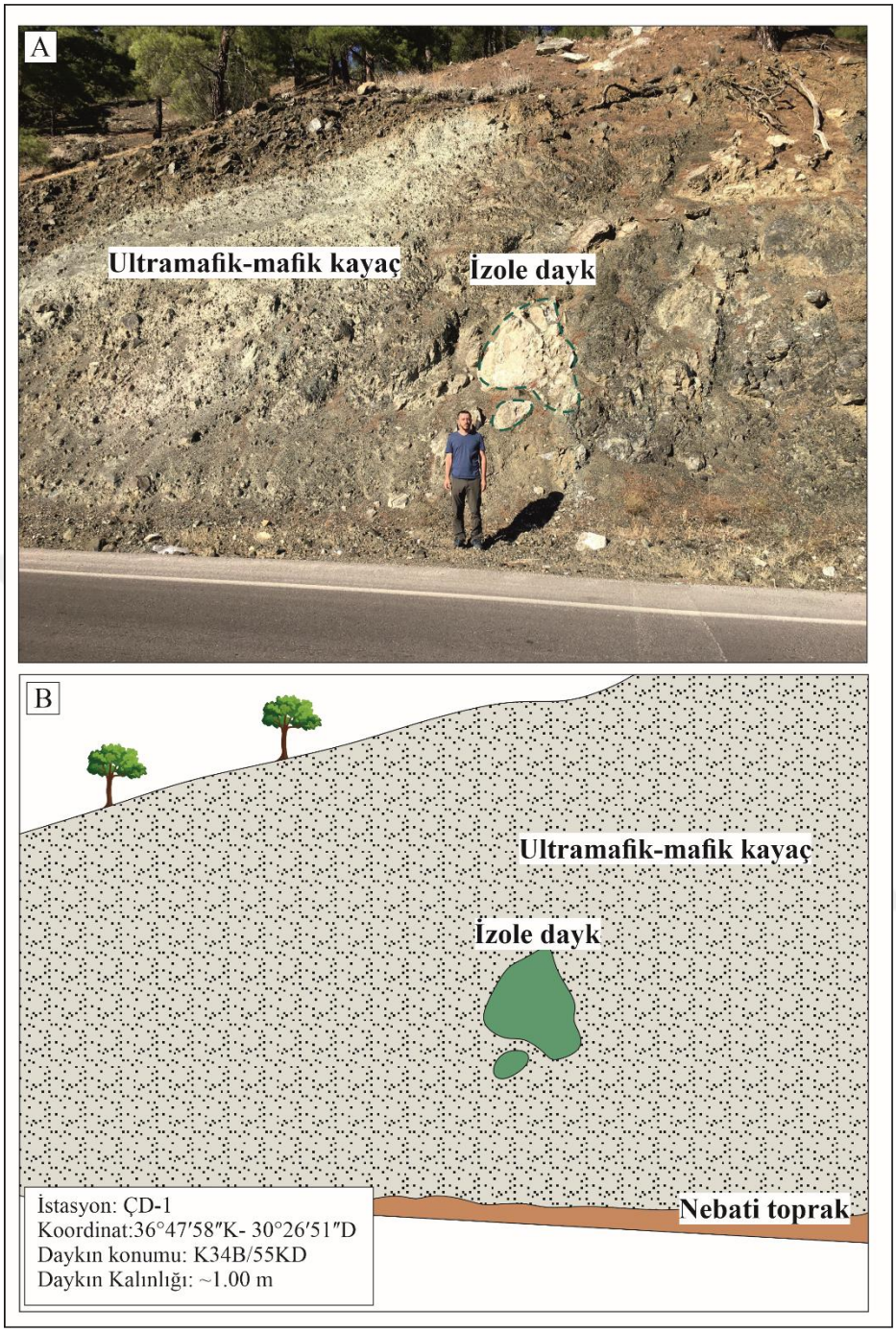
Yarbaşçandır-Kuzca arasında yer alan istasyonda daykın konumu K26B/37KD'dur. 3-4 m kalınlığa sahip dayk beyazımsı-açık grimsi renktedir. Kırıklı-çatlaklı yapı gösteren daykın genişliği 5-6 metredir. Daykın sokulum yaptığı ana kayaçlar ise alterasyona bağlı olarak yeşilimsi renkte gözlenmiştir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. a) Yarbaşçandır-Kuzca arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Yarbaşçandır-Kuzca arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çitdibi 1 (ÇD-1)

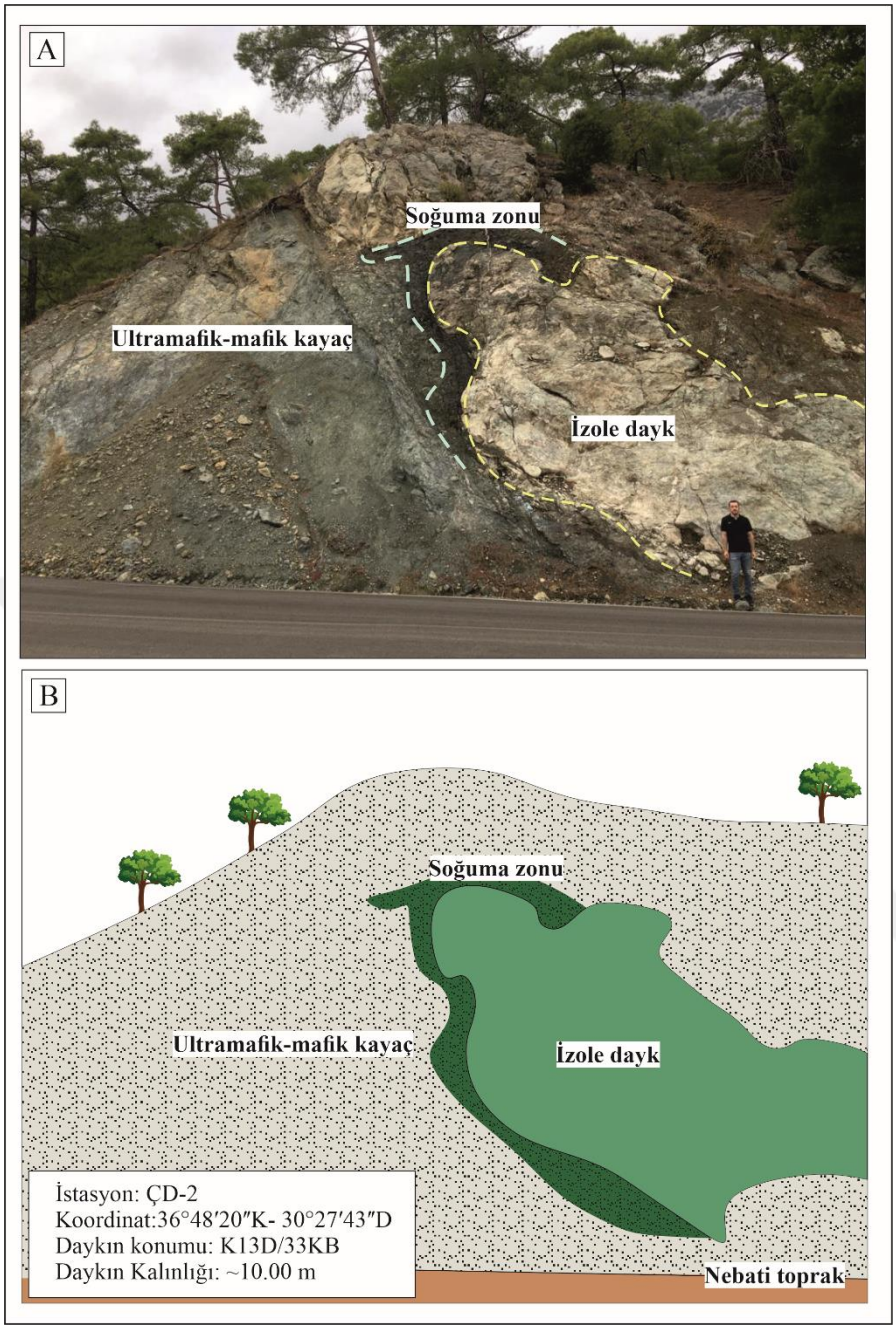
Çitdibinin kuzeybatısında yer alan beyazımsı-sarımsı renkte olan daykın kalınlığı yaklaşık 1.5 m'dir. K34B/55KD konumlu daykın genişliği de yaklaşık 1.5 m'dir. Ultramafik-mafik kayaçların dayka göre daha koyu renkli olduğu ve alterasyona bağlı olarak yeşilimsi renge sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. a) Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çitdibi 2 (ÇD-2)

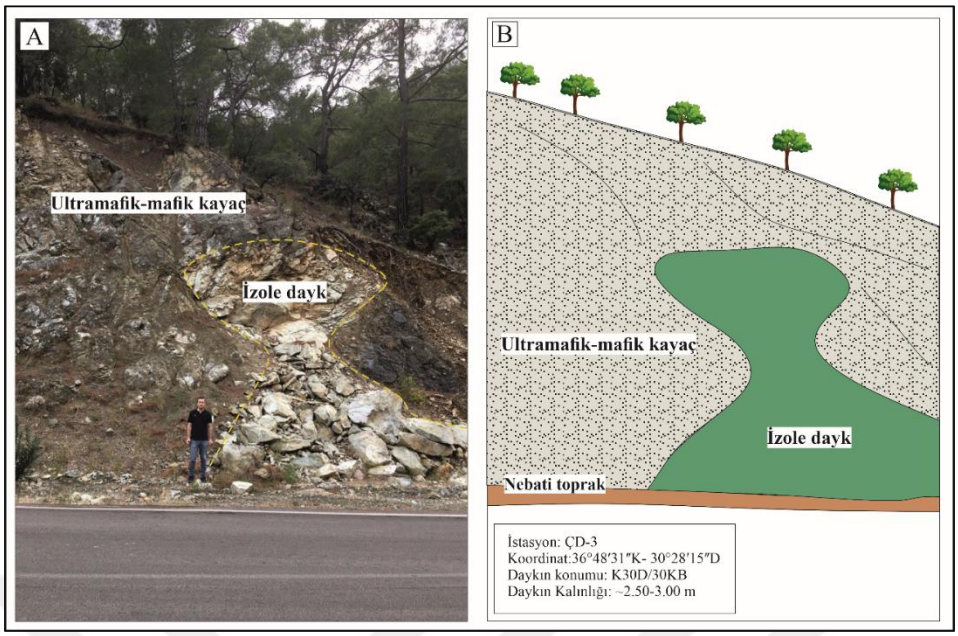
Çitdibi mahallesi ile Çakırlar mahallesi arasında yer alan daykın konumu K13D/33KB'dır. Açık sarımsı-beyazımsı renkte olan daykın kalınlığı 10 m'ye kadar çıkmaktadır. Ana kayaçlar ise koyu yeşilimsi renkte olup; kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir. Bu istasyonda, daykın sokulum yaptığı alanda soğuma zonu gelişmiştir. Soğuma zonu koyu grimsi-siyahımsı renkte olup 50-70 cm arasında kalınlığa sahiptir (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. a) Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Çakırlar mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çitdibi 3 (ÇD-3)

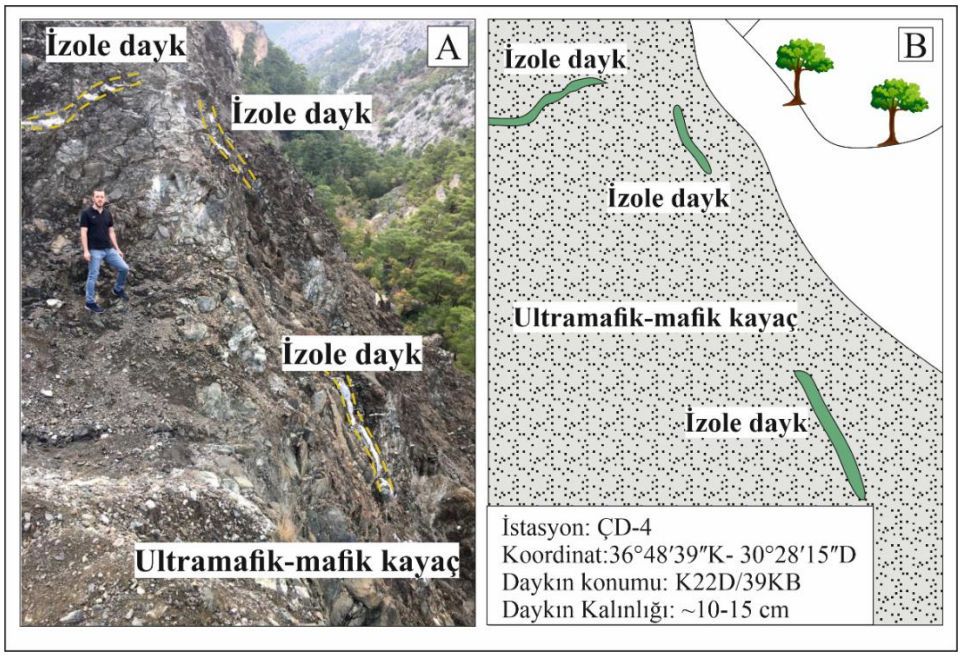
Çitbidi mahallesinin kuzeydoğusunda yer alan istasyonda daykın rengi açık sarı-beyazdır. K30B/30KD konumlu daykın kalınlığı 2.5-3 m arasında değişmektedir. Daykın kestiği kayaçlar ise koyu grimsi renkte olup; alterasyondan dolayı kırıklı-çatlaklı bir yapı göstermektedir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. a) Çitbidi mahallesinin kuzeydoğusunda yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitbidi mahallesinin kuzeydoğusunda yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

Çitdibi 4 (ÇD-4)

Çitdibi-Hacısekililer mahalleleri arasında bulunan istasyonda birden fazla dayk bulunmaktadır. Daykların kalınlıkları 15-25 cm arasında değişmektedir. Açık gri-beyaz renkli daykların konumu K22D/39KB'dır. Ana kayaçlar koyu gri-siyah renkli olup; kırıklı-çatlaklı bir görünümdedir (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. a) Çitdibi-Hacısekililer mahalleleri arasında yer alan daykın arazi görünümü; **b)** Çitdibi-Hacısekililer mahalleleri arasında yer alan daykın şematik arazi ilişkileri

4.2. Petrografik Özellikler

Arazi çalışmaları sonucunda, Antalya Kompleksi'nde Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan Tekirova ofiyolitine ait ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçları kesen izole dayklardan alınan, bölgenin petrografik özelliklerini en iyi şekilde yansıtacak 34 (otuz dört) adet örnekten yapılan mineralojik ve petrografik incelemeler ile 3 (üç) adet kayaç türü tespit edilmiştir:

Ana Kayaçlar (Çizelge 4.3)

1- Serpantinit
2- Gabro

İzole Dayklar (Çizelge 4.4)

1- Diyabaz

Çizelge 4.3. Araziden alınan ana kayaç türleri

Örnek No	**Kayaç türü**
TT-2a	Serpantinit
OK-1a	
KU-2a	Gabro
ÇD-3a	
ÇY-2a	
YA-3a	
KM-1a	

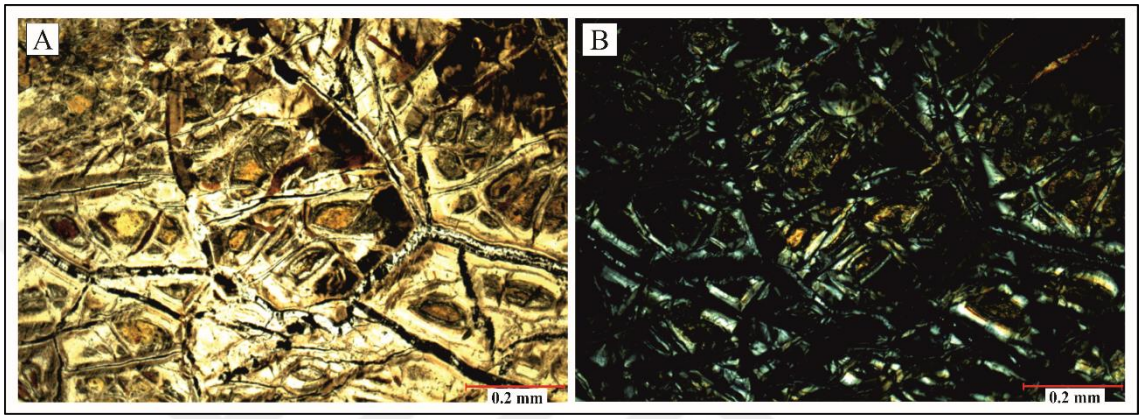
Çizelge 4.4. Araziden alınan dayk türleri

Örnek No	**Kayaç türü**	**Örnek No**	**Kayaç türü**
ÇY-2	Diyabaz	AD-3	Diyabaz
OK-1		KM-2	
AD-5		TT-2	
KM-1		TT-3	
AD-6		AY-1	
GO-1		AD-4	
ÇY-1		YA-2	
KU-1		YA-3	
KU-2		KR-1	
KU-3		ÇD-1	
ÇA-1		ÇD-3	
ÇA-2		ÇD-4	
AD-1		KA-1	
AD-2			

4.2.1. Ana Kayaçlar (Ultramafik-Mafik kayaçlar)

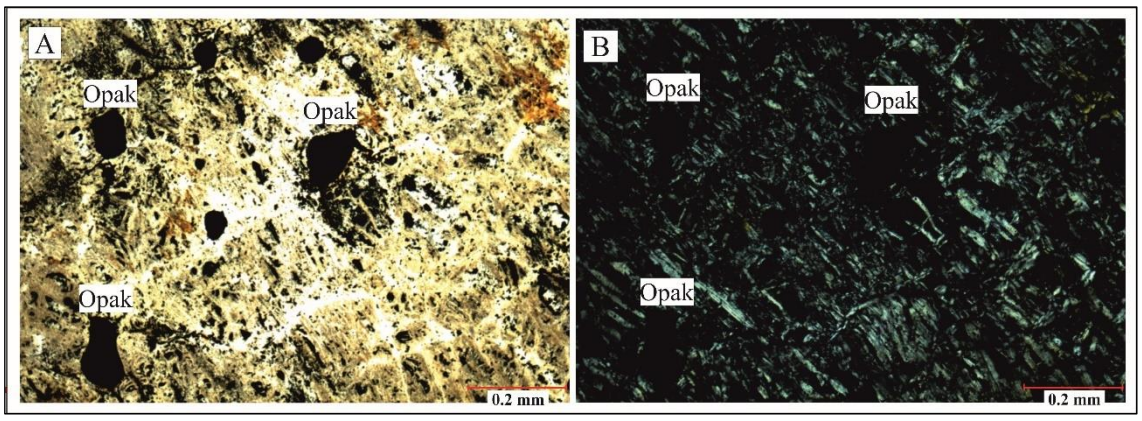
Serpantinit

Ultramafik-mafik kayaçları oluşturan olivin, piroksen gibi minerallerin alterasyonu sonucu oluşan kayaçlardır. Serpantinleşme nedeniyle bu minerallere ancak kayaçlar içerisinde relik(t)ler halinde rastgelinmektedir. Serpantinit bileşimi gösteren kayaçlarda tipik olarak ağ/elek dokusu gelişmiştir (Şekil 4.51). Serpantinitlerde rutiller ve Fe (demir) açığa çıkmasına bağlı olarak opaklaşmalar gözlenmiştir.



Şekil 4.51. Serpantinitlerde gözlenen ağ/elek doku (4x; Örnek No: KU-2a) **a)** Tek nikol; **b)** Çift nikol

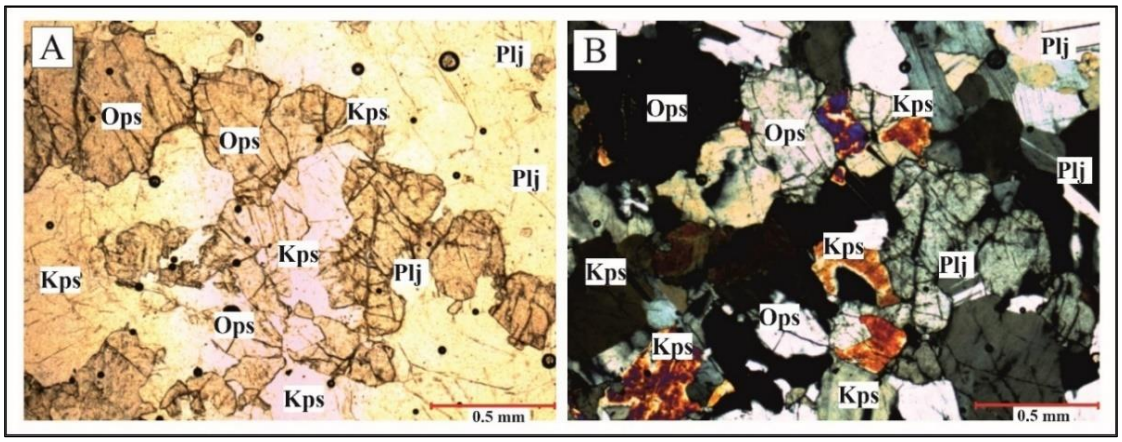
Serpantinitlerde yer alan opak minerallerde (Şekil 4.52) özşekilli ve genellikle eş boyutlu olması nedeniyle manyetit olarak tanımlanmıştır.



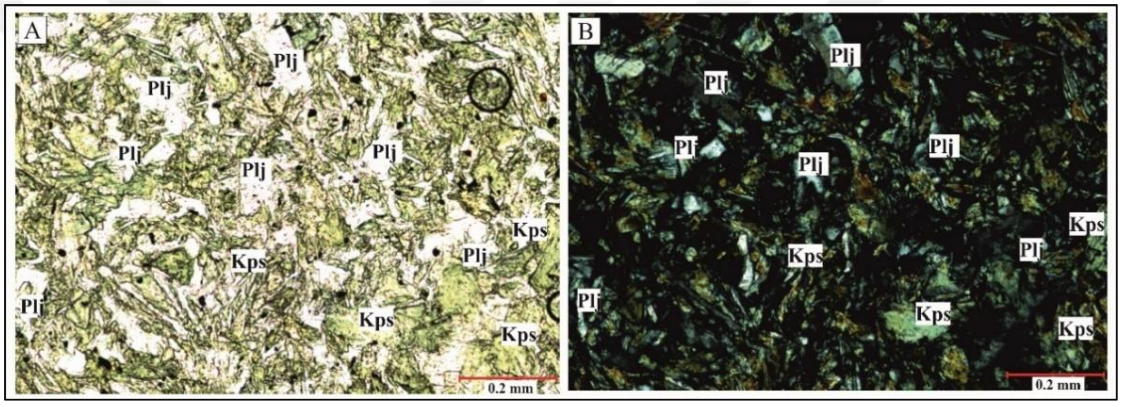
Şekil 4.52. Serpantinitler içerisinde yer alan opak mineraller (4x; Örnek No: ÇD-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol

Gabro

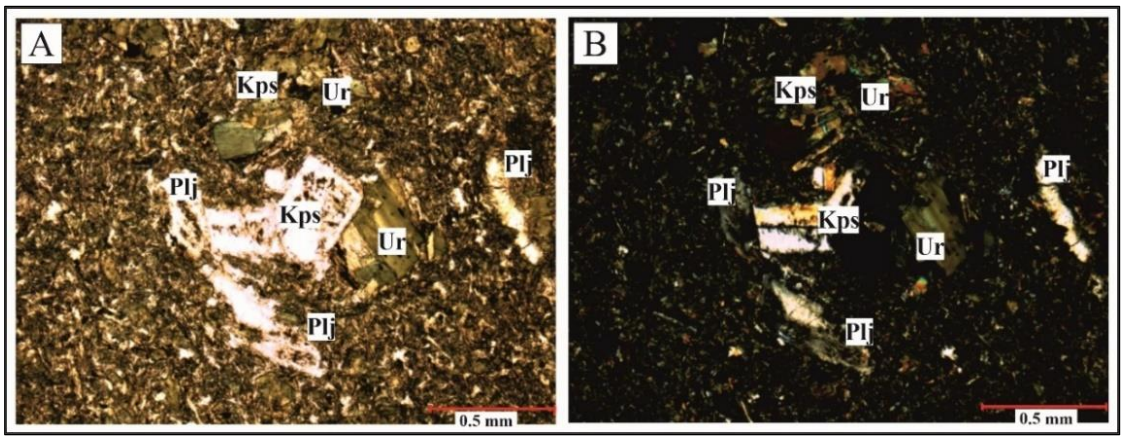
Holokristalen (Şekil 4.53), ofitik/subofitik (Şekil 4.54) ve glomeroporfirik (Şekil 4.55) doku gösteren gabrolar, klinopiroksen, plajiyoklaz ve eser miktarda ortopiroksen ve opak mineraller içermektedir.



Şekil 4.53. Gabrolarda gözlenen holokristalen doku (4x, Örnek no: YA-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Ops: ortopiroksen; Plj: plajiyoklaz)



Şekil 4.54. Gabrolarda gözlenen ofitik/subofitik doku (4x; Örnek No: KM-1a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz)



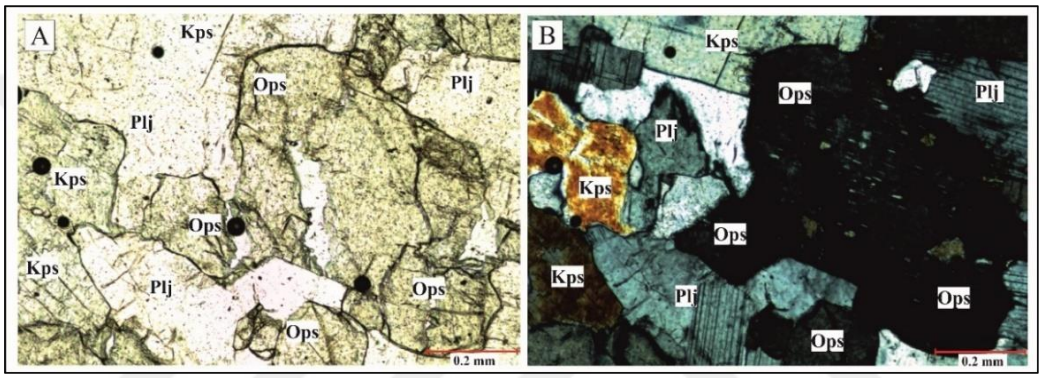
Şekil 4.55. Gabrolarda gözlenen glomeroprofirik doku ve klinopiroksenlerdeki uralitleşme (4x, Örnek No: KM-1a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz; Ur: Uralitleşme)

Gabrolar içerisinde bulunan klinopiroksenler, yarı özşekilli-özşekilsiz ve orta-iri tanelidir. Bu mineraller genellikle renksiz ve ikinci dizinin canlı girişim renklerini

gösterirler. Tek yönde dilinimli ve yer yer basit ikizlenmeli klinopiroksenler, eğik sönme göstermektedir. Bu minerallerin kenar ve dilinim yüzeylerinden itibaren uralitleşmeye başladığı (Şekil 4.55) ve yer yer serpantinleşmeye uğradığı gözlenmiştir.

Gabrolar içerisinde bulunan plajiyoklazlar ise yarı özşekilli-özşekilli ve prizmatik olarak gözlenmektedir ve tipik polisentetik ikizlenme göstermektedir. Ayrıca, bu minerallerde sossuritleşmeye başladığı görülmektedir.

Gabro içerisinde eser miktarda bulunan ortopiroksenler, orta-iri taneli ve yarı özşekilli-özşekilli olarak bulunmaktadır ve genellikle taze bir görünüme sahiptirler. Yer yer eksolüsyon dokusuna sahip ortopiroksenlerde (Şekil 4.56) tek yönlü dilinim gözlenmiştir. Ayrıca, gabro içerisinde yarı özşekilli-özşekilli opak mineraller ve uralitik damarlarda gözlenmektedir.

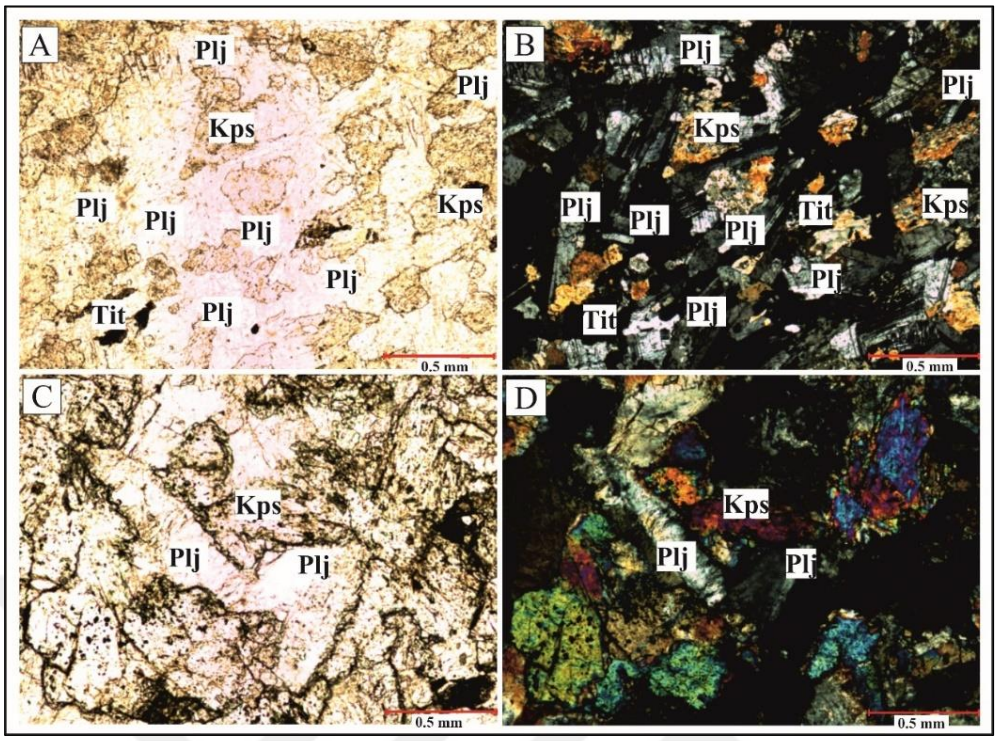


Şekil 4.56. Gabroların içerisinde yer alan ortopiroksenlerde gözlenen eksolüsyon dokusu (4x, çift nikol; Örnek No: YA-3a) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Ops: ortopiroksen; Plj: plajiyoklaz)

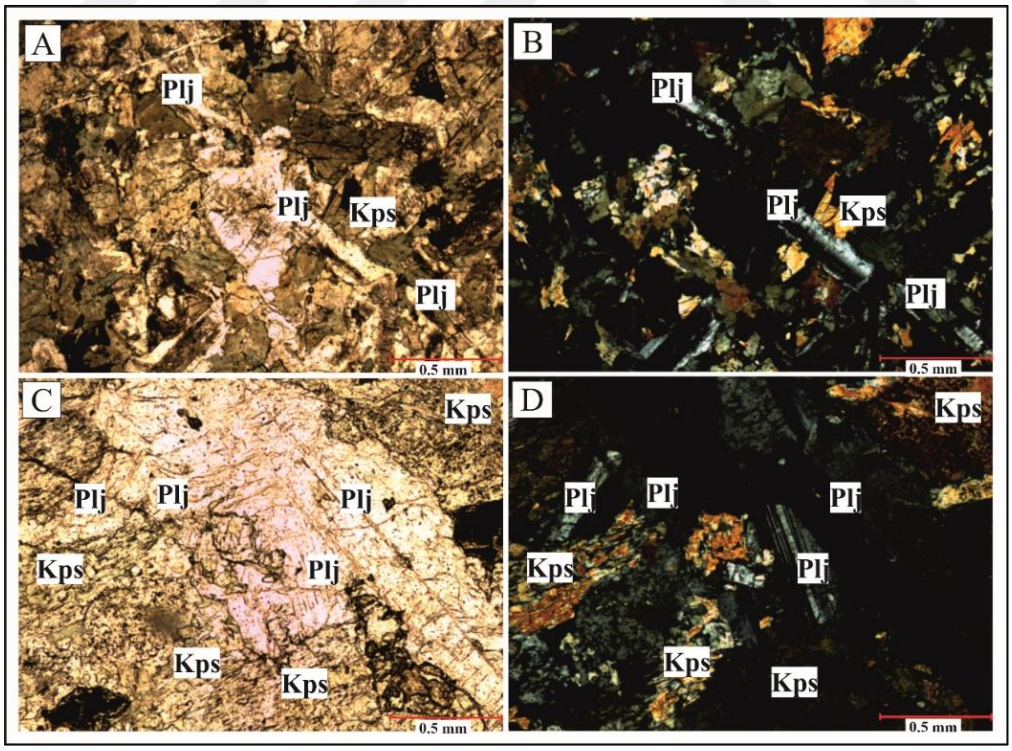
4.2.2. İzole dayklar

Diyabaz

Ofitik/subofitik (Şekil 4.57a, b), intersertal (Şekil 4.57c, d) ve intergranüler dokuya (Şekil 4.58) sahip diyabazlarda, klinopiroksen, plajiyoklaz, titanit, eser miktarda rutil ve opak mineraller, ikincil olarak amfiboller, biyotitler ve epidotlar bulunmaktadır.

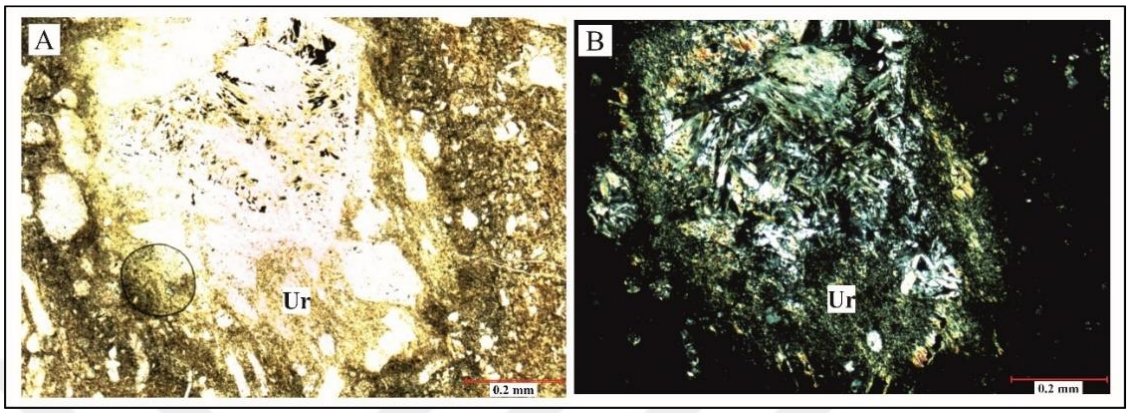


Şekil 4.57. Diyabazlarda gözlenen ofitik/subofitik doku (4x; Örnek No: ÇY-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol, Diyabazlarda gözlenen intersertal doku (10x; Örnek No: KM-2); **c)** Tek; **d)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz; Tit: titanit)

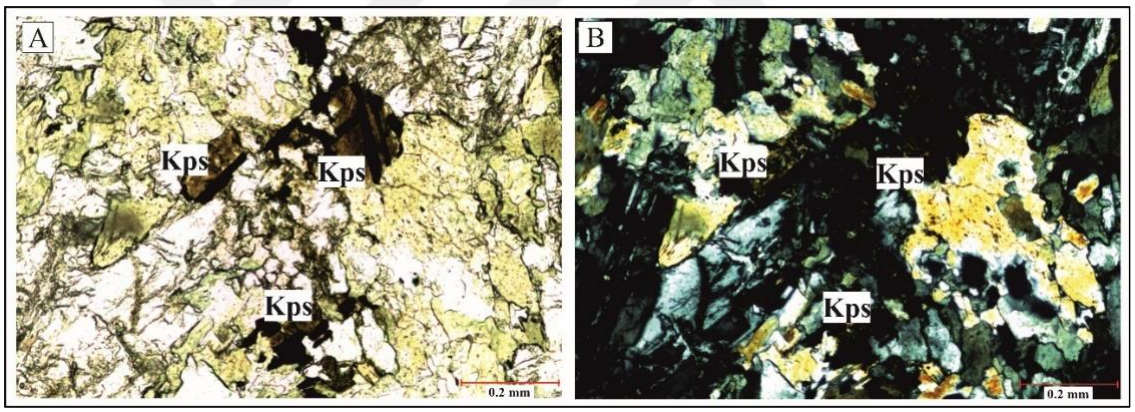


Şekil 4.58. Diyabazlarda gözlenen intergranüler doku (4x; Örnek No: AD-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol; Diyabazlarda gözlenen intergranüler doku (10x, çift nikol; Örnek No: ÇY-1) **c)** Tek; **d)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen; Plj: plajiyoklaz)

Diyabazlar içerisinde yer alan klinopiroksenler genellikle orta tanelidir. Yarı özşekilli bir görünüme sahip klinopiroksenler yer yer porfiritik bir özellik göstermektedir. Tek yönde dilinimli, yer yer dilinimsiz ve basit ikizlenme gösteren klinopiroksenlerin uralitleşmeye (Şekil 4.59), serpantinleşmeye ve opaklaşmaya (Şekil 4.60) maruz kaldığı görülmektedir.

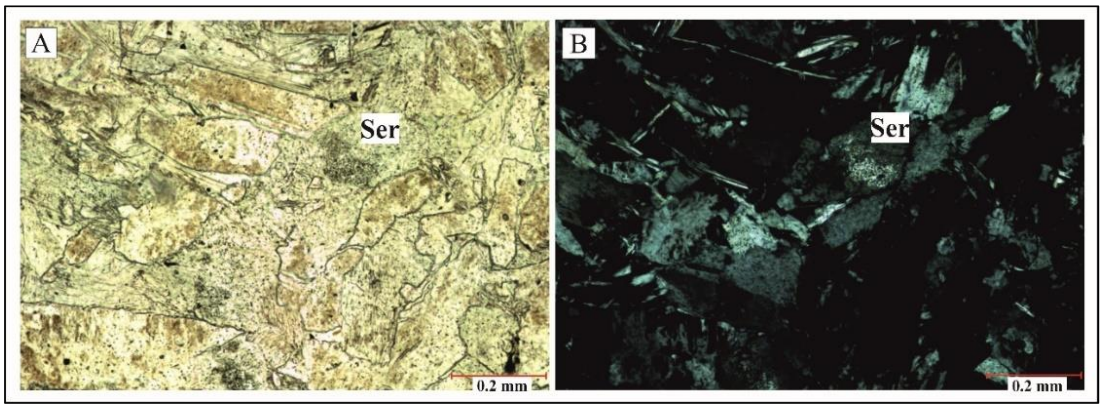


Şekil 4.59. Diyabazların içerisinde yer alan klinopiroksenlerde gözlenen uralitleşme (4x, çift nikol, Örnek No: KR-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ur: uralitleşme)

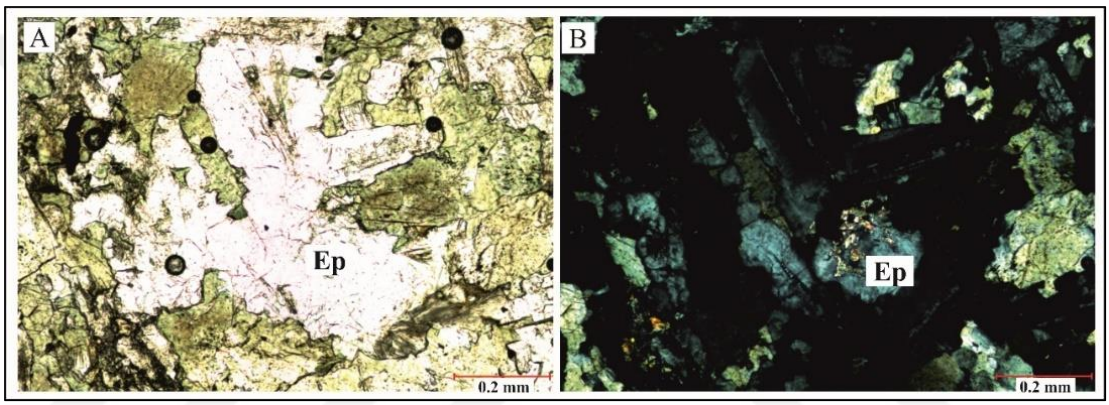


Şekil 4.60. Diyabazların içerisinde yer alan klinopiroksenlerde gözlenen opaklaşma (10x, tek nikol; Örnek No: AD-3) **a)** Tek, **b)** Çift nikol (Kps: klinopiroksen)

Diyabazlar içerisinde, yarı prizmatik-prizmatik olarak gözlenen plajiyoklazlar, polisentetik ikizlenme göstermektedir. Bazı örneklerde plajıyoklazların yer yer zonlanma gösterdiği ve çekirdekten (merkezden) itibaren killeşmeye başladığı gözlenmiştir. Ayrıca, diyabazlar içerisinde yer alan plajiyoklazların serisitleşme (Şekil 4.61), epidotlaşma (Şekil 4.62), sossuritleşme ve karbonatlaşma gibi alterasyonlara da maruz kaldığı gözlenmiştir.

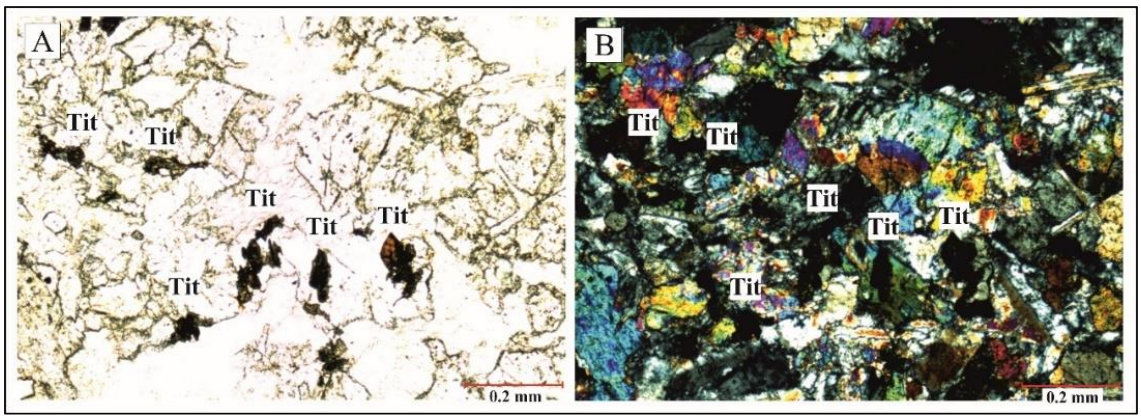


Şekil 4.61. Plajiyoklazların serisitleşmesi (10x; Örnek No: ÇA-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ser: serisitleşme)



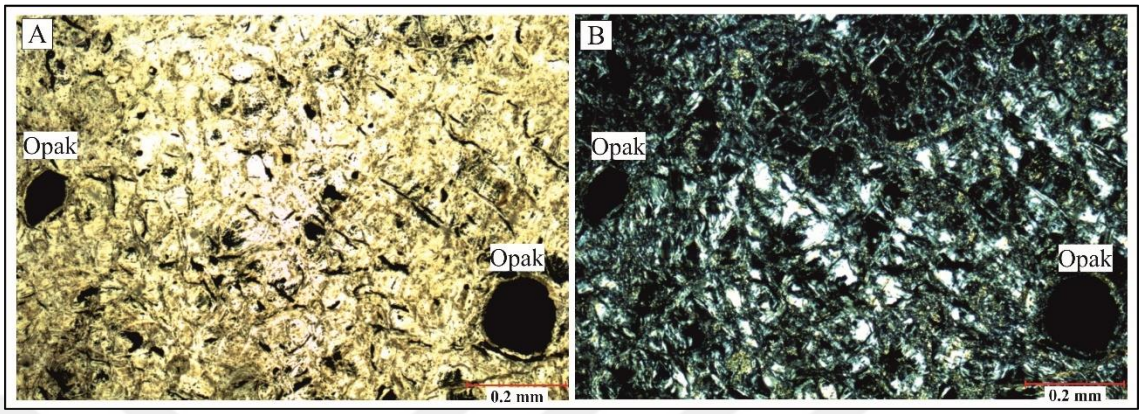
Şekil 4.62. Diyabazlarda yer alan plajiyoklazların epidotlaşması (10x; Örnek No: AD-1) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Ep: epidotlaşma)

Yüksek optik engebeye sahip titanitler, diyabazlar içerisinde özşekilli ve özşekilsiz olarak bulunmaktadır. Birincil olanların özşekilli olduğu, ikincil olanların ise özşekilsiz olduğu söylenebilir (Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Diyabazlarda gözlenen yüksek optik engebeye sahip titanitler (10x; Örnek No: KM-2) **a)** Tek; **b)** Çift nikol (Tit: titanit)

Diyabazlar içerisinde eser miktarda bulunan opak minerallerin özşekilli ve eş boyutlu olması nedeniyle manyetit olduğu söylenebilir (Şekil 4.64). Kahverengimsi-kırmızısımsı renkte, yüksek optik engebeye sahip olan rutiller, diyabazlar içerisinde orta-iri taneli bir görünüme sahiptirler.



Şekil 4.64. Diyabazlarda yer alan özşekilli manyetitler (4x; Örnek No: KU-3) **a)** Tek; **b)** Çift nikol

Diyabazlarda gözlenen amfibollerin uralitleşme sonucu oluştuğu ve bu kayaçlarda az miktarda yer aldığı görülmektedir. Bu mineraller yeşilimsi-sarımsı renkte ve tek ve çift yönde dilinim gösterirler. Bu kayaçlarda eser miktarda ikincil olarak biyotit minerallere rastlanılmıştır. İkincil epidotlar ise, yer yer yarı özşekilli-özşekilsiz olarak bulunmaktadır ve yüksek optik engebelidirler. Agregalar halinde ve yer yer ayrı taneler halinde bulunan ikincil epidotlar canlı girişim renklerine sahiptirler.

4.3. X-ışınları Kırınımı (XRD) ve Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizleri

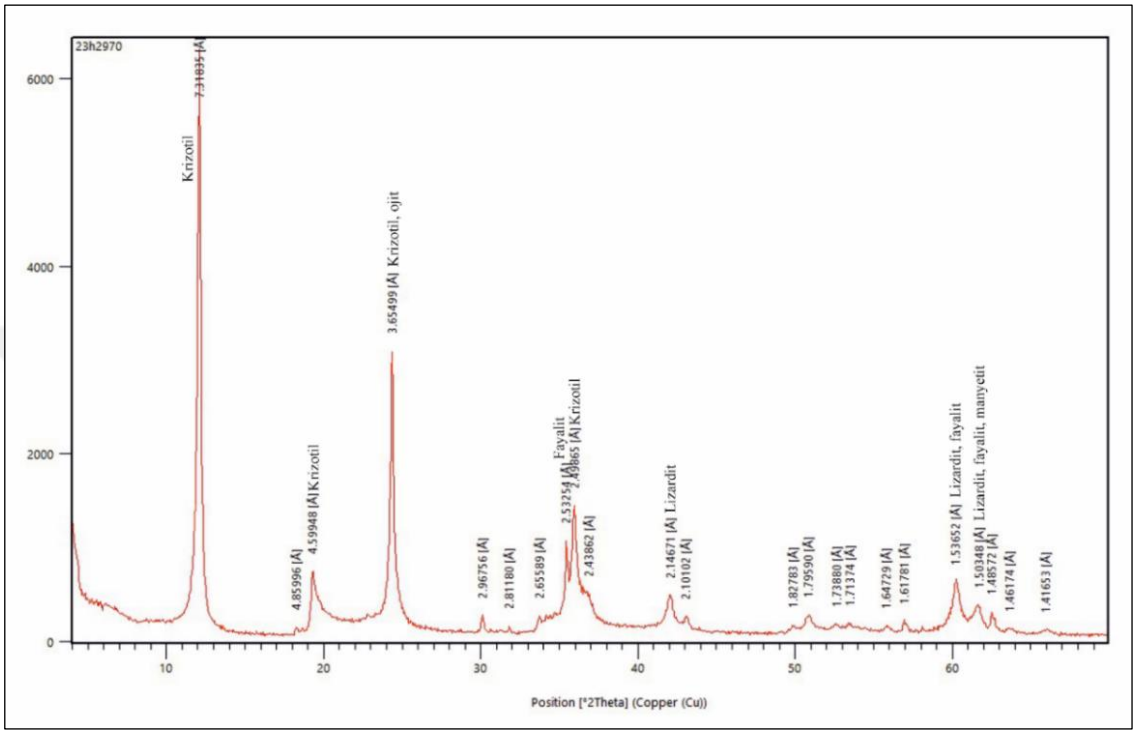
Petrografik incelemeler sonrasında, bazı örneklere XRD ve SEM/EDX analizleri yapılmıştır. XRD analizleri ile X-ışınları yardımıyla atomik düzeyde bilgiler elde edilmektedir. SEM ve EDX analizleri ile kayaçlar içerisinde yer alan minerallerin kimyasal bileşimlerinin tespiti, kristallerin yapısal ve morfoloji özellikleri belirlenmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Ana kayaçların ve diyabaz dayklarının mikroskop, XRD ve SEM sonuçları

Zon	Örnek No Kayaç türü	Analitik teknik	Mineraller	Alterasyon
Tekirova	ÇY-2a Serpantinit	Mikroskop	Klinopiroksen± rutil± opak mineraller	Serpantinleşme
		XRD	Birincil mineraller: Ojit+ fayalit+ manyetit	
			İkincil mineraller: Krizotil+ lizardit	
Gödene	YA-3a Gabro	Mikroskop	Ortopiroksen+ klinopiroksen+ plajiyoklaz± olivin± opak mineraller	Uralitleşme Sossuritleşme Serpantinleşme Kloritleşme
		XRD	Birincil mineraller: Ojit+ enstatit+ labrador	
			İkincil mineraller: Klinoklor+ lizardit+ krizotil+ klinozoisit	
		SEM	Antigorit+ labrador+ magnezyo-hornblend+ diyopsit	
Tekirova	KM-2 Diyabaz	Mikroskop	Klinopiroksen+ plajiyoklaz+ titanit± opak mineraller	Uralitleşme Serisitleşme Serpantinleşme
		SEM	Diyopsit+ titanit+ labrador+ magnezyo-hornblend+ lizardit	
	AD-3 Diyabaz	Mikroskop	Klinopiroksen+ plajiyoklaz± biyotit± opak mineraller	Uralitleşme Serpantinleşme Serisitleşme Sossuritleşme Epidotlaşma Kloritleşme
		XRD	Birincil mineraller: Ojit	
			İkincil mineraller: Klinoklor+ rihterit+ magnezyo-hornblend+ epidot+ prehnit+ lizardit	
	AD-6 Diyabaz	Mikroskop	Plajiyoklaz+ titanit+ klinopiroksen± biyotit± epidot ± opak mineraller	Uralitleşme Serpantinleşme Sossuritleşme Kloritleşme
		XRD	Birincil mineraller: Ojit+ titanit	
			İkincil mineraller: Klinoklor+ klinoziosit+ aktinolit	
		SEM	Aktinolit+ ilmenit+ titanit+ ojit+ labrador+ apatit	
Gödene	TT-3 Serpantinit	Mikroskop	Klinopiroksen+ plajiyoklaz± rutil± hidrogranat± olivin± opak mineraller	Serpantinleşme
		XRD	Birincil mineraller: Olivin+ manyetit	
			İkincil mineraller: Lizardit+ krizotil	
	KA-1 Diyabaz	Mikroskop	Plajiyoklaz± opak mineraller	Karbonatlaşma Sossuritleşme Kloritleşme
		XRD	Birincil mineraller: Diyopsit+ lizardit+ hematit	
			İkincil mineraller: Prehnit+ lizardit+ klinozoisit+ klinoklor	

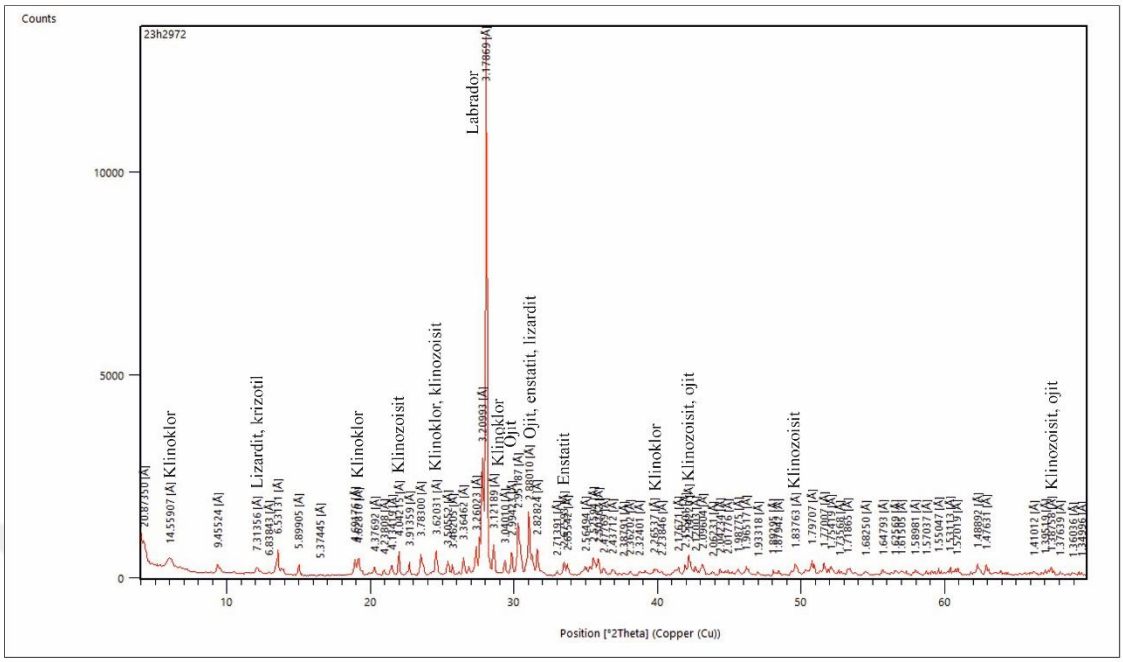
4.3.1. XRD analizleri

Serpantinit ve gabro bileşimi gösteren ana kayaç örneklerinde yapılan XRD analiz sonuçlarına göre; Tekirova Zonuna ait serpantinit örneğinde, serpantinleşme sonucunda oluşan lizardit ve krizotil mineraline, klinopiroksen grubu ojit mineraline, olivin grubu fayalit mineraline ve opak minerallerden manyetit mineraline rastlanılmıştır (Şekil 4.65).



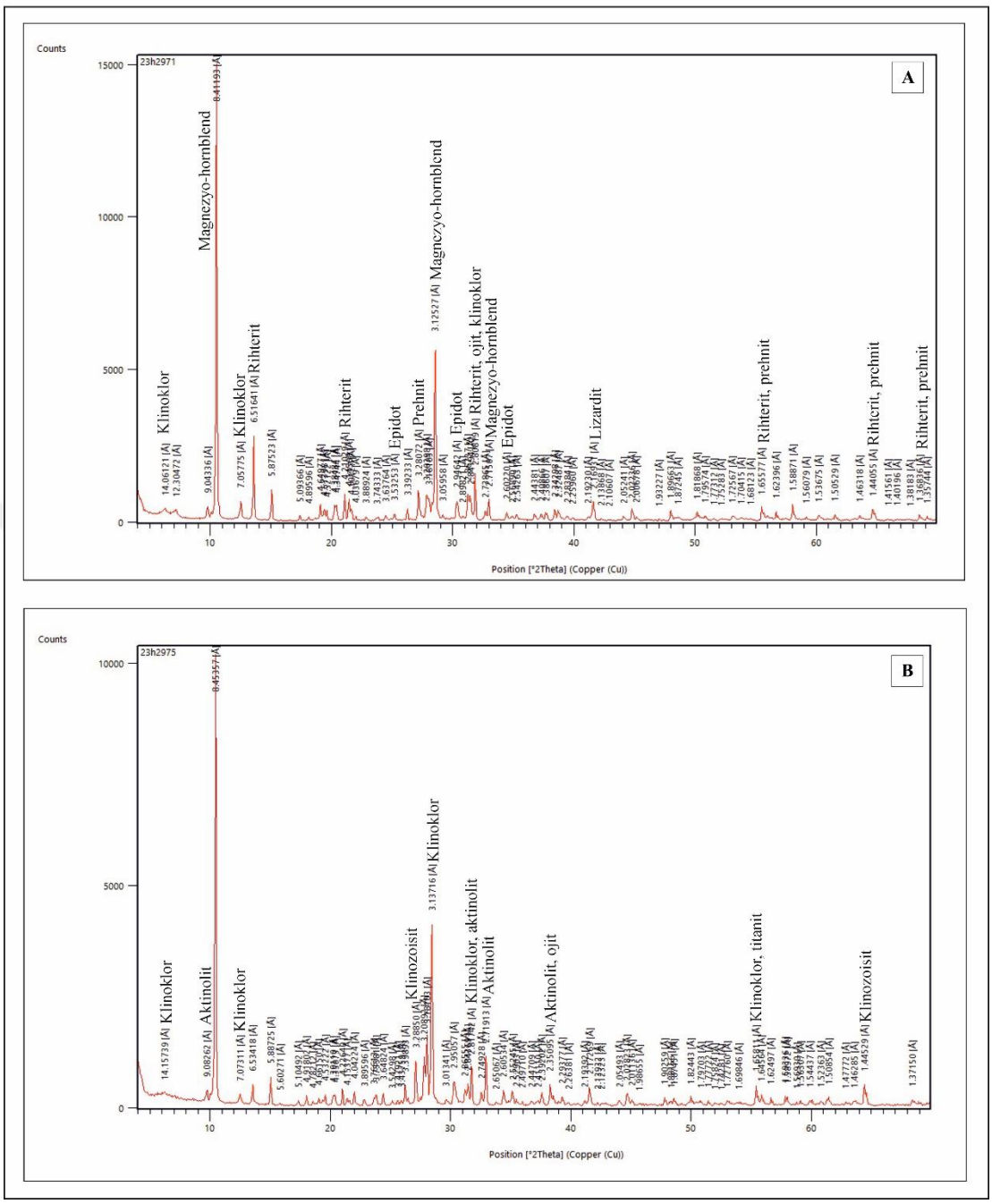
Şekil 4.65. Tekirova Zonuna ait serpantinit (ÇY-2a) örneğinin XRD grafiği

Gödene Zonunda yer alan YA-3a gabro örneğinde klinopiroksen grubu ojit mineraline, ortopiroksen grubu enstatit minerallerine, plajiyoklaz grubu labrador mineraline, serpantinleşme sonucu oluşan lizardit ve krizotil minerallerine, epidot grubu klinozoisit mineraline, klorit grubu klinoklor mineraline rastlanılmıştır (Şekil 4.66).



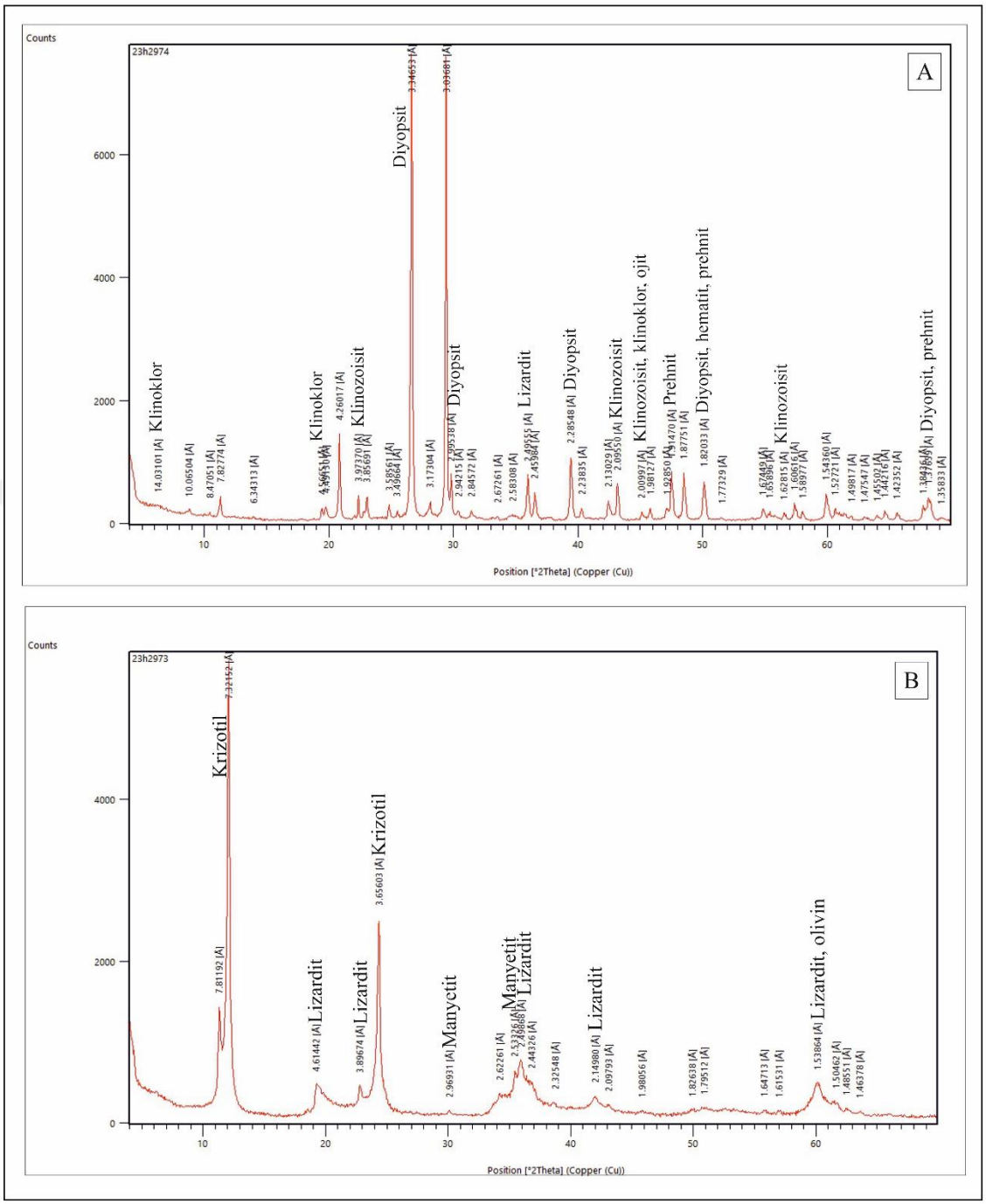
Şekil 4.66. Gödene Zonunda yer alan gabro (YA-3a) örneğine ait XRD grafiği

Tekirova Zonunda bulunan diyabaz dayk örneklerinde klorit grubu klinoklor, amfibol grubu aktinolit, magnezyo-hornblend ve rihterite, klinopiroksen grubundan ojite, serpantin grubu lizardite, epidot grubu epidot ve klinozoisite, oksit grubu titanit, silikatlardan prehnit ve opak minerallerden hematite rastlanılmıştır (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk **a)** AD-3; **b)** AD-6 örneklerinin XRD grafiği

Gödene Zonunda yer alan diyabaz dayk örneklerinde silikatlar grubundan olivin, prehnit, ortopiroksenler grubundan diyopsit, klorit grubu klinoklor, epidot grubu klinozoisit, serpantin grubundan lizardit ve krizotil, opak minerallerden manyetit ve hematit bulunmaktadır (Şekil 4.68).



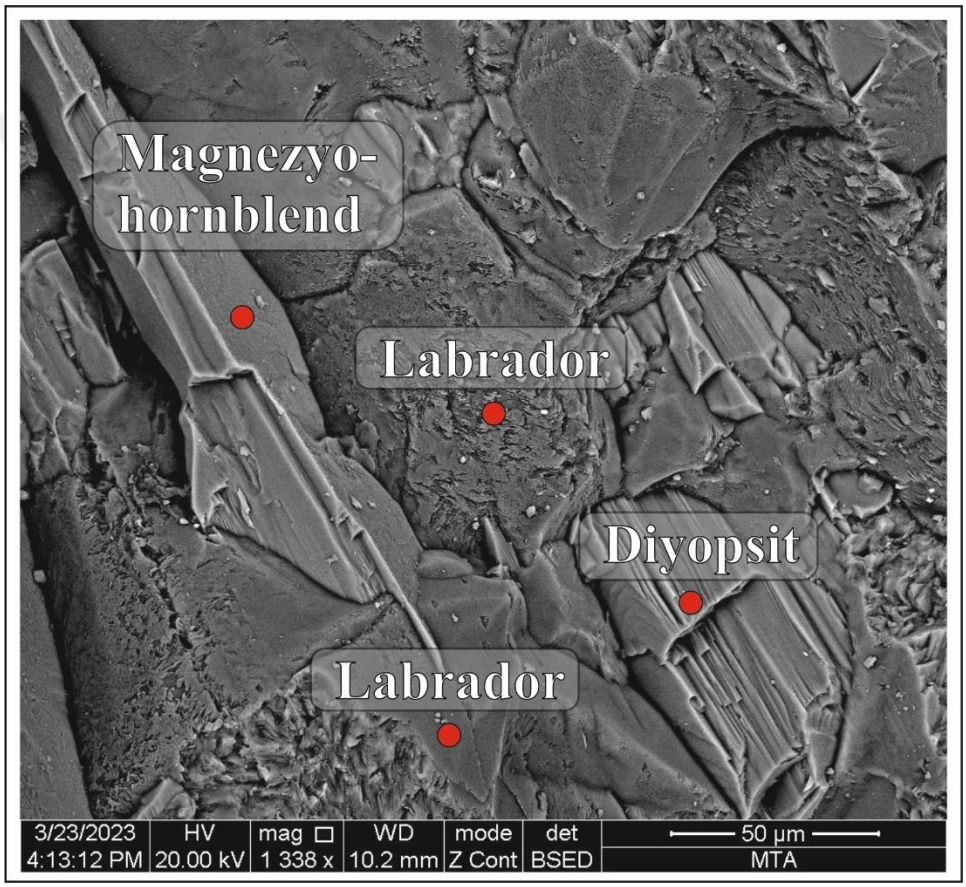
Şekil 4.68. a) Gödene Zonunda bulunan diyabaz dayk örneğinin (KA-1) XRD grafiği; **b)** Diyabazın serpantinleşmesi sonucu oluşan serpantinit örneğinin (TT-3) XRD grafiği

4.3.2. SEM ve EDX analizleri

Gödene Zonunda yer alan Yarbaşçandır mahallesine yakın bir bölgede yer alan YA-3 istasyonuna ait ana kayaç (gabro) örneğinin SEM ve EDX analizleri yapılmıştır (EK-1). Bu analizler sonucunda, antigorit, labrador, magnezyo-hornblend ve diyopsit minerallerine rastlanılmıştır (Çizelge 4.6) (Şekil 4.69)

Çizelge 4.6. Gödene Zonunda yer alan gabro örneğinin (YA-3a) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları

Mineral	Si	O	Al	Fe	Mg	Ca	Na
Diyopsit	25.94	40.97	1.45	3.51	12.01	16.11	
Labrador	20.35	45.17	18.15	1.05	1.61	8.53	5.13
Magnezyo -hornblend	22.24	45.60	2.78	3.51	11.95	11.53	2.40

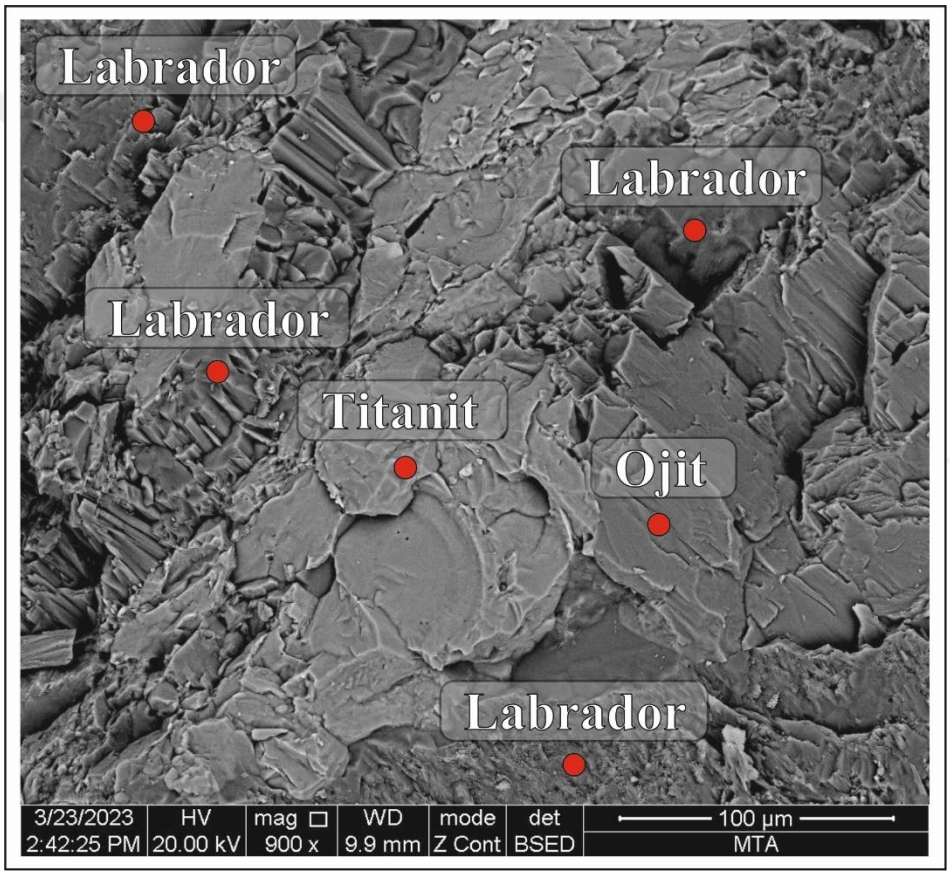


Şekil 4.69. Gödene Zonunda yer alan gabro örneğinin (YA-3a) SEM görüntüsü

Tekirova Zonunda yer alan Kemer ilçesine yakın bir bölgede yer alan KM-2 istasyonuna ait örnekte SEM ve EDX analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, diyopsit, titanit, labrador, magnezyo-hornblend ve lizardit minerallerine rastlanılmıştır (Çizelge 4.7) (Şekil 4.70).

Çizelge 4.7. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları

Mineral	**Si**	**O**	**Ti**	**Al**	**Fe**	**Mg**	**Ca**	**Na**
Ojit	24.88	43.63		1.04	1.77	12.12	16.57	
Labrador	21.10	43.93		19.22	0.39		10.25	5.12
Titanit	14.71	43.59	19.92	1.36	0.38		20.05	

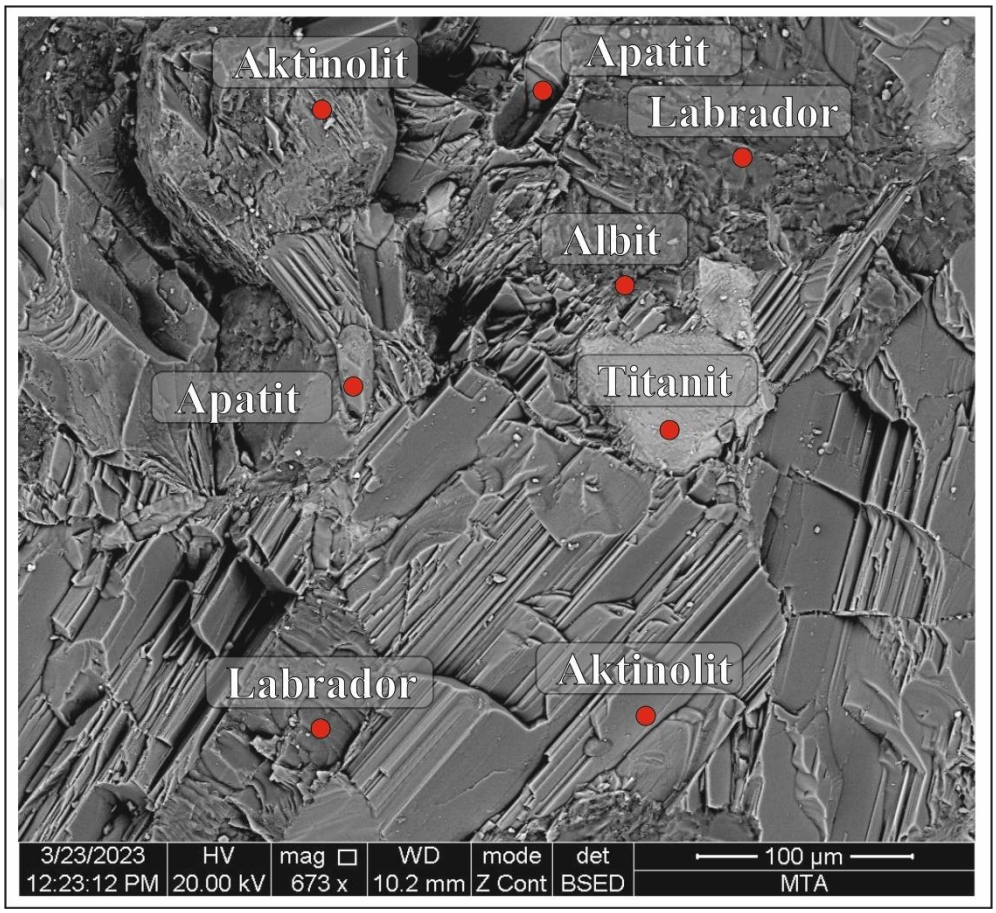


Şekil 4.70. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) SEM görüntüsü

Tekirova Zonunda yer alan Adrasan sahil kesiminden alınan AD-6 istasyonuna ait örnekte SEM ve EDX analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda, aktinolit, labrador, ilmenit, titanit, ojit ve apatit minerallerine rastlanılmıştır (Çizelge 4.8) (Şekil 4.71).

Çizelge 4.8. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6) EDX yarı nicel kimyasal analiz sonuçları

Mineral	Si	O	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	Cl	F
Aktinolit	22.53	40.54	0.56	5.12	11.32		9.24	7.25	3.44			
Labrador	28.89	40.25		16.62	0.25			7.06	6.94			
Titanit	3.68	27.00	27.30	1.54	30.48	2.39	1.80	1.82	3.82			
Apatit	0.60	37.53		0.51	0.45					19.49	0.53	2.94



Şekil 4.71. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6) SEM görüntüsü

4.4. Mineral Kimyası

Kayaçları oluşturan minerallerin kimyasal adlandırılması, kimyasal bileşimlerindeki farklılıklar ve bunlara bağlı olarak oluşumlarında etkin olan süreçlerin belirlenmesi amacıyla Tekirova ve Gödene zonlarından seçilen örneklerden elektron mikroprob (EPMA) çalışmaları yapılmıştır.

Elektron mikroprob analizleri (EPMA), ana kayaç ve diyabaz daykları oluşturan plajiyoklaz, klinopiroksen, amfibol, ortopiroksen, titanit ve Fe-Ti oksitler üzerine yapılmış (Çizelge 4.9) ve analizlerin gerçekleştirildiği minerallerin element içerikleri yüzde (% ağırlık) olarak verilmiştir. Elde edilen analiz verilerin göre minerallerin

sınıflandırılması yapılmış, kimyasal bileşimindeki farklılık ve bunlara bağlı olarak oluşumlarında etkin olan süreçler belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Tekirova ve Gödene zonlarına ait örneklerde yapılan nokta analiz sayıları

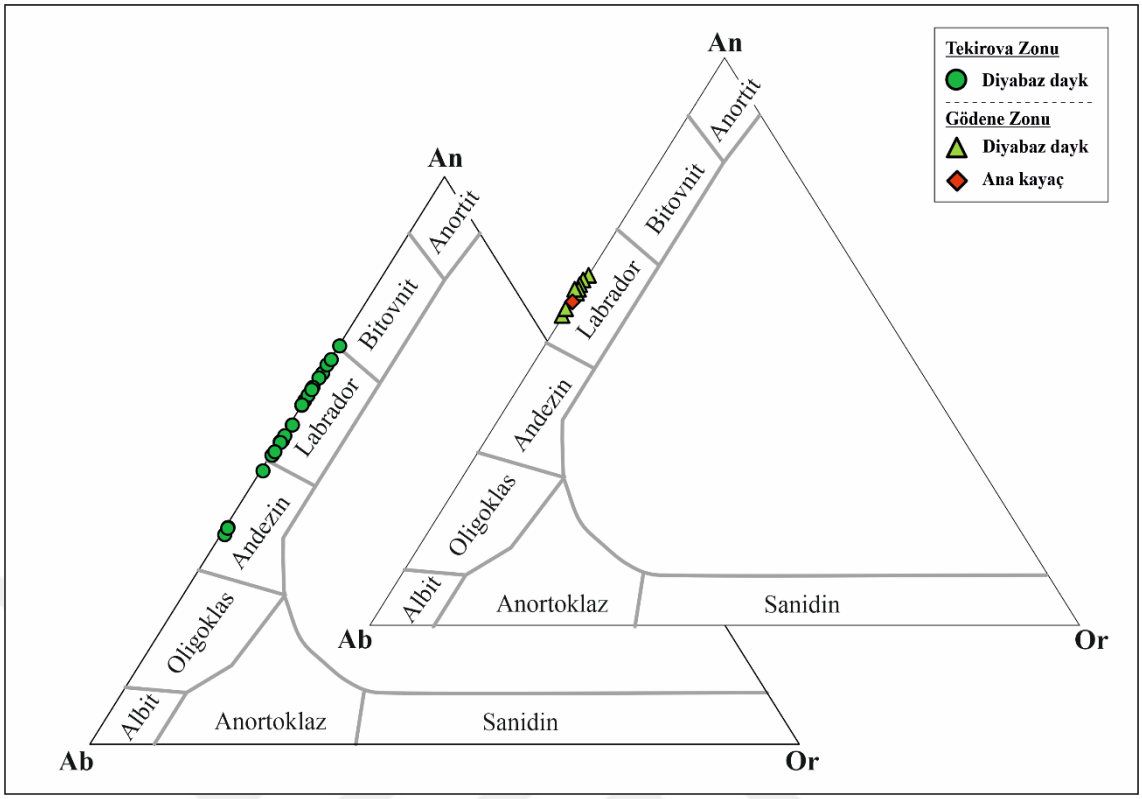
Zon	Örnek No	Plajiyoklaz	Klinopiroksen	Amfibol	Ortopiroksen	Titanit	Fe-Ti oksit
Tekirova	AD-6	9	-	10	-	2	-
	ÇY-1	10	13	-	-	4	6
	KM-1	11	-	14	-	-	4
	KM-2	5	4	-	-	2	-
Gödene	YA-3a	-	5	-	4	-	-
	ÇA-1	10	-	11	-	-	-

4.4.1. Minerallerin sınıflandırılması

Elektron mikroprob analizlerinden elde edilen veriler yardımıyla Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ana kayaçların ve izole diyabaz dayklar içerisindeki minerallerin sınıflandırılması yapılmıştır.

4.4.1.1. Plajiyoklaz

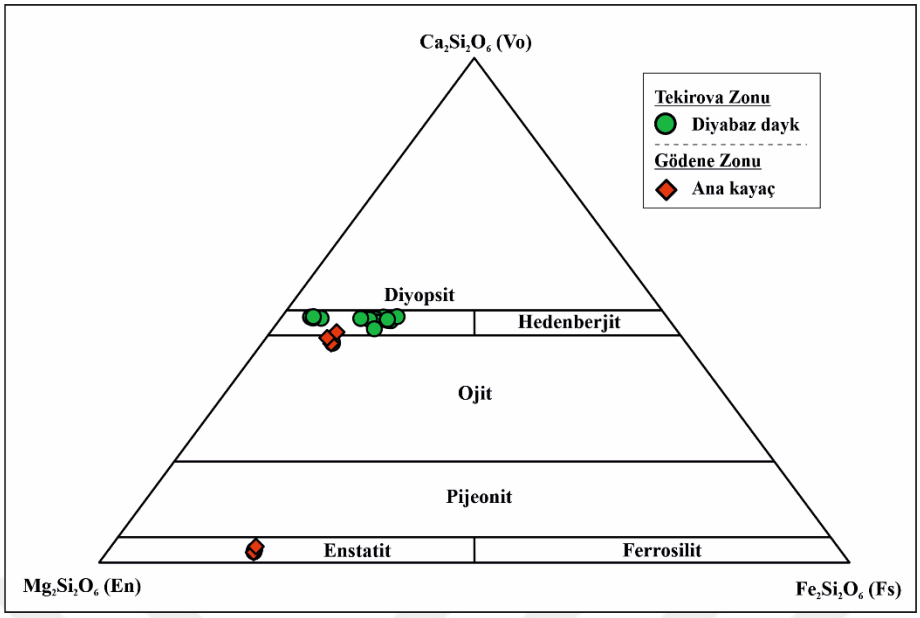
Tekirova Zonuna ait diyabaz dayklarda ve Gödene Zonuna ait ana kayaç ve diyabaz daykta bulunan plajiyoklazların bileşimleri ve bu minerallerin anortit-albit-ortoklaz (An-Ab-Or) içerikleri hesaplanmıştır (EK-3). Tekirova Zonuna ait örneklerde yer alan plajiyoklazların genellikle labrador bileşimine sahip olduğu, bazı plajiyoklazların ise andezin bileşimine sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.72). Gödene Zonuna ait örneklerde ise diyabaz dayk ve ana kayaç örneklerinde yer alan plajiyoklazların labrador bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.72). Tekirova Zonuna ait örneklerde plajiyoklazların anortit içerikleri 16.98-70.16, albit içerikleri 29.71-76.67, ortoklaz içerikleri 0.00-0.74 arasında değişmektedir. Gödene Zonuna ait örneklerde ise plajiyoklazların anortit içerikleri 59.72-66.83, albit içerikleri 33.16-40.28, ortoklaz içerikleri 0.00-0.17 arasında değişmektedir.



Şekil 4.72. Tekirova ve Gödene zonlarına ait kayaçlarda yer alan plajiyoklazların Or-Ab-An diyagramı (Deer vd. 1992'den değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: Ab: Albit; An: Anortit; Or: Ortoklaz)

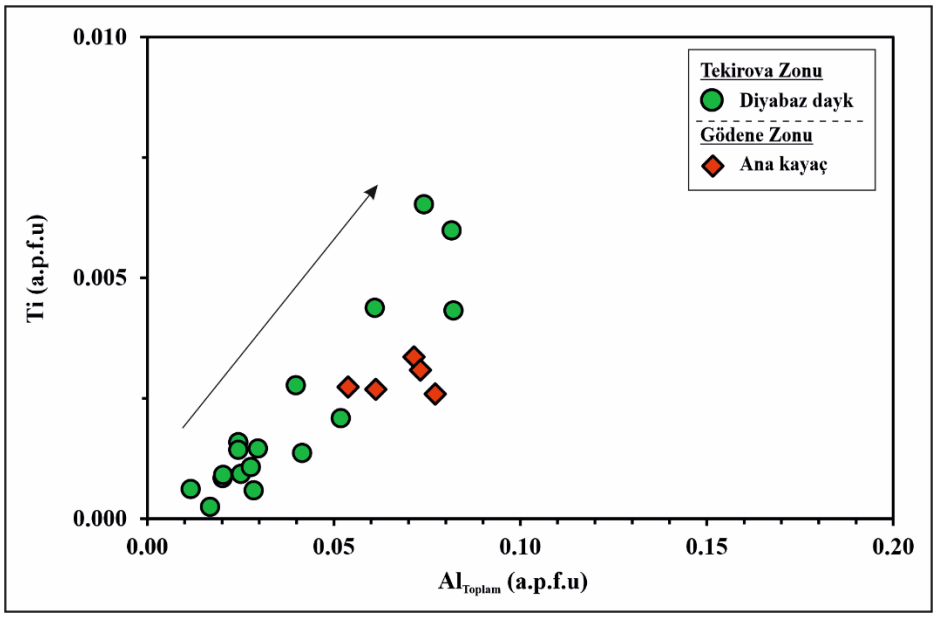
4.4.1.2. Klinopiroksen ve ortopiroksen

Ana kayaçlarda ve diyabaz dayklarda bulunan klinopiroksen ve ortopiroksenler üzerinde mineral kimyası analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen analiz sonuçlarına göre vollastonit (Vo)-enstatit (En)-ferrosilit (Fs) değerleri hesaplanmıştır (EK-3). Vo-En-Fs diyagramına göre (Şekil 4.73), Tekirova Zonuna ait diyabaz dayklarda bulunan klinopiroksenlerin diyopsit bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Gödene Zonuna ait ana kayaçta yer alan klinopiroksenin de diyopsit bileşimli olduğu, ortopiroksenlerin ise enstatit bileşiminli olduğu belirlenmiştir. Diyabaz dayklarda ve ana kayaçta yer alan klinopiroksenlerin Vollastonit içerikleri 45.78-48.49 arasında, enstatit içerikleri 35.56-47.38 ve ferrosilit içerikleri 3.85-14.74 arasında değişmektedir. Ana kayaçta yer alan ortopiroksenlerin ise Vollastonit içerikleri 1.91-2.88 arasında, enstatit içerikleri 77.67-78.43 ve ferrosilit içerikleri 0.007-0.15 arasında değişmektedir.



Şekil 4.73. Tekirova Zonu diyabaz dayk ve Gödene Zonu ana kayaçta bulunan klinopiroksen ve ortopiroksenlerin sınıflandırılması (Morimoto 1988'den değiştirilerek alınmıştır)

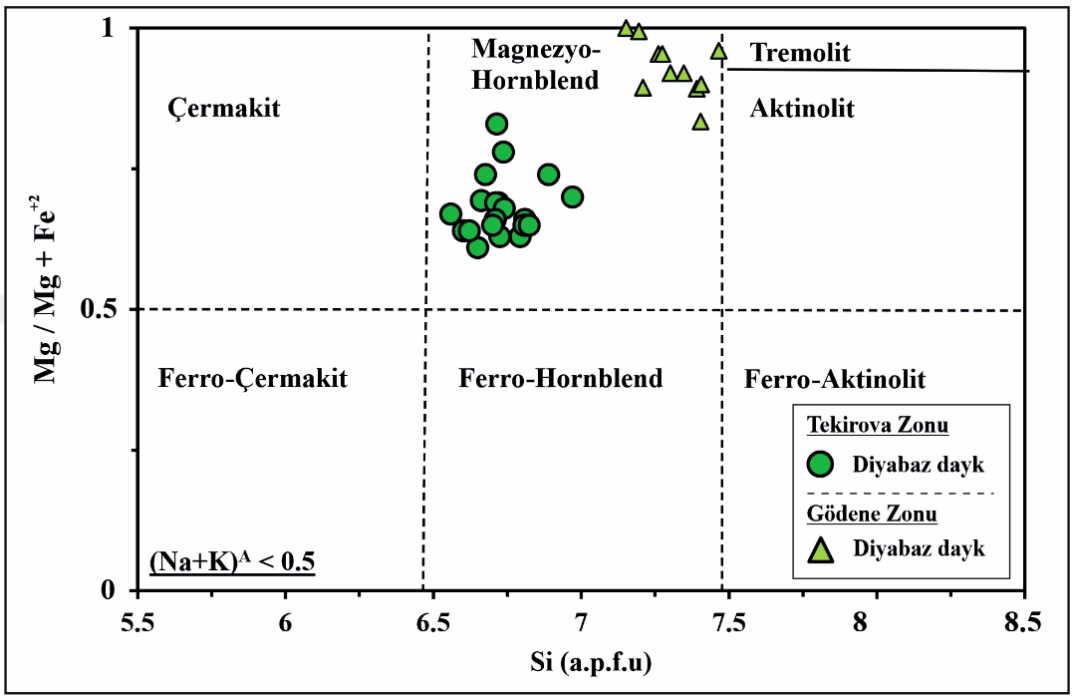
Tang vd. (2020)'ne göre klinopiroksenlerin Al_T (Al^{IV}+Al^{VI}) değerleri mineral fraksiyonlaşmasını belirlemede kullanılabilmektedir. Bu değerlerin artmasına bağlı olarak incelenen kayaç örneklerinin Ti değerlerinde de artış gözlenmiştir (Şekil 4.74). Diyabaz dayklarda gözlenen bu artış olivin+klinopiroksen+amfibol fraksiyonlaşmasını işaret etmektedir. Ana kayaçta (gabro) ise Al_T değerlerinin artması ile Ti değerlerinde az bir değişim gözlenmiş olup; bu yönelim trendi plajiyoklazların fraksiyonlaşmasını göstermektedir.



Şekil 4.74. Tekirova Zonu diyabaz dayklarda ve Gödene Zonu ana kayaçlarda bulunan klinopiroksenlerin Ti - Al_T diyagramı (Tang vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır)

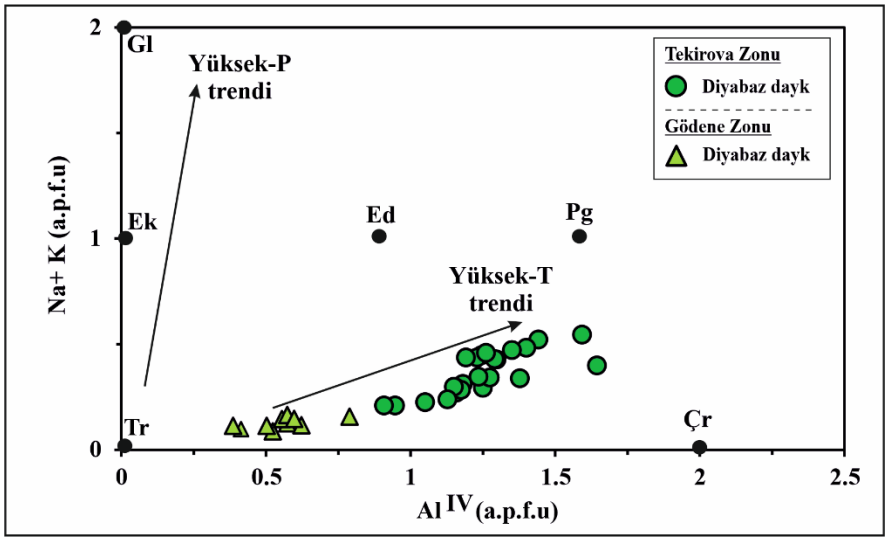
4.4.1.3. Amfibol

Tekirova ve Gödene zonlarında izole dayklarda bulunan amfibollerin bileşimleri ve yapılan hesaplamalar EK 2'de verilmiştir. Amfibollerin $(Na+K)_A<0.5$ ve Ca >1.50 olma koşuluyla oluşturulan sınıflamaya göre (Leake vd. 2003); Tekirova ve Gödene zonları izole dayklarda yer alan amfiboller magnezyo-hornblend bileşimine sahiptir. (Şekil 4.75).



Şekil 4.75. Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklarından alınan örneklerdeki amfibollerin sınıflandırılması (Leake vd. 2003'den değiştirilerek alınmıştır)

Amfibollerde sıcaklığın artmasına bağlı olarak Ti ve Al^{IV} değerlerin de artış gözlenmektedir (Xu vd. 2020). Tekirova ve Gödene zonları izole dayklarda bulunan amfibollerde yüksek Ti (Tekirova Zonu [0.052-0.195], Gödene Zonu [0.008-0.029]) ve Al^{IV} (Tekirova Zonu [0.907-1.644], Gödene Zonu [0.388-0.789]) içeriğine sahiptir (EK-3). Na+K ile Al^{IV} diyagramında da izole dayklarda sıcaklık artış trendi görülmektedir (Şekil 4.76)



Şekil 4.76. Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklarından alınan örneklerdeki amfibollerin Na+K - Al^{IV} diyagramı (Guilmette vd. 2008) (Kısaltmalar: Çr- çermakit; Ed-edenit; Ek-ekermanit; Gl-glokofan; P- Basınç; Pg-pargasit; T-Sıcaklık; Tr-tremolit)

4.4.1.4. Titanit ve Fe-Ti oksitler

Tekirova Zonunda yer alan diyabaz dayklarda titanitler ve opak mineraller üzerine mineral kimyası analizleri de yapılmış olup; bu sonuçlar EK-3'te verilmiştir.

4.4.2. Jeotermobarometre hesaplamaları

Mineral kimyası çalışmaları ile birlikte minerallerin bileşimlerinden kristalleşme sıcaklıkları ve basınçları hesaplanabilmektedir. Böylece minerallerin fiziksel kristalleşme ortam ve koşulları tespit edilebilmektedir (Behpour vd. 2019).

4.4.2.1. Titanyum jeotermometresi

Yüksek dereceli metamorfik kayaçlarda yavaş soğuma sırasında hızlı katyonik difüzyon gerçekleşmektedir. Bu nedenle metamorfizmaya uğrayan kayaçların jeotermometresini hesaplamak zordur (Liao vd. 2021). Ancak, kalsik amfibollerdeki titanyum içeriği amfibollerin oluşum sıcaklığını ~1000°C ye kadar çıkarabilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda kalsik amfibollerdeki titanyum içeriklerinin, bazı koşullar altında, kristalleşme sıcaklığının belirlenmesinde kullanıldığı tespit edilmiştir (Liao vd. 2021). Bu koşullar (Liao vd. 2021).;

- log (fO_2) < 2
- Subalkalen kayaç olması,
- Tüm kaya su içeriğinin düşük olması,

Bu koşulların sağlanması durumunda aşağıda belirtilen Ti-termometresi kullanılabilir (4.1);

$$T(°C) = \frac{2400}{1.52 - \log(Ti)} - 273 \quad (4.1)$$

Bu termometre hesaplamaları tüm kaya su içeriğinin % 3.5-4'den yüksek olması durumunda ve kayacın rutil içermesi durumunda doğru sonuç vermemektedir (Liao vd. 2021). Yapılan hesaplamalar sonucunda titanyum içeriklerine bağlı olarak amfibollerin kristalleşme sıcaklıkları Tekirova Zonunda ortalama sıcaklık 626-750 °C aralığında olup; Gödene Zonunda ise ortalama 455°C dir (Çizelge 4.10).

Helz (1973), 5 kbar basınç ve 700-1000°C koşullarında, farklı bazaltik magmalarda yaptığı deneysel çalışmalar ile subsolidus hornblend ve magmatikler için Ti (a.p.f.u) içeriğine bağlı olarak bir jeotermometre geliştirmiştir. Bu jeotermometre titanyumca zengin ilmenit, rutil ve titanitler ile ilişkili kalsik amfiboller ve oksijen fugasitesinin kuvars-fayalit-manyetit sınırına yakınsa kullanılabilmektedir (Helz 1973). (Otten 1984) bu verileri kullanarak, honblend içeriğine bağlı titanyum jeotermometresini geliştirmiştir (Yavuz ve Döner 2017). Bu jeotermometre hesaplaması aşağıdaki gibidir (Yavuz ve Döner 2017) (4.2, 4.3);

$T°C = 273 * (Ti/ 23\ O) + 877 \qquad T > 970°C \quad (4.2)$

$T°C = 1204 * (Ti/23\ O) + 545 \qquad T < 970°C \quad (4.3)$ (Oksijen 23 değeri kullanılmıştır)

Tekirova Zonunda Ti içeriğine bağlı amfibollerde, Otten (1984)'e göre, yapılan hesaplamalara göre kristalleşme sıcaklığı ortalama 632-726°C ve Liao vd. (2021)'e göre yapılan hesaplamalara göre 626-750°C olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10). Gödene Zonunda yer alan kayaçlarda amfiboller içerisinde Ti bulunmasına rağmen su içeriği değerleri yüksek olması nedeniyle (Ateşte kayıp değeri % 7.40) hesaplama yapılmamıştır.

Çizelge 4.10. Tekirova diyabaz dayklarda bulunan amfiboller içerisinde yer alan titanyum içeriklerine göre sıcaklık değerleri

Sıcaklık (°C)							
Zon	Örnek No	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Tekirova	AD-6	723	803	750	700	779	726
	KM-1	569	714	626	601	693	632
		Standart sapma ± 35 °C					
		Liao vd. (2021) hesaplaması kullanılmıştır			Otten (1984) hesaplaması kullanılmıştır		

4.4.2.2. İki Piroksen (Ops-Kps) jeotermobarometresi

Piroksen termometreleri üst mantonun termal yapısını ve ultramafik ve mafik kayaçların denge sıcaklıklarını belirlemede önemli rol oynamaktadır (Lindsley 1983; Brey ve Köhler 1990; Nimis ve Taylor 2000; Putirka 2008; Liang vd. 2013). Manto kayaçları için en yaygın kullanılan termometreler Ca-ortopiroksen termometresi ve iki piroksen termometreleridir. İki piroksen termometresi (Brey ve Köhler 1990), sıcaklığa duyarlı piroksen karışabilirlik aralığında ortopiroksen (Ops) ve klinopiroksen (Kps)

arasındaki enstatit bileşeninin yer değiştirmesine dayalıdır (Liang vd. 2013). Mafik ve ultramafik kayaçlarda bir arada bulunan Ops ve Kps arasındaki iz element dağılımının da sıcaklığa ve piroksen bileşimine bağlı olduğu bilinmektedir (Lee vd. 2007; Liang vd. 2013).

Brey ve Kohler (1990) iki piroksen jeotermometresine göre, Tekirova Zonunda ise Bağcı vd. (2006) olivin gabro verilerine göre yapılan hesaplamalarda, kristalleşme sıcaklığı 888-910°C değerlerinde değişen sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 4.11). Gödene Zonunda yer alan gabro kayacının (ana kayaç) kristalleşme sıcaklığı 812-927°C arasındadır (Çizelge 4.11).

Putirka (2008) iki piroksen jeotermobarometresine göre, Gödene Zonuna ait gabronun (ana kayaç) kristalleşme sıcaklığı 899-975°C ve kristalleşme basıncı 3.4-5.4 kbar dır (Çizelge 4.11). Tekirova Zonunda ise Bağcı vd. (2006) olivin gabro verilerine göre yapılan hesaplamalara göre kristalleşme sıcaklığı 933-958°C ve kristalleşme basıncı 2.1-3.1 kbar'dır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. İki piroksen jeotermobarometresine göre Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan gabroların (ana kayaç) sıcaklık-basınç değerleri

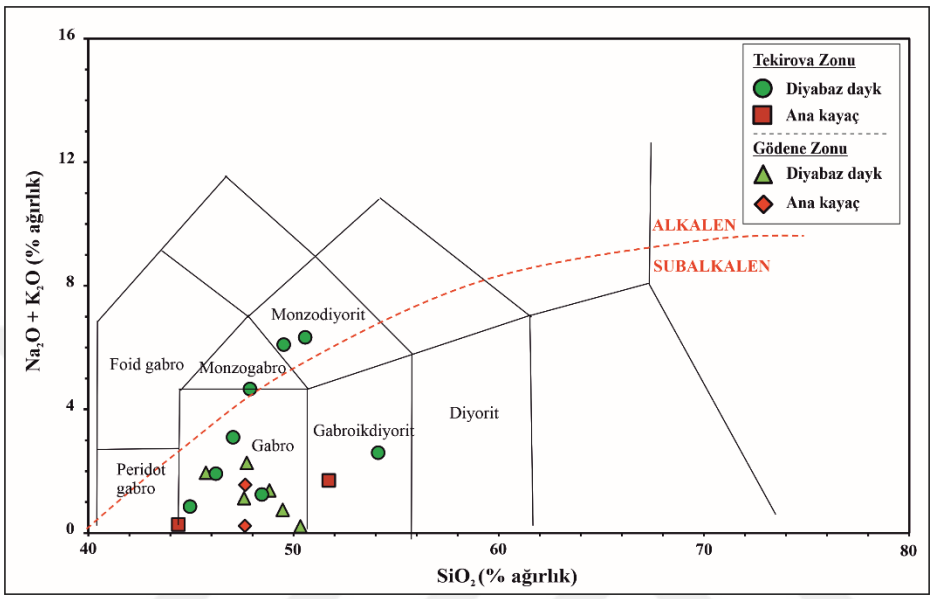
Sıcaklık (°C)							
Zon	Örnek No	Min.	Maks.	Ort.	Min.	Maks.	Ort.
Tekirova	Bağcı vd. 2006	888	910	899	933	958	946
Gödene	YA-3a	812	927	876	889	975	941
Basınç (kbar)							
Tekirova	Bağcı vd. 2006				2.1	3.1	2.6
Gödene	YA-3a				3.4	5.4	4.6
		Brey ve Köhler (1990) hesaplaması kullanılmıştır			Putirka (2008) hesaplaması kullanılmıştır		

4.5. Jeokimyasal Analiz Sonuçları

Antalya Kompleksi'nde Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayklarının ve bu dayklarının kestiği ultramafik-mafik kayaçların major (ana) oksit, iz ve nadir toprak elementleri değerleri EK-4'te verilmiştir. Bu veriler yardımıyla çalışma konusu olan ultramafik-mafik kayaçlar ve diyabaz dayklarının jeokimyasal ve petrojenetik özelikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

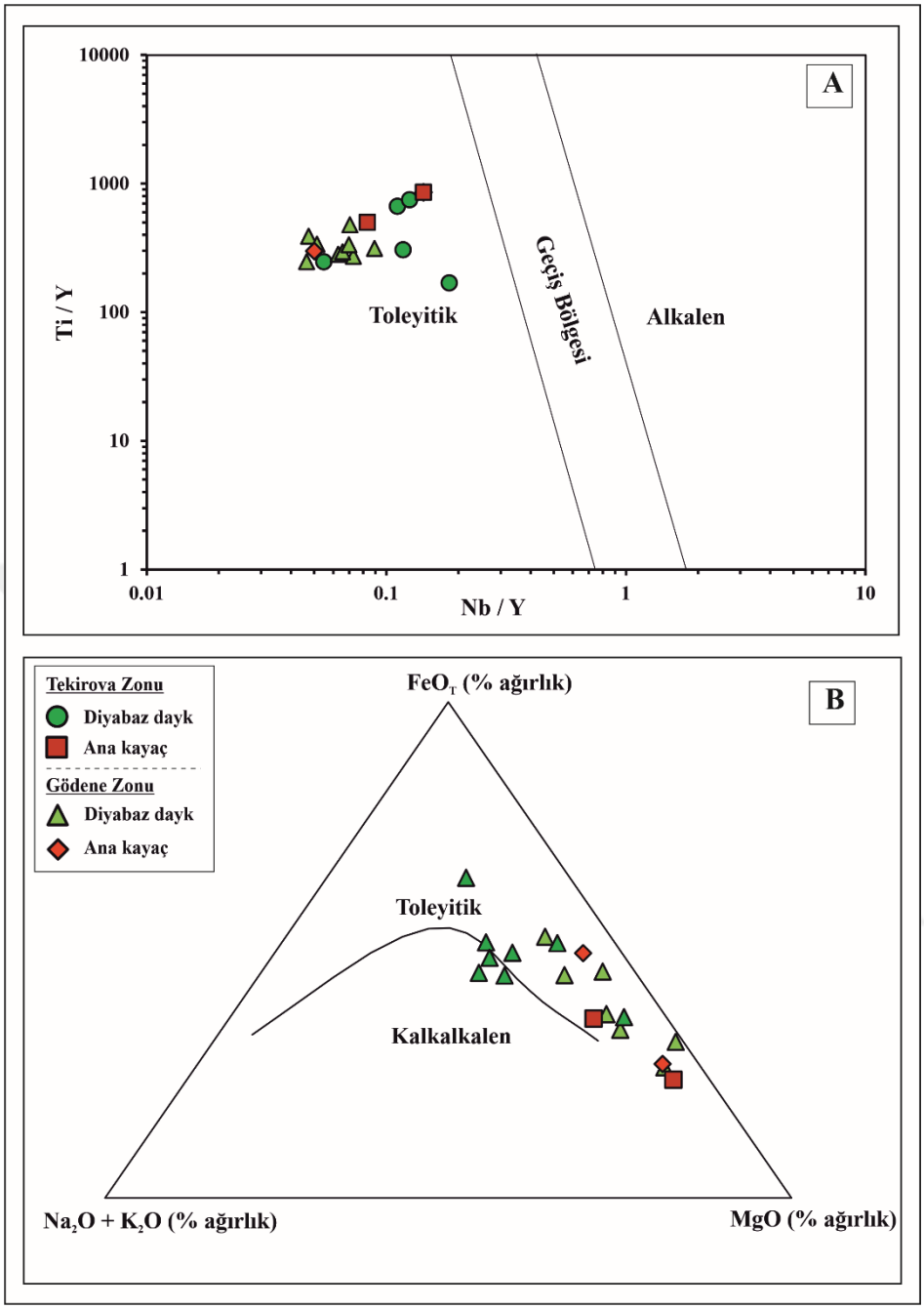
Çalışma konusu olan ultramafik-mafik kayaçların jeokimyasal analiz sonuçlarına göre A.K. (Ateşte kayıp) değerleri (EK-4), ana kayaçlarda ise Tekirova Zonunda % 1.25-14.20 ve Gödene Zonunda % 3.90-13.50 arasındadır. Tekirova Zonu diyabaz dayklarının % 0.85-7.00, Gödene Zonu diyabaz dayklarının ise % 2.30-18.70 arasında değişim göstermektedir. Ultramafik-mafik kayaçlar alterasyona karşı direnci düşük olması nedeniyle (Rollinson 1993) çalışma konusu olan kayaçların ateşte kayıp değerleri değişkenlik göstermektedir.

Tekirova ve Gödene zonlarına ait ultramafik-mafik kayaçlar (ana kayaç) ve bu kayaçları kesen diyabaz dayklarının toplam alkali-silis diyagramına (Middlemost 1994) (Şekil 4.77) göre, Tekirova Zonunda yer alan ana kayaçlar gabro ve gabroikdiyorit bileşimli, Gödene Zonuna ait ana kayaçlar ise gabro bileşimlidir. Tekirova Zonunda ve Gödene Zonunda yer alan dayklar ise genellikler gabro bileşimli olduğu görülmektedir (Şekil 4.77).



Şekil 4.77. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin toplam alkali-silis (TAS) diyagramı (Middlemost 1994'ten değiştirilerek alınmıştır. Kesikli çizgi: Irvine ve Baragar 1971)

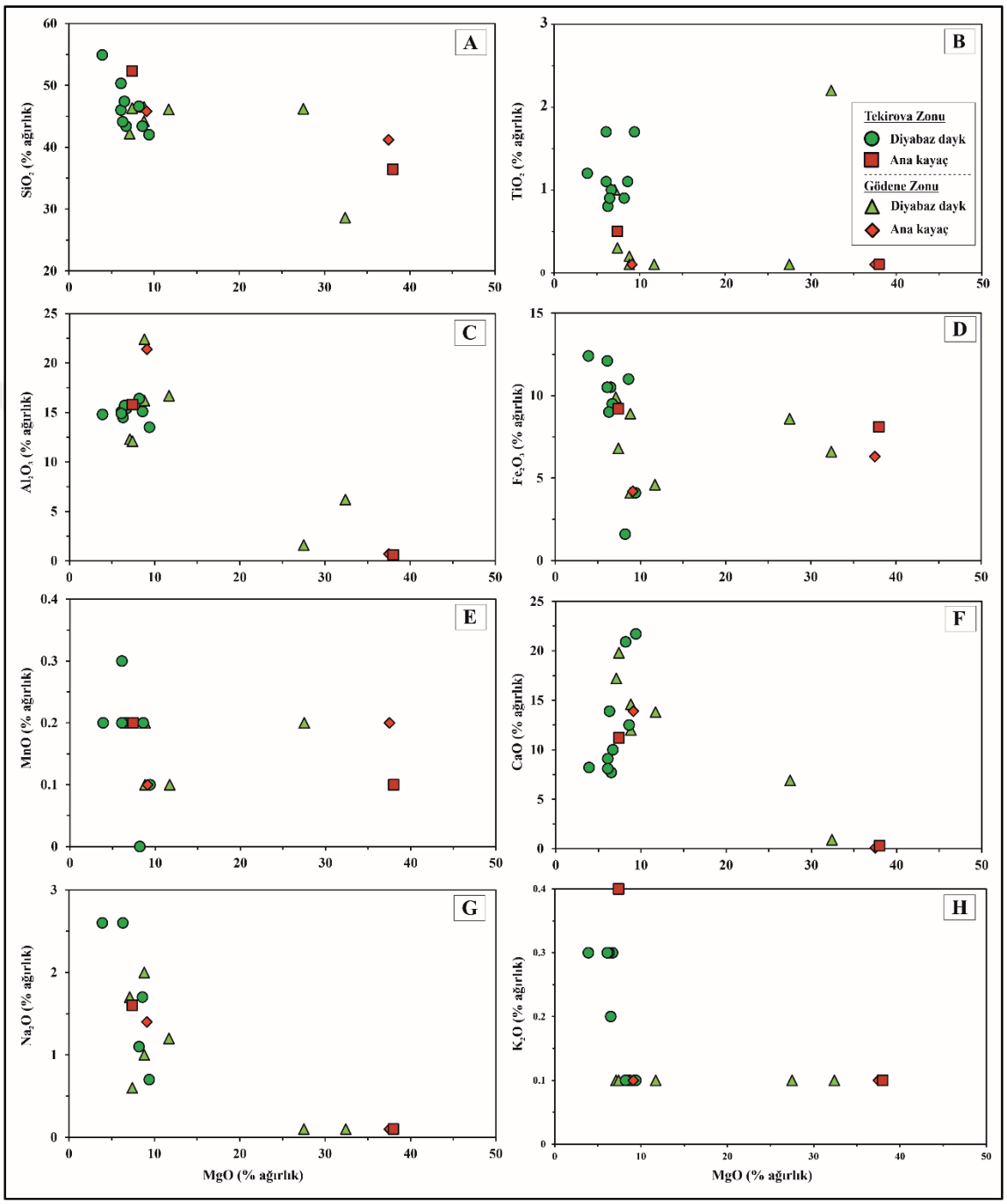
Ti/Y - Nb/Y diyagramında (Pearce 1982) (Şekil 4.78a) Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan tüm kayaçların toleyitik bileşimine sahip olduğu; AFM diyagramında (Irvine ve Baragar 1971) (Şekil 4.78b) ise Tekirova Zonuna ait bazı diyabaz dayk örneklerinin kalkalkalen bileşimine sahip olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.78. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayklar örneklerinin **a)** Ti/Y-Nb/Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** AFM diyagramı (Irvine ve Baragar 1971'den değiştirilerek alınmıştır)

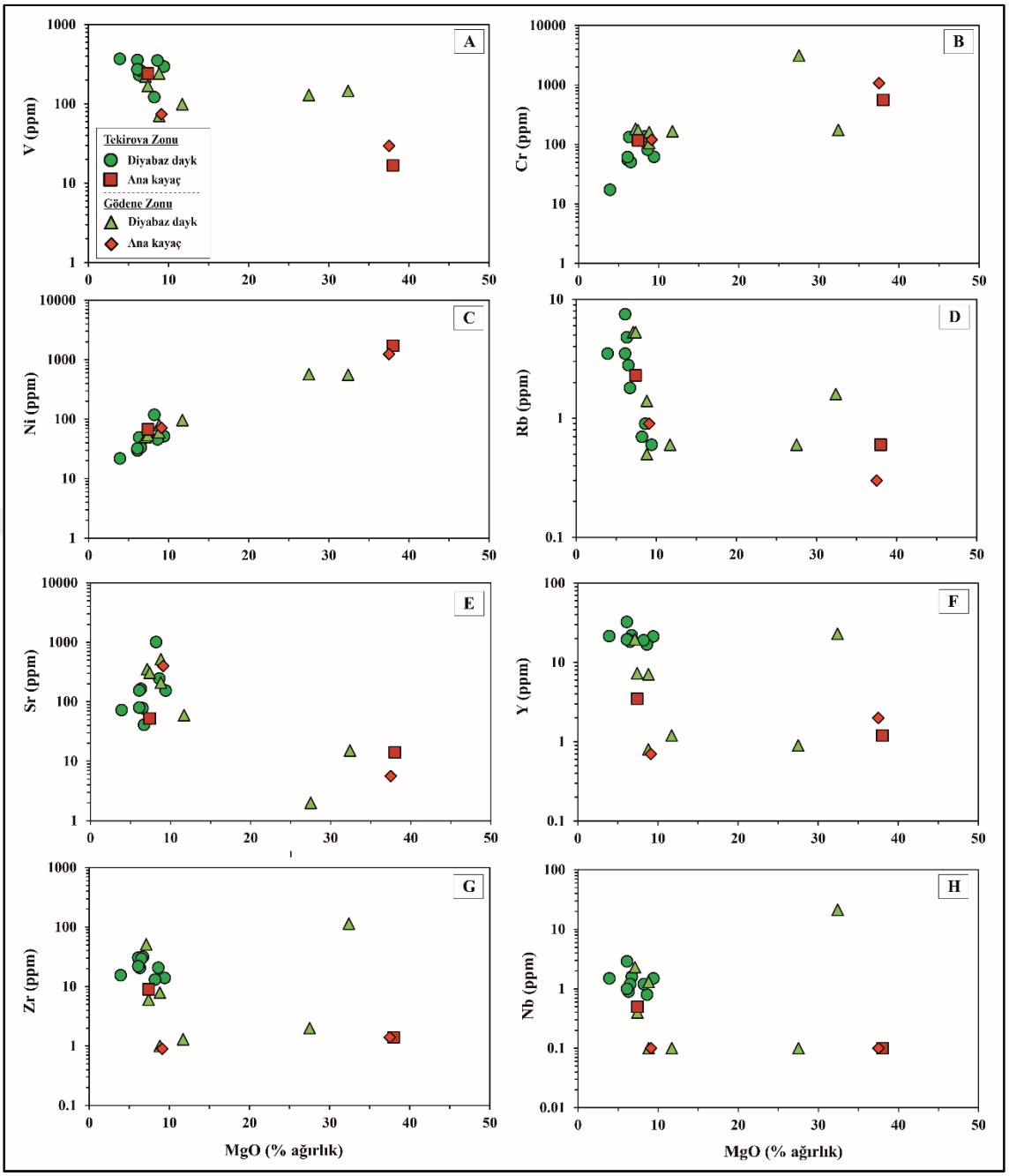
Ultramafik ve mafik kayaçların major element ve iz element Harker diyagramlarında kristalleşme süreçleri ve bu süreçlerde etkin olan faktörler belirlenmesi amacıyla magmatik farklılaşma değeri olarak MgO kullanılmıştır. Harker diyagramlarında (Şekil 4.79), Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan tüm kayaçların MgO'ya karşı SiO_2-TiO_2-Fe_2O_3-MnO-Na_2O-K_2O-P_2O_5 gibi major oksitlerde negatif trend gözlenmiştir. TiO_2 ve Fe_2O_3'deki negatif trend amfibollerin ve Fe-Ti oksitli minerallerin frakisyonel kristalleşmesi ile açıklanabilmektedir. Al_2O_3 değerleri tüm kayaçlarda ilk önce pozitif sonra negatif trend gösterirken CaO değerlerinde Tekirova

Zonuna ait diyabaz dayklarda pozitif, Gödene Zonuna ait diyabaz dayklarda negatif trend gözlenmiştir. Al_2O_3'deki trend plajiyoklazın fraksiyonel kirstallenmesi ve CaO'daki trend klinopiroksen ve plajiyoklazın kümülasyonu ile açıklanabilir.



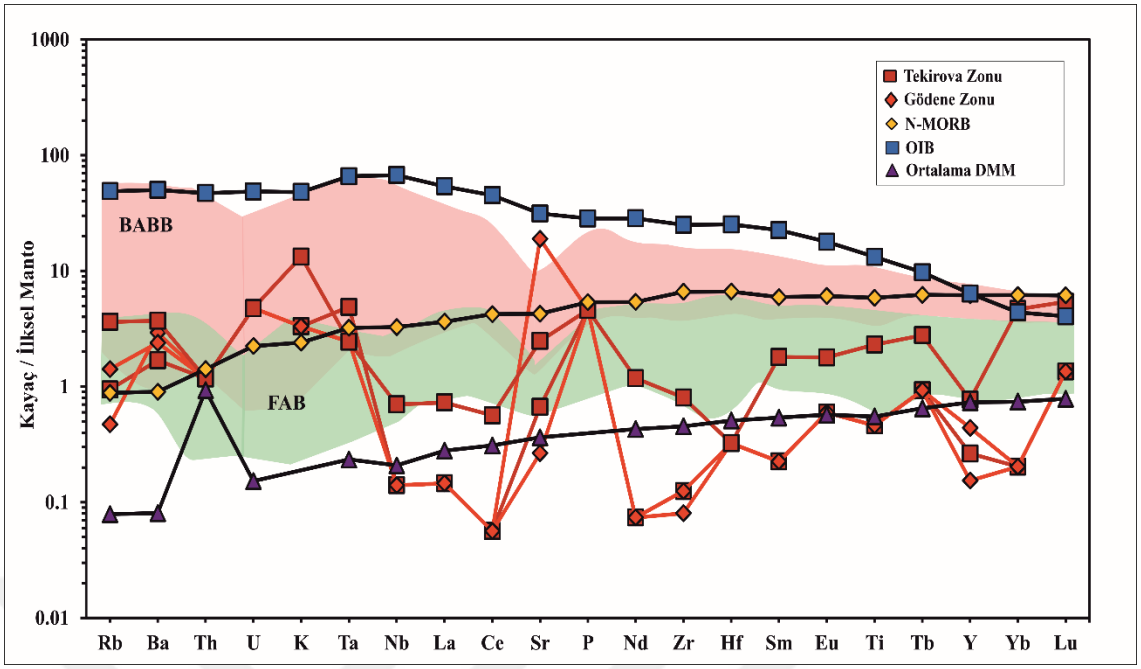
Şekil 4.79. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin major oksit Harker diyagramları

MgO ile yapılan iz element Harker diyagramlarında (Şekil 4.80) Tekirova ve Gödene zonlarına ait tüm kayaçlarda V, Co, Cu, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Hf elementlerinde negatif trend, Cr, Ni, Sc elementlerinde pozitif trend gözlenmiştir.

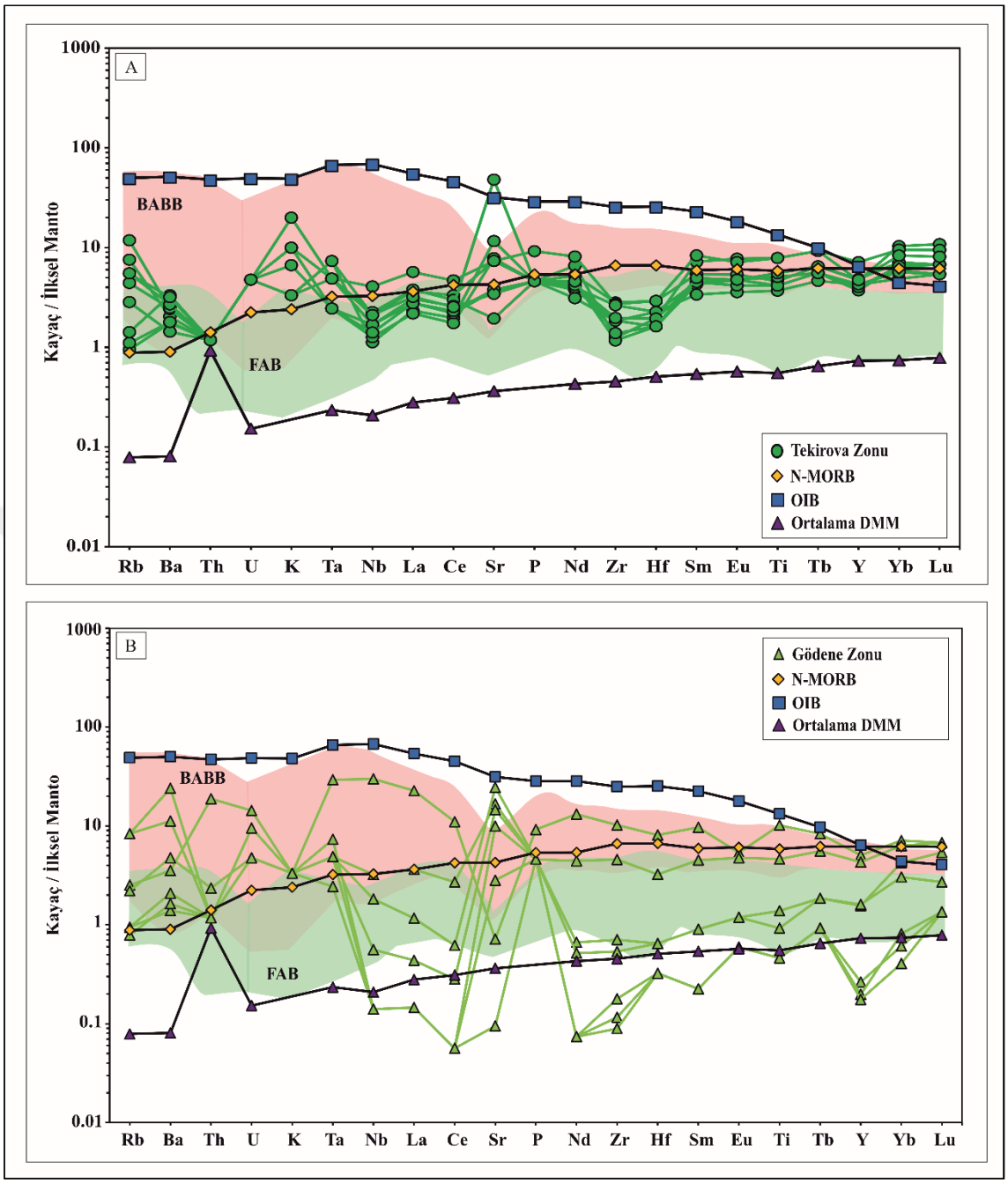


Şekil 4.80. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin iz element Harker diyagramları

Tekirova ve Gödene zonlarına ait ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu iz element diyagramlarına (Şekil 4.81, 4.82) göre büyük iyon yarıçaplı litofil (LIL) elementlerinde zenginleşme gözlenirken yüksek çekim alanlı (HFS) elementlerde hafif tüketilme ve MORB çizgisi ile paralellik göstermektedir. Sr elementinin göstermiş olduğu artış plajiyoklazların bir araya gelmesi sonucu oluşan kümülatlaşmayı belirtmektedir. Ta ve Nb elementlerinin tüketilmesi ise dalma-batma zonunda oluştuğunu göstermektedir (Pearce vd. 1984; Parlak vd. 2019).



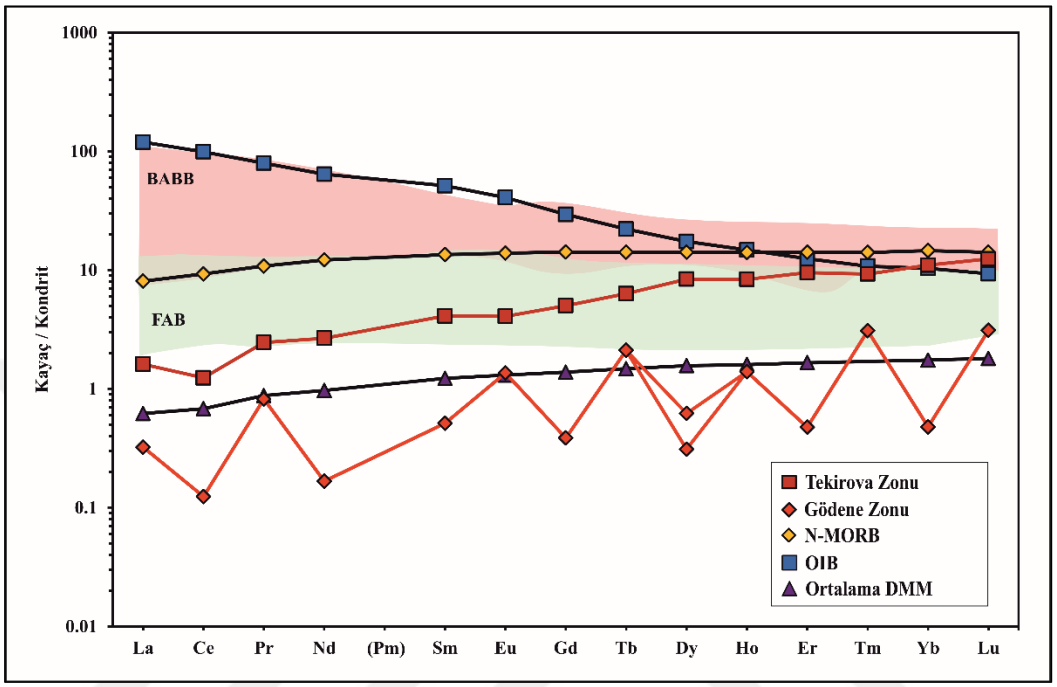
Şekil 4.81. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaç örneklerinin çoklu-element ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı (Sun ve Macdonough 1989'dan değiştirilerek alınmıştır) (Kısaltmalar: BABB: yay gerisi havza bazaltları; FAB: yay önü bazaltları; N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltı; OIB: Okyanusal ada bazaltı; DMM: tüketilmiş MOR manto)



Şekil 4.82. a) Tekirova ve **b)** Gödene Zonu diyabaz dayk örneklerinin çoklu-element ilksel mantoya göre normalize örümcek diyagramı (Sun ve McDonough 1989'den değiştirilerek alınmıştır) (BABB değerleri (Pearce vd. 2005; Sepidbar vd. 2020) ve FAB değerleri (Reagan vd. 2010; Sepidbar vd. 2020)(Kısaltmalar: BABB: yay gerisi havza bazaltları; FAB: yay önü bazaltları; N-MORB: Normal Okyanus osrtası sırt bazaltı; OIB: Okyanusal ada bazaltı; DMM: tüketilmiş MOR manto)

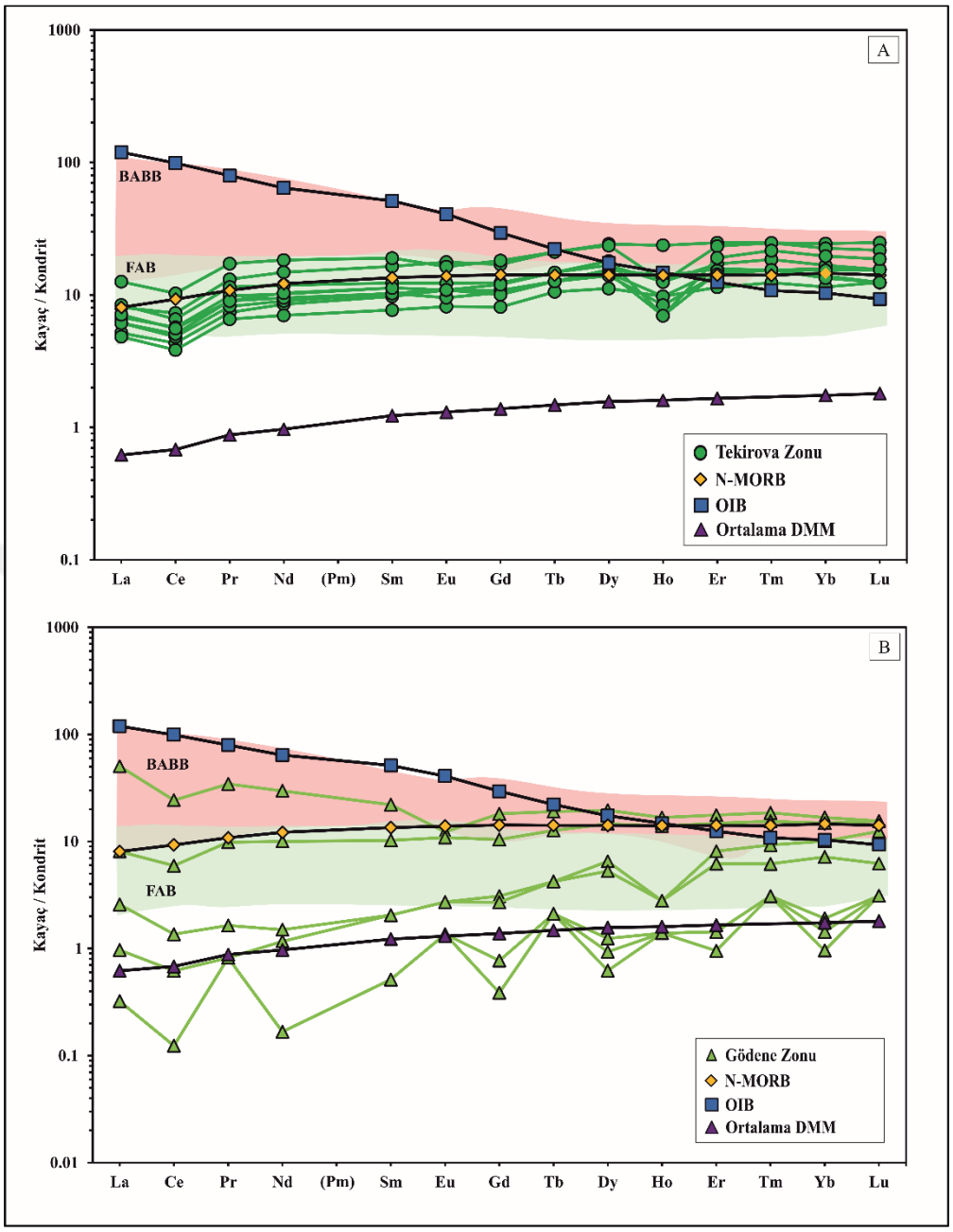
LIL elementlerinin zenginleşmesi, dalma-batma zonlarında dalan levhanın içerdiği amfibolden açığa çıkan suyun LIL elementlerini manto kamasına taşıyarak kaynak bölgenin LIL elementler bakımından artış göstermesi ile açıklanabilmektedir (Pearce 1982; Güneş 2018). HFS elementleri ise iyon yüklerinin fazla olması nedeniyle dalan levhada kalmaktadır ve tüketilmeye başlamaktadırlar (Pearce 1982).

Tekirova Zonuna ait ana kayaçlar hafif nadir toprak (LRE) ve ağır nadir toprak (HRE) elementlerinde hafif zenginleşme gözlenmiştir. Bu kayaçlar yay önü bazaltları alanında yer almaktadır (Şekil 4.83). Gödene Zonuna ait ana kayaçlar ise nadir toprak elementleri değerleri çok düşük olmasından dolayı kondrite göre hesaplanamamıştır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Tekirova ve Gödene zonları ana kayaçların normalize kondrit/REE diyagramı (Boynton 1984'ten değiştirilerek alınmıştır) (N-MORB ve OIB değerleri Sun ve Macdonough (1989), ortalama DMM değerleri Workman ve Hart 2005) (BABB değerleri Pearce vd. 2005; Sepidbar vd. 2020; FAB değerleri Reagan vd. 2010; Sepidbar vd. 2020) (BABB: Yay gerisi bazaltlar; DMM: Tüketilmiş manto; FAB: Yay önü bazaltlar; N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları)

Tekirova Zonu diyabaz dayk örneklerinin nadir toprak elementleri diyagramında (Şekil 4.84a) (kondrite göre normalize edilen; Boynton 1984) LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yatay ve yataya yakın bir trend gözlenmektedir. Ayrıca, Şekil 4.84a'da görüldüğü üzere bu kayaçlar örnekleri yay önü bazaltları alanına düşmektedir. Gödene Zonunda yer alan diyabaz dayk örneklerinin LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yataya yakın bir dağılım trendi hakimdir (Şekil 4.84b). Ayrıca, Şekil 4.84b'de görüldüğü üzere bu kayaç örnekleri yay önü bazaltları (FAB) alanında yer almaktadır.

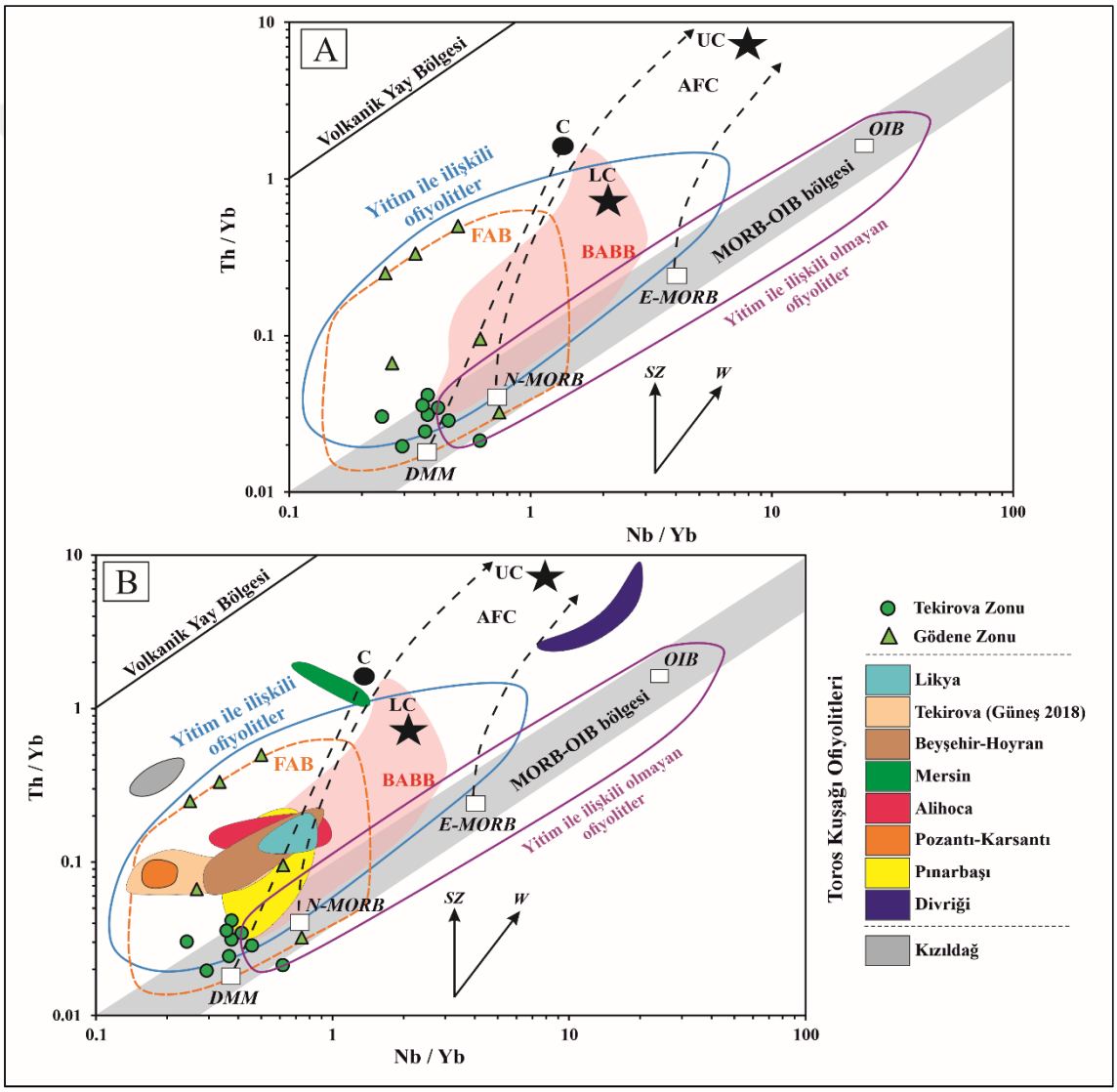


Şekil 4.84. a) Tekirova ve **b)** Gödene Zonu diyabaz dayk örneklerinin normalize kondrit/REE diyagramı (Boynton 1984'den değiştirilerek alınmıştır) (N-MORB ve OIB değerleri Sun ve Macdonough (1989), ortalama DMM değerleri (Workman ve Hart 2005) (BABB değerleri Pearce vd. (2005); Sepidbar vd. (2020); FAB değerleri Reagan vd. (2010); Sepidbar vd. (2020)) (N-MORB: Normal Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; DMM: Tüketilmiş MOR manto)

Tüm diyabaz dayk örneklerinde LRE elementlerinde hafif tüketilme, Nb elementinde gözlenen tüketilme ve iz elementlerinin MORB ile paralellik göstermesi Doğu Akdeniz bölgesindeki dalma-batma zonu ofiyolitlerinde yer alan kabuksal kayaçlar ile benzerlik göstermektedir (Parlak vd. 2019).

4.6. Petrojenez

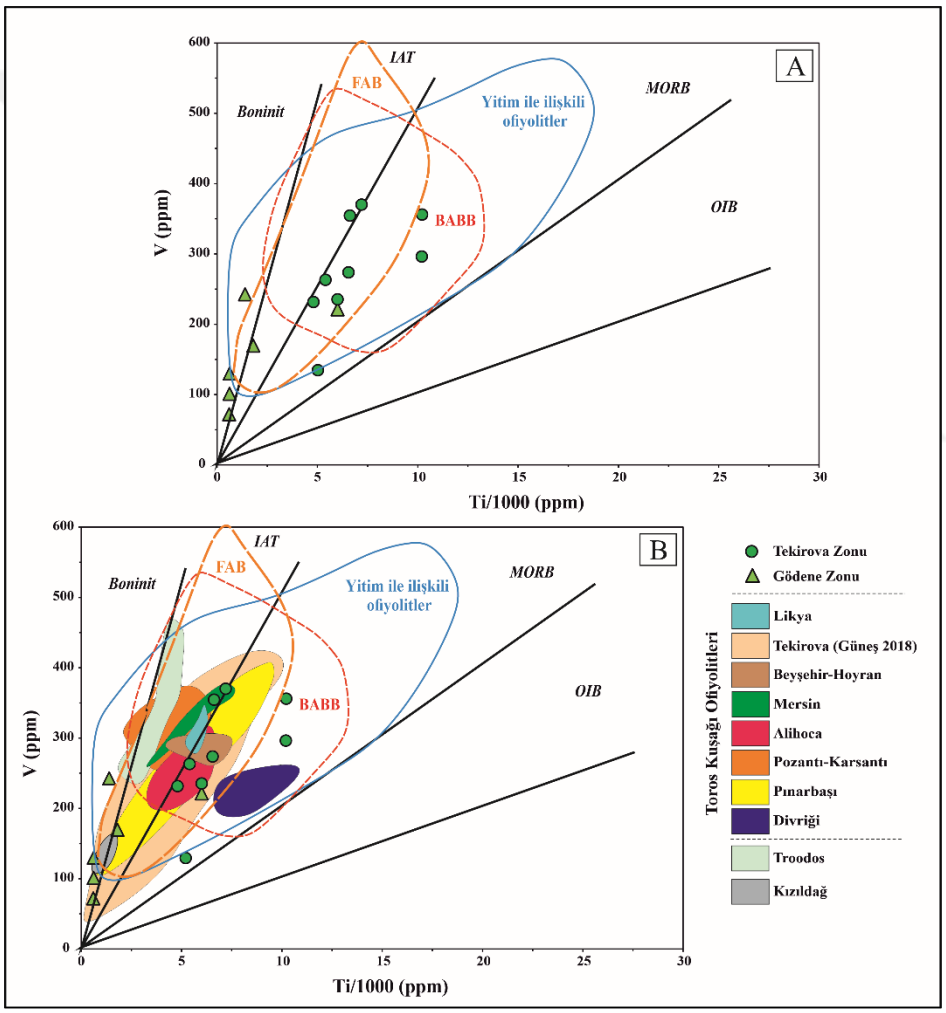
Yüksek çekim alanlı elementleri (HFSE) alterasyona karşı dayanıklı olması nedeniyle petrojenetik yorumlamalarda kullanılmaktadır (Pearce 1982). HFS elementleri ile oluşturulan Th/Yb-Nb/Yb diyagramına göre (Pearce 2008) (Şekil 4.85), Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının tüketilmiş manto kaynağından dalma-batma zonu bileşenleri ile zenginleştiği, yitim ile ilişkili ve yay önü bazaltları alanında yer aldığı gözlenmektedir. Bu diyagrama göre, Antalya Kompleksi'nde yer alan Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının, Doğu Akdeniz ofiyolitlerinde yer alan Toros kuşağı ofiyolitleri ve Troodos ofiyolitlerindeki diyabaz dayklarıyla karşılaştırıldığında benzer özellikler gösterdiği, Divriği ofiyolitlerine ait diyabaz dayklarının ise okyanusal ada bazaltları bileşimince zengin manto kaynağından oluştuğu gözlenmektedir (Şekil 4.85).



Şekil 4.85. a) Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayk örneklerinin Th/Yb - Nb/Yb diyagramı (Pearce 2008'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının Th/Yb - Nb/Yb diyagramında (Pearce 2008'den değiştirilerek alınmıştır) Toros kuşağı ve Kızıldağ ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Likya diyabaz dayklar (Çelik ve Delaloye 2003); Tekirova diyabaz

dayklar (Güneş 2018); Beyşehir-Hoyran diyabaz daykları (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz daykları (Çelik 2008); Alihoca diyabaz daykları (Sarıfakıoğlu vd. 2013); Pozantı-Karsantı diyabaz daykları (Lian vd. 2017); Pınarbaşı diyabaz daykları (Vergili ve Parlak 2005); Divriği izole daykları (Parlak vd. 2006); Kızıldağ diyabaz daykları (Şimşek vd. 2022) (AFC: Asimilasyon-fraksiyonlaşma trendi; BABB: Yay gerisi bazaltlar; C: Kıtasal kabuk; DMM: Tüketilmiş MORB mantosu; E-MORB: Zenginleşmiş-MORB; FAB: Yay önü bazaltlar; LC: Alt kabuk; N-MORB: Normal-okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; SZ: Yitim zonu; UC: Üst kabuk; W: Levha içi)

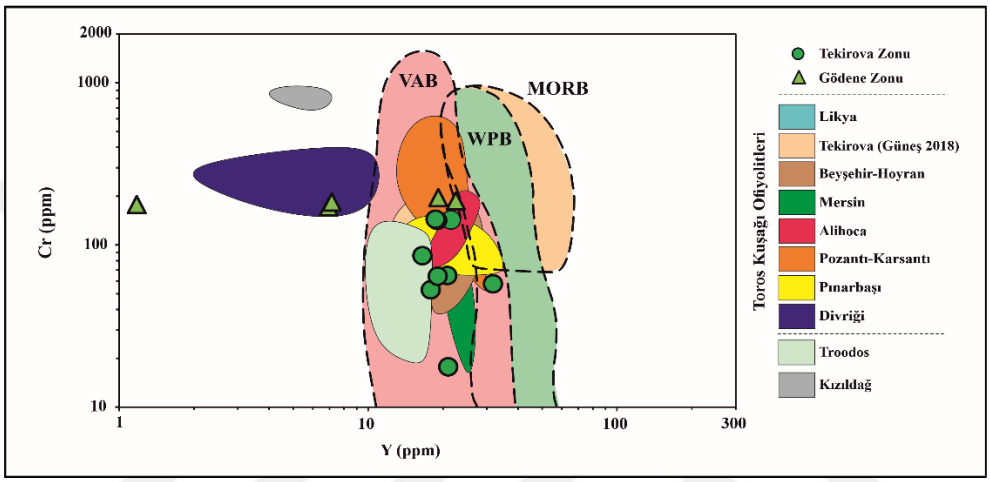
V-Ti/1000 diyagramına (Shervais 1982) (Şekil 4.86) göre Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz daykların MORB ve IAT bileşimli ve yay önü bazaltları alanında yer aldığı gözlenmiştir. Bu sonuçlar diğer Toros ve Troodos kuşağı ofiyolitlerinde yer alan dayklar ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. a) Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz daykların V- Ti/1000 diyagramı (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır); **b)** Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz daykların V- Ti/1000 diyagramında Toros kuşağı ve Troodos ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Shervais 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (Likya diyabaz dayklar, (Çelik ve Chiaradia 2008); Tekirova diyabaz daykları, (Güneş 2018); Beyşehir-Hoyran diyabaz daykları, (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz daykları (Çelik 2008); Alihoca diyabaz daykları, (Sarıfakıoğlu vd. 2013); Pozantı-Karsantı

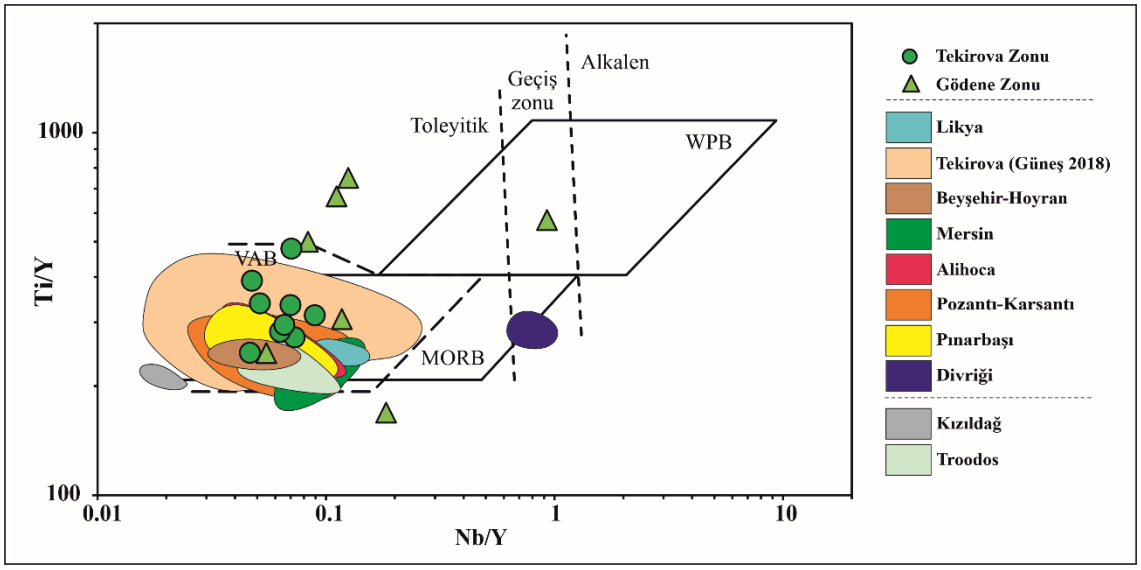
diyabaz daykları, (Parlak 2000); Pınarbaşı diyabaz daykları (Vergili ve Parlak 2005); Divriği diyabaz daykları, (Parlak vd. 2006); Kızıldağ diyabaz daykları, (Şimşek vd. 2022); Troodos diyabaz daykları, (Cooke vd. 2014) (BABB: Yay gerisi bazaltlar; FAB: Yay önü bazaltlar; IAT: Ada yayı toleyitikleri; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları)

Cr-Y (Pearce 1982) diyagramına (Şekil 4.87) göre, Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayklarının volkanik yay bazaltları alanında yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 4.87). Bu sonuçlar, Toros kuşağı ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ve Troodos kuşağında ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile uyumludur.



Şekil 4.87. Cr-Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk örneklerinin (VAB: Volkanik yay bazaltları; WPB: Levha içi bazaltlar; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları) (Diyabaz dayklara ait veriler ve kaynaklar Şekil 4.85'te verilmiştir)

Ti/Y - Nb/Y diyagramına (Pearce 1982) (Şekil 4.88) göre, Antalya Kompleksi Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının toleyitik bileşimine sahip olduğu ve volkanik yay bazaltları alanına düştüğü gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Antalya Kompleksi'nde Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının Toros ve Troodos kuşağı ofiyolitlerinde yer alan diyabaz dayklar ile uyumlu sonuçlar göstermiş olup; sadece Divriği ofiyolitlerinde yer alan dayklar geçiş zonunda yer almakta olup; MORB bileşimine sahiptir.



Şekil 4.88. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayklarının Ti/Y-Nb/Y diyagramında Toros kuşağı ve Troodos tipi ofiyolitlerde yer alan diyabaz dayklar ile karşılaştırılması (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (VAB: Volkanik yay bazaltları; WPB: Levha içi bazaltlar; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları) (Diyabaz dayklarının kaynakları Şekil 4.85'te verilmiştir)

4.6.1. Magmatik süreçlerde iz element jeokimyası

Karmaşık bir sistemin petrojenezi, sistemin major element bileşimi ile incelebilmektedir (Lee 2009). Bu nedenle, basit sistemlerdeki faz diyagramları, sıcaklık, basınç ve yığın sistem bileşiminin bir fonksiyonu olarak faz oranlarının ve ana element bileşimlerinin evrimini anlamak için kullanılmaktadır (Lee 2009). Eser elementler ise bir sistemin petrojenezi üzerindeki etkileri çok azdır, çünkü eser elementler tipik olarak herhangi bir mineral veya ergiyik fazının oluşumuna katkıda bulunmazlar (Lee 2009). Ancak, eser miktarda bir mineral veya ergiyikteki ana iyonların yerini almaktadır (Lee 2009). Bir kayacın petrojenetik özelliklerini belirlemek için major elementler kullanılmasına rağmen eser elementler de kayacın petrojenezi hakkında bilgi verebilmektedir (Lee 2009).

İz elementler mineral ve ergiyik fazları arasında sistematik olarak bölünebilmektedir ve ergiyik ve minerallerdeki oranlarına göre kısmi ergime ve ergiyik kristalizasyonu süreçlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Lee 2009).

4.6.1.1. Kısmi ergime

Bir kayacın ısı artışı sonucu ergimeye uğramasına kısmi ergime denir (Lee 2009). Kısmi ergime aşağıdaki iki tipte meydana gelmektedir (Rollinson 1993; Lee 2009);

- Yığın/Denge ergimesi (Batch/Equilibrium melting)
- Fraksiyonel ergime (Rayleigh melting)

Kısmi ergimeye uğrayan kaynak kayacın geçirgenlik özelliğine bağlı olarak yığın/denge ya da fraksiyonel ergime gerçekleşmektedir (Lee 2009). Kaynak kayaç,

geçirgen bir özelliğe sahip ise fraksiyonel, belirli bir yoğunluk seviyesine sahip ergiyiğin geçişine imkân sağlıyor ise yığın/denge ergimesi gerçekleşmektedir (Lee 2009).

Yığın/Denge Ergimesi

Bir katı kayacın kısmi ergimesi sonucu oluşan magmatik ergiyik ile ergime sonrası ortamda bulunan kalıntı malzemenin bağıl yoğunlukları birbirine yakın değerlerde ise ergiyiğin diyapirik olarak yükselmeye başlaması için faz değerleri belirli bir seviyeye ulaşması gerekir (Rollinson 1993). Bu seviyeye ulaşana kadar kısmi ergime sonucu oluşan ergiyik ile ortamda bulunan kalıntı malzeme devamlı reaksiyona girerek dengelenmeye başlar. Bu ergimeye yığın/denge ergimesi adı verilir ve aşağıda verilen formülle hesaplanabilmektedir (Lee 2009) (Şekil 4.89a) (4.4):

$$\frac{C_l}{C_0} = \frac{1}{\mathrm{F+D\ (1-F)}} \qquad (4.4)$$

C_l: Elementin ergiyik içerisindeki konsantrasyonu

C_0: Elementin kaynak kayaçtaki konsantrasyonu

F: Ergime yüzdesi

D: Elementin ayrımlanma katsayısı ile mineral fazının yüzdesinin çarpımı

Bu ergime tipi ikiye ayrılır;

- Modal (Yaygın olmayan ergime)
- Non-modal (Yaygın ergime)

Fraksiyonel Ergime

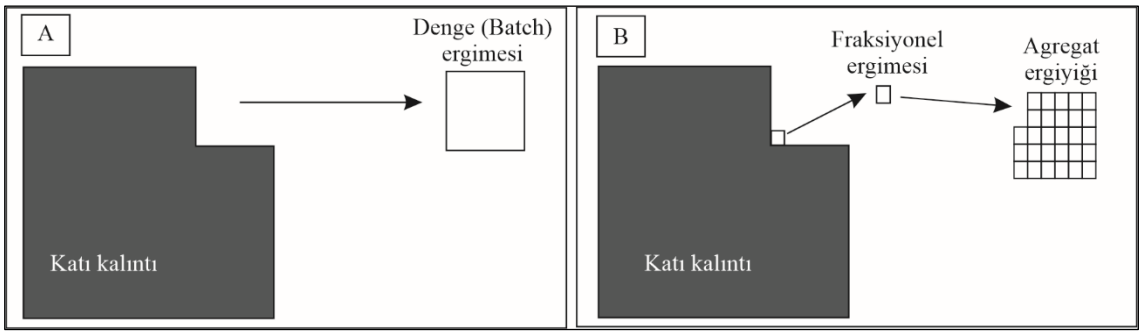
Yüksek yoğunluktaki katı bir kayacın kısmi ergimesi sonucu oluşan magmatik ergiyik ile ergime sonrası ortamda bulunan kalıntı malzemenin bağıl yoğunluk farkı çok fazla olduğunda kısmi ergime sonucu oluşan ergiyik belli bir seviyeye ulaşmayı beklemeden, oluştuğu kaynak bölge ortamını, diyapirik yükselme ile, hemen terkeder (Lee 2009). Bu olaya fraksiyonel ergime adı verilir ve aşağıda verilen formül ile hesaplanabilir (Lee 2009) (Şekil 4.89b) (4.5):

$$\frac{C_l}{C_0} = \frac{1}{F}\left[1 - \left(1 - \frac{PF}{D_0}\right)^{\frac{1}{P}}\right] \qquad (4.5)$$

Bu ergime tipi ikiye ayrılır;

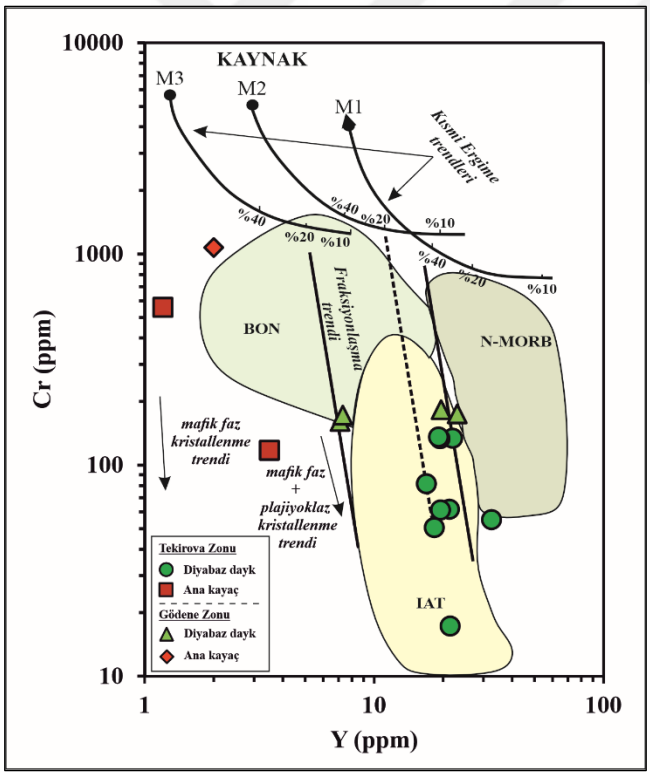
Modal: Kaynak kayaç bileşimi ile kısmi ergimesi sonucu oluşan ergiyiğin bileşiminin orantılı olmasıdır (Lee 2009).

Non-modal: Kısmi ergimesi sonucu oluşan ergiyiğin her bir bileşeninin kaynak kayaçtan ergiyiğe geçme miktarı minerallerin ergime sıcaklıkları ile ilgilidir (Lee 2009).



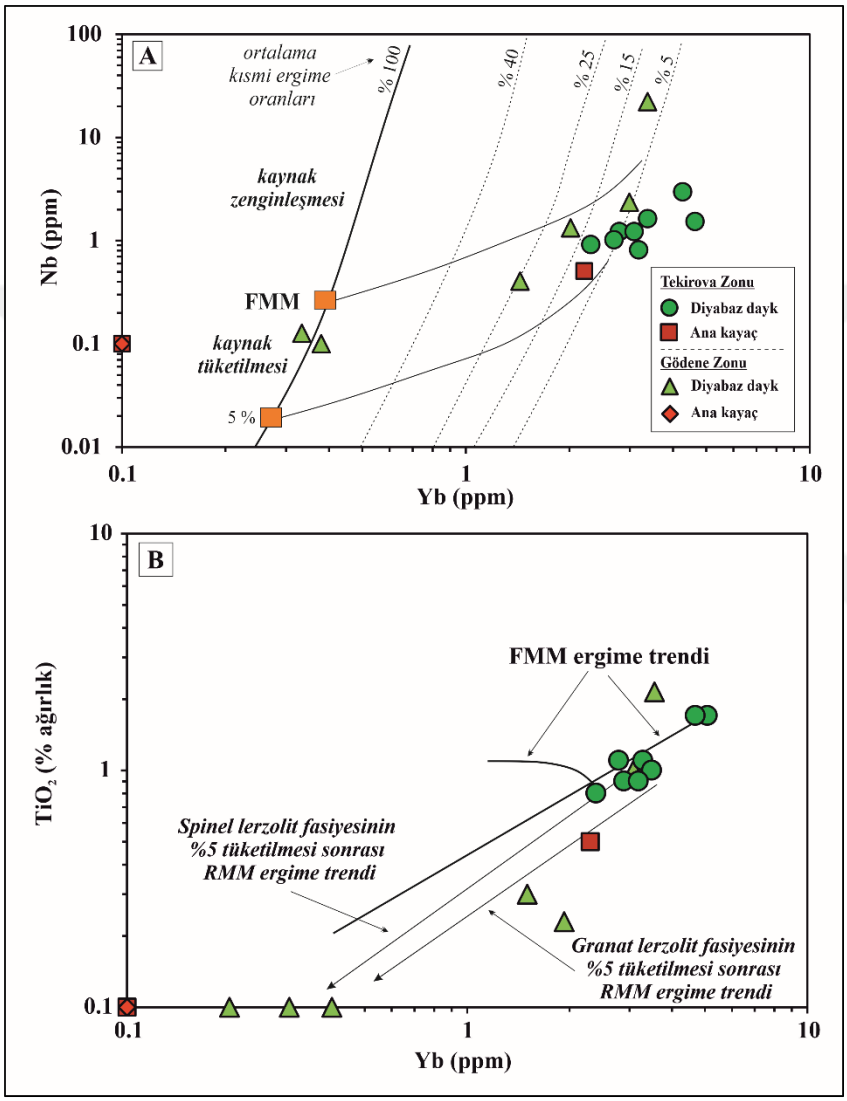
Şekil 4.89. a) Yığın/denge ergimesi; **b)** Fraksiyonel ergime (Lee 2009'dan değiştirilerek alınmıştır)

Yüksek çekim alanlı (HFS) ve nadir toprak elementleri (REE) hidrotermal alterasyona karşı duraylı olması nedeniyle bu elementler kısmi ergime dereceleri ve manto kaynak bileşimlerini belirlemek için kullanılmaktadır (Pearce 2014). Bu elementler yardımıyla oluşturulan Cr-Y diyagramına göre (Pearce 1982) (Şekil 4.90), Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayklarının ada yayı toleyitikleri alanında yer aldığı ve MORB kaynağının % 20 oranında ergimesi sonucu ortaya çıkan yeni kaynağın % 10-% 20 oranında tekrar kısmi ergimesi sonucu oluştuğu belirlenmiştir.



Şekil 4.90. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk örneklerinin Cr-Y diyagramı (Pearce 1982'den değiştirilerek alınmıştır) (M1, M2, M3 manto kaynak bileşimlerinin denge ergime değerleri (Murton 1989'dan değiştirilerek alınmıştır) (M1: MORB kaynağı; M2: MORB kaynağının % 20 ergimesi sonrası açığa çıkan ergiyik; M3: M2 kaynağının % 12 ergimesi sonucu açığa çıkan ergiyik; Bon: Boninit; IAT: Ada yayı toleyitikleri; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları)

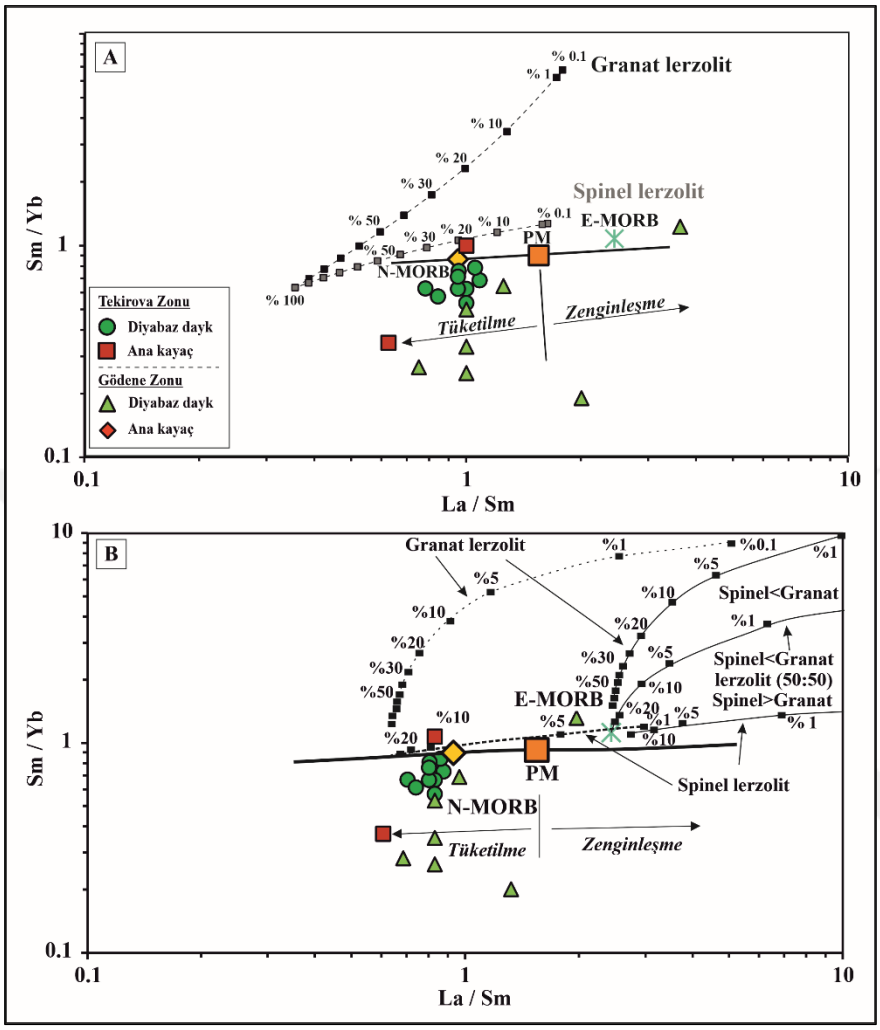
Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayklar ve ana kayaçların tüketilmiş kaynak bölgesinde ve üretken MOR manto (FMM) alanında yer almaktadır (Şekil 4.91). Bu kayaçların genellikle % 5-15 oranlık ergime alanında yer aldığı ve düşük ergime derecesine sahip olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.91a). Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayklar genellikle, kalıntı MOR manto (RMM) ve üretken (fertile) okyanus ortası sırt bazaltları ergime trendi üzerinde yer aldığı ve spinel lerzolit kaynağının % 5 ergimesi sonucu oluştuğu görülmektedir (Şekil 4.91b).



Şekil 4.91. a) Nb-Yb diyagramı (Pearce ve Parkinson 1993'den değiştirilerek alınmıştır) (MgO > % 6 değerleri kullanılmıştır)**; b)** TiO_2- Yb diyagramı (Pearce ve Parkinson 1993'den değiştirilerek alınmıştır) Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayk örnekleri için (MgO > % 6 değerleri kullanılmıştır) (FMM: üretken (fertile) MORB manto; RMM: kalıntı MORB manto)

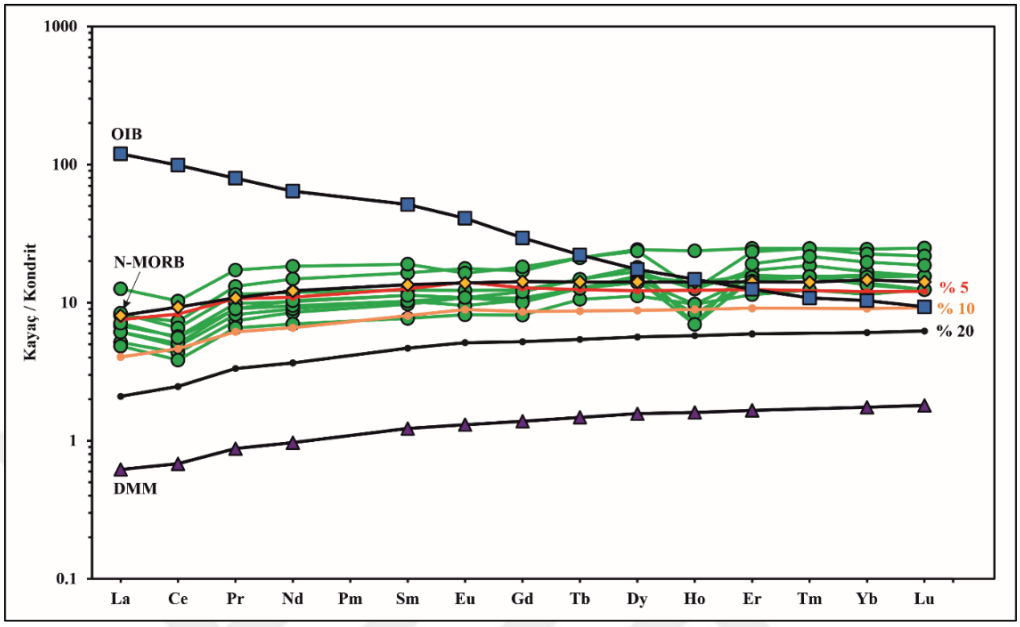
Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk ve ana kayaçları N-MORB bileşimine benzer özellikler göstermektedir ve lerzolit kaynağının kısmi ergimesi sonucu oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.92a). Bu kayaçlar genellikle % 10-20 oranında spinel içeren peridotitlerin ergimesi sonucu oluşmuşlardır (Şekil 4.92a). Bu sonuçlar, Aldanmaz

vd. (2000)'ın Sm/Yb - La/Sm diyagramında kullanmış olduğu kısmi ergime derecelerine göre de uyumludur (Şekil 4.92b).



Şekil 4.92. a) Sm/Yb - La/Sm diyagramı Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklar için (Yüzde değerleri kısmi ergime dereceleridir) (Spinel lerzolit ($olivin_{55}$ + $ortopiroksen_{25}$ + $klinopiroksen_{18}$ + $spinel_2$) ve Granat lerzolit ($olivin_{58}$ + $ortopiroksen_{22}$ + $klinopiroksen_{11}$ + $granat_9$)) (Batch melting değerleri, Spinel lerzolit, (Bedard 2005, 2014; Rollinson ve Pearce 2021); Granat lerzolit, Rollinson 1993) (E-MORB, N-MORB ve ilksel manto (PM) değerleri Sun ve McDonough 1989'dan alınmıştır) (Kaynak kaya olarak tüketilmiş MOR manto (DMM) değerleri Workman ve Hart 2005'den alınmıştır) (Normalize değerler Boynton 1984); **b)** Sm/Yb - La/Sm diyagramı (Aldanmaz vd. 2000'den değiştirilerek alınmıştır) (Yüzdeler kısmi ergime dereceleridir) (Spinel lerzolit ($olivin_{53}$ + $ortopiroksen_{27}$ + $klinopiroksen_{17}$ + $spinel_{11}$ ve $olivin_{60}$ + $ortopiroksen_{28}$ + $klinopiroksen_6$ + $spinel_{11}$) ve Granat lerzolit ($olivin_{53}$ + $ortopiroksen_{27}$ + $klinopiroksen_{17}$ + $granat_{11}$ ve $olivin_{60}$ + $ortopiroksen_{20}$ + $klinopiroksen_{10}$ + $granat_{10}$ ve $olivin_3$ + $ortopiroksen_{16}$ + $klinopiroksen_{88}$ + $granat_9$) değerleri Aldanmaz vd. 2000'den alınmıştır) (E-MORB, N-MORB ve ilksel manto (PM) değerleri Sun ve McDonough 1989'dan alınmıştır).

Tekirova Zonu diyabaz daykların, yarı-kantitatif denge ergimesi REE modeline göre (Şekil 4.93), N-MORB değerleri ile benzerlik gösterdiği ve % 5-20 oranında ergimeye uğradığı görülmektedir.



Şekil 4.93. Tekirova Zonu diyabaz dayklarının kondrite göre normalize edilmiş diyabaz dayklarının, tüketilmiş MOR manto (DMM) kaynağına göre, türediği ana magma kaynağı için yapılan yarı-kantitatif denge (batch) ergime REE modellemesi (Pirnia vd. 2020'den değiştirilerek alınmıştır) (Kondrit değerleri, Boynton 1984) (Spinel lerzolit, $olivin_{55}$ + $ortopiroksen_{35}$ + $klinopiroksen_{8}$ + $spinel_{2}$) (Denge ergime değerleri, Bedard 2005; 2014, Rollinson ve Peace 2021)

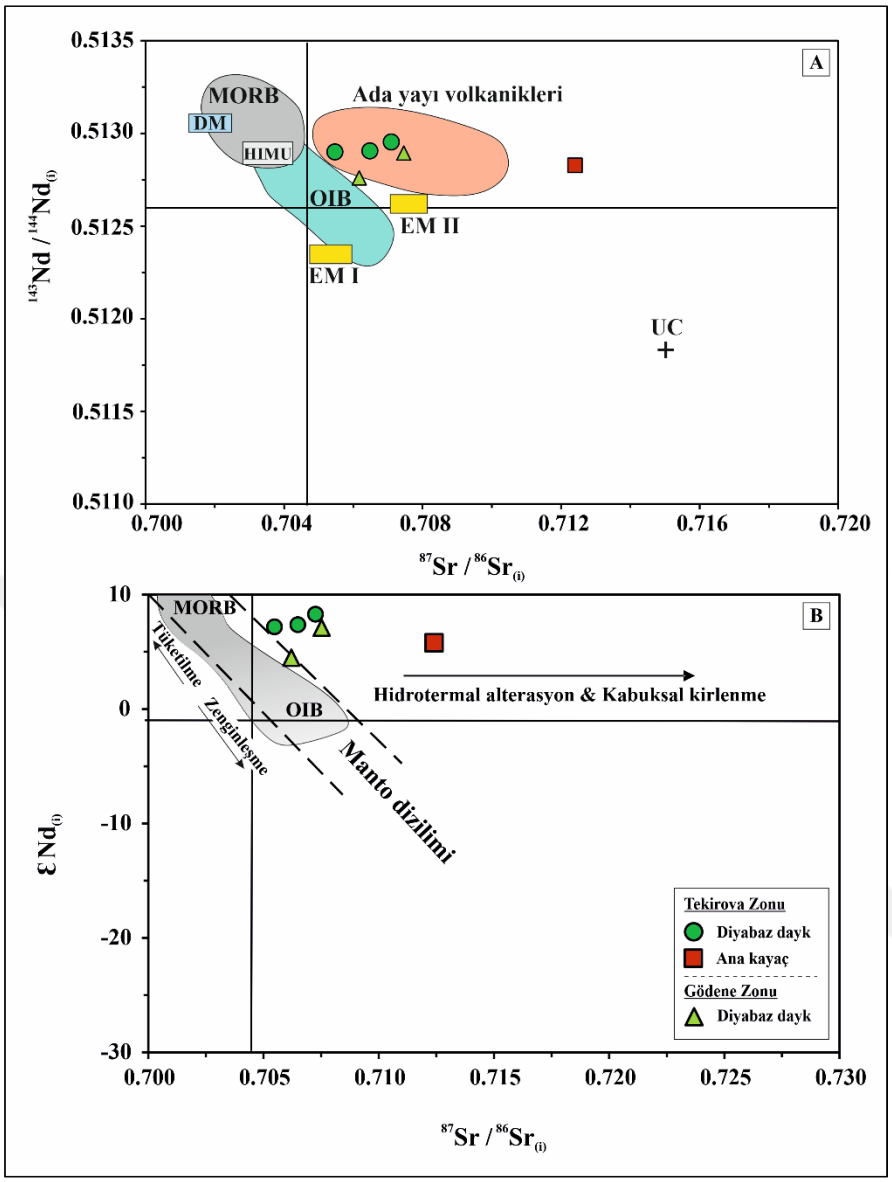
4.7. Radyojenik İzotop (Sr, Nd, Pb) Jeokimyası

Radyojenik izotoplar, jeokronoloji, kimyasal stratigrafi, provenans çalışmaları ve biyolojik çeşitlilik ve petrojenetik çalışmalar gibi geniş bir uygulama alanına sahiptir (Banner 2004).

İz elementler, ergime ve kristalleşme süreçlerinden etkilenirler. Ancak, radyojenik izotop çiftlerinde kütle farklılığının çok düşük olması nedeniyle bu süreçlerden etkilenmezler (Widom 2001). Bu izotoplar, ergime ve kristalleşme süreçleri sonrasında aynı izotopik karaktere sahip olmaları nedeniyle mantonun evrimi, magma oluşumu ve yükselimi, magmanın evrimi ve süreçleri, kabuk-manto diferansiyasyonu vb. gibi magmatik petrolojideki süreçleri belirlemede önemli rol oynarlar (Widom 2001).

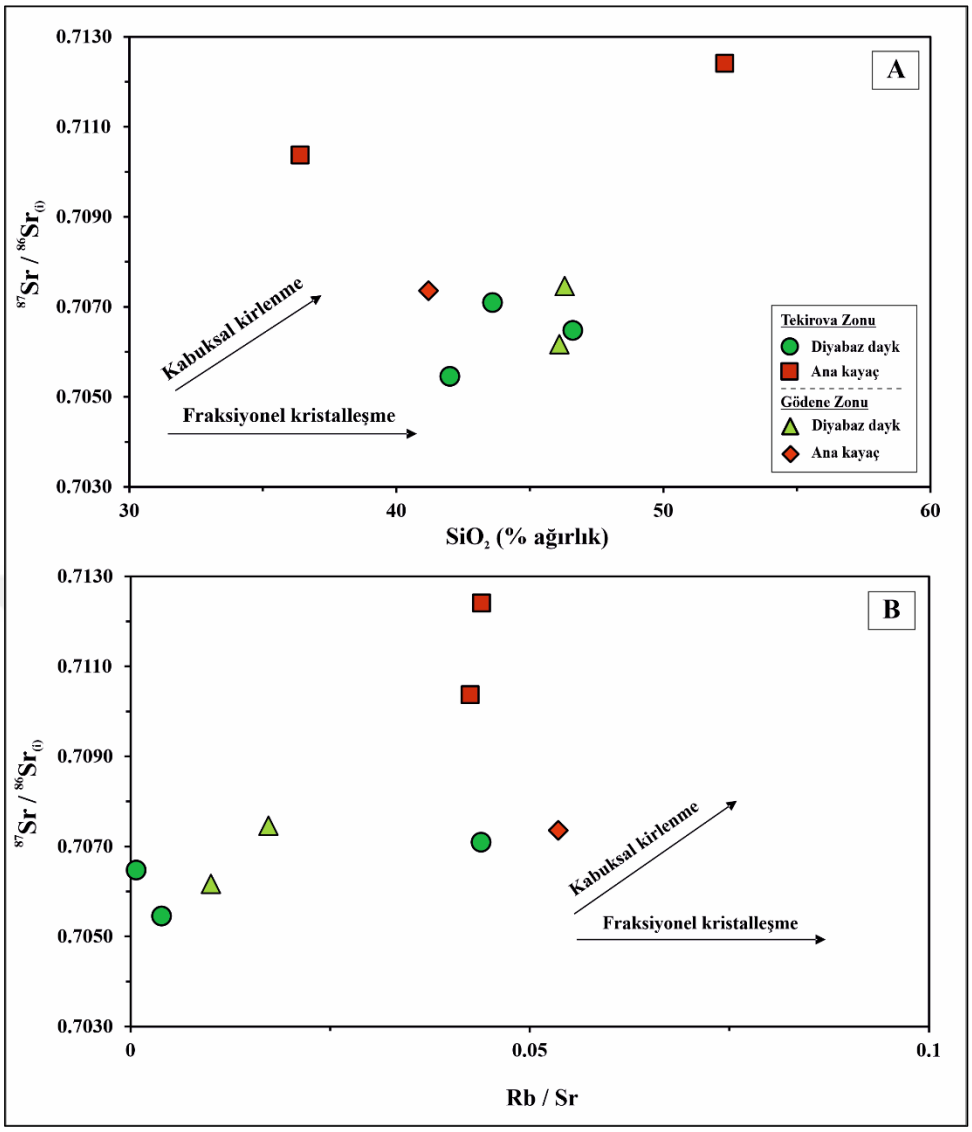
4.7.1. Sr ve Nd radyojenik izotopları

Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklar ve Tekirova Zonu ana kayacının Nd-Sr korelasyon diyagramlarına göre diyabaz dayk örnekleri ada yayı volkanikleri alanında yer almaktadır ve EM II'ye yakın bir alanda gözlenmektedir (Şekil 4.94a). Şekil 4.94b'ye göre ise örneklerin MORB bileşimine sahip olduğu ve hidrotermal alterasyona ya da kabuksal kirlenmeye maruz kaldığı gözlenmektedir.

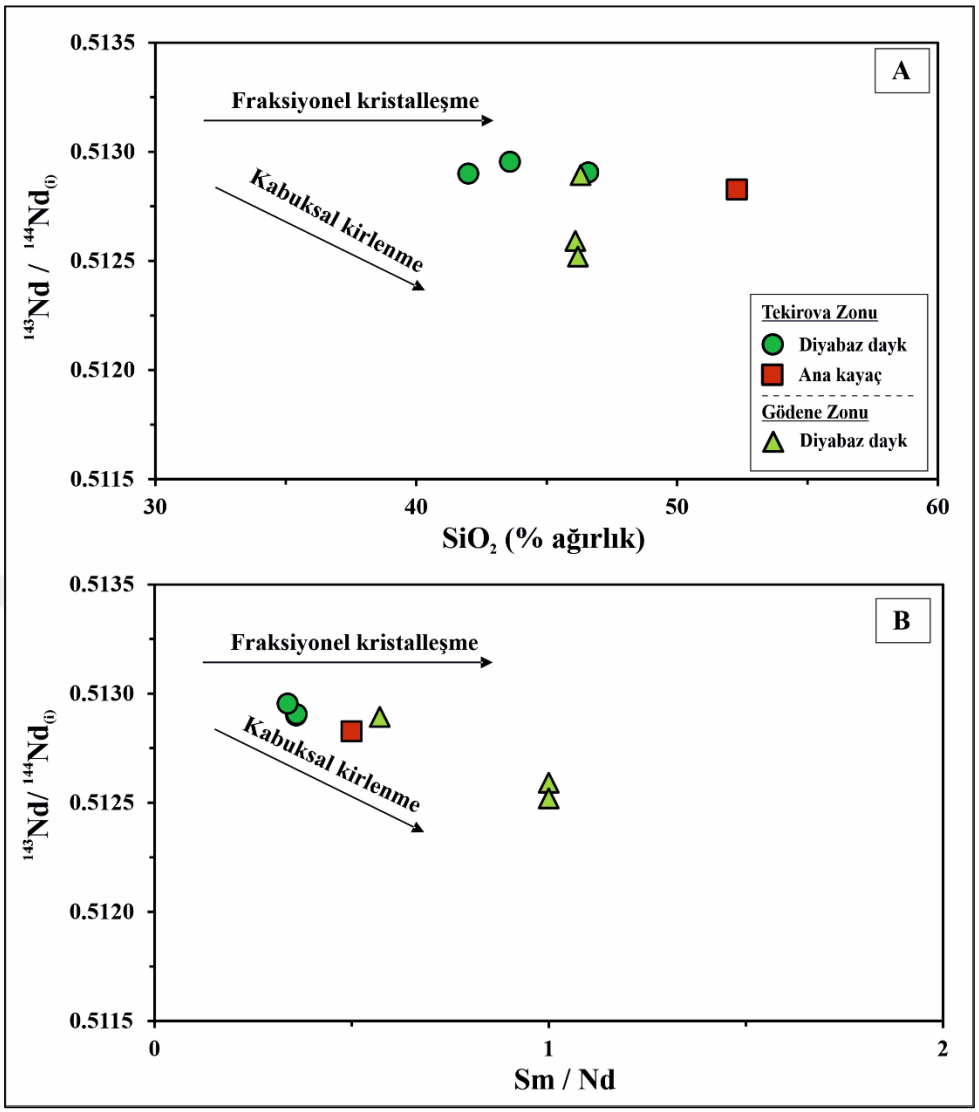


Şekil 4.94. a) Tekirova ve Gödene zonları ilksel Nd-Sr korelasyon diyagramı (MORB, OIB, HIMU, DM, EM I, EM II ve üst kabuk değerleri (Hart 1988; Weaver 1991) ve Ada yayı volkanikleri değerleri (Demirbilek 2012'den alınmıştır); **b)** Epsilon $Nd_{(i)}$ - $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ Tekirova ve Gödene zonları diyabaz dayklar için (Kısaltmalar, DM: Tüketilmiş manto; EM I: Zenginleşmiş manto (düşük miktarda $^{87}Sr/^{86}Sr$ ve $^{143}Nd/^{144}Nd$ artışı); EM II: Zenginleşmiş manto ($^{87}Sr/^{86}Sr$ ve radyojenik Pb artışı); HIMU: Yüksek U/Pb içerikli manto; MORB: Okyanus ortası sırt bazaltları; OIB: Okyanusal ada bazaltları; UC: Üst kabuk)

Antalya Kompleksi'nde yer alan diyabaz dayk ve ana kayaçların $^{87}Sr/^{86}Sr$- SiO_2 ve $^{87}Sr/^{86}Sr$ - Rb/Sr diyagramlarına göre fraksiyonel kristalleşmeye ve kabuksal kirlenmeye uğradığı gözlenmiştir (Şekil 4.95). Bu sonuçlar ayrıca ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$-SiO_2 ve ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$-Sm/Nd diyagramları (Şekil 4.96) ile de uyumluluk göstermektedir.



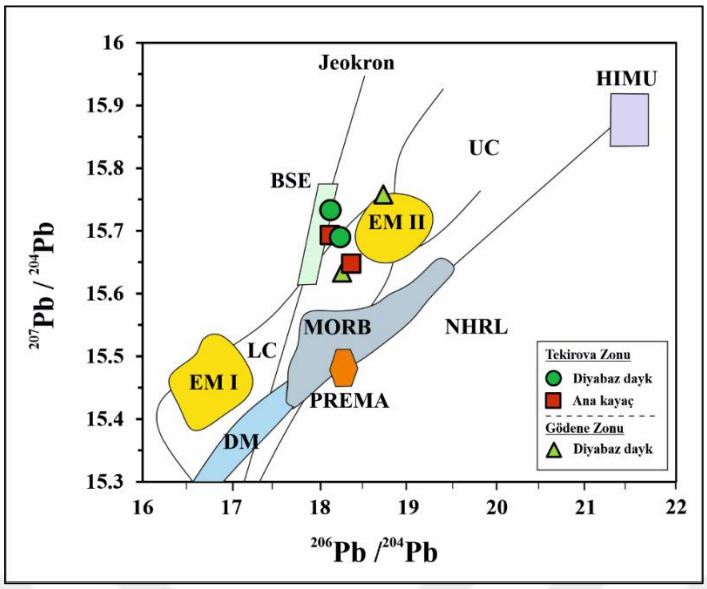
Şekil 4.95. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr$ - SiO_2 ve **b)** ilksel $^{87}Sr/^{86}Sr$ - Rb/Sr diyagramları



Şekil 4.96. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$ - SiO_2 ve **b)** ilksel $^{143}Nd/^{144}Nd$ - Sm/Nd diyagramları

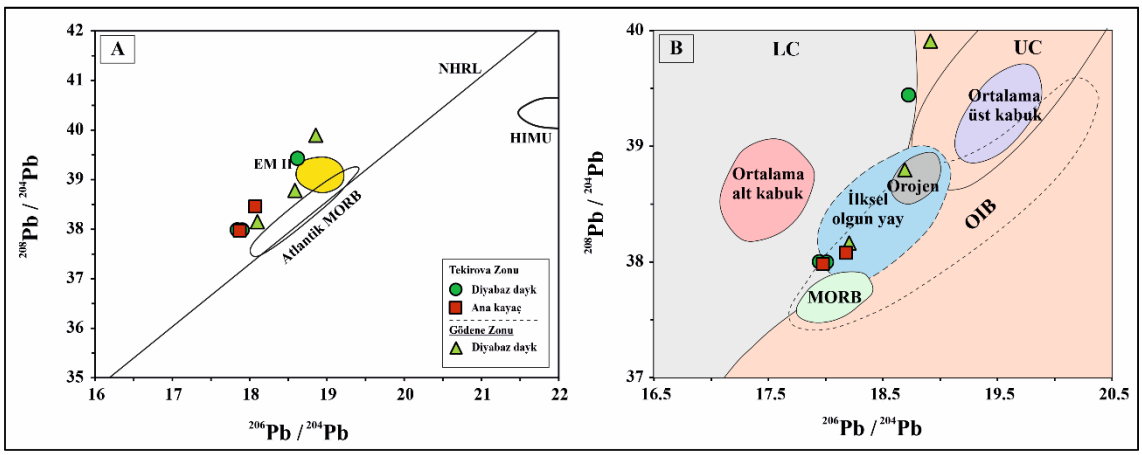
4.7.2. Pb radyojenik izotopu

$^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramına göre (Şekil 4.97) Tekirova ve Gödene zonlarına ait tüm kayaçların alt kabukta BSE ve EM II alanları arasında yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, kıtasal kabuk ile ilgili bir veri bulunmaması nedeniyle, kayaçların MORB kaynağından türediği ve kurşun değerleri artışının dalan levhada bulunan sedimanların manto kaynak bölgesini zenginleştirmesi ile bağlı olabileceği çıkarımı yapılmıştır.



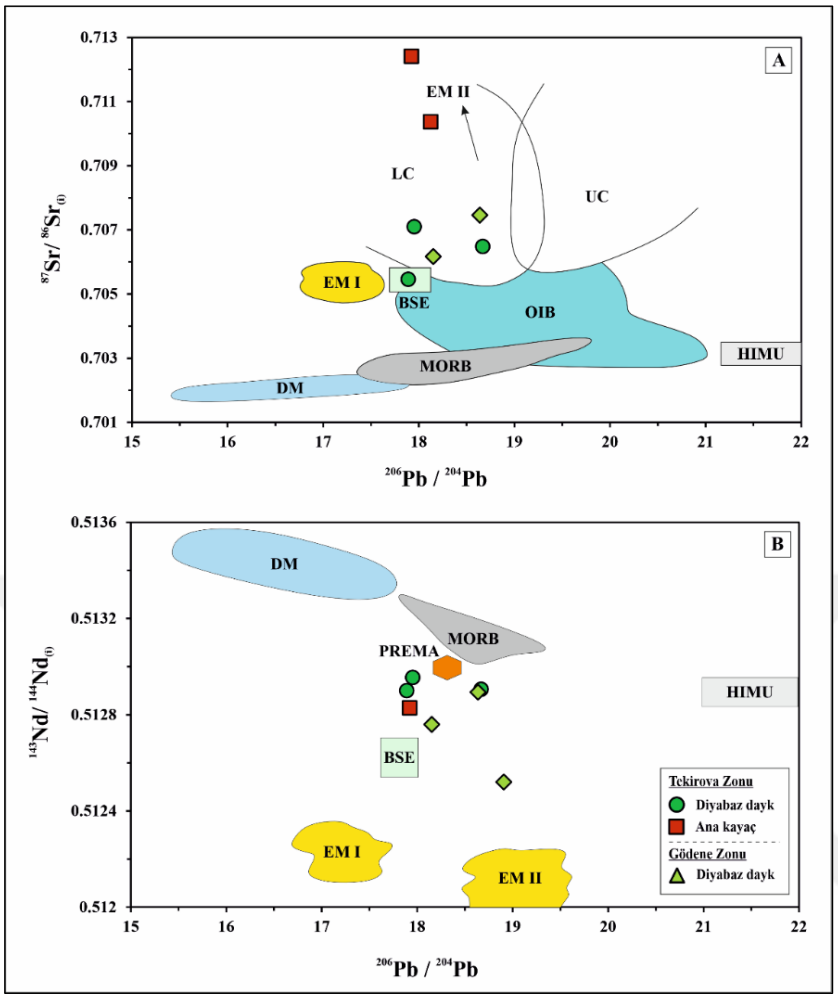
Şekil 4.97. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramı (BSE, DM, EM I, EM II, HIMU, MORB, PREMA değerleri (Zindler ve Hart 1986'dan alınmıştır) (Kısaltmalar, Şekil 4.94'te verilmiştir, BSE: toplam yerküre; LC: Alt kabuk; NHRL: Kuzey yarımküre referans çizgisi; PREMA: yaygın manto bileşimi)

$^{208}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramlarında diyabaz dayk ve ana kayaçların MORB bileşimi ile benzer bileşime sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.98a, b). Bu kayaçların okyanusal litosfer ve üzerindeki sedimanlar ile birlikte yitime uğradığı (Şekil 4.98a) ve ilksel olgun yay alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.98b).



Şekil 4.98. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların $^{208}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramı (Kısaltmalar Şekil 4.94 ve 4.95'te verilmiştir)

$^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramında tüm kayaçların alt kabukta yer aldığı ve Sr ve Pb elementleri bakımından zenginleşmeye başladığı gözlenmiştir (Şekil 4.99a). $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramında ise kayaçlar örneklerinin genellikle MORB alanına yakın bir bölümde yer aldığı ve bileşimsel açıdan MORB ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 4.99b).



Şekil 4.99. Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayk ve ana kayaçların **a)** $^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramı; **b)** $^{143}Nd/^{144}Nd_{(i)}$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ izotop korelasyon diyagramı (BSE, DM, EM I, EM II, HIMU, MORB, PREMA değerleri (Zindler ve Hart 1986'dan alınmıştır) (Kısaltmalar Şekil 4.94 ve 4.95'te verilmiştir)

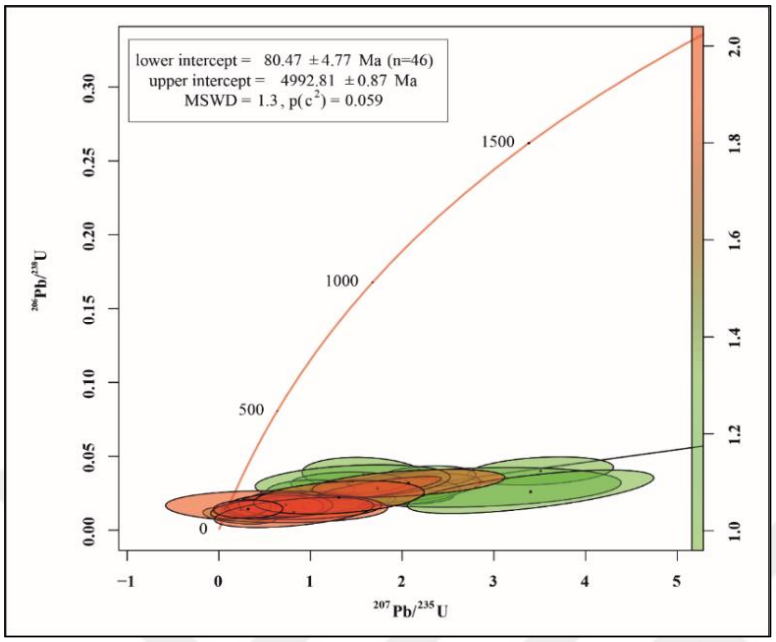
4.8. Jeokronolojik analizler

Antalya Kompleksi'nde Tekirova Zonunda yer alan izole daykların içerisindeki titanit içeriklerine bağlı olarak 2 (iki) örnekte LA-ICP-MS tekniği ile titanit U-Pb yaşlandırma yapılmıştır (Çizelge 4.12). Titanit U-Pb yaşlandırmasına göre, Tekirova Zonunda Kemer ilçesinden alınan diyabaz dayk (KM-2) örneğinin kristalleşme yaşı 80.47 ± 4.77 My (Şekil 4.100) ve Çamyuva beldesinden alınan diyabaz dayk (ÇY-1) örneğinin ise kristalleşme yaşı 89.40 ± 13.40 My olarak belirlenmiştir (Şekil 4.101).

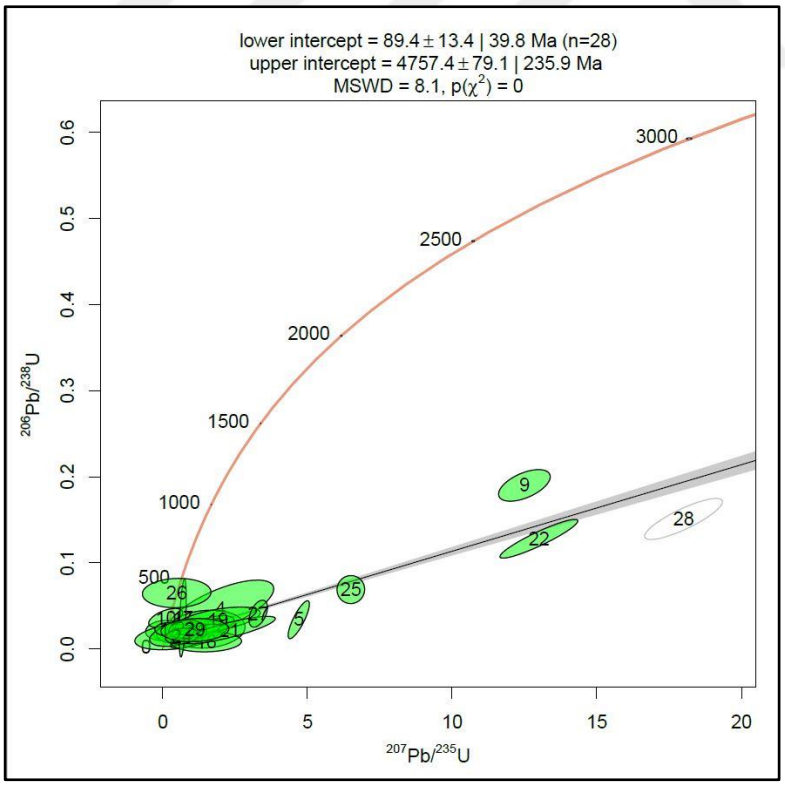
Çizelge 4.12. Tekirova Zonu diyabaz dayk örneklerinin jeokronolojik analiz sonuçları

Zon	Örnek no.	Yaşlandırma	Yaş (My)
Tekirova	KM-2	U-Pb (Titanit)	80.47 ± 4.77
Tekirova	ÇY-1	U-Pb (Titanit)	89.40 ± 13.40

Bu sonuçlara göre, KM-2 ve ÇY-1 örneklerinin Geç Kretase (sırasıyla Kampaniyen ve Koniasiyen) yaşlı olduğu belirlenmiştir.



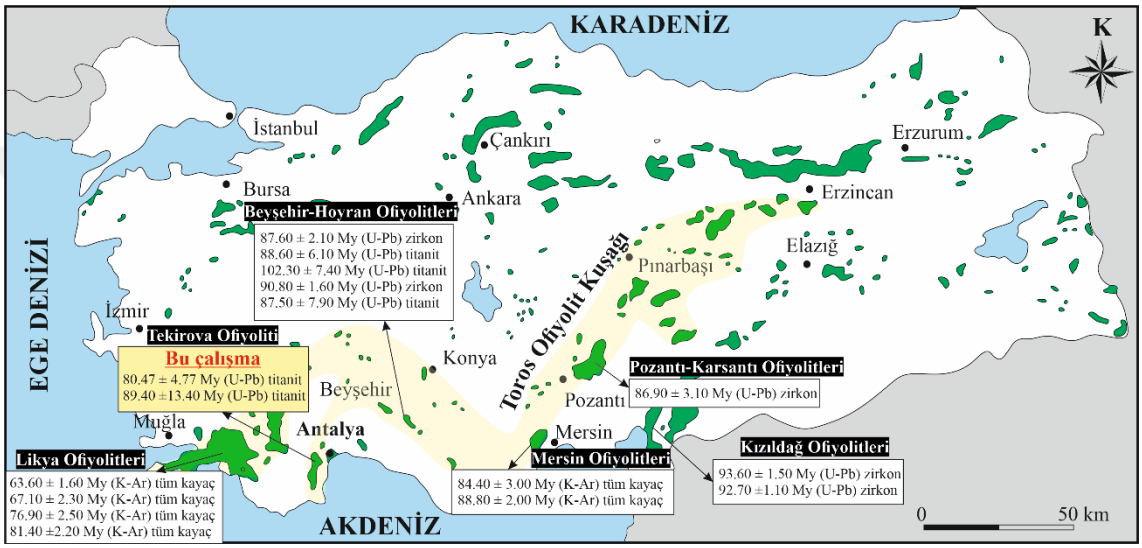
Şekil 4.100. Tekirova Zonunda yer alan KM-2 diyabaz dayk örneğine ait jeokronolojik yaş tayini



Şekil 4.101. Tekirova Zonunda yer alan ÇY-1 diyabaz dayk örneğine ait jeokronolojik yaş tayini

Robertson vd. (2020)'ye göre, Tekirova Zonunda bulunan ofiyolitik birimlerin (izotropik gabro, 92.21 ± 0.92 My; plajiyogranit, 90.00 ± 1.70 My; kümülat gabro, 92.30 ± 1.00 My) ve Gödene Zonunda yer alan metamorfik taban kayaçlarının (amfibolit, 93.50 ± 0.79 My ve 96.19 ± 0.44 My) yaşları birbirine çok yakındır.

Tekirova Zonunda diyabaz dayklardan elde edilen veriler ile bölgedeki metamorfik taban kayaçları, izotropik ve kümülat gabroların yaşlarının uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 4.102). Bu sonuçlar ile Tekirova Zonunda yer alan Tekirova ofiyolitleri ile Gödene Zonunda yer alan metamorfik taban kayaçları ve ofiyolitik birimlerin birbirleri ile benzer zamanda ve tek bir dalma-batma zonu okyanusal birimden türediği görülmektedir.



Şekil 4.102. Tekirova Zonu diyabaz dayklarının Toros kuşağı ve Kızıldağ ofiyolitlerinde yer alan izole dayklar ile jeokronolojik karşılaştırılması (Juteau 1980'den değiştirilerek alınmıştır) (Likya diyabaz dayklar (Çelik ve Delaloye 2003); Beyşehir-Hoyran diyabaz dayklarının (Parlak vd. 2019); Mersin diyabaz dayklarının (Çelik 2008); Pozantı-Karsantı diyabaz dayklarının (Lian vd. 2017); Kızıldağ diyabaz dayklarının (Şimşek vd. 2022))

Ayrıca, Tekirova Zonunda bulunan diyabaz dayklarının Toros kuşağı ve Kızıldağ ofiyolitlerinde bulunan diyabaz dayklar ile karşılaştırıldığında, doğudan batıya doğru gidildikçe diyabaz dayklarının genellikle daha genç yaş verdikleri gözlenmiştir (Şekil 4.102).

5. SONUÇLAR

Antalya Kompleksi içerisinde yer alan Tekirova ve Gödene zonlarında ultramafik-mafik kayaçlar ve bu kayaçlar kesen izole dayklar ile ilgili petrografik, mineral kimyası, tüm kayaç jeokimyası, radyojenik izotop (Sr, Nd, Pb) ve jeokronolojik analizleri gerçekleştirilmiş ve bu kayaçların petrolojik, jeokimyasal, jeokronolojik ve petrojenetik özellikleri tespit edilmiştir.

Arazi çalışmaları, Tekirova Zonunda Kemer ilçesi, Çamyuva, Tekirova, Çıralı, Adrasan, Beycik, Kiriş beldelerinde 15 (onbeş) istasyon, Gödene Zonunda ise Kumluca ilçesi, Altınyaka beldesi, Ortaköy, Toptaş, Karacaören, Çaltı, Ortaköy, Çitdibi ve Yarbaşçandır mahallelerinde 31 (otuz bir) istasyon olmak üzere toplam 46 (kırkaltı) istasyonda örnekleme yapılmıştır.

Tekirova Zonunda yer alan dayklar genellikle koyu yeşilimsi-yeşilimsi renkte ve ince taneli bir görünüme sahiptir. Bu zonda yer alan ultramafik-mafik kayaçlar ise dayklara göre daha koyu renkte görülmektedir. Dayklarda ve ana kayaçlarda alterasyon (serpantinleşme, rodenjitleşme) ve Adrasan beldesindeki kayaçlarda genellikle günlenme gözlenmektedir. Gödene Zonunda koyu yeşil-yeşil ve grimsi renkte gözlenen dayklar genellikle ultramafik-mafik kayaçlar içerisinde mercekler halinde gözlenmektedir. İnce-orta taneli görünüme sahip bu dayklar Tekirova Zonunda yer alan dayklara göre alterasyona daha fazla maruz kalmışlardır. Kırıklı-çatlaklı bir yapıya sahip olan ana kayaçlar yeşilimsi-grimsi renktedirler. Hem Tekirova hem de Gödene Zonunda daykların sokulum yaptığı alanlarda yer yer ince taneli ve daha koyu renkli soğuma zonları da gözlenmiştir.

Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ana kayaçlar ve dayklar da petrografik incelemelerde bulunulmuştur. Ultramafik kayaçların serpantinit, mafik kayaçlar ise gabro bileşimlidir. İzole daykların ise diyabaz bileşimine sahip olduğu belirlenmiştir. Serpantinitlerde ağ/elek dokusu gözlenirken gabrolarda ise holokristalen, ofitik/subofitik ve glomeraporfirik doku gözlenmiştir. İzole dayklarda ise ofitik/subofitik, intersertal, intergranüler ve holokristalen doku gözlenmiştir. Ana kayaçlarda serpantinleşme, uralitleşme ve opaklaşma, izole dayklarda ise serpantinleşme, uralitleşme, iddingsitleşme, sossuritleşme, epidotlaşma, killeşme, serisitleşme, opaklaşma, kloritleşme ve karbonatlaşma gibi alterasyonlar gözlenmiştir.

Yapılan XRD analizlerine göre serpantinit örneğinde, lizardit, krizotil, ojit, fayalit ve manyetit mineraline rastlanılmıştır. Gabro örneğinde ise ojit, enstatit, lizardit, krizotil, klinozoisit ve klinoklor minerali tespit edilmiştir. Diyabaz dayk örneklerinde klinoklor, magnezyo-hornblend, rihterit, ojit, aktinolit, lizardit, epidot, klinozoisit, titanit, prehnit ve hematite rastlanılmıştır.

Yapılan SEM analizlerine göre gabro örneğinde antigorit, labrador, magnezyo-hornblend ve diyopsit, diyabaz dayk örneklerinde ise diyopsit, titanit, labrador, magnezyo-hornblend, lizardit, aktinolit, ilmenit, ojit ve apatit mineralleri tespit edilmiştir.

Mineral kimyası çalışmaları ile Tekirova ve Gödene zonlarında bulunan diyabaz dayklar içerisindeki amfibollerin magnezyo-hornblend, Tekirova Zonunda yer alan diyabaz dayk içerisindeki plajiyoklazların genellikle labrador ve andezin ve Gödene

Zonunda yer alan diyabaz dayk ve gabro örneğinin içerdiği plajiyoklazların labrador bileşimine sahip olduğu gözlenmiştir. Tekirova Zonu diyabaz dayk ve ana kayaç içerisindeki klinopiroksenlerin diyopsit ve ortopiroksenlerin enstatit bileşimli olduğu belirlenmiştir.

Tekirova Zonu diyabaz dayklarındaki amfiboller içerisinde yer alan titanyum içeriklerine göre kristalleşme sıcaklıkları Tekirova Zonunda ortalama 626-750°C'dir. Ana kayaçlarda ise Gödene Zonuna ait gabro örneğinde yer alan 2 (iki) piroksen jeotermobarometresine göre ortalama 876-941°C olarak ve kristalleşme basıncı ortalama 4.6 kbar olarak hesaplanmıştır.

Jeokimyasal analizler ile elde edilen veriler yardımıyla Tekirova Zonunda yer alan ana kayaçların gabro ve gabroikdiyorit bileşimine ve Gödene Zonuna ait ana kayaçlar ise gabro bileşimine sahip olduğu ve tüm kayaçların toleyitik karakterde olduğu belirlenmiştir. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan dayklarının ise gabro bileşimli olduğu belirlenmiştir. Tekirova ve Gödene zonlarına ait ana kayaç ve diyabaz dayk örneklerinin ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu iz element diyagramlarına göre büyük iyon yarıçaplı litofil (LIL) elementlerinde zenginleşme gözlenirken yüksek çekim alanlı (HFS) elementlerde hafif tüketilme ve MORB çizgisi ile de paralellik göstermektedir. Tekirova Zonu diyabaz dayk örneklerinde LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yatay ve yataya yakın bir trend gözlenmektedir. Gödene Zonunda yer alan diyabaz dayk örneklerinin, nadir toprak elementleri diyagramında (kondrite göre normalize edilen) LRE elementlerinde tüketilme ve HRE elementlerinde yataya yakın bir dağılım göstermektedir. Ayrıca, örnekler yay önü bazaltları alanında yer almaktadır.

Petrojenetik özellikler incelendiğinde Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklarının tüketilmiş manto kaynağından dalma-batma zonu bileşenleri ile zenginleştiği, yitim ile ilişkili ve yay önü bazaltları alanında yer aldığı gözlenmektedir. V-Ti/1000 diyagramına göre ise Tekirova ve Gödene zonlarına ait izole dayklarının MORB ve IAT bileşimli ve yay önü bazaltları alanında yer aldığı gözlenmiştir.

Tekirova ve Gödene zonlarına ait diyabaz dayklar ve Tekirova Zonu ana kayacının ilksel Nd-Sr diyagramlarına göre, diyabaz dayk örneklerinin diğer ada yayı volkanikleri ile aynı alan içerisinde yer aldığı gözlenmiştir. $^{207}Pb/^{204}Pb$ - $^{206}Pb/^{204}Pb$ diyagramına göre ise Tekirova ve Gödene zonlarına ait tüm kayaçların alt kabukta yer aldığı ve MORB ve EM II alanına yakın olduğu görülmektedir. Ancak kıtasal kabuk ile ilgili herhangi bir kanıt bulunamadığından bu kayaçların MORB kaynağından türediği ve radyojenik kurşunun magmanın manto kaynak bölgesini zenginleştiren dalan çökellerden gelmiş olabileceğini yansıtmaktadır.

Titanit U-Pb yaşlandırmasına göre, Tekirova Zonunda Kemer ilçesinden alınan diyabaz dayk örneğinin (KM-2) kristalleşme yaşı 80.47 ± 4.77 My ve Çamyuva beldesinden alınan diyabaz dayk örneğinin (ÇY-1) kristalleşme yaşı 89.40 ± 13.40 My olarak belirlenmiştir. Bu veriler ile diyabaz dayklarının yaşının Geç Kretase (Kampaniyen ve Koniasiyen) yaşlı olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler ile Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan dayklar ve ana kayaçların dalma-batma zonunda MORB kaynaklı spinel peridotitlerin % 10-20 kısmi

ergimesi sonucu türediği, yitim zonunda dalan levhanın sedimanlar içerdiği ve yay ile ilgili ortamda, yay önünde, slab roll-back sistemi ile oluştuğu yorumlanabilir.

6. KAYNAKLAR

Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., Mitchell, J.G. 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102: 67-95.

Aldanmaz, E., Schmidt, M.W., Gourgaud, A., Meisel, T. 2009. Mid-ocean ridge and supra-subduction geochemical signatures in spinel–peridotites from the Neotethyan ophiolites in SW Turkey: Implications for upper mantle melting processes. *Lithos*, 113: 691-708.

Anonim 1: https://www.google.com/maps/@36.683159,30.5498859,58450m/data [Son erişim tarihi: 15.06.2023].

Bağcı, U. 2004. Kızıldağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitlerinin jeokimyası ve petrolojisi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 255 s.

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., Hock, V. 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulate rocks from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geological Journal*, 41: 193-219.

Bağcı, U., Parlak, O., Hock, V. 2010. Significance of the geochemistry and petrology of the Tekirova (Antalya) Ophiolite, Southern Turkey, International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM).

Bağcı, U., Rizaoğlu, T., Önal, G., Parlak, O. 2020. Petrology of the late Triassic mafic volcanic rocks from the Antalya Complex, southern Turkey: evidence for mantle source characteristics during the Neotethyan rifting. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29: 1049-1072.

Banner, J.L. 2004. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 65: 141-194.

Bedard, J.H. 2005. Partitioning coefficients between olivine and silicate melts. *Lithos*, 83: 394-419.

Bedard, J.H. 2014. Parameterizations of calcic clinopyroxene-Melt trace element partition coefficients. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15: 303-336.

Behpour, S., Moradian, A., Ahmadipour, H., Nakashima, K. 2019. Mineralogy, petrology and geochemistry of mafic dykes in the southeast of Jebal-E-Barez Granitoids (Bam, Kerman province, Iran): Studies from mafic dykes formed in a volcanic arc-settings. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 28: 920-938.

Boudier, F. and Nicolas, A. 1985. Harzburgite and Lherzolite subtypes in ophiolitic and oceanic environments. *Earth and Planetary Science Letters*, 76: 84-92.

Boynton, W.V. 1984. Cosmochemistry of the rare earth elemets: meteorite studies, in: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier, Amsterdam, pp. 63-114.

Brey, G.P. and Köhler, T. 1990. Geothermobarometry in four-phase lherzolites II. new thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers. *Journal of Petrology*, 31: 1353-1378.

Caran, Ş., Çoban, H., Flower, M.F.J., Ottley, C.J., Yılmaz, K. 2010. Podiform chromitites and mantle peridotites of the Antalya ophiolite, Isparta Angle (SW Turkey): Implications for partial melting and melt–rock interaction in oceanic and subduction-related settings. *Lithos*, 114: 307-326.

Çelik, Ö.F. 2007. Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): implications for OIB-type magma generation following slab break-off. *Geological Magazine*, 144: 849-866.

Çelik, Ö.F. 2008. Detailed geochemistry and K-Ar geochronology of the metamorphic sole rocks and their mafic dykes from the Mersin Ophiolite, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17: 685-708.

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.

Celik, 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.

Chew, D.M., Petrus, J.A., Kamber, B.S. 2014. U-Pb LA-ICPMS dating using accessory mineral standards with variable common Pb. *Chemical Geology*, 363: 185-199.

Cooke, A.J., Masson, L.P., Robertson, A.H.F. 2014. Construction of a sheeted dyke complex: Evidence from the northern margin of the Troodos Ophiolite and its Southern margin adjacent to the Arakapas Fault Zone. *Ofioliti*, 39: 1-30.

Deer, W.A., Howie, R.A., Zussuman, J. 1992. An Introduction to the rock forming minerals. Longman, London.

Demirbilek, M. 2012. Günyüzü, Sivrihisar ve Kaymaz Bölgelerindeki (Eskişehir) Sokulum Kayaçlarının Oluşumuna Yönelik Jeokimyasal, Jeokronolojik ve İzotopik Bulgular. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 354 s.

Dilek, Y. 2006. Collision tectonics of the Mediterranean region: Causes and consequences, in: Dilek, Y. and Pavlides, S. (Eds.), Postcollisional Tectonics and Magmatism in the Mediterranean Region and Asia. *Special Paper of the Geological Society of America*, 409.

Dilek, Y. and Thy, P. 2009. Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kizildag (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 Yang, J.S. 2018. Ophiolites, diamonds, and ultrahigh-pressure minerals: New discoveries and concepts on upper mantle petrogenesis. *Lithosphere*, 10: 3-13.

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., Grundvig, S. 1999. Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean. *Geological Society of America Bulletin*, 111: 1192-1216.

Elitok, Ö. 2012. Geology, geochemistry and geodynamic implications of the mafic–ultramafic rocks from the northern part of the Antalya Complex, SW Turkey. *Tectonophysics*, 568-569: 335-356.

Etiope, G., Schoell, M., Hosgörmez, H. 2011. Abiotic methane flux from the Chimaera seep and Tekirova ophiolites (Turkey): Understanding gas exhalation from low temperature serpentinization and implications for Mars. *Earth and Planetary Science Letters*, 310: 96-104.

Furnes, H., Dilek, Y., Zhao, G., Safonova, I., Santosh, M. 2020. Geochemical characterization of ophiolites in the Alpine-Himalayan Orogenic Belt: Magmatically and tectonically diverse evolution of the Mesozoic Neotethyan oceanic crust. *Earth-Science Reviews*, 208.

Göncüoğlu, M.C. and Kozlu, H. 2000. Early Paleozoic Evolution of the NW Gondwanaland: Data from Southern Turkey and Surrounding Regions. *Gondwana Research*, 3: 315-324.

Guilmette, C., Hébert, R., Dupuis, C., Wang, C., Li, Z. 2008. Metamorphic history and geodynamic significance of high-grade metabasites from the ophiolitic mélange beneath the Yarlung Zangbo ophiolites, Xigaze area, Tibet. *Journal of Asian Earth Sciences*, 32: 423-437.

Güneş, A. 2018. Tekirova (Antalya) ofiyolitlerinde yer alan izole daykların petrolojisi, jeokimyası ve petrojenezi. Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 130 s.

Güneş, A., İlbeyli, N., Rasimgil, S., Demirbilek, M. 2021. Petrological and geochemical characteristics of the diabase and metasomatised dikes from the Tekirova ophiolite (SW Anatolia, Turkey): Tectonomagmatic evolution of the southern Neotethys. *Geochemistry*, 81, 125767.

Hart, S.R. 1988. Heterogeneous mantle domains: signatures, genesis and mixing chronologies. *Earth and Planetary Science Letters*, 90: 273-296.

Helz, R.T. 1973. Phase relations of basalts in their melting range at P_{H2O} = 5 kb as afunction of oxygen fugacity: Part I. Mafic phases. *Journal of Petrology*, 14: 249-302.

Hoşgörmez, H. 2007. Origin of the natural gas seep of Çirali (Chimera), Turkey: Site of the first Olympic fire. *Journal of Asian Earth Sciences*, 30: 131-141.

Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8: 523-548.

Juteau, T. 1980. Ophiolite in Turkey. *Ofioliti*, 2: 199-235.

Juteau, T. and Whitechurch, H. 1971. The magmatic cumulates of Antalya (Turkey): evidence of multiple intrusions in an ophiolitic magma chamber, in: Panayiotou, A. (Ed.), International Ophiolite Symposium. Geological Survey, Cyprus, pp. 377-391.

Kerr, A.C., Pearson, D.G., Nowell, G.M. 2009. Magma source evolution beneath the Caribbean oceanic plateau: new insights from elemental and Sr-Nd-Pb-Hf isotopic studies of ODP Leg 165 Site 1001 basalts. *Geological Society, London, Special Publications*, 328: 809-827.

Köksal, S., Toksoy Köksal, F., Göncüoğlu, M. 2017. Petrogenesis and geodynamics of plagiogranites from Central Turkey (Ekecikdağ/Aksaray): New geochemical and isotopic data for generation in an arc basin system within the northern branch of Neotethys. *International Journal of Earth Sciences*, 106: 1181-1203.

Leake, B.E., Woolley, A.R., Birch, W.D., J. Burke, E.A., Ferraris, G., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Schumacher, J.C., N. Stephenson, N.C., W. Whittaker, E.J. 2003. Nomenclature of amphiboles: additions and revisions to the International Mineralogical Association's amphibole nomenclature. *Mineralogical Magazine*, 68: 209-215.

Lee, C.T.A. 2009. Chapter 7: Trace Element Geochemistry (Lecture notes; https://cinty-lee.squarespace.com/s/LeeChapter-7.doc)

Lee, C.T.A., Harbert, A., Leeman, W.P. 2007. Extension of lattice strain theory to mineral/mineral rare-earth element partitioning: An approach for assessing disequilibrium and developing internally consistent partition coefficients between olivine, orthopyroxene, clinopyroxene and basaltic melt. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71: 481-496.

Lian, D., Yang, J., Dilek, Y., Liu, F., Wu, W., Xiong, F. 2017. Geochemical, Geochronological, and Sr-Nd Isotopic Constraints on the Origin of the Mafic Dikes from the Pozanti-Karsanti Ophiolite: Implications for Tectonic Evolution. *The Journal of Geology*, 125: 223-239.

Liang, Y., Sun, C., Yao, L. 2013. A REE-in-two-pyroxene thermometer for mafic and ultramafic rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 102: 246-260.

Liao, Y., Wei, C., Rehman, H.U. 2021. Titanium in calcium amphibole: Behavior and thermometry. *American Mineralogist*, 106: 180-191.

Lindsley, D.H. 1983. Pyroxene Thermometry. *American Mineralogist*, 68: 477-493.

Mazoz, A., Gonçalves, G.O., Lana, C., Buick, I.S., Corfu, F., Kamo, S.L., Wang, H., Yang, Y.H., Scholz, R., Queiroga, G., Fu, B., Martins, L., Schannor, M., de Abreu, A.T., Babinski, M., Peixoto, E., Ventura Santos, R. 2022. Khan River and Bear Lake: Two Natural Titanite Reference Materials for High-Spatial Resolution U-Pb Microanalysis. *Geostandards and Geoanalytical Research*, 46: 701-733.

Middlemost, E.A.K. 1994. Naming Materials in the Magma Igneous Rock System. *Earth-Science Reviews*, 37: 215-224.

Moix, P., Goričan, Š., Marcoux, J. 2009. First evidence of Campanian radiolarians in Turkey and implications for the tectonic setting of the Upper Antalya Nappes. *Cretaceous Research*, 30: 952-960.

Morimoto, N. 1988. Nomenclature of Pyroxenes. *Mineralogy and petrology*, 39: 55-76.

Murton, B.J. 1989. Tectonic controls on boninite genesis, in: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), Magmatism in the Ocean basins. *Geological Society Special Publications*, London, pp. 347-377.

Nimis, P. and Taylor, W.R. 2000. Single clinopyroxene thermobarometry for garnet peridotites. Part I. Calibration and testing of a Cr-in-Cpx barometer and an enstatite-in-Cpx thermometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 139: 541-554.

Otten, M.T. 1984. The Origin of Brown Hornblende in the Artfjallet Gabbro and Dolerites. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 86: 189-199.

Parlak, O. 2000. Geochemistry and significance of mafic dyke swarms in the Pozantı-Karsantı Ophiolite (Southern Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9: 29-38.

Parlak, O. 2016. The tauride ophiolites of Anatolia (Turkey): A review. *Journal of Earth Science*, 27: 901-934.

Parlak, O. and Delaloye, M. 1996. Geochemistry and timing of post-metamorphic dyke emplacement in the Mersin Ophiolite (southern Turkey): New age constraints from 40Ar/39Ar geochronology. *Terra Nova*, 8: 585-592.

Parlak, O., Yilmaz, H., Boztuğ, D. 2006. Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dykes of the Divrigi ophiolite (Sivas, Turkey): Evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15: 25-45.

Parlak, O., Dunkl, I., Karaoğlan, F., Kusky, T.M., Zhang, C., Wang, L., Koepke, J., Billor, Z., Hames, W.E., Şimşek, E., Şimşek, G., Şimşek, T., Öztürk, S.E. 2019. Rapid cooling history of a Neotethyan ophiolite: Evidence for contemporaneous subduction initiation and metamorphic sole formation. *GSA Bulletin*, 131: 2011-2038.

Pearce, J.A. 1982. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries, in: Thorpe, J.S. (Ed.), Andesites. John Wiley, New York, pp. 525-548.

Pearce, J.A. 2008. Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, 100: 14-48.

Pearce, J.A. 2014. Immobile element fingerprinting of ophiolites. *Elements*, 10: 101-108.

Pearce, J.A. and Parkinson, I.J. 1993. Trace element models for mantle melting: application to volcanic arc petrogenesis, in: Prichard, H.M., Alabaster, T., Harrison, N.B.W., Neary, C.R. (Eds.), Magmatic processes and Plate tectonics. Geological Sociey Special Publications, London, pp. 373-403.

Pearce, J.A. and Robinson, P.T. 2010. The Troodos ophiolitic complex probably formed in a subduction initiation, slab edge setting. *Gondwana Research*, 18: 60-81.

Pearce, J.A., Lippard, S.J., Roberts, S. 1984. Characteristics and tectonic significance of Suprasubduction Zone ophiolites, in: Kokelaar, B.P., Howells, M.F. (Eds.),

Marginal Basin Geology. Geological Society of London Special Publication, London, pp. 77-89.

Pearce, J.A., Stern, R.J., Bloomer, S.H., Fryer, P. 2005. Geochemical mapping of the Mariana arc-basin system: Implications for the nature and distribution of subduction components. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6 (7): 1-27.

Pirnia, T., Saccani, E., Torabi, G., Chiari, M., Gorican, S., Barbero, E. 2020. Cretaceous tectonic evolution of the Neo-Tethys in Central Iran: Evidence from petrology and age of the Nain-Ashin ophiolitic basalts. *Geoscience Frontiers*, 11: 57-81.

Putirka, K.D. 2008. Thermometers and Barometers for Volcanic Systems. *Minerals, Inclusions and Volcanic Processes*, 69: 61-120.

Reagan, M.K., Ishizuka, O., Stern, R.J., Kelley, K.A., Ohara, Y., Blichert-Toft, J., Bloomer, S.H., Cash, J., Fryer, P., Hanan, B.B., Hickey-Vargas, R., Ishii, T., Kimura, J.-I., Peate, D.W., Rowe, M.C., Woods, M. 2010. Fore-arc basalts and subduction initiation in the Izu-Bonin-Mariana system. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11(3): 1-17.

Reuber, I. 1984. Mylonitic ductile shear zones within tectonites and cumulates as evidence for an oceanic transform fault in the Antalya ophiolite, S.W. Turkey, in: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society Special Publications, London, pp. 319-334.

Robertson, A.H.F. 2000. Mesozoic–Tertiary sedimentary and tectonic evolution of Neotethyan carbonate platforms, margins and small ocean basins in the Antalya Complex, S.W. Turkey, in: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A. (Eds.), Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area. Geological Society of London Sprecial Publications, London, pp. 97-138.

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., Parlak, O., Taslı, K., Dumitrica, P. 2020. Processes of clastic sedimentation associated with Late Cretaceous ophiolite emplacement in the SW segment of the Antalya Complex (S Turkey). *Sedimentary Geology*, 408.

Robertson, A.H.F., Parlak, O., Metin, Y., Vergili, O., Tasli, K., Inan, N., Soycan, H. 2013. Late Palaeozoic-Cenozoic tectonic development of carbonate platform, margin and oceanic units in the Eastern Taurides, Turkey. *Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region*, 372: 167-218.

Robertson, A.H.F., Poisson, A., Akinci, Ö. 2003. Developments in research concerning Mesozoic-Tertiary Tethys and neotectonics in the Isparta Angle, SW Turkey. *Geological Journal*, 38: 195-234.

Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1981a. Gödene Zone, Antalya Complex, SW Turkey: volcanism and sedimentation on Mesozoic marginal ocean crust. *Geologische Rundschau*, 70: 1177-1214.

Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1981b. Alakir Çay Group, Antalya Complex, SW Turkey: A deformed mesozoic carbonate margin. *Sedimentary Geology*, 30: 95-131.

Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1982. Sedimentary history of the south-western segment of the Mesozoic- Tertiary Antalya continental margin, south-western Turkey. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 75: 517-562.

Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H. 1984. The SW segment of the Antalya Complex, Turkey as a Mesozoic-Tertiary Tethyan continental margin. *Geological Society, London, Special Publications*, 17: 251-271.

Rollinson, H.R. 1993. Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation, New York.

Rollinson, H.R. and Peace, V. 2021. Using geochemical data to understand geological processes, second ed. Cambridge University Press.

Sarı, B. 2009. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Coniacian-Maastrichtian sequences of the Bey Dağları Autochthon, western Taurides, Turkey: thin-section zonation. *Cretaceous Research*, 30: 1103-1132.

Sarı, B. and Özer, S. 2002. Upper Cretaceous stratigraphy of the Bey Dağları carbonate platform, Korkuteli area (Western Taurides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11: 39-59.

Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y., Winchester, J.A. 2013. Late Cretaceous subduction initiation and Palaeocene–Eocene slab breakoff magmatism in South-Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 55: 66-87.

Sepidbar, F., Lucci, F., Biabangard, H., Zaki Khedr, M., Jiantang, P. 2020. Geochemistry and tectonic significance of the Fannuj-Maskutan SSZ-type ophiolite (Inner Makran, SE Iran). *International Geology Review*, 62: 2077-2104.

Shervais, J.W. 1982. Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59: 101-118.

Spandler, C., Hammerli, J., Sha, P., Hilbert-Wolf, H., Hu, Y., Roberts, E., Schmitz, M. 2016. MKED1: A new titanite standard for in situ analysis of Sm-Nd isotopes and U-Pb geochronology. *Chemical Geology*, 425: 110-126.

Stampfli, G.M. and Borel, G.D. 2002. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196: 17-33.

Sun, S.S. and McDonough, W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, 42: 313-345.

Şenel, M. 1997. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya-L10, L11, L12 M10, M11 paftaları. Maden Teknik Arama, Ankara.

Şenel, M. 2010. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya-O24, O25, P24-P25. MTA, Ankara.

Şenel, M., Serdaroğlu, M., Kengil, R., Ünverdi, M., Gözler, M.Z. 1981. Teke Torosları güneydoğusunun jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 95/96: 13-43.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey - a Plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75: 181-241.

Şimşek, E., Parlak, O., Robertson, A.H.F. 2022. Ion-probe (SIMS) U-Pb geochronology and geochemistry of the Upper Cretaceous Kızıldağ (Hatay) ophiolite: Implications for supra-subduction zone spreading in the Southern Neotethys. *Geosystems and Geoenvironment*, 2(3): 100165.

Tang, G.-J., Wang, Q., Wyman, D.A., Dan, W., Ma, L., Zhang, H.-X., Zhao, Z.H. 2020. Petrogenesis of the Ulungur Intrusive Complex, NW China, and Implications for Crustal Generation and Reworking in Accretionary Orogens. *Journal of Petrology*, 61.

Uysal, I., Akmaz, R.M., Saka, S., Kapsiotis, A. 2016. Coexistence of compositionally heterogeneous chromitites in the Antalya–Isparta ophiolitic suite, SW Turkey: A record of sequential magmatic processes in the sub-arc lithospheric mantle. *Lithos*, 248-251: 160-174.

Ünal, S., Yalcin, M.G., Ocak, S., Yalcin, R., Ozmen, S.F. 2018. Computation of gamma radioactivity of natural rocks in the vicinity of Antalya province and its effect on health. *Kerntechnik*, 83: 112-120.

Vergili, O. and Parlak, O. 2005. Geochemistry and tectonic setting of Metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) Ophiolite, Central Anatolia (Turkey). *Ofioliti*, 30: 37-52.

Weaver, B.L. 1991. The origin of ocean island basalt end-member compositions: trace element and isotopic constraints. *Earth and Planetary Science Letters*, 104: 381-397.

Whitechurch, H., Juteau, T., Montigny, R. 1984. Role of the Eastern Mediterranean ophiolites (Turkey, Syria, Cyprus) in the history of the Neo-Tethys, in: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), Geological Society Special Publications, London, pp. 301-317.

Widom, E. 2001. Applications of isotopes to igneous petrogenesis.

Woodcock, N.H. and Robertson, A.H.F. 1982. Wrench and thrust tectonics along a Mesozoic-Cenozoic continental margin: Antalya Complex, SW Turkey. *Journal of the Geological Society*, 139: 147-163.

Workman, R.K. and Hart, S.R. 2005. Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM). *Earth and Planetary Science Letters*, 231: 53-72.

Xu, J., Xia, X.-P., Cai, K., Lai, C.-K., Liu, X.-J., Yang, Q., Zhou, M.-L., Ma, P.-F., Zhang, L. 2020. Remnants of a Middle Triassic island arc on western margin of South China Block: Evidence for bipolar subduction of the Paleotethyan Ailaoshan Ocean. *Lithos*, 360-361.

Yalçın, M.G. and Ünal, S. 2018. Natural radioactivity levels and associated radiation hazards in ophiolites around Tekirova, Kemer, and Kumluca Touristic Regions in Antalya, Turkey. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 316: 321-330.

Yalçın, H., Bozkaya, Ö., Yılmaz, C. 2015. Tekirova (Antalya) Ofiyolit Napı Kayaçlarının Alterasyon Mineralojisi ve Jeokimyası. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 58: 63-88.

Yang, J., Wu, W., Lian, D., Rui, H. 2021. Peridotites, chromitites and diamonds in ophiolites. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2: 198-212.

Yavuz, F. and Döner, Z. 2017. WinAmptb: A Windows program for calcic amphibole thermobarometry. *Periodico di Mineralogia*, 86: 135-167.

Yılmaz, C. 2014. Tekirova ofiyolit Nap'ında (Kemer-Altınyaka, GB, Antalya) serpantinleşme ile ilişkili mineral oluşumlarının incelenmesi. Cumhuriyet, p. 90.

Yılmaz, P.O. 1984. Fossils and K-Ar data fort he Antalya Complex, SW Turkey, The geological evolution of the Eastern Mediterranean, in: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), The Geological evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society Publications, pp. 301-318.

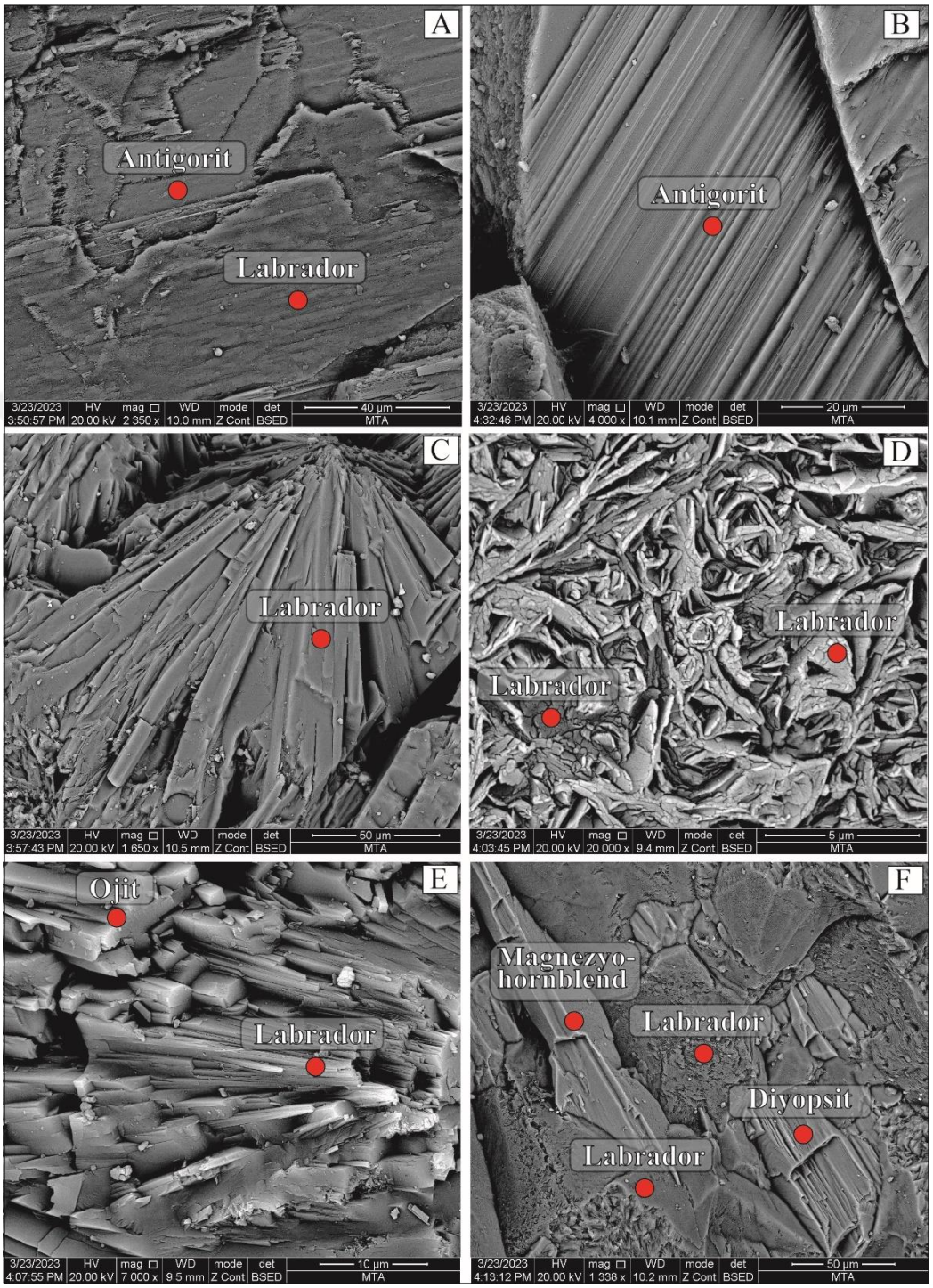
Yılmaz, A. and Yılmaz, H. 2013. Ophiolites and Ophiolitic Melanges of Turkey: A Review. *Geological Bulletin of Turkey*, 56(2): 61-114.

Yurtsever, T.Ş., Tekin, U.K., Demirel, İ.H. 2003. First evidence of the Cenomanian/Turonian boundary event (CTBE) in the Alakırçay Nappe of the Antalya Nappes, southwest Turkey. *Cretaceous Research*, 24: 41-53.

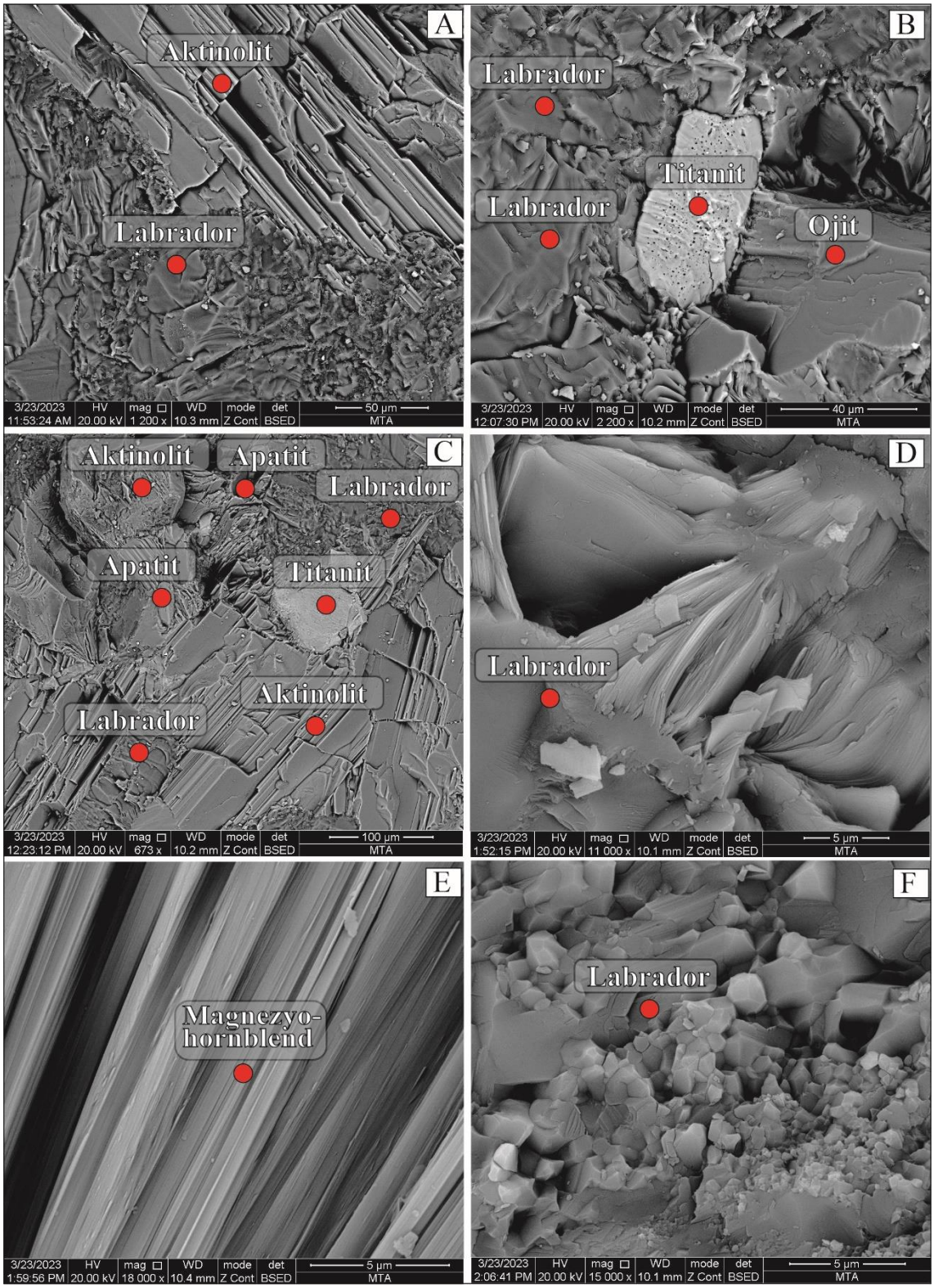
Zindler, A. and Hart, S. 1986. Chemical Geodynamics. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 14: 493-571.

7. EKLER

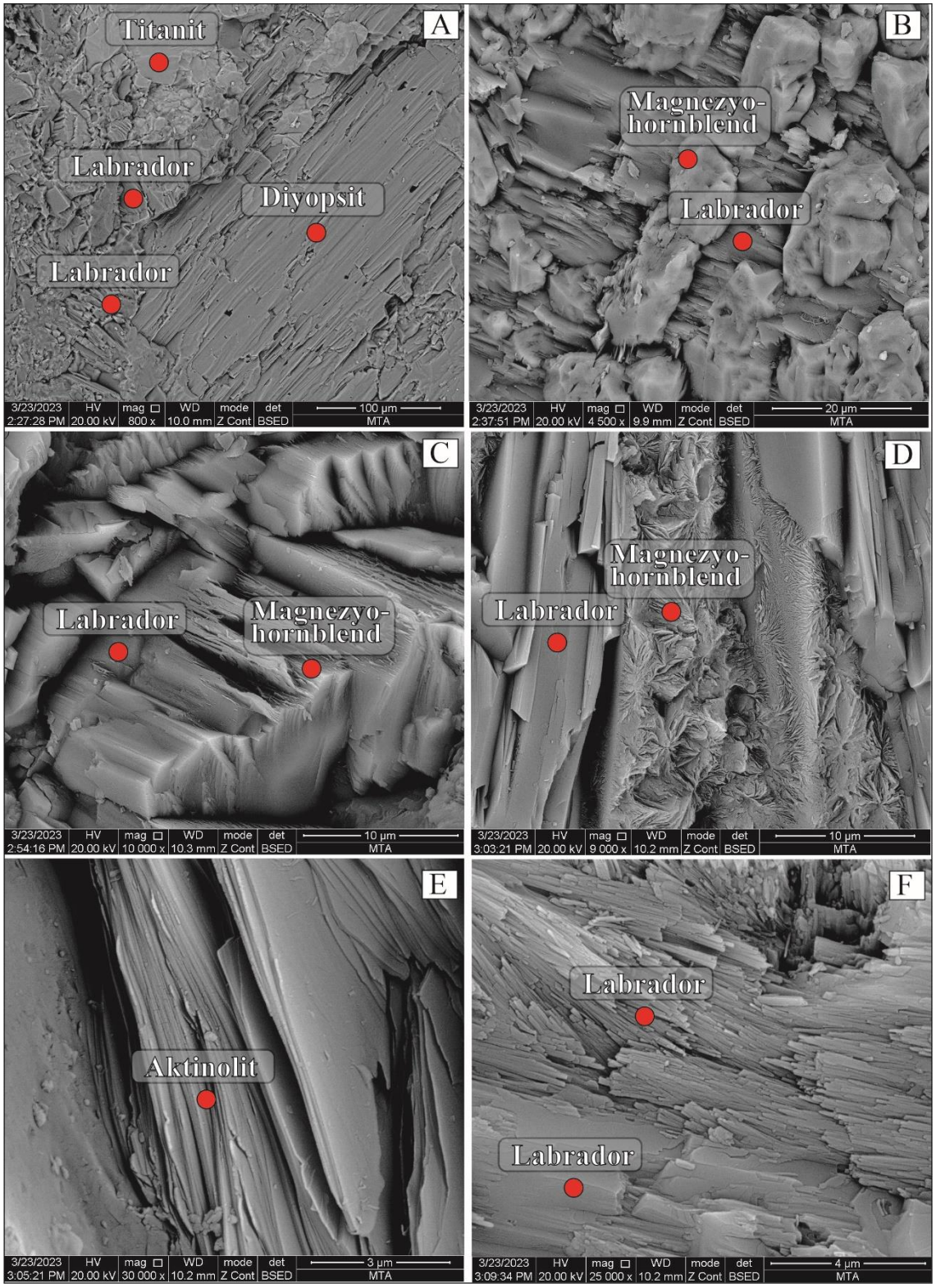
EK-1: SEM Analiz Görüntüleri



Şekil 7.1. Gödene Zonuna ait ana kayaç örneğinin (YA-3a) SEM görüntüleri

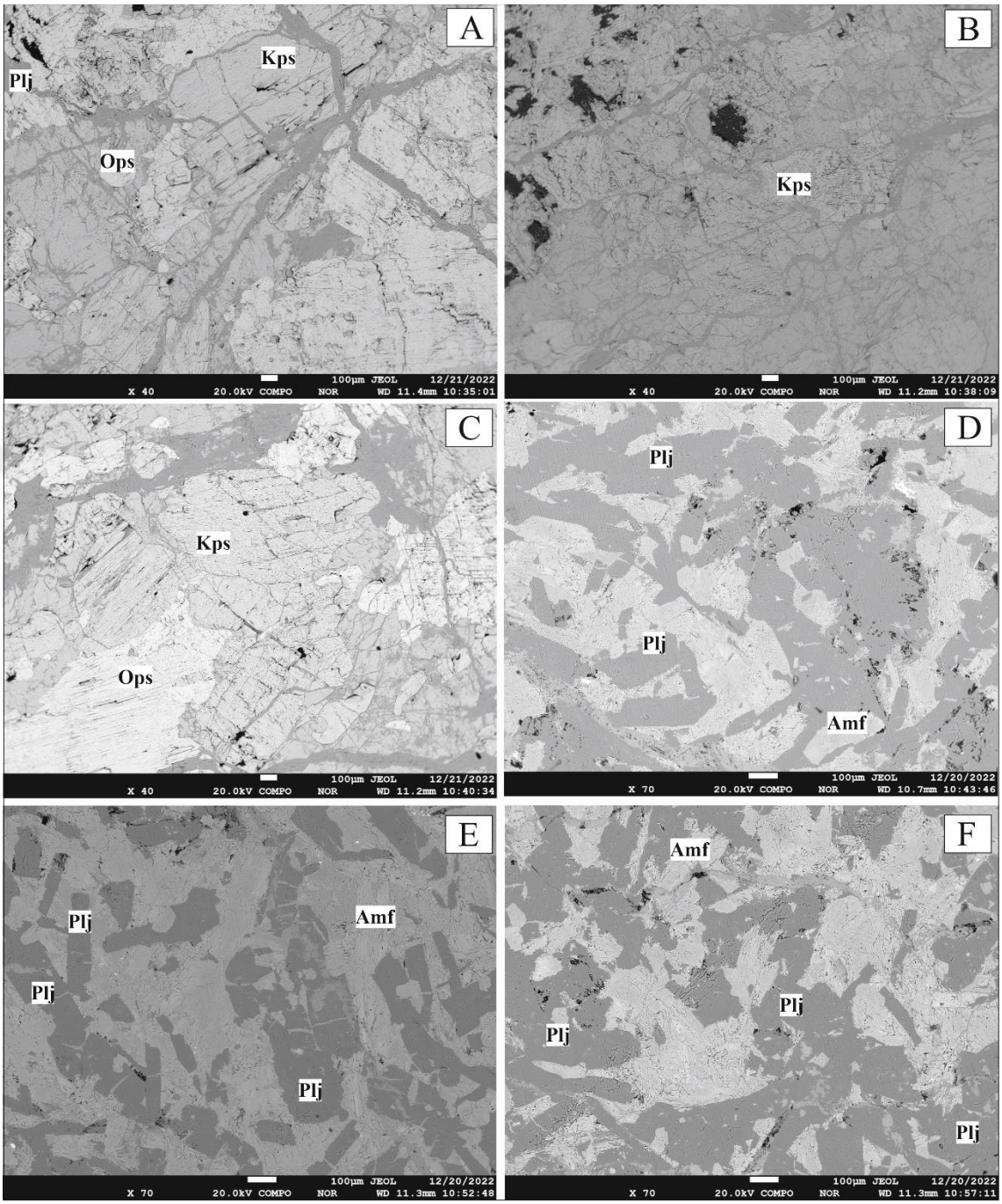


Şekil 7.2. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6) SEM görüntüleri

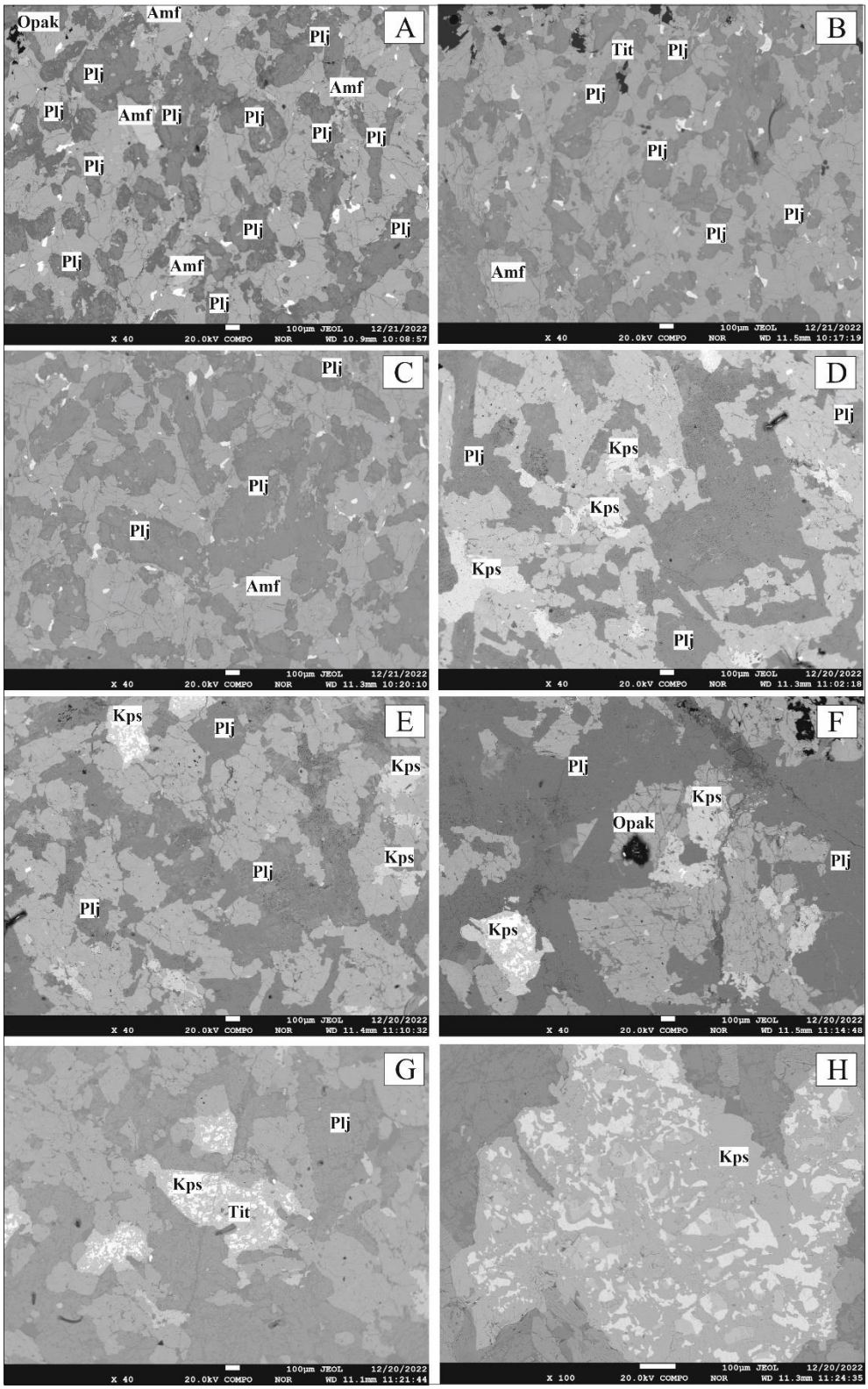


Şekil 7.3. Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) SEM görüntüleri

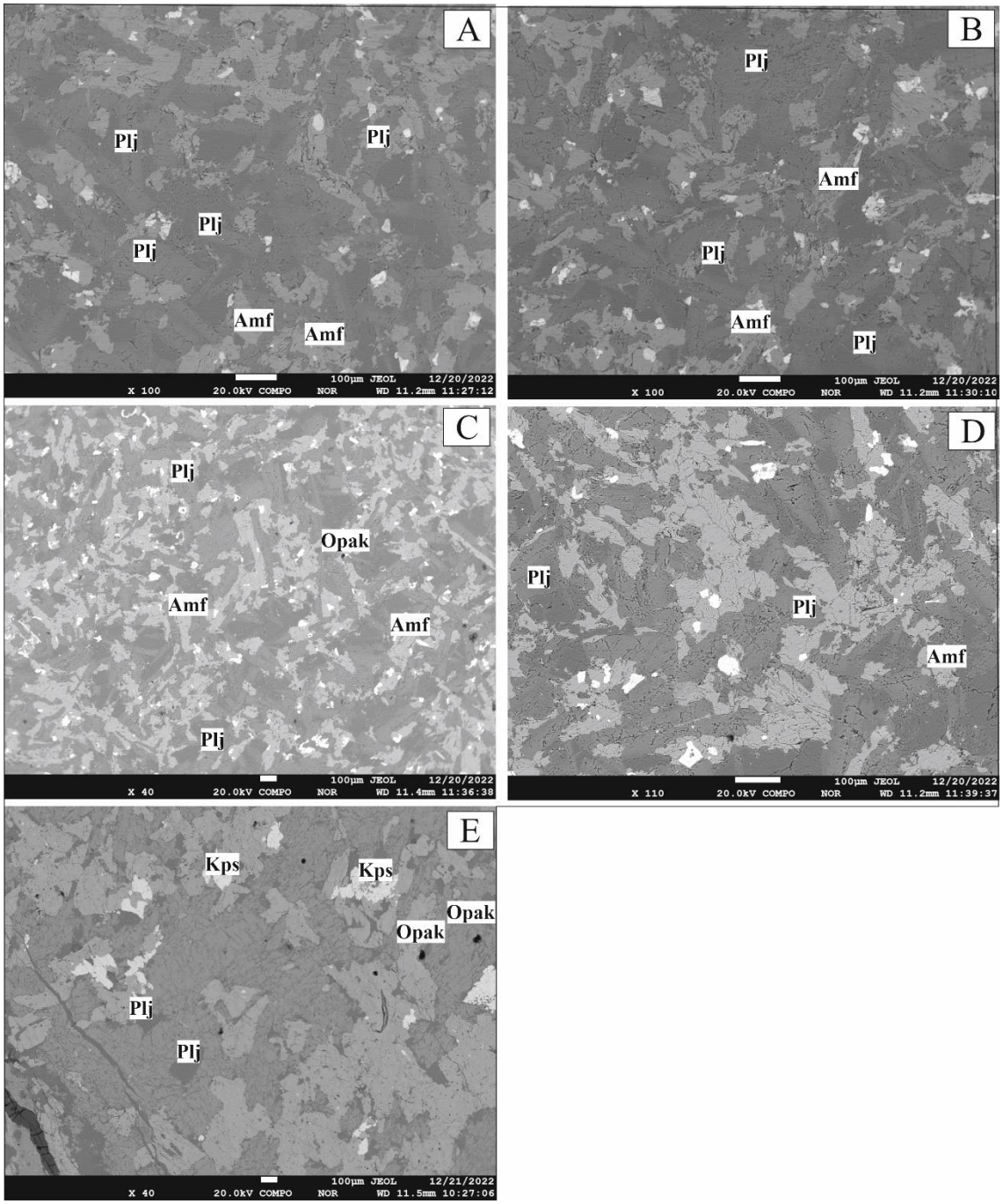
EK-2: Mineral Kimyası geri saçılmış elektron (BSe) görünümleri



Şekil 7.4. a-c) Gödene Zonuna ait ana kayaç örneğinin (YA-3a), **d-f)** Gödene Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (ÇA-1) mineral kimyası geri saçılmış elektron görüntüleri (Amf- amfibol; Kps- klinopiroksen; Ops- ortopiroksen; Plj- plajiyoklaz)



Şekil 7.5. a-c) Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (AD-6), **d-h)** Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (ÇY-1) mineral kimyası geri saçılmış elektron görüntüleri (Amf- amfibol; Kps- klinopiroksen; Plj- plajiyoklaz; Tit- titanit)



Şekil 7.6. a-d) Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-1), **e)** Tekirova Zonuna ait diyabaz dayk örneğinin (KM-2) mineral kimyası geri saçılmış elektron görüntüleri (Amf- amfibol; KPs- klinopiroksen; Plj- plajiyoklaz)

EK-3: Mineral Kimyası Sonuçları

Çizelge 1. Tekirova Zonunda diyabaz dayk örneğinde (AD-6) yer alan plajiyoklaz minerallerinin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları (Kısaltmalar: Ab: albit; An: anortit; Or: ortoklaz)

AD-6									
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	58.72	59.82	58.70	55.63	56.03	57.17	59.56	58.63	58.50
TiO_2	0.01	0.00	0.01	0.33	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01
Al_2O_3	28.12	25.75	28.23	29.56	30.57	28.92	27.00	27.46	27.60
FeO_T	0.15	0.12	0.19	1.04	0.16	0.27	0.16	0.12	0.24
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
CaO	6.78	4.40	6.11	8.51	8.47	6.62	5.89	3.70	6.01
Na_2O	6.03	8.31	6.54	4.11	4.49	6.20	6.09	9.93	6.94
K_2O	0.06	0.08	0.06	0.03	0.04	0.09	0.11	0.08	0.10
Toplam	99.86	98.50	99.86	99.20	99.78	99.26	98.83	99.96	99.40
An	38.20	22.54	33.89	53.27	50.91	36.91	34.55	16.98	32.18
Ab	61.43	76.98	65.74	46.54	48.84	62.52	64.71	82.58	67.18
Or	0.38	0.48	0.37	0.19	0.25	0.56	0.74	0.44	0.64

Çizelge 2. Tekirova Zonunda diyabaz dayk örneğinin (ÇY-1) yer alan plajiyoklaz minerallerinin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları (Kısaltmalar: Ab: albit; An: anortit; Or: ortoklaz)

ÇY-1										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO_2	56.95	56.49	56.79	57.44	56.03	56.24	57.48	56.02	56.69	55.80
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Al_2O_3	31.04	31.35	30.53	29.73	30.74	30.62	30.30	30.89	30.70	31.10
FeO_T	0.07	0.08	0.09	0.10	0.06	0.07	0.12	0.17	0.11	0.06
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.32	0.19	0.16	0.02	0.01	0.14	0.11	0.22	0.06	0.03
CaO	8.86	9.16	9.05	8.70	9.01	8.98	8.93	8.96	9.06	8.98
Na_2O	2.59	2.78	2.99	3.24	3.24	3.11	2.45	2.92	3.01	3.34
K_2O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.84	100.05	99.62	99.24	99.08	99.15	99.40	99.18	99.62	99.33
An	65.35	64.53	62.56	59.72	60.56	61.49	66.83	62.90	62.47	59.80
Ab	34.52	35.44	37.44	40.28	39.43	38.50	33.16	37.10	37.50	40.20
Or	0.13	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00

Çizelge 3. Tekirova Zonunda diyabaz daykta (KM-1) yer alan plajiyoklazın EPMA analiz ve hesaplama sonuçları (Kısaltmalar: Ab: albit; An: anortit; Or: ortoklaz)

KM-1											
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO_2	54.03	54.14	54.27	53.66	54.33	55.33	54.25	55.95	56.73	60.70	54.60
TiO_2	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	0.03
Al_2O_3	31.49	31.22	31.30	31.81	30.61	30.58	30.62	29.96	28.53	25.01	30.48
FeO_T	0.44	0.31	0.43	0.41	0.27	0.26	0.53	0.39	0.22	0.28	0.38
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.07	0.01	0.02	0.03	0.02
CaO	9.30	8.98	9.36	9.71	8.73	9.37	9.57	9.17	7.19	4.56	9.08
Na_2O	4.39	4.76	4.45	4.14	5.16	4.32	4.07	4.44	6.43	8.45	4.69
K_2O	0.05	0.03	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.04	0.06	0.08	0.05
Toplam	99.77	99.46	99.89	99.78	99.15	99.97	99.19	99.99	99.17	99.11	99.31
An	53.75	50.90	53.55	56.24	48.15	54.34	56.26	53.15	38.05	22.85	51.53
Ab	45.93	48.89	46.07	43.36	51.52	45.34	43.31	46.55	61.55	76.67	48.15
Or	0.32	0.21	0.38	0.39	0.33	0.32	0.43	0.30	0.40	0.48	0.31

Çizelge 4. Tekirova Zonunda diyabaz dayk örneğinde (KM-2) ve Gödene Zonunda ultramafik-mafik kayaçta (YA-3a) yer alan plajiyoklazın EPMA analiz ve hesaplama sonuçları (Kısaltmalar: Ab: albit; An: anortit; Or: ortoklaz)

	KM-2		YA-3a
No.	1	2	3
SiO_2	38.91	39.72	1.93
TiO_2	0.01	0.01	0.99
Al_2O_3	31.85	32.46	29.84
Cr_20_3	0.00	0.01	0.01
FeO_T	0.11	0.10	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00
MgO	0.07	0.04	51.87
CaO	12.81	12.77	10.65
Na_2O	3.00	3.34	3.84
K_2O	0.02	0.02	0.03
Toplam	86.77	88.48	99.15
An	70.16	67.77	60.39
Ab	29.71	32.10	39.44
Or	0.13	0.13	0.17

Çizelge 5. Gödene Zonunda diyabaz dayk örneğin (ÇA-1) yer alan plajiyoklazın EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

ÇA-1										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO_2	59.08	58.78	58.01	58.10	59.30	59.33	57.57	57.52	56.70	57.10
TiO_2	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00
Al_2O_3	29.21	28.83	30.02	28.51	28.45	28.65	29.06	29.73	30.32	30.37
FeO_T	0.60	1.08	0.16	1.52	0.18	0.22	1.29	0.11	0.16	0.16
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.24	1.09	0.09	1.25	0.08	0.09	0.95	0.03	0.03	0.02
CaO	7.77	7.99	8.22	7.92	7.90	7.74	7.90	8.62	8.63	8.25
Na_2O	3.04	2.76	3.48	2.81	3.27	3.56	3.06	3.07	3.26	3.63
K_2O	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Toplam	99.95	100.57	99.99	100.14	99.20	99.62	99.84	99.09	99.09	99.54
An	58.56	61.43	56.60	60.81	57.15	54.53	58.73	60.72	59.40	55.64
Ab	41.41	38.42	43.40	38.99	42.79	45.45	41.22	39.18	40.56	44.34
Or	0.04	0.15	0.00	0.20	0.06	0.02	0.05	0.09	0.04	0.02

Çizelge 6. Tekirova Zonunda diyabaz dayk örneğinin (ÇY-1) yer alan klinopiroksenin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları (Kısaltmalar: Ac: aktinolit; En: enstatit; Fs: ferrosillit; Vo: vollastonit)

ÇY-1										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO_2	51.53	52.28	52.35	51.86	52.52	51.91	51.90	49.96	51.85	50.94
TiO_2	0.05	0.02	0.03	0.10	0.02	0.03	0.06	0.15	0.04	0.07
Al_2O_3	0.93	0.64	0.45	0.90	0.26	0.56	0.55	1.81	0.62	1.15
Cr_2O_3	0.03	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
FeO_T	8.76	8.31	8.22	8.24	7.10	9.67	8.52	9.81	7.77	9.26
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	13.52	14.13	14.09	14.04	14.82	13.43	14.14	12.71	14.38	13.45
CaO	24.19	24.01	23.83	24.15	24.54	24.02	23.87	23.95	24.15	23.86
Na_2O	0.20	0.20	0.24	0.22	0.11	0.30	0.28	0.30	0.37	0.30
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	99.21	99.61	99.23	99.52	99.38	99.95	99.34	98.70	99.19	99.04
Si	1.95	1.96	1.97	1.95	1.97	1.96	1.96	1.92	1.96	1.94
Al^{IV}	0.04	0.03	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02	0.08	0.03	0.05
Al^{VI}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	0.10	0.08	0.07	0.10	0.08	0.11	0.11	0.15	0.12	0.13
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.18	0.18	0.18	0.16	0.14	0.19	0.16	0.16	0.12	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.76	0.79	0.79	0.79	0.83	0.76	0.80	0.73	0.81	0.76
Ca	0.98	0.97	0.96	0.97	0.99	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97
Na	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vo	48.24	47.57	47.42	47.85	48.24	47.36	47.13	48.15	47.51	47.47
En	37.51	38.96	39.01	38.71	40.53	36.83	38.85	35.56	39.37	37.23
Fs	13.52	12.76	12.69	12.65	10.82	14.74	13.01	15.20	11.81	14.22
Ac	0.73	0.70	0.87	0.79	0.41	1.07	1.01	1.08	1.30	1.09
Mg#	81.21	81.75	81.22	83.15	85.73	80.09	83.59	81.66	87.28	82.77

Çizelge 7. Tekirova Zonunda diyabaz dayklarda (ÇY-1 ve KM-2) yer alan klinopiroksenin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

	ÇY-1			KM-2			
	1	2	3	1	2	3	4
SiO_2	50.85	51.90	51.00	53.24	53.56	53.82	53.40
TiO_2	0.21	0.16	0.05	0.24	0.03	0.05	0.01
Al_2O_3	1.95	1.41	0.66	1.72	0.47	0.56	0.38
Cr_2O_3	0.01	0.02	0.06	0.03	0.04	0.04	0.06
FeO_T	6.88	8.78	9.31	3.52	2.55	2.85	2.79
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	14.60	14.46	13.48	16.81	17.49	17.40	17.32
CaO	23.99	23.19	24.09	24.46	24.90	24.80	24.91
Na_2O	0.35	0.30	0.23	0.27	0.08	0.13	0.12
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	98.83	100.21	98.88	100.29	99.11	99.66	98.98
Si	1.92	1.94	1.95	1.94	1.97	1.97	1.97
Al^{IV}	0.08	0.06	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02
Al^{VI}	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	0.13	0.11	0.13	0.07	0.06	0.06	0.07
Ti	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.08	0.16	0.16	0.04	0.02	0.03	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.82	0.81	0.77	0.91	0.96	0.95	0.95
Ca	0.97	0.93	0.98	0.96	0.98	0.97	0.99
Na	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	47.75	45.78	47.75	47.90	48.50	48.19	48.48
En	40.44	39.74	37.17	45.80	47.39	47.05	46.90
Fs	10.57	13.40	14.24	5.35	3.85	4.31	4.21
Ac	1.25	1.07	0.84	0.95	0.26	0.45	0.41
Mg#	90.94	83.05	82.81	95.80	98.01	96.83	98.32

Çizelge 8. Gödene Zonunda ultramafik-mafik kayaç örneğinin (YA-3a) yer alan klinopiroksen ve ortopiroksen minerallerinin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

YA-3a										
	Klinopiroksen						Ortopiroksen			
No.	1	2	3	4	5		1	2	3	4
SiO_2	50.34	52.40	52.03	52.54	51.54		54.81	54.65	53.65	53.89
TiO_2	0.12	0.10	0.11	0.09	0.10		0.07	0.05	0.06	0.05
Al_2O_3	1.57	1.23	1.66	1.77	1.38		1.27	1.09	1.19	0.94
Cr_2O_3	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07		0.06	0.05	0.03	0.05
FeO_T	5.54	5.50	6.07	5.92	5.88		13.82	13.65	13.50	13.66
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	15.86	17.17	16.97	17.00	16.92		30.63	30.37	29.95	30.29
CaO	22.13	22.35	21.72	21.63	22.02		1.13	1.57	1.31	1.03
Na_2O	0.12	0.14	0.17	0.17	0.12		0.00	0.03	0.04	0.01
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01		0.01	0.01	0.01	0.00
Toplam	95.77	98.94	98.80	99.21	98.03		101.79	101.46	99.75	99.92
Si	1.94	1.95	1.94	1.94	1.94		1.93	1.93	1.93	1.93
Al^{IV}	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06		0.05	0.05	0.05	0.04
Al^{VI}	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	0.08	0.08	0.08	0.06	0.10		0.13	0.13	0.14	0.13
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.10	0.09	0.11	0.13	0.09		0.28	0.27	0.26	0.27
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.91	0.95	0.94	0.94	0.95		1.61	1.60	1.61	1.62
Ca	0.91	0.89	0.87	0.86	0.89		0.04	0.06	0.05	0.04
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
Wo	45.44	44.04	43.15	43.10	43.75		2.07	2.88	2.45	1.91
En	45.31	47.07	46.91	47.12	46.77		78.31	77.67	77.93	78.43
Fs	8.81	8.40	9.34	9.15	9.05		19.61	19.36	19.47	19.61
Ac	0.43	0.49	0.60	0.62	0.44		0.01	0.09	0.15	0.05
Mg#	90.21	91.47	89.80	88.16	91.67		85.28	85.76	85.87	85.71

Çizelge 9. Tekirova Zonunda diyabaz dayk örneğinde (AD-6) yer alan amfibol mineralinin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

AD-6										
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO_2	47.77	46.58	45.69	45.96	46.14	44.93	46.58	44.26	46.75	33.56
TiO_2	1.26	1.20	1.45	1.24	1.21	1.41	1.25	1.73	1.33	1.40
Al_2O_3	7.56	7.69	8.67	7.13	7.72	8.56	7.40	7.99	7.67	7.73
Cr_2O_3	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
FeO_T	20.40	20.10	20.34	19.33	18.80	19.13	18.44	18.84	19.01	16.88
MgO	12.29	11.77	11.10	11.69	11.76	11.00	11.57	10.59	11.73	11.12
CaO	10.77	11.09	10.84	10.89	10.94	11.14	11.03	11.02	10.96	7.13
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na_2O	1.58	1.44	1.75	1.45	1.42	1.54	1.45	1.51	1.55	1.46
K_2O	0.11	0.15	0.19	0.15	0.16	0.24	0.14	0.18	0.15	0.22
Toplam	101.76	100.02	100.03	97.85	98.14	97.96	97.88	96.11	99.15	79.51
Si	6.68	6.66	6.56	6.72	6.71	6.60	6.81	6.65	6.74	5.86
Al^{IV}	1.25	1.30	1.44	1.23	1.29	1.40	1.19	1.35	1.26	1.59
Al^{VI}	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.08	0.08	0.06	0.04	0.00
Fe^{+3}	1.46	1.30	1.25	1.21	1.16	1.01	0.94	0.88	1.08	2.47
Ti	0.13	0.13	0.16	0.14	0.13	0.16	0.14	0.19	0.14	0.18
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	0.92	1.11	1.20	1.15	1.13	1.34	1.32	1.49	1.21	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	2.56	2.51	2.38	2.55	2.55	2.41	2.52	2.37	2.52	2.89
Ca	1.61	1.70	1.67	1.71	1.70	1.75	1.73	1.77	1.69	1.33
Na	0.43	0.40	0.49	0.41	0.40	0.44	0.41	0.44	0.43	0.50
K	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05
Toplam	15.06	15.13	15.19	15.14	15.13	15.24	15.16	15.25	15.15	14.88
T alanı ($Si+Al^{IV}$)	7.92	7.96	8.00	7.95	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	7.46
A alanı (Na+K)	0.06	0.13	0.19	0.14	0.13	0.24	0.17	0.25	0.15	0.05
$Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Fe^{+3})$	0.39	0.46	0.49	0.49	0.50	0.57	0.58	0.63	0.53	0.00
$Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Fe^{+2})$	0.61	0.54	0.51	0.51	0.51	0.43	0.42	0.37	0.47	1.00
$Mg/ (Mg+Fe^{+2})$	0.74	0.69	0.67	0.69	0.69	0.64	0.66	0.61	0.68	1.00
$Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al^{IV})$	1.00	1.00	0.98	1.00	0.97	0.92	0.92	0.93	0.96	1.00
B alanı (Ca+Na)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.83

Çizelge 10. Tekirova Zonunda diyabaz daykta (KM-1) yer alan amfibolün EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

KM-1							
No.	1	2	3	4	5	6	7
SiO_2	45.22	45.17	45.80	46.82	47.37	47.51	45.74
TiO_2	0.63	0.90	0.65	0.48	0.47	0.43	0.76
Al_2O_3	7.14	7.97	7.36	6.21	5.52	5.25	6.74
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
FeO_T	21.97	22.36	21.99	23.86	21.75	21.25	21.88
MgO	10.14	9.89	10.19	10.86	11.38	11.29	10.05
CaO	10.53	10.48	10.73	9.16	10.25	10.57	10.49
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na_2O	0.84	0.98	1.01	0.67	0.61	0.60	0.89
K_2O	0.28	0.33	0.30	0.22	0.21	0.21	0.30
Toplam	96.76	98.07	98.01	98.29	97.56	97.10	96.85
Si	6.71	6.62	6.72	6.71	6.89	6.97	6.79
Al^{IV}	1.25	1.38	1.27	1.05	0.95	0.91	1.18
Al^{VI}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	1.55	1.55	1.42	2.37	1.77	1.53	1.41
Ti	0.07	0.10	0.07	0.05	0.05	0.05	0.08
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	1.18	1.19	1.28	0.49	0.88	1.08	1.30
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	2.24	2.16	2.23	2.32	2.47	2.47	2.22
Ca	1.67	1.65	1.69	1.41	1.60	1.66	1.67
Na	0.24	0.28	0.29	0.19	0.17	0.17	0.26
K	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06
Toplam	14.97	14.98	15.03	14.63	14.81	14.87	14.98
T alanı ($Si+Al^{IV}$)	7.96	8.00	8.00	7.76	7.84	7.88	7.97
A alanı (Na+K)	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.06
$Fe^{+2}/ (Fe^{+2}+Fe^{+3})$	0.43	0.43	0.48	0.17	0.33	0.41	0.48
$Fe^{+3}/ (Fe^{+3}+Fe^{+2})$	0.57	0.57	0.53	0.83	0.67	0.59	0.52
$Mg/ (Mg+Fe^{+2})$	0.66	0.64	0.63	0.83	0.74	0.70	0.63
$Fe^{+3}/ (Fe^{+3}+Al^{IV})$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B alanı (Ca+Na)	1.92	1.92	1.98	1.59	1.77	1.83	1.93

(Devamı Arkada)

Çizelge 10'un devamı.

KM-1							
No.	8	9	10	11	12	13	14
SiO_2	46.09	46.16	46.56	46.39	46.91	46.65	33.62
TiO_2	0.71	0.61	0.61	0.72	0.61	0.58	0.93
Al_2O_3	6.64	6.65	6.81	7.25	6.70	6.62	7.92
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00
FeO_T	22.00	21.93	21.98	22.84	21.90	22.80	20.16
MgO	10.18	10.28	10.39	10.34	10.59	10.78	8.91
CaO	10.22	10.58	10.58	10.66	10.72	9.52	7.57
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na_2O	0.83	0.76	0.81	1.04	0.88	0.69	0.91
K_2O	0.31	0.28	0.30	0.29	0.28	0.25	0.40
Toplam	96.96	97.26	98.04	99.54	98.59	97.90	80.41
Si	6.81	6.81	6.81	6.70	6.82	6.74	5.92
Al^{IV}	1.16	1.16	1.17	1.23	1.15	1.13	1.64
Al^{VI}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	1.54	1.47	1.48	1.56	1.43	2.09	2.97
Ti	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.12
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+2}	1.18	1.23	1.21	1.20	1.23	0.67	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	2.24	2.26	2.26	2.23	2.30	2.32	2.34
Ca	1.62	1.67	1.66	1.65	1.67	1.47	1.43
Na	0.24	0.22	0.23	0.29	0.25	0.19	0.31
K	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.09
Toplam	14.91	14.94	14.94	15.00	14.97	14.71	14.83
T alanı ($Si+Al^{IV}$)	7.96	7.97	7.98	7.94	7.97	7.86	7.57
A alanı (Na+K)	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.09
$Fe^{+2}/ (Fe^{+2}+Fe^{+3})$	0.43	0.46	0.45	0.43	0.46	0.24	0.00
$Fe^{+3}/ (Fe^{+3}+Fe^{+2})$	0.57	0.54	0.55	0.57	0.54	0.76	1.00
$Mg/ (Mg+Fe^{+2})$	0.66	0.65	0.65	0.65	0.65	0.78	1.00
$Fe^{+3}/ (Fe^{+3}+Al^{IV})$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B alanı (Ca+Na)	1.85	1.89	1.89	1.94	1.92	1.67	1.74

Çizelge 11. Gödene Zonu diyabaz dayk örneğinde (ÇA-1) yer alan amfibol minerallerinin EPMA analiz ve hesaplama sonuçları

ÇA-1											
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO_2	52.97	54.10	52.72	51.58	51.60	51.20	53.23	52.69	52.94	51.05	52.38
TiO_2	0.13	0.08	0.24	0.26	0.28	0.14	0.11	0.09	0.23	0.18	0.15
Al_2O_3	3.42	2.39	2.48	3.50	3.78	4.81	3.10	3.17	3.59	3.37	3.69
Cr_2O_3	0.23	0.06	0.01	0.10	0.23	0.13	0.19	0.11	0.12	0.09	0.10
FeO_T	12.24	10.02	14.69	14.60	14.54	11.65	10.67	11.14	14.05	13.89	13.56
MgO	17.57	19.32	16.38	16.79	16.89	17.09	18.39	17.97	16.81	16.41	17.12
CaO	11.67	12.09	11.91	10.70	10.43	12.10	12.42	12.36	11.16	10.75	11.12
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na_2O	0.43	0.36	0.31	0.37	0.40	0.51	0.37	0.29	0.49	0.34	0.42
K_2O	0.04	0.06	0.05	0.10	0.06	0.06	0.02	0.04	0.09	0.11	0.08
Toplam	98.70	98.48	98.77	97.99	98.19	97.69	98.48	97.84	99.48	96.20	98.60
Si	7.35	7.47	7.41	7.19	7.15	7.21	7.41	7.39	7.30	7.27	7.26
Al^{IV}	0.56	0.39	0.41	0.58	0.62	0.79	0.51	0.52	0.58	0.56	0.60
Al^{VI}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe^{+3}	1.10	0.97	1.05	1.66	1.69	0.93	0.83	0.86	1.31	1.46	1.40
Ti	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Cr	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe^{+2}	0.32	0.18	0.68	0.05	0.00	0.44	0.41	0.44	0.31	0.20	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	3.63	3.97	3.43	3.49	3.49	3.59	3.81	3.76	3.46	3.48	3.54
Ca	1.73	1.79	1.79	1.60	1.55	1.83	1.85	1.86	1.65	1.64	1.65
Na	0.12	0.10	0.08	0.10	0.11	0.14	0.10	0.08	0.13	0.09	0.11
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
Toplam	14.86	14.89	14.88	14.72	14.67	14.98	14.95	14.94	14.80	14.75	14.78
T alanı ($Si+Al^{IV}$)	7.91	7.85	7.82	7.77	7.77	8.00	7.91	7.91	7.89	7.83	7.86
A alanı (Na+K)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
$Fe^{+2}/(Fe^{+2}+Fe^{+3})$	0.22	0.16	0.39	0.03	0.00	0.32	0.33	0.34	0.19	0.12	0.11
$Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Fe^{+2})$	0.78	0.84	0.61	0.97	1.00	0.68	0.67	0.66	0.81	0.88	0.89
$Mg/(Mg+Fe^{+2})$	0.92	0.96	0.83	0.99	1.00	0.89	0.90	0.89	0.92	0.95	0.95
$Fe^{+3}/(Fe^{+3}+Al^{IV})$	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B alanı (Ca+Na)	1.85	1.88	1.88	1.70	1.65	1.97	1.95	1.94	1.78	1.73	1.76

Çizelge 12. Tekirova Zonunda diyabaz dayklar örneklerinin (ÇY-1; KM-2 ve AD-6) yer alan titanit mineralinin EPMA analiz sonuçları

	ÇY-1					KM-2		AD-6	
No.	1	2	3	4	5	1	2	1	2
SiO_2	33.15	32.66	33.40	33.20	29.04	29.52	29.37	30.93	30.70
TiO_2	37.24	37.23	36.24	36.83	39.45	36.92	36.03	31.58	33.09
Al_2O_3	0.68	0.77	1.64	1.14	0.16	0.77	0.75	4.17	3.21
Cr_2O_3	0.12	0.04	0.14	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
FeO	0.68	0.85	0.59	1.04	0.87	0.39	0.60	0.36	0.42
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	27.98	28.04	27.30	27.83	28.23	27.48	27.65	27.79	27.77
Na_2O	0.02	0.02	0.05	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Toplam	99.88	99.62	99.50	100.17	97.77	95.10	94.46	94.83	95.21

Çizelge 13. Tekirova Zonunda diyabaz dayklarda (ÇY-1 ve KM-1) yer alan opak minerallerin EPMA analiz sonuçları

	ÇY-1					KM-1			
No.	1	2	3	4	5	1	2	3	4
SiO_2	0.06	0.13	1.00	0.00	0.02	0.34	0.29	0.25	1.04
TiO_2	50.47	48.19	0.00	0.00	0.00	51.03	50.60	1.07	35.16
Al_2O_3	0.00	0.01	0.02	0.61	0.25	0.14	0.05	0.16	0.40
Cr_2O_3	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06
FeO	43.70	44.79	45.88	36.44	35.39	43.10	43.05	65.28	50.92
MnO	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.55	0.66	0.07	26.72	26.80	0.03	0.08	0.01	0.04
CaO	0.27	0.10	0.07	8.26	7.51	0.11	0.16	0.12	0.88
Na_2O	0.00	0.08	0.51	0.07	0.00	0.11	0.00	0.01	0.07
K_2O	0.00	0.02	51.28	1.11	1.71	0.00	0.01	0.00	0.01
Toplam	95.06	94.00	99.37	73.21	71.67	94.86	94.24	66.92	88.57

EK-4: Tüm Kayaç Jeokimyası Analiz Sonuçları

Çizelge 14. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ultramafik-mafik kayaçların jeokimyasal analiz sonuçları

(% ağırlık)	AD-5A	KM-1A	GO-1A	YA-3A
SiO_2	36.40	52.30	41.20	45.80
TiO_2	<0.1	0.50	<0.1	<0.1
Al_2O_3	0.60	15.80	0.70	21.40
$Fe_2O_{3(T)}$	8.10	9.20	6.30	4.20
MnO	0.10	0.20	0.20	0.10
MgO	38.00	7.40	37.50	9.10
CaO	0.30	11.20	0.10	13.90
Na_2O	0.10	1.60	<0.1	1.40
K_2O	<0.1	0.40	<0.1	0.10
P_2O_5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
A.K.	14.20	1.25	13.50	3.90
Toplam	97.80	99.85	99.50	99.90
(ppm)				
Sc	5.4	30.6	6.4	19.0
V	16.8	242.7	29.6	74.2
Cr	559.1	117.3	1072.9	120.2
Co	72.8	37.2	60.1	26.7
Ni	1722.7	67.3	1240.3	71.4
Cu	95.6	33.8	10.7	4.8
Ga	4.3	16.2	4.7	10.3
Rb	0.6	2.3	0.3	0.9
Sr	14.1	52.3	5.6	398.7
Y	1.2	3.5	2.0	0.7
Zr	1.4	9.0	1.4	0.9
Nb	<0.1	0.5	0.1	<0.1
Cs	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ba	11.8	25.9	20.4	16.7
La	<0.1	0.5	<0.1	<0.1
Ce	<0.1	1.0	<0.1	<0.1
Pr	<0.1	0.3	<0.1	<0.1
Nd	<0.1	1.6	<0.1	<0.1
Sm	<0.1	0.8	<0.1	<0.1
Eu	<0.1	0.3	<0.1	<0.1
Gd	<0.1	1.3	<0.1	<0.1
Tb	<0.1	0.3	<0.1	<0.1
Dy	<0.1	2.7	<0.1	0.2
Ho	<0.1	0.6	<0.1	<0.1
Er	<0.1	2.0	<0.1	0.1
Tm	<0.1	0.3	<0.1	<0.1
Yb	<0.1	2.3	<0.1	0.1
Lu	<0.1	0.4	<0.1	<0.1
Hf	<0.1	<0.1	0.1	<0.1
Ta	0.2	<0.1	<0.1	0.1
Pb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Th	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Çizelge 15. Tekirova Zonunda yer alan diyabaz daykların jeokimyasal analiz sonuçları

(% ağırlık)	ÇY-1	ÇY-2	AD-5	AD-2	AD-6	KM-2	AD-3	AD-1	KM-1
SiO_2	42.00	43.40	43.40	44.10	46.00	46.60	47.40	50.30	54.90
TiO_2	1.70	1.10	1.00	0.80	1.70	0.90	0.90	1.10	1.20
Al_2O_3	13.50	15.10	15.40	14.50	15.10	16.40	15.70	14.90	14.80
$Fe_2O_{3(T)}$	4.10	11.00	9.50	9.00	12.10	1.60	10.50	10.50	12.40
MnO	0.10	0.20	0.20	0.20	0.30	<0.1	0.20	0.20	0.20
MgO	9.40	8.60	6.70	6.30	6.10	8.20	6.50	6.10	3.90
CaO	21.70	12.50	10.00	13.90	9.10	20.90	7.70	8.10	8.20
Na_2O	0.70	1.70	6.40	2.60	5.10	1.10	6.40	5.20	2.60
K_2O	<0.1	0.10	0.30	0.30	0.60	<0.1	0.20	0.30	0.30
P_2O_5	0.10	<0.1	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10
A.K.	6.60	6.10	7.00	6.17	3.05	3.85	4.35	3.07	0.85
Toplam	99.90	99.80	100.00	97.97	99.35	99.65	99.95	99.87	99.45
(ppm)									
Sc	30.6	32.5	27.4	28.7	29.8	31.3	28.9	26.9	26.8
V	296.2	354.1	235.3	231.6	358.1	121.8	263.0	273.6	370.1
Cr	61.8	81.6	134.0	133.2	55.1	135.7	50.6	61.3	17.3
Co	26.4	38.1	30.5	31.7	40.8	52.6	37.9	45.0	61.6
Ni	51.7	45.7	45.3	49.4	29.8	118.8	33.5	32.2	21.9
Cu	1.0	60.8	67.9	10.3	20.6	1.0	43.1	45.4	43.1
Ga	7.9	15.8	9.6	13.7	19.1	5.5	15.8	16.8	18.8
Rb	0.6	0.9	1.8	4.8	7.5	0.7	2.8	3.5	3.5
Sr	154.6	245.3	41.0	164.5	154.8	1010.6	77.9	79.8	72.5
Y	21.3	16.9	22.0	19.4	32.5	19.1	18.3	19.5	21.5
Zr	14.0	20.7	31.5	20.6	30.5	13.1	29.5	22.0	15.5
Nb	1.5	0.8	1.6	0.9	2.9	1.2	1.2	1.0	1.5
Cs	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ba	12.2	23.2	10.0	14.2	16.9	12.5	17.3	18.8	22.2
La	2.5	1.6	2.6	1.5	3.9	2.1	1.9	1.9	2.2
Ce	5.9	3.5	5.3	3.1	8.3	4.6	3.9	4.1	4.5
Pr	1.6	0.9	1.4	0.8	2.1	1.2	1.0	1.1	1.1
Nd	8.9	5.1	7.1	4.2	11.0	6.1	5.4	5.7	6.2
Sm	3.2	1.9	2.4	1.5	3.7	2.2	2.0	2.0	2.2
Eu	1.3	0.8	0.9	0.6	1.2	0.8	0.7	0.8	0.8
Gd	4.4	2.7	3.2	2.1	4.7	2.8	2.7	2.6	3.1
Tb	1.0	0.6	0.7	0.5	1.0	0.6	0.6	0.6	0.7
Dy	7.8	5.0	5.4	3.6	7.6	4.7	4.7	4.5	5.8
Ho	1.7	1.0	0.9	0.7	0.9	0.5	0.7	0.6	0.5
Er	5.2	3.3	3.6	2.4	4.9	3.1	3.2	3.0	4.0
Tm	0.8	0.5	0.6	0.4	0.8	0.5	0.5	0.5	0.7
Yb	5.1	3.3	3.5	2.4	4.7	2.9	3.2	2.8	4.1
Lu	0.8	0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	0.5	0.4	0.6
Hf	0.6	0.5	0.9	0.7	0.9	0.5	0.7	0.6	0.5
Ta	0.3	0.3	0.2	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	0.2
Pb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	7.4	<0.1	4.2	2.3	7.8
Th	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1
U	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

Çizelge 16. Gödene Zonunda yer alan diyabaz dayklarının jeokimyasal analiz sonuçları

(% ağırlık)	TB-2	GO-1	ÇA-1	ÇD-3	KU-2	ÇA-2	YA-3
SiO_2	28.60	42.20	44.20	46.10	46.20	46.30	46.50
TiO_2	2.20	1.00	0.20	0.10	<0.1	0.30	<0.1
Al_2O_3	6.20	12.30	16.20	16.70	1.60	12.10	22.40
$Fe_2O_{3(T)}$	6.60	9.90	8.90	4.60	8.60	6.80	4.10
MnO	1.50	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10
MgO	32.40	7.10	8.80	11.70	27.50	7.40	8.80
CaO	0.90	17.20	12.00	13.80	6.90	19.80	14.60
Na_2O	<0.1	1.70	2.00	1.20	<0.1	0.60	1.00
K_2O	<0.1	0.10	0.10	0.10	<0.1	0.10	<0.1
P_2O_5	0.20	0.10	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
A.K.	18.70	7.70	7.40	5.60	8.20	6.43	2.30
Toplam	97.30	99.50	100.00	100.00	99.20	100.03	99.80
(ppm)							
Sc	18.0	30.3	36.3	26.7	32.4	23.3	16.0
V	146.4	221.7	243.0	99.6	129.9	169.5	70.5
Cr	175.0	183.5	161.1	166.6	3134.5	172.6	105.0
Co	56.4	38.0	32.0	26.9	49.4	21.4	24.2
Ni	557.7	50.2	79.7	96.5	569.7	54.0	60.5
Cu	52.0	80.2	73.8	1.9	3.3	11.9	4.7
Ga	10.0	15.5	11.6	8.6	7.2	8.7	13.6
Rb	1.6	5.3	1.4	0.6	0.6	5.3	0.5
Sr	15.1	352.5	518.0	59.6	2.0	306.9	210.0
Y	23.0	19.6	7.1	1.2	0.9	7.3	0.8
Zr	114.3	51.2	7.9	1.3	2.0	6.0	1.0
Nb	21.3	2.3	1.3	<0.1	<0.1	0.4	<0.1
Cs	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ba	24.7	167.9	33.3	14.6	9.7	78.4	11.4
La	15.6	2.5	0.8	<0.1	<0.1	0.3	<0.1
Ce	19.6	4.8	1.1	<0.1	<0.1	0.5	<0.1
Pr	4.2	1.2	0.2	<0.1	<0.1	0.1	<0.1
Nd	17.8	6.0	0.9	0.1	<0.1	0.7	<0.1
Sm	4.3	2.0	0.4	<0.1	<0.1	0.4	<0.1
Eu	0.9	0.8	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Gd	4.7	2.7	0.8	0.2	<0.1	0.7	<0.1
Tb	0.9	0.6	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Dy	6.3	4.7	2.1	0.4	0.3	1.7	0.2
Ho	1.2	1.0	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Er	3.7	3.1	1.7	0.3	0.3	1.3	0.2
Tm	0.6	0.5	0.3	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Yb	3.5	3.1	2.1	0.3	0.4	1.5	0.2
Lu	0.5	0.5	0.4	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Hf	2.5	1.0	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1
Ta	1.2	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	0.2
Pb	3.9	<0.1	<0.1	0.9	5.8	6.9	<0.1
Th	1.6	0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
U	0.3	0.2	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

EK-5: Radyojenik İzotop Analiz Sonuçları

Çizelge 17. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ultramafik-mafik kayaçların ve diyabaz dayk Sr izotopunun analiz ve hesaplama sonuçları

	$^{87}Sr/^{86}Sr$	Standart hata	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb/Sr	$^{87}Rb/^{86}Sr$	t (My)	$^{87}Sr/^{86}Sr_{(i)}$
KM-1a	0.712405	±37	2.30	52.30	0.04397	0.1273	80.47	0.712251240
AD-5a	0.710368	±32	0.60	14.10	0.04255	0.1232	80.47	0.710219218
GD-1a	0.707357	±9	0.30	5.60	0.05357	0.1551	80.47	0.707169694
ÇY-1	0.705469	±12	0.60	154.60	0.00388	0.0112	80.47	0.705455431
KM-2	0.706478	±15	0.70	1010.60	0.00069	0.0020	80.47	0.706475578
AD-5	0.707248	±18	1.80	41.00	0.04390	0.1271	80.47	0.707094501
ÇA-2	0.707519	±13	5.30	306.90	0.01726	0.0500	80.47	0.707458619
ÇD-3	0.706203	±17	0.60	59.60	0.01006	0.0291	80.47	0.706167802
KU-2	0.752211	±38	0.60	2.00	0.30000	0.8685	80.47	0.751162088

Çizelge 18. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan ultramafik-mafik kayaçların ve diyabaz dayklarının Nd izotopunun analiz ve hesaplama sonuçları

	$^{143}Nd/^{144}Nd$	Standart hata	Nd (ppm)	Sm (ppm)	Sm/Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	t (My)	$^{143}Nd / ^{144}Nd_{(i)}$	$\varepsilon_{(T)}$
KM-1a	0.512996	±5	1.6	0.8	0.80	0.30245	80.47	0.5128278	5.83
ÇY-1	0.513021	±4	8.9	3.2	0.36	0.21749	80.47	0.5129001	7.24
KM-2	0.513027	±2	6.1	2.2	0.36	0.21816	80.47	0.5129057	7.35
AD-5	0.513068	±4	7.1	2.4	0.34	0.20447	80.47	0.5129543	8.30
ÇA-2	0.513086	±9	0.7	0.4	0.57	0.34566	80.47	0.5128938	7.12
ÇD-3	0.512928	±5	0.1	0.05	0.50	0.30245	80.47	0.5127598	4.51
KU-2	0.512857	±12	0.1	0.1	0.10	0.60490	80.47	0.5125206	-0.15

Çizelge 19. Tekirova ve Gödene zonlarında yer alan diyabaz dayk ve ultramafik-mafik kayaçların Pb izotopunun analiz ve hesaplama sonuçları

	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	Pb (ppm)	U (ppm)	Th (ppm)	t (My)	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$
KM-1a	18.32	15.70	38.47	0.10	0.03	0.03	80.47	18.12	15.69	38.40
AD-5a	18.52	15.66	38.56	0.10	0.03	0.03	80.47	18.32	15.65	38.50
ÇY-1	18.29	15.76	38.48	0.05	0.03	0.10	80.47	17.89	15.74	37.96
KM-2	19.08	16.28	39.95	0.10	0.03	0.10	80.47	18.88	16.27	39.68
AD-5	18.35	15.70	38.48	0.10	0.03	0.10	80.47	18.15	15.69	38.22
ÇA-2	18.64	15.77	38.76	6.90	0.03	0.03	80.47	18.64	15.77	38.76
ÇD-3	18.17	15.63	38.15	0.90	0.03	0.03	80.47	18.15	15.63	38.15
KU-2	18.91	16.31	39.88	5.80	0.03	0.03	80.47	18.91	16.31	39.88

EK-6: Jeokronolojik Analiz Sonuçları

Çizelge 20. Tekirova Zonunda yer alan diyabaz dayk örneğinin (KM-2) jeokronolojik analiz sonuçları

	$^{207}Pb/^{235}U$	±2s	$^{206}Pb/^{238}U$	±2s	$^{207}Pb/^{235}U$ Yaş (My)	±2s	$^{206}Pb/^{238}U$ Yaş (My)	±2s
KM_2_3	0.94	0.31	0.0204	0.0042	340	360	129	52
KM_2_5	1.58	0.55	0.0378	0.0094	590	180	128	27
KM_2_7	0.86	0.31	0.0199	0.0052	290	180	227	36
KM_2_8	3.51	0.65	0.0401	0.0078	1560	320	164	48
KM_2_9	0.78	0.39	0.02	0.0056	130	530	181	69
KM_2_10	1.03	0.38	0.0207	0.0045	320	330	201	37
KM_2_11	1.43	0.38	0.0283	0.0052	590	250	170	36
KM_2_12	1.02	0.34	0.0187	0.0041	490	240	120	37
KM_2_13	1.91	0.53	0.0228	0.0046	480	450	205	59
KM_2_14	0.57	0.23	0.0175	0.0036	250	310	162	73
KM_2_15	0.76	0.18	0.019	0.003	410	200	169	39
KM_2_16	1.18	0.28	0.0242	0.004	550	900	100	55
KM_2_17	0.26	0.17	0.0137	0.0031	90	220	89	37
KM_2_18	1.06	0.26	0.0189	0.0037	520	540	98	43
KM_2_19	0.54	0.18	0.0167	0.0025	280	300	102	40
KM_2_20	1.36	0.53	0.0249	0.0066	510	340	200	48
KM_2_21	1.06	0.3	0.0203	0.0039	400	270	109	42
KM_2_22	0.75	0.22	0.0161	0.0033	380	200	88	32
KM_2_23	0.22	0.16	0.0139	0.0038	80	510	75	52
KM_2_24	0.24	0.13	0.0168	0.0025	93	450	151	60
KM_2_25	0.72	0.21	0.0153	0.0028	340	240	91	32
KM_2_26	2.03	0.68	0.0285	0.0082	760	360	129	52
KM_2_27	0.38	0.27	0.0143	0.0038	230	180	128	27
KM_2_28	0.59	0.41	0.0157	0.0051	100	180	227	36
KM_2_29	0.23	0.33	0.0101	0.0048	70	320	164	48
KM_2_30	1.08	0.65	0.0206	0.0083	140	530	181	69
KM_2_31	1.5	0.35	0.0203	0.0044	640	330	201	37
KM_2_32	2.28	0.43	0.0363	0.0059	1060	250	170	36
KM_2_34	1.83	0.66	0.0262	0.0077	630	240	120	37
KM_2_35	2.8	1.3	0.029	0.011	910	450	205	59
KM_2_36	1.42	0.52	0.032	0.006	230	310	162	73
KM_2_37	1	0.39	0.0269	0.0058	380	200	169	39
KM_2_38	1.09	0.43	0.019	0.0059	490	900	100	55
KM_2_39	1.46	0.87	0.0328	0.0094	350	220	89	37
KM_2_40	3.4	1.1	0.026	0.012	1240	540	98	43
KM_2_1	1.73	0.57	0.0283	0.0067	550	300	102	40
KM_2_2	0.63	0.99	0.0159	0.0088	-580	340	200	48
KM_2_3	0.46	0.29	0.0142	0.0059	90	270	109	42
KM_2_4	0.92	0.7	0.0155	0.0067	40	200	88	32
KM_2_5	0.62	0.43	0.0161	0.0064	100	510	75	52
KM_2_6	2.07	0.86	0.0317	0.0077	750	450	151	60
KM_2_7	0.73	0.42	0.0172	0.0066	380	240	91	32
KM_2_8	0.24	0.27	0.0139	0.0051	0	360	129	52
KM_2_9	0.82	0.71	0.012	0.0083	70	180	128	27
KM_2_12	1.31	0.76	0.0222	0.0092	290	180	227	36
KM_2_13	0.32	0.31	0.0143	0.0051	90	320	164	48

Çizelge 21. Tekirova Zonunda yer alan diyabaz dayk örneğinin (ÇY-1) jeokronolojik analiz sonuçları

	$^{207}Pb/^{235}U$	±2s	$^{206}Pb/^{238}U$	±2s	$^{207}Pb/^{235}U$ Yaş (My)	±2s	$^{206}Pb/^{238}U$ Yaş (My)	±2s
CY_1_3	1.56	0.5	0.0256	0.0073	159.42	340.19	105.50	34.80
CY_1_4	0.17	0.4	0.0165	0.0056	657.06	208.39	157.92	48.08
CY_1_5	0.91	0.4	0.0248	0.0078	1115.51	497.53	296.08	162.91
CY_1_6	2	1.5	0.047	0.027	1767.24	52.37	215.53	109.97
CY_1_7	4.7	0.3	0.034	0.018	201.91	154.97	120.07	39.69
CY_1_9	0.22	0.19	0.0188	0.0064	39.82	497.53	137.13	58.75
CY_1_10	0.04	0.52	0.0215	0.0095	334.37	357.93	121.33	62.00
CY_1_11	0.39	0.5	0.019	0.01	2642.73	53.81	1121.38	79.63
CY_1_12	12.5	0.73	0.19	0.015	96.78	434.21	228.61	54.88
CY_1_13	0.1	0.48	0.0361	0.009	930.39	437.83	146.59	111.16
CY_1_14	1.5	1.1	0.023	0.018	1016.02	223.16	176.14	55.32
CY_1_15	1.72	0.61	0.0277	0.009	411.70	796.05	95.98	80.91
CY_1_16	0.5	1.2	0.015	0.013	657.06	276.12	73.07	54.97
CY_1_17	0.91	0.53	0.0114	0.0088	520.71	548.18	121.33	80.59
CY_1_18	0.67	0.92	0.019	0.013	930.39	398.02	53.92	60.14
CY_1_22	1.5	1	0.0084	0.0096	532.80	58.88	227.99	225.62
CY_1_23	0.69	0.1	0.036	0.037	218.42	337.04	144.07	40.16
CY_1_24	0.24	0.42	0.0226	0.0065	1081.09	411.75	215.53	73.32
CY_1_25	1.9	1.2	0.034	0.012	800.59	293.99	128.92	43.35
CY_1_26	1.2	0.65	0.0202	0.007	1212.29	391.99	140.28	80.36
CY_1_28	2.3	1.3	0.022	0.013	2679.65	78.18	776.45	103.05
CY_1_30	13	1.1	0.128	0.0184	585.48	262.74	147.22	53.10
CY_1_32	0.78	0.47	0.0231	0.0086	514.61	281.73	95.98	46.68
CY_1_33	0.66	0.47	0.015	0.0075	2045.90	51.74	430.13	78.60
CY_1_35	6.5	0.39	0.069	0.0133	398.07	652.17	405.96	82.45
CY_1_37	0.48	0.97	0.065	0.0139	1481.05	60.17	259.03	77.68
CY_1_38	3.3	0.26	0.041	0.0128	2989.73	57.61	906.57	107.03
CY_1_39	18	1.1	0.151	0.0195	758.17	452.73	140.28	68.00
CY_1_40	1.11	0.96	0.022	0.011	159.42	340.19	105.50	34.80

ÖZGEÇMİŞ

ALPER GÜNEŞ

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2018-2023	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Yüksek Lisans 2016-2018	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2006-2011	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi (ÖYP) 2015-Devam ediyor	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya

ESERLER

Uluslararası hakemli dergide yayımlanan makaleler

Rasimgil S., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M. 2023. Petrogenesis of Strongly Peraluminous Plutonic Rocks of the Eastern Sakarya Zone (Trabzon, Turkey): Implications for Crustal Melting and Evolution. *Mineralogy and Petrology*, 117, 79-97.

Güneş A., Ilbeyli N., Rasimgil S., Demirbilek M. 2021. Petrological and geochemical characteristics of the diabase and metasomatised dikes from the Tekirova Ophiolite (SW Anatolia, Turkey): Tectonomagmatic evolution of the Southern Neotethys. *Geochemistry*, 81(3): 125767.

Yalcin F., Ilbeyli N., Demirbilek M., Yalçın M. G., Güneş A., Kaygusuz A., Ozmen S. F. 2020. Estimation Of natural radionuclides concentration of the plutonic rocks in the Sakarya Zone, Turkey using multivariate statistical methods. *Symmetry-Basel*, 12; 6.

Ulusal hakemli dergide yayımlanan makaleler

Çetrez B., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M., Uras Y. 2022. Yeşilova (Burdur) Ofiyolitinin Kuzeybatısında Yer Alan Ultramafik-Mafik Kayaçların ve İzole Daykların Petrolojisi ve Jeokimyası. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 25: 1-18.

Güneş M., Güneş A., İlbeyli N., Kaya B. 2017. Asbest Maruziyeti ve Etkileri, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10: 1-6.

Uluslararası ve Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

Çetrez B., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M., Uras Y. 2022. Yeşilova (Burdur) Ofiyolitinde Yer Alan Ultramafik-Mafik Kayaçların ve İzole Daykların Jeokimyası ve Petrojenezi. ISADET 2022 (International Symposium on Advanced Engineering Technologies), s. 1, 16-18 Haziran.

Iltıreh A. D., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M., Uras Y. 2019. Geochemistry and Petrology of Volcanoes in Asal-Ghoubet Rifting Area. International Symposium on Advanced Engineering Technologies, Kahramanmaraş, Türkiye, ss. 1016-1022, 2-4 Mayıs.

Telci S., İlbeyli N., Güneş A., Demirbilek M., Uras Y., Mirza A. 2019. Petrogenesis and Geochemistry of Mafic Rocks in Kemer (Antalya). International Symposium on Advanced Engineering Technologies, Kahramanmaraş, Türkiye, ss.1009-1015, 2-4 Mayıs.

Iltıreh A. D., Güneş A., İlbeyli N., Demirbilek M. 2018. Petrology and Geochemistry of Basaltic Rocks from the Assal-Ghoubbet Rift (Djıboutı). 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Antalya, Türkiye, ss.195-196, 7-11 Mayıs.

Uras Y., Tapinç B.G., Yalçin C., İlbeyli N., Güneş A. 2018. Geochemical characteristics of rare earth elements of Felahiye (Kayseri, Turkey) Fluorites, 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Antalya, Türkiye, s. 192, 7-11 Mayıs.

Telci S., Güneş A., Demirbilek M., Mirza A., İlbeyli N. 2018. Petrology and geochemistry of mafic rocks from the Tekirova Ophiolite (Antalya, Turkey), 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Antalya, Türkiye, s. 196, 7-11 Mayıs.

Gökdal İ., Özçelik E.C., İlbeyli N., Güneş A., Özer Ö. 2018. The origin of feldspar and quartz deposits in the Söke region (Aydın, Turkey)", 9th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Antalya, Türkiye, ss. 221-222, 7-11 Mayıs.

Güneş A., Kibici Y., Yıldız A., İlbeyli N., Bağcı M. 2017. Geochemical correlation of post-collisional volcanism from the Sakarya Zone (Turkey)", International

Multidisciplinary Scientific Geoconference 2017, Varna, Bulgaristan, ss.191-199, 29 Haziran-5 Temmuz.

Uras Y., Güneş A., Çalışkan V., Yalçin M.G., İlbeyli N. 2017. Petrological and geochemical characteristics of the Buyukkizilcik Syenite, Kahramanmaras (Turkey)", International Multidisciplinary Scientific Geoconference 2017, Varna, Bulgaristan, ss. 425-430, 29 Haziran-5 Temmuz.

Güneş M., Güneş A., İlbeyli N., Kaya B. 2017. Genetic damage and Disease Induced By Radon", III. International Conference on Engineering and Natural Sciences, Budapeşte, Macaristan, s. 605, 3-7 Mayıs.

Güneş M., Ertuğrul H., Güneş A., Yalçın B., İlbeyli N., Kaya B. 2017. A global problem: Arsenic", 7th International Conference on Medical Geology 2017, Moskova, Rusya, s. 81, 28 Ağustos-1 Eylül.

Güneş A., Güneş M., Yalçın B., Ertuğrul H., İlbeyli N., Kaya B. 2017. Harmful effects of Asbestos", 7th International Conference on Medical Geology 2017, Moskova, Rusya, s. 79, 28 Ağustos-1 Eylül.

Güneş A., Demirtaş F., Güneş M., Koç K., Uçar F., İlbeyli N., Yalçin M.G. 2017. Ağır metallerin insan ve çevre sağlığı üzerine etkileri, 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Adana, Türkiye, ss. 135-136, 3-6 Mayıs.

Güneş M., Güneş A., Yalçın B., Ertuğrul H., İlbeyli N., Kaya B. 2017. Coal processing causes health problems", 7th International Conference On Medical Geology 2017, Moskova, Rusya, s. 79, 28 Ağustos-1 Eylül.

Uçar F., Koç K., Demirtaş F., Güneş A., Aktürk Ö. 2017. 2-Boyutlu elektrik rezistivite yöntemi ile boşluklu yapıların belirlenmesi", 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Adana, Türkiye, ss. 38-39, 3-6 Mayıs.

Koç K., Koşun E., Demirtaş F., Uçar F., Güneş A. 2017. Paleoiklim çalışmalarında mağara çökellerinin kullanımı: Artıları ve Eksileri", 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Adana, Türkiye, ss. 52-53, 3-6 Mayıs.

Hatipoğlu M., İlbeyli N., Kibici Y., Güneş A., Yardimci Y. 2016. The effect on human health of the gemmological usage of Amethyst (SiO_2) that is coloured with gamma irradiation excitation", International Multidisciplinary Scientific Geoconference (Sgem2016), Albena, Bulgaristan, ss. 603-611, 29 Haziran-7 Temmuz.

Hatipoğlu M., Güneş A., İlbeyli N., Kibici Y., Yardimci Y. 2016. A unique composite material from Turkey; Turkish purple jade (Turkiyenite)", International Multidisciplinary Scientific Geoconference (Sgem2016), Albena, Bulgaristan, ss. 19-26, 29 Haziran-7 Temmuz.

Hatipoğlu M., İlbeyli N., Kibici Y., Güneş A., Yardimci Y. 2016. Türkiye'deki farklı krizoprasların oksijen izotop analiz yöntemiyle karşılaştırılması", Uluslararası Katılımlı 7. Jeokimya Sempozyumu, Antalya, Türkiye, ss. 194-195, 16-18 Mayıs.

Yalçin F., İlbeyli N., Nyamsari D., Güneş A. 2015. Hamit ve civarında yeralan alkalen kayaçlardaki nadir toprak elementleri ile radyoaktif elementlerin istatiksel değerlendirmesi", 2. Tıbbi Jeoloji Sempozyumu (Uluslararası Katılımlı), Konya, Türkiye, ss. 101-102, 12-15 Kasım.