

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADENLİ VE EĞİRLER KÖYLERİ (GELENDOST - ISPARTA)
ÇEVRESİNDE YERALAN ULTRABAZİK KAYAÇLARDAKİ
OLİVİN OLUŞUMLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK DURUMU**

Mustafa KURŞUNOĞLU

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Oya CENGİZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019**



© 2019 [Mustafa KURŞUNOĞLU]

TEZ ONAYI

Mustafa KURŞUNOĞLU tarafından hazırlanan “**Madenli ve Eğirler Köyleri (Gelendost-Isparta) Çevresinde Yeralan Ultrabazik Kayaçlardaki Olivin Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Durumu**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Oya CENGİZ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ahmet YILDIZ
Afyon Kocatepe Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Şemsettin CARAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Mustafa KURŞUNOĞLU



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	3
1.2. Konu ve Kapsam	4
1.3. Çalışma Alanı	4
1.4. Coğrafi Özellikler.....	4
1.5. Morfoloji	5
1.6. İklim ve Bitki Örtüsü.....	6
1.7. Ekonomik Durum	6
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Arazi Çalışmaları.....	13
3.2. Laboratuvar Çalışmaları	13
3.2.1. Lityum metaborat/tetraborat fusion – ICP metodu.....	14
3.3. Büro Çalışmaları.....	14
4. BULGULAR.....	15
4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi	15
4.1.1. Stratigrafi.....	17
4.1.1.1. Anamasdağ formasyonu (KTa)	17
4.1.1.2. Gölge formasyonu (Tg).....	20
4.1.1.3. Neojen yaşlı birimler (Tmç)	21
4.1.1.4. Alüvyon (Qal).....	21
4.1.1.5. Şarkikaraağaç ofiyolitleri (Kş)	21
4.1.1.6. Eğirler formasyonu (Ke).....	24
4.1.1.7. Deliktaş formasyonu (Trd)	27
4.1.2. Yapısal Jeoloji	28
4.1.2.1. Katmanlanma.....	29
4.1.2.2. Faylar ve kırık-çatlaklar.....	29
4.1.2.3. Kıvrımlar	30
4.1.2.4. Uyumsuzluklar	30
4.2. Olivin Oluşumlarının Saha Jeolojisi Özellikleri	31
4.3. Olivin Oluşumlarının Petrografik İncelemeleri.....	42
4.4. Olivin Oluşumlarının Jeokimyasal Özellikleri.....	47
4.5. Yan Kayaçları Etkileyen Metasomatik Süreçler	50
4.5.1. Serpantinleşme	50
4.5.2. Listvenitleşme	55
4.5.3. Manyezit oluşumu	59
4.6. Olivinin Kullanım Alanları	61
4.6.1. Demir-çelik sanayi	61
4.6.2. Refrakter sanayi.....	62
4.6.3. Döküm sanayi.....	63

4.6.4. Aşındırıcı olarak kullanımı.....	63
4.6.5. Elektrikli ısıtıcı (radyatör) olarak kullanımı.....	64
4.6.6. Balast (denge) malzemesi)	64
4.6.7. Çevre teknolojilerinde	65
4.6.8. Tarımda	66
4.7. Sanayide Kullanım Standartları.....	66
4.8. Olivin Oluşumlarının Ekonomik Durumu.....	67
5. SONUÇLAR	70
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	79



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MADENLİ VE EĞİRLER KÖYLERİ (GELENDOST-İSPARTA) ÇEVRESİNDE YERALAN ULTRABAZİK KAYAÇLARDAKİ OLİVİN OLUŞUMLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK DURUMU

Mustafa KURŞUNOĞLU

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Oya CENGİZ

Bu çalışmanın amacı, Madenli-Eğirler (Gelendost-Isparta) köyleri çevresindeki olivin oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Çalışma alanındaki olivin oluşumları, Beyşehir-Hoyran Naplarına bağlı Üst Eosen yerleşim yaşı Şarkikaraağaç ofiyolitlerindeki peridotitler içerisinde bulunur.

Petrografik özelliklerine göre bu kayalar genellikle harzburjitten meydana gelmişler ve yer yer serpantinleşmişlerdir. Harzburjit numuneleri olivin, enstatit ve yer yer kromit içerirler. Ayrışmış harzburjitlerde serpantin, manyezit gözlenmiştir.

Çalışma sahasının harzburjit numunelerinin ana oksit içerikleri; MgO % 41.32-45.74, SiO₂ % 41.98-44.59, Fe₂O₃ % 8.75-9.82, CaO % 0.15-1.27, Al₂O₃ % 0.10-1.11, ateş kaybı değerleri % 0.10-4.50 arasındadır. Çalışma sahasındaki olivinlerin anaoksit içerikleri ve ateş kaybı değerleri, Kuzey Carolina ile Georgia ve Handol (İsveç) yatağının anaoksit içeriklerine ve ateş kaybı değerlerine benzerlik göstermektedir.

Madenli sahası olivin oluşumlarının major oksit içerikleri ve ateş kaybı değerleri olivinin endüstride kullanım için gerekli olan standart değerleri ile kısmen uyumlu olduğundan, endüstride kullanım için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sahadaki olivin oluşumları kırma, eleme, sınıflandırma ve paketleme işlemlerinden sonra olivin kumu olarak kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gelendost, Madenli-Eğirler, olivin, peridotitler, ayrışma, mineraloji, element, kullanılabilirliği

2019, 79 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ECONOMIC POTENTIAL OF OLIVINE OCCURRENCES IN THE ULTRABASIC ROCKS IN THE SURROUNDING MADENLİ AND EĞİRLER VILLAGES, GELENDOST - ISPARTA

Mustafa KURŞUNOĞLU

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Oya CENGİZ

The aim of this study is to investigate the mineralogical and geochemical properties and usability of olivine formations around Madenli-Eğirler (Gelendost-Isparta) villages. The olivine formations in the study area are found in the peridotites of the Upper Eocene settlement Şarkikaraağaç ophiolites belong to Beyşehir-Hoyran Nappes.

Their petrographical properties indicate that these rocks are generally composed of harzburgite and partly serpentized. Harzburgite samples contain olivine, enstatite and occasionally chromite.

Main oxide contents of harzburgite samples in the study area are between MgO 41.32-45.74%, SiO₂ 41.98-44.59%, Fe₂O₃ 8.75-9.82%, CaO 0.15-1.27%, Al₂O₃ 0.10-1.11%, loss in ignition values 0.10-4.50%. The major oxide contents and loss on ignition values of the olivine in the study area are similar to those of North Carolina to Georgia and Handol (Sweden) deposits.

It is concluded that the major oxide contents and loss on ignition values for Madenli olivine formations are partly compatible with standard values required for usability in the industry of olivine. The olivine formations in the study area are used as olivine sand after crushing, sieving, grading and packing.

Keywords: Gelendost, Madenli-Eğirler, olivine, peridotites, alteration, mineralogy, element, usability

2019, 79 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için danışman hocam olarak tez konusunun seçiminden tezin tamamlanmasına kadar her aşamasında beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan Danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Oya CENGİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin ince kesit incelemelerinde yorumlarıyla ışık tutan Sayın Doç. Dr. Ömer ELİTOK'a ve mikroskop fotoğraf çekimlerinde yardımcı olan Arş. Gör. Deniz DEDEOĞLU YILDIZ'a şükranlarımı sunarım. Harita çizimlerinde yardımcı olan Öğr.Gör. Erhan ŞENER 'e teşekkür ederim.

3987-YL2-14 No'lu proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin saha çalışmaları sırasındaki maddi ve manevi desteklerinden dolayı Dakduklu Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. sahibi ve elemanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca, tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşime ve aileme sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mustafa KURŞUNOĞLU
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye’deki ultrabazik-bazik kayaçların dağılımı (DPT, 2001)	3
Şekil 1.2. Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası.....	5
Şekil 1.3. Çalışma sahasının bulunduğu bölgenin topoğrafik özellikleri.....	5
Şekil 4.1. Çalışma sahasını gösteren bölgesel jeoloji haritası (Şenel, 1984)	16
Şekil 4.2. Çalışma alanında yeralan jeolojik birimleri gösteren tektono-stratigrafik sütun kesit (Elitok, 2000).....	18
Şekil 4.3. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerindeki yeşilimsi serpantinler (srp) ve kahve, sarımsı boz listvenitlerin (list) dokanağı (Böğrölce Dere boyu).	23
Şekil 4.4. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerindeki yeşilimsi serpantinler (srp) ve listvenitlerin (list) dokanağı (Madenli’den Keçili’ye yol boyunca).	23
Şekil 4.5. Eğirler formasyonu (Ke) ile Deliktaş formasyonunun (Trd) dokanağı (Fabrika yolundan Yaka Tepe’ye doğru).....	26
Şekil 4.6. Eğirler formasyonu (Ke) ile Şarkikaraağaç Ofiyolitlerinin (Kş) tektonik dokanağı (Madenli güneybatısı).	26
Şekil 4.7. Deliktaş formasyonu (Trd) ile Eğirler formasyonu (Ke) arasındaki tektonik dokanak (Madenli-Eğirler yol ayrımı fabrikaya doğru.	27
Şekil 4.8. Deliktaş formasyonu (Trd) ile Eğirler formasyonu (Ke) arasındaki tektonik dokanak ve ezik zon (Madenli-Eğirler yolu).	28
Şekil 4.9. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerinde bulunan serpantinleşmiş harzburjitlerdeki manyezit cevherleşmesi, listvenit oluşumlarını gösteren şematik sütun kesit (Cengiz ve Kuşcu, 2003a).	32
Şekil 4.10. Harzburjitik peridotitler (hrzprd), serpantinleşme (srp), listvenitler (list) ayrışmış peridotitler (aprd) ve manyezit (mg) oluşumu, güncel çökellerin (Tmç) yayılımı (Keçili yolunda zirveden bakış).	33
Şekil 4.11. Birbirine bitişik iki ocakta gözlenen harzburjitler (hrz) ve manyezitler (mg) (Dakduklu-1 ve 4 nolu olivin ocakları).	34
Şekil 4.12. Dakduklu-2 ve 3 nolu olivin ocaklarının genel görünümü.	34
Şekil 4.13. Olivince zengin dunit+harzburjit (dn+hrz), yer yer manyezit (mg) içeren ayrışmış harzburjitik peridotlar (ahrzprd) ve Eğirler formasyonunun (Ke) dokanağı (Dakduklu-1 nolu olivin ocağı).	35
Şekil 4.14. Yarmada gözlenen Eğirler formasyonu (Ke), ayrışmış harzburjitik peridotitler (ahrzprd) ve manyezit (mg) damarlarının dokanak ilişkisi (Dakduklu-1 nolu olivin ocağı girişi).	36
Şekil 4.15. Ocak içerisindeki ağ ve peteksi görümlü yoğun ayrışmış harzburjitik peridotitler (ahrzprd) ve ağsal ve yama şeklindeki manyezitler (mg) (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı).	36
Şekil 4.16. Ocak içerisindeki harzburjitlerdeki (hrz) yer yer kıvrımlanmış bireysel damarlı manyezit (mg) ve farklı yönlerde gelişen kırıklara yerleşen manyezit (mg) oluşumları (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı)... ..	37
Şekil 4.17. Ocakta gözlenen fayın kayma yüzeyi (f) ve manyezit (mg) oluşumunun görünümü (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı).	37
Şekil 4.18. Ocakta içerisinde yoğun ayrışmış harzburjitik peridotitlerdeki (ahrzprd) kırıklara yerleşen bireysel ve ağsal manyezit (mg) damarları (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı).	38
Şekil 4.19. Serpantinleşme (srp), serpantin breşleri (srpb), yoğun ayrışmış harzburjitik peridotitlerde (ahrzprd) farklı yönlerde gelişmiş kırıklardaki ağsal manyezit (mg) damarları (Böğrölce dere boyu)	38

Şekil 4.20. Listvenitler (lis) ve ayrıışmış kahverengi peridotitlerde (aprd) gelişmiş kırıklarda breşik yapılı ağsal damarlı manyezitler (mg) (Böğrölce dere boyunca)	39
Şekil 4.21. Ayrıışmış kahverengi peridotitlerde (aprd) gelişmiş kırıklarda breşik yapılı ağsal damarlı manyezitler (mg) (Böğrölce dere boyunca)	40
Şekil 4.22. Yer yer serpantinleşmiş harzburjitik peridotitlerdeki (srpprd) manyezit (mg) damarı (Böğrölce dere ve Keçili yolu)	40
Şekil 4.23. Yer yer serpantinleşmiş harzburjitik peridotlarda açılmış eski kromit (Cr) ocakları (Böğrölce Dere'de).	41
Şekil 4.24. a-b-c-d) Yarıözşekilli ve öz şekilsiz olivinlerin (ol) belirgin tane sınırları, olivinlerin yer yer serpantinleşmesi (srp), e-f) Olivinlerin (ol) tane sınırları ve dilinimleri boyunca serpantinleşme (srp), g-h) Serpantinleşmiş (srp) harzburjitteki kırık içerisinde manyezit (mg) damarı	43
Şekil 4.25. a-b) Piroksende (pr) basınç lamelleri ve olivin (ol), c-d-e-f) Opak mineral kromit (cr) içinde olivin (ol) oluşumları.	45
Şekil 4.26. a-b) Olivinlerde (ol) kromit (cr) oluşumları, c-d) olivin (ol), kromit (cr) ve piroksen (pr) ilişkisi, e-f) kromitin (cr) korozyona uğraması.	46
Şekil 4.27. Harzburjitlede suyun varlığı altında, değişik basınç ve sıcaklık koşullarında gelişen reaksiyonlar: (2) 17krizotil => antigorit + 3brusit (son krizotil, (3) antigorit + 20brusit => 34forsterit + 15 H ₂ O (forsteritin düşük sıcaklık limiti-forsteritin oluşumu), (4) antigorit => 18forsterit + talk + 27H ₂ O (antigorit kaybolduğu-serpantinitler için yüksek sıcaklık limiti), (5) antigorit + 14talk => 90enstatit + 55H ₂ O, (6) antigorit => 14forsterit + 20enstatit + 31H ₂ O, (7) 9talk + 4forsterit => 5antofillit + 4H ₂ O (düşük basınçta talkın çıkışı), (8) talk + forsterit => 5enstatit + H ₂ O (yüksek basınçta talkın çıkışı), (9) antofillit + forsterit => 9enstatit + (antofillit çıkışı) (Bucher ve Frey, 1994)	53
Şekil 4.28. Olivin ocağında iş makinalarının yükleme işlemleri	68
Şekil 4.29. Olivin işletmesinin zenginleştirme tesislerinin genel görünümü.....	68
Şekil 4.30. Olivin işletmesindeki kırma-eleme sistemi.....	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Çalışma sahasından derlenen olivince zengin kayaçların anaoksit içerikleri (%).....	48
Çizelge 4.2. Çalışma sahası olivinleri ile Ülkemiz ve Dünya'daki diğer önemli olivin yataklarının jeokimyasal analiz sonuçlarının (%) karşılaştırılması.....	49
Çizelge 4.3. Norveç A/S Ticari – Olivinin kimyasal bileşim standartları	66



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm ³	Santimetreküp
ÇN	Çift Nikol
gr	Gram
GD	Güneydoğu
GPS	Global Positioning System – Küresel Konumlama Sistemi
ICP-MS	Inductive Couple Plasma Kütle Spektrometresi
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
Km	Kilometre
M	Metre
μ	Mikron
mm	Milimetre
MTA	Maden Teknik ve Arama
ppb	Milyarda Bir
ppm	Milyonda Bir
TN	Tek Nikol
XRF	X-ray Floresans
%	Yüzde

1. GİRİŞ

Mg ve silikat kaynağı olan olivin, bir mineral grubuna verilen isimdir. Ortorombik sistemde kristalleşen olivin grubu mineraller, esas olarak Mg^{+2} ve Fe^{+2} silikatlardan olan orto-silikat grubunda yer alırlar. Mg^{+2} ve Fe^{+2} in egemen olduğu mineraller, Mg_2SiO_4 (forsterit) ve $FeSiO_4$ (fayalit) olarak isimlendirilmiştir. Bu mineraller arasında; teforit (tephorite, Mn_2SiO_4), fayalit-knebelit (fayalite-knebelite, $FeMnSiO_4$), pikroteforit (picrotephorite), montisellit (monticellite), kirstenit (kirchsteinite, $CaFeSiO_4$), glokokroit (glaucocroite, $CaMgSiO_4$) gibi mineraller de bulunur (DPT, 2001).

Genellikle yeşil ve koyu yeşil renkte, oldukça sert bir mineral olan olivinin, güneş ışınları ve atmosferik şartlar ile rengi açık yeşile dönüşür. Olivinin sertliği Mohs'un kriterine göre 6,5-7, yoğunluğu da içerdiği Fe miktarına göre 3,22-4,40 gr/cm³ arasında değişmektedir. Üst mantonun derinliklerinde oluşan magnezyum-demir silikat minerali olan olivin ($(Mg, Fe)_2 [SiO_4]$), düşük silika içeriği ile çoğu ultrabazik ve bazik kayalarda bulunur. Olivin minerallerinden forsterit (Mg_2SiO_4) ve fayalit ($FeSiO_4$) fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı çok farklı kullanım alanına sahiptirler. Bunlar;

- yüksek erime sıcaklığından dolayı refrakter tuğla yapımından basınç fırınlarının yapımında,
- yüksek sertliği ve dayanımlılığından dolayı paslı yüzeylerin temizlenmesinde,
- Fe ve Mg içeriği bakımından verimli toprak olarak ve
- nadir yeşil kristallerinden dolayı mücevher taşı olarak kullanılmaktadır.

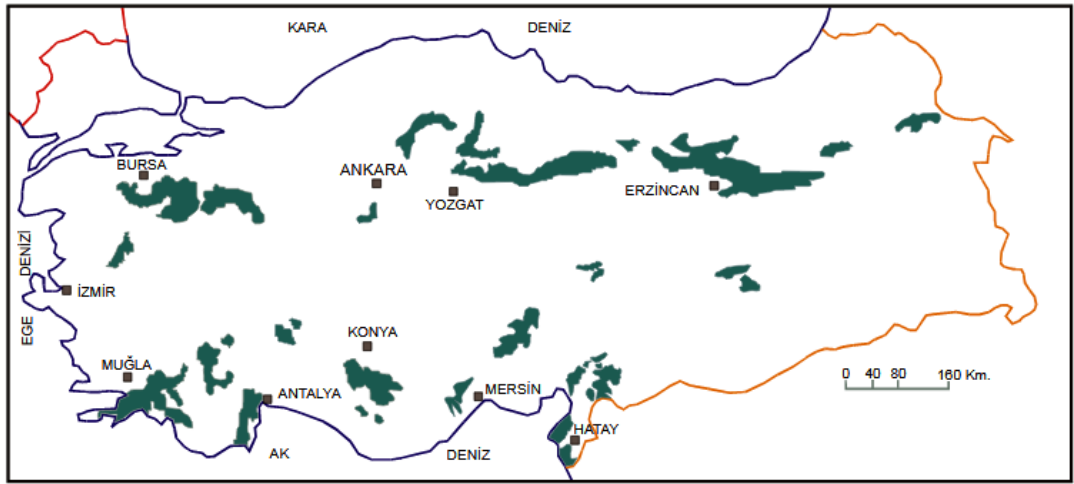
Olivin Madenciliği, diğer mineraller ile karşılaştırıldığında oldukça yeni sayılır. Teknolojik ve fiziksel özelliğinden dolayı da son 25 yıl içinde Avrupa ve Dünya'nın birçok ülkesinde oldukça önemli bir mineral durumuna gelmiştir. Bu özelliklerinin yanı sıra yerini alabileceği minerallerden ucuz olması da sanayide kullanma şansını artırmıştır. Diğer önemli bir unsur da kütleler halinde bulunan dunitlerin (olivin) açık işletmeye uygun olmalarının yanı sıra, kromitin zenginleşmesi sırasında yan ürün olarak doğrudan elde edilmesidir. Bu da işletme maliyetlerinde önemli düşüşler

sağlayabilmektedir. Dünya’da her yıl dunit veya serpantin adı altında yapılan olivin üretimi, yaklaşık 8 milyon ton olarak tahmin edilmektedir. Bunun yaklaşık yarısı Norveç tarafından dunitten üretilen yüksek kaliteli olivindir. Ülkenin yıllık üretimi yaklaşık 3.5 milyon tondur. Dünyanın ikinci büyük olivin üreticisi ülke, yılda yaklaşık 2 milyon ton üretimiyle Japonya’dır. Bir diğer önemli olivin üreticisi ülke İspanya’dır. Yılda yaklaşık 700 bin ton olivin üretilmektedir (DPT, 2001).

Ülkemizin olivin potansiyeli hem bilimsel hem de endüstriyel kullanımı bakımından çok az araştırılmıştır. Hatta 1996 yılına kadar olivinın hemen hemen hiç kullanılmadığı bilinmektedir. Bu nedenle Türkiye’de dunit üretim kaydına rastlanmamıştır. Sadece bazı mermer üreticileri dunit bloklarını mermer olarak kullanma yoluna gitmişlerdir. Buna rağmen, sınırlı sayıdaki araştırmalarla ortaya konulan değerler bile olivin potansiyelimizin yüksek olduğunu ve ülkemiz ekonomisine ciddi katkılar sağlayacağını göstermektedir.

Ülkemizde ancak, 1990’lı yılların ortalarından beri olivin üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır ve Türkiye dunitten olivin üreten önemli ülkeler arasına girmiştir. Bazı özel demir-çelik fabrikalarında düşük kaliteli olivinlerin kullanıldığı, İskenderun Demir-Çelik Sanayinin bu yönde bir girişimi olduğu bilinmektedir (DPT, 2001). 2010 yılı araştırmalarına göre Türkiye yılda 590 bin ton olivin üretimiyle önemli ülkeler arasındadır. Olivin üretiminde önemi olan ülkeler arasında; Güney Kore 500 bin ton/yıl, Çin 350-500 bin ton/yıl, Tayvan 400 bin ton/yıl, Brezilya 350 bin ton/yıl ve İtalya 100 bin ton/yıl olivin üretimi yapmaktadır (Harben ve Smith, 2006; Roberts, 2010).

Ultrabazik kayalar Türkiye yüzey alanının yaklaşık % 18 ini kaplamakta ve bunların içerisinde önemli dunit oluşumları bulunmaktadır. Bunlar aynı zamanda ülkemizin önemli kromit sahalarıyla da örtüşmektedir. Olivin; özellikle Kızılyüksek (Karsantı-Adana), Kef (Guleman-Elazığ), Orhaneli (Bursa), Beyşehir-Meram-Derebucak (Konya), Akseki (Antalya), Köyceğiz (Fethiye-Muğla) ve çalışmanın bir kısmını oluşturan Madenli-Eğirler (Gelendost-Isparta) sahalarından üretilmektedir (Şekil 1.1). Bu yörelerde ülke ihtiyacını fazlasıyla karşılayacak milyarlarca ton dunit potansiyeli belirlenmiştir.



Şekil 1.1. Türkiye’deki ultrabazik-bazik kayaçların dağılımı (DPT, 2001)

Bu tez araştırmasında, Beyşehir-Hoyran Naplarına bağlı Şarkikaraağaç Ofiyolitlerinin peridotitlerindeki olivin oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile olivinin endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliği belirlenmiştir. Bunun yanında, sahada yüzeyleyen olivince zengin kayaçların yayılımı, uzanımı ve rezervi tespit edilerek ekonomik potansiyeli ortaya konulmuştur.

1.1. Amaç

Bu çalışmanın amacı, Isparta’nın Gelendost ilçesine bağlı olan Madenli ve Eğirler Köyleri çevresinde yayılım sunan Şarkikaraağaç Ofiyolitlerinin peridotitlerine bağlı olivin oluşumlarının, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve ekonomik potansiyelini araştırmaktır. Bunun için olivinin yayılım sunduğu alanın ayrıntılı jeolojik özellikleri belirlenerek olivin oluşumlarının kaynaklandığı ofiyolit karmaşığı içerisindeki harzbujit ve dünit numuneleri derlenmiştir. Tez kapsamında yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen verilerin yorumlanması ile olivince zengin numunelerin mineralojik-petrografik özellikleri, anaoksit ve iz element içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca, ekonomik öneme sahip olan olivinin yayılımı, rezervi, tenörü ve kullanım özellikleri belirlenerek endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

1.2. Konu ve Kapsam

Tez kapsamında çalışma sahasında yayılım sunan Beyşehir-Hoyran Naplarına bağlı Şarkikaraağaç Ofiyolitleri içerisindeki olivin oluşumlarının, jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve ekonomik potansiyeli belirlenmiştir. Bu kapsamda,

- olivinin yayılım sunduğu alanın ayrıntılı jeolojik özellikleri belirlenerek, olivin oluşumlarının kaynaklandığı ofiyolit karmaşığı içerisinde (harzbujit ve dünit) ve çevre kayalardan numuneler derlenmiştir.
- olivince zengin olan numuneler içindeki olivinin içeriği, olivinin kristal ve dokusal özellikleri, diğer minerallerle ilişkisi,
- olivin bulunduran dunit+harzburjitik peridotit kayaların ana oksit ve iz element içeriği,
- ekonomik öneme sahip olan olivinin yayılımı, rezervi, tenörü, kullanım özellikleri belirlenmiştir.

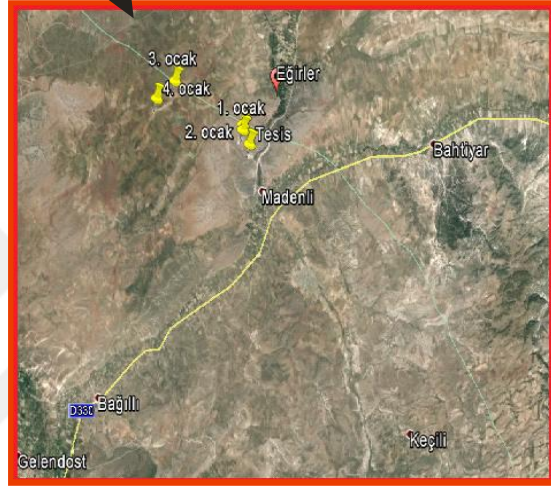
1.3. Çalışma Alanı

Çalışma alanındaki olivin oluşumları, Isparta il sınırındaki Madenli ve Eğirler (Gelendost – Isparta) köyleri ve yakın çevresinde 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritada Afyon L26-d1 paftasında yaklaşık 68 km² lik bir alanda yer almaktadır (Şekil 1.2).

1.4. Coğrafi Özellikler

Çalışma alanı, Gelendost ilçesine 10 km, Isparta il merkezine de yaklaşık 90 km uzaklıktadır. İnceleme sahasında bulunan olivin oluşumlarına ulaşım, Madenli köyüne kadar asfalt yol ile saha içerisinde yer alan ocakların bulunduğu bölgeye de stabilizeyoldan sorunsuz olarak sağlanmaktadır.

Olivin sahasının kuzeybatısında Çaltı, güneybatısında Bağlılı, güneydoğusunda Keçili, doğusunda da Bahtiyar köyleri bulunmaktadır.



Şekil 1.2. Çalışma alanını gösteren yer bulduru haritası

1.5. Morfoloji

Çalışma alanı orta seviyede yükseltili bir morfolojiye sahiptir. Genellikle tarım arazisi olan kesimlerde genç çökeller yüzeylerken, yükseltilerde kireçtaşları bulunur. Bölgenin en önemli yükseltilerini Çınarsivrisi tepe (435m), Kara tepe (417m), Deveciyokuşu tepe (382m), Çalıburun tepe (361m) Sarıyar tepe (354m), Karadede tepe (272m) ve Sektaş tepe (264m) oluşturur. Çalışma sahasındaki dereler, genellikle yağışlı mevsimlerde akmakta, diğer mevsimlerde kuraktır.

1.6. İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanındaki iklim, Akdeniz bölgesi ile Orta Anadolu bölgesi iklimleri arasında bir geçiş özelliği gösterir. Yılın üçte birinde sıcaklık 0 derecenin altında seyreder. Kar yağışı azdır. Senelik yağış 445-620 mm arasında değişir. Genelde sıcaklık -17 derece ile +37 derece arasındadır.

Bölge bitki örtüsünün % 40'a yakını orman ve fundalıklardan, % 20'si çayır ve meralardan, % 16'sı ekili ve dikili arazilerden, %24'ünün ise tarıma elverişsiz araziden oluştuğu belirtilmektedir. Ekime müsait arazinin önemli kısmı elma ve diğer meyveler ve sebze bahçeleri ile kaplıdır. 1500 m yüksekliğe kadar olan yerlerde meşe ve katran, ardıç ve maki cinsi ağaçlar ve daha yükseklerde çeşitli çam ormanları bulunur.

1.7. Ekonomik Durum

Çalışma alanı yakın çevresinin ekonomisi geniş ölçüde tarıma dayanır. Buğday arpa, çavdar, baklagiller (nohut, fasulye ve fiğ) ve az miktarda şekerpancarı yetişir. Köylüler sebze ihtiyacını kendi üretimleri ile karşılarlar. Bölgede bağcılık ve elmacılık oldukça gelişmiştir. Ayrıca, ceviz, bade, armut, erik, kızılçık, muşmula, vişne ve iğde yetişir. Tarlalarda sulama, gübreleme yapılmakta ve modern tarım âletleri kullanılmaktadır. Halkın diğer geçim kaynağı da hayvancılıktır. Koyun, kıl ve tiftik keçisi, sığır beslenir. Arıcılık da gelişmiştir. Önceleri yerli koyun yetiştiriciliği yapılan ve günümüzde farklı ırklarla karıştırılan Madenli köyünde tarımsal kalkınma kooperatifi kooperatif mevcuttur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Türkiye’deki farklı lokasyonlarda geçmiş yıllarda stratigrafi ve tektonik (Özgül, 1976; Demirkol, 1977; Koçyiğit, 1983; Şenel, 1984; Boray vd., 1985; Yağmurlu, 1991, petrografik (Elitok (2000, 2002, 2003) ve maden yatakları-jeokimya (Ağrılı, 1999; Zedef ve Döyen (1999, 2001, 2004; Ağrılı vd., 2001; Cengiz ve Kuşcu (2003a, 2003b; Gültekin ve Örgün, 2003; Çevik, 2005; Çevik ve Örgün, 2007; Ovayurt vd., 2007; Eraslan vd., 2009; Kaysavuk, 2011; Örgün ve Erarslan, 2012; Cengiz ve Kurşunoğlu, 2016; Şan vd., 2016; Cengiz vd., 2017; Cengiz ve Kurşunoğlu, 2019) üzerine pek çok araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Pinus (1971), “Ultramafik kayalarındaki olivinlerin oluşumlarının bir göstergesi olarak ağır oksijen izotopu” başlıklı çalışmada, çeşitli tip ultramafik kayadaki olivin izotopik bileşiminin, farklı derinlikli üst mantodaki kökeni açıklayabilecek değişimleri gösterdiğini belirtmektedir. Araştırmacı, Alpin tipi ultramafik serideki gabbro piroksenit-dunit birlikleri ve alkalın ultramafik birliklerde $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin arttığından bahseder. Ayrıca, Alpin tipi ultramafiklerin en sık üst manto bölgelerinde, alkalın ultramafiklerin ise stabil kıta kabuğunun altında kalan derin bölgelerde oluştuğu söylemiştir.

Boray vd. (1985), Şuhut, Çay, Yalvaç ve Gelendost yörelerindeki Neojen ve Kuvaterner çökellerinin incelenmesi sonucu bölgenin neotektonik gelişiminin sıkışma rejimi ile oluştuğunu belirtmektedirler. Yazarlara göre; Neojen çökelleri, karasal, akarsu ve göl fasiyesinde, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı olup, daha yaşlı kayalar üzerinde uyumsuz olarak bulunurlar. Adı geçen araştırmacılara göre kumtaşı-silttaşı-killi kireçtaşı ve kireçtaşı şeklinde birbirlerine geçişlidirler. Söz konusu araştırmacılar sahada gözlenen dike yakın tabakalanmadan hareketle bölgede Üst Miyosen’den itibaren devam eden bir sıkışmanın varlığını vurgulamaktadırlar.

Yağmurlu (1991), bölgedeki Neojen havzasının Isparta bukümünün iç kısmında yer aldığını ve havzayı çevreleyen Neojen öncesi kaya birimlerinin genellikle Ordovisiyen yaşlı meta-sedimentitler ile Triyas-Kretase yaşlı karbonatlı kayalardan ve ofiyolit karmaşığından yapıldığını belirtti. Genellikle alüvyonal ve gölsel

tortullardan oluşan Neojen istifinin alttan üste doğru; Bağkonak (alüvyal yelpaze ortamı), Madenli (akarsu ortamı), Yarıkkaya ve Göksöğüt (gölsel ortamı) ve Kırkbaş Formasyonlarına (alüvyal yelpaze) bölündüğünü ve havzayı dolduran tortul istifin toplam kalınlığının 800 m. ye ulaştığını tespit etmiştir. Araştırmacıya göre, Yalvaç-Yarıkkaya havzası yüksek dağ kuşakları ile çevrelenmiş ve kenarları tümüyle normal faylarla sınırlanmış üçgen şekilli kapalı bir havza özelliği taşır. Havzayı dolduran tortulların yanal yönde gösterdiği litofasiyes değişimleri ve çökelme ortamlarının havza içindeki dağılımı ve geometrik özellikleri, bu havzanın tipik bir dağarası havza niteliği taşıdığını yansıtır.

Zedef ve Döyen (1999, 2001, 2004), Kızıldağ (Akseki-Antalya) olivin yatağının Kızıldağ ultramafikler içerisinde yer aldığını, olivinin asıl kaynağının dunit ve en önemli bileşenin de forsteritik olivin (Mg_2SiO_4) olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, olivinin ortalama ana oksit içeriklerinin MgO %50.25, SiO_2 %37.50 ve Fe_2O_3 %8.30 olduğunu ve bu değerlerinde demir-çelik ve refrakter sanayinin talep ettiği oranlarda ve rezervinde 9 milyar ton civarında olduğunu ileri sürerler.

Elitok (2000, 2002, 2003), Beyşehir-Hoyran napları içerisinde yer alan Şarkikaraağaç Ofiyolitinin jeolojik ve petrografik özelliklerini incelemiştir. Bölgedeki ofiyolit biriminin tam bir ofiyolitik istifi temsil etmediğini alttan üste doğru; bir ofiyolitik melanj, ofiyolit tabanı metamorfite ve harzburjit tektonitlerden oluştuğunu belirtmiştir. Ofiyolitik melanji tektonik olarak üzerleyen ofiyolit tabanı metamorfite genel olarak alt kesimlerde kalkışist, kuvarsitlerden oluşmakta, üst kesimlere doğru yer yer kıvrımlı amfibol şist, gnaysik amfibolit, epidot-amfibolit ve iri kristalli amfibolitlere geçtiğini ve peridotitlerle olan dokanak kesimlerinde granat içeren amfibolitlerin ortaya çıktığını gözlemiştir. Yazar, metamorfik taban üzerinde tektonik olarak yer alan harzburjit tektonitlerin tektonik dokanağa yakın kesimlerinde litosferik deformasyon ve daha üst kesimlerde astenosferik deformasyon izlerini taşıdığını ileri sürer. Araştırmacı, herhangi bir metamorfizma izi taşımayan izole diyabaz daykların otokton neritik karbonatları kesmediğini, ofiyolitik melanj içerisinde mercek ve bloklar şeklinde yer aldığını, üstte metamorfite ile peridotitleri dayk şeklinde kestiğini belirtir.

Cengiz ve Kuşcu (2003a), Şarkikaraağaç ofiyolitlerinin alterasyonu ile gelişen listvenitlerin mineraloji, ayrışma derecesi, jeokimyasal özellikleri ve oluşumlarına göre silis-karbonatlı ve karbonatlı olmak üzere iki tip oluşum gösterdiğini, silis-karbonatlı listvenitlerin kuvars, kalsit, dolomit, kil (serpantin?), enstatit, forsterit, amfibol, plajioklas ve manyezit içerdiğini, karbonatlı listvenitlerin de kalsit, dolomit, kil (serpantin, Mg-smektit), kuvars, enstatit, forsterit ve manyezit kapsadığını belirtmişlerdir. Yazarlar, hidrotermal eriyikler, atmosferik sular ve etkenlerin, ultrabazik kayaları etkileyerek alterasyona uğrattığını ve elementlerini çözerek taşıdığını ve kaybettiğini ileri sürerler. Ayrıca, göç etme yeteneği az olan elementlerin yerinde birikerek element zenginleşmesine neden olduğunu, MgO, SiO₂, Fe₂O₃, MnO, Co, Ni, Zn, Cu, Mo, Fe, ve Cr'un kayıp oksitler ve elementler, SiO₂, CaO, CO₂, Au, As, Ba, Pb, Sb, Sr, U, V, W ve Zr'un kazanılmış oksitler ve elementler, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, S, Rb, Sc, Cr ve NTE'un da değişmez oksitler ve elementler olduğu tespit etmişlerdir. İncelenen listvenitlerde Au, As, Sb ve Cu zenginleşmesine rastlanmamıştır. Şarkikaraağaç ofiyolitlerinin, serpantinleştiğini, tektonizmanın etkisiyle kırıldığını, parçalandığını, ezildiğini, lateritleştiğini, limonitleştiğini ve geçirgen bir yapı kazanarak listvenitleri oluşturduğunu ileri sürerler. Ca ve CO₂ atmosferden ve yöredeki Anamasdağ ve Deliktaş formasyonunu oluşturan tortul kayalar ile Neojen çökellerden, Mg⁺² iyonlarının da ultrabazik kayalardan kaynaklandığını yorumlarlar. Araştırmacılar, sahadaki listvenitlerin; tektonik yerleşimin geç evrelerinde meydana gelen deniz suyu ve formasyon suyu ile etkileşimli olan hidrotermal sistemlere ve atmosferik etkenlere bağlı olarak oluştuğunu düşünmektedirler. Onlara göre, listvenitler ana MORB'la ilişkili düşük NTE'li tüketilmiş magmadaki okyanus ortası sırt ortamında meydana gelen ultramafik kayalardan türemiştir.

Cengiz ve Kuşcu (2003b), Madenli ve Keçiler sahalarındaki manyezit cevherleşmesinin Alpin tipi Şarkikaraağaç Ofiyolitleri içerisinde, az ya da yoğun biçimde serpantinleşmiş kahverengimsi-sarımsı renkli harzburjit ve dunitlerin içerisinde yataklandığını belirtirler. Araştırmacılar, manyezit oluşumlarının topoğrafik olarak üst seviyelerde ağsal, alt kesimlerde ise bireysel damarlar şeklinde olmak üzere iki farklı tip yataklanma şekli gösterdiğini ve manyezit damarlarının kalınlığının 60-90cm arasında, ağsal manyezitlerin kalınlığının da mm ile 10cm arasında değiştiğini gözlemişlerdir. Her iki tür manyezit oluşumunun mineral

parajenezinde, manyezit, kalsit, serpantin, karışık tabakalı kil mineralleri, smektit, dolomit ve talk izlenmiştir. Yazarlar, manyezit cevherleşmesindeki Ba ve Sr iyonlarının normalden yüksek değerler gösterdiğini ve bunun da yöredeki barit cevherleşmelerini oluşturan BaSO₄ lı hidrotermal çözeltilerden kaynaklanmış olabileceğini belirtirler. Onlara göre, hidrotermal ve meteorik sular Şarkikaraağaç ofiyolitlerinin yerleşiminin son evresinde meydana gelen serpantinleşme sonunda Alpin tektoniğinin etkisiyle gelişen kırık, çatlaklar içinden geçerken Mg⁺⁺ iyonlarını almış ve serpantiniti ayrıştırmıştır. Hidrotermal ve meteorik sulardan ve ayrıca, yakın çevredeki organik karbonca zengin şeyl ve karbonatlı kayalardan gelen çözülmüş CO₂ bakımından zengin bu suların iyon haline geçen Mg⁺⁺'u da bünyelerine alarak manyeziti çöktüğünü düşünmektedirler.

Çevik (2005), "Topuk Köyü civarındaki (Orhaneli-Bursa) dunitlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve olivin açısından endüstriyel kullanımının değerlendirilmesi" başlıklı tez çalışmasında Üst Kretase-Paleosen yaşlı ultrabazik-bazik kayalar içerisindeki dunit, harzburgit ve bu kayaların çeşitli derecelerde serpantinleşmeleri ile oluşmuş serpantiniti incelemiştir. Dunitler ortalama olarak; % 90'dan daha fazla olivin, % 1-4 serpantin, % 1-3 opak mineraller (kromit, manyetit, pirit), % 1'den az piroksen ve % 1-2 manyezit, talk, kalsit ve klorit gibi ikincil ayrışım ürünü minerallerini içermektedir. Olivinin endüstriyel kullanımında önemli bir parametre olan dane boyu dağılımının da 0,04 mm-4 cm arasında olduğu belirlenmiştir. Kimyasal analizler sonucunda dunitlerin MgO değerlerinin % 40,99-50,2, SiO₂ değerlerinin % 34,67-40,6, Fe₂O₃ değerlerinin ise % 6,8-13,7 ve ateş kaybı değerlerinin % 0,11-11,27 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. İşletilen olivinin rezervinin (Gölcükboğazı Tepe) 400.000.000 ton görünür, 800.000.000 ton muhtemel rezerv (toplam 1.200.000.000 ton) olduğunu belirtmiştir. Refrakter sanayii, döküm sanayii, EBT – elektrik ark ocakları- eksantrik alt ayarlama delik kumu, kumlama kumu ve aşındırıcı sanayii gibi değişik alanlara farklı dane boylarında ürün verebilecek nitelikte olduğunu, özellikle refrakter endüstrisi kapsamında, demir-çelik fabrikalarınca, deniz kuvvetlerince ve tersanelerce yoğun şekilde talep gördüğünü rapor etmiştir.

Kaysavuk (2011), çalışma alanındaki manyezit ve olivin oluşumlarının ultrabazik kayaların içerisinde yer aldığını belirtmiştir. Sahadaki manyezitlerin iki farklı

şekilde yataklandığını, üst seviyelerde ağsal, yer yer breşik, daha alt kesimlerde ise damarlar şeklinde olduğunu gözlemlemiştir. Manyezit damarlarının kalınlığının 60-90cm arasında değiştiğini, ağsal manyezitlerin ise mm ile 10cm arasında olduğunu belirtmiştir. Manyezitlerin %46.27 MgO, 1.44 SiO₂, %0.039 Fe₂O₃, %1.04 CaO ve ateş kaybının da %50.39 olduğunu tespit etmiştir. Silisyum oranının yüksek olması sebebiyle bu sahadaki manyezitin işletmeye uygun olmadığını ileri sürmüştür. Sahadaki olivin oluşumlarının da harzburgit ve dunitten elde edildiğini, %50.11 MgO, %29.10 SiO₂, %9.13 Fe₂O₃, %0.69 Al₂O₃, %0.95 CaO ve ateş kaybının da %8.54 olduğu belirtilmiştir. Halen işletilen olivinin görünür rezervi de 60 milyon tondur.

Örgün ve Erarslan (2012), 21. Yüzyılda Olivin ve Türkiye'nin Olivin Potansiyeli adlı derleme çalışması yapmıştır. Bu çalışma, olivinin mineralojik ve kimyasal özellikleri, olivin yataklarının özellikleri ve yatakların dünyadaki dağılımı, üretim yöntemleri ve teknolojisi, kullanım alanları, Türkiye'nin olivin potansiyeli, Dünya olivin ticareti üzerine bilgiler içermektedir.

Cengiz vd. (2016), Belceğiz (Şarkikaraağaç-Isparta) olivin oluşumlarının endüstriyel hammadde olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla, sahada yüzeyleyen olivin bakımından zengin kayaçların jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri incelenmiştir. Sarkikaraağaç Ofiyolitinin tabanındaki peridotitte gözlenen harzburgit ve dunit, Beyşehir-Hoyran Nappına aittir. Bunlar sahadaki olivin oluşumlarının egemen kayalarındır. Bu kayalar başlıca olivin, enstatit ve yersel olarak da kromit oluşumları içerirler. Harzburgit numunelerinin ana oksit içerikleri, SiO₂ % 45.54 ve % 45.78, MgO % 37.21 ve % 38.16, Fe₂O₃ % 7.70 ve % 8.08 arasında değişmektedir. Kullanılabilirlikleri için önemli olan ateş kaybı (% 5.10-7.30) numunelerde yüksek bir değere sahiptir. Çalışma alanındaki olivin bakımından zengin harzburgit örneklerinin anaoksit içerikleri ve ateş kaybı değerlerinin endüstride kullanım için belirlenen standartlara uygun olmadığı belirlenmiştir.

Ağrılı (2019), "Türkiye Manyezit ve Olivin Yatakları" başlıklı çalışmasında Türkiye'de oluşum türlerine göre iki çeşit manyezit oluşumunun varlığından bahseder. İrkeç ve Kapkaç (1989), birincisinin tortul tip manyezit oluşumları olduğunu, bu tür manyezitin Denizli-Çardak ve Erzincan-Çayırılı'da bulunduğunu

söylemiştir. İkinci kriptokristalin manyezit türünün de, Türkiye'nin tüm kaynaklarının geri kalanını oluşturduğunu, Türkiye'de Kütahya-Eskişehir-Bursa provensi, Konya provensi, Çankırı-Erzincan-Erzurum-Sivas provensi olmak üzere 3 ana manyezit provensinin varlığını belirtmektedir. Araştırmacılar, Kütahya-Eskişehir-Bursa ve Konya provenslerinin, Türkiye'deki en büyük manyezit rezervlerine sahip olduğundan bahseder. Türkiye'nin 2016 yılı itibariyle manyezit rezervleri kaynaklara göre önemli ölçüde değişmektedir. MTA verilerine göre Türkiye yaklaşık 111 milyon ton manyezit (% 41-48 MgO) rezervine sahiptir (www.mta.gov.tr, 2015).

Türkiye'deki ofiyolitler ülkenin jeolojik evriminin bir sonucu olarak oldukça yaygındır. Ofiyolitik birlikler endüstriyel hammaddeler ve metalik mineral sistemlerine yankayaç olması bakımından ekonomik potansiyele sahiptir. Ofiyolitik birliklerdeki önemli endüstriyel hammaddelerden biri olivindir. Türkiye'deki Bursa, Muğla, Konya, Isparta, Hatay ve Erzincan illerinde yüzeyleyen ofiyolitler önemli olivin oluşumlarına sahiptir. Hatay'daki olivin oluşumları Ölü Deniz Fay Zonu'nun en kuzey kesiminde yüzeyleyken, Bursa ve Erzincan oluşumları İzmir-Ankara-Erzincan suture zonunda bulunur. Muğla'daki olivin oluşumları Toros dağlarının en batı ucundadır ve son olarak, Konya ve Isparta'daki olivin oluşumları İç Anadolu'da bulunmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez araştırması; saha incelemeleri, laboratuvar analizleri ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. Arazi Çalışmaları

Tez çalışmaları kapsamında yapılan saha incelemeleri esnasında 1/25 000 ölçekli topografik haritalar ile pusula, GPS (Global Positioning System), jeolog çekici, fotoğraf makinesi, şeritmetre ve numune torbaları kullanılmıştır.

Sahada bazik-ultrabazik kayaçların (Şarkikaraağaç Ofiyolitleri) yayılım sunduğu alanlar ve çevredeki diğer kayaçlar, tektonik unsurlar incelenmiştir. Şarkikaraağaç Ofiyolitleri içerisindeki harzburjit, dünit ve serpantinleşmiş peridotitler üzerinde şuanda aktif olarak işletilen olivin ocaklarında jeolojik ve maden jeolojisi incelemeleri yapılmıştır. Olivin ocak yerlerinin koordinatları GPS ölçümü ile haritaya işlenmiş ve olivince zengin kayaçların mostradaki yayılımı, uzanımı ve kalınlığı ölçülmüş ve fotoğraflanmıştır. Ayrıca, olivince zengin taze peridotitler, onun üzerindeki ayrılmış peridotitler ve manyezit cevherleşmesi, en üstteki listvenitleşme saha çalışmalarında incelenmiştir. Sahadaki toplam dört olivin ocak lokasyonunun taban seviyelerinden ayrılmamış alanlardan dunit+harzburjitik peridotitlerden mineralojik ve jeokimyasal amaçlı 15 adet numune alımı gerçekleştirilmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Çalışma sahasındaki Şarkikaraağaç Ofiyoliti içerisindeki olivince zengin olan taze harzburjit ve dunitik peridotit kayaçlarından alınan 15 adet numunenin mineralojik-petrografik özelliklerini belirlemek için incekesitleri Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İncekesit Laboratuvarında hazırlanmıştır. Bu kesitlerin mineralojik ve petrografik tanımlamaları da SDÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında Olympos polarizan araştırma mikroskobunda yapılmış ve mikrofotoğrafları çekilmiştir.

Olivinin sanayide kullanılabilirliğini belirlemek için aynı numunelerin (15 adet) anaoksit ve iz elementlerinin analizleri Bureau Veritas Mineral Laboratuvarlarında (Kanada) Lityum borat fusion – İndüktif Couple Plazma (ICP) Metodu ile kütle spektrometresinde (ES - MS) analiz yöntemleri ile birleştirilerek analiz edilmiştir.

3.2.1. Lityum borat fusion – ICP metodu

Oldukça agresif bir çözünme olan lityum borat füzyonu, en fazla ısıya dayanıklı ve dirençli mineral fazlar için etkilidir. ICP – ES/MS analizi ile birleştirildiğinde yöntemler toplam element içeriğinin mükemmel şekilde belirlenmesini sağlar.

Numuneler toplu (parti) bir sistemde hazırlanır ve analiz edilir. Her parti, bir metot reaktif boşluğu, sertifikalı referans malzemesi ve % 17 tekrarını içerir. Numuneler, bir lityum metaborat ve lityum tetraborat akısı ile karıştırılır ve bir indüksiyon fırında eritilir. Erimiş çözelti bir iç standarda sahip olan % 5'lik bir nitrik asit çözeltisi içerisine hemen dökülür ve tamamen çözünene kadar (~ 30 dakika) sürekli olarak karıştırılır. Numuneler, eşzamanlı / ardışık bir Thermo Jarrell-Ash ENVIRO II ICP veya bir Varian Vista 735 ICP birleşimiyle majör oksitler ve seçilmiş iz elementler (Kod 4B) için analize başlatılır. Kalibrasyon, 7 hazırlanan USGS ve CANMET sertifikalı referans materyalleri kullanılarak gerçekleştirilir. Her on örnek grubu için analiz süresince 7 standarttan biri kullanılır.

Toplamlar % 98,5 ile % 101 arasında olmalıdır. Sonuçlar daha düşük çıkarsa, numuneler baz metaller için taranır. Düşük belirlenen toplamalar, varolan sülfat veya normalde taranmayacak olan Li gibi diğer elementleri gösterebilir. Ancak düşük toplamalı numuneler otomatik olarak yeniden eritilir ve yeniden analiz edilir.

3.3. Büro Çalışmaları

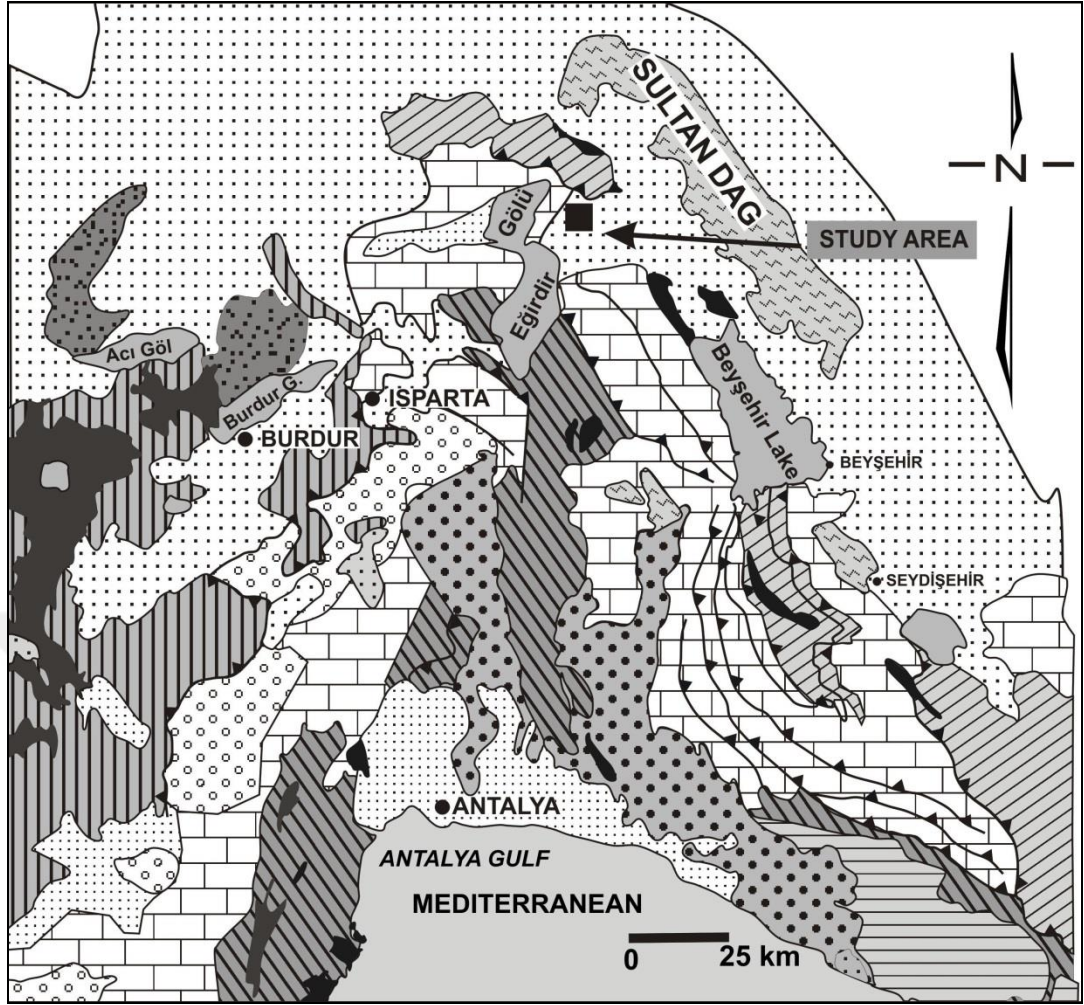
Saha gözlemleri ve ölçümlerinden ve laboratuvar analizlerinden elde edilen bütün veriler, harita, çizelge ve grafiklere yerleştirilerek çalışma sahasında gözlenen olivince zengin kayaçların (harzburjit) mineralojik-petrografik, jeokimyasal özellikleri ve olivinin endüstride kullanım özellikleri yorumlanarak yüksek lisans tez raporu haline getirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. İnceleme Alanının Jeolojisi

Toros Dağ kuşaklarında birbirleriyle geçişi olan birçok allokton kayaç vardır. Bunlar Otokton Toros Dağları üzerine gelmektedir (Özgül, 1976; Koçyiğit, 1983; Özgül ve Turşucu, 1984; Tekeli vd., 1984; Şenel, 1984; Demirtaşlı, 1984; Dilek ve Rowland, 1993; Polat ve Casey, 1995; Özgül, 1997; Andrew ve Robertson, 2002; Collins ve Robertson, 2003). Güney-batı Türkiye’de, bu allokton birimler üç ana başlık altında sınıflanmaktadır. Bunlar; batıda Likya ve Antalya Naplarını ve doğuda Beyşehir-Hoyran-Hadim Naplarını içermektedir. Likya ve Beyşehir-Hoyran-Hadim Napları, Toros karbonat eksenlerini içeren batı-kuzey doğu gidişli Beydağları ve doğu-güney doğu gidişli Anamas-Akseki ile Antalya Napları olarak ayrılmıştır (Şekil 4.1). Bu karbonat eksenlerinin kuzeyde oluşturduğu doruk da, “*Isparta Açısı*” olarak adlandırılmıştır (Poisson, 1977).

Doğuda Beyşehir-Hoyran napları, Isparta açısının kuzey doğusunun altında Mesozoyik-Paleojen yaşlı karbonat içerikli otokton temel kayaçlar üzerinde bulunmaktadır. Isparta açısının doğu kanadındaki Toros Otoktonları, Paleozoik kayaçlar zinciri olan Sultandağları ve Seydişehir serileri ile simgelenir (Geyikdağ birimi; Özgül, 1976), Mesozoyik’ten Alt Tersiyer yaş aralığına kadar devam eden karbonat kayaçlarını filiş türü tortul kayaçlar uyumsuzlukla örtmektedir. Çalışma alanında allokton serileri içeren nap yığılmaları, otokton serileri üzerine tektonik olarak yerleşmektedir. Genel olarak, alttan üste doğru; yarı ofiyolitik melanj, yarı ofiyolitik metamorfik kayaçlar harzburjit, serpantin, diyabaz içerikli Şarkikaraağaç Ofiyolitleri, masif kireçtaşı bloklarından oluşan Deliktaş formasyonu, kaotik yamaç havza çökelleri içeren radyolarit-çörtler, kireçtaşı, masif lav blokları, kumtaşları, konglomeralar ve çamurtaşlarından meydana gelen Eğirler formasyonu bulunmaktadır. Tektonizmadan etkilenmemiş yarı ofiyolitik metamorfik kayaç serileri, Beyşehir gölünün kuzeyinde mostra vermektedir (Elitok, 2000 ve 2003). Buna karşılık, Beyşehir gölünün güneyinde aynı birim ofiyolitik melanj içerisinde blok olarak oluşmaktadır (Andrew ve Robertson, 2002; Çelik ve Delaloye, 2006).



EXPLANATION	
	Actual Alluvium
	Slope Debris
	Antalya Miocene basin
	Bey Dağları
	Carbonate Platform
	Antalya nappe
	Beyşehir-Hoyran nappe
	Lycnian nappe
	Ophiolite nappes
	Alanya massif
	Sultandağ massif

Şekil 4.1. Çalışma sahasını gösteren bölgesel jeoloji haritası (Şenel, 1984).

Araştırma alanında Isparta Büklümünün doğu kanadında yer alan Beyşehir Hoyran napları ve Anamas Akseki otoktonu yüzeylenir. Çalışma alanındaki birimler, Beyşehir Hoyran Napı'nın kuzey kesimi boyunca yüzeyler. Araştırmanın amacını oluşturan olivin oluşumlarının ilişkili olduğu Şarkikaraağaç Ofiyolitleri bu napın bir kısmını oluşturmaktadır.

4.1.1. Stratigrafi

Çalışma alanında yer alan kaya birimleri tabanda Anamas-Akseki Otoktonuna ait Kretase-Alt Eosen yaşlı dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşlarını kapsayan Anamasdağ formasyonu bulunur. Anamasdağ formasyonu üzerinde de, kumtaşı, kilitaşı ve silttaşından meydana gelen (fliş) Orta Eosen yaşlı Gölge formasyonu uyumlu (?) olarak gözlenir. Bütün bu birimleri otokton konumlu Üst Eosen yaşlı Bağkonak formasyonu ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Göksöğüt formasyonu açısal uyumsuz olarak üstler. En üstte ise alüvyon ile yamaç molozundan oluşan Kuvaterner yaşlı genç çökeller uyumsuz olarak bulunur (Şekil 4.2).

Allokton konumlu Beyşehir-Hoyran naplarına bağlı olan ofiyolitik karmaşık (çalışma alanı dışı), metamorfik temel ve peridotitiden oluşan Üst Eosen yerleşim yaşlı Şarkikaraağaç Ofiyolitleri, farklı kökenli blokları içeren vahşi flişten meydana gelen Üst Kretase yaşlı Eğirler Formasyonu ve rekristalize masif kireçtaşından oluşan Üst Triyas yaşlı Deliktaş formasyonu bu birimler üzerine tektonik bir dokanakla oturur (Şekil 4.2).

4.1.1.1. Anamasdağ formasyonu (KTa)

Anamasdağ formasyonu, genellikle dolomit ve kireçtaşı, yer yer dolomitik çört seviyeli şelf ve pelajik karbonatlar ile temsil edilen birimlerden oluşmaktadır. Öztürk vd. (1981) Kretase-Eosen yaşlı bu karbonat istifi “Anamasdağ formasyonu” adı ile ayırtlamıştır.

Anamasdağ formasyonu, güneydoğu-kuzeybatı uzanımlı Anamasdağı'nın 1000 m'den fazla kalınlığı olan karbonat örtüsünü oluşturur (Şekil 4.2). Birim, inceleme alanında Madenli köyü batısındaki Taşkoru Tepe, Araptaşı Tepe, Kötürnekteşi Tepe, Güdül Tepe, Cafertaşı Tepe civarında yüzeyleme vermektedir (EK-1).

Anamasdağ formasyonu, genellikle Üst Kretase'ye kadar neritik karbonatlarla temsil edilir. Üst Kretase'den itibaren değişen ortam şartlarına bağlı olarak dağın doğu kesiminde platform karbonat çökelişi Lütasiyen'e kadar devam ederken batı kesimde ise Üst Kretase'den itibaren pelajikleşme görülür. Batı kesimde karbonat çökelişinin Paleosen'e kadar çıktığı da gözlenmektedir. Kretase altta bej, orta-kalın katmanlı, düzensiz ve pürüklü kırılmalı, kalın kalsit damarlı, belirgin eklemlili, yer yer dolomit mercekli kireçtaşları ile başlar. Bu kireçtaşları üste doğru bej, gri-siyahımsı, kalın katmanlı, yer yer masif, kısmen dolomit arakatkılı, stiolitli, kalsit damarlı, az belirgin eklemlili ve erime boşluklu kireçtaşı ile devam eder. Bu seviye üstüne, Toros karbonat platformunun Kretase yaşlı kalın ve tekdüze rudistli platform karbonatları gelir. Kireçtaşları, bej, siyahımsı, çoğunlukla katmanlanmasız, yoğun dolomit seviyeli, düzensiz eklemlili, iri kalsit damarlı, sert, dayanımlı, düzensiz kırılmalı ve erime boşlukludur.

Üst Kretase'nin üst seviyelerinden itibaren Anamasdağ'ın doğusunda karbonat karakterinin değiştiği (pelajikleşme) gözlenirken, batıda aynı karakterli karbonatların çökelişini sürdürdüğü görülmektedir. Kireçtaşı batıda, rudistli kireçtaşları üstüne gelen breşik bir seviye ile Paleosen'in biyomikritlerine geçer. İstif üste doğru bej, beyazımsı, kalın katmanlı, ışınal kırılmalı, biyoklast ve intraklastlar içeren, bol makro ve mikrofosilli kireçtaşları ile devam eder ve bej, pembemsi, ince-orta katmanlı pelajik faunalı biyomikritlerle Lütasiyen yaşlı Gölge formasyonuna geçer. Bazı kesimlerde yer yer Üst Kretase yaşlı Rudistli kireçtaşlarının pembe, bej, grimsi, orta katmanlı, kıymıksı kırılmalı sık ve disharmonik kıvrımlı pelajik faunalı biyomikritlere geçtiği gözlenir.

Anamasdağ formasyonu, inceleme alanında Gölge formasyonu ile uyumludur ve Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlı olarak belirlenmiştir (Şenel vd., 1996).

Anamasdağ kireçtaşının çökel ortamı, fiziksel ve kimyasal koşulların çok az değişime uğradığı platform ve/veya duraylı şelf alanıdır. Birimin tabanında görülen değişik litofasiyeslerin (dolomit, dolosparit, pelletli-oolitli biyosparit ve biyomikrit) bulunması, tabaka içi yapılar (kuşgözü, stromatolit), zengin alg, foraminifer içeriği, ayrıca megalodon, ostracoda, gastropod gibi fosil kırıntıların bol bulunması, çökel ortamının düşük-orta enerjili, sıcak, sınırlanmış açık platform, olası gel-git

düzlükleri şelf lagünü arasındaki bir ortamda çökeldiğini gösterir (Wilson, 1974). Birimin üst seviyelerinin kötü boylanmış kuvars kumları içeren biyosparit, biyomikrit, dolosparit gibi değişik litofasiyesler sunması; rudist, alg, bryozoa ve lamellibranch parçalarından oluşan mikrit ve spar çimentolu kumlu, hemen tümüyle resif yapıcı rudist ve alglardan oluşan kalkarenitlerin varlığı, çökel ortamının düşük-orta enerjili, sıcak, normal deniz suyu tuzluluğu oranında, oksijen ve ışığın bol olduğu, resif gerisi (sınırlanmış platform-açık platform-şelf) ortamı belgeler.

4.1.1.2. Gölge formasyonu (Tg)

Türbiditik kumtaşı, silttaşı şeyl, kiltası marn, kumlu kireçtaşı ardalanmasından oluşmuş içinde yer yer değişik yaş ve litolojide yabancı bloklar içeren birim “Gölge Formasyonu” olarak adlandırılmıştır (Öztürk vd., 1981). Formasyon çalışma alanında Tahtabaşı Tepe ve Kabayer Tepe çevresinde yüzeyler ve yaklaşık 50m kalınlıkta izlenir (Şekil 4.2, EK-1).

Formasyonun egemen birimini değişik boyutlarda çakıl içeren türbiditik kumtaşları oluşturur. Çok ince bantlar halinde kil, marn, şeyl, çamurtaşı ve kireçtaşı seviyeleri gözlenir. Gölge formasyonu, çalışma alanının dışındaki Şarkikaraağaç-Yenişarbademli karayolu boyunca; Paleosen-Alt-Orta Eosen yaşlı Gedikli formasyonunun üst seviyelerinde görülen bordomsu, ince-orta katmanlı killi biyomikritleri uyumlu bordo, sarımsı, alacalı, ince katmanlı, az gelişmiş yapraklanmalı şeyllerle başlar. İstif üste doğru sarımsı, boz, yeşilimsi kiltası-çamurtaşı-marn ardalanması şeklinde devam ederek kumtaşlarına geçer. Kumtaşları ve kumlu kireçtaşları, sarı, boz, alacalı, orta-kalın katmanlıdır. Bol makro fosil (nummulit) içeren kireçtaşları, yanal yönde devamsız görülürler. Kumtaşlarının bileşenleri, çoğunlukla ofiyolit, kireçtaşı, radyolarit, çört, feldspat, metamorfik ve volkanik kayaç parçaları ile ojit, serpantinleşme gösteren olivin parçalarından oluşmaktadır. İyi/kötü boylanmalı kumtaşları gevşek tutturulmuş karbonat-kil çimentoludur. Olasılı çökel-kaynak alanına yakın bir alanda çökelen kumtaşları, taşınmış zengin kıyı faunası (nummulit) içerir.

Gölge formasyonunun yaşı Şenel vd. (1996)’ne göre Orta-Eosen dir. Bu formasyonun litofasiyesi, (türbiditik kumtaşı, kiltası ve şeyl) ve faunası (pelajik-

neritik foraminiferler), onun yoğunluk akmalarnın egemen olduğu duraysız ve denizel ortamda oluştuğunu gösterir. Anamasdağı doğusunda Alt-Orta Eosen'e kadar devam eden neritik-litoral şartlar, Orta Eosen'den itibaren bozulmaya ve ortam derinleşmeye başlamıştır. Alttan Anamasdağ formasyonu ile uyumlu olan Gölge formasyonu, şiddetli makaslamalı ve serpantinleşmiş harzburjitik peridotitler tarafından tektonik dokanakla üzerlenir (şekil 4.2). Bu formasyonun otokton tabana mı ait veya allokton bir taban bloğunu mu temsil ettiği belirsizdir.

4.1.1.3. Neojen yaşlı birimler (Tmç)

Pembe, krem, kahve, sarı, kırmızı, yeşil, boz renkli gevşek tutturulmuş, kaba taneli çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, beyaz renkli kıltaşı, marn, killi kireçtaşı ardalanması ile devam eden ve krem, beyaz, sarı renkli kireçtaşı seviyeleri ile son bulur.

Bu birimler, çalışma alanında Eğirler köyü kuzeyinde Yaka Tepe çevresi, Madenli köyü güneyi ve güneydoğusunda, Madenli köyünün güneybatısındaki Yukarıkaya Tepe, Çukurtarla Tepe, Kozlan Tepe çevresinde geniş bir alanda, Tokmacık köyünün kuzeyi ve çevresinde olmak üzere geniş bir alanda mostra vermektedir (EK-1). Yaklaşık 450 m. civarında bir kalınlık sunar (Öztürk vd., 1977).

Stratigrafik istifte Neojen yaşlı çökellerin alt dokanağı Deliktaş kireçtaşı ile uyumsuzdur. Bu çökelleri de uyumsuz olarak alüvyonlar örtmektedir (şekil 4.2).

4.1.1.4. Alüvyon (Qal)

Çok kötü boylanmalı tutturulmamış kil, mil, kum, farklı kökenli kayalardan kopan çakıl parçalarından oluşmuş karasal çökellerden oluşmaktadır. Alüvyon tüm birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (şekil 4.2).

4.1.1.5. şarkikaraağaç ofiyolitleri (Kş)

şarkikaraağaç Ofiyolitleri; metamorfik taban içerisindeki kuvarsit, kalkşist ve amfibolitlerden, genellikle harzburjitik, daha az dunitik peridotitlerden, gabro-diyabaz dayklarından, yer yer serpantin ve listvenitlerden oluşur. Birim önceleri

“Kızıldağ ofiyolitleri” olarak adlandırılırken, Elitok (2000) tarafından “Şarkikaraağaç ofiyolitleri” olarak adlandırılmıştır.

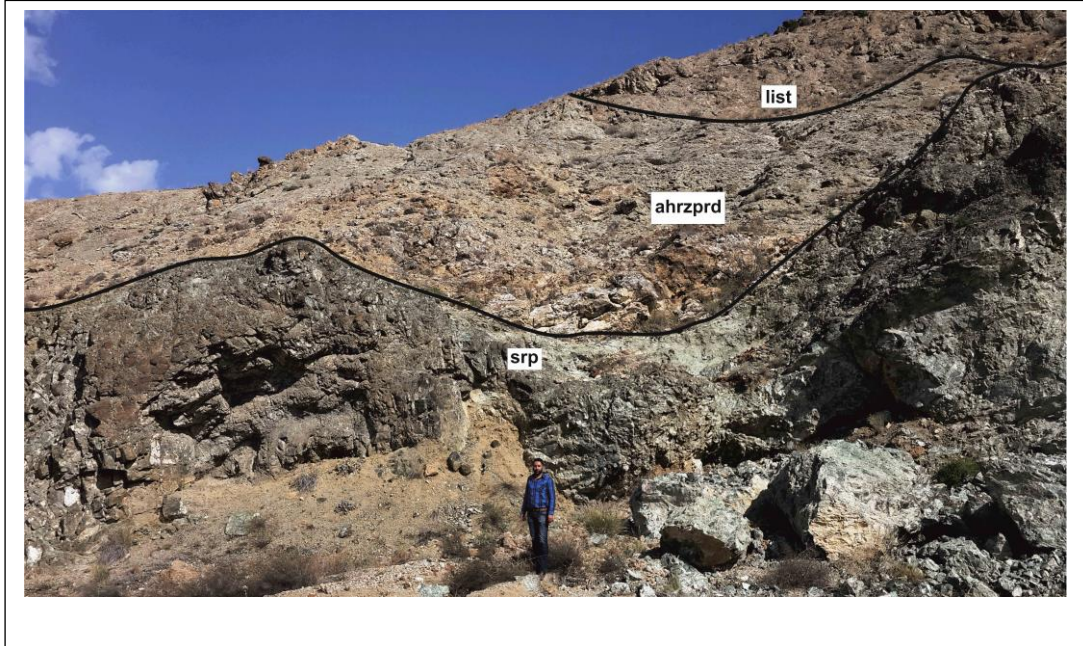
Çalışma alanında Şarkikaraağaç Ofiyolitleri; Aşağıkır, Bostanlı mevkilerinde, Barakkaya Tepe güneyinde, Kurtyurdu tepe eteklerinde, yol ve dere boyunca yüzeyleme vermektedir (EK-1). Alt-üst dokanak ilişkileri tektonik olduğu için birimin kalınlığı üzerinde bir fikir vermek zordur.

Şarkikaraağaç Ofiyolitinin tabanında gözlenen metamorfik taban Deliktaş Tepe ve Yaka Tepe eteklerinde küçük alanlar olarak iki lokasyonda yer almaktadır (EK-1). Metamorfik taban kayalarını kuvarsit, kalkışit ve amfibolitler oluşturur. Kuvarsit ve kalkışitler özellikle Mestan Tepe civarında (çalışma alanı dışı) ofiyolitik melaj üzerine (Elitok, 2002), çalışma alanında da peridotit napına doğru amfibolitler şeklinde gelmektedir. Elitok (2002)’a göre amfibolitler yer yer kalın yapraklanmalı gnays dokusu, yer yer ince yapraklanmalı kıvrımlı yapıda şist dokusu sunmakta, yer yer de bileşenleri herhangi bir yönelme sunmayan iri kristalli amfibolitler halinde gözlenir. Özellikle şisti ve gnaysik dokulu amfibolitler içerisinde yer yer feldspatlar anateksi yapılarından olan ptigmatik kıvrımlar oluşturmaktadır. İzole diyabaz daykları alttaki sedimanter birimler kesmemekte, melanj içerisinde bloklar ve özellikle metamorfitle yakın alanlarda mercekler şeklinde gözlenmektedir (Elitok, 2002). Diyabazlar bu metamorfitle Deliktaş Tepe batısında dayk şeklinde kesmektedir.

Çalışma alanında metamorfik taban üzerinde gözlenen peridotitler; kahverengi, kırmızımsı kahve ayrışma rengiyle, taze yüzeyi koyu yeşilimsidir. Yer yer gabro, diyabaz ve piroksen daykları ile kesilmiştir. Sistemli ve/veya düzensiz kırık sistemi ile parçalanmış olup serpantinleşmiş bir kabuk ile çevrelenmiştir. Sahada peridotitler, genellikle harzburjit daha az da dunitden oluşmaktadır. Kayaç içinde bulunan olivinler, kısmen veya tamamen serpantinleşmişlerdir. Listvenitler, serpantinit ve peridotitlerin genellikle kireçtaşı ile olan dokanaklarında görülür (Şekil 4.3, Şekil 4.4). Bu dokanakların ileri derecedeki deformasyonu nedeniyle ezilen serpantinitler karbonatlaşmış ve serpantin ağları silisle dolmuştur.



Şekil 4.3. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerindeki yeşilimsi serpantinitler (srp) ve kahve, sarımsı boz renkli listvenitlerin (list) dokanağı (Böğrölce Dere mevkii Keçili yolu boyunca)



Şekil 4.4. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerindeki yeşilimsi serpantinitler (srp), ayrılmış harzburjitik peridotitler ve listvenitlerin (list) dokanağı (Madenli'den Keçili'ye doğru yol boyunca)

Kuvvetli makaslanmış ve serpantinleşmiş Alpin tipi harzburjitik peridotitler üzerinde tektonik olarak Üst Triyastan Kretase'ye (?) masif kireçtaşı bloklarından meydana

gelen Deliktaş formasyonu ve Üst Kretase kaotik yamaç-havza çökellerinden oluşan ve vahşi fliş olarak nitelendirilen Eğirler formasyonu gelir (Şekil 4.2).

Şarkikaraağaç ofiyolitlerinin bölgeye yerleşim yaşı, Eosen-Miyosen arasındadır.

4.1.1.6. Eğirler formasyonu (Ke)

Yersel düzenli istiflenmeler sunmayan kumtaşı, çakıllı kumtaşı, grovak, şeyl, çamurtaşı, radyolarit-çört, killi kireçtaşı, ayrıışmış masif lav blokları (spilit), değişik yaş ve litolojide bloklar kapsayan ve vahşi fliş karakterinde olan birim “Eğirler Formasyonu” olarak adlandırılmıştır (Öztürk vd., 1977). Bu formasyon; Eğirler köyü çevresinde, Madenli köyü ve Eğirler köyü arasındaki asfalt yolu boyunca (Güneytepe ve Taşburun Tepe etekleri), olivin ocaklarının kuzeyinde ve kuzeydoğusunda tipik olarak gözlenir (EK-1).

Eğirler ve Madenli dolaylarında Tersiyer çökelleri ile örtülmüş olan birim kalınlığı hakkında bir veri sunmaz, tektonik hali birimin tüm ilksel ilişkilerini bozmuştur (Öztürk vd., 1977).

Eğirler Formasyonu volkanik kayalar, kumtaşı, çakıllı kumtaşı, grovak, şeyl, çamurtaşı, radyolarit, çörtlü kireçtaşı ve spilit ile çeşitli yaş ve fasiyeste bloklar bulundurulur. Formasyonun tabanında ortaya çıkan kalın parçalanmış masif volkanik kayalar genellikle kuvvetli bir şekilde ayrıışmıştır (hematitleşme ve limonitizleşme) ve koyu kahverengi, gri ve yeşilimsi kahverengi renkler gösterir. Masif lav blokları, budinaj yapıları sergileyebilen yeşil çörtlerle arakatkılı yer yer kırmızımsı-kahverengi manganezce zengin çörtler tarafından üzerlenir. Yeşilimsi çamurtaşı ile sıvanmış ince katmanlı, gri ile koyu gri kireçtaşı tabakaları manganez içeren çörtler içinde gözlenir (Elitok ve Drüppel, 2008).

Kumtaşı-çakıllı kumtaşı-grovak; çalışma alanında Eğirler formasyonuna ait kumtaşı ile Tersiyer yaşlı Gölge formasyonuna ait kumtaşları tektonik etkenler yüzünden birbirini içine girmiş, litolojik ve fasiyes benzerliği iki birimin birbirinden ayırtılmasını oldukça zorlaştırmıştır. Birim genel olarak taze yüzeyleri açık, koyu yeşil, kahve renkli olup kızılımsı bir ayrıışma rengine sahip kumtaşı, çakıllı kumtaşı

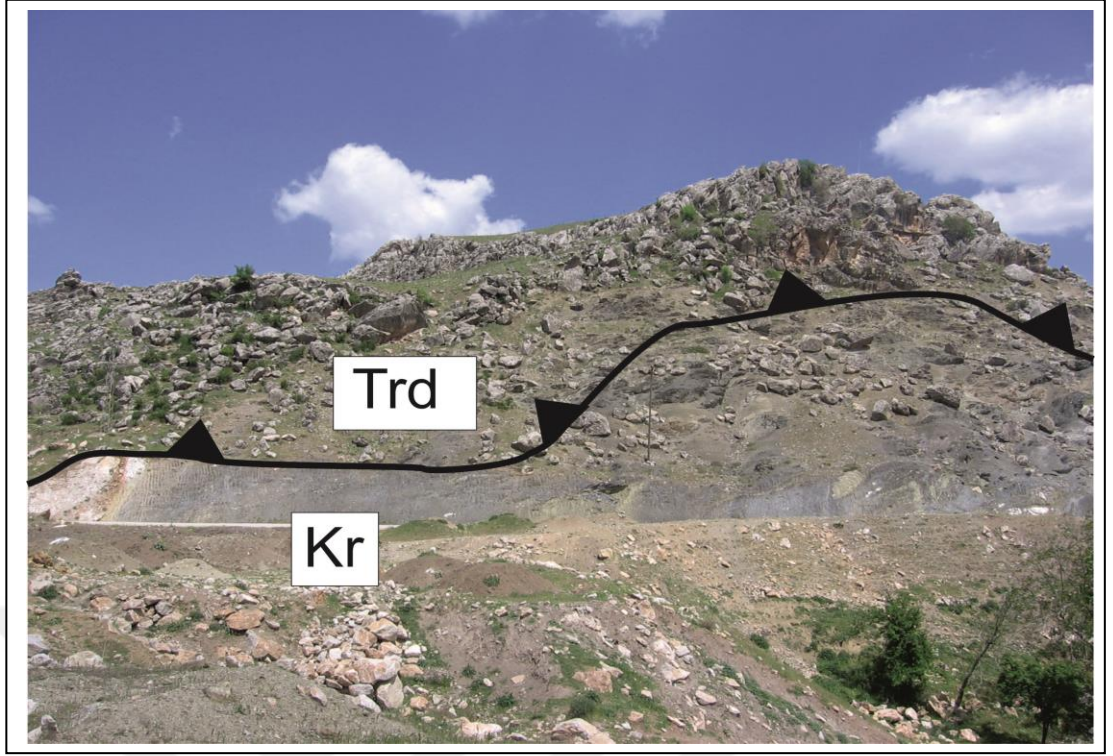
ardalanması şeklinde görülür. Eğirler ile Madenli kuzeyi Güneytepe etekleri ile Taşburun Tepe dolaylarında kumtaşları çoğunlukla iyi yuvarlanmış küçük bloklar kapsar. Serpantin ve genellikle kireçtaşı olan bu bloklar normal sedimantasyonla çökelmiş kaba detritik tane özelliği gösterirler. Eğirler dolaylarında birim, yeşil-bordo renkli, orta katmanlanmalı, çört, kuvars taneli kalsit çimentolu olup yer yer sıkı tutturulmuş kum ve kaba kum boyutundadır. Radyolaritler ve çörtler, kırmızı, kızıl-kahve, ince katmanlı, sert ve camsı görünümlü olarak gözlenir. Spilitler; kızıl, mor ve yeşilimsi renklerde, kalsit dolgulu, bloğumsu ayrışmalı düzensiz eklemlidir.

En üst kısımda, çoğunlukla bir çamur matrisinde yer alan karbonat çakıllarından (neredeyse% 90 hacim) oluşan küçük konglomera blokları içeren sarımsı yeşil çamurtaşları ortaya çıkar. Güney Tepe'nin kuzeybatısındaki bir yol boyunca, bir çamur matriksinde koyu gri kireçtaşı blokları içeren 40 m uzunluğunda ve 10 m kalınlığında masif volkanik kayaların bir katmanı gözlemlenmiştir. Kırmızımsı çamurtaşları ve ince katmanlı koyu gri kireçtaşı tabakaları volkanitlerin üzerine gelir. Seri yeşilimsi ile kırmızımsı çamurtaşı ve yeşilimsi, ince katmanlı kumtaşlarının arakatkıları devam eder (Elitok ve Drüppel, 2008).

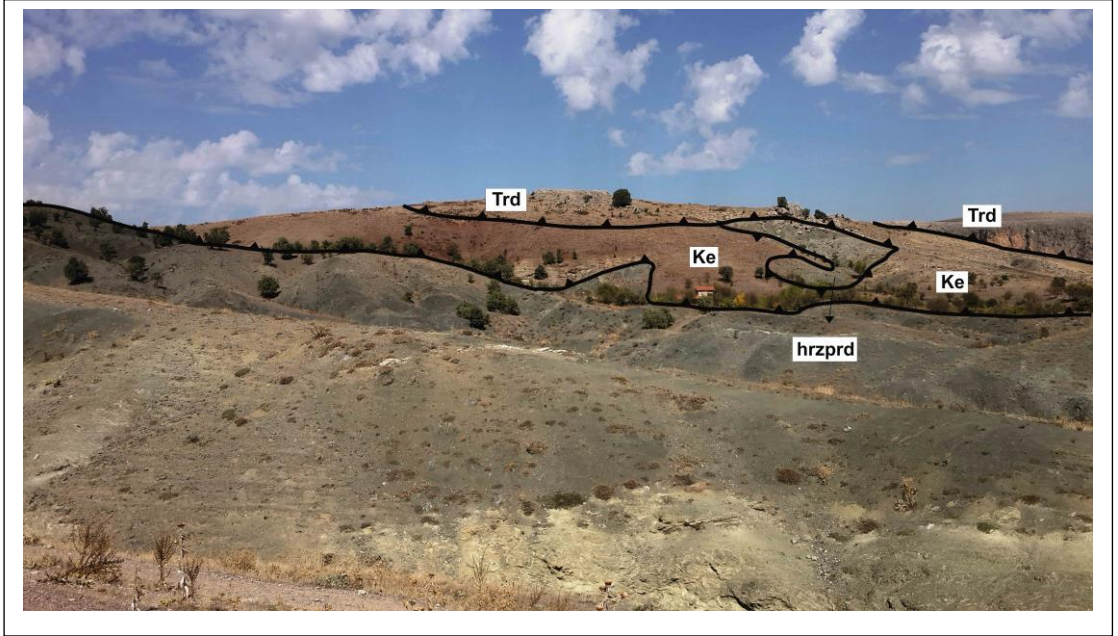
Eğirler formasyonu, genellikle Üst Tersiyer çökelleri tarafından uyumsuz örtülürken, yer yer de Deliktaş formasyonunun kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Şekil 4.2, Şekil 4.5, Şekil 4.6). Ayrıca, Eğirler formasyonu da Şarkikaraağaç ofiyolitlerini tektonik olarak örter.

Çalışma alanında formasyonun içerisindeki pelajik çörtlü kireçtaşlarından alınan numunelerdeki fosillere göre yaşı Üst Senoniyen, büyük olasılıkla Kampaniyen'dir (Öztürk vd., 1977).

Eğirler Formasyonu içinde karadan türemiş kırıntılılar, kıtadan uzak olmayan sığ deniz çökelleridir. Kumtaşı, çakıllı kumtaşı, şeyl, çamurtaşı istifi kıta düzlüklerini örten çökeller olabilir. Bloklar belki de deniz kanallarının ağız kaymaları ile oluşmuştur. Çörtlü kireçtaşları içerisinde organizmalar bulunduran derin deniz çökelleridir. Bunun yanında, manganlı radyolaritler de derin deniz çökelleridir. Aynı şekilde spilit, bazaltlar denizaltı volkanizmasını işaret ederler. Bu çökellerde nispeten daha derin ortamı belirtirler.



Şekil 4.5. Eğirler formasyonu (Ke) ile Deliktaş formasyonunun (Trd) dokanağı (Fabrika yolundan Yaka Tepe'ye doğru)



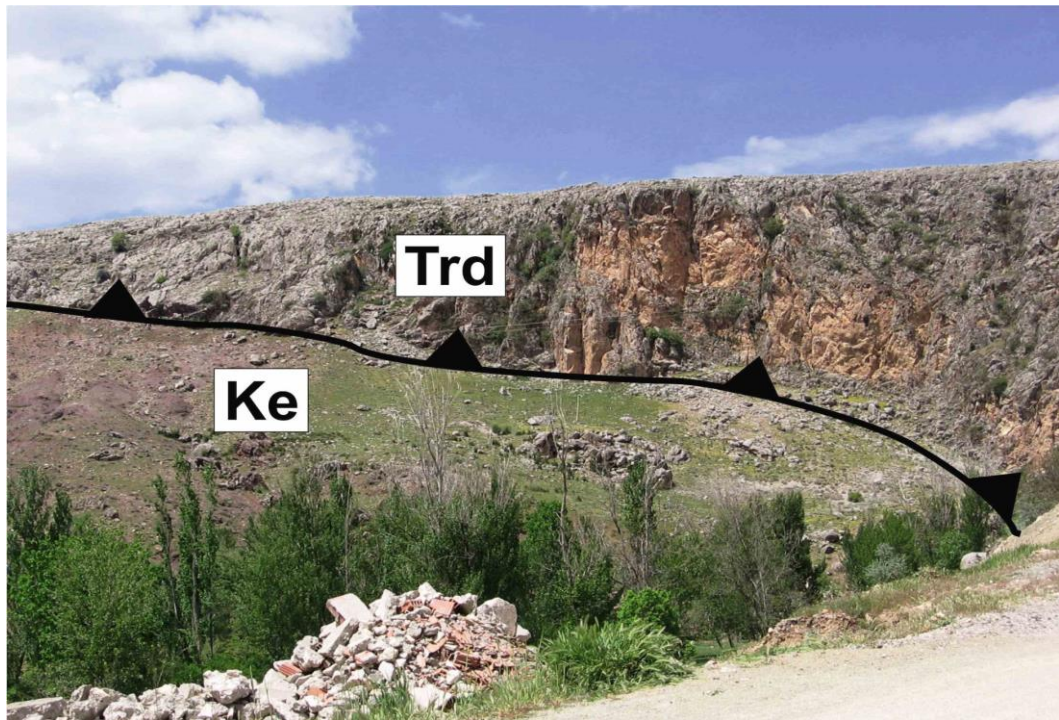
Şekil 4.6. Eğirler formasyonu (Ke), Şarkikaraağaç ofiyolitleri (Kş) ve Deliktaş formasyonu (Trd) arasındaki tektonik dokanaklar (Madenli güneybatısı)

4.1.1.7. Deliktaş formasyonu (Trd)

Yer yer megaladonlu rekristalize kireçtaşları ile temsil edilen birim en iyi Deliktaş tepede yüzeylendiği için "Deliktaş Formasyonu" olarak adlandırılmıştır (Öztürk vd., 1977). Deliktaş formasyonu, inceleme alanında tipik olarak Kocakaya Tepe, Güney Tepe ve Yaka Tepe de yayılım sunmakta ve 300 m'lik bir görünür kalınlığa sahiptir (EK-1).

Birim, beyaz, kirli beyaz, bej, krem, gri, en alt seviyeleri pembemsi, masif, bazen orta-kalın katmanlı, şeker dokulu, rekristalize kireçtaşı ve Megaladonlu kireçtaşlarından oluşur. Yer yer dolomit ve dolomitik kireçtaşı ara düzeyleri bulunmaktadır. Erimesinden dolayı kovuğumsu görünümlü ve az gelişmiş eklemlidir.

Deliktaş formasyonunun Eğirler formasyonu ve Şarkikaraağaç ofiyolitleri ile olan dokanak ilişkisi tektoniktir (Şekil 4.2, Şekil 4.7, Şekil 4.8). Kapsadığı fosillerden dolayı, Orta-Üst Triyas yaşlı olarak kabul edilmiştir (Öztürk vd., 1977). Formasyon, sık karbonat şelf ortamında çökelmiştir.



Şekil 4.7. Deliktaş formasyonu (Trd) ile Eğirler formasyonu (Ke) arasındaki tektonik dokanak (Madenli-Eğirler yol ayrımı fabrikaya doğru)



Şekil 4.8. Deliktaş formasyonu (TRd) ile Eğirler formasyonu (Ke) arasındaki ezilmiş, kıvrımlanmış bindirme dokanağı (Madenli-Eğirler yolu)

4.1.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma bölgesinin güneyinde ve batı bölümünde yer alan allokton ofiyolit karmaşığının bölgedeki yerleşimi, Koçyiğit (1983) tarafından Üst Lütesiyen sonu olarak belirlenmiştir. Madenli çevresinde yer alan ve ofiyolitler üzerinde düşük açılı bindirme fayları ile oturan değişik boyutlardaki kireçtaşı napları, ofiyolitlerin yerleşimini izleyen dönemde yeni bir sıkışma rejiminin bölgede egemen olduğunu belgeler. Bölgedeki ofiyolit karmaşığının ve allokton kireçtaşı naplarının Orta Miyosen yaşlı gölgesel tortullar tarafından uyumsuz olarak üstlenmiş olması, yöredeki kireçtaşlarına ait allokton napların ofiyolitler üzerine en geç Orta Miyosen başında yerleşmiş olabileceğini açıklar.

Nitekim Poisson vd., (1984) ile Karaman (1989), Isparta güneyinde Beydağ kireçtaşlarına ait Akdağ ve Davras dağı karbonat masiflerinin Burdigaliyen yaşlı tortulları bindirmeli bir dokanakla üstlediğini belirtirler. Diğer taraftan, Yarıkkaya ve Sağır köylerinin kuzeyinde, düşük dereceli metamorfizmler ile karbonat kayalar arasında gelişmiş bulunan bindirme fayları, yersel olarak Orta Miyosen yaşlı tortullar tarafından uyumsuz olarak üstlenilir. Bu veriler, Miyosen başında (Langiyen'de)

bölgeyi büyük olasılıkla K-G doğrultusunda etkileyen önemli bir sıkışma rejiminin varlığını simgeler.

4.1.2.1. Katmanlanma

Çalışma sahasının en yaşlı ve temel kayası olarak gözlenen Anamasdağ kireçtaşları ve allokton konumlu Deliktaş formasyonunun kireçtaşları genellikle masif ve kalın katmanlıdır. Bununla birlikte, çok az yayılım gösteren Gölge formasyonu içindeki kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşları ince-orta katmanlanma sunmaktadır.

4.1.2.2. Faylar ve kırık-çatlaklar

Bölgede belirgin olarak KD-GB yönlü bir sıkışma izlenir. Bu sıkışmanın sonucunda sahada KB-GD doğrultulu bindirme fayları, ayrıca ters ve normal faylar ortaya çıkmıştır.

İnceleme alanı içerisinde bindirme fayları, Şarkikaraağaç ofiyolitleri (metamorfik taban, peridotitler) ile Eğirler formasyonu ve Deliktaş kireçtaşı arasında gözlenmektedir. Ayrıca, bu ofiyolitler Gölge formasyonu üzerine de bindirmektedir (Şekil 4.2, EK-1). Bindirme hareketlerinden etkilenen Gölge formasyonu kumtaşlarının özellikle peridotitlerin altında kalan kısımlarının oldukça kıvrımlandığı gözlenmiştir. Eğirler formasyonu ile Deliktaş formasyonu hem peridotitler üzerinde hem de Deliktaş formasyonu Eğirler formasyonu üzerine tektonik dilimler halinde bindirmeli olarak yer almaktadır (Şekil 4.2, EK-1). Peridotitlerin, üzerinde yer alan Eğirler ve Deliktaş formasyonları dikkate alındığında bölgeye en azından Üst Eosen’ de yerleştikleri anlaşılmaktadır (Elitok, 2000).

Ters ve normal faylar Anamasdağ formasyonunun karbonatları ile Neojen yaşlı çökellerin dokanaklarında KD-GB doğrultularında gözlenir (EK-1). Ayrıca, harita üzerinde gösterilmese de Madenli güneyinde Keçili yolu boyunca KB-GD doğrultulu bir düşey fay uydu görüntüsü üzerinde yapılan çalışmalarda Şarkikaraağaç Ofiyolitleri içerisindeki peridotitlerde gözlenmektedir. Çalışma alanı dışında kalan Belgeiz batısındaki Taşlık tepe’ den başlamakta kuzeybatıya doğru Gölge

mevkiine kadar ulaşmaktadır. Bu fayın etkisi ile peridotitlerde fay boyunca fay breşleri ve ezik zon net bir şekilde izlenir.

4.1.2.3. Kıvrımlar

Bölgede gelişen aktif tektonizmanın etkisiyle irili ufaklı birçok kıvrım meydana gelmiştir. Şarkikaraağaç ofiyolitleri içerisinde bindirmenin etkisiyle küçük ölçekli düzensiz kıvrımlanmalar gözlenmiştir.

Eğirler formasyonundaki birimlerde üstteki Deliktaş kireçtaşı bindirmelerinden dolayı ondülasyonlu kıvrımlar gözlenmektedir.

4.1.2.4. Uyumsuzluklar

Çalışma sahasının en genç birim olan Kuvaterner alüvyon ve yamaç molozları, Neojen yaşlı çökeller, çalışma alanında gözlenen diğer birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

4.2. Olivin Oluşumlarının Saha Jeolojisi Özellikleri

Çalışma sahasındaki olivin oluşumları, Gelendost ilçesi Madenli ve Eğirler köyleri civarında KB-GD doğrultusunda, yaklaşık 20 km² lik bir alanda yer alır. Bunlar; Madenli köyünün kuzeybatısında Kötürnektası Tepe, Ağılönü Tepe, Barakkaya Tepe ve Tahtabaşı Tepelerini de içerisine alan çok geniş alanda yayılım göstermektedir. Ayrıca, Madenli'nin güneyindeki mezarlık ve Keçili köyüne doğru dere ve yol boyunca da harzburjitik peridotitlerde olivin oluşumları bulunmaktadır (EK-1).

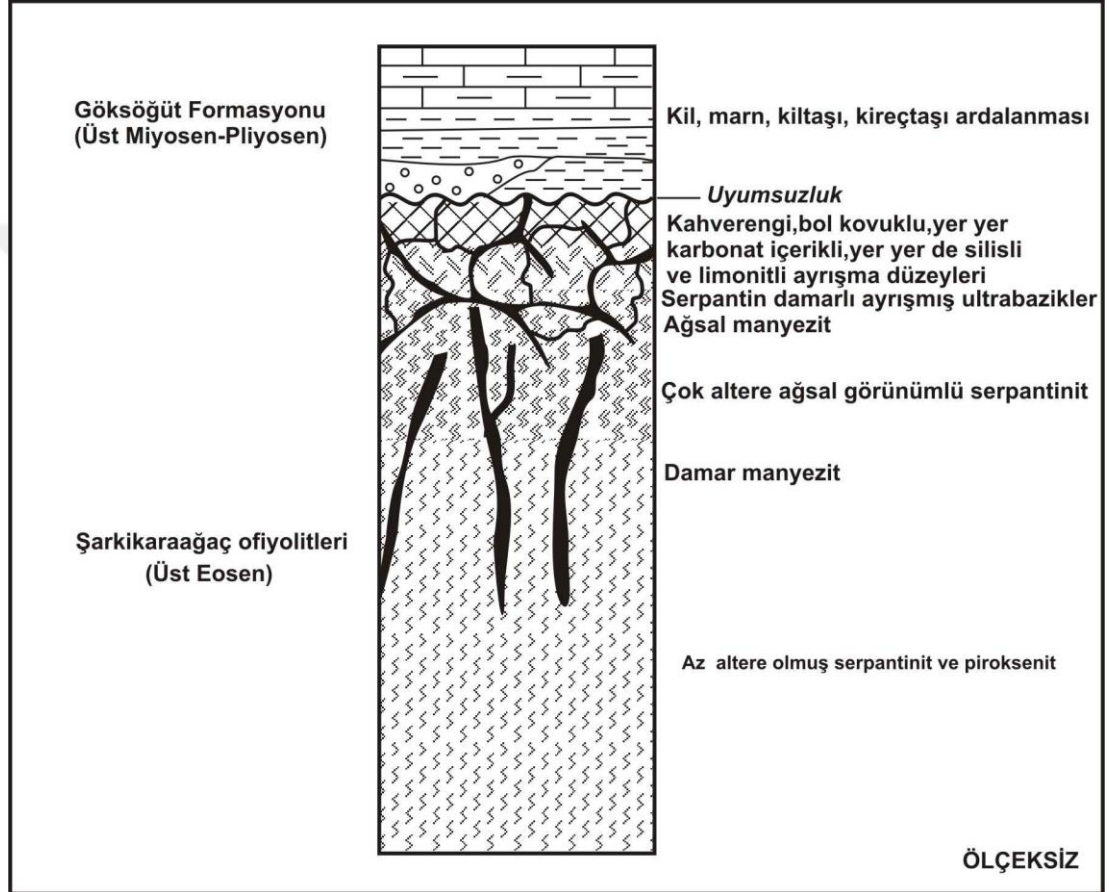
Olivin oluşumları, Beyşehir-Hoyran Napına ait Şarkikaraağaç Ofiyolitlerindeki harzburjit ve dunitlerde bulunur. Bu ofiyolitler sahada ofiyolitik karmaşık (çalışma alanı dışı), ofiyolitik taban metamorfite ve harzburjitik peridotitten meydana gelir. Ofiyolitik istifin tabanındaki peridotit, başlıca harzburjit ve dunit, daha az olarak da diyabaz, piroksenit ve gabro içerir (Şekil 4.2).

Olivince zengin kayalar, sahada yeşilimsi-sarı ve kahverengimsi-mor renklere sahiptir. Bu kayalar, oldukça altere olmuşlar ve birincil özelliklerini kaybetmişlerdir. Ayrıca, düzenli-düzensiz kırılanmış, yer yer breşlenme yapısı ve sıklıkla serpantinleşme sunarlar.

Çalışma sahasındaki bazı lokasyonlarda altere olan harzburjitik peridotitler, içerisinde büyük miktarlarda manyezit damar ve damarcıkları barındırmaktadır. Manyezitler, taze harzburjit-dunit seviyelerinin üst kesimlerinde genellikle serpantinleşmiş alanlarda daha yoğun gözlenir (Şekil 4.9). Manyezitler, en fazla Madenli ile Keçili arasında yaklaşık 2 km² lik bir alanda Kurtyurdu tepe ile Keçili yolu boyunca yol yarmalarında ve dere yataklarında, vadi içlerinde yüzeilenmektedir (Cengiz ve Kuşcu, 2003a). Ayrıca, Eğirler batısında da Barakkaya tepe eteklerinde olivin ocağı içerisinde ocağın üst seviyelerinde ağsal ve bireysel ince damarcıklar şeklinde izlenir.

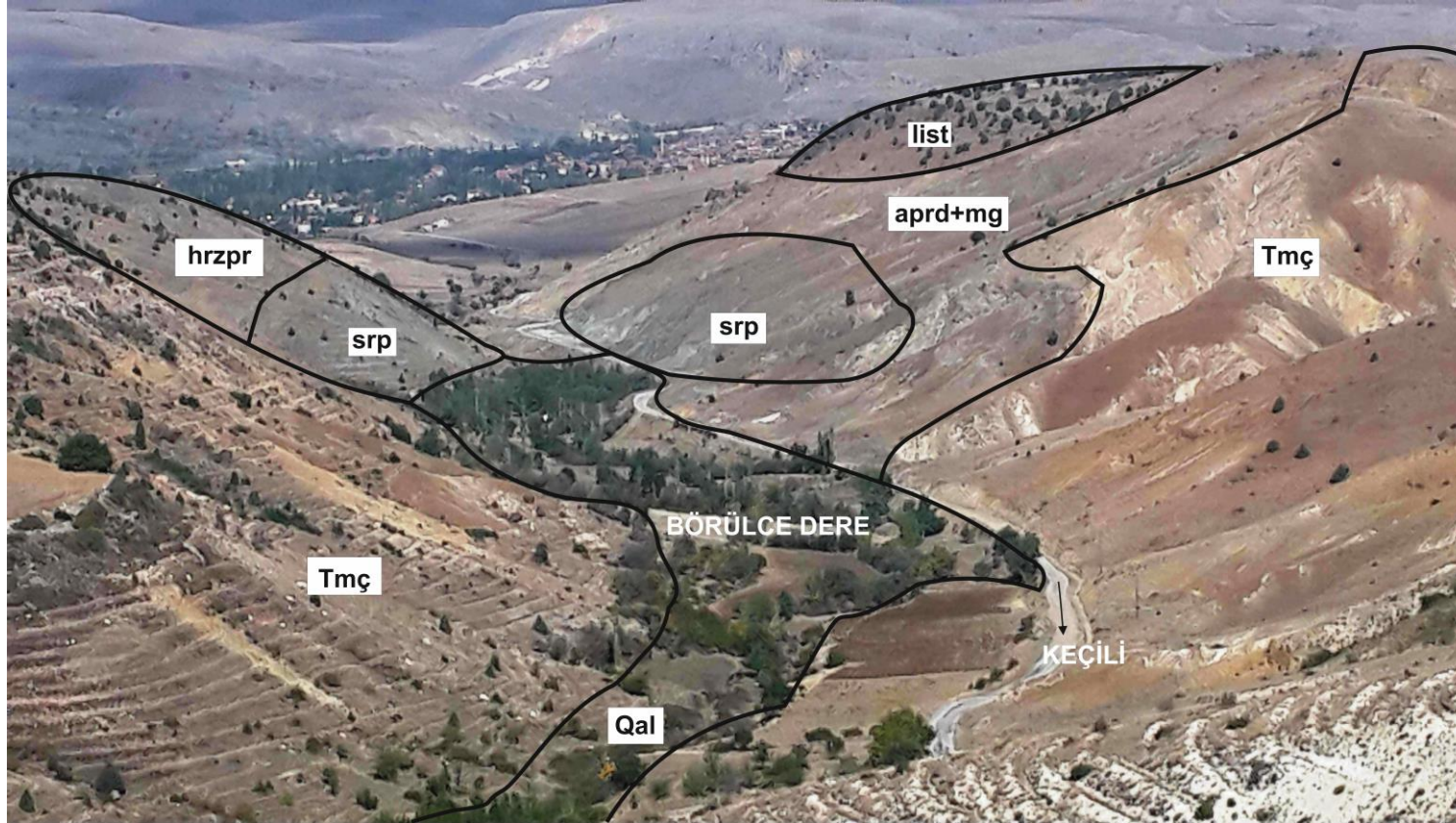
Çalışma alanındaki manyezitler yataklanmaları bakımından iki farklı şekilde gözlenmektedir. Topoğrafik olarak üst seviyelerde yer alan manyezitler ağsal, yer yer breşik, daha alt kesimlerde izlenenler ise bireysel damarlar ve cepler şeklindedir (Şekil 4.9). Çalışma alanında yine aynı mevkilerde kireçtaşı, gölsel tortullar ve

ofiyolitlerin dokanağına yakın kesimlerde listvenit oluşumları da mevcuttur. Bunlar silisce ve karbonatca zengindirler (Cengiz ve Kuşcu, 2003b). Listvenitler kahverengimsi-sarı renklerde gözlenir. Bu kayaçların içerisinde ve yüzeylerinde ayrışma düzeylerinde kovuklu yapıda limonit, hematit ve götit oluşumları bulunur. Listvenit oluşumlarının alt kesimlerinde ultrabazik kayaçlar içerisinde damarlar şeklinde serpantinleşmeler izlenir.

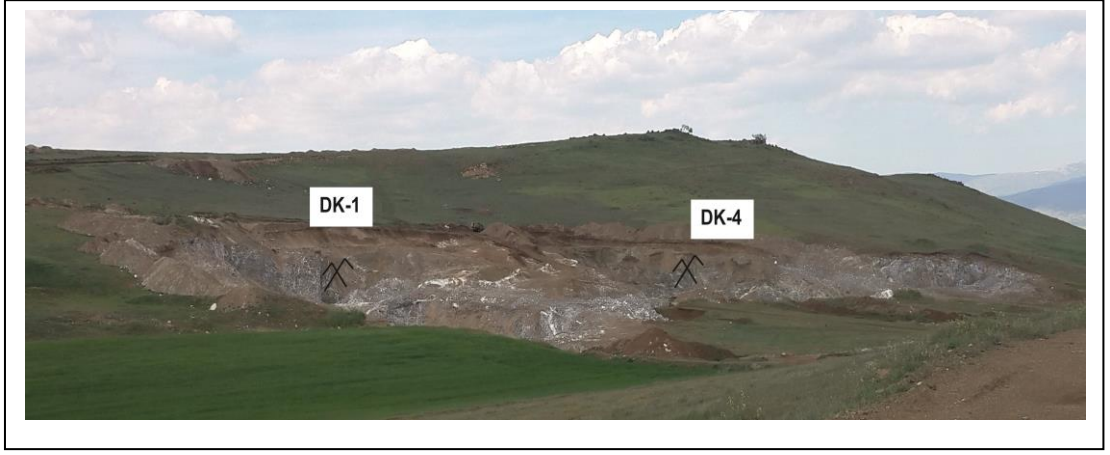


Şekil 4.9. Şarkikaraağaç Ofiyolitlerinde bulunan serpantinleşmiş harzburgitlerdeki manyezit cevherleşmesi, listvenit oluşumlarını gösteren şematik sütun kesit (Cengiz ve Kuşcu, 2003a).

Çalışma alanı içerisindeki harzburgit kayacından itibaren üretilen olivin oluşumları dört lokasyonda işletilmektedir. Bu lokasyonlarda olivinin ve manyezitin görünümü aşağıdaki şekillerde sunulmuştur (Şekil 4.10 - 4.23).



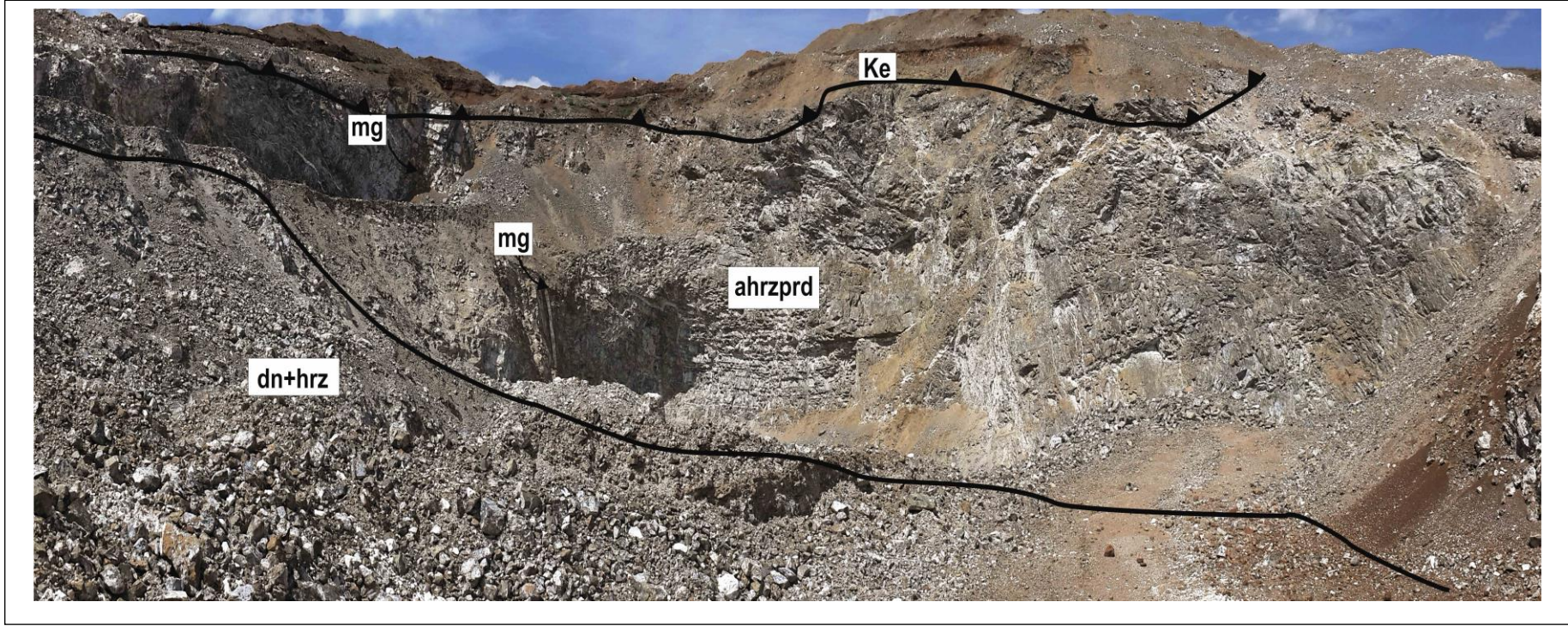
Şekil 4.10. Harzburgitik peridotitler (hrzpr), serpantinleşme (srp), listvenitler (list), ayrılmış peridotitler ve manyezit (aprd+mg) oluşumu, güncel çökellerin (Tmç) yayılımı (Keçili yolunda zirveden bakış)



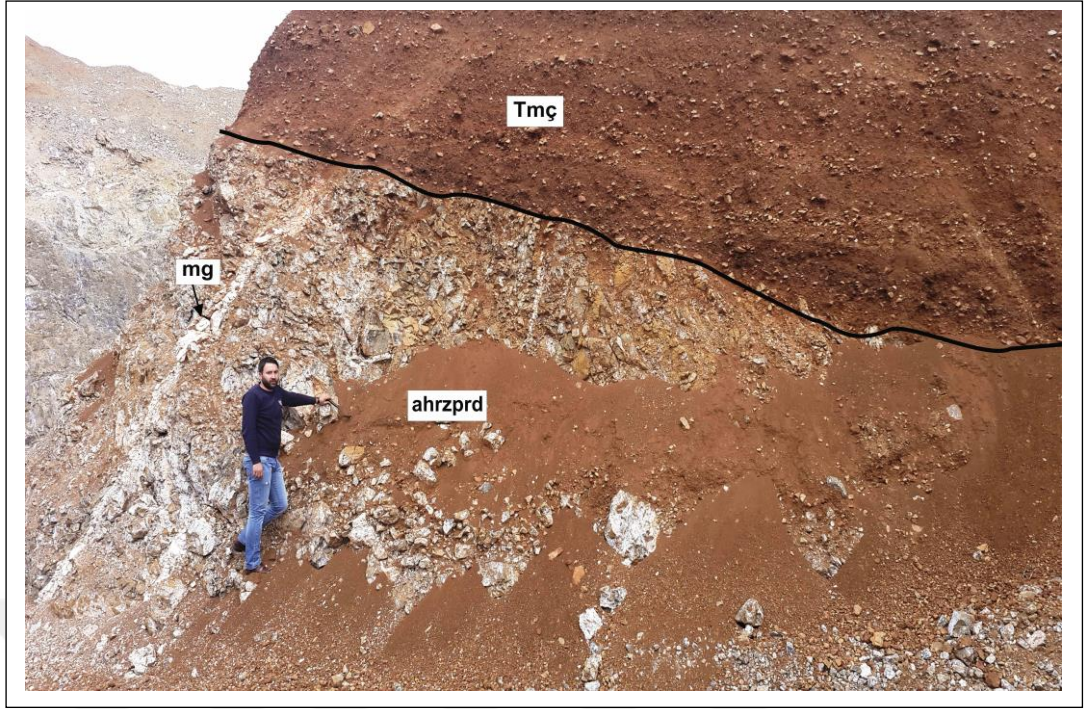
Şekil 4.11. Birbirine bitişik iki ocakta gözlenen harzburgitler (hrz) ve manyezitler (mg) (Dakduklu-1 ve 4 nolu olivin ocakları)



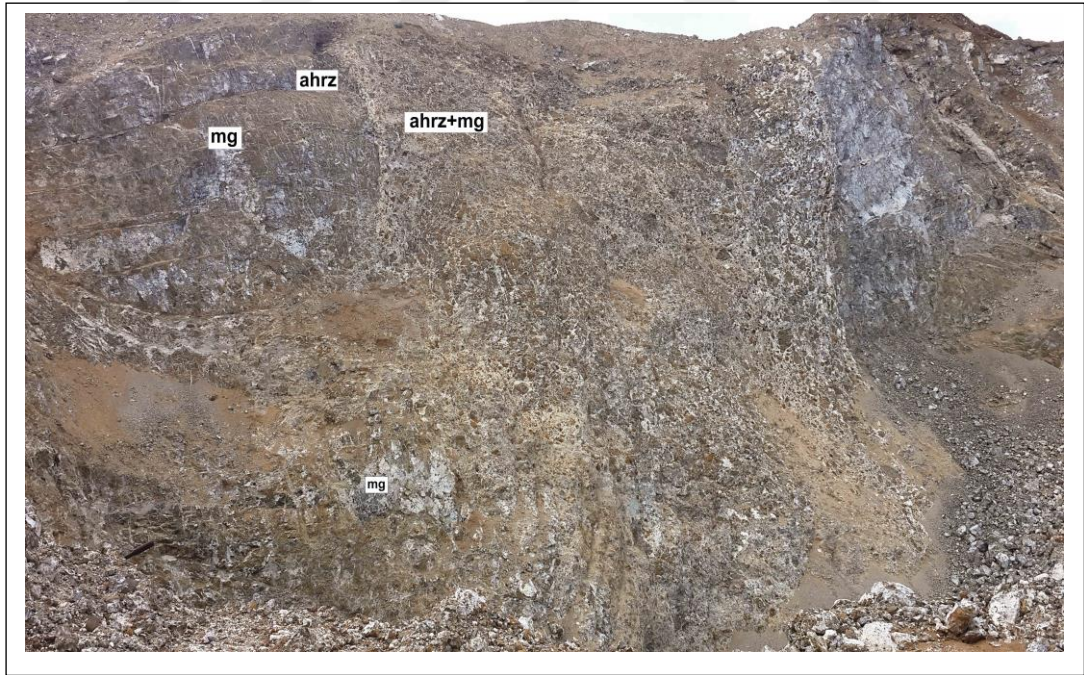
Şekil 4.12. Dakduklu-2 ve 3 nolu olivin ocaklarının genel görünümü



Şekil 4.13. Olivince zengin dunit+harzburgit (dn+hrz), yer yer manyezit (mg) içeren ayrılmış harzburgitik peridotlar (ahrzprd) ve Eğirler formasyonunun (Ke) dokanağı (Dakduklu-1 nolu olivin ocağı)



Şekil 4.14. Yarmada gözlenen Neojen çökeller (Tmç), ayrılmış harzburgitik peridotitler (ahrzprd) ve manyezit (mg) damarlarının dokanak ilişkisi (Dakduklu-1 nolu olivin ocağı girişi)



Şekil 4.15. Ocak içerisindeki ağ görünlümlü yoğun ayrılmış harzburgitik peridotlar (ahrzprd) ve ağsal ve yama şeklindeki manyezitler (mg) (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı)



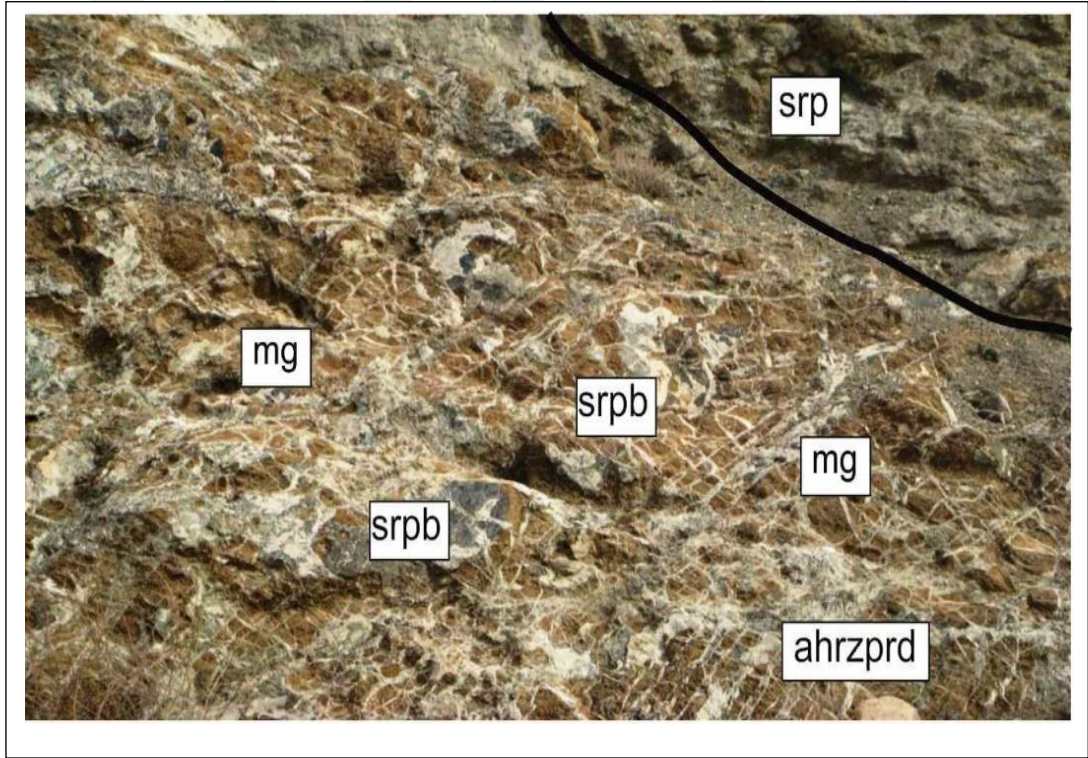
Şekil 4.16. Ocak içerisindeki harzburgitlerde (hrz) gözlenen yer yer kıvrımlanmış bireysel damarlı manyezit (mg) ve farklı yönlerde gelişen kırıklara yerleşen manyezit (mg) oluşumları (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı)



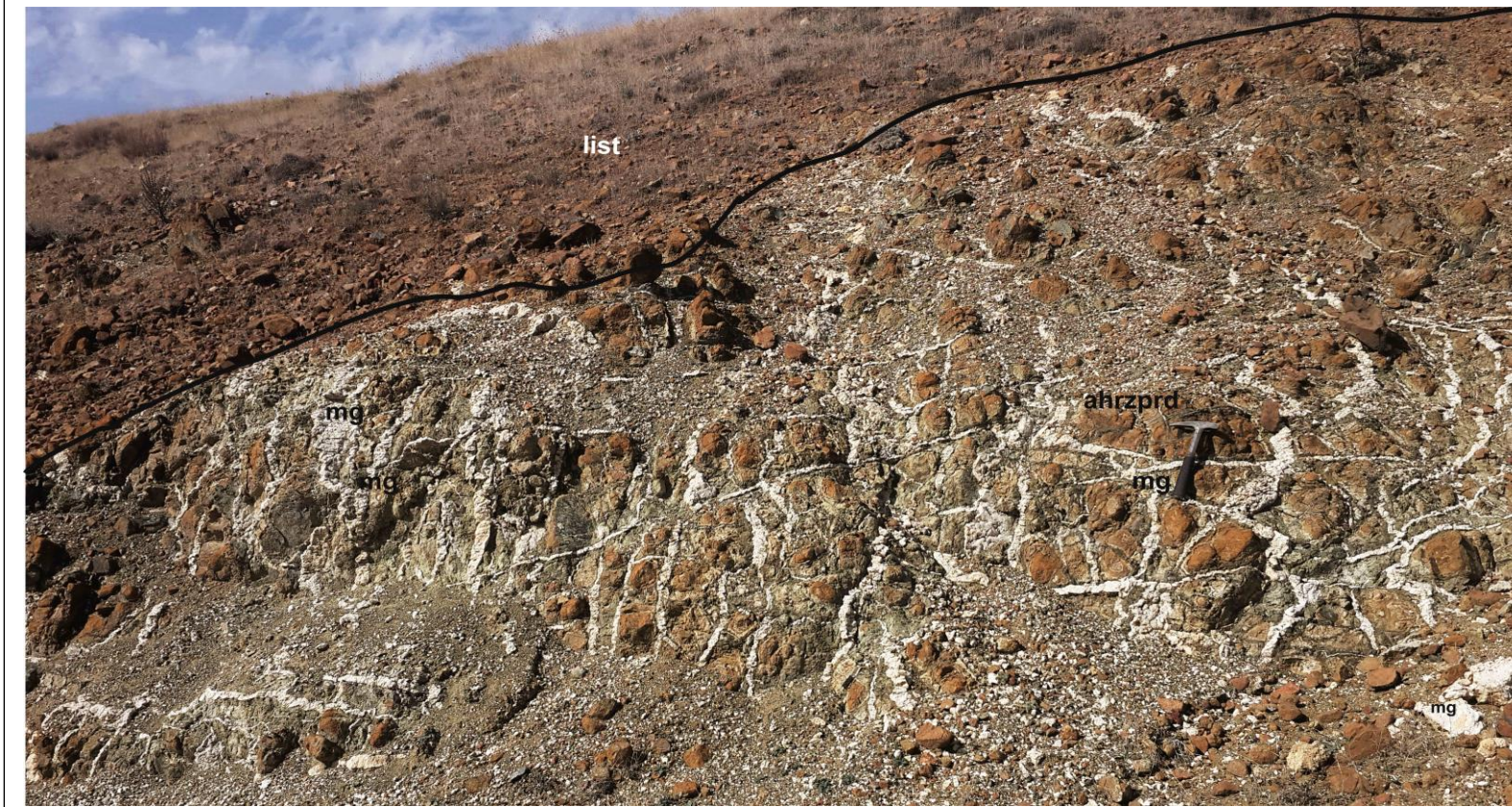
Şekil 4.17. Ocakta gözlenen fayın kayma yüzeyi (f) ve manyezit (mg) oluşumunun yakın görünümü (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı)



Şekil 4.18. Ocak içerisinde yoğun ayrılmış harzburjitik peridotitlerdeki (ahrzprd) kırıklara yerleşen bireysel ve ağsal manyezit (mg) damarları (Dakduklu-4 nolu olivin ocağı)



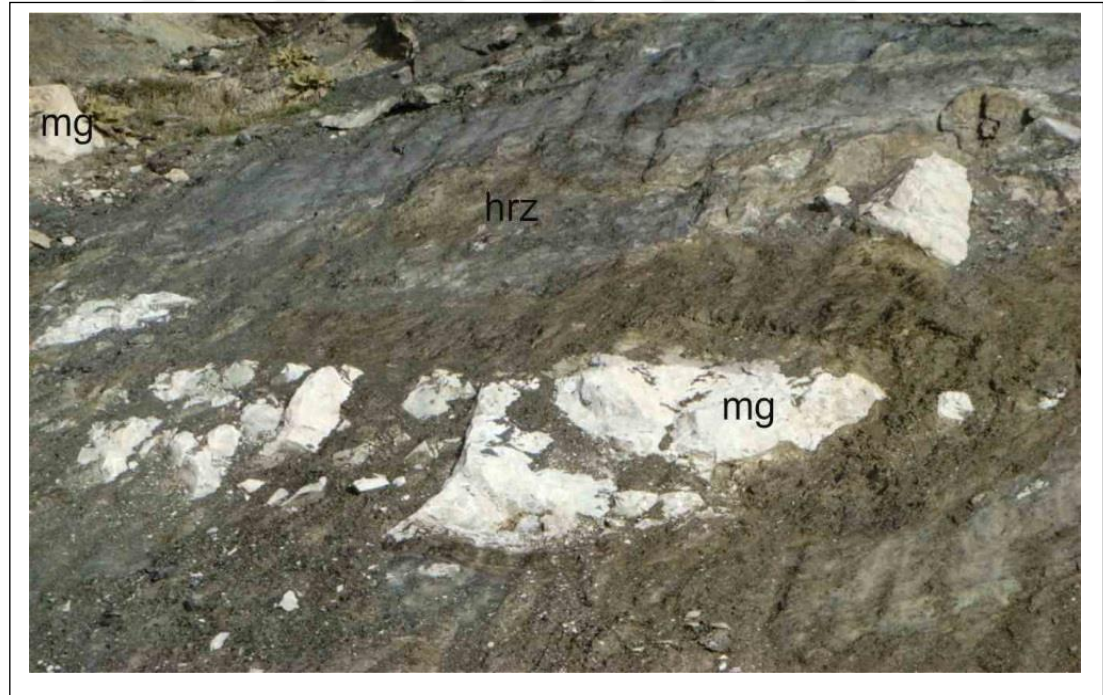
Şekil 4.19. Serpantinit (srp), serpantin breşleri (srpb), yoğun ayrılmış harzburjitik peridotitlerde (ahrzprd) farklı yönlerde gelişmiş kırıklardaki ağsal manyezit (mg) damarları (Böğrölce dere boyu)



Şekil 4.20. Listvenitler (list) ile ayrılmış kahverengi peridotitlerde (ahrzprd) gelişmiş kırıklarda breşik yapılı ağsal damarlı manyezitlerin (mg) dokanağı (Böğrölce dere boyunca)



Şekil 4.21. Ayrışmış kahverengi peridotitlerde (prd) gelişmiş kırıklarda breşik yapılı ağsal damarlı manyezitler (mg) (Böğrölce dere boyunca)



Şekil 4.22. Yer yer serpantinleşmiş harzburgitik peridotitlerdeki (hrz) manyezit (mg) damarı (Böğrölce dere ve Keçili yolu boyunca)



Şekil 4.23. Yer yer serpantinleşmiş harzburjitik peridotitlerde açılmış eski kromit (Cr) ocakları (Böğrölce Dere’de)

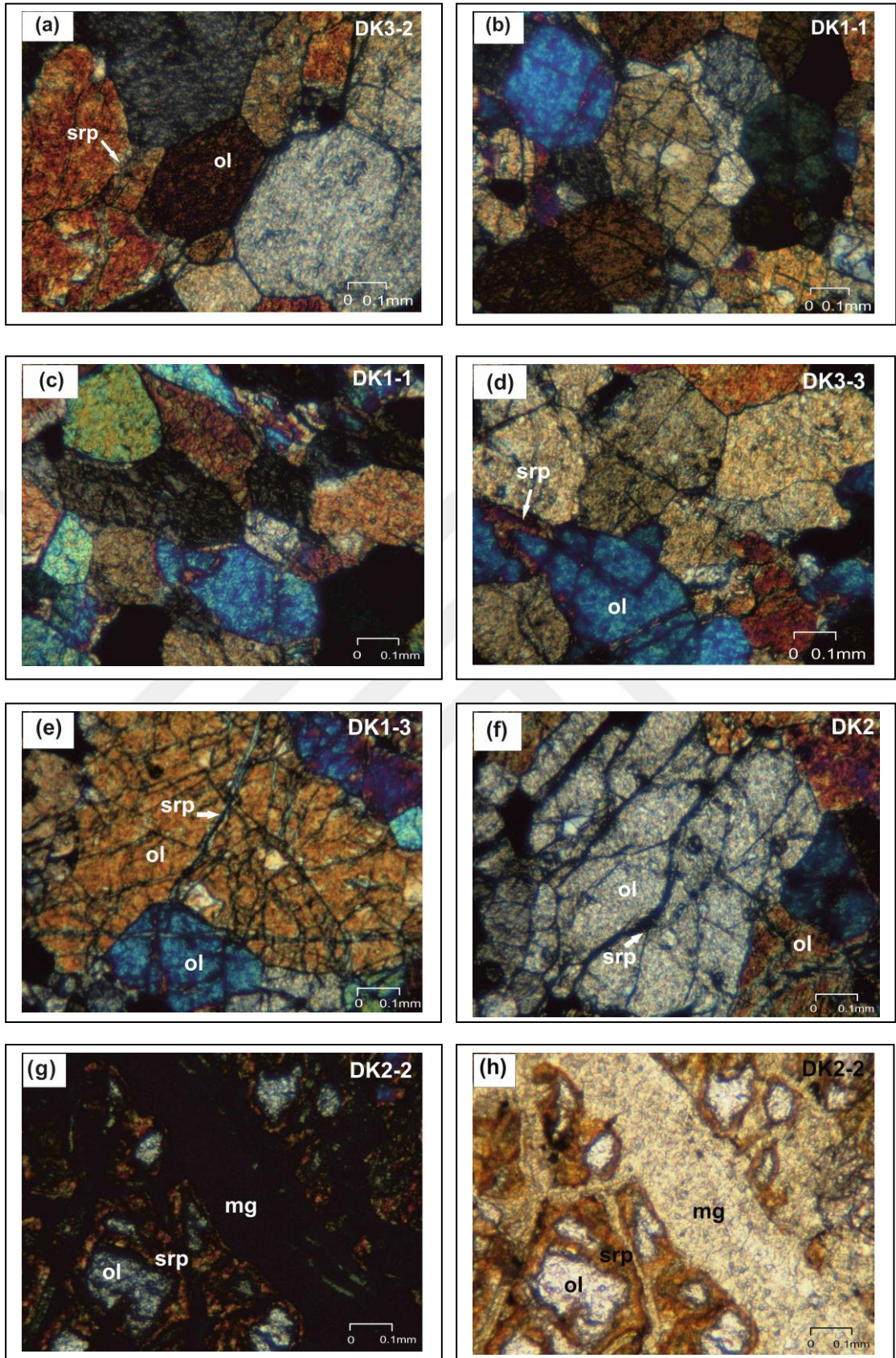
4.3. Olivin Oluşumlarının Petrografik İncelemeleri

Çalışma alanındaki olivin ocakları ve yakın çevresinden 15 kayaç numunesi alınmış bunlardan 7 numunenin ince kesitleri yapılmıştır. Polarizan mikroskop incelemelerine göre bu numunelerden sadece Dakduklu 1 nolu olivin ocağından alınan 2 numune (DK1-1, DK1-3) dunitik bileşimde, diğerleri (DK2-1, DK2-2, DK2-3, DK3-2, DK3-3) harzburjitik bileşimli olarak tanımlanmıştır. İncelenen kesitlerden harzburjit bileşimli olarak tanımlanan kayaçlardan sadece bir numune (DK2-2) kısmen serpantinleşmiştir. Bu numune serpantinize harzburjit olarak da adlandırılabilir.

DK1-1 nolu kayaç dunit bileşimli taze bir kayaçtır ve %95 in üzerinde olivin, %1-2 piroksen (enstatit) bulundurur. Harzburjit olarak tanımlanan numunelerin egemen mineralleri enstatit ve olivin, yer yer de kromittir. Olivin mineralleri forsteritik (Mg_2SiO_4) bileşimlidir. %90-95 taze harzburjit kayacı olarak tanımlanan porfiroblastik doku gösteren

DK3-2 nolu kesitte olivinlerin tane boyutları heterojendir. Bunlar TN de renksiz, ÇN de ikincil çok renklidir (Şekil 4.24 a-b). Bu kayacın %10-15 ini ortopiroksenlerden enstatit, geri kalanını da olivin oluşturmaktadır. İri olivinlerde deformasyon eğrileri izlenir. Ayrıca, olivinlerde belli bir yönde uzama gözlenir, bunlar akış yönünü gösterir. Olivinlerde düzensiz çatlak sistemleri olup, çok az ayrışma gözlenir (Şekil 4.24 c-d). Serpantinize harzburjit olarak adlandırılan

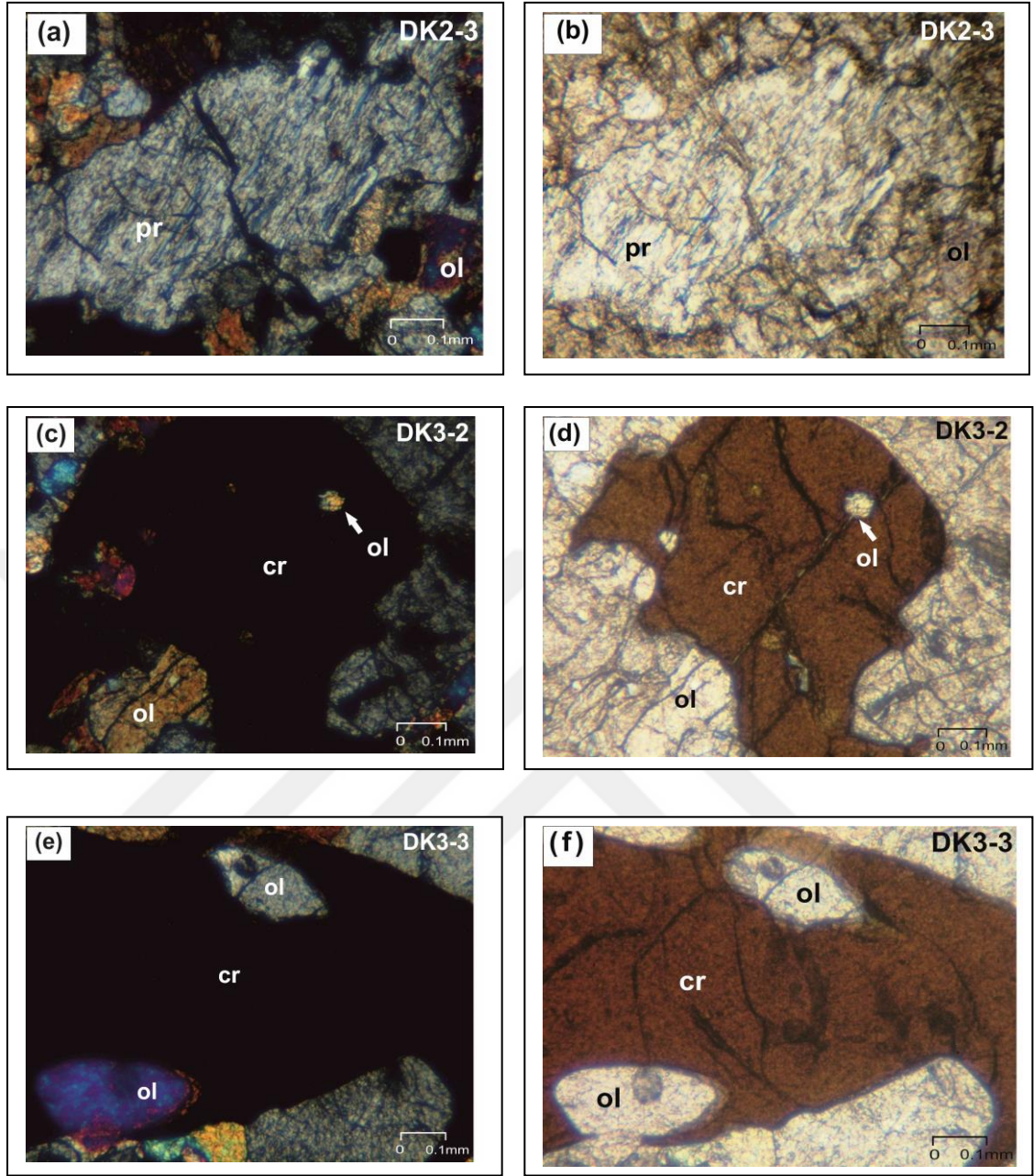
DK2-2 nolu kesitte olivinin kenar ve dilinimleri boyunca gelişen çatlaklarında serpantinleşmeler gözlenmektedir (Şekil 4.24 e-f). Ayrıca bu kesitte serpantinleşmiş harzburjitteki kırık içerisinde manyezit damarı (?) da izlenir (Şekil 4.24 g-h).



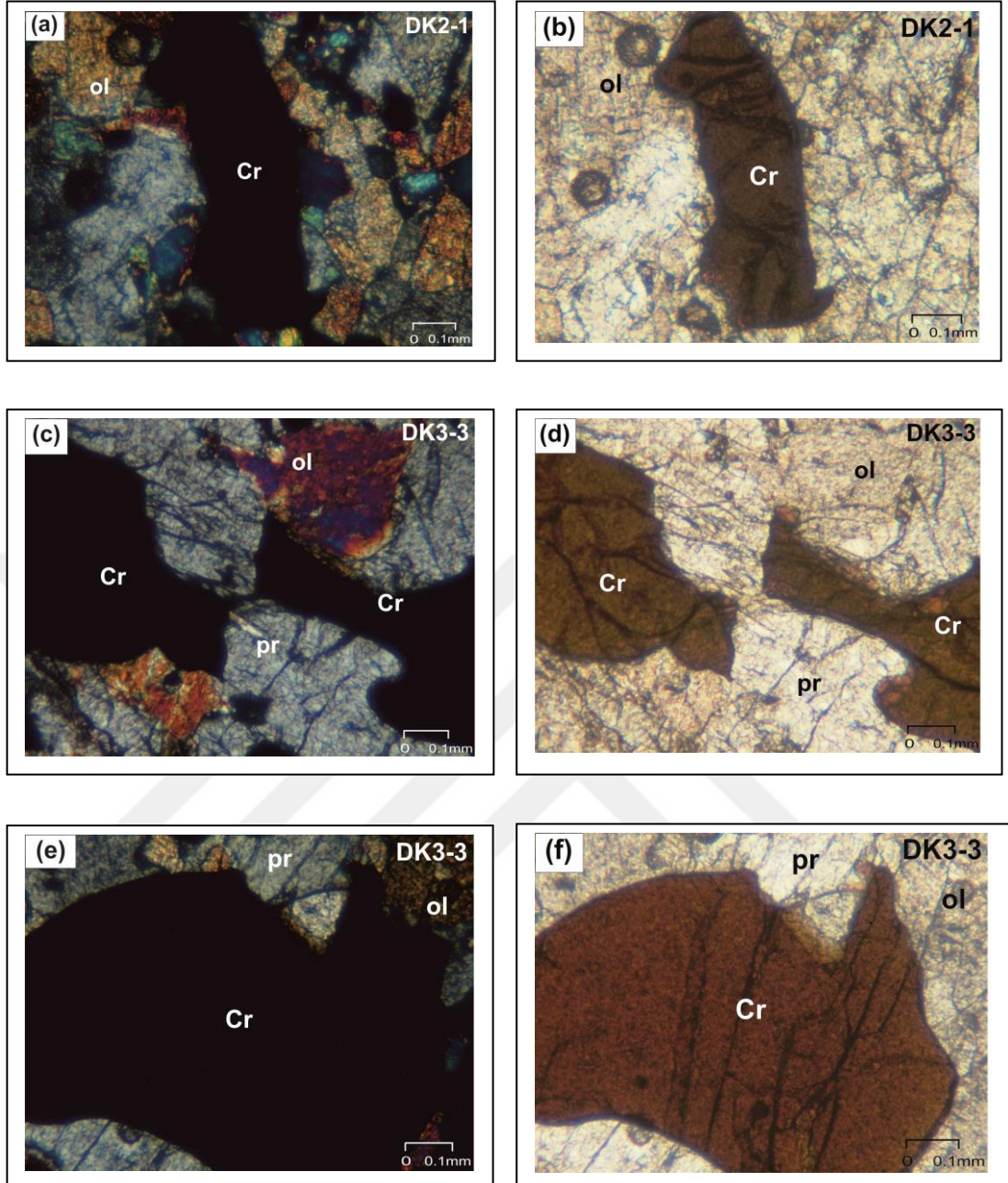
Şekil 4.24. a-b-c-d). Yarıözşekli ve öz şekilsiz olivinlerin (ol) belirgin tane sınırları, olivinlerin (ol) yer yer serpantinleşmesi (srp), e-f). Olivinlerin (ol) tane sınırları ve dilinimleri boyunca serpantinleşme (srp), g-h). Serpantinleşmiş (srp) harzburjitteki kırık içerisinde manyezit (mg) (?) damarı

Ortopiroksenlerden enstatit kesitlerde TN de renksiz, ÇN de gri girişim renkli ve tek yönde dilinim göstermektedir. DK2-3 nolu kesitte ortopiroksenler oldukça iridir. Kesitte deformasyon izleri mevcuttur. Piroksende ayrışma lameli var (Şekil 4.25 a-b). DK3-2 nolu kesitte piroksenlerde basınç etkisinden dolayı bükülmeler mevcuttur. Aynı kesitte piroksenler içinde olivinler inklüzyon şeklinde yer alır.

DK3-3 nolu kesit taze harzburjittir. Kayaçtaki öz şekilsiz olivinler deformasyon lameli göstermektedir. Kayaçta opak mineraller vardır. DK2-1 nolu kesitte de kromitler dizilim gösterir. DK2-3 nolu kesitte kromitlerde kapanım şeklinde açık renkli olivinler mevcuttur. DK3-2 nolu kesitte olivin minerallerinde belli yönde uzanım gösteren özşekilsiz kromitler gözlenir. Bunlar TN de kırmızı-kahve, ÇN de siyah renklidir. DK3-3 nolu kesitte kromitin kenarları korozyona uğramıştır. Aynı zamanda kromitin kırıkları ve çatlakları içerisine demirin girmesiyle manyetite dönüşümü de olasıdır. Olivin minerallerinde belirli yönler boyunca kromitin uzanımları vardır. Bazı kesitlerde (DK3-3), göz şeklinde kromit ve serpantin oluşumlarının varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.25 c-d-e-f). Ayrıca siyah renkli kromit minerali kırıklarında serpantinleşmeler gözlenmektedir. Aynı kesitte siyah renkli kromitin kenarları korozyona uğramıştır (Şekil 4.26).



Şekil 4.25. a-b) Piroksende (pr) basınç lamelleri ve olivin (ol), c-d-e-f). Opak mineral kromit (cr) içinde olivin (ol) oluşumları



Şekil 4.26. a-b) Olivinlerde (ol) kromit (cr) oluşumları c-d) olivin (ol), kromit (cr) ve piroksen (pr) ilişkisi, e-f) kromitin (cr) korozyona uğraması

4.4. Olivin Oluşumlarının Jeokimyasal Özellikleri

Çalışma sahasındaki Şarkikaraağaç ofiyolitleri içerisinde yer alan peridotitlerden derlenen 15 adet numunenin ana oksit ve iz element analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1 de sunulmuştur.

Olivinler için önemli olan anaoksitler MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve ateş kaybı değerleridir. Polarizan mikroskop çalışmalarına göre harzburgit olarak tanımlanan numunelerin ana oksit içerikleri; SiO₂ % 41.98-44.59 (ortalama 43.46) , Fe₂O₃ % 8.75-9.82 (ortalama 9.23), MgO % 41.32-45.74 (ortalama 43.35), CaO % 0.15-1.27 (ortalama 0.81), Al₂O₃ % 0.10-1.11 (ortalama 0.74) ve Cr₂O₃ % 0.387-0.482 arasında değişir. Ateş kaybı değerleri % 0.10 dan % 4.50 (ortalama 1.7)' ye sıralanmıştır. Diğer oksitler (Na₂O, K₂O, TiO₂ and P₂O₅) dedeksiyon limitlerinin altında olduğundan ölçülmemiştir.

Al₂O₃ değerleri genellikle % 1'in altında olmakla birlikte sadece bazı örneklerde % 1 in biraz üzerindedir. Numunelerin CaO içerikleri bazı numunelerde % 1 in altında bazı numunelerde de % 1 in biraz üzerinde ölçülmüştür. Ateş kaybı değerleri, DK1-3 (% 4.5) ve DK2-1 (% 3) numuneleri hariç, genellikle % 0.1 ile % 2.8 arasındadır. Ana oksit değerlerine bakıldığında tüm numunelerin SiO₂ içerikleri ve MgO değerleri birbirlerine yakın değerlerdedir.

Çalışma sahasındaki olivinlerin MgO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ içerikleri Ülkemiz ve Dünyadaki bazı önemli olivin yataklarının MgO, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃ içerikleri ile Çizelge 4.2 de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1. Çalışma sahasından derlenen olivince zengin kayaların anaoksit içerikleri (%)

Numune Numarası																	
Anaoksitler	DL	DK1-1	DK1-2	DK1-3	DK1-4	DK2-1	DK2-2	DK2-3	DK3-1	DK3-2	DK3-3	DK3-OC	DK4-1	DK4-2	DK4-3	DK4-4	Ortalama
SiO ₂	0,01	42,25	42,76	41,98	43,99	42,76	43,06	43,48	44,01	43,69	43,57	44,17	43,62	43,96	44,07	44,59	43,46
Al ₂ O ₃	0,01	0,10	0,35	0,10	1,11	0,93	0,99	0,69	0,99	0,74	0,92	0,47	0,98	1,08	1,01	0,68	0,74
Fe ₂ O ₃	0,04	9,07	9,24	8,75	8,98	8,97	8,75	8,99	9,71	9,77	9,76	8,82	9,38	9,07	9,82	9,40	9,23
MgO	0,01	45,74	45,17	43,48	43,47	42,42	43,16	42,28	43,03	43,50	42,88	44,75	43,11	41,32	42,61	43,29	43,35
CaO	0,01	0,15	0,38	0,18	1,10	1,00	0,96	0,83	1,21	1,04	1,12	0,57	1,26	1,12	1,27	0,80	0,81
Na ₂ O	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
K ₂ O	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
TiO ₂	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,016
MnO	0,01	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
Cr ₂ O ₃	0,002	0,482	0,387	0,434	0,427	0,438	0,400	0,451	0,390	0,410	0,414	0,452	0,391	0,444	0,426	0,443	0,399
Ni (ppm)	20	2605	2537	2632	2361	2294	2330	2410	2317	2386	2298	2434	2359	2275	2326	2327	2244
Sc (ppm)	1	5	9	6	12	11	11	11	11	12	11	10	12	12	12	11	9,8
Ateş Kaybı	5,1	1,7	1,2	4,5	0,4	3,0	2,2	2,8	0,1	0,4	0,9	0,2	0,8	2,5	0,3	0,3	1,7
Toplam/C	0,02	0,02	<0,02	0,06	<0,02	0,07	0,04	0,05	0,08	<0,02	0,02	0,08	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,05
Toplam/S	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02
Toplam	0,01	99,92	99,93	99,93	99,93	99,92	99,94	99,92	99,92	99,95	99,95	99,90	99,94	99,93	99,94	99,92	93,68

Çizelge 4.2. Çalışma sahası olivinleri ile Ülkemiz ve Dünya'daki diğer önemli olivin yataklarının jeokimyasal analiz sonuçlarının (%) karşılaştırılması

Yatak Adı	Kayaç Adı	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ateş Kaybı	Literatür
Aaheim (Norveç)	Dunit	49,90	41,50	0,40	7,30	0,60	Kleiv ve Thornnill (2004)
Norddal (Norveç)	Dunit	48,00	41,50	1,60	7,60	2,00	Harben ve Smith (2006)
Lefdal (Norveç)	Dunit	47,00-49,00	40-41		8,00	1,00-1,50	Harben ve Smith (2006)
Hokkaido (Japonya)	Dunit	47,00	42,00	1,00	2,00	0,70	Harben ve Smith (2006)
Carolina (ABD)	Dunit	50,50	40,10	1,00	6,70	0,70	Harben ve Smith (2006)
Washington (ABD)	Dunit	49,40	41,20	1,80	7,10	0,70	Harben ve Smith (2006)
St.Stefan (Avustralya)	Dunit	48,00	41,00		10,50		Harben ve Smith (2006)
Handol (İsveç)	Dunit	45,00	42,50	2,00	7,50-9,00	3,00	
Güney Tibet	Dunit	44,00-44,57	43,32-47,47	0,44-0,81	6,61-11,73	12,14-13,18	Dupuis vd. (2005)
Güney Tibet	Harzburjit	43,41-46,23	42,49-45,79	0,65-1,00	6,84-9,64	11,06-13,82	Dupuis vd. (2005)
Kuzeybatı İran	Dunit	42,00	41-42	1,89	8,57	1,84-5,34	Hassanipak ve Ghazi (2000)
Kuzeybatı İran	Harzburjit	40,90-41,60	41,30-42,50	1,69-2,09	8,24-8,90	1,84-5,34	Hassanipak ve Ghazi (2000)
Jamaica		50,05	41,10		8,60		
La Palma-Canary Islands	Dunit	42,27-47,42	39,31-39,72	0,70-0,94	9,58-9,88		Pedersen vd. (2000)
Orhaneli (Bursa)	Dunit	40,99-50,20	39,10	0,29	9,94	0,11-11,27	Çevik (2005)
Orhaneli (Bursa)	Harzburjit	38,24-44,43	38,01-44,15	0,87-1,90	6,54-12,62	3,09-5,48	Çevik (2005)
Dağardı (Tavşanlı-Kütahya)		33,46-35,99	38,50-42,58	0,97-1,86	7,86-8,53	9,50-13,95	Bacak (2003)
Kef (Elazığ)	Dunit	46,66		1,32	10,94	4,01	Engin ve Sümer (1986)
Kızıldağ (Hatay)	Dunit	39,62-43,76	34,32-43,30	0,20-1,83	4,39-11,07	2,33-14,75	DPT (1995)
Kızılyüksek (Adana)	Dunit	42,43-43,34	35,49-36,23	0,07-0,33	8,53-9,24	11,04-13,01	Parlak vd. (2002)
Derebucak (Konya)	Dunit	48,76			6,63	1,7	Örgün ve Eraslan (2012)
Kızıldağ (Akseki-Antalya)	Dunit	50,25	37,50	0,40	8,30	1,80	Zedef vd. (2004)
Belceğiz (Şarkikaraağaç-Isparta)	Harzburjit	36,00-39,00	44-47	0,21-1,30	7,70-9,10	4,00-8,00	Cengiz vd. (2016.9)
Madenli (Gelendost-Isparta)	Harzburjit	41,30-45,74	41,98-44,59	0,10-1,11	8,75-9,82	0,10-3,00	

Çalışma sahasındaki olivinlerin anaoksit içerikleri Hunter (1941)'e göre Dünya olivin oluşumlarından Kuzey Carolina ve Georgia (MgO: 42-46, SiO₂: 41-44, Fe₂O₃: 8.6-9.9, Ateş kaybı: 1.23-3.94) olivin yatağı ve Handol (İsveç) yatağına (MgO: 45, SiO₂: 42.50, Fe₂O₃: 7.5-9, Ateş kaybı: 3) benzerlik göstermektedir.

Sahadaki olivinlerin bazı iz element konsantrasyonları da Ni 2275, 2632 ppm, Co 110,5-127,4 ppm, Sr 0,6-5 ppm, V 14-47 ppm ve Zr 0,1-1,2 ppm arasında değişmektedir.

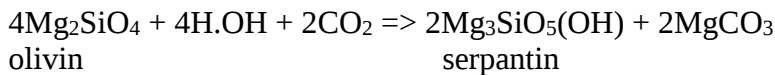
4.5. Yan Kayaçları Etkileyen Metasomatik Süreçler

İnceleme alanında olivin oluşumlarının yan kayaçları harzburjit ve dönittir. Manyezit oluşumlarının yan kayaçları da serpantinleşmiş harzburjit ve dönitlerdir. Bu kayaçlar oluşumlarından günümüzde bulundukları bölgeye yerleşmelerine kadar geçen zamanda kadar meteorik sular, yüzey suları, yeraltı suları, hatta hidrotermal sularla ayrılmışlardır.

4.5.1. Serpantinleşme

Manyezit oluşumlarının yan kayacı olan serpantinleşmiş harzburjitler ileri derecede serpantinleşme göstererek serpantin minerallerine dönüşmüştür. Serpantinleşme gösteren bu kayaçlar sahada yer yer yeşilin farklı tonlarında, yer yer de sarımsı-kahverengi renkler sunarlar.

Genel olarak başlıca serpantin mineralleri krizotil, antigorit ve lizardittir. Diğer ikincil mineraller ise brunit, manyezit, talk, tremolit-aktinolit, klorit ve manyetittir. Serpantin mineralleri Mg-silikatların özellikle olivin ve piroksen minerallerinin metasomatizması sonucu oluşurlar. Bu değişme ile kayaç su alır ve kapalı sistemde hacim artar. Hacim artması kütleli yer değiştirmelere neden olduğundan çatlak yüzeyleri cilalı parlak bir görünüm alır.



Wenner ve Taylor (1971) serpantinleşmede esas olan meteorik yeraltı suyunun başlıca etken olduğunu, lizardit-krizotil serpantinit minerallerinin antigorit mineralinden daha düşük sıcaklıklarda oluştuğunu belirtmiştir. Yine aynı araştırmacılar, okyanus tabanındaki serpantinitlerin oldukça uniform bir izotopsal orana sahip olduklarını ve oluşum süreçlerinde okyanus suyununda rol oynadığını belirtmişlerdir. Çapan vd. (1975) de, serpantinitlerin okyanus tabanındaki hacimlerinin oldukça küçük olduğu ve yalnız çatlak zonları boyunca oluştuklarını belirtmiştir.

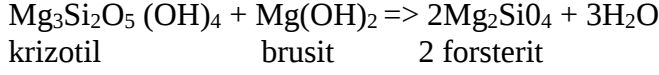
Dietz (1962), Hess (1962) serpantinitlerin sırtlar altında yükselmekte olan manto peridotitlerinin juvenil sular ile hidrotasyona uğramasıyla da oluşabildiğini belirtmişlerdir.

Serpantinleşme başlangıçta ince-ağsı damarlar şeklindedir. Sonra minerallerin kenarlarından, dilinim ve çatlaklarından itibaren başlar ve giderek tüm kayacın dokusunu değiştirir. Ultramafik kayaçların serpantinleşmesi sırasında etkin olan fiziksel koşullar, oluşan mineraller ve bu minerallerin temsil ettiği basınç/sıcaklık aralıkları şu şekildedir. Krizotil ve lizardit genellikle yeşilşist fasiyesinin alt seviyelerinde ortaya çıkan düşük dereceli serpantin mineralleridir. Antigorit ise özellikle yeşilşist/mavişist ve düşük amfibolit fasiyeslerinin serpantin mineralidir (Bucher ve Frey, 1994). Lizardit tipik bir kristal şekil göstermemekle birlikte hemen hemen levhamsı bir yapıya sahiptir. Genellikle lifsi krizotil lifleri, mineral kenarlarına dik yönde bir dizilim göstermekte ve lizardit etrafında adeta bir çerçeve oluşturmaktadır. Çok düşük dereceli metamorfizma koşullarında, krizotil+brusit ve krizotil+talk birlikteliğine rastlanır. Çok düşük sıcaklık ve basınç koşullarında lizardit+brusit birlikteliği gözlenmektedir (O'Hanley, 1996).

Krizotil+brusit oluşumunu deneysel çalışmalara göre Johannes (1969) şu reaksiyon ile açıklamaktadır:



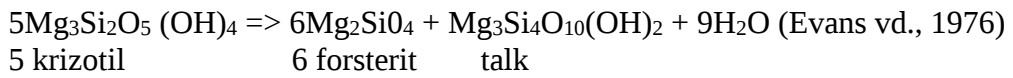
Krizotil + brusit birlikteliği, düşük basınç Bowen ve Tuttle (1949)'a göre 365°C, Yoder (1967)'e göre 430°C ye kadar duraylıdır. Bu sıcaklıkların üzerinde krizotil+brusit duraylılığını kaybetmekte ve tekrar aşağıdaki reaksiyon gerçekleşmektedir.



Olsen (1963), krizotil + brusit birlikteliğinin demirce fakir Fo₉₀ bileşimindeki olivinlerden oluştuğunu ve reaksiyon sonucu Fe'in manyetit şeklinde dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Bu birlikteliğin üst sıcaklık limitini yaklaşık 390°C (±60°C ve 100°C) olarak belirtmiştir.

Hostetler vd. (1996) brusitlerin daha çok olivince zengin kayalarda oluştuğunu ve oluşumun kayadaki olivin/ortopiroksen oranı ile ilişkili olduğunu açıklamışlardır. Buna göre bu oran 1'den büyük olduğunda kayacın brusit içeriği fazla, yaklaşık 1 veya daha küçük olduğunda brusit içeriği daha az olmaktadır.

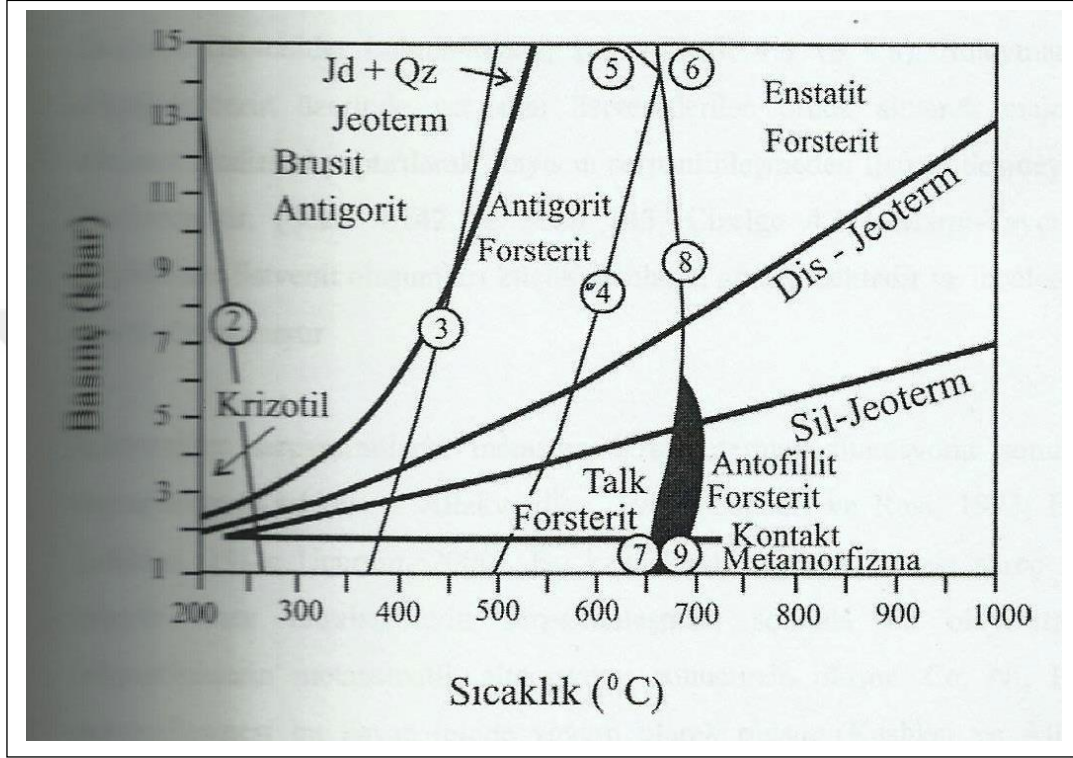
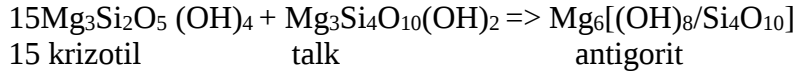
Bowen ve Tuttle (1949), saf Mg-krizotilin 1 kbar basınçta, 505°C'den daha yüksek sıcaklıklarda duraylı olamayacağını, bu sıcaklıktan itibaren forsterit + talk minerallerinin oluşacağını belirtmiştir.



Genellikle krizotil, lizardit minerali ile birlikte bulunur. Barnes ve O'Neil (1969)'e göre lizardit - krizotil serpantinitle, 350°C sıcaklığa duraylı olabilmektedir. Moody (1976)'ye göre ise lizardit – krizotil birlikteliği 400 - 440°C'nin altında duraylıdır.

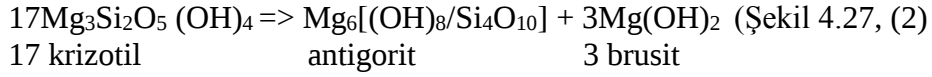
Serpantinleşme sürecinin ilerlemesi ile nispeten daha yüksek sıcaklıklarda ve basıncın etkili olduğu koşullarda antigorit minerali oluşur. Antigorit yeşilşist fasiyesinin alt sınırında oluşan ve amfibolit fasiyesi sınırının alt sınırına kadar duraylılığını kaybetmeyen bir mineraldir. Lizardit gibi levhamsı bir biçime sahiptir. Lizardit ve antigoriti optik yöntem ile birbirinden ayırt etmek mümkün değildir.

Bucher ve Frey (1994) antigoritin ilk ortaya çıktığı reaksiyonu aşağıdaki gibidir (Şekil 4.27).



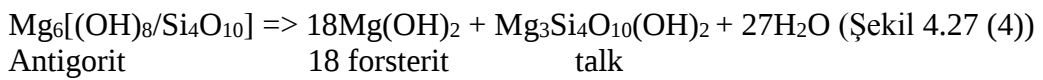
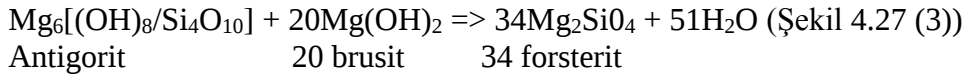
Şekil 4.27. Harzburjitlede suyun varlığı altında, değişik basınç ve sıcaklık koşullarında gelişen reaksiyonlar: **(2)** 17 krizotil $\Rightarrow$ antigorit + 3 brusit (son krizotil), **(3)** Antigorit + 20 brusit $\Rightarrow$ 34 forsterit + 15 H₂O (forsteritin düşük sıcaklık limiti-forsteritin oluşumu), **(4)** Antigorit $\Rightarrow$ 18 forsterit + talk + 27 H₂O (antigoritin kaybolduğu-serpantinitle için yüksek sıcaklık limiti), **(5)** Antigorit + 14 talk $\Rightarrow$ 90 enstatit + 55 H₂O, **(6)** Antigorit $\Rightarrow$ 14 forsterit + 20 enstatit + 31 H₂O, **(7)** 9 talk + 4 forsterit $\Rightarrow$ 5 antofillit + 4 H₂O (düşük basınçta talkın çıkışı), **(8)** talk + forsterit $\Rightarrow$ 5 enstatit + H₂O (yüksek basınçta talkın çıkışı), **(9)** antofillit + forsterit $\Rightarrow$ 9 enstatit H₂O (antofillit çıkışı) (Bucher ve Frey, 1994)

Antigorit minerali ilk oluştuğunda brusit ve talk mineralleri ile birlikte bulunabilir. Kayaç içerisindeki olivin miktarı, ortopiroksenden az ise antigorit + talk birlikteliği oluşur. Talkın oluşmadığı durumda 350°C altında forsterit bileşimindeki olivin minerallerinin hidrasyonu ile antigorit + brusit oluşmaktadır (O'Hanley, 1996, antigorit + brusitin oluşumu şu şekildedir.

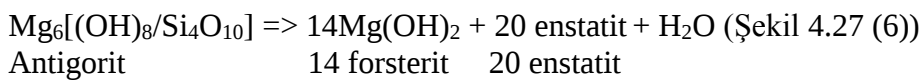


Bucher ve Frey (1994)'e göre, krizotil düşük sıcaklık, bozunma veya alterasyon ürünü olmasına karşın antigorit metamorfik koşullarda duraylı bir mineraldir (Şekil 4.27) ve 250°C'nin üzerinde bileşime bağlı olarak brusit + antigorit ve antigorit + talk birlikteliklerin olabileceğini ileri sürerler. Eğer harzburjitte forsterit/enstatit oranı 0.7'den büyük ise brusit + antigorit, küçük ise antigorit + talk, son olarak eşit ise tek mineral antigorit serpantinler bulunabilir. Brusit + antigorit artan sıcaklıklara bağlı olarak uyumsuz birliktelikler olur ve yaklaşık 400°C de birliktelik forsterit + antigorite ardından talk + forsterite dönüşür.

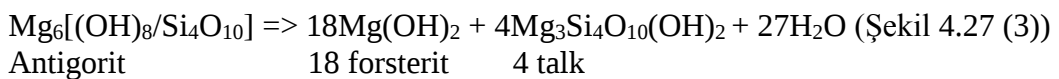
İlk forsteritin düşük sıcaklık limitidir. Brusit + antigorit şist birlikteliği orta-alt yeşilşist fasiyesi koşulları ile tanımlanır. Forsterit + antigorit alt amfibolit – üst yeşilşist fasiyesi koşulları ile tanımlanmıştır. Birlikteliğin üst sıcaklık limiti yaklaşık 570°C dir. Antigorit içeren serpantinler hem amfibolit fasiyesinin ortalarında, hem de mavi şist ve düşük sıcaklık eklojit koşullarında duraylıdır. Antigoritlerin ortadan kaybolması çok düşük basınçlarda 500°C de gerçekleşir, basıncın artışı ile 600°C ye yükselir ve yazarlar antigoritin ortadan kaybolduğu reaksiyonu; 5



Daha yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında ise serpantin minerallerinin enstatit + forsterite dönüştüğü görülmektedir (Şekil 4.27). Bu şekilde serpantin üst duraylılık sınırını belirleyen reaksiyon şu şekilde gösterilmiştir.



Antigoritin yüksek sıcaklık limiti ise;



Yine aynı yazarlara göre, orta amfibolit fasiyes koşullarının başlarında kaybolurlar. Forsterit + talk birlikteliği ise üç jeotermis kesişimi (Şekil 4.27) de 100-150°C sıcaklık aralığı boyunca meydana gelir. Talk + forsterit birlikteliği orojenik metamorfizmadaki orta amfibolit fasiyes koşullarına uyar. Daha sonra jeotermis durumuna bağlı olarak enstatit + forsterit birlikteliğine dönüşür. Talk + forsterit birlikteliği yaklaşık 670°C dir ve basınçtan bağımsızdır. Şekil 4.27 da (7) ve (9) reaksiyonlarının kesişimi ile tanımlanan invaryant nokta meta-harzburgitlerde antofillit için maksimum basıncı ifade eder. İnvaryant noktanın durumu içerdiği Fe-Mg değişiminin miktarına bağlıdır. Harzburgitteki enstatit + forsteritin düşük sıcaklık limiti 670°C dir. Bu sınır (6), (7) ve (9) a göre daha yüksek sıcaklıktadır.

Literatürde manyezit oluşumlarının yan kayacı olan serpantinleşmiş peridotitlerin mikroskopik ve XRD analizlerinden elde edilen sonuçlarla, bu kayaların krizotil + lizardit + çok az antigorit minerallerinden oluştuğu belirtilmiştir. Eskişehir manyezit yatakları çevresinde yeşilist/mavişist ve düşük amfibolit fasiyesi koşullarında oluşan serpantin minerali vardır. Bu durumda peridotitler düşük-orta dereceli değişime maruz kalmışlardır (Yılmaz, 2008).

4.5.2. Listvenitleşme

Çalışma alanında Madenli-Keçili yolu boyunca Kurtyurdu Tepe de ve Madenli olivin ocakları yakınındaki Barakkaya Tepe de yer yer serpantinitleşmelerin üzerinde yer yer de ayrılmış harzburgitler üzerinde listvenit oluşumları bulunmaktadır (Şekil 4.9, 4.10).

Mineralojik bileşimi, alterasyon şiddeti, jeokimyasal özellikleri ve oluşumuna göre listvenitler silis-karbonat ve karbonat tipi olmak üzere iki tip oluşum gösterir. Silis-karbonat tipi listvenitlerde kuvars, kalsit, dolomit, kil + serpantin, enstatit, forsterit, amfibol, plajiyoklas ve manyezit mineralleri bulunur. Karbonat tipi listvenitler kalsit, dolomit, kil (serpantin + Mg-smektit), kuvars, enstatit, forsterit ve manyezit mineralleri içerir. Ultramafik kayaları ayrıştıran hidrotermal çözeltiler ve meteorik sular eriyebilen elementleri çözerler, sonra iyonlar ve kimyasal bileşikler ile taşınır ve uzaklaştırılırlar. Buna karşılık, kayalardan çözülebilen elementlerin süzülmesiyle çözünemeyen elementlerin zenginleşmesi açıkça gözlenir. Madenli sahasında Au, As, Zn ve Cu element zenginleşmeleri altının potansiyel kayaları olarak bilinen

listvenitlerde gözlenmemiştir. Bölgenin karbonat kayaçlarını içeren litolojilerden Ca, hem litolojilerden hem de meteorik sulardan CO₂ ve ultrabazik kayaçlardan da Mg⁺² iyonları gelir. Silis-karbonat ve karbonat tipi listvenitlerin tektonik yerleşimin geç evrelerinde denizsuyu ve formasyon suyu ile bağlantılı hidrotermal çözeltiler ve meteorik sular tarafından oluşturulduğu düşünülmektedir (Cengiz ve Kuşcu, 2003). Araştırmacılar çalışma sahasında yüzeyleyen listvenitlerin hafif nadir toprak elementler bakımından tüketilmiş mağmada oluşan okyanus ortası rift ortamı ultramafik kayaçlardan kökenlenerek türediği şeklinde yorumlamışlardır.

Listvenitler serpantinitleşmenin metasomatik/hidrotermal alterasyonu sonucu oluşan kayaçlardır (Kashkai ve Allakverdiev, 1965; Capadri ve Rosi, 1973; Buisson ve Leblanc, 1986; Uçurum, 2000). Bu kayaçlar iki ardışık benzer süreç sonrasında oluşur: önce ultrabaziklerin serpantinleşmesi sonra da bu olayı takip eden serpantinitleşmenin metasomatik alterasyonu sonucunda oluşur. Co, Ni, Hg ve Au cevherleşmesi bu kayaç içinde yaygın olarak oluşur (Kashkai ve Allakverdiev, 1965). Serpantinitleşmenin listvenitleşmesi ultrabazik bağmadan kaynaklanan autometamorfizma sonrası hızlı bir şekilde oluşur. Listvenitler Alpin-tipi ofiyolit-ofiyolitik melanjin ultrabazik birimleri içinde merccekler, pod (cep) ve damar şeklindeki kütleler halinde oluşur. Çatlak boyunca çözelti hareketi, dayk şeklinde yüzlerce metre uzunluğunda ve onlarca metre kalınlığında listvenit oluşturur (Uçurum, 2000).

Türkiye’de ofiyolit karmaşığında serpantinitleşmenin düşük hidrotermal alterasyonunda mineralize olmuş veya olmamış listvenitler oluşmuştur. Bunlar Anadolu’daki üç ofiyolit kuşağı boyunca dağılmıştır. Listvenitler ile ilgili bazı araştırmacıların yaptıkları araştırmaların sonuçları aşağıdaki sunulmuştur.

Aydal (1989), Araç Masifi (Kastamonu)’ndeki listvenitleri silisleşmiş ve karbonatlaşmış kayaçlar olarak sınıflandırmıştır. Araştırmacı MgO, Al₂O₃ ve K₂O nun uzaklaştığını ve SiO₂, CaO, Ni, As, Mn, Zn, Pb ve Co in alterasyon sürecinde arttığını belirtmiştir.

Tüysüz (1991), Kağızman (Kars) listvenitleşmesinin MgO içeriğini temel alarak iki farklı faza ayırmıştır. SiO₂ ve MgO un ortamdan uzaklaştığını, CO₂ ve CaO in

alterasyon süreçlerinden silisleşmiş ve karbonatlaşmış alterasyon kayaları oluşturduğunu belirtmiştir.

Genç (1992), Narman (Erzurum) yaptığı çalışmada MgO, H₂O, SiO₂, Al₂O₃, P₂O₅ ve Cr, Ni, Co gibi iz elementlerin alterasyon sürecinde ortamdan uzaklaştığını, CO₂, CaO, Na₂O, As, Sb, W ve Hg gibi elementlerin arttığını ve TiO₂, MnO ve K₂O, hareketsiz elementlerinde arttığını göstermiştir. Narman da bu bozuşmuş kayaç ürünü, mineralojik bileşime göre silisyum-karbonat ve silisyum-karbonat-talk olarak sınıflandırmıştır.’

Koç ve Kadioğlu (1996), yaptıkları çalışmada mineralojik bileşime göre ultrabazik kayaların ve serpantinlerin hidrotermal alterasyonu sürecinde oluşan silisyum-karbonat, talk-karbonat, talk-silisyum-karbonat kayaları olmak üzere üç alterasyon ürünü kayaç belirlemiştir.

Kashkai ve Allahverdiev (1965 ve Uçurum (2000)), petrolojik özellikler, mineralojik bileşime ve kökenlerine göre listvenitleri sınıflandırmışlardır. 1) Oluşuma göre: pnömatojenik-metasomatik, hidrotermal-metasomatik ve bimetasomatik listvenitler. 2) Orijinal kayaca göre: ortolistvenit; diğer mafik volkanik kayaların veya ultramafik kayaların metasomatik alterasyonu ile, paralistvenit; sedimanter kayalardan, epilistvenit metamorfik kayalardan oluşur. 3) Mineral bileşimine göre: kuvars-karbonat, karbonat-kuvars, talk, klorit listvenit gibi adlandırılır. 4) Metal içeriğine göre: içeriğindeki cevher ve cevher-silikat minerallerine göre örneğin altın içeren, nikelli listvenitler olarak adlandırılır.

Silis, CaO, MgO ve Fe₂O₃ listvenitlerde yaygın olarak bulunan majör oksitlerdir. Minör olarak Co, Cr, Ni, As, Cu serpantinlerin içeriğinden daha fazla yaygın olarak zenginleşir. Cu, Sb, Hg, Au ve Ag nadiren cevher olarak zenginleşir (Uçurum, 2000).

Listvenitin oluşumu serpantinlerden aşağıdaki reaksiyonlar ile gelişir:

CO₂ ve CaO in her ikisi de serpantin minerallerine doğrudan etki ederek, bu süreç sonunda doğrudan listvenit oluşur.

Yüzey Suları ile Oluşan Masif Manyezit Yatakları (Eksojen-Kriptokristalin Manyezit Yatakları)

CO₂'ce zengin yüzey sularının serpantinleri alterasyonu ile ilişkili oluşumdur. Serpantinlerin içinde hareket eden yüzey sularının yankayaçla reaksiyonları sonucu çözeltinin pH derecesi ile birlikte Mg konsantrasyonları da yükselir. pH değeri 11 civarındayken brusit veya sulu manyezit olarak Mg çökelmeye başlar. CO₂ basıncı arttıkça çökeltme hızlanır. Cevher genellikle çatlak dolgusu olarak gelişmiş ağsal damarlar şeklindedir. Yüzey suları serpantin çatlakları boyunca hareket ettiğinden manyezit çökelişi de çatlaklar boyunca gelişir. Masif manyezitli kısımların kalınlığı genellikle 30 cm'yi geçmez. Yüzeyden 15-20 m derinden başlayan ve 40-50 m kalınlığındaki bir zonda manyezitler ağsal damarlar şeklinde ortaya çıkar. %20 manyezit ihtiva eden damarlar işletilebilir özelliktedir. Manyezitli zonun üzerinde silisli (opal, kalsedon veya kuvars bakımından zengin) bir şapka bulunur. Silisli kısım demir bileşiklerince de zengin olup aynı zamanda yatağın erozyondan korunmasını sağlar. Manyezitle birlikte klorit, talk, tremolit ve Ni-silikatlar bulunabilir. Urallar'daki Khalilova (Halilkızı) yatağı tipik bir örnektir (Kuzart, 1984; Toprak, 2006).

Altere ofiyolitlere bağlı olarak gelişen kriptokristalen dokulu manyezitlerde MgCO₃' u oluşturan elemanlardan Mg⁺² nin ultramafik kayalarındaki olivin ya da serpantinden kaynaklandığı bilinmektedir ve bu minerallerin alterasyonu 15 °C' ye kadar düşük sıcaklıklarda bile olabilmektedir (Barnes ve O' Neil, 1996).

Manyezitlerin oluşumunda en çok tartışılan konu CO₂' in kaynağıdır ve bazı yazarlara (Pohl, 1990; Rao vd., 1999; Zedef vd., 2000; Cengiz ve Kuşcu, 2003; Kuşcu vd., 2017)' göre CO₂ aşağıdaki kaynaklardan oluşmaktadır.

- 1) Atmosferik CO₂ (O' Neil ve Barnes, 1971), meteorik CO₂, kireçtaşlarının ve dolomitlerin dekarbonlaşması sırasında açığa çıkar (Abu-Jaber ve Kimberley, 1992).
- 3) Volkanojenik CO₂ (Ilich, 1968) .
- 4) Topraktaki organik malzemenin ayrışmasıyla oluşan toprak oluşumlu CO₂ (Zachmann ve Johannes, 1989)
- 5) Organik sedimanların dekarbonlaşmasıyla oluşan CO₂ (Fallick vd., 1991; Brydie vd., 1993).

6) Yukarıdakilerin birkaçının karışımıyla oluşan CO₂.

Kuşcu vd. (2017) Madenli sahasında Şakikaraağaç ofiyolitlerinde damar ve ağıs şeklinde oluşum gösteren manyezit oluşumlarının izotop değerlerinin ¹³C(PDB) ‰ -10.1 ile -11.4 ve ¹⁸O (SMOW) ‰ 26.8-28.1 arasında değiştiğini; oluşumda ise organik karbonca zengin şeyl ve denizel karbonatlardan gelen çözünmüş CO₂ bakımından zengin çözeltilerin Mg⁺²'yi bünyelerine alarak ultramafik kayaçların kırık ve çatlaklarında bu çözeltiden manyeziti çöktürdüğü şeklinde açıklamıştır.

4.6. Olivinin Kullanım Alanları

Kimyasal ve fiziksel özelliklerinin uygun olmasından dolayı olivin, günümüzde sanayinin pek çok farklı dalında endüstriyel hammadde olarak kabul görmüştür. Sertliği, refrakter özelliği ve tane boyu dağılımı onun önemli özelliklerindendir. Olivinin kullanım alanları DPT Olivin Raporundan (1995) alınan bilgilere göre aşağıda sunulmuştur.

4.6.1. Demir-çelik sanayi

Olivinin en çok kullanıldığı alan demir-çelik endüstrisidir. Olivin yüksek fırınlarda eritici ve cüruf düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Yüksek fırınlarda çelik üretimi için demir cevheri ve kok kömürü kullanılmaktadır. Bu hammaddeler yeteri kadar saf olmadığından gerekli olan ergirmede olivinin eritici olarak büyük rolü vardır. Cüruf içinde genellikle kireç (CaO), magnezyum (MgO), silika (SiO₂) ve alümina (Al₂O₃) bulunmaktadır. Bunlar bulundukları oran itibarı ile impuritelerin ortamdaki uzaklaşması için rol oynamaktadır. Burada baziklik oranı oldukça önemlidir. Bazik oksitlerin asit oksitlere oranının 0.8-1.2 arasında olması tercih edilmekte ve sülfür, fosfat gibi impuritelerin bu durumda en fazla miktarda cüruftan uzaklaştığı ileri sürülmektedir. Silika ve alümina genel olarak yüksek fırına konan demir cevheri içerisinde impurite şeklinde bulunur. Ancak baziklik oranını azaltmak için fırına doğrudan kuvars kumu konur. Olivinin konması ile cürufun MgO değeri artar ve dolayısı ile de akışkanlığı da artmış olur. Ancak cüruf bazikliğinin değişmemesi gerekir. MgO ve SiO₂ aynı oranlarda kullanılabilir. Olivindeki yüksek MgO değerlerinin, cüruf viskozitesinin yüksek fırındaki malzemelerin bileşimine bağlı

kalmaksızın hareket etmesini sağlaması diğer bir avantajdır. Dolomitte bu durum söz konusu değildir. Diğer taraftan olivin kullanıldığı zaman fırında bir başlangıç ısısına gerek bulunmamaktadır. Ayrıca, olivinin ateş kaybı dolomitten daha düşük olmaktadır. Olivinin sinterleşme olayına oldukça büyük katkıları olmaktadır. Olivin sinter tesislerinde kullanıldığında sinterleşme derecesini düşürmekte, böylece enerji kaynağı olarak kullanılan kok kömürü azalmakta ve sinterin sertliğinin artmasıyla kapasitesinin artması sağlanmaktadır. Bu proses ayrıca, demir minerallerinin fırında homojen bir şekilde dağılmasını sağlamakta ve böylece impuritelerin ortamda uzaklaştırılması da daha kolay olmaktadır. Olivinin diğer bir özelliği de fırındaki alkalilerin biraraya toplanmasına engel olmaktır. Çelik sanayinde olivin içeren peletlerin kullanıldığı da bilinmektedir.

4.6.2. Refrakter sanayi

Refrakter özelliği olivinin endüstriyel hammadde olarak kullanılmasında dikkati çeken bir olumlu yanıdır. Yüksek ergime derecesinden dolayı olivinden forsterit tuğla yapımı 1930 yılından beri sürdürülmektedir. Forsterit tuğlanın refrakterlik derecesi 1890°C civarından olup başta demir-çelik sanayisinde yüksek fırınlarda, çimento sektöründe ve yüksek ısının gerekterdiği pek çok fırında iç tuğla ve refrakter birçok malzeme yapımında kullanılmaktadır. Potaların iç kısmının kaplanmasında da olivin kullanılmaktadır. Olivinin kullanılmasındaki diğer bir avantaj da içerisinde bulunan malzemeyi daha çabuk soğutmasıdır.

Devamlı döküm elde etmede kullanılan tundislerin üretiminde de önemli miktarlarda olivin kullanılmaktadır. Tundislerden geçen eriyik cevher potalarda son şeklini alarak piyasaya sürülür. Özellikle tundislerin astar şeklinde kaplanmasında çok miktarda olivin püskürtülerek kullanılır.

Değişik oranlardaki olivinle fosfat, krom, karbon gibi minerallerin inorganik maddeler veya reçine ile bağlanmaları sonucu oluşturulan kimyasal bağlayıcı tuğlalar refrakter sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Refrakter endüstrisinde manyezitten oluşmuş refrakter oluşmuş tuğlanın kullanılması gayet doğaldır. Manyezitin refrakterlik derecesinin (2000°C' nin üzerinde)

olivinkinden daha yüksek olmasına karşılık, çeliği daha uzun sürede soğutması, olivine göre daha pahalı olması, manyezit yerine olivinin kullanılmasını günden güne artırmaktadır.

Olivin çöp ve benzeri atıkların yakılıp kül haline getirildiği fırınların üretiminde de özellikle ABD’de, Avusturya’da ve Pasifik kıyısı ülkelerde bol miktarlarda kullanılmaktadır.

4.6.3. Döküm sanayi

Zirkon ve kromitteki yüksek fiyat artışları, olivinin bu sanayi dalında kullanımının artmasına neden olmuştur. Esasen döküm sanayinde en fazla kuvars kumu kullanılmaktadır. Ancak döküm sırasında dökülen metalik malzemelerle kalıp arasında, problemli durumlarda olivinden yapılmış kalıplar tercih sebebidir. Kuvars kumları, döküm sırasında metal ile reaksiyona girmekte, olivin kalıp ise metalin bünyesine girmesine izin vermemektedir. Özellikle manganez çelik dökümünde sadece olivinden yapılmış kalıplar kullanılmaktadır. Silis kumu döküm sırasında düşük ergime sıcaklığına sebep olmakta, bu çeliğin kum üzerinde sinterleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle önce çelik üzerinde yanmalar olmakta sonra da çelik yüzeyinde delikler meydana gelmektedir. Olivin ise manganez çelik ile düşük ergime fazı oluşturmamaktadır.

Olivinin silis kumuna göre ısı karşısında oldukça düşük genleşme göstermesi, termal şoka karşı sürekli mukavemet göstermesi, daha kolay şekillendirilebilir olması, kısmen köşeli parçalardan oluştuğu için daha fazla kuru kırılma dayanımı göstermesi, olivinin işlem sırasında oldukça iyi kalsine olmasıyla yeniden kullanımının kolay olması ve silis kumlarının neden olduğu silikosis hastalığının olivinle çalışıldığında ortadan kalkmış olması gibi pek çok nedenle olivinin döküm sanayinde kullanımı silise karşı oldukça fazla sayıda avantaj ortaya koymaktadır.

4.6.4. Aşındırıcı olarak kullanımı

Yoğunluklarının 3,3-3,5 gr/cm³, sertliklerinin 6,5-7 ve genellikle köşeli tanelere sahip olmaları, olivinlere belirgin aşındırıcı özellikler kazandırmıştır. Birçok ülkede bina ve köprüler gibi yapıtların yüzeylerinin temizlenmesinde olivin

kullanılmaktadır. Kullanılan yüzeye göre 0,09 mm – 1,7 mm boyutlarında olan olivinler basınçlı hava ile temizlenecek yüzey üzerine püskürtülmek suretiyle kir, pas ve benzeri istenmeyen materyaller kolayca uzaklaştırılarak yüzey temizlenmektedir. Temizleme işlemine ilaveten düzgün yüzey veya girintili çıkıntılı yüzey elde etmek veya herhangi bir yapının veya dekorun bir kesiminin alınması içinde hava basınçlı toz olivinler kullanılmaktadır. Uzun deniz yolculukları yapan gemilerin dış yüzeylerinde korozyon nedeniyle oluşan aşınmalar ve yüzey boyalarındaki tahribat da olivin kumu kullanılarak yüzey boyayı tutacak hale getirilip yüzeyin yeniden boyanması sağlanmaktadır.

Avrupa’da bu amaç için 1988 yılından önce zaman zaman silis kumu kullanılmaktaydı. Silis kumunun döküm sanayinde olduğu gibi sağlığa zararlı olması nedeniyle bu tarihten itibaren kullanımı yasaklanmış, yerine serbest silis içermemesinden dolayı olivin kumu kullanılmaya başlanmıştır.

4.6.5. Elektrikli ısıtıcı (radyatör) olarak kullanımı

Bu ısıtıcılara Avrupa’da “Gece Isıyı Depo Eden Isıtıcılar (Night Storage Heaters)” denmektedir. Bir elektrikli malzemeden ısıyı absorbe eden ve depolayan radyatör şeklinde tasarlanmış olivinden yapılmış tuğlalar, belirli bir süre sonra özellikle gündüzleri bu ısıyı yayarak konutları ısıtmaktadır. 1965-1975 yıllarında Avrupa’da büyük oranlarda kullanılan bu radyatörler, daha sonraları elektrik fiyatlarındaki artışlar ve doğal gaz kullanımının yaygınlaşması gibi nedenlerle kullanımda sekteye uğramıştır. Olivin radyatörler ısıyı daha fazla tutması açısından manyezitli radyatörlere tercih edilmekle birlikte, son yıllarda demirden (manyetit) yapılmış radyatörlerin üretii de bu alanda olivin payını oluça küçültmüştür. Demirli radyatörler, yoğunluğunun fazla olmasından dolayı daha ince imal edilmekte, bu da daha fazla ısıyı depo etmesine ek olarak estetik bir görünüm oluşturmaktadır.

4.6.6. Ballast (denge) malzemesi

Olivin yüksek yoğunluğu nedeniyle bazı denge işlevlerinin esas olduğu alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle Kuzey Denizi’ndeki petrol platformlarını dengede tutmak için olivin kullanılmaktadır. Olivin bu platformlardaki betonların gözeneklerini gayet

iyi bir şekilde doldurarak, ağırlığından dolayı denge işlevine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, ağır beton uygulamalarında, liman platformları ve denizaltı boru hatlarında da olivin kullanılmaktadır. Kirlenmiş dok ve deniz yatakları için filtre ve örtü malzemesi olarak, beyaz asbest üretimi, su arıtma ve kaya yünü üretiminde de olivin kullanılmaktadır.

Tren yollarında sağlam ve dengeli bir temel sağlamak için de olivin çakılları kullanılmaktadır. Köşeli ve sağlam çakıllar burada iyi drenaj sağlayarak tren yolunun kaymasını önlemektedir.

4.6.7. Çevre teknolojilerinde

Asidik endüstriyel atıkların arıtılması, geri kazanılması veya nötralizasyonu çoğu kez mümkün olmaz veya çeşitli sorunlar ortaya çıkarır. Bunlardan en yaygın olanı asidik atık suların kireçtaşı ile nötralizasyonudur. Başlangıçta basit gibi görünen bu yöntem sonucunda bir müddet sonra kullanım alanı bulunmayan çok miktarlarda kirli jips vb katı atıklar önemli bir başka sorun olarak kendini gösterir. Son yıllarda geliştirilen teknolojiler sayesinde, büyük miktarlarda asit kullanan işletmeler, ilave bir proses kurarak hem sularını arıtıp çevreye temiz su vermekte hem de bu proses sayesinde sanayi değeri yüksek yan ürünler kazanmaktadır. Katı atık kalmamaktadır. Bu proseslerde olivin kullanılmaktadır. Olivinin sudaki çözeltisinde pH = 9-9,3 civarındadır. Proses başlangıçta 70-100°C sıcaklık gerektirmekle beraber, meydana gelen reaksiyonlar ekzotermik olduğundan daha fazla enerjiye ihtiyaç göstermez, sistem ısı yaymaya başlar. Dört kademede gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda ilk kademede çöktürülmüş silika kolayca filtre edilerek alınmaktadır. Yüksek saflıkta mikronize silika; kağıt, lastik, cam, seramik, temizlik ve deterjan sektörlerinde genel olarak dolgu malzemesi olarak tüketilmektedir. İkinci kademede yine kolayca filtrelenebilen mikronize manyetit elde edilmektedir. Elektrik sektöründe ve kopyalama makinelerinde toner olarak kullanılmaktadır. Üçüncü kademede ise gübre sanayinde ve kağıt endüstrisinde kullanım alanı olan magnezyum sülfat elde edilmekte ve nötralize edilmiş su atılmaktadır. Yine ara kademelerde atıkların içeriğine bağlı olarak Ni, Cr, Ti ve V gibi başka ürünler de kazanmak mümkündür.

4.6.8. Tarımda

Tarım alanlarında, 200 mikrondan ince öğütülmüş toz olivin hektara 1 ton kadar karıştırıldığında, yoğun asit yağmurlarına maruz kalan bölgelerde çok uzun yıllar tamponlama imkanı sağlar. Magnezyumca fakir topraklara olivin karıştırılır. Yine toprağın pH değerini dengelemek için olivin önemli bir kaynaktır.

4.7. Sanayide Kullanım Standartları

Endüstriyel bir mineral olarak kullanılan olivin, ilk defa 1930'lu yıllarda fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki uygunluk nedeniyle, zamanla pek çok sanayi dalında kullanılır hale gelmiş ve bugün hızla artan talep karşısında başlı başına bir olivin endüstrisi oluşturmuştur. Farklı sanayi alanlarındaki kullanım amaçlarına göre, talep edilen ürünlerde bir standardizasyon gerekliliği ortaya çıkınca, özellikle Norveç ve A.B.D. ticari olivinlerde birtakım fiziksel ve kimyasal özelliklere göre çeşitli standartlar geliştirmişlerdir. Endüstriye amaçlı kullanıma yönelik olivinlerde esas alınan standartlar, olivinlerin kimyasal bileşimleri, ateş kayıpları ve dane boyu dağılımları gibi özellikleridir. Bu standartlar kimyasal bileşimi baz alınarak Norveç A/S Olivin firmasının belirlenmiş ve aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Norveç A/S Ticari – Olivinin kimyasal bileşim standartları

Anaoksitler	NORVEÇ A/S
MgO	48-50
SiO ₂	42-43
Fe ₂ O ₃	6,8-7,3
Al ₂ O ₃	0,05-1,5
Ateş Kaybı	0,7-1,5

Dane boyu dağılımı olivinin endüstriyel amaçlı kullanımında oldukça önemli diğer bir parametredir. Farklı dane boyutları dağılımına sahip olivinler çeşitli sanayi alanları için kullanımda kolaylık sağlamaktadır. A.B.D.'nin özellikle döküm sanayi, refrakter sanayi ve kumlama kumu için kullanılan olivinlere yönelik olarak, dane boyu dağılımını esas alarak geliştirdiği AFS (American Foundry Society) standartları tüm dünyada kabul görmektedir.

Olivinin endüstriye hammadde olarak ilk kullanıldığı alan olan refrakter sanayinde 0-3 mm dane boyu aralığına sahip olivinler tercih edilmektedir. Elektrikli Ark Ocaklarında kullanılan olivinler oldukça geniş bir dane boyu aralığı sergilemektedirler. 1-5 mm, 2-6 mm, 2-8 mm, 3-9 mm, 3-8 mm aralığında dane boyu dağılımına sahip olivinler bu ocaklarda eksrantik alt ayarlama delik kumu olarak kullanılmaktadır. Piyasada en çok alıcısı olan olivin ürünlerinden birisi de kumlama kumudur. Kumlama kumu için kullanılan olivinlerde AFS 30, döküm kumu olarak kullanımda da AFS 50 standartları baz alınmaktadır. AFS 80 ve AFS 120 standartlarında üretilen olivinlerde döküm sanayinde ve refrakter sanayinde tüketimi en fazla yapılan ürünlerdir. Çevre teknolojileri, dengeleyiciler ve aşındırıcılar için kullanılan olivinlerin 0.5- -2 mm ve 1-6 mm dane boylarında standartlara sahip olması gerekir.

4.8. Olivin Oluşumlarının Ekonomik Durumu

Çalışma alanı içerisindeki olivinleri işleten Dakduklu Madencilik 2003 yılında ilk madencilik denemelerine başlamıştır. Barit üretimi ile başlayan sanayicilik serüvenini sırası ile manyezit, krom, boksit ve en sonunda olivin takip etmiştir. İşletme Eğirler Köyü mevkiindeki krom ve olivin cevherini demir çelik, refrakter, kumlama ve döküm sanayine kazandırmaya yönelik tüm çalışmalarını devam ettirmektedir.

Maden sahası, kaliteli olivin ocaklarından biri olarak görülür ve Isparta/Yalvaç Karayolu 17.km'de bulunmaktadır. Şirket 2006 yılında Olivin Kumu için; kırma, eleme, sınıflandırma ve paketleme fabrikasını hizmete sokmuştur (Şekil 4.28, 4.29, Şekil 4.30). Görünür rezerv 60.000.000 tondur (www.dakduklluminerals.com/).

Çalışma sahasındaki ocaklardaki olivince zengin kayaçların kalınlığından yola çıkarak aşağıdaki muhtemel-mümkün rezerv hesabı yapılmıştır.

Hacim=kalınlık*alan

Hacim=3 m*12232234 m² = 36696702 m³ olur.

Rezerv= hacim*yoğunluk

Rezerv(muhtemel-mümkün) = 36696702 *(d=3.0 g/cm³) = 110.090 106 ton



Şekil 4.28. Olivin Ocağında iş makinalarının yükleme işlemleri



Şekil 4.29. Olivin İşletmesinin zenginleştirme tesislerinin genel görünümü

Olivinlerin sanayide kullanılıp kullanılmayacağını denetleyen en önemli faktörlerden biri ateş kaybı değeridir. Çalışma sahasındaki olivin oluşumlarının ateş kaybı değerleri DK1-3 (% 4.5) ve DK2-1 (% 3) numuneleri hariç, diğer numunelerin

ateş kaybı değerleri % 0.1 ile % 2.8 arasında değerler sunmaktadır (Çizelge 4.1). Sanayide kullanılan olivinlerde standart değerlere göre bu değer % 2 yi geçmemesi gerekir. Ayrıca, olivinlerin MgO miktarının % 46'nın üzerinde olması, toplam demir oksit miktarının da %7-8 den fazla olmaması istenmektedir. Ayrıca, SiO₂ miktarının %38-42 arasında, diğer metal oksitlerin toplamının % 3 den az olması istenmektedir.



Şekil 4.30. Olivin İşletmesindeki kırma eleme sistemi

A/S Olivin standardı: % 48-50 MgO, % 42-43 SiO₂, %6,8-7,3 Fe₂O₃, %0,5-0,8 Al₂O₃, %0,05 - 0,10 CaO, %0,7-1,5 Ateş kaybı

A/S Olivin refrakter: % 49-51 MgO, %41,5-42,5 SiO₂, %6,5-7,0 Fe₂O₃, %0,4-0,5 Al₂O₃, %0,05-0,10 CaO, %0,2-0,5 Ateş kaybı

Çalışma sahasındaki olivinler MgO içeriği bakımından İsveç olivinlerine benzerlik göstermektedir. SiO₂ içerikleri dünyadaki olivin yataklarından biraz yüksek değerler sunmaktadır. Ateş kaybı değerleri genellikle dünya yatakları ile uyumlu olup birkaç numunede yüksektir (Çizelge 4.2). Çalışma sahasındaki olivin oluşumları, bir özel şirket tarafından olivin kumu kullanım amaçlı olarak açık işletme şeklinde işletilmektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, Madenli-Eğirler (Gelendost-Isparta) köyleri çevresindeki olivin oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve kullanılabilirliğinin araştırılmasını kapsar. İnceleme alanındaki olivin oluşumları, Beyşehir-Hoyran Naplarına bağlı Üst Eosen yerleşim yaşlı Şarkikaraağaç ofiyolitlerindeki harzburgitik peridotitler içerisinde bulunur.

Petrografik özelliklerine göre bu kayalar genellikle harzburgitten meydana gelmişler ve yer yer serpantinleşmişlerdir. Harzburgit numuneleri mineralojik olarak olivin, enstatit ve yer yer kromit bulundurur. Ayrışmış harzburgitler de serpantit, manyezit tespit edilmiştir.

Çalışma sahasının harzburgit numunelerinin ana oksit içerikleri; MgO % 41.32-45.74, SiO₂ % 41.98-44.59, Fe₂O₃ % 8.75-9.82, CaO % 0.15-1.27, Al₂O₃ % 0.10-1.11, ateş kaybı değerleri % 0.10-4.50 arasında değerler sunar. Çalışma sahasındaki olivinlerin anaoksit içerikleri ve ateş kaybı değerleri, Kuzey Carolina ile Georgia ve Handol (İsveç) olivin yatağının anaoksit içeriklerine ve ateş kaybı değerlerine benzerlik göstermektedir.

Madenli sahası olivin oluşumlarının major oksit içerikleri ve ateş kaybı değerleri olivinin endüstride kullanım için gerekli olan standart değerleri ile kısmen uyumlu olduğundan, endüstride kullanım için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sahadaki olivin oluşumları kırma, eleme, sınıflandırma ve paketleme işlemlerinden sonra olivin kumu olarak kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ağrılı, H., 1999. Batı Anadolu Bölgesi Olivin Potansiyeli. BAKSEM'99 Bildiri Özleri Kitabı, 388-392.
- Ağrılı, H., Kayan, T., Öztürk, O.Ç., Ovayurt, M., Özkan, Y.Z., 2001. Türkiye Olivin Aramaları Projesi Orhaneli-Bursa, Tavşanlı-Kütahya Yöresi, Prospeksiyon Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10493 (yayımlanmamış).
- Ağrılı, H., 2019. Magnesite and Olivine Deposits of Turkey. Mineral Resources of Turkey: Part of the Modern Approaches in Solid Earth Sciences book series (MASE, 16), 731-746.
- Andrew, T., Robertson, A., 2002. The Beyşehir-Hoyran-Hadım Nappes: Genesis and Emplacement of Mesozoic Marginal and Oceanic Units of the Northern Neotethys in Southern Turkey. *Journal of the Geological Society*, 159, 529-543.
- Aydal, D., 1989. Gold- Bearing Listwaenite in Araç Masif, Kastamonu, Turkey *Terra Nova*, 2, 43-52.
- Bacak, G., 2003. Dağardı Güneyi (Tavşanlı-Kütahya) Ofiyoliti'nin Mineralojik Petrografik ve Petrojenetik İncelenmesi. Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. s.283.
- Barnes, L., O'Neil, J.R., 1969. The Relationship Between Fluid in Some Fresh Alpine-Type Ultramafics and Possible Modern Serpentinisation, Western United States. *Geological Society of America Bulletin*, 80, 1947-1960.
- Boray, A., Şaroğlu, F., Emre, Ö., 1985. Isparta Büklümünün kuzey kesiminde Doğu-Batı daralma için bazı veriler. *Jeoloji Mühendisliği*, 23, 9-20.
- Bowen, N.L., Tuttle, O.F., 1949. The System MgO-SiO₂-H₂O. *Geological Society of America*, 60, 439-460.
- Brydie, J.R., Fallick, A.E., Ilich, M., Maliotis, G., Russell, M. J., 1993. A Stable Isotopic Study Of Magnesite Deposits In The Akamas Area, N.W. Cyprus: *Institution Of Mining And Metallurgy Transactions*, V. 102, Sec.B, P. B50-B53.
- Bucher, K., Frey, M., 1994. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. 6th Edition Complete Revision of Winkler's Textbook, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 144-169.
- Buisson, G., Leblanc, M., 1986. Gold-Bearing Listwaenites (Carbonized Ultramafic Rocks) From Ophiolite Complexes. In: Gallagher, M.J., Ixer, R.A., Neary, C.R., and Prichard, H.M., (Eds.) *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks*, Proceedings, The Institution of Mining and Metallurgy, London, 121-131.

- Capadri, S., Rosi, A., 1973. Conditions Governing the Formation of Ophicalcites and Listwaenites. Bulletin of Geological Society of Greece, X, 1, 278-279.
- Cengiz, O., Kuşcu, M., 2003a. Evolution and Geochemical Characteristics of Listwaenites between Madenli and Belceğiz (Gelendost-Sarkikaraagac, Isparta-Turkey), Proceedings of the 7th Biennial SGA Meeting, 24-28 August 2003, Athens-Greece, V.1, p. 567-570.
- Cengiz, O., Kuşcu, M., 2003b. Madenli (Gelendost, Isparta) Manyezit Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Jeokimyasal Özellikleri. Çukurova Üniversitesi Yer Bilimleri-Geosound Dergisi, Aralık, Sayı 43, 45-61.
- Cengiz, O., Kurşunoğlu, M., 2016. Investigation of Usability as Industrial Raw Material of Olivine Occurrences: A Case Study from Gelendost-Isparta, Southwestern Turkey. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 44, IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315 / 44/5 / 052018.
- Cengiz, O., Şan, M., Yıldız, H., 2016. Investigation of Usability as Industrial Raw Material of Olivine Occurrences: A Case Study from Şarkikaraağaç-Isparta, Southwestern Turkey. 16th International MultiDisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 Book 1, Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining, Conference Proceedings 30 June-6 July 2016, Albena-Bulgaria. 1, 281-288.
- Cengiz, O., Başpınar Tuncay, E., Dedeoğlu, D., 2017. Madenli (Yalvaç-Isparta) ve Belceğiz (Şarkikaraağaç-Isparta) Sahalarındaki Olivin Oluşumlarının Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uluslararası Katılımlı 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu, 3-6 Mayıs 2017, Adana/Türkiye, 121-122.
- Cengiz, O., Kurşunoğlu, M., 2019. Madenli ve Eğirler Köyleri (Gelendost-Isparta) Çevresinde Yer Alan Ultrabazik Kayaçlardaki Olivin Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Durumu, S.D.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, BAP Proje No: 3987-YL2-14.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 2003. Kinematic Evidence for Late Mesozoic–Miocene Emplacement of the Lycian Allochthon over the Western Anatolide Belt, SW Turkey. Geological Journal 38, 295–310.
- Çapan, U., Buket, E., 1975. Aktepe-Gökdere Bölgesinin Jeolojisi ve Ofiyolitli Melanj. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 18 (1), 11-16.
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M., 2006. Characteristics of Ophiolite-related Metamorphic Rocks in the Beyşehir Ophiolitic Mélange (Central Taurides, Turkey), Deduced from Whole Rock and Mineral Chemistry. Journal of Asian Earth Sciences, 26, 461-476.
- Çevik, E., 2005. Topuk Köyü Civarındaki (Orhaneli-Bursa) Dunitlerin Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Olivin Açısından Endüstriyel Kullanımın

Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 96.

Çevik, E., Örgün, Y., 2007. Orhaneli Olivine. *Industrial Minerals*, 42-49.

DPT Olivin Raporu, 1995. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu: Seramik-Refrakter-Cam Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, Ankara, Olivin Dosyası, 68-87.

DPT Olivin Raporu, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu: Toprak Sanayi Hammaddeleri Çalışma Grubu Raporu, Ankara, Olivin Dosyası, 68-87.

Demirkol, C., 1977. Yalvaç-Akşehir Dolayının Jeolojisi. (Doçentlik Tezi), Selçuk Üniv., Jeoloji Bölümü, Konya.

Demirtaşlı, E., 1984. Stratigraphy and Tectonics of the Area between Silifke and Anamur, Central Taurus Mountains. *Geology of the Taurus Belt*, Inter. Symp., 125-142, Ankara.

Dietz, R.S., 1962. Ocean Basin Evolution by Sea-Floor Spreading, In *Continental Drifts*, S.K.Runcorn (Edit.), Academic Pres, New York, 289-298.

Dilek, Y., Rowland J.C., 1993. Evolution of A Conjugate Passive Margin Pair in Mesozoic Southern Turkey. *Tectonics*, 12, 954-970.

Dupuis, C., Hebert, R., Dubois-Cote, V., Guilmette, C., Wang, C.S., Li, Y.L., Li, Z.J., 2005. He Yarlung Zangbo Suture Zone Ophiolitic Melange (Southern Tibet): New Insights from Geochemistry of Ultramafic Rocks. *Journal of Asian Earth Sciences* 25, 937-960.

Elitok, Ö., 2000. Şarkikaraağaç (Isparta) ve Çevresinin Jeoloji, Mineraloji ve Petrografisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı, 220 s., Isparta.

Elitok, Ö., 2002, Beyşehir-Hoyran Napları İçerisinde Yeralan Şarkikaraağaç (Isparta) Ofiyoliti' nin Jeolojisi ve Petrografisi. *S.D.Ü. Fen Bil. Enst. Derg.*, Isparta, 6(2), 146-169.

Elitok, Ö., 2003. Şarkikaraağaç (Isparta) Ofiyolit Tabanı Metamorfizmlerinin Jeolojisi ve Petrografisi (GB Türkiye). Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 7 (2), 209-231.

Engin, T., Sümer, L., 1986. Kefdağ-Kerpin (Guleman-Elazığ) Yöresinin Jeolojisi ve Batı Kef-Doğu Kef Krom Yataklarının Maden Jeolojisi Raporu, MTA Raporu (yayınlanmamış) 161 s.

Erarslan, C., Çevik, E., Örgün, Y., Ağrılı, H., 2009. 21. Yüzyılda Olivin ve Türkiye'nin Olivin Potansiyeli. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, MTA, 88-89.

- Evans, A.M., 1993. Ore Geology and Industrial Minerals. Third Edition, Blackwell Sci. Publ., London, 389 s.
- Evans, B.W., Johannes, W., Oterdoom, H., Trommsdorff, V., 1976. Stability of Chrysotile and Antigorite in the Serpentine Multisystem, Schweiz. Mineralogy and Petrology of Mitteilungen, 56, 79-93.
- Fallick, A.E., Ilich, M., Russell, M.J., 1991. A stable Isotope Study of the Magnesite Deposits Associated with the Alpine-Type Ultramafic Rocks of Yugoslavia, Economic Geology, vol. 86, pp. 847-861.
- Faure, G., 1991. Principles and Applications of Inorganic Geochemistry. Macmillan Publishing Company, New York, 629 pp.
- Genç, Y., Gorzawski, H., Amstutz, G.C., 1990. Silica-Carbonate-Talc Alteration of the Serpentinite from the Narman Karadağ Ophiolitic Complex (Erzurum-Turkey): Its Mineral Paragenesis and Chemistry. International Earth Sciences Congress on Aegean Regions (IESCA-1990), October 1-6, 1990, İzmir-Turkey, M.Y. Savaşın and A.H.Eronat (Eds.), Proceedings I, 246-255.
- Gültekin, A. H., Örgün, Y., 2003. SE-TAT Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Adına Yapılan Ultrabazik Kayaçların (Bursa-Orhaneli) Olivin İçerik ve Dağılımlarını Gösterir Rapor. İTÜ. Maden Fakültesi Vakfı İktisadi İşletmeleri.
- Harben, P.W., Smith, Jr. C., 2006. Olivine. Industrial Minerals and Rocks, 679-683.
- Hassanipak, A.A., Ghazi, M.A., 2000. Petrology, Geochemistry and Tectonic Setting of the Khoy Ophiolite, Northwest Iran: Implications for Tethyan Tectonics. Journal of Asian Earth Sciences 18, 109-121.
- Hess, H.H., 1962. History of Ocean Basins in Petrologic Studies. Buddington Volume, Geological Society of America, Colorado, 599-620.
- Hostetler, P.B., Coleman, R.G., Mumpton, F.A., Evans, B.W., 1996. Brucite in Alpine Serpentinites. The American Mineralogists, 51, 75-98.
- Ilich, M., 1968. Problems of the Genesis and Genetic Classification Of Magnesite Deposits. Geol. Caro. 19. 149-160.
- İrkeç T., Kapkaç, F., 1989. Türkiye'nin Bilinen Manyezit Yatak ve Zuhurlarının Yapılması ile Aramalara Yönelik Öneriler. Maden Tetkik ve Arama Raporu Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8863, Ankara (yayınlanmamış).
- Johannes, W., 1969. An Experimental Investigation of the System MgO-SiO₂-H₂O-CO₂. American Journal Science, 267, 1083-1104.

- Karaman, M.E., 1989. Eğirdir, Kovada, Kaşıkara ve Burdur Geç Senozoyik Havzalarının Yapısal Evrimi ve Ekonomik Potansiyeli. Türkiye Jeomorfoloji Bülteni, 0-0.
- Kashkai, M.A., Allakverdiev, S.H.I., 1965. Listwaenites, their Origin and Classification. (Izdat. Akad.Nauk Azerbaifzhanskoi SSSR, Baku, 1965). U.S.Geological Survey (Translated by Vitaliano, D.B. for UGSG in 1982), 212 pp.
- Kaysavuk, T., 2011. Madenli (Gelendost-Isparta) Çevresindeki Manyezit ve Olivin Oluşumları. Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (Bitirme Tezi), Isparta.
- Koç, Ş., Kadioğlu, Y., 1996. Mineralogy, Geochemistry and Precious Metal Content of Karacakaya (Yunusemre-Eskişehir) Listwaenites. Ofioliti, 21 (2), 125-130.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta) Dolayının Tektoniği. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26 (1), 1-10.
- Kuşcu, M., Cengiz, O., Kahya, A., 2017. Trace Element Contents and C-O Isotope Geochemistry of the Different Originated Magnesite Deposits in Lake District (Southwestern Anatolia), Turkey. Arab J Geosci 10, 339, 1-21.
- Kuzart, M., 1984. Industrial Minerals and Rocks; Elsevier, London, 445 s.
- Moody, J.B., 1976. Serpantinization: A Review. Lithos, 9, 125-138.
- O'Driscoll, M., 2006. A Choice of Flux. Industrial Minerals, June, 46-49.
- O'Hanley, D.S., 1996. Serpantinites: Records of Tectonic and Petrological History. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 34, 277 pp.
- Olsen, E.J., 1963. Equilibrium Calculations in the System Mg, Fe, Si, O, H and Ni. American Journal Science, 261, 943-956.
- O'Neil, J.R. and Barnes, I., 1971. C₁₃ and O₁₈ composition in some fresh-water carbonate associated with ultramafic rocks: Western United States: Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 35, p. 687-697.
- Ovayurt, M., Öztürk, O.Ç., Kayan, T., Ağrı, H., 2007. Türkiye Olivin Aramaları Projesi. Marmaris (Muğla)-Antalya-Yeşilova (Burdur)- Isparta-Karaman-Pozantı (Adana)-Mersin Ofiyolitleri Olivin Prospeksiyon Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 11015, Ankara, s.29.
- Örgün, Y., Erarslan, C., 2012. 21.Yüzyılda Olivin ve Türkiye'nin Olivin Potansiyeli. Madencilik Türkiye, 62-74.
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 19, 65-78.

- Özgül, N., Turşucu, A. 1984. Stratigraphy of the Mesozoic carbonate sequence of the Munzur Mountain: In: O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds.), Geology of the Taurus Belt; International Symposium Proceedings, 173-180, MTA, Ankara.
- Özgül, N., 1997. Bozkır-Hadım-Taşkent (Orta Toroslar'ın Kuzey Kesimi) Dolayında Yeralan Tektonostratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. MTA Dergisi No: 119, 113-174.
- Öztürk, E.M., Öztürk, Z., Acar, Ş., Ayaroğlu, A., 1977. Şarkikaraağaç (Isparta) ve Dolayının Jeolojisi: MTA., Rap. No: 7045, 190 s. (yayınlanmamış).
- Öztürk, E.M., 1981. 1/25 000 Ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası, Afyon L26-d1 Paftası, Türkiye Jeoloji Veri Tabanı. Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara
- Öztürk, M.E., Dalkılıç, H.; Ergin, A., Avşar, Ö.P., 1981. Sultandağı Güneydoğusu ile Anamasdağı Dolayının Jeolojisi. MTA. Rap. No: 8191 (yayınlanmamış).
- Pedersen, W.E., Neumann, E.R., Burke, E.A.J., Vannucci, R., Bottazzi, P., Ottolini, L., Gjonnes, J., Hansen, V., 2000. Origin and Structural Character of Hauyness in Spinel Dunite Xenoliths from La Palma, Canary Islands. American Mineralogist 85, 1397-1405.
- Pinus, G.V., 1971. Heavy Oxygen Isotope of the Olivine from the Ultramafic Rocks as Indicator of Their Genesis. Journal of Geophysical Research, 76 (5), 1339-1341.
- Pohl, W., 1990. Genesis of Magnesite Deposits-Models and Trends. Geol. Rundschau 79: 291-299.
- Poisson, A., 1977. Recherches Geologiques Dans Les Taurides Occidentales (Turquie). These Doct d'Etat, Univ. Paris- Sud, Orsay, France (unpublished).
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F., Uysal, Ş., 1984. The Isparta Angle; A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides: Tekeli, O. Ve Göncüoğlu. M.C. ed.. Geology of the Taurus Belt. MTA Yayını, 11-26. Ankara.
- Polat, A., Casey, J.F., 1995. A Stuructural Record of The Emplacement of the Pozantı-Karsantı Ophiolite Onto the Menderes-Taurus Block in Tthe Late Cretaceus, Eastren Taurides, Turkey. J. Structural Geology 17. 1673-1688.
- Rao, B.K., Sethumadhv, M.S., Prasad, M.H., Mahabaleshwar, T.D., Rao, A.V., 1999. Features and Genesis of Vein-Type Magnesite Deposits in the Doddakanya Area of Karnataka, India: Journal of the Geological Society of India, V.54, issue. 5, 449-465.
- Roberts, J., 2010. Olivine Eyes Niche Markets on European Steel Slumps. Industrial Minerals, December, 19-21.

- Şan, M., Yıldız, H., Cengiz, O., 2016. Belceğiz (Şarkikaraağaç-Isparta) Olivin Oluşumlarının Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Bildiri Özleri Kitabı, 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı MTA Kültür ve Kongre Merkezi, 11-15 Nisan 2016, Ankara, 364-365.
- Şenel, M., 1984. Discussion on the Antalya Nappes. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt. (Ed. By O.Tekeli and C. Göncüoğlu), Proceedings 26-29 September 1983, 41-52, Ankara.
- Şenel, M., Gedik, İ., Dalkılıç, H., Serdaroğlu, M., Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Bölükbaşı, A.S., Korucu M., Özgül N., 1996. Isparta Büklümü Doğusunda, Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafisi (Batı Toroslar), MTA Dergisi 118, 111-160.
- Tekeli, O., Aksay, A., Ürgün B. M., Işık, A., 1984. Geology of the Aladağ Mountains: In: Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C. (eds), Geology of the Taurus Belt, 143-158.
- Toprak, Y., 2006. Yukarıtirtar-Aşağıtirtar Köyleri (Isparta kuzeydoğusu) Arasında Gözlenen Manyezit Yatağının Oluşumu ve Kökeni, Doktora Tezi..
- Tüysüz, N., 1991. Geology and Geochemistry of Listwaenites and Gold Occurences in Kağızman-Kars Region (Eastern Turkey). Unpublished Ph.D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 132 pp.
- Uçurum, A., 1996. Geology, Geochemistry and Mineralization of the Silica-Carbonate Alteration (Listwaenite) from Late Cretaceous Ophiolitic Melanges at Cürek-Divriği in Sivas, at Güvenç, Karakuz-Hekimhan in Malatya Province, Central East Turkey. Ph.D.Thesis, University of Nevada, Reno NV-USA, 169 pp.
- Uçurum, A., 2000. Listwaenites in Turkey: Perspectives on Formation and Precious Metal Concentration with Reference to Occurrences in East-Central Anatolia. Ofioliti, 25 (1), 15-29.
- Wenner, D.B., Taylor, H.P.Jr., 1971. Temperatures of Serpantinization of Ultramafic Rocks Based on ¹⁸O/¹⁶O Fractionation Between Coexisting Serpentine and Magnetite. Contribution to Mineralogy and Petrology, 32, 165-185.
- Wilson, J.L., 1974. Carbonate Facies in Geologic History. Springer Verlag Newyork Heidelberg Berlin, p.471.
- Yağmurlu, F., 1991. Yalvaç-Yarıkkaya Neojen Havzasının Stratigrafisi ve Depolanma Ortamları. Türkiye Jeoloji Bülteni, 2 (34), s 19.
- Yoder, H.S., 1967. Spilites and Serpantinites. Carnegie Inst., Washington Year Book, 65, 269-279.
- Zachmann, D.W. and Johannes, W., 1989. Cryptocrystalline Magnesite In: Magnesite. Geology, Mineralogy, Geochemistry and Formation of Mg-

Carbonates (Monograph Series on mineral deposits, 28) (Ed. By. pMöller), p. 15-28.

Zedef, V., Döyen, A., 1999. Kızıldağ Ultramafikleri İçinde Yeni Bulunan Dünyanın Bilinen İkinci Büyük Olivin Yatağı. S. Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., 14 (2), 89-90.2, 243-246.

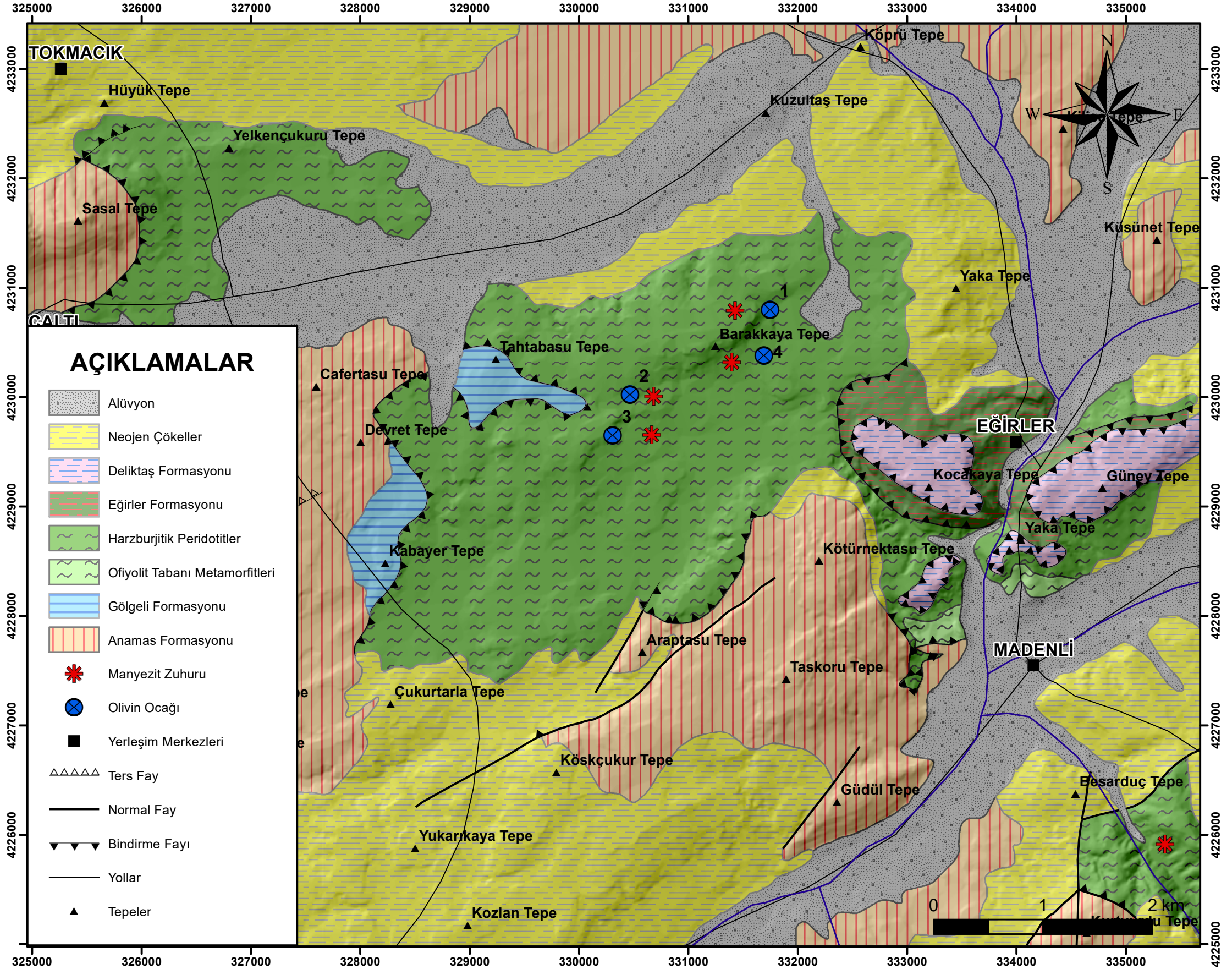
Zedef, V., Russell, M.J., Fallick, A.E., 2000. Genesis of Vein Stockwork and Sedimentary Magnesite and Hydromagnesite Deposits in the Ultramafic Terranes of Southwestern Turkey: A Stable Isotope Study. Economic Geology, 95, 429-446.

Zedef, V., Döyen, A., 2001. Olivin: Türkiye’de Tanınmayan Çok Amaçlı Kullanımı Olan Bir Hammadde ve Ülkemiz Olivin Potansiyeline Bir Örnek-Kızıldağ (Akseki-Antalya) Olivin Yatağı. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü ve TMMOB Maden Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 18-19 Ekim 2001, 299-303, İzmir.

Zedef, V., Döyen, A., Öncel, M.S., 2004. Chemical and Physical Properties of the Kızıldağ Olivines: Agiant Olivine Deposit, Antalya, SW Turkey. Ofioliti, 29, 243-246.

<http://www.dakdukluminerals.com/>

<http://www.mta.gov.tr>, 2015.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mustafa KURŞUNOĞLU

Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : kursunoglu19@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Şehit Nuri Pamir Y.Dil Ağırlıklı Program Uygulayan Liseler
(Ankara-Mamak, 2003)

Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, 2013

Mesleki Deneyim

Özkeskin İnşaat Taahhüt Nak.Tur.San.ve Tic. Ltd.Şti.. 2013-2014

Türkmen İnşaat Ali Alkın Türkmen 2014-2015

Isparta İl Özel İdaresi İmar ve Kentsel İyileştirme Müdürlüğü 2016-

Yayınlar

Cengiz, O., Kurşunoğlu, M., 2016. Investigation of usability as industrial raw material of olivine occurrences: A case study from Gelendost-Isparta, southwestern Turkey. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 44, IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315 / 44/5 / 052018.

Cengiz, O., Kurşunoğlu, M., 2014. Madenli ve Eğirler Köyleri (Gelendost-Isparta) Çevresinde Yer Alan Ultrabazik Kayaçlardaki Olivin Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Durumu, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi, BAP Proje No: 3987-YL2-14.