

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİR YERALTI KAYA TUZU MADENİNDEKİ TOZ MARUZİYET
RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Seçil AYANOĞLU
141101384

Bölüm: İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ
Prof. Dr. Mehmet ÜNAL

İSTANBUL
Haziran 2019

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BİR YERALTI KAYA TUZU MADENİNDEKİ TOZ MARUZİYET
RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Seçil AYANOĞLU
141101384

Bölüm: İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı

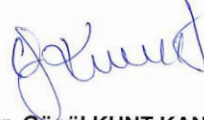
Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLI
Prof. Dr. Mehmet ÜNAL

İSTANBUL
Haziran 2019

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2019



Prof. Dr. Gönül KUNT KANDEMİR
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi
(Jüri Başkanı)



Doç. Dr. Fatih YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİSİ

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım “Bir Yeraltı Kaya Tuzu Madenindeki Toz Maruziyet Risklerinin Değerlendirilmesi” başlıklı bu tez çalışmasında;

- Bu çalışmada, başka kaynaklardan yapılan tüm alıntılar, ilgili kaynaklar referans gösterilerek açıkça belirtildiğini,
- Alıntılar dışındaki bölümlerin, özellikle projenin ana konusunu oluşturan teorik çalışmaların ve yazılım/donanımın benim tarafımdan yapıldığını,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İstanbul, 24.06.2019

Seçil AYANOĞLU

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	i
Özgünlük Bildirisi	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
SEMBOLLER, KISALTMALAR	vi
ÖNSÖZ	vii
GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Kaya Tuzu ve Kaya Tuzunun Kullanım Alanları	2
2.1.1. Kaya Tuzu	2
2.1.2. Kaya Tuzu Kullanım Alanları	3
2.2. Dünyada Tuz Madenciliği	4
2.2.1. Dünyada Tuz Üretimi	5
2.3. Türkiye’de Tuz Madenciliği.....	6
2.3.1. Türkiye’de Tuz Üretimi	6
2.3.2. Türkiye’de Tuz Rezervleri	7
2.4. Kaya Tuzu Madenlerinin Jeolojik Oluşumu	9
2.4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi	11
2.5. Yeraltı Madenindeki Tehlike ve Riskler	14
2.5.1. Maden Gazları ve Grizu Patlamaları	15
2.5.2. Termal Konfor	15
2.5.3. Gürültü	16
2.5.4. Patlayıcı Madde ve Kullanımı.....	17
2.5.5. Yangın.....	17
2.5.6. Titreşim	17
2.5.7. Havalandırma.....	18
2.5.8. Elektrik.....	19
2.5.9. Psikolojik Faktörler	19
2.5.10. Aydınlatma	20
2.5.11. Tahkimat ve Maden Göçükleri	20
2.5.12. Su Baskını.....	21
2.5.13. Kazı İşleri	21
2.5.14. Mekanizasyon ve Makine Kullanımı	22
2.5.15. Malzeme ve Nakliye	22
2.5.16. Madenlerdeki Toz Kaynaklı Riskler	23
2.5.16.1. Toz	23
2.5.16.2. Tozun Çalışan Sağlığı Açısından Verdiği Zararın Boyutunu Etkileyen Unsurlar	23
2.5.16.2.1. Toz Konsantrasyonu	23
2.5.16.2.2. Toz Tane Boyutu.....	25
2.5.16.2.3. Toz Özellikleri	26
2.5.16.2.3.1. Tozun Kimyasal Yapısına ve Fizyolojik Etkisine Göre Sınıflandırılması	26

2.5.16.2.4. Kişiyeye Ait Faktörler	27
2.5.16.3. Yeraltı Madenlerindeki Toz Kaynakları.....	28
3. GEREÇ VE YÖNTEM	30
3.1. Saha Çalışmaları ve Örnek Alımı	30
3.2. Tane Boyu Analizi	32
3.3. X-Işınları Kırınım (XRD)	33
3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) –Enerji Saçılım Spektrometre (EDS)	35
3.5. İç Ortam Toz Ölçümleri	36
4. BULGULAR.....	37
4.1. Saha Bulguları	37
4.2. Tane Boyu Analizi	37
4.3. X-ışınları Kırınım (XRD)	46
4.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) –Enerji Saçılım Spektrometre (EDS)	69
4.5. İç Ortam Toz Ölçümleri	80
5. TARTIŞMA.....	82
6. SONUÇ	88
7.ÖZET	90
SUMMARY	92
KAYNAKLAR	94
10.ÖZGEÇMİŞ.....	102

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: 1997 Sektörel Tuz Kullanımı	4
Tablo 2: Dünya Tuz Üretim ve Rezervi	5
Tablo 3: Türkiye’de Tuz Üretimi 1960-2010 (Ton).....	6
Tablo 4: Türkiye’de Tuz Üretimi 2011-2017 (Ton)	7
Tablo 5 : Türkiye Kaya Tuzu Rezervleri	8
Tablo 6. Tuz Kayaçları İçerisinde Bulunan Yaygın Tuz Mineralleri	10
Tablo 7 : Özelliği Olan Kayaç veya Mineraller Maruziyet Eşik Sınır Değerleri	24
Tablo 8: Maden Galerisinden Alınan Numune Kodları	38
Tablo 9: XRD Analizi Sonucunda Bulunan Mineral Birlikteliği	45
Tablo 10: Toplam Toz Ölçüm Karşılaştıırma Tablosu	81
Tablo 11: Solunabilir Toz Ölçüm Karşılaştıırma Tablosu	81
Tablo 12: Tane Boyu analizi, XRD ve SEM-EDS Analizi Karşılaştıırması.....	83
Tablo 13: Solunabilir Kuvars Konsantrasyonu Karşılaştıırması	86

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kaya Tuzu Minerali Halit Kristali	2
Şekil 2: Kaya Tuzu Halit Kristal Yapısı	2
Şekil 3: Türkiye Yeraltı Tuzları	9
Şekil 4: Çalışma Alanına Ait Genelleştirilmiş Stratigrafik İstif	12
Şekil 5 : Çalışma Alanının Bulunduğu Havzaya Ait Detaylandırılmış Jeoloji Haritası	13
Şekil 6 a-6b: Yeraltı Madenindeki Cevher Aynası ve Örnek Alımı	30
Şekil 7a-7b: M lokasyonunda kavlak taraması yapılırken oluşan tozuma	31
Şekil 8 : Malvern Mastersizer 2000	32
Şekil 9: Rigaku Ultimate –IV X Işınımı Kırınım Cihazı	34
Şekil 10: 170 Meş Altı Toz XRD Çekimi İçin Kullanılacak Numune	34
Şekil 11a-11b : Toz Numune Preparatının XRD Çekimi İçin Hazırlanması ve Çekime Hazır Preparat	34
Şekil 12: C4T örneğine ait tane boyu analizi	39
Şekil 13: C5T örneğine ait tane boyu analizi	40
Şekil 14: K1T örneğine ait tane boyu analizi	41
Şekil 15: M-1T örneğine ait tane boyu analizi	42
Şekil 16: M2T örneğine ait tane boyu analizi	43
Şekil 17: SY-1T örneğine ait tane boyu analizi	44
Şekil 18: Yol-2T örneğine ait tane boyu analizi	45
Şekil 19: C1 toz çekim örneğindeki XRD analizi	47
Şekil 20: C2 toz çekim örneğindeki XRD analizi	48
Şekil 21: C3 toz çekim örneğindeki XRD analizi	49
Şekil 22: C4T toz çekim örneğindeki XRD analizi	50
Şekil 23: C5T toz çekim örneğindeki XRD analizi	51
Şekil 24: K1T z çekim örneğindeki to XRD analizi	52
Şekil 25: M1T toz çekim örneğindeki XRD analizi	53
Şekil 26: M2T toz çekim örneğindeki XRD analizi	54
Şekil 27: SY-1T toz çekim örneğindeki XRD analizi	55
Şekil 28: Yol-1 toz çekim örneğindeki XRD analizi	56
Şekil 29: Yol-2T toz çekim örneğindeki XRD analizi	57
Şekil 30: C1 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	58
Şekil 31: C2 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	59
Şekil 32: C3 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	60
Şekil 33: C4T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	61
Şekil 34: C5T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	62
Şekil 35: K1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	63
Şekil 36: M1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	64
Şekil 37: M2T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	65
Şekil 38: SY-1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	66
Şekil 39: Yol-1 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	67
Şekil 40: Yol-2T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi	68
Şekil 41: C1 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri	70

Şekil 42.:C2 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri.....	71
Şekil 43: C3 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri.....	72
Şekil 44: C4T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri	73
Şekil 45: C5T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri	74
Şekil 46: K1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri	75
Şekil 47: M1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri.....	76
Şekil 48: M2T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri.....	77
Şekil 49: SY-1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri.....	78
Şekil 50: Y1 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri.....	79
Şekil 51: Y2T örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri.....	80



SEMBOLLER, KISALTMALAR

ACGIH	Amerika Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı
dB	Desibel
EDS	Enerji Saçılım Spektrometre
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
MTA	Maden Tetkik Arama
µm	Mikron
NIOSH	Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü
OSHA	İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
XRD	X Işınları Kırınım
TLV	Eşik Sınır Değer
TWA	Zaman Ağırlıklı Ortalama

ÖNSÖZ

Türkiye’de İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgesinde zengin kaya tuzu yatakları bulunmaktadır. Kaya tuzu yataklarının üretim haricindeki alanları tıbbi jeolojisi yönünden ve sağlık açısından faydalı olduğuna dair birçok çalışma vardır. Ancak cevher-yan kayaç ilişkisi düşünüldüğünde yeterli seviyede çalışma bulunmamaktadır. madencilik faaliyetleri sırasında mineral tozlarının varlığı söz konusudur. Zira maden çalışanları tozdan dolayı sağlık açısından olumsuz yönde etkilenmektedir. Tozuma sorunu iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli bir konudur. Bundan dolayı tez çalışmasında maden alanı içerisinde toz, tuz kayası ve yan kayaçtan örnek alınarak tane boyu analizi ile tozun tane boyu dağılımı, X-RD X-Işınları Kırınım (XRD) analizi mineral tayini, Taramalı Elektron Mikroskobu - SEM-EDS ile minerallerin morfolojik ve nicel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunlarla beraber İSG ölçümleri konusunda yetkili bir laboratuvar tarafından yapılan toz ölçümleri ile maruz kalınan toz miktarı tespit edilerek standartlar ile karşılaştırma yapılmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmamda bilgisini ve tecrübesini paylaşan ve her zaman beni destekleyen danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Tahsin Aykan KEPEKLİ’ye ve Prof. Dr. Mehmet ÜNAL’a teşekkürlerimi sunarım. Maden işletmesinin adını veremediğimizden dolayı adını zikredemediğim, maden alanı içerisinde bize çalışma fırsatı veren ve bilgi akışı sağlayan sayın maden mühendisine şükranlarımı sunarım. Ayrıca tez çalışmamın analizlerini yapan, yoğun çalışma temposuna rağmen tez çalışmamda çok değerli katkılar sunan kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fatma TOKSOY KÖKSAL’a teşekkürü bir borç bilirim. Tezli yüksek lisans yapmam konusunda beni yüreklendiren ve her daim yanımda olan değerli dostlarım Doç. Dr. Melda DÖLARSLAN ve Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL’e, hayatımın her anında beni destekleyen sevgili annem Fazilet MUTLU’ya ve hayat arkadaşım İsmail AYANOĞLU’na teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Tuz mineralleri, doğada çok sık karşılaşılan bir mineral grubu olup, insanoğlu ve tüm canlılar için gerekli bir besin kaynağıdır. Geçmişten beri ticareti yapılan ve gıda maddesi olarak tüketilen tuz, kullanım alanı genişleyerek sanayinin farklı alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Dünya geneline bakıldığında tuz, yaklaşık olarak %60-%70'i kimya sanayisinde dönüşüm hammaddesi olarak kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde temel madde olmasına rağmen insan gıdası olarak tüketilen toplam oranı, dünya tuz tüketiminin %19'u kadardır ¹. Doğada katı ve sıvı olmak üzere iki şekilde bulunan tuz, sıvı halde denizlerden, göllerden ve tuzlu su kaynaklarından, katı halde ise kaya tuzu yataklarından elde edilmektedir ². Dünyada tuz, rezerv açısından daha çok denizlerden ve bunu takiben kaya tuzu yatakları ve bazı göller ile yer altı suları içinde erimiş haldeki tuz eriyiklerinden elde edilmektedir ³.

Türkiye'de zengin deniz, göl ve tuzlu su kaynaklarının bulunmasının yanı sıra bilhassa İç Anadolu bölgesi ve Doğu Anadolu bölgesinde pek çok kaya tuzu yataklarına rastlanmaktadır ⁴. Kaya tuzu yataklarında üretim, nakliye gibi madencilik faaliyetleri yapılırken maden çalışanlarında birtakım akciğer rahatsızlıkları görülebilmektedir. Bu tür rahatsızlıklar mesleki toza maruziyetten kaynaklanabilir. Bunu irdelemek adına İç Anadolu Bölgesi'ndeki bir tuz ocağında çalışma yapılmıştır.

Bu çalışma ile İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan bir kaya tuzu yeraltı maden ocağındaki mineral tozlarının riskleri incelenerek toz ortam ve maruziyet ölçümleri ile tozun fiziksel ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak maruziyet risklerinin değerlendirilmesi ve çalışma ortamının iyileştirilmesine yönelik çözüm önerilerinin getirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

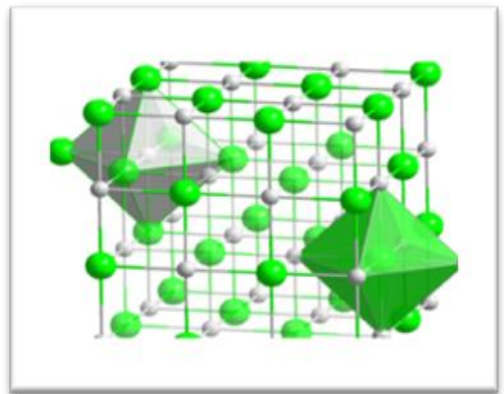
2.1. Kaya Tuzu ve Kaya Tuzunun Kullanım Alanları

2.1.1 Kaya Tuzu

Kaya tuzu, tuzlu suların buharlaşması neticesinde oluşan çökel bir kayadır ⁵ (Şekil 1). Çökelme sırasında oluşan tortullar evaporit olarak nitelendirilmektedir ⁶. Evaporit mineralleri olarak bilinen kaya tuzu mineralleri iri kristalli, lifli, ince taneli masif veya eş boyutlu iri kristalli granular tortul kayadır. Kaya tuzunun en yaygın tipi "halit" olmasına karşın silvit, kalsit, dolomit, anhidrit, jips ve potaş gibi mineralleri de içermektedir. Bu mineraller eş zamanlı olarak bir havzanın bitişik kısımlarında çökebilir ⁷. Ayrıca bu mineraller, hacim ve dağılımı bir formasyon veya numunenin yüzde 0-100 arasında değişen tabakalaşmış yataklarda ve kristaller arası tanecikleri yaymak için kalın ara tabakalı yataklarda bulunur ⁸. Minerolojisi de topografya, su derinliği, tuzluluk ve pH gibi faktörlere bağlıdır ⁷. Şekil 2'de görüldüğü gibi kristal yapısı kübik sistemde olan halit, Na (Sodyum) ve Cl (Klorür) iyonlarından oluşmaktadır. Saf halde iken yaklaşık % 40 sodyum, % 60 klordan meydana gelmektedir ³.



Şekil 1. Kaya tuzu minerali halit kristali ⁸³



Şekil 2. Kaya tuzu halit kristal yapısı ⁸⁴

Kaya tuzu mineralleri yüksek basınç altında plastik özellik göstermektedir ve hareket kabiliyetine sahiptir^{9, 10}. Kaya tuzunun sertliği 2-2,5, özgül ağırlığı 2,1-2,55 gr/cm³ arasında değişim göstermektedir. Su içinde 25°C'de takriben 360 gr/lt gibi yüksek çözünme özelliğine sahiptir. Erime noktası 800°C, kaynama noktası ise 1412°C olarak bilinmektedir. Saf haldeyken renksiz olan kaya tuzu mineralleri, doğadan elde edilen haliyle gri, sarı, kırmızı, mavi ve yeşil gibi farklı renkleri olabilmektedir. Bunun sebebi yapılarına giren iz miktardaki kimyasal safsızlıklardır. Bileşimine giren kil kaya tuzuna gri, koyu gri ve siyah renkleri verebilirken ender olarak da doğada beyaz ve şeffaf haliyle bulunabilmektedir⁹. Ülkemizde yer alan kaya tuzu madenlerinde %5-10 arasında şeffaf beyaz olarak kaya tuzu kristalleri bulunmasının yanı sıra çoğunlukla gri renkte türleri görülmekte olup bir bölümü de siyaha yakın renktedir¹¹.

2.1.2. Kaya tuzu kullanım alanları

Günümüzde kaya tuzunun 14.000 bilinen kullanım alanı bulunmaktadır. Kaya tuzu insan gıdasında, hayvan beslenmesinde, sanayide, karayollarındaki buz kontrollerinde kullanılmakta olup genel olarak bakıldığında %95'i kimya sanayisinde, %3'ünden daha az bir kısım da sofraya tuzu olarak tüketimi mevcuttur^{12,13}. Türkiye'nin sektörel tuz kullanımı Tablo 1'de verilmektedir. Kaya tuzundan üretilen önemli maddeler sentetik soda külü (sodyum karbonat, Na₂CO₃), klor (Cl₂) sodyum hidroksit ve (NaOH), hidroklirokasit'tir^{14, 15}. Diğer taraftan kaya tuzu tarım ilaçları, seramik yapımı, kömürlerden kükürdün temizlenmesi, alçı yapımı ve zeolitlerin yeniden kullanılabilir duruma getirilmesi gibi alanlarda da yararlanır¹⁶.

Tablo 1. 1997 yılı sektörel tuz kullanımı ¹³

Kullanım Alanları	Birim (Bin Ton)
Ekmek ve Unlu Mamuller	219
Süt Ürünleri Sanayii	68
Margarin Sanayii	7
Zeytincilik	84
Et Ürünleri Sanayii	3
Diğer Gıda Sanayii	70
Sabun Deterjan Sanayii	98
Tekstil Sanayii	144
Dericilik Sanayii	214
Kağıt Sanayii	26
Maden Metalurji Sanayii	43
Kimya Sanayii	415
Su Yumuşatma	55
Hayvancılık	137
Yem Sanayii (Kanatlı Hayv.)	33
Diğer Sanayii Dalları	15
Tüketim Tuzu (Rafine tuz için)	114
Tüketim Tuzu (Yıkama tuz için)	151
Karayolları Kar ve Buz Mücadelesi	55
Toplam	1951

2.2. Dünyada Tuz Madenciliği

Dünya tuz kaynakları açısından oldukça zengin olmak ile birlikte en büyük tuz kaynakları okyanus ve deniz sularında çözülmüş olarak yer almaktadır. Deniz tuzu üretimi, iklim koşullarına ve üretim havuzlama tesislerinin kapasitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çin, Avustralya, Hindistan ve Meksika gibi ülkeler coğrafi durumlarına göre tuz üretimlerinin neredeyse tamamını denizlerden sağlamaktadır ¹⁷. Diğer önemli tuz kaynakları ise katı halde bulunan kaya tuzu yatakları, bazı göller ve yeraltı suları içinde erimiş haldeki tuz eriyikleri olarak sıralanmaktadır. Dünya'da en önemli tuz gölleri, ABD'nin batısında yer alan Salt Lake (Büyük Tuz Gölü), Filistin'deki Lut Gölü (Ölüdeniz) ve Türkiye'deki Tuz Gölü olarak bilinmektedir. Bu göllerden Lut Gölü'nün tuzluluk oranı %340, Tuz gölünün

%329, Salt Lake'in ise %270 civarındadır. En derin tuz yatakları da Kuzey Almanya ve Kuzey Amerika'da bulunmaktadır ^{13,18,19}.

2.2.1 Dünyada Tuz Üretimi

Günümüzde neredeyse tuz problemi yaşayan ülke yok denecek kadar azdır. Yaklaşık olarak 280 milyon ton üretimi olan tuz, 10 milyar dolarlık bir ekonomi payına sahiptir ve dünyada tuz üretimi 120 ülkede gerçekleşmektedir ¹². Tuz üretimi yapan ülkeler arasında Tablo 2'de görüldüğü üzere Çin 68 milyon ton üretim ile en başta gelmekte ardından 43 milyon ton üretim ile ABD, 26 milyon ton üretimi ile Hindistan, 13 milyon ton üretim ile Kanada ve Almanya olarak sıralanmaktadır. Türkiye'de ise yaklaşık olarak 11 milyon ton üretim yapılmaktadır ²⁰. En büyük tuz üreticisi olan Çin aynı zamanda en fazla tuz tüketen ve ithal eden bir ülkedir. Zira tuz dijital kamera, astronot malzemesi, plazma televizyon ve ilaç yapımının yanısıra pvc üretimi ve kimya endüstrisi gibi birçok sektörde kullanılmaktadır ²¹.

Tablo 2. Dünya tuz üretim ve rezervi ²⁰

	Tahmini Üretim (Milyon Ton)	
	2016	2017
Amerika Birleşik Devletleri	42,000	43,000
Avustralya	11,000	11,000
Brezilya	7,600	7,500
Kanada	14,000	13,000
Şili	12,000	12,000
Çin	67,000	68,000
Fransa	6,000	6,000
Almanya	12,000	13,000
Hindistan	25,000	26,000
Meksika	8,800	9,000
Polonya	3,500	3,500
İspanya	4,300	4,300
Türkiye	11,000	11,000
Birleşik Krallık	5,000	5,000
Diğer ülkeler	45,000	45,000
Dünya toplamı	270,000	280,000

2.3. Türkiye’de Tuz Madenciliği

2.3.1. Türkiye’de Tuz Üretimi

Ülkemizde sanayinin ilerlemesi ile birlikte tuz üretiminde de artış görülmektedir. Tablo 3’de görüldüğü gibi 1980 yılında tuz üretimi yılda 1.169.331 iken 2010 yılındaki tuz üretimi yılda 4 milyon tona ulaşmıştır ¹². Tablo 4’de görüldüğü üzere 2017 yılında tuz üretimi yılda 6.644.552 yapılarak artış göstermektedir ²¹. Bu rakamlarda artış görülmesine rağmen ve aynı zamanda ülkemizde tuz kaynağı açısından zengin tuz gölü ve diğer tuz yatakları varken tuza dayalı sanayi fazla gelişmediği için tuz üretim hacmi düşük oranlarda kalmaktadır ²².

Türkiye’de tuz üretimi yapan 600 işletmenin bulunduğu tahmin edilmekle birlikte işletme ruhsatlı ve KOBİ niteliği taşıyan sadece 85 adet firma faaliyet göstermektedir. Bu durumdan dolayı %85 kayıt dışı üretim, %15 kayıt altında üretim söz konusudur. Böylece kayıt dışı üretim nedeniyle kesin istatistiksel verilerin elde edilmesi konusunda ciddi problemler yaşanmaktadır ¹².

Tablo 3. Türkiye’de tuz üretimi 1960-2010 (Ton) ¹²

Yıllar	Birim (ton)				
	Kaya Tuzu	Göl Tuzu	Deniz Tuzu	Kaynak Tuzu	Toplam
1960	31,254	98,254	273,436	42,057	445,346
1970	38,007	200,915	359,064	50,792	648,778
1980	63,347	604,760	460,447	40,747	1,169,331
1990	76,340	1.268,696	504,160	39,766	1.888,692
2000	84,080	1,433,901	532,489	16,107	2,066,577
2005	-	-	-	-	3,000,000
2010	-	-	-	-	4.000,000

Tablo 4. Türkiye’de tuz üretimi 2011-2017 (Ton) ²¹

Maden Adı	Yıllar						
	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Kaya tuzu	2,870,499	2,732,362	2,955,575	2,649,270	2,421,602	2,169,475	2,391,203
Kaynak tuzu	318,756	15,801	5,661	10,957	13,397	10,601	10,612
Göl tuzu	2,902,109	2,015,518	2,664,930	2,203,132	2,658,837	2,678,547	2,909,645
Deniz tuzu	550,000	558,237	623,500	420,500	509,000	516,650	467,500
Magnezyum tuzu	3,188	6,338	7,654	47,553	10,670	2,935	885
Toplam	6.644.552	5,328,256	6,257,320	5,331,412	5,613,506	5,378,208	5,779,845

2.3.2. Türkiye’de Tuz Rezervleri

Türkiye tuz rezervi açısından oldukça zengin durumdadır. Tuz rezervlerinin kaynağını deniz tuzu, göl tuzu, kaya tuzu ve kaynak tuzu oluşturmaktadır ¹³.

Deniz tuzu rezervi bitmek tükenmez gibi gözükse de üretim havuzlama tesislerinin kapasitesine ve iklim şartlarına bağlı olarak gelişim göstermektedir. Ülkemizde deniz tuzlası olarak İzmir Çamaltı ve Balıkesir Ayvalık tuzlaları işletilmekte olup gerekli yatırımların yapılması halinde İzmir Çamaltı tuzlasının kapasitesinin 1.000.000 ton/yıl’a ulaşabileceği tahmin edilmektedir. Son senelerde gerçekleşen kapasite artışı ile üretim kapasitesi 600,000 ton/yıl’a çıkmıştır ^{13, 23}.

Türkiye tuz ihtiyacının 2/3’ünü Tuz Gölü’nde üretilen tuz ile karşılamaktadır. Tuz Gölü bölgesinde üretim Konya-Cihanbeyli’de Yavşan Tuzlası, Ankara-Şereflikoçhisar’da Kaldırım ve Kayacık Tuzlası’nda yapılmaktadır ²⁴. Gölün tüm alanı 1,665 km² olup eldeki jeolojik verilere göre büyük potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Tuz Gölü’nden toplam yıllık tuz üretimi 1,500,000 tondan fazladır ^{23, 25}.

Ülkemizin jeolojik yapısı sebebiyle büyük kaya tuzu yatakları bulunmaktadır. III. Zamanın (Neozoik) Eosen, Oligosen ve Miyosen devirlerinde iç denizlerde kuraklık nedeniyle geniş çökelmeler oluşmuştur. İç Anadolu Bölgesi Çankırı'dan başlayarak Çorum, Yozgat, Sivas, Erzincan, Erzurum ve Kars üzerinden İran'a bağlanan tuz yataklarında 30'u aşkın kaya ve kaynak tuzlaları yer almaktadır. Bununla beraber, Adana havzası ve Siirt yöresinde de geniş yeraltı tuz oluşumları vardır ¹³.

Kaya tuzu rezervlerinin belirlenmesi amacıyla TEKEL ve MTA arasında 1977 yılında bir protokol imzalanarak çalışmalar başlatılarak Çankırı, Sekili, Gülşehir, Tuzluca yeraltı kaya tuzu alanlarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Bu bağlamda alan çalışmalarında kaya tuzu rezervini ortaya çıkarmaya yönelik olarak tuzun yayılımı saptanarak jeolojik haritalama, jeofizik ve sondaj çalışmaları sürdürülerek kaya tuzu rezervinin jeokimyası ve kalitesi de yorumlanmaya çalışılmıştır. Yapılan sondaj çalışmalarının neticesinde MTA verilerine göre üç boyutlu değerlendirildiğinde görünür rezerv toplamı 1 milyar ton'u geçmektedir. Tablo 5'de muhtemel ve mümkün rezervler dikkate alındığında ülkemiz açısından büyük bir kaya tuzu rezervinin olduğu göze çarpmaktadır ^{3, 13}.

Tablo 5. Türkiye kaya tuzu rezervleri ¹³

		Rezerv (milyon ton)		
Tuzla Adı	Yeri	Görünür (ton)	Muhtemel (ton)	Mümkün (ton)
Sekili	Yozgat	107 Milyon	59 Milyon	300 Milyon
Çankırı	Çankırı	821 Milyon	358 Milyon	--
Gülşehir	Nevşehir	75 Milyon	96 Milyon	959 Milyon
Tepesidelik	Kırşehir	--	--	20 Milyon
Tuzluca	Kars	--	--	100 Milyon
Kağızman	Kars	--	--	60 Milyon
Oltu	Erzurum	--	--	30 Milyon



Şekil 3. Türkiye yeraltı tuzları⁹

2.4. Kaya Tuzu Madenlerinin Jeolojik Oluşumu

Kaya tuzlarının oluşumunda ana etken buharlaşma ve buharlaşma aşamalarıdır. Bu oluşum aşamalarının 545 milyon yıl öncesine Paleozoik zamanlara kadar dayandığı tahmin edilmektedir. Kaya tuzunun oluşum aşamalarında diğer tuzlar ile beraber görülmektedir. Genellikle başka evoporit mineraller ile bulunan kaya tuzları sırasıyla kalsiyum karbonat, kalsiyum sülfat ve sodyum klorür olarak çökeltme göstermektedir. Zaman içerisinde yeraltı sularının veya kapalı havzaların zamanla buharlaşma ile tuz yataklarının oluşmasına neden olduğu bilinse de yatak oluşumlarında yaş ve oluşum teorisi için belirlenen manyetik yön, fosil, tabaka kalınlığı ve konumu gibi çalışmalar sonucunda dünya üzerinde çok büyük alanda yayılım gösteren ve çok kalın yataklar için yeterli açıklama getirmek mümkün olmamaktadır²⁶.

Kaya tuzu, doğal tuz minerallerinin bileşiminden oluşmaktadır. Kaya tuzu mineralleri tek tipten oluşursa monomineral olarak anılmaktadır. Kaya tuzlarının iki, üç veya daha fazla mineralden oluşması ise polimineral olarak bilinmektedir. Mineral içeriği gerek çökel havzasındaki kristalleşme sürecinde egemen olan fizikokimyasal koşullara gerekse de birincil mineralleri dönüştüren sonraki alterasyon olaylarına dayanmaktadır. Böylece bu tarz alterasyon olayları çökelme boyunca sedimanlar arasında ve tuz yatağının bütün jeolojik geçmişinde olduğu gibi diyajenezin (taşlaşma) ilk aşamalarında meydana gelebilmektedir. Bu nedenle tuz yataklarındaki bazı mineraller birincil, bazıları ise ikincil olarak bilinmektedir. Tablo 6'de yaygın olarak görülen kayaç oluşturu tuz mineralleri ve bazı fiziksel özellikleri karşılaştırmalı olarak verilmektedir ^{6, 27}.

Tablo 6. Tuz kayaçları içerisinde bulunan yaygın tuz mineralleri ^{6, 27}

Mineral adı ve formülü	Renk	Mohs cetvelinde sertlik	Çözünürlük
Kloritler			
Halit NaCl	Renksiz, gri, sarımsı, turuncu, kırmızı	2,0	Kolay çözünür
Silvit KCl	Renksiz, kırmızı, beyaz	2,2	Kolay çözünür
Karnalit KMgCl ₃ .6H ₂ O	Beyaz, sarımsı, kırmızı	2,7	Çok kolay çözünür
Sülfatlar			
Anhidrit CaSO ₄	Renksiz, gri, mavimsi	3,8	Pratikte çözünmez
Jips CaSO ₄ .2H ₂ O	Renksiz, beyaz, gri, sarı, kahverengimsi	2,0	Çok zor çözünür
Kiserit MgSO ₄ .H ₂ O	Renksiz, beyaz, hafif sarı	3,7	Yavaş çözünür
Langbinit K ₂ SO ₄ . MgSO ₄	Beyaz, sarımsı, kırmızı	4,2	Zor çözünür
Polihalit K ₂ MgCa ₂ (SO ₄) ₄ . 2H ₂ O	Renksiz, gri, sarımsı, kırmızı	3,6	Çok zor çözünür
Klorit-Sülfat			
Kainit KCl..MgSO ₄ . 3H ₂ O	Beyaz, kırmızı, sarımsı	3,0	Çözünür

2.4.1. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı İç Anadolu'daki Çankırı-Çorum Havzasındaki Kuvaterner-Oligosen karasal çökellerinin içerisinde bulunmaktadır. Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesitine bakıldığında temelde Kretase dönemine ait kumtaşı, şeyl, killi veya kırıntılı kireçtaşı, onu üzerleyen ofiyolitik karmaşık ve granitoid bulunmakta olup Tersiyer dönemi birimleri tarafından üzerlenmektedir (Şekil 4) ^{28,30}. Tersiyer dönemi birimleri karasal çakıltaşı, çamurtaşı, jips, marn killi kireçtaşı andezit, bazalt gibi seviyelerden oluşmaktadır. Bunlardan Kuvaterner-Oligosen dönemleri özellikler kaya tuzu seviyeleri ile ardışık marn (killi kireçtaşı, jips, silt taşı) ve killi sedimanter seviyelerden oluşmaktadır. Bölgede tuz kayasının saflığı ve fiziksel özelliklerinin dağılımı homojen değildir. Yer yer kil katkısı yoğundur. Bunu gösterir jeoloji haritası Şekil 5'de verilmiştir ^{29,30}. Çalışma alanındaki kaya tuzu çökellerinin bulunduğu birimin temelini İncik formasyonu oluşturmaktadır. Bayındır Formasyonu ile düşey ve yanal geçiş oluşturan evaporitik zon İncik Formasyonuna katılmaktadır. Zonun kalınlığı tam olarak tespit edilememektedir. Kaya tuzu çökeli çok geniş bir yayılama sahip olmasına rağmen ekonomik açıdan değerli olan potaş tuzları ile karşılaşılmamaktadır. Kaya tuzu seviyelerinin üst katmanlarında gri yeşil silttaşı, jipsli ve killi marnlar yer almaktadır. Evaporitik zonda marnlı ve killi çökel ardalması ve ikincil jip oluşumları mevcuttur. Kaya tuzu çökelleri alt seviyelere gittikçe azalma göstermektedir ³⁰.



Şekil 5. Çalışma alanının bulunduğu havzaya ait detaylandırılmış jeoloji haritası^{29, 30}

2.5. Yeraltı Madenindeki Tehlike ve Riskler

Her sektörde kaza riski olmasına karşın madencilik sektörü yapısı gereği daha tehlikeli ve risklidir. Aynı zamanda herhangi bir olumsuzluk durumunda zincirleme olarak birbirini tetikleyen riskler içermesinin yanısıra sürekli olarak denetim, deneyim, bilgi ve uzmanlık gerektiren bir iş koludur ³¹. Madencilik yer üstü (açık) maden işletmesi ve yeraltı (kapalı) maden işletmesi olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Her iki işletmesinde benzer tehlike ve riskleri bulunsa da yeraltı madenciliği yerüstü madenciliğine göre daha fazla tehlike barındırmaktadır. Yeraltı maden işletmesinde iş sağlığı ve güvenliği açısından alınacak önlemler plan ve proje aşamasında başlamaktadır. Maden damarının yapısı, yan kayaçların karakteristik özellikleri, malzeme sarfiyat ve cevher üretim miktarları, hava sıcaklığı, ocağın gazlılığı, tektonizma, yer altı su geliri, drenaj vb. kriterler dikkate alınarak maden işletme altyapısı planlanmaktadır ^{32, 33}. Buna göre yeraltı maden işletmelerinin aşağıda belirtilen konular hakkında çalışmalar yapılması iş sağlığı ve güvenliği önlemleri açısından önemlidir.

- Maden gazları ve grizu patlamaları
- Termal konfor
- Gürültü
- Patlayıcı madde kullanımı
- Yangın
- Titreşim
- Havalandırma
- Elektrik
- Psikolojik faktörler
- Aydınlatma
- Tahkimat ve maden göçükleri
- Su baskını
- Kazı işleri

- Mekanizasyon ve makine kullanımı
- Malzeme ve nakliye
- Madenlerdeki toz kaynaklı riskler

2.5.1. Maden Gazları ve Grizu Patlamaları

Günlük yaşantıda soluduğumuz deniz seviyesindeki kuru atmosferik hava hacim olarak azot %78.09, oksijen % 20.95, karbondioksit 0.03 ve çeşitli gazlar (argon, neon, kripton, xenon, helyum, hidrojen) %0.93 içermektedir ^{32, 34}. Yeraltı madenlerindeki hava ise gaz, toz ve buharların karışımından oluşmaktadır. Bununla beraber atmosferik havanın yanısıra patlayıcı ve zehirli özelliği olan aktif gazlar ile artık gazları da ihtiva etmektedir ³². Maden alanı içerisinde bulunması mümkün olan zararlı gazlar; boğucu gazlar (argon, nitrojen, hidrojen, helyum, metan, etan, karbondioksit vb.), zehirli gazlar (karbonmonoksit, hidrojen sülfür, sülfür dioksit ve azot oksitler vb.) ve patlayıcı gazlar (metan, hidrojen gazı vb.) çalışma ortamında tehlike oluşturmaktadır ^{32, 33}. Dolayısıyla bu zararlı gazların havaya karışması nedeniyle çalışanların sağlığı olumsuz yönde etkilenmesi mümkün olmaktadır.

2.5.2. Termal Konfor

Termal konfor, çalışanların gerek bedensel gerekse zihinsel faaliyetlerini sürdürürken nem, sıcaklık ve hava akımı gibi iklim koşullarından olumsuz şekilde etkilenmemesi ve rahat olma durumu olarak tanımlanmaktadır. Çalışan bulunduğu çevreye bağlı olarak sürekli bir ısı alışverişi içinde bulunmaktadır ³⁵. Yer altı maden çalışmalarında çevre ısı ve vücudun ürettiği metabolik ısı eşit değilse, çalışan olumsuz şekilde etkilenmektedir. Aynı zamanda maden havasını nemli ve ılık olması, yüksek nemin çalışanların terleme oranını düşürmesi sebebiyle çalışmayı zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla termal konfor şartlarının sağlanmadığı

ortamlarda üretim verimliliğinde düşüşe, dikkat ve konsantrasyon bozukluğuna yol açarak iş kazaları, meslek hastalıkları ve yaralanmalardaki artışa neden olmaktadır. Yeraltı maden ocaklarındaki sıcaklığın çalışan sağlığına etkisi bağıl nem, hava akış hızı ve barometrik basınç ile değerlendirilmesi ve en uygun sıcaklığın 19-20.5°C'den uzaklaşmaması gerektiği ifade edilmektedir. Aksi takdirde kaza sayılarında artış olduğunu araştırmalar göstermektedir ³².

2.5.3. Gürültü

İstenmeyen ses olarak bilinen gürültü hoşça gitmeyen katı, sıvı ve gazlardaki basınç değişiklikleri ile oluşturulan mekanik titreşimlerdir. Gürültü başta çalışanların işitme sağlığını olumsuz etkileyerek duyma kayıplarına (geçici veya sürekli), fizyolojik, psikolojik dengenin bozulmasına ve iş performansını düşürerek verimin azalmasına sebep olmaktadır ³⁶. Yer altı maden ocaklarında delme, patlatma, kazı, yükleme işlemlerinin yanı sıra cevher hazırlama tesislerindeki yüksek kapasiteli elek, değirmen, kırıcı gibi ekipmanları da gürültü kaynakları arasında olmakla beraber yüksek seviyelerde gürültü meydana gelmekte ve yayılmaktadır ³⁷. Gürültü ile oluşabilecek zararın çalışanlar üzerinde etkisi; kişisel özelliklere, gürültüye maruz kalınan süreye, gürültünün frekansı, çeşidi, şiddeti ve gürültünün düzenli ve düzensiz oluşuna göre değişim göstermektedir ³⁸. Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğine göre; 80 desibelin (db) üzerindeki işler gürültülü işler olarak kabul edilmektedir. Gürültü ölçümü yapılan işyerlerinde günlük ve haftalık maruziyet değeri 80 db'e ulaştığında çalışanlara kişisel koruyucu verilerek kullanıma hazır hale getirilmesi, 85 db'e ulaştığında veya aştığında kişisel koruyucuların kullanımının sağlanması ve işitme testlerinin işverence yaptırılması, maruziyet düzeyinin ise 87 db'i aşmaması gerektiği Bununla birlikte, 85 db'in üzerindeki işlerde çalışanların günlük 7.5 saatten fazla çalıştırılmaması gerekiyor ³⁹.

2.5.4. Patlayıcı Madde Kullanımı

Yeraltı maden ocaklarında cevhere ulaşmak için yapılan kazı ve tünel açma çalışmaları ile uygun cevherler için yapılan üretim çalışmalarında patlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Patlatma sırasında meydana gelen sarsıntı cevhere zarar vermesi kadar ortama yayılan gazlar da tehlike oluşturmaktadır. Bir diğer önemli nokta ise doğru seçim yapılmayan patlayıcı, gerekenden az veya çok kullanılan patlayıcı, yanlış uygulanan sıkılama sonucu iş kazaları görülebilmektedir ³².

2.5.5. Yangın

Yer altı madenciliğinde önemli iş güvenliği sorunlarından biri olan yangın gerek can kaybı gerekse üretim aksaması ve rezerv kaybı açısından dikkat edilmesi gereken bir konudur ³³. Maden yangınlarının sebepleri ise elektrik, sürtünme, kaynak işleri, sıvı yakıt, kesici-kazıcı makinalar, patlatma, patlamalar, açık alev, kendiliğinden yanma olarak bilinmektedir ^{32, 34}.

2.5.6. Titreşim

Titreşim, elastiki sistemlerin veya cisimlerin salınım hareketleri olarak tanımlanmaktadır ^{32, 40}. OSHA verilerine göre, madencilik sektörü %44 oranıyla çalışanların en fazla titreşim maruziyetinin olduğu sektörlerden biridir ⁴¹. Değişmez ve sürekli frekanstaki şiddetli sarsıntılar insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Titreşim yapan cihazları uzun süre kullanan kişilerde; görme bozukluğu, davranış bozukluğu, osteoporoz, daha çok el, bilek ve omuzlarda olmak üzere ağrılar, dolaşım sistemi bozuklukları ve bunlara bağlı olarak da beslenme bozuklukları neticesinde ise kalıcı vibrasyon hastalığı meydana gelmektedir ⁴².

Titreşimin etkisi, çalışanın titreşime tüm vücudunun veya sadece vücudunun belli bir kısmının maruz kalmasına göre değişmektedir. Eğer çalışan kullandığı matkap vb. el aletlerinden iletilen titreşimle etkileniyorsa kısmi titreşime, çalışan üzerinde durduğu zemin, platform veya oturduğu yerden iletilen titreşimle etkileniyorsa genel titreşime maruz kalmaktadır. Kısmi titreşim kan damarlarına kan akışını yavaşlatarak ellerde ve kollarda deformasyonlara, cildin duyarlılığını kaybetmesine ve hareket eksikliğine sebep olabilmektedir ³².

2.5.7. Havalandırma

Yeraltı maden ocaklarında yeterli temiz havanın sağlanması havalandırma ile mümkündür ³⁴. Yeraltı madencilğinde havalandırmanın amacı galeri, taban yolu, ayak ve kuyu gibi açıklıklara gerektiği kadar temiz hava verilmesi, verilmiş olan havanın kontrolünün yapılması, patlayıcı gaz vb. kirletici oranlarının kabul edilebilir seviyelere çekilmesi ve ayrıca hava hızının kontrol edilerek maden içindeki yangınların önlenmesidir ⁴³. Bir diğer önemli amacı ise havadaki ısı dengesi sağlamak adına soğutma ve ısıtmayı düzenlemektir ³².

Madenlerdeki hava, su buharı ve gazların karışımından oluşan ve çoğu zaman tozlu olan bir havadan ibarettir. Yeraltı çalışmalarındaki havanın olumsuz anlamdaki değişimi oksijen miktarının azalması ve karbondioksit ve diğer gazların artması olarak belirtilebilir. Buna bağlı olarak değişen ve kirlenen maden havasında zehirli, boğucu ve yanıcı gazlar birikmektedir. Maden havasında kirletici durumda bulunan zehirli gazları; karbonmonoksit (CO), kükürt dioksit (SO₂), hidrojen sülfür (H₂S) ve azotun tüm oksitleri (N_xO_y), boğucu gazları; karbondioksit (CO₂), nitrojen (N₂) ve metan (CH₄) oluşturmaktadır. Yanıcı gazlar ise başta metan (CH₄) ve türevleri olmak üzere karbonmonoksit (CO) ve hidrojen (H₂) örnek olarak gösterilmektedir ⁴³. Bu gibi kirleticilerin kontrol altına alınması, maden ve gaz

patlamalarının önüne geçilmesi, cevherin zarar görmemesi ve insanların rahat çalışabilmesi için doğru ve planlanmış bir havalandırma gerekmektedir³².

2.5.8. Elektrik

Yeraltı maden ocaklarında bulunan elektriksel sistemlere ait topraklama, kablolama faaliyetleri ile beraber şalter, trafo, elektriksel devre tasarımlarının kısa devre ve aşırı yük durumlarının hesap ederek tasarlanması çok önemlidir. Aynı zamanda elektriksel sistemlerin çalışma ortamının sıcaklık ve maksimum toza göre planlanması gerekmektedir⁴⁴. Zira madende oluşabilecek yangınlar, su baskınları neticesinde oluşan elektrik ile ilgili tehlikelerin yanısıra makineler, elektrik veya üzerinde elektrik akımı bulunan bir alet kullanılması, elektrik şoku veya ark yanmaları sebebiyle oluşabilecek tehlikeler bulunmaktadır. Madenlerde görülen tehlikeler ise kaza, hastalık, yaralanma veya ölüme yol açabilmektedir^{44, 45}.

2.5.9. Psikolojik Faktörler

Psikososyal faktörler, çalışanın işe ve işyeri durumlarına göre geliştirdiği psikolojik tepkilerini etkileyen ve buna bağlı olarak birtakım psikolojik sağlık sorunlarına sebep olan etmenler olarak tanımlanabilmektedir⁴⁶. Maden çalışanlarında emek yoğun çalışma, karanlık çalışma ortamı, uzak yerlerden işe gidip gelmeler, vardiyalı çalışma düzenine bağlı yeterli dinlenememe gibi nedenlerden dolayı psikolojik rahatsızlıklar görülebilmektedir⁴².

2.5.10. Aydınlatma

Aydınlatma, maddelere ve bunların çevrelerine ya da bir bölgede görülebilmeleri için ışıklandırma uygulamasıdır. Aydınlatma ile görsel etkinin yanı sıra, çalışanın moralinin iyi olması, kendini iyi hissetmesi ve sağlıklı olması gibi psikolojik ve biyolojik etkilerde vardır. Yer altı madenlerinde yapılan aydınlatma çalışmalarının esas amacı, çalışma ortamında yeterli bir seviyede görme alanı oluşturarak iş güvenliğini ve bu çalışma ortamında tehlikeleri önceden fark ederek önlem alınmasına olanak sağlamaktır. Yeterli düzeyde aydınlatılmamış bir çalışma ortamında, görme bozuklukları, malzeme kayıpları ve kazalar gerçekleşmekle beraber üretim miktarında düşüşler de görülmektedir. Ayrıca, aydınlatmanın yetersiz olduğu hassas işlerde çalışanın verimliliği de azalmaktadır. Yeterli aydınlatmanın sağlanmadığı bütün endüstriyel kazaların %5'inin tek sorumlusu olduğu ve %20'sinde ise belirli rol oynadığı ifade edilmektedir ⁴⁷.

2.5.11. Tahkimat ve Maden Göçükleri

Tüm yeraltı işlerinde, toprak, taş, cevher, kömür vb. maddelerin kayma ve düşmelerini önlemek amacıyla uygun ve yeterli tahkimat yapılması gerektiği Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde bildirilmektedir. Yeraltı kazı çalışmaları sonrasında çalışma sahasında iş güvenliğinin sağlanması noktasında en önemli konu tahkimat yapımıdır. Tahkimatlar demir, ağaç, taş, beton gibi malzemeler seçilerek yapılabilmektedir. Bu malzemelerin kullanım şekli tahkimat yapılacak yerin çalışma koşulları, basınç, açıklığın ömrü, yüksekliği, genişliği ve bunlara ek olarak ekonomik faktörler dikkate alınarak mühendislik çalışmaları ile belirlenmektedir ⁴⁸.

Yeraltı maden ocaklarında tahkimatın yetersizliği ve taşıma gücünü kaybetmesi sonucunda tavanın çökme durumu göçük olarak

tanımlanabilir. Çok ender durumlar haricinde genellikle her göçükte bir ihmal ve hata payı bulunmaktadır. Göçükler çoğunlukla arında (galeri) ortaya çıkmaktadır. Madenlerde oluşan göçükler bina, köprü vb. yapıların yıkılmasında meydana gelen sarsıntıdan daha üst seviyede bir etkiye sahip olmaktadır. Madencilik ile ilgili kaza istatistiklerine bakıldığında, en yüksek oranların göçükler, yan duvardan veya tavandan cevher-taş düşmesi ile alakalı kazaların yüksek görülmektedir ⁴⁹.

2.5.12. Su Baskını

Ani su baskınları, çoğunlukla eklem ve çatlaklarla katedilmiş magmatik kayalarda, karstik alanlarda oluşan doygun erime boşluklarında ya da çekme kuvvetleri ile oluşan fay zonlarında meydana gelmektedir. Yeraltı maden ocaklarındaki su baskınları gerek maddi kayıplara gerekse can kayıplarına neden olmaktadır ⁵⁰. Aynı zamanda su baskını tavan ve arın (galeri) stabilitesini bozarak göçük ihtimalini artırmaktadır. Dolayısıyla bu durum madencilik faaliyetlerinin yapılamaz hale getirmekte ve önlem alınmadığı takdirde ise daha büyük tehlikelere yol açmaktadır ⁴⁹.

2.5.13. Kazı İşleri

Kazı işleri üretim sürecindeki en önemli faaliyetlerinden biri olup, basit kazı araçları (kazma, kürek vb.), patlayıcı madde ve kazı makineleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu işlem cevher içerisinde ya da cevhere ulaşabilmek için kayada bir boşluk açılarak oluşan boşlukta bir tehlikeli durum yaratmayacak biçimde tahkim edilmesi ve çıkan postanın alınması aşamalarından oluşmaktadır. Patlayıcı madde kullanılırken çeşitli makinelerle deliklerin delinmesi, delinen deliklerin patlayıcı madde ile doldurulması ve ateşleme gibi çalışmalar yapılmaktadır. Kazı işleri yaparken birtakım risk faktörleri ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Bunlar; kazı makineleri çalışırken gürültü ve titreşim, gaz birikim ve deşarji

(metan gazı, CO, CO₂, H₂S), toz oluşumu, havalandırmanın uygun ve yeterli olmayışı, kazalar, iklim koşulları, psikolojik faktörler ve iritan maddeler olarak sıralamak mümkündür ⁴².

2.5.14. Mekanizasyon ve Makine Kullanımı

Günümüzde yer altı madenciğinde yüksek üretim ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için giderek artan bir oranda tam mekanize sistem uygulamakta ve emek yoğun işlerin çoğu da makineler tarafından yapılmaktadır ⁵¹. Mekanize üretim ile güvenli ortam sağlanmaya çalışılsa da bu süreçte gürültü, toz, titreşim gibi etmenler sonucunda birtakım tehlikeler ve risklerle karşı karşıya kalınmaktadır.

2.5.15. Malzeme ve Nakliye

Maden ocaklarında yanıcı malzemeden ve patlayıcı malzemeye, direktten demir diğere kadar farklı malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemelerin ve aletlerin kullanılması, hazırlanması ve taşınması sırasından kurallara uyulmaz ve yeterli ihtimam gösterilmezse çeşitli kazalar olabilir ⁴². Nakliye cevherin çıkartıldığı noktadan yüzeydeki sevk noktasına kadar ve madenin her yerine ulaşan yaygın bir işlemdir. Nakliye işlemi sırasında kazalar, ölümcül yaralanma veya kalıcı sakatlıklar meydana gelmektedir. Bu nedenle kazaları önlemek için kaldırma, taşıma ve konusunda çalışanlara eğitim verilmesi gerekmektedir ⁵¹.

2.5.16. Madenlerdeki Toz Kaynaklı Riskler

2.5.16.1. Toz

Toz, kayaç ve cevherlerin kırma, öğütme, patlatma, delme gibi mekanik işlemler neticesinde parçalara ayrılması, çapı 1 ile 100 µm aralığında, havada asılı kalabilen veya giderek çökelen farklı boyutlardaki tanecikler olarak tanımlanmaktadır^{52, 53}. Madencilik çalışmaları esnasında yan kayaç ve cevherin niteliğine göre toz oluşmaktadır. Toz oluşturan işlemler üretim, hazırlık, delme, kesme, patlatma, nakliye, eleme, kırma, doldurma ve boşaltma olarak sıralanmaktadır^{33, 54}. Kapalı maden ocaklarında toz daha çok mekanik işlemler esnasında parçalanma ve ufalanma sonucunda oluşmaktadır⁵². Bunun yanısıra maden ocağı içindeki tozun dağılımında sıcaklık, tabaka basıncı, ocağın kuru ya da nemli olması ve özellikle havalandırma gibi çevresel koşullarda etkili olmaktadır⁵⁴. Tozlanma ile maden içerisinde oluşan havada çalışanların sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu bakımından tozun çalışan sağlığı açısından verdiği zararının boyutu; tozun konsantrasyonu, tane boyutu, özellikleri ve toza karşı kişiye ait bazı faktörlere bağlı olarak değişmektedir^{54, 55}. Kişiye ait özellikleri ise kişinin genetik yapısı, diğer solunum sistemi ile ilgili rahatsızlıkları, sigara içimi gibi durumları oluşturmaktadır⁵⁶.

2.5.16.2. Tozun çalışan sağlığı açısından verdiği zararın boyutunu etkileyen unsurlar:

2.5.16.2.1. Toz Konsantrasyonu

Madenlerde çalışan işçinin sağlık duruma zarar vermeyecek şekilde izin verilen toz miktarı, günde 8 saat haftada 40 saat çalışma süresi içerisindeki durumunu göre belirlenmelidir. Bu belirlenen konsantrasyon değerleri; müsaade edilen azami konsantrasyon değer (MAK/MAC), Eşik

Sınır Değer (ESD/TLV- Threshold Limit Value), ya da zaman ağırlıklı ortalama (ZAOD/TWA- Time Weighted Average) olarak ifade edilmektedir ⁵⁵. Türkiye’de ise bu değerler içinde zaman ağırlıklı ortalama (ZAOD/WA) değeri kullanılmakta olup Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre özelliği olan kayaç veya mineraller maruziyet eşik sınır değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Özelliği olan kayaç veya mineraller maruziyet eşik sınır değerleri ⁸²

Kayaç-mineral	Zaman ağırlıklı ortalama (TWA)
Asbest	0,1 lif / cm ³
Silika (Kristal Yapıda)	
Kuvars (Solunabilir)	$\frac{10\text{mg/m}^3}{\% \text{SiO}_2+2}$
Kuvars (Toplam)	$\frac{30\text{mg/m}^3}{\% \text{SiO}_2+2}$
Kristobalit	Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır.
Tridimit	Formülle hesaplanan kuvars değerinin ½ si kullanılır.
Mineral	Sınır Değer (mg/m³)
Amorf yapıda (doğal diatomit içeren toprak)	$\frac{80 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ SiO}_2+2}$
Silikatlar (%1’den az kristal silika içeren)	
Mika	
Talk (Asbest içermeyen)	
Talk (asbest içeren) (***)	
Sabuntaşı	
Grafit (Doğal)	
Kömür Tozu:	Sınır Değer (mg/m³)
%5 ve daha az SiO ₂ içeren solunabilir toz	2.4 mg/ m ³
%5’ten fazla SiO ₂ içeren solunabilir toz	$\frac{10\text{mg/m}^3}{\% \text{ SiO}_2+2}$
İnert veya İstenmeyen Toz	
Solunabilir Kısım	5 mg/ m ³
Toplam Toz	15 mg/ m ³
Çimento	Sınır Değer (mg/m³)
Portland Çimentosu	$\frac{80 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ SiO}_2+2}$

2.6.2.2.Tozun tane boyutu

Toz parçacıklarının boyutları çok farklı olmaktadır. 500 µm'den büyük olan toz parçacıkları havada asılı kalamayıp, ağırlıkları sebebiyle çökelmektedir. Esas olarak insan sağlığı açısından önemli olan boyutları ise 0.5-100 µm arasındadır ⁵⁷.

Buna göre belirli aralıktaki toz parçacıkları akciğerlerde tutunup toz hastalıklarına neden olmaktadır. Bu tozlar boyutlarının verdiği zarara göre sınıflandırılmaktadır. Bu tozlar; kaba toz / normal toz, ince toz ve çok ince toz olarak üçe ayrılmaktadır. Kaba veya normal toz olarak adlandırılan boyutu 10 µm'den fazla olan toz partikülleri durağan bir havada gittikçe artan bir hızla yere doğru hareket eder. Bu tozlar burun ve üst solunum yollarında tutulur insan vücudunun doğal savunma mekanizması tarafından uzaklaştırılarak akciğerlere ulaşması önlenmiş olur ^{58, 59, 60}.

Boyutları 0,1 µm ve daha küçük olan çok ince tozlar da gaz molekülleri gibi havada sürekli olarak hareket halinde olup yere çökelmezler ⁵⁹. 0,1 µm'den daha küçük tozlar havada asılı kalarak durur ve solunum ile dışarı atılmaktadır ⁵³.

Boyutları 0,1-10 µm arasında olan ince tozlar; durağan havada stabil bir hızla yere doğru hareket eder. 10 µm'nin altındaki tozlar akciğerlerdeki alveollere (hava kesecikleri) ulaşarak akciğerlerde hastalık yapabilme eğilimindedir ⁵⁷. Akciğerde hastalık meydana gelmesi açısından çapı 0,1-5 µm arasındaki tozlar büyük tehlike oluşturmaktadır ^{56, 61}.

2.6.2.3.Tozun özellikleri

2.6.2.3.1. Tozun kimyasal yapısına ve fizyolojik etkisine göre sınıflandırılması

Tozlar kimyasal yapısına bağı olarak iki grupta incelenir. Birinci grupta inorganik yapıda olan tozlar, akciğerlerde depolanma eğiliminde olup akciğerlerde kronik akciğer hastalığına neden olan kömür, demir, asbest, eriyonit, çimento gibi tozlardır. İkinci grupta yer alan organik tozlar akciğerlerde depolanmaz fakat bir tür alerjik mekanizma vasıtasıyla solunum sisteminde spazma yol açmaktadır. Bunlar; şeker kamışı tozu, pamuk tozu, mantar sporu, kümes hayvanı tüyü gibi tozlardır ^{57, 62}.

Tozun tane boyutu, kimyasal yapısı gibi özelliklerinin yanısıra insan vücudunda gösterdiği fizyolojik etkisi de önemlidir. Tozun fizyolojik etkileri bakımından aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır ^{57, 62, 63}.

Fibrojenik tozlar: Solunum sistemine zararı olup akciğer dokusunda bozulmalara sebep olmaktadır. Fibrotik reaksiyona yol açan bu tozlar ve bunun neticesinde öksürük, nefes darlığı gibi belirtilen ilerleyen kronik obstrüktif akciğer hastalığına sebep olur ⁶⁴. Bu grupta silis (kuvars), kalay cevheri, silikatlar (asbest, talk, mika), berilyum cevheri, bazı demir cevherleri, kömür (bütümlü kömürler, antrasit, linyit) gibi tozlar mevcuttur ⁶².

Fibrojenik olmayan / inert tozlar: Solunumla akciğerlere ulaşmasına rağmen vücutta herhangi bir reaksiyona girmeden vücut dışına atılan tozlardır. Fakat fazla miktarda olduğunda lenfatiklerde tıkanıklığa sebep olabilmektedir. Bunlar; baryum, selenyum, demir, kireçtaşı, mermer, alçı, titandioksit gibi tozlardır ^{57, 64}.

Zehirli tozlar: Solunum yoluyla vücuda giren metal tozları vücutta farklı organlara girerek kimyasal reaksiyona geçerek zehirlenme etkisi meydana getirirler. Bu grupta arsenik, krom, berilyum, kurşun, uranyum, radyum, toryum, vanadyum, cıva, kadmiyum, antimon, gümüş nikel, tungsten ve mangan gibi tozlar bulunmaktadır^{57, 62}.

Kanserojen tozlar: Solunum ve akciğer sisteminin diğer bölümlerinde kansere sebep olan asbest, eriyonit, radyum, nikel, krom gibi tozlardır^{62, 63}.

Alerjik tozlar: Deri le teması sunucunda alerjik reaksiyona neden olur. Solunum sisteminde ise kasılmalara yol açarak astım benzeri hastalıklara yol açmaktadır. Bu grupta pamuk, şeker kamışı, tohum, kuş tüyü, keten, kenevir, şeker kamışı gibi organik tozlar ile cam elyafı ve kireç tozu gibi tozlar bulunmaktadır^{57, 62}.

Az zararlı tozlar: Jips, kaolen ve kalsit, potasyum, kaolen, kalker NaCl (sodyum klorür) ve KCl (potasyum klorür) gibi tozlar insan vücudu üzerinde etkisi az olup çoğunlukla göz, kulak, burun, boğaz gibi organları rahatsız etmektedir⁶².

Radyoaktif tozlar: Alfa (α) ve Beta (β) ışınları sebebiyle zararlı uranyum, toryum, seryum ve zirkonyum bileşikleri, trityum ve radyum tuzlarıdır^{62, 63}.

2.6.2.4. Kişiyeye ait faktörler

İş ve sağlık arasındaki ilişkiyi belirlemede çalışma ortamındaki faktörlerin yanı sıra kişisel faktörler de önemli rol oynamaktadır. Bu faktörler arasında kişinin genetik yapısı, yaşı, cinsiyeti, genel sağlık durumu,

alışkanlıkları (sigara içimi gibi), beslenme durumu, eğitimi yer almaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak çalışanın sağlık durumu etkilenmektedir. Pek çok meslek grubunda çalışan kişide akciğer hastalığı görülmesi mümkündür. Ancak tozlu ortamda çalışan kişilerde akciğer hastalığının gelişimi hızlanmaktadır ⁶⁵. Öte yandan çok sigara içen veya zehirli gazlarla daha önceden karşılaşan kişilerde solunum sisteminin bozulmasından dolayı tozdan korunma mekanizmaları zayıflamış durumdadır. Bu gibi çalışan kişilerin akciğer hastalığına yakalanma ve pnömokonyoz olma ihtimali daha yüksektir ⁶⁶.

2.6.3. Yeraltı madenlerinde toz kaynakları

Yeraltı madenlerinde toz, başta kuru olmak üzere gevşek ve parçalanmaya elverişli olan maden yataklarında oluşmaktadır. Birincil toz kaynağı mineralin ve taşın parçalanması sırasında, ikincil toz kaynağı ise çökmüş halde olan tozun yeniden girdaplanmasıyla meydana gelmektedir. Toz kaynaklarını aşağıdaki şekilde açıklamak mümkündür.

- Patlayıcı madde kullanımı
- Delik delme
- Patlatma sonrası taban temizliği
- Üretim çalışmaları “Çeşitli tipte kazı makinaları ile çalışma”
- Kırma
- Dolgu işlemleri
- Nakliyat
- Malzemelerin doldurulup, boşaltılması
- Galerilerde yürüme
- Göçükler
- Cevher aynasının ve topukların arazi basıncı ile parçalanması
- Galeri kesitinin genişletilmesi
- Tahkimat işleri

- Kuyuda skip veya kafes ile nakliyat ³⁴

Yukarıda bahsedilen toz kaynakları nedeniyle maden çalışma alanına yayılan toz, hava akımı ile taşınmaktadır. Bilhassa hava akımının az yaşandığı yerlerde toz, tabanda, tavan boşluklarında, galeri aynasında ve tahkimat aralarında birikmektedir ³.

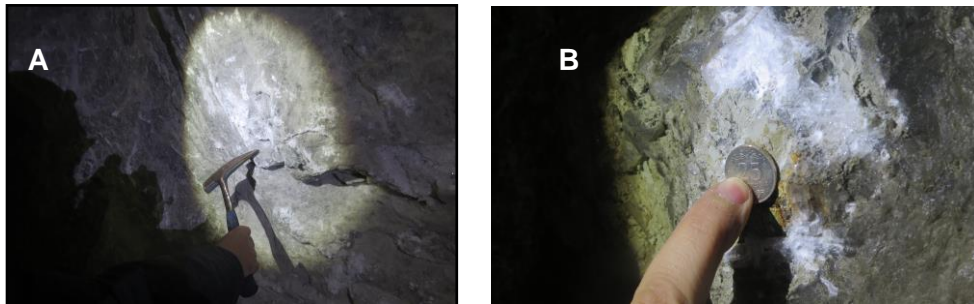


3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada madenin üretim ve nakliye yapılan alanlardan toz örnek, tuz kayası ve yan kayaç örnekleri alınmıştır. Bu toz örneklerine tane boyu analizi lazer saçınımlı parçacık boyutu analiz cihazı ile yapılarak 10 µm ile altı tane boyu dağılımı belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada ise olası solunum yolu rahatsızlığına sebep olabilecek minerallerin tespiti için X-Işınları Kırınım (XRD) analizi yapılmıştır. Bu analiz ile kayaç ve toz örneklerindeki halit ile beraberinde bulunabilecek mineraller belirlenmiştir. Daha sonraki aşamada örnekler Taramalı Elektron Mikroskobu - Enerji Saçılım Spektrometre (SEM-EDS) analizleri yapılarak mineraller morfolojik ve nicel olarak tanımlanmıştır. Bu analizler ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri konusunda yetkili bir laboratuvar tarafından Tozla Mücadele Yönetmeliği kapsamında yapılması gereken iç ortam toz ölçümleri yapılarak çalışanların maruz kaldığı toz miktarı belirlenmiştir.

3.1 Saha çalışmaları ve örnek alımı

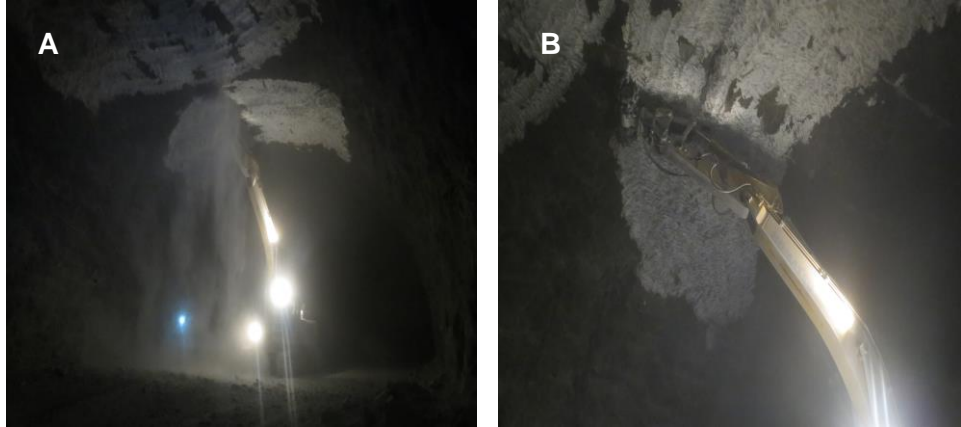
Bir yeraltı kaya tuzu madenindeki toz maruziyet risklerinin değerlendirildiği tez çalışması 2015-2018 yılları arasında arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılarak gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması 2016 yılında madenin üretim ve nakliye yapılan beş farklı alanından yüksek maruziyeti temsil edecek 7 toz örnek ve 4 tuz kayası (Şekil 6a ve 6b) ile yan kayaçtan toplam 11 örnek alınmıştır.



Şekil 6a-6b. Yer altı madenindeki cevher aynası ve örnek alımı

Madende 5 farklı alandan örnek alırken yapılan gözlem ve değerlendirme aşağıdaki gibidir. Çalışma alanı ile ilgili bilgi verilemediğinden dolayı lokasyonlar (C, M, Y, K, SY) olarak kodlanmıştır.

Üretim yapılan **C** lokasyonundan örnek alırken tuz oranının düşük olduğu ve yan kayaçların bulunduğu, üretim alanı olan **M** lokasyonunda ise tuz oranının daha fazla olduğu yine de tozuma olduğu ve aynı zamanda kavlak taraması (yüzeylerde düşebilecekleri tehlikesiz şekilde düşürmek ve yüzeyi sağlamlaştırma) (Şekil 7a ve 7b) yapıldığından dolayı tozumanın bulunduğu, **Y** lokasyonu ile C lokasyonunun benzer özelliğe sahip olduğu, **Y** lokasyonunda uzun zamandır çalışma yapılmamış olduğu için tozuma oranının az olduğu, işçi dinlenme odaları, mühendis odası ve bakım atölyesinin bulunduğu **K** lokasyonunda ortam sıcaklığının 20-21° ve %75 kadar nem olduğu ölçülmüş olup tozuma ve askıda toz olduğu gözlemlenmiştir ve yine bu alanda tuzla beraber yan kayaçlar mevcut olup yan kayaç oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7a-7b. M lokasyonunda kavlak taraması yapılırken oluşan tozuma

3.2. Tane Boyu Analizi

Yukarıda belirtildiği üzere tane boyu oldukça önemlidir. Bu nedenle tane boyu analizi bu çalışma kapsamında yapılmıştır. Tane boyu analizi Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezi, Parçacık Boyutu ve Zeta Potansiyel Ölçüm Laboratuvarında Malvern Mastersizer 2000 cihazı (Şekil 8) ile gerçekleştirilmiştir.

Tane boyu analizleri cevher hazırlamanın her aşamasında kullanılan bir yöntem olmak ile beraber genel olarak 38 μm 'ye kadar olan iri boyutlarda standart laboratuvar elekleri kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmektedir ⁶⁷. Bu çalışmada tane boyu analizi 37 μm 'nin altındaki numuneye uygulanarak ne kadar malzemenin hangi tane boyunda dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Tane boyu analizinde temel prensip olarak numune üzerine kırmızı ve mavi lazer ışığı gönderilir. Numuneden yansıyan ve kırılan lazer ışığı dedektörler tarafından incelenir. Saçılan ışığın şiddeti ve açısı numunenin parçacık dağılım boyut dağılımını belirlemektedir.



Şekil 8. Malvern Mastersizer 2000 ⁶⁸

3.3. X-Işınları Kırınım (XRD)

Her bir kristalin atomlarının geometrik düzeni ve aralarındaki mesafe hakkındaki birçok bilgi bu yöntemle dayanarak yapılmaktadır. Dolayısıyla, X-ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına göre yapılan x-ışınları kırınımı (XRD) ile kristalin bileşikleri, kayaçları nitel ve nicel olarak inceleme yapmak mümkündür.

Bu çalışmada mineralojik analiz XRD çekimleri Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Kil Mineralojisi Laboratuvarında Rigaku Ultima-IV X-Işını Kırınım Cihazı (Şekil 9) ile Cu-tübü kullanılarak yapılmıştır.

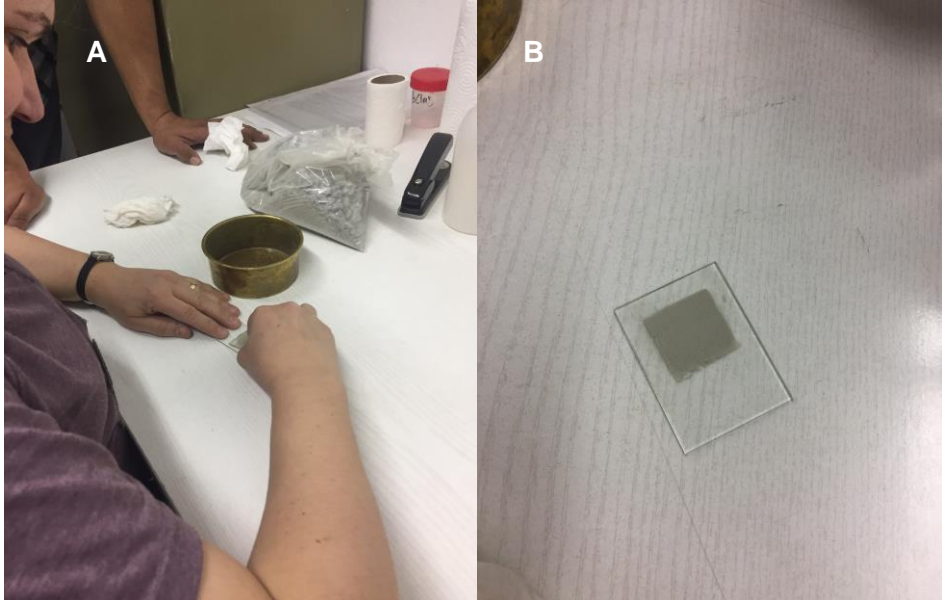
XRD metodu ile kil ve kil dışı minerallerini belirlemek için aşağıda verildiği şekilde preparatlar hazırlanmıştır: Birinci olarak kil dışı minerallerin belirlenmesi için öğütülen ve 170 meş elekten geçirilen örneğin tüm-kayaç XRD analizi yapılmış ve kil dışı mineraller belirlenmiştir (Şekil 10). Kil minerallerinin tayini için öğütülmüş tüm-kayaç toz örneği damıtık suda karıştırıcı kullanılarak dağıtıldıktan sonra <2 µm kil fraksiyonu Stok's Kanununu kullanarak sedimentasyon ile elde edilmiş ve süspansiyondan santrifüj kullanarak çöktürülmüştür. Elde edilen kil fraksiyonundan yeteri kadar alınarak dört adet ince kesit camı üzerinde yönlendirilmiş preparatlar hazırlanmıştır (Şekil 11a-11b). Bunlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Dört adet preparatın 1.si havada kurutulmuş, 2.si etilen glikolde 60°C'de bir gece bekletilmiş, 3.sü 300°C'de ve 4.sü ise 550°C'de bir saat fırınlanmış halde XRD çekimleri yapılmış ve XRD difraktogramları elde edilmiştir. Kil mineralleri difraktogramlar kullanılarak tanımlanmıştır.



Şekil 9. Rigaku Ultima-IV X-ışını Kırınım Cihazı



Şekil 10. 170 meş altı toz XRD çekimi için kullanılacak numune



Şekil 11 a-11b. Toz numune preparatının XRD çekimi için hazırlanması ve çekime hazır preparat

3.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) – Enerji Saçılım Spektrometresi (EDS)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı Ar-Ge Eğitim ve Ölçme Merkezinde bulunan Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile malzemelerin mikro ve nano boyutta görüntülenmesine olanak sağlanmıştır. Enerji Saçılım Spektrometre (EDS) ile de elementel tarama yapılarak elementel kompozisyon belirlenmiştir. SEM cihazının esas çalışma prensibi yüksek voltaj ile hızlandırılan elektronların yüksek vakum ortamında numunenin yüzeyine odaklanmasıdır. Bu elektronların numune yüzeyinde taratılması esnasında elektron ve numune atomları arasındaki etkileşimin uygun algılayıcılarda (dedektörlerde) toplanarak sinyal güçlendiricilerinden geçirilerek ve katot ışın tüpünün (CRT) ekrana yansıtılmasıyla SEM görüntüsü elde edilmektedir ⁶⁹.

Numune yüzeyi yalıtkan, iletken veya yarı iletken duruma göre değişiklik göstermektedir. İletken numunede tek sorun numune odacığına yerleştirilmesidir. Ancak yalıtkan numunelerin yüzeyi gönderilen elektronlarla etkileşime girmedikleri için iletkenliği yüksek olan altın, paladium veya bazı diğer metallerle kaplanmaktadır. SEM kullanım alanını genişleten önemli özellikler arasında gerek görüntü ve analizi birleştirebilme gerekse ayırım gücü ile odak derinliği yer almaktadır. Örneğin; 1000X büyütmede optik mikroskobun odak derinliği 0.1 µm iken SEM'in odak derinliği 30 µm dir ⁷⁰.

EDS, SEM'e eklenerek elementlerin enerjilerinden yararlanarak kalitatif kimyasal analiz yapmak için kullanılmaktadır. EDS düzeneği yüksek enerjili bir radyasyon kaynağı (genellikle elektronlar), katı hal dedektörü (Si-Li), sinyal işleme üniteleri ve numune'den oluşmaktadır. Numune içerisindeki atomlar yüksek enerjili radyasyonla iyonize edildiklerinde karakteristik X-ışını meydana getirmektedir. Dedektör tarafından algılanmış olan X-ışınları sinyal haline dönüştürülerek x ışını enerji histogramı haline çevrilir. X-ışını enerji

histogramı belirli şiddetlere sahip piklerden oluşmaktadır ve bu sayede numunedeki her bir elementin miktarı ve tipi tayin edilir ⁷¹.

3.5. İç Ortam Toz Ölçümleri

Maden ocağındaki iç ortam toz ölçümleri; üretim, yükleme ve bakımhane gibi alanlarda iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri konusunda yetkili bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde GILIAN BDX -2 hava örnekleme pompası kullanılmıştır.

Sistem hava örnekleme pompası ve örnekleme başlıklarıyla filtreden meydana gelmektedir. İç ortam toz ölçümleri MDHS 14/3." General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust." standardı ve Türkiye için Eşik Sınır Değer (ZAOD/TWA) verilerinden ayrıca ülkemizdeki mevzuatta bulunmayan sınır değerleri için OSHA ve NIOSH indekslerinden yararlanılmıştır. Numuneler, nefes alma yüksekliğinde ve çalışanların çok yakınından alınarak şüpheli durumlarda, ölçme noktası olarak en riskli nokta seçilmektedir. Kişisel toz maruziyetinin belirlenmesinde cihaz toz örnekleme başlığı çalışanların solunum bölgesine en çok 30 cm uzaklıkta sabitlenerek yapılmaktadır. Toz örnekleri hava akımının herhangi bir sebeple girdap yapmadığı düzgün kesitli yerlerden, çalışanların solunum düzeyinde galeri ortasından alınmaktadır.

4. BULGULAR

4.1 Saha Bulguları

Tuz madeni galerilerinden beş farklı lokasyondan olmak üzere toplam 11 örnek alınmıştır. C lokasyonundan iki toz, üç kayaç örneği, M lokasyonundan iki toz örneği, Y lokasyonundan bir kayaç bir de toz örneği, K lokasyonundan sadece bir toz örneği, SY lokasyonundan ise bir toz örneği alınarak tane boyu analizi, XRD, ve SEM-EDS analizleri gerçekleştirilmiştir. Tane boyu analizi ise yalnızca toz örneklerine uygulanmıştır.

4.2. Tane Boyu Analizi

Maden galerilerinden alınan 4 örneğin tuz ve kil içeren kaya şeklinde olması nedeniyle 11 örnekten sadece 7 toz örneğe tane boyu analizi uygulanmıştır (Şekil 12-18) (Tablo 8). Analiz uygulanan tüm örnekleri incelediğimizde genel olarak 0.1 μm 'nin ağırlıklı olduğu görülmektedir ki bu da vücuttan atılabilir boyuttadır. Detayda ise;

C4T'de alınan örnekte tane boyu dağılımına bakıldığında 1 μm 'in altında malzeme tespit edilmiştir. C5T'den alınan örneğin yarısında 5 μm 'in altında malzeme tespit edilmiştir. K1T örneğinin yarısında 5 μm 'nin altında malzeme vardır. M-1T, M-2T örneklerinde hacimsel olarak 5 μm 'nin altında malzeme daha fazla bulunmaktadır. SY-1T örneğinde hacimsel olarak 5 μm 'nin altında malzeme az gözükmektedir. Yol-2T örneğinde ise alansal olarak malzemenin yarısı 5 μm 'nin altındadır.

Tablo 8. Maden galerisinden alınan numune kodları

XRD toz ve yönlü çekimler	SEM-EDS	Tane Boyu Dağılımı	Örnek türü
C1	C1	Bakılmadı	kayaç
C2	C2	Bakılmadı	kayaç
C3	C3	Bakılmadı	kayaç
C4T	C4T	C4T	toz
C5T	C5T	C5T	toz
K1T	K1T	K1T	toz
M1T	M-1T	M-1T	toz
M2T	M-2T	M2T	toz
SY-1T	SY-1T	SY-1T	toz
Yol-1	Y-1	Bakılmadı	kayaç
Yol-2T	Y-2T	Yol-2T	toz

Result Analysis Report

Sample Name: **C-4T**
20619-04 - Average

SOP Name:

Measured:

21 Haziran 2017 Çarşamba 13:36:28

Sample Source & type:
ODTU

Measured by:
PBA

Analysed:

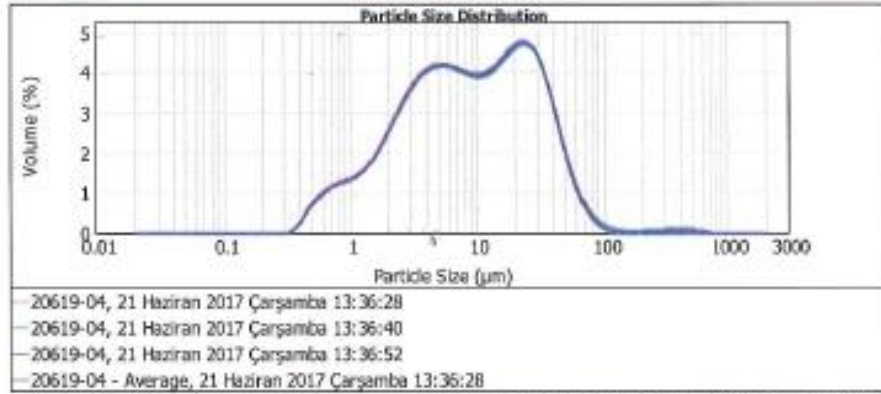
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:36:30

Sample bulk lot ref:

Result Source:
Averaged

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 um	Obscuration: 10.98 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.574 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0068 %Vol	Span : 4.008	Uniformity: 1.38	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.55 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.576 um	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 15.902 um	

d[0.1]: 1.536 um d[0.5]: 8.773 um d[0.9]: 36.681 um



Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)
0.010	0.00	0.125	0.00	1.000	1.30	11.482	0.07	100.000	0.00		
0.015	0.00	0.150	0.00	1.250	1.45	13.981	3.00	120.222	0.03	1558.523	0.08
0.020	0.00	0.180	0.00	1.445	1.60	15.136	3.73	136.338	0.02	1440.440	0.08
0.025	0.00	0.225	0.00	1.800	1.07	17.276	5.00	159.460	0.02	1058.507	0.08
0.030	0.00	0.270	0.00	2.000	2.30	19.853	4.13	181.870	0.02	1005.401	0.08
0.035	0.00	0.315	0.00	2.250	2.66	22.809	4.24	208.880	0.02	2187.360	0.08
0.040	0.00	0.360	0.00	2.512	3.96	26.305	4.27	239.885	0.02	2071.888	0.08
0.045	0.00	0.405	0.00	2.794	3.96	30.200	4.11	275.425	0.03	3984.032	0.08
0.050	0.00	0.450	0.00	3.111	3.25	34.674	3.78	316.226	0.04	3011.971	0.08
0.055	0.00	0.495	0.01	3.462	3.48	39.811	3.23	363.000	0.04	3301.884	0.08
0.060	0.00	0.540	0.36	3.840	3.80	45.709	2.98	415.880	0.04	4305.158	0.08
0.065	0.00	0.585	0.42	4.245	3.75	52.481	1.94	473.830	0.03	5011.672	0.08
0.070	0.00	0.630	0.99	4.677	3.78	60.250	1.38	536.041	0.02	5754.360	0.08
0.075	0.00	0.675	0.95	5.134	3.75	69.189	0.87	603.267	0.01	6695.004	0.08
0.080	0.00	0.720	0.99	5.614	3.00	79.359	0.93	676.430	0.01	7385.776	0.08
0.085	0.00	0.765	1.00	6.114	3.01	90.808	0.21	755.764	0.01	8070.686	0.08
0.090	0.00	0.810	1.15	6.634	3.05	103.587	0.16	841.080	0.01	8800.880	0.08
0.095	0.00	0.855	1.27	7.174	3.04	117.773	0.12	933.476	0.01	9590.000	0.08
0.100	0.00	0.900	1.27	7.734	3.04	133.333	0.07	1033.880	0.01	10450.000	0.08

Operator notes:

Matters Instruments Ltd.
Matters, UK
Tel : + (44) (0) 1894 852468 Fax : (44) (0) 3984 852785

Haziran 2017 No. 5.60
Serial Number : MAL10204

File name: 2017-01 (54 861401)
Record Number: 5600
21.06.2017 13:37:11

Şekil 12. C4T örneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

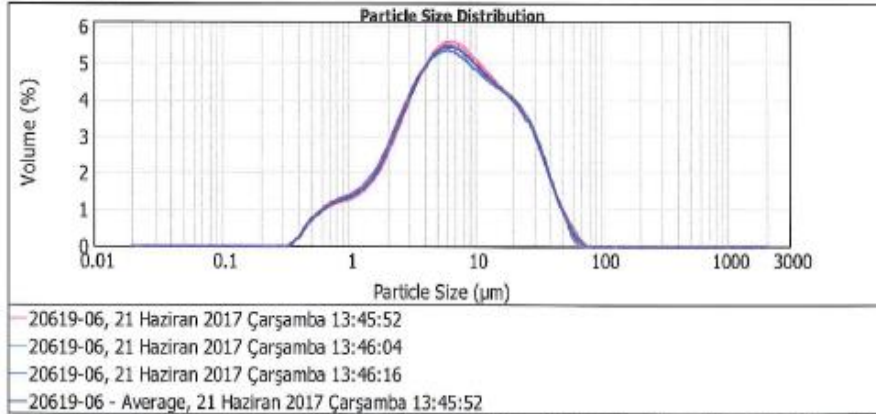
Sample Name: C5T
20619-06 - Average
Sample Source & type:
ODTU
Sample bulk lot ref:

SOP Name:
Measured by:
PBA
Result Source:
Averaged

Measured:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:45:52
Analysed:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:45:53

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 um	Obscuration: 11.50 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.724 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0067 %Vol	Span : 3.645	Uniformity: 1.1	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.64 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.657 um	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 11.065 um	

d(0.1): 1.546 um d(0.5): 6.952 um d(0.9): 26.882 um



Size (µm)	Volume in %	Size (µm)	Volume in %	Size (µm)	Volume in %	Size (µm)	Volume in %	Size (µm)	Volume in %	Size (µm)	Volume in %
0.010	0.00	0.100	0.00	1.000	1.00	11.482	4.20	100.228	0.00	1259.505	0.00
0.011	0.00	0.120	0.00	1.259	1.46	13.183	4.03	130.038	0.00	1445.440	0.00
0.013	0.00	0.138	0.00	1.445	1.46	15.136	3.80	150.488	0.00	1659.587	0.00
0.015	0.00	0.158	0.00	1.660	1.09	17.378	3.00	181.575	0.00	1905.461	0.00
0.017	0.00	0.182	0.00	1.805	2.02	19.953	3.73	209.500	0.00	2187.762	0.00
0.020	0.00	0.209	0.00	2.188	2.40	22.900	3.94	230.860	0.00	2511.885	0.00
0.023	0.00	0.240	0.00	2.512	2.83	26.300	3.20	275.423	0.00	2884.052	0.00
0.025	0.00	0.275	0.00	2.884	3.71	30.200	2.48	310.228	0.00	3311.311	0.00
0.030	0.00	0.316	0.01	3.311	4.11	34.674	1.94	363.078	0.00	3801.884	0.00
0.035	0.00	0.363	0.16	3.802	4.44	39.811	1.41	419.809	0.00	4355.156	0.00
0.040	0.00	0.417	0.41	4.305	4.71	45.709	0.95	479.530	0.00	5011.872	0.00
0.046	0.00	0.479	0.64	5.012	4.87	52.481	0.59	549.541	0.00	5754.369	0.00
0.052	0.00	0.550	0.83	5.794	4.63	60.258	0.20	630.057	0.00	6696.094	0.00
0.059	0.00	0.631	0.98	6.657	4.89	69.103	0.03	724.406	0.00	7895.776	0.00
0.069	0.00	0.724	1.06	7.686	4.77	79.433	0.00	831.794	0.00	9390.606	0.00
0.079	0.00	0.832	1.14	8.710	4.80	91.201	0.00	954.960	0.00	11000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	1.14	10.000	4.80	104.713	0.00	1090.478	0.00		
0.105	0.00	1.099	1.21	11.482	4.90	120.228	0.00	1259.821	0.00		

Operator notes:

Şekil 13. C5T örneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

Sample Name: K1T
20619-07 - Average
Sample Source & type:
ODTU
Sample bulk lot ref:

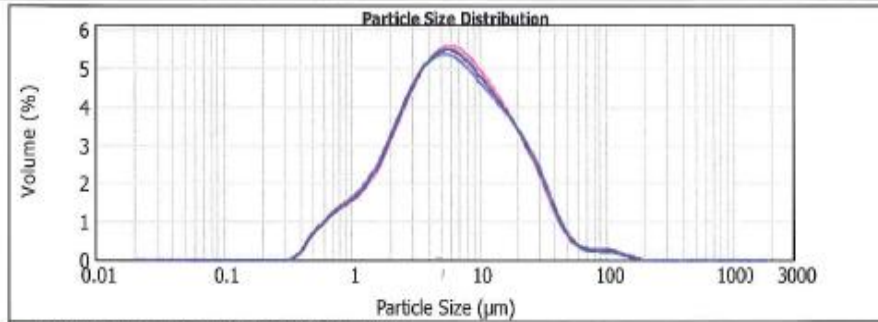
SOP Name:
Measured by:
PBA
Result Source:
Averaged

Measured:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:55:58
Analysed:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:56:00

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 μm	Obscuration: 14.73 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.718 %	Result Emulation: Off

Concentration: 0.0060 %Vol	Span : 3.837	Uniformity: 1.28	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.77 m^2/g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.396 μm	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 10.626 μm	

d(0.1): 1.414 μm d(0.5): 6.125 μm d(0.9): 24.917 μm



20619-07, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:55:58
20619-07, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:56:10
20619-07, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:56:22
20619-07 - Average, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:55:58

Size (μm)	Volume in %	Size (μm)	Volume in %	Size (μm)	Volume in %	Size (μm)	Volume in %	Size (μm)	Volume in %	Size (μm)	Volume in %
0.10	0.00	0.105	0.00	1.066	1.09	11.462	3.99	100.225	0.10	1256.925	0.00
0.11	0.00	0.120	0.00	1.229	1.81	13.160	3.74	100.005	0.10	1445.440	0.00
0.13	0.00	0.138	0.00	1.445	2.11	15.136	3.50	108.485	0.10	1696.897	0.00
0.15	0.00	0.158	0.00	1.660	2.48	17.309	3.24	101.970	0.00	1005.481	0.00
0.17	0.00	0.182	0.00	1.905	2.89	19.653	2.97	208.900	0.00	2167.762	0.00
0.20	0.00	0.209	0.00	2.198	3.31	22.808	2.65	278.883	0.00	2511.899	0.00
0.23	0.00	0.240	0.00	2.512	3.72	26.303	2.28	275.423	0.00	2894.032	0.00
0.26	0.00	0.276	0.00	2.864	4.10	30.200	1.85	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.30	0.00	0.316	0.00	3.311	4.42	34.074	1.41	363.079	0.00	3801.894	0.00
0.35	0.00	0.363	0.01	3.862	4.67	38.811	1.00	416.869	0.00	4365.158	0.00
0.40	0.00	0.417	0.12	4.365	4.85	45.709	0.60	478.930	0.00	5011.872	0.00
0.45	0.00	0.470	0.62	5.012	4.95	52.491	0.42	548.541	0.00	5754.300	0.00
0.52	0.00	0.530	0.84	5.754	4.98	60.256	0.28	635.957	0.00	6606.654	0.00
0.60	0.00	0.631	0.84	6.607	4.83	69.183	0.22	734.406	0.00	7585.776	0.00
0.69	0.00	0.724	1.17	7.586	4.67	79.433	0.21	851.764	0.00	8709.600	0.00
0.79	0.00	0.832	1.30	8.710	4.47	91.201	0.21	984.083	0.00	10000.000	0.00
0.91	0.00	0.955	1.43	10.000	4.28	104.713	0.21	1136.478	0.00		
1.05	0.00	1.098	1.43	11.462	4.28	120.226	0.29	1256.925	0.00		

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel : +44 (0) 1694-692456 Fax : +44 (0) 1694-692789

Mastersizer 2000 Ver. 5.60
Serial Number : MAL100704

File name: 20378-01 (GA WPI MDI)
Record Number: 5617
21.06.2017 13:56:30

Şekil 14. K1T örneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

Sample Name: **M-1T**
20619-02 - Average

SOP Name:

Measured:

21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:04

Sample Source & type:
ODTU

Measured by:
PBA

Analysed:

21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:06

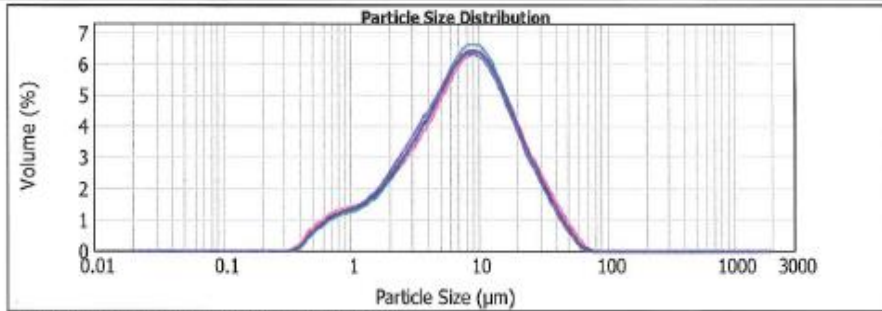
Sample bulk lot ref:

Result Source:
Averaged

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 um	Obscuration: 7.87 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 2.345 %	Result Emulation: Off

Concentration: 0.0047 %Vol	Span : 2.913	Uniformity: 0.905	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.55 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.877 um	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 10.657 um	

d(0.1): 1.617 um d(0.5): 7.626 um d(0.9): 23.834 um



- 20619-02, 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:04
- 20619-02, 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:16
- 20619-02, 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:28
- 20619-02 - Average, 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:09:04

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.070	0.00	0.105	0.00	1.066	1.26	11.463	5.40	120.226	0.00	1250.025	0.00
0.071	0.00	0.120	0.00	1.259	1.41	13.383	4.98	138.058	0.00	1445.440	0.00
0.073	0.00	0.138	0.00	1.445	1.61	15.139	4.47	158.480	0.00	1650.587	0.00
0.075	0.00	0.158	0.00	1.650	1.85	17.378	3.91	181.670	0.00	1905.451	0.00
0.077	0.00	0.182	0.00	1.905	2.15	19.853	3.37	208.933	0.00	2167.752	0.00
0.080	0.00	0.209	0.00	2.168	2.45	22.909	2.94	238.883	0.00	2511.886	0.00
0.083	0.00	0.240	0.00	2.512	2.77	26.303	2.56	275.423	0.00	2894.032	0.00
0.086	0.00	0.275	0.00	2.884	3.11	30.209	2.25	319.228	0.00	3315.311	0.00
0.090	0.00	0.316	0.00	3.311	3.48	34.674	1.99	363.078	0.00	3801.604	0.00
0.093	0.00	0.363	0.00	3.802	3.88	39.811	1.76	416.669	0.00	4365.159	0.00
0.096	0.00	0.417	0.00	4.365	4.31	45.709	1.57	478.620	0.00	5011.872	0.00
0.099	0.00	0.479	0.00	5.012	4.79	52.481	1.41	548.541	0.00	5754.200	0.00
0.102	0.00	0.550	0.00	5.754	5.29	60.236	1.27	626.957	0.00	6603.030	0.00
0.105	0.00	0.631	0.00	6.607	5.82	68.983	1.15	714.436	0.00	7554.775	0.00
0.108	0.00	0.724	0.00	7.586	6.39	78.713	1.05	811.784	0.00	8700.628	0.00
0.111	0.00	0.832	0.00	8.710	7.00	89.201	0.97	919.955	0.00	10000.000	0.00
0.114	0.00	0.956	0.00	10.000	7.63	101.713	0.90	1046.478	0.00		
0.116	0.00	1.096	0.00	11.462	8.29	116.226	0.84	1186.925	0.00		

Operator notes:

Malvern Instruments Ltd.
Malvern, UK
Tel : + (44) (0) 1684-892456 Fax + (44) (0) 1684-892789

Masterflex 2000 Ver. 5.60
Serial number : MAL100704

File name: 20578-01 (GA WPI MDI)
Record Number: 5300
21.06.2017 12:09:38

Şekil 15. M-1Törneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

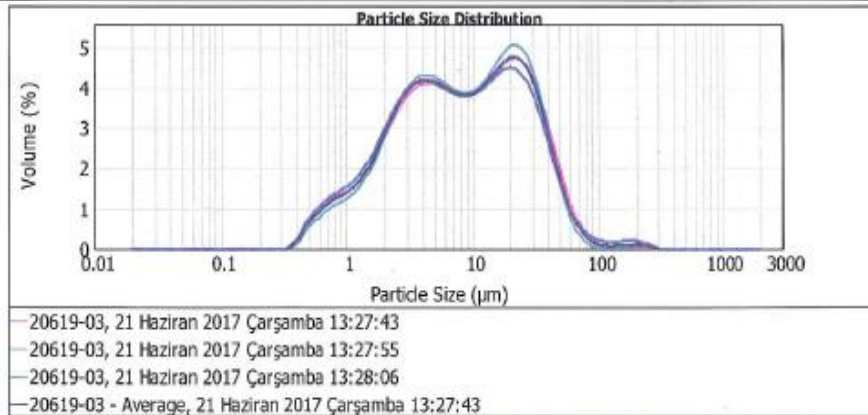
Sample Name: **M2T**
 20619-03 - Average
 Sample Source & type:
 ODTU
 Sample bulk lot ref:

SOP Name:
 Measured by:
 PBA
 Result Source:
 Averaged

Measured:
 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:27:43
 Analysed:
 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:27:44

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle Rt: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 µm	Obscuration: 7.68 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.586 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0045 %Vol	Span : 4.015	Uniformity: 1.36	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.58 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.787 µm	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 14.772 µm	

d(0.1): 1.514 µm d(0.5): 8.247 µm d(0.9): 34.628 µm



Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.070	0.00	0.105	0.00	1.065	1.40	11.482	3.05	120.228	0.07	1258.025	0.00
0.071	0.00	0.120	0.00	1.259	1.80	13.303	3.54	130.030	0.08	1445.440	0.00
0.073	0.00	0.138	0.00	1.445	1.87	15.136	4.05	158.489	0.08	1605.007	0.00
0.075	0.00	0.158	0.00	1.660	1.87	17.378	4.21	181.970	0.08	1825.461	0.00
0.077	0.00	0.182	0.00	1.905	2.22	19.953	4.21	208.600	0.10	2187.762	0.00
0.080	0.00	0.208	0.00	2.188	2.00	22.909	4.29	239.083	0.09	2511.889	0.00
0.083	0.00	0.240	0.00	2.512	2.97	26.303	4.21	275.433	0.08	2884.032	0.00
0.086	0.00	0.275	0.00	2.884	3.29	30.200	3.95	316.228	0.00	3311.311	0.00
0.090	0.00	0.316	0.01	3.311	3.70	34.674	3.51	363.075	0.00	3601.894	0.00
0.094	0.00	0.363	0.13	3.802	3.77	39.811	2.95	416.069	0.00	4368.158	0.00
0.040	0.00	0.417	0.37	4.365	3.75	45.709	2.28	478.630	0.00	5011.872	0.00
0.044	0.00	0.479	0.37	5.012	3.69	52.481	1.65	549.541	0.00	5754.300	0.00
0.052	0.00	0.550	0.61	5.754	3.60	60.256	1.11	630.067	0.00	6608.934	0.00
0.060	0.00	0.631	0.81	6.607	3.60	69.183	0.69	724.430	0.00	7585.776	0.00
0.069	0.00	0.724	0.98	7.598	3.48	79.435	0.40	831.794	0.00	8709.635	0.00
0.079	0.00	0.832	1.08	8.710	3.44	91.201	0.21	954.065	0.00	10000.000	0.00
0.091	0.00	0.955	1.17	10.000	3.44	104.713	0.12	1096.478	0.00		
0.105	0.00	1.096	1.27	11.482	3.51	120.228	0.08	1258.025	0.00		

Operator notes:

Şekil 16. M2T örneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

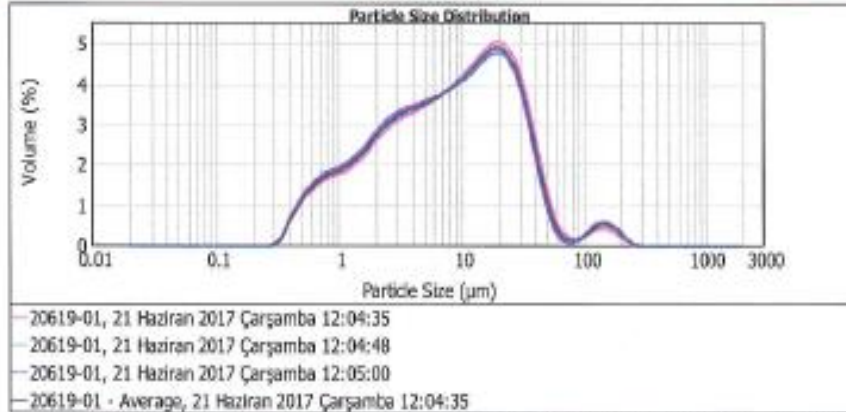
Sample Name: **SY-1T**
 20619-01 - Average
 Sample Source & type:
 QDTU
 Sample bulk lot ref:

SOP Name:
 Measured by:
 PBA
 Result Source:
 Averaged

Measured:
 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:04:35
 Analyzed:
 21 Haziran 2017 Çarşamba 12:04:37

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 μm	Obscuration: 13.12 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.571 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0072 %Vol	Span : 3.815	Uniformity: 1.47	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.88 m^2/g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 3.179 μm	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 15.650 μm	

d[0.1]: 1.115 μm d[0.5]: 8.387 μm d[9.5]: 33.110 μm



Size (μm)	Volume (%)	Size (μm)	Volume (%)	Size (μm)	Volume (%)	Size (μm)	Volume (%)	Size (μm)	Volume (%)	Size (μm)	Volume (%)
0.070	0.00	0.05	0.00	1.00	1.76	11.40	3.90	100.00	0.00	1250.00	0.00
0.071	0.00	0.00	0.00	1.25	1.97	13.10	4.35	100.00	0.00	1400.00	0.00
0.075	0.00	0.00	0.00	1.40	2.03	15.10	4.71	100.00	0.00	1550.00	0.00
0.078	0.00	0.00	0.00	1.50	2.08	17.00	5.07	100.00	0.00	1700.00	0.00
0.080	0.00	0.00	0.00	1.60	2.14	19.00	5.41	100.00	0.00	1850.00	0.00
0.085	0.00	0.00	0.00	1.70	2.19	21.00	5.74	100.00	0.00	2000.00	0.00
0.090	0.00	0.00	0.00	1.80	2.25	23.00	6.07	100.00	0.00	2150.00	0.00
0.095	0.00	0.00	0.00	1.90	2.30	25.00	6.39	100.00	0.00	2300.00	0.00
0.100	0.00	0.00	0.00	2.00	2.36	27.00	6.71	100.00	0.00	2450.00	0.00
0.105	0.00	0.00	0.00	2.10	2.41	29.00	7.02	100.00	0.00	2600.00	0.00
0.110	0.00	0.00	0.00	2.20	2.46	31.00	7.32	100.00	0.00	2750.00	0.00
0.115	0.00	0.00	0.00	2.30	2.51	33.00	7.61	100.00	0.00	2900.00	0.00
0.120	0.00	0.00	0.00	2.40	2.56	35.00	7.89	100.00	0.00	3050.00	0.00
0.125	0.00	0.00	0.00	2.50	2.61	37.00	8.17	100.00	0.00	3200.00	0.00
0.130	0.00	0.00	0.00	2.60	2.66	39.00	8.44	100.00	0.00	3350.00	0.00
0.135	0.00	0.00	0.00	2.70	2.71	41.00	8.71	100.00	0.00	3500.00	0.00
0.140	0.00	0.00	0.00	2.80	2.76	43.00	8.97	100.00	0.00	3650.00	0.00
0.145	0.00	0.00	0.00	2.90	2.81	45.00	9.23	100.00	0.00	3800.00	0.00
0.150	0.00	0.00	0.00	3.00	2.86	47.00	9.48	100.00	0.00	3950.00	0.00
0.155	0.00	0.00	0.00	3.10	2.91	49.00	9.73	100.00	0.00	4100.00	0.00
0.160	0.00	0.00	0.00	3.20	2.96	51.00	9.97	100.00	0.00	4250.00	0.00
0.165	0.00	0.00	0.00	3.30	3.01	53.00	10.21	100.00	0.00	4400.00	0.00
0.170	0.00	0.00	0.00	3.40	3.06	55.00	10.45	100.00	0.00	4550.00	0.00
0.175	0.00	0.00	0.00	3.50	3.11	57.00	10.68	100.00	0.00	4700.00	0.00
0.180	0.00	0.00	0.00	3.60	3.16	59.00	10.91	100.00	0.00	4850.00	0.00
0.185	0.00	0.00	0.00	3.70	3.21	61.00	11.14	100.00	0.00	5000.00	0.00
0.190	0.00	0.00	0.00	3.80	3.26	63.00	11.37	100.00	0.00	5150.00	0.00
0.195	0.00	0.00	0.00	3.90	3.31	65.00	11.59	100.00	0.00	5300.00	0.00
0.200	0.00	0.00	0.00	4.00	3.36	67.00	11.81	100.00	0.00	5450.00	0.00
0.205	0.00	0.00	0.00	4.10	3.41	69.00	12.03	100.00	0.00	5600.00	0.00
0.210	0.00	0.00	0.00	4.20	3.46	71.00	12.25	100.00	0.00	5750.00	0.00
0.215	0.00	0.00	0.00	4.30	3.51	73.00	12.47	100.00	0.00	5900.00	0.00
0.220	0.00	0.00	0.00	4.40	3.56	75.00	12.68	100.00	0.00	6050.00	0.00
0.225	0.00	0.00	0.00	4.50	3.61	77.00	12.89	100.00	0.00	6200.00	0.00
0.230	0.00	0.00	0.00	4.60	3.66	79.00	13.10	100.00	0.00	6350.00	0.00
0.235	0.00	0.00	0.00	4.70	3.71	81.00	13.31	100.00	0.00	6500.00	0.00
0.240	0.00	0.00	0.00	4.80	3.76	83.00	13.52	100.00	0.00	6650.00	0.00
0.245	0.00	0.00	0.00	4.90	3.81	85.00	13.73	100.00	0.00	6800.00	0.00
0.250	0.00	0.00	0.00	5.00	3.86	87.00	13.94	100.00	0.00	6950.00	0.00
0.255	0.00	0.00	0.00	5.10	3.91	89.00	14.15	100.00	0.00	7100.00	0.00
0.260	0.00	0.00	0.00	5.20	3.96	91.00	14.36	100.00	0.00	7250.00	0.00
0.265	0.00	0.00	0.00	5.30	4.01	93.00	14.57	100.00	0.00	7400.00	0.00
0.270	0.00	0.00	0.00	5.40	4.06	95.00	14.78	100.00	0.00	7550.00	0.00
0.275	0.00	0.00	0.00	5.50	4.11	97.00	14.99	100.00	0.00	7700.00	0.00
0.280	0.00	0.00	0.00	5.60	4.16	99.00	15.20	100.00	0.00	7850.00	0.00
0.285	0.00	0.00	0.00	5.70	4.21	100.00	15.41	100.00	0.00	8000.00	0.00
0.290	0.00	0.00	0.00	5.80	4.26						
0.295	0.00	0.00	0.00	5.90	4.31						
0.300	0.00	0.00	0.00	6.00	4.36						

Operator notes:

Şekil 17. SY-1T örneğine ait tane boyu analizi

Result Analysis Report

Sample Name: Yol-2T
20619-05 - Average

SOP Name:

Measured:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:24

Sample Source & type:
ODTU

Measured by:
PDA

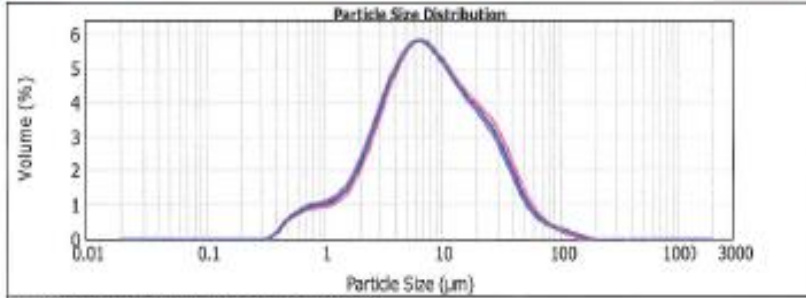
Analysed:
21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:25

Sample bulk lot ref:

Result Source:
Averaged

Particle Name: Default	Accessory Name: Hydro 2000S (A)	Analysis model: General purpose	Sensitivity: Normal
Particle RI: 1.520	Absorption: 0.1	Size range: 0.020 to 2000.000 um	Obscuration: 12.18 %
Dispersant Name: Water	Dispersant RI: 1.330	Weighted Residual: 1.539 %	Result Emulation: Off
Concentration: 0.0260 %/vol	Span : 3.791	Uniformity: 1.22	Result units: Volume
Specific Surface Area: 1.44 m ² /g	Surface Weighted Mean D[3,2]: 4.188 um	Vol. Weighted Mean D[4,3]: 13.302 um	

d[0.1]: 1.092 um d[0.5]: 7.090 um d[0.9]: 31.044 um



20619-05, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:24
20619-05, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:36
20619-05, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:48
20619-05 - Average, 21 Haziran 2017 Çarşamba 13:41:24

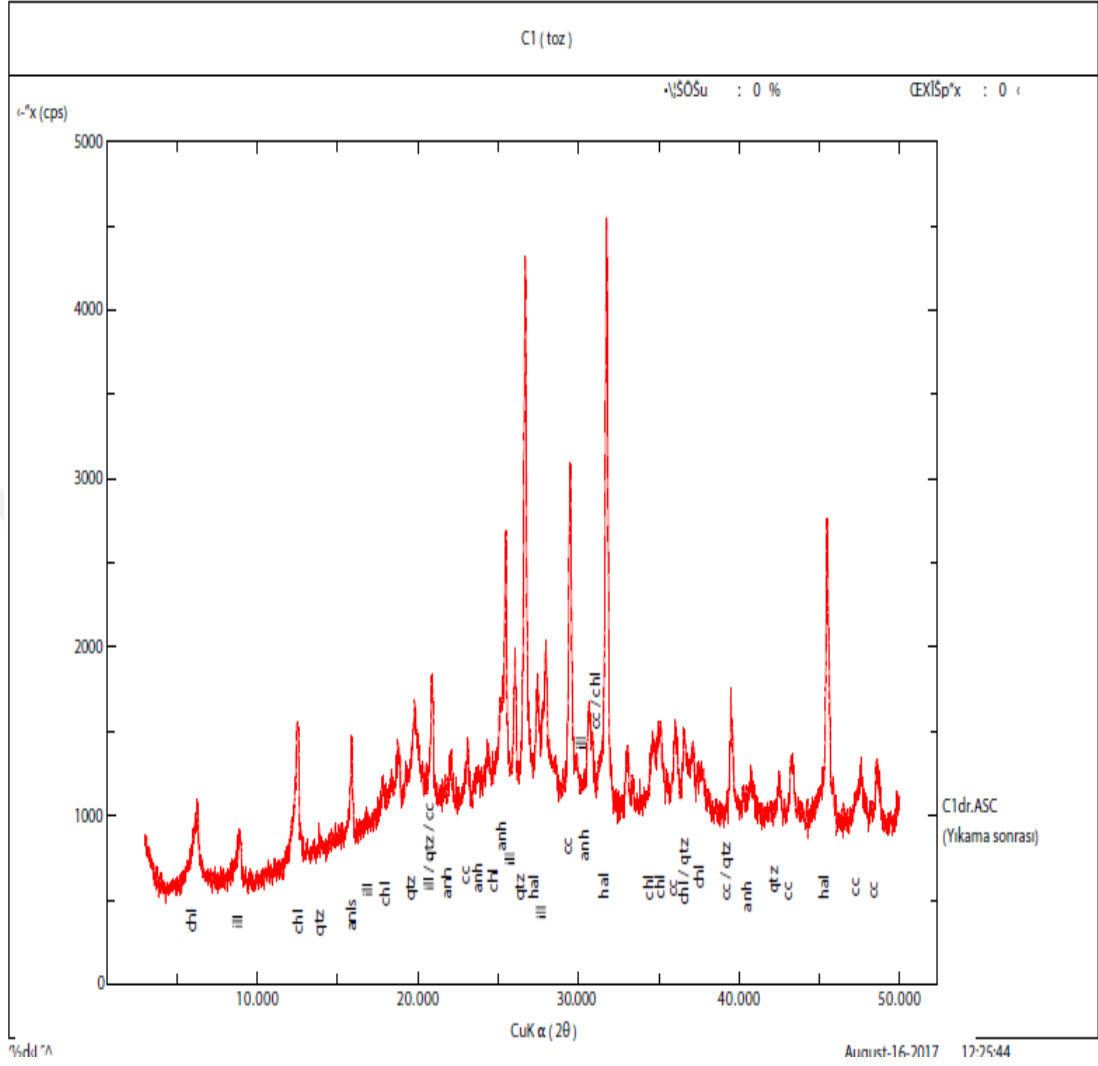
Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)	Size (µm)	Volume (%)
0.050	0.00	0.100	0.00	1.000	0.89	11.400	4.30	100.000	0.14
0.063	0.00	0.125	0.00	1.250	1.11	13.100	4.00	110.000	0.09
0.078	0.00	0.156	0.00	1.562	1.30	15.000	3.24	120.000	0.07
0.095	0.00	0.190	0.00	1.905	1.50	17.000	2.62	130.000	0.06
0.113	0.00	0.228	0.00	2.280	1.66	19.000	2.16	140.000	0.05
0.133	0.00	0.280	0.00	2.812	2.40	21.000	1.77	150.000	0.04
0.154	0.00	0.344	0.00	3.438	3.00	23.000	1.47	160.000	0.04
0.177	0.00	0.422	0.00	4.163	3.42	25.000	1.24	170.000	0.03
0.201	0.00	0.516	0.01	5.000	3.64	27.000	1.07	180.000	0.03
0.227	0.00	0.628	0.02	6.000	4.41	29.000	0.91	190.000	0.03
0.254	0.00	0.760	0.03	7.200	4.61	31.000	0.78	200.000	0.03
0.283	0.00	0.914	0.04	8.600	5.09	33.000	0.68	210.000	0.03
0.313	0.00	1.090	0.05	10.200	5.29	35.000	0.60	220.000	0.03
0.345	0.00	1.280	0.06	12.000	5.11	37.000	0.53	230.000	0.03
0.379	0.00	1.490	0.07	14.000	4.00	39.000	0.47	240.000	0.03
0.415	0.00	1.800	0.08	16.000	4.03	41.000	0.42	250.000	0.03
0.453	0.00	2.200	0.09	18.000	4.03	43.000	0.38	260.000	0.03
0.493	0.00	2.700	0.10	20.000	4.03	45.000	0.35	270.000	0.03
0.535	0.00	3.300	0.11	22.000	4.03	47.000	0.32	280.000	0.03
0.579	0.00	4.000	0.12	24.000	4.03	49.000	0.30	290.000	0.03
0.625	0.00	4.800	0.13	26.000	4.03	51.000	0.28	300.000	0.03
0.673	0.00	5.800	0.14	28.000	4.03	53.000	0.26	310.000	0.03
0.723	0.00	7.000	0.15	30.000	4.03	55.000	0.25	320.000	0.03
0.775	0.00	8.400	0.16	32.000	4.03	57.000	0.24	330.000	0.03
0.829	0.00	10.000	0.17	34.000	4.03	59.000	0.23	340.000	0.03
0.885	0.00	11.800	0.18	36.000	4.03	61.000	0.22	350.000	0.03
0.943	0.00	13.800	0.19	38.000	4.03	63.000	0.21	360.000	0.03
1.003	0.00	16.000	0.20	40.000	4.03	65.000	0.20	370.000	0.03
1.065	0.00	18.400	0.21	42.000	4.03	67.000	0.19	380.000	0.03
1.129	0.00	21.000	0.22	44.000	4.03	69.000	0.18	390.000	0.03
1.195	0.00	24.000	0.23	46.000	4.03	71.000	0.18	400.000	0.03
1.263	0.00	27.000	0.24	48.000	4.03	73.000	0.17	410.000	0.03
1.333	0.00	30.000	0.25	50.000	4.03	75.000	0.17	420.000	0.03
1.405	0.00	34.000	0.26	52.000	4.03	77.000	0.16	430.000	0.03
1.479	0.00	38.000	0.27	54.000	4.03	79.000	0.16	440.000	0.03
1.555	0.00	42.000	0.28	56.000	4.03	81.000	0.15	450.000	0.03
1.633	0.00	47.000	0.29	58.000	4.03	83.000	0.15	460.000	0.03
1.713	0.00	52.000	0.30	60.000	4.03	85.000	0.14	470.000	0.03
1.795	0.00	58.000	0.31	62.000	4.03	87.000	0.14	480.000	0.03
1.879	0.00	64.000	0.32	64.000	4.03	89.000	0.13	490.000	0.03
1.965	0.00	70.000	0.33	66.000	4.03	91.000	0.13	500.000	0.03
2.053	0.00	77.000	0.34	68.000	4.03	93.000	0.12	510.000	0.03
2.143	0.00	84.000	0.35	70.000	4.03	95.000	0.12	520.000	0.03
2.235	0.00	92.000	0.36	72.000	4.03	97.000	0.11	530.000	0.03
2.329	0.00	100.000	0.37	74.000	4.03	99.000	0.11	540.000	0.03
2.425	0.00	109.000	0.38	76.000	4.03	101.000	0.10	550.000	0.03
2.523	0.00	118.000	0.39	78.000	4.03	103.000	0.10	560.000	0.03
2.623	0.00	128.000	0.40	80.000	4.03	105.000	0.09	570.000	0.03
2.725	0.00	138.000	0.41	82.000	4.03	107.000	0.09	580.000	0.03
2.829	0.00	149.000	0.42	84.000	4.03	109.000	0.08	590.000	0.03
2.935	0.00	160.000	0.43	86.000	4.03	111.000	0.08	600.000	0.03
3.043	0.00	172.000	0.44	88.000	4.03	113.000	0.07	610.000	0.03
3.153	0.00	184.000	0.45	90.000	4.03	115.000	0.07	620.000	0.03
3.265	0.00	197.000	0.46	92.000	4.03	117.000	0.06	630.000	0.03
3.379	0.00	210.000	0.47	94.000	4.03	119.000	0.06	640.000	0.03
3.495	0.00	224.000	0.48	96.000	4.03	121.000	0.05	650.000	0.03
3.613	0.00	238.000	0.49	98.000	4.03	123.000	0.05	660.000	0.03
3.733	0.00	252.000	0.50	100.000	4.03	125.000	0.04	670.000	0.03
3.855	0.00	267.000	0.51	102.000	4.03	127.000	0.04	680.000	0.03
3.979	0.00	282.000	0.52	104.000	4.03	129.000	0.03	690.000	0.03
4.105	0.00	298.000	0.53	106.000	4.03	131.000	0.03	700.000	0.03
4.233	0.00	314.000	0.54	108.000	4.03	133.000	0.02	710.000	0.03
4.363	0.00	330.000	0.55	110.000	4.03	135.000	0.02	720.000	0.03
4.495	0.00	347.000	0.56	112.000	4.03	137.000	0.02	730.000	0.03
4.629	0.00	364.000	0.57	114.000	4.03	139.000	0.01	740.000	0.03
4.765	0.00	382.000	0.58	116.000	4.03	141.000	0.01	750.000	0.03
4.903	0.00	400.000	0.59	118.000	4.03	143.000	0.01	760.000	0.03
5.043	0.00	419.000	0.60	120.000	4.03	145.000	0.01	770.000	0.03
5.185	0.00	438.000	0.61	122.000	4.03	147.000	0.01	780.000	0.03
5.329	0.00	458.000	0.62	124.000	4.03	149.000	0.01	790.000	0.03
5.475	0.00	478.000	0.63	126.000	4.03	151.000	0.01	800.000	0.03
5.623	0.00	499.000	0.64	128.000	4.03	153.000	0.01	810.000	0.03
5.773	0.00	520.000	0.65	130.000	4.03	155.000	0.01	820.000	0.03
5.925	0.00	542.000	0.66	132.000	4.03	157.000	0.01	830.000	0.03
6.079	0.00	564.000	0.67	134.000	4.03	159.000	0.01	840.000	0.03
6.235	0.00	587.000	0.68	136.000	4.03	161.000	0.01	850.000	0.03
6.393	0.00	611.000	0.69	138.000	4.03	163.000	0.01	860.000	0.03
6.553	0.00	636.000	0.70	140.000	4.03	165.000	0.01	870.000	0.03
6.715	0.00	662.000	0.71	142.000	4.03	167.000	0.01	880.000	0.03
6.879	0.00	688.000	0.72	144.000	4.03	169.000	0.01	890.000	0.03
7.045	0.00	715.000	0.73	146.000	4.03	171.000	0.01	900.000	0.03
7.213	0.00	742.000	0.74	148.000	4.03	173.000	0.01	910.000	0.03
7.383	0.00	770.000	0.75	150.000	4.03	175.000	0.01	920.000	0.03
7.555	0.00	800.000	0.76	152.000	4.03	177.000	0.01	930.000	0.03
7.729	0.00	830.000	0.77	154.000	4.03	179.000	0.01	940.000	0.03
7.905	0.00	862.000	0.78	156.000	4.03	181.000	0.01	950.000	0.03
8.083	0.00	895.000	0.79	158.000	4.03	183.000	0.01	960.000	0.03
8.263	0.00	929.000	0.80	160.000	4.03	185.000	0.01	970.000	0.03
8.445	0.00	964.000	0.81	162.000	4.03	187.000	0.01	980.000	0.03
8.629	0.00	1000.000	0.82	164.000	4.03	189.000	0.01	990.000	0.03
8.815	0.00	1038.000	0.83	166.000	4.03	191.000	0.01	1000.000	0.03
9.003	0.00	1077.000	0.84	168.000	4.03	193.000	0.01	1010.000	0.03
9.193	0.00	1117.000	0.85	170.000	4.03	195.000	0.01	1020.000	0.03
9.385	0.00	1158.000	0.86	172.000	4.03	197.000	0.01	1030.000	0.03
9.579	0.00	1200.000	0.87	174.000	4.03	199.000	0.01	1040.000	0.03
9.775	0.00	1243.000	0.88	176.000	4.03	201.000	0.01	1050.000	0.03
9.973	0.00	1287.000	0.89	178.000	4.03	203.000	0.01	1060.000	0.03
10.173	0.00	1332.000	0.90	180.000	4.03	205.000	0.01	1070.000	0.03
10.375	0.00	1378.000	0.91	182.000	4.03	207.000	0.01	1080.000	0.03
10.579	0.00	1425.000	0.92	184.000	4.03	209.000	0.01	1090.000	0.03
10.785	0.00	1473.000	0.93	186.000	4.03	211.000	0.01	1100.000	0.03
10.993	0.00	1522.000	0.94	188.000	4.03	213.000	0.01	1110.000	

4.3. X-Işınları Kırınım (XRD)

Maden galerisinden alınan 11 örneğe XRD analizi yapılmıştır. Toz XRD profillerinden görüldüğü üzere halit tuz minerali yoğun olup diğer mineralleri baskılamaktadır. Bu nedenle örneklerin ham XRD çekimleri yapıldıktan sonra halit yıkanarak tekrar çekim yapılmıştır. Yıkama işleminden sonra halit dışı mineraller; kuvars, kalsit, anhidrit, jips ve kil fazlarının varlığı da tespit edilmiştir (Şekil 19-29) (Tablo 9). Kil minerallerin tiplerini belirlemek için ise her bir örnek için yönlü 4 çekim (oda sıcaklığında kurutma, etilen glikol ile doyma, 300 ve 550°C'de yakma) yapılmıştır. Yönlü çekimler ile klorit, montmorillonit, illit killerin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 30-40).

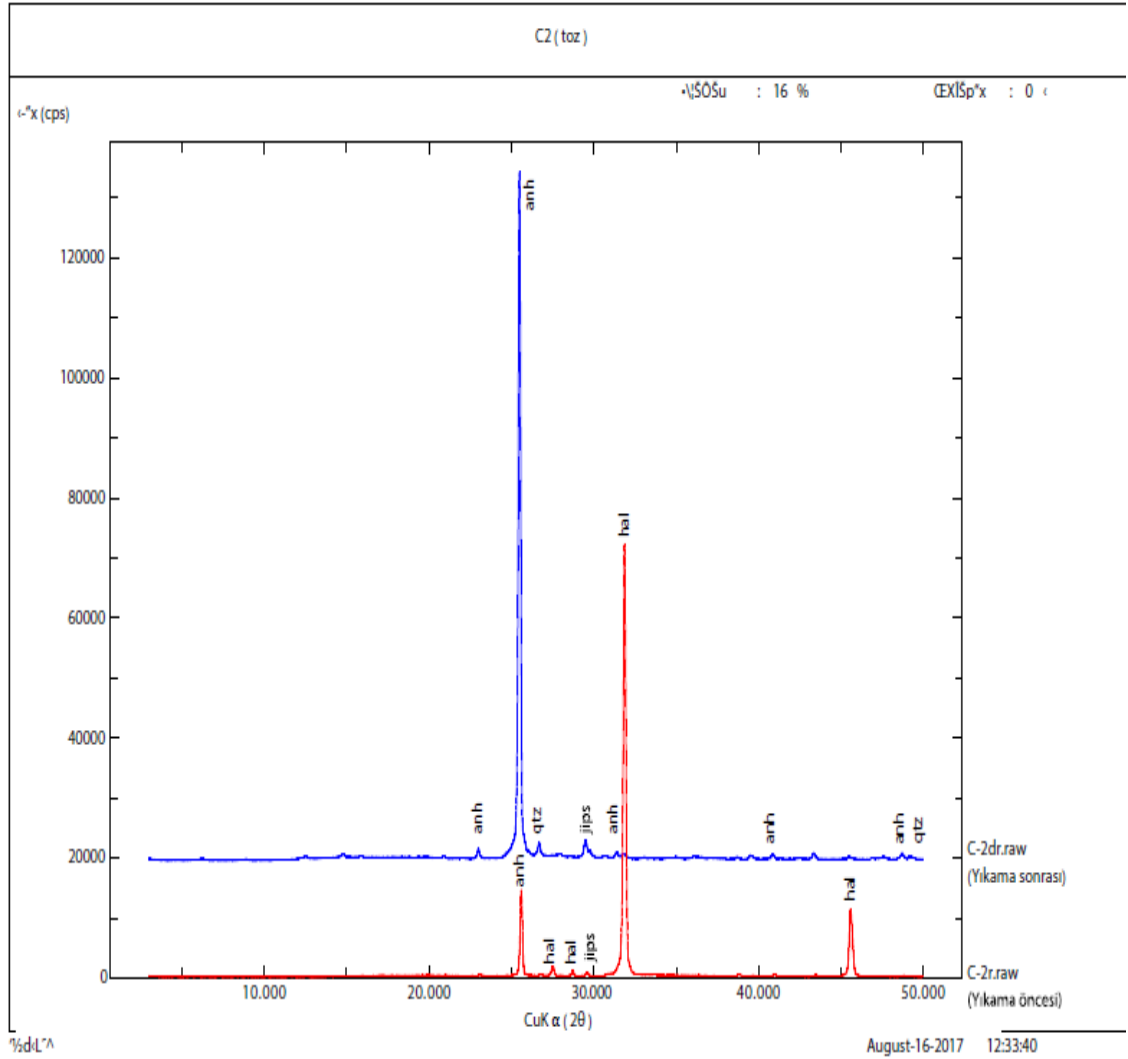
Tablo 9. XRD analizi sonucunda bulunan mineral birlikteliği

XRD No	Halit	Kuvars	Kalsit	Anhidrit	Klorit	Montmorillonit	İllit	Jips
C1	x	x		x	x	x	x	x
C2	x	x		x		x	x	x
C3	x			x	x	x	x	x
C4T	x			x	x	x	x	x
C5T	x	x	x	x	x	x	x	
K1T	x	x	x	x	x	x	x	
M1T	x	x	x	x	x	x	x	
M2T	x	x	x	x	x	x	x	
SY-1T	x	x	x	x	x	x	x	x
Yol-1	x	x	x	x	x	x	x	
Yol-2T	x	X	x	x	x	x	x	



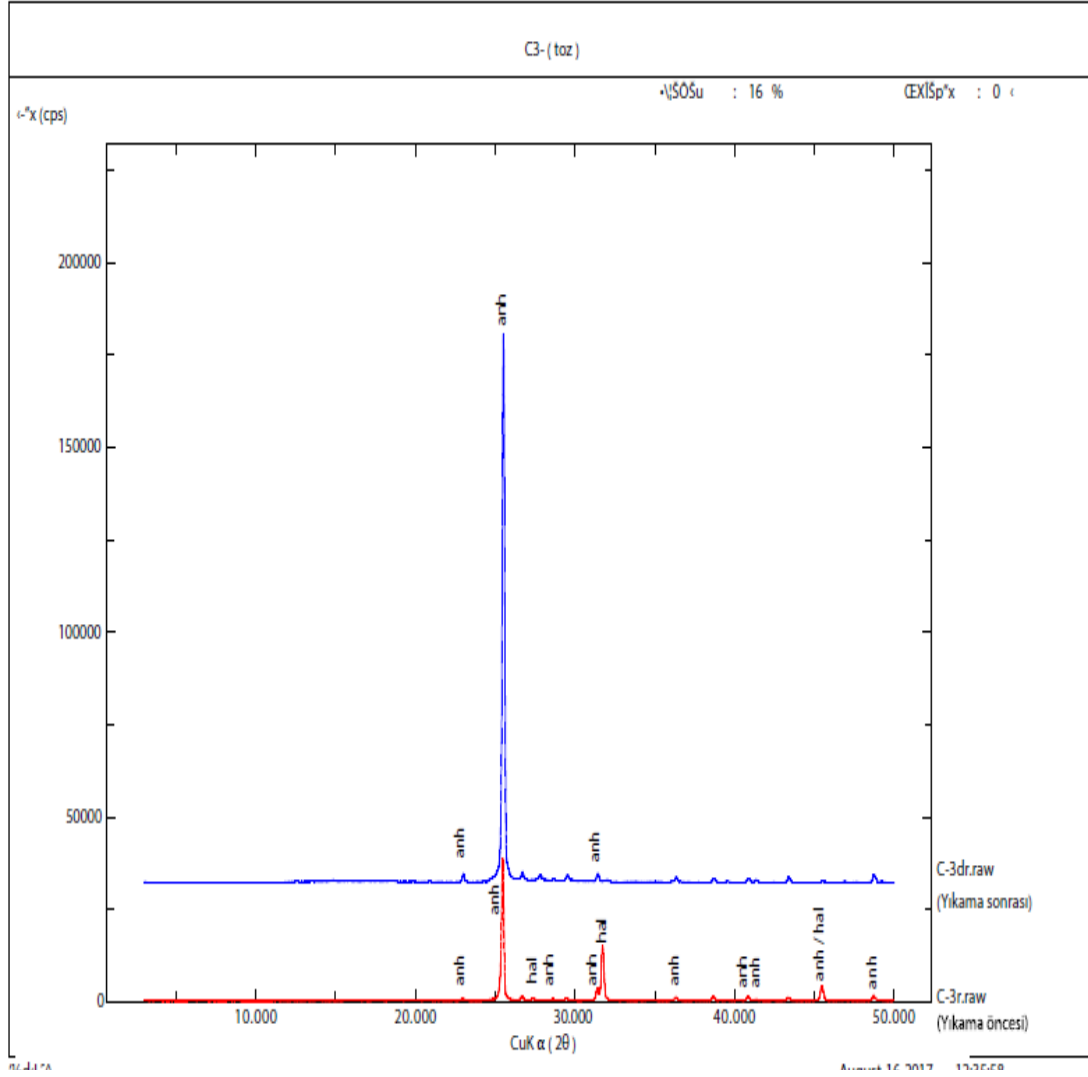
anh: anhidrit / anls:analsim / cc: kalsit / chl: klorit / hal :halit / ill: illit / qtz:kuvars, mont: montmorillonit

Şekil 19. C1 toz çekim örneğindeki XRD analizi



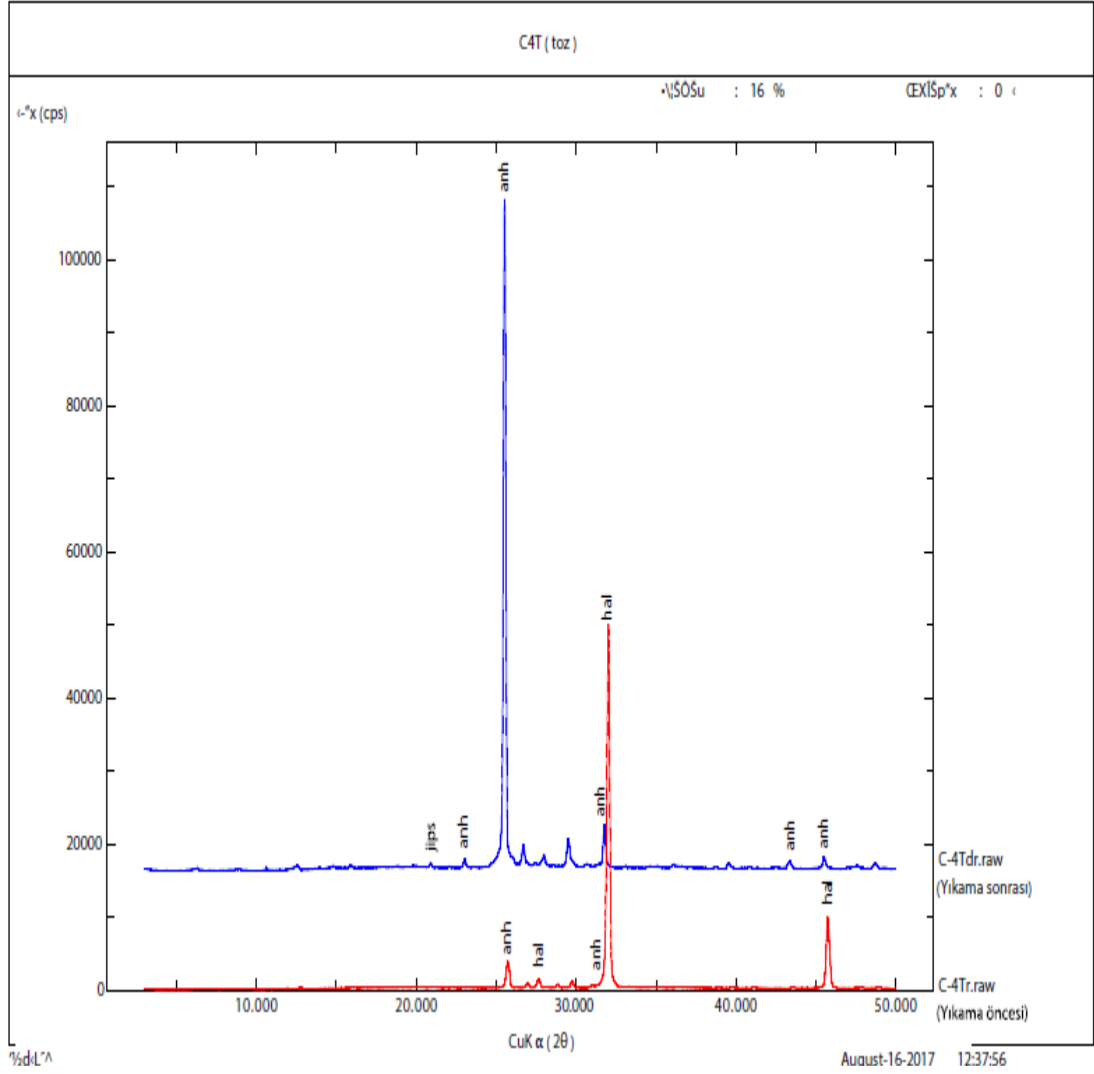
anh: anhidrit / hal:halit / qtz:kuvars

Şekil 20. C2 toz çekim örneğindeki XRD analizi



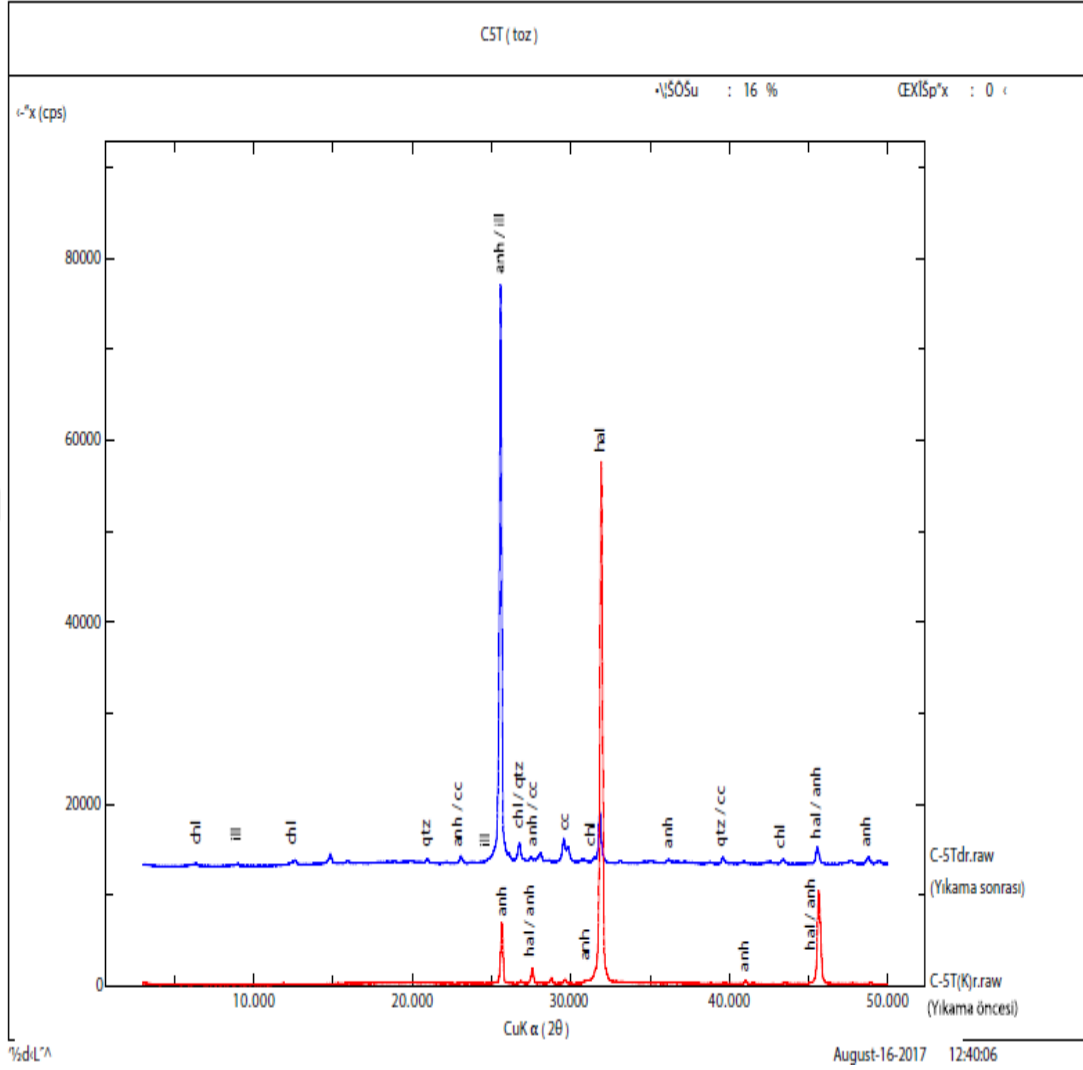
anh: anhidrit / hal:halit

Şekil 21. C3 toz çekim örneğindeki XRD analizi



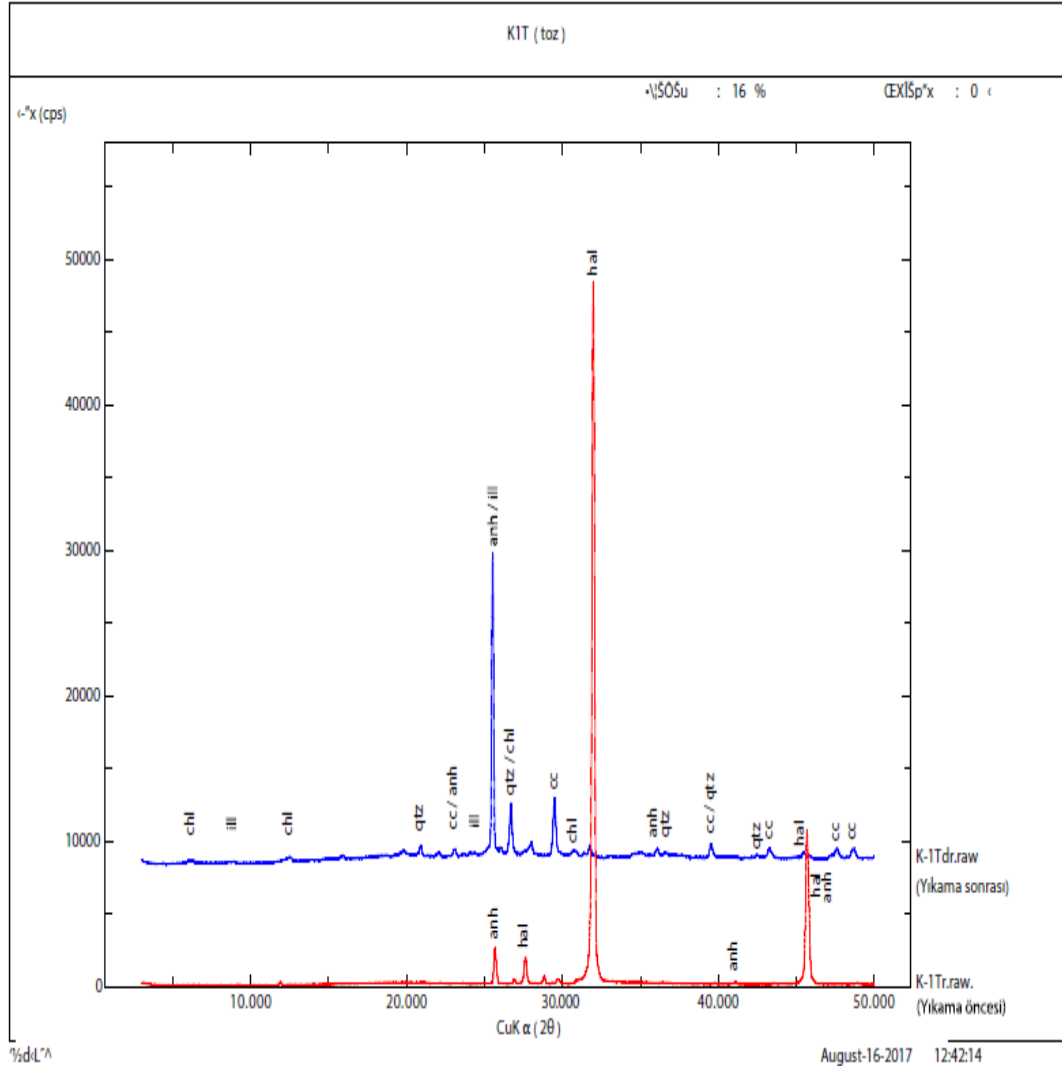
anh: anhidrit / hal:halit / jips

Şekil 22. C4T toz çekim örneğindeki XRD analizi



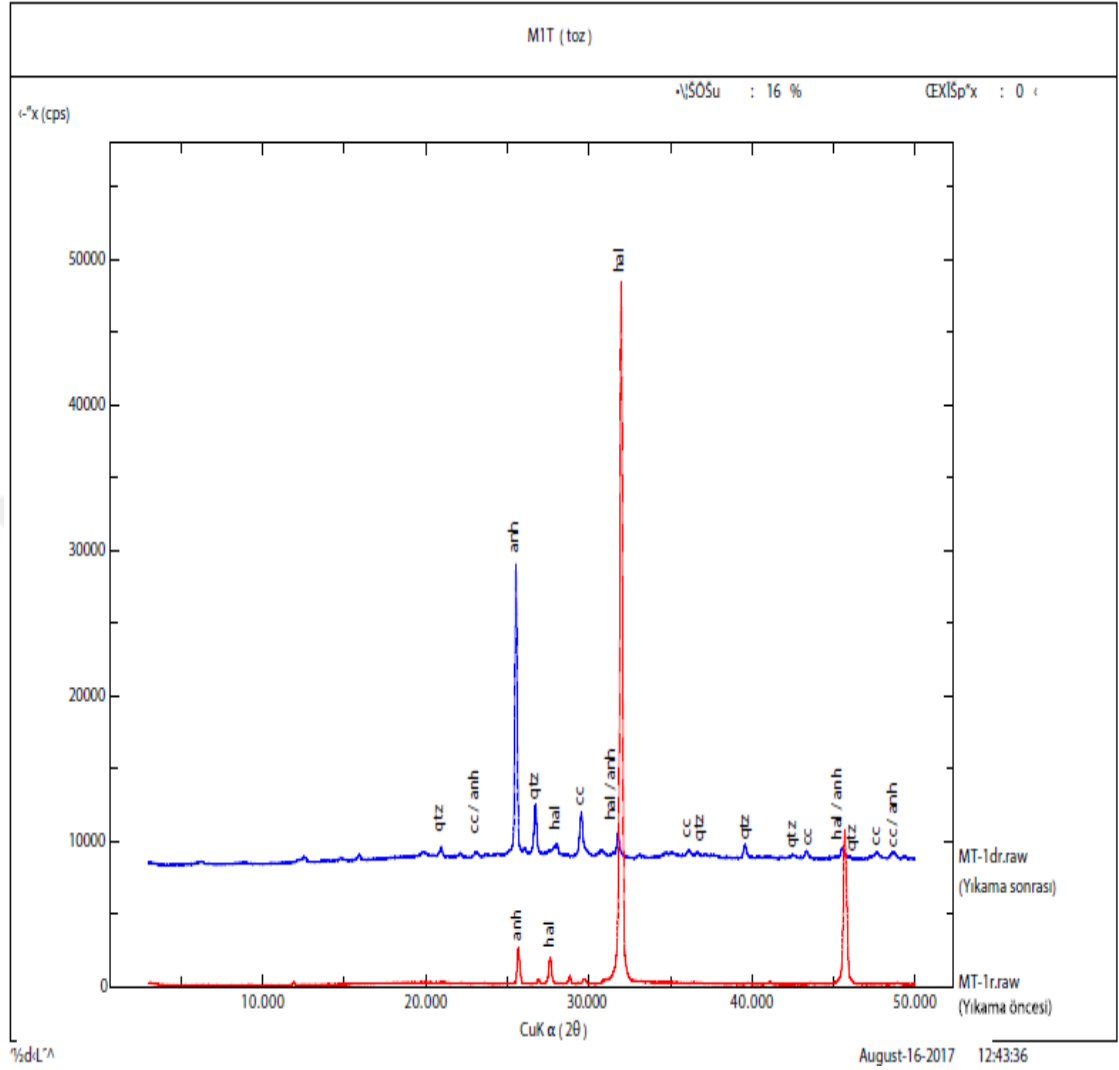
anh: anhidrit / cc: kalsit / chl: klorit / hal :halit / ill: illit / qtz:kuvars

Şekil 23. C5T toz çekim örneğindeki XRD analizi



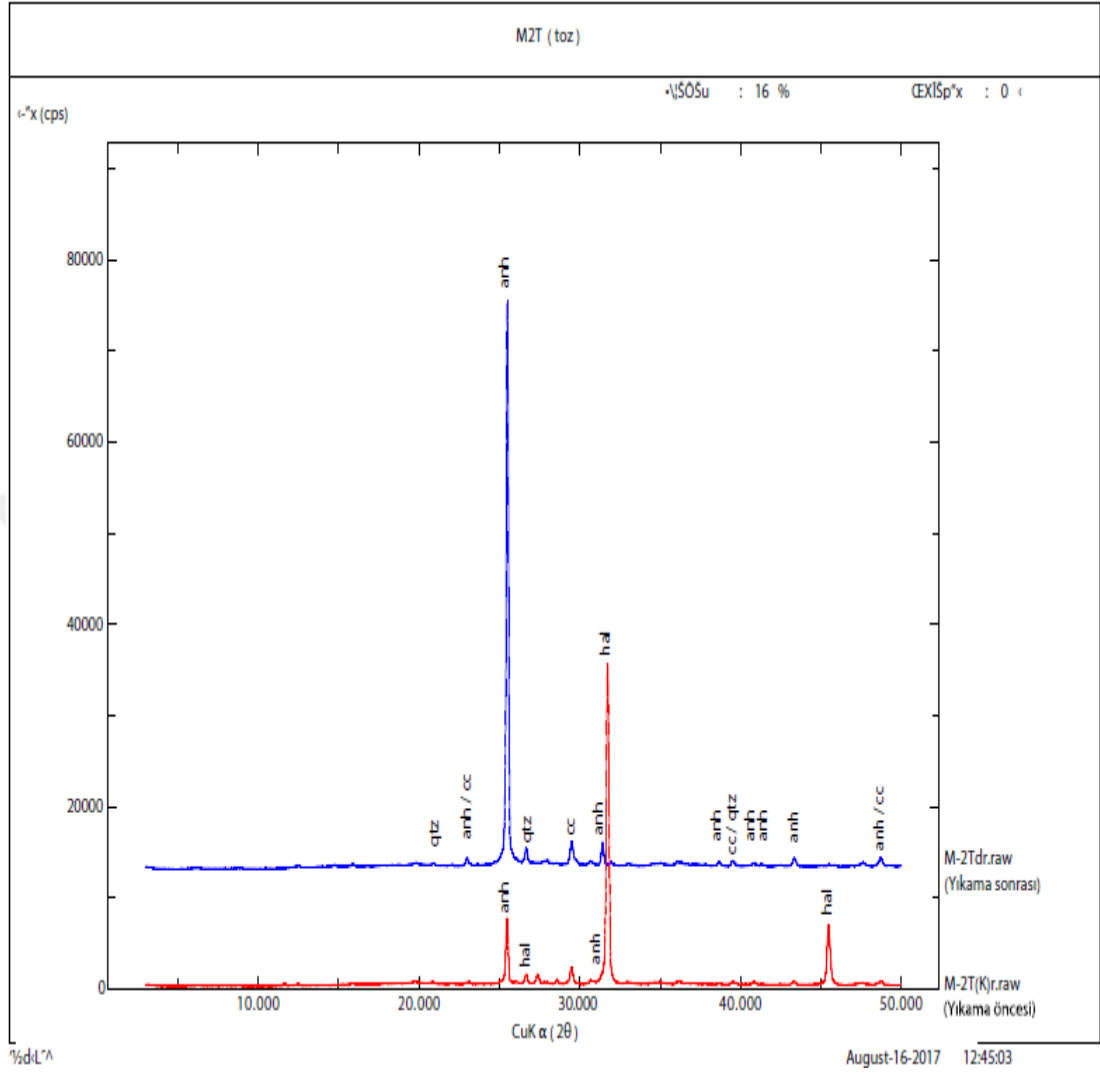
anh: anhidrit / cc: kalsit / chl: klorit / hal :halit / ill: illit / qtz:kuvars

Şekil 24. K1T toz çekim örneğindeki XRD analizi



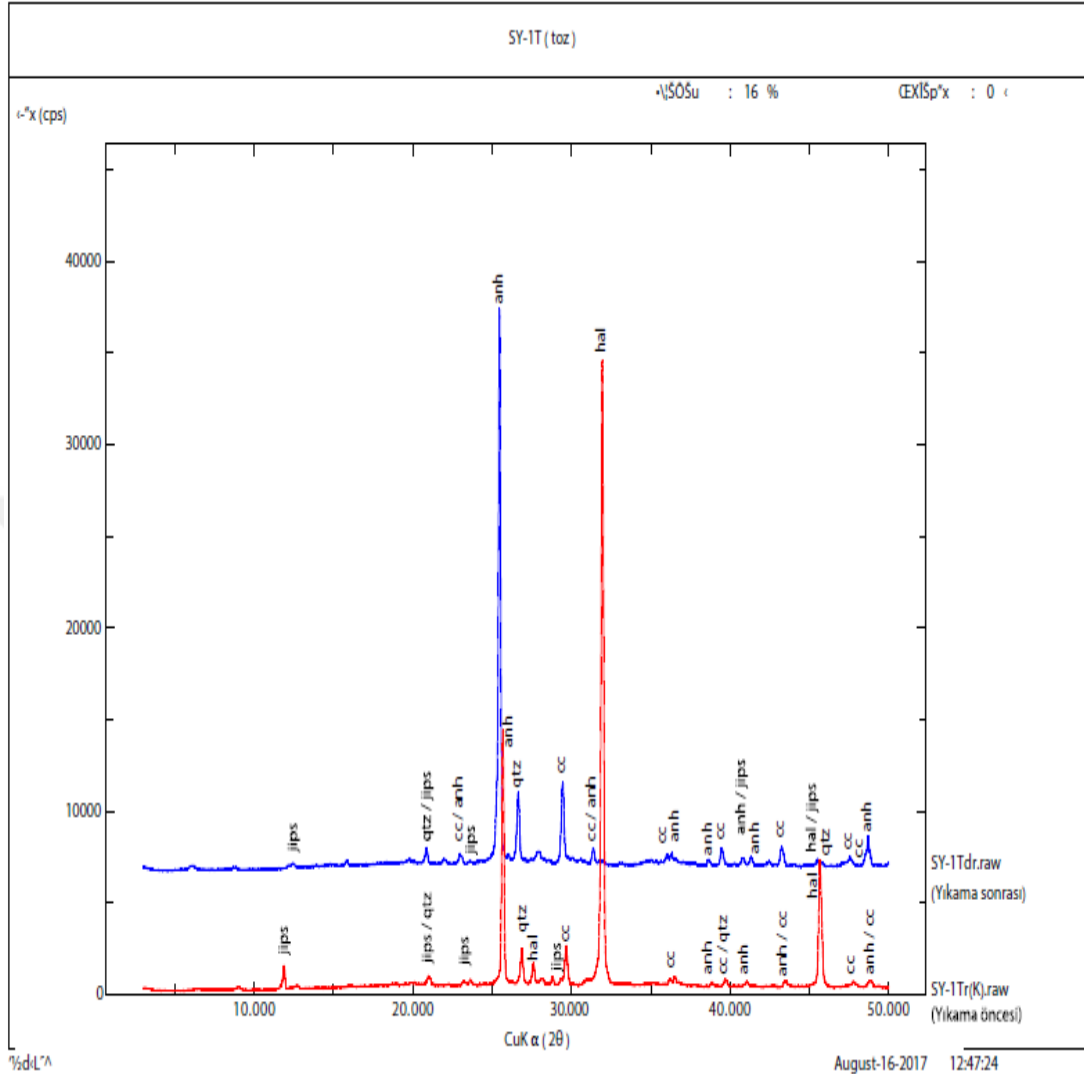
anh: anhidrit / cc: kalsit / hal :halit / qtz:kuvars

Şekil 25. M1T toz çekim örneğindeki XRD analizi



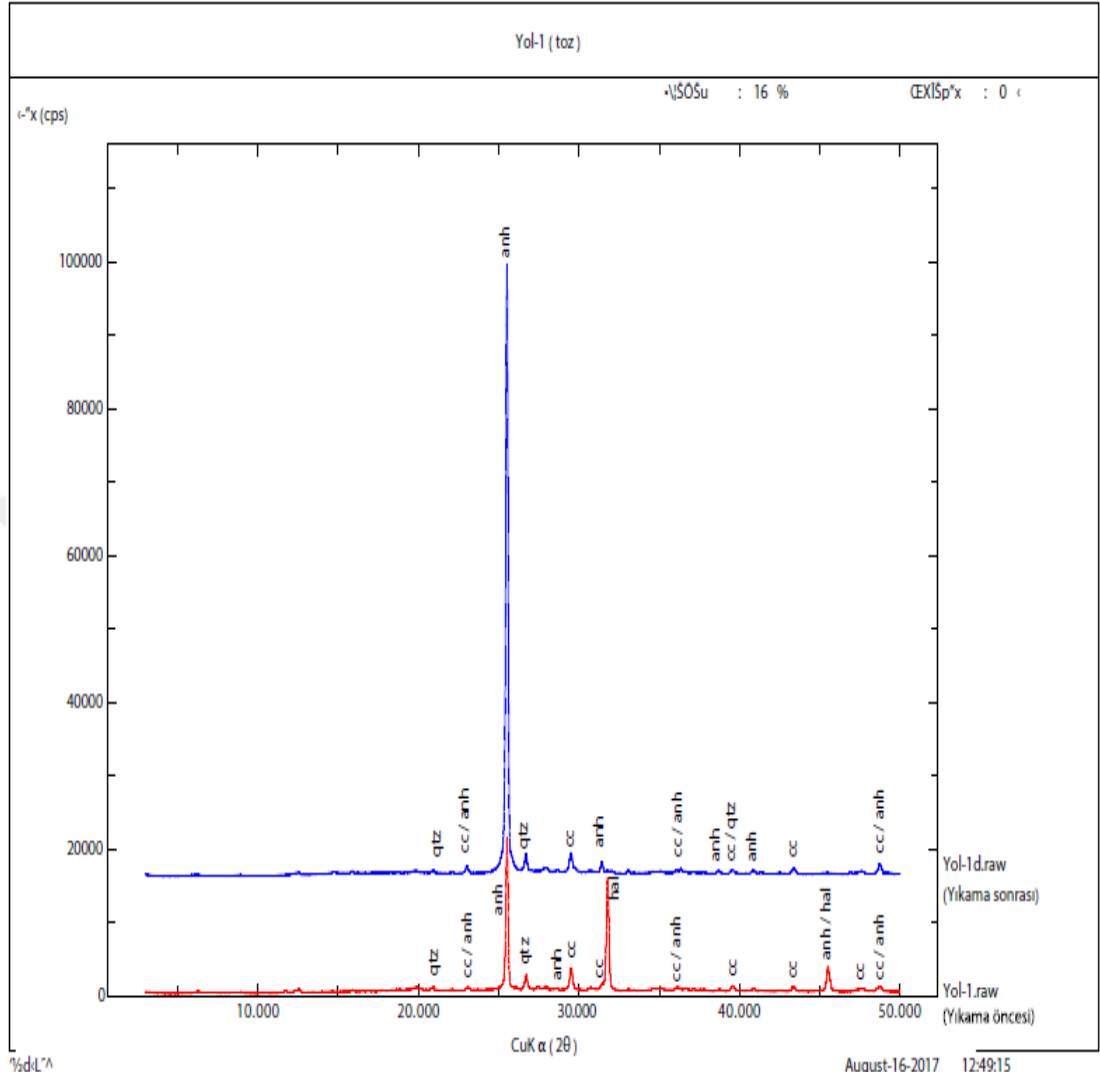
anh: anhidrit / cc: kalsit / hal :halit / qtz:kuvars

Şekil 26. M2T toz çekim örneğindeki XRD analizi



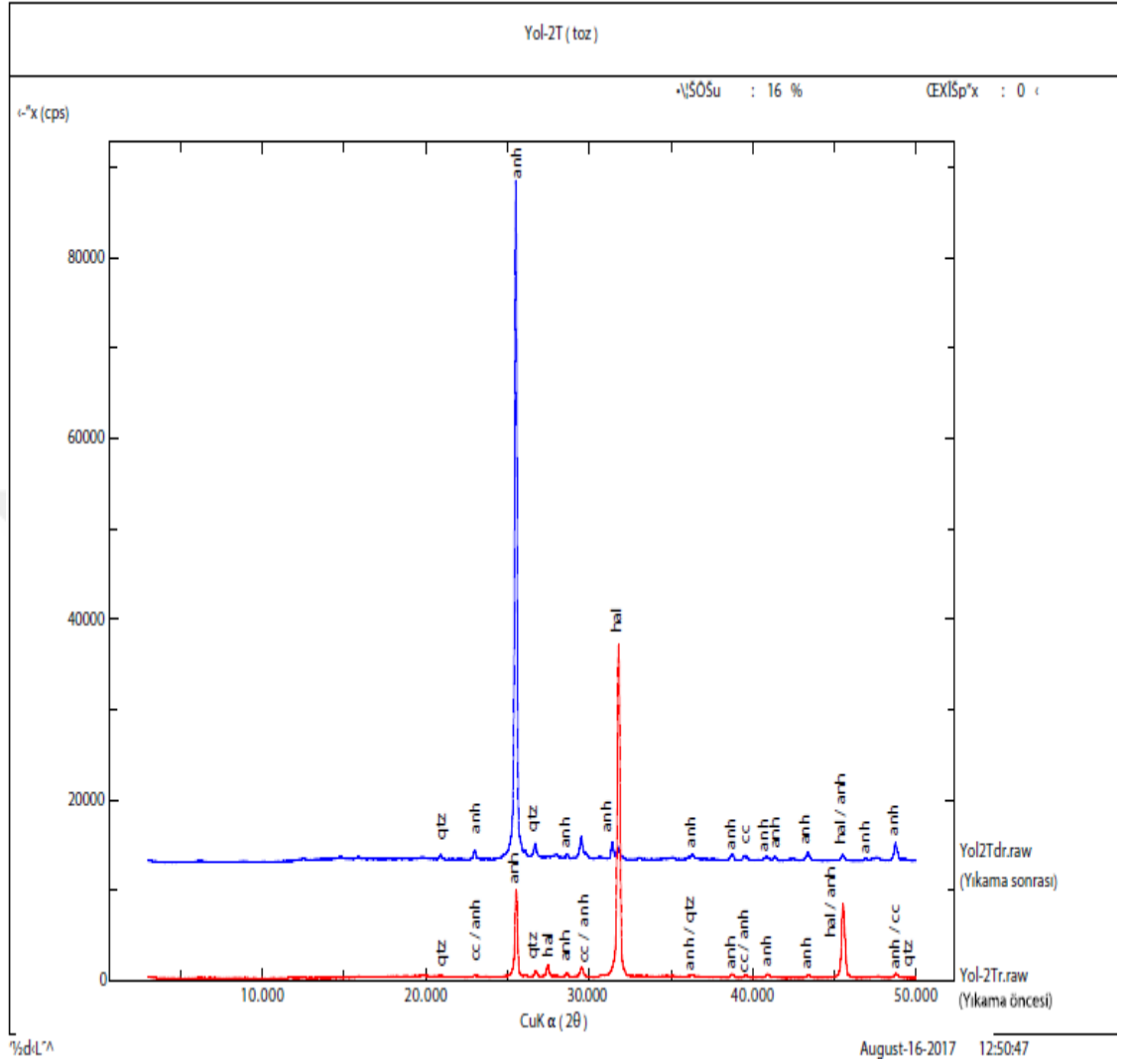
anh: anhidrit / cc: kalsit / hal :halit / jips/ qtz:kuvars

Şekil 27. SY-1T toz çekim örneğindeki XRD analizi



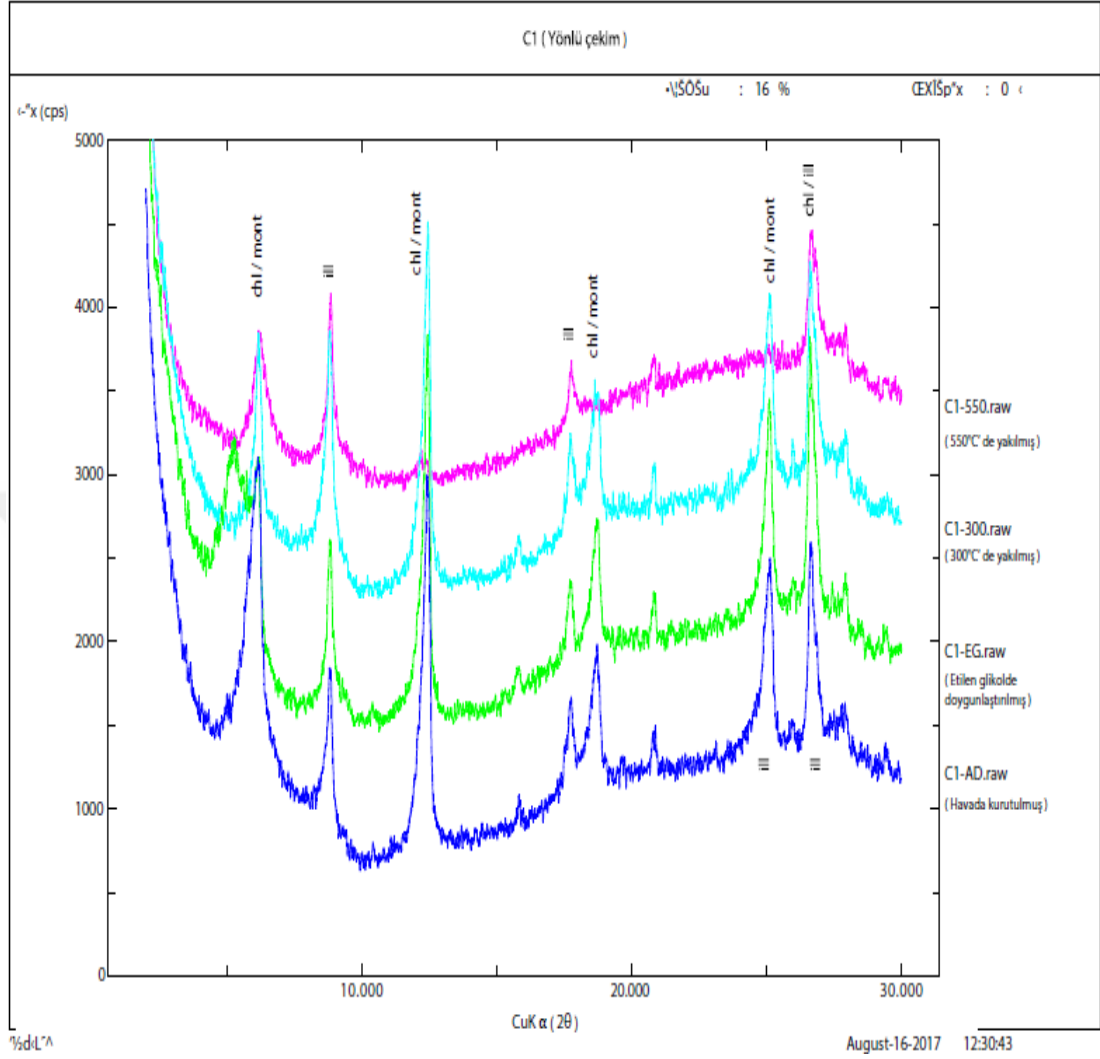
anh: anhidrit / cc: kalsit / hal :halit /qtz:kuvars

Şekil 28. Yol-1 toz çekim örneğindeki XRD analizi



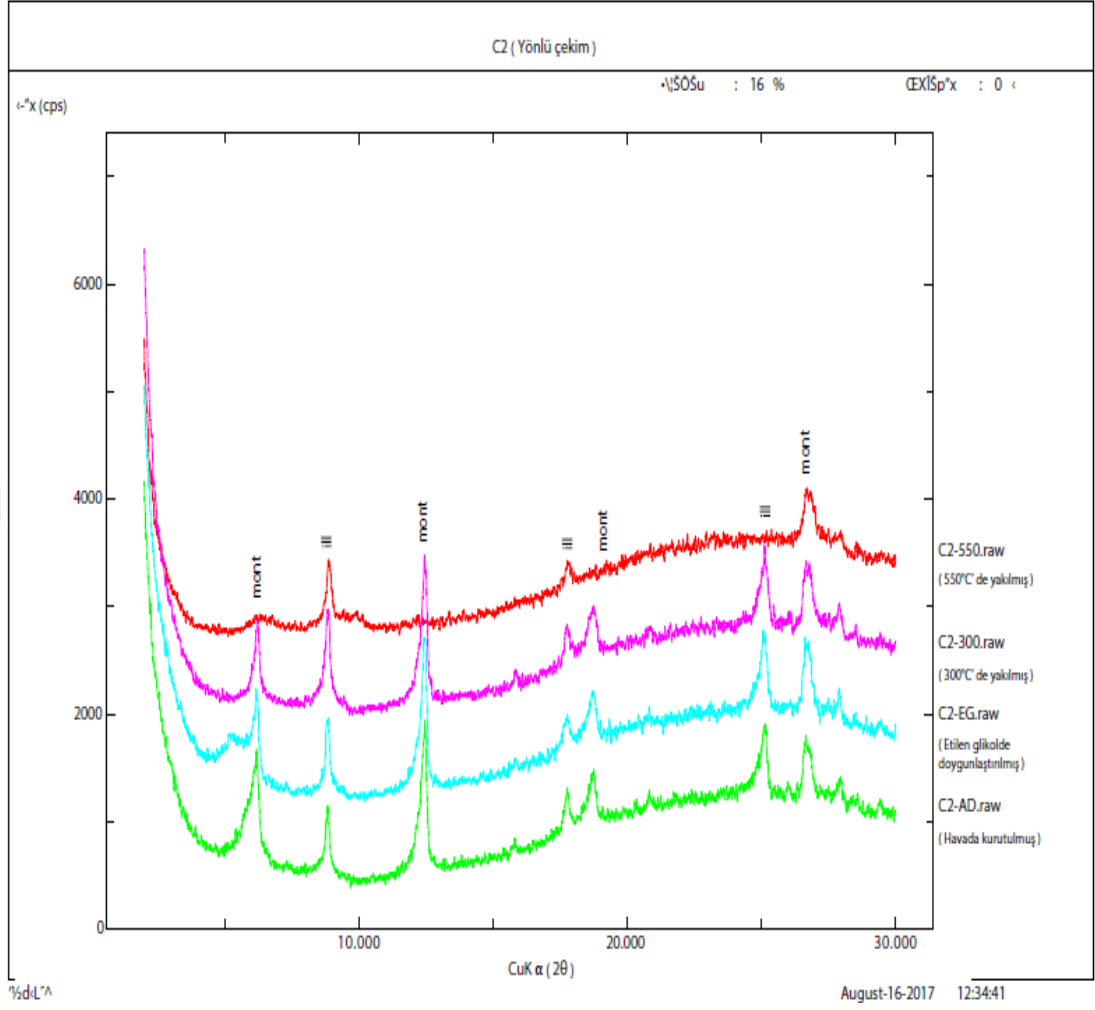
anh: anhidrit / cc: kalsit / hal :halit /qtz:kuvars

Şekil 29. Yol-2T toz çekim örneğindeki XRD analizi



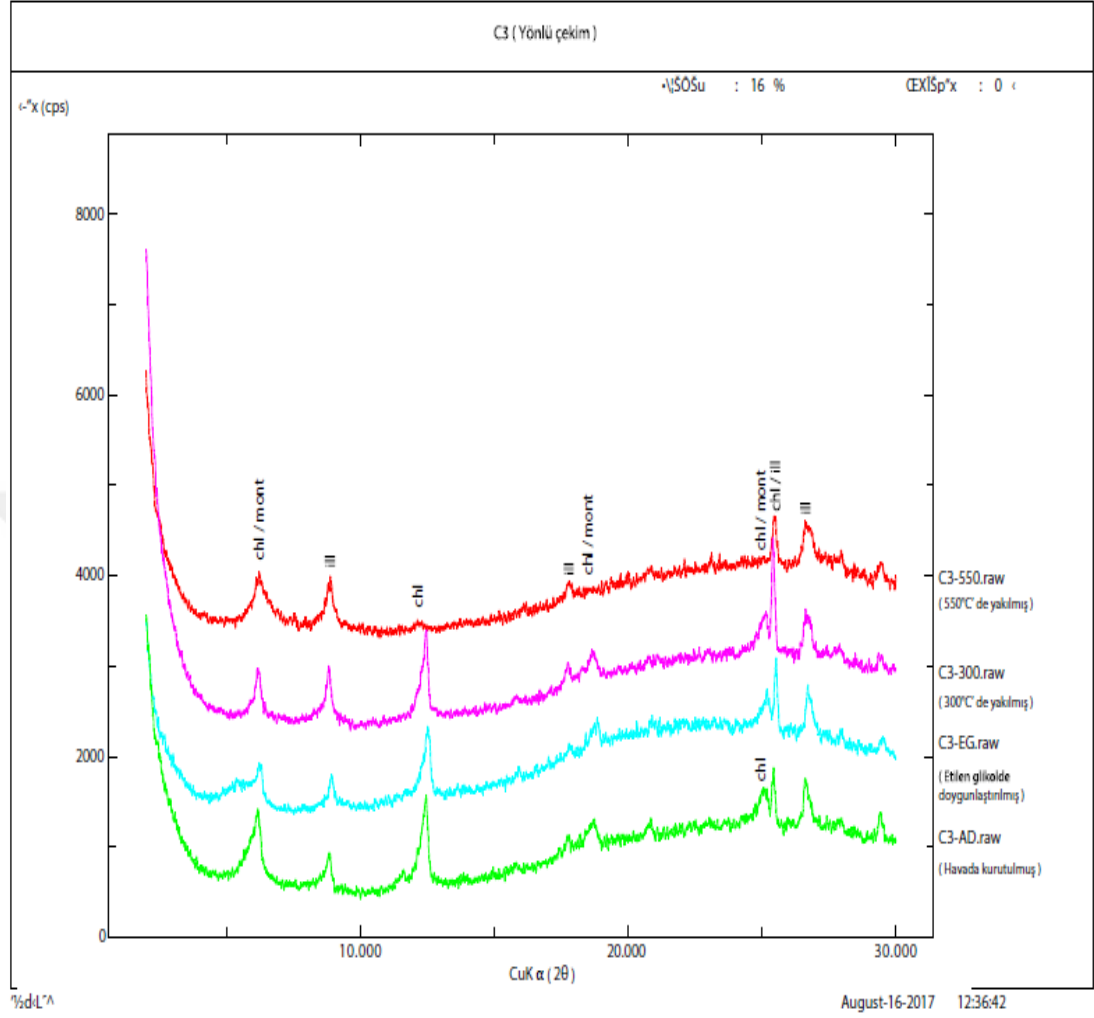
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 30. C1 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



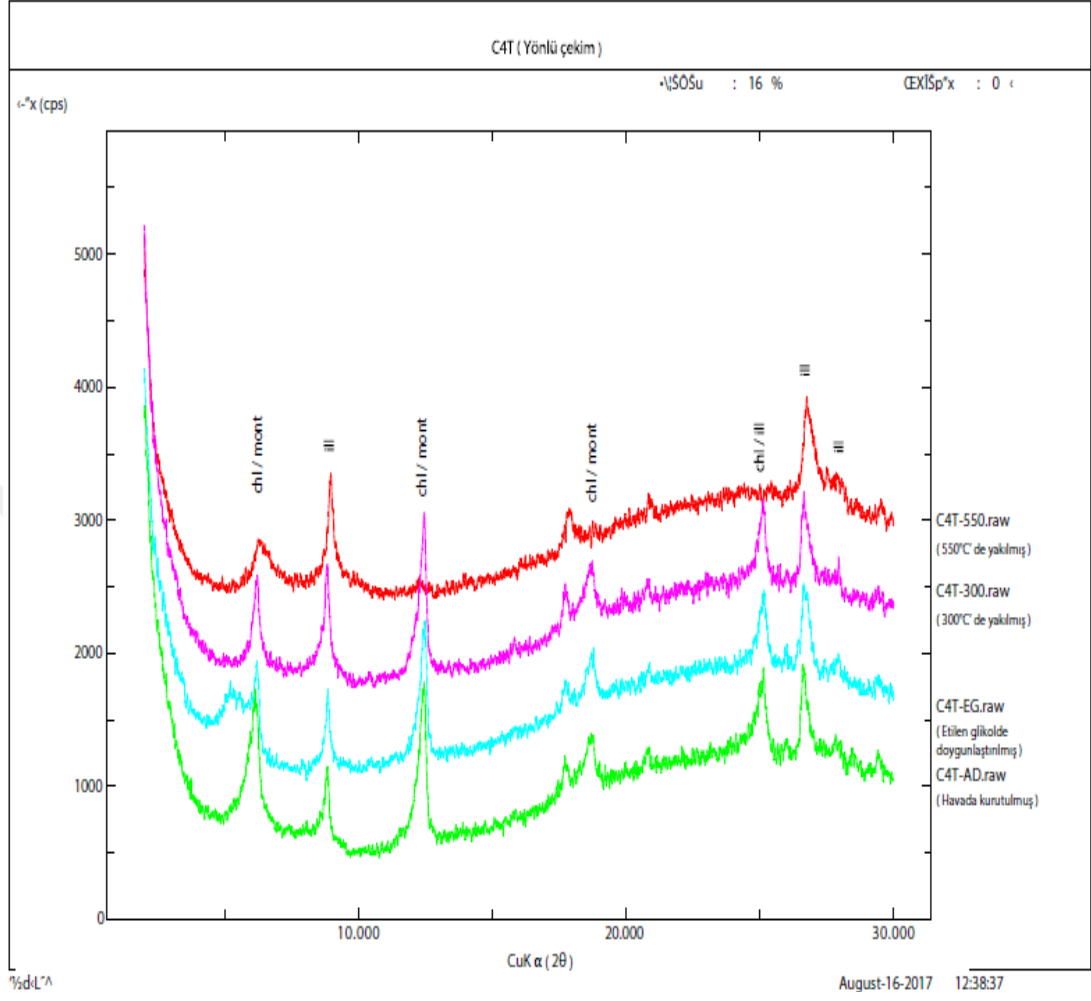
ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 31. C2 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



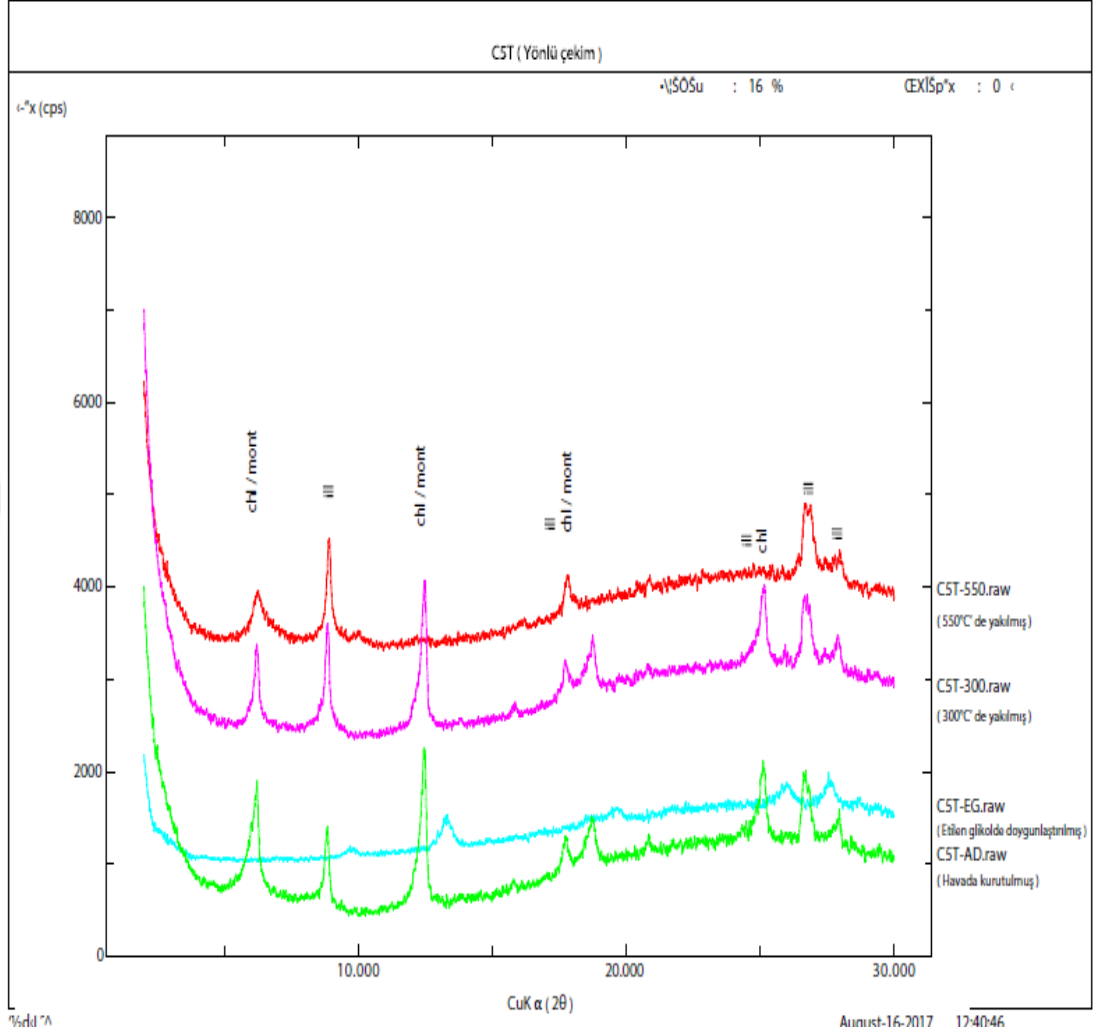
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 32. C3 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



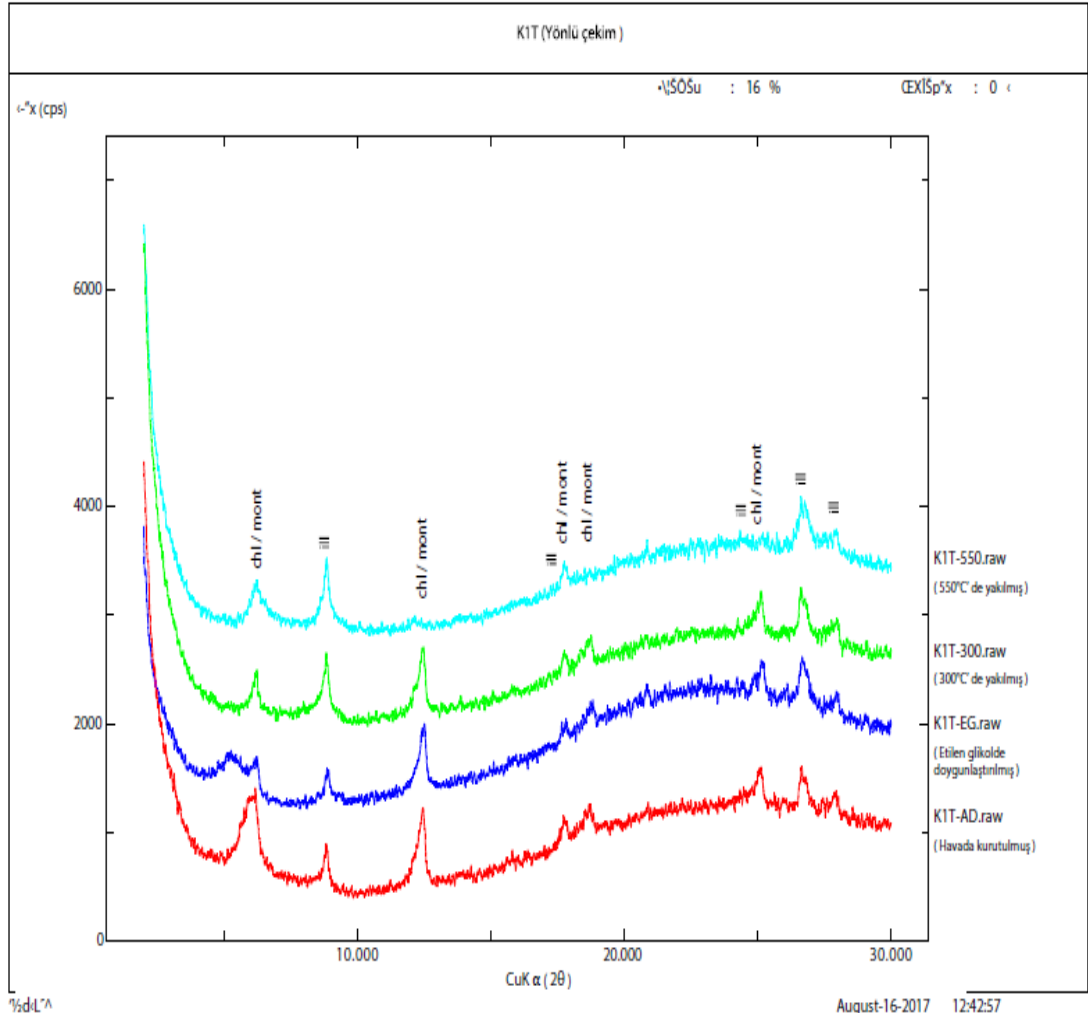
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 33. C4T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



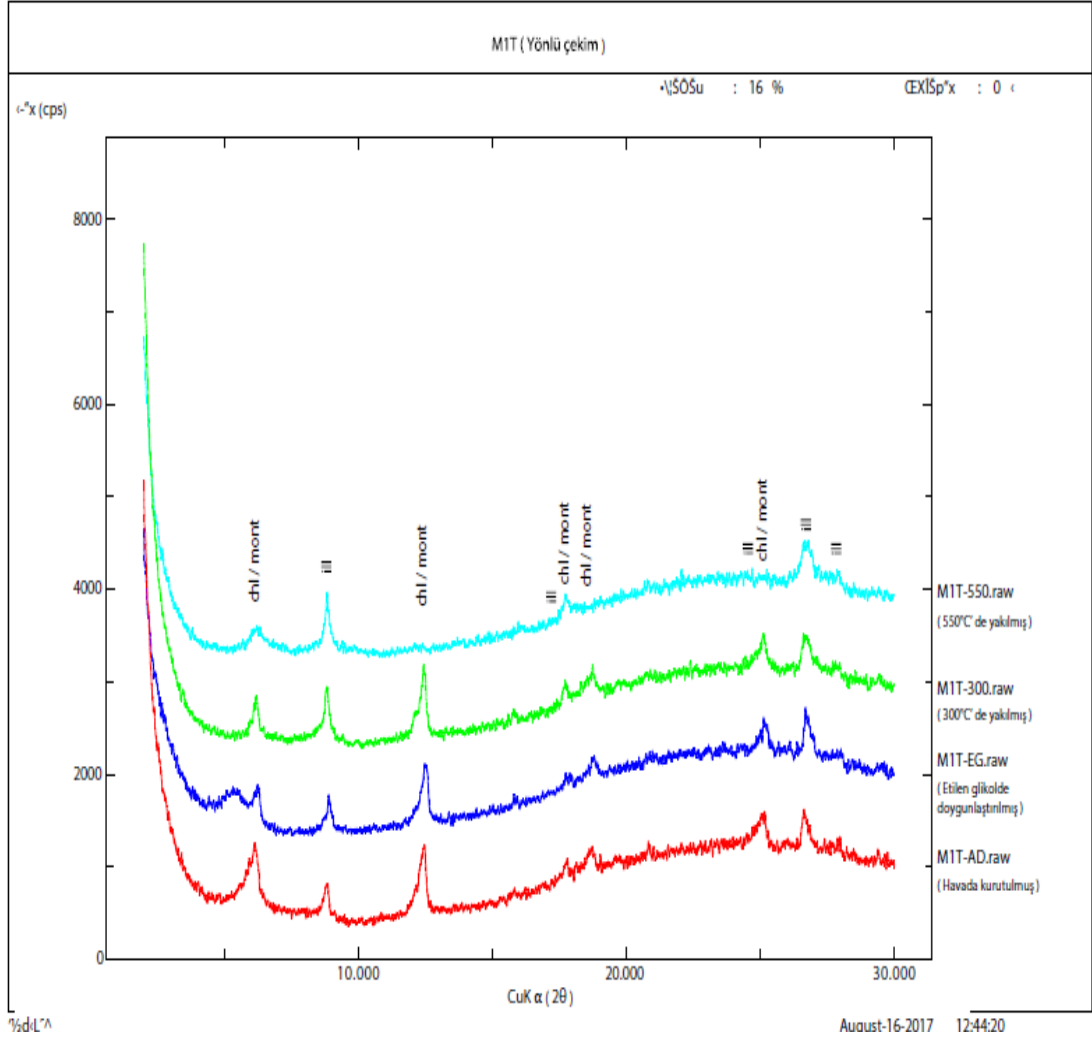
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 34. CST yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



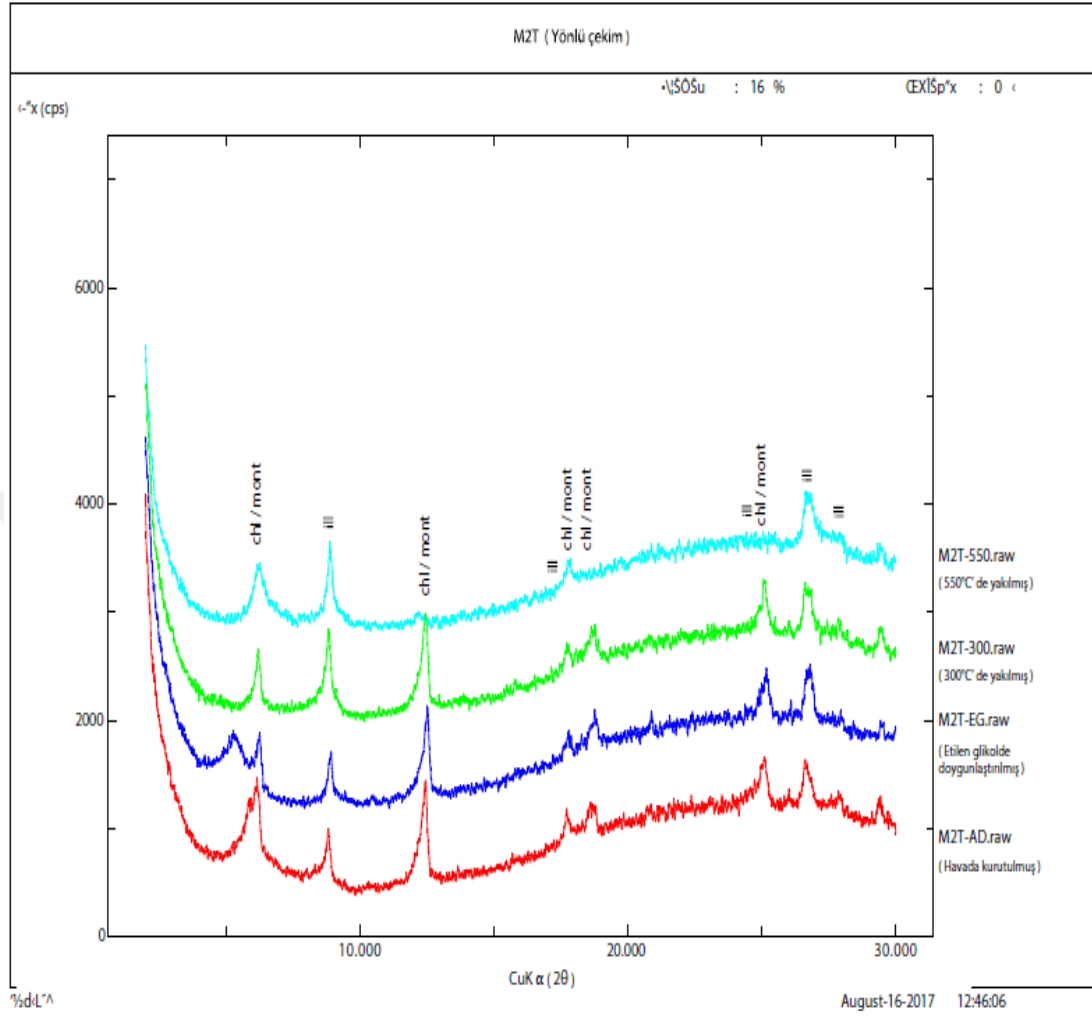
chl:klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 35. K1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



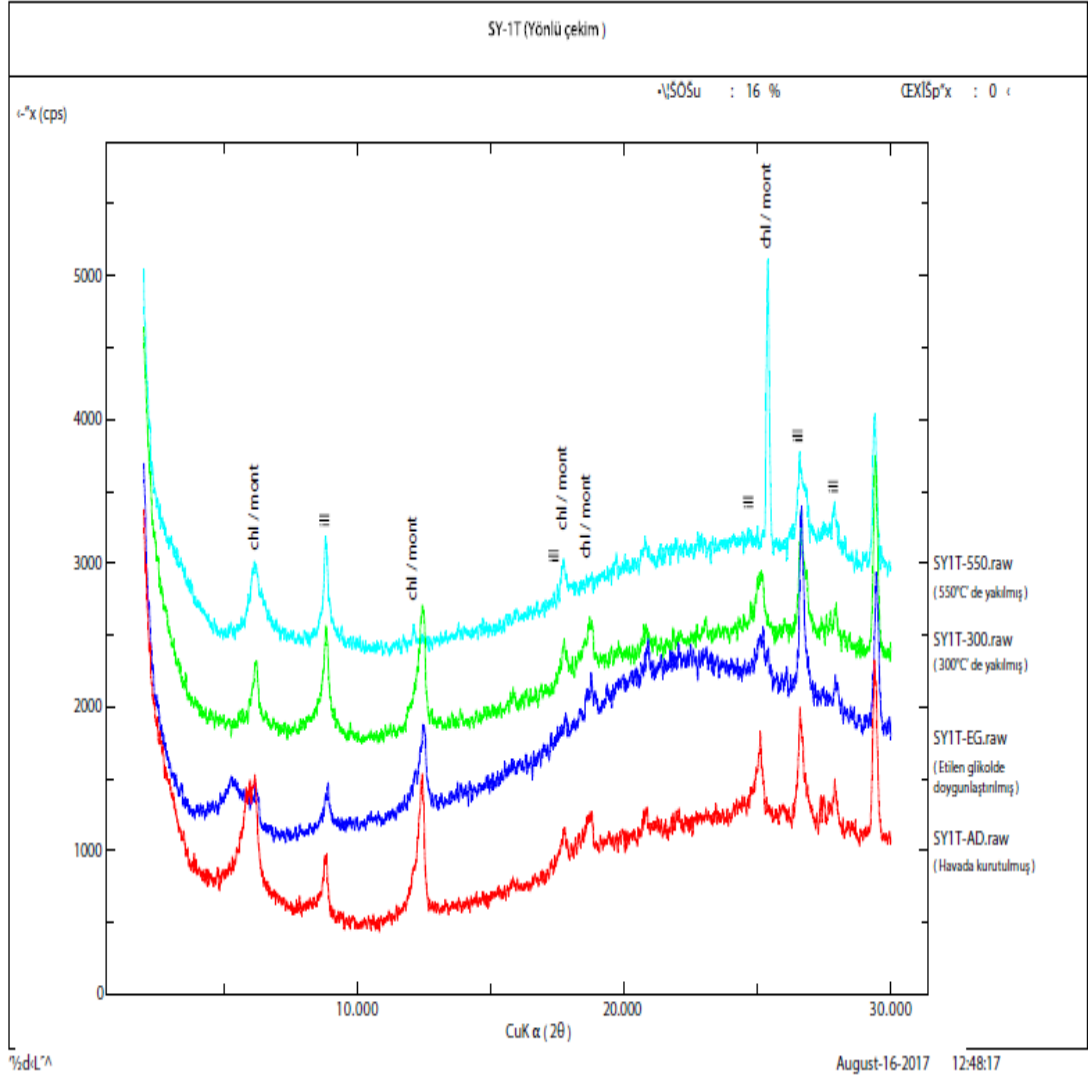
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 36. M1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



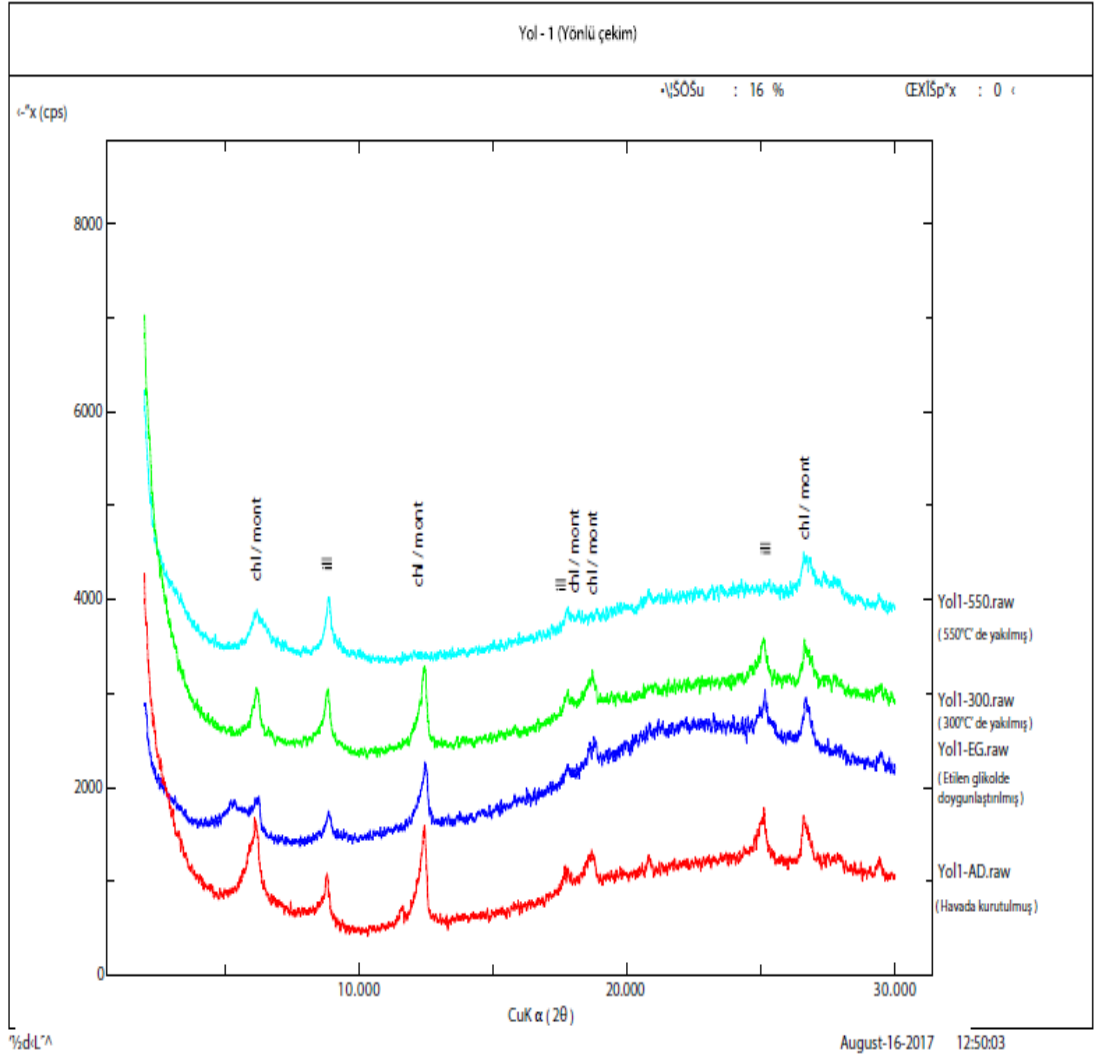
chl:klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 37. M2T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



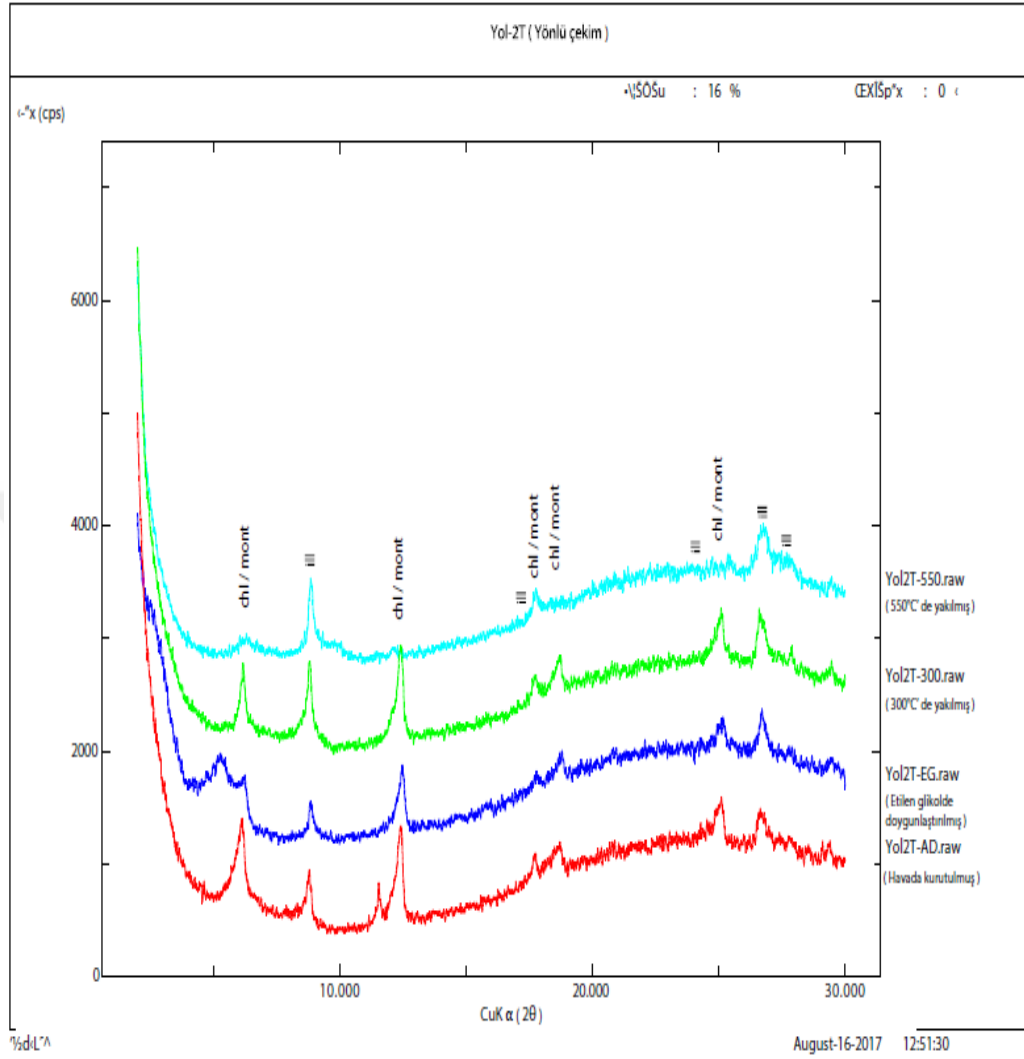
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 38. SY-1T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



chl:klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 39. Yol-1 yönlü çekim örneğindeki XRD analizi



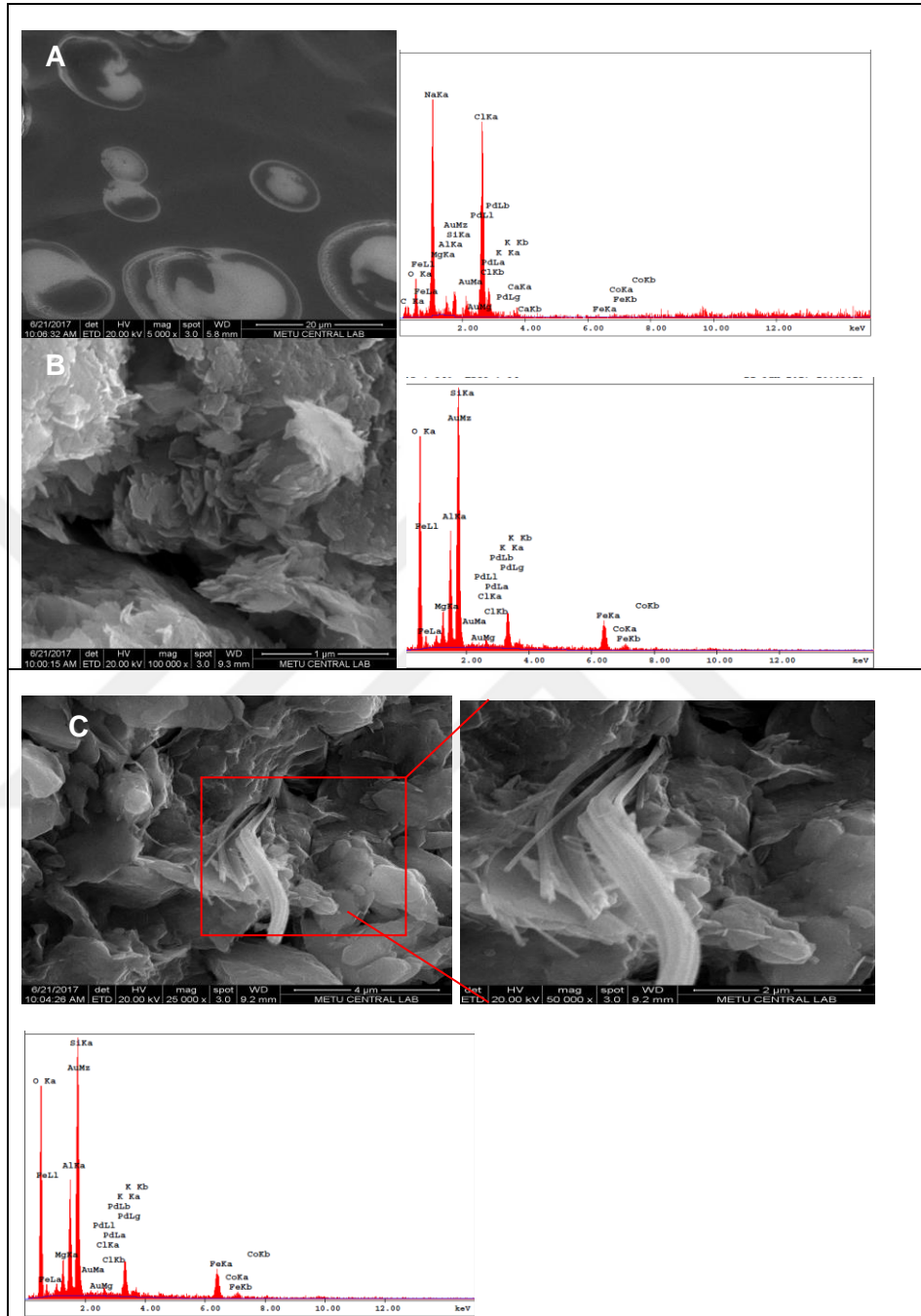
chl: klorit / ill: illit / mont: montmorillonit

Şekil 40. Yol-2T yönlü çekim örneğindeki XRD analizi

4.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) – Enerji Saçılım Spektrometresi (EDS)

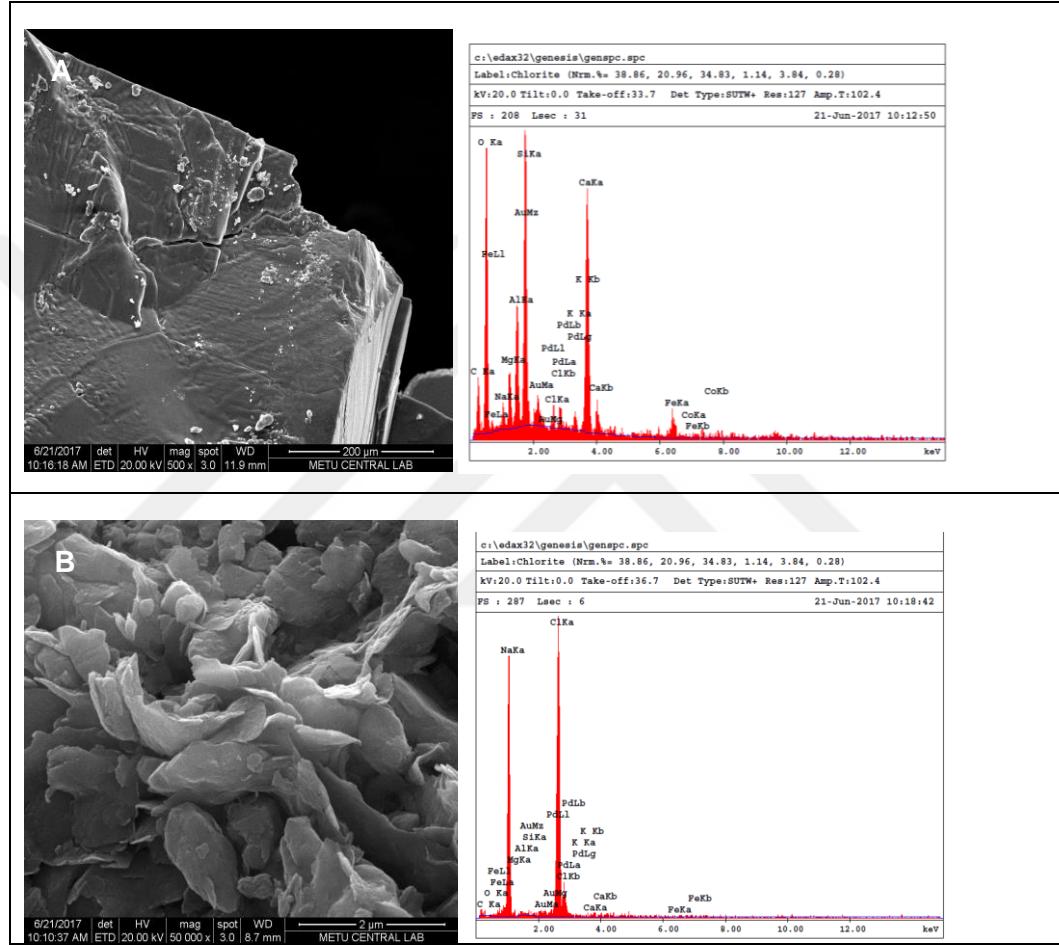
Maden alanından alınan 11 örneğin (C1, C2, C3, C4T, C5T, K1T, M1T, M2T, SY-1T, Y1, Y2T) tümüne Taramalı Elektron Mikroskobu ile farklı büyütmelemler ile (100.000X, 50.000X, 25.000X, 10.000X, 5000X, 2000X, 1000X, 500X) görüntü analizi yapılırken EDS analizleri ile de nitel olarak element içerikleri saptanmıştır (Şekil 41-51).

C1 örneğinin SEM-EDS verileri tuz minerali halit (Şekil 41a) olduğunu göstermektedir. Şekil 41b, c ise gerek morfolojik görüntüler ve gerekse silisyum, alüminyum, magnezyum, demir ve potasyum elementlerinin varlığını EDS profilleri klorit ve illitin birlikteliğine işaret etmektedir. Yer yer EDS profillerinde Cl çıkmaktadır ki halitten gelme olasılığı yüksektir.



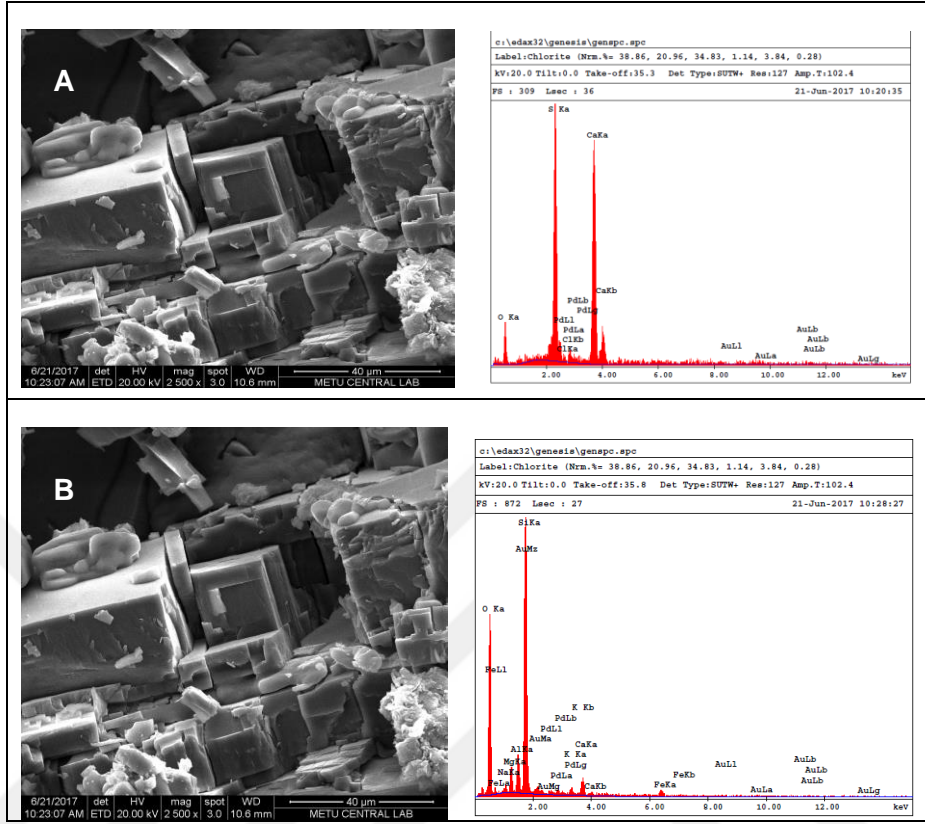
Şekil 41. C1 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri

C2 örneğinin SEM-EDS analizi halit varlığının (Şekil 42a) yanısıra simektit/illit kil birlikteliğini de ortaya koymuştur (Şekil 42b) Simektit içerisinde sodyum, kalsiyum, silisyum, magnezyum, alüminyum bulunmaktadır ki bu da montmorillonit tipine işaret etmektedir.



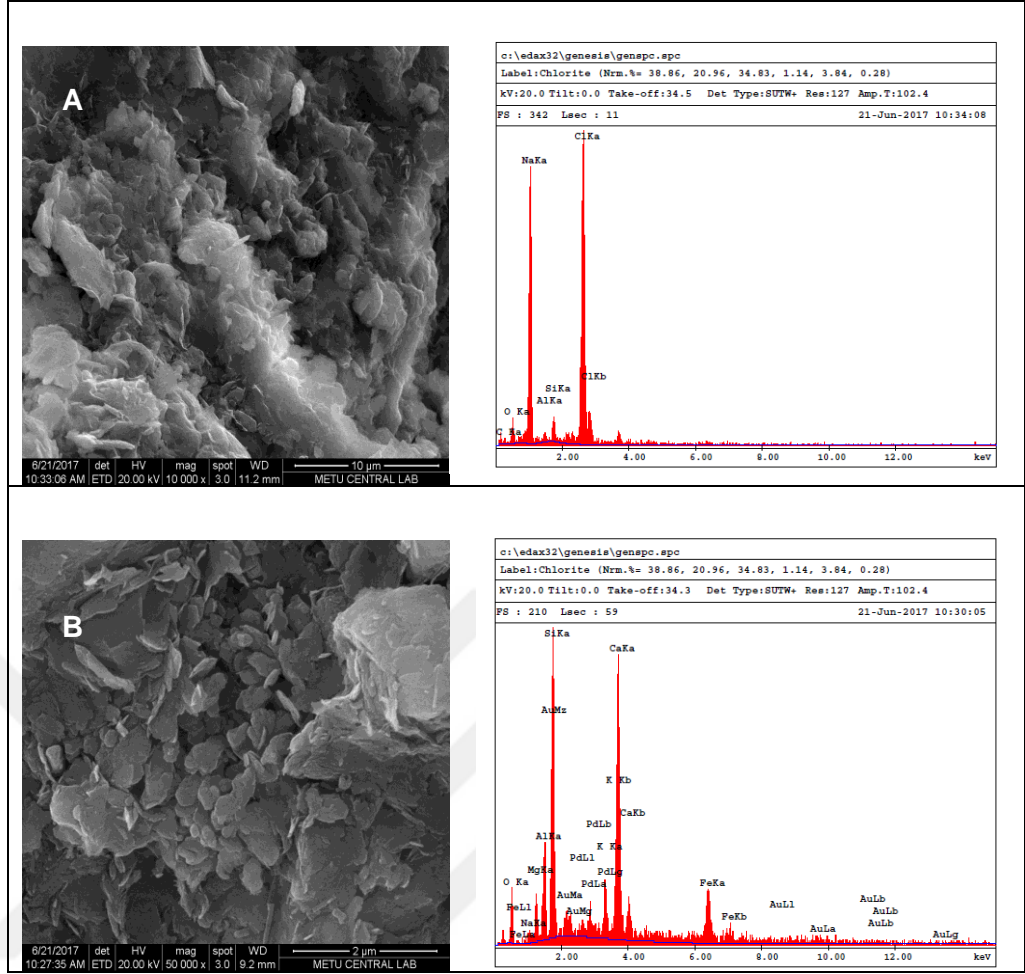
Şekil 42. C2 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri

Örnek C3'ün EDS analizine bakıldığında Ca-sülfat minerali (Şekil 43a) olduğu görülmektedir. Ancak profilde su yansımaları görülmediğinden anhidrit (CaSO_4) veya jips ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) türünden hangisi olduğu anlaşılmamaktadır. Diğer yandan örneğin XRD profili incelendiğinde bu mineralin anhidrit (CaSO_4) olduğu kesinleştirilmektedir (Tablo 9). Şekil 43b'de ise anhidritçe zengin bu örnekte XRD profillerinde de belirlenen klorit ve simektit (montmorillonit) mineralleri görülmektedir.



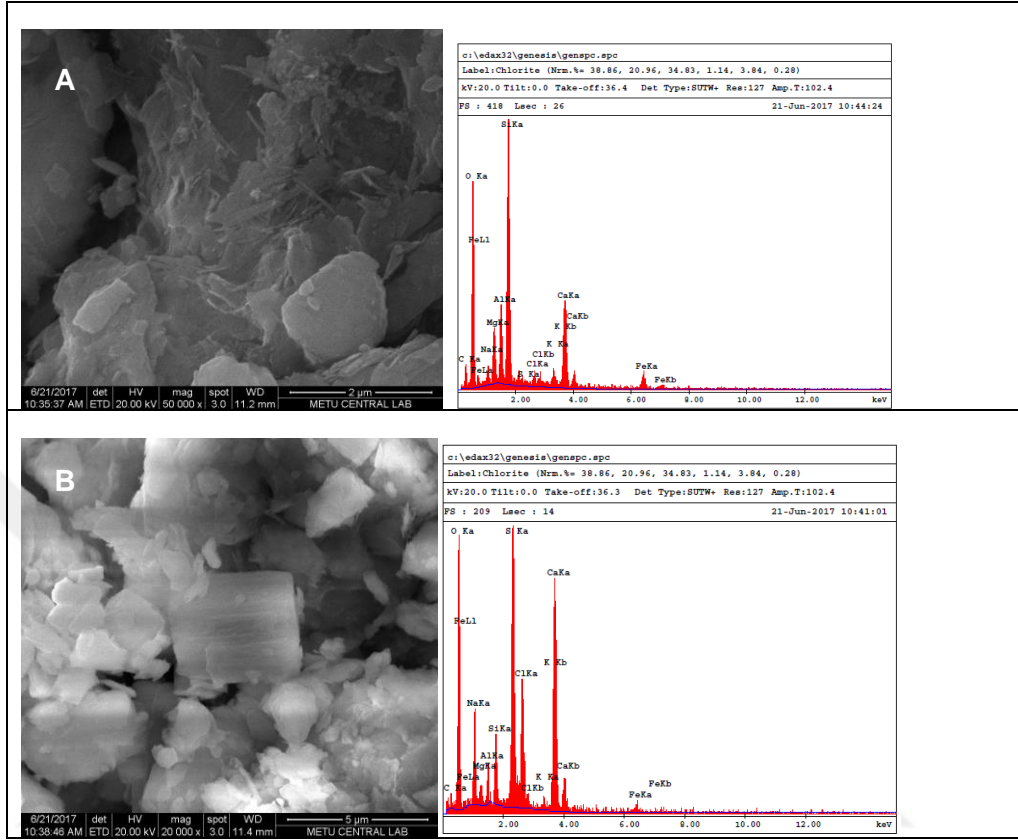
Şekil 43. C3 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri

C4 nolu örnek SEM-EDS ile incelendiğinde tuz mineral halit (Şekil 44a) görülmüştür. Bununla birlikte kil minerallerinden simektit (montmorillonit)/illit birlikteliği saptanmıştır. Bu gözlem XRD bulgusu ile örtüşmektedir. Diğer yandan XRD analizinde saptanan anhidrit ve jips minerallerine SEM-EDS analizinde rastlanamamıştır.



Şekil 44. C4T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

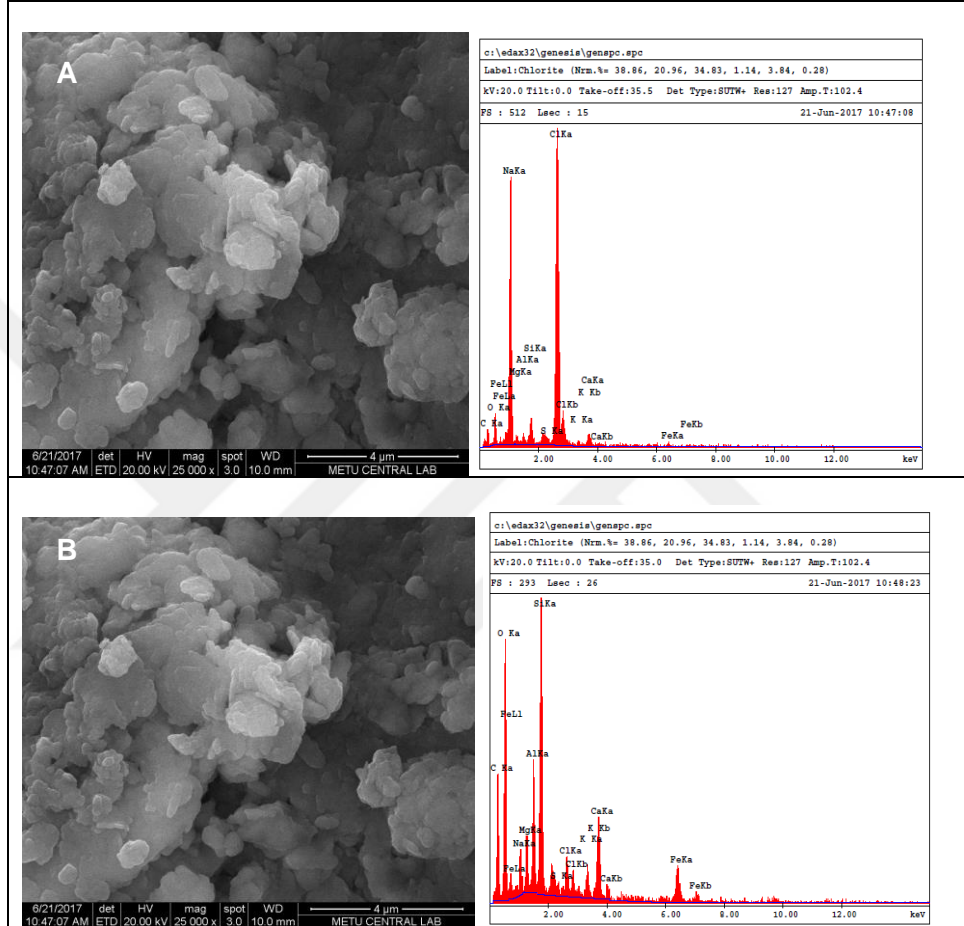
EDS profili Şekil 45a'da verilen C5 nolu örnekte magnezyum, silisyum, demir, alüminyum bulunmakta ve klorit'e işaret etmektedir. Aynı profilde sodyum ve kalsiyumda yer almakta olup simektit (montmorilloniti) vermektedir. Diğer yandan illitten gelen potasyum spektrumu da görülmektedir. Şekil 45b'de ise kil mineralleri arasında anhidrite işaret eden kristal yapısı görülmektedir. Fotoğrafın merkezindeki kristalin anhidrite ait olduğu EDS profilindeki kalsiyum ve sülfür piklerinden anlaşılmaktadır. Aynı profilde çevredeki kil minerallerinden gelen magnezyum, demir, silisyum, kalsiyum, potasyum pikleri de görülmektedir.



Şekil 45. C5T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

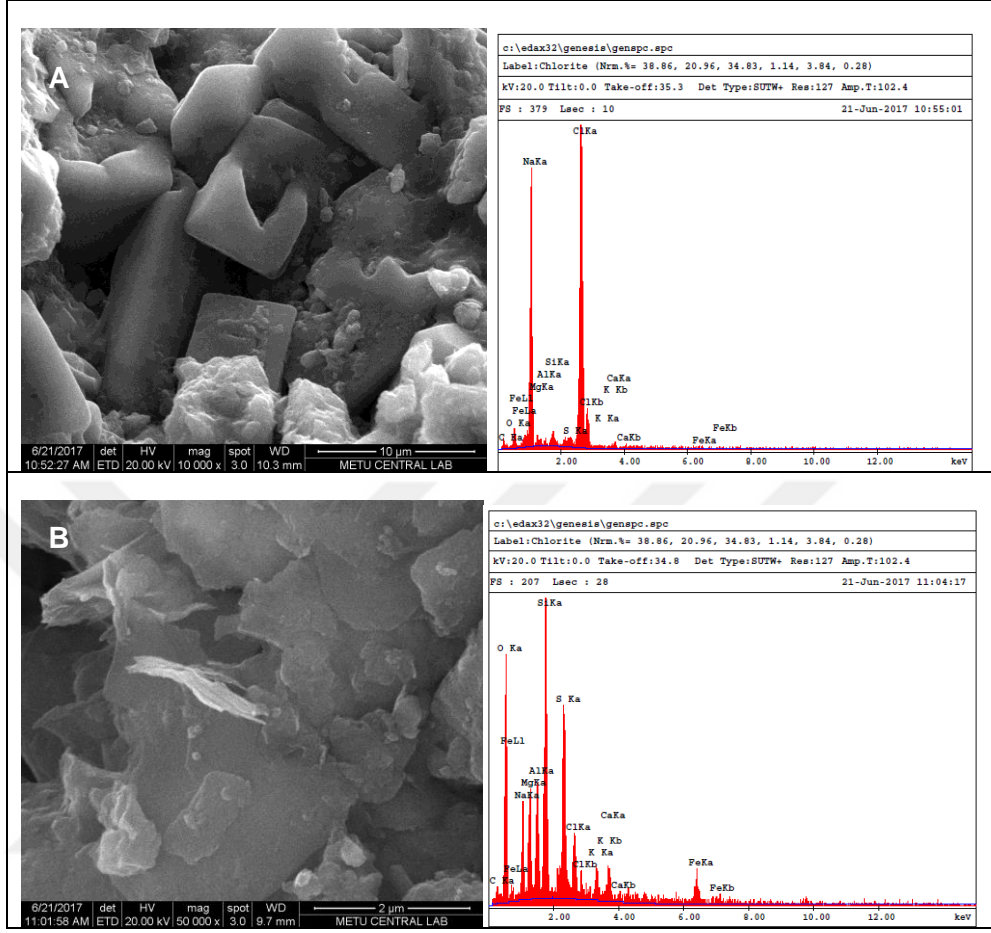
Kil minerallerince zengin K1 toz örneğinde kil mineralleri arasında halit kristali saptanmıştır (Şekil 46a). EDS profilinde halit mineralinin baskın sodyum ve klorür içeriği görülmektedir. Bununla birlikte kristal üzerinde kil minerallerinden zayıf olmakla birlikte az miktarda silis, demir, magnezyum, potasyum pikleri de gelmektedir. Çok zayıf anhidrite işaret eden kalsiyum ve sülfür pikleri de mevcuttur. Şekil 46b'ye bakıldığında ise bol killi bir alan görülmektedir. EDS analizi birden fazla kil ve kil dışı mineral tozu olduğuna işaret etmektedir. Çünkü kloriti veren yoğun demir, silis, magnezyum, alüminyum pikleri ve kloritteki montmorilloniti veren kalsiyum, sodyum, demir, silis, magnezyum, alüminyum pikleri, illite işaret eden potasyum, alüminyum, silisyum pikleri ve son olarak anhidritten gelen kalsiyum ve sülfür pikleri gözlenmektedir. Bu toz örnekte tane boyunun küçük

olması EDS profillerinin karmaşıklığına neden olmuştur. Tüm bu tanımlamalar XRD profillerinden elde edilen bulgular ile örtüşmektedir.



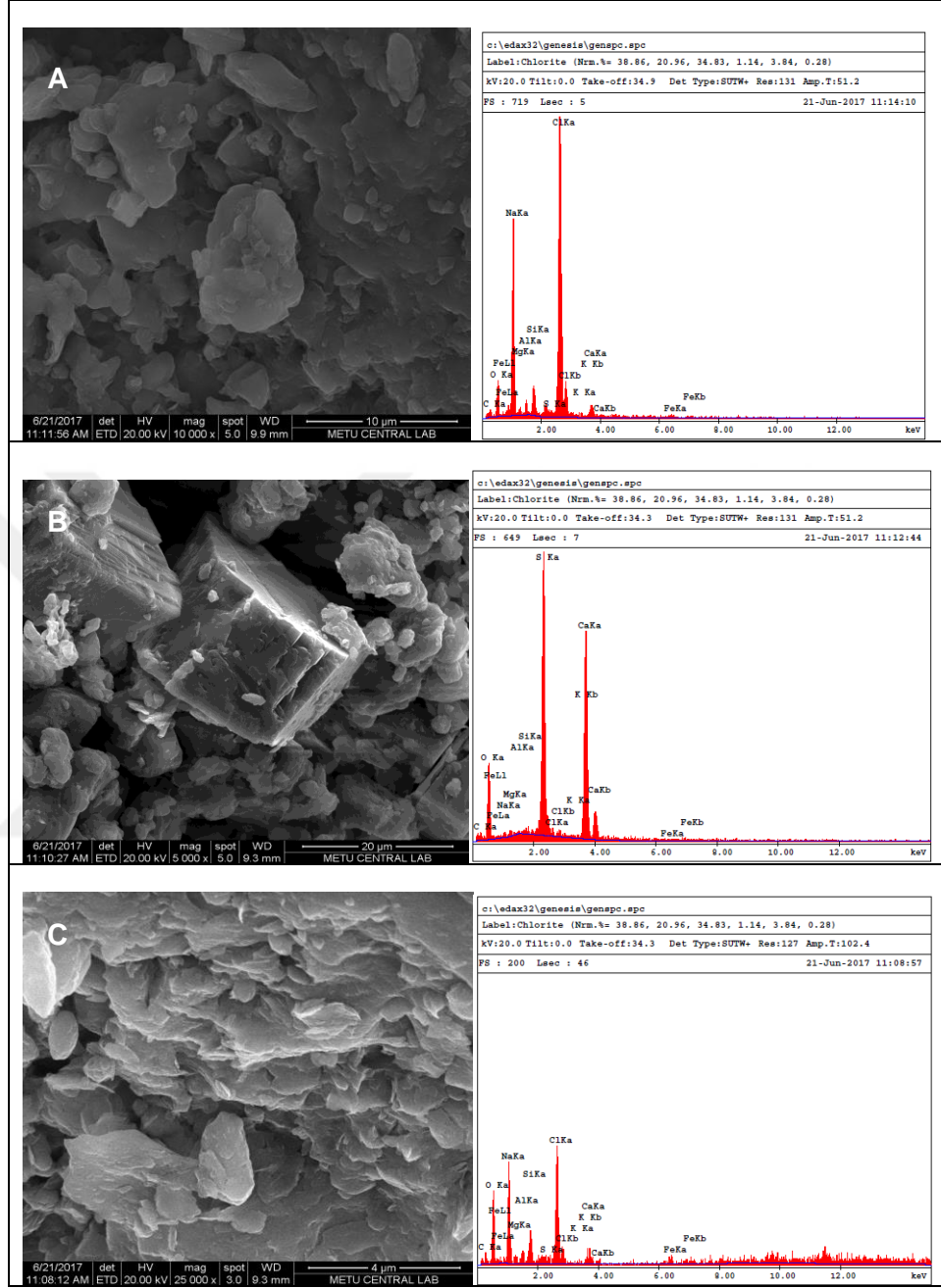
Şekil 46. K1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

SEM-EDS görüntüleri Şekil 47a'da verilen M1 toz örneğinde halit oranı yüksektir. 10 µm'lik toz boyutunda dahi düzgün kristal yüzeylerini görmek mümkündür. Halite göre az olan bu örnekte klorit-simektit-illit birliktelikleri de bulunmaktadır (Şekil 47b). Kil piklerinin yanısıra Şekil 47b'de anhidrit piklerini de görmek mümkündür.



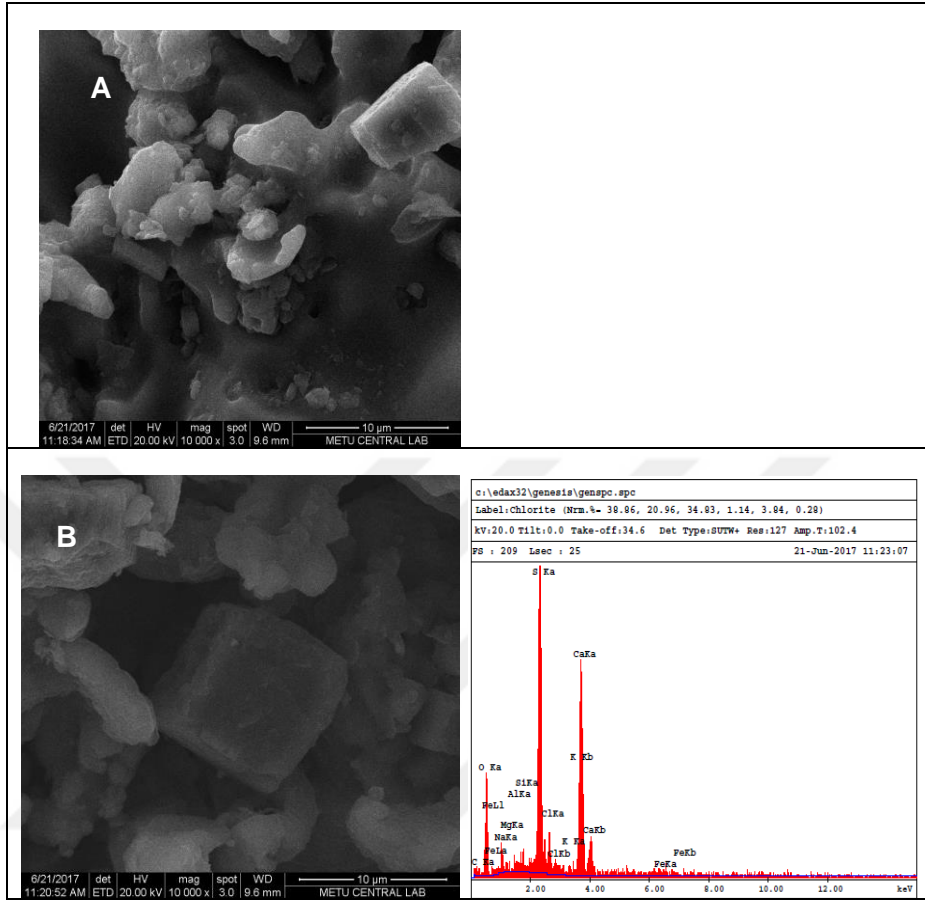
Şekil 47. M1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

Toz örnek M2 incelendiğinde; halitin baskın olduğu görülmektedir (Şekil 48a). Kısmen iri halit kristaliyle birlikte tane boyu genel olarak 20 μm'nin altında olan bu örnekte anhidrit kristalleri de saptanmıştır (Şekil 48b). Bu evaporit minerallerine kil mineralleri de eşlik etmektedir (Şekil 48c). Killerin tane boyu çok küçük olması nedeniyle killerin profillerinde baskın olan tuz minerallerinin profilleri kirlilik yaratmaktadır. Diğer yandan ince taneli killerin tuz minerallerinin yüzeyine sıvanmaları nedeniyle de tuz minerallerinin profillerinin arka planlarında killerden gelen silis, alüminyum, magnezyum, demir, potasyum elementlerinin piklerine rastlanmaktadır.



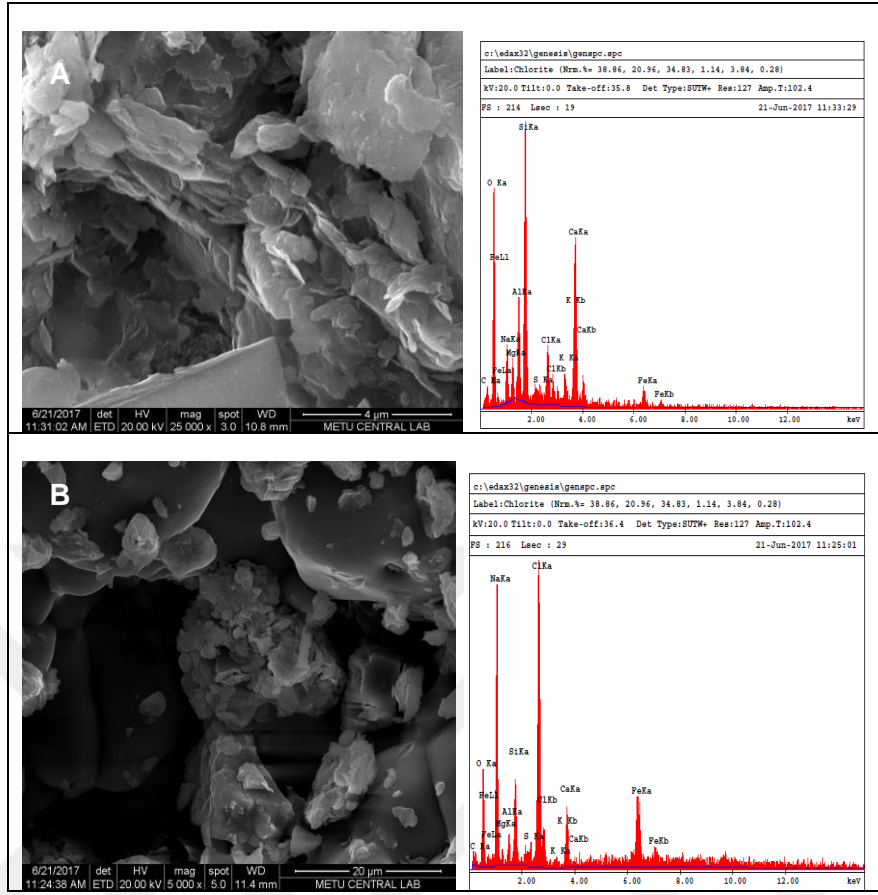
Şekil 48. M2T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

Örnek SY-1T incelendiğinde halit kristal yüzeylerinde nem nedeniyle erime olduğu görülmektedir (Şekil 49a). Diğer örneklerde olduğu gibi bu örnekte de anhidrit tuz minerali saptanmıştır (Şekil 49b).



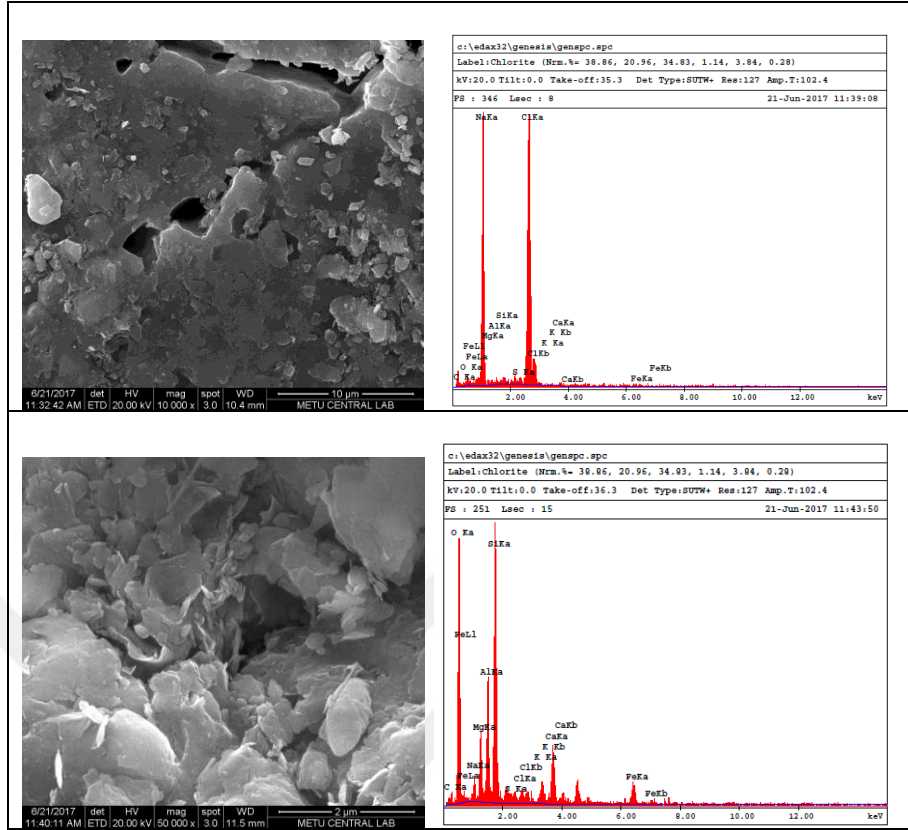
Şekil 49. SY-1T toz örneğindeki SEM-EDS görüntüleri

Kayaç örneği Y1 incelendiğinde tuz minerali halitin yoğun olduğu görülmele birlikte kristallerin arasında veya zayıf bölgelerinde kil minerallerinin olduğu görülmektedir (Şekil 50). Şekil 50a'da halit kristalin üzerine kısmen sıvanmış kil kristalleri bulunmaktadır bu da EDS de profilinde kil minerallerinden gelen elementel kirliliğe neden olmaktadır. Şekil 50b'de ise örneğin kısmen kilce zengin bir kısmı görülmektedir ve EDS profili klorit-simektit-illit birlikteliğine işaret etmektedir ki XRD verileri bunu desteklemektedir.



Şekil 50. Y1 örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri

Toz örnek Y2T incelendiğinde halit minerali ve yüzeyi ile çatlaklarına yerleşen kil mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 51a). Şekil 51b kristal morfolojileri ve bu alandan EDS analizi klorit-simektit-illit mineral topluluğuna işaret etmektedir. Bu gözlem XRD verisi ile desteklenmektedir. Ancak bu örnekte XRD yöntemiyle varlığı saptanan kuvars minerali SEM ile gözlenememiştir.



Şekil 51. Y2T örneğindeki tuz kayacı minerallerinin SEM-EDS görüntüleri

4.4. İç Ortam Toz Ölçümleri

Maden ocağında çalışanların maruz kaldığı toz miktarını belirlemek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri konusunda yetkili bir laboratuvar tarafından iç ortam toz ölçümü yapılmıştır. İç ortam toz ölçüm sonuçları Tablo 10 ve Tablo 11’de verilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde Tablo 10’a bakıldığında bakımhane, yükleme alanı, üretim ve köstebek alanlarındaki toplam toz ölçüm sonuçları referans olarak alınan Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre sınır değerlerin altında saptanmıştır. Tablo 11’e göre ise üretim ve köstebek alanındaki solunabilir toz sonuçları referans olarak alınan Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre sınır değerlerin üstünde tespit edilmiştir.

Tablo 10. Toplam toz ölçüm karşılaştırma tablosu

Ölçüm yeri	Ölçüm sonucu (mg/Nm ³)	Sınır değer (mg/Nm ³) Tozla Mücadele Yönetmeliği
		Toplam toz
Bakımhane	1,120	15
Yükleme alanı	6,875	15
Üretim	9,120	15
Köstebek	13,480	15

Tablo 11. Solunabilir toz ölçüm karşılaştırma tablosu

Ölçüm yeri/Personel adı	Ölçüm sonucu (mg/Nm ³)	Sınır değer (mg/Nm ³) Tozla Mücadele Yönetmeliği
		Solunabilir toz
Bakımhane (A kişi)	1,987	5
Yükleme alanı (B kişi)	4,258	5
Üretim (C kişi)	5,186	5
Köstebek (D kişi)	9,125	5

5. TARTIŞMA

Madenlerdeki tozlar iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli sorunlardan biri olmakla beraber sağlığı tehdit eden bir konudur. Tozuma tane boyu ve mineral tipine göre pnömokonyoz denilen akciğer rahatsızlığına ve daha da ilerisi akciğer kanserine sebep olabilmektedir. Çeşitli sektörlerde birçok cevher türüne ait tozların riskleri konusunda bilgi mevcuttur. Ancak tüm cevher-yan kayaç ilişkisi düşünüldüğünde yeterli seviyede çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle tez çalışmasının temelini kaya tuzu madeninde tozun kaynağını teşkil eden üretim ve nakliye sırasında (kavlak tarama, diğer iş makinesi işlemleri vb.) oluşan tozuma problemleri oluşturmaktadır. Bu çalışmada yan kayaç içerisinde tozuma açısından riskli olabilecek gang minerallerin (yan mineraller) varlığı, mineral tozlarının riskleri incelenerek toz ortam ve maruziyet ölçümleri ile tozun fiziksel ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak maruziyet risklerinin değerlendirilmesi ve çalışma ortamının iyileştirilmesine yönelik çözüm önerilerinin getirilmesi amaçlanmıştır

Tez çalışması kapsamında yapılan analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak Tablo 12'de verilmektedir. XRD analizi verileri ile SEM-EDS verileri genel olarak örtüşmektedir. Ancak XRD verilerinde Y2 örneğinde kuvars varlığı saptanmasına rağmen SEM-EDS ile saptanamamıştır. C4 örneğinde XRD analizinde saptanan anhidrit ve jips minerallerine SEM-EDS analizinde rastlanamamıştır.

Tablo 12. Tane boyu analizi, XRD ve SEM-EDS analizi karşılaştırması

Lokasyon	Tane boyu analizi	XRD	SEM-EDS
C1- kayaç	Analiz yapılmadı	Halit, kuvars , anhidrit, klorit, montmorillonit, illit, jips	*Halit *Klorit-illit birlikteliği
C2-kayaç	Analiz yapılmadı	Halit, kuvars , anhidrit, montmorillonit, illit, jips	*Halit *Simektit-illit birlikteliği
C3- kayaç	Analiz yapılmadı	Halit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit, jips	*Klorit-simektit (montmorillonit) birlikteliği, *Anhidrit, *
C4- toz	1 µm altında malzeme	Halit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit, jips	*Halit, simektit/illit birlikteliği *Anhidrit ve jips minerallerine rastlanamamıştır.
C5- toz	Örneğin yarısında 5 µm altında malzeme var.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit, jips	*Klorit, simektit (montmorillonit), illit *Anhidrit
K1-toz	Örneğin yarısında 5 µm altında malzeme var.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit	*Halit minerali baskın *Klorit, montmorillonit, illit
M1-toz	Örneğin yarısında 5 µm altında malzeme daha fazla var.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit,, illit	*Halit oranı yüksek *Klorit-simektit-illit birlikteliği, *Anhidrit
M2-toz	Örneğin yarısında 5 µm altında malzeme daha fazla var.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit,, illit	*Halit baskın *Anhidrit
SY-toz	Hacimsel olarak 5 mikronun altında malzeme daha az bulunmaktadır.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit,, illit, jips	*Halit *Anhidrit
Y1-kayaç	Analiz yapılmadı.	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit,, illit	* Halit yoğun *Klorit-simektit-illit birlikteliği
Y2-toz	Örneğin yarısında 5 µm altında malzeme var .	Halit, kuvars , kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit,, illit	* Halit * Klorit- simektit-illit birlikteliği * Kuvars minerali SEM ile gözlenememiştir.

Dede (2011) tarafından yapılan çalışmada Çankırı il merkezinin doğusunda bulunan Tuz madeninden alınan 10 örnek incelenmiş ve kayaç minerallerinin belirlenmesi amacıyla XRD analizi yapılmış ve analiz

neticesinde Halit (NaCl), Blödit ($\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 2.4\text{H}_2\text{O}$), Jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Tenardit (Na_2SO_4), çok az miktarda da anhidrit (CaSO_4) ve kalsit (CaCO_3) varlığı saptanmıştır ³⁰. Yapılan tez çalışması analiz sonuçlarına göre blödit ve tenardit varlığı saptanmamıştır. Sönmez (2014) tarafından Pliosen Çankırı-Çorum baseninde yapılan karotlu sondaj çalışmasında yapılan XRD analizi sonucuna göre tuz kayasının yanısıra fosil Na-sülfat (globerit) oluşumunun da varlığı tanımlanmıştır ⁷². Ancak yapılan tez çalışması kapsamında incelenen örneklerde Na-sülfat (globerit) mineraline rastlanmamıştır.

Tez çalışmasında saptanan kalker tozu olarak bilinen jips veya kalsit'in akciğerde kolayca çözünerek zararlı etkisi olmadığı bildirilmektedir ³⁴. Ancak tez çalışmasındaki XRD verilerine göre az miktarda saptanan kuvars (silis) fibrojenik tozlar sınıfında yer almaktadır ki fibrojenik özelliğinden dolayı çözünemeyerek uzun zaman akciğerde kalması nedeniyle en tehlikeli tozlardan biridir ³⁴. Bu bağlamda kuvars içeren madenlerde kayaların patlatılması, delinmesi, parçalanması ve taşınması aşamaları ile çökmüş olan tozun girdaplanarak havada askıda kalarak çok miktarda silis tozu maruziyeti bulunmaktadır. Büyüklüğü 10 mikronun altındaki serbest kristalize silisyum dioksit (SiO_2) içeren ince tozlar alveollere kadar ulaşabilmektedir. Büyüklüğü 8-10 μm dolaylarında olan tozların çoğu terminal broşiyoller düzeyinde tutularak daha derinlere ulaşması önlenmektedir. Ancak silikozis oluşması içinde 0,5 ile 5 μm boyutunda oluşan tozlar önem teşkil etmektedir ⁶⁴. Solunan tozların ise gerçekte büyük bölümü solunum yollarındaki koruyucu mekanizmaların etkisi ile dışarı atılırken %1-5'i alveollere kadar ulaşabilmesi söz konusudur ^{64, 73}. Böylece toz hastalığının meydana gelebilmesi için yoğun silika içeren ortamlarda ise 3-5 yıl hatta bazen aylarla ifade edilirken, orta dereceli silika içeren ortamlarda 5-10 yıl, düşük silika içeren ortamlarda 10-20 yıl çalışma süreleri öngörülmektedir ⁷⁴.

Polatlı ve arkadaşları (2001) tarafından yapılan çalışmada potasyum feldispat, sodyum feldispat ve kuvars içeren hammaddeleri çeşitli

kırıcı ve öğütücü makineleri ile değişik boyutlarda küçülterek işleyen bir fabrikada çalışan 67 işçiden 8 işçide (%11,94) silikozis riski saptanmıştır. Silikozis bulunan işçilerden biri hariç tümünde çalışma süreleri 10 yıl ve daha altında bulunmuştur ⁷⁵. Karadağ ve arkadaşları (2001) bir kamu kuruluşuna bağlı 3 taş ocağı ve 2 kum ocağında 194 işçiden 12 kişide (%6,2) kronik bronşit tespit edilmiştir. Direkt maruziyeti olan kişilerde silikozis prevalansı %32,1, indirekt maruziyeti olan kişilerde silikozis prevalansı %15,1 olarak belirlenmiştir ⁷⁶. Çımrın ve arkadaşları İzmir'de bir seramik fabrikasında kısa süreli silka tozuna maruz kalan işçilerde %6 oranında silikozis tespit etmiştir ⁷⁷.

XRD analizi verilerine göre az miktarda saptanan klorit, montmorillonit, illit olan kil mineralleri farmakolojik karışımlarda katkı veya etken maddesi, estetik tıpta kullanılmaktadır ⁷⁸. Ancak insanlar tarafından çinko-demir eksikliğine bağlı bir besin maddesi olarak yendiğinde anemi gibi sağlık problemleri yaşanabilmektedir ⁷⁹.

Sekiz saat süre ile çalışan bir işçide Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) tarafından kabul edilen solunabilir silika düzeyi 0,05 mg/m³, Amerika Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (ACGIH) eşik sınır değeri (TLV) 0,025 mg/m³, Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA) tarafından ise 2016 yılı öncesinde solunabilir silika düzeyi 0.1 mg/m³ iken 2016 yılından sonra yeni bir düzenleme ile TWA değeri düşürülerek 50 µg/m³ olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde ise solunabilir kuvars içeren toz konsantrasyonu 5 mg/m³ kabul edilmektedir (Tablo 13) ⁸⁰. Tez çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği ölçümlerinde yetkili bir laboratuvar tarafından yapılan iç ortam toz ölçüm sonuçları Tozla Mücadele Yönetmeliği kriterlerine göre toplam toz sınır değerlerin altında olsa da solunabilir toz oranı değerlerin üstünde bulunmuştur.

Tablo 13. Solunabilir kuvars konsantrasyonu karşılaştırması

	Solunabilir kuvars konsantrasyonu
Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH)	0,05 mg/m ³
Amerika Devlet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (ACGIH)	0,025 mg/m ³
Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı (OSHA)	0,1 mg/m ³ (2016) 50 µg/m ³ (yeni düzenleme)
Türkiye	5 mg/m ³

Yapılan tane boyu analizi incelendiğinde; C5 lokasyonu üretim yapılan bir alandır ki bu alanda örneğin yarısında 5 µm altında malzeme bulunmaktadır. M1 ve M2 lokasyonları ise üretim yapılan ve kavlak taramasının yapıldığı yerlerdir ve bu alanlarda da örneğin yarısında 5 µm altında daha fazla malzeme vardır. Ayrıca Y2 lokasyonunda ise uzun zamandır çalışma yapılmamasına rağmen örneğin yarısında 5 µm altında malzeme tespit edilmiştir. K1 lokasyonu çalışanların dinlenme odaları, mühendis odası, bakım atölyelerinin bulunduğu bir alan olmasına rağmen örneğin yarısında 5 µm altında malzeme bulunmaktadır. Akciğerlerde hastalık yapma açısından 5 µm altındaki toz tehlikeli olsa da 100 µm'nin üstündeki toz da havada askıda kalabilmektedir. Bundan dolayı solunum yoluyla tuz da alınmaktadır. Özellikle analizler sırasında K1 lokasyonunda kil minerallerinin yanı sıra tuzun da yoğunluğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla kil minerallerinin tozuyla beraber tuz yoğunluğu sağlık açısından sorun teşkil edebilmektedir. Zira solunum yoluyla ağızdan alınan tuz yüksek tansiyona neden olabilir.

Bütün veriler değerlendirildiğinde; maden alanında toza karşı alınacak önlemler öncelikle kaynağına yönelik olacak şekilde planlanmalıdır. Kaynağına yönelik uygulamada üretim tekniği ve planlaması dikkate alınmalıdır. Ardından ortama yönelik önlem olarak çalışma ortamında uygun

genel havalandırmanın kuvvetlendirilmesi ile ani oluşacak tozları çekecek lokal havalandırma sisteminin kurulması gereklidir ⁶⁶. İş güvenliği açısından tozmayı bastırmak için ıslak çalışma yöntemi etkilidir. Patlatma ve delme aşamasında ortamın ıslatılması toz maruziyetini azaltması ve çalışanların sağlığını koruması yönünden önemli bir uygulamadır ⁶⁴. Bir diğer yandan kişiye yönelik uygulamada ise tozun niteliğine uygun (FFP2 sınıfında yer alan) maskeler kullanarak toz maruziyetinin önüne geçilmesi mümkündür ^{66,81}. Maden çalışanlarına düzenli aralıklı muayeneler yapılması, radyolojik açıdan ve solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi ile takip altına alınması önemli bir uygulamadır ⁶⁴. Bunların yanı sıra ortam toz ölçümleri ile kişisel maruziyeti belirlemek için solunabilir toz ölçümlerinin yapılması maruz kalınan toz miktarını tespit etmekte kolaylık sağlayacaktır. Madende çalışan kişilere toz maruziyetinin önemini hakkında düzenli aralıklarla gerekli bilgiler ve eğitimler verilerek bilinçlendirilmesi önerilmektedir.

6. SONUÇ

İç Anadolu bölgesinde yer alan çalışma alanı bir kaya tuzu yer altı maden ocağıdır. Kaya tuzu maden ocağında üretim ve nakliye yapılan beş farklı lokasyondan 7 toz örnek ve 4 tuz kayası ile yan kayaçtan toplam 11 örnek alınmıştır. Toz oranı yüksek olan 7 örneğe tane boyu analizi yapılmış olup sağlık açısından risk teşkil edecek ve maden çalışanlarına akciğer rahatsızlığına sebebiyet verebilecek 5 µm ve altında toz malzeme tespit edilmiştir. XRD analizi sonuçlarına göre halit dışı mineraller; az miktarda olmak kaydı ile kuvars, kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit ve jips olarak saptanmıştır. Bulunan bu mineral türlerinden en tehlikeli olan kuvars'tır. Kuvars tozunun fibrojenik yapısından dolayı çözünemeyerek akciğerlerde kalma eğilimi bulunmaktadır. Silikozis oluşması içinde 0,5 ile 5 mikron boyutunda oluşan tozlar önem teşkil etmektedir^{34,64}. Toz hastalığının meydana gelmesi için düşük silika içeren ortamlarda 10-20 yıl çalışma süreleri öngörülmektedir ki yapılan tez çalışmasında XRD analizi ile saptanan az miktarda bulunan kuvars maden çalışanlarında akciğer hastalığı yapabilme eğilimini artırabilmektedir. Ancak tuz maden işletmesinde çalışan birkaç kişinin haricinde 10 yıl ve daha fazla çalışma süresi bulunan kişi olmadığından ve silikozis oluşma olasılığının 10-20 yıl gibi bir zaman diliminde olmasından dolayı çalışanların sağlık gözetimleri yapılarak takip altına alınması gereklidir.

Çalışma alanından alınan örneklerde saptanan mineralleri morfolojik ve nicel olarak tanımlamak için Taramalı Elektron Mikroskobu-Enerji Saçılım Spektrometre (SEM-EDS) analizleri yapılmıştır. SEM-EDS analizinden elde edilen veriler XRD verilerini destekler mahiyettedir. Bu analizlerin yanı sıra maden çalışanlarının maruz kaldığı toz miktarını belirlemek amacıyla iş sağlığı ve güvenliği ölçümleri konusunda yetkili bir

laboratuvarca iç ortam toz ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonucunda Tozla Mücadele Yönetmeliği değerlerine göre toplam toz sınır değerlerinin altında olsa da üretim ve köstebek alanlarında solunabilir toz oranı sınır değerlerinin üstünde bulunmuştur. Ülkemiz mevzuatının dışındaki NIOSH ve OSHA gibi kuruluşların belirlediği solunabilir toz konsantrasyonlarının sınır değerleri ülkemiz mevzuatındaki sınır değerler ile karşılaştırıldığında değerlerin aynı olmadığı ve birbiriyle örtüşmediği görülmektedir (Tablo 13). Zira bu gibi kuruluşların işyeri ortam havasında bulunmasına izin verilen sınır değerleri ülkemize kıyasla daha düşük seviyelerdedir. Eğer ülkemiz mevzuatı dışındaki bu değerler baz alınırsa solunabilir toz oranı üretim ve köstebek alanlarının yanısıra yükleme ve bakımhane gibi alanlarda da sınır değerlerinin üstünde olduğunu ifade etmek mümkündür (Tablo 11). Bu durumda ülkemiz mevzuatındaki işyeri ortam havasında bulunmasına müsaade edilen toz maruziyet sınır değerlerinin diğer kuruluşların sınır değerleri seviyesine çekilmesi için Tozla Mücadele Yönetmeliğinin tekrar revize edilerek gözden geçilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmanın devamında; maden ocağında çalışanların solunum sistemi rahatsızlığı tespiti için işyeri çalışan sağlık bilgileri ile sağlık sorunlarının sorgulanacağı bir anket çalışması, solunum fonksiyon testi (SFT) ve radyolojik yönden değerlendirme yapılması gerekir. Bu tez çalışmasının kaya tuzu madenleri ile ilgili ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı ümit edilmektedir.

7. ÖZET

Yüksek Lisans Tezi, *Bir Yeraltı Kaya Tuzu Madenindeki Toz Maruziyet Risklerinin Değerlendirilmesi*, T.C. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü.

Kaya tuzu, tuzlu suların buharlaşması neticesinde oluşan evaporitik bir kayadır. Kaya tuzu ile beraber kuvars, kil minerallerinden oluşan yan kayaç varlığı da söz konusudur. Tüm bu kayaçların madencilik faaliyetleri (üretim, nakliye vb) sırasında akciğer rahatsızlıklarına sebep olabilecek mineral tozları havalanmaktadır. Toza maruz kalan maden çalışanları sağlık açısından olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde bir yer altı kaya tuzu maden ocağındaki mineral tozlarının riskleri incelenerek toz ortam ve maruziyet ölçümleri ile tozun fiziksel ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak maruziyet risklerinin değerlendirilmesi ve çalışma ortamının iyileştirilmesine yönelik çözüm önerilerinin getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada madenin üretim ve nakliye yapılan beş farklı alanından yüksek maruziyeti temsil edecek 7 toz örnek ve 4 tuz kayası ile yan kayaktan 11 örnek alınmıştır. Sadece toz oranı yüksek 7 örneğin tane boyu analizi lazer saçınımlı parçacık boyutu analiz cihazı ile yapılmıştır. Bir sonraki aşamada ise olası solunum yolu rahatsızlığına sebep olabilecek minerallerin tespiti için X-Işınları Kırınım (XRD) analizi yapılmıştır. Daha sonraki aşamada örnekler Taramalı Elektron Mikroskobu - Enerji Saçılım Spektrometre (SEM-EDS) analizleri yapılarak mineraller morfolojik ve nicel olarak tanımlanmıştır. Ayrıca iç ortam toz ölçümleri yapılarak çalışanların maruz kaldığı toz miktarı belirlenmiştir.

Tane boyu analizinden elde edilen sayısal ve grafiksel dağılımlara göre sağlık anlamında risk oluşturabilecek 5 µm ve altında toz malzeme tespit edilmiştir. XRD analizi verilerine göre halit dışı mineraller; az miktarda olmak kaydı ile kuvars, kalsit, anhidrit, klorit, montmorillonit, illit ve jipstir. SEM-EDS incelemeleri bu tanımlamaları desteklemektedir. Yapılan iç ortam toz ölçüm sonuçları Tozla Mücadele Yönetmeliği kriterlerine göre; toplam toz sınır değerlerin altında olsa da solunabilir toz oranı değerlerin üstünde bulunmuştur.

Bu bağlamda tozun çalışma ortamından mümkün olduğunca uzaklaştırılması için havalandırmanın iyileştirilmesi ve bunun yanı sıra uygun toz bastırma yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Çalışanlara tozun niteliğine uygun olarak kişisel koruyucu donanımları da sağlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Maden, kaya tuzu, toz maruziyeti, risk değerlendirme

8. SUMMARY

M.Sc. Thesis, *Evaluation of Dust Exposure Risks in an Underground Rock Salt Mine*, T.C. Istanbul New Century University, Institute of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety.

Salt rock is an evaporitic rock formed by the evaporation of salty water. Salt rocks could be found together with quartz and clay rich rocks. Mineral dusts released during mining activities (production, haulage etc.) can cause lung diseases. Because miners exposed to the dusts in air can be adversely affected in terms of health. The aim of this study is to investigate the risks of mineral dusts in an underground rock salt mine in the Central Anatolia Region, and the assessment of exposure risks based on the physical and mineralogical properties of the dust and to propose solutions for the improvement of the working environment.

In this study, 11 samples (7 samples with high dust amount, and 4 samples from salt rock and country rock) from five different locations representing high dust exposure in production and transportation of the mine. Only 7 samples with high dust content were analysed by laser scattering particle size analyzer. X-Ray Diffraction (XRD) analysis was performed to detect minerals that could lead to possible respiratory diseases. Samples were also analyzed by Scanning Electron Microscopy - Energy Scattering Spectrometry (SEM-EDS) to define minerals morphologically and quantitatively.. Also indoor dust measurements were made to determine the amount of dust that employees were exposed to.

Numerical and graphical distributions obtained from the grain size analyses, dust material less than 5 micron that could create health risk was determined. The XRD analyses showed non-halite minerals as quartz, calcite, anhydrite, chlorite, montmorillonite, illite and gypsum.

SEM-EDS analyses supported the findings. The indoor dust measurement results according to the Dust Control Regulation criteria; Although the total dust was below the limit values, the respirable dust rate was above the values

In this context, it is necessary to improve the ventilation, as well as the use of suitable dust suppression methods, in order to remove dust from the working environment as much as possible. It is recommended to provide employees personal protective equipment in accordance with dust nature.

Keywords: Mine, salt rock, dust exposure , risk assessment

9. KAYNAKLAR

1. Alp M. S, Ergin Z, Kahraman B, Özkan Ş G, ve ark. Ülkemizdeki tuz potansiyelinin değerlendirilmesi ve tuzun pazarlanma koşulları. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 1995; 267-275.
2. Ergin Z. Tuzun üretim teknolojisi ve insan sağlığındaki yeri. Madencilik Dergisi, 1988; 10-30.
3. Düzyol S. Kaya tuzuna ait mekanik parametrelerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2004.
4. Koday S, Karakuzulu Z, Sevindi C, Kağızman (Kars) Kaya tuzu Tuzlası Doğu Coğrafya Dergisi, 2004; Cilt 9, Sayı 12, 167-188.
5. Küçükaytan B. Masif kaya tuzunda depo tasarımı amaçlı kuramsal yaklaşım ve fiziksel çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2007.
6. Bastacioğlu B. G. Tuz tabakalarında çözelti madenciliği ve bu yöntemle doğalgaz depolama imkânlarının yaratılması. Yüksek Lisans Tezi. Adana: Çukurova Üniversitesi; 2010.
7. Physical Properties Data for Rock Salt. J.Lorenz, J.L.Haas, Jr.,M. A.Clynne, R.W. Potter, II,andC.M.Schafer, .R. P. T.Tomkins, . A. Shakoor, H. R. Hume, J. M. Yang, H. H. Li, and R. A. Matula. National Bureau of Standards. 167. Washington:1981
8. Adhikary S. Temperature effect on the rock salt instant strength characteristics. Master Thesis. Netherlands: Delft University of Technology; 2010.
9. Özşen H. Kaya tuzuna ait kısa ve uzun dönemli özelliklerin belirlenmesi ve matematiksel modellenmesi. Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2009.
10. Tuzun Tanıtılması. Bilimsel Madencilik Dergisi 1974; Cilt 13 (5): 1-6.
- 11.Ergin Z. Tuzun üretim teknolojisi ve insan sağlığındaki yeri. Bilimsel Madencilik Dergisi 1988; Cilt 27 (1): 9-30.
- 12.Akgüç H. Tuz ve Endüstriyel Kullanım Alanları. TC Kuzey Anadolu

- Kalkınma Ajansı (Kuzka) Çankırı Tuz Çalıştayı Raporu, 2012, Çankırı, 11-12 Nisan 23-38.
- 13.Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik ÖİK Raporu. Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Kimya Sanayii Hammaddeleri. Cilt II (Bor Tuzları-Trona-Kaya Tuzu- Sodyum Sülfat- Stronsiyum) Çalışma Grubu Raporu, 2001; 89-112. Ankara.
- 14.Kalüoğlu İ, Uslu G. Tuz: Pazar Durumu. Bilimsel Madencilik Dergisi 1974; Cilt 13 (5): 38-48.
- 15.Kostick D. S, Salt. U.S. Geological Survey Minerals Yearbook; 2001.
- 16.Kaya tuzu [internette] [15 Temmuz .2018 okundu]. Elektronik adresi: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kaya-tuzu>
- 17.Güngörmez, H. İktisadi Açından Bir Faaliyet: Tuzluca Kaya Tuzlası. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Coğrafya Dergisi, 2015; Sayı 30; 26-37.
- 18.Koday S. Tuz Gölü tuzlaları. Marmara Coğrafya Dergisi 1998; cilt 0 (2): 128-149.
- 19.Avcı S. Ekonomik Coğrafya açısından önemli bir maden:Tuz . Coğrafya Dergisi 2003; Sayı 11: 21-45.
- 20.USGS. Salt chapter from Mineral Commodity Summaries. Washington: USGS; 2018.
- 21.Maden Üretim Değerleri, Endüstriyel Hammaddeler Üretimi (ton) [internette] [01.09.2018 okundu]. Elektronik adresi: <http://www.migem.gov.tr/Istatistik.aspx>
22. Aksel A. Iğdır bölgesinde çıkarılan kaya tuzu örneklerindeki bazı eser metallerin ICP-MS ile analizi. Yüksek Lisans Tezi. Kars: Kafkas Üniversitesi; 2014.
- 23.Yalçın E, Ertem M. E. Deniz Tuzlalarının Türkiye Tuz Potansiyelindeki Yeri. 2 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 1997; 208-215.
- 24.Kılıç A. M, Uyanık E. Tuz Gölü'nde oluşan kirlenmenin göl üzerindeki etkilerinin araştırılması. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 2001; 135-145
- 25.Dursun T. Tuz Gölü tuzundan Mg ve Ca iyonlarının uzaklaştırılması.

- Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2012.
- 26.26. Aksel Y. Kars Kağızman bölgesinde çıkarılan kaya tuzu örneklerindeki bazı eser metallerin ICP-MS ile analizi. Yüksek Lisans Tezi. Kars: Kafkas Üniversitesi; 2014.
27. Baar C.A.1997. Applied Salt-Rock Mechanics. I. The in-situ Behavior of Salt Rocks, Amsterdam-Oxford-New York, Elsevier Scientific Publishing Company.
- 28.Apaydın A. Demirci Aktaş, S. ve Tahiroğlu, M., Tatlıçay havzası (Çankırı) hidrojeolojik etüt raporu, Ankara, 2007.
- 29.Wippert, J. Çankırı tuz yataklarına ait rapor. MTA Der. Rap. O:2877, 6-15, 1961.
- 30.Dede Z. Çankırı tuz mağaralarının tıbbi jeoloji açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde: Niğde Üniversitesi; 2011.
- 31.Yaşar S, İnal S, Yaşar Ö, Kaya S. Geçmişten günümüze büyük maden kazaları. Madencilik 2015; Cilt 54 (2): 33-43.
- 32.Ergun A, R. Yeraltı maden işletmelerinde gaz ve toz patlamaları ve önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T. C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2007.
- 33.Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Rehberi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Yayın no: 43.
- 34.Yalçın E, Gürgen S. Madenlerde havalandırma. 3. Baskı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi; 2006.
35. Arıtan A, E, Tümer M. Yeraltı linyit kömür madeninde termal konfor şartlarının incelenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi 2017; Cilt 5 (3): 362-369.
- 36.Mutlu A. Madencilikte gürültüye bağlı işitme kayıplarının tespiti: Taş kırma eleme tesisi örneği. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi; 2010.
- 37.Çınar İ. Madencilikte gürültü analizi, modellenmesi ve haritalanması. Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2005.
- 38.Kadiroğulları K. Madenlerin yer üstü tesislerindeki gürültü maruziyetinin

değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2016.

39.Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Resmî Gazete Sayısı: 28721, 28.07.2013.

40.Boğa B. Açık ocak yöntemi ile çalışılan bir madende ergonomik risklerin anket yoluyla değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2014.

41.Zeyrek S. Titreşim. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2009.

42.Akkaya C. Maden sektöründe risk faktörleri. Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık Güvenlik Dergisi 2001; 5: 38-41.

43.Olgun B, Gültek S, Bulgurcu H. Yer altı maden ocaklarında havalandırma kriterleri. Tesisat Mühendisliği 2016; 154: 70-78.

44.Ertüzün A. B, Bozma H. I, Akın H. L. Madenlerde elektrik sistemleri ve arama kurtarma robotları. Boğaziçi Üniversitesi Soma Araştırma Grubu Raporu 2015. [internette] [02 Eylül .2018 okundu]. Elektronik adresi: <https://busomarastirmagrubu.boun.edu.tr/sites/default/files/calismaraporu.pdf>

45.ILO Uygulama Kılavuzu. Yer altı kömür madenlerinde güvenlik ve sağlık. Ankara: Uluslararası Çalışma Ofisi; 2011.

46.Korkut A, E. Psikososyal risk faktörleri ve inşaat sektöründe bir çalışma. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2014.

47.Çınar İ, Şensöğüt C. Yeraltı maden ocaklarında aydınlatma koşullarının belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi; 2017. Cilt 32(2): 77-83.

48.Direk C. Bir yeraltı taşkömürü madeninde göçük ve taş-kavlak düşmesi kazalarının kök nedenlerinin araştırılması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve

Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2016.

49.Yaşar S, İnal S, Yaşar Ö, Kaya S. Geçmişten günümüze büyük maden kazaları. Madencilik 2015; Cilt 54 (2):33-43.

50.Doyuran V. Maden işletmeciliğinde yeraltı suyu sorunları ve hidrojeolojik yaklaşım. Bilimsel Madencilik Dergisi 1976; Cilt 15 (5): 22-30.

51.Dursun A. E. Yeraltı kömür madenciliğinde mekanizasyonun işçi sağlığı ve iş güvenliği açısından önemi. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg. [düzenli elektronik dergi] 2015 [03 Eylül 2018 okundu] cilt no: 3 [2]. Elektronik adresi: <http://sujest.selcuk.edu.tr/sumbtd/article/view/270/413>

52.Dirik S. Madencilik sektörü faaliyetlerinde iş sağlığı ve güvenliği konusunun 6331 sayılı kanun kapsamında risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi; 2016.

53.Balcı S. Çimento üretiminde toz ve gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Ankara: T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü; 2016.

54.Güyağüler T. Toz oluşumunu etkileyen faktörler. Türkiye 3. Kömür Kongresi, 1982; 257-262.

55.Ediz İ. G, Beyhan S, Yuvka Ş. Madencilikte toz kaynakları ve kontrolü. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2001; Sayı 2: 121-132.

56.Atabay E. Madencilikte Maruz Kalınan Asbest, Eriyonit Ve Diğer Mineral Tozları Ve Etkileri (Mezotelyoma-pnömonyozlar): Tıbbi Jeolojik Değerlendirme [internette]. 2015 [20 Temmuz 2018 okundu]. Elektronik adresi: <http://www.esrefatabey.com.tr/upload/populeryazilar103.pdf>

57.Kara A. Meslek hastalıkları. Ünite 4. Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayınları.

58.Bağcı H. R, Şengün M. T. Çöl tozlarının beşeri çevre ve bitkiler üzerindeki etkileri. Marmara Coğrafya Dergisi 2012; Sayı 24: 409 – 433.

59.Güyağüler T. Toz. Bilimsel Madencilik Dergisi 1974; Cilt 13 (6): 13- 18.

60.Mesleki akciğer hastalıkları [internette] [13 Temmuz 2018 okundu]. Elektronik adresi:

http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/66395/31652/mesleki_akci%C4%9Fer_hastal%C4%B1klar%C4%B1.pdf

61.Bilir N, Yıldız A. N. Mesleksek akciğer hastalıkları. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Dönem III, 2003-2004 öğretim yılı iş sağlığı, Ders 4.

62.Atabay E. Mineral tozları ve sağlığımız. Bilim ve Gelecek Dergisi [düzenli elektronik dergi] 2016- Mart [12 Temmuz .2018] [145]. Elektronik adresi: <https://bilimvegelecek.com.tr/index.php/2016/03/08/mineral-tozları-ve-sağlığımız/>

63.Baysal F. İşyerlerinde toz sorunu. İsgüm Bülteni. Ankara.1981.

64.Bilir N., İş Sağlığı ve Güvenliği.1.baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2016.

65.Kılıçarslan A, Öz, Ş. G. İş sağlığı ve meslek hastalıkları. İş Hastalıkları Dergisi 2009; Cilt 16 (4): 163-173.

66.Ekuklu G, Saltık, A, Yaman M. Kırklareli cam fabrikası ortam havası toplam toz ölçümü nedeniyle endüstriyel toz sorunu. Çalışma Ortamı Dergisi. 1998; sayı;39:11-18.

67.Top S. Tane boyu analiz yöntemleri ve elek analizi ile elde edilen eğrilerin değerlendirilmesi [internette] [14 Ekim 2018 okundu]. Elektronik adresi: <http://cevherhazirlama.com/belgeler/TaneBoyuanalizYontemleri.pdf>

68.Parçacık boyut analiz cihazı [internette] [09.Ekim 2018 okundu] Elektronik adresi. <https://merlab.metu.edu.tr/tr/parcacik-boyut-analiz-cihazı>

69.Elektron Mikroskopi Laboratuvarı (EML) [internette] [12 Ekim 2018 okundu] Elektronik adresi: [:http://merlab.metu.edu.tr/tr/system/files/Belgeler/Tanitimbrosurleri/EML.pdf](http://merlab.metu.edu.tr/tr/system/files/Belgeler/Tanitimbrosurleri/EML.pdf).

70.Sem (Elektron Taramalı Mikroskop) [internette] [11 Ağustos 2018 okundu] Elektronik adresi: <https://www.researchgate.net/.../Semih...SEM.../SEM- ve-TEM-Cihaz-Analizleri.pdf>.

71.EDS (Energy Dispersive Spectrometry) ve WDS (Wavelength Dispersive Spectrometry)) [internette] [11 Ağustos 2018 okundu] Elektronik adresi: <https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&c>

[ad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj5uo2a9IzeAhUCs4sKHU56CVQQFjAAegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Facikders.ankara.edu.tr%2Fmod%2Fresource%2Fview.php%3Fid%3D61071&usq=AOvVaw1kJtNMh-eX74w1Q9Vh4yRz](https://www.acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=3D61071&usq=AOvVaw1kJtNMh-eX74w1Q9Vh4yRz)

72.Sönmez İ. Bozkır formasyonunda Globerit-Halit birlikteliği. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 2014;149: 155-177.

73.Bariş İ., Atabey E., Türkiye’de Mesleksel ve Çevresel Hastalıklar.1.baskı. İstanbul: Köseleciler 1933 Magic Digital Center; 2009.

74.Akkurt İ. Mesleki Akciğer Hastalıkları [internette] [04.03.2019] okundu] Elektronik adresi:

http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/kisokulu3-ppt-pdf/ibrahim_Akkurt.pdf

75.Polatlı M, Türkan H, Akdilli A, Çildağ O. Kuvars işçilerinde silikozis riski. Solunum Hastalıkları 2001; 12: 90-95.

76.Karadağ Ö.K, Akkurt İ, Önal B, Altınörs M, Bilir N, Ersoy N. ve ark. Taş ocakları işçilerinde silikozis ve solunumsal bulgular. Tüberküloz ve Toraks 2001; 49(1): 73-80.

77.Çımrın A.H, Sevinç C, Kıyak F. ve ark. Seramik fabrikası çalışanlarında solunumsal bulgular ve silikozis sıklığı. Tüberküloz ve Toraks 1999;47:456-62.

78.Dalgıç A, Kavak O. Kil mineralleri ve sağlık. Dicle Tıp Dergisi 2004; 31 (2): 74-78.

79.Atabey E. Kil mineralleri-İnsanlarda kil yeme alışkanlığı (Jeofajia)-Peloidler-Bentonit ve detoks kili-Patojenler-Pekmez toprağı ve tıbbi jeolojik yönden değerlendirme. 16. Ulusal Kil Sempozyumu. 2015.

80. Başaran N. Seramik işçilerinde gözlenen sağlık sorunları. [internette] [01.03.2019 okundu] Elektronik adresi: <http://www.hisam.hacettepe.edu.tr/ismeslekhastaliklari/seramikiscileri.pdf>

81.Boz Eravcı D, Taşcı S. Kaynak İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği. T.C. Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler, Çaşgem.

82.Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. Tozla Mücadele Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı:28812. 05.11.2013

83.Halit (Kaya Tuzu). [internette] [01.07.2018 okundu] Elektronik adresi:

<http://www.jemad.com.tr/modul/index/menu/Halit--Kaya-Tuzu-/40>

84.Kaya tuzu yapısı. [internette] [01.07.2018 okundu] Elektronik

adresi:<https://ipfs.io/ipfs/QmT5NvUtoM5nWFfrQdVrFtvGfKFmG7AHE8P34isapyh>

[CxX/wiki/K%C3%BCbik_kristal_sistemi.html](https://ipfs.io/ipfs/QmT5NvUtoM5nWFfrQdVrFtvGfKFmG7AHE8P34isapyh)



10.ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı

Seçil AYANOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi

Çankırı –17.09.1979

Eğitimi

Atatürk Üni. Açıköğ. Fak. İş Sağlığı ve Güvenliği Prog. 2014-2016

İst. Yeni Yüzyıl Üni. Sağ. Bil. Ens. İş Sağ. Ve G. Y. L. Prog.

2013

Doğu Akdeniz Üni. Halkla İlişkiler ve Reklamcılık 1997–2002

Yabancı Dili İngilizce (Upper Intermediate)

Bilimsel Etkinlikleri / Sertifikaları

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri

kitabında (Proceeding) basılan bildiriler

1. **Ayanoğlu, S.**, 2018 “Çankırı-Korgun Alparsarı Göleti ve Çevresinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi” 3. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi 16-17 Nisan 2018 Hampton By Hilton Kayaşehir/ İstanbul (Sözlü)
2. **Ayanoğlu, S.**, Dölarlan, M., Gül., 2018 “Ekojeokimya ve İnsan Sağlığı Arasındaki İlişkiler: Asbest” ”3. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi” 16-17 Nisan 2018 Hampton By Hilton Kayaşehir/ İstanbul (Sözlü)
3. **Ayanoğlu, S.**, Kepekli, T. A., Toksoy-Köksal F., 2018 “Kaya Tuzu Yer altı Madenindeki Tozların İşçi Sağlığı Üzerine Etkisi” 71. Uluslararası Katılımlı Türkiye Jeoloji Kurultayı” 23-27 Nisan 2018 ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi / Ankara (Sözlü)
4. **Ayanoğlu, S.**, 2017 “Davranış Odaklı İş Sağlığı ve Güvenliği Yaklaşımında İletişimin Rolü” 2. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi” 08-09 Kasım 2017 Wellborn Luxury Otel / Kocaeli (Sözlü)

5. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül., 2017 “Orman Alanlarında Ekolojik Denge ve İnsan Sağlığı” 2. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi” 06-07 Mayıs 2016 Wellborn Luxury Otel / Kocaeli (Sözlü)
6. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül., 2017 “Zehirli Bitkilerin Etnobotanik Kullanımında Halk Sağlığına Etkileri” XIII. Uluslararası Katılımlı Ekoloji ve Çevre Kongresi UKECEK 2017, 12-15 Eylül 2017, Edirne /TURKİYE (Poster)
7. **Ayanoğlu, S.**, Gül, E., Dölarıslan, M, 2017 “Asbestin İnsan Sağlığına Etkisi” XIII. Uluslararası Katılımlı Ekoloji ve Çevre Kongresi UKECEK 2017, 12-15 Eylül 2017, Edirne /TURKİYE (Sözlü)
8. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül, E., Erşahin, S., 2016. Evaluation of Çankırı Yapraklı Hazım Dağlı Nature Park in terms of Occupational Health and Safety. International Forestry Symposium, IFS2016, Kastamonu / TURKEY (poster)
9. **Ayanoğlu, S.**, Gül, E., Dölarıslan, M., Erşahin, S., 2016. Anthropogenic Risks Encounter in Forestry Applications. International Forestry Symposium, IFS2016, Kastamonu / TURKEY (poster) .
10. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül, E., Erşahin, S., 2016. Environmental Effects of Haulage Operation with Truck in The Surface Mining. EUROSÖIL, October 16-21, 2016, İstanbul (poster).
11. **Ayanoğlu, S.**, Gül, E., Dölarıslan, M., Erşahin, S., 2016. Ekobiyolojik Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği. 4. Uluslararası Kentel ve Çevresel Sorunlar ve Politikalar Kongresi, 20- 22 Ekim 2016, İstanbul (Sözlü).
12. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül, E., Erşahin, S., 2016. Çocuk Oyun Alanlarında Ergonomik Faktörlerin Neden Olduğu Riskler: Çankırı İli Örneği. 4. Uluslararası Kentel ve Çevresel Sorunlar ve Politikalar Kongresi, 20- 22 Ekim 2016, İstanbul (Sözlü).
13. **Ayanoğlu, S.**, Gül, E., Dölarıslan, M., Erşahin, S., 2016. Yaylacılık Faaliyetlerinin Oluşturduğu Çevresel Risk Etmenleri. I.Urban Environment and Health Congress; Collaboration in Urban Environment and Health, May 11-15, 2016, Kuzey Kıbrıs (Sözlü) .
14. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül, E., Erşahin, S., 2016. Terk Edilmiş Maden Ocaklarının Ekosistem Üzerine Etkileri. I.Urban Environment and Health Congress; Collaboration in Urban Environment and Health, May 11-15,2016, Kuzey Kıbrıs (Sözlü).
15. **Ayanoğlu, S.**, Okar, İ., 2016 “Laboratuvarlarda Risk Analizi: İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Farmasötik Kimya Laboratuvarı Örneği” 1. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi” 06- 07 Mayıs 2016 Wellborn Luxury Otel / Kocaeli (Sözlü)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceeding) basılan bildiriler

16. **Ayanoğlu, S.**, Gül, E., Dölarıslan, M., Erşahin, S., 2016. Orman Yangınlarının Oluşturduğu Çevresel Risk Etmenleri. 3. Ulusal Çevre Kongresi, 24-28 Eylül 2016, Marmaris.
17. **Ayanoğlu, S.**, Biberici, M. A., 2015 “Ormancılık Üretim İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürünün AHS (Analitik Hiyerarşı Süreci) ile Risk Değerlendirmesi”, Üretim İşlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu, 04-06 Haziran 2015 Ilgaz / ÇANKIRI

Ulusal Hakemli Dergilerdeki Makaleler

18. **Ayanoğlu, S.**, Dölarıslan, M., Gül, E., 2017. Sadece Bir Yangın mı? Ekolojik ve Sosyo-Ekonomik Açıdan Orman Yangınları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 10 (2): 32-35.