ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ESKİŞEHİR-MİHALIÇÇIK-KARAÇAM KÖYÜ CİVARI YEŞİL RENKLİ KALSEDON OLUŞUMLARININ JEOLOJİ, MİNERALOJİ VE GEMOLOJİSİ

Elif KILIÇ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Elif KILIÇ tarafından hazırlanan **"Eskişehir-Mihalıççık-Karaçam Köyü Civarı Yeşil Renkli Kalsedon Oluşumlarının Jeoloji, Mineraloji ve Gemolojisi"** adlı tez çalışması 20/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç.Dr. Zehra Semra KARAKAŞ
Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Başkan: Doç.Dr. Elif VAROL MURATÇAY
Hacettepe Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof.Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU
Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç.Dr. Zehra Semra KARAKAŞ
Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak beyan ederim.

20.12.2019



Elif KILIÇ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ESKİŞEHİR-MİHALIÇÇIK-KARAÇAM KÖYÜ CİVARI YEŞİL RENKLİ KALSEDON OLUŞUMLARININ JEOLOJİ, MİNERALOJİ VE GEMOLOJİSİ

Elif KILIÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ

Eskişehir-Mihalıççık-Karaçam Köyü civarında yüzeyleyen Üst Kretase yerleşimli ofiyolit birimlerindeki peridotit ve serpantinleşmiş peridotitler ile silisleşmiş birimler içerisinde farklı renklerde Kalsedon oluşumları izlenmektedir. Bu çalışma ile Karaçam köyü Adatepe ve Belek sektörleri civarında bulunan farklı renklerdeki kalsedonların jeolojik, mineralojik-petrografik (XRD, raman spektroskopisi), jeokimyasal ve gemolojik özellikleri incelenmiştir.

Çalışma alanında iki tür kromit içerikli kromlu kalsedon oluşumu olabileceği düşünülmektedir. Birinci tür, çalışma alanının Belek sektöründe gözlenen koyu yeşil renkli kalsedonlar olup, doğrudan serpantinitler ve lateritleşmiş serpantinitler içinde bulunurlar. İkinci tür ise Adatepe sektörü içinde beyaz-krem renkli silisleşmeler içinde lateritlerle birlikte gözlenen genellikle beyaz ile yeşil arasında değişen renkler sunan ve aynı zamanda açık gri, gri, kahve ve kızıl renkli kalsedonları da içeren oluşumlar şeklindedir. Mikroskobik verilerde mikrokristalen kuvars, ağsal biçimde gelişmiş kalsedon damarcıkları ve dolgularına, kromit-hersinit ile hematit ve götit türü demir bileşenlerinden oluşan opak minerallere rastlanmıştır. X-Işınları kırınımı ve konfokal raman spektroskopisi çalışmalarında alfa kuvars, kristobalit, tridimit ve moganit ile melanofilogit mineralleri ile amorf silika belirlenmiştir. Saha verileri ve melanofilogit mineralleri beyaz renkli silisleşmelerin hidrotermal çözeltilerle oluşmuş olabileceklerini düşündürmektedir. Birinci tür oluşumlu örneklerde Cr, Ni, Al ve V ile Co element içerikleri, ikinci türdeki oluşumlara göre daha yüksektir. Bu kalsedonların gemolojik verilere göre ışık kırma indisleri 1.53 ve 1.54, özgül ağırlık değeri 2.53 bulunmuştur. Krom içeriği yükseldikçe chelsea filtresi ile bu tür yeşil kalsedonların daha pembe renkler sergiledikleri belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, Karaçam köyü civarında kromit içerikli yeşil renkli kalsedonların varlığı belirlenmiş olup, bunların literatürdeki diğer yeşil renkli kromlu kalsedonlarla karşılaştırılmaları yapıldığında incelenen kalsedon oluşumlarından kısmen farklı karakteristikler sergilediği belirlenmiştir.

Aralık 2019, 112 sayfa

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Karaçam Köyü, Yeşil Kalsedon, Serpantinleşmiş Peridotit, Gemoloji, Laterit

ABSTRACT

Master Thesis

GEOLOGY, MINERALOGY AND GEMMOLOGY OF GREEN COLOREDCHALCEDONY OCCURENCES AROUND KARAÇAM VILLAGE, MİHALIÇÇIK- ESKİŞEHİR

Elif KILIÇ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ

The different color of chalcedony occurrences is observed in peridotites, serpantinized peridotites of ophiolites emplaced at Upper Cretaceous and silicified units around Karaçam Mihalıççık village of Eskişehir. In this study, the geological, mineralogical-petrographical (XRD, Raman spectroscopy), gemmological and geochemical features and characteristics of chalcedonies in different colors at Adatepe and Belek sectors around Karaçam village area are investigated.

It is supposed that there should be chromite bearing two chrome chalcedony occurrences in the investigated area. The first type occurrence is represented by dark green chalcedonies and is located in serpentinites and lateritic serpentinites in Belek sector. The second type chalcedonies are mostly white to green and additionally light grey, grey brown and reddish brown in colors and are observed in white to cream colored silicifications together with lateritized serpentinites.

Microscopic studies have revealed cryptocrystalline quartz, stockwork type chalcedony veins and fillings and chromite-hercynite and goethite, hematite type iron oxide ores as opaque minerals. Alpha quartz, cristobalite, tridymite, moganite, melanophlogite and amorphous silica minerals are detected by XRD and confocal raman spectroscopy studies. The field investigations and melanophlogite mineral findings assume that white colored silicification should have been formed by hydrothermal solutions. Cr, Ni, Al, V and Co element contents at the first type of chalcedony occurences are higher than the second type chalcedony occurences. Gemmological tests applied to these chalcedonies display refractive index of 1.53 to 1.54 and specific gravity of 2.53. As the chromium contents of samples get higher, the pink reactions on Chelsea Filter get stronger. According to obtained data, the existence of chromium chalcedony occurrences is shown in Karaçam Village region. When compared with their geochemical and gemmological characteristics with the ones cited in literature, they display different characteristics than the other green chalcedony occurrences of the world.

December 2019, 112 pages

Key Words: Eskişehir, Karaçam Village, Green Chalcedony, Serpentinized Peridotites, Gemology, Laterite

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, yanında çalışmaktan onur duyduğum ve örnek edindiğim, danışmanım Sayın Doç. Dr. Zehra Semra KARAKAŞ' a (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü),

İnceleme alanımızı öneren, arazi ve laboratuvar çalışmalarımız sırasında yalnız bırakmayan ve tezin oluşturulmasında katkıda bulunan Sayın Doç. Dr. İ. Sönmez SAYILI'ya (Fe-Ni Madencilik Limited Şirketi),

Saha incelemelerimize müsaade eden ve jeokimyasal analizlerin yapılmasına destek sağlayan Fe-Ni Madencilik Limited Şirketi'ne,

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde katkı sunan ve kendi analiz sonuçları ile karşılaştırmamıza izin veren Dr. Çiğdem LÜLE'ye (Kybele LLC),

Jeokimyasal analizler ile Raman Spektrometre analizlerin yapılmasına destek veren Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü),

Raman Spektometre analizlerinin laboratuvarda yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Kıymet DENİZ'e (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü),

Jeolojik haritaların çizimini yapan Uzman Dr. Sinan Akıska ile XRD difraktogramlarının çizimlerinde yardımcı olan Yunus Emre OKUR'a,

Gemolojik incelemeler için kalsedon örneklerinin faset ve kaboşon kesimlerini hazırlayan Jeoloji Yüksek Mühendisi İlhan AKDAĞ'a,

Çalışmamızı destekleyen ve maddi katkı sağlayan Altınkaynak Kuyumculuk ve Mücevherat A.Ş.'tine,

Tez çalışmalarım süresince fedakârlık göstererek beni destekleyen ailem, eşim ve çocuklarıma en derin duygularımla teşekkür ederim.

Elif KILIÇ
Ankara, Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK i
ÖZET ii
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR iv
KISALTMALAR DİZİNİ vii
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZİNİ xii
1.GİRİŞ 1
1.1 İnceleme Alanı 1
1.2 Çalışmanın Amacı 2
1.3 Materyal ve Metod 2
1.3.1 Literatür derlemesi 2
1.3.2 Arazi çalışmaları 2
1.3.3 Laboratuvar çalışmaları 5
1.3.4 Büro çalışmaları 6
1.4 Önceki Çalışmalar 6
3. İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ 22
3.1 Serpantinleşmiş Peridotitler ve Serpantinitler 22
3.2 Gabrolar 23
3.3 Lateritler 25
3.4 Beyaz (boz-krem) Renkli Silisleşmeler 26
4. BULGULAR 38
4.1 Makroskobik İncelemeler 38
4.2 Mineralojik ve Petrografik İncelemeler 40
4.3 X-Işınları Kırınımı (XRD) Çalışmalar 49
4.4 Raman Spektroskopisi İncelemeleri 56
4.5. Jeokimya 68
4.5.1 Ana element jeokimyası 69
4.5.2 Eser element jeokimyası 73

4.6 Gemolojik İncelemeler 76
4.6.1 Renk tanımlamaları 76
4.6.2 Örneklerin ışığı kırma indislerinin belirlenmesi 80
4.6.3 Özgül ağırlık ölçümü 82
4.6.4 Ultraviyole ışın lambası ile incelemeler 84
4.6.5 Polariskop ile incelemeler 84
4.6.6 Optik spektroskobik incelemeler 85
4.6.7 Polarizan mikroskop incelemeleri 87
4.7 Kesim (Lapidary) 91
5. TARTIŞMA 94
6. EKONOMİK DEĞERİ 102
7. SONUÇLAR 103
KAYNAKLAR 104
EK 1 İnceleme Alanının Ölcekleme ve Jeoloji Haritası 111
ÖZGEÇMİŞ 112

KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM	American Standart for Testing Material
CRS	Konfokal Raman Spektrometre
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
EDS	Enerji Dağılımlı X- Işınları
GIA	Gemmological Institute of America
LA-ICPMS	Laser Ablation-İnductively Coupled Plasma Mass Spectrometer
LRS	Lazer Raman Spektroskopisi
MAT	Maden Analiz ve Teknoloji
MTA	Maden Tetkik ve Arama
PPM	Milyonda Bir Kısım
XRD	X- Işınları Kırınımı
XRF	X- Işınları Floresans

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası 1
Şekil 2.1 Türkiye'nin tektonik haritası (İAKK: İç Anadolu Kristalen Kompleksi; BF: Bornova Fliş Zonu) (Okay 2011' den alınmıştır) 13
Şekil 2.2 Karaçam köyü batısı ve güneyini içeren bölgenin jeoloji haritası (Gözler vd. 1996 tarafından çizilen Eskişehir İ 26 nolu 1: 100 000 ölçekli haritadan değiştirilerek alınmıştır; litolojik açıklamalar Şekil 2.3' de verilmiştir) 16
Şekil 2.3 Beylikova ile Karakaya köyünün batısının tektono-stratigrafik sütun kesiti (Gözler vd. 1996' dan yararlanılarak hazırlanmıştır) 17
Şekil 2.4 Karaçam güneyi ve Sivrihisar civarının jeoloji haritası (Okay (2011)' den alınmış olup, A-A' kesitindeki yanlış yazılmış olan Alt Karakaya ifadesi Üst Karakaya olarak düzeltilerek verilmiştir) 18
Şekil 3.1(a) Adatepe ve batısındaki yaklaşık serpantinit-laterit dokanağı ve EBS-1 örneğinin alındığı yer, (b) Adatepe'nin batısındaki yol üzerinde yer alan serpantinit veya serpantinleşmiş peridotit yüzleği ile lateritleşme başlangıç seviyeleri. (EBS-1 örneğinin alındığı yer) 23
Şekil 3.2 Karaçam köyü güneyinde yüzeyleyen gabrolara ait döküntüler (a) mineralojik ya da modal bantlaşma, (b) dokusal bantlaşma 24
Şekil 3.3 Lateritleşmeye başlamış serpantinit (a), serpantinleşmiş peridotitler (b) 25
Şekil 3.4 Adatepe Açık Ocak kuzey kesimde yüzeyleyen lateritler (Sarı ve turuncu renkler limonitik lateritlerin rengidir) 26
Şekil 3.5 Adatepe orta kesimleri lateritleşmeyi (Lat) kesen çeşitli renkte kalsedon damarları içeren beyaz silisleşmeler (BeySi) (Kuzeydoğuya doğru bakış) 27
Şekil 3.6 Adatepe kuzey kesim içinde çeşitli renkte kalsedon damarları içeren mercek biçimli beyaz silisleşmeler (BeySi 27
Şekil 3.7 Adatepe ilk işletme aşamaları (2015 yılı görüntüsü) Güneye doğru bakış (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, Sp: Serpantinit) 28
Şekil 3.8 Adatepe ilk işletme aşamaları (2015 yılı görüntüsü) Kuzeybatıya doğru bakış (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, Sp: Serpantinit) 28
Şekil 3.9 Adatepenin güney kesimi (2015 yılı görüntüsü, kuzeyden güneye bakış) (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, okların ucunda laterit reliktleri) 29
Şekil 3.10 Lateritleri (L) kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi). Hem beyaz renkli silisleşmeler hem de lateritler içinde yeşil dahil değişik reklerde kalsedon damarları (Kaldam) 29
Şekil 3.11 Şekil 3.6' daki görüntünün daha yakından görünümü. Beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde farklı doğrultularda yer alan kalsedon damarları (KalDam) 30
Şekil 3.12 Beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde farklı doğrultularda yer alan kalsedon damarları (KalDam) 30

Şekil 3.13 Lateritlerin arasındaki beyaz silisleşmeler içinde siyah renkli kalsedon damarları (a, b) 31
Şekil 3.14 Yeşil, siyah ve kırmızı renkli ardalanmalar halinde dizilmiş kalsedon akıntıları 31
Şekil 3.15 Kahverengi lateritleşmeleri (Klat) kesen ve onları breş parçaları halinde içine alan beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde açık turkuvaz–camgöbeği renkli silisler (muhtemelen opal) bunların içinde de yeşil renkli kalsedon (YeKal) 32
Şekil 3.16 Açık yeşil ve Koyu yeşil renkli kalsedon damarından bir parça 33
Şekil 3.17 Lateritleri kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi) 33
Şekil 3.18 Lateritleşmeleri kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi) 34
Şekil 3.19 Silisleşmiş sarı renkli lateritleri kesen beyaz silisleşmeler (BeySi) 34
Şekil 3.20 Belek bölgesinde yeşil kalsedon örneklerinin alındığı bölge 35
Şekil 3.21 Belek bölgesinden toplanan yeşil kalsedon örnekleri 35
Şekil 3.22 BL-008 numaralı sondajın karotundaki yeşil kalsedonlar (YeKal) 36
Şekil 3.23 Ağılın Sivrisi alanında yüzeyleyen traverten oluşumları 37
Şekil 3.24 Adatepe civarında gözlenen bantlı traverten oluşumları 37
Şekil 4.1 İnceleme alanındaki farklı renklerde izlenen kalsedon oluşumlarının saha görünümü(C: Kalsedon) 38
Şekil 4.2 İnceleme alanındaki farklı renklerde izlenen kalsedon oluşumlarının el örnekleri 39
Şekil 4.3 EBS-1 nolu serpantinit örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü 40
Şekil 4.4 EK-1 nolu gabro örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü 41
Şekil 4.5 EA-22 nolu silisleşmiş laterit örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü 41
Şekil 4.6 SS-1 nolu traverten örneğindeki asiküler (Al) ve kaba prizmatik (Kp) kalsit kristallerinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü 42
Şekil 4.7 EA-8 nolu silisleşmiş örneğin polarizan mikroskop görünümü (Tek ve çift nikol) 43
Şekil 4.8 EA-9 nolu silisleşmiş örneğin polarizan mikroskop görünümü (Tek ve çift nikol) 43
Şekil 4.9 EA-10 no'lu örnekte mikrokristalin kuvars (Mk) ve çatlak dolgusu şeklinde gelişen kalsedon kristalleri (a), çatlak dolgusu şeklinde gelişen kalsedon kristallerinin yakından görünümü (b), opak mineral (c) ve opak mineralin (O) çevresindeki iri kuvars (q) mienralinin (d) 1. nikol (c) ile 2. nikol (a, b ve d) mikroskobik görünümü 44
Şekil 4.10 EA-19 no'lu kalsedon örneğinde mikrokristalin kuvars (Mk) ve lifsi kalsedon kristalleri (C) ile opak mineralleri (O) 1. nikol (a) ile 2. nikol (b) mikroskobikgörünümü 44

Şekil 4.11 EA-16 no'lu kalsedon örneğinin 1. nikol (a, c) ile 2. nikol (b, d) mikroskobik görünümü V: amorf silis, C: kalsedon, mk: mikrokristalin kuvars 45

Şekil 4.12 Z1 ve Z2 no'lu kalsedon örneğinde açık yeşil ve koyu yeşil alanların mikroskobik görünümü 46

Şekil 4.13 EA19b (a, b) ve EA 11 (c, d) no'lu kalsedon örneklerdeki bütünsel ve parçalanmış opak minerallerin (hematit, kromit) mikroskop görünümü (a, c: Tek nikol, b,d: Çift nikol) 47

Şekil 4.14 EB-1B no'lu Belek civarındaki kalsedon örneklerindeki bütünsel ve parçalanmış opak minerallerin mikroskop görünümü 1. nikol (a, c) ile 2. nikol (b, d) mikroskobik görünümü 48

Şekil 4.15 EA-8 no'lu silisleşmiş örneğinin XRD tüm kaya çekimi 50

Şekli 4.16 EA-9 no'lu silisleşmiş örneğinin XRD tüm kaya çekimi 51

Şekil 4.17 Z-1 no'lu koyu yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi..... 52

Şekil 4.18 EA-19a no'lu koyu renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi..... 52

Şekil 4.19 EA-19b no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi . 53

Şekli 4.20 Z-4 no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi 53

Şekil 4.21 EA-16 no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi 54

Şekil 4.22 EB-1b no'lu Belek bölgesindeki koyu yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi..... 54

Şekil 4.23 En ince1 no'lu beyaz renkli altere toz örneğinin XRD tüm kaya çekimi 55

Şekil 4.24 EA-10 no'lu örnekteki kuvars mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 57

Şekil 4.25 EB-1b no'lu örnekteki kuvars mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 58

Şekil 4.26 EA-19b no'lu örnekteki kalsedon ve moganit minerallerinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 59

Şekil 4.27 EB-1b no'lu örnekteki kalsedon ve moganit minerallerinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 60

Şekil 4.28 EA-10 no'lu örnekteki melanofilogit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)..... 61

Şekil 4.29 EB-1b no'lu örnekteki melanofilogit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)..... 62

Şekil 4.30 EA-19b no'lu örnekteki hematit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)..... 63

Şekil 4.31 EA-13 no'lu örnekteki götit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 64

Şekil 4.32 EA-10 no'lu örnekteki kromit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)..... 65

Şekil 4.33 EB-1b no'lu örnekteki kromit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 66

Şekil 4.34 Z-2 no'lu örnekteki wavelitte mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c) 67

Şekil 4.35 Z1: 2.5G 3/8 Derin Yeşil (Deep Green) süs taşının renk karşılaştırması 78

Şekil 4.36 Belek EB-1b: 2.5G 3/6 Koyu Yeşil (Dark Green) süs taşının renk karşılaştırması 78

Şekil 4.37 a,b Belek EB-1b: 2.5G 3/6 Koyu Yeşil (Dark Green), Z1: 2.5G 3/8 Derin Yeşil (Deep Green), KZ-1b: 2.5G 6/4 Orta Yeşil(Moderate Green) örneklerine ait kodlamalar 79

Şekil 4.38 GIA marka kırılma indisi ölçer (refraktometre) ve SystemEickhorst marka kırılma indisi ölçer (refraktometre) 81

Şekil 4.39 Mettler Toledo TR marka analitik terazi (özgül ağırlık ölçer) 82

Şekil 4.40 Ultraviyole (kısa ve uzun dalga) lamba ve karanlık kutusu 84

Şekil 4.41 System Eickhorst marka polariskop 85

Şekil 4.42 SystemEickhorst marka optik spektroskop 86

Şekil 4.43 Krom Kalsedon Işık emilim tayfı (GIA,1992; Gem Idendification Lab Manual) 86

Şekil 4.44 ZeissGemmaster, Eickhorst marka gemoloji mikroskobu 87

Şekil 4.45 EA-10 nolu örneğin mikroskop görüntüsü 88

Şekil 4.46 MAGI-M&A Gemological Instrument markalı Interspectrum, GemmoFTIR aleti 89

Şekil 4.47 İnceleme alanından alınan farklı renklerdeki örneklerin makroskobik görünümleri (a: Z1, b: KZ-1a, c: KZ-1b, d: EA-10, e: EA-16, f: EB-1b) 90

Şekil 4.48 Sahadan alınan örneklerin kaboşon kesimleri 92

Şekil 4.49 Sahadan alınan kalsedon örneklerinin kesme ve parlatma yöntemi ile elde edilen faklı yüzük tasarımları 93

Şekil 5.1 Krom kalsedonlu mühür taşı (16.9x12.5x6.8 mm., Koll. W. Mican, Hyršl 1999) (a), Mühür taşlı kolye (Krom kalsedon ve akik Decorative Art müzesi, Prag; Hyršl 1999) (b), 1. ve 2. yüzyüzyılda Roma İmparotorluğuna ait mühür taşı (Staatliche Museen zu Berlin; Lüle, 2011) (c), Krom kalsedon oymalar (Willing and Stocklmayer 2003) (d, e) 96

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Çalışma alanından alınan örneklerin adları ve koordinatları (EK: Eskişehir Karaçam köyü civarından, EA, EAs, Z1, Z4 ve KZ: Eskişehir Adatepe civarından, EB: Eskişehir Belek, SS: Ağılın sivrisi civarından alınan örnekleri temsil etmektedir)..... 4

Çizelge 4.1. Adatepe ve Belek bölgesindeki farklı renklerdeki kalsedon ve silisleşmiş örneklerinin tüm kaya mineral bileşimi..... 49

Çizelge 4.2 Sahadan alınan 18 örneğin ana element oksit analiz sonuçları..... 69

Çizelge 4.3 Sahadan alınan 18 örneğin eser element analiz sonuçları..... 74

Çizelge 4.4 İnceleme alanından alınan örneklerin gemolojik özellikleri..... 80

Çizelge 4.5 İnceleme alanından alınan numunelerin gemoloji..... 83

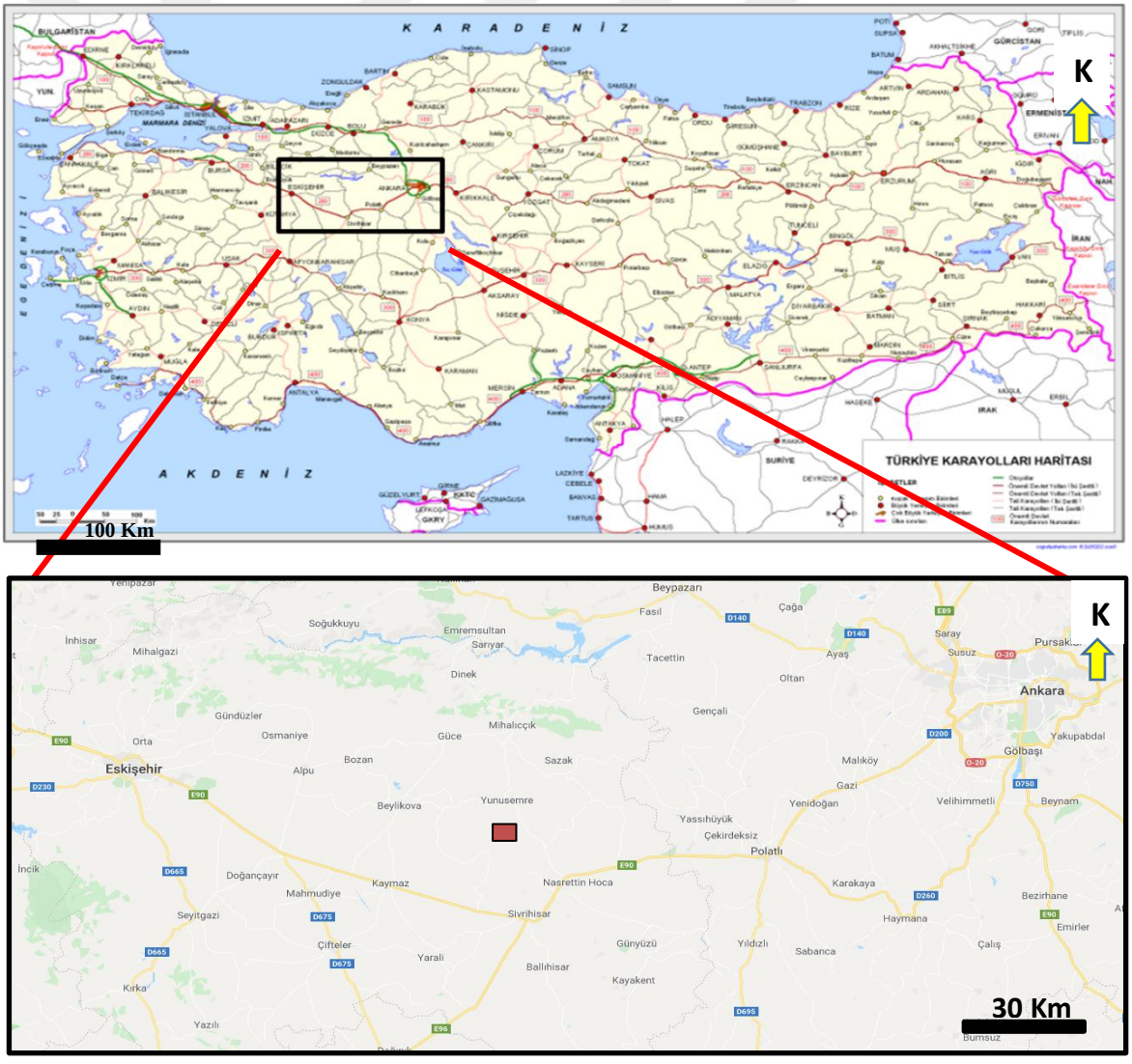
Çizelge 5.1. Dünyada farklı bölgelerdeki kromlu kalsedon oluşumlarının kimyasal bileşimleri..... 98

Çizelge 5.2 Dünyada farklı bölgelerdeki kromlu kalsedon oluşumlarının gemolojik özellikleri..... 100

1. GİRİŞ

1.1 İnceleme Alanı

İnceleme alanı İç Anadolu bölgesinde Eskişehir-Mihalıççık ilçesi Karaçam köyü civarındadır (Şekil 1.1). Karaçam köyü merkez olarak alındığında, Eskişehir'in Sivrihisar ilçesinin kuş uçumu 22.5 km kuzey-kuzeybatısında (K-KB), Yunus Emre ilçesinin de 6 km güneyinde (G) yer almaktadır. İnceleme alanı doğusunda Yayla Köy yer alırken, Karaçam Köyü ve terk edilmiş olan Belek Köyü çalışma alanının içindeki yerleşim merkezleridir.



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası

1.2 Çalışmanın Amacı

Eskişehir ili Mihalıççık ilçesine bağlı Karaçam Köyü civarında yüzeyleyen Üst Kretase yerleşimli ofiyolit birimlerindeki peridotit ve serpantinleşmiş peridotitlerin içerisinde damarlar halinde yer yer gözlenen yeşil kalsedonların jeolojik anlamda oluşum koşulları ve zamanlarının araştırılması ile gemolojik özelliklerinin belirlenmesi bu tezin ana amacını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, inceleme alanında yüzeylenen farklı litolojideki kayaçların mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri de araştırılmıştır. Diğer yandan kalsedonlara renklerini veren kapanımlar halindeki mineraller belirlenerek, kalsedonların kökeni açıklanmaya ve renklenme nedenleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.3 Materyal ve Metod

Literatür derlemesi çalışmaları ile başlayan tez çalışması, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere dört ana aşamada gerçekleştirilmiştir.

1.3.1 Literatür derlemesi

İnceleme alanının jeolojisi ve maden yatakları ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar derlenerek özetleri çıkarılmıştır. Ayrıca, çalışma konusu ile ilgili dünya, Türkiye ve inceleme alanındaki kalsedon ve krizopras oluşumları hakkındaki çalışmalar da incelenerek çalışma alt yapısı hazır hale getirilmiştir.

1.3.2 Arazi çalışmaları

Arazi çalışması 2018 yılı Kasım ayında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanının jeoloji haritası olarak, Boyalı ve Arıkal 1986 tarafından yazılan raporda verilen haritanın Fe-Ni Madencilik tarafından revize edilmiş şekli kullanılmıştır (Ek 1). Bu revize haritaya Eskişehir İ-26 numaralı 1/100 000 ölçekli jeoloji haritasında gösterilen tektonik hatlar aktarılmıştır. Ayrıca, bu alan içinde topoğrafik haritalarda belirtilen isimler esas alınarak

Fe-Ni Madencilik tarafından Adatepe, Belek, Ağılın Sivrisi ve Sarnıç adları verilen sektör yerleri ve isimleri de harita üzerinde gösterilmiştir. Öte yandan, Fe-Ni Madencilik' e ait ruhsat alanı olan Sarnıç sektörü yakınlarında, bu şirket tarafından manyetik ve jeoelektrik (IP) yöntemleri içeren jeofizik çalışmalar yaptırılmıştır. Bu çalışmalar ile ortaya çıkarılmış olan fay hatları da revize edilerek harita üzerinde gösterilmiştir. Revize haritada Adatepe'nin en üst kotlarında beyaz (boz-krem) renkli silisleşmeler sahada açık ocak işletmesi yapılmadan önceki konumlarına göre çizilmiştir. Bu beyaz renkli silis birim Boyalı ve Arıkal (1986) tarafından çizilen haritada silika kabuk olarak kabul edilerek haritalanmıştır. Ayrıca Karaçam köyü güneybatısında gabro döküntüleri ile o bölgede bulunma olasılığı yüksek gabro bloğu haritaya yaklaşık konumu ile işlenmiştir. Ağılın Sivrisine çıkarken ise traverten oluşumunun bulunduğu yerler yaklaşık olarak haritaya işlenmiştir (Ek 1). Bu tez kapsamında Karaçam köyü yakını, Adatepe açık ocak içi ve Belek köyü batısı civarında çalışılmıştır. İnceleme alanında yüzeyleyen yeşil kalsedonların yerleri ve konumları harita üzerinde işaretlenmiştir. Bununla birlikte, sahada bölgeyi temsil eden tüm kayalar ile farklı renklerdeki kalsedonlardan örnekler alınmıştır. Belek civarından alınan örnekler EB, Karaçam civarından alınanlar EK ve Adatepe civarından alınan kalsedon örneklerine ise EA, Z1 koyu, Z4 açık ve KZ simgeleri verilmiştir. Ağılın sivrisi civarından alınan traverten örnekleri ise SS simgesi ile gösterilmiştir. Ana kayaçları temsil etmek üzere çalışma alanının farklı noktalarından toplanan 36 adet örneğin numaraları, adları ve koordinatları Çizelge 1.1'de verilmiştir. Bazı örnekler birden fazla alınmış ve a ile b gibi ilave rumuzlarla adlandırılmışlardır.

Çizelge 1.1 Çalışma alanından alınan örneklerin adları ve koordinatları (**EK**: Eskişehir Karaçam köyü civarından, **EA, EAs, Z1, Z4 ve KZ**: Eskişehir Adatepe civarından, **EB**: Eskişehir Belek, **SS:** Ağılın sivrisi civarından alınan örnekleri temsil etmektedir)

Örnek No	Örnek Adı	X (DOĞU)	Y (KUZEY)	Z (YÜKSEKLİK) (m)
EK-1	Gabro	369831	4389746	1208
EK-2	Gabro	369831	4389746	1208
EK-3	Gabro	369831	4389746	1208
EB-1	Belek Kalsedon	367907	4390849	1244
EB-2	Belek Kalsedon	367952	4390958	1229
EB-3	Belek Kalsedon	367952	4390958	1229
EBS-1	Serpantinit	369267	4391234	1113
EA-1	Beyaz silisleşme	369777	4391054	1248
EA-2	Beyaz silisleşme	369757	4391033	1245
EA-3	Laterit	369714	4391086	1240
EA-4	Kalsedon	369695	4391021	1246
EA-5	Manganlı laterit	369695	4391021	1246
EA-6	Laterit	369695	4391021	1246
EA-7	Beyaz Kalsedon	369582	4391075	1205
EA-8	Beyaz Silisleşme	369582	4391075	1205
EA-9	Beyaz Silisleşme	369582	4391075	1205
EA-10	Yeşil Kalsedon	369582	4391075	1205
EA-11	Silisleşmiş laterit	369665	4391104	1275
EA-12	Laterit	369665	4391104	1275
EA-13	Silisleşmiş Laterit	369665	4391104	1275
EA-14	Silisleşmiş laterit	369665	4391104	1275
EA-15	Silisleşme	369665	4391104	1275
EA-16	Yeşil Opal	369711	4391100	1220
EA-17	Yeşil Kalsedon	369715	4391136	1234

Çizelge 1.1 Çalışma alanından alınan örneklerin adları ve koordinatları (**EK**: Eskişehir Karaçam köyü civarından, **EA, EAs, Z1, Z4 ve KZ**: Eskişehir Adatepe civarından, **EB**: Eskişehir Belek, **SS:** Ağılın sivrisi civarından alınan örnekleri temsil etmektedir) (devam)

EA-18	Laterit ve kalsedon	369774	4391148	1236
EA-19	Yeşil Kalsedon	369741	4391195	1242
EA-20	Kalsedon	369763	4391129	1224
EA-21	Kalsedon	369763	4391129	1224
EA-22	Silisleşmiş Laterit	369763	4391129	1224
EAs-2	Koyu Gri Kalsedon	369766	4391139	1234
Z1 Koyu	Yeşil Kalsedon	369385	4391028	1300
Z4 Açık	Yeşil Kalsedon	369385	4391028	1300
KZ-1	Yeşil Kalsedon	369385	4391028	1300
SS1	Traverten	369196	4393805	1184
SS2	Traverten	369196	4393805	1184
SS3	Traverten	369196	4393805	1184

1.3.3 Laboratuvar çalışmaları

Sahadan alınan örneklerin Ankara Üniversitesi YEBİM ince kesit laboratuvarında üstü açık parlak ince kesitleri hazırlanarak petrografik incelemeleri yapılmıştır. Bu çalışmalarda Leica marka polarizan mikroskop kullanılarak, çalışma alanındaki kalsedon ve farklı litolojideki (gabro, serpantin, traverten, laterit ve silisleşmeler) kayaların mikroskobik dokusal özellikleri, mineralojik bileşimleri, bozunma türleri belirlendikten sonra kaya adlamaları yapılmıştır.

Sahadan farklı renklerde derlenen kalsedon örnekleri ile silisleşmiş farklı litolojideki kayaç örneklerinin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesinde X-Işınları kırınım (XRD) yöntemi kullanılmıştır. 11 adet örneğin tüm kayaç XRD çekimi için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Maden Analiz ve Teknoloji (MAT) Dairesi laboratuvarlarındaki X-Işınları difraktometresi kullanılmıştır. Çalışmanın amacına

uygun olacak şekilde çekimler 5^0-65^0'lik çekim aralığında yapılmıştır. Difraktogramlar, American Standart for Testing Material (ASTM 1972) kartoteksi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Serpantinit, gabro, traverten ve silisleşmelerden alınan örnekler ile farklı lokasyon ve renklerde izlenen kalsedon örneklerinden seçilen 18 adet örneğin ana oksit ve eser element jeokimyasal analizleri Fe-Ni madencilik laboratuvarındaki ICP-AES (Induced Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometre) cihazı ile ALS İzmir Laboratuvarı ve ALS İrlanda Laboratuvarı standartlarında ölçümler yapılmıştır. Tüm kayaç jeokimyasal çözümleme sonuçları % ve ppm cinsinden belirlenmiştir.

Petrografik incelemelerle seçilen 14 adet parlatılmış ince kesit YEBİM laboratuvarındaki Konfokal Raman Spektrometresi (Thermo Scientific marka DXR model) ile incelenmiştir.

Gemolojik çalışma için Eskişehir Mihalıççık bölgesini en iyi temsil eden farklı renklerdeki 6 adet kalsedon örneği seçilmiştir. Tüm örnekler MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi Mineraloji-Petrografi ve Gemoloji Birimi Gemoloji Laboratuvarında refraktometre, polariskop, spektroskop, gemoloji mikroskopu, GemmoFtir, özgül ağırlık, chelsea renk filtresi ve Standart ultraviole ışık lambası altında incelenmiştir.

1.3.4 Büro çalışmaları

Arazide yapılan çalışmalar ile laboratuvardan elde edilen analiz sonuçları büro çalışmalarında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede, arazi ve laboratuvar inceleme sonuçları dikkate alınarak açıklamalar ve yorumlamalar yapılmaya çalışılmıştır.

1.4 Önceki Çalışmalar

İsmini Kadıköy (İstanbul)' dan aldığı varsayılan kalsedon (SiO_2), makroskobik olarak çoğunlukla gök mavisi renkli bazen de morumsu, pembemsi ve beyazımsı

renklenmelere sahip, iri yumrusal şekilli, kriptokristalin dokulu bir kuvars türüdür (Back ve Mandarino, 2008). Tarih boyunca kalsedon değişik isimler altında belirtilmiştir. Bunlar içinde chalcedon, charcedonia, seaptiolucet, kadıköytaşı en çok kullanılanlarıdır.

Hatipoğlu vd. (2010a) mavi kalsedon, ametist, dumanlı kuvars, diyaspor, ateş opal ve agatın Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunduğunu vurgulamışlardır.

Hatipoğlu vd. (2010b) mavi kalsedonların dekoratif iç kaplama taşı malzemesi olarak kullanılabilmeleri için makroskobik görüntülerine ve mineralojik özelliklerine göre homojen gruplara ayırmışlardır. Mavi kalsedon örnekleri öncelikle; yapısal görüntülerine ve gövde renklerine, boyutlarına göre gruplandırılmış, daha sonra; içyapı tanecik boyutuna ve buna bağlı kalsedonik kuvars silis faz türlerine göre sınıflandırmışlardır.

Çevik vd. (2011) Yozgat-Yerköy-Belkavak köyü civarında yüzeyleyen volkanik kayaçlarda kalsedon, kuvars ve ametist oluşumlarının varlığını belirtmişlerdir. Örnekler üzerinde sıvı kapanım çalışması yaparak silis oluşumunu sağlayan çözeltilerin oluşum sıcaklıklarını açıklamışlardır.

Parlak ve Sayılı (2012) Mayıslar (Sarıcakaya-Eskişehir) bölgesindeki polimetal cevherleşmeleri alterasyon zonlarındaki kuvars kristallerinin, gözle ve mikroskobik incelemelerle iri taneli olabildikleri gibi orta, ince taneli bazen kalsedonik ve opal türünde olduklarını belirlemişlerdir.

Hatipoğlu vd. (2013) Eskişehir (Mayıslar-Sarıcakaya) bölgesindeki mavi renkli kalsedon oluşumlarını XRD ve polarize mikroskop ile incelemişlerdir.

Akbudak vd. (2016) Yozgat-Aydıncık bölgesindeki andezitlerdeki breşik seviyeler içerisinde kırık zonları ve boşlukları dolduran ikincil mavi kalsedon ve ametist oluşumlarının mineralojisi, petrografisi, jeokimyası ile gemolojisini incelemişlerdir.

Gündoğdu ve Özbaş (2017) Sarıcakaya (Eskişehir) kalsedon oluşumların mineralojisi-petrografisi ve kökenini incelemişlerdir.

Doğada; saydamlık derecesine ve rengine göre kuvars mineralinin türleri olup, kriptokristalin silika ailesine dahil olan çeşitleri agat, karnelyan, oniks, kalsedon, opal ve krizopras olarak adlandırılmaktadır. Krizopras renk tonu açık, orta yeşilden koyu elma yeşili rengine kadar farklılık göstermektedir. Krizopras kelimesi Yunanca'da yeşil altın anlamına gelen prasithos – prasinon (yeşil) ve chrysos (altın) kelimelerinden gelmektedir. Göz alıcı elma-yeşil rengi gösteren krizopras, süstaşı olarak değerlendirilir. Ayrıca, yeşil renkli kalsedonlar Türkçe isim olarak, Göz Boncuğu, Kiraz Boncuğu veya Zafer Taşı (https://sustaslari.tr.gg/Krizopras.htm) olarak da adlandırılmaktadır. Türkiye'de krizopras oluşumları Çanakkale, Eskişehir, Bilecik, Erzurum ve Mardin' de bulunmaktadır (Ören 2012). Öte yandan internette satışa sunulmuş olan ve Kahramanmaraş civarından olduğu belirtilen yeşil kalsedonlar da bilinmektedir (https://www.pozitifdogaltas.com/yesil-kalsedon-dogal-kutle-kahramanmaras-27012).

Biga-Çanakkale bölgesinde krizopras süstaşı niteliğinde bulunmaktadır (Hatipoğlu vd., 2011; Ören, 2012; Akalın, 2013).

Hatipoğlu vd. (2012) yeşil krizopras ve yeşil boyalı kuvars minerallerini ayırt etmek için bir inceleme metodu geliştirmeye çalışmışlardır.

Hatipoğlu ve Yardımcı (2014) Biga krizopraslarında CL ve TL metodlarının uygulanmasını vurgulamış ve krizopraslardaki moganit mineralinin varlığını belirtmişlerdir.

Ayvacıklı vd. (2012) Türkiye'den çıkan krizoprasların mikro Raman ve luminesans yöntemleri ile araştırılması başlıklı çalışmasında Türkiye'nin yedi farklı bölgesinden alınan krizopras örneklerini incelemiştir. ESEM-EDS, Lazer Raman Spektroskopisi (LRS), XRD, ICP-AES, DTA-TGA, CL analiz yöntemleri kullanılarak ana element oksit değerlerini, teknikleri kullanarak kimyasal içeriğini tanımlamıştır. Çapı 30 mm

den büyük kristallerin bünyelerinde kromit, rutil, anataz, hematit, ilmenit ve arzakite gibi mineral kapanımlarının varlığını belirlediğini ifade etmiştir.

Doğada mavi kalsedon oluşumlarının yanı sıra yeşil renkli kalsedon oluşumları da bulunmaktadır. Türkiye'deki başlıca ticari yeşil kalsedon yatakları, Eskişehir, Ankara-Çubuk, Tokat, Yozgat, Afyon-Bayat, Bilecik, Van, Çorum ve Kütahya bölgelerindedir (Hatipoğlu, 1984; Hatipoğlu ve Dora, 1999, 2005; Gerçin, 2005; Yediçocuklu 2009; Hatipoğlu ve Chamberlain, 2009). Türkiye'deki Yeşil Kalsedon (Krizopras) oluşumlarının Eskişehir yöresinde olduğu belirtilmesine karşın, Eskişehir-Karaçam köyü civarında olduğuna dair bir kayıt bulunmamaktadır.

Atakay (2002) tarafından bölgede yapılan süstaşları ile ilgili tez çalışmaları sırasında bu bölgede yüzeyleyen peridotitlerin içinde Karkın köyü yakınında beyaz opallerin ve Karaçam köyü civarında da yeşil renkli bazı kalsedonik silis oluşumlarının gözlemlendiği belirtilmiştir. Bu bölgeden alınan bazı örnekler Gemolog Çiğdem Lüle tarafından ilk incelemelere tabi tutulmuş ve bunların krom kalsedon (Chromium bearing Chalcedony) olduğu belirtilmiştir (Lüle-Whipp, 2006; Lüle, 2013). Eskişehir Karaçam yöresinde bulunduğuna dair ilk verilere rastlanan yeşil kalsedonların jeolojik, mineralojik ve gemolojik olarak incelenmesi Türkiye'de adı henüz literatüre geçmeyen bu bölgedeki yeşil kalsedonların (kromlu kalsedon) Türkiye' ye ve Dünya'ya tanıtılması açısından önemlidir.

Opal bünyesinde %2 ile %20 arasında su bulunduran, amorf, kimyasal bileşimi silisyum dioksit olan bir silika mineralidir. Akbulut (2006) Eskişehir - Sivrihisar civarındaki opal ve kalsedon olusumlarını mineraloji ve petrografik ile jeokimyasal yönden incelemişlerdir. Opallerin oluşum mekanizmalarını mineralojik, petrografik ve jeokimyasal olarak irdelemiştir. Bu alanda serpantinitlerde lisvenitleşme ile sonuçlanan alterasyon süreci ile ilişkili olarak Au, Ag, Co ve Ni zenginleşmelerini açıklamış ve lisvenitin tanımını yapmıştır.

Dünyada yeşil kalsedonlar başta Avustralya (Quensland ve New South Wales Eyaletleri), Polonya olmak üzere Kazakistan, Brezilya, Mynmar, Arjantin, Tanzanya ve ABD (Vermond ve Arizona Eyaletleri) gibi ülkelerde bulunmuş ve önemli mineral

sitelerinden olan mindat.org sitesinin kayıtlarına geçmiştir (https://www.mindat.org/gm/952). Yeşil kalsedon oluşumları peridotit ve serpantinitler içerisinde damar ve damarcıklar halinde gözlenmekte olup, yeşil renklerini pimelit, nimit, kerolit, nepouite gibi sulu nikel silikat mineral impüritelerinden almaktadır (Barsanov ve Yakovleva, 1981). Renk özelliği ile krizoprasa benzeyen kromlu kalsedon oluşumları renklerini nikel elementinden daha çok kromdan almaktadırlar.

Dış olaylara (atmosferik olaylara) bağlı olarak gelişmiş maden yatakları, Kalıntı Tip ya da Residüel Tip Yataklar olarak adlandırılmaktadır. Bu tip yatakların en başta gelenleri lateritik nikel, lateritik demir ve lateritik alüminyum (boksit) yataklarıdır (Jensen ve Bateman 1981, Edwards ve Atkinson 1986, Gümüş 1989, Kırıkoğlu 1992, Gümüş 1999, Evans 1993). Lateritleşme olarak anılan süreç, esas itibarı ile göreceli olarak tektonik duraylılık şartlarında, çok uzun zaman süren mevsimsel nemli iklimlerde yer alan, belirli özellikleriyle kalın bir regolit (bozunmuş-pekişmemiş kayaç örtüsü) oluşumuna imkân veren kimyasal atmosferik bozunmadır (chemical weathering) (Trescases 1992).
İnceleme alanındaki laterit oluşumları ile ilgili çalışmalar Mısırlıoğlu (1975) tarafından Karaçam köyü yakınındaki lateritik yataklar ile ilgili yapılan prospeksiyon çalışması niteliğindedir.

Karaaslan (1978) ise Eskişehir-Karaçam sahasında demir-nikel oluşumu konulu çalışmasında bölgedeki demir ve nikel rezervlerini belirtmiştir.

Boyalı (1984) Adatepe'de demir aramalarına yönelik olarak yapılan sondajlardan alınan örneklerin analizlerinde ekonomik değerde Ni ve Co elementlerine rastlanması sonucu Yunusemre – Karaçam - Dumluca köyleri arasında kalan alanın prospeksiyonunu yaparak lateritik alanları belirlemiştir.

Gözler vd. (1984) tarafından Eskişehir Mihalıççık ile Sivrihisar arasında kalan alanın ve Yunusemre nikel cevherleşmesinin jeolojisini inceleyerek, 1/25 000 ölçekli haritasını yapmışlardır.

Gözler ve Cevher (1987) Eskişehir-İ26 paftasının içerisinde bulunduğu alanın jeolojik incelemesini yapmışlardır.

Boyalı ve Arıkal (1986) inceleme alanının da içerisinde yer aldığı Karaçam ve Adatepe civarında maden ve jeolojik çalışmalar yapılarak peridotitler ve onların yüzeysel bozunmasıyla oluşmuş nikel-kobalt ve demir içeren lateritleri incelemişlerdir.

Kibici (1990) Eskişehir (Sarıcakaya) civarındaki yüzey kayaçlarında petrokimyasal incelemeler yapmış, dağılımlarını araştırarak bölgedeki diğer yüzey kayaçları ile karşılaştırmış, oluşumları ile kökenlerini araştırmıştır. İnceleme alanındaki Eosen yaşlı yüzey kayaçlarının andezit bileşiminde olduğunu belirtmiştir.

Gözler vd. (1996) Orta Sakarya ve güneyinin ayrıntılı jeolojisini irdelemişler.

Koç ve Kadıoğlu (1996) Karacakaya köyü civarında yüzeyleyen listvenitlerin mineralojisi, jeokimyası ve değerli metal içeriklerini incelemişlerdir**.**

Karakaş vd. (2007a) Mülk-Demirci (Sivrihisar) yöresinde incelemeler yapmışlardır. Bu bölgedeki volkaniklastik ve yüzey kayaçlarının bozuşması sonucu oluşan kil mineralini araştırmış ve alterasyon sonucu simektit türünde kil oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Karakaş vd. (2007b) Sazak ve Biçer civarındaki (KD Sivrihisar) Neojen istifi içerisinde, iki ayrı çökel sisteminde depolanan Sakarya ve Porsuk formasyonunu 7 fasiyese ayırarak incelenmişlerdir.

Ağaçayak (2008) Eskişehir (Karaçam) civarındaki lateritik nikel cevherleşmesini incelemiştir.

Turan (2011) Karaçam (Mihalıççık, Eskişehir) demir-nikel tenör ve kaynak dağılımının belirlenmesi başlıklı çalışmasında, 6 adet sondajdan elde edilen demir (Fe) ve nikel (Ni) analiz sonuçlarını jeoistatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

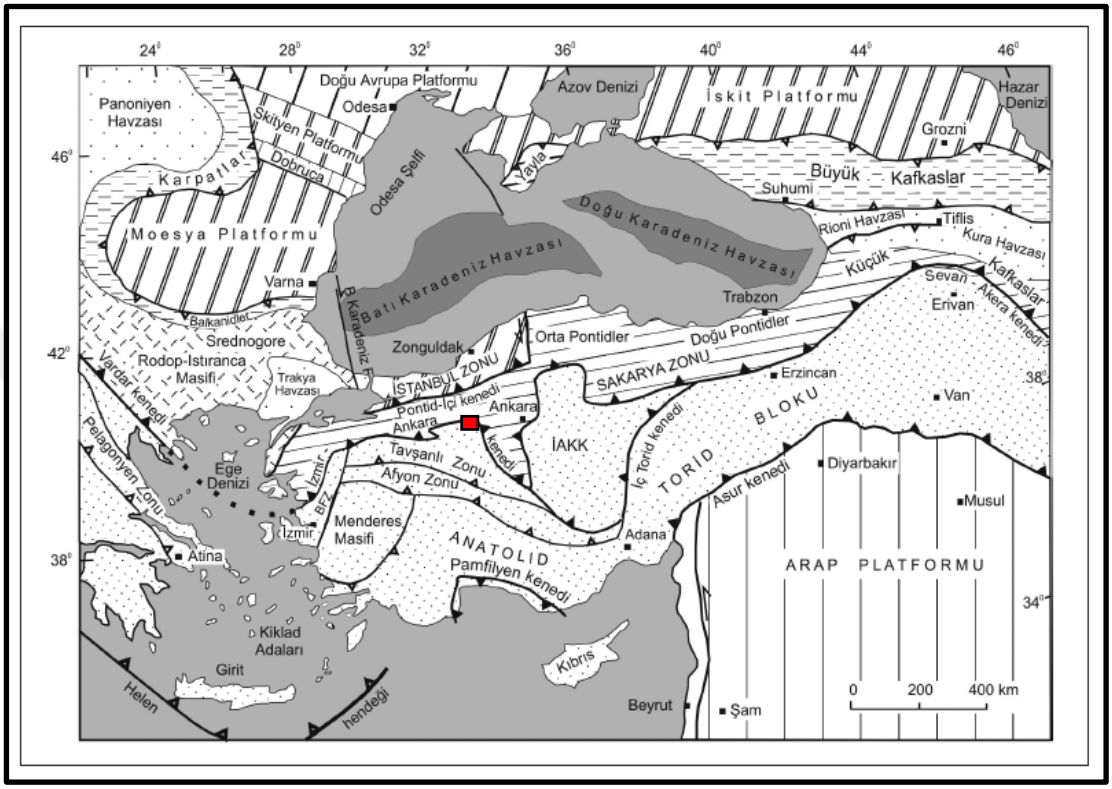
Köseler (2012) Adatepe (Karaçam) lateritik cevherleşmesini deneysel olarak incelemiştir.

Büyükkahraman ve Çoban (2013) Bozaniç (Sarıcakaya-Mihalgazi, Eskişehir) volkanitine ait lavların petrografik özelliklerini araştırmışlardır. Kayaçların genel olarak hipokristalen porfirik, mikrolitik porfirik, trakitik, glomeroporfirik ve hipohiyalin porfirik dokular gösterdiklerini ve çoğunlukla volkanik camdan ibaret bir hamur içerdiklerini ortaya koymuşlardır.

Nasuh (2016) Eskişehir – Mihalıççık (Karaçam) bölgesindeki nikel cevherinin liç edilebilme özelliğini araştırmıştır.

2. BÖLGESEL JEOLOJİSİ

İnceleme alanı, Okay (2011) tarafından verilen Türkiye Tektonik haritasında, Ankara'nın batısında İzmir-Ankara Kenedi üzerinde yer almaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Türkiye'nin tektonik haritası (İAKK: İç Anadolu Kristalen Kompleksi; BF: Bornova Fliş Zonu) (Okay 2011'den alınmıştır)
Çalışma alanı

Bu tektonik haritaya göre, Ankara ile Eskişehir arasında kalan bölgenin güneyi ile kuzeyinde farklı tektonostratigrafik birimler yüzeyler. Genel olarak güneyde Anatolid-Torid platformuna ait birimler yayılım gösterirken, kuzeyde Sakarya Zonu'na ait kaya toplulukları izlenir. Bu iki kıta arasında İzmir-Ankara Zonu'na (İAZ) ait ofiyolitik birimler tektonik olarak yer alır (Şekil 2.1). Bölgede Sakarya Zonu'na ait kaya toplulukları muhtemelen allokton olarak bulunurlar ve tektonik olarak konumlanırlar. Sakarya zonu, ofiyolitler üzerinde klipler şeklinde veya ofiyolitler içerisinde tektonik dilimler halinde gözlenirler. Bu birimleri uyumsuz üzerleyen Tersiyer çökelleri, çoğunlukla dokanak ilişkilerini örtmektedir.

Bu çalışmada, bölgenin jeolojisi özetlenirken ve özellikle de stratigrafik istifi verilirken, Karaçam köyü merkez alındığında, kuzeye ve güneye yaklaşık 3 km ve batıya doğru da yaklaşık 5 km uzaklıktaki bir alanda yüzeyleyen birimler anlatılacaktır. Bölgesel jeolojinin verildiği alan Gözler vd. (1996) tarafından çizilen Eskişehir İ 26 numaralı 1:100 000' lik haritanın güneydoğu kesimi içerisindedir (Şekil 2.2). Bölgesel jeolojik istif verilirken, Gözler vd. 1996 raporundaki istif (Şekil 2.2, Şekil 2.3) ile Okay (2011)'ın çalışmasında çizilmiş harita ve istif baz alınarak anlatımı (Şekil 2.4) yapılacaktır.

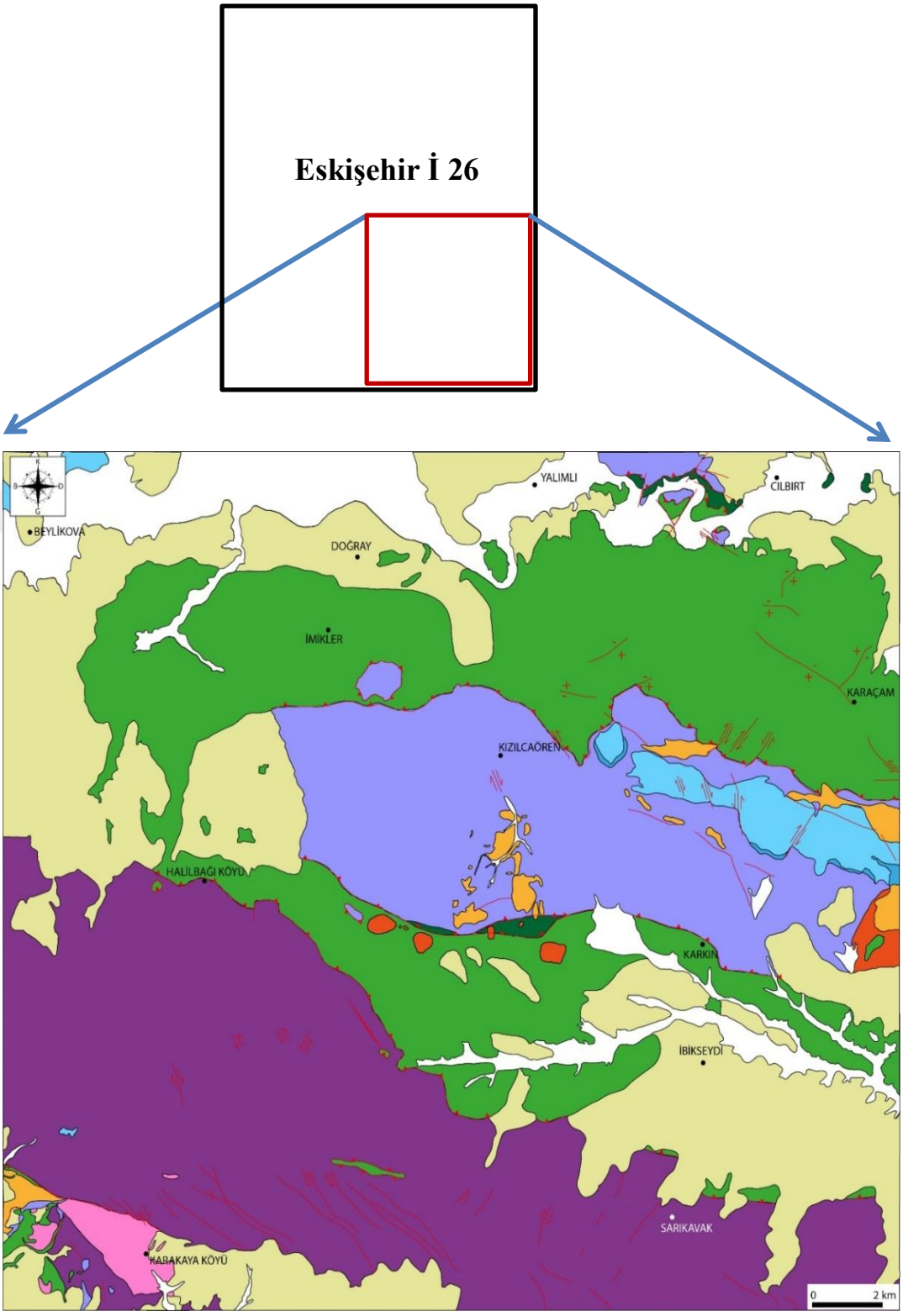
Bölgenin temelini Gözler vd. (1996)' da sunulan yaş verilerine göre Triyas yaşlı Metadetritik üyesi (metakonglomera, metakumtaşı, gri-yeşil-siyah renkli fillitler), Bazik lav üyesi, Kireçtaşı blokları ve Kireçtaşı üyesi' nden oluşan Karkın Formasyonu oluşturmaktadır. Bu formasyon Kızılcaören köyü güneyinde yer almaktadır (Şekil 2.2).

Gözler vd. (1996) tarafından Karkın formasyonu olarak adlandırılan birimler Okay (2011) tarafından Sakarya Zonu' na dâhil edilerek, Permo-Triyas yaşlı kumtaşı, bazalt ve olistostrom birimleri ile temsil edildiği belirtilmiş ve bunlara Üst Karakaya Kompleksi adı verilmiştir (Şekil 2.4).

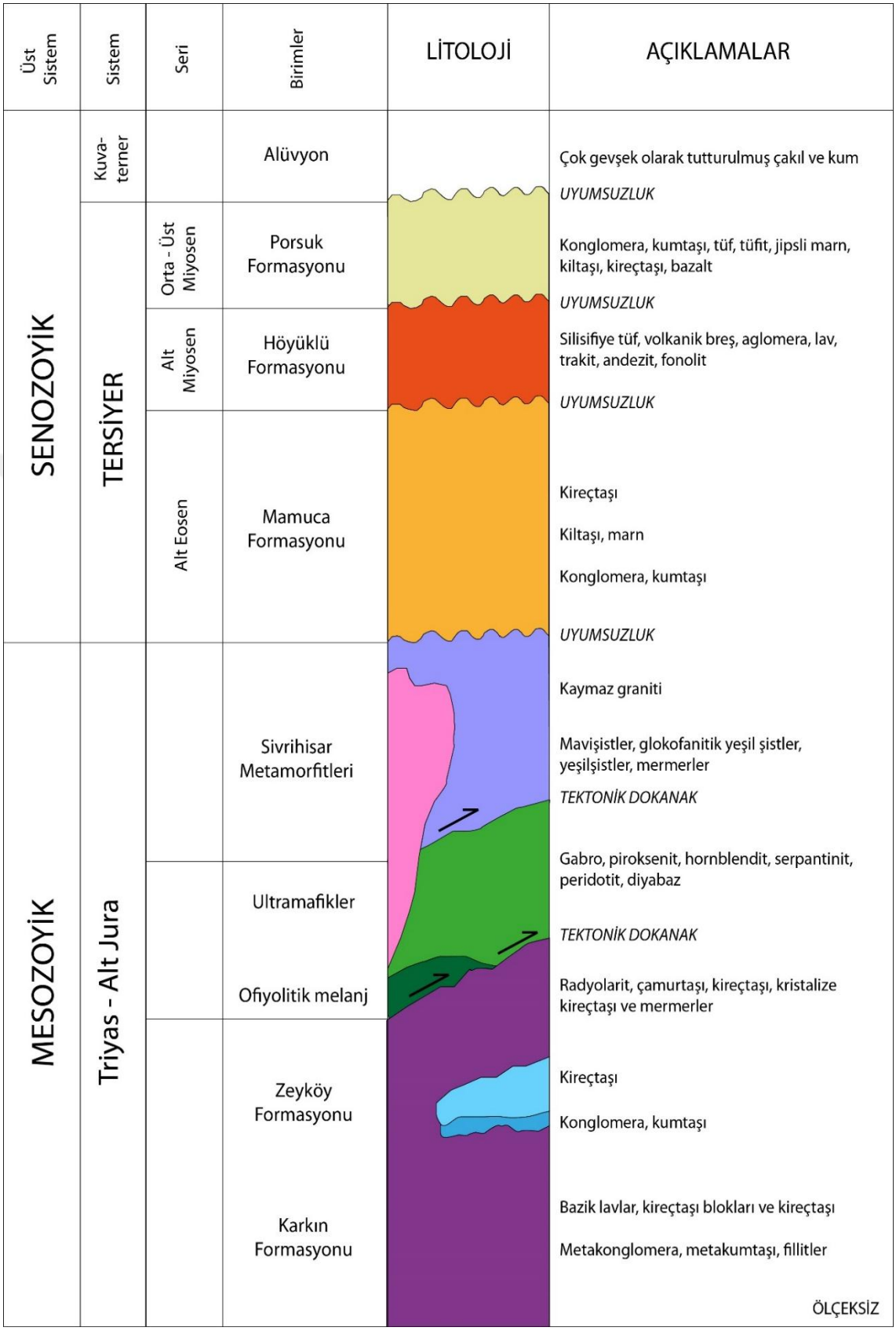
Kızılcaören köyü GD' sunda, Gözler vd. (1996) tarafından Jura-Alt Kretase yaş aralığı verilen Konglomera –Kumtaşı üyesi ve Kireçtaşı üyesi' nden oluşan Zeyköy Formasyonu yer alır (Şekil 2.2). Bu formasyon için Gözler vd. (1996), sığ denizel ve şelf ortamlarını temsil ettiğini ve Karkın formasyonunun üzerine taban konglomerası ile başlayarak diskondans ile geldiği belirtmiş, ancak Sivrihisar metamorfikleri ile olan dokanak ilişkilerinden söz etmemişlerdir. Ancak bu birimler, Okay (2011) tarafından Sakarya Zonuna dâhil edilmiş ve Jura – Kretase yaşlı kumtaşı ve kireçtaşlarından oluştuğu belirtilmiştir (Şekil 2.4).

Gözler vd. (1996), bölgede gözlenen ofiyolitleri; melanjlar ve ultramafikler olmak üzere iki başlık altında incelemişlerdir. Bu ofiyolitler; radyolarit, çamurtaşı ve kireçtaşı, metadetritik ve kristalize kireçtaşı ve mermerler (melanj birimleri) ile gabro, piroksenit, hornblendit, serpantinit, peridotit (bazen kromit zenginleşmeleri de içermektedir),

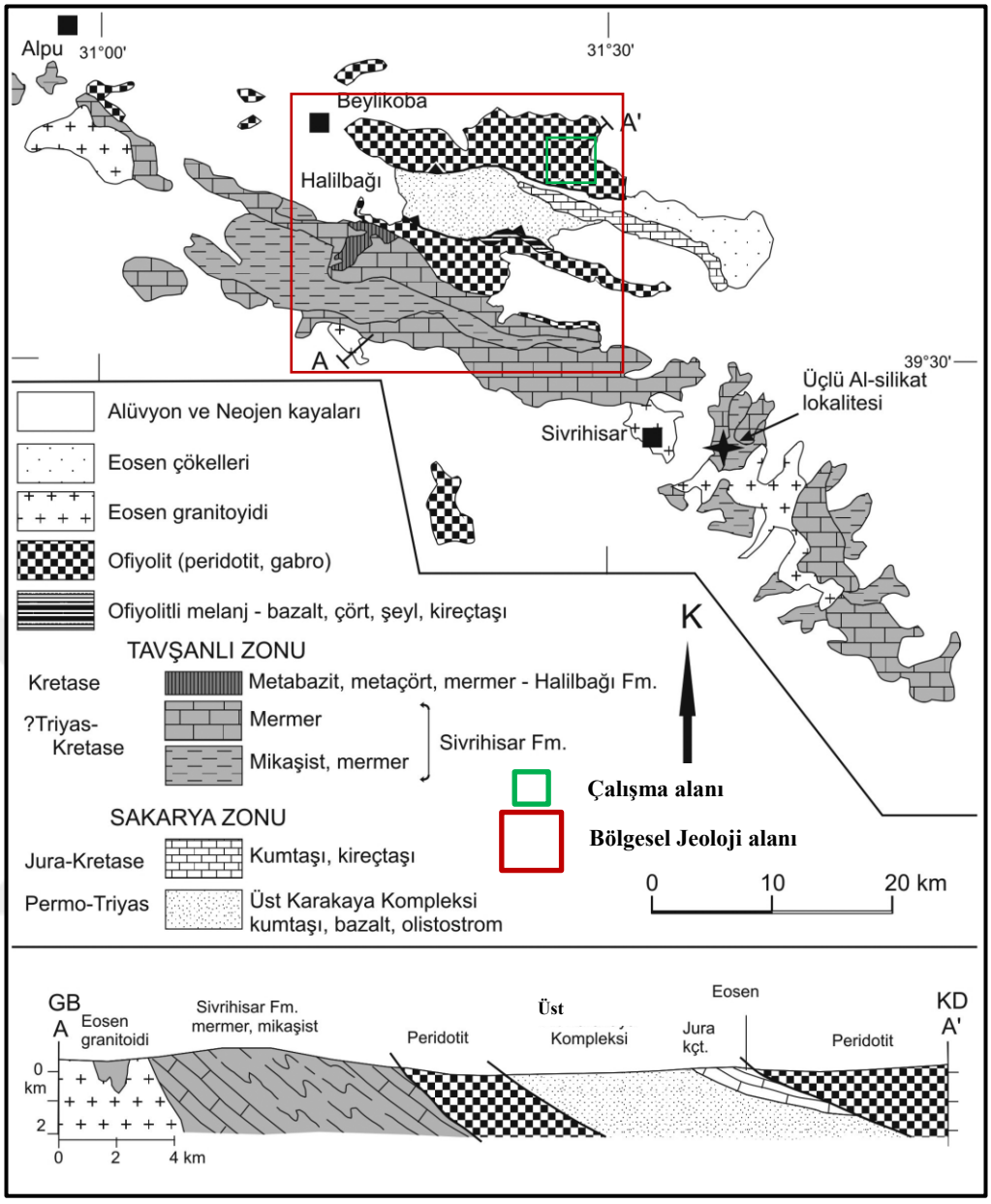
diyabaz ve listvenit (ultramafikler) kaya topluluklarından oluşmaktadırlar. Bu birimleri Halilbağı köyü ile İmikler ve Karaçam köyleri civarında gözlemek mümkündür. Bu tezin çalışma alanı da Karaçam köyü ile onun kuzey ve batısını içine almaktadır.



Şekil 2.2 Karaçam köyü batısı ve güneyini içeren bölgenin jeoloji haritası (Gözler vd. 1996 tarafından çizilen Eskişehir İ 26 nolu 1: 100 000 ölçekli haritadan değiştirilerek alınmıştır; litolojik açıklamalar Şekil 2.3' de verilmiştir)



Şekil 2.3 Beylikova ile Karakaya köyünün batısının tektono-stratigrafik sütun kesiti (Gözler vd. 1996'dan yararlanılarak hazırlanmıştır)



Şekil 2.4 Karaçam güneyi ve Sivrihisar civarının jeoloji haritası (Okay (2011)'den alınmış olup, A-A' kesitindeki yanlış yazılmış olan Alt Karakaya ifadesi Üst Karakaya olarak düzeltilerek verilmiştir)

Gözler vd. (1996) tarafından ofiyolitli melanjlar, Okay (2011)' e göre Halilbağı köyü civarında Tavşanlı zonuna ait Ofiyolitli Melanj (bazalt-çört-şeyl-kireçtaşı) adlandırılmış olup, Sivrihisar formasyonunu tektonik olarak üzerlediği belirtilmiştir (Şekil 2.4). Yazar, bu ofiyolitli melanjı, Ovacık Kompleksi olarak tanımlamış ve Neo-Tetis okyanusunun dalma-batma sırasında oluşmuş eklenir prizmayı temsil ettiğini

belirtmiştir. Neo-Tetis okyanusunun yaşını ise Geç Triyas ile Geç Kretase olarak vermiştir. Ovacık kompleksinin üzerine tektonik dokanakla peridotit, piroksenit, gabro, kromit (*kromitit olmalı*) ve onları kesen diyabaz daylarından oluşan büyük bir ofiyolitik kütlenin geldiğini belirtmiştir. Bu ofiyolitler ise Okay (2011)' e göre Anadolu Ofiyoliti olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2.4). Bu Anadolu Ofiyoliti ise Gözler vd. (1996) tarafından verilen ultramafikler' e karşılık gelmektedir. Peridotitler esas olarak harzburgit ve dunitlerden oluşmaktadır ve dunitler içinde merceksel kromit kütleleri bulunmaktadır. Okay (2011)'e göre, izotopik yaşı saptanan tüm Anadolu ofiyolit-tabanı metamorfitleri Albiyen yaşında olup, bunlarda yüksek sıcaklık metamorfizmasını üzerleyen düşük dereceli bir Yüksek Basınç/Düşük Sıcaklık (YB/DS) metamorfizması gözlenmektedir (Dilek ve Whitney 1997, Okay vd. 1998, Önen ve Hall, 2000). Bu ortak özellikler, bugün birbirinden bağımsız kütleler oluşturan ofiyolitlerin Geç Kretase'de Anatolid-Torid Bloku üzerine yerleşmiş tek bir ofiyolit kütlesi oluşturduğuna işaret etmektedir (Dilek vd. 1999, Önen 2003).

Yazarlara göre, melanjı oluşturan birimler birbirleri ile tektonik ilişkili iken ultramafikler ise melanj içinde genellikle bloklar şeklinde yer almaktadırlar (Şekil 2.2). Gözler vd. (1996), bunların oluşum yaşını Triyas, yerleşim yaşını ise yaş bulgularına dayanarak Triyas sonu-Erken Jura olarak vermişlerdir.

Bu birimler üzerinde bulunan Sivrihisar metamorfitleri, pelitik, bazik ve karbonatlı kayaçların başkalaşmasıyla oluşmuştur (Şekil 2.3). Bunlar Halilbağı köyünün güneyinde yer almakta olup, KB-GD şeklinde bir kuşak gibi uzanmaktadırlar (Şekil 2.2). Bu metamorfitler yazarlara göre; metabazitler, metakuvarsitler metapelitler ve metakarbonatlardan oluşan Sivrihisar Mavişistler kuşağı, metabazitler, metapelitler, metakuvarsitler ve metakarbonatlardan oluşan Sivrihisar Glokofanitik Yeşilşistler kuşağı, metabazitler, metapelitler ve meta kuvarsitlerden oluşan Sivrihisar Yeşilşistleri kuşağı ve Sivirihisar Mermerleri' nden meydana gelmiştir.

Fosil bulgularına dayanarak çökelme yaşları Orta-Üst Triyas, metamorfizma yaşları ise Üst Triyas sonrası ile Erken Jura öncesi aralığında verilmiştir (Gözler vd. 1996).

Öte yandan, Gözler vd. (1996) tarafından Sivrihisar metamorfitleri olarak verilen birimler Okay (2011) tarafından verilen istifte Tavşanlı zonu içinde yer aldığı kabul edilmiştir. Mikaşist-mermer ve Mermerlerden oluşan Sivrihisar Formasyonu ve metabazit-metaçört-mermerlerden oluşan Halilbağı Formasyonu olarak adlandırarak iki ayrı formasyon olarak sunulmuştur (Şekil 2.4). Bu formasyonların yaşlarını ise ?Triyas ve Kretase arası olarak verilmiştir.

Bölgesel Jeoloji haritasının (Şekil 2.2) GB ucunda Karakaya köyü yakınında Kaymaz Granitinin doğudaki bir parçası olan bir sokulum kayacı gözlenmektedir. Gözler vd. (1996) bu sokulum kayacının Üst Kretase sonrası Eosen öncesi bölgedeki sıkışma sonucu kıta kabuğu kalınlaşmasına bağlı olarak geliştiğini belirtmişlerdir. Öte yandan Güllü ve Kadıoğlu (2010) ile Güllü (2012) Karakaya' da yüzeyleyen sokulum kayacını granit olarak tanımlamışlardır. Neotetis okyanusunun Kretase sonlarında kapanmaya başladığını, Paleosen' de Anatolid –Torid platformu ile Sakarya Levhasının çarpıştığını ve Karakaya granitinin 59-60 milyon yıl yaşında olup Orta Paleosen' de kenet zonu içine yerleştiğini belirtmişlerdir.

Eskişehir İ 26 1:100 000 ölçekli haritanın en doğusunda bulunan Karaçam ve Kızılcaören köylerinin güneyinde Eosen yaşlı çökeller görülmektedir (Şekil 2.2). Gözler vd. (1996) bu çökelleri sığ denizel ortamda çökeldiklerini belirterek Mamuca Formasyonu olarak isimlendirmişlerdir. Konglomera-Kumtaşı üyesi, Kil-Marn üyesi ve Kireçtaşı üyesi olarak üçe ayırmışlardır. Bu formasyonun yaşını ise Alt Eosen (Kuviziyen) olarak vermişlerdir.

Geç Kretase' den sonra yine Okay (2011)' e göre; Tavşanlı Zonu'nun doğu kesiminde ofiyolitli melanj ve ofiyolit üzerinde Alt Eosen denizel çökelleri uyumsuzlukla yer almaktadır. Eosen çökellerinin bir kısmı Eskişehir güneyinde konglomera, kumtaşı, kiltaşı ve bol nümmülitli killi kireçtaşlarından oluşan ~300 m kalınlıktaki Alt Eosen (Kuviziyen) denizel çökelleri, ofiyolitik gabroları uyumsuzlukla örtmektedir (Gözler vd. 1985). Çalışma alanına yakın olan bölgede Sivrihisar' ın kuzeyinde (Şekil 2.4) ve aynı zamanda Şekil 2.2' ye de bakıldığında da haritanın en doğusunda bulunan Türkmençal

tepe’ nin kuzey ve güneyinde ve Kızılcaören köyü güneyinde Eosen yaşlı çökellere de rastlanmaktadır.

Okay (2011)’ e göre bu stratigrafik veriler Tavşanlı Zonu'nun Erken Eosen başlangıcında (50 milyon sene önce) sığ bir deniz ile kaplı olduğunu göstermektedir. Eosen'de denizel sedimantasyonun yanı sıra bir dizi plütonik kütle de Tavşanlı Zonu içine sokulmuştur. Bu sokulumlar Sivrihisar’ ın GD ve KB’ sında görülmektedir (Şekil 2.4). Genellikle granodiyorit bileşimli olan, hornblend ve biyotit kapsayan plütonların yaşları 45 my ile 53 my arasında (Erken-Orta Eosen) olarak verilmiştir. Aydın vd. 2016 ise Kaymaz civarındaki plütonların hornblend ve turmalinli lökogranitler olduğunu belirtmişlerdir.

Okay (2011), Eosen yaşını verdiği plütonik birimlerden ve Eosen yaşlı çökellerden sonraki birimleri ayırtlamamış ve Alüvyon ve Neojen Kayaları adı altında toplamıştır (Şekil 2.4).

Gözler vd. (1996) Karkın köyünün hemen kuzeyinden geçen D-B doğrultulu bir kırık hattı üzerinde alkalen volkanizmaya ait, silisifiye tüf, volkanik breş, aglomera ve lav gibi piroklastik malzemelerden oluşan birimi Höyüklü formasyonu olarak adlandırmışlar ve yaşının Alt Miyosen olabileceğini belirtmişlerdir.

Bu birim üzerinde yer alan Porsuk Formasyonu, Konglomera-kumtaşı, Tüf-tüfit, Jipsli marn ve killer, Kireçtaşı ve Bazaltlardan oluşmaktadır. (Gözler vd., 1996). İbikseydi köyü GB’ sı ve Doğray, Beylikova ve Halilbağı köyleri arasında yüzlekleri izlenir (Şekil 2.2).

Porsuk ırmağı boyunca ise (sahanın kuzeyinde) çok gevşek olarak tutturulmuş çakıl ve kum tanelerinden oluşan alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 2.2).

3. İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ

İnceleme alanında, İzmir-Ankara Zonu'nda yer alan Kretase yaşlı Dağküplü melanjına ait başlıca serpantinleşmiş peridotitler ve gabrolardan oluşan kayaçlar yüzeylenmektedir (Ek 1). Boyalı ve Arıkal 1986, Karaçam köyü civarında yaptıkları çalışmada stratigrafik olarak en alt birimleri serpantinitler ve piroksenitler olarak vermiş, ayrıca gabro ve diyabaz döküntülerinden söz etmişlerdir. Bu tez çerçevesinde yapılan saha çalışmaları ile ofiyolitik istifin en alt birimlerini temsil eden serpantinitlerin, serpantinleşmiş peridotitleri yüzeyledikleri belirlenmiş ve piroksenitler ile tabakalı gabrolara ait döküntülere rastlanılmıştır.

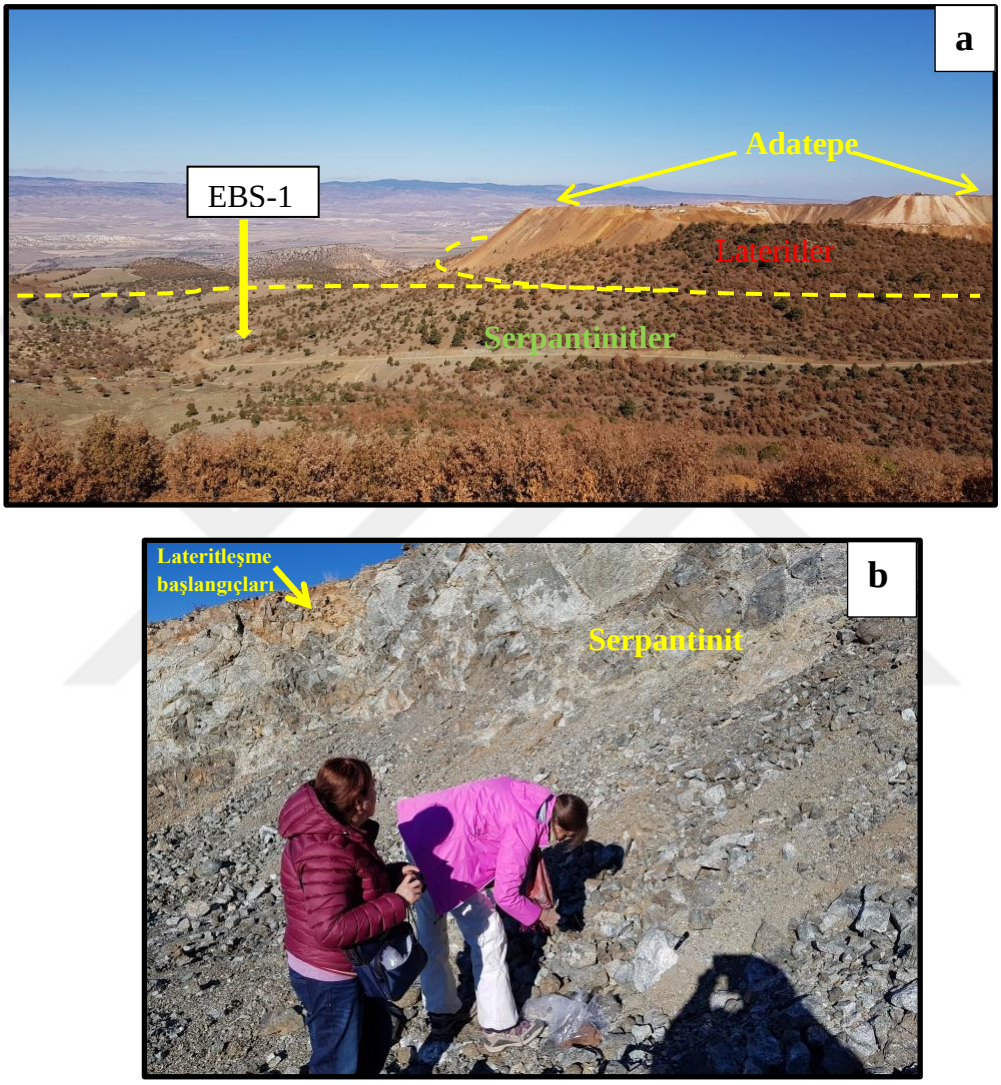
Adatepe, Belek, Sarnıç sektörlerinde, çalışma alanının temelini oluşturan bu kayaçların üzerinde atmosferik kimyasal bozunma (chemical weathering) sonucu oluşmuş sarı, kahverengimsi-sarı, turuncu, kırmızı ve kızılımsı-kahverengi renkler gösteren lateritler yer almaktadır (Ek 1). Bunlar demir oksi-hidroksitlerden [FeO(OH). nH2O yani limonit] ve/veya demir oksitlerden (Fe_2O_3 yani hematit) oluşan genellikle anomali düzeyinde nikel, demir ve kobalt içeren bazen de steril (cevhersiz ya da ekonomik olmayan düzeyde tenörleri bulunan az cevherli) lateritik zonlardır.

İncelenen alanlardaki istif, tabandan tavan doğru (en yaşlıdan en gence doğru) şöyledir: Serpantinit-serpantinleşmiş peridotit ve gabrolar, lateritik zonlar (limonitler ve hematitlerden oluşmaktalar), içlerinde üst kesimlerde beyaz/yeşil/gri/siyah/kırmızı renkli kalsedon damarları ve oluşumları içeren beyaz (boz-krem) renkli silisleşmeler ve hidrotermal olaylar ki bu olayların içinde traverten oluşumları da bulunmaktadır (Ek 1).

3.1 Serpantinleşmiş Peridotitler ve Serpantinitler

Bu tür kayaçların sahada, Adatepe'nin alt kotlarında ve Belek köyü civarında yüzeylendikleri görülmektedir (Ek 1). Adatepe'nin Belek köyüne bakan tarafında kuzey güney doğrultulu yol boyunca izlenen serpantinit ya da serpantinleşmiş peridotitler yeşil renkler sunmaktadırlar (Şekil 3.1a ve 3.1b, Çizelge 1.1' de örnek no: EBS-1). El örneği düzeyinde bakıldığında içlerinde piroksen mineralleri dilinimlerinden itibaren

parlamaları nedeniyle kolayca tanınmaktadır. Kayaçların çatlaklarında açık yeşil renkli dolgular biçiminde serpantin mineralleri görülmektedir. Bu kayaçların yer yer manyezit damarları ile kesildikleri görülmektedir. EBS-1 örneğinin alındığı yarmanın üst kesimlerinde lateritleşme başlangıçları izlenmektedir (Şekil 3.1b).



Şekil 3.1(a) Adatepe ve batısındaki yaklaşık serpantinit-laterit dokanağı ve EBS-1 örneğinin alındığı yer, (b) Adatepe'nin batısındaki yol üzerinde yer alan serpantinit veya serpantinleşmiş peridotit yüzleği ile lateritleşme başlangıç seviyeleri. (EBS-1 örneğinin alındığı yer)

3.2 Gabrolar

Karaçam köyünün ortasından güneybatıya doğru uzanan dere içine düşmüş dökuntüler ve aynı derenin batı yamacında bantlı, masif parlak koyu yeşil renkli minerallerden

oluşan el örneği düzeyinde gabro olarak tanımlanan kayaçlara rastlanmıştır (Ek 1, Şekil 3.2a, b, Çizelge 1.1' de örnek no: EK-1).

Bu derenin güneybatı yamacına doğru çıkıldıkça gabro döküntülerinin arttığı gözlenmiş ve gabro mostralarının bu yamacın daha üst tarafında oldukları izlenimi edinilmiştir. Bu kayaçların beyaz kısımları plajiyoklaz, koyu yeşil siyaha çalan kesimleri ise piroksen minerallerinden oluşmaktadır. Piroksen mineralleri ışığın geliş açısına bağlı olarak dilinim yüzeylerinden itibaren parlamalar yapmaktadır. Bu kayaçlarda plajiyoklazların ve piroksenlerin yoğunlaştığı ayrı ayrı bantlar (tabakalar) gözlenmektedir (Şekil 3.2 a). Bunların tabakalı gabrolar oldukları söylenebilir. Bu bantların kalınlıkları birkaç milimetre ile 10 santimetre arasında değişmektedir. Bu görünüm, bunların bileşimsel (mineralojik ya da modal) bantlaşma gösterdiklerine işaret etmektedir. Bazı bantların paralel biçimde devam etmeyerek kamalanarak bittikleri izlenmektedir.

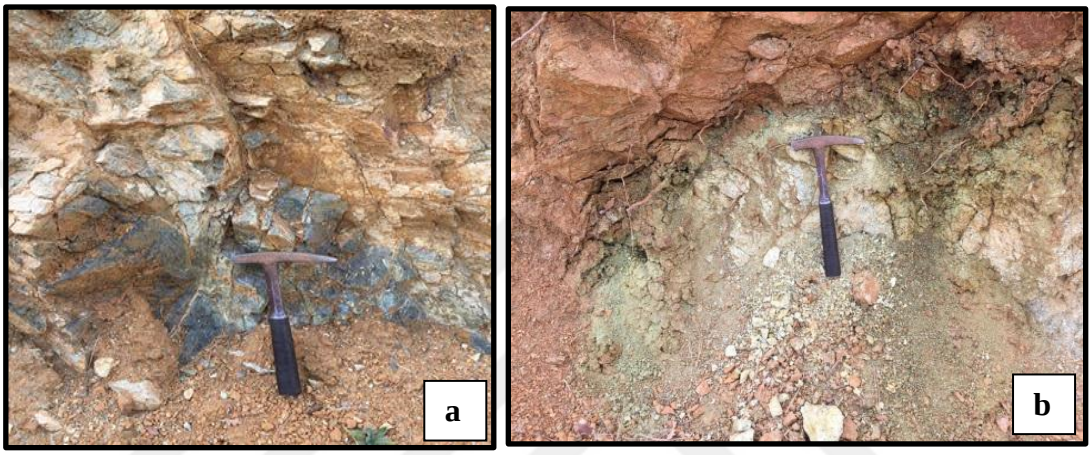
Öte yandan gözle ve lup ile incelendiklerinde bu gabrolarda mineral boyutlarının da değiştiği, ince taneli ve iri taneli minerallerden oluşan bantlaşmaların var olduğu görülmektedir. Bu durumda da bunların dokusal bantlaşmalara da sahip oldukları söylenebilir (Şekil 3.2 b).



Şekil 3.2 Karaçam köyü güneyinde yüzeyleyen gabrolara ait döküntüler. (a) mineralojik ya da modal bantlaşma, (b) dokusal bantlaşma

3.3 Lateritler

Sahada, serpantinit/serpantinleşmiş peridotitlerin lateritleşmeye başladıkları ilk aşamalar Karaçam köyü batısındaki yol üzerinde izlenmiştir (Ek 1). Burada kayaçların kırık ve çatlaklar boyunca yumuşaklaştığı, killeştiği ve kahverenkli laterit oluşumlarına doğru değişimlere uğradığı belirlenmiştir (Şekil 3.3 a, b).



Şekil 3.3 Lateritleşmeye başlamış serpantinit (a), serpantinleşmiş peridotitler (b)

Sarı- turuncu-kızılkahverengi renklerin hâkim olduğu lateritler ise Adatepe açık ocak içinde yaygındır (Şekil 3.4) ve Fe-Ni Madencilik bu alandan nikel ve kobalt ile demir içeren cevherleşmelerin üretimini yapmaktadır. Lateritler, serpantinit ve serpantinleşmiş peridotitlerin atmosferik kimyasal bozunma (chemical weathering) süreçleri sonucunda oluşmuşlar ve lateritleşme olayları sırasında silisleşmeler, limonitleşmeler ve hematitleşmeler meydana gelmiştir.



Şekil 3.4 Adatepe Açık Ocak kuzey kesimde yüzeyleyen lateritler (Sarı ve turuncu renkler limonitik lateritlerin rengidir)

Ana kayaçlar içinde bulunan demirin mobilizasyonu ile demir cevherleşmeleri (limonit ve/veya hematit cevherleri), nikelin mobilizasyonu ile de nikel içeren mineraller (garniyeritler) oluşmaktadır.

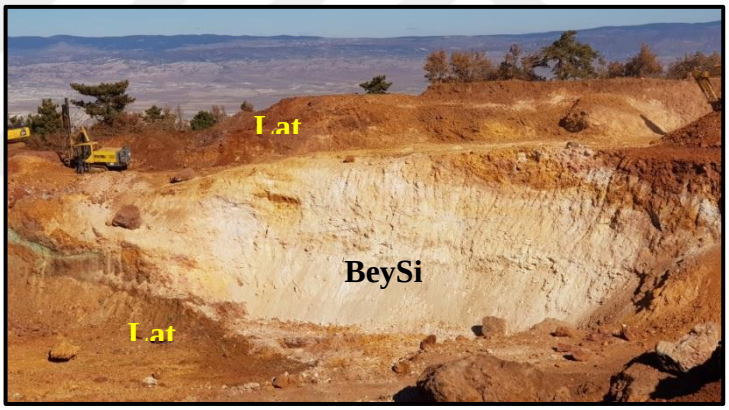
Lateritleşmeler sadece Adatepe içinde değil aynı zamanda Belek ve Sarnıç civarlarında da gözlenmektedir (Ek 1). Sahadan alınan iki örnek demir oksitlerce zengin olup silisleşmiş lateritlerdir (Örnek No: EA-13, EA-22).

3.4 Beyaz (boz-krem) Renkli Silisleşmeler

Adatepe' nin kuzey kesimde lateritleri kesen beyaz renkli silisleşmelere rastlanmıştır (Ek 1, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6).



Şekil 3.5 Adatepe orta kesimleri lateritleşmeyi (Lat) kesen çeşitli renkte kalsedon damarları içeren beyaz silisleşmeler (BeySi) (Kuzeydoğuya doğru bakış)

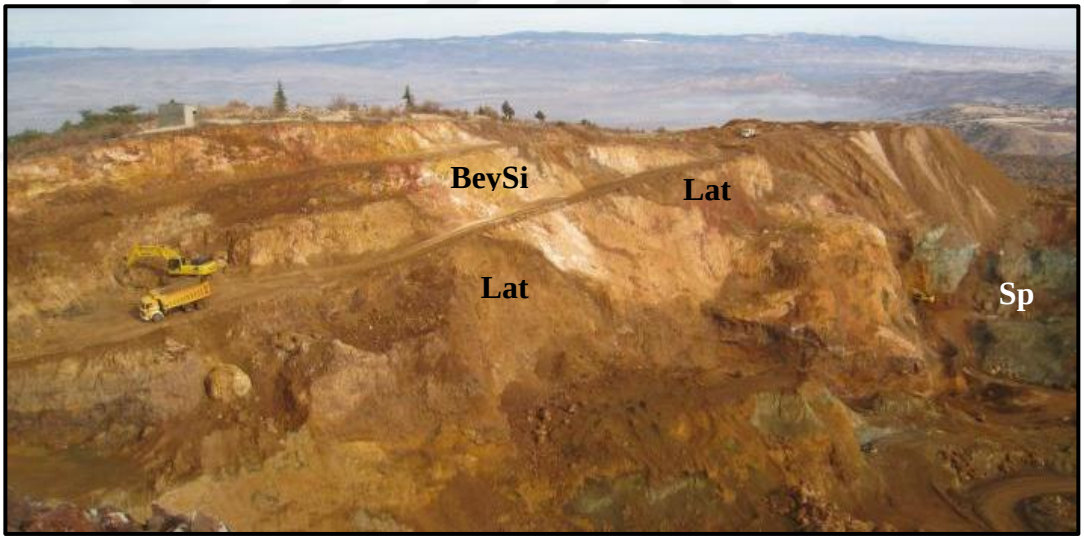


Şekil 3.6 Adatepe kuzey kesim içinde çeşitli renkte kalsedon damarları içeren mercek biçimli beyaz silisleşmeler (BeySi)

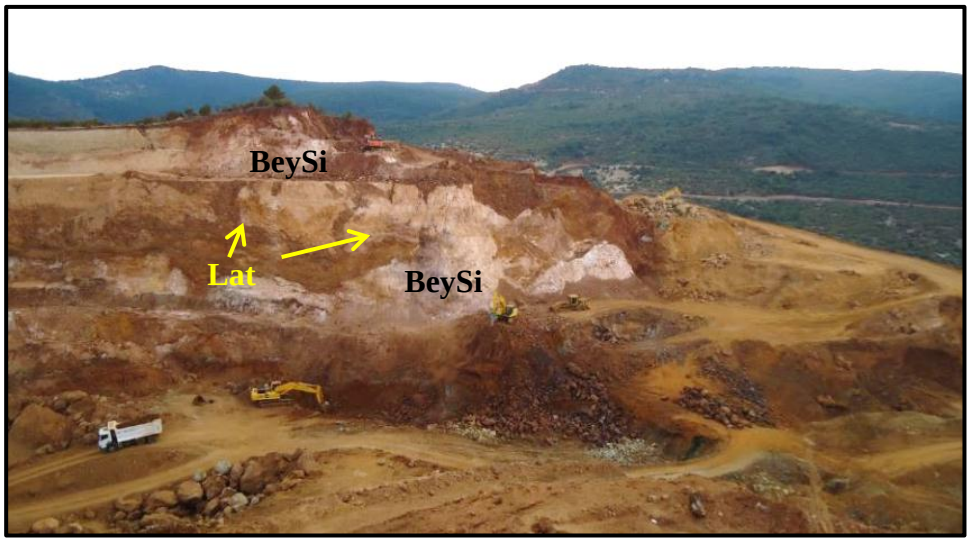
Adatepe sektörünün ilk işletme aşamalarında beyaz renkli silisleşmelerin Adatepe'nin hem kuzey hem de güney kesiminde değişik yönlerde eğim kazanmış halde yüzlekler şeklinde izlendiği belirtilmiştir (Sözlü görüşme Sayılı, 2018). O dönemlere ait fotoğraflar da tarafımıza iletilmiş ve burada Şekil 3.7, 3.8 ve 3.9' da sunulmuştur. Özellikle Şekil 3.10' da beyaz renkli silisleşmelerin lateritleri kestikleri ve bazı lateritli kesimleri içlerine aldıkları net bir biçimde görülmektedir.



Şekil 3.7 Adatepe ilk işletme aşamaları (2015 yılı görüntüsü) Güneye doğru bakış (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, Sp: Serpantinit)

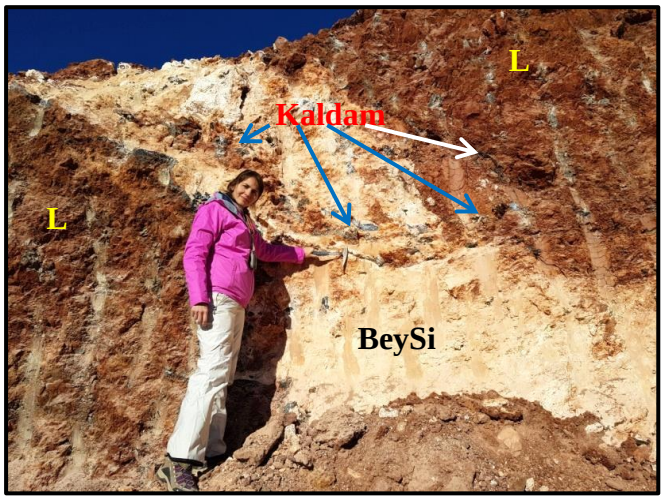


Şekil 3.8 Adatepe ilk işletme aşamaları (2015 yılı görüntüsü) Kuzeybatıya doğru bakış (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, Sp: Serpantinit)

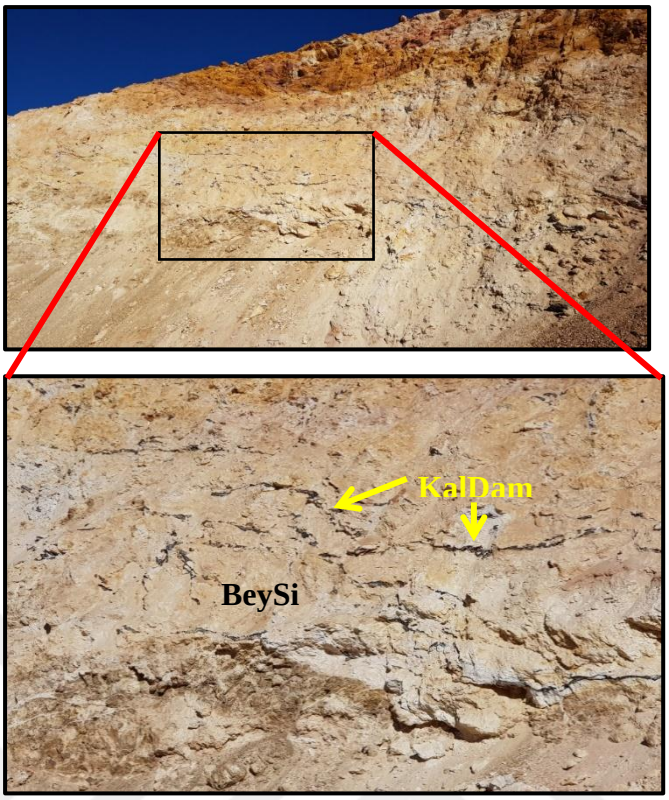


Şekil 3.9 Adatepenin güney kesimi (2015 yılı görüntüsü, kuzeyden güneye bakış) (BeySi: Beyaz silisleşme, Lat: Laterit, okların ucunda laterit reliktleri)

Sahada özellikle Adatepe açık ocak içinde kuzey kesimlerde beyaz, yeşil, kırmızı, gri, koyu gri hatta bazen siyah renklerde birkaç santimetreyi geçmeyen kalınlıkları olan, şöçtabaka gibi devamlılıkları olmayan bazen ardalanmalar şeklinde izlenen kalsedon damarları ve damarcıkları içeren yumuşak kil görünümlü silisleşmeler görülmüştür (Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12). Sözü edilen kalsedon damarları belli bir yönelim göstermemekte ve farklı konumlarda izlenmektedir.



Şekil 3.10 Lateritleri (L) kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi). Hem beyaz renkli silisleşmeler hem de lateritler içinde yeşil dahil değişik reklerde kalsedon damarları (Kaldam)

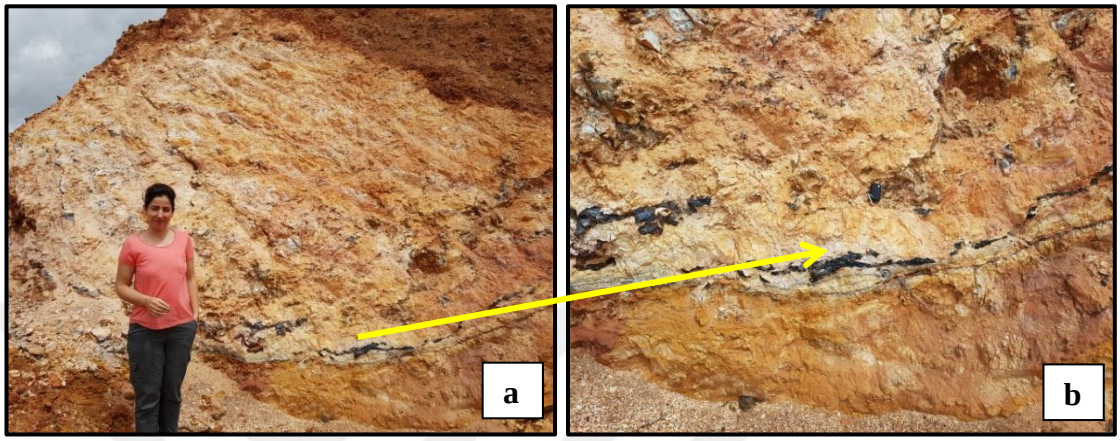


Şekil 3.11 Şekil 3.6' deki görüntünün daha yakından görünümü. Beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde farklı doğrultularda yer alan kalsedon damarları (KalDam)



Şekil 3.12 Beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde farklı doğrultularda yer alan kalsedon damarları (KalDam)

Saha çalışmaları sırasında beyaz renkli silisleşmelerin içinde izlenen farklı renklerdeki bu kalsedon damarlarının sadece bu birimde değil aynı zamanda silisleşmiş lateritler içinde de oldukları da belirlenmiştir (Şekil 3.10). Beyaz renkli silisleşmeler içinde siyah renkli kalsedon damarcıkları da bulunmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Lateritlerin arasındaki beyaz silisleşmeler içinde siyah renkli kalsedon damarları (a, b)

Sahada yapılan incelemeler sırasında yeşil, siyah ve kırmızı renkli kalsedonların ardalanmış durumda oldukları da görülmüştür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Yeşil, siyah ve kırmızı renkli ardalanmalar halinde dizilmiş kalsedon akıntıları

Beyaz renkli silisleşmeler içinde onları dike yakın konumlarda kesen çok yumuşak, dağılgan ve yeşil, camgöbeği ve mavi renklerde olan alterasyon ürünlerine de

rastlanmıştır. Bunların açık cam göbeği renkli olanlarının devamında yeşil kalsedonlar gözlenmiştir. Bu gözlemler, beyaz (boz –açık krem) renkli silisleşmelerin daha sonraki evrelerde oluşan kırıklar ve çatlaklara hidrotermal çözeltilerin girdiğini düşündürmektedir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Kahverengi lateritleşmeleri (Klat) kesen ve onları breş parçaları halinde içine alan beyaz silisleşmeler (BeySi) içinde açık turkuvaz–camgöbeği renkli silisler (muhtemelen opal), bunların içinde de yeşil renkli kalsedon (YeKal)

Tez çalışmasının konusunu oluşturan yeşil kalsedonlar ise mat beyaz renkli silisler tarafından çevrilmiş şeffaf (Şekil 3.16) bazen de içlerinde siyah renkli kapanımları olan

kalınlıkları 10 cm' yi, uzunlukları 10-15 cm' yi geçmeyen düzgün bir şekle sahip olmayan parçalar halinde bulunmaktadırlar.

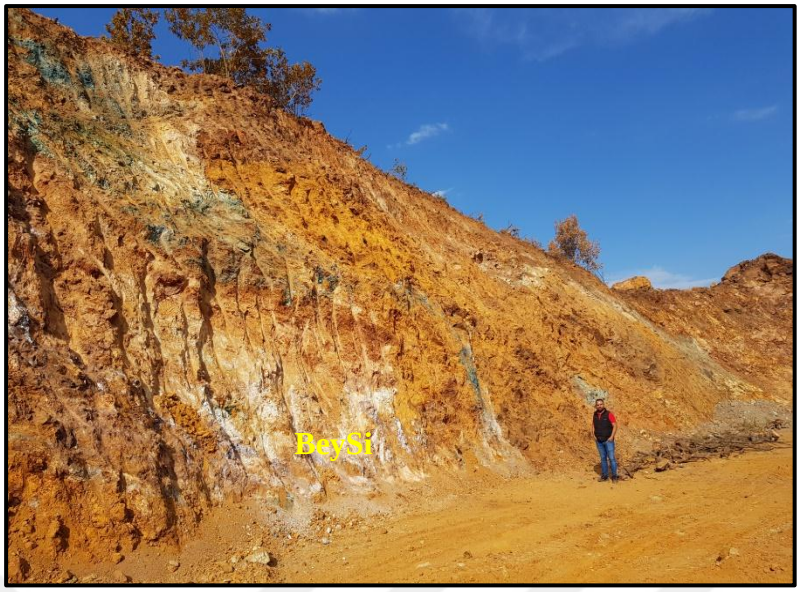


Şekil 3.16 Açık yeşil ve Koyu yeşil renkli kalsedon damarından bir parça

Beyaz (boz-krem) renkli silisleşmelere daha yakından bakıldığında bunların lateritleri, silisleşmiş lateritleri kestiği görülmektedir (Şekil 3.17, 3.18 ve 3.19).



Şekil 3.17 Lateritleri kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi)



Şekil 3.18 Lateritleşmeleri kesen beyaz renkli silisleşmeler (BeySi)



Şekil 3.19 Silisleşmiş sarı renkli lateritleri kesen beyaz silisleşmeler (BeySi)

Adatepe'nin dışında Belek olarak adlandırılan sektördeki açık ocak işletmesinin üzerinde gözlenen bir lokasyonda da yeşil renkli kalsedonlar bulunmuştur (sözlü görüşme Aydın, 2018). Bu alana son yıllarda süstaşı arayıcılarının gelerek yeşil kalsedon topladıkları belirtilmiştir. Bu alana gidildiğinde, alanın hafif çukur bir alan olduğu görülmüş (Şekil 3.20) ve antik dönemlere (belki Romalılar dönemine) ait açık ya

da galeri şeklinde bir işletmenin olduğu ve buranın zamanla doğal toprak ve bitki örtüsü ile kapandığı söylenebilir. Burada, yerde döküntüler halinde koyu yeşil renkleri olan yeşil ve yer yer kırmızı renklerle alacalı kalsedonlar etrafta saçılmış halde bulunmuştur (Şekil 3.21). Daha sonra aynı lokasyonun etrafı dolaşıldığında yeşil kalsedonların buranın etrafında daha başka alanlarda da bulunduğu görülmüştür.

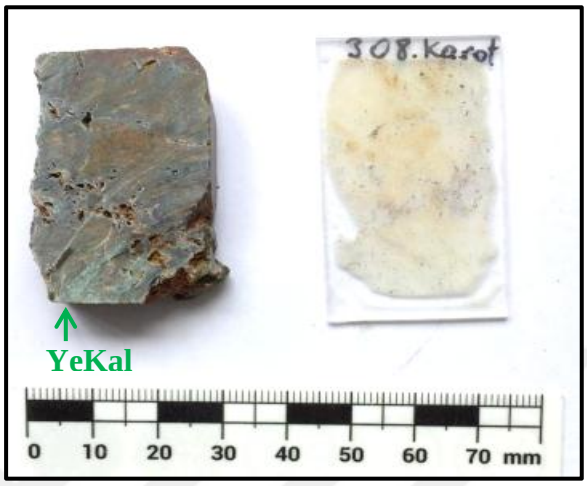


Şekil 3.20 Belek bölgesinde yeşil kalsedon örneklerinin alındığı bölge



Şekil 3.21 Belek bölgesinden toplanan yeşil kalsedon örnekleri

Ayrıca Belek yeşil kalsedon buluntularına yakın bir sahada Fe-Ni Madencilik tarafından yapılan sondajda (BL-008 sondajı) 30.80. metredeki karotta yeşil kalsedonlar kesilmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 BL-008 numaralı sondajın karotundaki yeşil kalsedonlar (YeKal)

Saha çalışmaları sırasında Ağılın Sivrisi denilen kesimde, Sarnıç'a çıkan yolun baş kısmında sondaj yapmak için yeni oluşturulan basamak incelenmiştir. Burada yüzeyleyen kayaçların ilk 10-20 metresi üzerinde üst üste çökelme yapıları ile kıvrımlanmalar sunan karbonatların çökelimlerine bakarak bunların traverten olduğu ve hidrotermal çözeltiler tarafından getirilip çökeltildikleri şeklinde yorumlanmışlardır (Şekil 3.23). Çökelimler birkaç santimetre kalınlık göstermekte ve bunlarda yer yer beyaz ve sarımsı renk farklılıkları gözlenmektedir (Şekil 3.24).



Şekil 3.23 Ağılın Sivrisi alanında yüzeyleyen traverten oluşumları

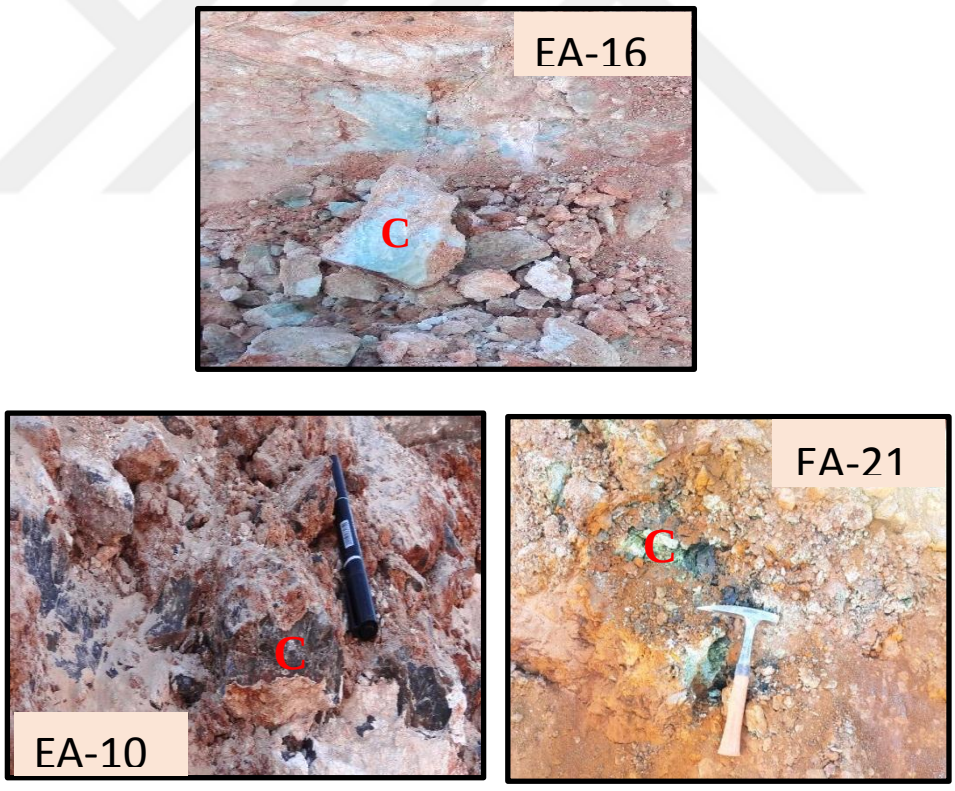


Şekil 3.24 Adatepe civarında gözlenen bantlı traverten oluşumları

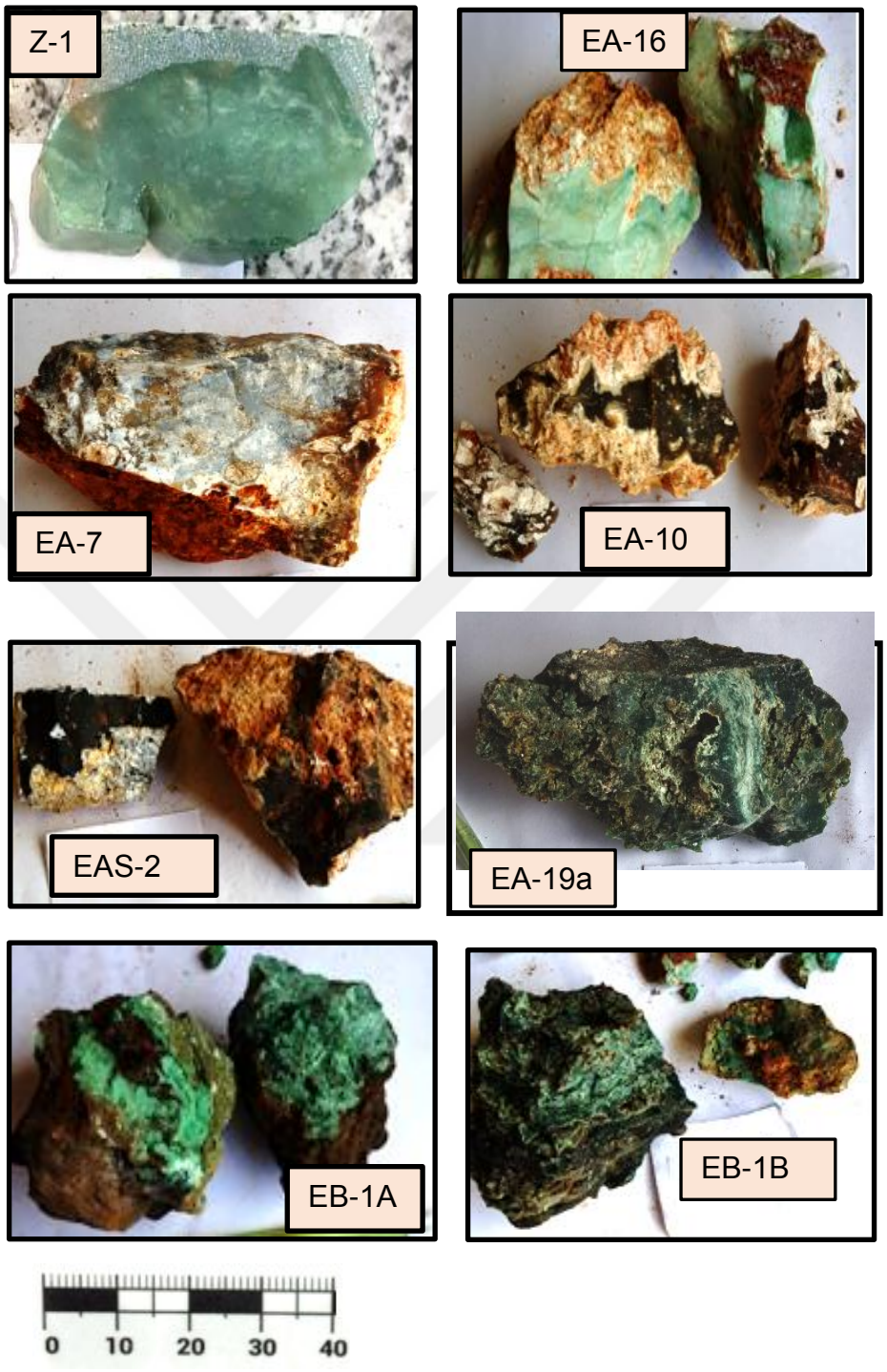
4. BULGULAR

4.1 Makroskobik İncelemeler

İnceleme alanındaki Adatepe ve Belek sektörlerinden farklı reklerde kalsedon örnekleri derlenmiştir (Şekil 4.1, 4.2). Adatepe bölgesindeki kalsedon örnekleri genellikle yeşil renkli olup, yeşil rengin tonlarında izlenmektedir. Koyu yeşil olarak gözlenen kalsedon örneklerinin yanı sıra açık yeşil, kahve-yeşil, beyaz- bej, koyu gri renklerdeki örneklerde belirlenmiştir. Bu da Adatepe bölgesindeki örneklerin renk bütünlüğün olmadığı göstermektedir. Aynı örnekte bile farklı renklerdeki ardalanmaların varlığı da belirlenmiştir (Şekil 3.15). Buna karşın Belek bölgesindeki kalsedon oluşumlarının genellikle koyu yeşil renklerde olduğu görülmüştür.



Şekil 4.1 İnceleme alanındaki farklı renklerde izlenen kalsedon oluşumlarının saha görünümü(C: Kalsedon)

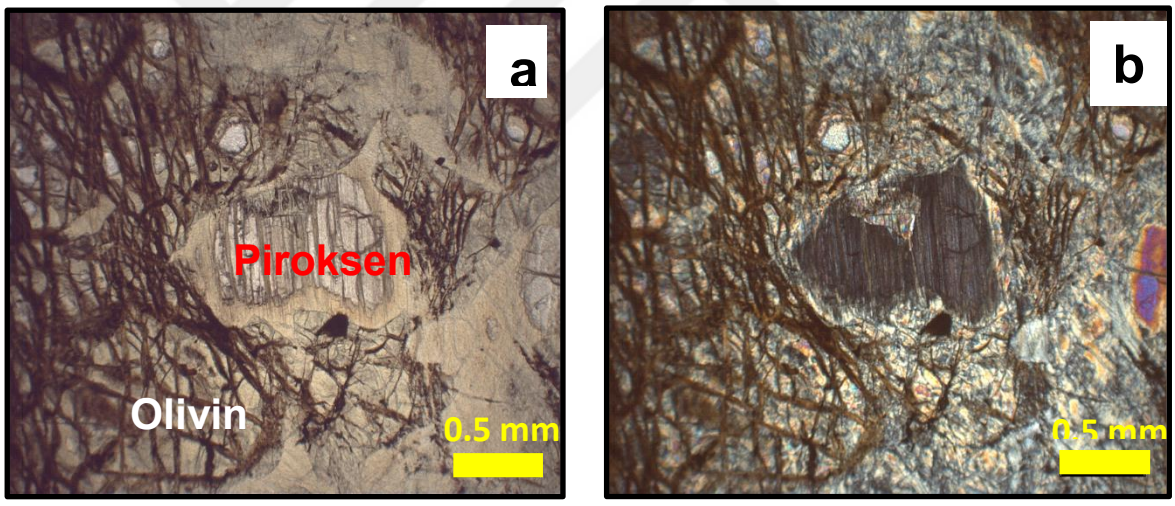


Şekil 4.2 İnceleme alanındaki farklı renklerde izlenen kalsedon oluşumlarının el örnekleri

4.2 Mineralojik ve Petrografik İncelemeler

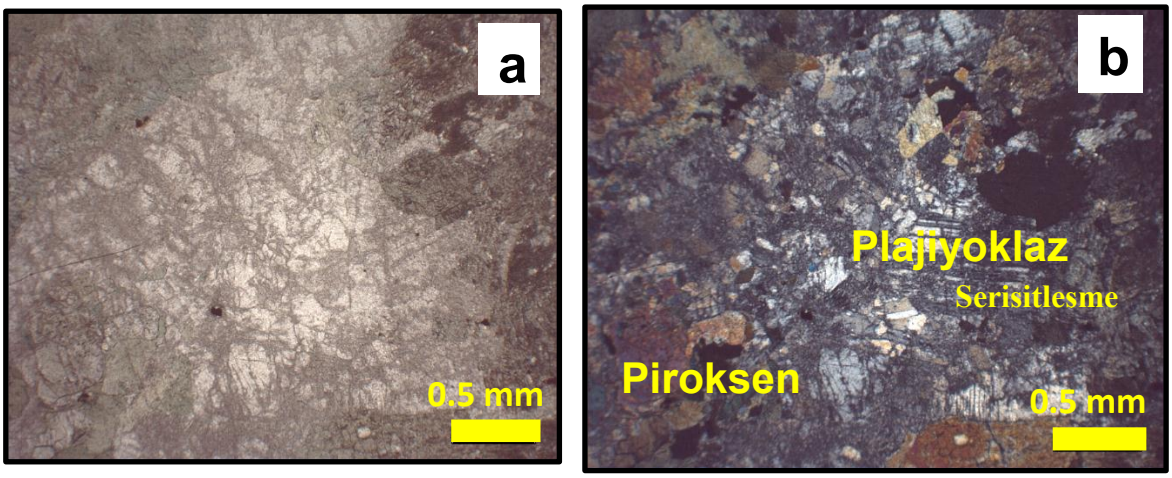
Belek ve Adatepe ile yakın civarındaki kalsedon ve kalsedona eşlik eden farklı litolojilere sahip serpantinit, gabro, laterit, traverten ve silisleşmiş örneklerden hazırlanan parlatılmış ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Kalsedon ve farklı litolojideki kaya örneklerinin mineralojik bileşimleri ve dokusal özellikleri incelenerek kaya adlamaları yapılmıştır.

İnceleme alanındaki serpantinit kayacı mikroskobik incelemelerde holokristalin tanesel doku özelliğindedir (Şekil 4.3). Piroksen ve olivin mineralleri serpantinit kayacının ana mineral bileşimini oluşturmaktadır. Olivin mineralleri özşekilsiz olup, bol kırık ve çatlaklıdır. Çatlaklar boyunca serpantinleşmeler izlenmiştir. Olivin minerallerinde mesh dokusu gözlenmiştir. Piroksen mineralleri ortopiroksen ve klinopiroksen özelliğindedir.



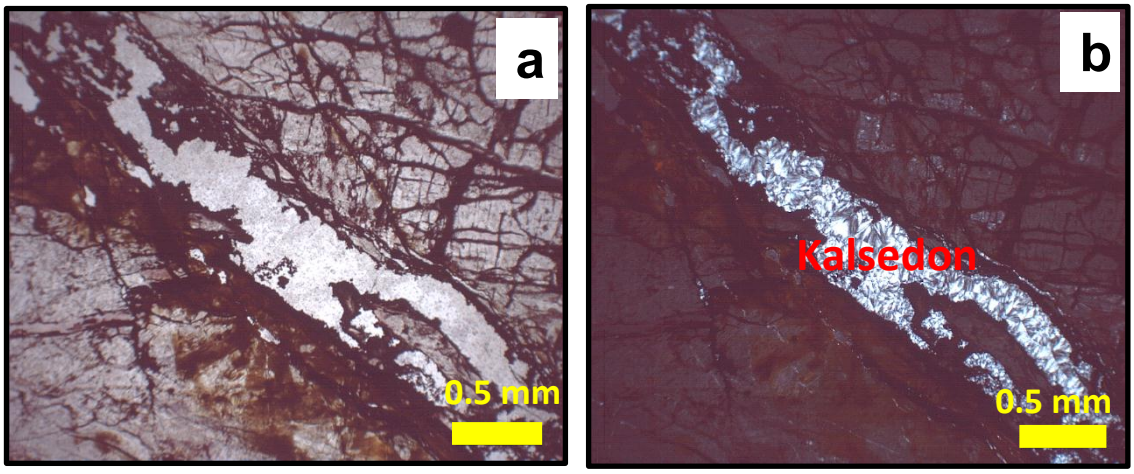
Şekil 4.3 EBS-1 nolu serpantinit örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü

Gabro kayacının ana mineral bileşimini piroksen ve plajiyoklaz mineralleri oluşturmaktadır (Şekil 4.4). Piroksen mineralleri klinopiroksen özelliğinde olup, plajiyoklaz mineralleri sönme açılarına göre labrador oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle de kayaç gabro olarak adlandırılmıştır. Kayacın genel dokusu holokristalin tanesel özelliğindedir. Plajiyoklaz minerallerinde yer yer serisitleşmelerin varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.4).



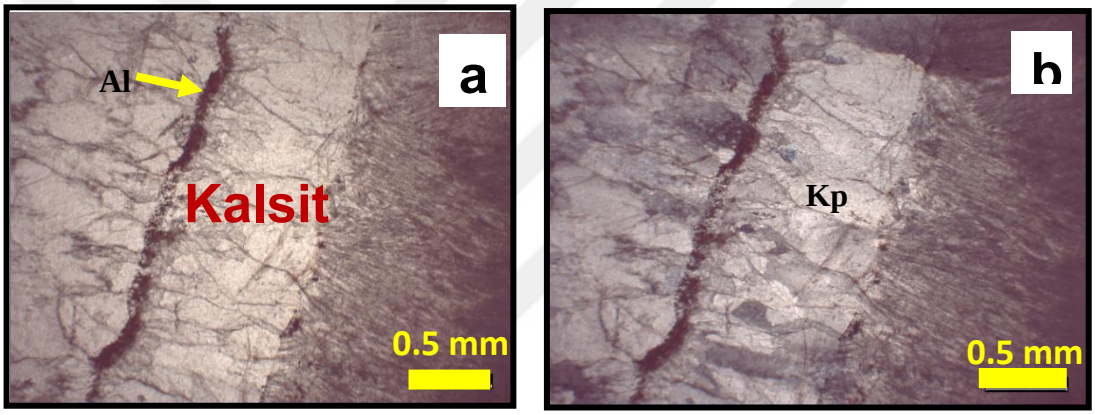
Şekil 4.4 EK-1 nolu gabro örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü

Sahada lateritler (lateritleşmelerde) genelde sarı-turuncu-kızıl-kızılkahverengi-kahverengi ve siyahımsı kahverengi renklerde gözlenirler (Şekil 3.18, 3.19). Lateritleri oluşturan limonitler genellikle yarı opak (yarı şeffaf) olarak tek ve çift nikolde turuncu ile kızılkahverengi renkler sergiledikleri ve hematitlerin ise koyu kahverengi ve siyah renkler gösterdikleri gözlenmiştir (Şekil 4.5). Lateritlerin karbonat ve silis damarları tarafından kesildikleri (silislerce dolgulandığı) gözlenmiştir. Bu nedenle de laterit örnekleri az silisleşmiş ve silisleşmiş lateritler olarak adlandırılmışlardır.



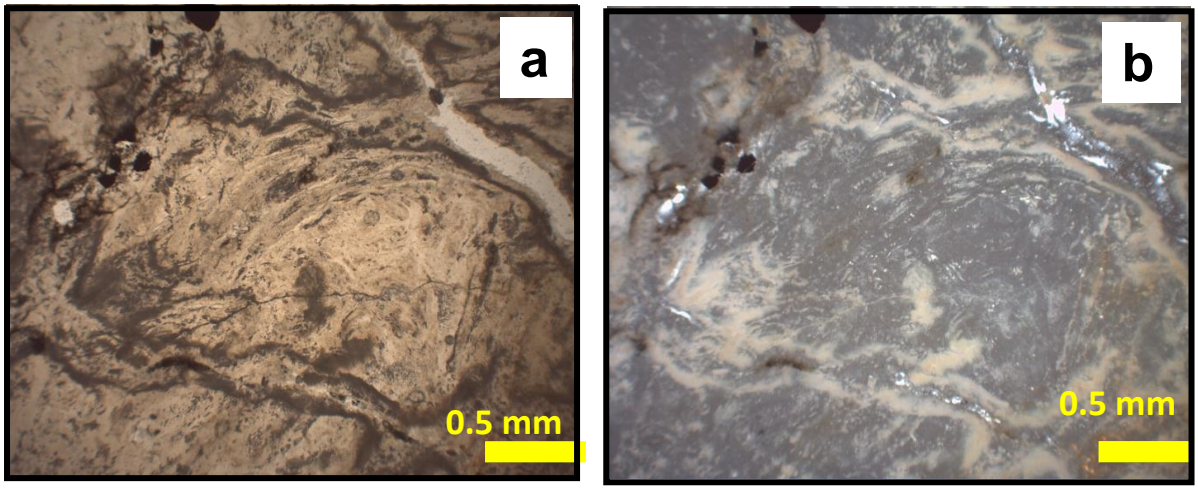
Şekil 4.5 EA-22 nolu silisleşmiş laterit örneğinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü

İnceleme alanındaki traverten oluşumları karbonat kayaçlarını oluşturmaktadır. Kalsit minerali traverten oluşumunun ana mineral bileşimini oluşturmakta olup, bantlı yapıda izlenmektedir (Şekil 3.25, 3.26). Bantlı yapıyı oluşturan kalsit kristalleri mikroskobik incelemelerde genellikle lifler şeklinde bir morfolojiye sahiptir (Şekil 4.6). Traverten oluşumlarındaki bantlı yapı kalsit liflerin farklı yöndeki dizilimlerinden oluşmakta olup, kalsit minerali morfolojik özelliklerine göre iki tipe ayrılmıştır (Braithwaite, 1979). Birincisi yanal yönde büyüyen asiküler lifsi şekilli kristaller şeklindedir. İkinci tip ise daha çok c ekseni boyunca büyüyen kaba prizmatik lifsi kristallerden oluşmaktadır. Bunlar yanal ve dikey yönde birbirlerine paralel veya paralele yakın bir şekilde dizilmiş olarak izlenmektedirler.

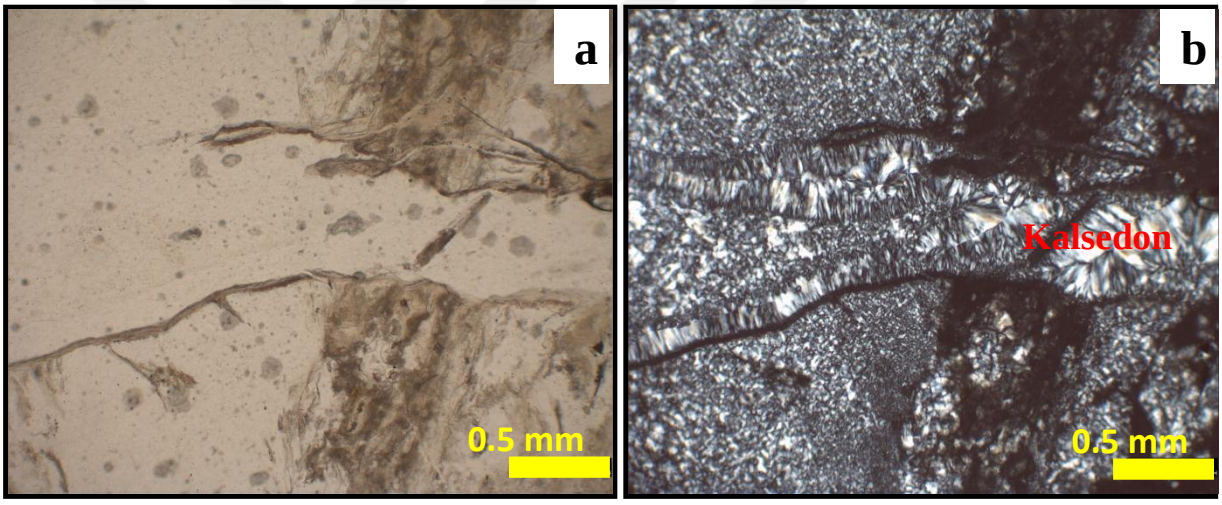


Şekil 4.6 SS-1- nolu traverten örneğindeki asiküler (Al) ve kaba prizmatik (Kp) kalsit kristallerinin 1. nikol (a) ve 2. nikol (b) görünümü

Sahada beyaz renkleri ile tanımlanan silisleşmiş örneklerinin mineralojik bileşimini bol kırık ve çatlaklı bir yapıda izlenen amorf malzeme oluşturmaktadır (Şekil 4.7). Tek nikolde kirli beyaz ve sarı renkli olan amorf malzeme, ikinci nikolde ise izotrop özelliği ile karakteristiktir. Tamamen amorf malzemeden oluşan bu kayaçlar silisleşmeler olarak adlandırılmışlardır. Amorf malzemenin kırık ve boşlukları; ikincil oluşumlu mikrokristalin dokulu kuvars minerali ve lifsi karakterli kalsedon mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.8). Bu örnekler silisleşmeler olarak tanımlanmıştır.

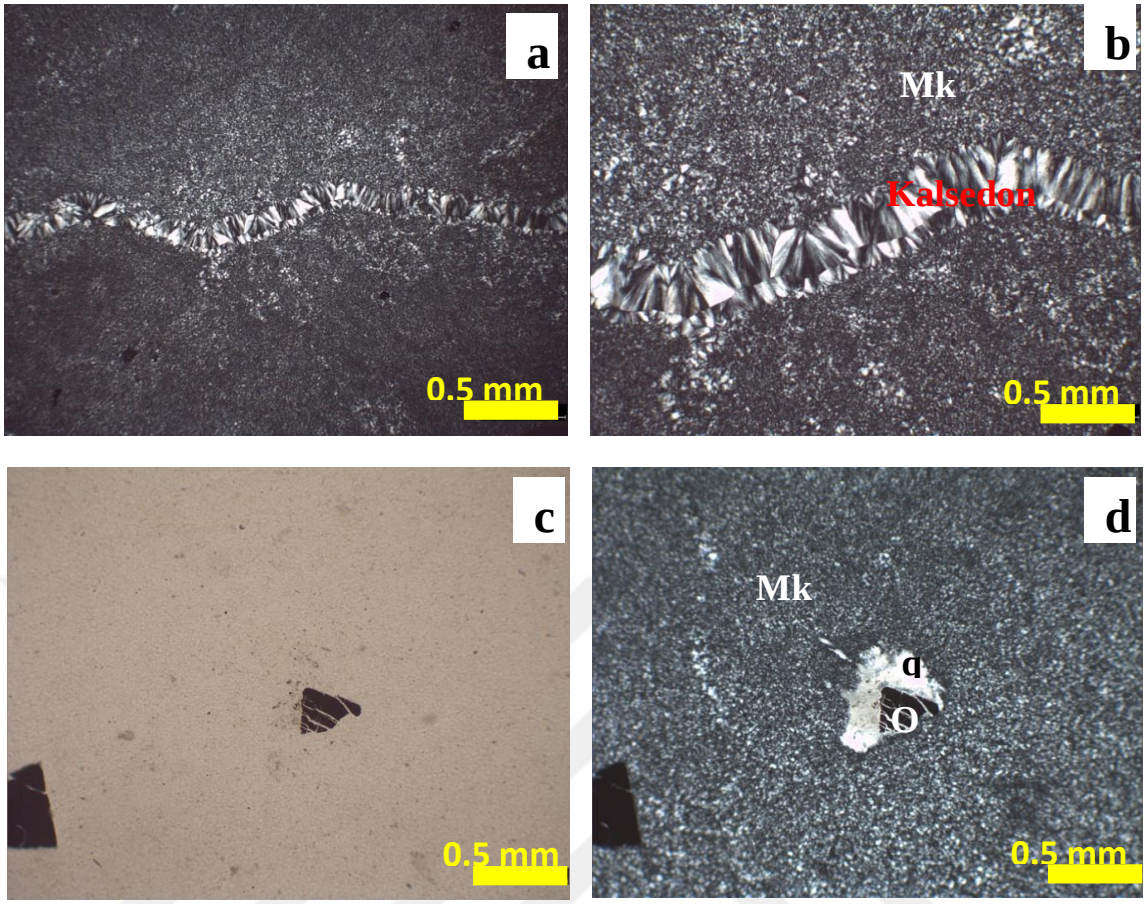


Şekil 4.7 EA-8 nolu silisleşmiş örneğin polarizan mikroskop görünümü (Tek ve çift nikol)



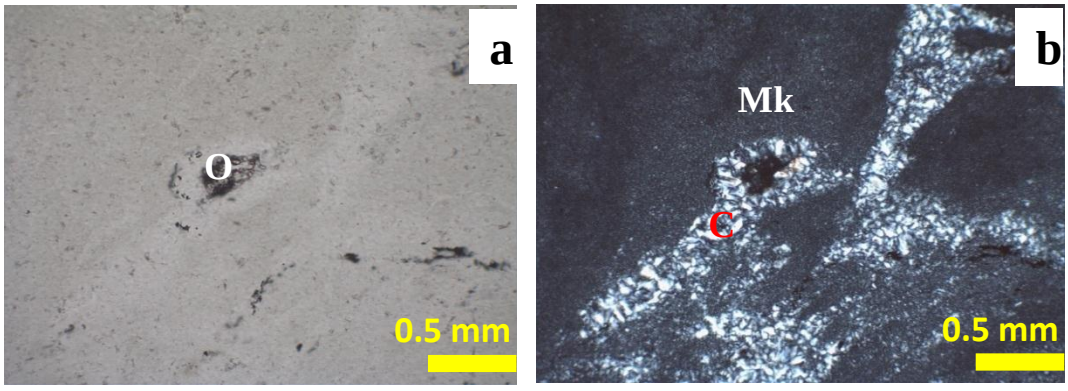
Şekil 4.8 EA-9 nolu silisleşmiş örneğin polarizan mikroskop görünümü (Tek ve çift nikol)

Yeşil renkli kalsedon örneklerinin mikroskobik incelemelerinde mikrokristalin kuvars minerallerinin yanı sıra iri kuvars ile lifsi özellik sunan kalsedon mineralleri gözlenmiştir (Şekil 4.9 a ,b). Kalsedon genellikle çatlak dolgusu şeklinde izlenmiştir. Ayrıca, kalsedon ve kuvars kristallerinin opak minerallerin çevresinde de yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 4.9 c,d, 4.10).



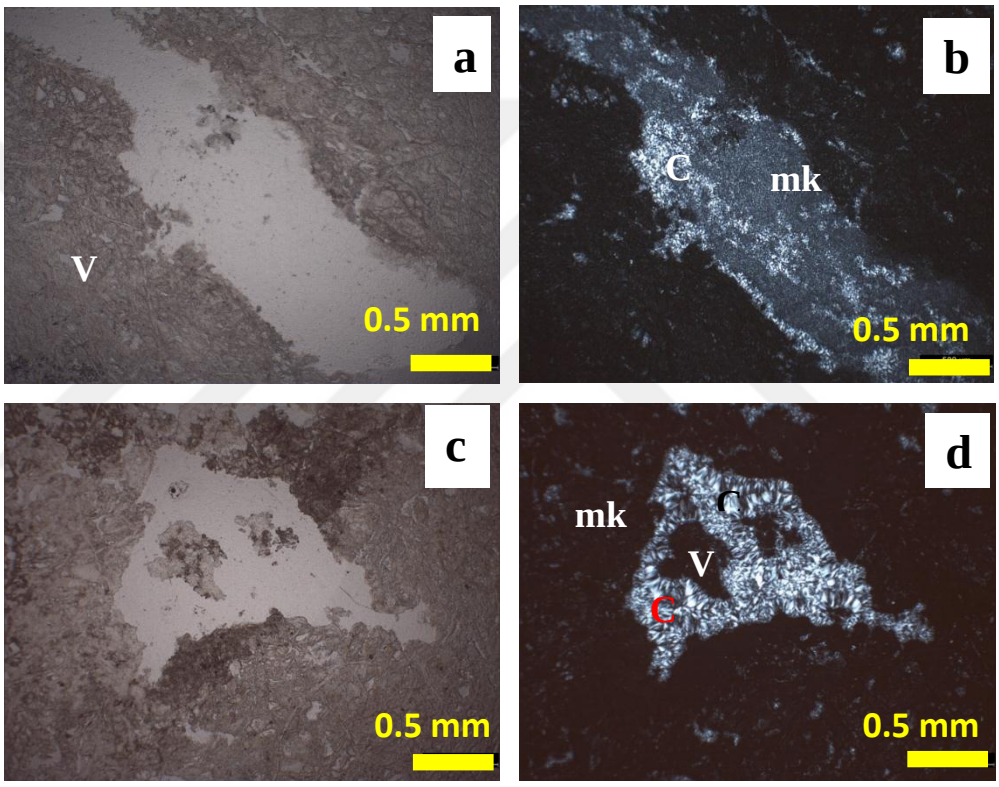
Şekil 4.9 EA-10 no'lu örnekte mikrokristalin kuvars (Mk) ve çatlak dolgusu şeklinde gelişen kalsedon kristalleri (a), çatlak dolgusu şeklinde gelişen kalsedon kristallerinin yakından görünümü (b), opak mineral (c) ve opak mineralin (O) çevresindeki iri kuvars (q) mineralinin (d) 1. nikol (c) ile 2. nikol (a, b ve d) mikroskobik görünümü

.



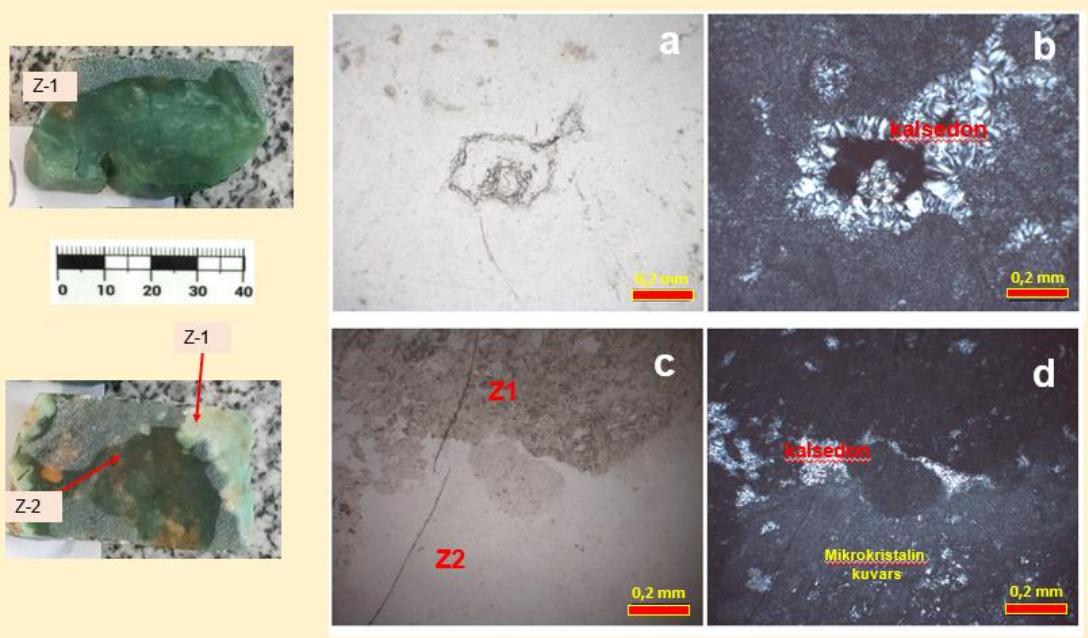
Şekil 4.10 EA-19 no'lu kalsedon örneğinde mikrokristalin kuvars (Mk) ve lifsi kalsedon kristalleri (C) ile opak mineralleri (O) 1. nikol (a) ile 2. nikol (b) mikroskobik görünümü

Özellikle açık ve koyu yeşil renkli kalsedon örneklerinin makroskobik incelemelerinde yer yer bu farklı yeşil renk tonlarındaki kısımların birbiri içerisinde kapanım olarak bulunduğu ve birbirlerine geçiş yaptığı, ayrıca kırmızımsı kahve renkli kapanımların da varlığı gözlenmiştir (Şekil 4. 11, 4. 12). Kalsedon örneklerinin mikroskobik incelemelerinde; renk farklılaşmasının izlendiği alanlarda dokusal ve mineralojik farklılanmalar da gözlenmiştir. Koyu yeşil renkli alanlar birinci nikolde beyaz renkli ve temiz yüzeyli iken açık yeşil renkli alanlar ise kirli beyaz, açık gri renklidir (Şekil 4.11a, b, 4.12a, b).



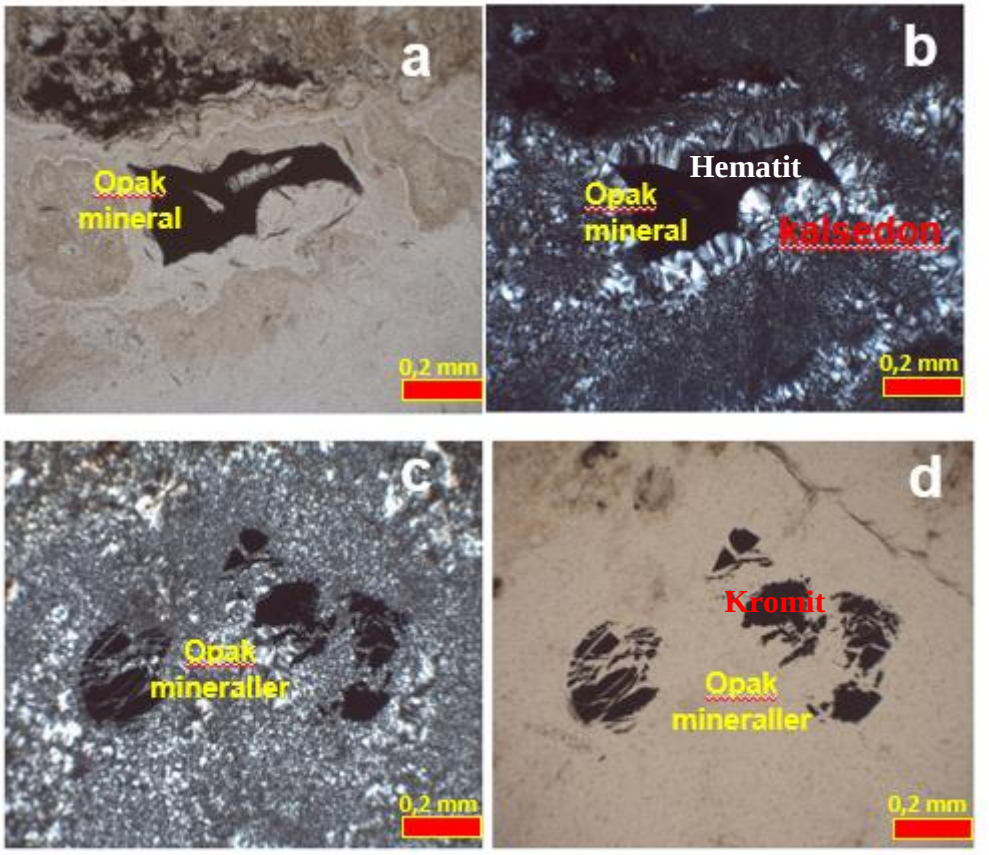
Şekil 4.11 EA-16 no'lu kalsedon örneğinin 1. nikol (a, c) ile 2. nikol (b, d) mikroskobik görünümü V:amorf silis, C:kalsedon, mk: mikrokristalin kuvars

İkinci nikolde kirli beyaz alanlar genellikle izotrop karakterli amorf silis (opal ?) özelliği sergilemektedir. Buna karşın, beyaz renkli alanlar kriptokristalin - mikrokristalin kuvars ve kalsedon minerallerinden oluşmaktadır.

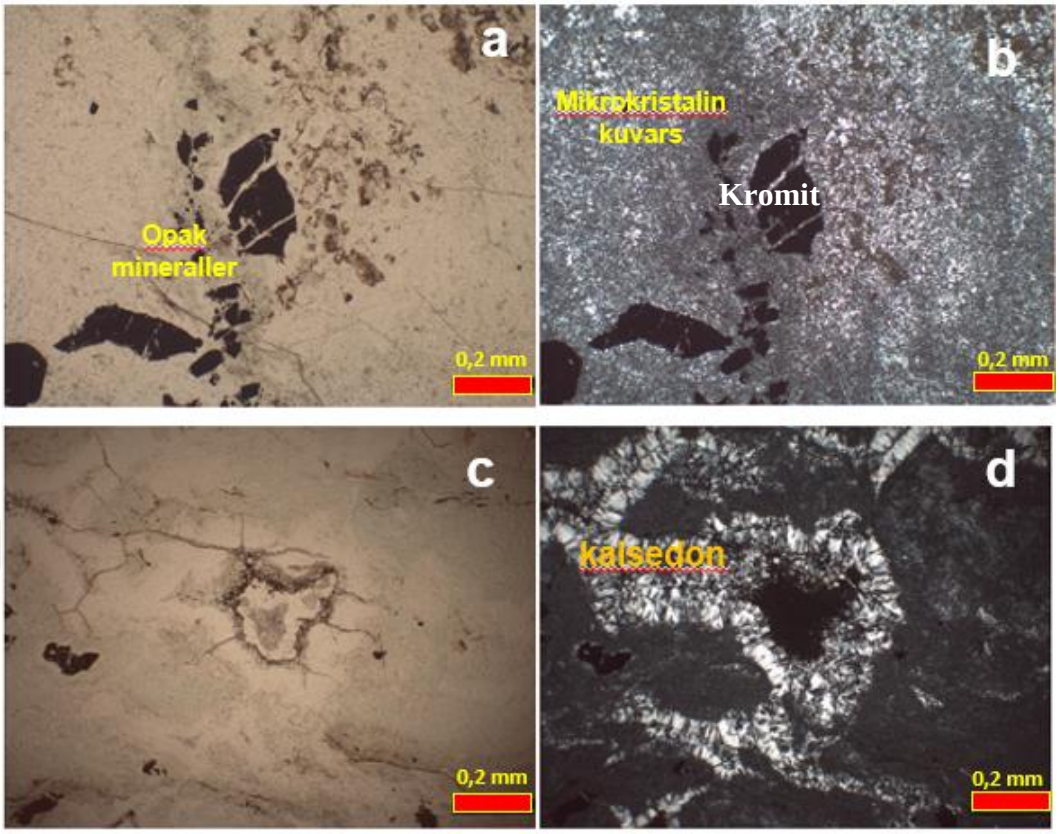


Şekil 4.12 Z1 ve Z2 no'lu kalsedon örneğinde açık yeşil ve koyu yeşil alanların mikroskobik görünümü

Ayrıca, farklı renk tonlarındaki kalsedon örneklerinde opak minerallerin varlığı da belirlenmiştir (Şekil 4. 13). Opak mineraller birinci ve ikinci nikolde siyah renkli olup, bazı örneklerde bütünsel tane şekline sahip iken bazı örneklerde ise parçalanmış bir özellik sunmaktadır (Şekil 4. 13). Opak mineraller raman spektroskopisi incelemelerinde kromit, hematit ve götit minerallerinden oluştukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Belek bölgesindeki kalsedon örneklerinde de raman spektroskopisinde belirlenen kromit, hematit, götit mineralleri mikroskobik incelemelerde opak mineral olarak gözlenmiştir (Şekil 4.14). Opak minerallerin parçalanmış olarak gözlenmesi bölgede tektonik etkinliğe işaret etmektedir.



Şekil 4.13 EA19b (a, b) ve EA 11 (c ,d) no'lu kalsedon örneklerdeki bütünsel ve parçalanmış opak minerallerin (hematit, kromit) mikroskop görünümü (a, c: Tek nikol, b,d: Çift nikol)



Şekil 4.14 EB-1B no'lu Belek civarındaki kalsedon örneklerindeki bütünsel ve parçalanmış opak minerallerin mikroskop görünümü 1. nikol (a, c) ile 2. nikol (b, d) mikroskobik görünümü

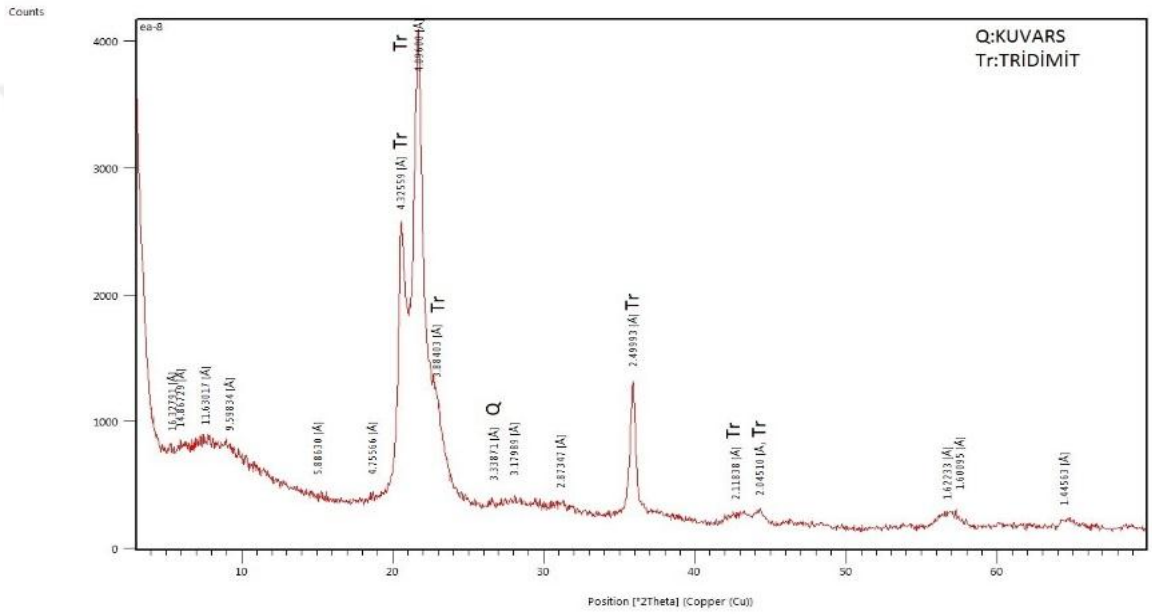
4.3 X-Işınları Kırınımı (XRD) Çalışmalar

İnceleme alanındaki Adatepe ve Belek bölgelerinden alınan farklı renkteki kalsedon ve silisleşmiş örneklerinin tüm kaya mineralojik bileşimleri X-Işınları Kırınımı (XRD) tüm kaya çekimleri ile belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

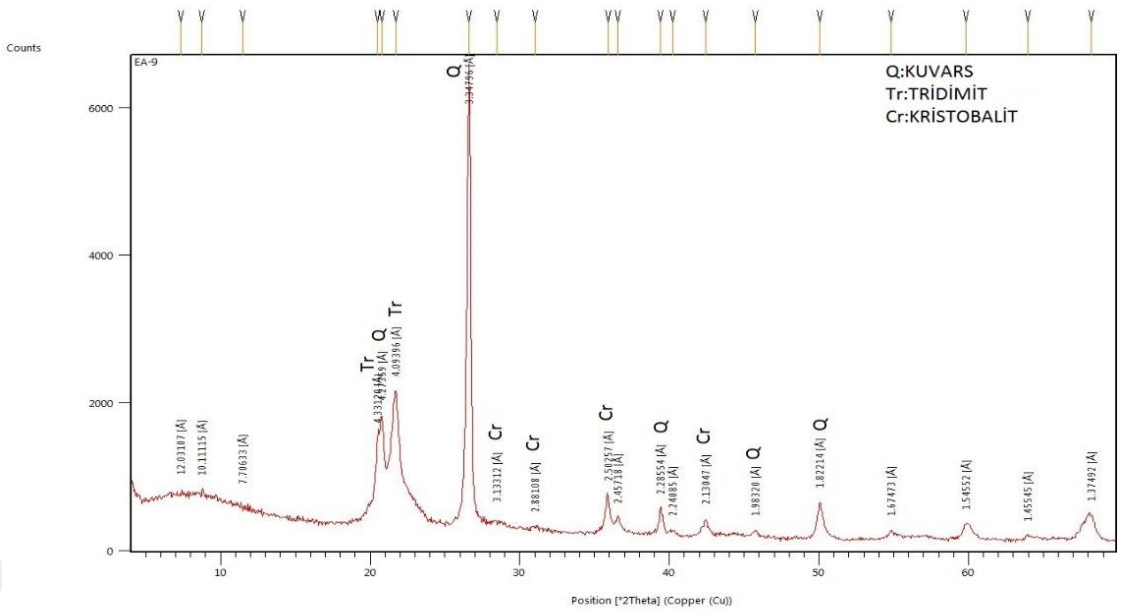
Çizelge 4.1 Adatepe ve Belek bölgesindeki farklı renklerdeki kalsedon ve silisleşmiş örneklerinin tüm kaya mineral bileşimi (+: Örnekte bulunan mineral, E: Eser)

Örnek No	Litoloji	Kuvars	Tridimit	Kristobalit	Moganit	Amorf Silika	Götit	Kalsit	Dolomit
EA-8	Silisleşme	+	+			+			
EA-9	Silisleşme	+	+	+	E	+			
Z1	Koyu yesil renkli Kalsedon	+		+	E	+			
EA-19a	Koyu yesil renkli Kalsedon	+	+	+	E	+			
EA-19b	Açık yesil renkli Kalsedon	+		+	E	+			
Z4	Açık yesil renkli Kalsedon	+		+		+			
EA-16a	Açık yesil renkli Kalsedon	+	+	+		+			
EA-10	Yeşil-kahve renkli Kalsedon	+		+				+	+
KZ-1	Koyu yesil renkli Kalsedon	+		+				+	+
EB-1b	Belek Yeşil renkli Kalsedon	+			+	+			
EA-13	Silisleşmiş laterit	+	+	+	+	+	+		

Silisleşmiş örnek; tridimit, çok az kuvars ve amorf silika bileşiminden oluşmaktadır (Şekil 4.15). Ayrıca, bazı silisleşmiş örneklerde ise bu minerallere kristobalit minerali de eşlik etmektedir (Şekil 4.16). Ayrıca, amorf silikanın da bu minerallerle birlikte bulunduğu gözlenmiştir. Kuvars minerali 4.26 Å, 3.34 Å, 2.45 Å, 2.27 Å, 2.23 Å pikleri ile düşük (low) kuvars (α) tipindedir. Ayrıca, 4.05 Å ve 4.09 Å ile 2.88 Å , 2.50 Å 'da gözlenen pikler kristobalit minerali olarak değerlendirilmiştir. 4.32 Å, 4.09 Å, 3.89 Å ve 2.49 Å'daki pikler ile tridimit minerali tanımlanmıştır.

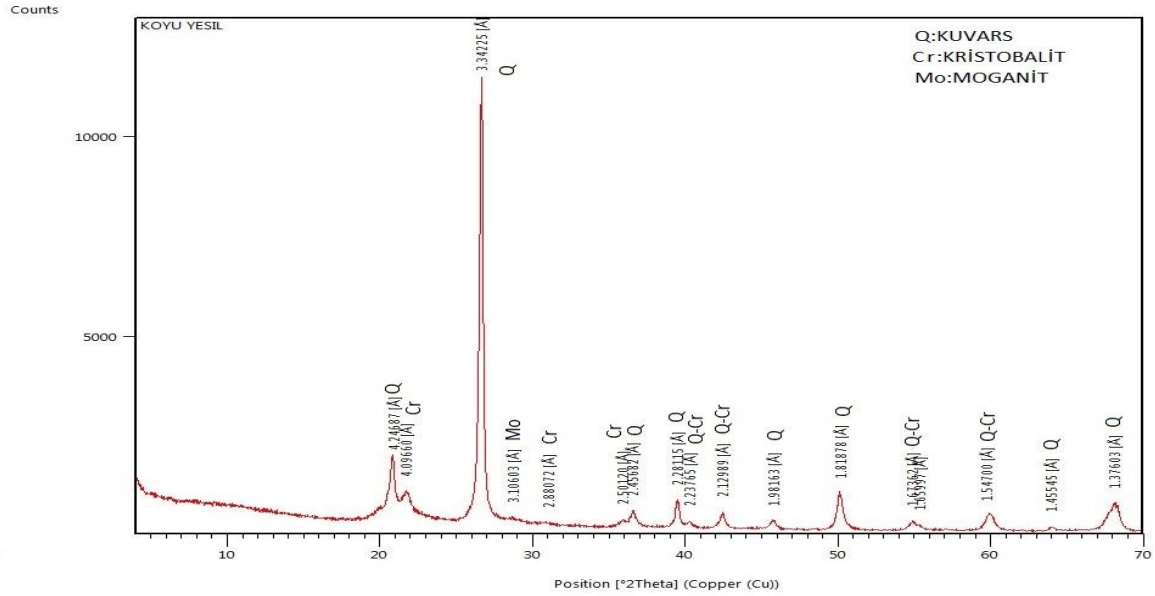


Şekil 4.15 EA-8 no'lu silisleşmiş örneğinin XRD tüm kaya çekimi

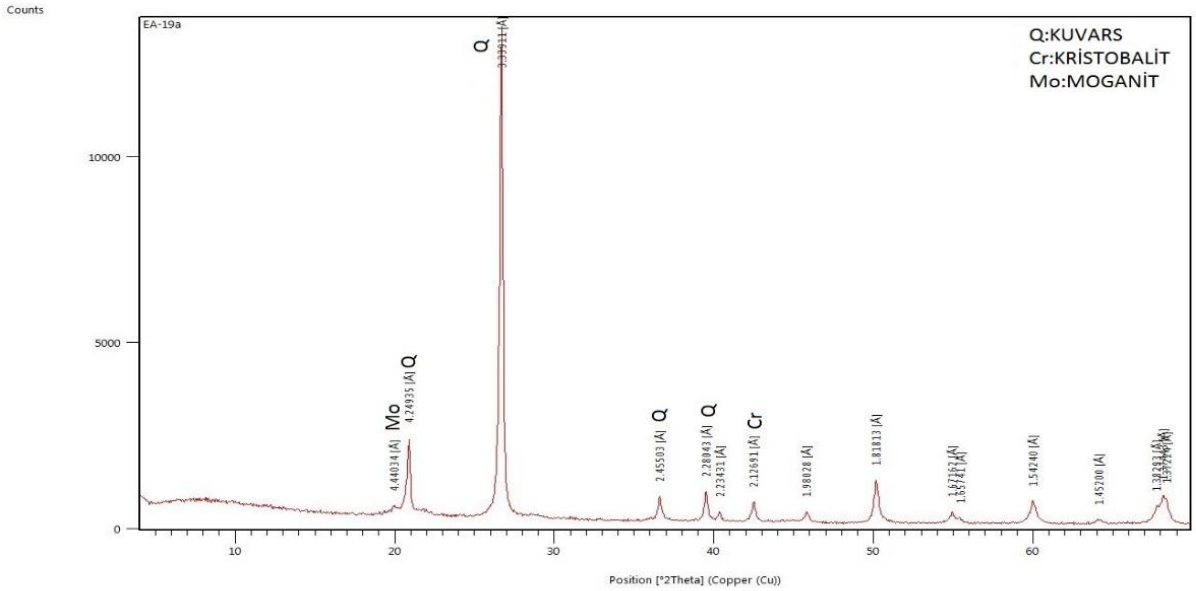


Şekli 4.16 EA-9 no'lu silisleşmiş örneğinin XRD tüm kaya çekimi

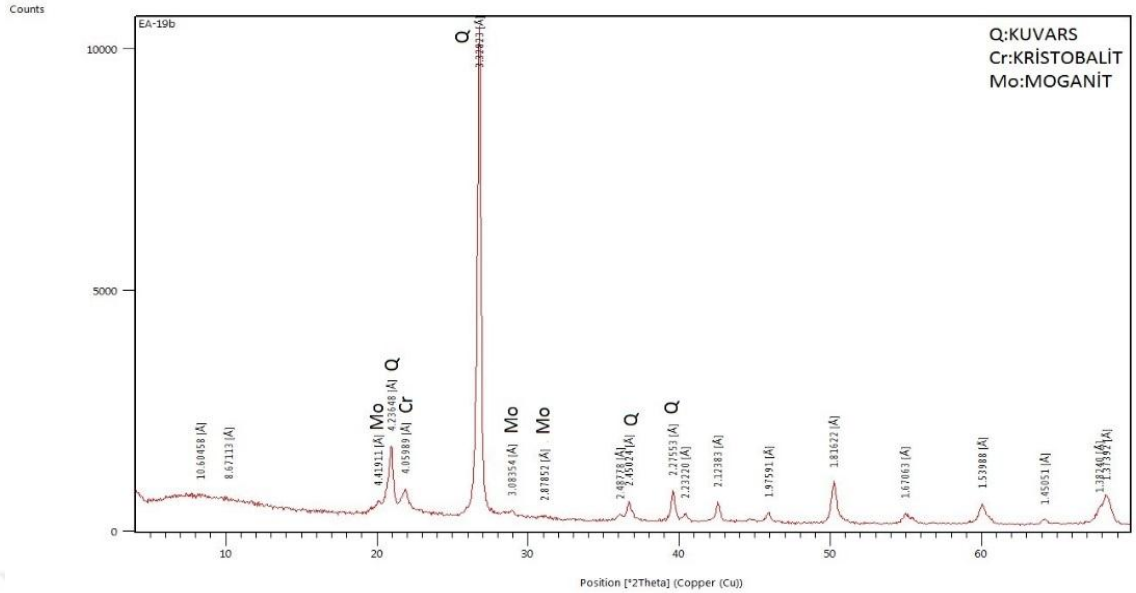
Makroskobik olarak koyu yeşil renkli kalsedon örneklerinin XRD incelemelerinde kuvars, kristobalit, tridimit, amorf silika ve eser oranda moganit mineralleri belirlenmiştir (Şekil 4.17, Şekil 4.18). Açık yeşil renk tonlarındaki örnekler de benzer mineral birlikteliğinden oluşmaktadır (Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21). Moganit minerali ise 4.41 Å ve 3.10 Å' daki piki ile belirlenmiştir. Genelde moganit minerali silis grubu minerallerin bir polimorfu olup, XRD incelemelerinde kuvars mineralinin difraksiyon çizgileri ile çakışması nedeniyle rutin standart bir X-ışını difraksiyon taraması ile belirlenmesi zordur. Ancak raman spektometre incelemeleri ile moganit mineralinin varlığını belirlemek mümkündür (Bustillo vd., 2012). Bu nedenle XRD incelemelerinde moganit mineraline ait piklerin gözlendiği örnekler raman spektrometresi ile de incelenerek örneklerdeki varlığı doğrulanmıştır. Bazı örneklerde 3.04 Å daki piki ile kalsit ve 2.89 Å 'daki piki ile dolomit mineralleri de belirlenmiştir.



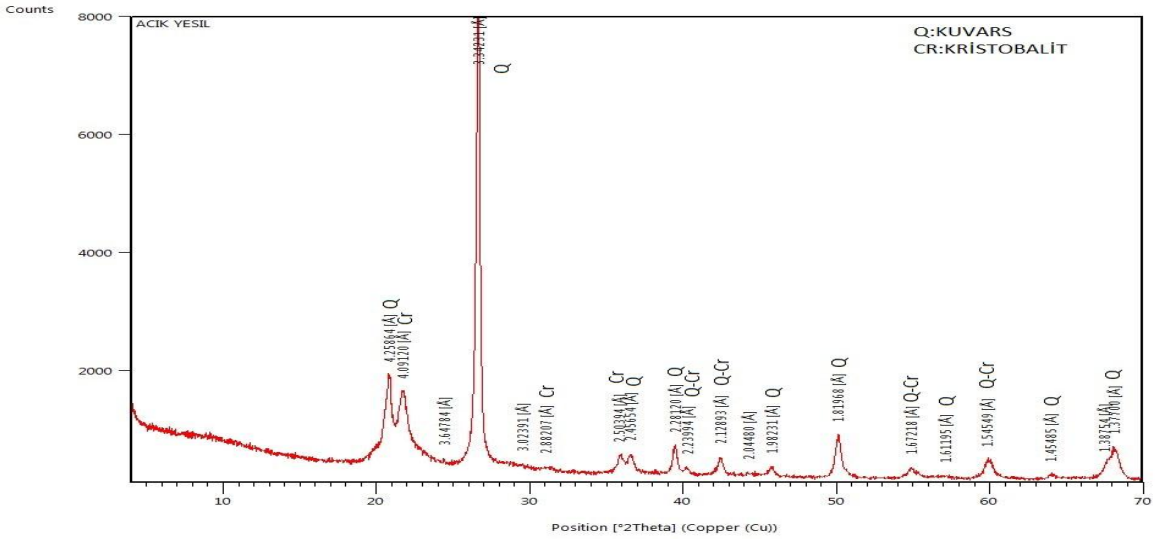
Şekil 4.17 Z-1 no'lu koyu yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi



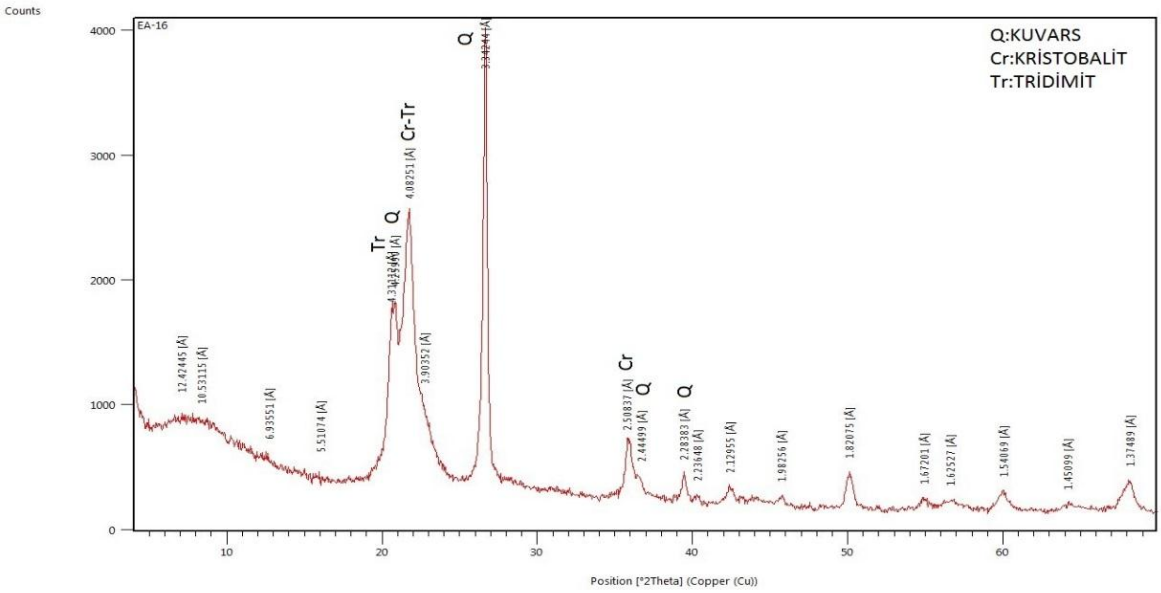
Şekil 4.18 EA-19a no'lu koyu renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi



Şekil 4.19 EA-19b no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi

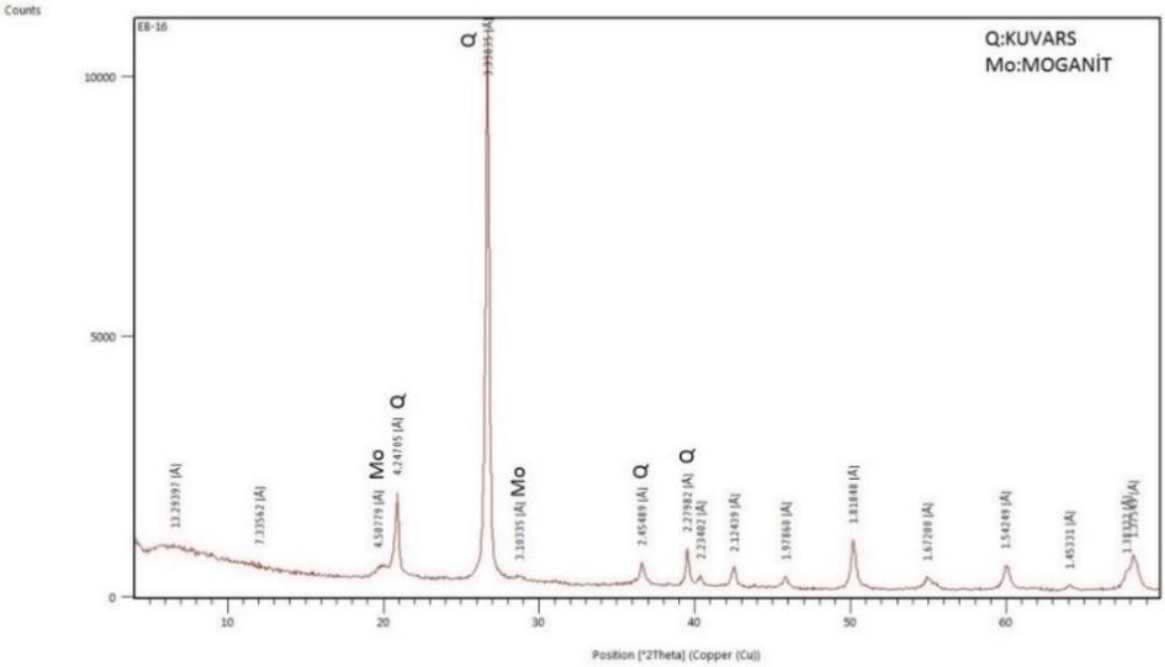


Şekli 4.20 Z-4 no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi



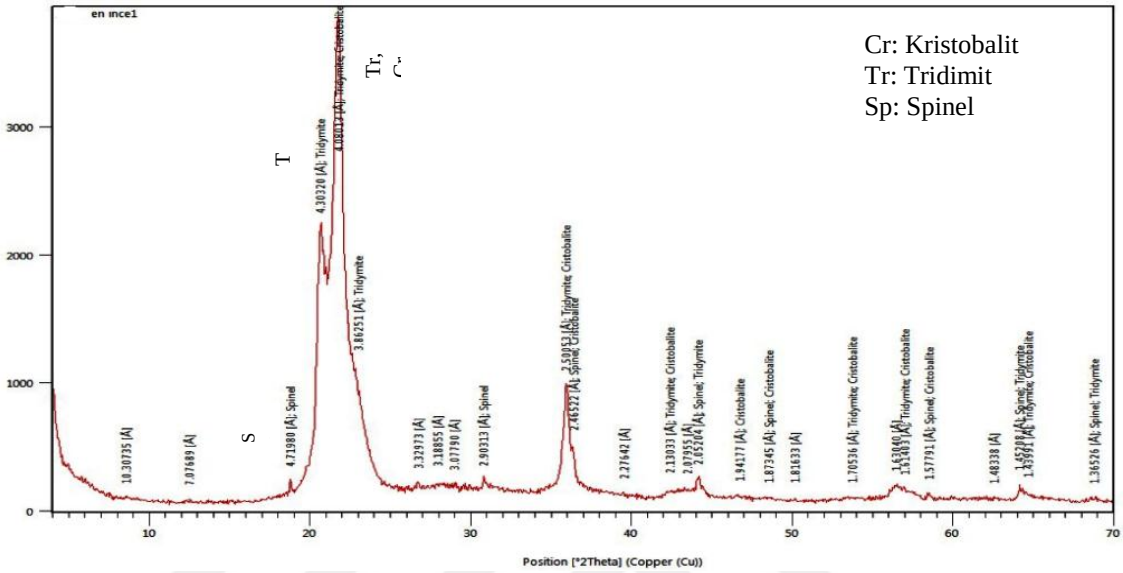
Şekil 4.21 EA-16 no'lu açık yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi

Belek bölgesinden alınan koyu yeşil renkli örnek de Adatepe bölgesindeki yeşil renkli örneklere benzer şekilde kuvars, amorf silika ve moganit mineralinden oluşmaktadır (Şekil 4.22). Bu örnekte kristobalit ve tridimit mineralleri ise belirlenememiştir.



Şekil 4.22 EB-1b no'lu Belek bölgesindeki koyu yeşil renkli kalsedon örneğinin XRD tüm kaya çekimi

İnceleme alanında altere olarak gözlenen alanlardan alınan beyaz renkli, toz halindeki iki adet örneğin XRD incelemelerinde de kristobalit, tridimit ve spinel mineral birlikteliği belirlenmiştir (Şekil 4.23). Bu örnekte herhangi bir kil mineraline ait pik gözlenmemiştir.



Şekil 4.23 En ince1 no'lu beyaz renkli altere toz örneğinin XRD tüm kaya çekimi

Petrografik ve Raman incelemelerinde belirlenen kromit, hematit, götit gibi opak mineraller ile sadece Raman çalışmalarında tanımlanan melanoflogit mineralleri XRD difraktogramlarında gözlenmemiştir. Bu da bu minerallerin örnek içinde bulunma oranlarının XRD cihazının dedeksiyon limitinin altında olduğuna işaret eder.

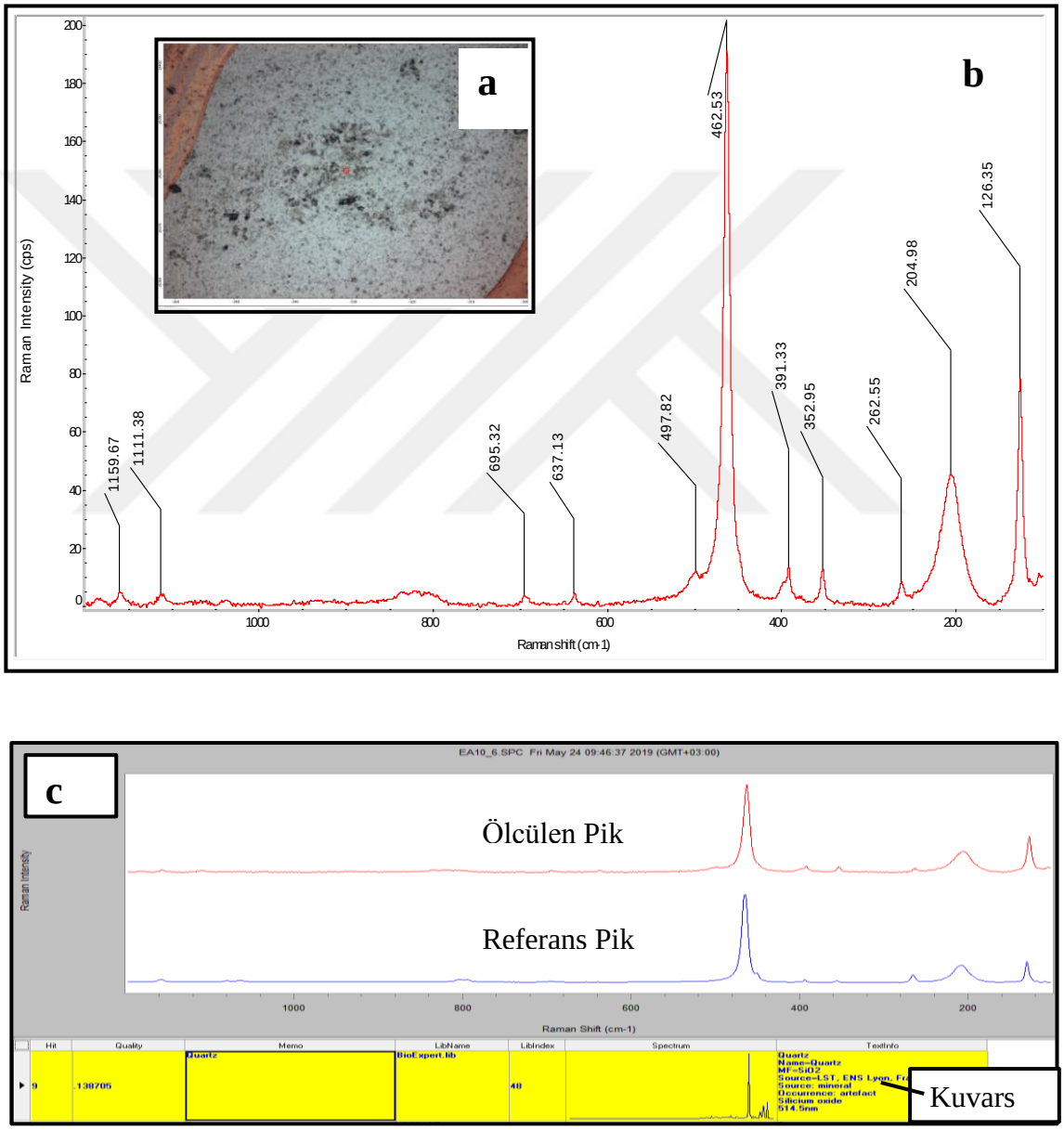
4.4 Raman Spektroskopisi İncelemeleri

Raman spektroskopisi bir numunenin görünür bölge veya yakın-IR monokromatik ışından oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlanmasıyla saçılan ışının belirli bir açıdan ölçümüne dayanır. Raman spektroskopisi günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda jeoloji alanında özellikle de mineralojik incelemelerde mineral tayinine yönelik olarak kullanılmaktadır. Raman Spektroskopisi, örnek moleküllerinden saçılan enerjinin ölçümüne dayanır. Belirli moleküllerce saçılan bu ışınlar arasındaki oluşan fark (Raman saçılımı) ve buna ilaveten dalga boyundaki kaymalara Raman Shift (Raman Kayması) denilir ve bu olay mevcut moleküllerin kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Özetle, Raman Spektrometresi, temel olarak mineralleri oluşturan moleküller üzerine gönderilen lazer ışınlarının, molekülleri oluşturan bağları titreştirmesi ve bu titreşimin bir dedektör yardımı ile toplanarak minerallere ait piklerin elde edilmesi olayı olarak tanımlanmaktadır (Deniz, 2010; Kadıoğlu vd.,2009).

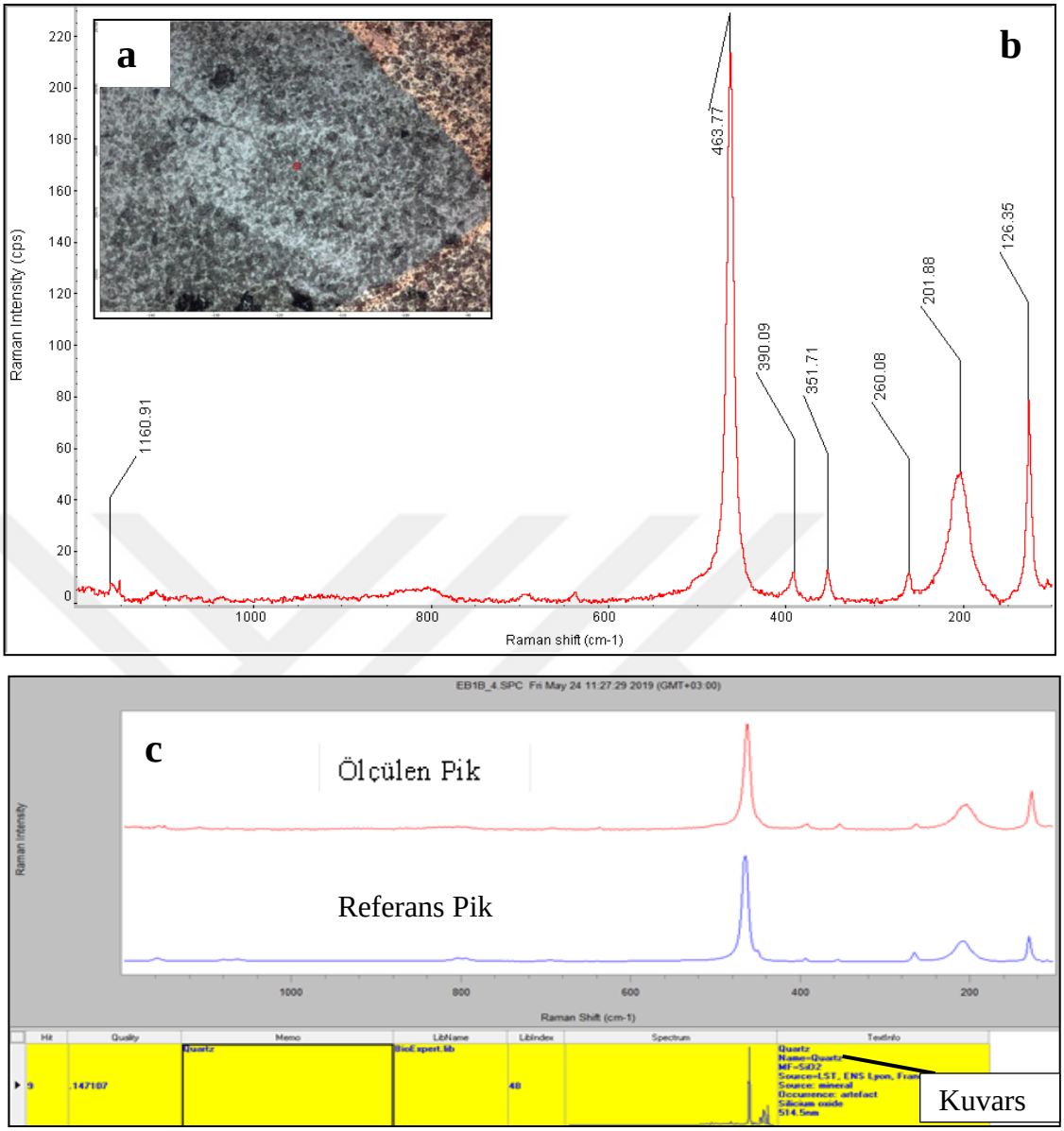
Çalışma alanından toplanan örnekler üzerinde gerçekleştirilen optik mikroskop çalışmalarından sonra, gerekli görülen kesitlerden seçilen silis grubu ve opak minerallerin türlerinin belirlenmesi amacıyla Konfokal Raman Spektrometre (CRS) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen spektrogramlar ise, SpectralID programı ile çakıştırılarak analiz edilen mineral tayin edilmiştir.

Kristal yapıdaki küçük farklılıklara duyarlı olan Raman spektroskopisi ile incelenen örneklerde α-kuvars minerali belirlenmiştir (Şekil 4.24). Adatepe ve Belek bölgesinden alınan örneklerde α-kuvars için karakteristik olan 126, 204, 262, 352, 462 cm-1 raman kaymaları gözlenmiştir (Şekil 4.24, Şekil 4.25). Aynı örneklerde kalsedon ve moganit minerallerinin karışık fazlarının varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.26 ve Şekil 4.27). Örneklerde gözlenen 499 ve/veya 502 cm-1 raman kayması moganit mineralinin varlığını göstermektedir. Kingma ve Hemley (1994)'e göre yaklaşık 500 cm-1 değerinde ortaya çıkan raman kayması α-kuvars ile iç içe geçmiş moganit minerali varlığının kanıtı olarak kabul edilir. Flörke vd., (1976) kalsedonlarda, moganit adını verdiği yeni bir silikat polimorfunu belirlemiştir. Adını İspanya'daki Gran Canaria adasındaki Mogan bölgesinden alan moganit 1999 'da IMA tarafından kabul edilmiştir

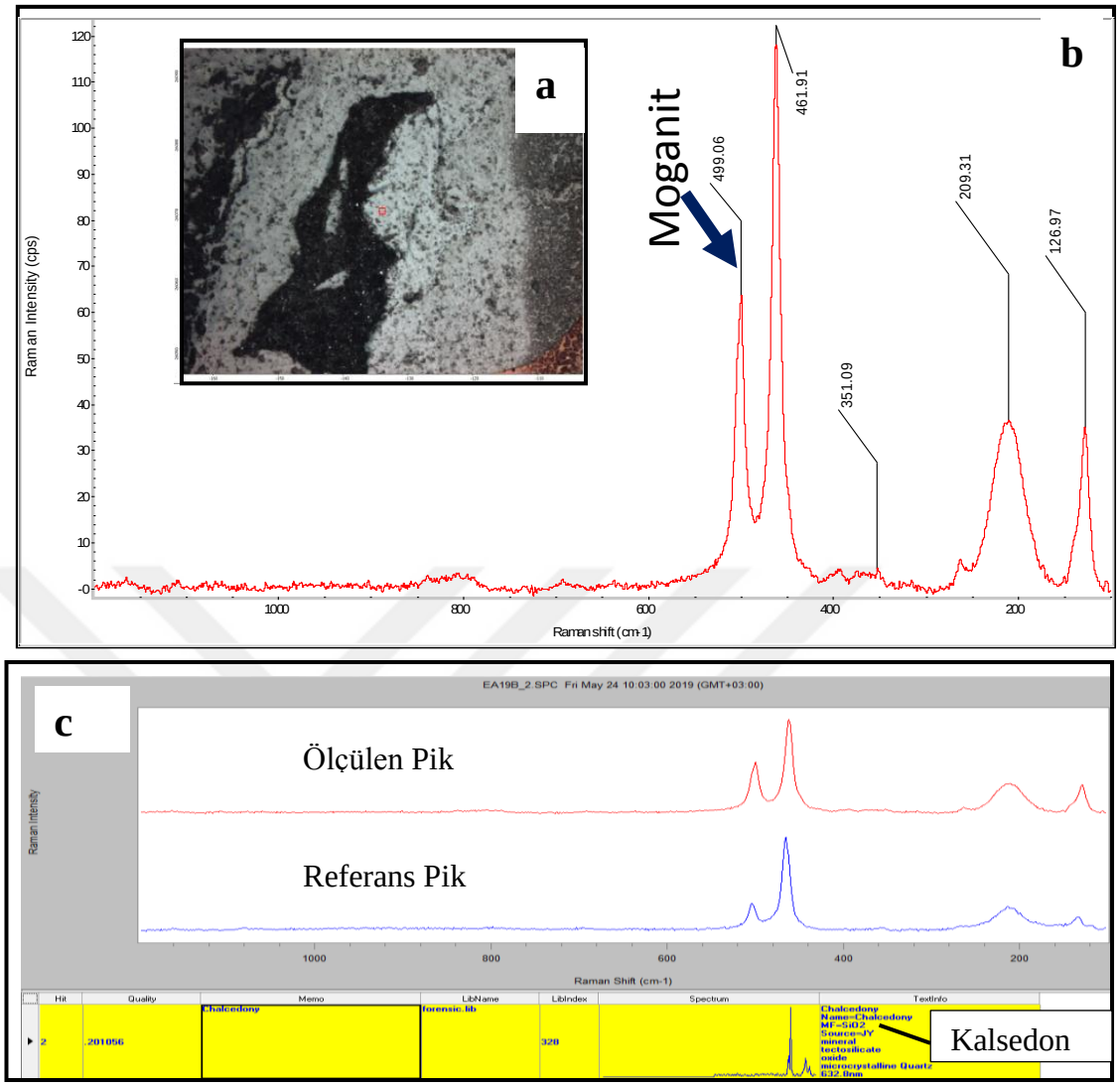
(Grice ve Ferraris, 2000). Kingma ve Hemley (1994) ise bu yeni minerali karakterize eden 129, 141, 220, 265, 317, 370, 377, 398, 432, 449, 463, 501, 693, 792, 833, 1058, 1084, 1171, 1177 cm-1 'de Raman kaymalarını tanımlamıştır. Özellikle 501 cm-1 civarında en güçlü Raman kayma bandının olduğunu belirtmişlerdir. Raman spektroskopisi kullanılarak o tarihten itibaren SiO_2 polimorfları belirlenmeye başlanılmıştır.



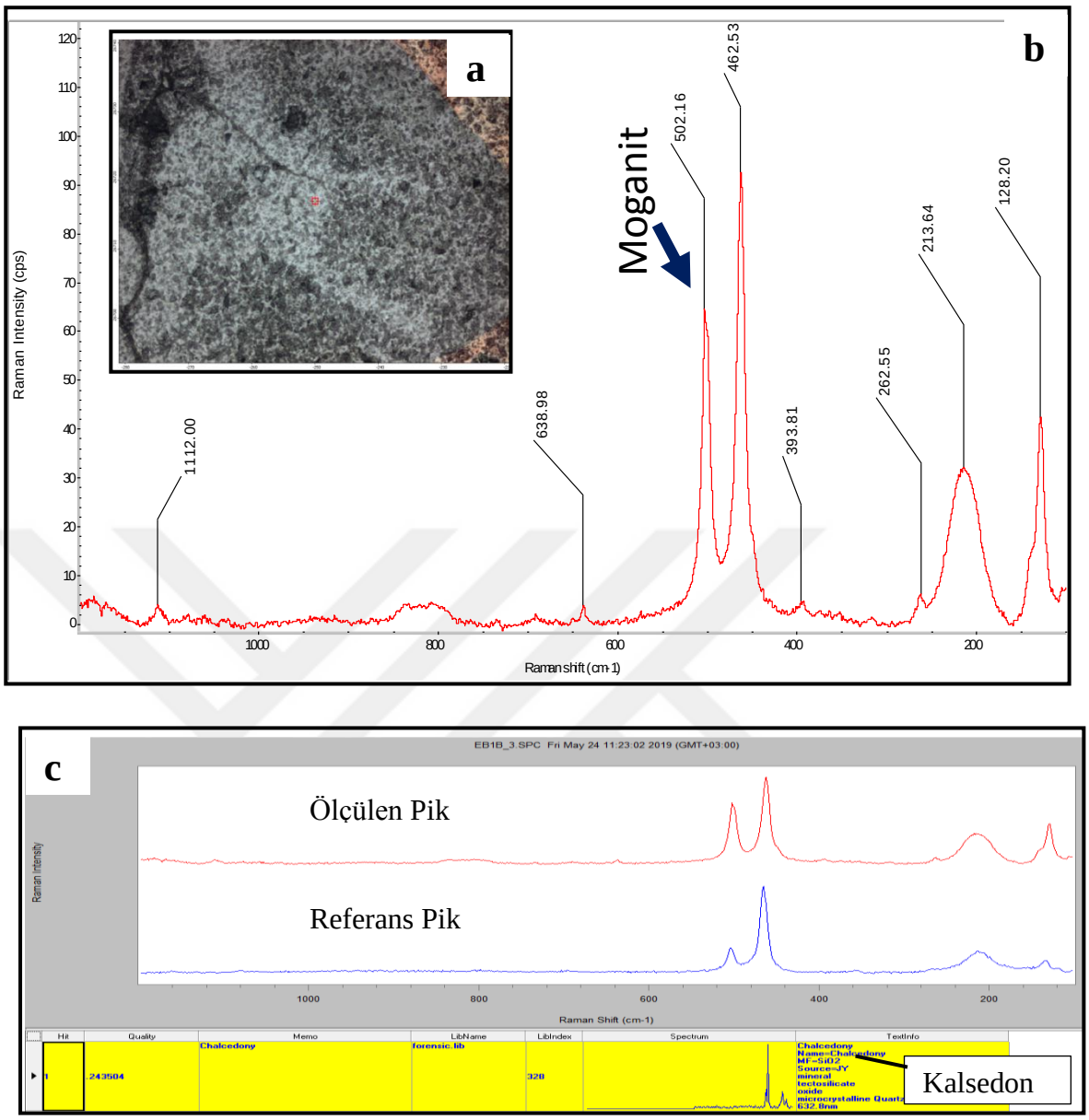
Şekil 4. 24 EA-10 no'lu örnekteki kuvars mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)



Şekil 4.25 EB-1b no'lu örnekteki kuvars mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

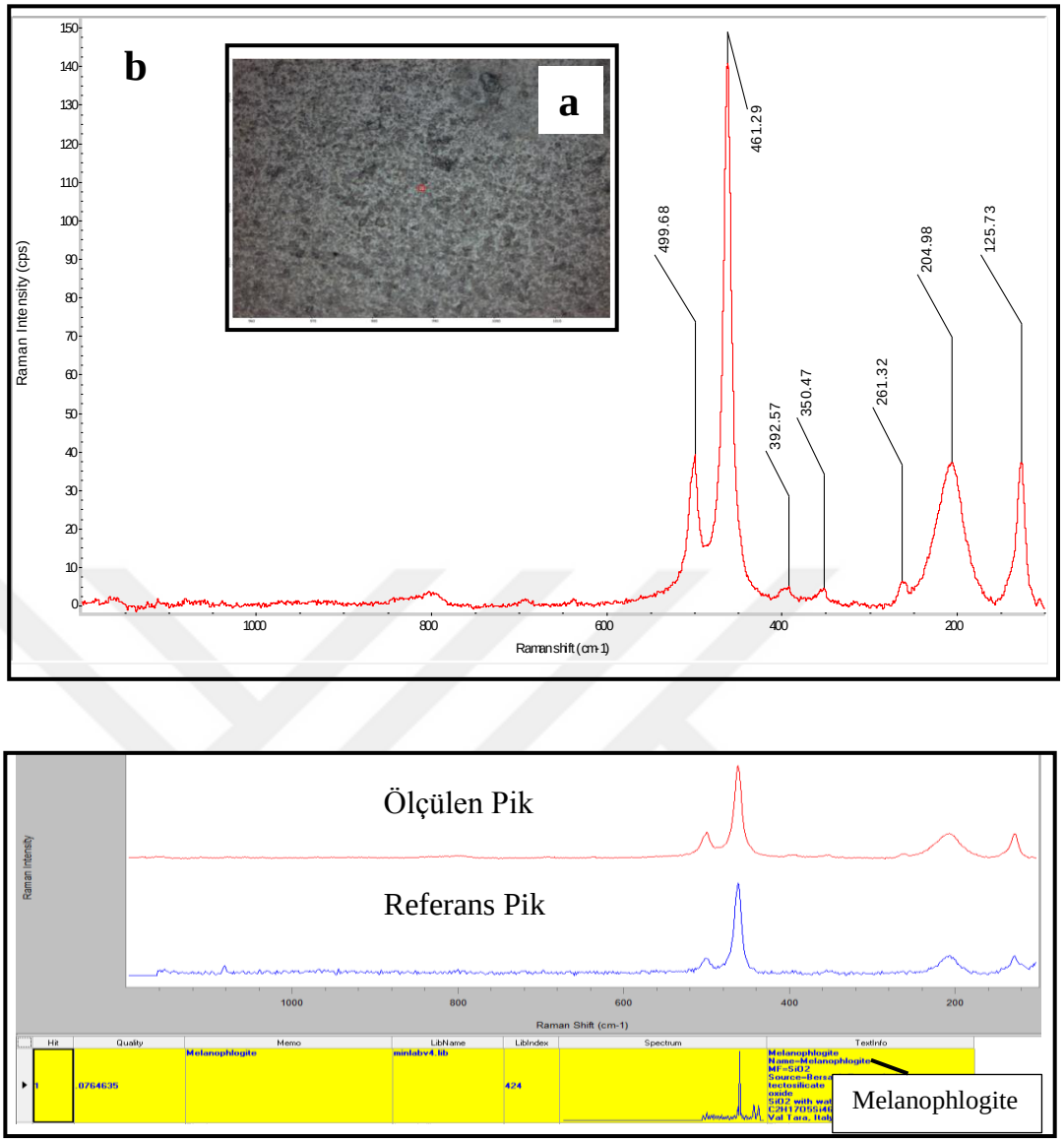


Şekil 4.26 EA-19b no'lu örnekteki kalsedon ve moganit minerallerinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

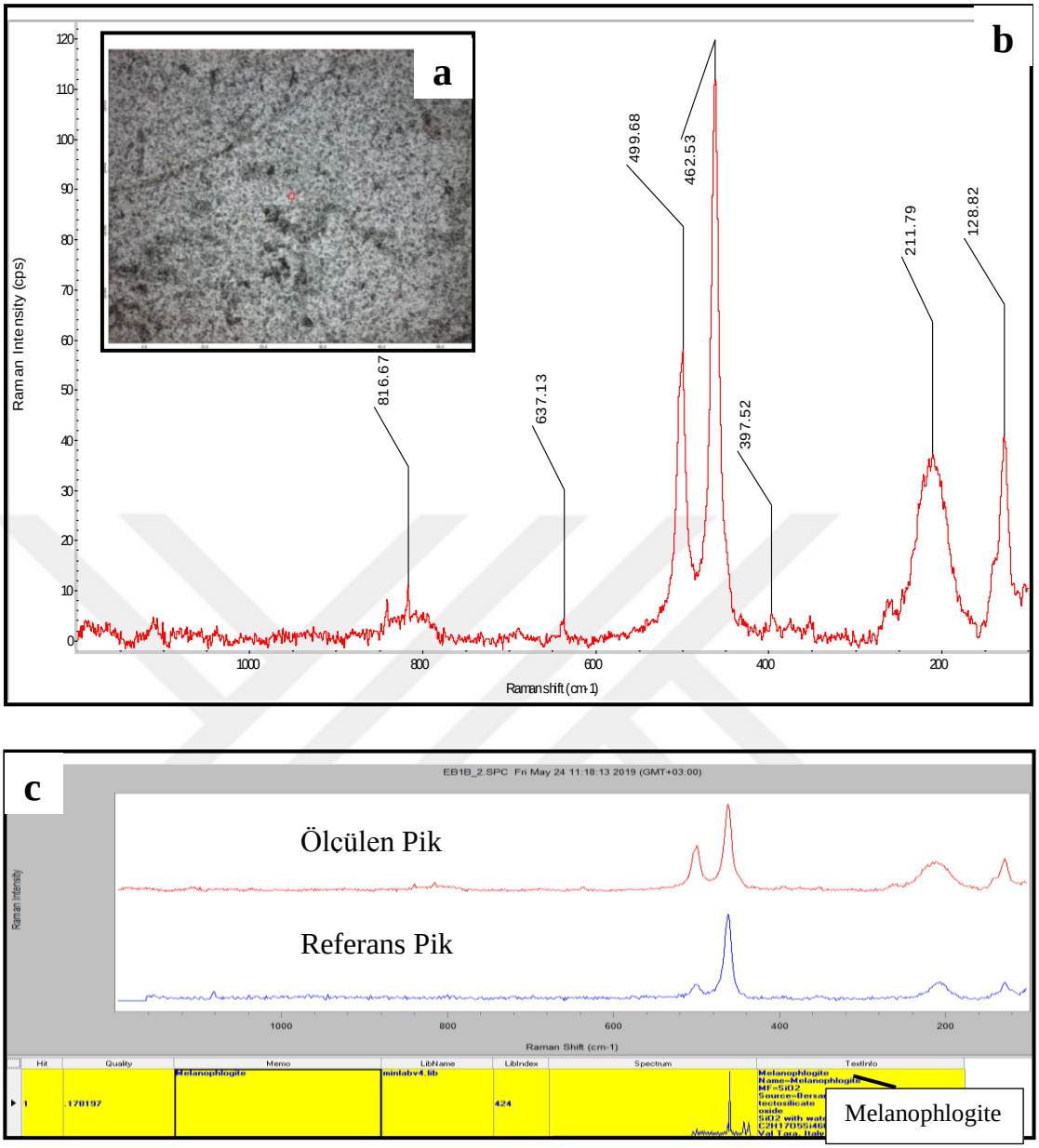


Şekil 4.27 EB-1b no'lu örnekteki kalsedon ve moganit minerallerinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

Karaçam bölgesindeki Adatepe ve Belek sektörlerinden alınan örneklerde melanoflogit olarak belirtilen bir mineralin varlığı ilk kez raman spektroskopisi çalışması ile belirlenmiştir (Şekil 4.28, 4.29). Melanoflogit minerali ilk kez yeni bir mineral olarak von Lasaulx (1876a, b) tarafından adlandırılmıştır. Spezia (1892) tarafından da melanoflogit mineralinin varlığı belirtilmiştir.

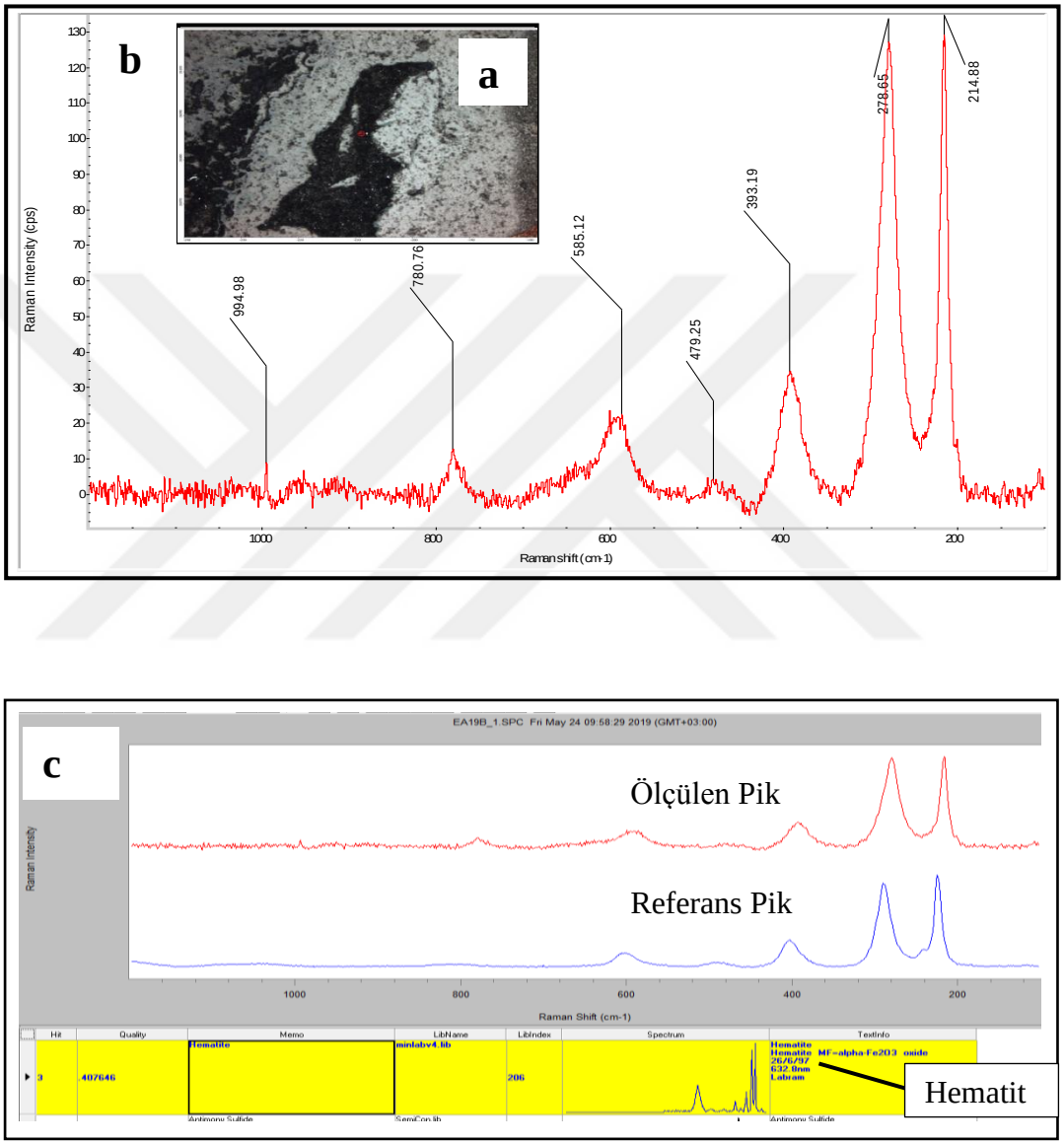


Şekil 4.28 EA-10 no'lu örnekteki melanofilogit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)



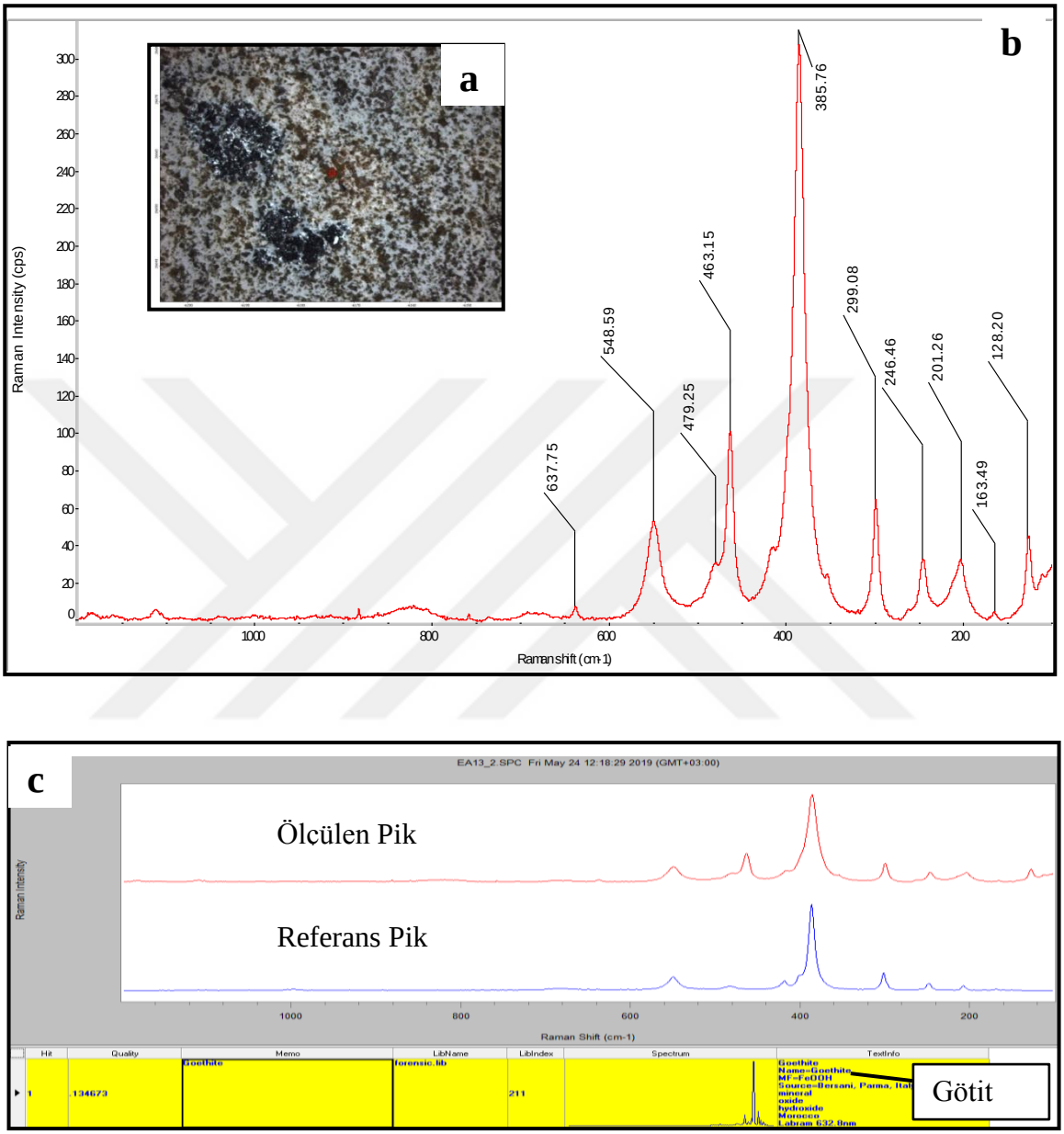
Şekil 4.29 EB-1b no'lu örnekteki melanofilogit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

İnce kesit gözlemlerinde opak mineral olarak tanımlanan cevher mineralleri raman spektroskopisi incelemelerinde hematit, götit ve kromit mineralleri ile temsil edildiği belirlenmiştir. Hematit minerali 226, 295, 410, 492, 659, 606, 1312 cm-1 'de raman kaymaları ile tanımlamıştır (Şekil 4.30).



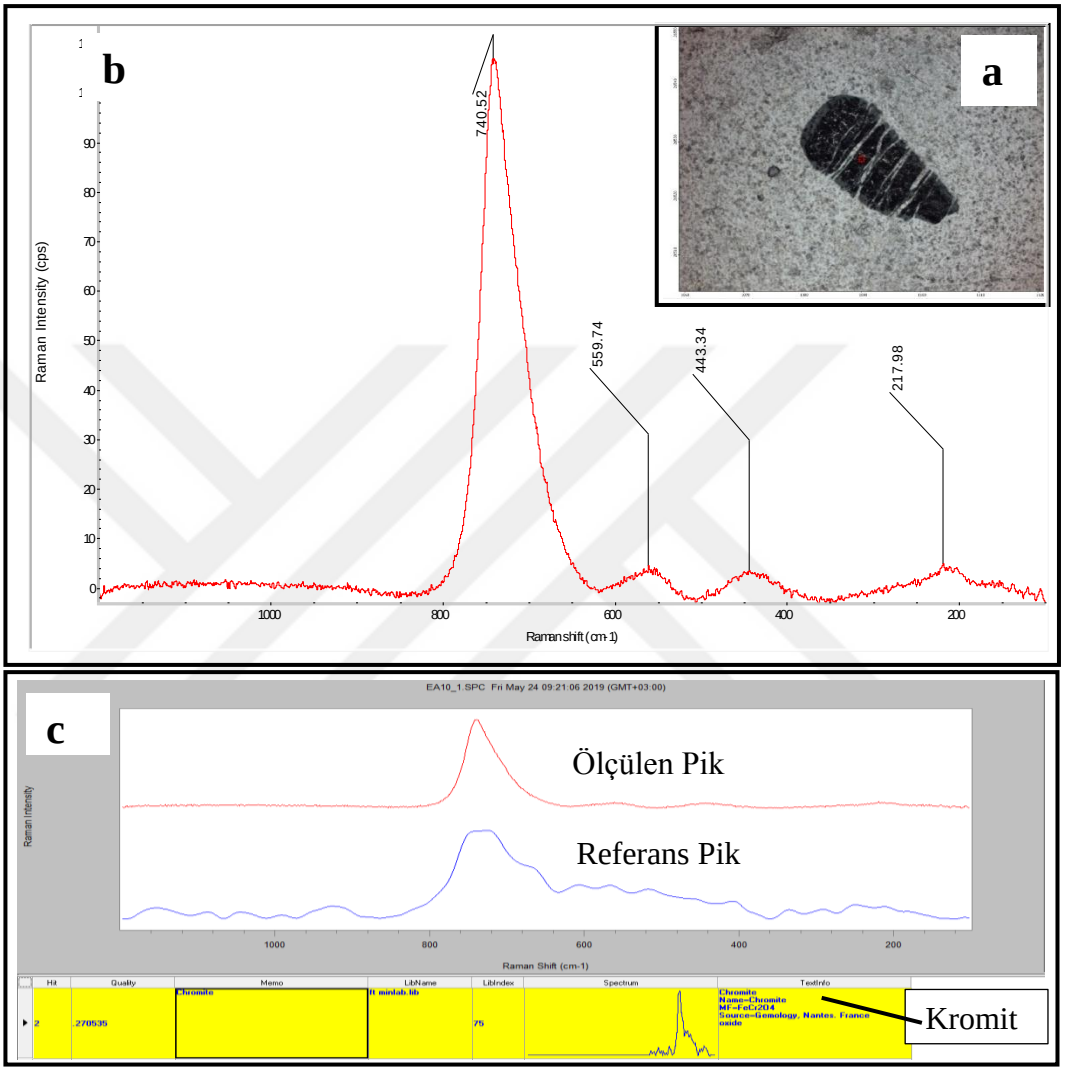
Şekil 4.30 EA-19b no'lu örnekteki hematit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

Götit minerali 246, 385, 463, 548 cm-1 ‘de raman kaymaları ile tanımlamıştır (Şekil 4.31).

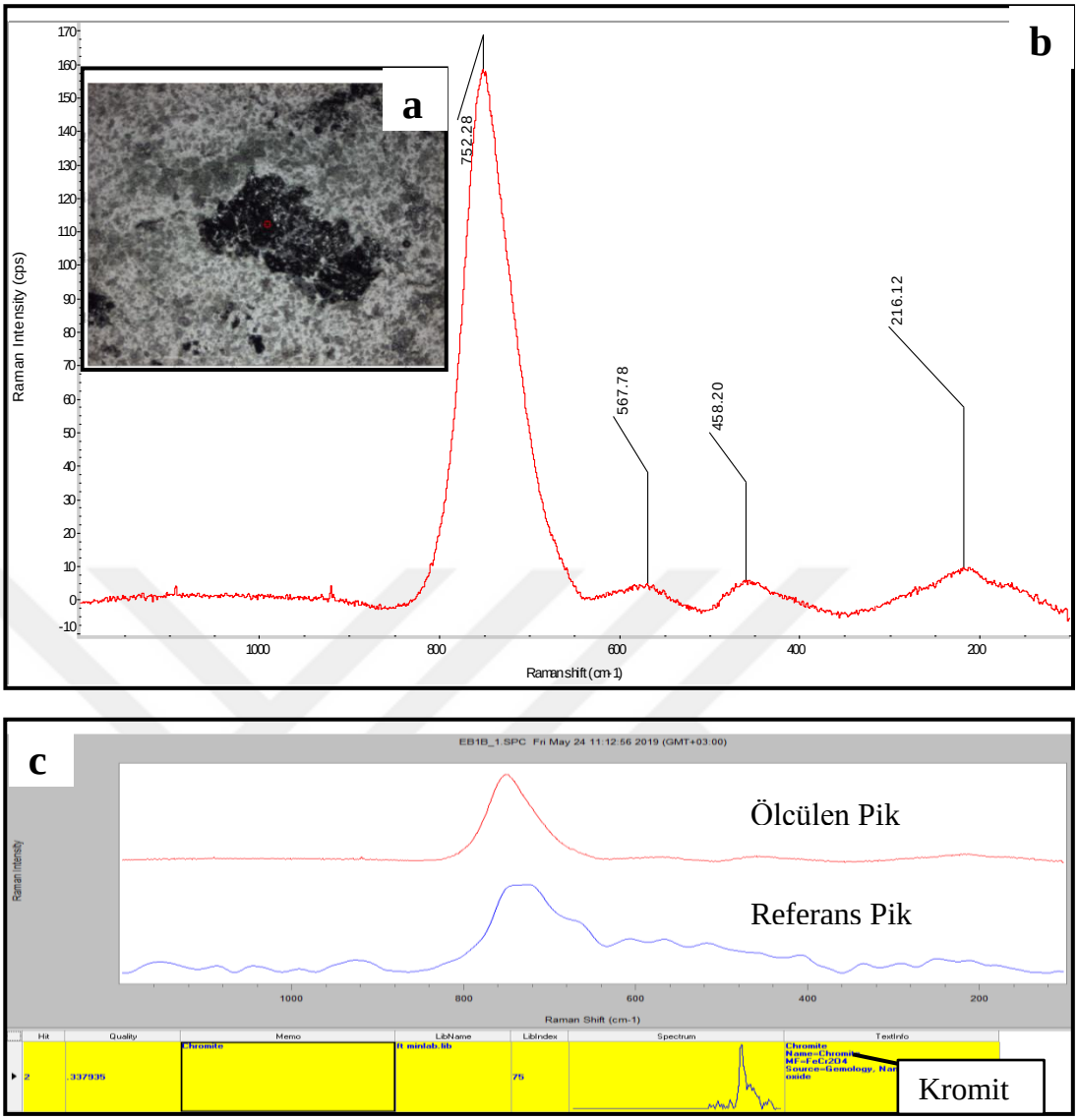


Şekil 4.31 EA-13 no’lu örnekteki götit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

Adatepe ve Belek bölgesindeki örneklerde Kromit minerali 445, 530, 725 ve 1340 cm-1 ‘de raman kaymaları ile belirlenmiştir (Şekil 4.32, 4.33).

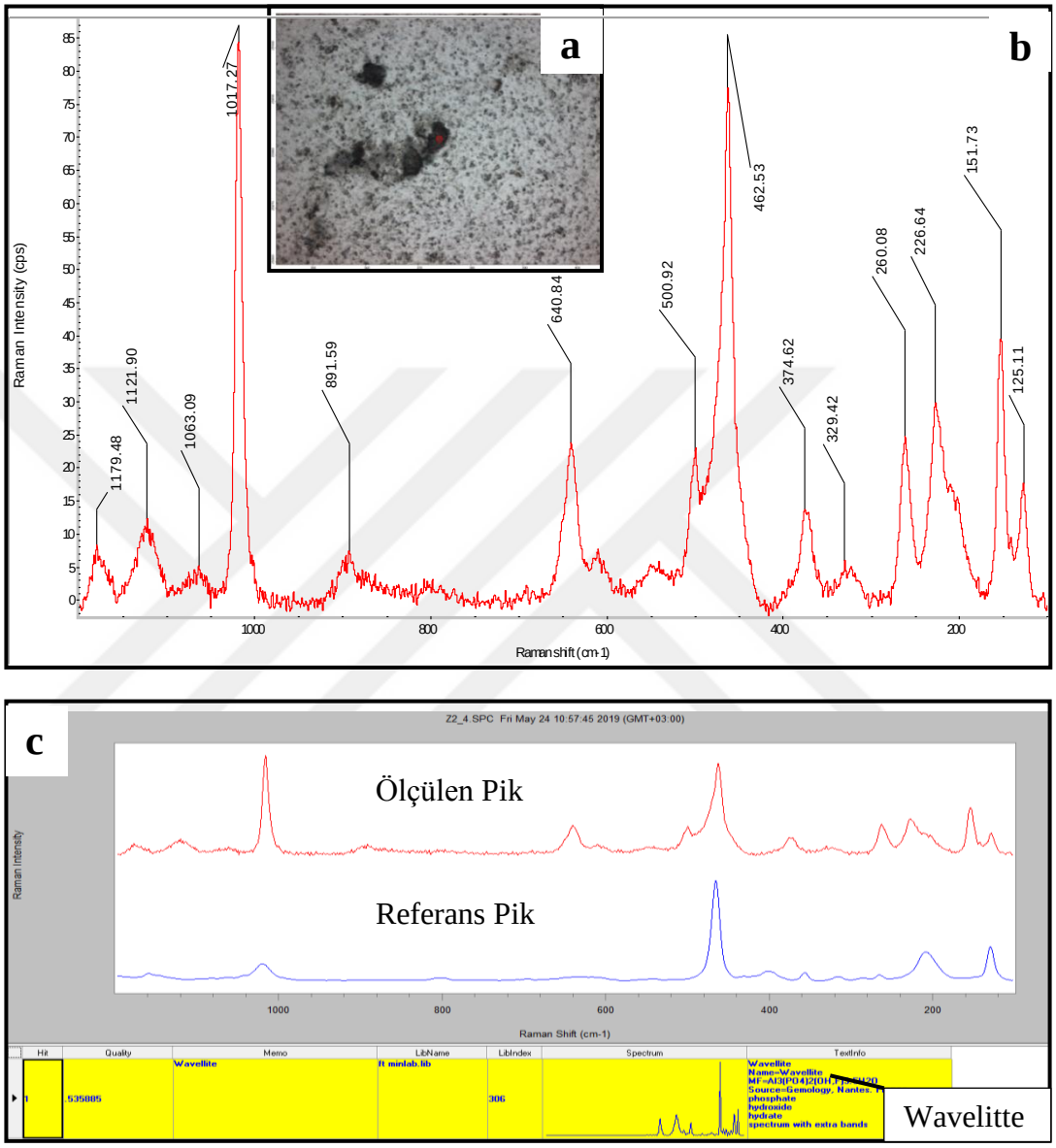


Şekil 4.32 EA-10 no’lu örnekteki kromit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)



Şekil 4.33 EB-1b no'lu örnekteki kromit mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

Adatepe'den alınan bir örnekte ise Wavellit mineralinin varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.34). Bir fosfat minerali olan wavellit'in kimyasal bileşimi $Al_3(PO_4)_2(OH, F)_3 \cdot 5H_2O$ 'dir.



Şekil 4.34 Z-2 no'lu örnekteki wavelitte mineralinin Raman görüntüsü (a), kayması (b) ve piklerin referans karşılaştırması (c)

4.5. Jeokimya

İnceleme alanından 1 adet serpantinit, 1 adet gabro, 1 adet traverten, 2 adet beyaz silisleşme olarak tanımlanan örnek ve 2 adet silisleşmiş laterit örneklerinin yanı sıra 11 adet farklı renklerdeki kalsedon örneklerinden derlenen toplam 18 örnek ALS İzmir Laboratuvarları' na oradan da ALS İrlanda Laboratuvarları' na ana ve eser element analizleri yapılmak üzere gönderilmiştir.

Ana element analizleri ME-ICP06 ve ateşte kayıp hesaplamaları ise OA-GRA05 yöntemleri ile eser element analizleri ise ME-ICP61 yöntemi ile yapılmıştır.

ME-ICP06 yönteminde 2 gram örnek alınarak eritilir ve boncuk haline getirildikten (fused bead) sonra elde edilen boncuklarda 4 farklı asit kullanılarak özümseme (acid digestion) ve ICP-AES (Induced Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometre) yöntemi ile element okumaları yapılır. Ana element olarak; SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, Na_2O, K_2O, Cr_2O_3, TiO_2, MnO, P_2O_5, SrO, BaO ve ateşte kayıp (A.K) değerleri belirlenerek sonuçlar yüzde toplam değerleri ile birlikte Çizelge 4.2' de sunulmuştur.

ME-ICP61 yönteminde ise 0.4 gram örnek alınarak eritilir ve boncuk haline getirildikten sonra elde edilen boncuklarda 4 farklı asit kullanılarak özümseme yapılarak ve ICP-AES yöntemi ile eser element okumaları gerçekleştirilir. Eser element analizleri ile toplamda 33 element okuması yapılmasına rağmen bazı elementler dedeksiyon limitlerinde ve altında kalması nedeniyle bu elementler buradaki çizelgelere konulmamışlardır. Bu elementlerden Al, Ba, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Sr ve Ti elementleri ME-ICP06 yöntemi ile oksit bazında verildiğinden burada değerlendirmeye alınmamıştır. Öte yandan analiz sonuçları dedeksiyon limitleri altında kalan Ag (<0.5 ppm), Bi (<2 ppm), Cd (<0.5 ppm), Ga (<10 ppm), La (<10 ppm), Mo (<1 ppm), Sb (<5 ppm), Th (<20 ppm), Tl (<10 ppm) ve U (<10ppm) ile dedeksiyon limiti üstünde değerler elde edilmiş olmasına rağmen örnek öğütme kabından (wolfran karbür alaşımlı) doğabilecek kirlenmeler (konteminasyonlar) nedeniyle bu elementler dikkate alınmamış ve yorumlamalar yapılmamıştır.

Yorumlamalar alınan örnek tiplerine göre ayrı ayrı ele alınarak yapılmıştır.

4.5.1 Ana element jeokimyası

18 örneğin ana element oksit değerleri Çizelge 4.2'de sunulmuştur. Buna göre;

Çizelge 4.2 Sahadan alınan 18 örneğin ana element oksit analiz sonuçları

		Ana Element	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	Cr_2O_3	TiO_2	MnO	P_2O_5	SrO	BaO	A. K	Toplam
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	Örnek No	Kayaç Adı															
ADATEPE	Ebs-1	Serpantinit	42,0	0,76	7,15	0,56	35,10	0,02	0,01	0,275	0,01	0,09	<0.01	<0.01	<0.01	13,75	99,73
	EK-1	Gabro	44,2	16,95	8,63	13,05	10,60	1,15	0,12	0,013	0,17	0,17	<0.01	0,01	<0.01	2,96	98,02
	SS1	Traverten	0,18	0,04	0,38	52,80	1,06	0,01	<0.01	<0.002	<0.01	0,27	0,02	0,14	<0.01	43,60	98,50
	EA-8	Beyaz Silisleşme	95,6	0,46	0,37	0,08	0,10	0,06	0,05	0,786	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,94	100,45
	EA-9	Beyaz Silisleşme	96,5	0,36	0,32	0,09	0,08	0,03	0,03	0,313	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,66	100,38
	EA-13	Silisleşmiş Laterit	87,8	0,51	6,94	0,10	0,37	0,02	0,02	2,170	0,02	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	2,72	100,68
	EA-22	Silisleşmiş Laterit	86,3	0,31	9,01	0,06	0,07	0,03	0,03	0,351	<0.01	0,01	0,01	<0.01	<0.01	4,03	100,21
	EA-7	Beyaz Kalsedon	97,7	0,06	0,18	0,01	0,03	0,02	0,02	0,285	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0,96	99,27
	EAs-2	Koyu Gri Kalsedon	95,1	0,22	1,09	0,14	0,14	0,04	0,03	0,299	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	0,04	1,47	98,58
	EA-16a ACIK	Yeşil Kalsedon	95,9	0,16	0,07	0,06	0,04	0,02	0,03	0,036	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3,24	99,56
	EA-16b KOYU	Yeşil Kalsedon	96,4	0,09	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,046	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,66	99,34
	EA-19a	Yeşil Kalsedon	97,1	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,178	0,09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,54	100,16
	Z1 KOYU	Yeşil Kalsedon	95,4	0,16	0,08	0,04	0,03	0,02	0,05	0,169	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,77	98,73
	Z4 ACIK	Yeşil Kalsedon	95,5	0,34	0,15	0,08	0,10	0,03	0,10	0,304	0,01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	3,69	100,31
	KZ-1	Yeşil Kalsedon	97,1	0,09	0,06	0,04	0,04	0,02	0,02	0,056	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,44	99,87
	EA-10	Yeşil Kalsedon	98,1	0,16	0,28	0,03	0,07	0,03	0,02	0,511	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	2,15	101,35
BELEK	EB-1a	Belek Yeşil Kalsedon1	90,7	1,12	0,58	0,22	0,19	0,02	0,06	1,135	0,01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01	4,97	99,02
	EB-1b	Belek Yeşil Kalsedon 2	93,1	0,93	0,88	0,09	0,26	0,02	0,04	2,100	0,08	0,01	<0.01	<0.01	<0.01	2,46	99,97

Serpantinit örneğinde (EBS-1), SiO_2 değeri % 42,0 MgO değeri % 35,1 ve Fe_2O_3 değeri ise % 7,15 olup uluslararası anlamda ultrabazik kayaçlara ait değerlerle uyum içindedir. Cr_2O_3 değeri % 0,275 ile yüksek olup, yine ultramafik kayaçlarda beklendiği gibidir. Öte yandan, Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2 ve MnO değerleri de % 1' in altındadır. P_2O_5, BaO ve SrO değerleri % 0,01' den daha az değerler göstermiştir. Ateşte kayıp değeri % 13,75' dir. Bu da kayaçta CaO değerinin düşük olması nedeniyle uçucuların CO_2 yerine daha çok H_2O ile ilgili olduğunu göstermektedir. Nitekim mikroskobik çalışmalar sırasında bol miktarda serpantin minerallerinin görülmüş olması ve bu minerallerin de sulu mineraller olması, bu değerin % 14 lere kadar çıkmasının normal olduğuna işaret etmektedir.

Gabro örneğinde (EK-1) ise SiO_2 değeri % 44,20 değeri ile mafik kayaçlar dünya ortalaması ile uyumludur. Al_2O_3 değeri % 16,95 ve CaO değeri de % 13,05 ile gabro tanımına uygun değerleri göstermektedir. Aynı şekilde MgO değeri % 10,60 ve Fe_2O_3 değeri de % 8,63 olup, gabro kayaçlarına uygun olacak biçimde oldukça yüksektir.

Na_2O ise % 1,15 ile bu kayaçlardaki plajiyoklazlarda bir miktar sodyum elementininbulunduğunu (az albit bileşeni) göstermektedir. Buna karşın K_2O değeri % 0,12 ile gabro magmasında potasyumun pek bulunmadığına işaret etmektedir. TiO_2 değeri % 0,17 ile titanlı minerallerin gabro içinde az da olsa yer aldığını göstermektedir. MnO değeri ise yüksek değildir (% 0,17). Cr_2O_3 değeri % 0,013 (130 ppm) ile pek yüksek değildir ve mafik kayaçlarda beklendiği gibidir. P_2O_5, BaO ve SrO değerleri % 0,01' den daha az değerler göstermiştir. Ateşte kayıp değerine gelince bu % 2,96' dır. Bu değerin düşük olması kayacı oluşturan minerallerin su içeriklerinin yüksek olmadığını göstermiştir. Yapılan mikroskobik çalışmalar sırasında gabroyu oluşturan mineraller piroksen ve plajiyoklazlar olarak verilmiştir ki bunlar susuz minerallerdir. Sadece bazı plajiyoklazların serisitleştiklerinden söz edilmiş olup, bu da kayaçtaki suyun varlığını açıklar niteliktedir (Şekil 4.4).

Traverten örneğinde (SS1) dikkati çeken element ise % 52,8 değeri ile CaO' tir. MgO değeri % 1,06' dır. Bu iki bileşen kayacın bir $CaCO_3$' lı bir karbonat kayacı olduğunu göstermektedir. Çünkü ateşte kayıp oranı % 43,60 ile uçucuların (başta CO_2 olmak üzere H_2O, SO_3 gibi) yüksek olduğuna işaret etmektedir. Fe_2O_3 değeri % 0,38 ve MnO ise % 0,27 ile traverten çökellerinde bir miktar Fe ve Mn elementlerinin yer aldığı söylenebilir. SiO_2, Na_2O, Al_2O_3, TiO_2 ve K_2O ise % 0,18' den az olup bu elementlerin ise traverten çökeliminde hemen hemen hiç yer almadıklarını göstermektedir. Cr_2O_3 değeri % 0,002 (20 ppm) den daha azdır. P_2O_5 değeri % 0,02 civarında yer alırken SrO değeri % 0,14 ile belirgin bir şekilde yükselmiştir. BaO değeri ise % 0,01' den azdır.

Beyaz renkli silisleşmelerden iki örnek (EA-8 ve EA-9) analiz edilmiştir. Buna göre SiO_2 değerleri sırasıyla % 95,6 ile 96,5 olarak belirlenmiştir. Kayacın adına da bu yüzden rengini de ön plana alıp, beyaz silisleşmeler denilmiştir. Örneklerin Al_2O_3 değerleri % 0,46 ve 0,36 gibi yüksek olmayan değerler sergilemektedir. Benzer şekilde Fe_2O_3 değerleri % 0,37 ve 0,32 gibi düşük oranlardadır. CaO, MgO, Na_2O ve K_2O değerleri ise % 0,10'un altındadır. TiO_2 ve MnO değerleri ise % 0,01' den azdır. Cr_2O_3 değerleri sırasıyla % 0,786 ve 0,313 olarak belirlenmiştir. Yüksek olan bu değerler silisleşmelerin oluşumu sırasında ortamda bulunan kromlu mineralleri beraberinde getirdiklerini ya da ortamda daha önce var olan kromitlerin mobilize olmadığını göstermektedir. P_2O_5, BaO ve SrO değerleri ise hep % 0.01' den daha az değerler

sergilemiştir. Ateşte kayıp değerleri % 2,94 ile 2.66 olarak ölçülmüştür. Bunlar da silisleşmelerin su içeriklerinin yüksek olmadığını göstermektedir. Bütün bu sonuçlar, az miktarda Al ve Fe ilavesi dışında beyaz silisleşmelerin Cr' lu minerallerin de (kromit) eşliğinde tamamen SiO_2' den oluştuğunu göstermektedir.

Silisleşmiş laterit olarak tanımlanmış 2 örnek vardır (EA-13, EA-22). Bu örneklerde SiO_2 oranı % 86,3-87,8 arasındadır. Fe_2O_3 değerleri ise sırasıyla % 6,94 -9,01' dir. Al_2O_3 ise % 0,51 ile 0,31 olarak belirlenmiştir olup, bu değerler yüksek değildir. Bu değerler de lateritleşme sırasında veya hidrotermal alterasyon sırasında ortama silis gelirken, çözeltilerin alüminyumca fakir olduğuna işaret etmektedir. Buna bir diğer kanıt olarak beyaz renkli silisleşmelerde de alüminyum oranının % 0,46' dan daha az olması gösterilebilir. MgO değeri % 0,3' den az ve CaO ise % 0.1' den azdır. Na_2O, K_2O, TiO_2 ve MnO analiz sonuçları ise % 0,03' den daha azdır. Cr_2O_3 sırasıyla % 2,17 ve 0,351 değerlerini vermiştir. Bu yüksek değerler silisleşmiş ve lateritleşmiş bu kayaçların kromitçe zengin bir ortamda bulunduğunu göstermektedir. P_2O_5, BaO ve SrO değerleri ise hep % 0.01' den daha az değerler sergilemiştir. Ateşte kayıp değerleri sırasıyla % 2,72 ile 4,03 olarak tespit edilmiştir ve bu süreçler sırasında su içeren minerallerin pek bol oranda olmadığını göstermektedir.

Beyaz kalsedon (EA-7) ve koyu gri kalsedon (EAs-2) örneklerinde SiO_2 değerleri sırasıyla % 97,70 – 95,10 olarak belirlenmiştir. Bu iki örnek karşılaştırıldığında TiO_2 ve MnO değerleri dışında diğer tüm ana element oksitlerinde koyu gri renkli kalsedon örneği hep daha yüksek değerler sunmaktadır. EAs-2 numaralı örnekte Fe_2O_3 değeri % 1,09 değeri ile EA-7 örneğinin % 0,18 değeri ile karşılaştırıldığında yüksektir. Diğer element oksitlerinde ise EAs-2 örneği EA-7 örneğine göre 1,5 ile 14 misli daha fazla değerler sunmaktadır. Cr_2O_3 sırasıyla % 0,285 ve 0,299 değerlerini vermiş olup, bu kalsedonlarda da kromit minerallerinin belli bir oranda da bulunduğunu göstermektedir. Bu da koyu rengin sebebinin kimyasal açıdan bu elementlerin fazlalığı olduğunu düşündürmektedir. P_2O_5 ve SrO değerleri ise hep % 0,01' den az değerler verirken, BaO sadece EAs-2 numaralı örnekte % 0,04 (400 ppm) gibi biraz daha yüksek bir değer göstermiştir. Bu örnekte CaO değerinin % 0,14 ile tüm yeşil ve diğer renkli kalsedonlardan biraz daha yüksek değerler sergilemesi burada Ba ile Ca gelişleri arasında bir ilişki olabileceğini düşündürmektedir. Ateşte kayıp değerleri % 0,96 ve

1,47 değerleri ile çok düşüktür ve örneklerde sulu minerallerin pek bulunmadığına işaret edebilir.

Adatepe'den derlenen 7 adet yeşil kalsedon örneği (EA-16a AÇIK, EA-16b KOYU, EA-19a, Z1 KOYU, Z4 AÇIK, KZ-1, EA-10) kimyasal olarak incelendiğinde SiO_2 değerleri % 95,40' dan başlayıp % 98,10' a kadar çıkmaktadır. Al_2O_3 değerleri ise % 0,09 ile 0,34 arasındadır ve yüksek değildir. Fe_2O_3 değerleri de % 0,03 ile 0,28 arasında olup demiroksit değerleri de alüminyum oksitler gibi yüksek değildir. Aynı şekilde CaO % 0,08' den daha az ve MgO değerleri de % 0,10 ile oldukça düşüktür. Bu da yeşil kalsedonlar içinde karbonatların pek bulunmadığına işaret etmektedir. Na_2O, K_2O, TiO_2 ve MnO değerleri ise en yüksek % 0,10 değerini göstermektedir. Cr_2O_3 değerleri % 0,036 (360 ppm) ile % 0,511 (5110 ppm) arasında değişmektedir. Aritmetik ortalaması % 0, 186' dır. Bu değerler, krom elementinin yeşil kalsedonların içinde kromit şeklinde yer aldığını göstermektedir.

P_2O_5, BaO ve SrO değerleri ise hep % 0,01' den daha az değerler vermiştir. Ateşte kayıp değerleri % 2,15 ile 3,69 arasında değişmektedir, bu düşük değerler de örneklerin kalsedon olarak tanımlanabileceğini gösterir. Buna karşın, ateşte kayıp değerlerinin düşük olması nedeniyle örnekler opal olarak tanımlanmamıştır.

Adatepe'deki yeşil kalsedonlar ile Belek civarında izlenen yeşil kalsedonları karşılaştırmak için Belek'ten alınan iki örneğin (EB-1a ve EB-1b) ana element oksit değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Belek yeşil kalsedonlarının SiO_2 değerleri sırasıyla % 90,70 ve 93,10 olarak belirlenmiş olup, bu değerler Adatepe yeşil kalsedonlarının SiO_2 değerlerinden en az % 2 daha düşüktür. Buna karşın, Al_2O_3 değerleri % 1,12 ve 0,93 değerleri ile Adatepe kalsedonlarından en az 2,5-3 misli daha fazladır. Fe_2O_3 değerleri de sırasıyla % 0,58 ile 0,88 olup Adatepe yeşil kalsedonlarından en az 3 misli daha fazla oranlar sergilemektedir. CaO değerleri de sırasıyla % 0,22 ve 0,09 değerlerini vermişlerdir. Bu değerler de yine Adatepe yeşil kalsedonları ile karşılaştırıldıklarında 2,5-3 misline varan yüksek değerlerde olduğunu göstermektedir. MgO analiz sonuçları sırasıyla % 0,19 ve 0,26 değerleri ile Adatepe yeşil kalsedonları değerlerinin yaklaşık 2 mislinden daha fazla oranlardadır. Na_2O, K_2O, TiO_2 ve MnO değerleri ise Adatepe yeşil

kalsedonlarındaki gibi hep % 0,08' ,in altında bulunmaktadır. Burada dikkati çeken bir durum Cr elementinde ortaya çıkmaktadır. Cr_2O_3 değerleri % 1,135 ve % 2,10 olarak belirlenmiştir. Bu değerler Adatepe yeşil kalsedonları ile karşılaştırıldığında Belek' teki yeşil kalsedonların çok çok yüksek değerlerde krom içerdiklerini göstermektedir. P_2O_5, BaO ve SrO değerleri ise her iki örnekte de % 0.01' den azdır. Ateşte kayıp değerlerinin de % 4,97 ve % 2,46 olması yine bu örneklerde de opal oluşumlarının çok az olabileceğini göstermektedir.

4.5.2 Eser element jeokimyası

İnceleme alanından toplam 18 örnek için 10 adet eser element değerleri (As, Be, Co, Cu, Ni, Pb, S, Sc, V ve Zn) Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Serpantinit örneğinde (EBS-1), beklendiği gibi Ni (2150 ppm), Co (100 ppm) değerleri ultramafik (ultrabazik) kayaçlardaki gibidir. As, Cu, V ve Zn değerleri 30 ppm' den ve Be, Pb ve Sc değerleri de 6 ppm' den azdır. Kükürt (S) değeri ise 100 ppm civarındadır.

Gabro örneğinde (EK-1); Ni değeri 45 ppm, Co değeri ise 53 ppm olarak yer almaktadır. As, Be, Pb, Sc ve Zn değerleri 45 ppm' den azdır. Buna karşın V (160 ppm) ve Cu (102 ppm) değerleri biraz daha yüksektir. S değeri ise 100 ppm' in altındadır.

Traverten örneğinde ise (SS1), nikel değeri 42 ppm ile gabrodaki değere yakındır. As değeri 17 ppm ile biraz artmış gibidir. Cu, Co, V, Pb, Sc ve Zn değerleri yok denecek kadar azdır. Burada ilginç olan bir sonuç 30,1 ppm değeri ile Be elementidir. S değeri ise 200 ppm civarındadır.

Beyaz renkli silisleşmelerde (EA-8 ve EA-9), nikel değerleri 19 ve 38 ppm'dir. Bu durum, silisleşmeler sırasında mobil olan nikel elementinin gelen çözeltilerle az da olsa beraber hareket ettiğini göstermektedir. Co değerleri 63 ve 44 ppm olarak ölçülmüştür. As analiz sonuçları 26 ve 20 ppm olup, çok az bir arsenik gelimi olduğunu ya da ortamda daha önce lateritleşme sırasında mevcut As' in beyaz renkli silisleşmeler içinde tutulduğunu göstermektedir. Cu, V, Zn, Pb, Sc ve Be değerleri 43 ppm' in altındadır Bu değerler hidrotermal çözeltilerle geldiği düşünülen beyaz silisleşmelerin içinde Cu ve

Zn gibi elementlerin yer almadığını göstermektedir. EA-8 örneğinin S değeri 700 ppm' lere kadar çıkmış, EA-9 örneğinde ise S değeri 100 ppm' lerde kalmıştır.

Çizelge 4.3 Sahadan alınan 18 örneğin eser element analiz sonuçları

		Eser Elementler	Ni	Co	As	Cu	Pb	Zn	V	Sc	Be	S
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
	Örnek Adı	Kayaç Adı										
ADATEPE	Ebs-1	Serpantinit	2150	100	<5	4	3	30	26	6	<0.5	0,01
	EK-1	Gabro	45	53	<5	102	7	42	160	45	<0.5	<0.01
	SS1	Traverten	42	2	17	<1	6	<2	6	5	30,1	0,02
	EA-8	Beyaz Silisleşme	19	63	26	1	<2	23	43	1	<0.5	0,07
	EA-9	Beyaz Silisleşme	38	44	20	1	2	6	8	<1	<0.5	0,01
	EA-13	Silisleşmiş Laterit	58	108	1250	9	<2	122	72	<1	<0.5	0,01
	EA-22	Silisleşmiş Laterit	426	50	98	3	2	34	13	1	1	0,02
	EA-7	Beyaz Kalsedon	12	128	21	1	<2	7	6	<1	<0.5	<0.01
	EAs-2	Koyu Gri Kalsedon	97	119	57	12	<2	9	13	1	<0.5	0,17
	EA-16a ACIK	Yeşil Kalsedon	54	35	5	1	2	<2	1	1	0,9	0,01
	EA-16b KOYU	Yeşil Kalsedon	15	87	22	1	<2	<2	4	<1	<0.5	0,02
	EA-19a	Yeşil Kalsedon	33	115	<5	3	2	<2	4	<1	<0.5	<0.01
	Z1 KOYU	Yeşil Kalsedon	48	77	30	2	<2	<2	18	<1	<0.5	0,05
	Z4 ACIK	Yeşil Kalsedon	77	52	81	4	<2	<2	43	1	0,5	0,13
	KZ-1	Yeşil Kalsedon	21	96	8	1	2	<2	3	<1	<0.5	0,01
	EA-10	Yeşil Kalsedon	8	85	7	2	2	17	8	<1	0,6	<0.01
BELEK	EB-1a	Belek Yeşil Kalsedon1	569	35	66	6	5	11	35	3	<0.5	0,01
	EB-1b	Belek Yeşil Kalsedon 2	264	81	25	3	<2	116	57	2	0,6	0,01

Silisleşmiş lateritlerde (EA-13, EA-22) Ni değerleri 426 ve 58 ppm' lerde olup, lateritleşme sonucu biraz yükselmiştir. Co değerleri ise 50 ve 108 ppm olarak belirlenmiş olup, lateritlerin silisleşmesi sırasında bu tür değerleri görmek mümkündür. As ise 98 ve 1250 ppm ile oldukça artmıştır. Zn 34 ve 122 ppm değerindedir. V, Cu, Pb, Sc ve Be değerleri ise en çok 72 ppm değerine ulaşmaktadır. S değerleri 100-200 ppm arasındadır.

Beyaz kalsedon (EA-7) ile koyu gri kalsedonda (EAs-2); Nikel, 12 ve 97 ppm olarak ölçülmüştür. Co değerleri ise 128 ve 119 ppm ile nispeten yüksek durumdadır. As değerleri ise en fazla 57 ppm' e ulaşmaktadır. V, Cu, Zn, Pb, Sc ve Be ise 13 ppm'in altındadır. S değerleri ise beyaz kalsedonda 100 ppm' in altında iken koyu gri renkli kalsedon 1700 ppm gibi çok yüksek bir değer göstermiştir.

Yeşil kalsedonlardan analizi yapılan 7 örnekte (EA-16a AÇIK, EA-16b KOYU, EA-19a, Z1 KOYU, Z4 AÇIK, KZ-1 ve EA-10), Ni değerleri 8 - 77 ppm ile az da olsa görülmektedir. Bunun nedeni nikelin çok hareketli bir element olmasıdır. Co değerleri ise 35-115 ppm arasındadır. Bu da yeşil kalsedonlar içinde kobaltın belli oranlarda da olsa bulunduğunu göstermektedir. As için ise nikele benzer oranlarda yani 5-81 ppm arasında değişen değerler de görülmektedir. V, Cu, Zn, Pb, Sc ve Be element değerleri 43 ppm' den azdır. S değerleri 100, 200 ve 500 ppm gibi değerler gösterirken, Z4 AÇIK örneğinde S değeri 1300 ppm' e çıkmıştır.

Belek yeşil kalsedonlarda Ni değerleri 569 ve 264 ppm değerleri ile Adatepe yeşil kalsedonlarının 7 örnek ortalaması olan 36.6 ppm değerine göre en az 7.3 misli daha fazladır. Co analiz sonuçları 35 ve 81 ppm vermiş olup, bu değerler Adatepe yeşil kalsedonlarının Co değerlerine benzerdir. As değerleri 66 ve 25 ppm olup, yüksek değerlerde değildirler. V analiz sonuçları 35 ve 57 ppm vermiş ve Adatepe yeşil kalsedonlarından daha fazla oldukları belirlenmiştir. Cu değerleri 3 ve 6 ppm ile çok düşüktür. Zn elementinde ise bir tane örnek (EB-1b) 116 ppm gibi bir değer vermiştir. Be, Pb ve Sc değerleri 5 ppm' den azdır. S element değerleri ise 100 ppm civarındadır.

Tüm bu veriler, Belek yeşil kalsedonlarının Adatepe yeşil kalsedonlarından Cr, Ni ve biraz da V elementleri içerikleri bakımından fazlalıklar gösterdiğine işaret etmektedir. El örneği düzeyinde incelendiklerinde de Belek kalsedonlarının daha koyu yeşil renklere sahip olduğu görülmektedir.

4.6 Gemolojik İncelemeler

Eskişehir Mihalıççık bölgesinden tez kapsamında çeşitli araştırmalar için derlenen kalsedon örneklerinden farklı renklerde seçilen 6 adedi üzerinde gemolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Örnekler MTA Şehit Cuma Dağ Tabiat Tarihi Müzesi Mineraloji-Petrografi ve Gemoloji Birimi Gemoloji Laboratuvarında refraktometre, polariskop, spektroskop, gemoloji mikroskopu, GemmoFTIR, Chelsea renk filtresi ve standart ultraviole ışık lambası altında incelenmiştir. Ayrıca, örneklerin özgül ağırlıkları belirlenmiştir.

4.6.1 Renk tanımlamaları

Bu tez kapsamında seçilip incelenen örnekler renk tanımlamaları için gemolojide kullanılan modern sistemlerden biri olan World of Color ile değerlendirilmiştir.

World of Color süstaşlarının spesifik renk tanımlarında kullanılan, Munsell Renk sistemine dayalı, 2017 yılında yayınlanmış bir sistemdir. World of Color, renklerin ton ve doygunluklarını da dikkate alarak karşılaştırma yöntemiyle koordinatlar belirleyerek tanımlanmalarını sağlar.

Munsell sistemi 1915 yılında, ressam Prof. Albert Munsell tarafından ortaya atılmış bir kavramdır. Munsell'e göre renkler renk (hue), ton (value) ve doygunluk (chroma) birimlerinin üç boyutlu bir koordinat sistemine yerleştirilmesiyle kodlanarak spesifik olarak adlandırılmalıdır. Böylece pek çok şekilde algılanabilecek renk isimleri, örneğin gök mavisi ya da limon sarısı, daha net bir tanımla sanat ve bilim gibi alanlarda daha anlaşılır bir şekilde kullanılır. Munsell'in bu yaklaşımı ilk yayınlarından bu güne çok büyük ilgi ve kabul görmüş, pek çok ülkenin ziraat, boya gibi önemli sektörlerinde standart olarak kabul edilmiştir.

Güvenilir bir renk sistemi, süstaşının doğru fiyatlandırması için kritik bir bileşendir. Gemologlar, kuyumcular, ve süstaşı tüccarları bu sistemi kullanarak ortak bir dil konuşabilir ve süstaşları kalitesine dair bilgimizi ve anlayışımızı geliştirebilirler.

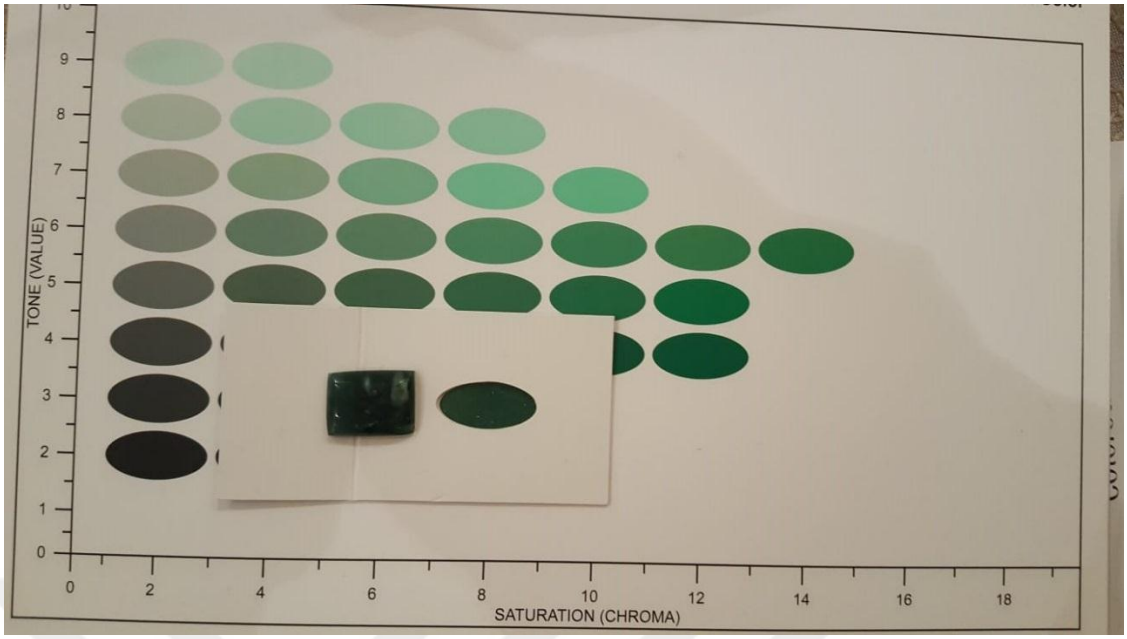
Renk tanımlaması için Munsell notasyonu sembolik olarak H (renk adı) V(ton)/C(chroma) şeklinde yazılır. Rengin tonu (V), rengin açık veya koyuluğunu; doygunluk (C) ise rengin parlak veya sönüklüğünü belirtir.

Aşağıdaki örneklerin renkleri, Munsell sistemi ile tanımlanmıştır. Tanımlama işlemini aşağıdaki şekillerle açıklanmıştır (Şekil 4.35, 4.36). Gerçek rengin baskı kalitesi, ışık kaynağı ve kağıt cinsine bağlı olarak çeşitlilik göstereceği bilinmelidir. Aşağıdaki açıklamalar daha çok metodolojiyi açıklamak üzere verilmiştir.

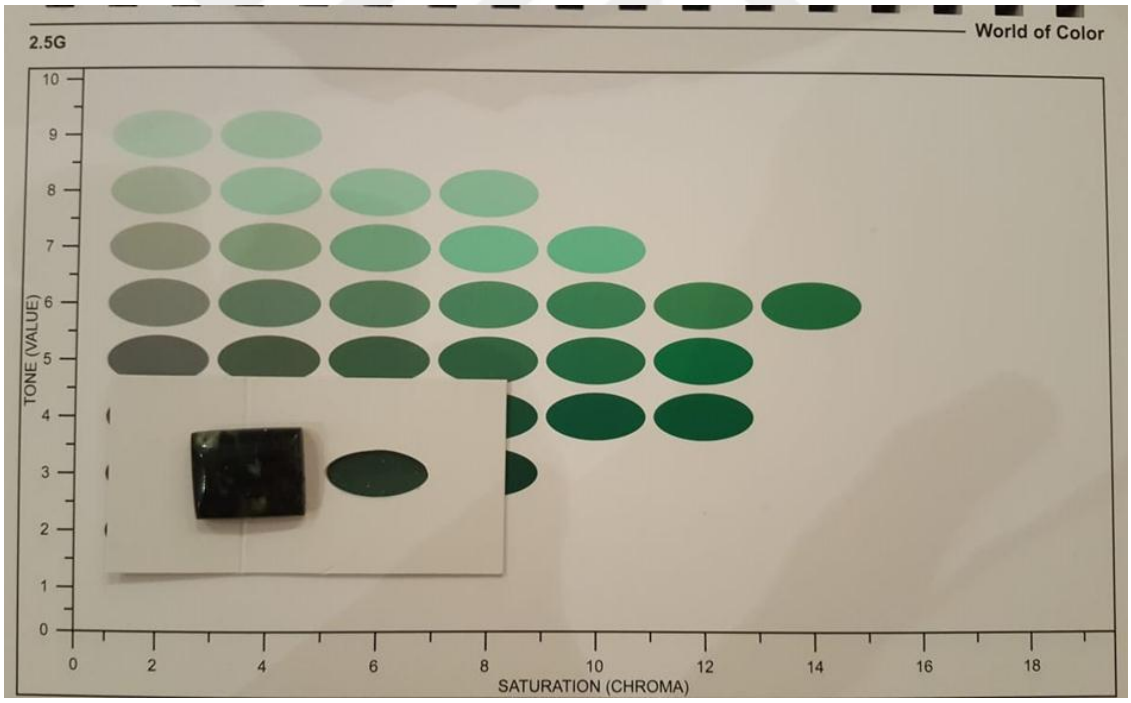
Belek EB-1b: 2.5G 3/6 Koyu Yeşil (Dark Green)
Z1: 2.5G 3/8 Canlı Derin Yeşil (Deep Green)
KZ-1b: 2.5G 6/4 Orta Yeşil (Moderate Green)

World of Color renk iletişim sisteminde ilgili renk sayfası bulunduktan sonra taşın ton ve doygunluğu bu sayfa içerisinde gerekli düzlemlerden hareketle belirlenir. Taşın rengiyle örtüşen oval renk skalası, rengin Munsell kodunu verir. Daha sonra bu sayfa icin geliştirilmiş olan renk ismi tablosu ile örtüştürülerek, rengin ismi de verilir ve tanımlama sonlandırılır (Şekil 4.37).

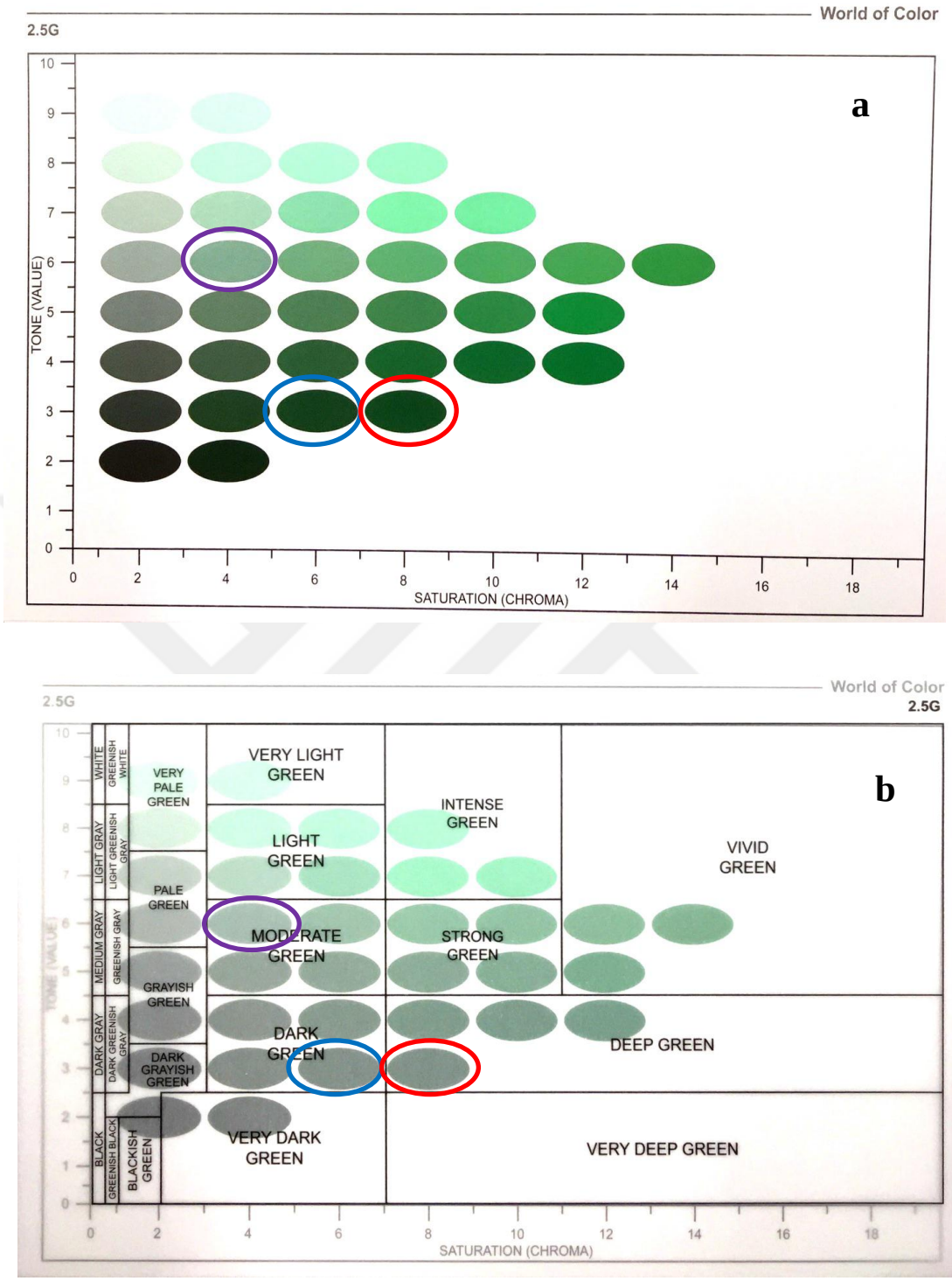
Burada ele alınan örnekler 2.5G sayfasına denk gelmiştir. Belek EB – 1b ve Z1 örnekleri daha koyu tonlara ve doygunluğa sahipken, KZ – 1b ortalama bir tona ama daha düşük bir doygunluğa sahiptir (Çizelge 4.4).



Şekil 4.35 Z1: 2.5G 3/8 Canlı Derin Yeşil (Deep Green) süs taşının renk karşılaştırması

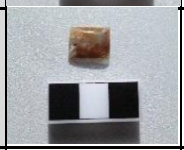


Şekil 4.36 Belek EB-1b: 2.5G 3/6 Koyu Yeşil (Dark Green) süs taşının renk karşılaştırması



Şekil 4.37 a,b Belek EB-1b: 2.5G 3/6 Koyu Yeşil (Dark Green), Z1: 2.5G 3/8 Derin Yeşil (Deep Green), KZ-1b: 2.5G 6/4 Orta Yeşil(Moderate Green) örneklerine ait kodlamalar.

Çizelge 4.4 İnceleme alanından alınan örneklerin gemolojik özellikleri

Numune İşareti	Foto	Munsell Renk Skalası	Saydamlık	Parlaklık	Kırılma İndisi
Z1		2.5G 3/8 Derin Yeşil(deep green)	Yarı Saydam	Camsı	1,53
KZ-1a		10YR 4/8 Kuvvetli Sarımsı Kahve (strong yellowish brown) ile ve 5Y 7-6/6 Koyu Yeşilimsi Sarı(dark greenish yellow)	Yarı Saydam	Camsı	1,53
KZ-1b		2.5G 6/4 Orta Yeşil(moderate green) ve 10YR 4/8 Kuvvetli Sarımsı Kahverengi(strong yellowish brown)	Yarı Saydam	Camsı	Ölçülememiştir.
EA-10		5Y 6/10 Derin Yeşilimsi Sarı(deep greenish yellow)	Yarı Saydam	Camsı	1,53
EA-16		Kodlamaların dışında olduğu için kodu yok Yeşilimsi Beyaz	Opak	Mat	Ölçülememiştir.
Belek EB-1b		2.5G 3/6 Koyu Yeşil(dark green)	Yarı Saydam	Camsı	1,53

4.6.2 Örneklerin ışığı kırma indislerinin belirlenmesi

Işığı kırma indislerini ölçmek için gemolojide Kırılma İndisi Ölçer (refraktometre) denilen cihazlar kullanılmaktadır. Bir refraktometrenin çalışma prensibi arka pencereden gelen ışığın cihazın camının üstünde bulunan süstaşının yüzeyine çarpması ve geri dönen ışın demetinin tekrar cihazın indis saptayan okuma skalasına iletilmesi temeline dayanır. İncelenen süstaşının kırılma indisi ise, ışığın havadaki hızının süstaşı içindeki hızına oranıdır. Kalsedon örneklerinin ışığı kırma indisleri, GIA marka ve SystemEickhorst marka refraktometre cihazları kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 4.38). Bu cihazlarda; Işığı Kırma İndisi (RI) 1.79 olan optik kontakt sıvısı kullanılmıştır. Gönderilen monokromatik ışığın dalga boyu ise 589nm olup sonuçlar nokta okuma (spot) yöntemiyle belirlenmiştir.



Şekil 4.38 GIA marka kırılma indisi ölçer (refraktometre) ve SystemEickhorst marka kırılma indisi ölçer (refraktometre)

Öte yandan, bir kristalin büyüklüğü büyüme esnasında oluşan mevcut koşulların devamlılığına, ortamda var olan ve ortama katılan çözeltilerin homojenliğine ve ortam koşullarının ne kadar uzun zaman boyunca etkin olup olmamasına bağlıdır. Bazen incelenen süstaşları tek bir kristal büyümesinden değil birçok küçük kristal karışımından oluşur ki buna mineral agregatı yani mineral ya da kristal yığını (kümesi) adı verilir. Yapılan mikroskobik incelemeler sırasında, Bölüm 4.2 ve Şekil 4.12'de de anlatıldığı gibi incelediğimiz kalsedonların birden fazla kristal (mineral) içerdiği ve kristal boyutlarının da aynı örnekte farklılıklar gösterdiği görülmüştür. Bunun sonucu incelenen agregatların hem aynı renkte iseler aynı rengin değişik tonlarında hem de içindeki diğer mineral kapanımları nedeniyle iki veya daha fazla renklerde olduklarını ve alacalı bir görünüm sunduklarını göstermektedir. Bütün bu farklılıklara rağmen, örnekler üzerinde birden fazla noktada kırılma indisleri ölçülmüş ve n değerleri 1.53 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu da kalsedonun ışığı kırılma indisine eşdeğerdir (Webster, 1994; https://www.gemologyonline.com/chalcedony.html).

4.6.3 Özgül ağırlık ölçümü

Bir mineralin özgül ağırlığı bunu oluşturan atomların cinsine, ağırlığına ve kristal yapısında moleküllerin yerleşme şekline ve farklı moleküllerin kristal içindeki çokluklarına bağlıdır. Ağır atomlardan oluşan minerallerin özgül ağırlığı, hafif atomlardan oluşanların özgül ağırlığına göre daha fazla olmaktadır.

Ortalama özgül ağırlıkları Mettler Toledo TR marka analitik terazide hesaplanmıştır (Şekil 4.39). Tüm örneklerin özgül ağırlıkları ölçülmüş ve bunun sonucunda 2.52, 2.53 ve 2.54 değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu değerlerin farklılık göstermesi örneklerin tek kristal değil, kuvars minerali ağırlıklı agregat olmalarından kaynaklanır.



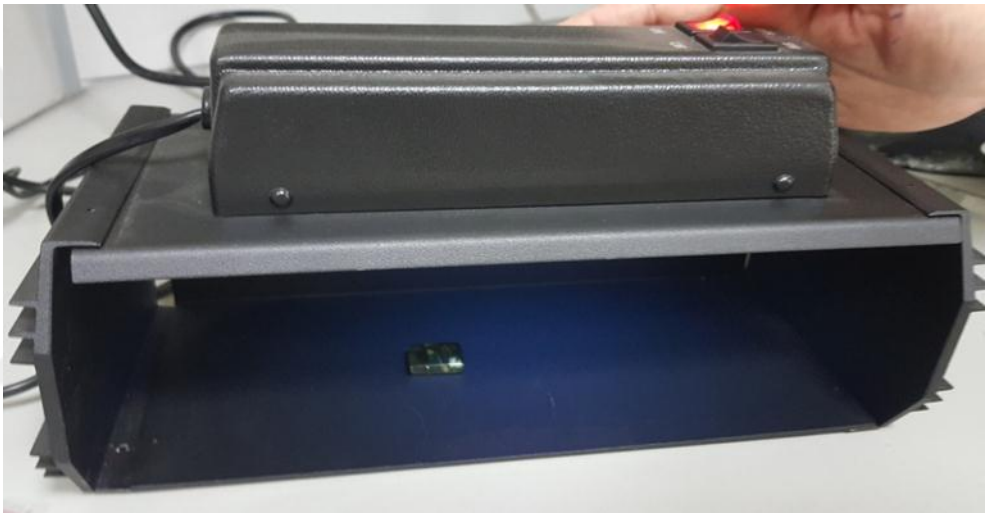
Şekil 4.39 Mettler Toledo TR marka analitik terazi (özgül ağırlık ölçer)

Çizelge 4.5 İnceleme alanından alınan numunelerin gemolojik özellikleri

Numune İşareti	Foto	Özgül Ağırlık	UV Lambası	Polariskop	Spektroskop	GemmoFTIR	Kapanımlar	Tanımlama	
								Grup	
Z1		2,53	Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	Agregat (AGG)	650-700 nm aralığında ince siyah bant görülmüştür.	Kuvars spektrumu alınmıştır.	Siyah renkli kapanımlar gözlenmiştir.	Tür	Kalsedon
								Varyete	
								Grup	
KZ-1a		2,52	turuncumsu sarı renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	Agregat (AGG)	-	Kuvars spektrumu alınmıştır.	Sarı, kahverengi ve turuncu renklerde demir oksit kapanımları vardır.	Tür	Kalsedon
								Varyete	
								Grup	
KZ-1b		Örnek gözenekli olduğu için sağlıklı ölçüm yapılamamıştır	Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz ve kahverengi kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	-	-	Kuvars spektrumu alınmıştır.	Sarı, kahverengi, siyah ve turuncu renklerde demir oksit kapanımları vardır.	Tür	Kalsedon
								Varyete	
								Grup	
EA-10		2,54	turuncumsu sarı renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	Agregat (AGG)	-	Kuvars spektrumu alınmıştır.	Siyah oktahedal kromit kristal kapanımları gözlenmiştir.	Tür	Kalsedon
								Varyete	
								Grup	
EA-16		Örnek gözenekli olduğu için sağlıklı ölçüm yapılamamıştır	Kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	-	-	Opal spektrumu alınmıştır.	-	Tür	Opal
								Varyete	
								Grup	
Belek EB-1b		2,52	Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.	Agregat (AGG)	650-700 nm aralığında ince siyah bant görülmüştür.	Kuvars spektrumu alınmıştır.	Sarı, kahverengi ve turuncu renklerde demir oksit kapanımları vardır.	Tür	Kalsedon
								Varyete	

4.6.4 Ultraviyole ışın lambası ile incelemeler

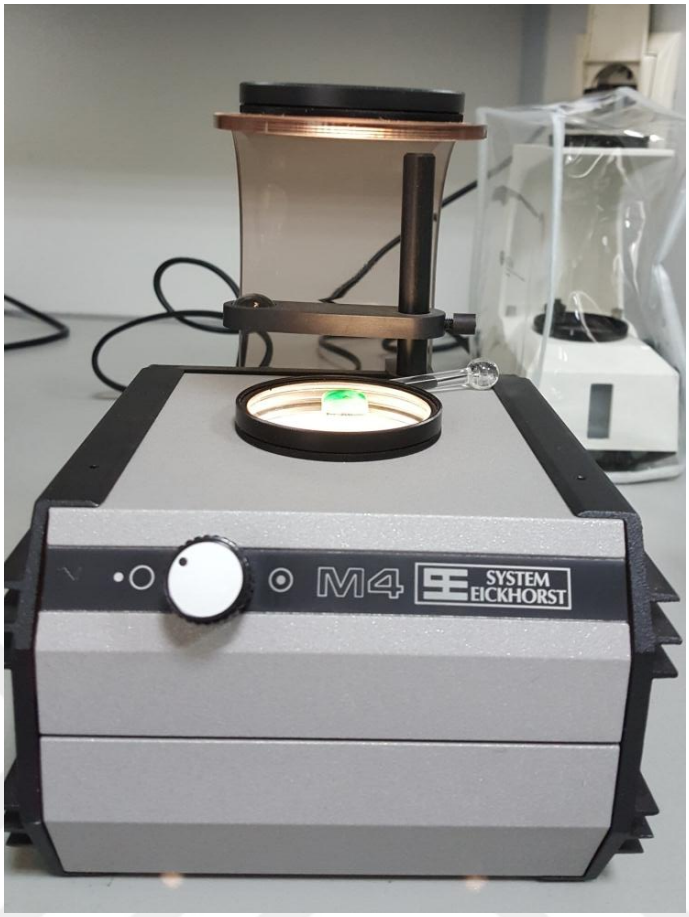
Bir malzeme (süstaşı) ultraviole ışınları (mor ötesi ışınlar) ile uyarıldığında farklı tepkiler verebilir. Bu özellik floresans olarak adlandırılmaktadır. Bazı örnekler kısa dalga boylu, bazıları ise uzun dalga boylu mor ötesi ışıkta farklı floresans tepki verirler. Floresans, süstaşlarını tanımlamaya yardımcı bir özelliktir. Bu çalışmada incelenen 6 örnek ultraviyole lambası kullanılarak ultraviyole fotoluminesans reaksiyonları için analiz edilmiştir (Şekil 4.40, Çizelge 4.5).



Şekil 4.40 Ultraviyole (kısa ve uzun dalga) lamba ve karanlık kutusu

4.6.5 Polariskop ile incelemeler

Polariskop süstaşlarının optik özelliklerini saptamak için kullanılan bir ekipmandır. Temel olarak, süstaşının çapraz yerleştirilmiş iki polarizan filtre arasında incelenmesidir. Bu pratik alet tek ve çift kırılmayı ayırt etmede, pleokroizma ve optik karakteri belirlemede kullanılır. Yapılan incelemelerde System Eickhorst marka polariskop kullanılmıştır (Şekil 4.41). Örneklerin optik karakterlerinin agregat olduğu ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 4.5).



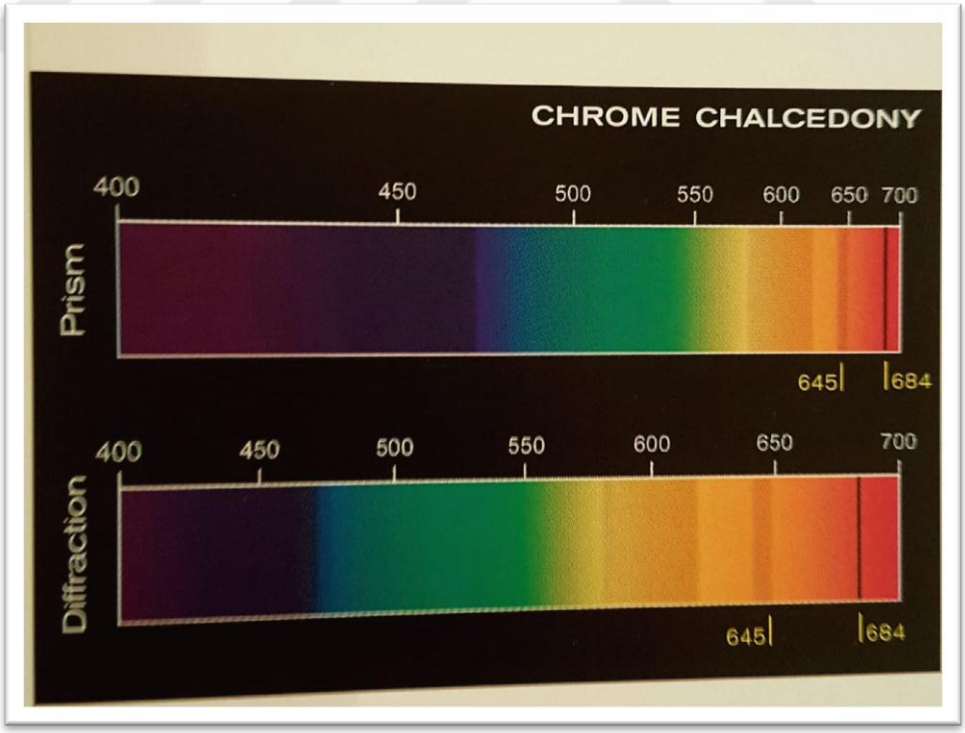
Şekil 4.41 System Eickhorst marka polariskop

4.6.6 Optik spektroskobik incelemeler

Bir mineralin optik emilme ya da absorbsiyon tayfı, yansıtmalı ya da geçirmeli ışık kullanılarak ortaya çıkarılır. Bu gemolojik çalışmada yansıtmalı spektroskop kullanılmıştır. Spektroskop; seçici ışık emilimi kullanarak süstaşını tanımlamaya yardımcı olmaktadır. Alınan kalsedon örneklerin spektrum analizleri SystemEickhorst marka spektroskopda yapılmıştır (Şekil 4.42). Yapılan incelemelerde 650-700nm bantları arasında emilme çizgisi görülmüştür (Şekil 4.43, Çizelge 4.5).



Şekil 4.42 SystemEickhorst marka optik spektroskop



Şekil 4.43 Krom Kalsedon Işık emilim tayfı (GIA,1992; Gem Idendification Lab Manual)

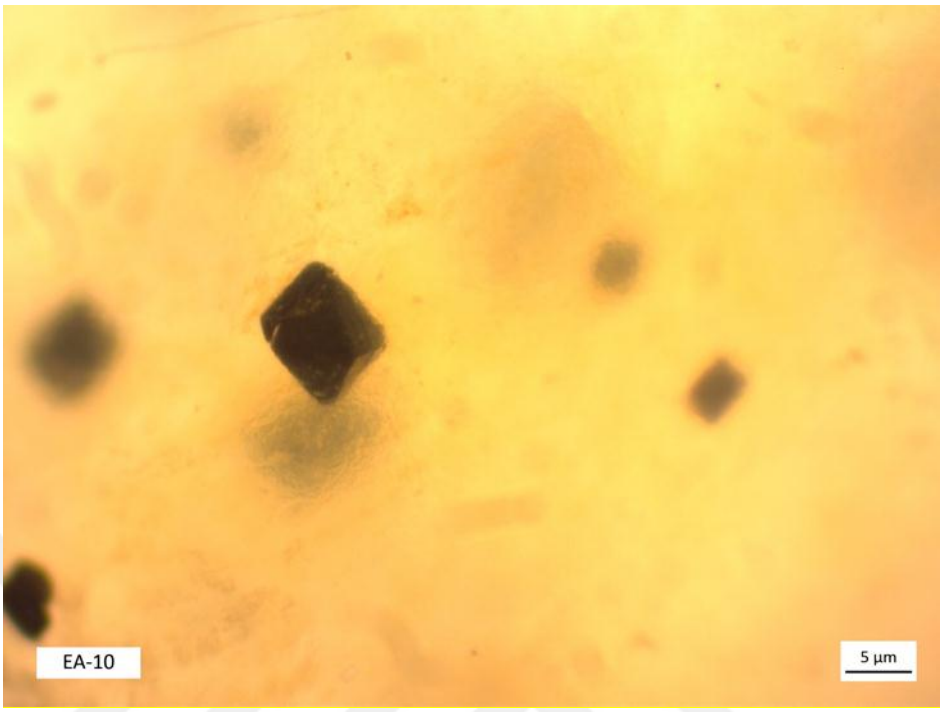
4.6.7 Polarizan mikroskop incelemeleri

Polarizan mikroskop mineraloji ve petrografik incelemelerde; süstaşlarının optik işaret, kırılma indeksi ve kristal yönlenmelerinin belirlenmesinde önemlidir. Süstaşları uygun büyütme mercekleri kullanılarak bu mikroskoplarla doğru olarak tanımlanmalıdır. Etkili şekilde büyütme, süstaşları içindeki kapanımları ve onların çeşitlerini ayırt ederek süstaşını tanımlamak adına önemlidir. Bu sebeple ZeissGemmaster, Eickhorst marka Gemoloji Mikroskobunda 90+ büyütme ile örneklerin karakteristik özellikleri analiz edilmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44 ZeissGemmaster, Eickhorst marka gemoloji mikroskobu

Siyah oktahedral kromit kristal kapanımları gözlenmiştir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45 EA-10 nolu örneğin mikroskop görüntüsü

MAGI-M&A Gemological Instrument markalı Interspectrum, GemmoFTIR aletinde (Şekil 4.46) tahribatsız bir şekilde incelemeler yapılmıştır (Çizelge 4.5).

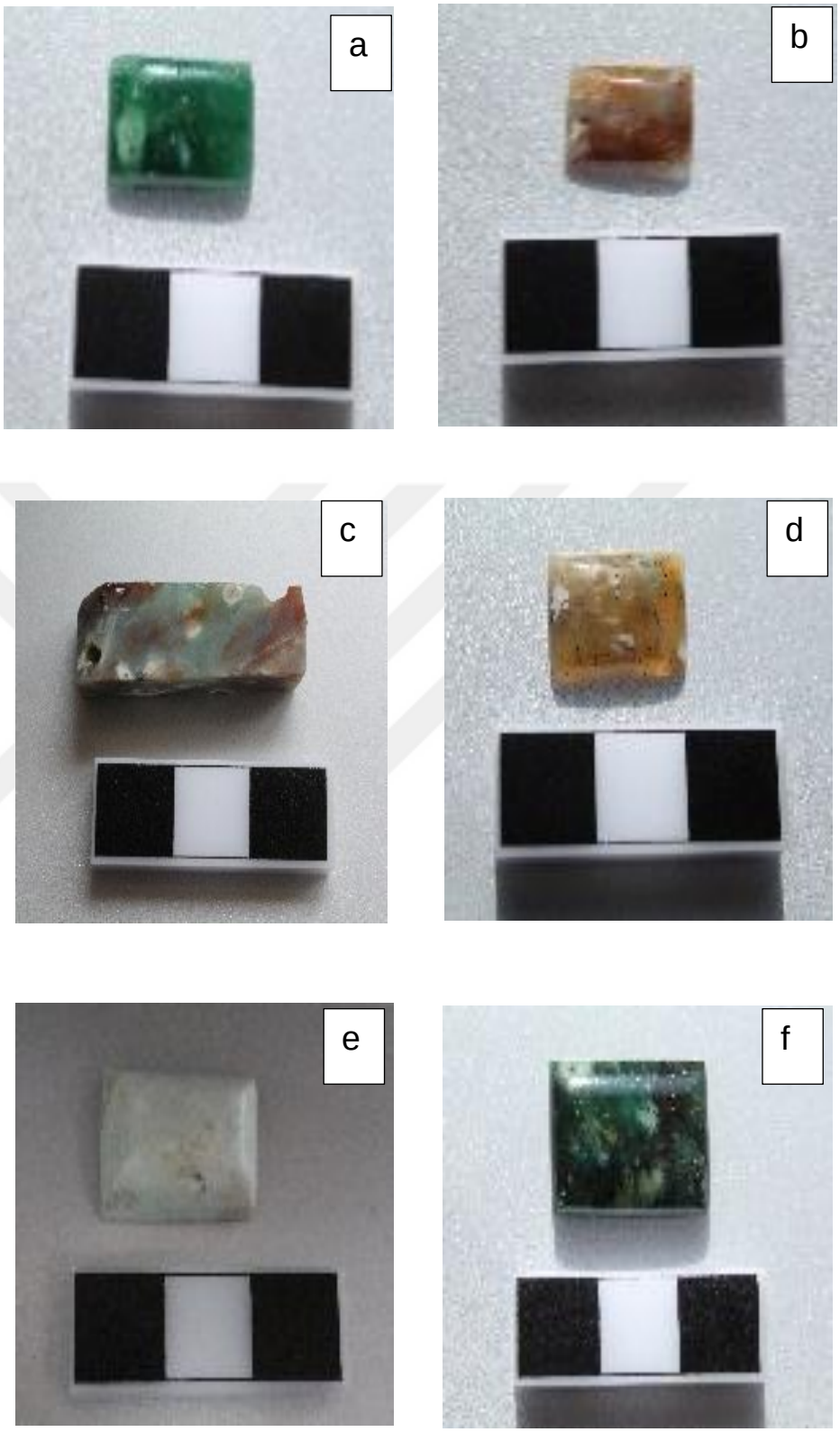


Şekil 4.46 MAGI-M&A Gemological Instrument markalı Interspectrum, GemmoFTIR aleti

İnceleme alanından farklı renklerde alınan örneklerin gemolojik özellikleri aşağıda tek tek ele alınarak incelenmiştir.

Yapılan incelemelerde; Z1 örneği, 16.94 x 12.92 x 4.11 mm boyutlarında derin yeşil (deep green) renkli, camsı parlaklıkta ve yarı şeffaf özelliktedir (Şekil 4.47a, Çizelge 4.4). Kırılma indisi 1.53 olarak ölçülmüştür. Siyah renkli kapanımlar gözlenmiştir. Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir (Çizelge 4.5).

KZ-1a örneği, 16.08 x 12.76 x 3.82 mm boyutlarında, zonlanma nedeniyle kuvvetli sarımsı kahve (strong yellowish brown) ile koyu yeşilimsi sarı (dark greenish yellow) renkli, camsı parlaklıkta ve yarı şeffaf özelliktedir (Şekil 4.47b, Çizelge 4.4). Kırılma indisi 1.53 olarak ölçülmüştür. Sarı, kahverengi ve turuncu renklerde demir oksit kapanımları vardır. Turuncumsu sarı renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir (Çizelge 4.5).



Şekil 4.47 İnceleme alanından alınan farklı renklerdeki örneklerin makroskobik görünümleri (a: Z1, b: KZ-1a, c: KZ-1b, d: EA-10, e: EA-16, f: EB-1b)

KZ-1b örneği; 25 x 9.93 x 10.55 mm (dikdörtgen kesim) boyutlarında, zonlanma nedeniyle orta yeşil (moderate green) ve kuvvetli sarımsı kahverengi (strong yellowish brown) renkli camsı parlaklıkta ve yarı şeffaf özelliktedir (Şekil 4.47c, Çizelge 4.4). Kırılma indisi ölçümü yapılamamıştır. Sarı, kahverengi, siyah ve turuncu renklerde demiroksit kapanımları gözlemlenmiştir (Çizelge 4.5). Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz ve kahverengi kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.

EA-10 örneği; 16.08 x 12.76 x 3.82 mm boyutlarında, derin yeşilimsi sarı (deep greenish yellow) renkli, camsı parlaklıkta ve yarı şeffaf özelliktedir (Şekil 4.47d, Çizelge 4.4). Doygunluğu ve renk tonu düşüktür. Kırılma indisi 1.53 olarak ölçülmüştür. Siyah oktahedral kromit kristal kapanımları gözlenmiştir (Çizelge 4.5). Turuncumsu sarı renkli kısımlar UV ışık altında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.

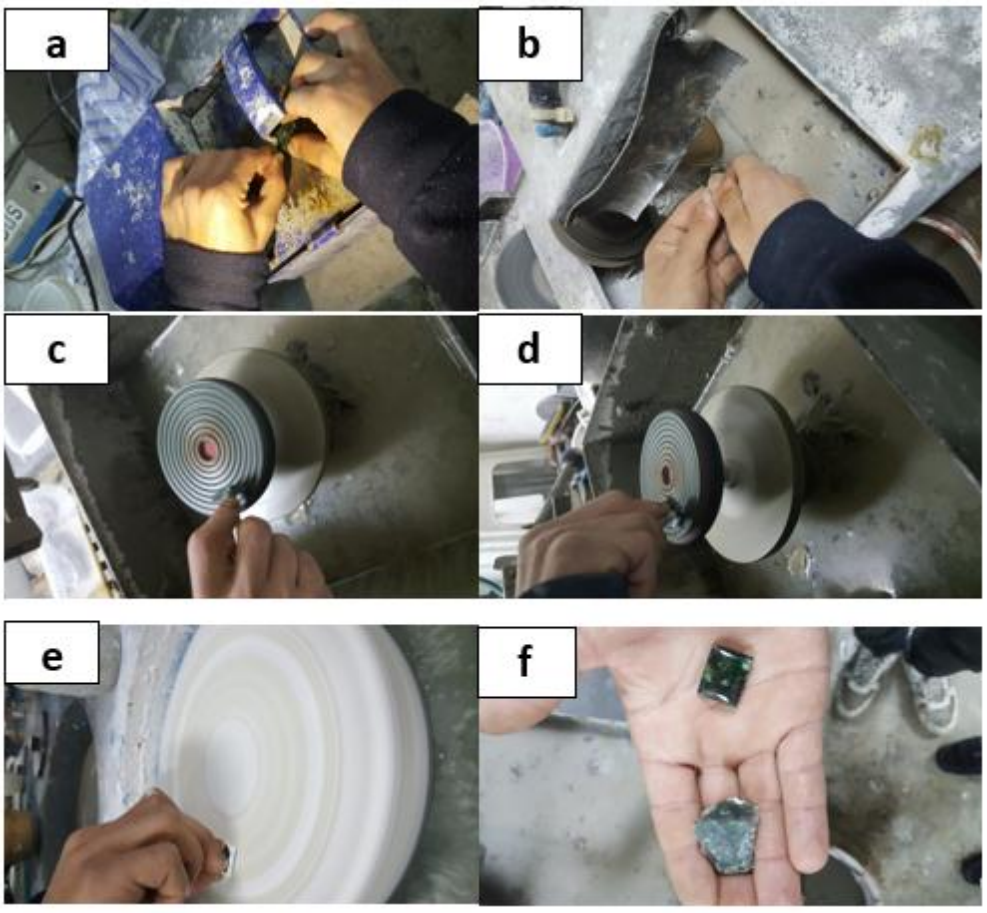
EA-16 örneği; 18.97 x 14.75 x 8.30 mm boyutlarında, yeşilimsi beyaz renkli, düşük parlaklıkta ve opak özelliktedir (Şekil 4.47e, Çizelge 4.4). Kırılma indisi ölçümü yapılamamıştır. Kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir (Çizelge 4.5).

EB-1b örneği; 19.34x 20.62 x 6.51 mm boyutlarında, koyu yeşil (dark green) renkli, camsı parlaklıkta ve yarı şeffaf özelliktedir (Şekil 4.47f, Çizelge 4.4). Kırılma indisi 1.53 olarak ölçülmüştür. Sarı, kahverengi ve turuncu renklerde demir oksit kapanımları vardır (Çizelge 4.5). Yeşil renkli kısımlar UV lambasında tepki vermezken, beyaz kısımlar kısa dalgada (SW) koyu pembe, uzun dalgada (LW) açık pembe tepki vermiştir.

4.7 Kesim (Lapidary)

Eskişehir Karaçam Lateritik nikel yatağı içinden alınan bazı örneklerin süstaşı özelliğini görebilmek adına kaboşon şeklinde kesilmiş ve parlatılmıştır. Öncelikle trimsaw adı verilen küçük kesme makinasında taşın ham halinden süstaşı özelliği gösterecek kadar

renk dağılımı eşit, canlı ve güzel olan kısmı kalemle işaretlendikten sonra elmas uçlu daire testerede dilim alınmıştır (Şekil 4.48a). Taşı kırmadan, zarar vermeden farklı numaralı elmas disklerden geçirerek son hali verilmeye çalışılmıştır. Bunun için, ikinci aşamada preform denilen kaba aşındırma aşaması olan 50 numaralı elmas diske geçilmiştir. İstenmeyen bölgeler bu aşamada yok edilmiş ve kabaca istenen kaboşon formuna getirilmiştir (Şekil 4.48b). Üçüncü aşama olarak ince aşındırma işlemine geçilmiştir. 600 incelikli elmas diskten geçirilmiştir (1mm2 içine düşen elmas tanelerinin sayısı 600 mesh) (Şekil 4.48c). Daha sonra 3000 numaralı diskten geçirilmiştir (Şekil 4.48d). Diskten geçirildikten sonra aluminyum oksit parlatma tozu ile parlatılmış ve son parlak kaboşon şekli verilmiştir. Tamamlanan taş alkol ile temizlenip üzerindeki mumlu yapıştırıcı çıkarılmıştır. Bir mücevhere mıhlanacak hale getirilmiştir (Şekil 4.48e). Aşağıda kromlu kalsedon örneğinin kesilmeden önceki ve kesildikten sonraki görünümüne ait resim sunulmuştur (Şekil 4.48f).



Şekil 4.48 Sahadan alınan örneklerin kaboşon kesimleri

İnceleme alanından alınan koyu yeşil renkli kromlu kalsedon örnekleri farklı kabaşon kesim ve parlatma yöntemi ile gümüş veya altınla takıda kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49 Sahadan alınan kalsedon örneklerinin kesme ve parlatma yöntemi ile elde edilen farklı yüzük tasarımları

5. TARTIŞMA

İzmir-Ankara zonu'nda yer alan Eskişehir-Mihalıççık-Karaçam Köyü ve civarında Kretase yaşlı Dağküplü melanjına ait başlıca serpantinit, serpantinleşmiş peridotitler ve gabrolardan oluşan kayaçlar yüzeylemektedir. İnceleme alanının yakın çevresinde bu birimler içerisinde lisvenit oluşumları bulunmaktadır (Koç ve Kadıoğlu, 1996). Lisvenit, ultramafik kayaçların faylanma zonlarında, derinden gelen hidrotermal çözeltiler altında silişleşme ve karbonatlaşması sonucu ileri derecede bozunmasıyla oluşurlar. Altın, gümüş ve demir gibi önemli cevher yatakları içerirler.

İnceleme alanında, temel kayaçların üzerinde ise atmosferik kimyasal bozunma (chemical weathering) sonucu oluşmuş genellikle kahverengi ve sarı rengin farklı tonlarında renkler sunan lateritler yer almaktadır (Şekil 3.1). Bunlar limonit ve/veya hematitten oluşan genellikle anomali düzeyinde nikel, demir ve kobalt içeren bazen de cevhersiz ya da ekonomik olmayan düzeyde tenörleri bulunan az cevherli lateritik zonlardır. Bu bölgede halen Fe-Ni Madencilik Limited Şirketi tarafından demir, nikel ve kobalt üretimi yapılmaktadır. Lateritik düzeylerin üst kesimlerinde ve lateritik seviyelerin içlerinde farklı renklerde izlenen (beyaz, yeşil, gri, siyah, kırmızı renkli) kalsedon damarları ile beyaz (boz-krem) renkli silisleşmeler ve traverten oluşumları da bulunmaktadır (Şekil 3.1).

Özellikle Adatepe civarında lateritleri kesen silisleşmeler gözlenmektedir (Şekil 3.7, 3.8). Beyaz (boz –açık krem) renkli silisleşmeler lateritleşme evresinde oluşan kırıklar ve çatlaklara hidrotermal çözeltilerin girmesi sonucu oluşmuş olmalıdırlar (Şekil 3.17). Raman spektrokrafisi çalışmaları sırasında incelenen pek çok örnekte melanofilogit mineraline rastlanmıştır.

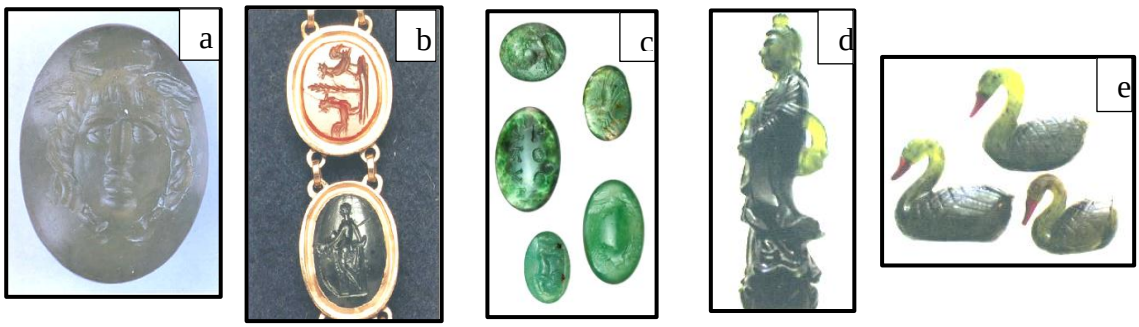
http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/melanophlogite.pdf kaynağı incelendiğinde Melanofilogit için: "Melanofilogit, birçok büyük boşluklar içeren bir gaz hidrat yapısına sahip bir tetragonal veya kübik kristal sistemde kristallenmiş silika mineralidir. Doğada bunlar, mineral büyümesi için gerekli olabilecek ağırlıkça yüzde 6 ile 12 hidrojen, karbon ve kükürt bileşikleri ile doldurulur. Bu bileşikler ısıtılarak yok edilirlerse,

kristalin çökmesine neden olmazlar, ancak oluşan serbest karbon mineralin rengini siyahlaştırır. Melanofilogit bitüm ile ortaya çıkar ve 112 ° C'nin altındaki sıcaklıklarda oluşur. Sicilya ve Santa Clara Kaliforniya' da bulunan yerel kükürt kristalleri üzerinde büyümüş olarak bulunmuşlardır." denmektedir. Burada melanofilogit oluşumu için 112 ° C' e varan sıcaklıklar olması inceleme alanımızda da sıcak sulu (hidrotermal) akışkanlar olabileceği varsayımını kuvvetlendirmektedir. Ayrıca bölgede tüm birimleri örten bantlı dokuda izlenen ve hidrotermal olaylar sonucu oluşan travertenlerin bulunuşu da bu görüşü desteklemektedir. Bölgede faylanmalar sonucu oluşan kırık ve çatlaklar boyunca yükselen önce silisce zengin olan hidrotermal sıvılar beyaz renkli silisleşmeleri ve lateritlerin silisleşmesini sağlamıştır. Ayrıca silisleşmiş ve silisli laterit düzeylerindeki çatlaklara da silisli solüsyonlar girerek kalsedon oluşumuna neden olmuştur. Beyaz renkli yumuşak kil görünümlü silisleşmeler ile lateritik seviyeler içerisinde yanal yönde devamlılıkları olmayan, belli bir yönelim göstermeyen ve farklı renklerde kalsedon damar ve damarcıkları da bu görüşü desteklemektedir (Şekil 3.12, 3.14, 3.15). Bununla birlikte, kalsiyumca zenginleşen hidrotermal çözeltiler bölgede bantlı traverten oluşumunun çökelimini de gerçekleştirmiştir (Şekil 3.27).

Laterit ve silisleşmiş laterit örneklerinin mikroskobik incelemelerinde karbonat ve silis damarları tarafından kesildikleri (silislerce dolgulandığı) gözlenmiştir (Şekil 4.5). Ayrıca, mikroskobik incelemelerde kayaçların kırık ve boşlukları ikincil olarak mikrokristalin dokulu kuvars minerali ile lifsi karakterli kalsedon mineralleri tarafından doldurulmuştur (Şekil 4.8). Trotet vd. (2015) lateritleşmenin ilk evrelerinde silika olarak, opal, kalsedon ve daha az oranda da mikrokristalin kuvars gelişebileceğini belirtmişlerdir. Kalsedon kristallerinin çatlak dolgusu şeklindeki gelişimi (Şekil 4.9a, b) ve opak minerallerinde kırık ve çatlaklı olarak izlenmesi (Şekil 4.13) bölgede tektonik aktivitenin etkinliğini göstermektedir. Özellikle Adatepe de Şekil 3.1'de görüleceği üzere KB-GD doğrultular ve KD-GB doğrultular da izlenen iki faylanma yer almaktadır. Bu da bölgede en az iki faylanma yani kırıklanma evresinin olduğunu göstermektedir. Faylanma ve kırıklanma, yapısal olarak drenajlarla yüzey sularının derinlere inmesini ve kırık ve çatlaklarda dolaşan sular nedeniyle lateritleşmenin gelişmesine ve nikel tenörlerinin artmasına sebep olmuştur. Ayrıca, hidrotermal etkiler

ile lateritleşme evresinde ve sonrasında faylardan gelen sular bölgede silisleşmenin oluşumunu sağladığı gibi kalsedon oluşumlarını da gerçekleştirmiştir.

Eskişehir Karkın köyü yakınında beyaz opallerin ve Karaçam köyü civarında da yeşil renkli bazı kalsedonik silis oluşumlarının gözlemlendiği Atakay (2002) tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca, bu bölgeden alınan bazı örnekler Gemolog Çiğdem Lüle tarafından ilk incelemelere tabi tutulmuş ve bunların yeşil renkli kromlu kalsedon (Chromium bearing Chalcedony) olduğu belirtilmiştir (Lüle-Whipp, 2006; Lüle, 2013). Dünyada Zimbabve (Smith 1967), Bolivya (Hyršl 1999) ve Batı Avustralya da (Krosch 1990; Willing ve Stocklmayer 2003)' da kromlu kalsedon oluşumları bilinmektedir. Zimbabve'deki kromlu kalsedon oluşumu ilk çalışmalarda Mtorolite olarak adlandırılmıştır (Hyršl 1999). Bolivya, bölgesindeki krom kalsedon oluşumlarının sarı kahverenkli Fe-Oksit içeriği Hyršl (1999) tarafından belirtilmiştir. Batı Avustralya'daki koyu renkli krom kalsedon oluşumlarının ana kayasını beyaz renkli serpantinit kayasının oluşturduğu Willing ve Stocklmayer (2003) tarafından ifade edilmiştir. Batı Avustralya'daki krom kalsedon oluşumlarına benzer şekilde Karaçam bölgesindeki krom kalsedon oluşumlarının ana kayasını silisleşmiş kayalar ile serpantinit kayaları oluşturmaktadır. Bu çalışmalarda sadece yeşil renkli kromlu kalsedonlar tanımlanmakla kalmamış aynı zamanda Roma dönemine ait (M.S 1. ve 3. Yüzyıl) yeşil renkli kalsedondan işlenmiş mühür taşları ile benzerliklerine ait veriler de ortaya konulmuştur (Şekil 5. 1)



Şekil 5.1 Krom kalsedonlu mühür taşı (16.9x12.5x6.8 mm., Koll. W. Mican, Hyršl 1999) (a), Mühür taşlı kolye (Krom kalsedon ve akik Decorative Art müzesi, Prag; Hyršl 1999) (b), 1. ve 2. yüzyüzyılda Roma İmparotorluğuna ait mühür taşı (Staatliche Museen zu Berlin; Lüle, 2011) (c), Krom kalsedon oymalar (Willing ve Stocklmayer 2003) (d, e)

Platz ve Horster (2010) Oyma işlemi görmüş kromlu kalsedonlar üzerine araştırmalar yapmıştır. Bu süstaşının oluşumunu, dağılımını ve oyma işlemi yapılmış antik olanlarda tarihi kronoloji ile kaynağına açıklık getirmeye çalışmıştır. Çalışmasında Eskişehir bölgesinden çıktığı düşünülen siyah kromit kristalli krom kalsedondan bahsetmiştir. Bununla birlikte, literatürde Türkiye ve dünyadaki kalsedon ve kromlu kalsedon oluşumları ile kalsedon oluşumuna eşlik eden moganit minerali ve kalsedon oluşumlarının ekonomik ve gemolojik özelliklerini içeren çalışmalar da bulunmaktadır (Willing ve Stocklmayer 2003; Ören, 2012; Hatipoğlu ve Yardımcı, 2014; Korybska-Sadlo 2015; Čermáková vd. 2017). Polonya'nın güneydoğu Szklary kasabası civarında harzburgit ile örtülenmiş yeşil renkli kalsedonların Raman Spektroskopisi incelenmelerinde 200 ile 1600 dalga boylarında değerler verdiğini belirtmiştir. Bir örnekte karakteristik moganit piki olan 502 dalga boyunu bulmuştur. Çalışmasında yoğun yeşil rengin kaynağını Raman spektroskopi datasının verdiği ölçümlerden bulunamayacağını vurgulamıştır. Raman spektrometresinin verileri sadece serpantinleşmiş peridotitlerinden oluşan içsel yeşil kriptokristalin silika polimorflarının kompozisyonlarının tanınmasında kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Barsanov ve Yakovleva (1989) çalışmasında peridotit ve serpantinitler içerisinde damar ve damarcıklar halinde gözlenen yeşil renkli kalsedonların, yeşil renklerini pimelit, nimit, kerolit, nepouite gibi sulu nikel silikat mineral impüritelerinden aldığını belirtmiştir. Shen (2009) LA-ICP-MS yöntemi kullanarak doğal renklenmiş krom kalsedon oluşumlarını incelemiştir. İz element konsantrasyonundaki farklılıklar kalsedonda farklı renklere neden olabildiğini belirtmiştir. Bu yöntemin, boyama dahil işlem görüldüğü sanılan tüm kayaçların ayrımında pahalı olmasına rağmen on tane nokta atışı ile kayaç tespitinin yapılabileceğini vurgulamıştır. Eşit olmayan renk dağılımı gösteren örneklerde spektrometrik metodların doğru sonuç vermediğini, EDXRF spektrometresinde Cr, Ni, Fe iz elementlerin çıkmasına rağmen 414 ve 594 nm de iki güçlü emilme bandı göstermesi krom kalsedonu destekleyici değerler verdiği üzerinde durmuştur. Lüle (2013) Türkiye'deki kromlu kalsedon oluşumları ile Romalılar döneminde kalsedon oluşumlarının iz element bileşimlerimi LA-ICPMS (Laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometer) cihazı kullanarak belirledikten sonra birbirleri ile karşılaştırmıştır. Lüle Eskişehir bölgesinden aldığı kalsedon örnekleri ile Romalılar dönemine ait antik eserlerin kimyasal bileşimlerini tüm kaya ICP ve ED-

XRF yöntemi ile incelemiş ve krom alüminyum ile nikel oranlarının Zimbabve ve Bolivya örneklerinden daha yüksek olduğunu belirlemiştir (Çizelge 5. 1). Ayrıca, yüksek büyütmeli mikroskop incelemelerinde özşekilli kromit inklüzyonların varlığını göstermiştir.

Çizelge 5.1 Dünyada farklı bölgelerdeki kromlu kalsedon oluşumlarının kimyasal bileşimleri

	Kr. Kalsedon (BOLİVYA)		Kr. Kalsedon (ZİMBABVE)		Kr. Kalsedon (BATI AVUSTRALYA)	Kr. Kalsedon (Esk. Mihal. BELEK)	Kr. Kalsedon (Esk. Mihal. ADATEPE)
% Ağırlık	Hyršl, 1999		Hyršl, 1999		Willing and Stocklmayer, 2003	Bu çalışma (Min. – Maks.) (Ortalama)	Bu çalışma (Min. – Maks.) (Ortalama)
	Koyu	Açık	Koyu	Açık			
SiO_2	95,90	96,00	93,56	94,38	95,01	90,7 - 93,10 (91,9)	95,10 – 98,10 (96,60)
TiO_2	0,09	--	--	--	--	0,01 – 0,08 (0,05)	<0,01 – 0,09 (0,05)
Al_2O_3	0,09	0,13	0,29	0,18	0,29	**0,93 – 1,12 (1,03)**	0, 06 – 0,34 (020)
Cr_2O_3	0,36	0,51	0,45	0,21	0,24	**1,14 – 2,10 (1,62)**	0,04 – 0,30 (0,17)
MgO	0,11	0,15	0,30	0,16	0,46	0,19 – 0,26 (0,23)	0,02 – 0,14 (0,08)
MnO	--	--	0,08	--	0,01	<0,01 – 0,01	<0,01 – <0,01 (<0,01)
FeO	--	--	--	--	1,45	0,58 – 0,88 (0,73) (Fe_2O_3)	0,03 – 1,09 (0,56) (Fe_2O_3)
TOPLAM	95,55	96,79	94,68	94,93	99,70	93,56 – 97,55 (95,56)	95,27 - 100,07 (97,67)

Adatepe bölgesindeki kalsedonların Cr_2O_3 oranları % 0,17 ortalama değeri ile karşılaştırılan krom kalsedon oluşumlarının aynı oksit değerlerine göre biraz düşüktür (Çizelge 5.1). Buna karşın Belek bölgesinden alınan yeşil kalsedon örneklerinin (2 örnek) Cr_2O_3 değerleri ortalaması %1,62 gibi çok yüksek değerler verirken Al_2O_3 değerleri ortalaması da % 1,03 ile dünyada karşılaştırması yapılan kromlu kalsedonlara göre oldukça yüksektir (Çizelge 5.1).

Bustillo vd. (2012) kalsedon çeşitleri (kalsedonit, kuartzine ve lutecite) ve Madrid basenlerinden diğer mikro ve kriptokristalin yapılı kuvars ve opal oluşumlarını Raman mikroskobuyla incelemiştir. Çalışmalarında kalsedonun tüm çeşitlerinin kuvars ve

moganitin Raman spektrumunu içerebildiğini göstermiştir. Benzer şekilde Karaçam bölgesindeki kalsedon oluşumlarında da moganit mineraline ait 499, 500 ve 501 kayma değerlerinin kuvars ve kalsedon kaymalarına eşlik ettiği belirlenmiştir (Şekil 3.26, 3.27). XRD çalışmalarında kuvars ve tiridimit mineralinin pikleri ile örtüşmesine rağmen raman çalışmaları ile Karaçam bölgesindeki kromlu kalsedon oluşumlarında varlığı belirlenmiştir.

Karaçam bölgesindeki farklı renklerdeki kalsedonların gemolojik verilerine göre de ışığı kırma indisleri 1.53 ve 1.54, özgül ağırlık değeri 2.53 bulunmuştur (Çizelge 4. 4). EA-16 no'lu örnek dışındaki Adatepeden alınan yeşil ve kahve renkli tüm kalsedon örneklerinin dünya literatürüne geçen kromlu kalsedon örnekleri ile gemolojik özellikleri uyum içerisindedir (Çizelge 4.5, Çizelge 5. 2). EA-16 nolu örnekte gemmoftır incelemelerinde opal spektrumu alınırken, diğer örneklerde kuvars spekturumu alınmıştır (Çizelge 4.5). Karaçam bölgesindeki yeşil renkli kalsedon örneklerinde krom içeriği yükseldikçe chelsea filtresi ile yeşil kalsedonların daha pembe renkler sergiledikleri de belirlenmiştir. Halbuki opal örneklerinin ışığı kırma indisi 1.45, özgül ağırlık değeri ise 2,11 olarak literatür çalışmalarında belirtilmektedir (Caucia vd., 2016). Opal, sulu kalsedon olup, H_2O oranı % 3 ile 20 arasındadır. Bu değereler inceleme alanındaki örneklerin opal değil kalsedon olduklarını destekler yöndedir. Çünkü inceleme alanındaki kalsedon örneklerinin kimyasal bileşimi SiO_2 olup, H_2O oranı % 2 ile % 3 arasındadır. Opal minerali rengine göre 99 adet çeşidi bulunmaktadır. Yeşil renkli opaller zamanla sularını kaybederek beyaz renge dönüşüp, çatlaklı bir yapı kazanmaktadırlar. Yeşil renkli kalsedonlarda ise bir renk değişimi olmamaktadır. Opal örneklerinde, melanofilogit ve moganit mineralleri bulunmaktadır. Tateo (1992) Opal-A ve Opal-CT'nin 30 ile 60 ^{0}C'da birbirlerine dönüştüklerini ifade etmiştir. Kalsedon örneklerinde de melanofilogit ve moganit mineralleri bulunmaktadır. Bu minerallerin bulunması hidrotermal kökeni işaret etmektedir. Oluşum sıcaklığı ise 112 ^{0}C olarak belirtilmektedir (Kingma ve Hemley, 1994).

Çizelge 5.2 Dünyada farklı bölgelerdeki kromlu kalsedon oluşumlarının gemolojik özellikleri

	ZİMBABVE Hyršl, 1999	BOLİVYA Hyršl, 1999	ÇEKYA Hyršl, 1999	BATI AVUSTRALYA Willing and Stocklmayer, 2003	TÜRKİYE (Eskişehir-Mihallıççık) Lüle-Whip, 2006	TÜRKİYE (Eskişehir-Mihallıççık) BU ÇALIŞMA
Renk	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Açık mavimsi yeşil
Saydamlık	Yarı saydam	Yarı saydam	Yarı saydam	Yarı saydam	Yarı saydam	Yarı saydam
Sertlik	7	7	7	7	7	7
Işığı Kırma İndis (RI)	1.540	1.530-1.550	1.540	1.539	1.530-1.540	1.530
Çift Kırma	0 - 0.005	0 – 0.006	-----	-----	-----	0-0.005
Özgül Ağırlık (SG)	2.56 – 2.60	2.56 – 2.57	2.56	2.57	2.58	2.52 – 2.54
UV (Uzun Dalga Boyu)	Sarımsı	Sarımsı	Çok açık sarımsı	Tepkisiz	Sarı	Yeşil kısımlar: tepkisiz Beyaz-Kahve Kısımlar: açık pembe
UV (Kısa Dalga Boyu)	Açık kesimlerde soluk sarımsı	Tepkisiz	Tepkisiz	Tepkisiz		Yeşil kısımlar: tepkisiz Beyaz-Kahve Kısımlar: koyu pembe
Chelsea Renk Filitresi	Parlak kırmızı	Parlak kırmızı	Parlak kırmızı	Parlak kırmızı	Kırmızı	Kırmızı

Karaoğlu ve Gümüş (1997), Sivrihisar çevresinde bulunan mafik-ultramafik kayaçlar içerisindeki demir ve opal-kalsedon yataklarını iki farklı tipte sınıflandırmışlardır. İlk tipin, Paleozoyik-Triyas yaslı peridotit ve serpantinit serilerinin uygun iklim koşulları altında fiziksel ve kimyasal olarak ayrışmaları sonucu oluşan lateritik yataklar, ikincisi ise lokal olarak hidrotermal ornatımlar sonucu oluşmuş damar tipi yataklar olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu tez çalışmasında da Karaçam köyü civarında iki tür kromlu kalsedon oluşumu olabileceği düşünülmektedir. Birinci tür, koyu yeşil renkli olup doğrudan serpantinitler ve lateritleşmiş serpantinitler içinde gözlenirken, ikinci tür ise beyaz ile yeşil arasında değişen renkler sunan ve aynı zamanda açık gri, gri, kahverengi ve kızıl renkli kalsedonları da içeren ve olasılıkla silisleşmiş birimler içinde lateritlerle birlikte gözlenen oluşumlar şeklindedir (Şekil 3. 7, 3.12). Mikroskobik verilerde mikrokristalen kuvars, ağsal biçimde gelişmiş kalsedon damarcıkları ve dolguları, kromit-hersinit ile götit ve benzeri demir bileşenlerinden oluşan opak minerallere rastlanmıştır (Şekil 4. 9, 4.10). X-Işınları kırınım çalışmalarında alfa kuvars, kristobalit, tridimit ve moganit mineralleri ile amorf silika belirlenmiştir (Çizelge 4.1). X-Işınları incelemelerinde Opal-CT'nin gözlenmemiş olması bu örneklerin opal olamayacağını göstermektedir. Sonuç olarak Karaçam köyü civarında da kromlu kalsedonlar bölgedeki faylar boyunca yükselen hidrotermal sıvıların etkisi ile lateritleşme esnasında ve

sonrasında, laterit ve silisleşmiş düzeylerde masif yapılı farklı renklerdeki kalsedon oluşumları gerçekleştirmiştir. Karaçam bölgesindeki kromlu kalsedon varlığı ve bunların dünyadaki diğer kromlu ve yeşil kalsedon oluşumlarından kısmen farklı karakteristikler sergilediği belirlenmiştir.

6. EKONOMİK DEĞERİ

Silis grubu mineraller ekonomik önemi oldukça büyük olan bir mineral grubudur. Özellikle bu grup içerisinde yer alan kalsedon, kromlu kalsedon, krizopras, ametist, akik ve benzeri silis grubu mineraller süs taşı olarak Roma döneminden beri kullanılmaktadır. Süs taşları değerli ve yarı değerli süs taşları olarak iki grup altında toplandığı bilinmektedir. Ancak disiplinler arası aynı dili konuşabilmek için değerli ve yarı değerli taş kavramlarının yanlış olduğu gemologlar tarafından ifade edilmektedir (Sözlü görüşme Lüle, 2018). Bu nedenle yarı değerli ve değerli taş kavramlarının yerine süs taşı teriminin kullanılması daha doğru olacaktır. Çünkü iki kavramı ayıran kesin bir tanımlama yoktur. Romalılar döneminde ametist değerli bir taş iken günümüzde yarı değerli bir taş olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde yarı değerli taş kategorisinde kabul edilen turmalinin yeşil-mavi renklerinde olan paraiba olarak adlandırılan çeşidi, maddi olarak günümüzde birçok taştan daha değerlidir. Bu nedenle bu çalışmada değerli ve yarı değerli taş kavramları kullanılmamış olup, süs taşı kavramı kullanılmıştır.

Bir örneğin süs taşı olabilmesi için nadir olması ve renginin her yerde olmayan renge sahip olması, homojen albenisinin ve dayanıklılığının yüksek olması gerekmektedir. İnceleme alanındaki Ada tepe civarındaki süs taşı olarak incelenen kromlu kalsedon oluşumlarının, örnek içerisinde homojen renk sağlamaması, lokal anlamda bir metre içinde farklı renklerde bulunması ve yatak içerisinde devamlılığının gözlenmemesi nedeniyle düşük bir ekonomik değere sahip olduğu düşünülmektedir. Buna karşın, Belek civarındaki kromlu kalsedon oluşumlarının homojen renkte gözlenmesi, ekonomik değere sahip olduğunu işaret etmektedir. Bu sektördeki açık ocak işletmesinin üzerinde saçılmış vaziyette yeşil renk özelliğine sahip kalsedon örnekleri bulunmaktadır (Şekil 3.21, 3.22). Buranın antik dönemlere ait açık ya da galeri şeklinde bir işletmenin olduğu ve zamanla doğal toprak ve bitki örtüsü ile kapandığı düşünülmektedir. Bu alana son yıllarda süstaşı arayıcılarının gelerek yeşil kalsedon topladıkları da belirtilmiştir (sözlü görüşme, Ercan Aydın Fe-Ni Madencilik Ltd. Şti., 2018). Belek bölgesindeki kromlu kalsedon oluşumlarının homojen olması, buna karşın devamlılığının gözlenmemesi sadece döküntüler halinde bulunması nedeniyle süs taşı olabileceğini ancak ekonomik boyutunun çok yüksek olmadığını gösterir.

7. SONUÇLAR

- Eskişehir-Sivrihisar Karaçam köyü Adatepe ve Belek sektörleri civarında farklı renklerde izlenen kalsedon örnekleri jeolojik, mineralojik-petrografik, XRD, raman spektroskobisi, jeokimyasal ve gemolojik özellikleri incelenmiştir.
- Adatepe ve Belek köyleri civarındaki kalsedonlar, Dünya literatürüne geçmiş örneklerle karşılaştırıldığında bazı farklılanmalar gösterdikleri belirlenmiştir.
- Gemolojik verilere göre de ışığı kırma indisleri 1.53 ve 1.54, özgül ağırlık değeri 2.53 bulunmuştur. Krom içeriği yükseldikçe chelsea filtresi ile bu tür yeşil kalsedonların daha pembe renkler sergiledikleri belirlenmiştir.
- Bu çalışmada ilk kez Karaçam köyü civarındaki kromlu kalsedon örneklerinde moganit ve melanofilogit minerallerinin varlığı XRD ve Raman spektroskobisi incelemeleri ile ortaya konulmuştur.
- Adatepe ve Belek köyleri civarında iki tür kromlu kalsedon oluşumu belirlenmiştir. Birinci tür, koyu yeşil renkli olup doğrudan serpantinitler ve lateritleşmiş serpantinitler içinde gözlenirken, ikinci tür ise beyaz ile yeşil arasında değişen renkler sunan ve aynı zamanda açık gri, gri, kahverengi ve kızıl renkli kalsedonları da içeren ve beyaz-krem-bej renkli silisleşmeler içinde lateritlerle birlikte gözlenen oluşumlar şeklindedir.
- Elde edilen veriler ışığında beyaz (boz-krem) renkli silisleşmelerin lateritleşmenin ileri evrelerinde faylanmalara bağlı olarak yüzeye kadar ulaşan ve çoğunlukla silis getiren hidrotermal çözeltilerle ilişkili olduğu söylenebilir. Bu hidrotermal faaliyetler beyazımsı silisleşmeleri kesmişler, içlerine kırık ve çatlaklarına yeşil ve diğer renkler sunan kalsedon oluşumlarını yapmışlardır.
- Belek bölgesindeki kromlu kalsedon oluşumlarının homojen olmalarına karşın, devamlılığının gözlenmemesi sadece dökümtüler halinde bulunması nedeniyle süs taşı olabileceğini ancak ekonomik boyutunun olmadığını gösterir.
- Adatepe bölgesindeki kromlu kalsedon oluşumlarının homojen olmaması ve kısa mesafelerde farklı renklerde bulunması ve yatak içerisinde devamlılığının gözlenmemesi nedeniyle ekonomik değerleri bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Ağaçayak, T. 2008. Karaçam (Eskişehir) Lateritik Nikel Cevherinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Zenginleştirilmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Akalın, İ. 2013. Krizopras Mineralinin Optiksel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Manisa.

Akbudak, İ.K., Gürbüz, M., Ulus, Ü. ve Başıbüyük, Z. 2016. Aydıncık (Yozgat) kalsedonların mineralojik, jeokimyasal ve gemolojik incelemesi. Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, No: PYOMÜH.4001.15.002; Kırşehir.

Akbulut, E. 2006. Eskişehir – Sivrihisar Civarındaki Opal Oluşumlarının Jeolojik, Jeokimyasal ve Gemolojik İncelenmesi. Yüksek lisans tezi(basılmamış). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Anonim. 1996. Web sitesi: https://sustaslari.tr.gg/Krizopras.html. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Anonim. Web Sitesi: https://www.pozitifdogaltas.com/yesil-kalsedon-dogal-kutle-kahramanmaras -27012. Erişim Tarihi: 15.06.2019

Anonymous. Web Sitesi: www.mindat.org/gm/952. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Anonymous. 1972. ASTM. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint committee on powder diffraction standarts, Pennsylvania. 1943. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Anonymous. 1990. Web sitesi: https://www.gemologyonline.com/chalcedony.html. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Anonymous. 1991. Web sitesi:http://www.handbookofmineralogy.org/pdfs/ melanophlogite .pdf. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Anonymous. 1992. GIA Gem Idendification Lab Manual. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Atakay, E. 2002. Dumluca, Dümrek, Karkın ve Karaçam Civarındaki Silisleşmiş Ultramafik Kayaçların Jeolojik İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aydın, E. 2018, Sözlü görüşme. Fe-Ni Madencilik şirketi Maden Mühendisi.

Aydın, Ü., Doğan, R. ve Ortaç, F. E. 2016. Sivrihisar-Beypazarı-Afyon civarı magmatitlerin jeolojisi ve birbiri ile ilişkileri. Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni 21, 105-116.

Ayvacıklı, M., Garcia-Guinea, J., Jorge, A., Akalın, İ., Kotan, Z. ve Can, N. 2012. Luminescence and micro-Raman investigations on inclusions of unusual habit in chrysoprase from Turkey. Journal of Luminescence, 132 (7), 1750-1758.

Back, M. and Mandarino, J. 2008. Fleischer's Glossary of Mineral Species, 10th ed. The Mineralogical Record, Inc., Tucson, pp. 345.

Barsanov, G. P. and Yakovleva, M. E. 1981. Mineralogical investigations of some precious and semiprecious varieties of cryptocrystalline silica, in: New Mineral Data. USSR Acad. Sci. 29, 1981 (in Russian; quotedin Heflik et al. 1989).

Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1973. Biga Yarımadasının jeolojisi ve Karakaya formasyonunun bazı özellikleri, Cumh. 50. Yılı Yerbilimleri kongresi tebliğlerdergisi, MTA yayınları 70-76.

Boyalı, İ. 1984. Yunusemre-Karaçam-Doğray-Karkın-Karaburhan-Dümrek (Mihalıççık-Sivrihisar-Eskişehir) Yöresi Nikel-Kobalt Prospeksiyon Raporu. M.T.A. Rapor No: 7589, Ankara.

Boyalı, İ. ve Arıkal, R. T. 1986. Yunusemre-Karaçam-Dumluca (Mihallıççık, Sivrihisar-Eskişehir) Yöresinin Nikel-Kobalt Maden Jeoloji Raporu. MTA Derleme Rapor No: 8032, Ankara.

Braithwaite, C.J.R. 1979. Crystal textures of recent fluvial pisolites and laminated crystalline crusts in Dyfed, South Wales. J. Sed. Petrol., 49, 181-194.

Bustillo, M.A., Pérez-Jiménez, J.L., Alonzo-Zarza, A.M. and Furio, M. 2012. Moganite in the chalcedony variations of continental cherts (Miocene, Madrid basin, Spain). Spectroscopy Lett. 45, 109–113.

Büyükkahraman, G. ve Çoban, F. 2013. Bozaniç (Sarıcakaya-Mihalgazi, Eskişehir) volkaniti lavlarının petrografik özellikleri. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 15 (2), 80-94.

Caucia, F., Marinoni, L., Ghisoli, C. and Leone, A. 2016. Gemological, physical and chemical properties of prase opals from Hanety Hill (Tanzania). Periodico di Mineralogia, 85, 41-50.

Čermáková, Z., Hradil, D., Bezdička, P. and Hradilová, J. 2017. New data on "kerolite–pimelite" series and the colouring agent of Szklary chrysoprase, Poland. Phys. Chem. Minerals, 44,193-202.

Çevik, N., Ayan, Z., Çoskun, E. ve Sayılı, S. 2011. Belkavak Köyü (Yerköy-Yozgat) civarındaki kuvars ve ametist oluşumlarında mikrotermometrik özellikler. Türkiye Jeoloji Bülteni, 54 (3)i 123-139.

Deniz, K. 2010. Buzlukdağı (Kırşehir) Alkali Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Konfokal Raman Spektrometresi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dilek, Y. and Whitney, D.L. 1997. Counterclockwise P-T-t trajectory from the metamorphic sole of a Neo-Tethyan ophiolite (Turkey). Tectonophysics, 280, 295-310.

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

Edwards, R. and Atkinson K. 1986. Ore Deposit Geology and Its Influence On Mineral Exploration. Great Britain at the University Press, 466 s.

Evans, A. M. 1993. Ore Geology and Industrial Minerals An Introduction. Blackwell Scientific Publications, 390 s.

Flörke, O.W., Jones, J.B. and Schmincke, H.U. 1976. A new microcrystalline silica from Gran Canaria. Z Kristallogr. 143, 156-165.

Gercin, B. S. 2005. Sirri Gercin kalsedon maden isletmeleri tic. ltd. sti. In 1st International Gemstones and Novel Metals Symposium, Istanbul, 290–92.

Gözler, M. Z., Cevher, F., Küçükoyman, A., Taşanyürek, M., Asutay, H. J. ve Acar, Ş. 1984, Kızılcaören (Sivrihisar-Eskişehir) Kompleks (flourit, barit, toryum ve nadir toprak elementleri) Cevher Yatağı ile Yunusemre Nikel Cevherleşmesinin Jeolojisi, MTA, Derleme No: 7718, Ankara.

Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A. 1985. Eskişehir civarının jeolojisi ve sıcak su kaynakları. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 103/104, 40-54.

Gözler, M.Z. ve Cevher, F. 1987, Eskişehir-İ26 paftasının 1/100000 ölçekli jeoloji haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J. 1996. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi. MTA Rapor No: 9973, 87 s. Ankara.

Grice, J.D. and Ferraris, G. 2000. New minerals approved in 1999 by the commission on new minerals and mineral names, International Mineralogical Association. Canad Mineral, 38, 245-250.

Güllü, B. and Kadıoğlu Y.K. 2010. Temporal Relation of Karakaya (Eskişehir) Granite Within The Felsic Intrusive Rocks of NW Anatolia: Geology and Petrology. Tectonıc Crossroads: Evolving Orogens Of Eurasia-Africa-Arabia meeting in METU, Ankara, Turkey. ISSN 1556-4800 The Geological Society of America Abstracts Book, p.43.

Güllü, B. 2012. Topkaya ve Karakay (Eskişehir) granitoidlerinin zamansal ve mekansal konumları Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doktora tezi 243s.

Gümüş, A. 1989. Metalik Maden Yatakları. Bilim Ofset, 528 s.

Gümüş, A. 1999. Dış Olaylara Bağlı Maden Yatakları 2. DEÜ Mühendislik Fakültesi Yayın-Basım, 210 s.

Gündoğdu, İ. ve Özbaş, Ü. 2017. Sarıcakaya (Eskişehir) kalsedon oluşumların mineralojisi-petrografisi ve kökenini, 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı özleri, 122-123, Ankara.

Hatipoğlu, M. 1984. Sarıcakaya Güneydoğusu Jeolojisi ve Ekonomik Potansiyeli. Bitirme Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir.

Hatipoğlu, M. ve Dora, O.Ö. 1999. Anadolu'da kullanılmış en eski süstaşı hammaddeleri olan Ankara agatları ve Eskişehir kalsedonlarının gemolojik incelemesi. Baksem-99 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu. 8-14 Mart 1999. 462-468, İzmir.

Hatipoğlu, M. ve Dora, O.Ö. 2005. Türkiye'de antik bir süstaşı malzemesi olan Sarıcakaya (Eskişehir) kalsedonunun jeolojik yerleşimi, mineralojik-gemolojik özellikleri ve madenciliği. I. uluslararası değerli taşlar ve metaller sempozyumu 29-30 Nisan 2005. Bildiriler kitabı içinde. 193-215, İstanbul.

Hatipoğlu, M., and Chamberlain, S.C. 2009. Ancient deposit of blue chalcedony in Turkey. The Australian Gemmologist, 23(12); 565-573.

Hatipoglu, M., Türk, N. ve Buzlu, B, H. 2010a. Mavi Kalsedon; İç Dekorasyon Malzemesi Olarak Kullanılabilecek Özgün Bir Doğal Taş. Conference: 2nd International Marble and Natural Stones Congress, 2-4 February, Volume: 40-41.

Hatipoglu, M., Babalik, H. ve Steven, C. 2010b. Gemstone Deposits in Turkey. Rocks & Minerals, 85(2), 124-133, DOI: 10.1080/10511970903455868.

Hatipoğlu, M., Ören, U., Kibici, Y. 2011. Micro-Raman Spectroscopy of Gem-quality Chrysoprase from the Biga-Çanakkale Region of Turkey. Journal of African Earth Sciences, 61(4), 273-285.

Hatipoğlu, M., Babalık, H., Ören ve U. ve Kırıkoğlu, S. 2012. Konfokal mıkro-raman spektrometresi kullanarak yeşil renkli krizoprası, yeşil boyanmış kuvarstan ayırt etmede gemeolojiksel bir method. Asian Journal of Chemistry, 24(5), 1941-1944.

Hatipoğlu, M., Chamberlain, S. and Kibici, Y. 2013. Characterization of the Sündikendağı deposit of moganite-rich, blue chalcedony nodules, Mayıslar-Sarıcakaya (Eskişehir). Ore Geology Reviews, 54, 127-137.

Hatipoğlu, M. and Yardımcı, Y. 2014. Optical and cathodoluminescence investigations of the green microcrystalline (chrysoprase) quartz. Journal of luminescence and applications 1, 87-104.

Hyrsl, J. 1999. Chrome Chalcedony-a review. Journal of Gemmology, 26(6), 364–70.

Jensen, M. L. and Bateman A. M. 1981. Economic Mineral Deposits, John Wiley&Sons, 593 s.

Kadıoğlu, Y. K., Üstündağ, Z. and Yazicigil, Z. 2009. Spectroscopic Application of Realgar Using X-ray Fluorescence and Raman Spectroscopy. Spectroscopy Letters, 42, 121-128.

Karaaslan, N. 1978. Eskişehir-Mihalıççık-Karaçam demir-nikel cevherleşmesi jeolojik raporu. M.T.A. Rap. No, 6356. Ankara.

Karakaş, Z., Varol, B. ve Boyraz, S. 2007a. Sivrihisar kuzeydoğusundaki (Mülk Demirci) Neojen yaşlı volkaniklerde kil mineralleşmesi. MTA Dergisi, 134, 1e16.

Karakaş, Z., Karakaş. Ö. ve Varol, B. 2007b. Sazak-Biçer (Sivrihisar KD'su) civarı neojen (miyosen-pliyosen) göl basenindeki kil taşlarının mineralojik incelenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 50 (2), 13.

Karaoğlu N. ve Gümüs, A. 1997. Origin of iron-opal-chalcedony deposits near Sivrihisar, Turkey, Mineral Deposits, Papunen (ed.) Balkema, Roterdam, 729-733.

Kırıkoğlu, M. S. 1992. Maden Yatakları. İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, 408 s.

Kibici, Y. 1990. Sarıcakaya (Eskişehir) volkanitlerinin petrolojisi ve kökensel yorumu. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 69-77.

Kingma, K.J. and Hemley, R.J. 1994. Raman spectroscopic study of microcrystalline silica. Am Mineral 79, 269-273.

Koç, Ş. and Kadıoğlu, Y. K. 1996. Mineralogy, geochemistry and precious metal content of Karacakaya (Yunusemre-Eskişehir) Listweanites. Ofioliti, 21(2), 125-130.

Korybska-Sadło, I. 2015. Studies of Chrysoprase and Microcrystalline Silica Varieties from Serpentinites of Szklary Massif (Foresudetıc Block, SW Poland) by Raman Spectroscopic Technique – Preliminary Results, Mining Science, 22, 39−45.

Köseler, M. 2012. Mikrodalga Etkisinde Adatepe (Karaçam) Lateritik Cevherinin Liçing Şartlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Krosch, N.J. 1990. Queenland chalcedony-a review. Journal of Gemology, 26(6), 364-370.

Lüle-Whipp, Ç. 2006. Chromium Chaldony from Turkey and its possible Archeological Connections. Proceedings of the 4th International Gemological Symposium & GIA Gemological Research Conference. Gems & Gemology, 42(3), 115.

Lüle, Ç. 2018. Sözlü görüşme. Kiebele LLC.

Lüle, Ç. 2011. Non-destructive gemmological tests for the identification of ancient gems, in Gems of heaven: recent research on engraved gemstones in late antiquity, c. AD 200–600 (eds. N. Adams and C. Entwistle), 1–3, British Museum, London.

Lüle, Ç. 2013, Trace element comparison of ancient Roman Intaglios and modern samples of chromian chalcedony; an archaeogemological provenance study. GSA Annual Meeting in Denver.

Mısırlıoğlu, M. 1975. Mihalıççık-Eskişehir ve çevresindeki demir zuhurları ile ilgili ön rapor, Maden Etüd Rapor No: 1438.

Nasuh, A. 2016. Eskişehir-Karaçam Lateritik Cevherinden Basınçlı Sülfürik Asit Liçi ile Nikel Kazanımı. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Okay, I. A., Harris, N.B.W. and Kelley, S.P. 1998. Exhumation of blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey. Tectonophysics, 285, 275-299.

Okay, A.I. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth ve M. Séranne), Geological Society of London, Special Publication 156, 475-515.

Okay, A. I. 2011.Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun Dalma-Batmaya uğramış kuzey ucu, MTA Dergisi, 142, 195-226.

Önen, A.P. and Hall. 2000. Sub-ophiolite metamorphic rocks from NW Anatolia, Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 18, 483-495.

Önen, A. P. 2003. Neotethyan ophiolitic rocks of the Anatolides of NW Turkey and comparison with Tauride ophiolites. Journal of the Geological Society, London, 160, 947-962.

Ören, U. 2012. Gemmological And Mineralogical İnvestigations And Genesis of The Massive Dark Green Chrysoprase From The Biga-Çanakkale Regıon. Yüksek Lisans Tezi.Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Parlak, B. ve Sayılı, İ. 2012. Mayıslar Sahası (Sarıcakaya-Eskişehir) polimetal cevherleşmeleri alterasyon zonları içindeki kuvars ve kalsitlerde sıvı kapanım verileri. Türkiye Jeoloji Bülteni Dergisi, 55(2).

Platz, G. and Horster, S., 2010. "Kleine Praser" and Chromium-bearing Chalcedonies About a small group of engraved gems Author(s): Gertrud Platz-Horster Source: Pallas, 83, 179-202.

Sayılı, S. 2018. Sözlü görüşme. Fe-Ni Madencilik şirketi Jeoloji Mühendisi.

Shen, A. 2009. Natural-Colored Chrome Chalcedony Identified Using Laser Ablation–Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (LA-ICP-MS). GIA Gem-Lab Report. Web Sitesi: https://www.gia.edu/doc/chrome-chalcedony_LA-ICP-MS.pdf. Erişim Tarihi: 15.06.2019.

Smith, C.C. 1967. A Preliminary account of Rhodesia's new gemstone-chrome chalcedony. Chamber of Mines Journal, 12, 31–4.

Spezia, G. 1892. Sull origine del Solfo nei giacimenti solfiferi della Sicilia. G. Candeletti, Torino.

Tateo, F. 1992. Studio mineralogico-geochimico di sedimenti vulcanoderivati (Oligocene Miocene inferiore) dell'Appennino settentrionale. Tesi di Dottorato, IV ciclo, 216 pp., Bologna.

Trescases, J.J. 1992. Chemical weathering. In Butt, C.R. M ., Zeegers H. (eds) Regolith Exploration Geochemistry in Tropical and subtropical Terranes. Handbook of Geochemistry Elsevier, Amsterdam, 25-40.

Trotet, F., Kadar, M. ve Marini, D. 2015. Typology of the New Caledonian Ni-Laterite deposits: from natural to industrial processes. Conference: The Society for Geology Applied to Mineral Deposits, 13th SGA meetingAt: Nancy, France, 4 p.

Turan, E., 2011, Karaçam (Mihalıççık, Eskişehir) Demir-Nikel Cevherleşmesinin Tenör ve Rezerv Dağılımının Belirlenmesi. Hacettepe üniversitesi, Yüksek Lisans tezi, 73s, Ankara.

Von Lasaulx A. 1876a. Mineralogisch-kristallographische Notizen.VII. Melanophlogit ein neues Mineral. Neues Jahrbuch für. Mineralogie, 250-257.

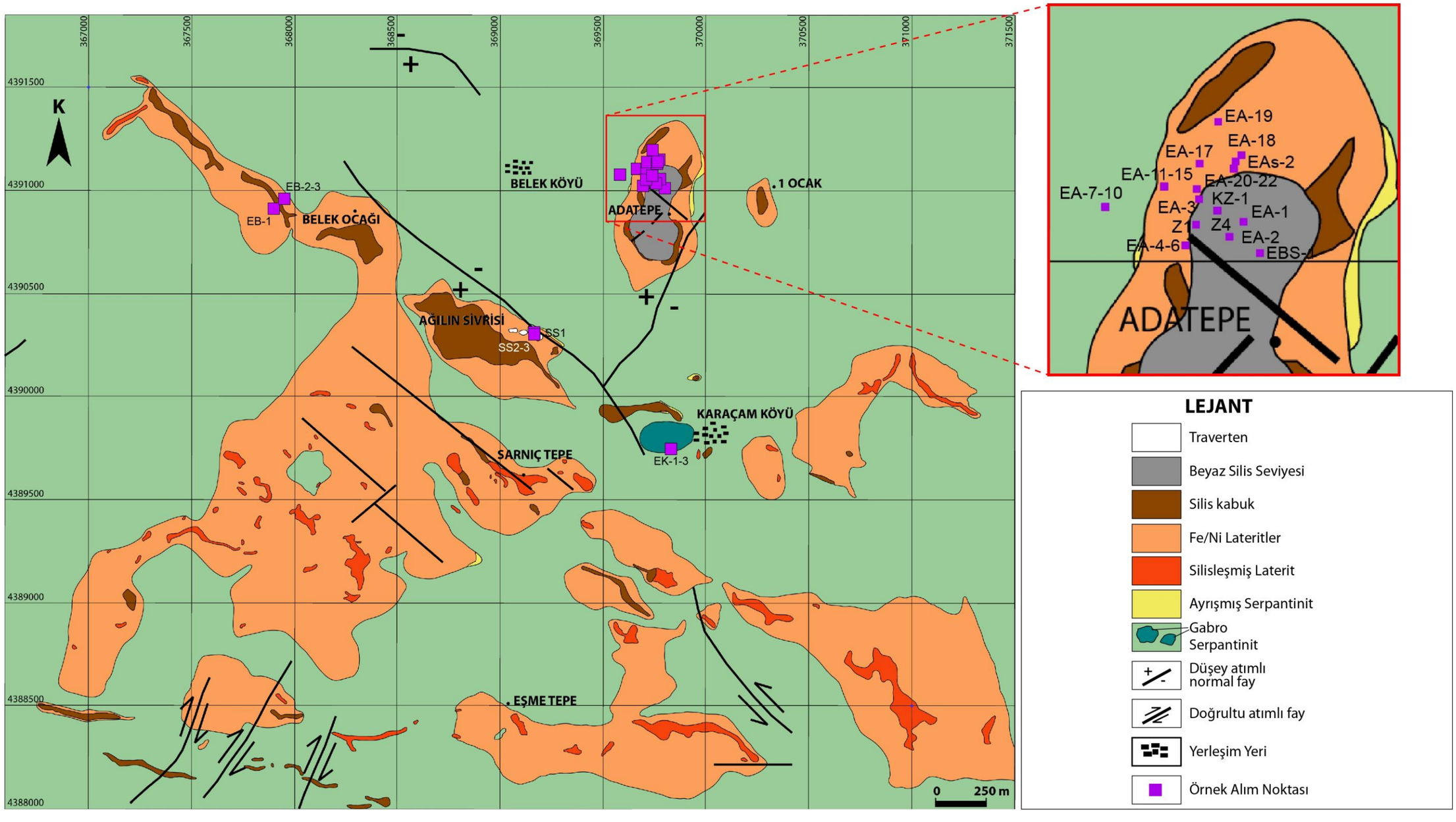
Von Lasaulx A. 1876b. Letter to the editor, no title. Neues Iahrb. Mineral.1876,175-178.

Yediçocuklu, A. 2009. Sarıcakaya (Eskişehir) Kalsedon ve Güğü Köyü (Balıkesir) Ametist Madenciliğinde En Uygun Üretim Tekniklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Webster, R. 1994. Gems, their sources, description and identification. 5th edn, revised by P.G. Read.Butterworth-Heinemann, Oxford.

Willing, M.J. and Stocklmayer, S.M. 2003. A new chrome chalcedony occurrence from Western Australia. Journal of Gemology, 28, 265–279.

EK 1 İnceleme Alanının Ölcekleme ve Jeoloji Haritası



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Elif KILIÇ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi :31/08/1980

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ted Ankara Koleji (1993-1998)

Lisans : Bilkent Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme (2002)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2015-Aralık 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Altınkaynak Kuyumculuk ve Mücevherat A.Ş.(2002- …)

Ulusal Bildiriler

Kılıç,E., Karakaş, Z., Lüle, Ç. ve Sayılı, S. 2019. Eskişehir-Sivrihisar Karaçam Köyü kromlu kalsedon oluşumlarına ait jeolojik, kimyasal ve gemolojik ilk veriler. V.ODTÜ Arkeometri Çalıştayı. 14-16 Kasım 2019, 29-30, Ankara.

Kılıç,E., Karakaş, Z., Lüle, Ç. ve Sayılı, S. 2020. Eskişehir Karaçam köyü ve dünyada bilinen bazı kromlu kalsedon oluşumlarının mineralojik, kimyasal ve gemolojik özellikleri. 73. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 06.04.2020-10.04.2020, Ankara.