

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

**SÜCÜLLÜ (YALVAÇ-İSPARTA) LATERİTİK FE VE AL  
OLUŞUMLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE  
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK  
POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Betül COŞKUN**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Oya CENGİZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSPARTA-2012**

## İÇİNDEKİLER

|                                                        | Sayfa |
|--------------------------------------------------------|-------|
| İÇİNDEKİLER.....                                       | i     |
| ÖZET.....                                              | iii   |
| ABSTRACT.....                                          | iv    |
| TEŞEKKÜR.....                                          | v     |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                   | vi    |
| ÇİZELGELER DİZİNİ.....                                 | ix    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....                    | x     |
| 1. GİRİŞ.....                                          | 1     |
| 1.1. Amaç.....                                         | 4     |
| 1.2. Coğrafya.....                                     | 5     |
| 1.2.1. Çalışma alanının yeri.....                      | 5     |
| 1.2.2. Morfoloji.....                                  | 6     |
| 1.2.3. İklim ve bitki örtüsü.....                      | 7     |
| 1.2.4. Yerleşim merkezleri ve ulaşım.....              | 7     |
| 1.2.5. Ekonomik durum.....                             | 7     |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ.....                                | 8     |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                             | 17    |
| 3.1. Arazi çalışması.....                              | 17    |
| 3.2. Laboratuar çalışması.....                         | 17    |
| 3.3. Büro çalışması.....                               | 19    |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....                | 20    |
| 4.1. Genel Jeoloji.....                                | 20    |
| 4.1.1. Bölgesel Jeoloji.....                           | 20    |
| 4.2. İnceleme Alanının Jeolojisi.....                  | 21    |
| 4.2.1. Stratigrafi.....                                | 21    |
| 4.2.1.1. Sultandede Formasyonu (EO <sub>s</sub> )..... | 23    |
| 4.2.1.2. Hacılabaz Formasyonu (Jh).....                | 24    |
| 4.2.1.3. Dolerit, Yastık Lav ve Laterit (Tr?).....     | 28    |
| 4.2.1.4. Bağkonak Formasyonu (Tb).....                 | 32    |

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1.5. Alüvyon (Qaly).....                                            | 33 |
| 4.3. Yapısal Jeoloji.....                                               | 33 |
| 4.3.1. Kıvrımlar.....                                                   | 34 |
| 4.3.2. Faylar ve eklemler.....                                          | 34 |
| 4.3.3. Uyumsuzluklar.....                                               | 36 |
| 4.4. Ekonomik Jeoloji.....                                              | 36 |
| 4.4.1. İnceleme alanındaki lateritlerin saha jeolojisi özellikleri..... | 36 |
| 4.4.2. İnceleme alanındaki lateritlerin mineralojisi.....               | 41 |
| 4.4.2.1. X-Işını Difraktometre (XRD) yöntemi.....                       | 42 |
| 4.4.2.2. Taramalı elektron mikroskop (SEM) yöntemi.....                 | 50 |
| 4.4.3. İnceleme alanındaki lateritlerin jeokimyası.....                 | 67 |
| 4.4.3.1. Ana oksitler.....                                              | 67 |
| 4.4.3.2. İz elementler.....                                             | 70 |
| 4.4.4. İnceleme alanındaki lateritlerin sınıflandırılması.....          | 73 |
| 4.4.5. İnceleme alanındaki lateritlerin kullanım alanları.....          | 74 |
| 4.4.6. İnceleme alanındaki lateritlerin oluşumu.....                    | 75 |
| 5. SONUÇLAR.....                                                        | 77 |
| 6. KAYNAKLAR.....                                                       | 79 |
| EKLER.....                                                              | 84 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                           | 85 |

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SÜCÜLLÜ (YALVAÇ-İSPARTA) LATERİTİK FE VE AL OLUŞUMLARININ JEOLojİK, MİNERALojİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Betül COŞKUN

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Oya CENGİZ

İncelenen laterit oluşumları, Yalvaç (Isparta)'ın Sücüllü kasabasında KB-GD doğrultusunda, 15-20km uzanımlı ve 30-40m kalınlıkta yüzeyler. Sahada alttan üste doğru; Paleozoik yaşlı Sultandede formasyonu, açısız uyumsuz Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu ve genç çökeller bulunur. Ayrıca, Sultandede ve Hacılabaz formasyonlarını kesen dolomit daykaları ve üzerlerinde gelişen lateritler mevcuttur. Sahadaki Fe ve Al'lu lateritlerin mineral birliğini; kaolenit, simektit, hematit, kalsit, anatas, böhmit, diaspor, götit, feldspat, tridimit, kristabolit, kuvars, mika ve amfibol oluşturur. Ana element bileşimi de, %22.65  $Al_2O_3$  %17.72  $Fe_2O_3$  ve %25.23  $SiO_2$  ortalama değerlere sahiptir. Araştırılan lateritler, genellikle demirce zengin killi boksit, bazı seviyeleri boksit, demirce zengin boksit ve silisli zengin boksit sınıfına uygundur. Sahadaki lateritik kuşak, Geç Jura'da sıcak, nemli, tropikal iklim koşullarında gelişmiştir. Bölge Paleozoik'ten sonra düzleşmiş ve Geç Jura'da sığ-lagün ortamından sonra oluşan karasal koşullar lateritleşme süreci için uygun bir ortam sağlamıştır. Bu lateritler, Beyşehir-Hoyran Ofiyolitik istifteki diyabazların ayrışması ile oluşmuştur. Ayrıca, bölgedeki Hacılabaz karbonatları ve Sultandede epimetamorfikleri laterit topraklarına, element, iyon ya da mineral katkısı sağlamıştır. Onlar, karbonatların kırık, boşluk ve katman aralarına yerleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Al-Fe Laterit, Yalvaç, Isparta, Mineral ve Elementler

2012, 86 sayfa

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **INVESTIGATION OF GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ECONOMIC POTENTIAL OF SUCULLU (YALVAC-ISPARTA) LATERITIC FE-AL OCCURRENCES**

**Betül COŞKUN**

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

**Supervisor: Asst. Prof. Dr. Oya CENGİZ**

The studied laterite formation is outcropped with NW-SE trending, 15-20km direction, and in 30-40m thick in Sücüllü village of Yalvaç, Isparta. From bottom to top in the field; Paleozoic Sultandede formation, unconformably Jurassic Hacıalabaz formation and younger sediments are available. In addition, there are laterites developing on them and dolerite dykes cutting Sultandede and Hacıalabaz formations. Mineral assemblage of the laterites contains kaolinite, smectite, hematite, calcite, anatase, boehmite, diaspor, goethite, feldspar, tridymite, cristobalite, quartz, mica, and amphibole. The laterites have average values of 22.65%  $Al_2O_3$ , 17.72  $Fe_2O_3$ , and % 25.23%  $SiO_2$ . They are suitable for the class of often iron-rich clay bauxite, locally bauxite, iron-rich bauxite and silica rich bauxite. Lateritic zone in the field have developed under warm, humid, tropical climate conditions during the Late Jurassic period. The region was flattened after the Paleozoic period. Then, a favorable environment for lateritization process was provided by the terrestrial conditions formed after shallow-lagoon environment during the Late Jurassic period. The laterites have been derived by the altered diabase in Beyşehir-Hoyran ophiolitic sequence. In addition, the surrounding rocks (Hacıalabaz carbonates and Sultandede metamorphics) have contributed to lateritic soils as element, ion or mineral. They are located in the fractures, cavities and layers of carbonates.

**Key Words:** Al-Fe Laterite, Yalvaç, Isparta, Mineral and Elements

**2012, 86 pages**

## TEŞEKKÜR

Öncelikle danışman hocam olarak tez konusunun seçiminden tezin tamamlanmasına kadar her aşamasında bilimsel açıdan görüş, tecrübe ve bilgileriyle beni yönlendiren ve çalışmalarımı dikkatli bir şekilde takip eden Sayın Yrd. Doç. Dr. Oya CENGİZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlık aşamasında fikir, görüş ve tecrübelerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Mustafa KUŞCU'ya, mineralojik analizlerin gerçekleştirilmesi ve yorumlanmasında yardımlarını gördüğüm Sayın Doç. Dr. Ahmet YILDIZ'a, ince kesit incelemelerinde yorumlarıyla bana ışık tutan Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer ELİTOK'a ve çizimlerin hazırlanmasında vermiş olduğu destekten dolayı Uz. Dr. Simge VAROL'a şükranlarımı sunarım.

2634-YL-11 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak da hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve yardımcı olan, tezimin hazırlık döneminde beni yalnız bırakmayan özellikle de manevi yönden destekleyen aileme, emeklerinden dolayı sevgi, saygı ve minnetlerimi sunarım.

Betül COŞKUN  
ISPARTA, 2012

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                          | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.....                                                                            | 6     |
| Şekil 4.1. Isparta açısının genelleştirilmiş jeoloji haritası.....                                                                       | 20    |
| Şekil 4.2. İnceleme alanının genel görünümü.....                                                                                         | 21    |
| Şekil 4.3. Çalışma alanının stratigrafik sütun kesiti.....                                                                               | 22    |
| Şekil 4.4. Çok düşük derecede metamorfizma geçirmiş metakiltaşına ait ince<br>kesit görünümü.....                                        | 24    |
| Şekil 4.5. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarının görünümü.....                                                                     | 25    |
| Şekil 4.6. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarında gözlenen karstik<br>boşluklar ve eklem takımları.....                             | 25    |
| Şekil 4.7 (a-b-c-d). Mikritik kalsitlerden oluşan matriks içerisinde<br>dağılmış fosil kavkılar ve kalsit dolguları.....                 | 26    |
| Şekil 4.8 (a-b). Biyomikritik kireçtaşı içerisinde iri dolomit (dol) kristalleri.....                                                    | 27    |
| Şekil 4.9 (a-b). Kılcal çatlaklar boyunca kireçtaşı içerisine yayılmış ince<br>kırımlı yapıda Fe’li oksit oluşumları.....                | 27    |
| Şekil 4.10. (a-b). Çok ince spar-kalsitle (ska) dolu kılcal çatlaklar ve<br>spar-kalsitlerden oluşan yamalarda gözlenen breşik yapı..... | 27    |
| Şekil 4.11. Hacıalabaz kireçtaşı (Jh) ile doleritlerin (dl) dokanağı.....                                                                | 28    |
| Şekil 4.12. Doleritin (dl) çatlaklarında gözlenen ikincil karbonat (ka) gelişimi...                                                      | 29    |
| Şekil 4.13. Doleritler (dl) içerisindeki ikincil kırıklara hematit (hem-gt)<br>yerleşimi.....                                            | 29    |
| Şekil 4.14. Şekil 4.14. Lateritler (ltr) içerisindeki yastık lav görünümlü<br>doleritler (dl).....                                       | 30    |
| Şekil 4.15. Hacıalabaz formasyonu (Jh) içerisindeki kireçtaşı ile yastık lav (yl)<br>ilişkisi.....                                       | 31    |
| Şekil 4.16. Yarmada lateritlerin (ltr) dolerit (dl) ve yastık lavlarla (yl)<br>ilişkisi.....                                             | 31    |
| Şekil 4.17 (a-b). Oldukça altere olmuş dolerit içerisinde bol plajioliklast (pl) ve<br>palagonitli (pal) oluşumlar.....                  | 32    |
| Şekil 4.18. Bağkonak formasyonuna ait kötü boylanmış çakıltası ve<br>çamurtaşlarının görünümü.....                                       | 33    |

|                                                                                                                                                                    |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 4.19. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarının kırık ve çatlaklı görünümü.....                                                                            | 35    |
| Şekil 4.20 (a-b-c-d-e-f-g-h). Yarmalardaki laterit (ltr)-dolerit (dl)-yastık lavların (yl) saha görünüşleri.....                                                   | 37-40 |
| Şekil 4.21. İnceme anındaki Fe ve al lateritlerden yer yer yatay yer yer düşey numune alımı.....                                                                   | 41    |
| Şekil 4.22. S-4 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                                | 44    |
| Şekil 4.23. S-5 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                                | 45    |
| Şekil 4.24. S-6 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                                | 46    |
| Şekil 4.25. S-9 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                                | 47    |
| Şekil 4.26. S-13 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                               | 48    |
| Şekil 4.27. S-15 numunesinin ayrıntılı kil analizi<br>(Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış).....                                               | 49    |
| Şekil 4.28. S-4 numunesine ait levha görünümlü demirce zengin killi boksitlerin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri (a-b-c-d).....                            | 53-56 |
| Şekil 4.29. S-5 numunesine ait yarı öz şekilli silisce zengin boksitlerin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri (a-b-c).....                                    | 57-59 |
| Şekil 4.30. S-6 numunesine ait levha görünümlü silisce zengin boksitin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri (a).....                                           | 60    |
| Şekil 4.31. S-12 numunesine ait levha görünümlü demirce zengin boksitin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri (a-b).....                                        | 61-62 |
| Şekil 4.32. S-15 numunesine ait levhamsı, elipsoidal ve vermiform görünümlü demirce zengin killi boksitten farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri (a-b-c-d)..... | 63-66 |
| Şekil 4.33. Lateritlerin genel bileşimini oluşturan $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ içeriklerinin numunelerdeki bulunma oranları.....   | 67    |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.34. Lateritlerin Al, Fe ve Si içeriklerine göre sınıflandırılması..... | 73 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                        | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 4.1. Sücüllü laterit numunelerinin XRD analiz sonuçları.....                                   | 42    |
| Çizelge 4.2. Sücüllü laterit numunelerinin ayrıntılı kil analiz sonuçları.....                         | 43    |
| Çizelge 4.3. Lateritlere ait noktasal olarak saptanan kimyasal analiz<br>sonuçları.....                | 53    |
| Çizelge 4.4. Sücüllü laterit numunelerinin ana oksit içerikleri.....                                   | 70    |
| Çizelge 4.5. Sücüllü laterit numunelerinin iz element içerikleri.....                                  | 72    |
| Çizelge 4.6. Boksitlerin bileşiminde yer alan iz elementlerin sınır<br>değerleri (%).....              | 73    |
| Çizelge 4.7. Ana oksit içeriklerine göre boksitlerin kullanım alanlarındaki sınır<br>değerler (%)..... | 75    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| CO <sub>s</sub> | Sultandede Formasyonu           |
| Jh              | Hacıalabaz Formasyonu           |
| Tb              | Bağkonak Formasyonu             |
| Qaly            | Alüvyon                         |
| dl              | Dolerit                         |
| yl              | Yastık Lav                      |
| ltr             | Laterit                         |
| dol             | Dolomit                         |
| ska             | Spar-kalsit                     |
| pl              | Plajioklas                      |
| pal             | Palagonit                       |
| XRD             | X-Işını Difraktometresi         |
| AD              | Havada kurutulmuş               |
| EG              | Etilen glikolle muamele edilmiş |
| SEM             | Taramalı Elektron Mikroskop     |

## 1. GİRİŞ

Kalıntı yatakların esası, içinde belirli bir cevher birikimine sahip olmayan olağan kayaçların, tamamen dış etkenlerle ayrışıp, faydasız element veya element gruplarının ortamdan uzaklaşarak, arta kalan yararlı elementlerin bulundukları yerde ya da fazla uzak olmayan uygun bir yerde, yeni kimyasal bileşiklere dönüşerek zenginleşmesidir. Fe, Mg ve Al' ca zengin kayaçların, sıcak ve nemli iklimlerde ayrışması ile ortaya çıkan kırmızımsı, bordo renkli, toprağımsı görünümlü, az-çok silisli, demir ve alüminyum hidroksitler ve kil mineralleri içeren laterit, çoğunlukla demirli bir kabukla örtülüdür. Bunun yanı sıra, lateritik topraklar Fe, Al, Mn, Ti, Ni, Co, Cr, Au, Pt, U ve endüstriyel hammadde olarak manyezit, kaolin ve diğer kil mineralleri bakımından zengindir. Kalıntı yatakların oluşumunda başlıca 3 faktör rol oynamaktadır. Bunlar; iklim, topoğrafya ve ayrışmaya uğrayan kayacın bileşimi'dir. Ayrışma olayları özellikle sıcak tropikal iklimlerde yoğundur. Kalıntı biçiminde bir yığılma olabilmesi için engebenin az çıkıntılı, tamamen veya bir kısmı ile peneplenleşmiş olması gerekir. Engeli bir arazideki hızlı aşınma olayı, ayrılan malzemenin tümüyle dağılmasını ve uzaklaşmasını sağlayacağından, kalıntı yatakların oluşmasını engeller. Ferro-magnezyen ve alümino-silikatlı kayaçlar ayrıştıklarında üst kısımlarında lateritik oluşumlar meydana gelir. Ayrılan kayacın bileşimine göre ortaya çıkan lateritler “demirli laterit” ya da “alüminyumlu laterit” (boksit)” cinsindendir. Ayrıca, demirli lateritlerde nikel-kobalt zenginleşmesi de görülür. Kalıntı yatakların bir kısmı oluştukları günden beri aşınmamış, aynen korunmuş otokton kalıntı yataklarıdır. Bazı kalıntı yataklar ise sonradan aşınmış, buradan itibaren taşınan malzemeler başka yerlerde genellikle zenginleşerek çökelmiş ve allokton veya yarı allokton kalıntı yatakları oluşturmuşlardır. Yani, %30-35  $Al_2O_3$ , %30-35  $Fe_2O_3$ , %30-35  $SiO_2$  ve bir miktarda kil içeren kayaca *laterit* denir. Bunlar, Al ve Fe oranı yüksek Si oranı düşük olduğunda “boksit” olarak sınıflandırılır (Gümüş 1999).

**Demirli Lateritler:** Demir mineralleri, tropikal ve yarı tropikal iklimlerde peneplenize veya oldukça düzgün topografik yüzeylerde kimyasal ayrışmaya uğrarlar. Bu minerallerden çıkan demirin diğer bileşenlerinin yıkanarak ortamdan

uzaklaşmasına bağlı olarak zenginleşmesi sonucu ortaya çıkan bir miktar silis bulunduran demirhidroksit birikimlerine "demirli laterit yatakları" denir. Demirli laterit yatakları yataklanma tipi bakımından birçok gruba ayrılır. Bunlar;

*Plaser Yataklar:* Anakayadan ayrışma ve bozuşmayla serbestleşen nehir, deniz dalgaları ve akıntıları ya da rüzgarla mekanik olarak taşınmış ve konsantre olmuş birikimlerdir. Akarsu ve plaj çökellerindeki mekanik boylanma sonucu oluşan siyah kumlardaki en önemli demir minerali manyetittir.

*Conakry Tipi Lateritik Yataklar:* Lateritler, tropiklerde çeşitli tipteki kayaların üzerinde yer alan örtü demir oksitler olup, altta yer alan kayaların yoğun biçimde ayrışmasıyla oluşurlar ve çözünmeyen bileşenlerin oksitlenmiş kalıntı birikimleridir. Bunlar; bazik, ultrabazik kayalar ile demirce zengin bazalt ve tuf gibi volkanik kayaların üzerinde yer alırlar.

*Lindener mark Tipi Karstik Yataklar:* Kireçtaşı ve dolomitlerin üzerinde yer alan bir lateritik demir yatağı tipidir. Kalıntılar, transgresyona bağlı eski karasallaşma yüzeylerini temsil eden stratigrafik boşluklarda yataklanırlar. Ayrışmayla oluşan demirli bileşikler çukurları doldurmuş ve çoğu kez denizel çökellerle örtülmüşlerdir. Lindener mark'da (Almanya) karstik kalıntı demir cevherleri, Devoniyen yaşlı kireçtaşı üzerinde yer alır.

*Delemont Tipi Pizolitik Yatakları:* Pizolitik cevherler, demirce zengin kalıntı kil ya da kıtasal ayrışma kabuğu (limon olarak adlandırılmaktadır) içerisinde yumrulu, yuvarlaklaşmış kabuksal oluşumlardır. Kurak ile yarı kurak, zaman zaman nemli bir iklimde ayrışan, aşağıdan yükselen demirce zengin çözeltilerden buharlaşma yoluyla kireçtaşı üzerinde oluşurlar. Delemont'da (İsviçre) pizolitik cevherler, silika ve alüminayla kirlenmiş kahverengi demir cevherleridir. Manganez, kalsiyum ve magnezyum elementleri ile birlikte bulunur.

*Hunsrück Tipi Çökellerin Ayrışmasıyla Oluşmuş Yataklar:* Şeyl, grovak ve kumtaşı üzerindeki lateritik ayrışmayla oluşmuş demir yataklarıdır. Bu tip yataklar silisli, toprağımsı, kahverengi demir cevherleridir. Göç eden çözeltilerden, kısmen metasomatik yer değiştirmeyeyle çökelmişlerdir. Hunsrück'de (Almanya) cevher, daha kaba kırıntılı gereçle birlikte kil içinde sarmalanmıştır. Cevher genel olarak paleotopoğrafyada oluşmuş çukurların alt kısmında mercek ve düzensiz kütleler

biçimindedir. Neojen ile erken Pleistosen sırasındaki nemli tropikal iklimde, Devoniyen şeyli, grovak ve kumtaşının lateritik ayrışmasıyla oluşmuştur. Bu ayrışma sırasında açığa çıkan demirce zengin çözeltiler yüzeye yakın havzalarda ve ceplerde çökelmişlerdir. Cevherin kimyasal bileşimi;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  % 42,  $\text{SiO}_2$  % 20,  $\text{MnO}$  % 0.25 ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  % 0.5 biçimindedir.

*Demir Şapkalar:* Pirit ve pirotin gibi demirli sülfidlerin yüzeyde oksitlenmesiyle oluşmuş kalınlı demir oksit yataklarıdır. Sülfid yatakları üzerinde bir takke oluştururlar ve dereceli olarak birincil cevhere geçerler. Sülfidli cevher gövdesindeki çöküntülerde aşağı doğru yayılan demir cepleri görünümünde olmalarına rağmen, genelde düzensiz biçimdedirler. Sert, gözenekli kütleler ve tipik olarak yumuşak toprağımsı demir oksitler ile ayrışmaya dayanıklı mineraller içerirler. Ana cevher minerali limonittir. Bunun yanında, birincil cevherin bileşimine bağlı bileşenler de görülür. Kükürt içeriği çoğunlukla yüksektir.

***Türkiye Kalıntı Demir Yatakları;*** *Çaldağ (Manisa):* Ultrabazik demir %48-60, kalınlığı 10m, limonit ve nikel içerir. *Zileköy (Kayseri):* Tuf ve aglomeralar üzerinde limonit oluşumlu, %45-55 demir içerikli, 2m kalınlığı olan bir yataktır. *Avşaoören (Sivas):* Demir oranı %40-50 olup çok miktarda silis içerdiği için ekonomik değildir. *Payas (Hatay):* Limonit, demir %15-63, nikel %1,57, alüminyum %10-30 kireçtaşı arasında allokton bir yatak olup kalınlığı 5-27m arasında değişir.

***Alüminyumlu Lateritler:*** Lateritlerin alüminyumca zengin olanları ise "alüminyumlu lateritler" olarak adlandırılır. Bu lateritlerin gelişebilmesi için ayrışan kayaçta yeterli miktarda alüminyum bulunması ve kayacın yüzey şartlarında kolay ayrışabilen bileşime sahip olması gerekir. Bu özelliklere en uygun kayaçlar; kireçtaşları ve dolomitler, kısmen de volkanik kayaçlar ve nefelin siyenitlerdir. Alüminyumlu laterit veya boksit yataklarını oluşumlarına göre dört gruba ayırmak mümkündür.

*Güncel Alüminyumlu Lateritler:* Güncel-topoğrafik yüzeylerde gelişen karstik çukurların alüminyumlu lateritlerle dolması ile oluşurlar. Genellikle amorf yapılı alüminyumlu hidroksitler ve gipsit, nadir olarak da böhmit bulundurulur. Jameika, Tahiti ve Dominik Cumhuriyetinde işletilen güncel alüminyumlu laterit yatakları vardır.

*Karstik Boksit Yatakları:* Paleo-topografik yüzeylerdeki çukurlukların veya karstik boşlukların alüminyumlu lateritlerle doldurulmaları ile oluşmuşlardır. Diyajenez geçirdikleri için tutturulmuş katı kayaçlardır. Genellikle düşük dereceli metamorfizmaya uğramışlardır. Egemen mineralleri, böhmit ve dijaspor daha az oranda gibsit bulunur. Kısmen taşınmış veya yer değiştirmişlerdir. Bu yolla meydana gelen yıkamalar boksitin kalitesini yükseltmiştir. Büyük boksit seviyelerinin yanında boşluk dolgusu şeklinde bulunan karstik ceplerde yaygındır.

*Tortul Boksit Yatakları:* Yüzeyde birikmiş ve genellikle düşük kaliteli alüminyumlu lateritlerin değişen topografya şartlarında tane veya çamur halinde taşınarak bitişik sedimantasyon havzalarında birikmeleri şeklinde oluşur ve diğer sedimanlarla ardalanmalı veya yanıl geçişli olarak bulunurlar. Boksit çakıllarından oluşan konglomeralar yaygındır. Arkansan'da (A.B.D.) nefelinli siyenitler üzerinde, gölsel ortamda gelişmiş sedimanter boksit oluşumları bulunmaktadır.

*Boksitli Breşler:* Yüzey ayrışması ile oluşan alüminyumlu lateritler bulundukları yerde ya da kısmen taşınıp çevre kayaçların parçalarını çimentolayarak boksitli breşleri oluştururlar. Bunlar; en fazla %5-10 oranda  $Al_2O_3$  bulundururlar. Bunların tipik örnekleri; Hindistan, Gana ve Gine'de bulunmaktadır.

*Türkiye'de Alüminyumlu Laterit Yatakları:* Çoğunlukla Akdeniz Bölgesi'nde ve doğu-batı yönlü bir kuşak içinde yer alan 200'ün üzerinde yatak ve zuhur vardır. Bunların başlıcaları; Milas (Muğla) zımpara ve dijaspor yatağı ile Akseki (Antalya), Seydişehir (Konya), İslahiye (Gaziantep) ve Payas (Hatay) boksit yataklarıdır (<http://www.kalinti-yataklari.com>).

## **1.1. Amaç**

Genel olarak lateritler jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile ekonomik olarak kullanılabilme bakımından büyük öneme sahiptir. Bu ekonomik önem bakımından “*Süçüllü (Yalvaç-Isparta) Lateritik Fe ve Al Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Potansiyelinin Araştırılması*” başlıklı tez konusu seçilmiş ve Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri

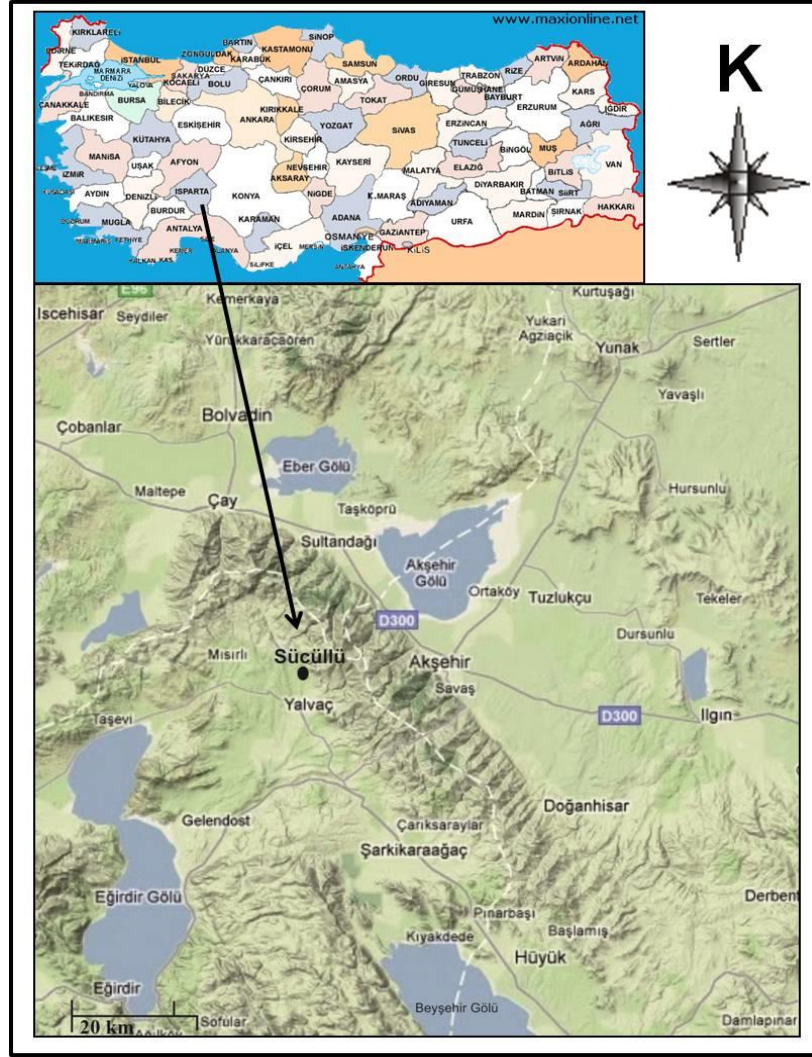
Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında; Sücüllü (Yalvaç, Isparta) mevkiinde yer alan Fe ve Al'lu lateritik oluşumların saha jeolojisi incelemeleri, mineraloji ve jeokimya çalışmaları ile ekonomik potansiyeli ortaya konulmuştur. Saha çalışmalarında, bölgedeki laterit oluşumlarının yayılımı ve geometrik özellikleri, çevre kayalar, yataklanma şekli, ana kayaç-laterit ilişkisi incelenmiştir. Ayrıca, laboratuvarda yapılan analizlerle lateritlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda bölgenin 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası, enine kesiti ve sütun kesiti hazırlanmıştır.

## **1.2. Coğrafya**

### **1.2.1. Çalışma alanının yeri**

Dünya literatüründe ilginç ve karmaşık bir jeolojik yapıda ve Akdeniz iklim kuşağına sahip Toroslar'da gelişen lateritler; Batı Toroslar'ın kuzeyinde, Sultandağları'nın uzantısı boyunca Yalvaç (Isparta) ilçesinin 6km kuzeybatısında yer alan Sücüllü mevkinde bulunmaktadır. Saha, 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritada Afyon L26-a3 paftasında yaklaşık 15km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası

### 1.2.2. Morfoloji

Çalışma alanı nispeten yüksek bir morfolojiye sahiptir. Bölgenin en önemli yükseltilerini; Kasnakbaşı Tepesi (1681m.), Uzunali Tepesi (1649m.) ve Az Tepesi (1188m.) oluşturur. Ayrıca, çalışma alanında düzensiz yapılı, debileri mevsimlere bağlı olarak değişiklik gösteren dere ve kuru dereler de vardır. Bunlar; Namazlık Dere, Doğru Dere, İkiz Dere, Taşbağı Dere, Sücüllü Deresi ve Söğüt Dereleridir. Ayrıca, çalışma alanı içerisinde birçok pınar ve Devlet Su İşlerine ait sulama amacıyla kullanılan eski adı Yalvaç Barajı olan Sücüllü Barajı da yer almaktadır.

### **1.2.3. İklim ve bitki örtüsü**

Çalışma alanı, Göller bölgesinde, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliği gösterir. Ancak iklim özellikleri açısından karasal iklime daha yakındır. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar genelde yağmur şeklinde olmasına rağmen, bölgenin yüksek kesimleri kış aylarında karlarla kaplanmaktadır. Saha genel görünümü ile Akdeniz bitki örtüsünün özelliğini taşır. Buna göre yamaçlarda ve düzlüklerde seyrek ağaçlıklar, tepelere doğru çalılıklar, bazı tepelerde de çamların oluşturduğu ormanlık alanlar bulunmaktadır.

### **1.2.4. Yerleşim merkezleri ve ulaşım**

Çalışma alanı, Isparta iline bağlı Yalvaç ilçesinin kuzeybatısında yer alan Sücüllü mevkinde bulunmaktadır. Ulaşım, Isparta-Konya karayolundan sağlanmakta ve Isparta'ya 120km uzaklıktadır. Genellikle yollar asfalt özellikte olup, çalışma alanından daha küçük yerleşim yerleri olan kasaba ve köylere ulaşım stabilize yollar ile sağlanabilmektedir.

### **1.2.5. Ekonomik durum**

Çalışma alanı yüksek ve engebeli morfolojisinden dolayı tarım için elverişli bir bölge olmamasına rağmen, halkın geçimi tarıma ve hayvancılığa dayanmaktadır. Tarım için elverişli yerlerde, kuru gıda olarak hububat yetiştirilmektedir. Ayrıca, hayvancılık olarak büyük tesisler söz konusu olmamakla birlikte büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvancılığı yapılmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünya’da ve Türkiye’de Fe ve Al’lu lateritler Ti, Ni, Co, Cr, Au, Pt, U ve endüstriyel hammadde olarak manyezit, kaolin ve diğer kil mineralleri bakımından ekonomik öneme sahip olmalarından dolayı, pek çok araştırmacı tarafından jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile oluşumu ve oluşum koşulları bakımından incelenmiş ve incelenmeye devam etmektedir {Lahn ve Romberg (1939), Brennich (1957), Persons (1970), Demirkol (1977), Demirkol vd. (1977), Çetin ve Bulur (1979), Demirkol ve Sipahi (1979), Çağatay vd. (1981), Matheis ve Pearson (1982), Demirkol ve Yetiş (1984), Ayhan ve Karadağ (1985), Freyssinet vd. (1989), Roquin vd. (1989), Eren (1990), Cengiz (1991), Temur ve Baş (1992), Cengiz ve Kuşcu (1993), Öncel (1995), Cengiz (1997), Küpeli vd. (1999), Eliopoulos ve Economou-Eliopoulos (2000), Dabous (2002), Karadağ vd. (2006), Öncel ve Söğüt (2008), Thome vd. (2009), Özsoy (2011)}. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Demirkol (1977), doçentlik tezi olarak hazırladığı ‘Yalvaç-Akşehir Dolayının Jeolojisi’ isimli çalışmasında bölgeyi ayrıntılı olarak incelemiş ve Batı Toroslar ile deneştirmeye çalışmıştır. Yaptığı çalışmada bölgenin jeolojik haritasını da hazırlayan yazar, bölgenin en yaşlı birimini Alt (?) -Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe kireçtaşı olarak belirtmiştir. Bunun üzerine dereceli olarak yaşlıdan gence doğru; Üst-Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu, bunların üzerine ise uyumsuz olarak Orta-Üst Devoniyen yaşlı Engili kuvarsiti, düşey geçişli Harlak formasyonu, Permien yaşlı Deresine formasyonu gelir. Daha üstte ise Üst Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu, Neojen yaşlı Bağkonak, Göksöğüt ve Yarıkkaya formasyonlarının bulunduğunu belirtmiştir.

Demirkol vd. (1977), Sultandağının stratigrafisi ve jeolojik evrimini ortaya koymak için yaptıkları çalışmada bölgedeki kaya birimlerini allokton ve otokton olarak ikiye ayırmışlardır. Yazarlara göre, bölgedeki otokton birimleri; Alt (?) -Orta Kambriyen yaşlı Çaltepe kireçtaşı, Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu, Engili kuvarsiti, Karbonifer yaşlı Kocakızıl ve Kartalkaya formasyonları, Permo-Karbonifer yaşlı Deresine ve Topraktepe formasyonları, Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu, Kretase yaşlı Koçbeyli formasyonu karbonatları, Paleosen-Eosen yaşlı karbonatlar ve filiş

karakterli çökeller, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Bağkonak, Göksöğüt, Yarıkkaya ve Dort formasyonları oluşturmaktadır. Allohton birimlerin ise, Hoyran ofiyoliti ile bunlar içerisinde olistolit olan Triyas-Jura yaşlı Babageçidi kireçtaşından oluştuğu söylenmiştir.

Demirkol ve Sipahi (1979), çalışma alanının güneydoğusunda yaptıkları incelemede Sultandede formasyonunun alt biriminin Çaltepe kireçtaşından, Hacılabaz formasyonunun ise kireçtaşından meydana geldiğini ve yer yer dolomitik kireçtaşlarıyla ardalanmalı bulunduğunu ve birimin kalınlığının 50 ile 170m arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca, çalışma alanı içerisinde gözlenen dolerit biriminin Hacılabaz kireçtaşlarının altında ve yer yer Hacılabaz kireçtaşının katmanları arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Bunların yerleşimlerinin Sultandağı'nın batı yamacı boyunca oluşan ve taban bloğunun KD yönünde hareket ettiğini ve ters faylarla ilgili olduklarını saptamışlardır.

Çağatay vd. (1981), Çaldağ lateritik demir, nikel-kobalt yatağını fiziksel özellikleri, mineralojik ve kimyasal bileşimlerine göre zonlara ayırmışlardır. Araştırmacılar, lateritik zonun en üst seviyesini oluşturan limonitik zonların yüksek oranda Fe, Cr ve Ni içerdiğini ve Fe cevheri olarak kullanılması sırasında teknolojik sorun yaratabileceğini ve nikelin limonitik zonda derine doğru arttığını, asbolanca zengin zonda da en yüksek değerlere ulaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca, nikel değerlerinin bu zonun alt seviyelerine doğru azaldığını, taze serpantin de ise olağan değerlere düştüğünü saptamışlardır. Yazarlar, bilinen lateritik Ni yataklarında nikelin, nikel silikatları şeklinde olduğunu; Çaldağ Fe-Ni-Co yatağında ise nikelin, nikel-kobalt asbolana bağlı olduğunu da vurgulamışlardır.

Matheis ve Pearson (1982), Kuzey Nijerya'nın metasedimanter ve kristalin temel kayalarını üzerleyen altı lateritik toprak profilindeki ana kaya ve ayrışma ürünleri arasındaki mineralojik ve jeokimyasal ilişkileri araştırmıştır. Buna göre araştırmacılar, kaolinitin derinlikle arttığını, kuvarsın da toprak profilinin üst kısmının egemen minerali olduğunu, ayrıca bazı profillerin tabanında mikanın bol bulunduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, elementlerin killer, demir oksitler ve daha az oranda da karbonatlarla ilişkilerine göre toprak profili içerisinde dağıldığını

saptamışlardır. Ayrıca, lateritik kabukların ara katkılarının derinlikle genel bir eğilim gösterdiğini, yayılım ve yığılma proseslerinin her profil içerisinde benzer olarak ortaya çıktığını vurgulamışlardır. Sonuç olarak, araştırmacılar toprak jeokimya uygulaması ile ana kaya haritalamasındaki kriter ve potansiyel problemleri tartışmışlardır.

Demirkol ve Yetiş (1984), Sultandağ ve dolayının tektoniğini incelemiştir. Yazarlar, bölgenin pek çok çekme ve sıkışma türü tektonik evrelerin tekrarlanması ile şekillendiğini belirtmiştir. Paleozoyik'e ait temel kayaların Kaledoniyen ve daha genç orojenez fazlarından etkilenecek kıvrımlandığını söyleyen yazalar, temel kayaların bu süreçlerden bölgesel ölçekte etkilenecek yapısal konumlarını kazandığını belirtmiştir. Sıkışma tektoniğinin etkilerinin Lütasiyen sonunda etkisini artırdığına değinen yazarlar, Hoyran ofiyolit karmaşığının bölgenin temel kayalarını oluşturan birimlerin üzerine itildiğini söylemiştir. Üst-Miyosen-Pliyosen çökellerinin daha yaşlı çökelleri açısal uyumsuzluk ile örtmesine dayanarak bölgenin yeni bir tektonik sıkışma sürecine girdiğini belirten yazarlar, bölgenin yeni tektonik gelişiminde etkili olduğunu düşündüğü DKD-BGB yönlü sıkışmanın, batıya hareket eden Anadolu levhasının Ege'de karşılaştığı büyük bir dirençten kaynaklandığını söylemiştir.

Ayhan ve Karadağ (1985), Şarkikaraağaç (Isparta) güneyinde köken, mineraloji, kimyasal bileşim ve oluşum yaşı bakımından birbirleriyle ilişkileri bulunmayan stratigrafik kontrollü iki cevher kuşağının yüzeylendiğini ve başlıca hematit, şamozit, kaolinit, pirokroit, dijaspor ve götit içerdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre, birbirini izleyen ve türedikleri doleritlerle ardalanmalı olan demirli boksitler lateritik kökenlidir. Otokton kökenli bu boksitlerin ana mineralleri; böhmit, dijaspor, kaolinit, hematit ve götit, az miktarda ise anatas, manyetit, ilmenit, pirit, kalsit ve klorittir. Yazarlar, tümüyle karasal ortamın zayıf asit koşullarında şekillenen demirli boksit zuhurlarının işletilebilir boksitlere oranla fazla miktarda silis ve nisbeten düşük miktarlarda alüminyum içerdiğini saptamışlardır.

Freyssinet vd. (1989), lateritik profillerdeki iz elementlerin davranışını tahmin etmenin zor olduğunu ve bir elementten diğerine önemli oranda değişebildiğini

belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Betare Oya bölgesindeki doğu Kamerun'da, Au cevherleşmesini As, Bi, Ag, Mo, W, Pb ve Au içerikleri ile belirtildiğini söylemişlerdir. Au ve ilişkili iz elementlerin dağılımı derin sondaj numunelerindeki taze cevherden yüzey materyallerindeki topraklara kadar ayrıntılı çalışmışlardır. Bölgenin jeolojisinin Proterozoik volkanosedimanter kayalardan meydana geldiğini, cevherleşmenin silisli yapılarla ilişkili ve yüzeyde tamamen ayrıışmış ve oksitlenmiş olduğunu, iz elementlerin ise lateritik profilde dağılmış olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, baz metaller için 4 ana kimyasal dağılım tanımlamışlar. Bi; kalıntı ve az dağılmış, W, Mo, Pb ve Au; remobilize olmuş ve iyi dağılmış, As; kuvvetli bir şekilde Fe ile ilişkili ve yaygın olarak dağılmış, Ag; tamamen yıkanmıştır. Sonuç olarak, hidromorfik prosesler üzerinde az bağımlılığın, lateritlerdeki ikincil halelerin oluşumu için yeni bir model olduğunu önererek, halelerin ayrışmanın aşağı doğru ilerlemesi ile lateritleşme esnasında üretilebildiğini, mineralleşmiş damarların üst horizonlarda çözüldüğünü, iz elementlerin dağıldığını ve çevreleyen demirli horizonlarda da yoğunlaştığını belirtmişlerdir.

Roquin vd. (1989), yüzeysel lateritik formasyonların ayrıntılı jeokimyasal haritalamasını güney Mali Dagadamou araştırmasında güncel yüksek çözünürlüklü SPOT uydu görüntüleri ile karşılaştırmıştır. SPOT görüntülerdeki iki ana arazi şekli, çok bantlı veriden türeyen tematik indisler ile vurgulanmıştır. Jeokimyasal farklılaşma faktörlerinin örneklenmiş materyallerin doğası ile yakından ilişkilendirildiğini ve normatif hesaplama ile tahmin edilen ana bileşen minerallerinin nispi miktarlarını yansıttığını saptamışlardır. Araştırmacılar, yüksek Fe ve Al içerikli numunelerin ikincil oksit ve hidroksit mineralli ayrışma profilinde hareketsiz P, V, Cr, As, Mo, Nb ve Cu elementlerince zenginleştiğini, düz alanların topraklarının kuvars ve kaolinitden meydana geldiğini ve ayrıca, yüksek oranda Zr, Ti, Ce ve Y içeriği ile temsil edilen ağır mineraller ile konsantre olduğunu belirlemişlerdir. Duricrust platoların dış çevresindeki kırıntılı materyalin birikiminin, yüksek oranda Zr ve kuvarsin bir jeokimyasal halesi olduğunu vurgulamışlardır. Duricrust üzerinde bitkinin yoğun olmasının kaolinitten kaynaklandığını ve dağılımının da olasılıkla lateritik örtüde korunan ana kaya litoloji yapıları tarafından kontrol edilen çizgili şekil ile karakterize edildiğini gözlemişlerdir. Araştırmacılar sonuçta, bu çalışmanın yüzeysel lateritik oluşumların spektral ve jeokimyasal bileşimi arasında var olan,

doğrudan ve dolaylı ilişkilerini gösterdiğini belirtmişlerdir. SPOT görüntüleri üzerinde yüksek çözünürlük ile ayrılan pek çok diğer arazi şekillerinin lateritik topraklardaki jeolojik ve mineral araştırmasının çeşitli evrelerinde çok faydalı tamamlayıcı bilgi sağladığını görmüşlerdir.

Eren (1990), Bağkonak (Yalvaç) ve Engilli (Akşehir) köyleri arasındaki Sultandağlarının orta kesiminin tektonik tarihçesini aydınlatmaya yönelik çalışmasında, çökelimlerin Kambriyen-Erken Ordovisiyen zaman aralığında süregelen Çaltepe ve Sultandede formasyonları ile onları stratigrafik ve yapısal özellikler bakımından açılı uyumsuzlukla örten, Orta Devoniyen-Geç Permiyen'e ilişkin Engilli, Kirazlı, Harlak ve Deresine formasyonları, Sultandağları Masifi'nin metatortul birimleri olarak incelemiştir. Yöredeki tüm Paleozoyik birimlerin düşük derecede bölgesel başkalaşıma uğradığını, buna karşılık, Alpin hareketlerin, Toridlerin Mesozoyik-Senozoyik gelişimine koşut olarak, Triyas'taki (?) riftleşme, Geç Eosen'deki bindirme ve nap-tektoniği ile Geç Miyosen'deki blok-faylanmaları oluşturmuş ve Sultandağları Masifi'nin bugünkü yapısal görünümünü ortaya çıkardığını belirtmiştir.

Temur ve Baş (1992), demir yataklarının Üst Senoniyen-Paleosen yaşlı Çiftehan karmaşığına ait Elmalı volkanit üyesinin içinde veya bu volkanitlerle Aktastepe kireçtaşı üyesine ait karbonatların dokanaklarında yer aldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar göre, yatakların ana cevher minerali manyetittir. Kalkopirit, kobaltit, pirit, bravoit, bornit, millerit, sfalerit, galenit, ilmenit, rutil/anatas, hematit, neodijenit, braunit, kovellin, nabit altınlı-elektrum, klabrodit, bizmutinit ve ayikinit, gang minerali olarak da epidot, kuvars, kalsit, granat, piroksen, amfibol, klorit, kordiyerit, aktinolit ve tremolit ana cevher mineraline eşlik eder. Araştırmacılar, skarn zonlarının içinde manyetitin yer aldığını, cevherleşmeyi monzonit ve diyorit bileşimli derinlik kayaçlarından kaynaklanan çözeltilerin sağladığını saptamışlardır.

Cengiz ve Kuşcu (1993), çalışma alanının güneydoğusunda barit cevherleri üzerinde yaptıkları çalışmada, inceleme alanında bulunan Hacıalabaz formasyonunun transgresif olarak Sultandede formasyonu üzerine geldiğini söylemişlerdir. Sultandede formasyonunun tabandan tavana doğru egemen olarak metasedimenter

kayalardan ve rekristalize kireçtaşı ara katkılarından oluştuklarını vurgulamışlardır. Ayrıca, Muratdağı'ndan Dedeçam'a KB-GD doğrultusu boyunca yer yer fay dokanaklı ve söz konusu litolojileri keserek gelişen dolerit oluşumlarının varlığından bahsederler. Dolerit oluşumlarının ayrışmasıyla lateritik oluşumların geliştiğini belirtmişlerdir.

Küpeli vd. (1999), Kayseri-Yahyalı bölgesinde yaptıkları çalışmada Üst Kretase yaşlı pelajik çökeller ile ofiyolitik kayaların yüzeyletiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, otokton, güncel lateritik demir kabuk ve kırmızı renkli topraklardan oluştuğunu ve cevher oluşumunda, Miyosen sonrasındaki lateritleşme ve kısmî karstlaşma olaylarının etkili olduğunu saptamışlardır. Başlıca; götit, hematit, ferrihidrit, kuvars, illit, kaolinit, malakit, azurit ve amorf madde topluluğundan oluşan lateritik demirler, ortalama % 49.71 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 3.12 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 30.75 SiO<sub>2</sub> ve % 0.09 CaO içerir. Ana kayaca göre Fe yönünden önemli oranda zengin olan lateritik cevher, Si ve Ca bakımından fakirleşmiştir. Hafif asidik-nötr ortam şartlarında zenginleşemeyen Al, çözünerek taşınmıştır. Ortalama % 4.05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 7.13 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 79.49 SiO<sub>2</sub> ve % 1.73 CaO içeren kırmızı topraklar kuvars, montmorillonit, kalsit, illit, opal-CT ve amorf madde parajenezi sunmaktadır. Laterit numunelerinde ince-lifsi götit ve özşekilli hematit kristallerinin tersinir olarak birbirlerine dönüştükleri belirlenmiştir. Bu lateritlerde Cu, Cr, Co, Zn, Ba ve Ni içerikleri yüksek, Ce, La, Th ve Zr içerikleri ise düşüktür. Ana kayacın içerisinde de Cr, Cu ve Mo içerikleri yüksektir.

Eliopoulos ve Economou-Eliopoulos (2000), peridodit üzerinde uzanan boksitik lateritler ve temel kireçtaşı dokanaklı allokton Ni ve boksitik-laterit yataklarından Ni-laterit yataklarının profillerinde element jeokimyası çalışması yapmışlardır. Düşük Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, NTE, Th ve U içeriklerinin Kastoria, Bitincka ve Tsouka yataklarında, yüksek NTE içeriklerinin Nissi de karst tipi boksit ve Ni laterit cevherlerinde Parhari'nin boksitik lateritlerinde mevcut olduğunu belirtirler. Th ve U'nun en yüksek içerikleri (Th: 4-28ppm; U: 4-66ppm) boksitik lateritlerde bulunur. Genelde artan Al içeriklerine, Parhari ve Nissi laterit yataklarında yüksek Ti, NTE, Th ve U eşlik eder. Götitle birlikte bulunan böhmit, Nissi ve Parhari'deki boksitik lateritlerde yaygın iken, götit tüm Ni laterit profillerinde egemen mineraldir. Al/Fe oranı profillerin üstüne doğru artarken, götit değişen Al içeriği sergiler. PGE

konsantrasyonları genellikle düşüktür. Pt (48ppb'e kadar), Pd (7ppb) ve Au (16ppb)'da ki zenginleşme, Profitis Ilias'daki saprolit zonunu üzerleyen kırmızımsı ayrıışmış peridoditde ölçülmüştür. Kırmızımsı ayrıışmış peridodit üzerine gelen Fe-Ni cevherleşmesi en yüksek Os (14ppb), Ir (32ppb), Ru (66ppb), Pt (86ppb) ve Pd (186 ppb) değerlerine sahiptir. Au içerikleri 36ppb'nin altındadır. Pt/Pd oranı Fe-Ni lateritlerde 3.0 iken boksitik lateritlerde 6.0'dır. Lateritlerin yan kayaç bileşimleri ve mineral kimyası boksitik lateritlerin bileşiminin ana kontrol faktörlerinin ana mafik ofiyolitik kayaçlardan çok diyajenez/metadiyajenez evresi ve ayrıışmış materyalin taşınımı/çökelimi süresince oluştuğunu belirtir.

Dabous (2002), Mısır'daki ekonomik demir yataklarının Bahariya Oasis'de Alt-Orta Eosen kireçtaşıda yer aldığını ve parajenezinin götit, hematit, siderit, pirit, jarosit, pirolüsit, manganit, barit, glakonit, jibsit, alunit, kuvars, halit, kaolinit, illit, simektit, palgorskit ve halloysitten oluştuğunu belirtmiştir. Yazar, sahadaki yoğun ayrıışmaya rağmen, Bahariya demir cevheri ve Nubia kumtaşı arasındaki jeokimyasal karşılaştırma sonucunda, cevherin kalıntı elementlerce (Al, Ti, V ve Ni) tükendiğini ve hareketli elementlerce de (Fe, Mn, Zn, Ba ve U) zenginleştiğini gözlemiştir. Diğer taraftan, Nubia kumtaşının Nubia Akiferinde süzülen süreci gösterdiğini ve hareketli elementlerce de azaldığını saptamıştır. Araştırmacı bazı minerallerin varlığı sonucunda, cevherleşmenin tatlı su içerisindeki kuvvetli asidik koşullar altında çökeldiğini belirtir. Yazar, cevherleşmede yapılan U izotop analizleri sonucunda, U ve Fe'in yukarı dolaşımli sıcak yeraltı suyunda çökeltilmiş olduğunu vurgular. U ve Fe'in cevherleşmede kuvvetli kovaryans gösterdiğini ve çevre kayaçlarda yeniden çökeltilen U'un  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  aktivite oranı ile yeraltı suyunda süzülen U'un bileşeni ile aynı olduğunu saptamıştır. Ayrıca, kristalde amorf fazdan az daha fazla U olduğunu ve iki fazdaki Fe'in benzer kökene sahip olduğu ve hafif daha az  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  aktivite oranına sahip olduğunu bulmuştur. Buna karşılık, bazı örneklerde gözlenen yüksek  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  eşitsizliği ile U'un hem çökelim hem de yıkanımının son 300 000 yıldan beri meydana geldiği belirlemiştir.

Karadağ vd. (2006), Çatmakaya boksitlerinin köken kayacını belirleyebilmek için çalışmışlardır. Boksitler ve karbonatlı kayaçlarda  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$  yüksek ve çok yüksek negatif, ofiyolitik kayaçlarda ise yüksek pozitif ilişkisini göstermişlerdir.

Kümelenme analizinde boksitlerin, Katrangediği kireçtaşları ve terra-rosalarda  $Al_2O_3$  ün CaO ten bağımsız olarak  $TiO_2$ -Ga-Nb-Th-V ile aynı grupta yer aldığını, ofiyolitik kayalara ait dendogramda CaO'in aynı grupta yer aldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar Al, Ti, Th, Ga, Nb, Zr ve V gibi duraylı elementlerin kaynak kaya ve boksitlerde değişmeyeceğini varsaydıklarında, boksitlerle karbonatlı kayalar ve terra rosaların benzer, ofiyolitik kayalar ile farklı değerler gösterdiğini saptamışlardır. Yazarlar sonuçta, bölge boksitlerinin kaynak kayacının kireçtaşları olabileceğini belirlemişlerdir.

Öncel ve Söğüt (2008), Kaletepe lateritik boksitlerinin, birbirlerini izleyen üç farklı dolerit seviyesi olduğunu belirtmişlerdir. Doleritlerle ardalanmalı olan otokton konumlu bu lateritlerin, her dolerit gelişiminden sonra lateritleşme gösterdiğini ve bu lateritik boksitlerin ana kayacında ortalama 222ppm olan Ni içeriğinin, lateritlerde ortalama 6ppm'e düştüğünü belirtirler. Sonuçta, boksitleri içerdikleri bileşenlere göre (Fe, Al+Ti ve kil minerallerinin % miktarları) sınıfladıklarında, Kaletepe lateritik boksitleri, 'boksitik demir cevheri ve demirce zengin boksit' olarak sınıflandırmışlardır.

Thome vd. (2009), Türkiye'nin Ni için 33 milyon tonluk bir rezervinin ve %1.14'lük de ortalama tenörünün olduğunu belirtirler. Araştırmacılar göre yatak, Geç Kretase'deki Triyas dolomitleri üzerine dalan ofiyolitik serpantin kütlesi üzerinde gelişmiştir. Yatağın ayrışma profili hem yanal hem de düşey değişimlidir. Ana cevher zonundaki limonit zonu profilin tabanında, hematit zonu ise Eosen yaşlı tatlı su kireçtaşlarıyla örtülen yatağın güneyinde ve silisleşmiş horizonun kuzeyindeki limonit üzerinde bulunur. Yatak, az gelişen Ni-silikatlarla önemli bir saprolit zonunun alışılmamış bir yokluğuna sahiptir. Limonit zonu ve serpantinit arasındaki sınır, Mg devamsızlığı gösteren 2mm mesafe üzerinde MgO konsantrasyonları için belirgin bir azalış gösterir. Ana cevher minerali olan götit içerisindeki Ni konsantrasyonları, limonit zonunun tabanına yakın kısımlarda yaklaşık olarak %3 ile en yüksek değere ulaşır. Silis konsantrasyonları, bazı profillerin üst kısmında %80'e varan silisli lateritin en yüksek seviyesindedir. Tropikal iklimde ayrışma ortamı ile ilişkili Çaldağ'daki yüksek su tablası ve serpantinit protolitin birleşimi sonucunda oksitli yatak oluşur. Silis çökeli, mevsimsel olarak artış gösteren silis çökeli

iklimdeki değişimle uyumludur. Dokusal ve jeokimyasal özelliklerin tersine meydana gelen faylanma, cep tipi laterit oluşumu ve çökmenin bir sonucu olarak profil morfolojisi içerisindeki değişimler, laterit gelişiminden sonra ve gelişimi esnasında taşınmaya yardımcı olmaktadır.

Özsoy (2011), çalışma alanı kuzeyinde yaptığı araştırmada lateritin doleritler üzerinde otokton geliştiğini, demirce zengin killi boksitler sınıfına ait olduğunu ve mineral birliği olarak da böhmit, hematit, gipsit, rutil, kaolinit ve kuvars içerdiğini belirtmiştir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışma, başlıca üç bölüm şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bunlar; arazi çalışması, laboratuvar çalışması ve büro çalışmasıdır.

#### **3.1. Arazi çalışması**

İlk aşamada, Türkiye ve Dünya’da mevcut olan lateritik Fe ve Al oluşumları ve çalışma alanı ile ilgili geçmiş yıllarda yapılmış, derleme, rapor, makale ve tez incelemeleri; kamu kurum ve kuruluşları, üniversitelerin kütüphaneleri ve erişim ağı üzerinden derlenmiştir. Bu çalışmalardan da yararlanarak Afyon L26-a3 paftası içerisinde yer alan laterit oluşumlarının yayılımı ve geometrik özellikleri, çevre kayaçları, yataklanma şekli ve ana kayaç-laterit ilişkisi belirlenerek önceki çalışmalarda referans alınarak haritalanmıştır (EK-1). Ayrıca, çevre kayaçları ve laterit oluşumlarının yarmalarından genellikle üstten alta doğru, yer yer de yatay profiller boyunca numune alımı gerçekleştirilerek arazi çalışması tamamlanmıştır.

#### **3.2. Laboratuvar çalışması**

Lateritik oluşumların çevresindeki kayaçlardan alınan 7 adet numunenin SDÜ. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında ince kesitleri hazırlanmış ve bölüm laboratuvarındaki nikon optiphol-POL polarizan mikroskobunda incelenmiştir.

Çalışma alanından derlenen 16 adet lateritik Fe ve Al numunesinin üzerinde X-Işını Difraktometre (XRD) analizi; Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında Cu X-ışın tüplü Bruker D8 Advence XRD analiz cihazı ile 2-70° arasında gerçekleştirilmiştir. Bu numunelerden seçilen 6 adet farklı özellikteki numunenin XRD analizi (ayrıntılı kil analizleri); Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi (TUAM)’nde Shimadzu XRD-6000 model X-ışını difraktometre cihazı (Ni filtreli, CuK $\alpha$  radyasyonlu) kullanılarak yapılmıştır.

Analizlerde 40 kV (voltaj) ve 30 mA (akım) difraksiyon değerleri seçilmiştir. Numuneler 2°/dak.'da taranarak 2°-70° (2θ) goniometre kırınım açısı aralığının da 2000 cps (intensity) pik yoğunluğunda analiz edilmiştir.

XRD incelemeleri için 6 adet farklı özellikteki ayrılmış numune ile ana kayaç olduğu düşünülen dolerit numuneleri analize hazırlanmıştır. XRD analizleri tüm kayaç ve kil boyutu incelemeleri olarak 2 bölümde yürütülmüştür. Tüm kayaç incelemeleri yapılacak numuneler, XRD incelemeleri için -250 µm tane boyutuna öğütülmüştür. Tüm kayaç XRD incelemeleri sonucunda farklı mineralojik bileşim gösteren numunelerde kil boyutu incelemeleri yapılmıştır. Kil boyutu incelemeleri için kırılmış numunelerden yönlendirilmiş numuneler hazırlanmıştır. Bunun için -250 µm tane boyutuna getirilmiş yaklaşık 20-30 gr numune, 1000 cc'lik cam veya polietilen ölçekli bir kaba konularak tartılır. Sonra 55 cc saf su eklenir ve mekanik karıştırıcı ile yaklaşık 10 dk (1500 dk-1) karıştırılır ve 20 °C'de 1 saat sedimentasyon için tozsuz bir ortamda bekletilir. Üstteki berrak seviye boşaltılır. Daha sonra süspansiyonun yüzeyinden itibaren 5cm derinlikten 5-10ml kadar solüsyon pipetle çekilerek analiz için saklanır. Bu şekilde sadece <2µm boyutlu taneler elde edilmiş ve kil mineralleri bakımından maksimum zenginlik sağlanmış olunur. Hazırlanan yönlendirilmiş numunelere bir dizi standart tali işlemler uygulanarak kil minerallerinin özellikle düşük 2θ açı bölgesindeki bazal kırınımalarında yapay değişimler meydana getirilmeye çalışılmıştır. Bu yapay değişimlerin sistematik incelenmesi ile kırınım profilleri benzer kil minerallerinin birbirinden ayırt edilmesi ve kesin tanımlaması yapılmıştır. Yönlendirilmiş numunelere aşağıdaki standart işlemler uygulandıktan sonra XRD çekimi yapılmıştır (Brindley ve Brown, 1980).

**a) Etilen glikol ile muamele:** Etilen glikol (sıvı veya parça) içeren ağzı açık bir kabın yerleştirildiği etüvde (60 °C ısıya ayarlanmış) en az 1 saat bekletilmesi ile gerçekleştirilir. Ancak bu işlem sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, etüvden alınan numunenin kısa ve her zaman aynı zaman aralığında XRD analizinin yapılmasıdır.

**b) 550 °C 'de ısıyla muamele:** Isıl işlemler etilen glikol işlemine tabi tutulmuş aynı numunenin sıcaklığı hassas ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) fırında en az 1 saat bekletilmesi ile

gerçekleştirilir. Burada da ısıtıl işleminden sonra 15–20 dakika kadar numune soğuduktan hemen sonra XRD analizinin yapılması önemli bir husustur.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) incelemeleri için 250-300 Å'da ince altın filmle kaplaması yapılan 6 adet örneğin, A.K.Ü. Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi (AKÜ-TUAM)'ndeki LEO VP-1431 model taramalı elektron mikroskopunda tanımlamaları yapılmıştır.

Sahadan alınan 16 adet lateritik Fe ve Al numunesinin ACME-Kanada Laboratuvarlarında ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemi ile anaoksit ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ve iz element (Cr, Ni, Co, Pt, Os, Pd, Au, Sr, Zr, Cu, Zn, Pb, Th, Ba, Rb, Ga, Y, U) analizleri yapılmıştır.

### **3.3. Büro çalışması**

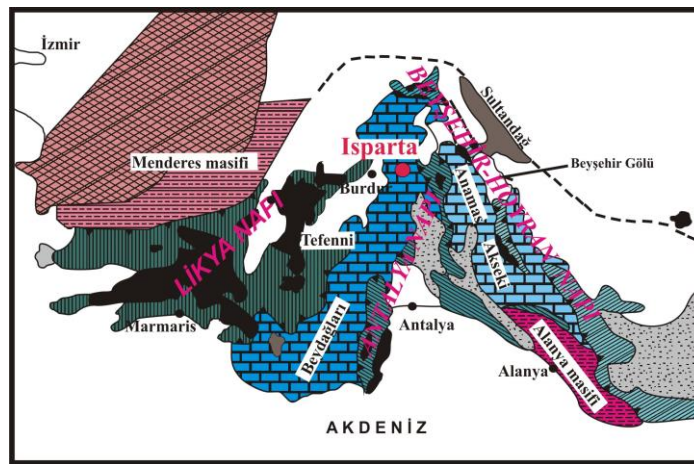
Son aşama olarak sahadan ve laboratuardan elde edilen bütün veriler tablo ve grafiklere yerleştirilerek lateritik oluşumların jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve oluşumu yorumlanarak yüksek lisans tez raporu haline getirilmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Genel Jeoloji

#### 4.1.1. Bölgesel Jeoloji

Bölge bugünkü konumunu Alpin orojenezi ile kazanmış ve Ketin (1966) tarafından Toridler olarak tanımlanan tektonik birlik içinde yer almaktadır. Blumenthal (1963) ve Koçyiğit (1981) tarafından "*Isparta Büklümü*", Brunn (1976) ve Şengör (1980) tarafından "*Isparta Açısı*" olarak adlandırılan bölge, Antalya Körfezi kuzeyinde yaklaşık ters "V" şeklinde bir görünüm sunar (Boray vd., 1985; Şengör, 1980) (Şekil 4.1.). Bölge K-G yönünde yaklaşık 180km, D-B doğrultulu ve 100km genişliğindedir (Yağmurlu vd., 1997). Kuzey kesimi "Göller Bölgesi" olarak da anılan Isparta Büklümü, Denizli, Fethiye, Antalya, Alanya, Akseki, Ahırılı, Seydişehir, Beyşehir, Akşehir, Çay, Afyon, Sandıklı ve Çivril ile sınırlanır (Koçyiğit, 1983). Bölge batıdan Burdur–Fethiye fay zone, doğudan ise Akşehir–Sultandağ fayı tarafından sınırlanır. K-G uzanımlı Eğirdir-Kovada grabeni, Isparta Açısını iki farklı bölgeye ayırır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi Eğirdir–Kovada grabeninin batısında bulunan Mesozoyik karbonatları Beydağları otoktonunu, grabenin doğusunda gözlenen otokton karbonatlar ise, Akseki-Anamas istifini oluşturmaktadır (Poisson vd., 1984; Şenel, 1984; Yağmurlu vd., 1997, 2000; Poisson vd., 2003). Isparta Açısının kuzeyinde kalan ve çalışma alanının içinde bulunduğu kesim "*Toros Karbonat Platformu*" olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.1. Isparta açısının genelleştirilmiş jeoloji haritası (Juteau, 1980)

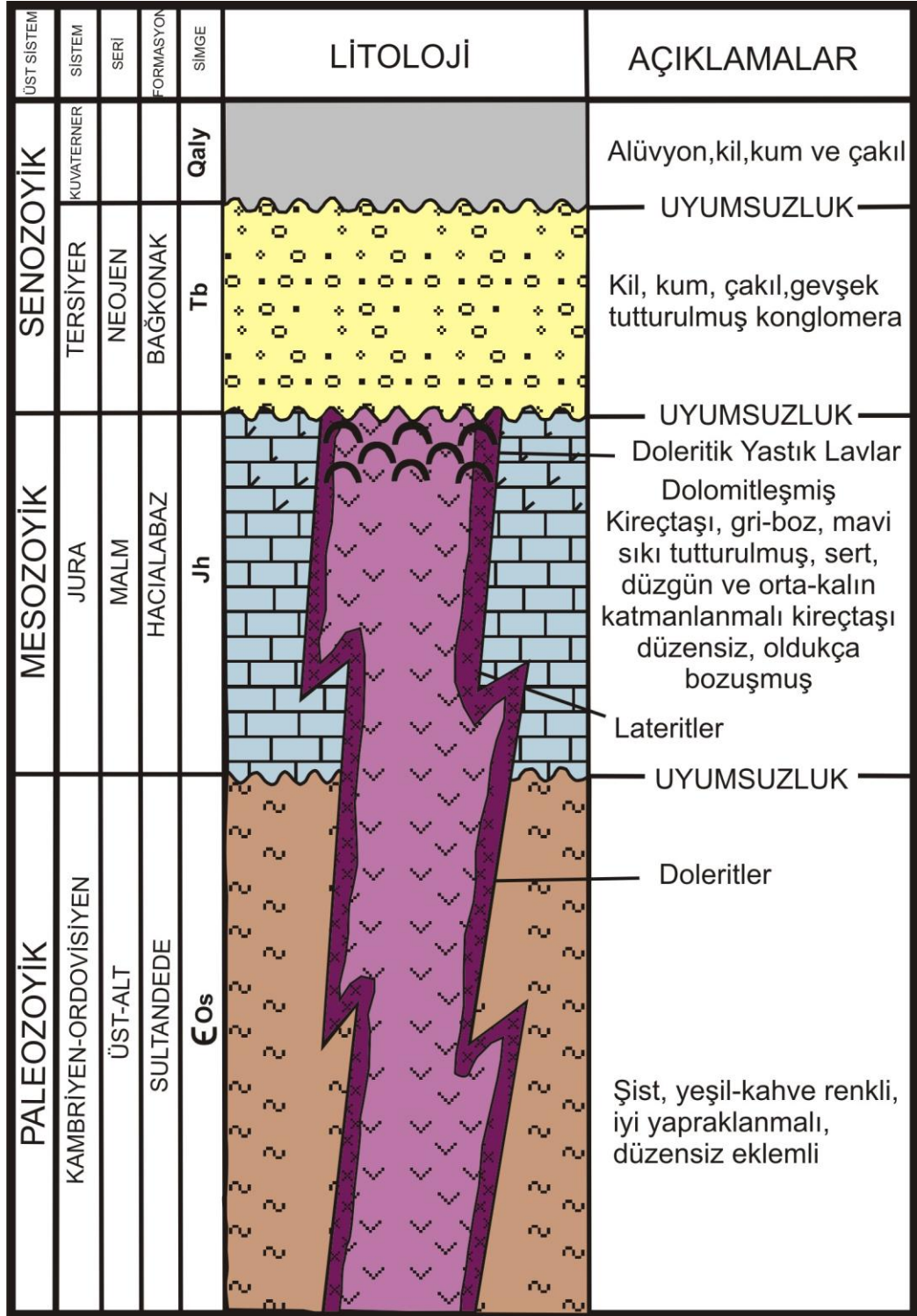
## 4.2. İnceleme Alanının Jeolojisi

### 4.2.1. Stratigrafi

İnceleme alanı, Isparta Büklümünün kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 4.2). Sahanın jeolojik birimlerini; Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı epimetamorfik kayalardan oluşan Sultandede formasyonu, bunun üzerine açısız uyumsuz olarak gelen kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Jura yaşlı Hacıalabaz formasyonu ve bütün bunları uyumsuz olarak örten Neojen yaşlı çökeller (Bağkonak formasyonu) ve alüvyon oluşturmaktadır. Ayrıca, Sultandede ve Hacıalabaz formasyonlarını kesen dolerit daykları ve üzerlerinde gelişen lateritler mevcuttur (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. İnceleme alanının genel görünümü (Sücüllü mevki girişi)

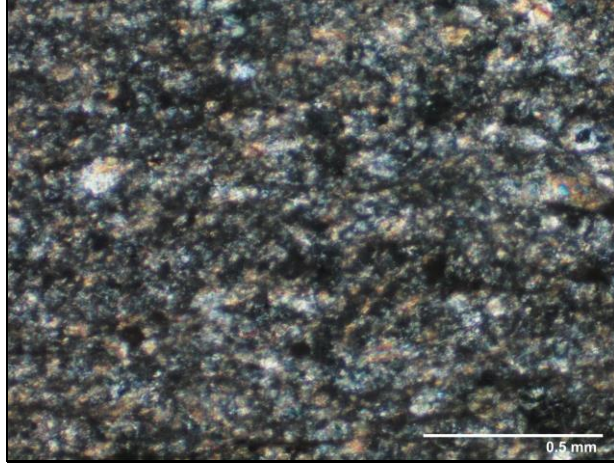


Şekil 4.3. Çalışma alanının stratigrafik sütun kesiti

#### 4.2.1.1. Sultandede Formasyonu (EO<sub>s</sub>)

Blumenthal (1947) bu birimi ‘‘Seydişehir Şisti’’ olarak adlandırırken, Brunn ve diğ., (1971), ‘‘Seydişehir Formasyonu’’ olarak isimlendirmiştir. Afyon-Heybeli dolayında jeotermal olanakları araştıran Erişen (1972) ise bu şistleri ‘‘Sultandede Yeşilşist Formasyonu’’ olarak adlandırmıştır. Seydişehir dolayında çok sınırlı yayılımı olan birim, en tipik Sultandede mevkiinde yzeylendiğinden bu adlanmaya gidilmiştir (Demirkol ve diğ., 1977). Sultandede formasyonu inceleme alanında; Kasnakbaşı ve Uzunali tepeleri ve eteklerinde, KB-GD doğrultulu yayılım göstermektedir. Sultandede formasyonunun litolojileri, düzlemsel ve çizgisel tektonik yapıları kazanmış, yapraklanmalı ve çok evreli kıvrımlanmaya uğramıştır. st Kambriyen-Alt Ordovisiyen yaşlı Sultandede formasyonu içindeki kumtaşı tabakalarının alt kısımlarında kanal, oygu-dolgu yapılarına, tabaka ilerinde paralel, çapraz ve konvolüt laminasyonlara sık rastlanmaktadır. Ayrıca, birimin şeyl-kumtaşı dereceli tabakalı dentritik kireçtaşı ardalanması şeklinde gelişmesi, bunlara merceksel ve kanal geometrili konglomera ve kalsirudit tabakaların eşlik etmesi, oluşuğun türbiditik akıntılarının etkisi olduğu bir kıta yamacında veya eteğinde çökeldiğini kanıtlamaktır (Eren, 1990).

Sultandede formasyonu; şeyl, metakumtaşı, metasilttaşı, sleyt gibi epimetamorfik kaya topluluklarından oluşur. Formasyonun kaya birimleri; yeşilimsi boz, kahve, siyah renkli, ince dokulu, yapraklanmalı, eklemli ve kuvars damarlıdır. Taze yüzeyleri kahverengi ve yeşil, ayrışma yüzeyi ise boz ve sarı renklidir. Bölgeden alınan numuneler üzerinde yapılan ince kesit incelemelerinde, düşük derecede metamorfizma geirmış çok ince taneli kuvars, klorit, feldspat ve yer yer de az miktarda opak mineralleri belirli bir yönlenme sunduğu gözlenmiş olup metakilttaşı olarak adlandırılabilir (şekil 4.4). İkincil çatlaklar boyunca kalsit yığışımı görülmektedir. Bölgede en yaşlı birim olan Sultandede formasyonunun toplam kalınlığı 1000m’nin üzerinde olup alt dokanağı çalışma alanında gözlenmemektedir. st dokanağı ise Hacıalabaz formasyonu ile uyumsuzdur. Birimin yaşı önceki çalışmalarda fosil içeriğine göre st Kambriyen-Alt Ordovisiyen olarak belirtilmiştir (zgl ve Gedik, 1973; Demirkol vd., 1977).



Şekil 4.4. Çok düşük derecede metamorfizma geçirmiş metakiltaşına ait ince kesit görünümü (Çift Nikol, 5x10X)

#### 4.2.1.2. Hacılabaz Formasyonu (Jh)

Demirkol vd., (1977)'ne göre birim adını geniş yayılım gösterdiği Hacılabaz Dağından almıştır. Araştırmacılar, yer yer dolomitik kireçtaşları ile aralanmalı görünen birim ölçülü stratigrafi kesitlerinde 174m ile 218m kalınlık vermiştir. Ancak kimi yerde 300m dolayındadır (Demirkol vd., 1977). Birim, orta-koyu grimsi renkli, mikritik dokulu, sıkı tutturulmuş ve çok sert olup, düzgün orta-kalın katmanlanma gösterir (Şekil 4.5). Birimin uzanımı KB-GD doğrultusundadır. Birim tektonizmanın etkisiyle kırık ve çatlaklı yapı kazanmıştır. Kırık ve çatlaklar ikincil kalsitle doldurulmuştur. Hacılabaz formasyonundaki koyu gri kireçtaşlarının yoğun eklemli kesimlerinde karstik boşluklar gözlenmektedir (Şekil 4.6). Hacılabaz kireçtaşı tümüyle karbonat şeklinde durdurulmuş, ancak çökelme ortamının düzensizlikleri nedeniyle istifler değişik ve hatta eksik olabilmektedir. Karbonat şeklinde yer alan mikrit düzeyli su verimliliği 40m'den çok olduğu için düşük enerjili ortamı simgelemektedir (Demirkol vd.,1977). Hacılabaz formasyonu inceleme alanında Paleozoyik şistler üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Formasyonun üzerine ise uyumsuz olarak Neojen çökelleri gelmektedir. Yağmurlu (1991) Hacılabaz kireçtaşlarını Jura yaşlı olarak belirtmiştir.



Şekil 4.5. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarının görünüşü

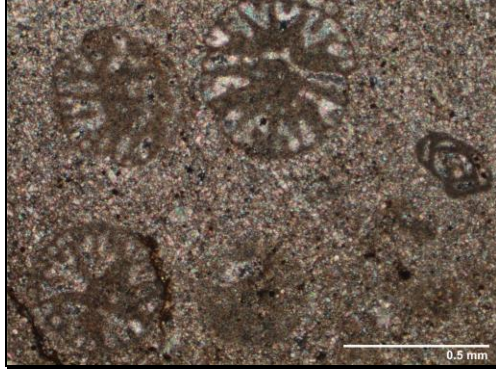


Şekil 4.6. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarında gözlenen karstik boşluklar ve eklem takımları (Koordinat: 41477/46455)

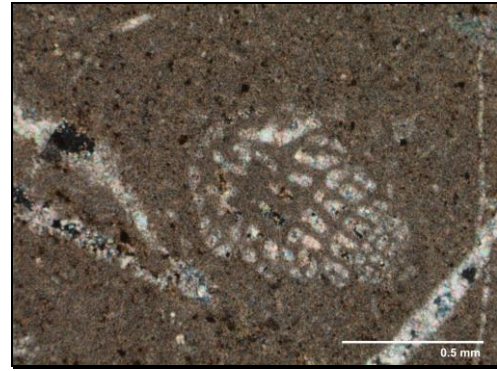
Bölgeden alınan numuneler üzerinde yapılan ince kesit incelemelerinde iki seviye gözlenmiştir. Bunlar;

1. **Seviye:** Mikritik kalsitlerden oluşan matriks içerisinde dağılmış öz şekilli-yarı öz şekilli dolomit kristallerine ve fosil kavkalarına (terliksi yapıda)

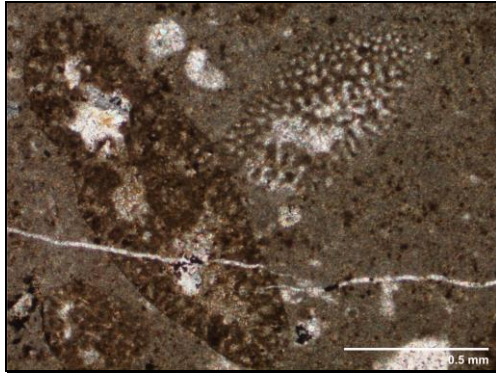
rastlanılmıştır (şekil 4.7). Bunlara fosilli dolomitik kireçtaşı da denilebilir. Ayrıca, bu kristaller arasında ince uzun yer yer gelişmiş  $Fe_2O_3$  oluşumları söz konusudur.



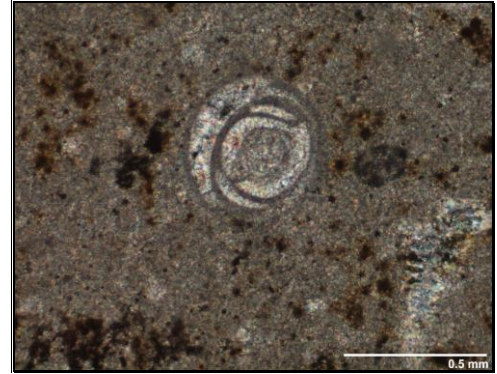
(a)  
(Cuneolina sp. taban kesiti)



(b)  
(Textularia sp.)



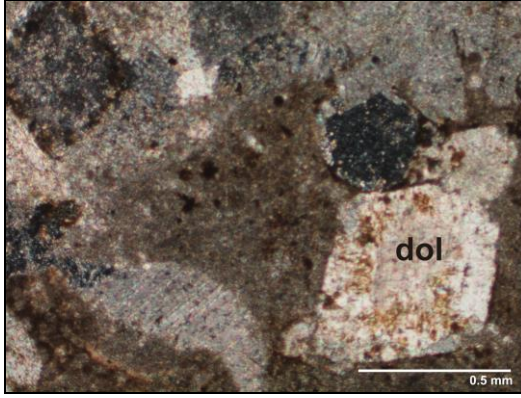
(c)  
(Orbitolina sp.)



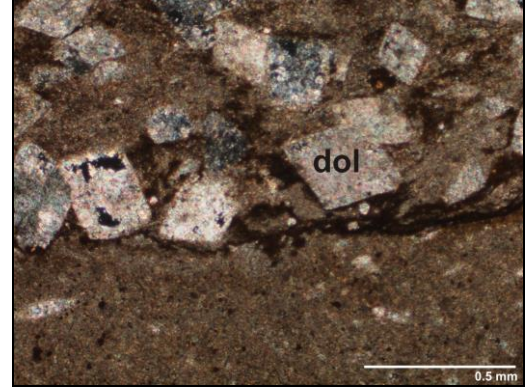
(d)  
(Miliolid sp.)

şekil 4.7 (a-b-c-d). Mikritik kalsitlerden oluşan matriks içerisinde dağılmış fosil kavkıları (Cuneolina sp., Textularia sp., Orbitolina sp., Miliolid sp.) ve kalsit dolguları (ift Nikol, 5x10X)

- Seviye:** Kalın damar şeklinde biyomikritik kireçtaşı içerisinde iri dolomit kristalleri (şekil 4.8), çok ince spar-kalsitle dolu kılcal çatlaklar, yer yerde spar-kalsitlerden oluşan yamalar ve kılcal çatlaklar boyunca kayaç içerisine yayılmış ince kıvrımlı yapıda FeO oluşumları söz konusudur (şekil 4.9). Bunlara dismikritik alanlarda denilebilir. Bazı alanlar ise breşik yapı sunmaktadır (şekil 4.10). Burada tektonik bir zonun varlığı dışunılmaktadır

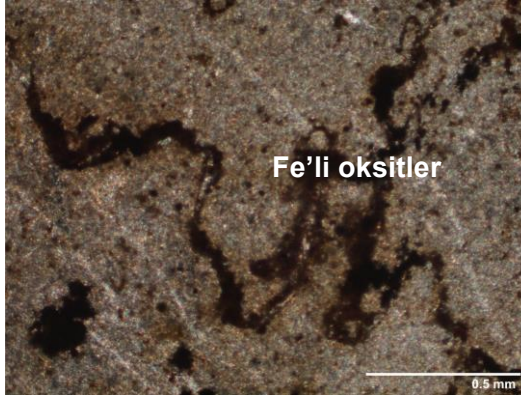


(a)

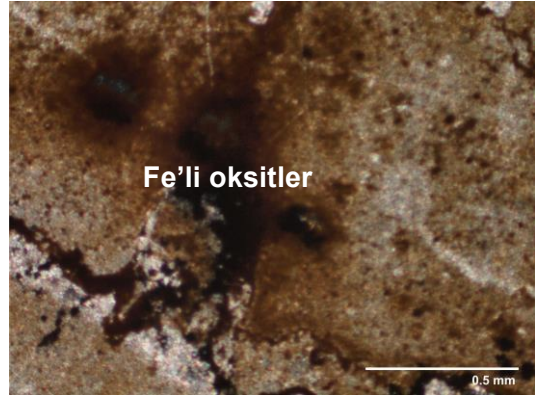


(b)

Şekil 4.8 (a-b). Biyomikritik kireçtaşı içerisinde iri dolomit (dol) kristalleri (Çift Nikol, 5x10X)

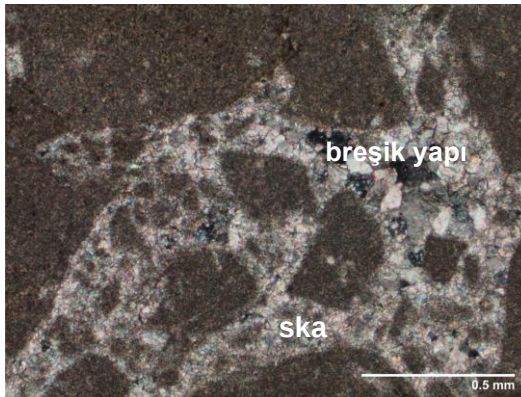


(a)

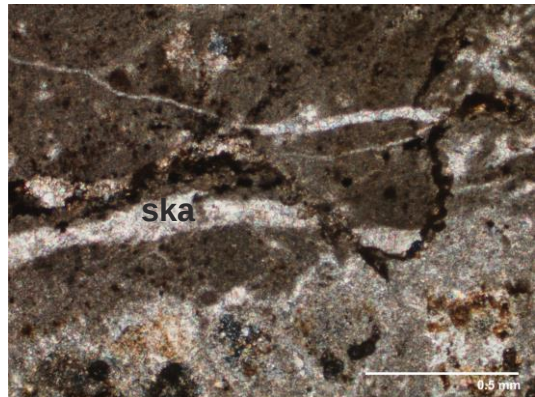


(b)

Şekil 4.9 (a-b). Kılcal çatlaklar boyunca kireçtaşı içerisine yayılmış ince kıvrımlı yapıda Fe'li oksit oluşumları (Çift Nikol, 5x10X)



(a)



(b)

Şekil 4.10 (a-b). Çok ince spar-kalsitle (ska) dolu kılcal çatlaklar ve spar-kalsitlerden oluşan yamalarda gözlenen breşik yapı (Çift Nikol, 5x10X)

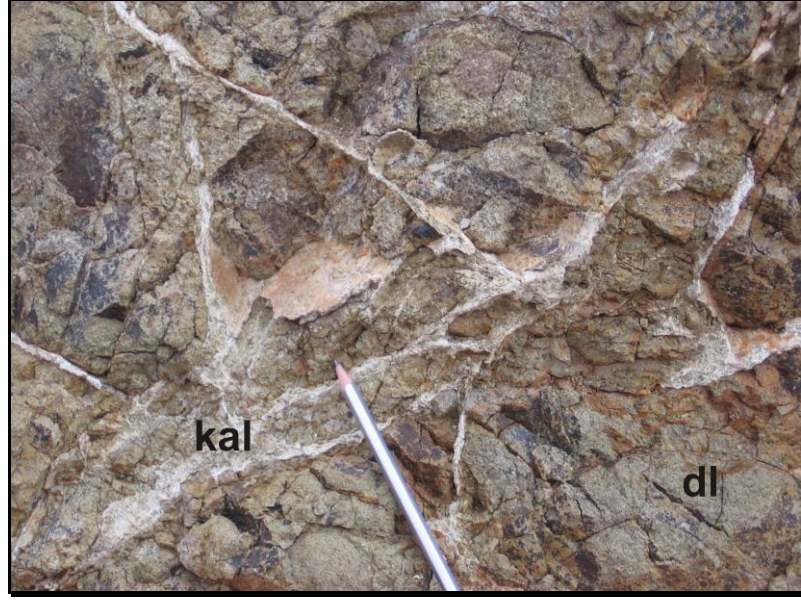
#### 4.2.1.3. Dolerit, Yastık Lav ve Laterit (Tr?)

Doleritler, çalışma alanı içerisinde bölgenin K ve KD'sunda yersel mostralara şeklinde görülmektedir (Şekil 4.11). Bunlar, Sultandede ve Hacıalabaz formasyonlarını dayk şeklinde keserler.

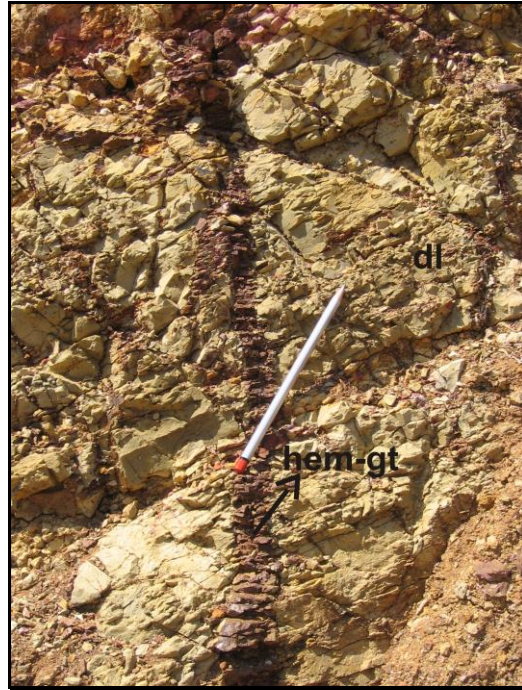


Şekil 4.11. Hacıalabaz kireçtaşı (Jh) ile doleritlerin (dl) dokanağı  
(Koordinat: 40199/46932)

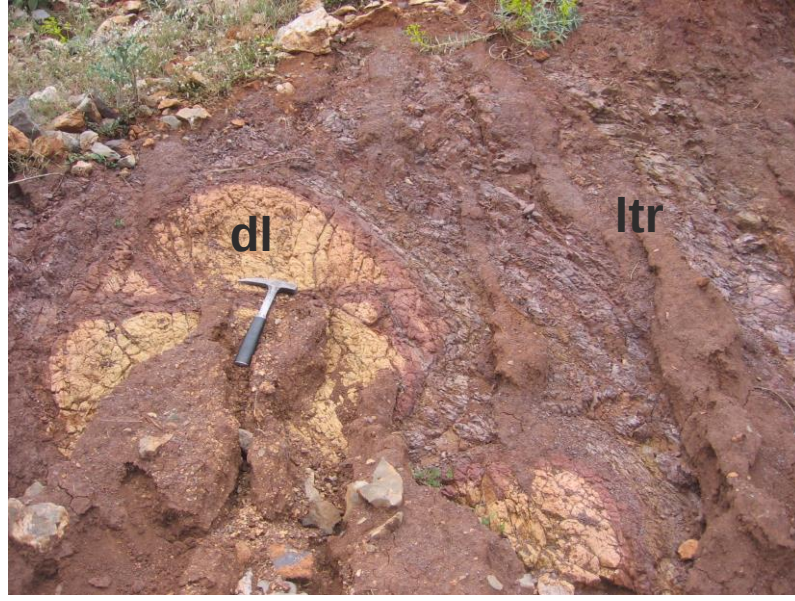
Araştırılan alanda KB-GD doğrultusunda, 15-20km'lik bir uzanım ve 30-40m kadar kalınlığa sahip olan bu dolerit dayk, arazide açık yeşil, yeşilimsi, siyah renkli, bol ikincil kalsit damarlı ve hematit damarlı ve çok fazla ayrılmış olarak izlenir (Şekil 4.12-4.13). Ayrıca, yastık lavlar içerisinde kireçtaşı çakılları da gözlenir (Şekil 4.14).



Şekil 4.12. Doleritin (dl) çatlaklarında gözlenen ikincil karbonat (kal) gelişimi (Okkalar mevki)



Şekil 4.13. Doleritler (dl) içerisindeki ikincil kırıklara hematit-götit (hem-gt) yerleşimi (Ocak-2)

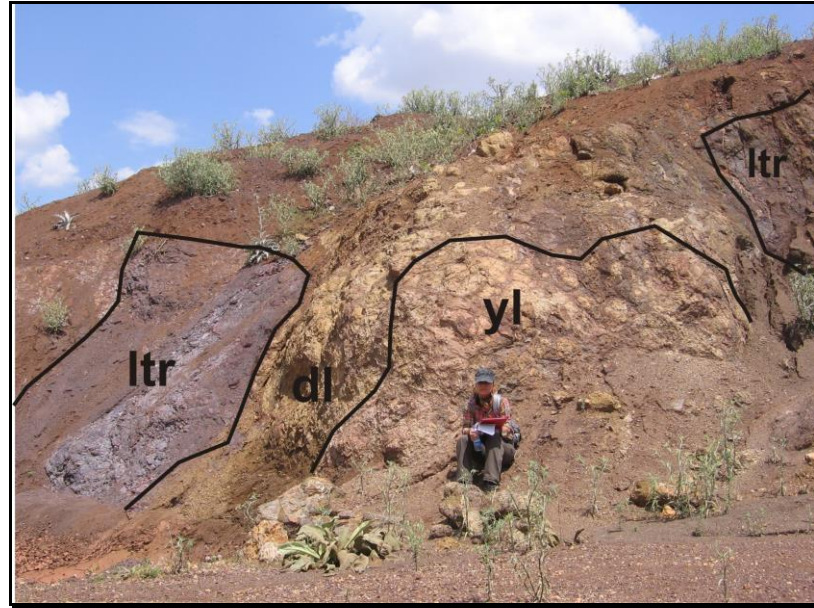


Şekil 4.14. Lateritler (ltr) içerisindeki yastık lav görünümlü doleritler (dl)  
(Koordinat: 40511/46970)

Doleritlerin gözleendiği her kesimde lateritler de bu birimin ayrışmasına bağı olarak ortaya çıkar. Doleritlerin yaşı; çevre kayalar ile olan ilişkilerine ve Jura yaşı Hacıalabaz formasyonunun tabanındaki konglomeralarda bulunan dolerit çakılları nedeni ile olası Triyas olarak düşünölmüştür. Nitekim, Eren (1990) 'de doleritlerin Triyas yaşı olduğunu belirtir. Doleritin bozuşmasıyla ortaya çıkan lateritler, sahada demir ve alüminyumca zengin olup Hacıalabaz formasyonunun içerisinde dolerit ve yastık lavlarla beraber bulunur (Şekil 4.15). Bunlar, sahada kahverengimsi, vişneçürüğü, kırmızımsı ve bordomsu renkler, bazı zonlarında ise siyaha yakın renkler sunmaktadır (Şekil 4.16).



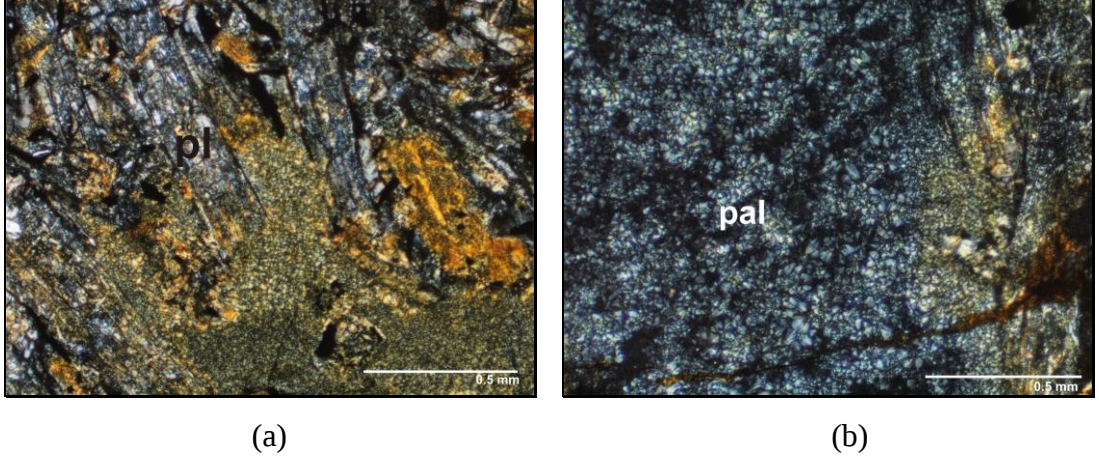
Şekil 4.15. Hacılaz formasyonu (Jh) içerisindeki kireçtaşı ile yastık lav (yl) ilişkisi (Ocakların batı kesiminde)



Şekil 4.16. Yarmada lateritlerin (ltr) dolerit (dl) ve yastık lavlarla (yl) ilişkisi (Ocak-2 karşısı)

Bölgeden alınan numuneler üzerinde yapılan ince kesit incelemelerinde; oldukça altere olmuş doleritler içerisinde bol plajyoklaslı ve palagonitli oluşumlar (Şekil

4.17), küçük öz şekilsiz opak mineraller ve özellikle de plajioklasların kenar kısımlarında ince bir zar şeklinde gelişmiş Fe’li oksit oluşumları görülmektedir. Yer yer karbonatlaşmalar ve kloritleşmeler mevcuttur. Hidrobiyotite dönüşümler de söz konusu olabilir. Ayrıca, bazı palagonit oluşumları ışımsal bir dizilim göstermektedir.



Şekil 4.17 (a-b). Altere olmuş doleritler içerisinde bol plajioklaslı (pl) ve palagonitli (pal) oluşumlar (Çift Nikol, 5x10X)

#### 4.2.1.4. Bağkonak Formasyonu (Tb)

Formasyon adını, birimin geniş alanlar kapladığı ve tipik olarak gözlendiği Bağkonak kasabasından alınmıştır. Çalışma alanında Sücüllü çevresinden başlayarak güneye doğru Yalvaç, Özgüney, Özbayat, Kuyucak, Bağkonak, Kozluca ve Dedeçam’a kadar uzanan bir alanda gözlenmektedir. Kırmızı renk az tutturulmuş birim için tanıtman özelliğidir. Üst dokanağında ise uyumsuz olarak alüvyon yer almaktadır. Çakıl boyutunda taneler köşeli az yuvarlaklaşmış ve kötü boylanmalıdır (Şekil 4.18). Çakıl bileşenleri kireçtaşı, şist ve temele ait diğer kayalardan oluşmuştur. Bağkonak formasyonu egemen olarak alüvyal yelpaze ortamını yansıtan kaba taneli ve kötü boylanmalı çakıltaşı ile kumlu kireçtaşı ve çamurtaşı ara katkılarında oluşmaktadır (Yağmurlu, 1991). Katmanlanma belirgin değildir. Birimin içerisinde çapraz katmanlanma, akarsu fasiyesine geçen bölümlerde ise kanal dolguları gözlenir. Birim inceleme alanında Hacılabaz formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelir. Birim içerisinde çakıltaşları ile girift olan marn ve

kiltaşları içinde yaygın olarak *Planorbis sp.* ve *Limnea sp.* gibi Gastropodların yanısıra, yaprak izleri bulunmuştur (Yağmurlu, 1991). Bu fosillerin yaşı Neojendir.



şekil 4.18. Bağkonak formasyonuna ait kötü boylanmış çakıltaşı ve çamurtaşlarının görünümü

#### 4.2.1.5. Alüvyon (Qaly)

Alüvyon malzemeye daha çok vadilerde ve dere yataklarında rastlanmaktadır. Kil, kum ve çeşitli boyutta çakıl içeren alüvyon malzeme, akarsuların nispeten dayanımsız kesimlerden aşındırıp taşıdığı materyalleri düşük eğimli yerlerde çökeltmesi sonucu oluşmuştur. Çakıl taneleri, genellikle Sultandede formasyonuna ait fillit ve kuvarsit gibi kayaç blokları ve Hacıalabaz karbonat kayalarından oluşmaktadır.

### 4.3. Yapısal Jeoloji

Isparta Açısı olarak adlandırılan bölgenin D-KD kesiminde kalan çalışma alanı, birçok orojenik ve tektonik hareketlerden etkilenmiştir. Çalışma alanının içerisinde bulunduğu bölgede Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin orojenez fazlarının etkileri gözlenmektedir. Bölge bugünkü şeklini ise Alpin orojenezi sonrası kazanmıştır

(Abdüsselamoğlu,1958). Toros kuşağının içerisinde bulunduğu Alp-Himalaya orojenezinin şekillenmesi Tetis okyanusuna yaklaşması ve kapanmasına dayandırılmaktadır (Dewey vd., 1973). Çalışma alanı içerisinde Jura-Kretase yaşlı birimler olarak gözlenen dolomit ve kireçtaşlarının varlığı, bölgede derin bir denizin bulunduğunu düşündürmektedir.

**4.3.1. Kıvrımlar:** Paleozoyike ait temel kayaları etkileyen Hersiniyen orojenez fazları temel kayaların yapısal konumlarını bölgesel ölçekte etkilemiştir. Sultandağ'ın morfolojik gidişine uygun olarak eksenleri, yaklaşık KB-GD doğrultusundadır. Mesozoyik'te daha yaşlı temel kayalarını transgresyonla örten Hacıalabaz kireçtaşı temelin yapısal çatısına uymuştur. Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı temel kayalarda kapalı kıvrımlar bulunmaktadır (Demirkol, 1986).

**4.3.2. Faylar ve eklemler:** Genelde göreceli otokton (para - otokton) özellikte olan Toros Karbonat Platformu, değişik jeoloji zamanlarında stratigrafik boşluklar sunmakla birlikte, Isparta Açısı civarında Kambriyen öncesinden Üst Eosen'e kadar değişik yaş ve özellikte kaya türlerinden oluşmuş istifler sunar (Koçyiğit, 1981). Koçyiğit (1983)'e göre bölge Orta ve Üst Alpin orojenezinden etkilenmiş olup, ortamı etkileyen egemen gerilim türü ve onların neden olduğu yapısal ve sedimanter oluşumlara göre, bölgede çok yalın olarak üç tektonik dönem ayırtlanmıştır. Bunlar:

*Eski Tektonik Dönem;* Liyas-Maestrihtiyen aralığında duraylı uzun bir dönemde geçmiş ve Hoyran karbonat platformu gelişmiştir. Bu zaman aralığında etkinliği gittikçe artan çekme tektoniği evresi oluşmuş ve karbonat platformu parçalanmaya başlamıştır. Üst Lütesiyen sonunda sıkışma tektoniği egemen duruma geçmiş ve sonuçta ofiyolitli karışık naplı platform üzerine yerleşmiştir.

*Geçiş Dönemi;* Üst Lütesiyen sonu ile ortamın tümüyle karasallaştığı Orta Oligosen arasındaki dönemi kapsar. Bu dönemde sıkışma tektoniğine bağlı olarak yükselme, çekme tektoniğinin egemen olmasıyla da yerel su üstü olma, aşınım ve molas oluşumu gerçekleşmiştir. Orta Oligosen sonunda daha düşük etkiye sahip ikinci bir sıkışma tektoniği evresi oluşmuş, sıkışma tektoniği rejimi çekme tektoniği rejimine dönüşmeye başlamıştır.

*Yeni Tektonik dönem (Neotektonik Dönem);* Orta Oligosen sonundan günümüze kadar gerçekleşen çekme tektoniği dönemidir. Bu dönemde bölgesel kabarma, blok faylanma, alkali volkanizma gerçekleşir ve bölge günümüzdeki görünümünü kazanır. Yeni Tektonik dönemde, karasal tortullaşmayla yaşlı volkanizma olayları da etkin olmuştur (Koçyiğit, 1983; 1984).

Bölgede daha önceden araştırma yapmış birçok araştırmacıya göre Isparta Açısı şimdiki konumunu neotektonik dönemde kazanmıştır (Kissel ve Poisson, 1986; Piper vd., 2002; Yağmurlu vd., 2007). Isparta Açısını oluşturan doğu ve batı kanatların birbirlerinin tersi yöndeki rotasyonları, Isparta Açısının apeks bölgesinde D–B yönlü tansiyon kuvvetlerinin ortaya çıkmasına ve bu nedenle K–G uzanımlı Eğirdir–Kovada grabeninin oluşmasına neden olmuştur (Yağmurlu vd., 2007). Ayrıca, çalışma alanı içerisinde gözlenen faylar eğim atımlı ve doğrultu atımlı karakterde olup tümü çalışma alanının doğusunda Hacıalabaz formasyonunda yer almakta ve bu nedenle kireçtaşları bol kırıklı ve çatlaklı bir yapı sunmaktadır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Hacıalabaz formasyonuna ait kireçtaşlarının kırık ve çatlaklı görünüşü

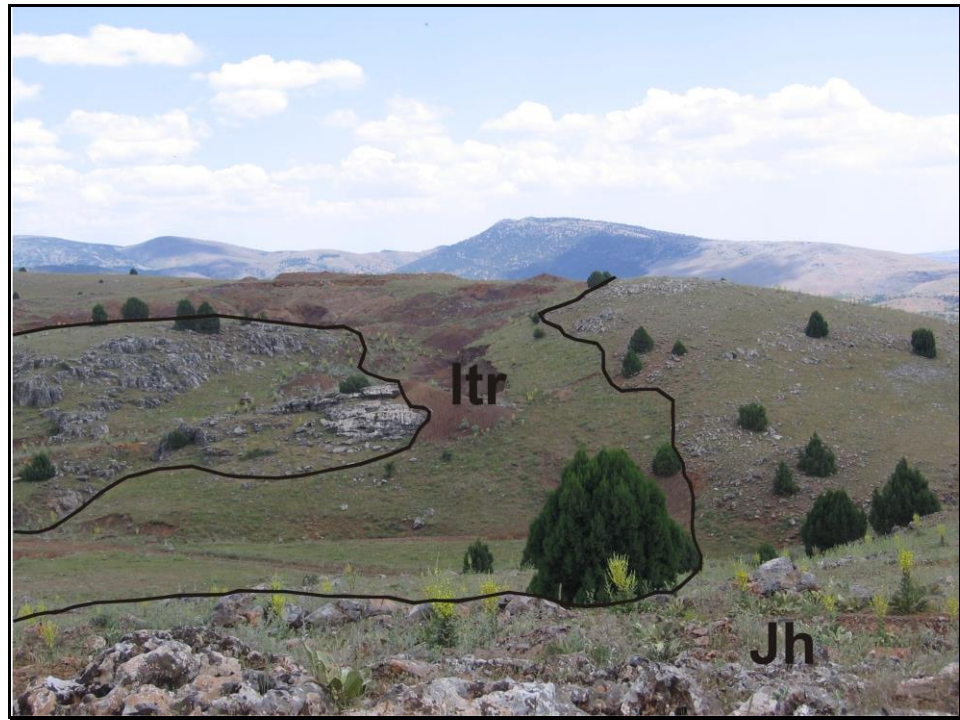
**4.3.3. Uyumsuzluklar:** Çalışma alanının temelinde bulunan Sultandede formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla Hacılabaz formasyonu gelmektedir. Bu iki formasyonu doleritler ve bunların ayrışmasıyla meydana gelen lateritler uyumsuz bir şekilde keserek bulundukları alanlara yerleşmişlerdir. Hacılabaz formasyonunu ise uyumsuz olarak Neojen birimler (Bağkonak formasyonu) ve alüvyon üzerlemektedir.

#### **4.4. Ekonomik Jeoloji**

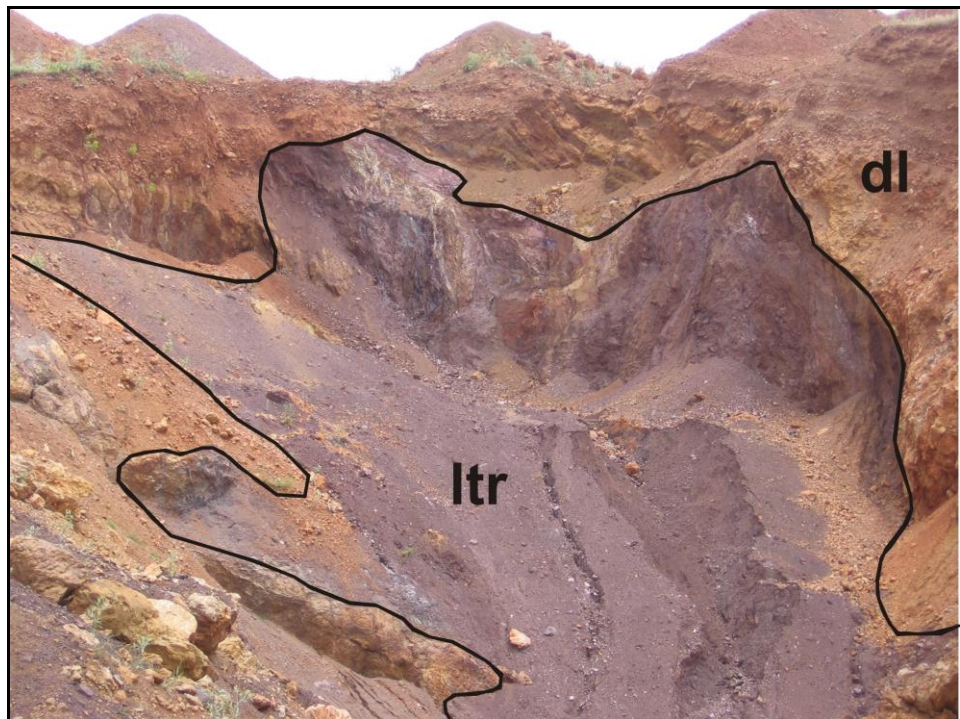
##### **4.4.1. İnceleme alanındaki lateritlerin saha jeolojisi özellikleri**

Bölgedeki lateritleşmeler, KB-GD gidişli bir zon şeklinde kendini göstermekte ve bu zon (lateritleşmeler ve buna bağlı gelişen boksit cevherleşmeleri) Yalvaç (Isparta) kuzeyindeki Hacılabaz dağının güneyinde yer almaktadır (EK-1).

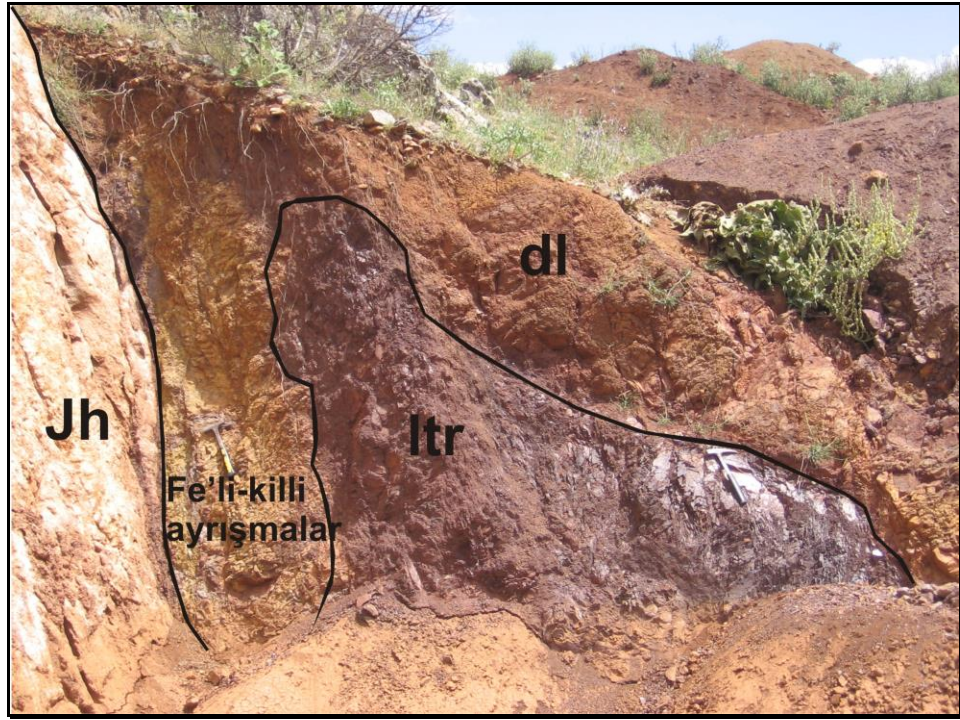
Bu lateritleşmelerin kaynağını, Sultandede ve Hacılabaz formasyonlarını kesen dolerit daykaları oluşturur. Bunlar; bölgenin K ve KD sunda yersel mostralara şeklinde KB-GD doğrultusunda, 15-20km’lik bir uzanıma ve 30-40m’lik bir kalınlığa sahip, arazide açık yeşil, yeşilimsi, siyah renkli, bol kalsit damarlı ve çok fazla ayrılmış olarak izlenirler. Doleritlerin gözleendiği her kesimde lateritler de bu birimin ayrışmasına (birçok jeolojik olayın, iklimsel faktörlerin ve yeraltı sularının etkisiyle bozuşması) bağlı olarak ortaya çıkar. Ayrıca, lateritleşmeler söz konusu doleritlerin hemen üzerinde, yer yer katmanlar şeklinde gerçekleştiği için ‘otokton’ olarak tanımlanmaktadır. İnceleme alanındaki lateritler, demir ve alüminyumca zengin olup Hacılabaz formasyonu içerisinde de KB-GD doğrultusunda yayılım sunarlar. Lateritler, sahada yoğun olarak kahverengimsi, vişneçürüğü ve bordonsu renklerde gözlenirken, bazı zonlarda siyaha yakın renkler de sunmaktadır. Çalışma alanının konusunu oluşturan lateritlerin ve doleritlerin saha içerisindeki farklı açıdan görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.20 a-b-c-d-e-f-g-h).



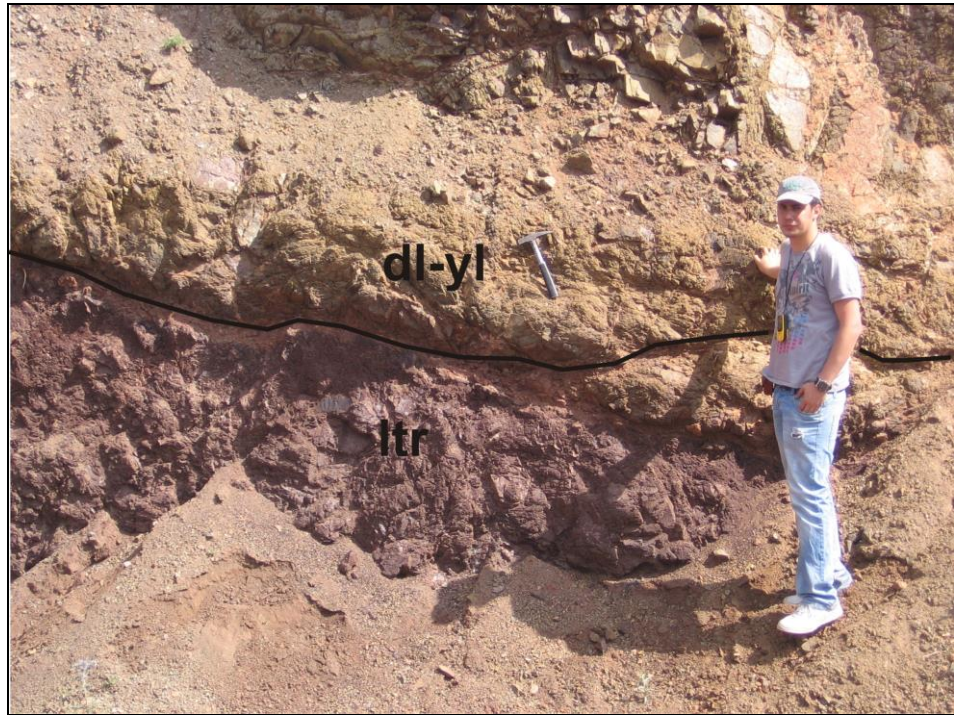
(a)



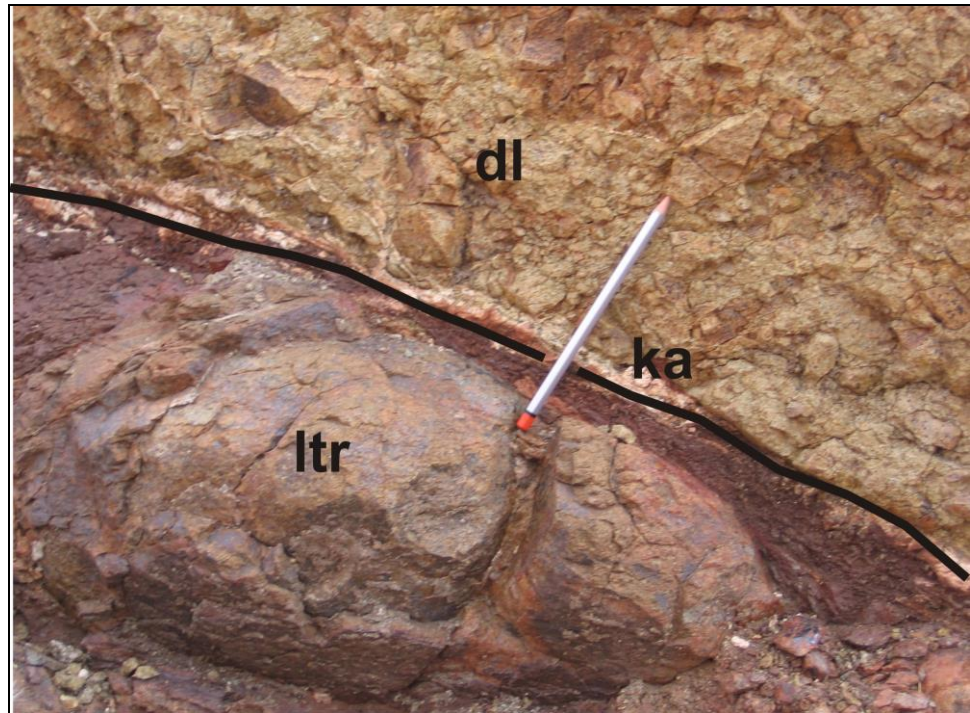
(b)



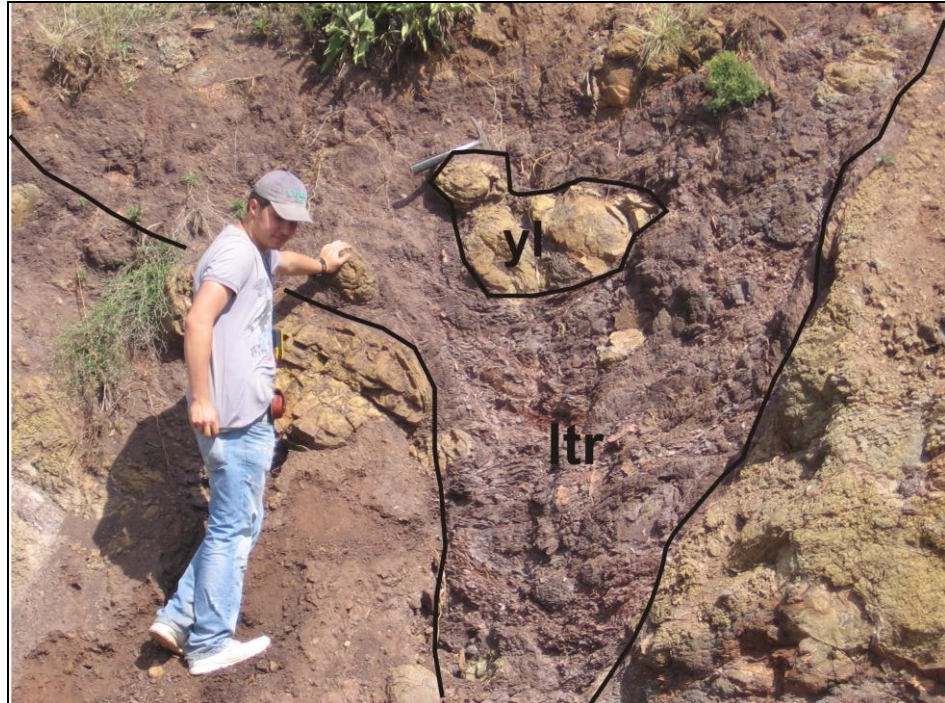
(c)



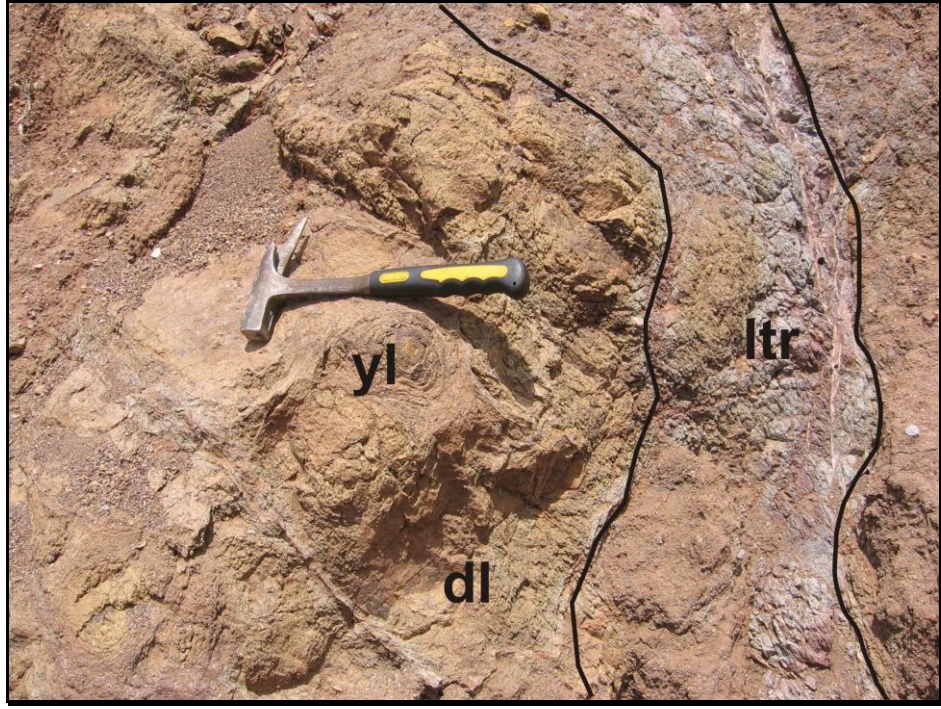
(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

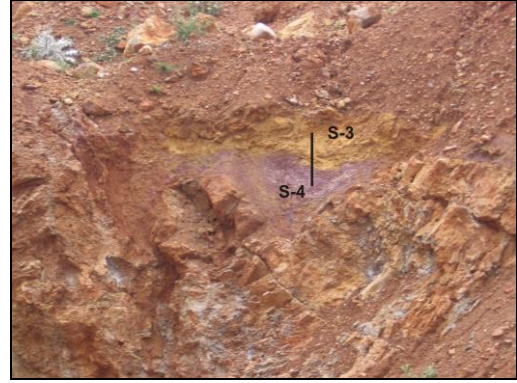
Şekil 4.20 (a-b-c-d-e-f-g). Yarmalardaki laterit (ltr)-dolerit (dl)-yastık lavların (yl) saha görünüşleri

#### 4.4.2. İnceleme alanındaki lateritlerin mineralojisi

İnceleme sahasından derlenen 16 adet lateritik Fe ve Al numunesinin (Şekil 4.21) mineralojik analizleri X-Ray Difraktometre ve Taramalı Elektron Mikroskop yöntemleri ile yapılmıştır. Bu iki yöntem ile elde edilen veriler aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4.21. İnceme anındaki Fe ve al lateritlerden yer yer yatay yer yer düşey numune alımı

#### 4.4.2.1. X-Ray Difraktometre (XRD) analizi

Sahada farklı noktalardan yer yer düşey yer yer de yatay profiller şeklinde derlenen 16 adet lateritik Fe ve Al numunesi için X-Işını Difraktometre analizi ilk olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucu ile lateritlerin mineralojik bileşiminde ağırlıklı olarak kil grubu mineralleri ve hematit bulunmuştur. Ayrıca, bu minerallere; kalsit, anatas, böhmit, diaspor, götit, feldspat grubu mineralleri ile daha az oranlarda ise tridimit, kristaboli, kuvars, mika ve amfibol grubu mineralleri eşlik etmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Sücüllü laterit numunelerinin XRD analiz sonuçları

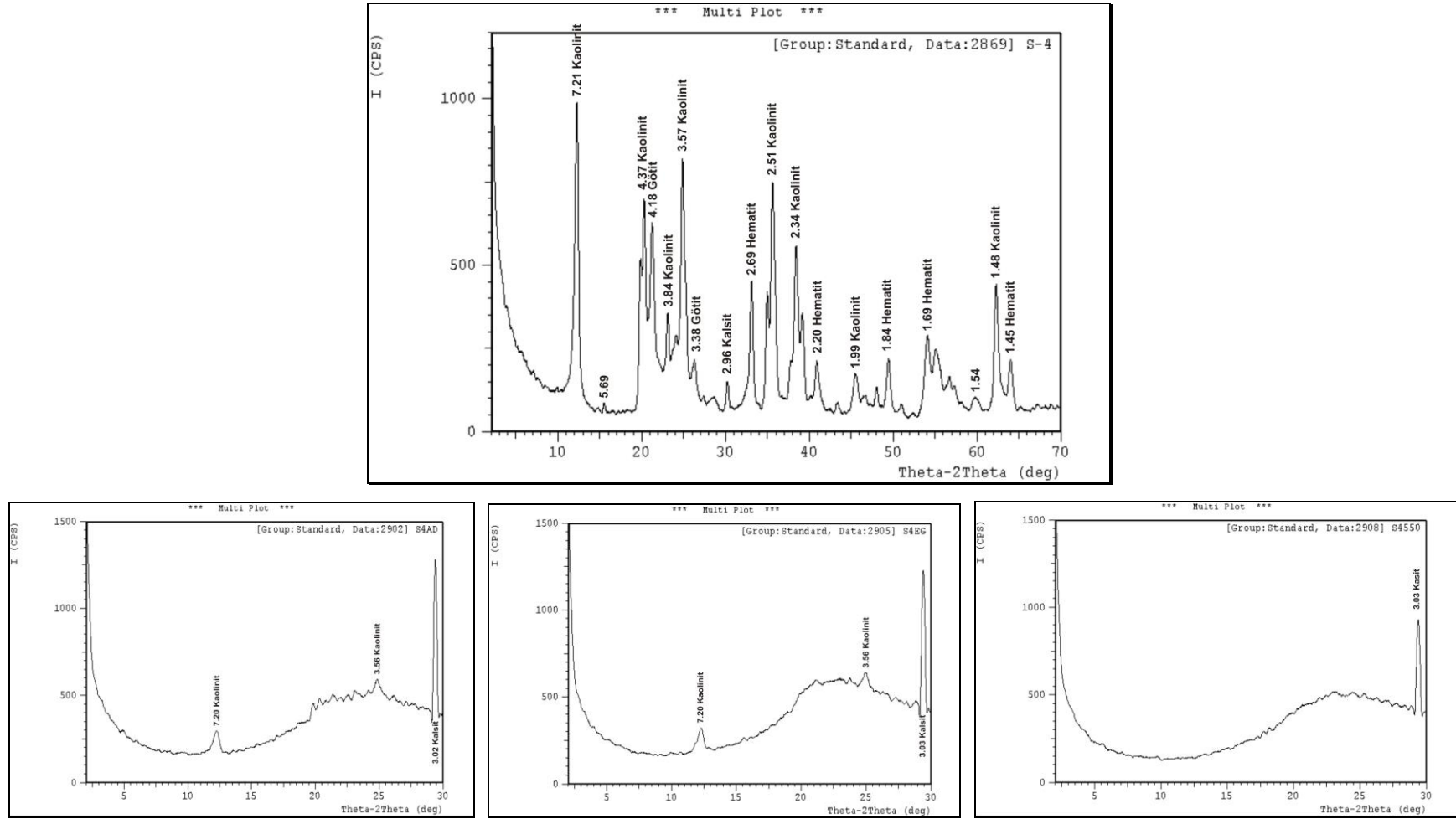
| N. No | XRD Analiz Sonuçları                                                           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
| S-1   | Kil grubu mineraller, hematit, tridimit (çok çok az)                           |
| S-2   | Kil grubu mineraller, hematit, kristaboli (çok çok az)                         |
| S-3   | Kalsit, kuvars (çok az)                                                        |
| S-4   | Kil grubu mineraller, kalsit, hematit (çok az), kristaboli (çok çok az)        |
| S-5   | Kil grubu mineraller, mika grubu mineraller (çok çok az), hematit (çok çok az) |
| S-6   | Feldspat grubu mineraller, kil grubu mineraller,                               |
| S-7   | Hematit, kil grubu mineraller, kuvars (çok az)                                 |
| S-8   | Kil grubu mineraller, anatas, böhmit, hematit                                  |
| S-9   | Kil grubu mineraller, amfibol grubu mineraller (çok çok az)                    |
| S-10  | Kil grubu mineraller, kalsit, hematit, götit                                   |
| S-11  | Kalsit, kil grubu mineraller (çok az)                                          |
| S-12  | Hematit, götit, böhmit, anatas, kil grubu mineraller                           |
| S-13  | Kalsit, kil grubu mineraller, böhmit                                           |
| S-14  | Kil grubu mineraller, anatas, böhmit                                           |
| S-15  | Kil grubu mineraller, diaspor, hematit (çok az)                                |
| S-16  | Kil grubu mineraller, anatas, kuvars (çok az)                                  |

Yukarıda verilen XRD analiz sonuçlarında da görüldüğü gibi sahadaki lateritlerin mineral bileşiminde ağırlıklı olarak kil grubu mineraller varlık göstermiştir. Bu kil grubu minerallerinin ayrıntılı tanımlaması, A.K.Ü Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi (TUAM)'nde 6 adet farklı özellikteki laterit numunesi (S-4, S-5, S-6, S-9, S-13 ve S-15) üzerinde yapılmış ve Çizelge 4.2'de verilmiştir.

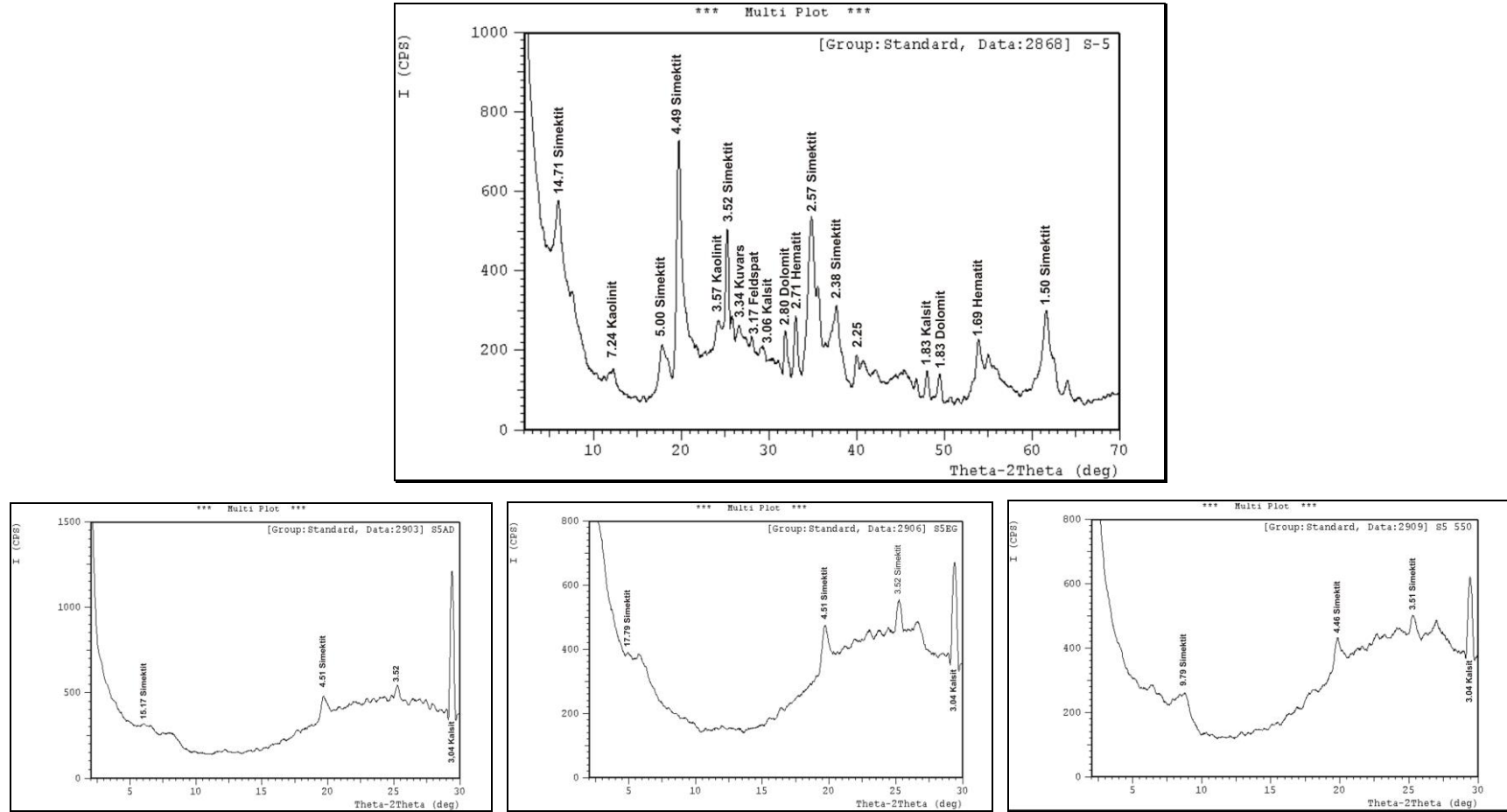
Çizelge 4.2. Sücüllü laterit numunelerinin ayrıntılı kil analiz sonuçları

|             | <i>Mineral Kapsamı</i>                                          |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>S-4</b>  | kaolen, götit, kalsit, hematit                                  |
| <b>S-5</b>  | simektit, kaolen, kuvars, feldspat, kalsit, dolomit, hematit    |
| <b>S-6</b>  | simektit, kaolen, feldspat, götit, kristabolit, kalsit, dolomit |
| <b>S-9</b>  | simektit, kaolen, götit, kuvars, kalsit                         |
| <b>S-13</b> | kaolen, götit, feldspat, kalsit, dolomit                        |
| <b>S-15</b> | kaolen, götit, kristabolit, feldspat, hematit, kalsit           |

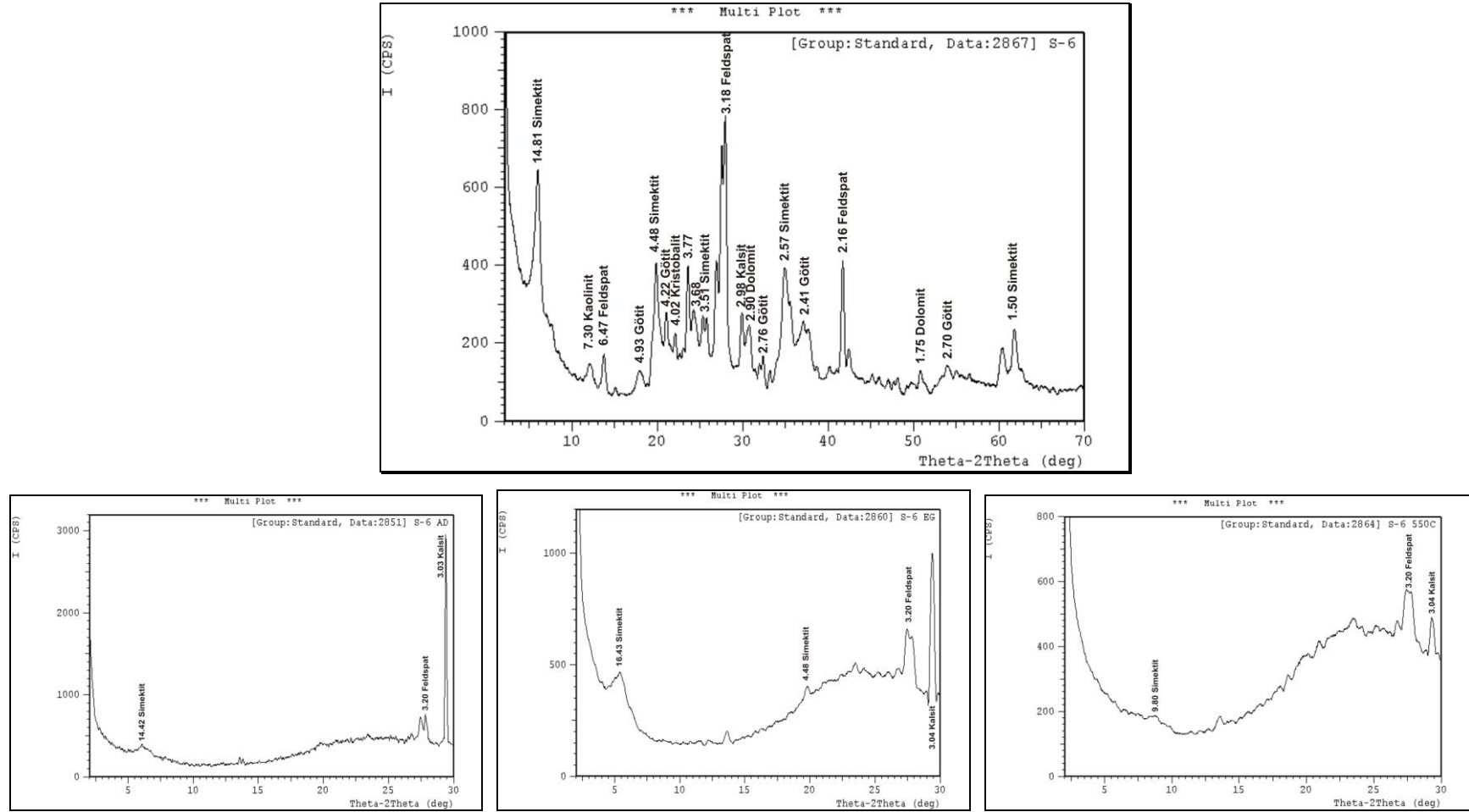
Bu 6 adet farklı özellikteki numunelerin ayrıntılı kil analizi; standart mineral bileşimi, 550<sup>0</sup>C fırınlanmış, havada kurutulmuş (AD) ve etilen glikollü (EG) olmak üzere dört farklı aşamada gerçekleşmiştir. Be numuneleri açıklayacak olursak, S-4 numunesinin ayrıntılı kil analizi yapıldığında standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin kaolinit olduğu götit, kalsit ve hematitin bu minerale eşlik ettiği, 550<sup>0</sup>C fırınlanma ile kalsit, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da kaolinit ve kalsitin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.22). S-5 numunesinin standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin türünün simektit ve kaolinit olduğu kuvars, feldspat, kalsit, dolomit ve hematitin, 550<sup>0</sup>C fırınlanma, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da simektit ve kalsit varlığı saptanmıştır (Şekil 4.23). S-6 numunesinin standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin türünün simektit ve kaolinit olduğu feldspat, götit, kristobalit, kalsit ve dolomitin bu minerale eşlik ettiği, 550<sup>0</sup>C fırınlanma, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da simektit, feldspat ve kalsitin varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.24). S-9 numunesinin standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin türünün simektit ve kaolinit olduğu götit, kuvars ve kalsitin, 550<sup>0</sup>C fırınlanma ile simektit ve kalsit, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da simektit, kalsit ve kaolinitin varlığı belirlenmiştir (Şekil 4.25). S-13 numunesinin standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin türünün kaolinit olduğu götit, feldspat, kalsit ve dolomitin bu minerale eşlik ettiği, 550<sup>0</sup>C fırınlanma ile kalsit, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da kaolinit ve kalsitin varlığı saptanmıştır (Şekil 4.26). S-15 numunesinin standart mineral bileşiminde kil grubu mineralinin türünün kaolinit olduğu götit, kristobalit, feldspat ve hematitin, 550<sup>0</sup>C fırınlanma, havada kurutma (AD) ve etilen glikollü (EG) olarak da kaolinit ve kalsitin varlığı gözlenmiştir (Şekil 4.27).



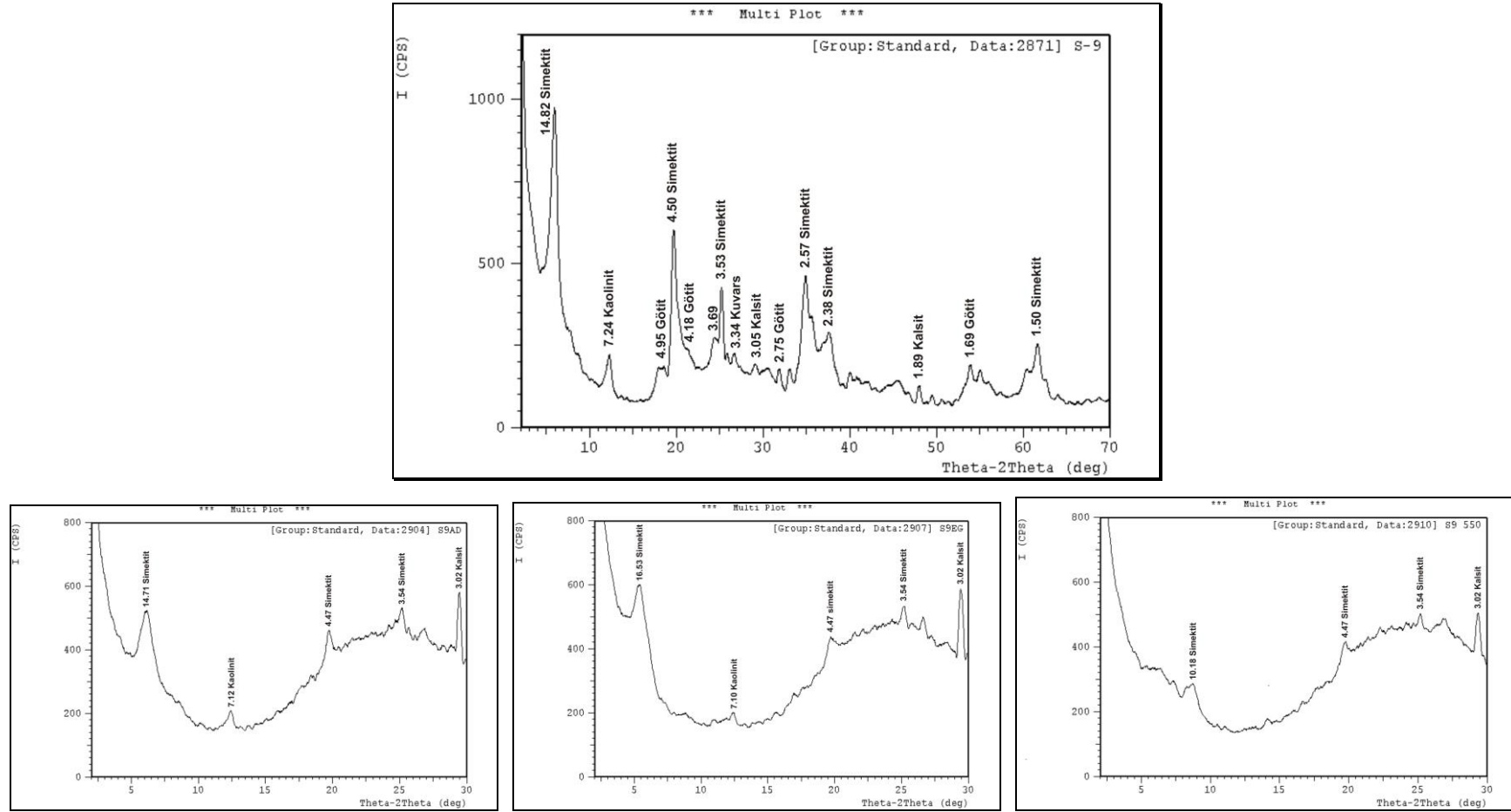
Şekil 4.22. S-4 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)



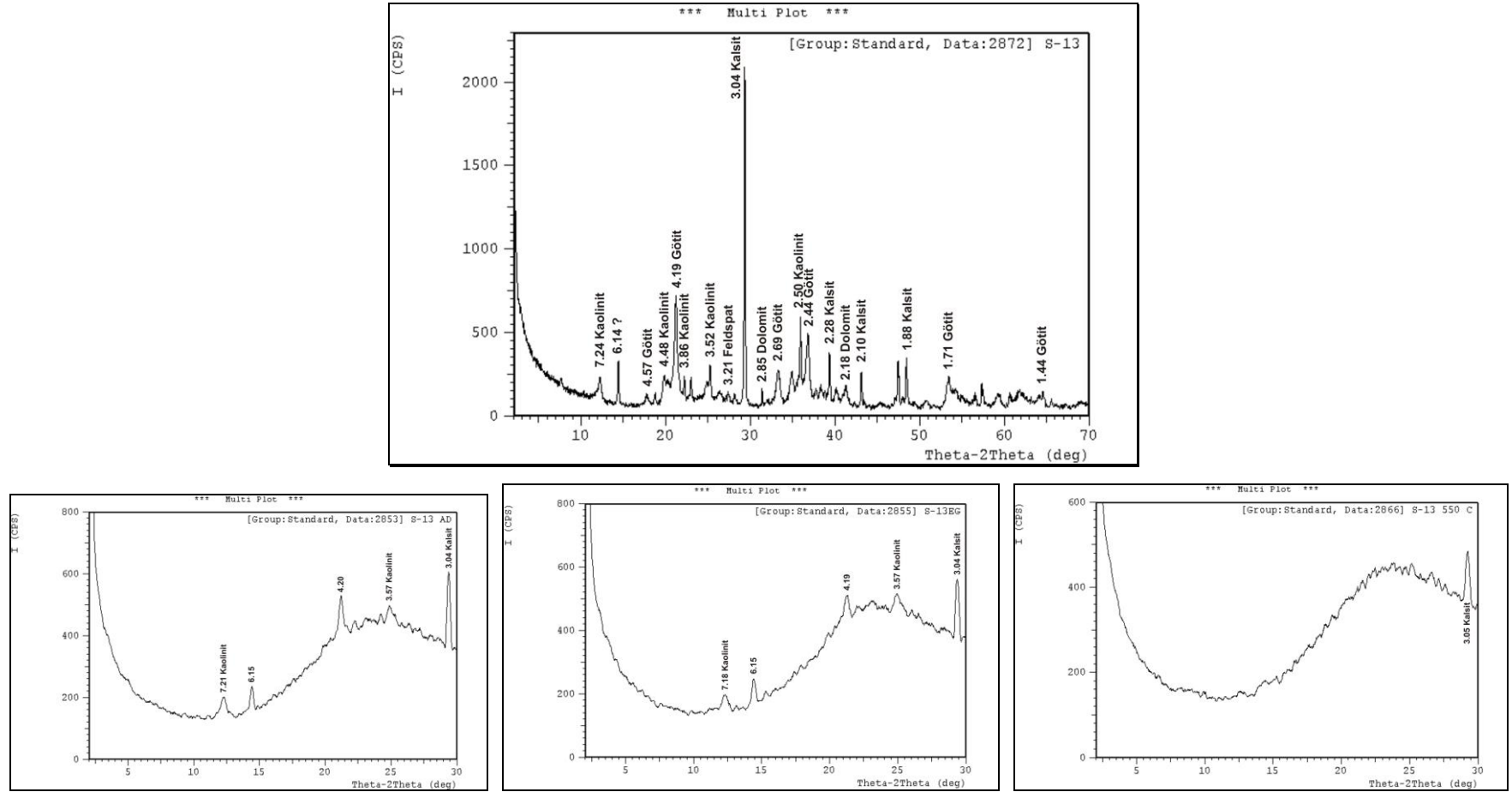
Şekil 4.23. S-5 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)



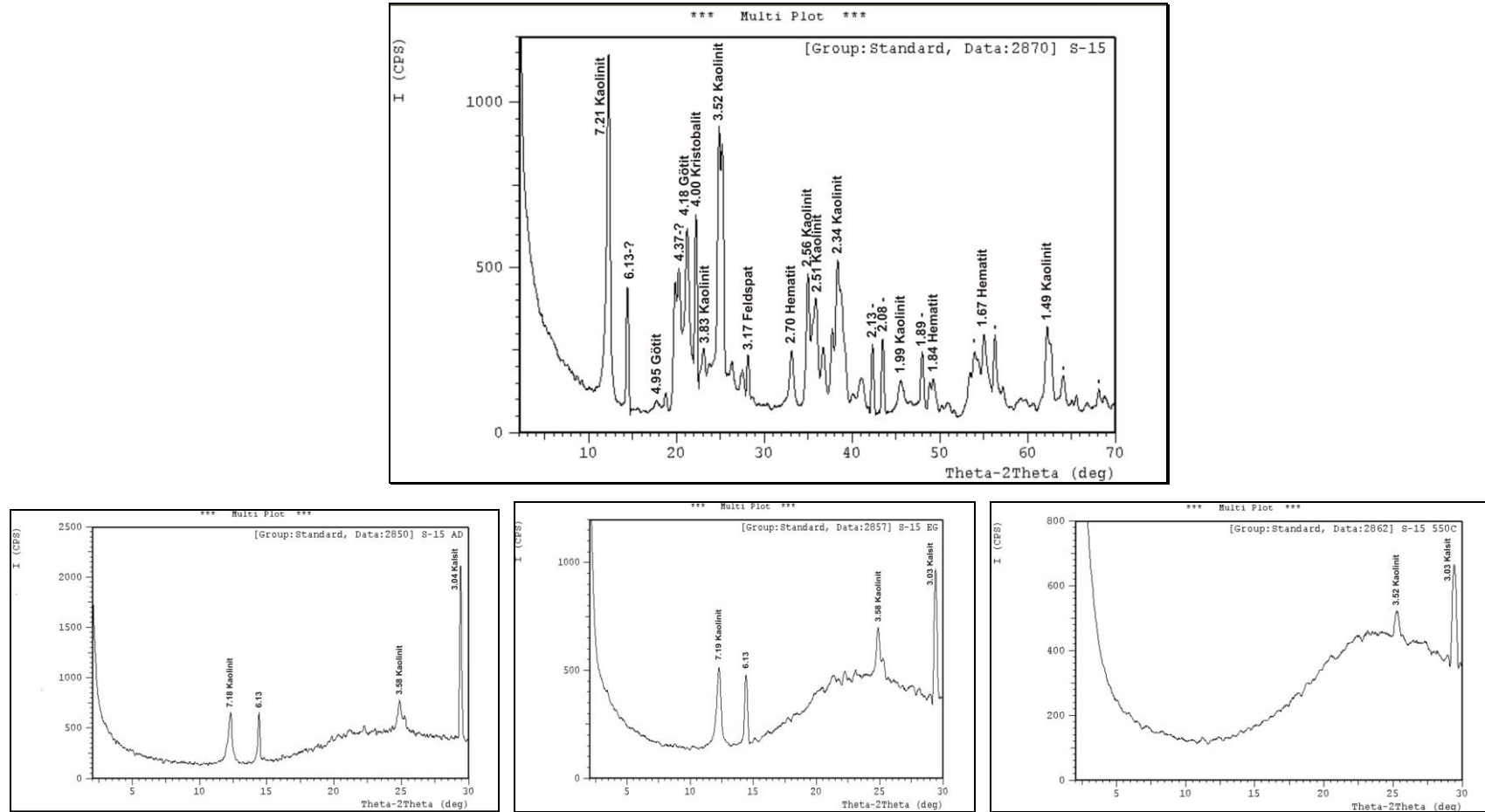
Şekil 4.24. S-6 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)



Şekil 4.25. S-9 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)



Şekil 4.26. S-13 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)



Şekil 4.27. S-15 numunesinin ayrıntılı kil analizi (Standart mineral bileşimi, AD, EG ve 550 °C fırınlanmış)

#### 4.4.2.2. Taramalı elektron mikroskop (SEM) incelemesi

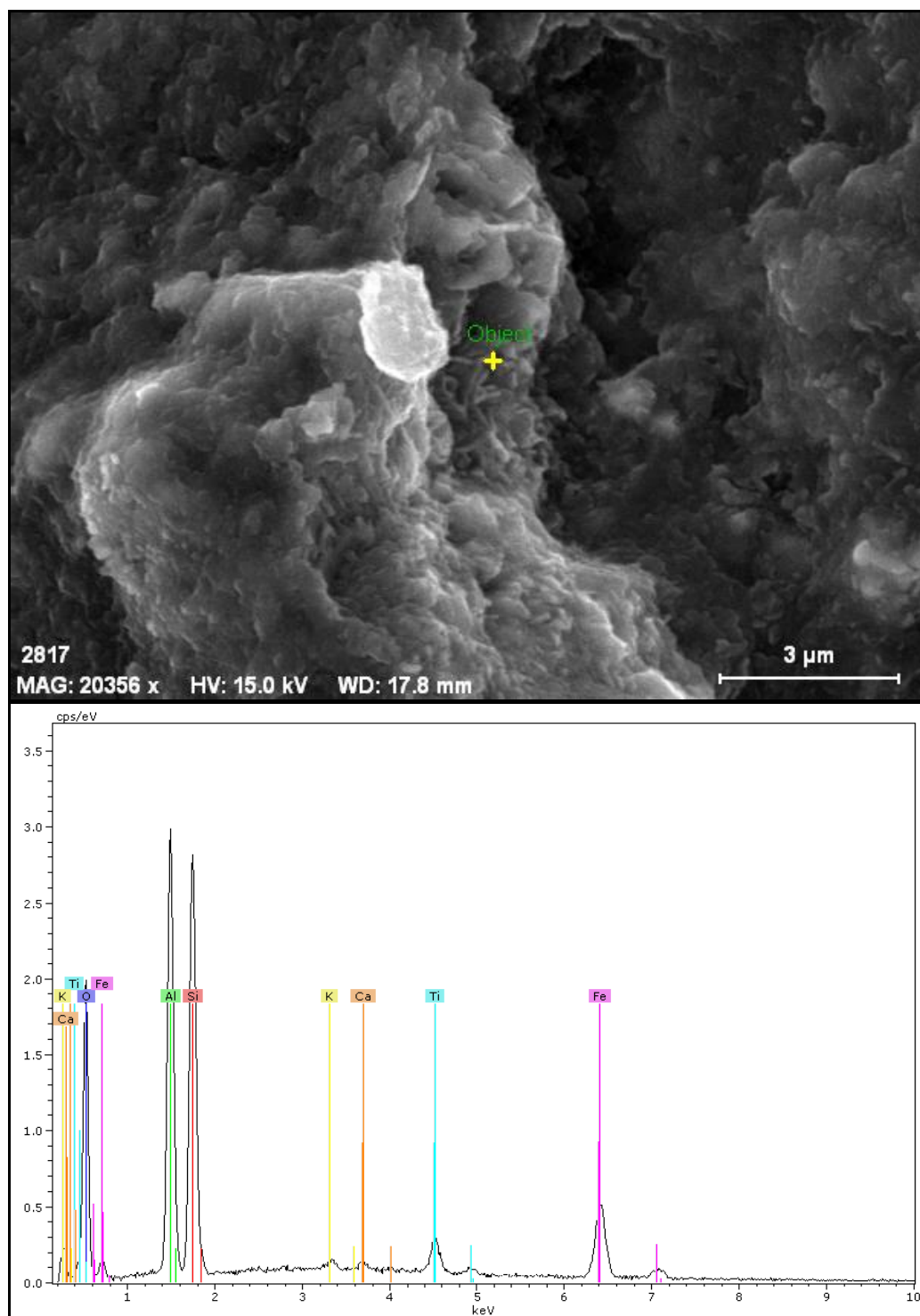
A.K.Ü. Teknoloji Uygulama Araştırma Merkezi (AKÜ-TUAM)'nde ayrıntılı kil analizleri yapılan laterit numunelerinin (S-4, S-5, S-6, S-12 ve S-15) taramalı elektron mikroskopunda da tanımlamaları yapılmıştır. Yapılan SEM çalışmalarında görsel incelemeler 8694 ile 40000 arasındaki farklı büyütme ölçeklerinde gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra, her bir laterit numunesine ait noktasal olarak EDS analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir lateritik Fe ve Al numunesi için farklı noktalarda yapılan kimyasal içeriklerin oksit olarak değerleri tablo halinde aşağıda sunulmuştur (Çizelge 4.3).

S-4 numunesine ait dört farklı noktada yapılan EDS'de kimyasal içerikler değerlendirildiğinde;  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  değerlerinin (a) ve (b) noktalarında (%38.16-39.15 ve %41.95-48.26) daha yüksek, (c) ve (d) noktalarında (%17.94-14.31 ve %11.54-12.46) ise daha düşük değerlerde olduğu saptanmıştır. Bu numunede  $Fe_2O_3$  değeri (a) ve (c) noktalarında (%14.34-11.97) birbirine yakın, (b) noktasında (%4.22) çok düşük, (d) noktasında (%67.59) ise oldukça yüksek değerdedir. Bu değerlerin yüksek olması S-4 numunesi üzerinde yapılan XRD ve ayrıntılı kil analizleri sonucu elde edilen hematit ve götitin, (b) noktasındaki  $K_2O$  değeri (%8.37) ana kayaç bileşimindeki feldispattın, (c) ve (d) noktalarındaki  $CaO$  (%4.03-3.92) değerleri ise kalsit ve dolomitin varlığını desteklemektedir. Ayrıca, S-4 numunesi üzerinde yapılan SEM analizleri sonucu titan ve mangan minerallerine rastlanılmamasına rağmen, (a) noktasında  $TiO_2$  (%4.23) ve (c) noktasında  $MnO$  (%44.73) varlığı ana kayaç bileşimindeki koyu renkli minerallerle ilişkili olabilir. S-4 numunesinde muhtemelen ayrışma derecesi farklı seviyeler söz konusudur. Ayrışmanın az olduğu seviyelerde  $K_2O$ ,  $TiO_2$  ve  $MnO$  değerleri yüksek iken ayrışmanın çok olduğu seviyelerde bu değerler ise düşüktür. S-5 numunesine ait üç farklı noktada yapılan kimyasal içerikler değerlendirildiğinde;  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  değerlerinin (%34.47-36.20 ve %43.82-53.39-)  $Fe_2O_3$  değerlerine (%4.00-7.09) oranla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  değerlerinin yüksek olması, S-5 numunesi üzerinde yapılan XRD ayrıntılı kil analizleri sonucu elde edilen kil grubu minerallerinin (simektit ve kaolinit),  $Fe_2O_3$  değerlerinin düşük olması da çok az oranda hematitin,  $K_2O$  (%1.86-2.90),  $CaO$  (%1.76-4.78) ve  $MgO$  (%3.49-4.80) değerlerinin ise

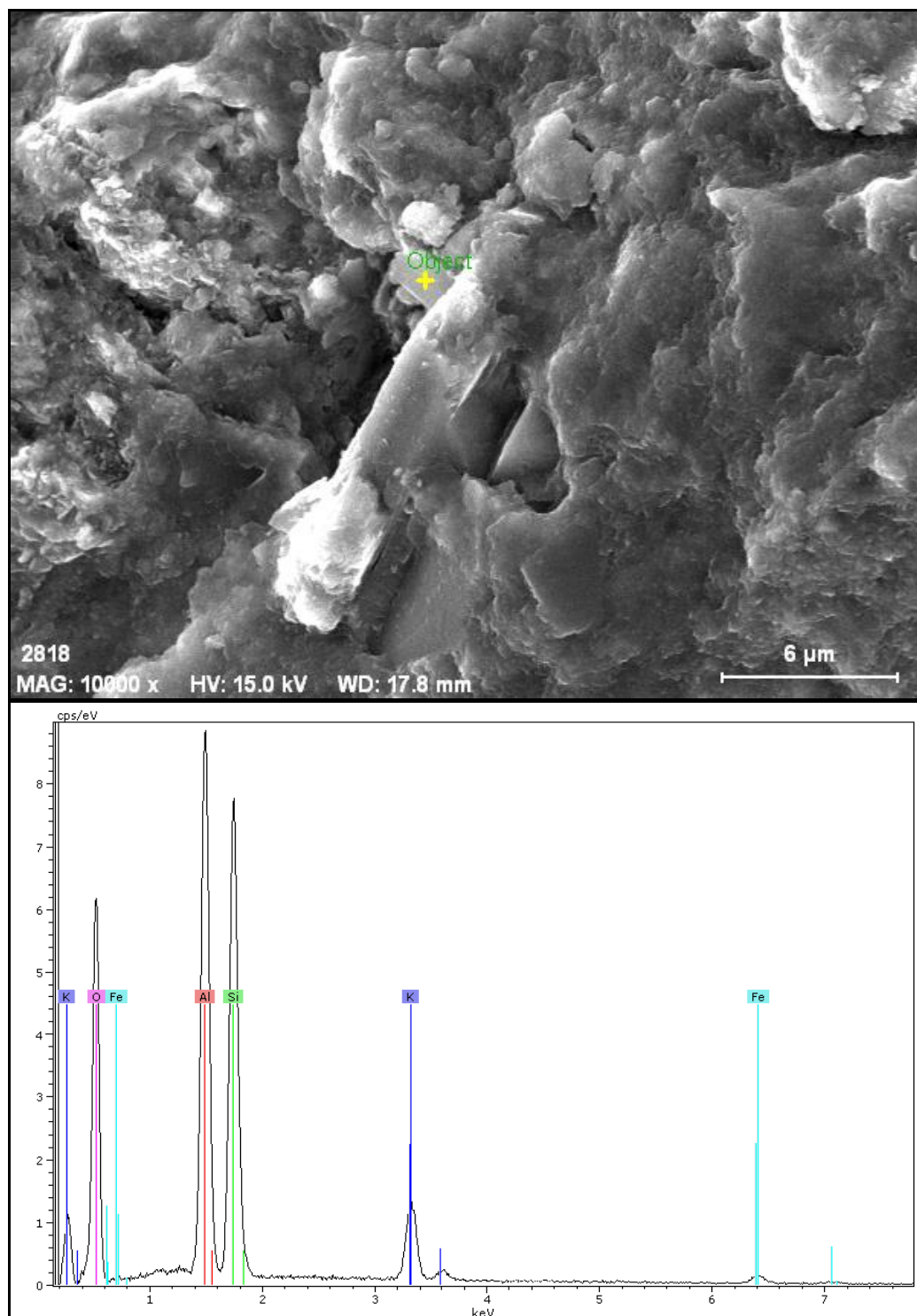
feldspat, dolomit ve kalsitin varlığının bir göstergesidir. S-6 numunesine ait tek bir noktada saptanan kimyasal içerikler değerlendirildiğinde;  $\text{SiO}_2$  değeri (%66.58) oldukça yüksek,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%12.96) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%15.14) değerleri birbirine yakındır. Ayrıca,  $\text{K}_2\text{O}$  (%2.15) ve  $\text{CaO}$  (%1.06) değerleri de S-6 numunesi üzerinde yapılan XRD ve ayrıntılı kil analizleri sonucu elde edilen feldspat grubu minerallerinin, kil grubu minerallerinin (simektit ve kaolinit), kalsit, silis ve götitin varlığına işaret etmektedir. Bunun yanı sıra, S-6 numunesi üzerinde yapılan mineralojik analizlerde mangan minerali bulunmamasına rağmen %1.88 oranında  $\text{MnO}$ 'e rastlanılmıştır. S-12 numunesine ait iki farklı noktada yapılan kimyasal içerikler değerlendirildiğinde; (a) noktasında  $\text{SiO}_2$  (%47.83) ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%33.29) değerlerinin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%15.91) değerine oranla daha yüksek, (b) noktasındaki  $\text{SiO}_2$  (%33.20),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%27.40) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%33.70) değerlerinin ise birbirlerine yakın oranlarda olduğu, ayrıca her iki noktada da  $\text{TiO}_2$  (%1.26-2.79) varlığı gözlenmektedir. S-12 numunesi üzerinde yapılan XRD analizi sonucu elde edilen hematit, götit, böhmit, anatas ve kil grubu minerallerinin varlığı elde edilen bu değerler ile desteklenmektedir. S-15 numunesine ait dört farklı noktada yapılan kimyasal içerikler değerlendirildiğinde;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%39.99-49.13) ve  $\text{SiO}_2$  (%36.56-44.65) değerlerinin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%2.17-13.27) değerlerine oranla daha yüksek olması, S-15 numunesi üzerinde yapılan XRD ve ayrıntılı kil analizleri sonucu elde edilen kil grubu mineralleri (kaolinit), diaspor, kristabolit, feldspat, çok az oranda da hematit ve götitin varlığını desteklerken, yapılan mineralojik analizler sonucu titan mineraline rastlanılmamasına rağmen dört farklı noktada da  $\text{TiO}_2$  (%6.21-9.91)'in varlığı söz konusudur. Sadece S-5 numunesinde belirgin  $\text{P}_2\text{O}_5$  içeriğine (%4.20-2.54) rastlanır. S-4'de  $\text{CoO}$  ve  $\text{NiO}$  vardır. SEM yapılan numuneler ile ilgili görüntüler ve EDS grafikleri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32).

Çizelge 4.3. Lateritlere ait noktasal olarak saptanan kimyasal analiz sonuçları

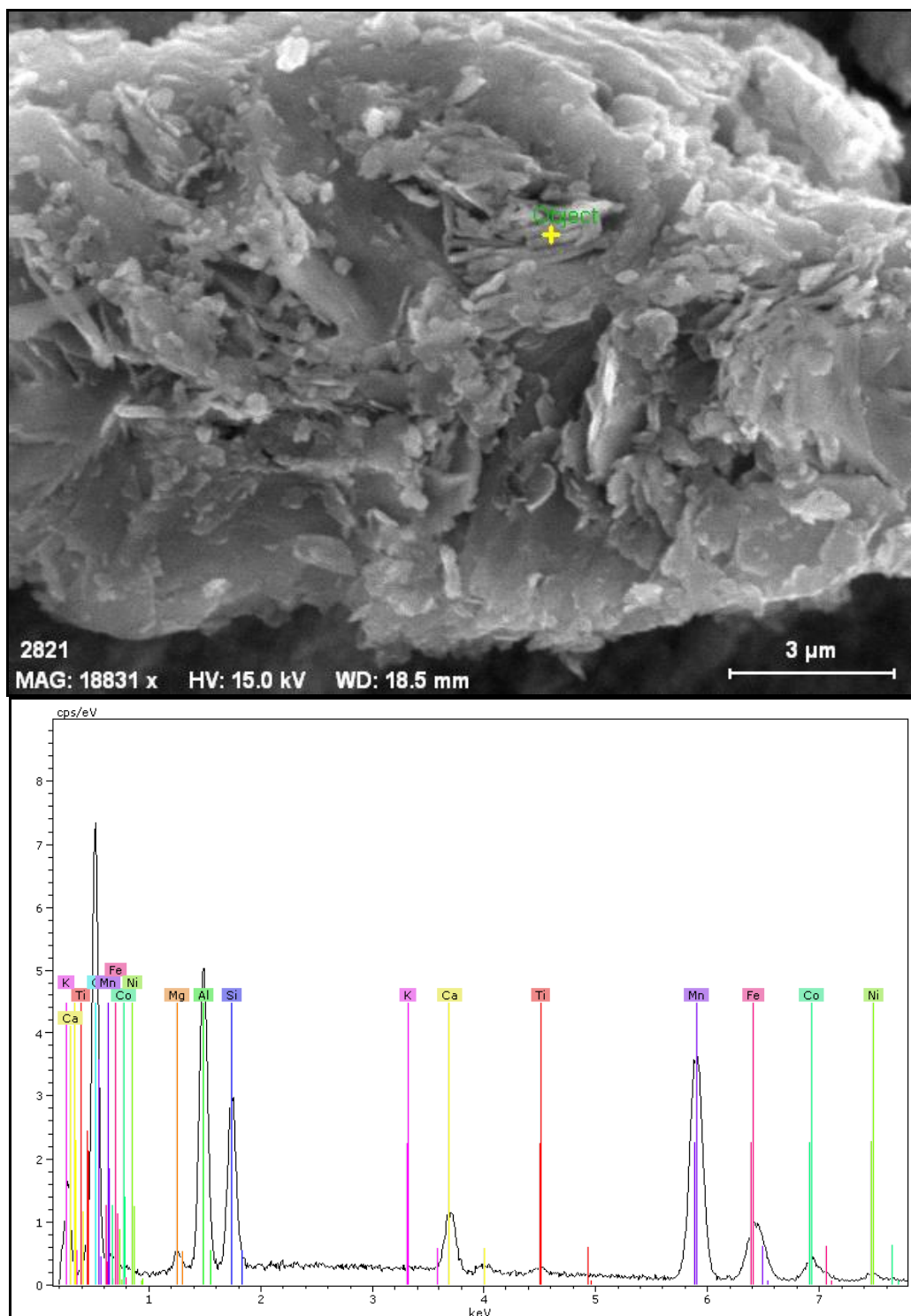
| <i>Analitik Simge</i> |     | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{SiO}_2$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{K}_2\text{O}$ | $\text{CaO}$ | $\text{TiO}_2$ | $\text{MgO}$ | $\text{MnO}$ | $\text{CoO}$ | $\text{NiO}$ | $\text{P}_2\text{O}_3$ | <b>Toplam</b> |
|-----------------------|-----|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|---------------|
| <i>Birim Simge</i>    |     | (wt.-%)                 | (wt.-%)        | (wt.-%)                 | (wt.-%)              | (wt.-%)      | (wt.-%)        | (wt.-%)      | (wt.-%)      | (wt.-%)      | (wt.-%)      | (wt.-%)                | (wt.-%)       |
| <i>Numune No</i>      |     |                         |                |                         |                      |              |                |              |              |              |              |                        |               |
| S-4                   | (a) | 38.16                   | 41.95          | 14.34                   | 0.50                 | 0.82         | 4.23           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |
|                       | (b) | 39.15                   | 48.26          | 4.22                    | 8.37                 | -            | -              | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |
|                       | (c) | 17.94                   | 11.54          | 11.97                   | 0.05                 | 4.03         | 1.14           | 0.17         | 44.73        | 5.97         | 2.50         | -                      | 100.04        |
|                       | (d) | 14.31                   | 12.46          | 67.59                   | 1.08                 | 3.92         | 0.64           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |
| S-5                   | (a) | 34.47                   | 53.39          | 4.00                    | 2.90                 | 1.76         | -              | 3.49         | -            | -            | -            | -                      | 100.01        |
|                       | (b) | 33.45                   | 43.82          | 7.09                    | 1.86                 | 4.78         | -              | 4.80         | -            | -            | -            | 4.20                   | 100.00        |
|                       | (c) | 36.20                   | 47.50          | 4.52                    | 2.28                 | 2.46         | -              | 4.50         | -            | -            | -            | 2.54                   | 100.00        |
| S-6                   | (a) | 12.96                   | 66.58          | 15.14                   | 2.15                 | 1.06         | 0.23           | -            | 1.88         | -            | -            | -                      | 100.00        |
| S-12                  | (a) | 33.29                   | 47.83          | 15.91                   | 0.81                 | 0.90         | 1.26           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |
|                       | (b) | 27.40                   | 33.20          | 33.70                   | 1.12                 | 0.97         | 2.79           | 0.15         | -            | -            | -            | 0.67                   | 100.00        |
| S-15                  | (a) | 42.07                   | 42.99          | 6.47                    | 0.72                 | 1.12         | 6.63           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |
|                       | (b) | 43.84                   | 44.65          | -                       | 1.59                 | -            | 9.91           | -            | -            | -            | -            | -                      | 99.99         |
|                       | (c) | 49.13                   | 41.50          | 2.17                    | 0.50                 | 0.50         | 6.21           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.01        |
|                       | (d) | 39.99                   | 36.56          | 13.27                   | 0.95                 | 1.47         | 7.76           | -            | -            | -            | -            | -                      | 100.00        |



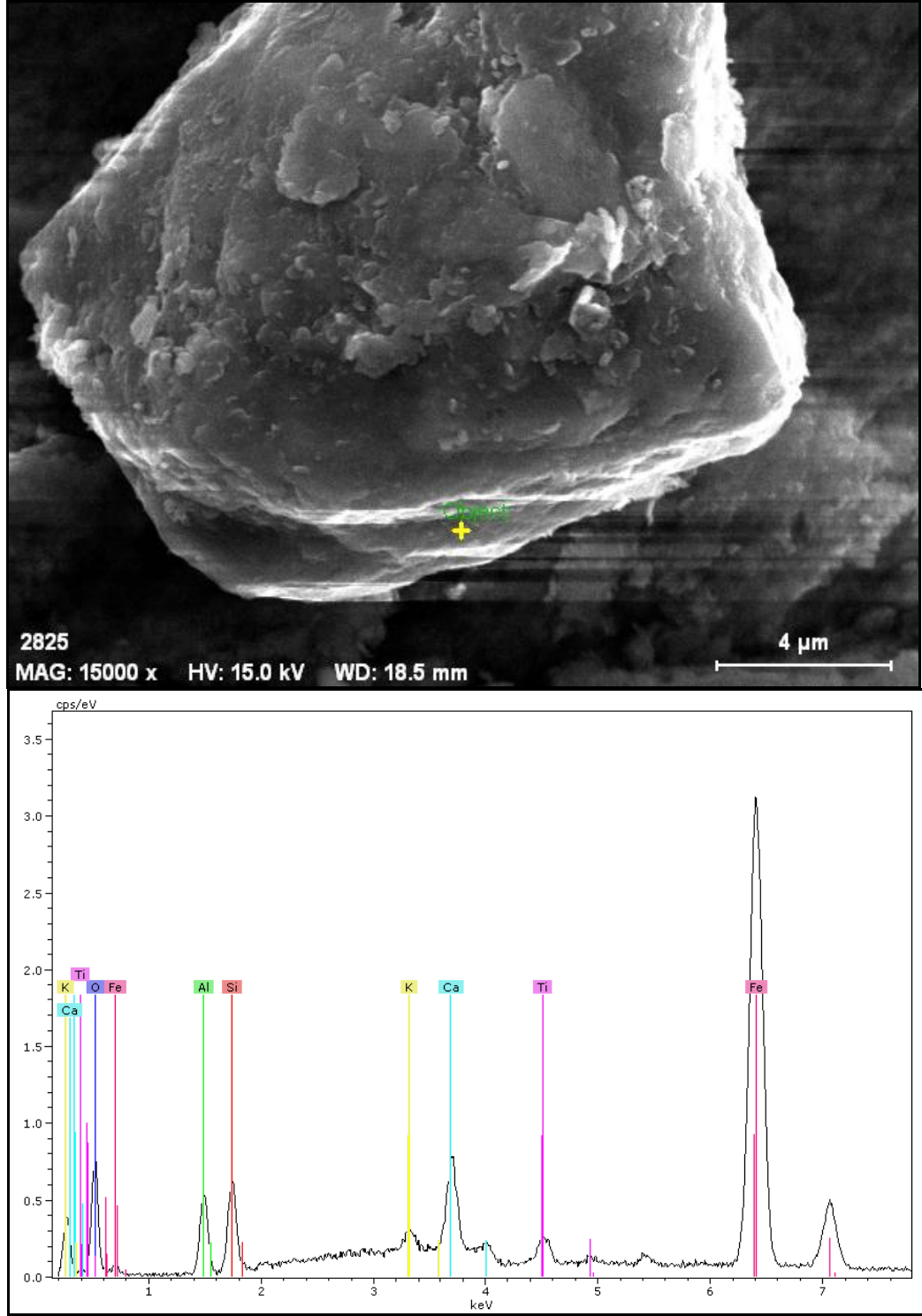
(a) (Kaolenit)



(b) (K-Feldispat)



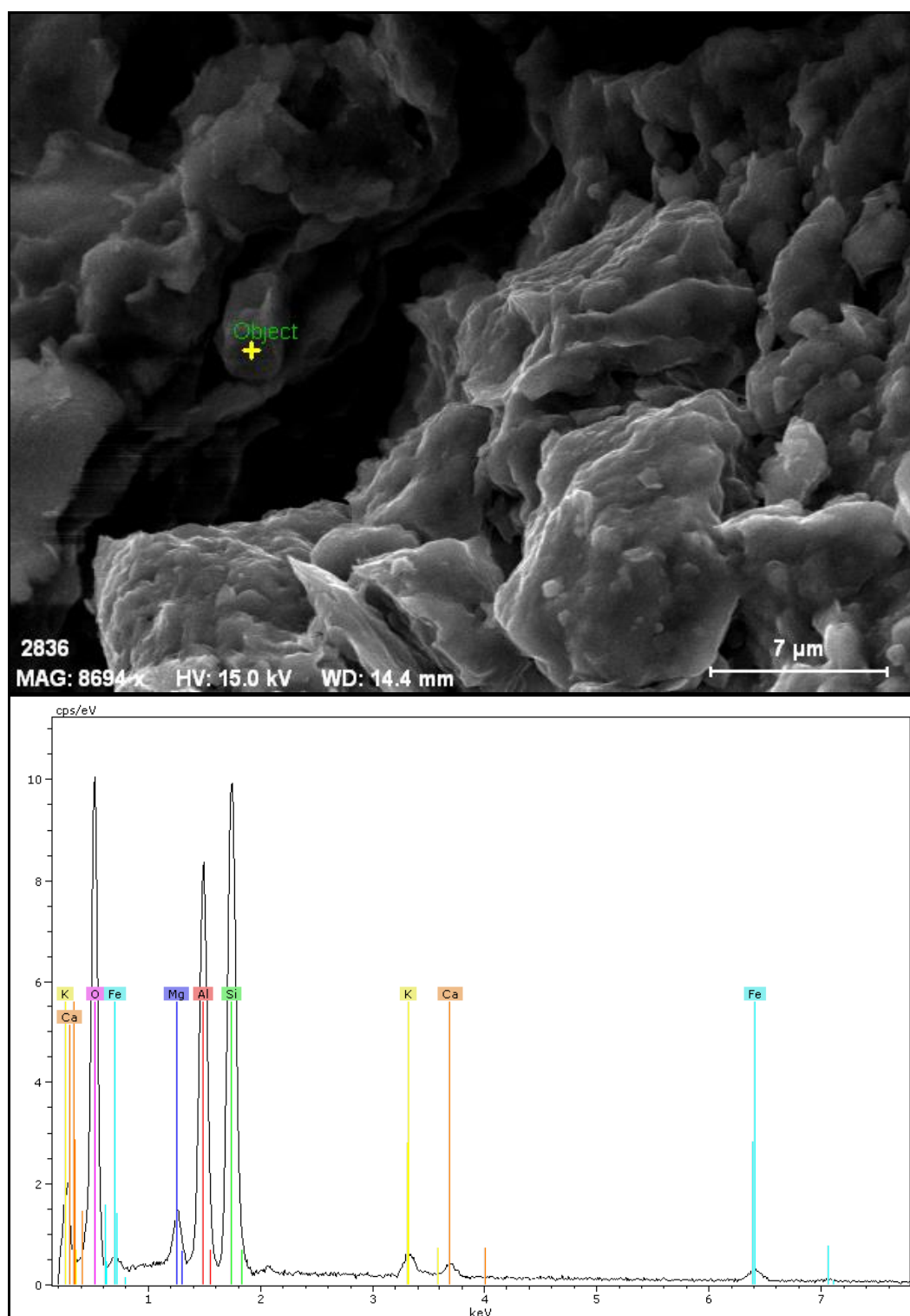
(c) (Psilomelan)



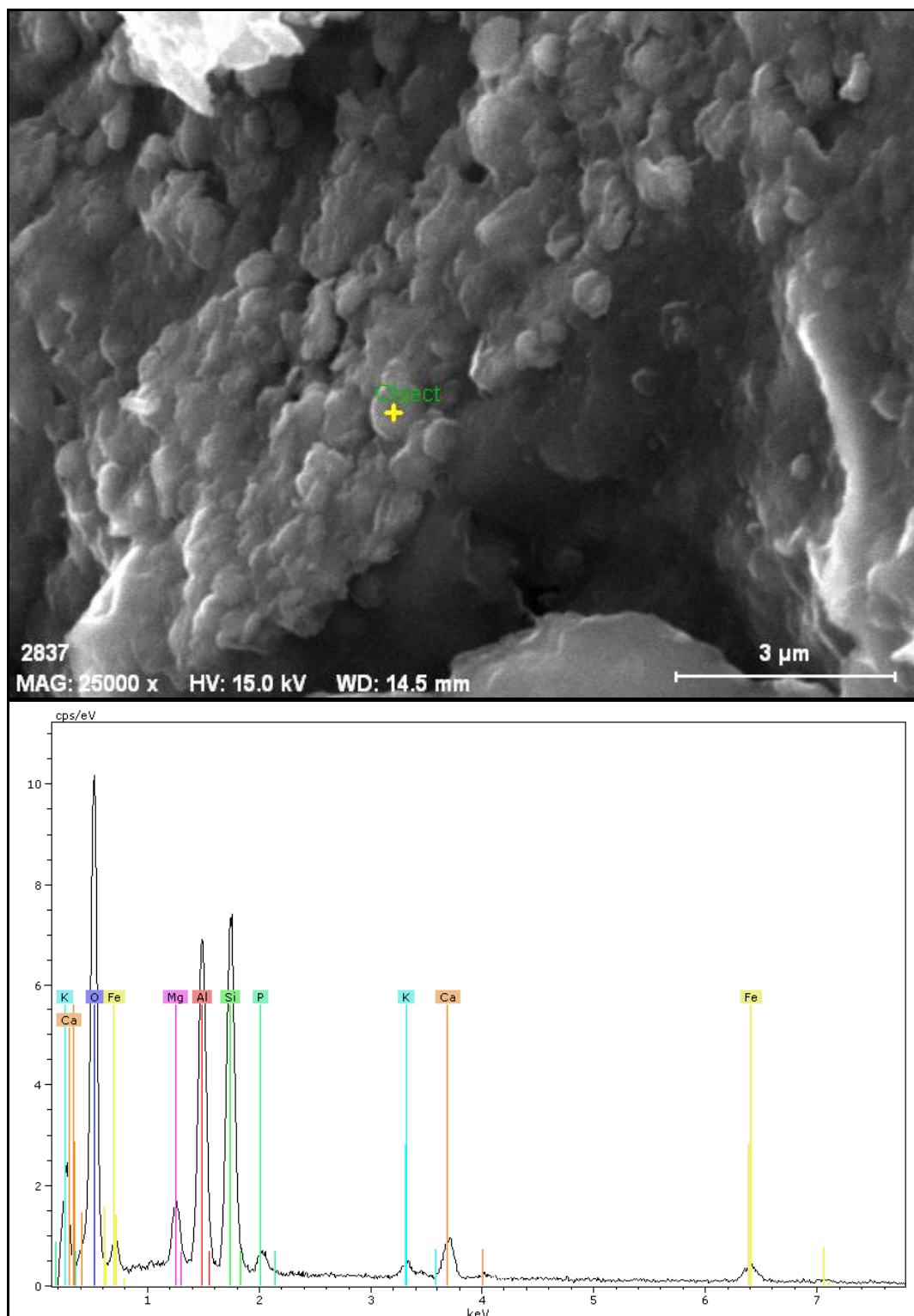
(d) (Hematit)

Şekil 4.28. S-4 numunesine ait levha görünümlü demirce zengin killi boksitlerin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri

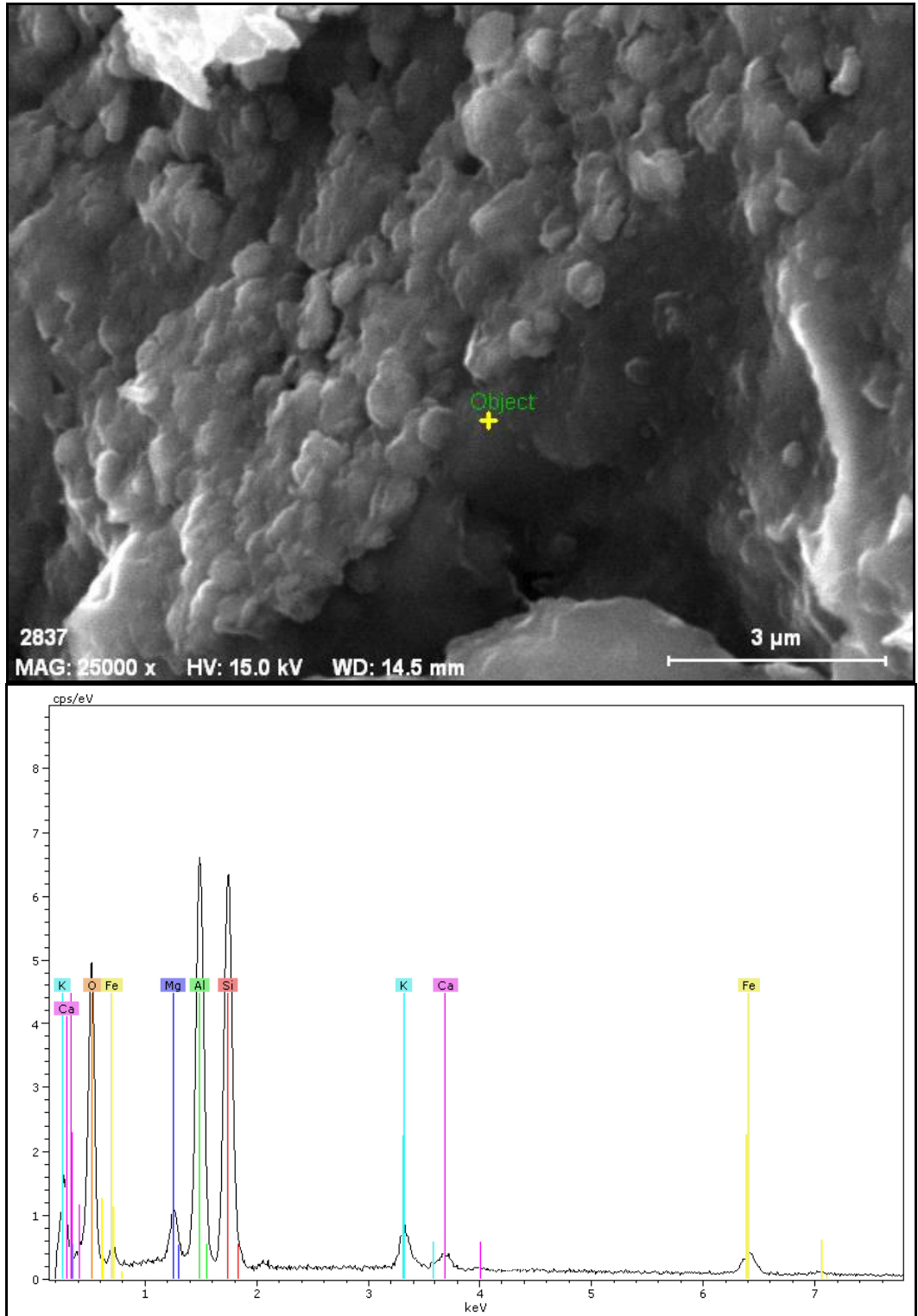
S-5



(a) (Kaolinit)



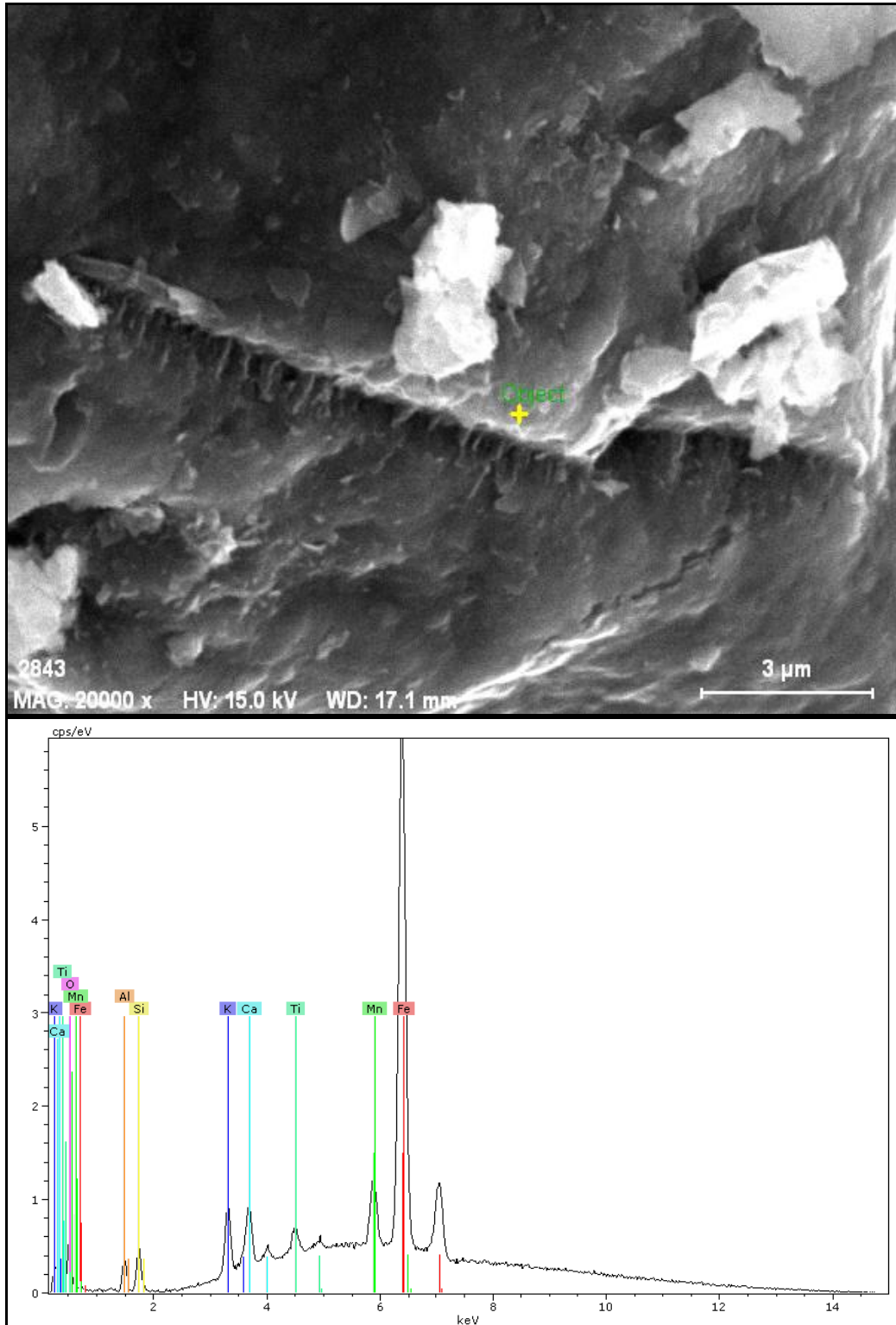
(b) (Kaolinit)



(c) (Kaolinit)

Şekil 4.29. S-5 numunesine ait yarı öz şekilli silisce zengin boksitlerin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri

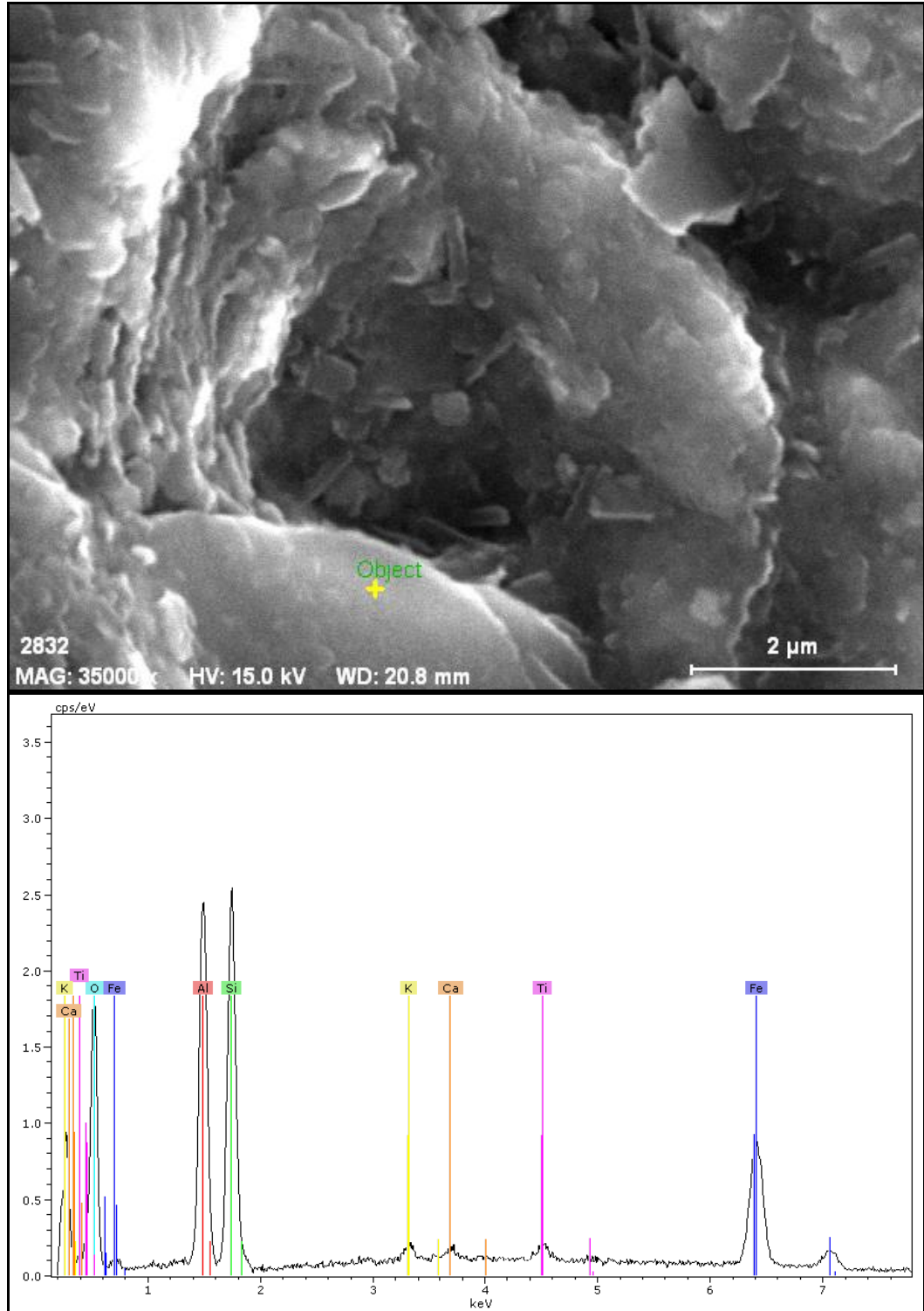
S-6



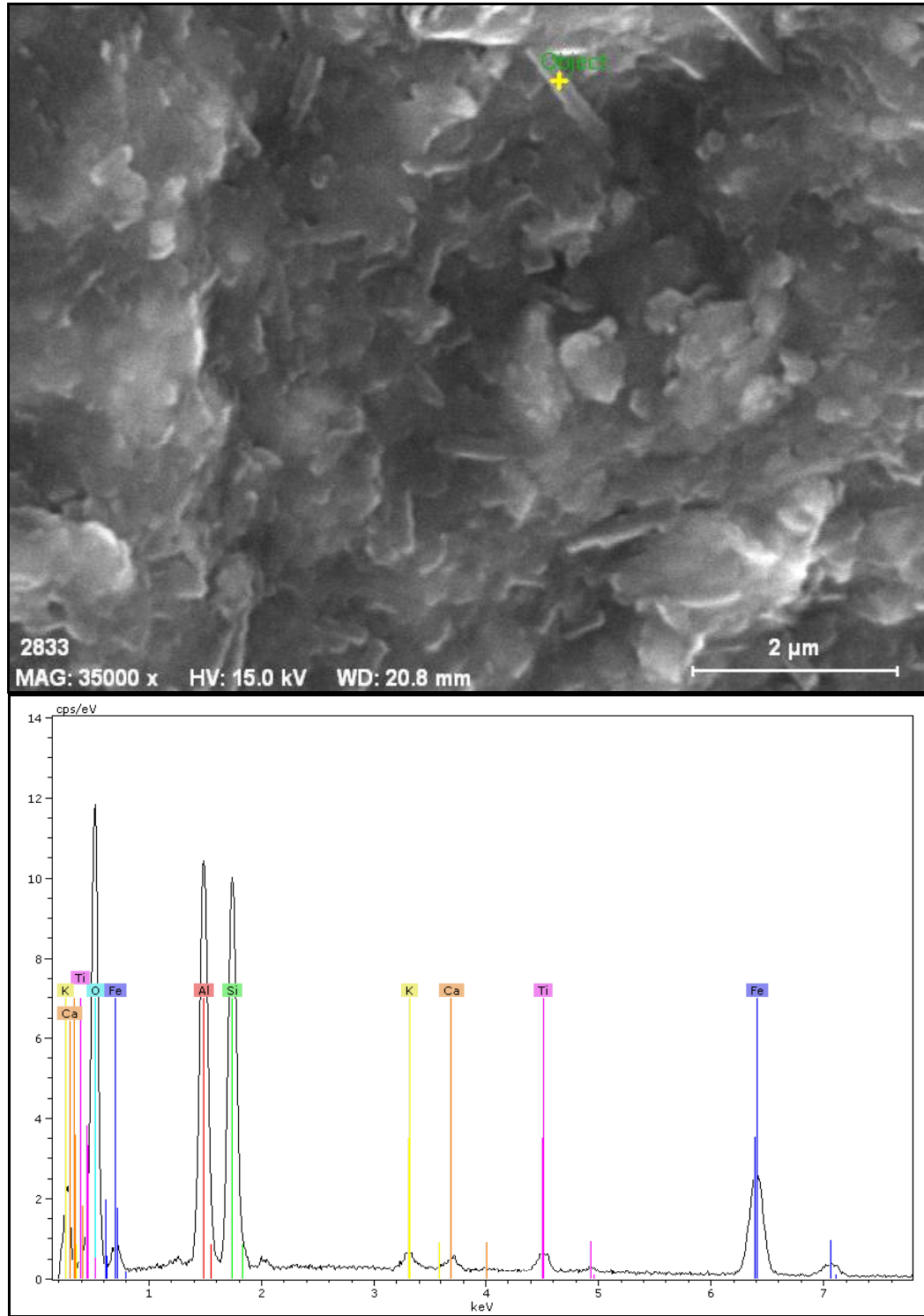
(a) (Hematit)

Şekil 4.30. S-6 numunesine ait levha görünümlü silisçe zengin boksitin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri

S-12

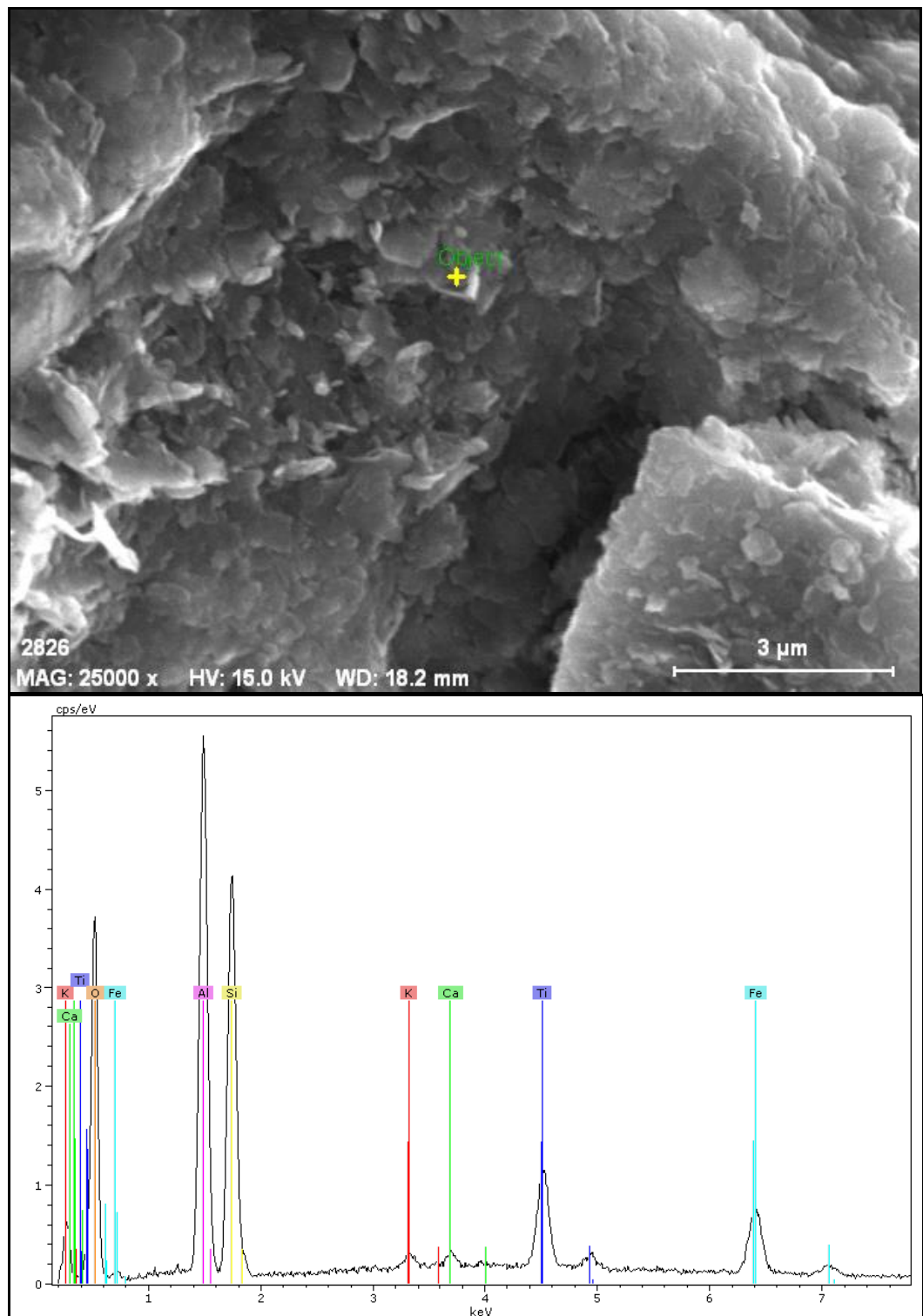


(a) (Al-Fe-Si oksitli bileşik)

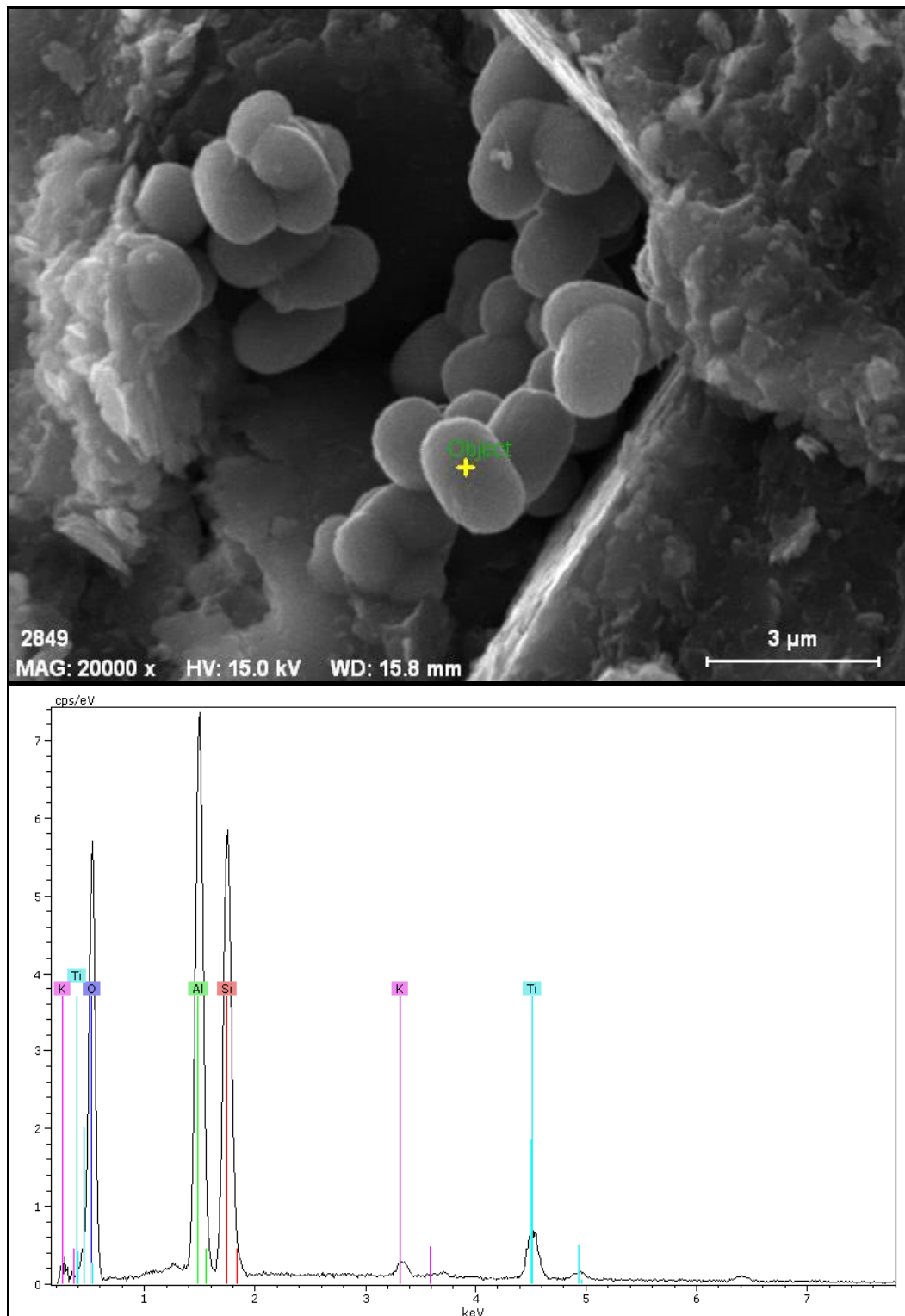


(b) (Al-Fe-Si oksitli bileşik)

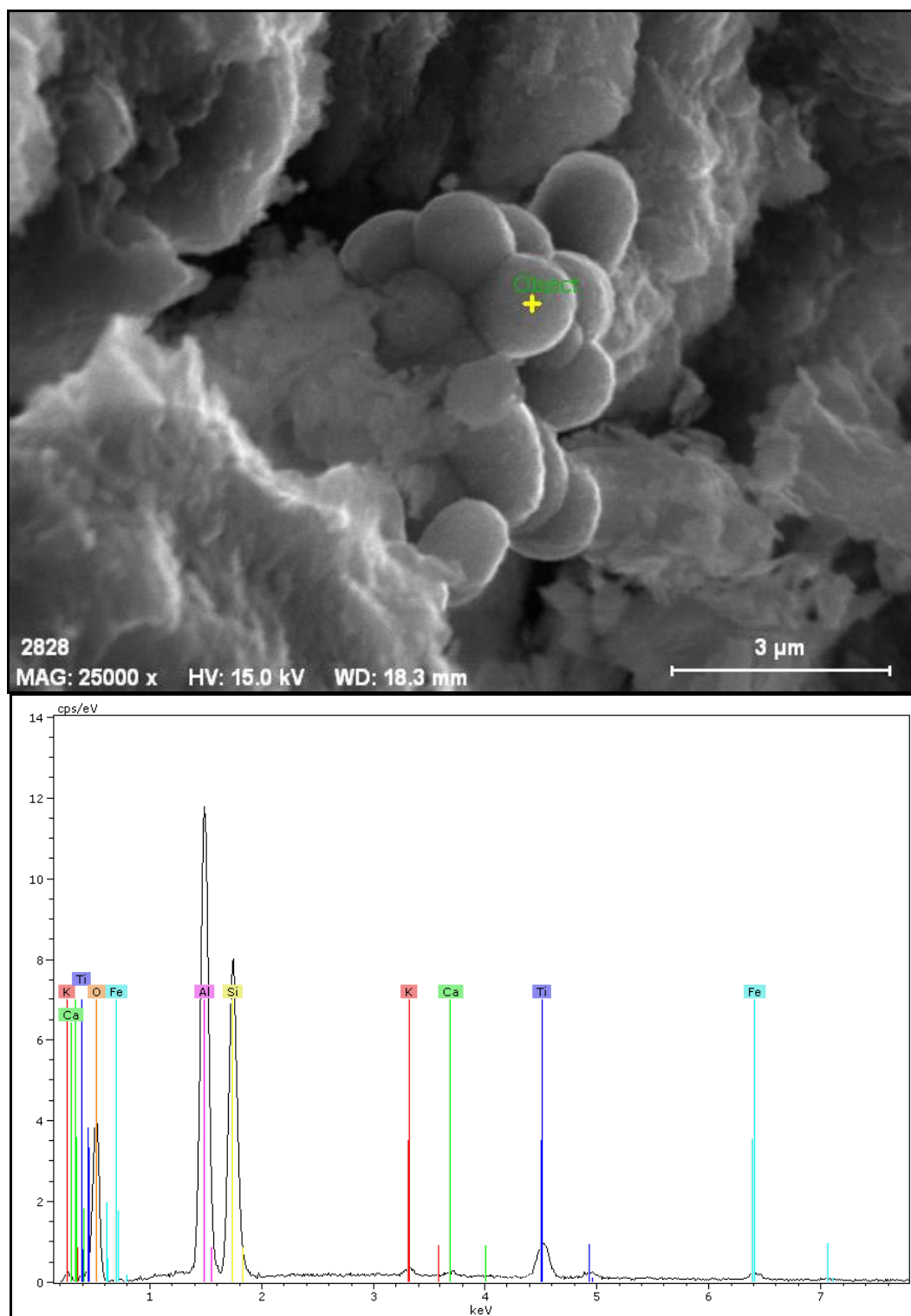
Şekil 4.31. S-12 numunesine ait levha görünümlü demirce zengin boksitin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri



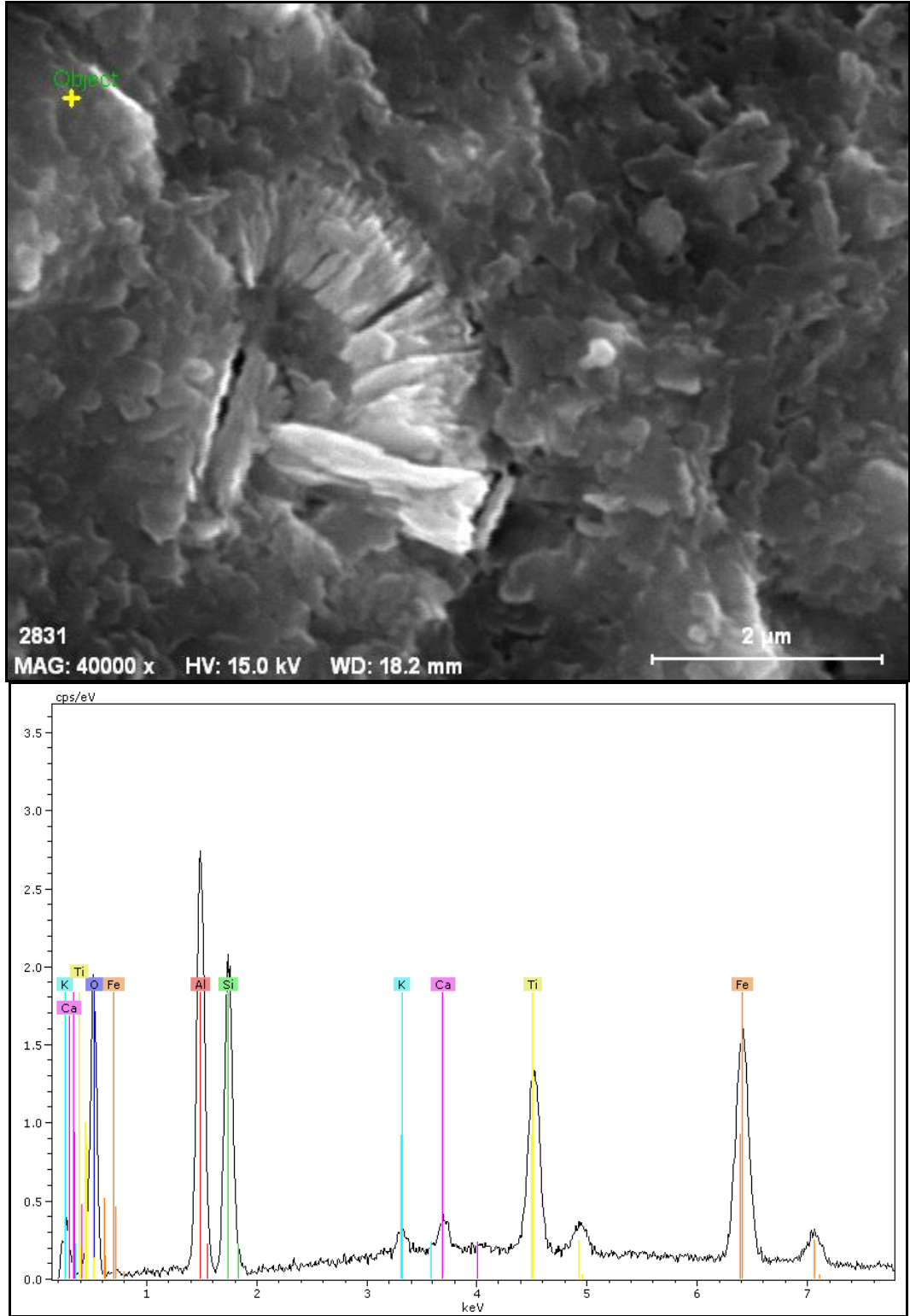
(a) (Kaolinit)



(b) (Diaspor ?)



(c) (Diaspor ?)



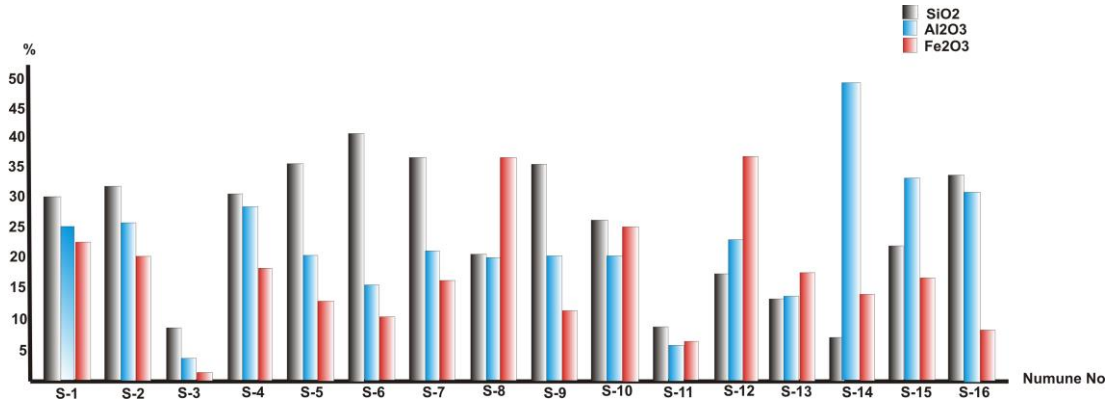
(d) (Kaolinit)

Şekil 4.32. S-15 numunesine ait levhamsı (a), elipsoidal (b, c ) ve vermiform (d)görünümlü demirce zengin killi boksittin farklı SEM görüntüleri ve EDS grafikleri

#### 4.4.3. İnceleme alanındaki lateritlerin jeokimyası

##### 4.4.3.1. Ana oksitler

Çalışma alanından derlenen 16 adet lateritik Fe ve Al numunesinin ana oksit ve iz element analizleri Kanada ACME Laboratuvarında ICP-MS yöntemiyle yapılmış olup, elde edilen sonuçlar tabloda sunulmuştur (Çizelge 4.4). Çizelge 4.4'den yararlanılarak lateritlerin genel bileşimini oluşturan  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriklerinin numunelerdeki bulunma oranları grafik haline dönüştürülerek aşağıda verilmiştir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Lateritlerin genel bileşimini oluşturan  $\text{SiO}_2$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriklerinin numunelerdeki bulunma oranları

S-1, S-2 ve S-10 numunelerinin  $\text{SiO}_2$  (%30.31-32.40-26.28),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%25.08-26.17-20.01) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%23.25-20.66-25.06) içeriklerinin birbirine yakın oranlarda olması kil grubu mineralleri ile hematitin varlığını gösterir. Bu durumda mineralojik incelemelerle desteklenir. S-3, S-11 ve S-13 numunelerinin  $\text{SiO}_2$  (%9.95-7.88-13.52),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%3.92-6.41-13.65) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%2.23-6.93-17.54) içeriklerinin düşük, CaO (%42.67-40.11-22.60) içeriklerinin yüksek olması aynı numuneler üzerinde yapılan mineralojik incelemeler sonucu elde edilen kalsitin varlığı, bölgedeki Hacılabaz formasyonu içerisindeki kireçtaşlarından kaynaklanmaktadır. S-4, S-5, S-6, S-7, S-9 S-15 ve S-16 numunelerinin  $\text{SiO}_2$  (%31.50-35.10-40.56-37.13-35.34-22.50-34.95) ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%28.16-20.70-15.92-22.19-20.43-33.80-32.22) içeriklerinin  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (%19.90-12.84-11.43-17.40-12.13-17.11-7.68) içeriğine oranla yüksek olması ve S-5, S-6- S-7

ve S-9 numunelerinde  $K_2O$  (%2.09-2.71-3.05-1.86) ile S-5, S-6 ve S-9 numunelerinde  $MgO$  (%7.36-7.57-7.26) varlığı, bu numunelerin kil minerallerince zengin olduğunu göstermektedir. S-8 ve S-12 numunelerinin  $Fe_2O_3$  (%37.25-37.31) içeriğinin,  $SiO_2$  (%20.84-17.95) ve  $Al_2O_3$  (%20.61-23.20) içeriklerine oranla yüksek olması, aynı numuneler üzerinde yapılan XRD analizi sonucu elde edilen hematit ve götit minerallerinin varlığını desteklemektedir. S-14 numunesinin  $Al_2O_3$  (%49.99) içeriğinin,  $SiO_2$  (%7.52) ve  $Fe_2O_3$  (%14.94) içeriklerine oranla daha yüksek olması kil grubu minerallerinin ve böhmitin varlığına işaret etmektedir. İncelenen tüm lateritik Fe ve Al numunelerinin (S-3 hariç)  $TiO_2$  içerikleri %1.08 ile 6.75 arasında değişmekte olup, bu oran S-14 numunesinde %10.70 ile en yüksek değerine ulaşmıştır.  $TiO_2$  içeriğinin yüksek olması XRD analizi sonucu elde edilen (S-8, S12, S-14, S-16) anatasin varlığından kaynaklanır. Ayrıca, incelenen lateritik Fe ve Al numunelerinin  $K_2O$  içeriklerinin  $Na_2O$  içeriklerine oranla yüksek olması dikkat çekicidir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Sücüllü laterit numunelerinin ana oksit içerikleri.

| <i>Analitik Simge</i>    |              | <b>SiO<sub>2</sub></b> | <b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <b>MgO</b> | <b>CaO</b> | <b>Na<sub>2</sub>O</b> | <b>K<sub>2</sub>O</b> | <b>TiO<sub>2</sub></b> | <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> | <b>MnO</b> | <b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> | <i>Ateş Kaybı</i> | <i>TOPLAM</i> |
|--------------------------|--------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Birim Simge</i>       |              | %                      | %                                  | %                                  | %          | %          | %                      | %                     | %                      | %                                 | %          | %                                  | %                 | %             |
| <i>Dedeksiyon Limiti</i> |              | 0.01                   | 0.01                               | 0.04                               | 0.01       | 0.01       | 0.01                   | 0.01                  | 0.01                   | 0.01                              | 0.01       | 0.002                              | - 5.1             | 0.01          |
| <i>Analiz Metodu</i>     |              | ICP-MS                 | ICP-MS                             | ICP-MS                             | ICP-MS     | ICP-MS     | ICP-MS                 | ICP-MS                | ICP-MS                 | ICP-MS                            | ICP-MS     | ICP-MS                             | ICP-MS            | ICP-MS        |
| <i>Lokasyon</i>          | <i>N. No</i> |                        |                                    |                                    |            |            |                        |                       |                        |                                   |            |                                    |                   |               |
| Sücüllü                  | S-1          | 30.31                  | 25.08                              | 23.25                              | 0.37       | 2.16       | 0.09                   | 0.61                  | 3.04                   | 0.76                              | 0.11       | 0.051                              | 13.9              | 99.731        |
|                          | S-2          | 32.40                  | 26.17                              | 20.66                              | 0.42       | 1.74       | 0.08                   | 0.56                  | 3.10                   | 0.54                              | 0.09       | 0.066                              | 14.0              | 99.826        |
|                          | S-3          | 9.95                   | 3.92                               | 2.23                               | 0.68       | 42.67      | 0.02                   | 0.88                  | 0.47                   | 0.03                              | 0.04       | 0.009                              | 39.0              | 99.899        |
|                          | S-4          | 31.50                  | 28.16                              | 19.90                              | 0.18       | 0.81       | 0.05                   | 0.17                  | 4.36                   | 0.42                              | 0.04       | 0.055                              | 13.9              | 99.545        |
|                          | S-5          | 35.10                  | 20.70                              | 12.84                              | 7.36       | 2.22       | 0.05                   | 2.09                  | 2.63                   | 0.80                              | 0.10       | 0.049                              | 15.8              | 99.739        |
|                          | S-6          | 40.56                  | 15.92                              | 11.43                              | 7.57       | 2.92       | 1.04                   | 2.71                  | 2.05                   | 0.33                              | 0.19       | 0.040                              | 15.0              | 99.760        |
|                          | S-7          | 37.13                  | 22.19                              | 17.40                              | 1.22       | 1.63       | 0.10                   | 3.05                  | 2.84                   | 0.51                              | 0.05       | 0.119                              | 13.6              | 99.839        |
|                          | S-8          | 20.84                  | 20.61                              | 37.25                              | 0.64       | 0.85       | 0.04                   | 0.55                  | 2.52                   | 0.20                              | 0.05       | 0.045                              | 16.2              | 99.795        |
|                          | S-9          | 35.34                  | 20.43                              | 12.13                              | 7.26       | 1.76       | 0.06                   | 1.86                  | 2.57                   | 0.67                              | 0.13       | 0.051                              | 17.5              | 99.761        |
|                          | S-10         | 26.28                  | 20.01                              | 25.06                              | 0.82       | 5.13       | 0.03                   | 1.19                  | 3.04                   | 0.16                              | 0.02       | 0.057                              | 18.0              | 99.797        |
|                          | S-11         | 7.88                   | 6.41                               | 6.93                               | 0.23       | 40.11      | <0.01                  | 0.20                  | 1.08                   | 0.06                              | 0.20       | 0.012                              | 36.8              | 99.922        |
|                          | S-12         | 17.95                  | 23.20                              | 37.31                              | 0.48       | 1.13       | 0.02                   | 0.62                  | 4.33                   | 0.21                              | 0.04       | 0.066                              | 14.4              | 99.756        |
|                          | S-13         | 13.52                  | 13.65                              | 17.54                              | 0.32       | 22.60      | 0.02                   | 0.35                  | 2.92                   | 0.19                              | 0.61       | 0.026                              | 28.1              | 99.846        |
|                          | S-14         | 7.52                   | 49.99                              | 14.94                              | 0.31       | 1.40       | <0.01                  | 0.03                  | 10.70                  | 0.13                              | 0.08       | 0.181                              | 14.3              | 99.591        |
|                          | S-15         | 22.50                  | 33.80                              | 17.11                              | 0.17       | 3.05       | 0.02                   | 0.27                  | 6.75                   | 0.12                              | <0.01      | 0.092                              | 15.9              | 99.792        |
|                          | S-16         | 34.95                  | 32.22                              | 7.68                               | 0.41       | 0.84       | 0.03                   | 0.68                  | 5.25                   | 0.15                              | 0.02       | 0.082                              | 17.5              | 99.812        |

#### 4.4.3.2. İz elementler

Çizelge 4.5. değerlendirildiğinde lateritlerin iz element içerikleri; Ni içeriği 9.9 ile 166.9ppm (S-7 numunesinde bu değer 225.3ppm) iken, Co içeriğinin 5.7 ile 64.2ppm (S-1 ve S-9, S-13 numunelerinde bu değerler 80.6 ppm ve 75.2ppm) arasında gözlenmesi, incelenen lateritik Fe ve Al numunelerinde Co içeriğinin Ni içeriğine oranla daha yüksek olduğu söylenebilir (Çizelge 4.5).

Ba içeriği 28.0 ile 160.0ppm (S-1, S-6 ve S-13 numunelerinde bu değerler 230.0ppm, 284.0 ve 268.0ppm), Sr içeriği 31.5 ile 200.8ppm (S-4 numunesinde bu değer 2034ppm) aralığında, Cu içeriği ise 2.0 ile 67.8ppm (S-9 ve S-14 numunelerinde bu değerler 158.0ppm ve 586.9ppm) arasında değişim göstermektedir. Ga içeriği 4.5 ile 47.3ppm (S-14 numunesinde bu değer 81.9ppm), V içeriği 84 ile 390ppm (S-14, S-15 ve S-16 numunelerinde bu değerler 775ppm, 580ppm ve 458ppm), Y içeriği 5.4 ile 39.3ppm (S-1, S-7, S-8 ve S-12 numunelerinde bu değerler 52.8ppm, 47.7ppm, 49.5ppm ve 46.6ppm), Zr içeriği 37.9 ile 317.4ppm (S-14 ve S-15 numunelerinde bu değerler 413.4ppm ve 533.5ppm) ve U içeriği 0.6 ile 4.9ppm (S-15 numunesinde bu değer 20.4ppm) arasında gözlenmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5.'de iz elementlerin ortalama ppm değerleri %' ye dönüştürüldüğün de;

- Ni içeriğinin ortalama 82.1ppm değeri % 0.00821
- Co içeriğinin ortalama 42.4ppm değeri % 0.00424
- Ba içeriğinin ortalama 124.8ppm değeri % 0.01248
- Sr içeriğinin ortalama 97.9ppm değeri % 0.00979
- Ga içeriğinin ortalama 32.9ppm değeri % 0.00329
- V içeriğinin ortalama 347.6ppm değeri % 0.03476
- Y içeriğinin ortalama 30.1ppm değeri % 0.00301
- Zr içeriğinin ortalama 220.1ppm değeri % 0.02201
- U içeriğinin ortalama 3.5ppm değeri % 0.00035 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.5. Sücüllü laterit numunelerinin iz element içerikleri

| <i>Analitik Simg</i>     |              | <i>Ni</i>   | <i>Co</i>   | <i>Ba</i>    | <i>Sr</i>   | <i>Cu</i>   | <i>Ga</i>   | <i>V</i>     | <i>Y</i>    | <i>Zr</i>    | <i>U</i>   |
|--------------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|
| <i>Birim Simg</i>        |              | <i>ppm</i>  | <i>ppm</i>  | <i>ppm</i>   | <i>ppm</i>  | <i>ppm</i>  | <i>ppm</i>  | <i>Ppm</i>   | <i>ppm</i>  | <i>ppm</i>   | <i>ppm</i> |
| <i>Dedeksiyon Limiti</i> |              | 0.1         | 0.2         | 1            | 0.5         | 0.1         | 0.5         | 8            | 0.1         | 0.1          | 0.1        |
| <i>Analiz Metodu</i>     |              | ICP-MS      | ICP-MS      | ICP-MS       | ICP-MS      | ICP-MS      | ICP-MS      | ICP-MS       | ICP-MS      | ICP-MS       | ICP-MS     |
| <i>Lokasyon</i>          | <i>N. No</i> |             |             |              |             |             |             |              |             |              |            |
| Sücüllü                  | S-1          | 166.9       | 80.6        | 230          | 200.8       | 17.4        | 41.3        | 283.0        | 52.8        | 205.7        | 0.9        |
|                          | S-2          | 160.3       | 64.2        | 94           | 98.6        | 18.6        | 35.2        | 326.0        | 27.8        | 200.0        | 1.1        |
|                          | S-3          | 9.9         | 1.6         | 28           | 139.3       | 2.0         | 4.5         | 84.0         | 5.4         | 37.9         | 1.2        |
|                          | S-4          | 69.6        | 23.2        | 79           | 2304.0      | 67.8        | 38.2        | 389.0        | 14.4        | 283.7        | 1.8        |
|                          | S-5          | 141.9       | 63.6        | 105          | 103.0       | 44.2        | 42.6        | 249.0        | 39.3        | 174.8        | 1.5        |
|                          | S-6          | 91.9        | 53.3        | 284          | 99.8        | 35.0        | 19.3        | 262.0        | 16.7        | 131.6        | 0.6        |
|                          | S-7          | 225.3       | 59.7        | 107          | 48.7        | 15.6        | 29.1        | 324.0        | 47.7        | 183.0        | 0.9        |
|                          | S-8          | 58.5        | 59.1        | 93           | 111.6       | 13.1        | 29.9        | 419.0        | 49.5        | 194.1        | 4.2        |
|                          | S-9          | 117.6       | 75.2        | 139          | 31.5        | 158.0       | 36.0        | 292.0        | 33.3        | 168.3        | 1.0        |
|                          | S-10         | 31.8        | 10.4        | 63           | 65.4        | 22.8        | 23.7        | 390.0        | 20.5        | 241.1        | 3.3        |
|                          | S-11         | 20.2        | 5.7         | 64           | 51.8        | 5.8         | 7.1         | 145.0        | 24.7        | 77.7         | 1.4        |
|                          | S-12         | 43.8        | 23.5        | 147          | 85.0        | 14.4        | 33.1        | 378.0        | 46.6        | 222.6        | 4.9        |
|                          | S-13         | 90.0        | 75.2        | 268          | 57.2        | 10.9        | 17.5        | 208.0        | 36.3        | 137.8        | 4.9        |
|                          | S-14         | 39.0        | 51.8        | 160          | 97.1        | 586.9       | 81.9        | 775.0        | 19.6        | 533.5        | 4.4        |
|                          | S-15         | 13.3        | 7.2         | 61           | 187.3       | 18.8        | 47.3        | 580.0        | 23.1        | 413.4        | 20.4       |
|                          | S-16         | 33.2        | 23.3        | 75           | 92.1        | 34.4        | 41.0        | 458.0        | 24.1        | 317.4        | 3.2        |
|                          | <i>Ort.</i>  | <i>82.1</i> | <i>42.4</i> | <i>124.8</i> | <i>97.9</i> | <i>66.6</i> | <i>32.9</i> | <i>347.6</i> | <i>30.1</i> | <i>220.1</i> | <i>3.5</i> |

Her tip boksitin bileşiminde yer alan bu iz elementlerin sınır değerleri belirtilmiş (Caner, 1971) ve bu değerler çizelge halinde aşağıda verilmiştir (Çizege 4.6).

Çizelge 4.6. Boksitlerin bileşiminde yer alan iz elementlerin sınır değerleri (%)

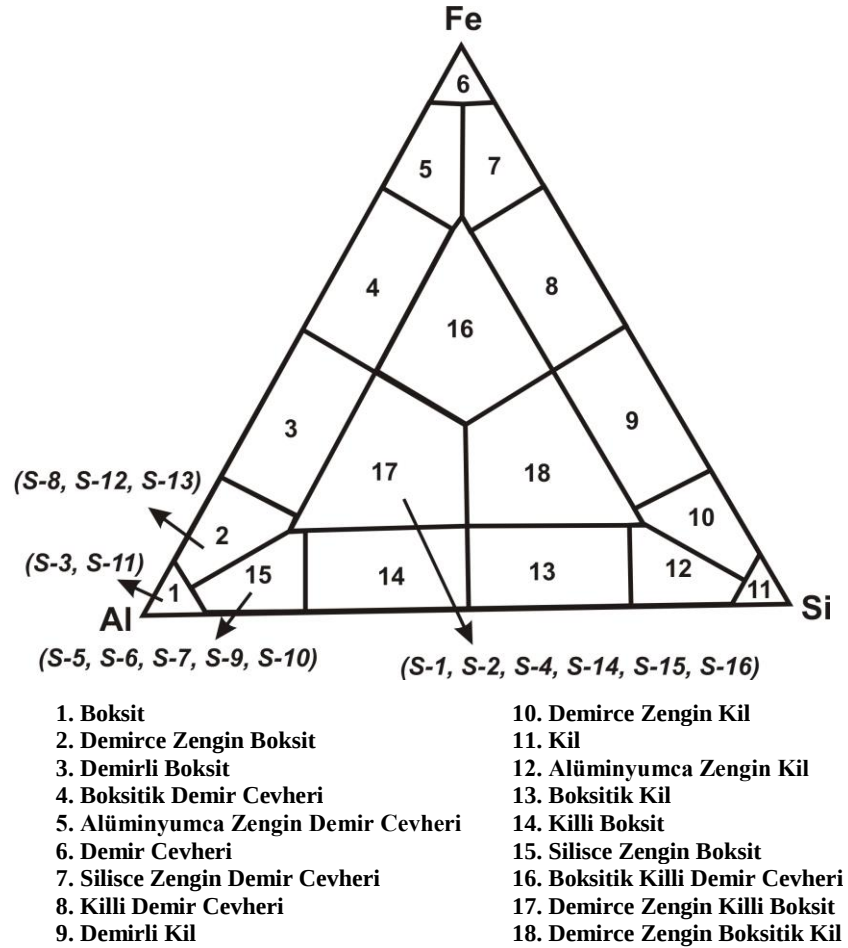
| <i>Element</i> | <i>Tenör (%)</i>                          |
|----------------|-------------------------------------------|
| Ni             | 0,001-0,01                                |
| Co             | 0,0006 - 0,001                            |
| Ba             | 0,1-0,3                                   |
| Sr             | 0,03                                      |
| Ga             | 0,005                                     |
| V              | 0,03 - 0,08                               |
| Y              | 0,001                                     |
| Zr             | 0,2 - 0,3                                 |
| U              | 3.10 <sup>-*</sup> -15,2.10 <sup>**</sup> |

% olarak elde edilen iz element içerikleri Çizelge 4.6 ile birlikte ele alındığında; Co ve V içeriklerinin belirtilen sınır tenörlerinin biraz üzerinde olduğu, geriye kalan Ni, Ba, Ga, Y ve Zr içeriklerinin ise belirtilen sınır tenörlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Sr içeriği ise S-4 numunesindeki içeriği göz ardı edilerek değerlendirildiğinde sınır tenörün altında bir değere sahip olmasına karşın S-4 numunesindeki yüksek Sr içeriğinin Sultandede metamorfik kayalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### 4.4.4. İnceleme alanındaki lateritlerin sınıflandırılması

Lateritin sınıflandırılması çeşitli kriterlere bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bunlar; serbest alüminyum içeriği, Ki indeksi adı verilen değişken ve kayacın kimyasal bileşiminde bulunan Al, Fe ve Si minerallerinin yüzde oranlarına göre uygulanmaktadır. İnceleme alanından derlenen 16 adet lateritik Fe ve Al numunesi üzerinde yapılan mineralojik ve jeokimyasal incelemeler sonucunda elde edilen veriler, birçok araştırmacının lateritlerin sınıflandırılmasında kullandığı diyagramlar ve tablolar ile değerlendirilmiştir.

Günümüzde bu sınıflandırma yöntemlerinden serbest alüminyum içeriğine göre yapılan Bardossy ve Aleva (1963) ve Valetton'un (1972) kullandığı üçgen diyagramlar kullanılmaktadır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Lateritlerin Al, Fe ve Si içeriklerine göre sınıflandırılması  
(Bardossy ve Aleva, 1963; Valetton'un, 1972)

İnceleme alanının farklı kısımlarından derlenen numuneler üzerinde yapılan jeokimyasal analizler ile elde edilen Al, Fe ve Si içerikleri üçgen diyagram üzerine uygulandığında, çalışma alanındaki lateritlerin genel olarak Demirce Zengin Killi Boksit (S-1, S-2, S-4, S-14, S-15, S-16) sınıfına dâhil olduğu belirlenmiştir. Ancak, bazı seviyeler Silisce Zengin Boksit ( S-5, S-6, S-7, S-9, S-10), Demirce Zengin Boksit (S-8, S-12, S-13) ve Boksit (S-3, S-11) sınıfına da uyumluluk göstermektedir.

#### 4.4.4. İnceleme alanındaki lateritlerin kullanım alanları

Çeşitli kullanım alanına sahip boksitler başlıca metalik alüminyum üretiminde kullanılmalarının yanı sıra metalurji ve kimya sanayinde, ayrıca çimento, refrakter ve aşındırıcı malzeme olarak da kullanılmaktadır. Boksitlerin belirtilen bu kullanım alanlarında ana oksit içeriklerine göre bazı sınır değerler belirtilmiş (JMO, 2011) ve bu değerler aşağıda tablo halinde verilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Ana oksit içeriklerine göre boksitlerin kullanım alanlarındaki sınır değerler (%)

|                                           | <i><b>Metalurjik</b></i> | <i><b>Kimyasal</b></i> | <i><b>Çimento</b></i> | <i><b>Refrakter</b></i> | <i><b>Aşındırıcı</b></i> |
|-------------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| <i><b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></i> | 50-55                    | min 55                 | 45-55                 | 84.5                    | 80-88                    |
| <i><b>SiO<sub>2</sub></b></i>             | 0.15                     | 5-18                   | max 6                 | 7.5                     | 4-8                      |
| <i><b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b></i> | 5-30                     | max 2                  | 20-30                 | 2.5                     | 2-5                      |
| <i><b>TiO<sub>2</sub></b></i>             | 0-6                      | 3                      | 3                     | 3                       | 2-5                      |

İnceleme alanındaki boksitlerden elde edilen ana oksit içerikleri ortalama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 22.65, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 17.72, SiO<sub>2</sub> % 25.23, TiO<sub>2</sub> ise % 3.60 değerlerinde bulunmuştur. Bu değerler göz önüne alındığında inceleme alanındaki boksitlerin cevher zenginleştirme işlemlerine tabi tutularak çimento sanayinde katkı malzemesi olarak kullanılması ön görülmüştür.

#### 4.4.4. İnceleme alanındaki lateritlerin oluşumu

Akdeniz Bölgesinde D-B yönlü Toros kuşağı boyunca lateritik yataklar mevcuttur. Bunlar sırasıyla, Milas (Muğla), Fele-Muratbağı (Şarkikaraağaç-Isparta), Sücüllü (Yalvaç-Isparta), Payas (Hatay) ve İslahiye (Gaziantep) şeklinde uzanır. Bu lateritik oluşuklar, sıcak, nemli, intertropikal bir iklimde, az çok düzleşmiş bir topoğrafyada, şiddetli bir ayrışma ile meydana gelir. Ayrıca, taban kayaları yani türedikleri kayacın bileşimi de son derece önemlidir. Lateritik topraklar, Fe ve Al oksitler/oksihidroksitlerin yanı sıra, tipik olarak kaolinitik kil bakımından zengindir. Lateritler, mevsimsel kuru değişimler boyunca regolitdeki nemin yukarı doğru taşınması ve yağmur suyunun aşağı doğru sızmasının değişimi sayesinde genellikle iyi katmanlanma sunarlar. Lateritik oluşuklar ekonomik olarak önemlidirler. Çünkü alüminyumlu cevherlerin (boksitler) oluşumunda birincil ortam sunarlar. Onlar aynı zamanda Fe, Ni, Mn, U, Au, Cu ve PGE (platin grubu elementleri) gibi diğer metallerin önemli konsantrasyonlarını da içerirler. Ayrıca, endüstriyel hammadde olarak kaolinitik killer ve manyezit de bulundurulur.

Lateritler, duraylı kıtasal ortamlarda uzun dönemlerde oluşurlar. Onlar türedikleri kayacın bileşimlerini yansıtır. Toprak profillerinde ana prosesleri lateritleşmedir. Lateritleşme eluviation ve illuviation olarak ikiye ayrılır. Genelleştirilmiş lateritik regolit profilinde farklı horizonlar bulunur. Bunlar tabandan yüzeye doğru; ayrışmamış kayacın, saprock (< %20 ayrışabilir mineral ayrışması), saprolit (> %20 ayrışabilir mineral ayrışması, birincil doku korunmuş), plasmik zon; başlıca kaolinit ve götit (birincil doku yok olmuş), mottled-benekli zon (kaolinit matriksi), kalıntı (lateritik duricrust), Fe'li laterit (lateritik çakıl) şeklinde dizilir.

Çalışma alanındaki lateritik kuşağın gelişimi, Geç Jura'nın tropik iklim şartlarında (sıcaklık 25°C üzerinde ve yağışsız mevsimlerde) olmuştur. Bölgenin Paleozoik'ten sonra düzleşmesi ve Geç Jura'da sığ-lagün ortamından hemen sonra oluşan karasal koşullar lateritleşme için çok uygun bir ortam sağlamıştır. Lateritlerin ana kayacın üzerinde yer alması lateritleşme sırasında düz bir morfolojinin varlığını ortaya koymaktadır. Sahadaki lateritik oluşuklar diyajenez geçirmişlerdir. Bunlar, Beyşehir-

Hoyran ofiyolitik istifteki doleritlerin ayrışması sonucu oluşmuşlardır. Sahada lateritler ile ayrışmış doleritler sürekli içe içe bulunurlar. Yani bu kayaçlardan türedikleri düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, lateritik oluşuklara bölgedeki diğer kayaçlarda element ya da mineral olarak katkı sağlarlar. Örneğin, sahadaki Hacılabaz formasyonunun karbonatları ve Sultandede formasyonunun epimetamorfik kayaçları gibi. Bu laterit oluşukları, sahada yer yer kireçtaşlarının arasındaki kırıklara, boşluklara, yer yer de kireçtaşının üzerinde görülür. Onlar, doleritlerle yer yer karmaşık bir yapı sunarken, yer yer de dolerit üzerinde gözlenir. Bu durum, tektonik hareketlerden kaynaklanmaktadır.

## 5. SONUÇLAR

Sücüllü (Yalvaç-Isparta) lateritik Fe ve Al oluşumlarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ve ekonomik potansiyelinin araştırılması amacıyla hazırlanan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- ✓ İnceleme alanı olarak seçilen Sultandağları'nın uzantısı boyunca Yalvaç (Isparta) ilçesinin 6km kuzeybatısında yer alan Sücüllü mevkinin, Afyon L26-a3 paftasında yaklaşık 15km<sup>2</sup> lik bir alanının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır.
- ✓ İnceleme alanının alttan üste doğru jeolojik birimlerini; Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı epimetamorfik kayalardan oluşan Sultandede formasyonu, bunun üzerine açısız uyumsuz olarak gelen kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu ve bütün bunları uyumsuz olarak örten Neojen yaşlı çökeller (Bağkonak formasyonu) ve alüvyon oluşturmaktadır. Ayrıca, Sultandede ve Hacılabaz formasyonlarını kesen dolerit daykları ve üzerlerinde gelişen lateritler mevcuttur.
- ✓ İnceleme alanındaki lateritleşmeler ve buna bağlı gelişen boksit oluşumları, doleritlerin gözlendiği her kesimde bu birimin ayrışmasına bağlı olarak KB-GD gidişli bir zon şeklinde kendini göstermekte ve 15-20km'lik bir uzanıma, 30-40m'lik bir kalınlığa sahip bu zon (lateritleşmeler ve buna bağlı gelişen boksit cevherleşmeleri) Yalvaç (Isparta) kuzeyindeki Hacılabaz dağının güneyinde yer almaktadır.
- ✓ İnceleme alanının farklı noktalarından derlenen Fe ve Al numuneleri üzerinde yapılan mineralojik incelemeler (XRD, ayrıntılı kil analizi ve SEM) sonucu; lateritlerin ana bileşimini kil grubu mineralleri (kaolenit ve simektit) ile hematit oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bu minerallere; kalsit, anatas, böhmite, diaspor, götite, feldspat grubu mineralleri ile daha az oranlarda tridimit, kristabolit, kuvars, mika ve amfibol grubu minerallerinin eşlik ettiği

gözlenmiştir. Jeokimyasal incelemeler (ana oksit ve iz element) sonucu ise lateritlerin ana bileşimini oluşturan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (% 22.65),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (% 17.72) ve  $\text{SiO}_2$  (% 25.23) ortalama değerler, Co oranında Ni oranına göre daha yüksek değerler sunduğu belirlenmiştir.

- ✓ İnceleme alanındaki lateritik Fe ve Al numuneleri serbest alüminyum içeriğine göre sınıflandırıldıklarında, lateritlerin genel olarak Demirce Zengin Killi Boksit (S-1, S-2, S-4, S-14, S-15, S-16) sınıfına ait olduğu, bazı kesimlerin ise Silisce Zengin Boksit ( S-5, S-6, S-7, S-9, S-10), Demirce Zengin Boksit (S-8, S-12, S-13) ve Boksit (S-3, S-11) sınıfına da uygun olduğu gözlenmiştir.
- ✓ İnceleme alanındaki boksitlerden elde edilen ana oksit içerikleri ortalama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  % 22.65,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  % 17.72,  $\text{SiO}_2$  % 25.23,  $\text{TiO}_2$  ise % 3.60 değerlerinde bulunmuştur. Bu değerler göz önüne alındığında inceleme alanındaki boksitlerin cevher zenginleştirme işlemlerine tabi tutularak çimento sanayinde katkı malzemesi olarak kullanılması ön görülmüştür.
- ✓ Araştırılan sahadaki lateritik kuşak, Geç Jura'da sıcak, nemli, tropikal iklim koşullarında gelişmiştir. Bölge Paleozoik'ten sonra düzleşmiş ve Geç Jura'da sığ-lagün ortamından sonra oluşan karasal koşullar lateritleşme süreci için uygun bir ortam sağlamıştır. Sahadaki lateritik oluşukların ana kayacın üzerinde yer alması ile lateritleşme sürecinde düz bir morfoloji vardır. Bu lateritler, Beyşehir-Hoyran Ofiyolitik istifin içindeki doleritlerin ayrışması ile oluşmuştur. Bunun yanı sıra, bölgedeki Hacıalabaz karbonatları ve Sultandede epimetamorfikleri laterit topraklarına element, iyon ya da mineral katkısı sağlamıştır. Onlar, karbonatların kırık, boşluk ve katman aralarına yerleşmiştir. Ayrıca, doleritlerle yer yer karmaşık görünüm sunarken, yer yer de dolerit üzerinde bulunurlar.

## 6. KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, S., 1958. Sultandağları'nın 1/100000 ölçekli jeolojik loveleri hakkında rapor, MTA Enst., Arşivi. Rap. No: 2669 (yayınlanmamış).
- Ayhan, A., Karadağ, M. 1985. Şarkikarağaç (Isparta) güneyinde bulunan boksitli ve demirli boksit yataklarının jeolojisi ve oluşumu, Türkiye Jeol. Kur. Bült., 28 (2), 137-146 s.
- Bardossy, G., Aleva, G.J.J, 1963. Lateritic Bauxites: Developments in Economic Geology, Vol. 27, Elsevier, Amsterdam, 624 p.
- Blumenthal, M. 1947. Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'arrière-pays d'Alanya. MTA Enst., Seri D, No:5, 134 p., Ankara.
- Blumenthal, M., 1963. Le Système Structural du Taurus Sud-Anatolien: in Livre à La mémoire du Professeur P. Fallot, Mém. hs. sér. Soc. Géology, 2, 611-622 p.
- Boray, A., Şaroğlu, F., Emre, Ö., 1985. Isparta Büklümünün Kuzey Kesiminde Doğu-Batı Daralma için Bazı Veriler. Jeoloji Mühendisliği Bülteni, 23, 9-20 s.
- Brennich, G. 1957. Kireli (Beyşehir-Konya) ile Sücüllü (Yalvaç-Isparta) arasındaki Lateritler, MTA Derleme, Rap. No: 2686, 72 s. (yayınlanmamış).
- Brindley, G. W., Brown, G., 1980. Crystal structures of Clay Minerals and Their Identification. Mineralogical Society Monograph. Mineralogical Society, London, No: 5.
- Brunn, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A. 1971. Outline of the geology of the Western Taurids: Geology and History of Turkey (Edit, Angus S. Compbell) Petroleum Exploration Society of Libya, Tripol, 225-255 p.
- Brunn, J.H., 1976. L'arc Concave Zagro-Taurique Et Les Arcs Convexes Taurique Et Egen. Collision et arcs induits, Bulletin de la Society Geology, 2, 553-567 p.

- Caner, G., 1971. Boksitin bileşimine giren kimyasal elementler ve bu elementlerin teşkil ettikleri mineraller. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik Dergisi, Sayı 10/5.
- Cengiz, O., 1991. Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç-Isparta) Kuzeyinin Jeolojisi ve Kurşunlu Barit Yatakları, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 75 s.
- Cengiz, O. ve Kuşcu, M., 1993. Çarıksaraylar (Şarkikaraağaç-Isparta) kuzeyinin jeolojisi ve kurşunlu barit yatakları. Türkiye Jeol. Kur. Bült. 36/1, 63-74 s.
- Cengiz, O., 1997. Şarkikaraağaç (ISPARTA) ve Hüyük-Doğanhisar (Konya) Arasındaki Barit Yatakları ve Oluşumu, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 246 s.
- Çağatay, A., Altun, Y., Arman, B. 1981. Çaldağ (Manisa-Turgutlu) lateritik demir, Ni-Co yatağının mineralojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Maden Etüt Dairesi, Sayı: 126, Ankara.
- Çetin, H., ve Bulur, K. 1979. Yalvaç-Şarkikaraağaç (Isparta) bölgesi demirli boksit yatakları jeoloji raporu, MTA Derleme no: 6594, 96 s. (yayınlanmamış).
- Dabous, A. A. 2002. Uranium isotopic evidence for the origin of the Bahariya iron deposits, Egypt, Ore Geology Reviews, 19 (3-4), 165-186 p.
- Demirkol, C. 1977. Yalvaç-Akşehir dolayının jeolojisi, K.S.Ü. Yerb. Böl., Doçentlik Tezi, Konya, 114 s. (yayınlanmamış).
- Demirkol, C., Sipahi, H., Çiçek, S., Barka, A., Sönmez, Ş., 1977. Sultandağının Stratigrafisi ve Jeoloji Evrimi. MTA Enstitüsü Jeoloji Dairesi, MTA raporu, Derleme No:6305.
- Demirkol, C., Sipahi, H. 1979. Bağkonak-Çimendere-Muratbağı (Isparta) yöresinin jeolojisi. Maden Teknik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Demirkol, C., Yetiş, C., 1984. Hoyran Gölü (Isparta) Kuzeyinin Stratigrafisi. Maden Tetkik Arama Dergisi, 101, 1-14 s.
- Demirkol, C., 1986. Sultandağ ve Dolayının Tektoniği. Maden Tetkik Arama Dergisi, 107, 111-118 s.
- Dewey, J.F. Pitman, W.C., Ryan W.B.F. and Bonnin J, 1973. Plate tectonics and the evolution of the Alpine system. Geol. Soc. Am. Bull, 84, 3137-3180 p.

- Eliopoulos, D. G., Economou-Eliopoulos, M. 2000. Geochemical and mineralogical characteristics of Fe–Ni- and bauxitic-laterite deposits of Greece, *Ore Geology Reviews*, 16 (1-2), 41-58 p.
- Eren, Y. 1990. Engili (Akşehir) ve Bağkonak (Yalvaç) köyleri arasındaki Sultandağları Masifinin tektonik özellikleri, *TJK Bült.*, 33 (36-50), Rapor no: 2669, (yayınlanmamış).
- Erişen, B. 1972. Afyon-Heybeli (Kızılkilise) jeotermal araştırma sahasının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları: *Maden Teknik ve Arama Enst. Rap.*, 5490 (yayınlanmamış).
- Freyssinet, Ph, Lecomte, P., Edimo, A. 1989. Dispersion of gold and base metals in the Mborguéné lateritic profile, east Cameroun, *Journal of Geochemical Exploration*, 32 (1-3), 99-116 p.
- Gümüş, A., 1999. Dış olaylara bağlı maden yatakları. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:276.
- JMO (Jeoloji Mühendisleri Odası). Alüminyum raporu. <http://www.jmo.org.tr/resimler/ekler>. Erişim Tarihi: 02.03.2012
- Juteau, T., 1980. Ophiolites of Turkey, *Ofioliti, Special Issue*, 2, 199-235 p.
- Karadağ, M., Arık, F. ve Öztürk, A. 2006. Çatmakaya (Seydişehir – Türkiye) boksit yatağının kökenine jeostatistiksel ve jeokimyasal bir yaklaşım, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, Yerbilimleri*, 27 (2), 63-85 s.
- Ketin, İ., 1966. Tectonic Units of Anatolia. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 66, 35 p.
- Kissel, C., Poisson, A., 1986. Etude paléomagnétique préliminaire des formations néogènes du bassin d'Antalya (Taurides occidentales, Turquie). *Comptes Rendu del'Académie des Sciences*, 302 (10), 711-716 p.
- Koçyiğit, A., 1981. Isparta Büklümünde (Batı Toroslar) Toros Karbonat Platformunun Evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 15-23 s.
- Koçyiğit, A., 1983. Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) dolayının tektoniği. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26, 1-10 s.

- Koçyiğit, A., 1984. Güneybatı Türkiye ve Yakın Dolayında Levha İçi Yeni Tektonik Gelişim. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 27, 1-15 s.
- Küpeli, Ş., Kayabalı, İ., Arslan, M., Saka, H. A., 1999. Doğu Toroslar'da otokton, güncel lateritik bir oluşum: Büyükbelen (Faraşa-Yahyalı) demir zuhuru. MTA Dergisi 121, 51-71 s.
- Lahn, E. ve Romberg, H. 1939. Konya ve Isparta vilayetlerinde kâin Kireli ve Yalvaç arasındaki demir ve boksit yatakları hakkında raporlar, MTA Derleme no: 1084, 92 s., (yayınlanmamış).
- Matheis, G., Pearson, M.J. 1982. Mineralogy and geochemical dispersion in lateritic soil profiles of northern Nigeria, Chemical Geology, 35 (1-2), 129-145 p.
- Öncel, M. S. 1995. Şarkikaraağaç-Yalvaç (Isparta) arasının jeolojisi ve boksit zuhurlarının mineralojik, petrografik, jeokimyasal incelemesi, Selçuk Üniv. Fen Bil.Ens., Doktora Tezi (yayınlanmamış), Konya, 147 s.
- Öncel, M. S. ve Söğüt A. R. 2008. Kaletepe Lateritik Boksit Zuhurunun Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 24, 4 s.
- Özgül, N., Gedik, İ., 1973. Orta Toroslar'da Alt Paleozoyik Yaşta Çaltepe Kireçtaşı ve Seydişehir Formasyonu'nun Stratigrafisi ve Konodont Faunası Hakkında Yeni Bilgiler. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 16/2, 39-52 s.
- Özsoy, H. R., 2011. Bağlarbaşı (Süçüllü-Yalvaç, Isparta) Demirli Boksit Cevherleşmesinin Jeolojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49 s, Isparta.
- Persons, S. B. 1970. Laterite genesis, location, use: monographs in Geoscience, Newyork.
- Piper, J.D. A., Gürsoy, H., Tatar, O., 2002. Palaeomagnetic evidence for the Gondwanian origin of the Taurides and rotation of the Isparta Angle, southern Turkey. Geology Journal, 37 (4), 317-336 p.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F., Uysal, Ş., 1984. The Isparta Angle: A Mesozoic Paleorift in the Western Taurides. Geology of the Taurus Belt (eds., Tekeli, O., and Göncüoğlu, M.C.). International Symposium, 11-26 p.

- Poisson, A., Yağmurlu, F., Bozcu, M., Şentürk, M., 2003. New insights on the tectonic setting and evolution around the apex of the Isparta Angle (SW Turkey). *Geology Journal*, 38, 257-282 p.
- Roquin, C., Dandjinou, T., Freyssinet, Ph., Pion, J. C. 1989. The correlation between geochemical data and SPOT satellite imagery of lateritic terrain in southern Mali, *Journal of Geochemical Exploration*, 32 (1-3), 149-168 p.
- Şenel, M., 1984. Discussion on the Antalya mappes. In: *Geology of the Taurus belt*. (Ed. By O. Tekeli and C. Göncüoğlu), 41-51 s, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Konferanslar Dizisi*, 2, 40 s.
- Temur, S. ve Baş, H. 1992. Çiftehane-Koçak (Ulukışla/Niğde) yöresi demir yataklarının mineralojik ve jenetik incelemesi, *Jeoloji Mühendisliği* s. 41, 91-103.
- Thome, R., Herrington, R., Roberts, S., 2009. Composition and origin of the Çaldağ oxide nickel laterite W. Turkey.
- Valeton, I., 1972. *Developments in Soil Science 1: Bauxites*, Amsterdam, Elsevier Publishing Company, 226 p.
- Yağmurlu, F., 1991. Yalvaç-Yarıkkaya Neojen Havzasının Stratigrafisi ve Depolama Ortamları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 34, 9-19 s.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y., Bozcu, M., 1997. Relation of Alkaline Volcanism and Active Tectonism within the Evolution of the Isparta Angle, SW-Turkey. *The Journal of Geology*, 105, 717-728 p.
- Yağmurlu, F., Savaşçın, Y., Bozcu, M., 2000. Neotectonic events within the SW Turkey and importance of tectonic evolution of Isparta Angle. *International Earth Sciences Congress on Aegean Regions*, 43 p.
- Yağmurlu, F., Poisson, A., Bozcu, A., Şentürk, M., 2007. Isparta Açısının tektonostratigrafik özellikleri ve petrol jeolojisi açısından irdelenmesi. *Türkiye 16. Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongre ve Sergisi, Proceedings*, s 10, Ankara.
- Belgeler.Com İnternet Sitesi. <http://www.kalinti-yataklari.com>  
Erişim Tarihi: 02..03.2012

# **EKLER**

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Betül Coşkun

**Doğum Yeri:** Burdur

**Doğum Yılı:** 25.07.1986

**Medeni Hali:** Bekar



### **Eğitim Durumu:**

**Lise:** 2000-2003 Cumhuriyet Lisesi

**Lisans:** 2005-2009 Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık  
Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

**Y. Lisans:** 2009-2012 Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri  
Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yabancı Dil:** İngilizce

**Kullandığı Bilgisayar Programları:** Windows NT, Microsoft Ofis 2003; Excel,  
Word, PowerPoint, CorelDRAW

### **Elde Ettiği Belgeler:**

**Ales:** 81.919

**Üds:** 48.750

### **Araştırma Faaliyetleri:**

#### **Seminer:**

1. Alterasyon ve Türleri, 2008
2. Sıvı Kapanımların Maden Yataklarındaki Köken Uygulamaları, 2010

#### **Bitirme Tezleri:**

1. Darıdere (Isparta) Bölgesindeki Alterasyon Alanlarının Haritalanması ve Jeokimyasal Özellikleri, 2009 (Lisans)
2. Sücüllü (Yalvaç-Isparta) Lateritik Fe ve Al Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Potansiyelinin Araştırılması, 2012 (Yüksek Lisans)

**Projeler:**

1. Isparta Bölgesindeki Darıdere, Yakaören ve Keçiborlu Çevresinde Yüzeyleyen Hidrotermal Ayrışma Alanlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, BİDEB 2209 (TÜBİTAK-Proje Yürütücüsü), 2009
2. Sücüllü (Yalvaç-Isparta) Lateritik Fe ve Al Oluşumlarının Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri ve Ekonomik Potansiyelinin Araştırılması, BAP (2034-YL-11), 2012

**YAYINLARI:**

**Coşkun, B.,** Cengiz, O., Şahin, Ö., 2010. Isparta Bölgesindeki Darıdere, Yakaören ve Keçiborlu Çevresinde Yüzeyleyen Hidrotermal Ayrışma Alanlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özellikleri, 63.Türkiye Jeoloji Kurultayı, 5-9 Nisan Ankara, S. 363-365.

**AKTİVİTELER:**

1. XIII. Ulusal Kil Sempozyumu (09/2007)
2. Jeoloji Mühendisliği Yüksek Lisans Temsilciği (09/2009)
3. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Oda No: 13709 (Üyelik) (2009)
4. Türkiye 63. Jeoloji Kurultayı, Poster Sunumları (Teşvik Ödülü) (2010)

