

**TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU OCAKLARINDA SOLUNABİLİR TOZ
İÇİNDEKİ KÜL VE KUVARS MİKTARLARININ SİSTEMATİK OLARAK
ÖLÇÜLMESİ VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ**

İlknur EROL

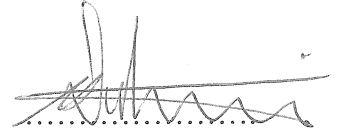
**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
Doktora Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**ZONGULDAK
Şubat 2012**

KABUL:

İlknur EROL tarafından hazırlanan “TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU OCAKLARINDA SOLUNABİLİR TOZ İÇİNDEKİ KÜL VE KUVAR S MİKTARLARININ SİSTEMATİK OLARAK ÖLÇÜLMESİ VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 07/02/2012

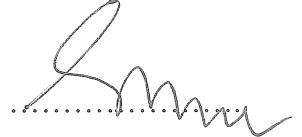
Başkan: Prof. Dr. Vedat DİDARİ (ZKÜ)



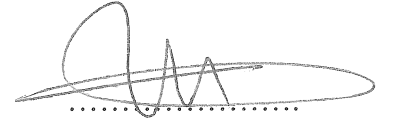
Üye : Prof. Dr. Gündüz ÖKTEN (İTÜ)



Üye : Prof. Dr. Suphi URAL (ÇÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KAYMAKÇI (ZKÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hamit AYDIN (ZKÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. .../.../2012



Prof. Dr. Özden ÖZEL GÜVEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



İlknur EROL

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU OCAKLARINDA SOLUNABİLİR TOZ İÇİNDEKİ KÜL VE KUVARS MİKTARLARININ SİSTEMATİK OLARAK ÖLÇÜLMESİ VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

İlknur EROL

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Vedat DİDARİ

Şubat 2012, 185 sayfa

Bu çalışmada, kömür işçileri pnömokonyozunda solunabilir tozun mineralojik bileşiminin, özellikle kuvars içeriğinin, etkisi araştırılmıştır. Ocaklardaki solunabilir toz yoğunlukları sistematik olarak ölçülmüş, tozlu filtreler yakıldıktan sonra elde edilen kül içindeki kuvars, FTIR yöntemi ile tespit edilmiştir. Analiz sonuçları Maden ve Taşocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle ilgili Yönetmelik'e göre değerlendirilmiştir. Bu yönetmeliğe göre; işletmelerdeki toz sınır değeri “Eşik Sınır Değer (ESD)” terimi ile tanımlanmakta ve “toz yoğunluğu ESD'nin üstünde olan işyerlerinde üretime yönelik olarak işçi çalıştırılmaz” hükmü bulunmaktadır. Kristalin kuvars içeriği % 5'ten az olduğu takdirde ESD, 5 mg/m³ olarak kabul edilmektedir. Yönetmelik kapsamındaki işyerlerinde, SiO₂ içeren solunabilir tozlarda uzun sürede ve olağan çalışma koşullarında sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmayacağı öngörülen ESD 0,25 mg/m³'dür. Bu çalışmada yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre:

ÖZET (devam ediyor)

- TTK Üzülmaz Müessesesi'nde toz yoğunluğu yüksek olan ayaklar -155/-168 Acun ($4,35 \text{ mg/m}^3$) ve -114/-138 Kurul ($3,12 \text{ mg/m}^3$)'dür. Bu ayakların kuvars miktarları (% 7,08-7,34) birbirine yakın ve kritik değerin (% 5) üstündedir.
- TTK Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz yoğunlukları ($5,35\text{-}14,47 \text{ mg/m}^3$) yüksek olmasına rağmen kuvars miktarları (% 1,42-4,19) kritik değeri geçmemektedir.
- TTK Amasra Müessesesi'nde toz yoğunlukları ($3,82\text{-}5,70 \text{ mg/m}^3$) yüksek olup kuvars miktarları (% 4,53-9,36) Kalın damar dışında kritik değerin üstündedir.
- TTK Armutçuk Müessesesi için toz yoğunlukları ($4,31\text{-}8,41 \text{ mg/m}^3$) yüksek olup kuvars miktarları da (% 5,90-10,44) kritik değerin üstündedir.
- TTK Kozlu Müessesesi'nde toz yoğunlukları ($5,35\text{-}5,48 \text{ mg/m}^3$) yüksek olup, kuvars miktarları (% 0,72-3,48) ise kritik değerin altındadır.
- Türkiye Taşkömürü Kurumu bünyesinde toz yoğunluğu ve kuvars oranı yüksek olan ayaklar Amasra ve Armutçuk Müesseselerindedir.

Toz ölçüm sonuçları Türkiye, İngiltere ve ABD tarafından kabul edilen ESD'ye göre yorumlanmıştır.

Ayak işyerlerinde toz örnekleme işlemi sonucunda elde edilen ortalama toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluk değerleri müesseselerde farklılık göstermektedir. Bu farklılığın istatistiksel olarak önemli (% 95 anlamlılık düzeyinde) olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluğunun hangi müesseseler arasında önemli farklılık gösterdiği Tukey Testi ile belirlenmiştir. Ayrıca ayaklardaki toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluklarındaki farklılıkların hem müesseseler arasında hem de damarlar arasında istatistiksel olarak önemli (% 95 anlamlılık düzeyinde) olup olmadığını belirlemek için varyans analizi yapılmıştır. Hangi müessese ve

ÖZET (devam ediyor)

damarlar arasında toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluklarındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunu ortaya koymak amacıyla Tukey Testi yapılmıştır. Varyans analizinde ortaya çıkan farklılıkların işletme parametreleri (damar kalınlığı, damar eğimi, üretim miktarı vb.) ile ilişkisini tespit etmek için regresyon analizi yapılmıştır.

İşyeri ortam havasına karışan kuvarsın kaynağını belirlemek amacıyla toz ölçümü yapılan işyerlerindeki kömür damarları ve ara kesmelerden numuneler alınmıştır. Bu numunelerin kimyasal analizi XRF yöntemiyle yapılmıştır. Bandopadhyay (2010), Hindistan kömür damarlarındaki kuvars içeriklerinin tespiti için XRF analizinden elde edilen sonuçları esas alarak ampirik bir formül düzenlemiştir. Benzer çalışma TTK kömürleri için denenmiş ancak TTK kömürlerinde % (TS) / % (Al_2O_3) oranı çok fazla değişkenlik arz ettiğinden sonuç alınamamıştır. Numunelerin mineralojik analizlerinde farklı kil minerallerinin bulunuşu dikkat çekmiştir ve bu durumun % (TS) / % (Al_2O_3) oranındaki değişkenliğe neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

XRD yöntemi ile damar ve ara kesmelerden alınan numunelerin mineralojik özellikleri belirlenmiştir. Damar ve ara kesmelerdeki kuvarsın ve mevcut diğer kil minerallerinin yüzde olarak miktarları XRD analizinden elde edilen çıktıların SIROQUANT programı ile değerlendirilmesi sonucunda hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra FTIR yöntemi ile de damarların ve ara kesmelerin kuvars içerikleri hesaplanmıştır. Her iki yönteme göre elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmada riskli ayak işyerleri (evrensel toz ölçüm ve analiz tekniklerinin uygulanmasıyla elde edilen toz miktarları, kül ve kuvars içerikleri parametreleri tümüyle değerlendirilerek) sağlıklı bir biçimde tanımlanmakta, tozla mücadeleden sorumlu teknik elemanlara ve hastalığı denetim altında tutmaya çalışan hekimlere tozlu ortamların ölçüm, analiz ve değerlendirilmesine ilgili çok değerli bilgiler sunulmaktadır.

Rutin ölçümleri en sağlıklı biçimde uygulayan Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'nda dahi tozun başta kuvars içeriği olmak üzere petrografik ve mineralojik bileşenlerinin saptanmasına ve değerlendirilmesine yönelik analizlerin halen gerçekleştirilememekte olduğu dikkate

ÖZET (devam ediyor)

alınırsa; bu çalışma sayesinde sistematik toz analizlerinin yaşama geçirilmesinde önemli bir adım atılmış olduğu görülmektedir. Günümüzde son derece ciddi bir sorun olmaya devam eden pnömokonyozla mücadelede tozlu ortamların sistematik ölçümlerle izlenmesi ve günümüz teknolojisinin de yardımıyla yapılacak ayrıntılı analizlerle konuya ait bilinmezlerin azaltılması, işçi sağlığı ve iş güvenliği çalışmalarının verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Pnömokonyoz hastalığının gelişimini etkileyen en önemli parametreler tozun kül ve kuvars içeriğidir. Bu parametrelerin etki değerleri Zonguldak Havzası'nda ilk kez kapsamlı ve güvenilir analizlerle ortaya konulmuş, bilimsel literatüre katkı sağlanmıştır. Bu çalışmada, Zonguldak Havzası'nda tozla mücadele çalışmalarının yoğunlaşması gereken işyerlerinin sağlıklı bir biçimde saptanması için geçerli araç ve yöntemler ortaya konmuştur. Bu bilgilere dayalı olarak pnömokonyozla mücadelede yapılacak iyileştirmeler; işçi sağlığına katkı yanında, gerek TTK'nın ve gerekse diğer kurumların pnömokonyoz nedeniyle ödemek durumunda oldukları tazminatlarda da azalmalar sağlayarak, ekonomik katkı da yaratacaktır.

Anahtar Sözcükler: Kömür, solunabilir toz, toz yoğunluğu, pnömokonyoz, kül, kuvars, kızılötesi spektroskopi, X-ışını kırınımı, X-ışını floresans.

Bilim Kodu: 607.01.04

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

SYSTEMATIC MEASUREMENT and STATISTICAL EVALUATION OF ASH and QUARTZ AMOUNTS IN RESPIRABLE DUST IN THE MINES OF TURKISH HARDCOAL ENTERPRISE

Ilknur EROL

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mining Engineering**

Thesis Advisor: Prof. Vedat DIDARI

February 2012, 185 pages

In this study, the mineralogical composition of respirable dust on coal workers' pneumoconiosis, especially the effect of quartz content was investigated. Respirable dust concentrations were systematically measured in collieries, and the quartz in ash which was obtained after the filters were burned, was determined by FTIR method. The results of the analysis were evaluated according to the regulations from Mines and Quarries Administration and Tunnel Construction. According to those regulations; dust limit value in these collieries is defined by the term "Threshold Limit Value (TLV)" and is governed as "workers are not allowed to work in production, in places where the dust concentration is higher than the TLV". If the crystalline silica content is less than 5 %, TLV is considered to be 5 mg/m³. In the scope of regulations, at workplaces the TLV is suggested as 0,25 mg/m³ in respirable dust containing SiO₂, which will not cause to any problem in long term and ordinary working conditions in terms of health. According to the results of the measurements performed in this study:

ABSTRACT (continued)

- In the Üzülmöz Colliery, -155/168 Acun ($4,35 \text{ mg/m}^3$) and -114/-138 Kurul ($3,12 \text{ mg/m}^3$) faces have the highest dust concentration. The quartz amounts of those faces (7,08 % to 7,34 %) are close to each other and are higher than the critical value (5 %).
- Although dust concentrations ($5,35\text{-}14,47 \text{ mg/m}^3$) of Kilimli District in the Karadon Colliery are high, the quartz amounts (1,42 % to 4,19 %) does not exceed the critical value.
- Dust concentrations ($3,82\text{-}5,70 \text{ mg/m}^3$) in Amasra Colliery are high and the quartz amount are at (4,53 % to 9,36 %) above the critical value except Kalın seam.
- For Armutçuk Colliery, dust concentrations ($4,31\text{-}8,41 \text{ mg/m}^3$) are generally high and the amount of quartz is (5,90 % to 8,41 %) above the critical value.
- In the Kozlu Colliery, dust concentration ($5,35\text{-}5,48 \text{ mg/m}^3$) are high while the amount of quartz is (0,72 % to 3,48 %) below the critical value.
- Amasra and Armutçuk are the two collieries that have the highest dust concentration and quartz percentage in the Turkish Hardcoal Enterprises.

Results of the dust measurement were interpreted according to the TLV which is accepted in the Turkey, Britain and United States of America.

The average amount of dust, dust concentration, the amount of ash, quartz and quartz concentration values which were obtained at the end of the dust sampling in face workplaces show differences in the collieries. In order to determine whether these differences are statistically significant (95 % significance level) or not, variance analysis has been performed. The significant differences between the collieries in terms of amount of dust, dust concentration, ash content, the amount of quartz and quartz concentrations were determined by Tukey Test. Besides, variance analysis, based on both seam and districts, has been performed in order to investigate whether the differences between the amount of dust, dust

ABSTRACT (continued)

concentration, ash content, the amount of quartz and quartz concentration in faces are statistically significant (95 % significance level) or not. In order to reveal the statistical significance in the differences between the dust amount, dust concentration, ash content, the amount of quartz and quartz concentration according to collieries and the seams, Tukey Test was performed. To determine the relationship between the differences in the results of the variance analysis and enterprise parameters (seam thickness, seam slope, the amount of production etc.) regression analysis was performed.

Samples were collected from coal seams and intermediate layers in order to determine the source of quartz mixed in ambient air of workplace. Chemical analyses of those samples were carried out by XRF method. On the basis of results obtained from XRF method, Bandopadhyay (2010) proposed an empirical formula to determine the quartz content of the India coal seams. A similar study was performed for the TTK coals; however, since the ratio of (TS) % / (Al₂O₃) % change sharply, a reasonable result could not be obtained. In the mineralogical analysis of the samples, the presence of different clay minerals attracted attention and concluded that it may cause variability in the (TS) % / (Al₂O₃) % ratio.

Mineralogical properties of the samples collected from the seam and intermediate layers were determined by XRD method. Quartz and available other clay minerals percentages in the seams and intermediate layers were calculated by SIROQUANT program after the evaluation of the outputs obtained from XRD analyses. In addition, the quartz contents of seams and intermediate layers were calculated by FTIR method. The results obtained according to both methods were compared.

In this study, risk of face workplaces dust, ash and quartz content parameters (obtained by applying the universal dust measurement and analysis techniques) are defined in a healthy manner and very useful knowledge about measurements, analysis and evaluations in dusty environments is being presented for the responsible technical staff and physicians who are fighting to keep diseases under control.

Even in Turkish Hardcoal Enterprises (TTK), where routine measurements taken into account regularly, analyses upon evaluation and determination about the quartz content of dust,

ABSTRACT (continued)

detection of the petrographic and mineralogical components still are not being carried out; thus implementation of systematic dust analysis can be a very important step forward with the help of this study. Struggle with pneumoconiosis which is still an extremely serious problem nowadays systematic monitoring of the measurements of dusty environments and with the help of the modern technology, the reduction of uncertainties of related subject by making detailed analysis, have a significant importance in the efficiency of worker's health and safety studies.

The most important parameters influencing the development of pneumoconiosis disease are dust, ash and quartz content. The value of the influence on these parameters was demonstrated in Zonguldak Basin for the first time in a comprehensive and reliable analysis, contributed to scientific literature. In this study, valid tools and methods were revealed for detection of the workplaces where are essentially necessary to struggle with dust in a healthy way in the Zonguldak Basin. Based on this information, the improvements in the fight against pneumoconiosis, while contributing to worker's health, providing the reduction in compensation payments made by both TTK and other institutions due to pneumoconiosis, will also create economic contribution.

Keywords: Coal, respirable dust, dust concentration, pneumoconiosis, ash, quartz, infrared spectroscopy, x-ray diffraction, x-ray fluorescence.

Science Code : 607.01.04

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli katkılarından dolayı aşağıdaki kişi ve kuruluşlara sonsuz teşekkür borçludur.

Tez konusunun belirlenmesi, kapsamının ayrıntılandırılması, sonuçların yorumlanmasında çok değerli katkı ve yönlendirmeleri için tez yöneticisi Prof. Dr. Vedat DİDARİ'ye (ZKÜ) ve tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Gündüz ÖKTEN (İTÜ) ve Yrd. Doç. Dr. Erdoğan KAYMAKÇI'ya (ZKÜ); çalışmanın tüm aşamalarında destek ve yardımları için Yrd. Doç. Dr. Alaaddin ÇAKIR'a (ZKÜ); örneklerin XRD, XRF analizlerinin yapılmasında yardım ve görüşleri için Prof. Dr. Suphi URAL'a (ÇÜ); analizlerin yapımı sırasında emeği geçen Arş. Gör. Ayten ESER (ÇÜ), Arş. Gör. Esma KAHRAMAN (ÇÜ) ve Uzman Serdar YILMAZ'a (ZKÜ); deney sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesindeki yardım ve önemli katkıları için Yrd. Doç. Dr. Hamit AYDIN'a (ZKÜ); TTK İş Güvenliği Eğitim ve Daire Başkanlığı Ar-Ge laboratuvarlarında analiz yapma fırsatı sunan Mesut ÖZTÜRK'e (TTK), Maden Teknikeri Şeref ALTAN, Turan Cavit TUTUĞ, Lale TETİK (TTK)'e; Kimya Mühendisi Feyza SARIÇAM'a (TTK); toz örnekleyici cihazların bakım ve kalibrasyonlarını yapan Muharrem CİN (TTK) ve Bülent ÖZDEMİR'e (TTK Merkez Atölyesi); Üzülmüş Müessesesi'nde toz örneklerinin alımındaki yardımlarından dolayı Maden Mühendisi Ertunç ÇEVİKLER'e; Karadon Müessesesi'nde toz örneklerinin alımındaki yardımlarından dolayı Maden Mühendisi F. Ahmet SARIALIOĞLU, Halil KARA ve Maden Teknikeri Erdal BAYRAM'a; Amasra Müessesesi'nde toz örneklerinin alımındaki yardımlarından dolayı Maden Mühendisi İbrahim Hakkı KARAKAN ve Maden Teknikeri Ali BAYRAK'a; Armutçuk Müessesesi'nde toz örneklerinin alımındaki yardımlarından dolayı Maden Mühendisi Orhan ÇELİK ve Adıgüzel BAKIRHAN'a; Kozlu Müessesesi'nde toz örneklerinin alımındaki yardımlarından dolayı Maden Mühendisi Osman GÜLER ve Halil YILDIRIM'a; toz örnekleme yapılan işyerline ait planların çizimi konusunda yardımlarından dolayı Maden Mühendisi Tacettin TÜRKER ve çizimi yapan Şendoğan ÖZAT'a; çalışmam boyunca her türlü yardımı ve manevi desteği esirgemeyen, beni sürekli motive eden arkadaşım ve hocam Yrd. Doç. Dr. Okan SU'ya (ZKÜ); tez çalışmaları süresince

maddi destek sağlayan ZKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne; yaşamım boyunca maddi ve manevi her konuda desteklerini gördüğüm canım ailemin tüm fertlerine, yoğun çalıştığım dönemlerde gösterdiği anlayış, sağladığı huzurlu çalışma ortamı ve manevi destek için sevgili eşime.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xxv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 KÖMÜR OCAKLARINDA TOZ PROBLEMİ	7
2.1 TOZUN OLUŞUMU VE SINIFLANDIRILMASI.....	7
2.2 TOZ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	9
2.2.1 Sayma Yöntemi.....	10
2.2.2 Tartım Yöntemi.....	10
2.3 TOZÖLÇER CİHAZLAR	10
2.4 OCAKLARDA TOZLULUK DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	10
2.4.1 Eşik Sınır Değer (ESD).....	11
2.4.2 Toz Risk Derecelerine Göre İş Yerlerinin Sınıflandırılması	13
2.5 TOZUN SOLUNUMLA İLİŞKİSİ VE PNÖMOKONYOZ.....	14
2.5.1 Pnömokonyoz	14
2.5.2 Pnömokonyozun Oluşumu ve Gelişimi	15
2.5.3 Pnömokonyoza Neden Olan Etmenler.....	16
2.6 SOLUNABİLİR TOZ KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	17

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

BÖLÜM 3 TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMUNUN TANITIMI.....	23
3.1 REZERV DURUMU	24
3.2 PERSONEL YAPISI	26
3.3 MÜESSESELERİN TANITILMASI	26
3.3.1 Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi	27
3.3.2 Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi	27
3.3.3 Üzülmaz Taşkömürü İşletme Müessesesi	27
3.3.4 Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi	28
3.3.5 Amasra Taşkömürü İşletme Müessesesi	28
BÖLÜM 4 TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU MÜESSESELERİNDE SOLUNABİLİR TOZ İÇİNDE KÜL VE KUVARSIN ARAŞTIRILMASI.	29
4.1 SOLUNABİLİR TOZUN ÖRNEKLENMESİ ÇALIŞMALARI.....	29
4.1.1 Örnekleme Yapılan İşyerleri.....	30
4.1.1.1 Üzülmaz Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar.....	30
4.1.1.2 Karadon Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar	32
4.1.1.3 Amasra Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar.....	33
4.1.1.4 Armutçuk Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar	35
4.1.1.5 Kozlu Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar	37
4.1.2 Örneklerin Toz Miktarlarının ve Toz Yoğunluklarının Belirlenmesi	38
4.1.3 Örneklerin Kül Miktarlarının Belirlenmesi.....	39
4.1.4 Kuvars İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	40
4.1.4.1 FTIR Yöntemi	40
4.1.4.2 XRD Yöntemi	41
4.1.5 Solunabilir Toz Örneklerinin Analizi	41
4.1.5.1 Kalibrasyon Doğrularının Oluşturulması	41
4.1.5.2 Kuvars Miktarının Hesaplanması	45
4.1.6 Kömür Damarından Alınan Numunelerin Analizi.....	47
4.1.6.1 Kimyasal Analiz.....	47

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1.6.2 Kalitatif XRD Analizi	48
4.1.6.3 Kantitatif XRD Analizi	49
4.1.6.4 Kantitatif FTIR Analizi	49
4.2 ÖRNEKLEMELERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	49
4.2.1 Solunabilir Toz Örneklerinin Analiz Sonuçları	49
4.2.2 Kömür Damarından Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları	55
4.2.2.1 Kimyasal Analiz Sonuçları	55
4.2.2.2 Kalitatif XRD Analiz Sonuçları	58
4.2.2.3 Kantitatif XRD Analiz Sonuçları	60
4.2.2.4 Kantitatif FTIR Analiz Sonuçları	64
 BÖLÜM 5 SONUÇLARIN YORUMLANMASI VE İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	 67
5.1 ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ	67
5.2 KARADON MÜESSESESİ	73
5.3 AMASRA MÜESSESESİ	77
5.4 ARMUTÇUK MÜESSESESİ	82
5.5 KOZLU MÜESSESESİ	86
5.6 TOZ ÖLÇÜM SONUÇLARININ İZİN VERİLEN TOZLULUK ORANLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI	90
5.7 SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ	91
 BÖLÜM 6 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	101
 KAYNAKLAR	111
BİBLİYOGRAFYA	117
EK AÇIKLAMALAR A. ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN PANOLARIN PLANLARI	119
EK AÇIKLAMALAR B. KARADON MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN PANOLARIN PLANLARI	125

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

EK AÇIKLAMALAR C. AMASRA MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN PANOLARIN PLANLARI.....	129
EK AÇIKLAMALAR D. ARMUTÇUK MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN PANOLARIN PLANLARI.....	135
EK AÇIKLAMALAR E. KOZLU MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN PANOLARIN PLANLARI.....	139
EK AÇIKLAMALAR F. ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI.....	143
EK AÇIKLAMALAR G. KARADON MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI.....	155
EK AÇIKLAMALAR H. AMASRA MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI.....	159
EK AÇIKLAMALAR I. ARMUTÇUK MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI.....	167
EK AÇIKLAMALAR İ. KOZLU MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI.....	171
EK AÇIKLAMALAR J. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME DEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	175
ÖZGEÇMİŞ	185

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Zonguldak kömür havzası	25
4.1 MRE 113 A Casella gravimetrik toz örnekleyicisi	30
4.2 Membran filtreler	38
4.3 Soğurma ile yoğunluk ilişkisi.....	42
4.4 Kuvars analizinin aşamaları	43
4.5 Elde edilen kalibrasyon doğruları ve denklemleri.....	44
4.6 Kurul panosundan alınan toz numunesine ilişkin FTIR spektrumu	45
5.1 Üzülmez Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları	68
5.2 Üzülmez Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.....	68
5.3 Üzülmez Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları	70
5.4 Üzülmez Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.....	72
5.5 Üzülmez Müessesesi'nde damardan alınan ara kesme numunelerinin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar	73
5.6 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları	74
5.7 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.....	74
5.8 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları	75
5.9 Karadon Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.....	77
5.10 Amasra Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları	78

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.11 Amasra Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları	78
5.12 Amasra Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları	80
5.13 Amasra Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları	81
5.14 Amasra Müessesesi'nde damardan alınan ara kesme numunelerinin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar	82
5.15 Armutçuk Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları	83
5.16 Armutçuk Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları	83
5.17 Armutçuk Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları	84
5.18 Armutçuk Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları	86
5.19 Kozlu Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları	87
5.20 Kozlu Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları	87
5.21 Kozlu Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları	88
5.22 Kozlu Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları	90
A.1 Kurul panosunun planı	121
A.2 Piriç panosunun planı	122
A.3 Acun panosunun planı	123
A.4 Taban Acılık panosunun planı	124
B.1 Sulu panosunun planı	127
B.2 Hacımemiş panosunun planı	128
C.1 6. damar panosunun planı	131
C.2 Kalın panosunun planı	132

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
C.3 Güney Taşlı panosunun planı	133
C.4 Tavan panosunun planı.....	134
D.1 Büyük 311 no'lu panonun planı	137
D.2 Büyük 220 no'lu panonun planı	138
E.1 Acılık panosunun planı.....	141
E.2 Çay panosunun planı	142
F.1 Üzülmaz Müessesesi Kurul damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumları	145
F.2 Üzülmaz Müessesesi Kurul damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	146
F.3 Üzülmaz Müessesesi Piriç damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	147
F.4 Üzülmaz Müessesesi Piriç damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	148
F.5 Üzülmaz Müessesesi Acun damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	149
F.6 Üzülmaz Müessesesi Acun damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	150
F.7 Üzülmaz Müessesesi Taban Acılık tavan damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	151
F.8 Üzülmaz Müessesesi Taban Acılık taban damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	152
F.9 Üzülmaz Müessesesi Taban Acılık damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	153
G.1 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi Sulu damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	157
G.2 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi Hacımemiş damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	158
H.1 Amasra Müessesesi 6. kömür damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	161
H.2 Amasra Müessesesi Kalın damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	162

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
H.3 Amasra Müessesesi Güney Taşlı damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	163
H.4 Amasra Müessesesi Güney Taşlı damardan alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	164
H.5 Amasra Müessesesi Tavan damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	165
H.6 Amasra Müessesesi Tavan damardan alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu	166
I.1 Armutçuk Müessesesi Büyük damar 311 no'lu pano'dan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	169
I.2 Armutçuk Müessesesi Büyük damar 220 no'lu pano'dan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu	170
İ.1 Kozlu Müessesesi Acılık damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu ..	173
İ.2 Kozlu Müessesesi Çay damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.....	174

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Tozdan etkilenme ile silikoz gelişme oranları.....	2
2.1 Çeşitli ülkelerde kullanılmakta olan toz sınır değerleri	12
2.2 İş yerlerinin toz risk derecelerine göre sınıflandırılması.....	13
3.1 Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun rezerv durumu	24
3.2 31.12.2010 tarihi itibariyle personel yapısı	26
4.1 Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarına ait bilgiler	31
4.2 Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler	31
4.3 Sulu ve Hacımemiş panolarına ait bilgiler	33
4.4 Sulu ve Hacımemiş panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.....	33
4.5 6.Damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan panolarına ait bilgiler	34
4.6 6. Damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler	34
4.7 Büyük panosuna ait bilgiler.....	36
4.8 Büyük panosunda kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler	36
4.9 Acılık ve Çay panolarına ait bilgiler	37
4.10 Acılık ve Çay panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.....	37
4.11 Saf kuvars içeren tabletlerin FTIR spektrumlarından elde edilen değerler.....	43
4.12 Üzülmüş Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.....	50
4.13 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları	51
4.14 Amasra Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.....	52
4.15 Armutçuk Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.....	53
4.16 Kozlu Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları	54
4.17 Üzülmüş Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları	56

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.18 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları	56
4.19 Amasra Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları	57
4.20 Armutçuk Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları	57
4.21 Kozlu Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları	58
4.22 Üzülmöz Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.....	61
4.23 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.....	62
4.24 Amasra Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.....	63
4.25 Armutçuk Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.....	63
4.26 Kozlu Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.....	64
4.27 Üzülmöz Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.....	64
4.28 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.....	65
4.29 Amasra Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.....	65
4.30 Armutçuk Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.....	65
4.31 Kozlu Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.....	66
5.1 Üzülmöz Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler ..	69
5.2 Üzülmöz Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi	70

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
5.3 Üzülmaz Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar	71
5.4 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler	75
5.5 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi	76
5.6 Karadon Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar	76
5.7 Amasra Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler	79
5.8 Amasra Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi	80
5.9 Amasra Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar	81
5.10 Armutçuk Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler	84
5.11 Armutçuk Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi	85
5.12 Armutçuk Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar	85
5.13 Kozlu Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.....	88
5.14 Kozlu Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi	89
5.15 Kozlu Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar	89
5.16 Toz örnekleme sonuçlarının toz sınır değerleri ile kıyaslanması	91
5.17 Çeşitli parametrelere göre müesseseler arası varyans analizi	93
5.18 Müesseseler arası tukey testi özet sonuçları	94
5.19 Değişkenler arasındaki doğrusal ilişki katsayıları	95
5.20 İstatistiksel modellemede kullanılan değişkenler ve sembolleri	96
5.21 1 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları	97
5.22 2 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları	98
5.23 3 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları	98
5.24 4 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları	99
6.1 Müesseselerin genel durumu	103
J.1 Çeşitli parametrelere göre müesseseler arası ve damarlar arası varyans analizi	177
J.2 Müessese ve damarlar arası tukey testi özet sonuçları	180

EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
A Üzülmez Müessesesi'nde Solunabilir Toz Örneklemesi Yapılan Panoların Planları .	119
B Karadon Müessesesi'nde Solunabilir Toz Örneklemesi Yapılan Panoların Planları ..	125
C Amasra Müessesesi'nde Solunabilir Toz Örneklemesi Yapılan Panoların Planları ...	129
D Armutçuk Müessesesi'nde Solunabilir Toz Örneklemesi Yapılan Panoların Planları.	135
E Kozlu Müessesesi'nde Solunabilir Toz Örneklemesi Yapılan Panoların Planları	139
F Üzülmez Müessesesi Kalitatif XRD Analiz Sonuçları.....	143
G Karadon Müessesesi Kalitatif XRD Analiz Sonuçları	155
H Amasra Müessesesi Kalitatif XRD Analiz Sonuçları	159
I Armutçuk Müessesesi Kalitatif XRD Analiz Sonuçları	167
İ Kozlu Müessesesi Kalitatif XRD Analiz Sonuçları	171
J İstatistiksel Değerlendirmeden Elde Edilen Sonuçlar	175

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

A	:	Soğurma
AB	:	Ayak Boyu
Al ₂ O ₃	:	Alüminyum Oksit (%)
CGHM:		Cihazdan Geçen Hava Miktarı
DE	:	Damar Eğimi
DK	:	Damar Kalınlığı
DKUM:		Damarın Kuvars Miktarı (%)
DKAM:		Damarın Kaolin Miktarı (%)
HM	:	Hava Miktarı
HH	:	Hava Hızı
K	:	Kül (%)
KİKM :		Kül İçinde Kuvars Miktarı (mg)
KİKY :		Kül İçinde Kuvars Yüzdesi (%)
KM	:	Kül Miktarı (mg)
KU	:	Kuvars Miktarı (mg)
KUM :		Kuvars Miktarı (%)
KUY :		Kuvars Yoğunluğu (mg/m ³)
ÖS	:	Örnekleme Süresi
SiO ₂	:	Kuvars
T	:	Geçirgenlik
TİKY :		Toz İçinde Kuvars Yüzdesi (%)
TM	:	Toz Miktarı (mg)
TS	:	Toplam Silis (%)
TTM :		Toplam Toz Miktarı (mg)
TY	:	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)
ÜM	:	Üretim Miktarı
μ	:	Mikron

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

λ : Dalga boyu

KISALTMALAR

ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
ACGIH:		American Conference of Governmental Industrial Hygienists (Amerikan Hükümeti Endüstri Hijyenistleri Konferansı)
BAI	:	Bioavailable Iron
BTE	:	Birikimli Toz Etkilenmesi
EKİ	:	Ereğli Kömür İşletmesi
ESD	:	Eşik Sınır Değer
FTIR	:	Fourier Transform Infrared Spectroscopy (Fourier Dönüşümlü Kızıl Ötesi Spektroskopi)
IR	:	Infrared (Kızıl Ötesi)
İSGÜM :		İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi
KBr	:	Potasyum Bromür
KİP	:	Kömür İşçisi Pnömonyozu
MAC	:	Maximal Aanvaarde Concentratie (İzin Verilen Maksimum Toz Konsantrasyonu)
MAK	:	Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (İşyeri Maksimum Toz Konsantrasyonu)
NIOSH:		National Institute for Occupational Safety and Health (Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü)
OAL	:	Orta Anadolu Linyitleri
OSHA :		Occupational Safety and Health Administration (İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi)
PEL	:	Permissible Exposure Limit (İzin Verilen Etkilenme Sınır Değeri)
REL	:	Recommended Exposure Limit (Tavsiye Edilen Etkilenme Sınır Değeri)
TİM	:	Taşkömürü İşletme Müessesesi
TKİ	:	Türkiye Kömür İşletmeleri
TLV	:	Threshold Limit Value (Eşik Sınır Değer)
TTK	:	Türkiye Taşkömürü Kurumu

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

VLE	:	Valeur Limite d'Exposition (Etkilenme Sınır Değeri)
VME	:	Valuer Moyenne d'Exposition (Etkilenme Ortalama Değeri)
XRD	:	X-Ray Diffraction (X-Işınları Kırınımı)
XRF	:	X-Ray Fluorescence (X-Işınları Floresans)
WEL	:	Workplace Exposure Limits (İşyeri Etkilenme Değerleri)
ZKÜ	:	Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Madencilik sektörü ülkemizin kalkınması açısından büyük bir önem taşımaktadır. İçerdiği riskler nedeni ile dünyanın en ağır ve tehlikeli iş kollarından birisidir. Tecrübe, bilgi ve sürekli denetim gerektirmektedir.

Madenlerde yangınlar, göçükler, patlamalar ve daha birçok tehlike bir arada görülmekte, felaketlerle sonuçlanmakta ve onlarca insanın ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca çalışan çok sayıda insan ortam koşulları nedeniyle sağlık yönünden çeşitli problemler yaşamaktadırlar. Toz sorunu bunların başında gelmektedir. Kömür ocaklarında üretim çalışmaları sırasında oluşan tozlar çalışanlar tarafından solunmakta ve meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Gerekli ergonomik koşulların sağlanamaması hastalıkların oluşumunda başlıca etkindir.

Havadaki tozlardan kaynaklanan akciğer hastalıkları, 17. yüzyılda saptanan ilk meslek hastalıkları grubudur. Akciğerlerde biriken tozların oluşturduğu meslek hastalıklarına “pnömokonyoz” denilmektedir. Pnömokonyoz, pneumon (akciğer) ve konis (toz) kelimelerinden türetilmiştir.

Pnömokonyoz, hastalığa neden olan tozun cinsine göre adlandırılmaktadır. Alfa kuvars, beta kuvars, tridimit ve kristobalit minerallerinin tozlarından uzun süre etkilenen işçilerde silikoz, kömür tozlarının solunması ile antrakoz, demir tozlarının solunması ile sideroz ve asbest tozlarının solunmasıyla asbestoz adı verilen rahatsızlıklar oluşabilmektedir (Ataman 1973). Kömür ocaklarında havada askıda bulunan ve genellikle düşük oranlarda kuvars içeren karışık tozların solunması ile kömür işçileri pnömokonyozu (antrakosilikoz) oluşabilmektedir (Didari 1983). Pnömokonyoz hastalıkları içerisinde insan sağlığı açısından en tehlikeli olanı silikozdur. Punus, Hippokrates, Celcus ve diğer bilginlerin yazılarından, bu hastalığa eski çağlardan beri rastlanıldığı anlaşılmaktadır (Stoces et al. 1970, Saltoğlu’dan 1970). Silikosis kelimesi ilk olarak 1871 yılında Visconti tarafından kullanılmış, 1883 yılında Arnold hastalığın patolojik anatomisi üzerinde ilk araştırmayı yapmıştır.

Pnömokonyoz hastalığını tedavi edecek bir yöntem yoktur. Hastalıkla mücadele, işyeri çalışma koşullarının iyileştirilmesi, pnömokonyoz şüphelilerinin ortamdan uzaklaştırılması ve işyerlerinde müsaade edilen toz sınır değerlerinin aşılmamasına özen gösterilmesi suretiyle yapılmaktadır.

Hastalığın oluşumunda, ortamdaki toz yoğunluğu, tozun boyutları (insan sağlığı için önemli olan tozlar 0,5-5 μ arasındaki büyüklüktedir) ve kişiye ait bazı özellikler (genetik yatkınlık, yaş, sigara kullanımı ve diğer solunum sistemi rahatsızlıkları) önem taşımaktadır. Yapılan araştırmada, çapı 1 μ 'dan az olan kuvars tozlarının en zararlı tozlar olduğu saptanmıştır (Gupta et al. 2006; Güyagüler'den 2009). Tozdan etkilenme süresi de önemlidir. Hastalık çoğunlukla 10 yıl ve daha uzun süre tozlu ortamlarda çalışan kişilerde görülür. Hastalığın meydana gelmesi için en kısa süre ise 3 yıl olarak belirlenmiştir (Vidinli 2006). Değişik miktarlarda kuvars tozunun 15 yıl ve her gün 8 saat solunması sonrası silikoz hastalığının gelişme oranları Çizelge 1.1'de verilmiştir (Health and Safety Executive Report 2002).

Çizelge 1.1 Tozdan etkilenme ile silikoz gelişme oranları (Health and Safety Executive Report 2002).

Toz Miktarı (mg/m ³)	Silikoz Gelişmesi (%)
0,02	0,25
0,04	0,50
0,10	2,50
0,30	20

Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH)'nün yaptığı diğer bir araştırmada 0,025 mg/m³ kuvars yoğunluğundan etkilenen işçiler arasında da silikoz bulguları görülebileceği belirtilmiştir (Steenland 1995, Güyagüler'den 2009).

Hastalığın oluşumunda önemli olan diğer etmen de tozun bileşimidir. Kömür damarının taban ve tavanını oluşturan yan taşlar ile damar içinde yer alan ara kesmeler bol miktarda kuvars içeren kayalardan oluşmaktadır. Bu kayaların parçalanmasıyla oluşan ve ortama yayılan tozlar işçiler tarafından solunmaktadır. Silis mineralleri (kuvars, kristobalit, tridimit) ile silikatlar (talk, kaolen, asbest vb.) ciddi pnömokonyoz hastalıklarının başlıca etkenidir. Akciğerinde 10-30 gr toz birikmiş olan bir işçinin hiçbir şikayeti olmayabileceği gibi, 3 gr kuvars tozu birikmesi ciddi sonuçlar doğurabilmektedir (İlcak 1988). Kural olarak toz

tanecikleri kuvars bakımından ne kadar zengin ise hastalık yaratma tehlikesi o denli fazla olarak kabul edilir (Saltoğlu 1975).

Konu üzerinde yapılmış birçok araştırmaya rağmen, kömür işçileri pnömokonyozunun gelişiminde kuvarsın rolü hala tartışma konusudur. Görüşlerin birbirinden farklı olmasının nedeni, pnömokonyoza neden olan etmenlerin birbirinden ayırt edilememesidir. Kişisel yatkınlık bir yana bırakılırsa; ortalama toz yoğunluğu, parçacık boyutu ve kuvarsın dışındaki diğer minerallerin davranışı ile geçirilmiş ya da bağışıklık kazanılmış bulaşıcı hastalıklar gibi birçok etmenin olayda rolü vardır. Bu etmenlerin her biri kuvarsın oynadığı rolü maskelemekte ve onun özgün davranışının anlaşılmasını zorlaştırmaktadır (Yaprak 1988a).

Uzun süre tozlu ortamda çalışma sonucu oluşan pnömokonyoz, gerek sağlık açısından ve gerekse mali açıdan verdiği zararlar nedeniyle üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Hastalık olayını azaltmak için tozdan oldukça arınmış çalışma ortamının oluşturulması zorunludur. Başka bir deyişle toz yoğunluğu izin verilen sınırı aşmamalıdır. Ocaklarda tozluluğun kontrolü ve çalışan işçilerin yakından gözlenmesi pnömokonyoz ile savaşta en etkili yöntem olmaktadır (Güyağüler ve Mchaina 1986). Ocak havasındaki toz içeriğinin kontrolünde uygulanan belli başlı yöntemler; tozun oluşumunu engellemek ve oluşan tozun ocak havasına karışmasını önlemek yönündedir (ILO 1965, Güyağüler'den 1986).

İşçilerin hastalığa karşı kontrolü, Birikimli Toz Etkilenmesi (BTE) değerlerinin yakından gözlenmesi ile yapılabilir. BTE, işçilerin değişik iş yerlerinde çalıştıkları süre ve o işyerinin ortalama toz yoğunluğundan yararlanılarak hesaplanır (Güyağüler ve Mchaina 1986).

Çeşitli ülkelerde toz standartlarının belirlenmesinden önce geniş çapta araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalarda pnömokonyoz hastalığının oluşumunun açıklığa kavuşturulmasına ve hastalığa neden olan toz seviyesinin belirlenmesine öncelik tanınmıştır. Ayrıca toz tanelerinin boyut dağılımına ve tozun petrografik içeriğine de önem verilmiştir. Zira, bazı maden ocaklarında çalışan madencilerin toz yoğunluğu yüksek olan ortamlarda bulunmalarına karşın tozdan çok az etkilendikleri gözlenmiştir. Bu, araştırmacıları hastalığa duyarlılığın sadece tozluluk seviyesine göre değil, fakat aynı zamanda onun fiziksel, kimyasal ve petrografik içeriğine de bağlı olduğu görüşüne götürmüştür (Güyağüler ve Mchaina 1986).

Tıbbi belirtiler hastalığın ilerleme derecesi ile ciğerlerde biriken tozun miktar ve içeriği arasında yakın bir ilişkinin bulunduğunu göstermiştir (Casswell et al. 1971, Davis et al. 1977, Dobrev et al. 1977, Moore and Bise 1984, Güyagüler'den 1986). Bu esastan hareketle belli başlı kömür üreten ülkeler 1960'lı yıllarda maden ocaklarında hastalığı kontrol altında tutmak amacı ile toz standartlarını belirlemişlerdir (Marcus et al. 1971, Ogden et al. 1978, Sinha et al. 1985, Güyagüler'den 1986).

Solunulan tozlu havanın toz yoğunluğunu ölçmek için ağırlık esasına dayalı "gravimetrik" toz ölçerler geliştirilmiştir. İngiltere ve Amerika'da geliştirilen toz ölçerlerle sadece akciğerde toplanabilecek nitelikte olan tozların tutulması sağlanmıştır. Bugün kömür üreten ülkelerin çoğu ağırlık esasına dayalı toz standardını (mg/m^3) kabul etmişlerdir (İngiltere, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, Zimbabwe gibi). Bu durumda toz standardı, tozun kuvars içeriğine bağlı olarak belirlenmektedir (Güyagüler ve Mchaina 1986).

Diğer taraftan bazı ülkeler tanecik sayısına (tane/cm^3) (Polonya), bazıları tane/cm^3 değerinden hesap edilen logaritmik bir indekse (Fransa), bazıları ise tozlu atmosferin ışığı kırma değeri ve tozun kül içeriğine bağlı olarak (Federal Almanya) toz standartlarını belirlemişlerdir (Güyagüler ve Durucan 1984).

Ülkemizde Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik 14.09.1990 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğe göre; işletmelerdeki toz sınır değeri, "Eşik Sınır Değer (ESD)" terimi ile tanımlanmaktadır.

Solunabilir toz içindeki kuvars içeriklerinin belirlenmesinde X-ışınları kırınımı (XRD) ve Kızılötesi Spektroskopi (IR) kullanılabilir en iyi yöntemlerdendir (Freedman 1972, Larsen et al. 1972).

Ülkemizde işyeri ortam havasındaki kuvars analizi sadece TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğüne bağlı İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğünün (İSGÜM) Ankara'daki laboratuvarında Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopi (FTIR) tekniği ile yapılmaktadır.

Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında 1978 yılından beri düzenli olarak solunabilir toz örnekleme yapılmaktadır. Kurumda, 1974 yılında tozla mücadele merkezi oluşturulmuş,

1977 yılında MRE tipi cihazlarla toz örnekleme si çalışmalarına başlanmıştır. Bu alışma kapsamında TTK İş Güvenliği Eğitim Daire Başkanlığı Ar-Ge biriminde oluşturulan toz laboratuvarında yeraltı işyeri ortam havasında askıda kalan tozların içindeki kuvarsın analizi FTIR tekniğine göre yapılmaya başlanmış olup, analizler en kısa süre içerisinde rutin hale gelecektir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye Taşkömürü Kurumu'na bağlı müesseselerin toz açısından riskli olduğu bilinen üretim işyerlerinden alınacak numuneler yardımıyla, çalışanların etkilendikleri ortamların toz yoğunluklarının ölçülmesi, tozların mineralojik ve kimyasal bileşenleri ile kl ve kuvars miktarlarının belirlenmesi, toz koşullarının ayak, damar, işletme ve müesseseler bazında değerlendirilmesidir.

BÖLÜM 2

KÖMÜR OCAKLARINDA TOZ PROBLEMİ

Maddelerin parçalanmaları, kırılmaları ve ezilmeleri sırasında o cismin özelliklerini taşıyan küçük parçacıklar oluşmaktadır. Bu parçacıklar toz diye adlandırılmakta; işyerlerinde oluşup, işyeri havasında yer alarak işçi sağlığı konusunda önemli olan pnömokonyoz hastalığını meydana getirmektedirler (Karaçelebi 1980).

Kömür ocaklarında havada askıda bulunan tozların insan sağlığına zararlılığını en iyi biçimde ortaya koyan parametrenin tozun “solunabilir” kısmının (5μ ’dan küçük taneciklerin) ağırlığı olduğu 1950’lerden bu yana bilinen bir gerçektir (Didari 1983).

Tozlar insan sağlığını tehdit etmekte ve buna bağlı olarak da çalışma koşullarının zorlaşmasına ve verimin düşmesine neden olmaktadır.

2.1 TOZUN OLUŞUMU VE SINIFLANDIRILMASI

Tozun bir kısmı, cevher ve yan kayaçların mekanik işlemler sonucunda küçük parçacıklar haline dönüşmesiyle, bir kısmı ise ocakların havalandırılması sırasında tozun ocak içerisine taşınmasıyla oluşmaktadır.

Birincil ve ikincil olmak üzere iki çeşit toz kaynağı vardır. Birincil toz kaynağı, taşın ve mineralin parçalanmasıyla, ikincil toz kaynağı ise çöken tozun tekrar girdaplaşmasıyla oluşmaktadır (Yalçın ve Gürgen 1999).

İşçi sağlığını tehdit eden tozlar, biyolojik etkileri açısından 6 ana grup altında toplanır.

a) Fibrojenik Tozlar (Solunum Sistemine Zararlı Olanlar)

Solunum sistemine zarar vererek pnömokonyoza neden olabilen tozlar "fibrojenik tozlar" olarak adlandırılmaktadır. Bunlar, silis (kuvars, kristobalit, tridimit), silikatlar (asbest, talk, mika) ve kömür (antrasit, bitümlü kömür) tozlarıdır. Çalışanların hastalanmasında bu tozların ortamdaki konsantrasyonları, etkilenme süresi ve vücut direnci gibi faktörler etkilidir.

b) Toksik Tozlar

Çeşitli organlar üzerinde (sinir sistemi, karaciğer, böbrekler, mide ve bağırsaklar, solunum organları, kan yapıcı organlar vb.) kronik veya akut zehirli etki yapan tozlar "toksik tozlar" olarak tanımlanmaktadır.

Tozu oluşturan bileşenlerin biri veya birkaçı toksik bir madde ise, bu maddeler maddenin cinsine, tozdaki yüzdesine, havadaki tozun yoğunluğuna, solunan tozun miktarına göre zehirlenmelere neden olabilmektedir. Kurşun, kadmiyum, mangan gibi ağır metal tozları bu grubun en belirgin örnekleridir. Kadmiyum böbreklerde, mangan merkezi sinir sisteminde toksik etkiye sahiptir. Kurşun tozları ise sinir sistemi, boşaltım sistemi ve sindirim sistemi gibi pek çok sistem üzerinde toksik etkiler göstermektedir (Bilir ve Yıldız 2004).

c) Kanserojen Tozlar

Çeşitli iç ve dış faktörlere bağlı olarak insanlarda kansere yol açabilen tozlardır. Beslenme, yaşam koşulları, çevre kirliliği, mesleki etkiler gibi faktörlerin kanser oluşumunda rolü olduğu düşünülmektedir.

Kanserojen olduğu bilinen tozlar şunlardır: asbest, arsenik ve bileşikleri, berilyum, kromatlar (kalsiyum, potasyum, sodyum), nikel ve bileşiklerinin tozları.

d) Radyoaktif Tozlar

Hava içinde toz halinde bulunan radyoaktif maddelerin yaymış oldukları iyonize ışınlar, insan organizmasının hücre ve dokularında hasar yapmakta, tümör oluşumuna ve genetik

bozukluklara neden olmaktadır. Çok sayıda olmamakla birlikte, en önemlileri uranyum, toryum, seryum, zirkonyum bileşikleri, trityum ve radyum tozlarıdır.

e) Alerji Yapan Tozlar

Duyarlı kişilerde astım ve cilt iltihabı gibi çeşitli alerjik reaksiyonlara yol açabilen tozlardır. Nemli ve sıcak nitelikteki ambar, ahır gibi yerlerde uzun süre bekleyen hayvan yemi, saman, ot, tahıl, küspe gibi küflü tozların solunması ile alerjik solunum sistemi hastalıkları ortaya çıkabilir. Pamuk, keten, kenevirle çalışanlarda, dokuma fabrikası işçilerinde görülen bisinoz, fırıncılarda un nedeniyle görülen astım alerjik tepkilerdir. Kereste tozları da bu grupta yer almaktadır (Bilir ve Yıldız 2004).

f) Nötr Tozlar

Vücutta birikebilen fakat fibrojenik ve toksik etkileri olmayan tozlardır. Bunlar, demiroksit, titandioksit, magnezyumoksit tozlarıdır. Solunan ve çöken partiküller ya nefes alma işlemiyle ve solunum sisteminin kendi kendini temizlemesi yoluyla vücuttan atılırlar veya en kötü durumda, akciğerde büyük patolojik etkiler yapmadan daimi bir birikim meydana getirirler. Kireç taşı, mermer, alçı taşı tozları ve tütün tozu bu gruba örnektir (Bilir ve Yıldız 2004).

2.2 TOZ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Toz ölçme teknolojisindeki amaç, iri toz taneciklerinin toz örnekleme işlemi sırasında ayrılmasını ve sadece solunabilir (ince) toz taneciklerinin yoğunluğunun saptanmasını sağlayacak toz örnekleyicilerin geliştirilmesidir.

İnsan sağlığına zararlı olan tozun havadaki konsantrasyonunun bilinmesi ve hava akımı içerisinde alınması gerekir. Havadan örnek alındıktan sonra toz tane büyüklüğünün, konsantrasyonunun ve bileşiminin laboratuarda sağlıklı bir şekilde tayin edilmesi gerekir. Toz ölçümünde kullanılan cihazlar iki farklı prensibe göre çalışmaktadırlar:

2.2.1 Sayma Yöntemi

Zararlı tozların ölçümünde, daha önceleri havadaki taneciklerin sayılması (tane/cm³) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem belirli bir hava miktarında olan toz taneciklerinin cam bir levha üzerine yapışıp sayılması ve sadece ince toz taneciklerinin ($T < 5\mu$) dikkate alınması esasına dayanmaktadır. 1 m³ havadaki toz taneciği sayısı milyonun üzerine çıkacağından 1 cm³ havadaki toz tanecikleri sayılmaktadır. Toz konsantrasyonunu, ön ayırma olmaksızın askı durumundaki tozda tespit etmek mümkündür (Saltoğlu 1970).

2.2.2 Tartım Yöntemi

Günümüzde toz ölçümünde havadaki taneciklerin ağırlığının saptanması (gravimetrik) yöntemi uygulanmaktadır (mg/m³). Gravimetrik yöntemeye dayalı cihazlar tüm vardiya süresince ölçüm yapmaktadırlar.

2.3 TOZ ÖLÇER CİHAZLAR

İşyeri ortamlarının sistemli bir şekilde denetimi için, tozun solunabilir kısmını seçerek toplayabilecek çeşitli toz örnekleyici cihazlar geliştirilmiştir. Solunabilir toz ölçümünde kullanılan cihazlar; konimetre, tındalometre, kişisel toz ölçer, ısısal toz çökelticisi, MRE 113A, MPG ve TBF50 gravimetrik toz örnekleme cihazlarıdır. Günümüzde en çok kullanılanlar ise kişisel toz örnekleyiciler ve MRE 113A'dır.

2.4 OCAKLARDA TOZLULUK DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yeraltı madenlerinde toz seviyeleri madene ve madenin lokasyonuna göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir (Tomb et al. 1995, IARC 1997, Mamuya et al.'dan 2005).

Bir çok ülke tarafından solunabilir toz içindeki kuvarsın solunmasıyla oluşan tehlike fark edilmiş ve tozun içindeki kuvarsa bağlı toz konsantrasyonu standartları kabul edilmiştir (Ojima 2003).

2.4.1 Eşik Sınır Değer (ESD)

Eşik Sınır Değer; en az 8 saat ve olağan çalışma koşullarında, sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmeyen günlük aşılmaması gereken değerdir. Bu kavram için farklı ifadeler kullanılmaktadır. Örneğin;

- İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (Occupational Safety and Health Administration-OSHA) tarafından Permissible Exposure Limit (PEL),
- Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH) tarafından Recommended Exposure Limit (REL),
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) tarafından Threshold Limit Value (TLV),
- Fransa'da Valuer Moyenne d'Exposition (VME) ve Valeur Limite d'Exposition (VLE),
- Almanya'da Maximale Arbeitsplatz-Konzentration (MAK),
- Hollanda'da Maximal Aanvaarde Concentratie (MAC),
- İngiltere'de Sağlık ve Güvenlik Komisyonu (Healty and Safety Commission) onaylanan İşyeri Etkilenme Sınır Değerleri (Workplace Exposure Limits-WEL)
- Türkiye'de de Eşik Sınır Değer (ESD) ifadeleri kullanılmaktadır (Ural 2007b).

Her ülke kendi koşullarını dikkate alarak toz sınır değerleri geliştirmekte ve bu sınır değerleri uygulamaya koyarken gerekli yasal düzenlemeleri de yapmaktadır. Danimarka, Finlandiya, Norveç, Portekiz, İsveç, Yunanistan, İspanya ve Fransa'da toz sınır değeri kuvars, tridimit ve kristobalit için ayrı ayrı belirlenmiştir (Çizelge 2.1). Toz sınır değeri, Yunanistan, Danimarka, Norveç, Portekiz, İsveç ve Fransa'da kuvars için $0,1 \text{ mg/m}^3$, tridimit ve kristobalit için $0,05 \text{ mg/m}^3$ olarak belirlenmiştir. Avusturya, Belçika, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, İsviçre, İngiltere, Avustralya, ABD, ve Türkiye'de ise SiO_2 olarak kuvars, tridimit ve kristobalit minerallerinin solunabilir tozlardaki toplamı dikkate alınmaktadır. İngiltere'de WEL $0,1 \text{ mg/m}^3$, İrlanda ve İtalya'da $0,05 \text{ mg/m}^3$, Lüksemburg, Avusturya ve İsviçre'de $0,15 \text{ mg/m}^3$, Hollanda'da $0,075 \text{ mg/m}^3$ ve Avustralya'da $0,1 \text{ mg/m}^3$ 'dür. NIOSH ise solunabilir tozlardaki SiO_2 miktarı için (kişisel toz ölçümlerinde) REL değerini $0,05 \text{ mg/m}^3$ olarak önermektedir. Kuruluş, önerdikleri REL konsantrasyonunun pnömokonyoz riskini tam olarak önleyemediğini, ancak halen toz örnekleme ve SiO_2 miktarını belirlemek üzere kullanılmakta

olan yöntemlerin de, REL'in 0,05 mg/m³ değerinden aşağıya çekilmesine olanak vermediğini belirtmektedir (Kathleen 2002).

Çizelge 2.1 Çeşitli ülkelerde kullanılmakta olan toz sınır değerleri (Kathleen 2002).

Ülke	Toz Sınır Değerleri (mg/m ³)		
	Kuvars	Tridimit	Kristobalit
Avusturya	0,150	0,150	0,150
Belçika	0,100	0,100	0,100
Danimarka	0,100	0,050	0,050
Finlandiya	0,200	0,100	0,100
Fransa	0,100	0,050	0,050
Yunanistan	0,100	0,050	0,050
İrlanda	0,050	0,050	0,050
İtalya	0,050	0,050	0,050
Lüksemburg	0,150	0,150	0,150
Hollanda	0,075	0,075	0,075
Norveç	0,100	0,050	0,050
Portekiz	0,100	0,050	0,050
İspanya	0,100	0,050	0,050
İsveç	0,100	0,050	0,050
İsviçre	0,150	0,150	0,150
İngiltere	0,100	0,100	0,100
Avustralya	0,100	0,100	0,100
A.B.D	0,100	0,100	0,100
Türkiye	0,250	0,250	0,250

Ülkemizde ise Maden ve Taşocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik'e göre; tüm işyerlerinde ipliksi toz dışında ortam havasındaki SiO₂ içeriği % 5'den fazla olan solunabilir tozların ESD'leri Eşitlik 2.1 yardımıyla bulunmaktadır:

$$ESD = \frac{25}{\% \text{ SiO}_2} (\text{mg/m}^3) \quad (2.1)$$

SiO₂ içeriği % 5'ten az olduğu takdirde ESD 5 mg/m³ olarak kabul edilmektedir. Solunabilir toz içindeki SiO₂ oranı % 5'ten az olan yerlerde birinci ölçmeyi takip eden toz ölçmelerinde SiO₂ yoğunluğunun tespiti zorunlu değildir. Yönetmelik kapsamındaki işyerlerinde, SiO₂ içeren solunabilir tozlarda, uzun süre ve olağan çalışma koşullarında sağlık açısından herhangi bir sorun oluşturmayacağı öngörülen ESD 0,25 mg/m³'dür.

Kömür İşçileri Pnömkonyozu'nda İngiltere ve Almanya'da yürütülen çalışmaların bulgularına göre 35 yıllık çalışma yaşamı temel alınarak kabul edilen zararsız ve normal toz yoğunlukları; içinde % 5'den az kuvars olan tozlar için, sırasıyla 2 ve 4 mg/m³'dür (Didari 1983).

Birçok ülkede solunabilir toz içindeki kuvars oranının % 5'i aşması durumunda zararsız ya da normal kabul edilen solunabilir toz yoğunluk sınırları aşağıya çekilmektedir (Didari 1983). Örneğin, Almanya'da solunabilir toz içindeki kuvars miktarı % 5'i aştığında tozun kuvars bileşeninin ağırlığı önem kazanmakta ve 0,10 mg/m³ kuvars tozu yoğunluğunun zararsız, 0,15 mg/m³ yoğunluğun ise normal toz durumlarını temsil ettiği kabul edilmektedir.

2.4.2 Toz Risk Derecelerine Göre İş Yerlerinin Sınıflandırılması

14.09.1990 tarih ve 20635 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Maden ve Taşocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik"ın 16. Maddesi'ne göre:

Sağlığa zararlı (ipliksi toz dışında) toz bulunan yeraltı işletmeleri ortam havasındaki toz, miktar ve toz niteliklerine göre, I, II, III, IV olarak belirlenen toz risk dereceleriyle sınıflandırılır. Toz risk derecesi, kuvars içeren solunabilir toz ve solunabilir kuvars tozu içeriğine göre Çizelge 2.2'deki gibi tespit edilmektedir.

Çizelge 2.2 İş yerlerinin toz risk derecelerine göre sınıflandırılması (Maden ve Taşocakları İşletmelerinde Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik 1990).

Toz Riski Derecesi	ESD Kuvars İçeren Solunabilir Toz (mg/m ³)	ESD Solunabilir Kuvars Tozu (mg/m ³)
I	0-2,5	0-0,125
II	2,6-5	0,130-0,25
III	5,1-10	0,27-0,50
IV	>10	0,5

2.5 TOZUN SOLUNUMLA İLİŞKİSİ VE PNÖMOKONYOZ

Solunan iri tozlar, üst solunum yollarının (burun, soluk borusu, bronşlar) içini kaplayan tüylü epitel ve mukozadan oluşan duvarda tutulmakta, akciğere giren çok küçük boyuttaki toz tanecikleri, solunumla yeniden dışarı atılabilmektedir.

Mukozaya yapışan iri toz tanecikleri, tüylü epitelyum aracılığıyla geniz boşluğuna geri taşınarak dışarı atılmaktadır. İnce tozlar ise tüysüz epitelli yollarda ve alveollerde tutulmaktadır. Alveollere kadar ulaşabilen bu tozları vücut, “yabancı madde” olarak algılamakta, fagosit hücreleri yardımıyla mücadeleye girmektedir. Fagositoz olayı olarak adlandırılan bu süreçte fagositler toz taneciklerine tutunmakta ve bu toz taneciklerinin bir kısmı tüylü epitelli üst solunum yollarına taşınarak dışarı atılmaktadır. Dışarı atılamayan kısmı ise akciğer dokusundaki lenf nodüllerinde çökelmektedir.

Akciğerlere ulaşan toz tanecikleri ne denli çoksa, o denli fazla miktarda fagosit mücadeleye girmektedir. Bu koruyucu mekanizma, büyük olasılıkla, sinir sistemince yönetilmektedir .

Organizmanın bu koruyucu tepkisi, bazı toz cinslerinin uzun süreler ve yoğun olarak solunması halinde yavaşlamaktadır. Böylece tozlar, alveoller ve bronşçuklar çevresindeki akciğer dokusunda birikerek zamanla çeşitli bağ dokuları (fibrozlar) meydana getirmektedir. Böylece akciğerlerin fonksiyonu değişik biçimlerde etkilenmekte ve pnömokonyoz adı verilen hastalıkların oluşumuna neden olmaktadır (Didari 2008).

2.5.1 Pnömokonyoz

Havada askıda bulunan tozların uzun süreler solunmasıyla ortaya çıkan akciğer hastalıklarına pnömokonyoz denilmektedir. Terim, eski Yunanca pneumo (akciğer) ve konis (toz) kelimelerinden türetilmiştir.

Pnömokonyoz, hastalığa neden olan tozun cinsine göre adlandırılmaktadır. Örneğin, kömür tozunun solunması ile antrakoz, kuvars içeren tozların solunmasıyla silikoz, demir tozlarının solunmasıyla sideroz, asbest tozlarının solunması ile asbestoz olarak adlandırılan rahatsızlıklar oluşmaktadır.

Kömür ocaklarında solunabilir toz içinde genelde kömür tozunun yanında kaolen, mika, kuvars gibi mineral tozları vardır. Bu nedenle kömür madeninde çalışan işçilerin pnömokonyozu, "kömür işçisi pnömokonyozu" veya "antrakosilikoz" adını alır.

2.5.2 Pnömokonyozun Oluşumu ve Gelişimi

Vücudun tozdan korunma mekanizması, bazı toz cinslerinin uzun süreler (yıllar) boyunca ve büyük miktarlarda solunması durumunda yavaşlamakta ve/veya etkisizleşmektedir. Bu süreçte fagositler tarafından tutulan tanecikler akciğer dokusunda yapışıp kalmaktadırlar. Etkilenme sürecinin uzaması fagosit hücreleri tarafından sarılmış toz taneciklerinin sayısını arttırmakta ve bu süreç fibroz olarak bilinen bağ dokularının oluşumuna neden olmaktadır.

Bugün için kabul edilen teori, bağ dokuların yaygınlaşması sonucunda oluşan nodüllerin ağır seyreden uzun bir süreç sonunda tedavisi mümkün olmayan ciddi akciğer rahatsızlıklarına yol açtığıdır.

Özellikle kuvarsın akciğere yerleşmeye yatkın özelliği bilinmekle birlikte, akciğerde tutulma mekanizması henüz net olarak açıklanabilmiş değildir. Bu mekanizmada kuvars taneciklerinin köşeli oluşunun ve dokuları yırtma etkisinin önemli olduğunu esas alan teoriler yanında, kuvarsın biyolojik sıvılarda erimesi esnasında oluşan asitlerin bu tahribata neden olduğu görüşüne sahip teoriler de vardır.

Akciğer dokusunda önce kuvars taneciği çevresinde bir iltihap oluşmakta ve bu iltihap çevresindeki dokuyu olumsuz yönde etkilemektedir. Dokudaki bu yaralanma hastalığın nedeni olmaktadır. Akciğerin sınırlı bir yerinde meydana gelen bu durum, miktar ve süre olarak yoğun bir tozdan etkilenme sürecinde sayıca artmakta, bağ dokusu oluşumu fazlalaşmakta ve yaygınlaşmaktadır.

Dokulara kan taşıyan damarları sıkıştırmaya başlayan bağ doku, kan dolaşımını zora sokacak şekilde kalbi zorlayabilmektedir. Ayrıca karaciğerde ve diğer organlarda da (başka bir deyişe tüm organizmada) doku yaralanmaları görülebilmektedir.

Hastalığın bu gelişiminin seyir süresi; tozun cinsi, boyutu ve miktarına bağlı olarak; birkaç yıldan (silikoz) 15-20 yıla (kömür işçileri pnömokonyozu) kadar uzanabilmektedir (Didari

2008). Hastalık çoğunlukla 10 yıl ve daha uzun süreyle tozlu ortamda çalışan kişilerde görülmektedir. Toz etkilenmesinde hastalığın meydana gelebilmesi için en kısa süre 3 yıl olarak belirlenmiştir. Böylece 3 yıldan daha kısa süreli etkilenmelerde akciğerde toza bağlı hastalık meydana gelmeyeceği öngörülmektedir. Bununla birlikte klinik ve laboratuvar yöntemleri ile kanıtlandığı takdirde daha kısa sürede de hastalık meydana gelebileceği kabul edilmektedir (Bilir ve Yıldız 2004).

Klinik olarak; başlangıçta hastada bir şikayet olmayabilir. Öncelikle kuru öksürük, yorulma, sırt ve göğüs ağrıları şikayetleri söz konusudur. Zamanla, önce vücudun zorlandığı hallerde daha sonra normal hallerde iken solunum güclüğü başlar. Bu aşamada bile teşhis çok güçtür. Röntgen her zaman kesin tanı sağlamasa da röntgensiz tanı da olanaklı değildir. Nefes darlığı en önemli klinik belirtisi olup hastanın işi ve özgeçmişi öğrenilmesini takiben ileri tetkiklerle hastalığın mevcut durumu hakkında bilgi sahibi olunabilir.

Akciğer fonksiyonlarındaki değişiminin zamanında saptanmasının ve işçinin korumaya alınmasının yaşamsal önemi vardır. Bu, periyodik akciğer filmlerini zorunlu kılmaktadır. Akciğerde biriken tozun bağ dokusu oluşturması sürecinin uzun olması hastalığın gizlenmesine neden olabileceği gibi, tozsuz bir işe geçiş, emeklilik vb. durumlarda da bu oluşum çok uzun zaman sonra açığa çıkabilir. Mevcut görüntü, işçinin o anki çalışma koşullarının değil, geçmiş çalışma koşullarının bir sonucudur (Didari 2008).

2.5.3 Pnömokonyoza Neden Olan Etmenler

Tozların akciğerlerde hastalık oluşturması bakımından hem toza hem de kişiye ait bazı özellikler önem taşımaktadır. Toza ilişkin özellikler arasında tozun büyüklüğü, bağ doku oluşturma potansiyeli, ortamdaki yoğunluğu ve depolanma niteliği vb. faktörler sayılabileceği gibi, kişiye ait özellikler arasında da; kişinin genetik yapısı, sigara alışkanlığı, başka solunum sistemi rahatsızlığının varlığı vb. özellikler söz konusudur. Akciğerlerde hastalığın meydana gelmesinde 0,5-5 μ arasındaki bağ doku oluşturma özelliği olan ve akciğerlerde depolanan tozlar önemlidir. Tozlara bağlı olarak meydana gelen akciğer hastalıkları sigara içen ve alfa-1 antitripsin enzimi eksikliği nedeniyle genetik yatkınlığı olan kişilerde daha sık görülmektedir. Ayrıca tozun ortamdaki miktarı ve tozdan etkilenme süresi de önemlidir.

İngiliz ve Alman araştırmacılar, bireyin pnömokonyoza yakalanma olasılığını, çalışılan ortamlardaki toz yoğunlukları ortalamaları ile bu ortamlardaki çalışma sürelerinin çarpımlarının toplanması ile elde edilen 'Birikimli Toz Etkilenmesi (BTE)'nin bir fonksiyonu olarak ele almışlardır. Yapılan araştırmalar, BTE değerleri ile pnömokonyozun oluşumu ve gelişimi arasında net ilişkiler bulunduğunu göstermektedir. Aynı etkiye karşı bireylerin gösterdikleri tepkilerin farklı oluşu bu tür ilişkilerin istatistiksel olarak açıklanmasının daha doğru olacağını göstermektedir (Didari 1983).

2.6 SOLUNABİLİR TOZ KONUSUNDA DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

1970'lerden sonra literatürde solunabilir toz konusunda göze çarpan çalışmalar şu şekildedir;

Larsen ve ark. (1972) tarafından Pensilvanya ve Utah kömür tozları içerisindeki kuvarsın IR ve kolorimetrik yöntemle belirlenme prosedürü ve analiz sonuçları açıklanmıştır.

Goldberg ve ark. (1973) kömür madenlerinden MRE 113A ve kişisel toz ölçerler ile solunabilir tozun örneklenmesi, IR spektrofotometrede kuvars analizleri ve Denver (Colorado)'daki Bureau of Mines bilgi işlem merkezinde yorumlanması sürecini ortaya koymuşlardır.

Bumsted (1973) yaptığı deneysel çalışmalar ile ortam toz örneklerindeki alfa-kuvarsın belirlenmesinin X-ışınları kırınımı tekniği ile mümkün olduğunu belirtmiştir.

Freedman ve ark. (1974) 47 adet filtre üzerine toplanan solunabilir kömür tozu örneklerinin doğrudan filtre üzerinden IR ve XRD yöntemi ile analizinin daha hızlı olduğunu ve her iki yöntemde güvenilir sonuçlar elde edildiğini ortaya koymuşlardır.

Rawat (1982) atomik absorpsiyon spektrofotometresi ve XRD yöntemi kullanarak yaptığı çalışmada, Hindistan kömür işçileri tarafından solunan ve pnömokonyoza sebep olan solunabilir kömür tozu taneciklerinde bulunan iz elementlerin ve kil minerallerinin önemini vurgulamaktadır.

Didari (1983) EKİ Kozlu Bölgesinde seçilen iki kazı panosunda 3 aylık bir süre içinde yapılmış 100 kadar toz ölçüm sonucunu ele alarak, bu panolarda kazı ve tahkimat

vardiyalarında toz yoğunluklarını incelemiş, bu veriler içinde yer alan düşük ve yüksek değerlerin nedenlerini araştırmıştır.

Knight (1984) Kanada'ya özgü "Direct On Filter" tekniği kullanan 4 laboratuvar ile ABD'ye özgü "Transfer to Second Filter" tekniğini kullanan 5 laboratuvar arasında, elde ettikleri kuvars analiz sonuçlarını kıyaslamış, ayrıca, bu laboratuvarların 6'sının X-ışınları kırınımı ve 3'ünün de IR yöntemini kullanarak kuvarsı belirlediklerini ve elde edilen sonuçların birbirleri ile uyumlu olduğunu ortaya koymuştur.

Yaprak ve ark. (1988b) tarafından yapılan çalışmada, TTK Gelik İşletmesi ocaklarından TBF-50 ve MRE 113A gravimetrik toz örnekleyicilerle alınan solunabilir toz örnekleri, IR yöntemine göre analiz edilerek bu örneklerin kuvars içerikleri saptanmış ve bu ocaklarda havada askıda bulunan toz içindeki kuvars miktar ve oranlarının kritik değerleri aşmadığı görülmüştür.

Didari (1988) TTK işyerlerini solunabilir toz problemi açısından incelemiş, Türk kömür madenciliğinde pnömokonyoz probleminin tarihine değinmiş ve Zonguldak kömür madenlerinde solunabilir toz koşullarının iyileşme gösterdiğini ancak daha hassas değerlendirmeler için toz ölçüm prosedürünün gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Didari ve Yaprak (1990) tarafından TTK ocaklarında 1979-1988 yılları arasındaki toz ölçümlerinin bir sınıflandırma ve değerlendirilmesi yapılmış, tozla mücadele çalışmalarının yoğunlaştırılması gereken işyerleri belirlenmiş ve tozla mücadele konusunda çeşitli öneriler getirilmiştir.

Didari ve Yaprak (1991) tarafından TTK Gelik İşletmesi'nde çalışılan 3 panodan, gerek yerinden kazılarak alınıp öğütülen, gerekse bu panolarda havada askıda bulunan tozdan toplanan örnekler üzerinde kül analizleri ile IR yöntemiyle kuvars analizleri yapılmış, ölçülen kül ve kuvars oranlarının, tozun tane boyutu ile ilişkileri istatistiksel olarak araştırılmıştır.

Didari ve Çakır (1991) tarafından TTK işyerlerine ait 1980-89 yılları arasındaki toz ölçüm verileri, birikimli toz etkilenmesine neden olan ortalama yoğunlukları elde etmek üzere, uygun bir istatistiksel yaklaşımla işlenmiş ve solunabilir toz koşullarının ayrıntılı bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Atfield ve Morring (1992) 1969-1971 yılları arasında ABD yeraltı kömür madenlerinde yapılan toz analizlerini değerlendirmiş ve bir etki-tepki araştırması yapmışlar ve 1960'ların sonlarında yapılan çevre araştırmalarından elde edilen toz etkilenmelerinin, gözlenen Kömür İşçileri Pnömokonyozu (KİP) yaygınlığı ile oldukça uyumlu olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada uygulanan model ile yapılan tahminler, yüksek kömürleşme derecesine sahip kömürlerin çıkarıldığı bölgelerde işçilerin hastalığa yakalanma riskinin daha fazla olduğunu, bununla birlikte yüksek uçuculu bitümlü kömürlerle çalışanların ise daha düşük riske sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bhaskar ve ark. (1994) IR ve XRD yöntemi ile kuvars analizlerinde tane büyüklüğü etkisini incelemişler; tane boyut dağılımının kül yapımından sonra değişiminin IR ve XRD analizlerini etkilediğini, kömür tozu örneklerinin analizden önce kül haline getirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Ainsworth ve ark. (1995) yaptıkları bir çalışmada ABD genelindeki yerüstü ve yeraltı kömür madenciliğinde 1988-1992 arasında solunabilir kömür tozundaki kuvars miktarını belirlemek için yapılan tüm analizleri (7 500 yerüstü ve 27 000 yeraltı) bir değerlendirmeye tabi tutmuş ve farklı iş kollarında çalışan işçilerin etkilenme oranlarını ortaya koymuşlardır.

Shinohara (1996) solunabilir kristobalitin kantitatif analizi için IR spektrofotometresinde doğrudan filtre üzerinden analiz yapma metodunu araştırmış ve spektral bölgeye uygun filtreleri bulmak için 20 çeşit membran filtre denemiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Polipropilen membran filtrenin, çalışılan spektral bölgede yüksek geçirgenliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Saraç ve ark. (1999) TKİ-OAL İşletmesi yeraltı ocaklarında 1993-97 yılları arasında yapılmış ve kaydedilmiş olan, havadaki toz konsantrasyonu ölçümlerini istatistiksel olarak yorumlamış; çalışma yerleri ve işçilik gruplarına göre ocağın uzun süreli solunabilir toz koşulları konusunda çeşitli öngörülerde bulunmuştur.

Gebdek ve ark. (1999) tarafından TTK Karadon Müessesesi Kilimli ve Gelik İşletmeleri'nden alınan 60 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları ve içerdikleri kuvars miktarları belirlenmiş ve Karadon Müessesesi'ne ait bazı ocaklarındaki ortalama kuvars içeriklerinin, kritik değerlerin üstünde olduğu ortaya konmuştur.

Verma ve ark. (2002) kuvars analizi için tüm analitik metotların tane boyutuna bağlı olduğunu, kütle örneklerinde alfa-kuvarsın FTIR tekniği ile analizi için de öncelikle tane boyutunun $<10 \mu$ olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kızıl ve Donoghue (2002) 1985-1999 yılları arasında, yeraltı uzun ayak madenciliği yapılan New South Wales'de kaydedilen 11 829 kişisel solunabilir kömür tozu ölçüm sonuçlarını değerlendirmişler ve ölçümlerin % 6,9'unun Avustralya sınır değeri olan 3 mg/m^3 'ü aştığını belirtmişlerdir.

Zhang ve ark. (2002) Utah, Batı Virjinya ve Pensilvanyadaki kömür madenlerinden aldıkları 28 kömür örneğinin BAI (Fe^{+2} ve Fe^{+3}), Ca, Cr, Ni, Cu ve Co içeriklerini incelemişler ve o bölgelerdeki pnömokonyoz prevelansı ile BAI içerikleri arasında kuvvetli ilişkiler ($R^2:0,92$) bulmuşlardır. Pnömokonyoz prevelansında gözlemlenen bölgesel farklılıkların kömürlerin BAI içeriklerindeki farklılıklardan kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.

Mukherjee ve ark. (2005) Doğu Hindistan'da bulunan 9 kömür madeninde kömür işçileri pnömokonyozu riskini saptamak için FTIR cihazı kullanarak, solunabilir toz miktarı, madencilerin kişisel etkilenmeleri ve kuvars içeriğini birlikte değerlendirmişler ve Hindistan'daki kömür madenlerinde solunabilir toz içerisindeki kuvars içeriğinin çoğunlukla % 5'ten az olduğunu, dolayısıyla izin verilebilir bir standart olan 3 mg/m^3 'ün sağlanmasıyla işçiler arasında kömür işçileri pnömokonyozuna yakalanma riskinin kontrol edilebileceğini belirlemişlerdir.

Huang ve ark. (2005) Amerika'da 7 kömür madeni bölgesinde, CWP prevelansı ile o bölgedeki kömürlerin BAI içerikleri arasında güçlü ($R^2:0,94$) ilişkiler bulmuşlar ve bu çalışma sayesinde 7 000 kömür örneğinin pnömokonyatik etkilerini saptamışlardır. Ayrıca kömürdeki BAI içeriklerinin kömürün toksikliğinin tahmininde kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Naidoo ve ark. (2006) Güney Afrika kömür madencilerinin solunabilir toz etkilenmelerini regresyon modeli kullanarak tahmin etmiş ve bulgularını ABD ve Avrupa verileri ile karşılaştırmışlardır. Söz konusu çalışmalarında, toz etkilenmesi ile tepki arasındaki ilişkisinin değerlendirilmesindeki temel problemin birikimli etkilenmeleri karakterize edebilecek tarihsel verilerin eksikliği olduğunu belirtmişlerdir.

Reut ve ark. (2007) solunabilir toz içerisindeki kuvars miktarının doğru olarak belirlenmesine yönelik olarak FTIR ve XRD yöntemlerini karşılaştırmışlar ve FTIR yönteminin, XRD yöntemine göre daha az maliyet, daha çok duyarlılık ve daha düşük saptama sınırı gibi özellikler bakımından daha üstün olduğunu belirtmişlerdir.

Ural (2007a) pnömokonyozla etkin mücadele açısından solunabilir tozların mineralojik özelliklerinin doğru olarak belirlenmesinin önem arz ettiğini vurgulamış, alveollere ulaşan bir toz numunesinin mineralojik özelliklerini X-ışını kırınımı yöntemi ile incelemiş ve elde edilen sonuçların halen kullanılmakta olan yöntemler kadar güvenilir sonuçlar verebildiğini belirtmiştir.

Bandopadhyay (2010) Hindistan kömür damarlarından alınan farklı 13 adet örnek içerisindeki kuvars bileşenlerini FTIR yöntemine göre belirlemiştir. Ayrıca XRF yöntemiyle kül analizi yapmış, analiz sonucu elde ettiği (%) TS / (%) Al_2O_3 oranına göre ampirik bir bağıntı düzenlemiş ve kül analiz sonuçlarını bu ampirik bağıntıda kullanarak toplam kuvars miktarını (%) tespit etmiş, her iki yöntemden elde edilen kuvars miktarları (%) arasında ($R^2=0,85$) anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir.

BÖLÜM 3

TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMUNUN TANITIMI

Bakanlar Kurulu, 17/06/1982 tarih ve 2680 sayılı Kanunun verdiği yetkiye dayanarak 11/04/1983 tarih ve 60 sayılı KHK ile İktisadi Devlet Teşekkülleri ve Kamu İktisadi Kuruluşlarının yeniden düzenlenmesini kararlaştırmıştır. Bu düzenleme ile Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü bünyesinde faaliyet gösteren Ereğli Kömür İşletmeleri Müessesesi yerine, Üzülmüş, Karadon, Amasra, Armutçuk, Kozlu İşletmelerinden oluşan Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü'nün kurulması öngörülmüştür. İktisadi Devlet Teşekkülleri ve Kamu İktisadi Kuruluşları hakkında 11/04/1983 tarih ve 60 sayılı KHK ve aynı kararnamenin geçici 6. maddesinin birinci fıkrasına ilişkin 21/07/1983 tarih ve 73 sayılı KHK 'nin değiştirilerek kabulü 19/10/1983 tarih ve 2929 sayılı kanunla kararlaştırılmıştır. Bu yasal düzenleme içinde Bakanlar Kurulu, 10/10/1983 tarih ve 96 sayılı KHK ile 17/06/1982 tarih ve 2680 sayılı kanunun verdiği yetkiye dayanarak Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü kurulmasını kararlaştırmıştır. 96 sayılı KHK 28/10/1983 tarih ve 18205 mükerrer sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Kurumun Ana Statüsü 11/12/1984 tarih ve 18602 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır. 12/03/2001 tarihinde Yüksek Planlama Kurulu kararı ile onaylanan değişiklik ile de havza sınırları içindeki taşkömürünün yanı sıra diğer madenleri üretme ve ürettirme hakkını alarak faaliyet alanı genişletmiştir (TTK 2010).

Ülkemizde taşkömürü madenciliği Zonguldak Taşkömürü Havzasında TTK tarafından gerçekleştirilmektedir. Derin yeraltı kömür madenciliği yapılan Zonguldak Taşkömürü Havzasının karmaşık jeolojik yapısı mekanizasyon uygulamalarını engellemekte, taşkömürü üretimi büyük ölçüde insan gücüne dayalı emek-yoğun bir şekilde gerçekleştirilmektedir.

Taşkömürü rezervi, ağırlıklı olarak göçertmeli uzun ayak olarak adlandırılan yeraltı işletme yöntemi ile üretilmektedir. Son yıllarda uygulamaya başlanan basınçlı hava patlatmalı kazı yöntemini yaygınlaştırma çalışmaları sürdürülmektedir. Karadon, Üzülmüş ve Kozlu müesseselerinde üretilen kömürlerin koklaşabilir özelliği bulunmakta; Armutçuk ve

Amasra müesseselerinde üretilen kömürlerin koklaşabilir özelliği bulunmamaktadır. Kalınlığı ve eğimi değişen, sürekliliği olmayan 20'yi aşan sayıdaki kömür damarlarının halen +155 ile -550 kotları arasındaki bölümleri işletilmektedir. Ortalama çalışma derinliği -350 metredir. Ocaklardan çıkarılan kömür, yıkama tesislerinde zenginleştirilerek değişik tane iriliği, ısı değeri ile kül ve nem içeriğinde pazarlanmaktadır.

Son yıllarda 1,5-2 milyon ton arasında seyreden yıkanmış kömürün, yaklaşık olarak, % 66'sı Çatalağzı Termik Santraline, % 21'i demir-çelik fabrikalarına, % 6'sı çimento, çay, şeker vb. fabrikalarına ve % 7'si de ısınma amaçlı olarak pazarlanmaktadır. Söz konusu üretimi gerçekleştirebilmek için yılda yaklaşık 7500 m galeri ve 11 500 m'de taban yolu sürülmektedir (TTK 2010).

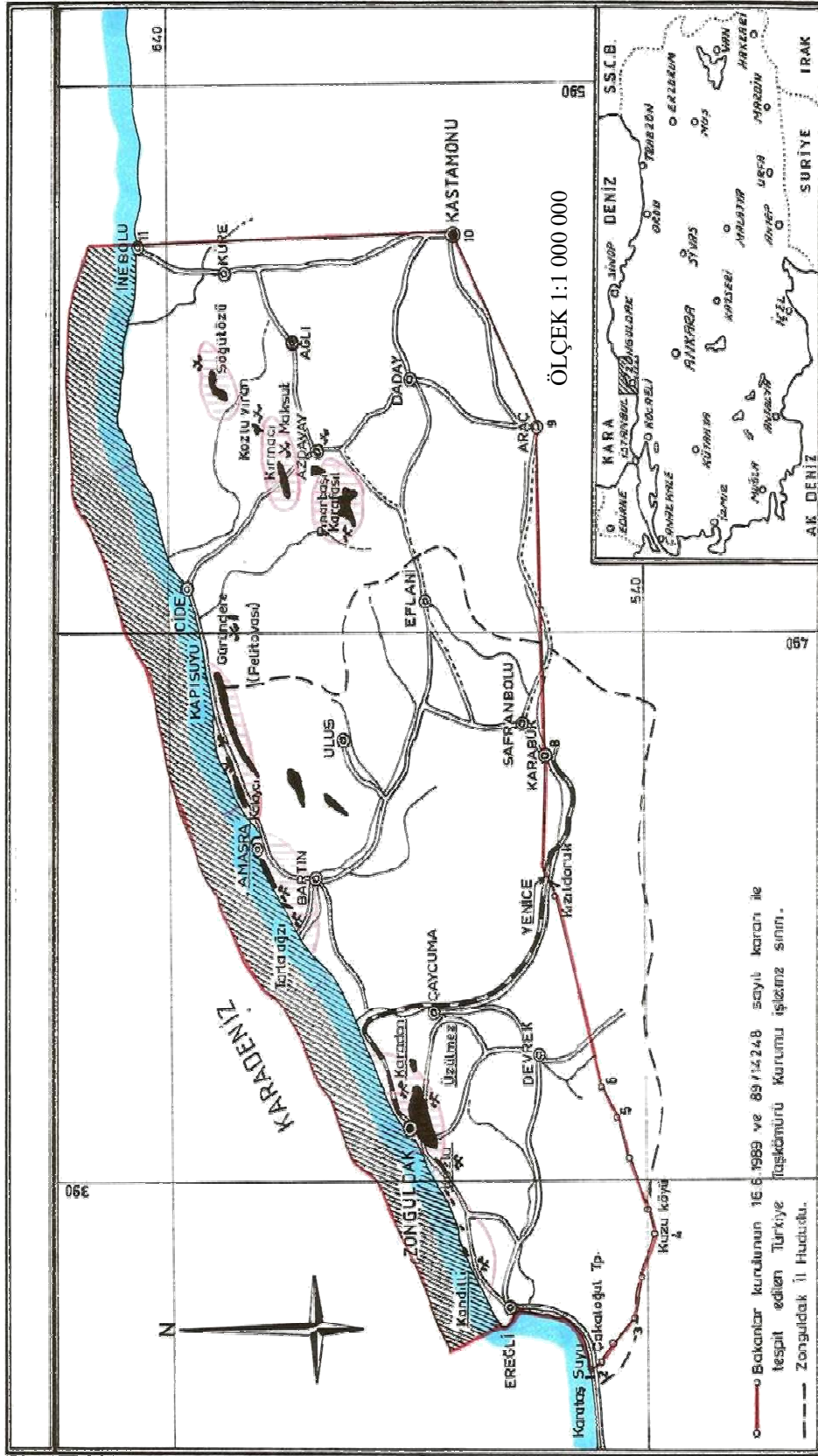
3.1 REZERV DURUMU

Ülkemizde en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak Havzasında bulunmaktadır (Şekil 3.1). Havzada bugüne kadar yapılan rezerv arama çalışmalarında, -1200 m derinliğe kadar tespit edilmiş toplam jeolojik rezerv 1 322 milyar ton olup (Çizelge 3.1), bunun % 39'u (yaklaşık 519 milyon ton) görünür rezerv olarak kabul edilmektedir (TTK 2010).

Çizelge 3.1 Türkiye Taşkömürü Kurumu'nun rezerv durumu (milyon ton) (TTK 2010).

Rezerv Türü	Koklaşabilir				Yarı Koklaşabilir	Koklaşmaz	Toplam
	Kozlu	Üzülmez	Karadon	Toplam	Armutçuk	Amasra	
Hazır	2,44	1,60	4,20	8,24	0,79	0,30	9,33
Görünür	68,35	136,59	133,77	338,70	9,64	171,27	519,61
Muhtemel	40,54	94,34	159,16	294,04	15,86	115,05	424,95
Mümkün	47,98	74,02	117,03	239,03	7,88	121,54	368,45
TOPLAM	159,30	306,55	414,17	880,02	34,17	408,16	1322,35

Dünya genelinde rezerv tanımlamaları yapılırken, mevcut madencilik teknolojisi ile ekonomik olarak görünür rezervler dikkate alınmaktadır. Havza bazında rezervler -1200 m derinliğe kadar yapılmış sondajlardan elde edilmiş verilerden hesaplanmıştır (TTK 2010).



Havzada koklaşabilir rezervler Kozlu, Üzülmaz ve Karadon bölgelerinde yer almaktadır. Koklaşabilir taşkömürü rezervlerinin toplam rezervler içerisindeki payı yaklaşık % 67'dir. Armutçuk bölgesinde yer alan rezervler; yarı-koklaşma özelliği, yüksek ısı değeri ve düşük bünye külü içeriği ile hem koklaşabilir kömürlerle harmanlanarak hem de pulverize enjeksiyon (PCI) kömürü olarak demir-çelik fabrikalarında kullanıma uygun niteliktedir. Amasra bölgesi kömürlerinin koklaşma özelliği bulunmamakla birlikte, belirli oranlarda metalurjik kömürler ile harmanlandığında koklaşma özelliğini bozmamaktadır. Havza kömürlerinin kalorifik değeri 5 450-7 050 kcal/kg arasında değişmektedir (TTK 2010).

3.2 PERSONEL YAPISI

Kurumda memur ve işçi olmak üzere iki ayrı statüde personel istihdam edilmektedir. 31.12.2010 tarihi itibarıyla çalışan sayıları Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2 31.12.2010 tarihi itibarıyla personel yapısı (TTK 2011).

STATÜSÜ		GENEL MÜD.	MÜESSESELER					TTK TOPLAM
			Armutçuk	Kozlu	Üzülmaz	Karadon	Amasra	
Memur	Kadro lu	132	10	23	16	19	14	214
	Sözleşmeli	593	120	186	226	305	140	1 570
	TOPLAM	725	130	209	242	324	154	1 784
İşçi	Yeraltı	--	1 185	1 920	1 924	3 597	704	9 330
	Yerüstü	674	265	284	259	501	143	2 126
	TOPLAM	674	1 450	2 204	2 183	4 098	847	11 456
ÇALIŞAN TOPLAM		1 399	1 580	2 413	2 425	4 422	1 001	13 240

3.3 MÜESSESELERİN TANITILMASI

TTK, Zonguldak ve Bartın il sınırları içinde olmak üzere 5 müessese de üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Bunlar, Armutçuk, Kozlu, Üzülmaz, Karadon ve Amasra Taşkömürü İşletme Müesseseleridir.

3.3.1 Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi

Havzanın en batısında yer alan bu müessesede; yarı koklaşabilir özellikte taşkömürü, Kandilli-Alacaağzı İşletmesinde üretilmektedir. Üretim çalışmaları ise -400/-500 katlarındaki panolarında Büyük damarda sürdürülmektedir. Jeolojik yapısının karmaşıklığı, çalışılan damarların kalın, dik ve yangına elverişli olması, üretim faaliyetlerinin güçlükle yürütülmesine neden olmaktadır. Damar kalınlıkları 3-9 m arasında değişmekte olup, üretilen kömürler Armutçuk lavvarında yıkanmaktadır (TTK 2010).

3.3.2 Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi

Zonguldak ilinin 8 km batısında ve 12 km²' lik bir alanda üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Ülkemizin denizaltında taşkömürü üretimi yapan tek müessesesidir. Koklaşabilir özellikte taşkömürü üretimi, İhsaniye-İncirharmanı İşletmesinde yapılmaktadır. Üretim ve hazırlık çalışmaları +155/-555 kotları arasında kalan panolarda 1-3 m arasında değişen kalınlıklardaki 5 ayrı kömür damarında sürdürülmektedir. Üretilen kömürler 2006 yılında müessese bünyesinde ihale ile hizmet alımı kapsamında yüklenici firma tarafından yaptırılan lavvarda ton bedeli karşılığında yıkattırılmaya başlanmıştır (TTK 2010).

3.3.3 Üzülmaz Taşkömürü İşletme Müessesesi

Zonguldak iline 7 km uzaklıkta ve 28 km²'lik bir alanda üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Müessesede 1,2-4,0 m arasında değişen kalınlıklarda, 7 ayrı kömür damarında bir kısmı önceden hazırlanmış panolardan olmak üzere koklaşabilir özellikteki taşkömürü üretimi Asma-Dilaver İşletmesinde yapılmakta olup, kömür damarları kuzeyde normal güneyde ise dik yatımlıdır.

Üretim çalışmaları -90/-320 kotları arasında kalan panolarda yapılmakta ve üretilen kömürler Zonguldak lavvarında yıkanmakta olup, 2006 yılında müessese bünyesinde ihale ile hizmet alımı kapsamında yüklenici firma tarafından yaptırılan lavvarda ton bedeli karşılığında yıkattırılmaya başlanmıştır (TTK 2010).

3.3.4 Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi

Zonguldak ilinin 15 km doğusunda ve 32 km²'lik bir alanda üretim faaliyetlerini sürdürmektedir. Koklaşabilir özellikteki taşkömürü üretimi Kilimli ve Gelik İşletmelerinde yapılmaktadır.

Üretim çalışmaları, -150/-460 kotları arasındaki panolarda ve 1,0-3,3 m arasında değişen kalınlıklardaki 11 ayrı kömür damarında sürdürülmekte olup, üretilen kömürler Çatalağzı lavvarında yıkanmaktadır. Müessese üretimini genelde Gelik antiklinalinin kuzeyinde, kuzeye eğimli damarlarda yapmaktadır (TTK 2010).

3.3.5 Amasra Taşkömürü İşletme Müessesesi

Maden havzasının en doğusunda yer alan bu işletmede; koklaşmaz nitelikteki taşkömürü üretilmekte ve bu üretilen kömürler Amasra lavvarında yıkanmaktadır. Üretim çalışmaları -100/-250 kotları arasında kalan panolarda, 1,7-3,5 m arası değişen kalınlıklarda 6 ayrı kömür damarında sürdürülmektedir (TTK 2010).

BÖLÜM 4

TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU MÜESSESELERİNDE SOLUNABİLİR TOZ İÇİNDE KÜL VE KUARSIN ARAŞTIRILMASI

Türkiye Taşkömürü Kurumu Müesseseleri'nde toz bakımından riskli ayak işyerlerinde üretim vardiyalarında solunabilir toz örnekleme işlemleri yapılmıştır. MRE 113A Casella tipi toz ölçer ile toplanan tozların; yoğunluğu, kül miktarı ve kuvars içeriğine yönelik çalışmalar ZKÜ Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında ve TTK İş Güvenliği ve Eğitim Daire Başkanlığı'ndaki Ar-Ge laboratuvarında yürütülmüştür.

4.1 SOLUNABİLİR TOZUN ÖRNEKLENMESİ ÇALIŞMALARI

Toz örnekleme işlemine başlamadan önce toz ölçerler TTK İş Güvenliği Toz Laboratuvarı'nda kalibre edilmiştir. Toz ölçerler, ayak içerisinde son çalışan sarmanın yaklaşık 10 m ötesine işçilerin nefes alma hizasında asılarak sabitlenmiştir.

Her ölçüm istasyonunda 2 adet MRE 113A Casella cihazı (Şekil 4.1) 2 gün üst üste 16:00-00:00 vardiyalarında veya 16:00-00:00-08:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Solunabilir toz örnekleri, cihaz içerisine yerleştirilen membran filtre üzerinde toplanmıştır.

TTK'ya bağlı 5 müessesenin toz bakımından risk taşıyan ayak işyerlerinde toplam 84 ölçüm yapılmıştır.

.



Şekil 4.1 MRE 113A Casella gravimetrik toz örnekleyicisi.

4.1.1 Örneklemeye Yapılan İşyerleri

Türkiye Taşkömürü Kurumuna bağlı Üzülmöz, Karadon, Amasra, Armutçuk ve Kozlu Müesseseleri'nin ayak işyerlerinde solunabilir toz örneklemesi yapılmıştır.

4.1.1.1 Üzülmöz Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar

Solunabilir toz örnekleri, uzun ayak üretim yöntemi uygulanan Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarından alınmıştır (Çizelge 4.1). Toz ölçerler Çizelge 4.2'de ayrıntıları verilen ölçüm istasyonlarında 2 gün üst üste 16:00-00:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Her panonun 3 ayrı noktasına 2'şer cihaz yerleştirilmiş olup toplam 24 adet solunabilir toz örneklemesi yapılmıştır.

Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarının planları, üzerlerinde toz ölçüm noktaları işaretlenmiş olarak Ek Açıklamalar A'da verilmiştir.

a) Kurul (Milopero) Panosu

-114/-137 kotları arasında bulunan 5. Ocak Kurul panosunda ilerletimli-göçertmeli ağaç tahkimatlı uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 122 400 ton olup, günde ortalama 300 ton kömür üretilmektedir. Kurul ayakta toplam 35 sarma mevcut olup, vardiyalarda 6 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 140 m'dir. Damar

kalınlığı 3 m, damar eğimi 10°, ara kesmelerin kalınlıkları 0,7-1,5 m olup, tavan-taban taşı şeyldir.

Çizelge 4.1 Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarına ait bilgiler.

	Kurul	Piriç	Acun	Taban Acılık
Damar Kalınlığı (m)	3	2	3	3,5
Damar Eğimi (°)	10	8	3	10
Panonun Rezervi (ton)	122 400	24 000	75 000	200 000
Üretim Programı (ton/gün)	300	250	300	400
Çalışılan Sarma Sayısı (adet/vardiya)	6	7	5	8
Ayak Boyu (m)	140	56	140	320
Ara Kesmelerin Kalınlıkları (m)	0,7-1,5	0,3-0,5	0,2-1,6	0,3-1,5
Tavan-Taban Taşı	Şeyl	Şeyl Kumtaşı- Kumtaşı Şeyl	Kumtaşı	Şeyl

Çizelge 4.2 Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.

	Kurul	Piriç	Acun	Taban Acılık
Örnekleme Noktasının Kesiti (m ²)	10,8	7,2	10,8	12,6
Hava Hızı (m/dk)	11	14	14	18,2
Hava Miktarı (m ³ /dk)	119	101	151	230
Çalışan Sayısı (kişi)	12	14	10	16

b) Piriç Panosu

-215/-231 kotları arasında bulunan 3. Ocak Piriç panosunda hidrolik direk, çelik sarma tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 24 000 ton olup, günde ortalama 250 ton kömür üretilmektedir. Piriç ayakta toplam 14 sarma mevcut olup, vardiyalarda 7 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 56 m'dir. Damar kalınlığı 2 m, damar eğimi 8°, ara kesmelerin kalınlıkları 0,3-0,5 m olup tavan-taban taşı şeyl- kumtaşı, kumtaşı-şeyldir.

c) Acun (Neomi) Panosu

-155/-168 kotları arasında bulunan 6. Ocak Acun panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 75 000 ton olup, günde 300 ton kömür üretilmektedir. Acun ayakta toplam 35 sarma mevcut olup, vardiyalarda 5 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 140 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 3°, ara kesmelerin kalınlıkları 0,2-1,6 m olup, tavan-taban taşı kumtaşıdır.

d) Taban Acılık Panosu

-90/-155 kotları arasında bulunan 2. Ocak Taban Acılık panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 200 000 ton olup, günde 400 ton kömür üretilmektedir. Taban Acılık ayakta toplam 80 sarma mevcut olup, vardiyalarda 8 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 320 m'dir. Damar kalınlığı 3,5 m, damar eğimi 10°, ara kesmelerin kalınlıkları 0,3-1,5 m olup tavan-taban taşı şeyldir.

4.1.1.2 Karadon Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar

Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde solunabilir toz örnekleri, uzun ayak üretim yöntemi uygulanan Sulu ve Hacımemiş panolarından alınmıştır (Çizelge 4.3) Toz ölçerler Çizelge 4.4'te ayrıntıları verilen ölçüm istasyonlarında 2 gün üst üste 16:00-00:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Her panonun 3 ayrı noktasına 2'şer cihaz yerleştirilmiş olup toplam 12 adet solunabilir toz örnekleme yapılmıştır.

Sulu ve Hacımemiş panolarının planları, üzerlerinde toz ölçüm noktaları işaretlenmiş olarak Ek Açıklamalar B'de verilmiştir.

a) Sulu Panosu

-260/-360 kotları arasında bulunan 3. Ocak Sulu panosunda ağaç tahkimatlı göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 183 000 ton olup, günde ortalama 400 ton kömür üretilmektedir. Sulu ayakta toplam 55 sarma mevcut olup, vardiyalarda 6 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 220 m'dir. Damar kalınlığı 4 m, damar eğimi 20° olup tavan-taban taşı kumtaşıdır.

Çizelge 4.3 Sulu ve Hacımemiş panolarına ait bilgiler.

	Sulu	Hacımemiş
Damar Kalınlığı (m)	4	3
Damar Eğimi (°)	20	25
Rezerv (ton)	183 000	208 000
Üretim Programı (ton/gün)	400	400
Çalışılan Sarma Sayısı (adet/vardiya)	6	8
Ayak Boyu (m)	220	300

Çizelge 4.4 Sulu ve Hacımemiş panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.

	Sulu	Hacımemiş
Örnekleme Noktasının Kesiti (m ²)	10	10
Hava Hızı (m/dk)	45	55
Hava Miktarı (m ³ /dk)	450	550
Çalışan Sayısı (kişi)	20	22

b) Hacımemiş Panosu

-260/-360 kotları arasında bulunan 1. Ocak Hacımemiş panosunda ağaç tahkimatlı ilerletimli-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 208 000 ton olup, günde ortalama 400 ton kömür üretilmektedir. Hacımemiş ayakta toplam 75 sarma mevcut olup, vardiyalarda 8 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 300 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 25° olup tavan-taban taşı kumtaşıdır.

4.1.1.3 Amasra Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar

Solunabilir toz örnekleri, pnömatik patlatmalı göçertme yöntemi uygulanan 6. damar ve Güney Taşlı panoları ile dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemi uygulanan Kalın ve Tavan panolarından alınmıştır (Çizelge 4.5). Toz ölçerler Çizelge 4.6'da ayrıntıları verilen ölçüm istasyonlarında 2 gün üst üste 16:00-00:00-08:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Her panonun 3 ayrı noktasına 2'şer cihaz yerleştirilmiş olup toplam 24 adet solunabilir toz örnekleme yapılmıştır.

6. damar, Güney Taşlı, Kalın ve Tavan panolarının planları, üzerlerinde toz ölçüm noktaları işaretlenmiş olarak Ek Açıklamalar C’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 6. Damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan panolarına ait bilgiler.

	6. Damar	Kalın	Güney Taşlı	Tavan
Damar Kalınlığı (m)	2,30	3	3	3
Damar Eğimi (°)	55	18	50	38
Panonun Rezervi (ton)	260 000	120 000	134 000	220 000
Üretim Programı (ton/gün)	165	140	145	350
Çalışılan Sarma Sayısı (adet/vardiya)	-	3	-	6
Ayak Boyu (m)	-	32	-	72
Ara Kesmelerin Kalınlıkları (cm)	-	-	30	60
Tavan-Taban Taşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Şeyl Kumtaşı-Kumtaşı	Kumtaşı-Şeyl

Çizelge 4.6 6. Damar, Güney Taşlı, Kalın ve Tavan panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.

	6. Damar	Kalın	Taşlı	Tavan
Örnekleme Noktasının Kesiti (m ²)	5	7	5	9
Hava Hızı (m/dk)	10	36	60	67
Hava Miktarı (m ³ /dk)	50	252	300	603
Çalışan Sayısı (kişi)	4	4	8	12

a) 6. Damar Panosu

-100/-250 kotları arasında bulunan 1. Ocak 6. Damar panosunda pnömatik patlatmalı göçertme yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 260 000 ton olup, günde ortalama 165 ton kömür üretilmektedir. Damar kalınlığı 2,30 m, damar eğimi 55° olup, tavan-taban taşı kumtaşıdır.

b) Kalın Panosu

-175/-236 kotları arasında bulunan 3. Ocak Kalın panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 120 000 ton olup, günde ortalama 140 ton kömür üretilmektedir. Kalın ayakta toplam 8 sarma mevcut olup, vardiyalarda 3 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 32 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 18° olup, tavan-taban taşı kumtaşıdır.

c) Güney Taşlı Panosu

-175/-236 kotları arasında bulunan 2. Ocak Güney Taşlı panosunda pnömatik patlatmalı göçertme yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 134 000 ton olup, günde ortalama 145 ton kömür üretilmektedir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 50° ara kesmelerin kalınlıkları 30 cm olup, tavan-taban taşı şeyl-kumtaşı, veya sadece kumtaşıdır.

d) Tavan Panosu

-175/-236 kotları arasında bulunan 1. Ocak Tavan panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 220 000 ton olup, günde ortalama 350 ton kömür üretilmektedir. Tavan ayakta toplam 18 sarma mevcut olup, vardiyalarda 6 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 72 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 38° ara kesmelerin kalınlıkları 60 cm olup, tavan-taban taşı kumtaşı-şeyldir.

4.1.1.4 Armutçuk Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar

Solunabilir toz örnekleri, uzun ayak üretim yöntemi uygulanan Büyük 311 No'lu ve 220 No'lu. panolarından alınmıştır (Çizelge 4.7). Toz ölçerler Çizelge 4.8'de ayrıntıları verilen ölçüm istasyonlarında üst üste 16:00-00:00-08:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Büyük panosunda toplam 12 adet solunabilir toz örnekleme yapılmıştır.

Büyük 311 No'lu ve Büyük 220 No'lu panoların planları, üzerinde toz ölçüm noktaları işaretlenmiş olarak Ek Açıklamalar D'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Büyük panosuna ait bilgiler.

	Büyük	
	311 No'lu Pano	220 No'lu Pano
Damar Kalınlığı (m)	3	3
Damar Eğimi (°)	10	10
Panonun Rezervi (ton)	20 000	50 000
Üretim Programı (ton/gün)	500	220
Çalışılan Sarma Sayısı (adet/vardiya)	5	3
Ayak Boyu (m)	48	32
Ara Kesmelerin Kalınlıkları (cm)	-	-
Tavan-Taban Taşı	-	-

Çizelge 4.8 Büyük panosunda kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.

	Büyük	
	311 No'lu Pano	220 No'lu Pano
Örnekleme Noktasının Kesiti (m ²)	6	6
Hava Hızı (m/dk)	26,6	43,3
Hava Miktarı (m ³ /dk)	160	260
Çalışan Sayısı (kişi)	14	6

a) Büyük Panosu

-440/-460 kotları arasında bulunan 1. Ocak Büyük 311 No'lu panosunda ağaç tahkimatlı ilerletimli-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 20 000 ton olup, günde ortalama 500 ton kömür üretilmektedir. Büyük ayakta toplam 12 sarma mevcut olup, vardiyalarda 5 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 48 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 10° olup, tavan-taban taşı görülmemektedir.

-440/-460 kotları arasında bulunan 3. Ocak Büyük 220 No'lu panosunda ağaç tahkimatlı ilerletimli-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 50 000 ton olup, günde ortalama 220 ton kömür üretilmektedir. Büyük ayakta toplam 8 sarma mevcut olup, vardiyalarda 3 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 32 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 10° olup, tavan-taban taşı görülmemektedir.

4.1.1.5 Kozlu Müessesesi'nde Ölçüm Yapılan Ocaklar

Solunabilir toz örnekleri, uzun ayak üretim yöntemi uygulanan Acılık ve Çay panolarından alınmıştır (Çizelge 4.9). Toz ölçerler Çizelge 4.10'da ayrıntıları verilen ölçüm istasyonunda 2 gün üst üste 16:00-00:00 vardiyalarında 4'er saat birlikte çalıştırılmıştır. Her panonun 3 ayrı noktasına 2'şer cihaz yerleştirilmiş olup toplam 12 adet solunabilir toz örnekleme yapılmıştır.

Acılık ve Çay panolarının planları, üzerinde toz ölçüm noktaları işaretlenmiş olarak Ek Açıklamalar E'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Acılık ve Çay panolarına ait bilgiler.

	Acılık	Çay
Damar Kalınlığı (m)	3,5	3
Damar Eğimi (°)	32	22
Panonun Rezervi (ton)	160 000	330 000
Üretim Programı (ton/gün)	350	450
Çalışılan Sarma Sayısı (adet/vardiya)	3	3
Ayak Boyu (m)	144	124
Ara Kesmelerin Kalınlıkları (cm)	-	-
Tavan-Taban Taşı	Kumtaşı	Kumtaşı

Çizelge 4.10 Acılık ve Çay panolarında kurulan toz ölçüm istasyonlarına ait bilgiler.

	Acılık	Çay
Örnekleme Noktasının Kesiti (m ²)	7	5,6
Hava Hızı (m/dk)	39	45
Hava Miktarı (m ³ /dk)	273	252
Çalışan Sayısı (kişi)	8	10

a) Acılık Panosu

-485/-560 kotları arasında bulunan 1. Ocak Acılık panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi

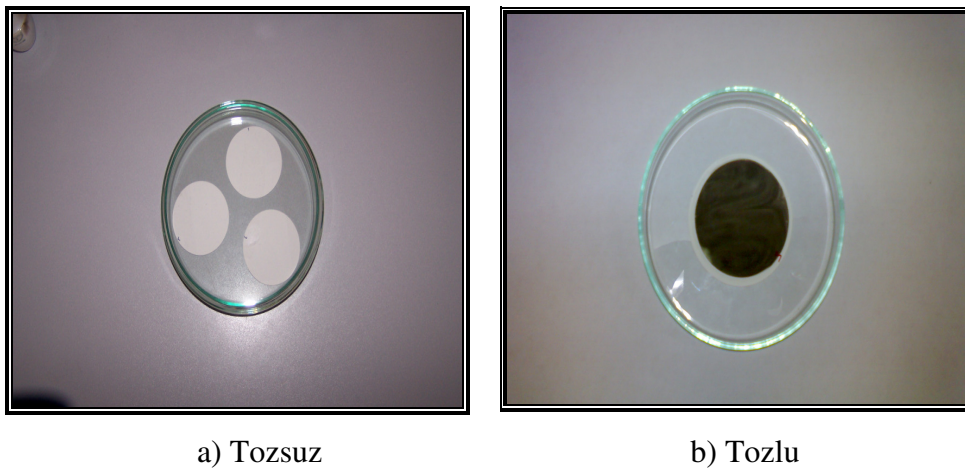
160 000 ton olup, günde ortalama 350 ton kömür üretilmektedir. Acılık ayakta toplam 36 sarma mevcut olup, vardiyalarda 3 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 144 m'dir. Damar kalınlığı 3,5 m, damar eğimi 32° olup, tavan-taban taşı kumtaşıdır.

b) Çay Panosu

-485/-560 kotları arasında bulunan 2. Ocak Çay panosunda ağaç tahkimatlı dönümlü-göçertmeli uzun ayak yöntemiyle üretim çalışmaları yapılmaktadır. Panonun toplam rezervi 330 000 ton olup, günde ortalama 450 ton kömür üretilmektedir. Çay ayakta toplam 31 sarma mevcut olup, vardiyalarda 3 sarma çalışılmaktadır. Ayağın boyu 124 m'dir. Damar kalınlığı 3 m, damar eğimi 22° olup, tavan-taban taşı kumtaşıdır.

4.1.2 Örneklerin Toz Miktarlarının ve Toz Yoğunluklarının Belirlenmesi

Toz ölçer ölçüme gitmeden önce MRE Cihaz Kullanma Kılavuzunda (1988) bahsedildiği gibi boş membran filtreler etüvde 105 °C'de yarım saat kurutulmuş, ardından sabit tartıma hazırlanması için 20 dakika desikatörde bekletildikten sonra XR125SM Precisa marka hassas terazide tartımı yapılarak ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 4.2). Örnekleme işleminin ardından tozlu membran filtreler tekrar etüvde 105 °C'de yarım saat kurutulmuş, 20 dakika desikatörde bekletildikten sonra aynı hassas terazide tartılmış ve aradaki fark bulunarak toz miktarları tespit edilmiştir.



Şekil 4.2 Membran filtreler.

Müesseselerden alınan numunelerin toz yoğunluğu Eşitlik 4.1'e göre hesaplanmıştır.

$$TY = \frac{TTM}{CGHM \times \text{ÖS}} \quad (4.1)$$

Burada; TY: Toz Yoğunluğu (mg/m³)

TTM: Toplam Toz Miktarı (mg)

CGHM: Cihazdan Geçen Hava Miktarı (m³/dk)

ÖS: Örnekleme Süresi (dk)

Aşağıda örnek olarak Üzülmaz Müessesesi Kurul panosunda 1 No'lu filtre üzerinde toplanan toz yoğunluğunun hesaplanması gösterilmektedir.

Toplanan Toz Miktarı = 9,00 mg

Örnekleme Süresi = 960 dk

Cihazdan Geçen Hava Miktarı = 2,473 lt/dk x 960 dk = 2374 lt = 2,374 m³

$$TY = \frac{9,00 \text{ mg}}{2,374 \text{ m}^3} = 3,79 \text{ mg/m}^3$$

4.1.3 Örneklerin Kül Miktarlarının Belirlenmesi

Toz miktarı ve yoğunluk tespitinden sonra numuneler porselen krezeler içine yerleştirilmiş ve Lenton AWF 130/25 markalı fırına konulmuştur. Yakma işlemi Reut ve arkadaşlarının (2007) çalışmasındaki gibi ilk sıcaklık olarak 200°C'den başlamış, kademeli artışla 550°C'ye kadar ısıtılmış ve 550°C'de 1 saatlik yakma işleminin sonunda numuneler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan numunelerin tartımı yapılmış ve bu tartımdan boş kroze ağırlıkları çıkartılarak kül miktarları elde edilmiştir. Kül yüzdesi Eşitlik 4.2'ye göre hesaplanmıştır.

$$\% K = \frac{KM}{TTM} \times 100 \quad (4.2)$$

Burada; K: Kül (%)

KM: Kül Miktarı (mg)

TTM: Toplanan Toz Miktarı (mg)

Örneğin, Kurul panosunda 1 No'lu filtre üzerinde toplanan solunabilir tozun yakılması sonucu 3 mg kül elde edilmiş olup, kül yüzdesi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Kül Miktarı = 3,00 mg

$$\% K = \frac{3,00 \text{ mg}}{9,00 \text{ mg}} \times 100 = 33,33$$

4.1.4 Kuvars İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Günümüzde solunabilir toz içerisinde kuvars miktarının belirlenmesinde en çok kullanılan yöntemler XRD ve FTIR'dır.

Ülkemizde ortam havasındaki kuvarsın analizi, TC Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğüne bağlı olarak faaliyet gösteren İş Sağlığı ve Güvenliği Merkezi Müdürlüğü'nün (İSGÜM) Ankara'daki laboratuvarında FTIR tekniği ile yapılmaktadır.

4.1.4.1 FTIR Yöntemi

Kızılötesi spektroskopi yöntemi maddelerin moleküllerinin atomik kütle, kimyasal bağ ve moleküler geometri türüne bağlı olarak farklı frekanslarda titreşmesinden yararlanır. Bu titreşim frekansı elektromanyetik spektrumun kızılötesi kısmında bulunmaktadır.

IR ışını, IR aralığında moleküler bağlarında titreşim sıklığı olan örnekten geçerken ısıyan enerji moleküller tarafından soğurulur. Maddenin IR spekturumu dalga sayısına karşı geçirilen IR ışığının şiddetinin çizilmesi ile elde edilir. Soğurulmuş frekans ve soğurma şiddeti doğrudan maddenin moleküler yapısı ve numunedeki soğurucu konsantrasyon ile ilgilidir. Çeşitli maddelerin IR frekansları daha önceden bilindiği için, kalitatif ve kantitatif analiz yapılabilir (Bhaskar et al. 1994).

4.1.4.2 XRD Yöntemi

X ışınları kırınımı yöntemi, alfa kuvars, beta kuvars, tridimit ve kristobalit minerallerini tanımlayabilmekte ve örnek matrisinde yer alan diğer mineralleri de analiz edebilmektedir (Madsen vd. 1995).

X-ışınlarının kristalografide kullanımına başlanıncaya kadar minerallerin iç yapıları anlaşılamamıştır. Bu yöntem ile bir mineralin kristal sınıfı, birim hücre parametreleri, kristal yapıdaki çeşitli atomların pozisyonları belirlenebilmektedir. X-ışınları elektromanyetik dalgalar olup, dalga boyları 0,02-100 Å arasında değişir ve bazı şartlarda dalga gibi davranır. Yöntem bu prensip üzerine kurulmuştur. X-ışınları kırınımı elde edilirken iki yöntem kullanılır: birinci yöntemde (Laue yöntemi) beyaz radyasyon kullanıldığında, örnek sabit konumda tutulur ve meydana gelen ışına incelenir. İkinci grupta ise monokromatik radyasyon kullanılır ve X-ışınlarının gelme yönünde numune düzgün ve devamlı şekilde döndürülerek yansıma açılarının değeri değiştirilir. Meydana gelen kırınım kaydı incelenerek numunenin mineralojik bileşimi tayin edilir (Çelik ve Karakaya 1998).

4.1.5 Solunabilir Toz Örneklerinin Analizi

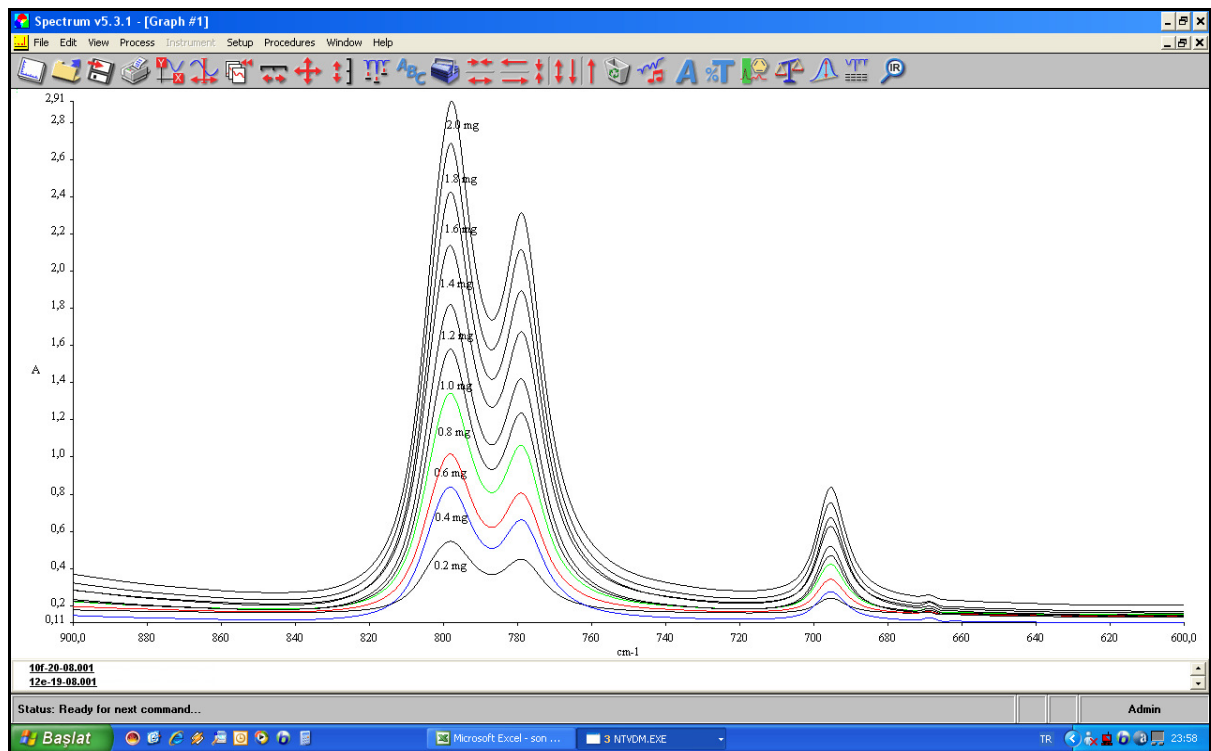
Solunabilir toz örnekleri içerisindeki kuvarsın FTIR tekniğiyle kantitatif analizi TTK İş Güvenliği ve Eğitim Daire Başkanlığı Ar-Ge laboratuvarında yapılmıştır. Bu kapsamda, öncelikle kalibrasyon doğruları ve denklemleri oluşturulmuş ardından gerçek numunelerdeki kuvars miktarları hesaplanmıştır.

4.1.5.1 Kalibrasyon Doğrularının Oluşturulması

Kızıl ötesi spektrofometre, dalga sayısına karşı (cm^{-1}) soğurma (A) veya geçirgenliği (% T) kaydeder. Kızılötesi spektroskopi yöntemi ile madde miktarının tayininde çalışılacak dalga sayısı veya sayıları, çeşitli yoğunluklardaki numunelerin IR spektrumları alınarak belirlenmektedir. Dalga sayısının belirlenmesinden sonra yoğunluğu bilinen en az 10 numunenin belirlenen dalga sayısı veya sayılarında spektrumları alınarak soğurma (absorbans) değerleri okunmakta, soğurma değerleri madde miktarına karşı grafiğe geçirilmekte ve “Kalibrasyon Doğruları” elde edilmektedir.

Kuvars, 779 cm^{-1} ve 798 cm^{-1} dalga sayılarında IR soğurma bandına sahiptir. Kuvarsın aynı bölgede soğurma bandına sahip başka bileşenleri de vardır.

Bu çalışmada; kalibrasyon doğru denkleminin çizilmesi için 0,2 mg'dan 2 mg'a kadar, 0,2 mg'lık artışlarla değişen miktarlarda kuvars, 150 mg potasyum bromür (KBr) ile homojen bir şekilde agat havanda karıştırılmış ve preste tablet haline getirilmiştir. FTIR cihazında, etüvde kurumuş olan tabletler cihazın tarama yapılan kısmına yerleştirilmekte ve 600 cm^{-1} ve 900 cm^{-1} çalışma aralığında taranarak soğurma değerleri okunmaktadır. Soğurma Şekil 4.3'teki gibi madde miktarı ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

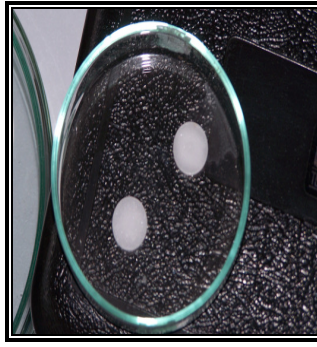


Şekil 4.3 Soğurma ile yoğunluk ilişkisi.

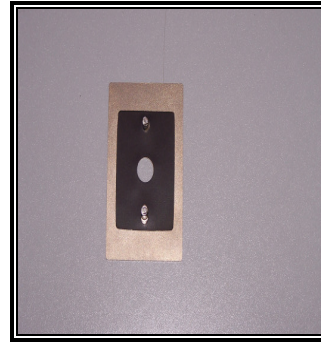
Şekil 4.4'de gösterilen Perkin Elmer Spectrum BX marka FTIR cihazında her tablet saat yönünde hareket ettirilerek 6 kez çekim yapılmış ve elde edilen soğurma değerlerinin ortalaması dikkate alınmıştır. Bu değerler Çizelge 4.11'de sunulmaktadır. Bu değerlerle çizilen kalibrasyon doğruları Şekil 4.5'te görülmektedir.



a) Pres



b) Pelet



c) Numune tutucu

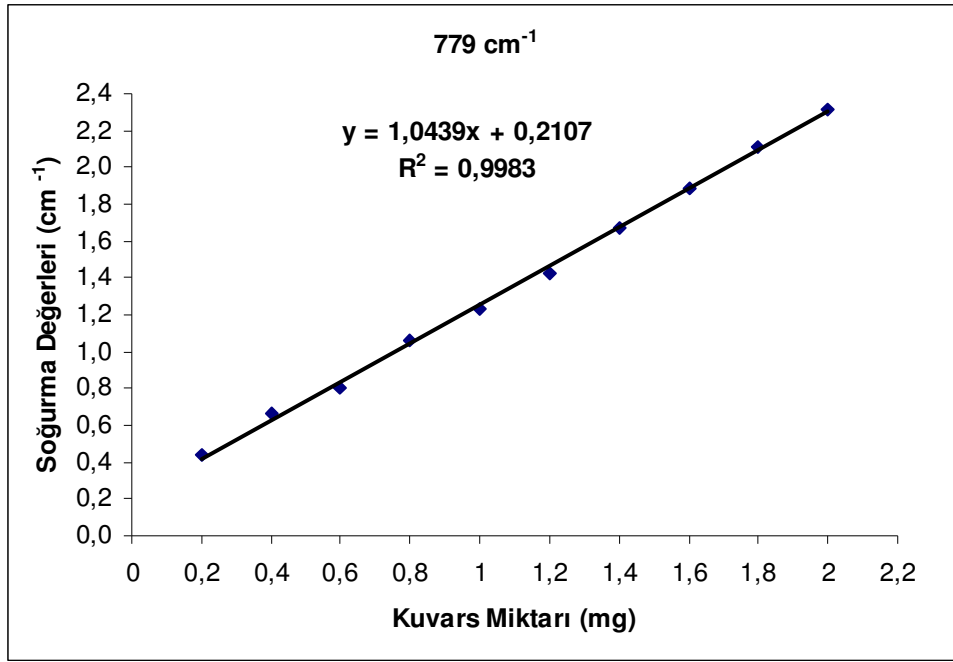


d) Fourier dönüşümlü spektrofotometre cihazı

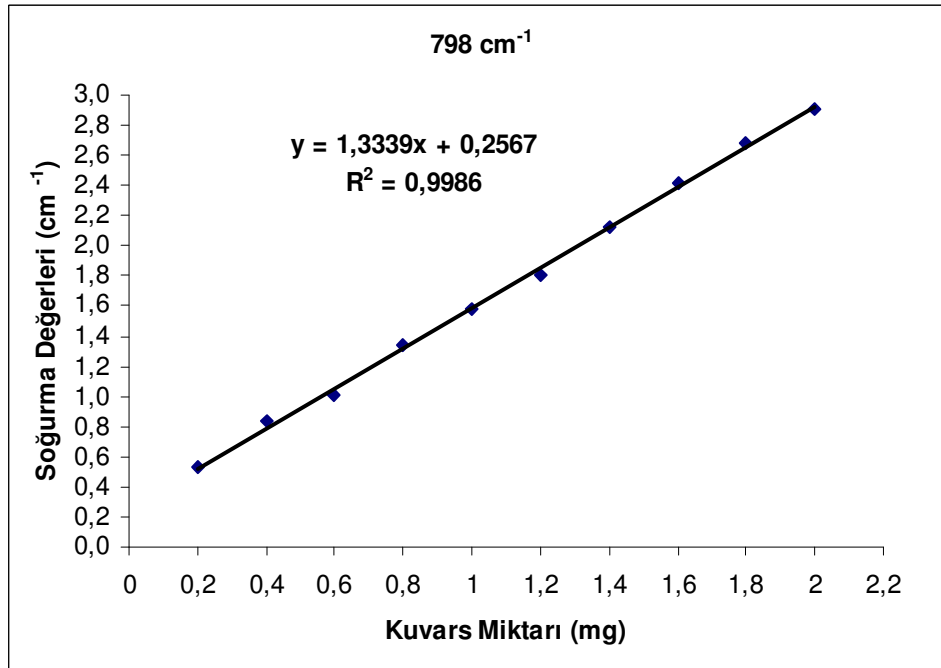
Şekil 4.4 Kuvars analizinin aşamaları.

Çizelge 4.11 Saf kuvars içeren tabletlerin FTIR spektrumlarından elde edilen değerler.

Kuvars Miktarı (mg)	Soğurma Değerleri	
	779 cm ⁻¹	798 cm ⁻¹
0,2	0,44	0,53
0,4	0,66	0,83
0,6	0,80	1,01
0,8	1,06	1,34
1,0	1,23	1,58
1,2	1,42	1,81
1,4	1,67	2,13
1,6	1,89	2,42
1,8	2,11	2,68
2,0	2,31	2,91



a) 779 cm⁻¹ dalga sayısına göre



b) 798 cm⁻¹ dalga sayısına göre

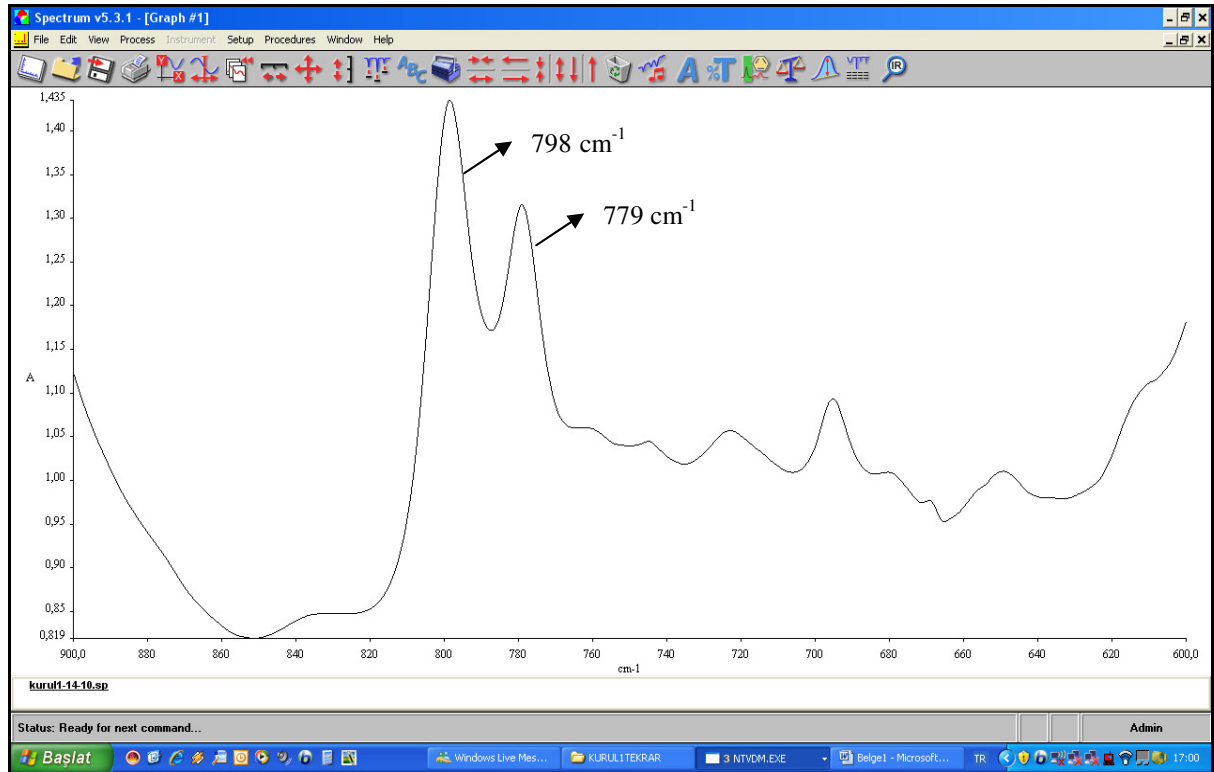
Şekil 4.5 Elde edilen kalibrasyon doğruları ve denklemleri.

4.1.5.2 Kuvars Miktarının Hesaplanması

Kuvars miktarları, FTIR cihazında numunelerin analizi sonucu elde edilen spektruma ait soğurma değerlerinin kalibrasyon denklemlerinde yerine yerleştirilmesiyle hesaplanmıştır.

Aşağıda spektrofotometre cihazında yapılan çalışmalarda numune içindeki kuvars miktarının hesabına ait bir örnek verilmektedir.

Üzülmez Müessesesi Kurul Panosu'nda 1 No'lu filtreden alınan numuneye ait FTIR spektrumları Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6 Kurul panosundan alınan toz numunesine ilişkin FTIR spektrumu.

FTIR Spektrofotometre cihazından okunan soğurma değerleri; 798 cm⁻¹ için y= 1,43 ve 779 cm⁻¹ için y = 1,31'dir.

798 cm⁻¹ için kuvars miktarı; $y = 1,3339 x + 0,2567$ denkleminde

$1,43 = 1,3339 x + 0,2567$ ve $x = 0,88$ mg kuvars olarak hesaplanmaktadır.

779 cm⁻¹ için kuvars miktarı; $y = 1,0439x + 0,2107$ denkleminde

$1,31 = 1,0439x + 0,2107$ ve $x = 1,05$ mg kuvars olarak hesaplanmaktadır.

1 No'lu örnek için 3 mg olan kül içindeki kuvars değerlerinin ortalaması 0,97 mg'dır. Kül içindeki kuvars yüzdesi Eşitlik 4.3'e göre hesaplanmıştır.

$$KİKY = \frac{KİKM}{KM} \times 100 \quad (4.3)$$

Burada; KİKY: Kül İçindeki Kuvars Yüzdesi (%)

KİKM: Kül İçinde Kuvars Miktarı (mg)

KM: Kül Miktarı (mg)

Kurul panosundan alınan 1 No'lu örnek için:

$$KİKY = \frac{0,97 \text{ mg}}{3 \text{ mg}} \times 100 = \% 32,33$$

Solunabilir toz içindeki kuvars yoğunluğu Eşitlik 4.4, kuvars yüzdesi ise Eşitlik 4.5'e göre hesaplanmaktadır.

$$KUY = \frac{KİKM}{CGHM \times \ddot{O}S} \quad (4.4)$$

Burada; KUY: Kuvars Yoğunluğu (mg/m³)

KİKM: Kül İçinde Kuvars Miktarı (mg)

CGHM: Cihazdan Geçen Hava Miktarı (m³/dk)

ÖS: Örnekleme Süresi (dk)

Kurul panosundan alınan 1 No'lu örnek için:

$$TİKY = \frac{0,97 \text{ mg}}{0,002473 \text{ m}^3/\text{dk} \times 960 \text{ dk}} = 0,41 \text{ mg/m}^3$$

$$TİK Y = \frac{KİK M}{TM} \times 100 \quad (4.5)$$

Burada; TİK Y: Toz İçinde Kuvars Yüzdesi (%)

KİK M: Kül İçinde Kuvars Miktarı (mg)

TM: Toz Miktarı (mg)

Kurul panosundan alınan 1 No'lu örnek için:

$$TİK Y = \frac{0,97 \text{ mg}}{9 \text{ mg}} \times 100 = \% 10,78$$

4.1.6 Kömür Damarından Alınan Numunelerin Analizi

Kömürün kuvars içeriğinin kantitatif olarak değerlendirilmesinde genellikle XRD ve FTIR yöntemi kullanılmaktadır (Miola and Ramani 1996, Bandopadhyay'dan 2010). Minerolojik analiz için enstrümantal kolaylıklar mevcut değilse, kömür külünün kimyasal analizinden yaklaşık değer elde edilebilir (Raask 1985; Cumo and Naviglio 1990, Bandopadhyay'dan 2010).

Bu çalışmada kömür damarlarından alınan numuneler kimyasal, XRD (kalitatif ve kantitatif olarak) ve FTIR (kantitatif) yöntemi ile analiz edilmiştir.

4.1.6.1 Kimyasal Analiz

Kömür numunelerinin kimyasal analizleri Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında X-Işınlı Floresans (XRF) tekniği ile yapılmıştır.

XRF yöntemi kömür ve diğer fosil yakıtlar dahil olmak üzere jeolojik malzemelerdeki başlıca elementlerin kimyasal analizleri için, uzun yıllardır kullanılmaktadır (Kiss 1966, Kuhn vd. 1975, Gluskoter vd. 1977, Huggins'ten 2002).

Raask (1985) kömür külünün kimyasal analiz sonuçlarından elde ettiği TS (%) ve Al_2O_3 (%) değerleri arasında ilişki kurmuş ve Eşitlik 4.6'daki ampirik formülü oluşturmuş, Amerikan ve İngiliz kömür küllerinin kuvars içeriğini bu formüle göre hesaplamıştır.

$$KİKY = TS - 1,5 \times (Al_2O_3) \quad (4.6)$$

Burada; KİKY = Kül İçindeki Kuvars Yüzdesi (%)

TS = Toplam Silis (Si ve SiO_2) (%)

Al_2O_3 = Alüminyum Oksit (%)

Bandopadhyay (2010), Raask'ın oluşturduğu bu ampirik formülü Hindistan kömürlerine göre düzenlemiş (% TS / % Al_2O_3 oranını esas alarak) ve Eşitlik 4.7'deki ampirik formülü oluşturmuştur.

$$KİKY = 0,01 \times K \times (TS - 1,3 \times (Al_2O_3)) \quad (4.7)$$

Burada; KİKY = Kül İçinde Kuvars Yüzdesi (%)

K = Kül (%)

TS = Toplam Silis (Si ve SiO_2) (%)

Al_2O_3 = Alüminyum Oksit (%)

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Bandopadhyay'ın Hindistan kömürleri için düzenlediği ampirik formül TTK kömürleri için de oluşturulmaya çalışılmış ancak TTK kömür damarlarında % TS / % Al_2O_3 oranı, içerdiği kil minerallerinden dolayı çok fazla değişkenlik arz ettiğinden formül uyarlanamamıştır.

4.1.6.2 Kalitatif XRD Analizi

Ortam toz ölçümü yapılan ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin XRD yöntemi ile analizi Süleyman Demirel Üniversitesi Yeraltı Suyu ve Mineral Kaynakları Araştırma Merkezi laboratuvarında yapılmıştır. Bu yöntem ile kömür damarı ve ara kesmenin içerisinde bulunan mineraller tespit edilmiştir.

4.1.6.3 Kantitatif XRD Analizi

XRD kömürdeki diğer mineraller ile birlikte kuvarsın belirlenmesinde oldukça yaygın kullanılan yöntemlerden biridir (Wertz 1990, Vassilev and Tascon 2003, Bandopadhyay'dan 2010).

Rietveld (1969) en küçük kareler yöntemini kullanarak, XRD grafiğinin herhangi bir noktasında bir mineralin şiddetini hesaplayabilen bir formül geliştirmiştir. Taylor (1991) ise bir karışımdaki 25 farklı mineralin miktarlarını belirleyebilen Rietveld temelli SIROQUANT yazılımını hazırlamıştır (Ural'dan 2009).

Bölüm 4.1.6.2'de bahsedilen Süleyman Demirel Üniversitesi Yeraltı Suyu ve Mineral Kaynakları Araştırma Merkezi laboratuvarında yapılan XRD analiz sonuçları, sayısal olarak bir dosyaya kaydedilmiştir. Bu dosya SIROQUANT adlı bilgisayar yazılımına tanıtılarak kristal haldeki mineraller ve bunların miktarları belirlenmiştir.

4.1.6.4 Kantitatif FTIR Analizi

Solunabilir toz içerisindeki kuvarsın FTIR tekniğiyle belirlenmesi yöntemi esas alınarak kömür damarı ve ara kesme içerisindeki kuvars miktarları hesaplanmıştır. Alınan parça örnekler laboratuvarda öğütüldükten sonra kül fırınında yakılmış, elde edilen kül KBr ile karıştırılmış preste tabletler oluşturulduktan sonra FTIR cihazında analiz edilmiştir.

4.2 ÖRNEKLEMELERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Bu bölümde solunabilir toz örneklerinin, kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin analiz sonuçları sunulmaktadır.

4.2.1 Solunabilir Toz Örneklerinin Analiz Sonuçları

Solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları müesseseler bazında Çizelge 4.12-4.16'da verilmektedir.

Çizelge 4.12 Üzülmaz Müessesesi’nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No.	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuars			Toz Riski Derecesi *	ESD (25/SiO ₂) **
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)		(mg/m ³)
Kurul	1	9,00	3,79	3,00	33,33	0,97	0,41	10,78	III	2,32
	2	11,20	4,72	3,00	26,79	0,93	0,39	8,30	III	3,01
Kurul	3	6,70	2,82	1,60	23,88	0,47	0,20	7,01	II	3,57
	4	5,60	2,36	0,60	10,71	0,33	0,14	5,89	II	4,24
Kurul	5	5,20	2,19	1,40	26,92	0,34	0,14	6,54	II	3,82
	6	6,70	2,82	1,10	16,42	0,37	0,16	5,52	II	4,53
Piriç	7	8,56	3,61	2,78	32,48	0,37	0,16	4,32	II	5,00
	8	6,70	2,82	0,70	10,45	0,16	0,07	2,39	I	5,00
Piriç	9	6,89	2,90	2,60	37,74	0,32	0,13	4,64	II	5,00
	10	5,20	2,19	0,50	9,62	0,14	0,06	2,69	I	5,00
Piriç	11	6,40	2,70	1,52	23,75	0,15	0,06	2,34	II	5,00
	12	6,20	2,61	0,70	11,29	0,15	0,06	2,42	II	5,00
Acun	13	9,37	3,95	2,26	24,12	0,64	0,27	6,83	III	3,66
	14	10,40	4,38	2,40	23,08	0,78	0,33	7,50	III	3,33
Acun	15	12,50	5,27	3,18	25,44	1,07	0,45	8,56	III	2,92
	16	8,80	3,71	1,00	11,36	0,56	0,24	6,36	II	3,93
Acun	17	10,72	4,52	2,00	18,66	0,71	0,30	6,62	III	3,78
	18	10,10	4,25	2,00	19,80	0,67	0,28	6,63	III	3,77
Taban Acılık	19	3,60	1,52	0,20	5,56	0,02	0,01	0,56	I	5,00
	20	3,50	1,47	0,20	5,71	0,03	0,01	0,86	I	5,00
Taban Acılık	21	3,80	1,60	0,20	5,26	0,008	0,003	0,21	I	5,00
	22	3,30	1,39	0,20	6,06	0,008	0,003	0,24	I	5,00
Taban Acılık	23	4,50	1,90	0,30	6,67	0,05	0,02	1,11	I	5,00
	24	3,90	1,64	0,30	7,69	0,05	0,02	1,28	I	5,00
* : Tozla Mücadele Yönetmeliği’nin 16. maddesine göre toz riski (Bkz. Bölüm 2.4.2).										
** : Tozla Mücadele Yönetmeliği’nin 15. maddesine göre eşik sınır değeri (Bkz. Bölüm 2.4.1).										

Çizelge 4.13 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No.	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuars			Toz Riski Derecesi *	ESD (25/SiO ₂) **
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)		(mg/m ³)
Sulu	1	10,50	4,38	0,30	2,86	0,12	0,05	1,14	I	5,00
	2	10,60	4,42	0,30	2,83	0,13	0,05	1,23	I	5,00
Sulu	3	12,40	5,17	0,80	6,45	0,15	0,06	1,21	I	5,00
	4	13,20	5,50	0,80	6,06	0,25	0,11	1,89	I	5,00
Sulu	5	15,50	6,46	0,90	5,81	0,27	0,11	1,74	I	5,00
	6	14,80	6,17	0,80	5,41	0,19	0,08	1,28	I	5,00
Hacımemiş	7	31,60	13,17	5,00	15,82	1,19	0,50	3,77	III	5,00
	8	33,00	13,75	6,40	19,39	1,57	0,65	4,76	IV	5,00
Hacımemiş	9	36,20	15,08	7,00	19,34	1,57	0,65	4,34	IV	5,00
	10	37,50	15,63	7,70	20,53	1,66	0,69	4,43	IV	5,00
Hacımemiş	11	34,40	14,33	6,10	17,73	1,45	0,60	4,22	IV	5,00
	12	35,60	14,83	6,30	17,70	1,29	0,54	3,62	IV	5,00

* : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 16. maddesine göre toz riski (Bkz. Bölüm 2.4.2).

** : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 15. maddesine göre eşik sınır değeri (Bkz. Bölüm 2.4.1).

Çizelge 4.14 Amasra Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No.	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuars			Toz Riski Derecesi *	ESD (25/SiO ₂) **
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)		(mg/m ³)
6.Damar	1	7,60	4,27	1,30	17,11	0,38	0,21	5,00	II	5,00
	2	6,10	3,43	1,00	16,39	0,21	0,12	3,44	I	5,00
6.Damar	3	5,50	3,06	1,60	29,09	0,47	0,26	8,55	III	2,93
	4	7,80	4,33	2,2	28,21	0,83	0,46	10,64	III	2,35
6.Damar	5	9,20	5,11	2,3	25,00	0,99	0,55	10,76	IV	2,32
	6	9,70	5,39	1,7	17,53	0,76	0,42	7,83	III	3,19
6.Damar	7	14,00	7,78	3,8	27,14	1,75	0,97	12,5	IV	2,00
	8	12,20	6,78	3,2	26,67	1,43	0,79	11,72	IV	2,13
Kalın	9	18,00	10,11	3,00	16,67	1,46	0,82	8,11	IV	3,08
	10	17,90	10,05	3,00	16,76	1,44	0,81	8,04	IV	3,11
Kalın	11	3,30	1,83	0,2	6,06	0,06	0,03	1,82	I	5,00
	12	3,60	2,00	0,2	5,56	0,08	0,04	2,22	I	5,00
Kalın	13	4,50	2,50	0,3	6,67	0,14	0,08	3,11	I	5,00
	14	6,60	3,67	0,7	10,61	0,33	0,18	5,00	II	5,00
Kalın	15	5,00	2,78	0,5	10,00	0,20	0,11	4,00	I	5,00
	16	4,80	2,67	0,4	8,33	0,19	0,11	3,96	I	5,00
Güney Taşlı	17	7,20	4,04	1,7	23,61	0,72	0,40	10	III	2,50
	18	6,40	3,59	1,5	23,44	0,56	0,31	8,75	III	2,86
Tavan	19	11,10	6,17	1,4	12,61	0,70	0,39	6,31	III	3,96
	20	12,50	6,94	1,6	12,80	0,73	0,41	5,84	III	4,28
Tavan	21	7,30	4,06	0,6	8,22	0,36	0,20	4,93	II	5,00
	22	5,20	2,89	0,3	5,77	0,14	0,08	2,69	I	5,00
Tavan	23	13,40	7,44	2,5	18,66	1,11	0,62	8,28	IV	3,02
	24	12,10	6,72	2,00	16,53	0,92	0,51	7,60	IV	3,29

* : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 16. maddesine göre toz riski (Bkz. Bölüm 2.4.2).

** : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 15. maddesine göre eşik sınır değer (Bkz. Bölüm 2.4.1).

Çizelge 4.15 Armutçuk Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No.	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars			Toz Riski Derecesi *	ESD (25/SiO ₂) **
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)		(mg/m ³)
Büyük 311 No'lu pano	1	17,00	9,44	5,00	29,41	2,61	1,45	15,35	IV	1,63
	2	19,00	10,56	6,00	31,58	3,18	1,77	16,74	IV	1,49
Büyük 311 No'lu pano	3	18,30	10,17	4,20	22,95	1,80	1,00	9,84	IV	2,54
	4	16,30	9,06	3,20	19,63	1,23	0,68	7,55	IV	3,31
Büyük 311 No'lu pano	5	9,10	5,06	1,30	14,29	0,56	0,31	6,15	III	4,06
	6	11,10	6,17	1,60	14,41	0,78	0,43	7,03	III	3,56
Büyük 220 No'lu pano	7	6,00	3,33	0,40	6,67	0,25	0,14	4,17	II	5,00
	8	8,20	4,56	0,60	7,32	0,45	0,25	5,49	II	4,56
Büyük 220 No'lu pano	9	11,90	6,61	2,10	17,65	0,89	0,49	7,48	III	3,34
	10	9,20	5,11	2,30	25,00	0,82	0,46	8,91	III	2,80
Büyük 220 No'lu pano	11	6,1	3,39	1,00	16,39	0,30	0,17	4,92	II	5,00
	12	5,2	2,89	0,70	13,46	0,23	0,13	4,42	II	5,00

* : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 16. maddesine göre toz riski (Bkz. Bölüm 2.4.2).

** : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 15. maddesine göre eşik sınır değeri (Bkz. Bölüm 2.4.1).

Çizelge 4.16 Kozlu Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin analiz sonuçları.

Numunenin Alındığı Yer	Örnek No.	Toz Miktarı (mg)	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuars			Toz Riski Derecesi *	ESD (25/SiO ₂) **
				(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)		(mg/m ³)
Acılık	1	12,30	5,13	0,30	2,44	0,05	0,02	0,41	I	5,00
	2	12,20	5,08	0,30	2,46	0,05	0,02	0,41	I	5,00
Acılık	3	9,90	4,13	0,20	2,02	0,03	0,01	0,30	I	5,00
	4	10,80	4,50	0,20	1,85	0,04	0,02	0,37	I	5,00
Acılık	5	15,80	6,58	0,70	4,43	0,22	0,09	1,39	I	5,00
	6	16,10	6,71	0,80	4,97	0,23	0,10	1,43	I	5,00
Çay	7	14,80	6,17	1,60	10,81	0,50	0,21	3,38	II	5,00
	8	15,30	6,38	1,30	8,50	0,51	0,21	3,33	II	5,00
Çay	9	16,40	6,83	1,80	10,98	0,64	0,27	3,90	III	5,00
	10	13,40	5,58	1,30	9,70	0,50	0,21	3,73	II	5,00
Çay	11	9,90	4,13	0,80	8,08	0,31	0,13	3,13	II	5,00
	12	9,10	3,79	0,70	7,69	0,31	0,13	3,41	II	5,00
* : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 16. maddesine göre toz riski (Bkz. Bölüm 2.4.2).										
** : Tozla Mücadele Yönetmeliği'nin 15. maddesine göre eşik sınır değer (Bkz. Bölüm 2.4.1).										

4.2.2 Kömür Damarından Alınan Örneklerin Analiz Sonuçları

Bu bölümde kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kimyasal, XRD (kalitatif ve kantitatif olarak) ve FTIR (kantitatif olarak) yöntemi ile analizinden edilen sonuçlar sunulmaktadır.

4.2.2.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

Numunelerin kimyasal analiz sonuçları müesseseler bazında Çizelge 4.17-4.21’de verilmektedir. Analiz sonuçlarına göre:

- Üzülmaz Müessesesi kömür damarlarından ve ara kesmelerinden alınan numunelerde SiO_2 içerikleri % 17,8 ile % 59,86 arasında değişmektedir.
- TTK Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi kömür damarlarından alınan numunelerde SiO_2 içerikleri % 23,5 ile % 32,4 arasındadır.
- Amasra Müessesesi kömür damarlarından ve ara kesmelerinden alınan numunelerde SiO_2 içerikleri % 18,6 ile % 54,7 arasında değişmektedir.
- Armutçuk Müessesesi kömür damarlarından alınan numunelerde SiO_2 içerikleri % 16,3 ile % 9,01 arasındadır.
- Kozlu Müessesesi kömür damarlarından alınan numunelerde SiO_2 içerikleri % 7,48 ile % 20,7 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.17 Üzülmaz Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Damar Adı	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	SO ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Kurul	24,1	34,80	17,8	8,05	9,33
Kurul Ara Kesme	28,9	57,56	0,54	0,716	5,461
Piriç	24	45,40	11,18	4,16	9,75
Piriç Ara Kesme	30,2	58,32	1,28	0,59	5,007
Acun	19,9	44,00	5,34	6,00	14,88
Acun Ara Kesme	23,9	55,66	2,01	0,68	10,97
T. Acılık Tavan	19,9	23,10	5,74	28,63	8,625
T. Acılık Taban	14	17,80	20,9	7,51	21,35
T. Acılık Ara Kesme	31,8	59,86	0,05	-	3,655

Çizelge 4.18 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Damar Adı	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	SO ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Sulu	26,3	32,4	8,01	11,99	8,52
Hacımemiş	21,6	23,5	12,1	22,73	13,91

Çizelge 4.19 Amasra Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Damar Adı	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	SO ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
6. Damar	26	54,7	8,58	1,45	4,37
Kalın	25,8	50,5	8,33	6,17	4,06
Güney Taşlı	16,7	18,6	16,2	32,64	11,67
Güney Taşlı Ara Kesme	45,4	51,39	0,82	0,34	0,69
Tavan	33,8	51,2	5,74	1,98	4,22
Tavan Ara Kesme	43,8	52,04	0,32	0,29	1,90

Çizelge 4.20. Armutçuk Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Damar Adı	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	SO ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Büyük (311 no'lu pano)	15,4	16,3	7,3	25,9	18,25
Büyük (220 no'lu pano)	5,61	9,01	9,2	26,8	33,30

Çizelge 4.21 Kozlu Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin XRF yöntemiyle yapılan kimyasal analiz sonuçları.

Damar Adı	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	SO ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Acılık	7,11	7,48	10,39	39,94	27,04
Çay	14,0	20,7	6,25	36,71	14,1

4.2.2.2 Kalitatif XRD Analiz Sonuçları

Ortam toz ölçümü yapılan ayak işyerlerindeki damarlardan alınan kömür ve ara kesme numunelerinin XRD yöntemi esas alınarak yapılan analizlerinin sonuçları müesseseler bazında sunulmaktadır.

a) Üzülmez Müessesesi

Kurul damarından alınan kömür numunesi içinde eser miktarda alfa kuvars, kaolin, montmorillonit, tridimit; ara kesme numunesi içinde eser miktarda alfa kuvars, kaolin, tridimit, kristobalit minerali bulunmaktadır. Piriç damarından alınan kömür numunesi içinde eser miktarda alfa kuvars, montmorillonit, ankerit, kaolin minerali, ara kesme numunesi içinde ise alfa kuvars, kaolin, illit minerali görülmüştür. Acun damarından alınan kömür numunesi içinde kaolin, illit, montmorillonit, kalsit ve alfa kuvars; ara kesme numunesi içinde ise vermikulit, illit ve alfa kuvars minerali vardır. Taban Acılık tavan damarından alınan kömür numunesi içerisinde kaolin, alfa kuvars, tabandan alınan kömür numunesi içinde kaolin, montmorillonit, ara kesme numunesi içinde ise illit, kaolin ve alfa kuvars minerali bulunmaktadır (Bkz. Ek. Aç. F).

b) Karadon Müessesesi

Sulu damardan alınan kömür numunesi içinde alfa kuvars, kaolin ve kalsit; Hacımemiş damarından alınan kömür numunesi içinde alfa kuvars, kalsit ve kaolin minerali bulunmaktadır (Bkz. Ek. Aç. G).

c) Amasra Müessesesi

6. damardan alınan kömür numunesi içinde % 35 alfa kuvars ve % 65 kaolin; Güney Taşlı damardan alınan ara kesme numunesi içinde % 13 alfa kuvars ve % 87 kaolin bulunmaktadır. Güney Taşlı damardan alınan kömür numunesi içinde eser miktarda alfa kuvars, kalsit, ankerit, kaolin minerali, kalın damardan alınan kömür numunesi içinde ise alfa kuvars ve kaolin minerali görülmüştür. Tavan damarından alınan kömür numunesi içinde % 71 kaolin, % 29 alfa kuvars; ara kesme numunesi içinde ise % 86 kaolin, % 8 alfa kuvars ve % 6 dikit minerali bulunmaktadır (Bkz. Ek. Aç. H).

XRD cihazında bulunan bir program yardımıyla minerallerin belirli bir değere kadar numune içinde bulunma yüzdeleri hesaplanabilmektedir. Bazı spektrumlarda numune içerisindeki minerallerin azlığından dolayı, program yüzde olarak miktarlarını hesaplayamamıştır.

d) Armutçuk Müessesesi

Büyük damar 311 No'lu pano'dan alınan kömür numunesi içinde kaolin ve ankerit; Büyük damar 220 No'lu panodan alınan numune içinde alfa kuvars ve ankerit görülmüştür (Bkz. Ek. Aç. I).

e) Kozlu Müessesesi

Acılık damarından alınan kömür numunesi içinde kalsit ve dolomit; Çay damarından alınan numune içinde alfa kuvars, kaolin ve kalsit minerali bulunmaktadır (Bkz. Ek. Aç. İ).

4.2.2.3 Kantitatif XRD Analiz Sonuçları

Kömür damarı ve ara kesme numunelerinin XRD yöntemi ile analizinden elde edilen çıktılar SIROQUANT programı ile değerlendirilmiş ve miktar tayini yapılmıştır. Sonuçlar müesseseler bazında sunulmaktadır.

a) Üzülmaz Müessesesi

Analiz sonuçlarına göre; Kurul damarından alınan numunelerde % 8,5 Tridimit, % 25,3 Montmorillonit, % 26 Kuvars, % 40 Kaolin minerali bulunmaktadır. Kurul ara kesmesinden alınan numunelerde % 28,4 Kaolin, % 3 Kristobalit, % 65 Kuvars, % 3,5 Tridimit minerali görülmüştür.

Piriç damarından alınan numunelerde % 24,1 Ankerit, % 27,7 Kaolin, % 38,4 Kuvars, % 9,8 Montmorillonit minerali bulunmaktadır. Piriç ara kesmesinden alınan numunelerde % 42,7 Kaolin, % 14,0 İllit, % 43,4 Kuvars minerali görülmüştür.

Taban Acılık Tavan damarından alınan numunelerde % 83 Kaolin, % 17 Kuvars minerali bulunmaktadır. Taban Acılık Taban damarından alınan numunelerde % 48 Kaolin, % 7 Kuvars, % 45 Montmorillonit minerali görülmüştür. Taban Acılık ara kesmeden alınan numunelerde % 23,9 İllit, % 30,3 Kaolin, % 45,8 Kuvars minerali bulunmaktadır.

Acun damarından alınan numunelerde % 26,8 İllit, % 18,0 Kaolin, % 43,1 Kuvars, % 0,2 Montmorillonit, % 11,9 Kalsit minerali görülmüştür. Acun ara kesmeden alınan numunelerde % 12,5 Vermikulit, % 35,4 İllit, % 52,1 Kuvars minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Üzülmüş Müessesesi’nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.

Numune Adı	Minerallerin Miktarları (%)								
	Kuvars	Kristobalit	Tridimit	Kaolin	Montmorillonit	Ankerit	İllit	Kalsit	Vermikulit
Kurul	26	-	8,5	40	25,3	-	-	-	-
Kurul Ara Kesme	65	3	3,5	28,4	-	-	-	-	-
Piriç	38,4	-	-	27,7	9,8	24,1	-	-	-
Piriç Ara Kesme	43,4			42,6			14	-	-
Taban Acılık Tavan	17	-	-	83	-	-	-	-	-
Taban Acılık Taban	7	-	-	48	45	-	-	-	-
Taban Acılık Ara Kesme	45,8	-	-	30,3	-	-	23,9	-	-
Acun	43,1	-	-	18	0,2		26,8	11,9	-
Acun Ara Kesme	52,1	-	-	-	-	-	35,4	-	12,5

b) Karadon Müessesesi

Analiz sonuçlarına göre; Sulu damarından alınan numunelerde % 64,2 Kaolin, % 21 Kalsit, % 14,8 Kuvars minerali görülmüştür.

Hacımemiş damarından alınan numunelerde, % 21,5 Kaolin, % 2,2 Kuvars, % 76,3 Kalsit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.

Numune Adı	Minerallerin Miktarları (%)		
	Kuvars	Kaolin	Kalsit
Sulu	14,8	64,2	21,0
Hacımemiş	2,2	21,5	76,3

c) Amasra Müessesesi

Analiz sonuçlarına göre; 6. damardan alınan numunelerde % 62,3 Kaolin, % 37,7 Kuvars minerali görülmüştür.

Kalın damardan alınan numunelerde % 65,5 Kalsit, % 24,6 Kaolin, % 9,9 Kuvars minerali bulunmaktadır.

Güney Taşlı damardan alınan numunelerde % 12,6 Kaolin, % 3,6 Kuvars, % 68,2 Ankerit, % 15,6 Kalsit minerali görülmüştür. Güney Taşlı ara kesmeden alınan numunelerde % 96 Kaolin, % 4 Kuvars minerali bulunmaktadır.

Tavan damardan alınan numunelerde % 76 Kaolin, % 24 Kuvars minerali görülmüştür. Tavan damar ara kesmeden alınan numunelerde % 37,2 Kaolin, % 7,6 Kuvars, % 55,2 Dikit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 Amasra Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.

Numune Adı	Minerallerin Miktarları (%)				
	Kuvars	Kaolin	Kalsit	Ankerit	Dikit
6. Damar	37,7	62,3	-	-	-
Kalın	9,9	24,6	65,5	-	-
Güney Taşlı	3,6	12,6	15,6	68,2	-
Güney Taşlı Ara Kesme	4	96	-	-	-
Tavan	24	76	-	-	-
Tavan Ara Kesme	7,6	37,2	-	-	55,2

d) Armutçuk Müessesesi

Analiz sonuçlarına göre; Büyük damar 220 No'lu pano'dan alınan numunelerde % 33 Kuvars, % 67 Ankerit minerali görülmüştür.

Büyük damar 311 No'lu pano'dan alınan numunelerde % 34,8 Kaolin, % 65,2 Ankerit minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 Armutçuk Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.

Numune Adı	Minerallerin Miktarları (%)		
	Kuvars	Kaolin	Ankerit
Büyük Damar 220 No'lu Pano	33	-	67
Büyük Damar 311 No'lu Pano	-	34,8	65,2

e) Kozlu Müessesesi

Analiz sonuçlarına göre; Acılık damardan alınan numunelerde % 54 Kalsit, % 46 Dolomit minerali görülmüştür.

Çay damardan alınan numunelerde % 28,4 Kaolin, % 55,5 Kalsit, % 16,1 Kuvars minerali bulunmaktadır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 Kozlu Müessesesi'nde ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin kantitatif XRD analiz sonucu.

Numune Adı	Minerallerin Miktarları (%)			
	Kuvars	Kaolin	Kalsit	Dolomit
Acılık	-	-	54	46
Çay	16,1	28,4	55,5	

4.2.2.4 Kantitatif FTIR Analiz Sonuçları

Kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin FTIR yöntemi ile analizinin sonuçları müesseseler bazında Çizelge 4.27-4.31'de verilmektedir.

Çizelge 4.27 Üzülmüş Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.

Numune Alınan Yer	Numune Miktarı (mg)	Kül Miktarı (mg)	Kül Yüzdesi (%)	Deneyde Kullanılan Kül Miktarı (mg)	Kuvars Miktarı (mg)	Kül İçinde Kuvars (%)
Kurul	500	103	20,6	10	2,22	22,2
Kurul Ara Kesme	500	458	91,6	10	1,86	18,6
Piriç	500	151	30,2	10	1,71	17,1
Piriç Ara Kesme	500	408	81,6	10	1,86	18,6
Acun	500	298	59,6	10	2,25	22,5
Acun Ara Kesme	500	412	82,4	10	2,54	25,4
Taban Acılık Tavan	500	115	23	10	2,26	22,6
Taban Acılık Taban	500	19	3,8	10	2,75	27,5
Taban Acılık Ara Kesme	500	464	92,8	10	2,78	27,8

Çizelge 4.28 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.

Numune Alınan Yer	Numune Miktarı (mg)	Kül Miktarı (mg)	Kül Yüzdesi (%)	Deneyde Kullanılan Kül Miktarı (mg)	Kuvars Miktarı (mg)	Kül İçinde Kuvars (%)
Sulu	500	85	17	10	2,04	20,4
Hacımemiş	500	41	8,2	10	1,98	19,8

Çizelge 4.29 Amasra Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından ve ara kesmeden alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.

Numune Alınan Yer	Numune Miktarı (mg)	Kül Miktarı (mg)	Kül Yüzdesi (%)	Deneyde Kullanılan Kül Miktarı (mg)	Kuvars Miktarı (mg)	Kül İçinde Kuvars (%)
6. Damar	500	80	16	10	2,96	29,6
Kalın	500	161	32,2	10	2,63	26,3
Güney Taşlı	500	79	15,8	10	1,74	17,4
Güney Taşlı Ara Kesme	500	379	75,8	10	2,23	22,3
Tavan	500	189	37,8	10	2,66	26,6
Tavan Ara Kesme	500	405	81	10	2,13	21,3

Çizelge 4.30 Armutçuk Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.

Numune Alınan Yer	Numune Miktarı (mg)	Kül Miktarı (mg)	Kül Yüzdesi (%)	Deneyde Kullanılan Kül Miktarı (mg)	Kuvars Miktarı (mg)	Kül İçinde Kuvars (%)
Büyük 311 No'lu pano	500	66	13,2	10	-	-
Büyük 220 No'lu pano	500	93	18,6	10	3,55	35,5

Çizelge 4.31 Kozlu Müessesesi ayak işyerlerindeki kömür damarından alınan numunelerin FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçları.

Numune Alınan Yer	Numune Miktarı (mg)	Kül Miktarı (mg)	Kül Yüzdesi (%)	Deneyde Kullanılan Kül Miktarı (mg)	Kuvars Miktarı (mg)	Kül İçinde Kuvars (%)
Acılık	500	100	20	10	-	-
Çay	500	175	35	10	2,42	24,2

BÖLÜM 5

SONUÇLARIN YORUMLANMASI VE İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

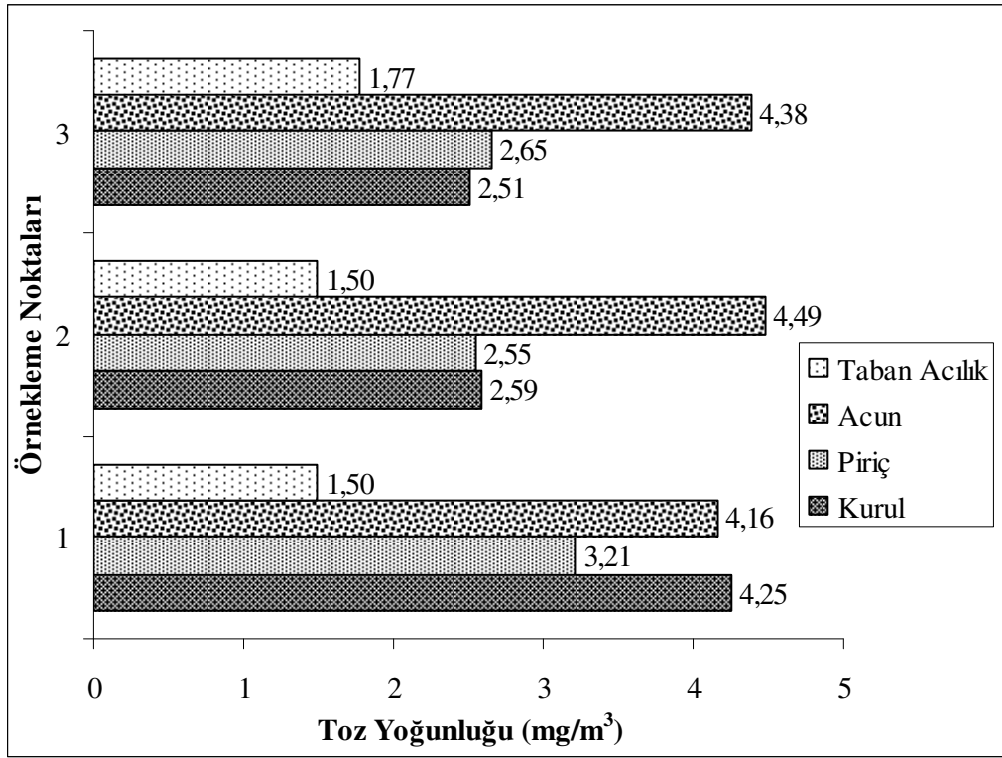
Bu bölümde müesseselerin ayaklarda 3 farklı noktada yapılan ölçümlerinden elde edilen toz yoğunlukları, kül miktarları ve kuvars miktarlarındaki değişimin grafikleri hazırlanmıştır. Solunabilir toz örnekleri alınan panolara ait ortalama toz yoğunlukları, kül ve kuvars miktarları çizelgelerde sunulmuştur. Toz yoğunlukları yüksek olan ayaklar ve bu ayakların kuvars içeriklerinin eşik sınır değerinin üstünde olup olmadığı tespit edilmiştir. Toz örnekleme yapılan panolara ait ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars miktarı müesseseler bazında grafiklerle gösterilmiş ve aralarında bir ilişki olup olmadığı irdelenmiştir. Toz ölçüm sonuçları İngiltere, ABD ve Türkiye tarafından kabul edilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Ayak işyerlerinden alınan solunabilir toz örnekleri içindeki kuvars miktarları ile aynı işyerindeki kömür damarından alınan numune ve ara kesmelerdeki kuvars miktarları grafiklerle gösterilmiştir. Son olarak, tüm çalışmayı kapsayan veriler varyans analizi (tek ve iki yönlü), Tukey Testi ve Regresyon Analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

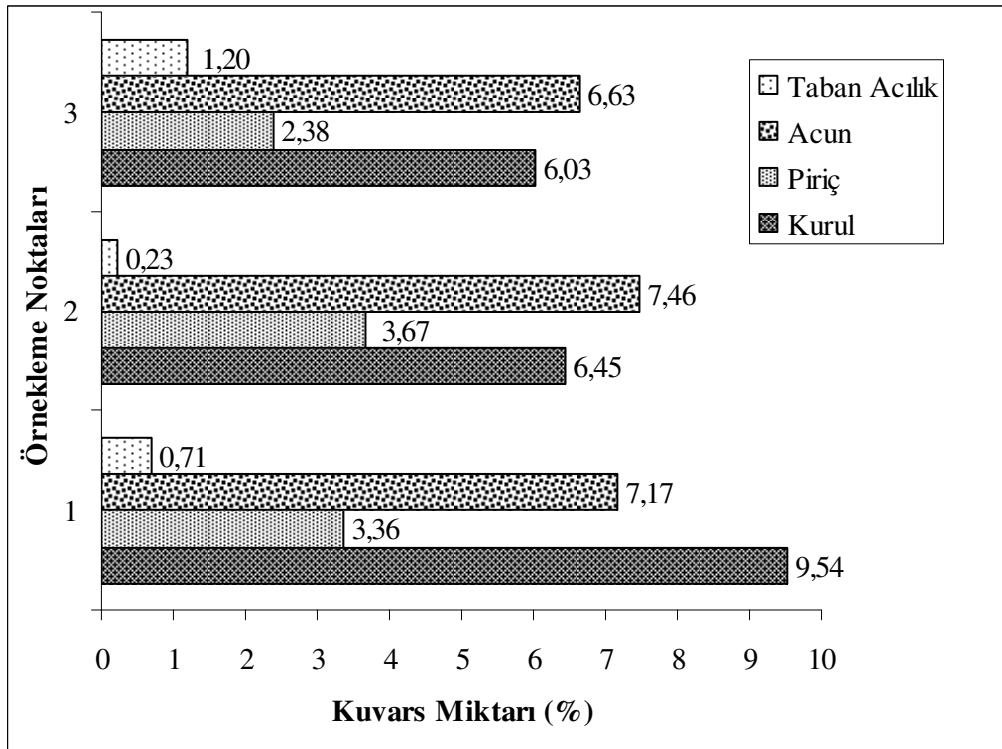
5.1 ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ

Üzülmaz Müessesesi'nde 4 ayağın 3 farklı noktasında toplam 24 adet toz örnekleme yapılmıştır. Bu 3 farklı örnekleme noktasındaki toz yoğunluklarındaki değişim Şekil 5.1'de, kuvars miktarlarındaki değişim Şekil 5.2'de grafiklerle gösterilmiştir.

Toz yoğunlukları ve kuvars miktarlarındaki değişimin, damar kalınlığı, damar eğimi, günlük üretim miktarı, çalışılan sarma sayısı, hava miktarları, tavan-taban taşının farklılığı, formasyonun yapısı ve ara kesmenin varlığı gibi işletmeye ait parametrelerdeki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 5.1 Üzülmüş Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları.



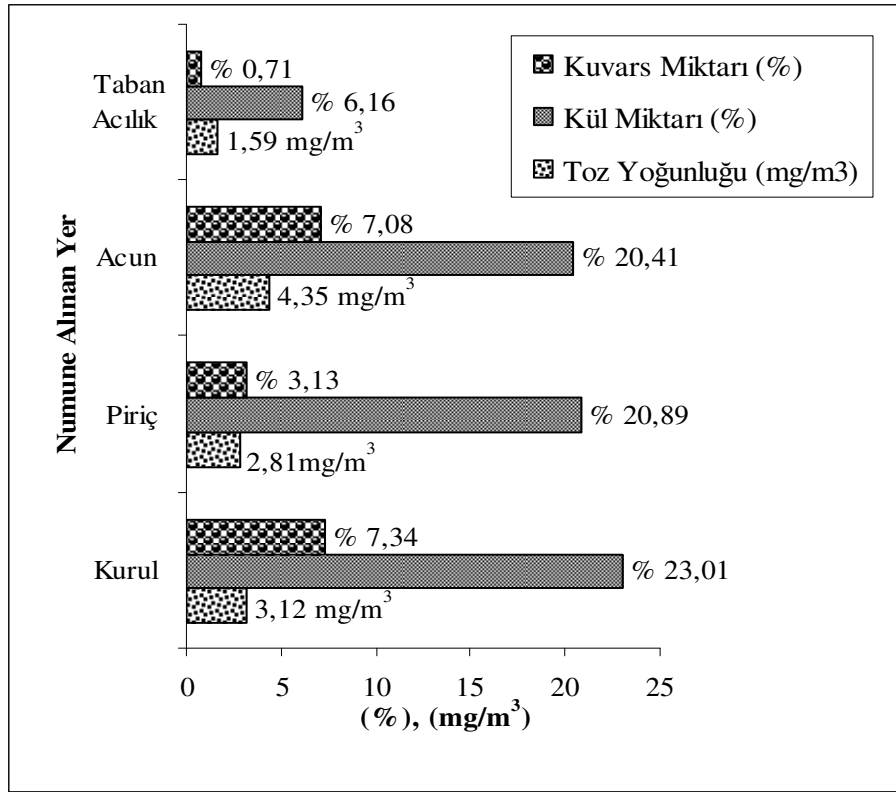
Şekil 5.2 Üzülmüş Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.

Üzülmez Müessesesi'nde ortalama toz yoğunlukları 1,59-4,35 mg/m³ arasında, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 0,71-7,34 arasında değişmektedir (Çizelge 5.1). Toz yoğunluğu yüksek olan ayaklar -155/-168 Acun (4,35 mg/m³) ve -114/-137 Kurul (3,12 mg/m³)'dur. Bu ayakların kuvars miktarları da (% 7,08-7,34) kritik değerin (% 5) üstündedir.

Çizelge 5.1 Üzülmez Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.

Numunenin Alındığı Yer	Örnekleme Sayısı	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars		
			(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)
Kurul	6	3,12	1,78	23,01	0,57	0,24	7,34
Piriç	6	2,81	1,47	20,89	0,22	0,09	3,13
Acun	6	4,35	2,14	20,41	0,74	0,31	7,08
Taban Acılık	6	1,59	0,23	6,16	0,03	0,01	0,71

Şekil 5.3'ü incelendiğinde kül miktarı ile kuvars miktarı arasında (Piriç ayak hariç) bir ilişkinin olduğunu ve kül miktarı arttıkça kuvars miktarının da arttığı görülmektedir.



Şekil 5.3 Üzülmüş Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları.

Kurul ayakta solunabilir tozun külü içindeki kuvars miktarı, aynı işyerindeki kömür damarının külü içindeki kuvars miktarının 1,44'ü kadardır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 Üzülmüş Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi.

Numune Alınan Yer	(A) Solunabilir Tozun Külü İçinde Kuvars Miktarı (%)	(B) Kömür Damarının Külü İçindeki Kuvars Miktarı (%)	A/B
Kurul	32,02	22,2	1,44
Piriç	14,97	17,1	0,88
Acun	34,58	22,5	1,54
Taban Acılık Tavan	13,04	22,6	0,58
Taban Acılık Taban	13,04	27,5	0,47

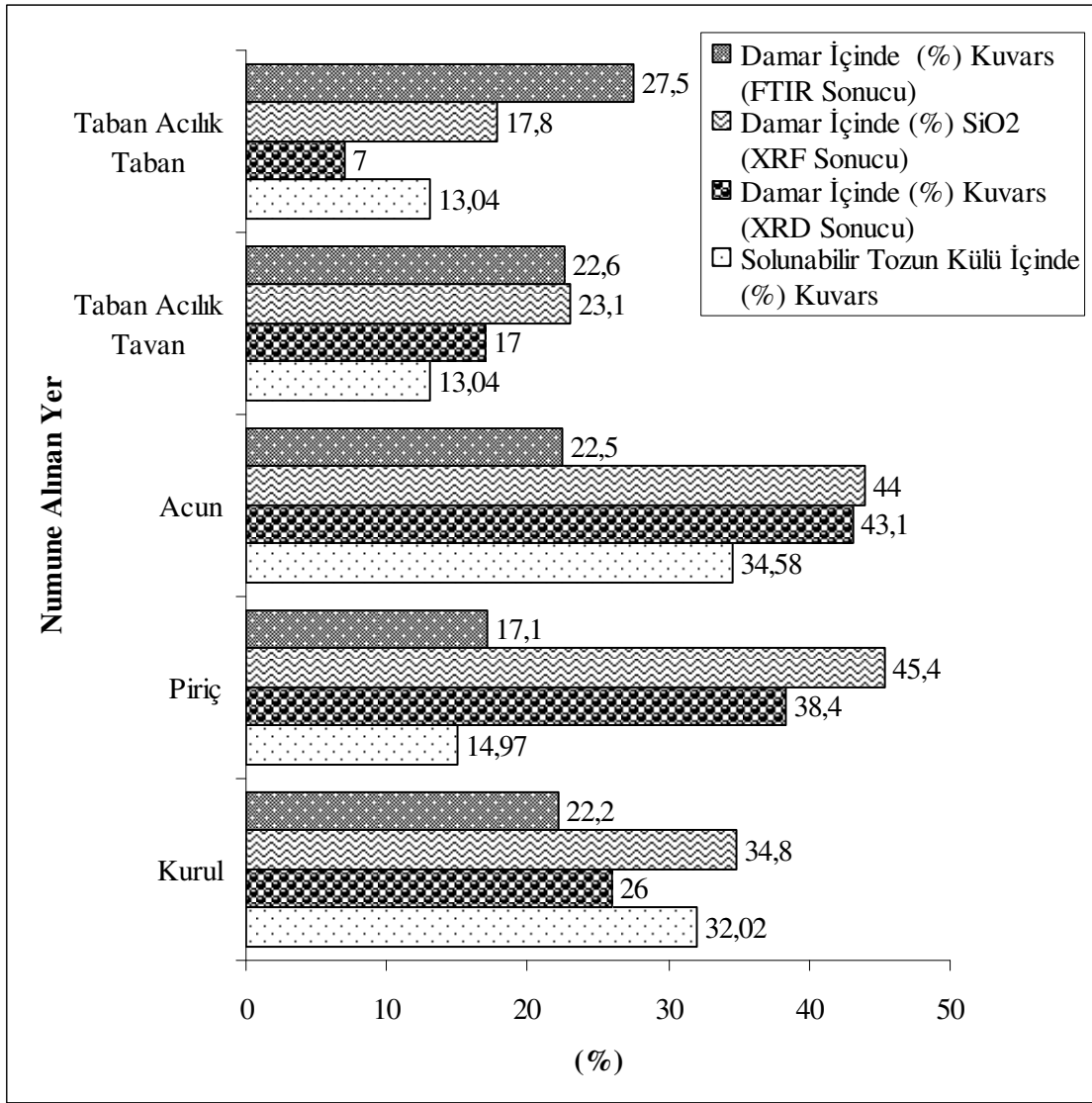
Solunabilir toz içindeki kuvarsın kaynağını belirlemek amacıyla, damardan alınan numuneler ve ara kesmeler FTIR, XRF ve XRD yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.3 Üzülmüş Müessesesi’nden elde edilen sonuçlar.

Numune Alınan Yer	Solunabilir Tozun Külü İçinde (%) Kuvars	Damardan Alınan Numune İçinde			Damardan Alınan Ara Kesme İçinde		
		XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars	XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars
Kurul	32,02	26	34,8	22,2	65	57,56	18,6
Piriç	14,97	38,4	45,4	17,1	43,4	58,32	18,6
Acun	34,58	43,1	44	22,5	52,1	55,66	25,4
T. Acılık Tavan	13,04	17	23,1	22,6	45,8	59,86	27,8
T. Acılık Taban	13,04	7	17,8	27,5	-	-	-

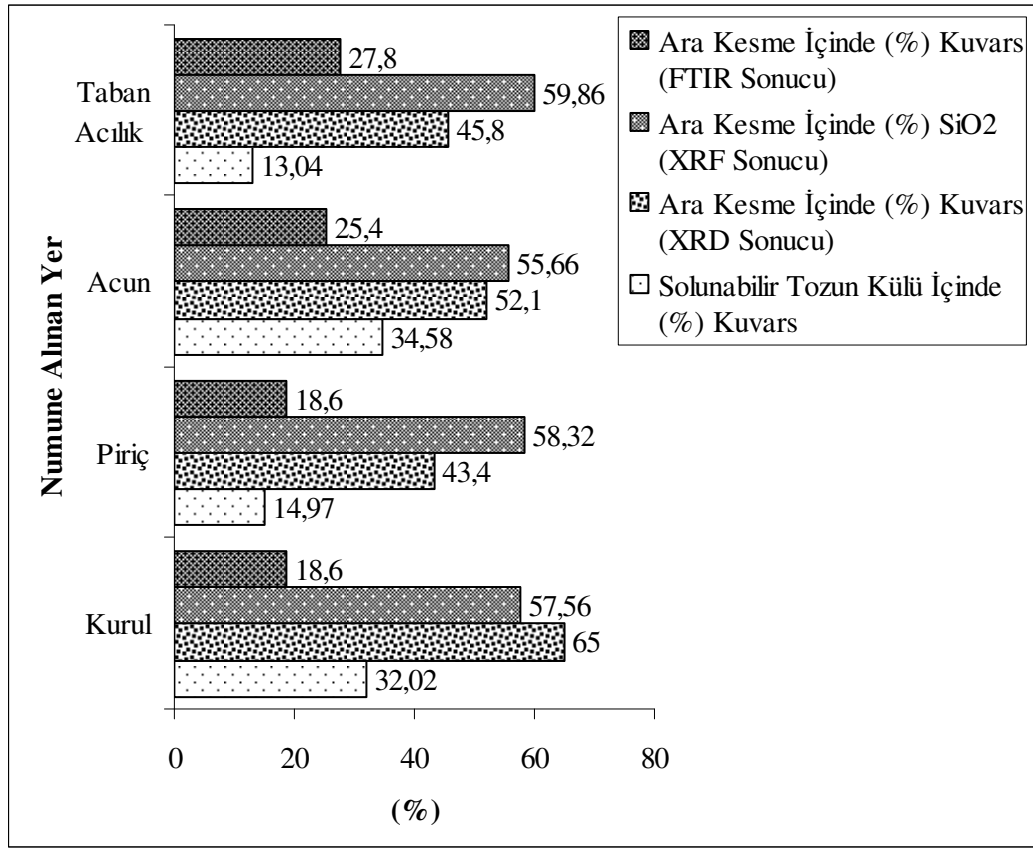
*: Serbest silis halinde veya silikatlarla birleşmiş olarak bulunan bileşiklerdir.

Solunabilir tozun külü içinde en yüksek kuvars miktarı (%) Acun ayakta çıkmıştır. Acun ayakta damar içindeki kuvars miktarı (%) (XRD sonucu) ve SiO₂ miktarı (%) (XRF sonucu) birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Kurul ayaktan alınan damar numunesinin hem XRD hem de FTIR yöntemiyle yapılan analiz sonuçlarında, kuvars miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Üzülmüş Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.

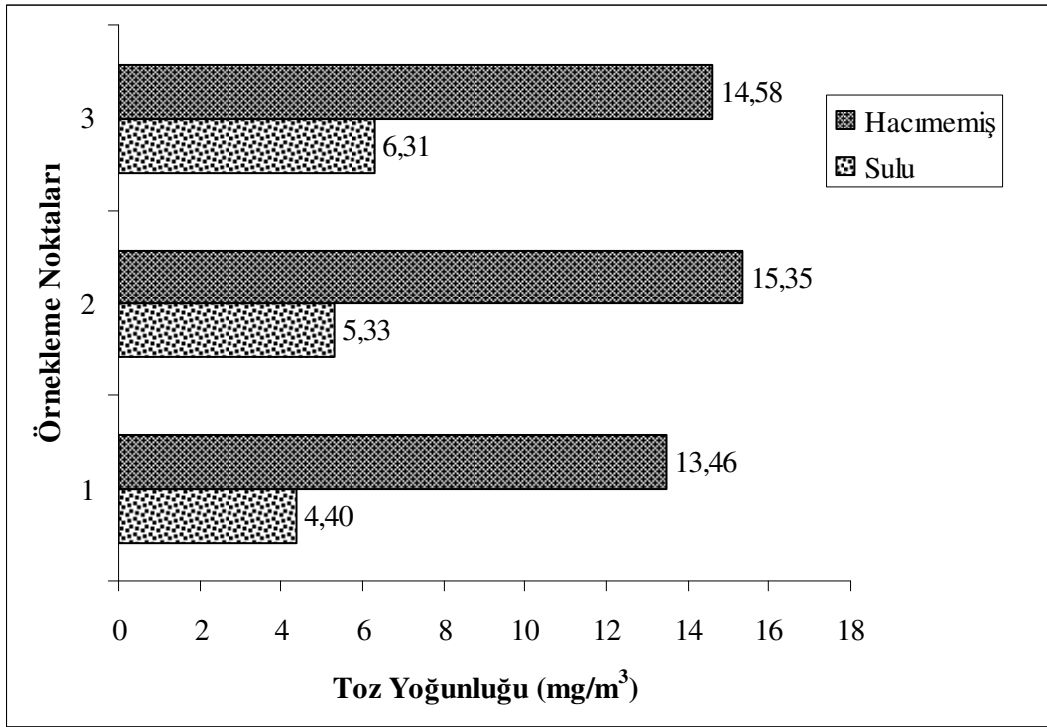
Kurul, Piriç, Acun ve Taban Acılık damarlarından alınan ara kesme numunelerinin içindeki (%) SiO₂ değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır (Şekil 5.5).



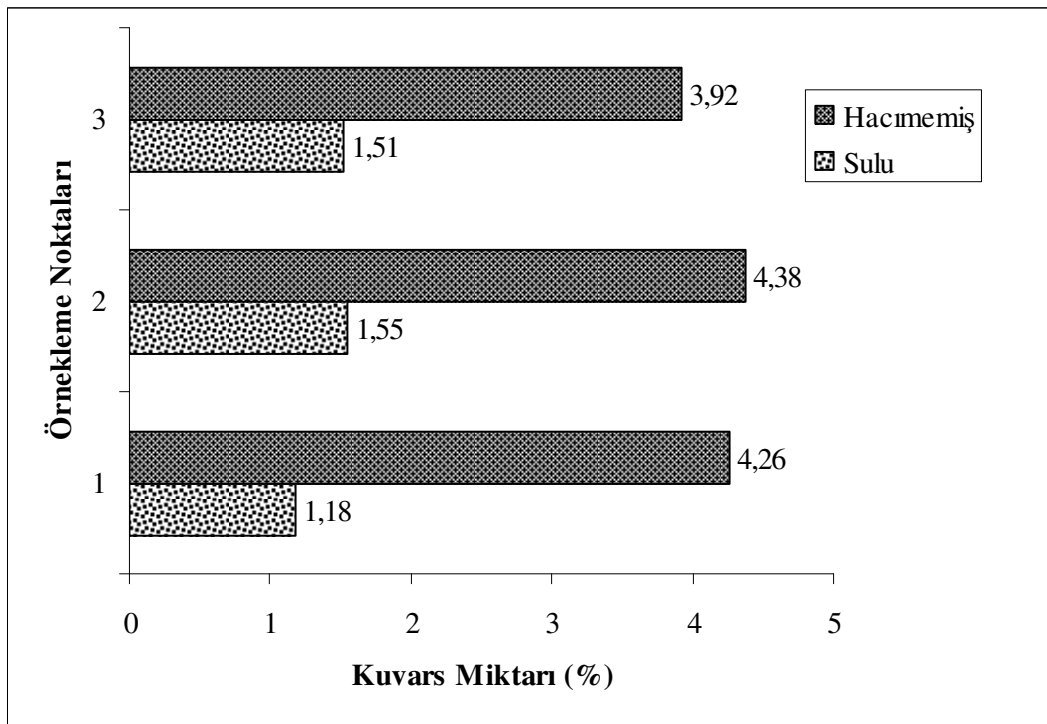
Şekil 5.5 Üzülmüş Müessesesi'nde damardan alınan ara kesme numunelerinin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar.

5.2 KARADON MÜESSESESİ

Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde 2 ayak içerisinde 3 farklı noktada toplam 12 adet toz örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan noktalarda toz yoğunluklarındaki değişim Şekil 5.6'da, kuvars miktarlarındaki değişim ise Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Şekil 5.6 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları.



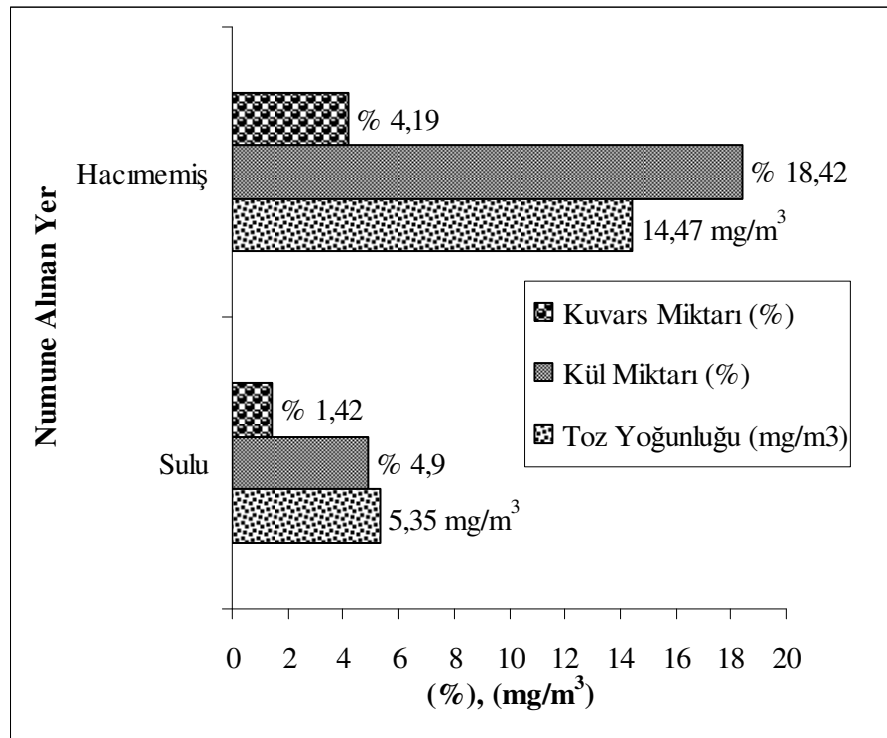
Şekil 5.7 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.

Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nden alınan numunelerde ortalama toz yoğunlukları 5,35-14,47 mg/m³, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 1,42 ve 4,19'dur (Çizelge 5.4). Toz yoğunlukları oldukça yüksektir. Hacımemiş ayağın kuvars miktarı (% 4,19) kritik değere oldukça yakındır. Bu işyerinde tozun oluşumunun önlenmesi ve oluşan tozun bastırılması çalışmalarına ağırlık verilmesinde yarar görülmektedir.

Çizelge 5.4 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.

Numunenin Alındığı Yer	Örnekleme Sayısı	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars		
			(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)
Sulu	6	5,35	0,65	4,90	0,20	0,08	1,42
Hacımemiş	6	14,47	6,42	18,42	1,46	0,61	4,19

Ayakların ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



Şekil 5.8 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları.

Sulu ayakta solunabilir tozun külü içindeki kuvars miktarı, aynı işyerindeki kömür damarının külü içindeki kuvars miktarının 1,51'i kadardır (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi.

Numune Alınan Yer	(A) Solunabilir Tozun Külü İçinde Kuvars Miktarı (%)	(B) Kömür Damarının Külü İçindeki Kuvars Miktarı (%)	A/B
Sulu	30,77	20,4	1,51
Hacımemiş	22,74	19,8	1,15

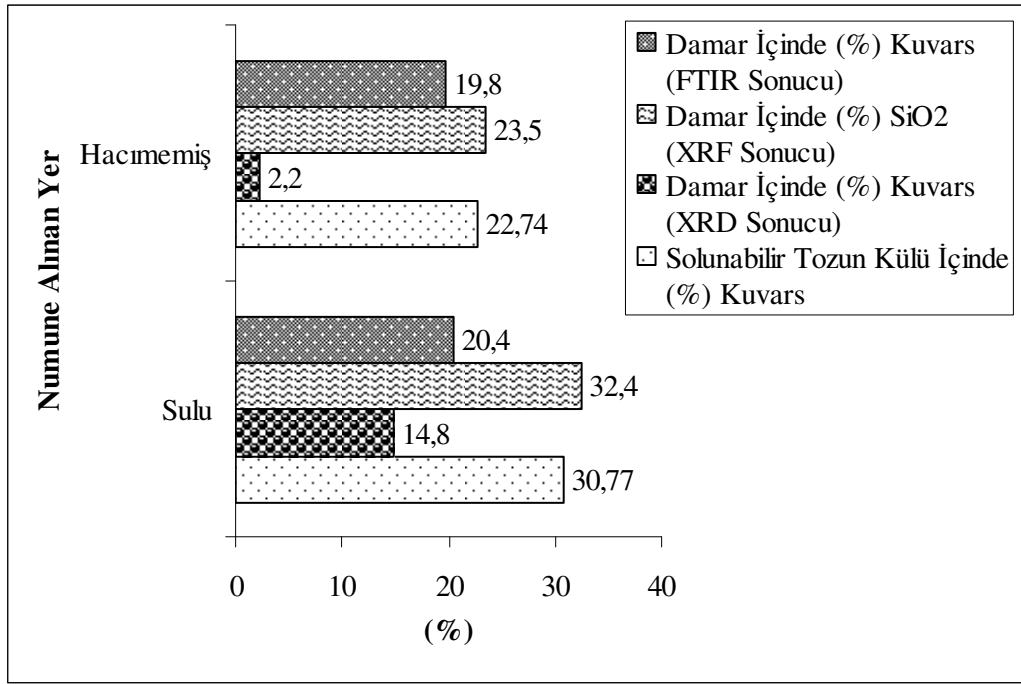
Sulu ve Hacımemiş damarından alınan numuneler FTIR, XRF ve XRD yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.6 Karadon Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar.

Numune Alınan Yer	Solunabilir Tozun Külü İçinde (%) Kuvars	Damardan Alınan Numune İçinde		
		XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars
Sulu	30,77	14,8	32,4	20,4
Hacımemiş	22,74	2,2	23,5	19,8

*: Serbest silis halinde veya silikatlarla birleşmiş olarak bulunan bileşiklerdir.

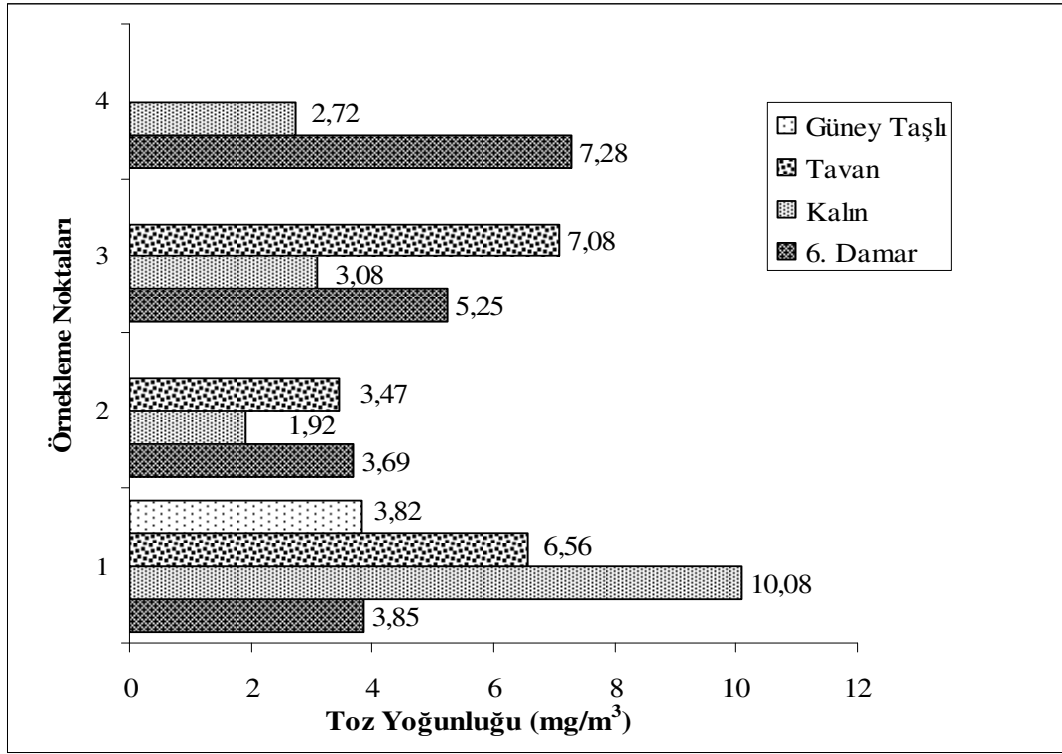
Solunabilir tozun külü içinde en yüksek kuvars miktarı (%) Sulu ayakta çıkmıştır. Damardan alınan numunelerin XRD, FTIR ve XRF analiz sonuçlarına göre de en yüksek kuvars miktarları (%) Sulu damarda görülmektedir. Sulu ayağın damar numunesinin, XRD ve FTIR analiz sonuçları birbirine yakın çıkmıştır.(Şekil 5.9).



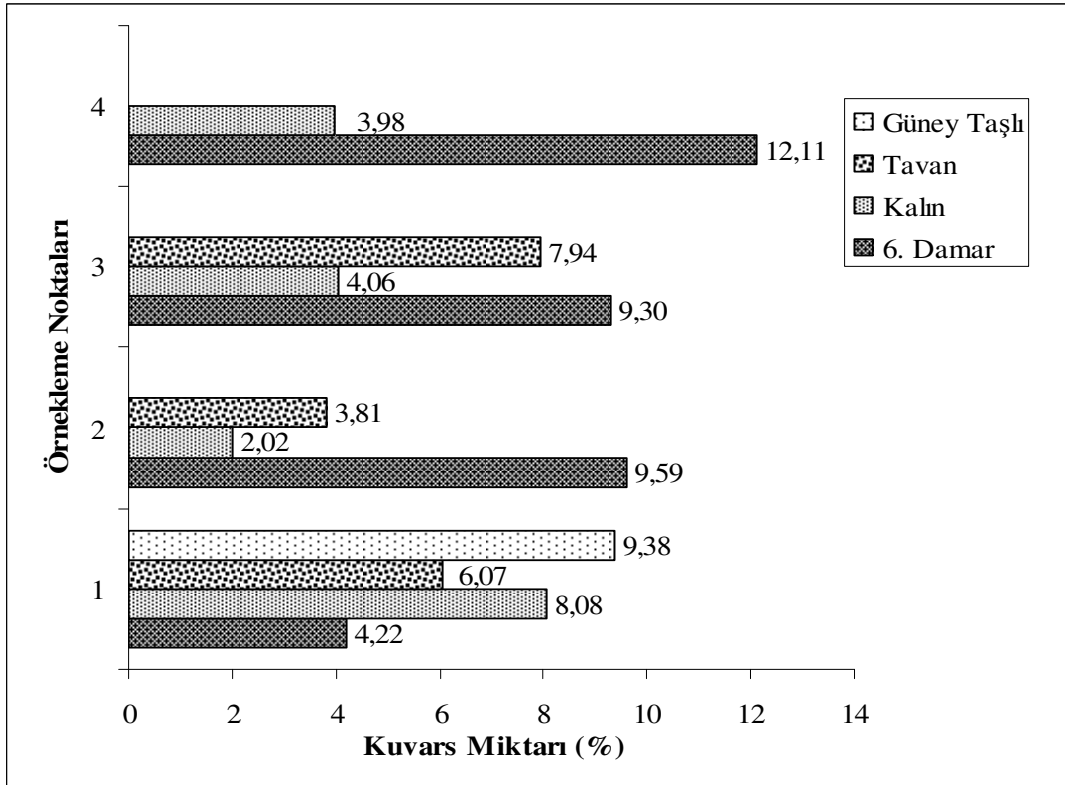
Şekil 5.9 Karadon Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.

5.3 AMASRA MÜESSESESİ

Amasra Müessesesi'nde 2 ayağın 4 farklı noktasında, 1 ayağın 3 farklı noktasında ve 1 ayağın tek noktasında olmak üzere toplam 24 adet toz örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan noktalarda toz yoğunluklarındaki değişim Şekil 5.10'da, kuvars miktarlarındaki değişim ise Şekil 5.11'de gösterilmektedir.



Şekil 5.10 Amasra Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları.



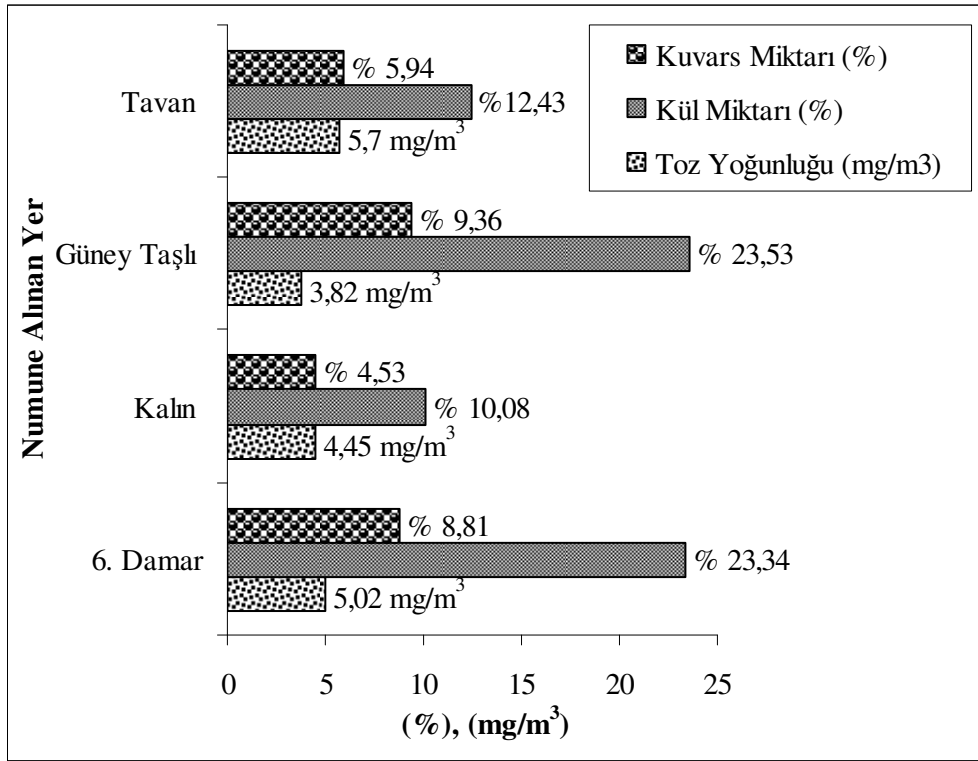
Şekil 5.11 Amasra Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.

Amasra Müessesesi'nde ortalama toz yoğunlukları 3,82-5,70 mg/m³ arasında, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 4,53-9,36 arasında değişmektedir (Çizelge 5.7). Toz yoğunlukları yüksek olup kuvars miktarları (Kalın damarı dışında) kritik değerin üstündedir.

Çizelge 5.7 Amasra Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.

Numunenin Alındığı Yer	Örnekleme Sayısı	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars		
			(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)
6.damar	8	5,02	2,14	23,34	0,85	0,47	8,81
Kalın	8	4,45	1,04	10,08	0,49	0,27	4,53
Güney Taşlı	2	3,82	1,60	23,53	0,64	0,36	9,36
Tavan	6	5,70	1,40	12,43	0,66	0,37	5,94

Toz yoğunluğu ile kuvars miktarı arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenememiştir (Şekil 5.12). En yüksek toz yoğunluğu Tavan ayakta, en yüksek kuvars miktarı ise Güney Taşlı ayakta bulunmuştur. Ancak kül yüzdesi ile kuvars yüzdesi arasında anlamlı bir ilişki söz konusudur. En yüksek kül ve kuvars yüzdesi Güney Taşlı ayakta, en düşük kül ve kuvars yüzdesi ise Kalın damarda görülmektedir.



Şekil 5.12 Amasra Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları.

Güney Taşlı ayakta solunabilir tozun külü içindeki kuvars miktarı, aynı işyerindeki kömür damarının külü içindeki kuvars miktarının 2,30'u kadardır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8 Amasra Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi.

Numune Alınan Yer	(A) Solunabilir Tozun Külü İçinde Kuvars Miktarı (%)	(B) Kömür Damarının Külü İçindeki Kuvars Miktarı (%)	A/B
6.Damar	39,72	29,6	1,34
Kalın	47,12	26,3	1,79
Güney Taşlı	40	17,4	2,30
Tavan	47,14	26,6	1,77

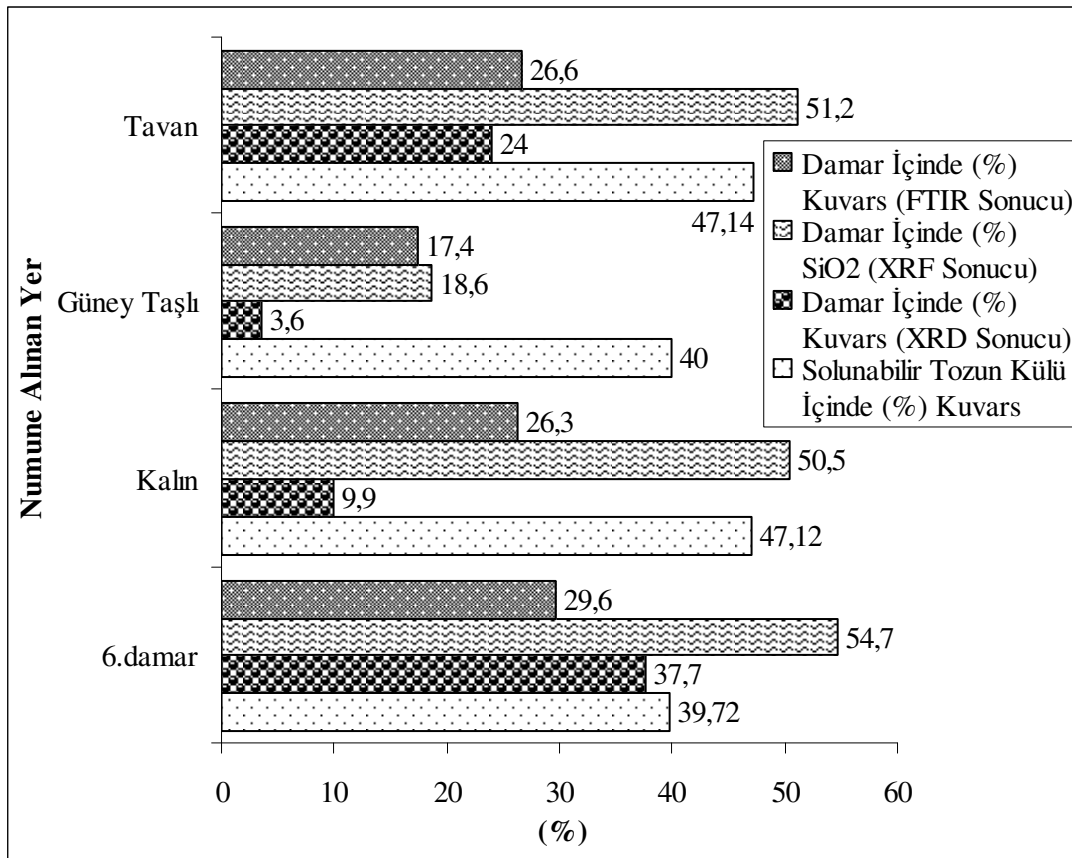
6. damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan damardan alınan numuneler ve ara kesmeler FTIR, XRF ve XRD yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5.9'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.9 Amasra Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar.

Numune Alınan Yer	Solunabilir Tozun Külü İçinde (%) Kuvars	Damardan Alınan Numune İçinde			Damardan Alınan Ara kesme İçinde		
		XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars	XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars
6.damar	39,72	37,7	54,7	29,6	-	-	-
Kalın	47,12	9,9	50,5	26,3	-	-	-
Güney Taşlı	40	3,6	18,6	17,4	4	51,39	22,3
Tavan	47,14	24	51,2	26,6	7,6	52,04	21,3

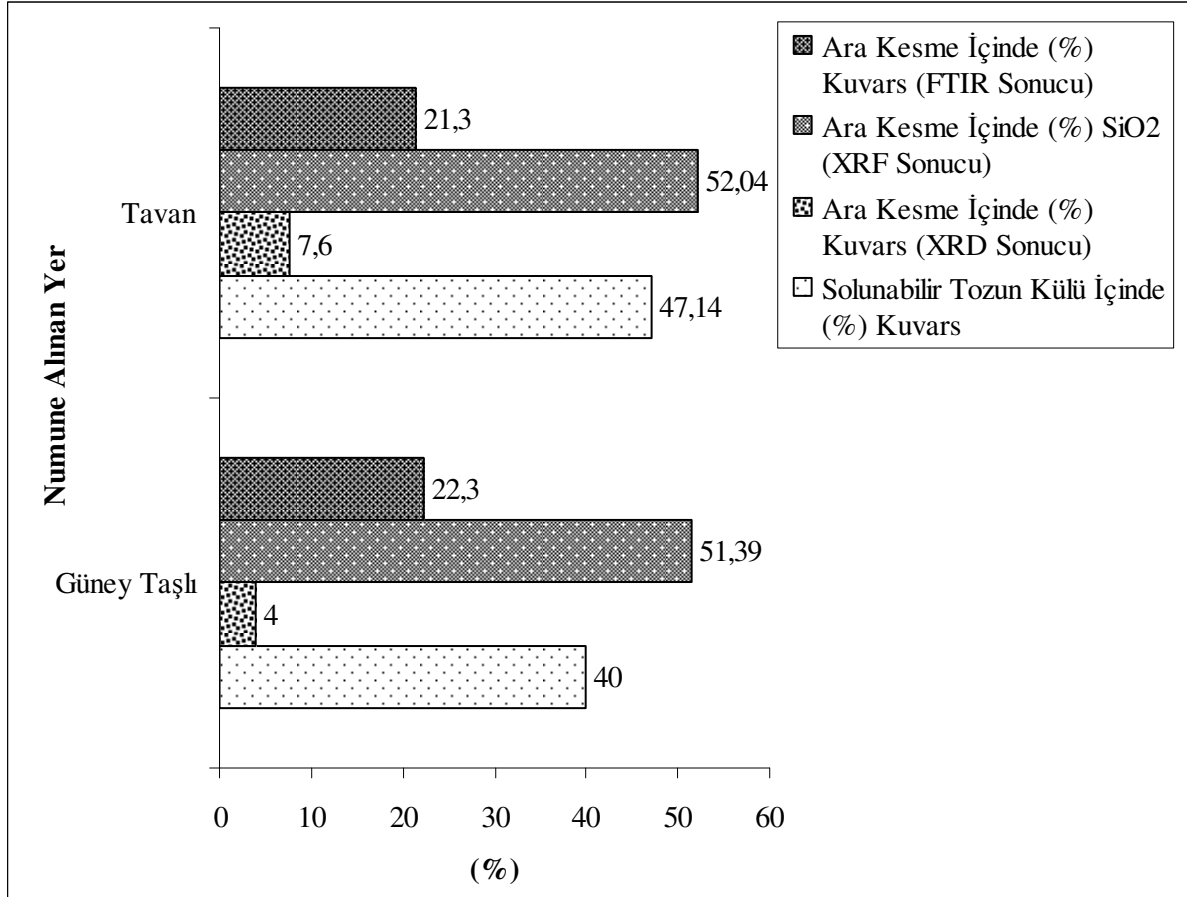
*: Serbest silis halinde veya silikatlarla birleşmiş olarak bulunan bileşiklerdir

Amasra Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerinin külleri içinde en yüksek kuvars miktarı (%) Tavan ayakta çıkmıştır. Damarlardan alınan numuneler arasında kuvars miktarının (%) her üç yönteme göre en fazla 6. Damarda olduğu görülmektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Amasra Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.

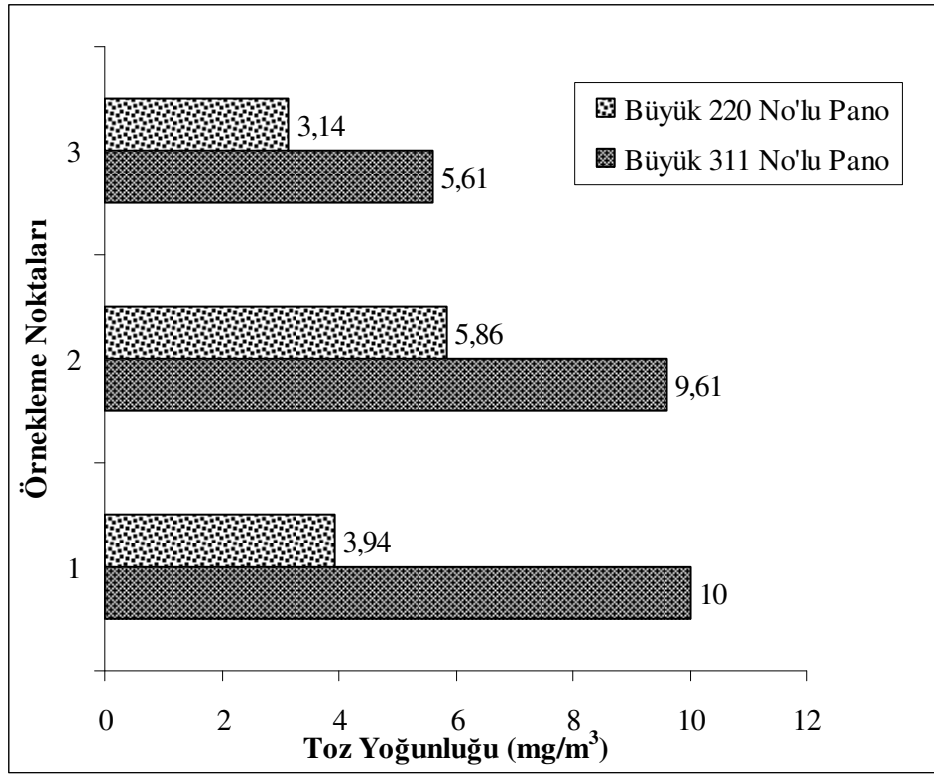
Tavan damardan alınan numunelerin XRD ve FTIR analiz sonuçları birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Güney Taşlı ve Tavan damardan alınan ara kesme numunelerinin XRF yöntemiyle analizi sonucu elde edilen SiO₂ miktarları (%) ile FTIR yöntemiyle analizi sonucu elde edilen kuvars miktarları (%) birbirine yakın çıkmıştır. (Şekil 5.14).



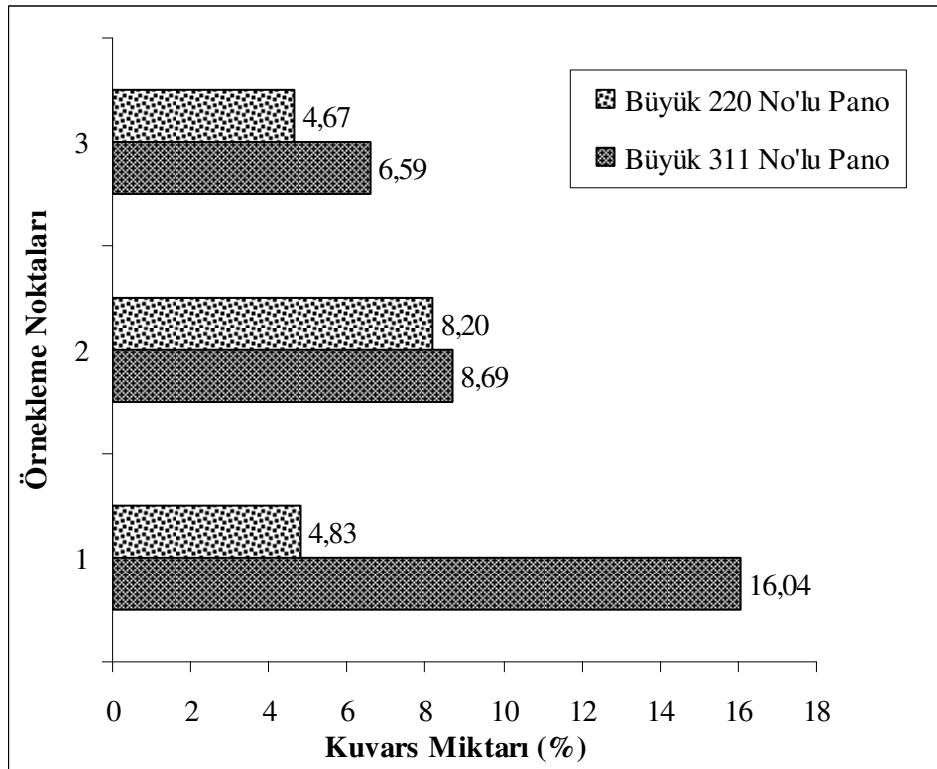
Şekil 5.14 Amasra Müessesesi'nde damardan alınan ara kesme numunelerinin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar.

5.4 ARMUTÇUK MÜESSESESİ

Armutçuk Müessesesi'nde 311 No'lu ve 220 No'lu panolarda örnekleme yapılan 3 farklı noktalardaki toz yoğunluklarındaki değişim Şekil 5.15'te, kuvars miktarlarındaki değişim ise Şekil 5.16'da gösterilmektedir.



Şekil 5.15 Armutçuk Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları.



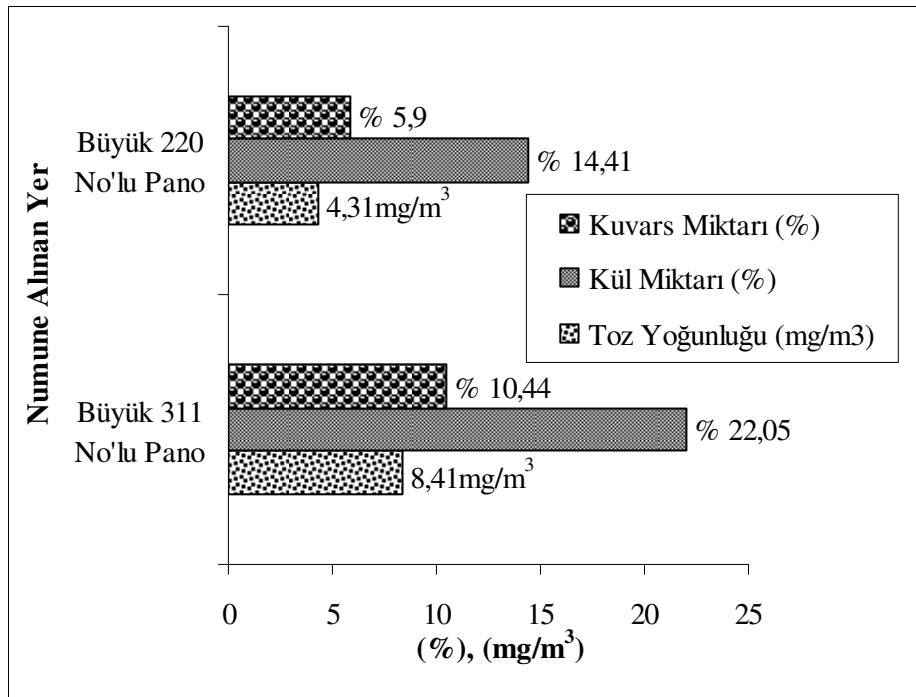
Şekil 5.16 Armutçuk Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.

Armutçuk Müessesesi'nde ortalama toz yoğunlukları 4,31-8,41 mg/m³, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 5,90-10,44'dür. Toz yoğunlukları yüksek olup kuvars miktarları da kritik değerin üstündedir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10 Armutçuk Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.

Numunenin Alındığı Yer	Örnekleme Sayısı	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars		
			(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)
Büyük 311 No'lu Pano	6	8,41	3,55	22,05	1,69	0,94	10,44
Büyük 220 No'lu Pano	6	4,31	1,18	14,41	0,49	0,27	5,90

Armutçuk müessesesinde bulunan Büyük damarın farklı iki panosundan alınan solunabilir toz örneklerinin toz yoğunlukları farklılık göstermektedir. Toz yoğunluğu yüksek olanın kuvars ve kül yüzdesi de yüksektir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17 Armutçuk Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları.

Büyük Damar 220 No'lu panoda solunabilir tozun külü içindeki kuvars miktarı, aynı işyerindeki kömür damarının külü içindeki kuvars miktarının 1,17'si kadardır (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11 Armutçuk Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi.

Numune Alınan Yer	(A) Solunabilir Tozun Külü İçinde Kuvars Miktarı (%)	(B) Kömür Damarının Külü İçindeki Kuvars Miktarı (%)	A/B
Büyük 311 No'lu Pano	47,61	-	-
Büyük 220 No'lu Pano	41,53	35,5	1,17

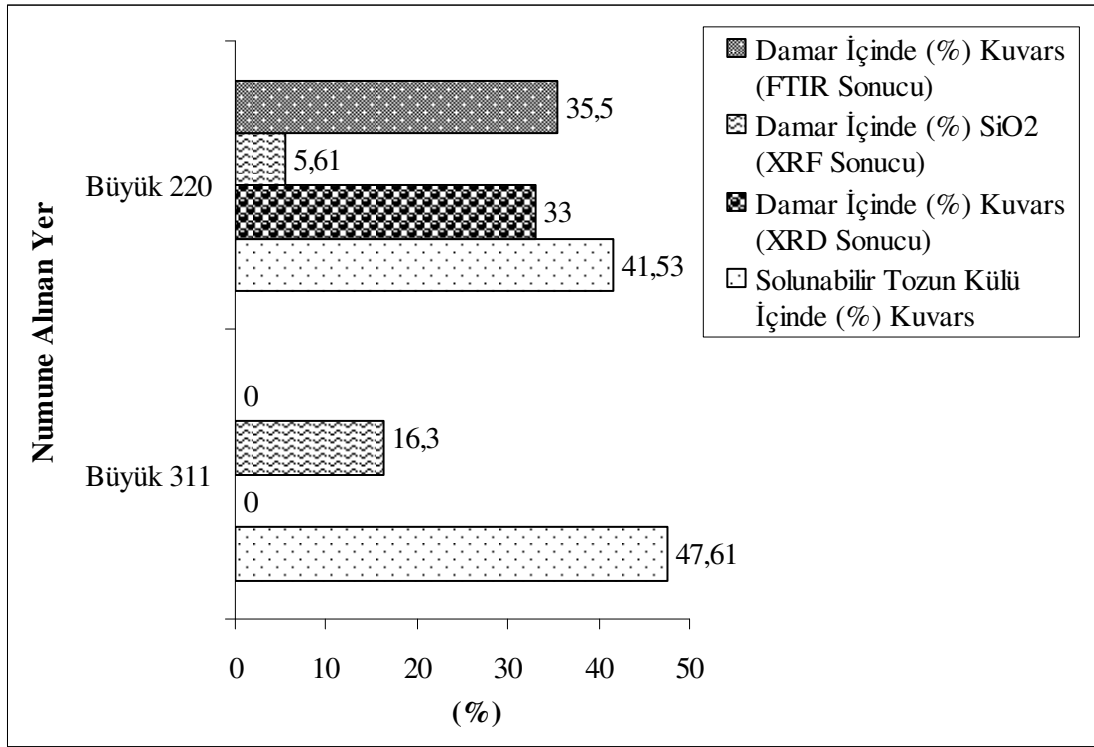
Büyük damardan alınan numunelerin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.12'de gösterilmektedir.

Çizelge 5.12 Armutçuk Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar.

Numune Alınan Yer	Solunabilir Tozun Külü İçinde (%) Kuvars	Damardan Alınan Numune İçinde		
		XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars
Büyük 311	47,61	0	16,3	0
Büyük 220	41,53	33	5,61	35,5

*: Serbest silis halinde veya silikatlarla birleşmiş olarak bulunan bileşiklerdir.

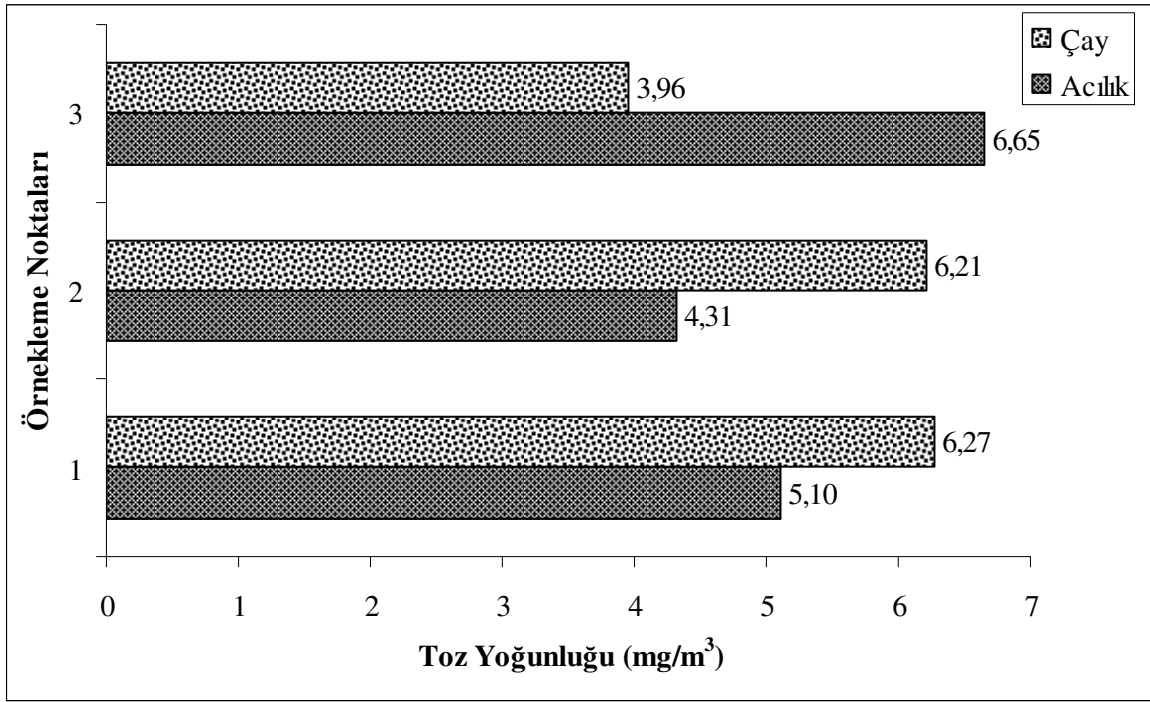
Büyük 311 No'lu panodan alınan solunabilir toz örneğinin külü içindeki kuvars miktarı yüksek iken, damardan alınan numunelerin XRD ve FTIR analizi sonucunda kuvars içeriğine rastlanılmamıştır (Şekil 5.18).



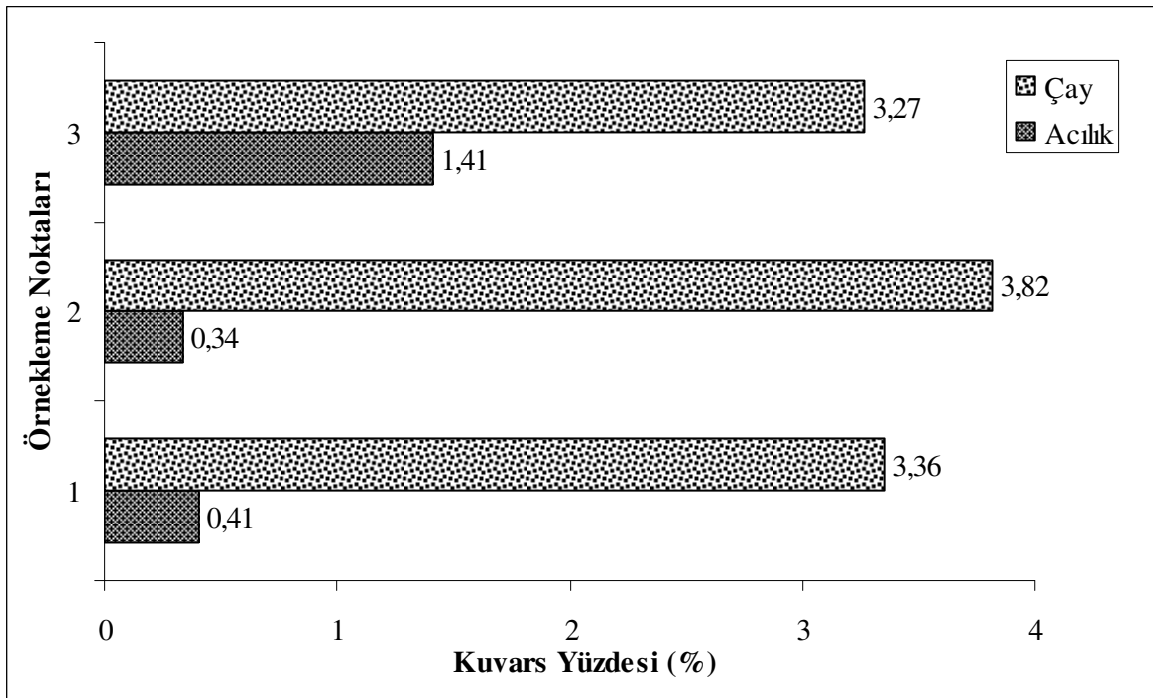
Şekil 5.18 Armutçuk Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.

5.5 KOZLU MÜESSESESİ

Kozlu Müessesesi'nde 2 ayağın 3 farklı noktasında toplam 12 adet toz örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan noktalarda toz yoğunluklarındaki değişim Şekil 5.19'da, kuvars miktarlarındaki değişim ise Şekil 5.20'de gösterilmektedir.



Şekil 5.19 Kozlu Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz yoğunlukları.



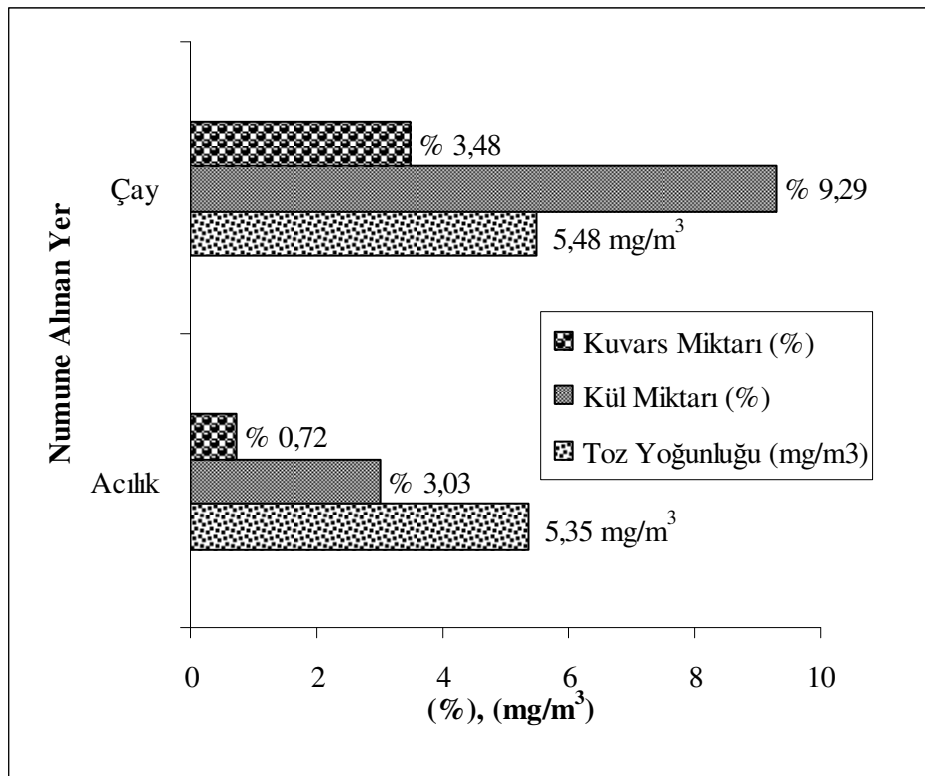
Şekil 5.20 Kozlu Müessesesi'nde toz örnekleme yapılan noktalardaki solunabilir toz içindeki kuvars miktarları.

Kozlu Müessesesi'nde ortalama toz yoğunlukları 5,35-5,48 mg/m³, solunabilir toz içindeki kuvars değerleri ise % 0,72-3,48'dir. Toz yoğunlukları yüksek olup, kuvars miktarları kritik değerin altındadır (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13 Kozlu Müessesesi'nden alınan solunabilir toz örneklerine ait ortalama değerler.

Numunenin Alındığı Yer	Örnekleme Sayısı	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Kül		Kuvars		
			(mg)	(%)	(mg)	(mg/m ³)	(%)
Acılık	6	5,35	0,42	3,03	0,10	0,04	0,72
Çay	6	5,48	1,25	9,29	0,46	0,19	3,48

Ayakların ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları arasındaki ilişki Şekil 5.21'de gösterilmektedir.



Şekil 5.21 Kozlu Müessesesi ayak işyerlerinin ortalama toz yoğunluğu, kül ve kuvars oranları.

Kozlu Müessesinden alınan örneklerde kuvars ve kül miktarı arasında anlamlı ilişki vardır. Toz yoğunlukları yüksek olmasına rağmen kuvars yüzdesi % 5 kritik değeri aşmamaktadır.

Çay ayakta solunabilir tozun külü içindeki kuvars miktarı, aynı işyerindeki kömür damarının külü içindeki kuvars miktarının 1,52'si kadardır (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14 Kozlu Müessesesi'nde toz ölçümü yapılan ayak işyerlerinin kuvars içerikleri bakımından değerlendirilmesi.

Numune Alınan Yer	(A) Solunabilir Tozun Külü İçinde Kuvars Miktarı (%)	(B) Kömür Damarının Külü İçindeki Kuvars Miktarı (%)	A/B
Acılık	23,81	-	-
Çay	36,8	24,2	1,52

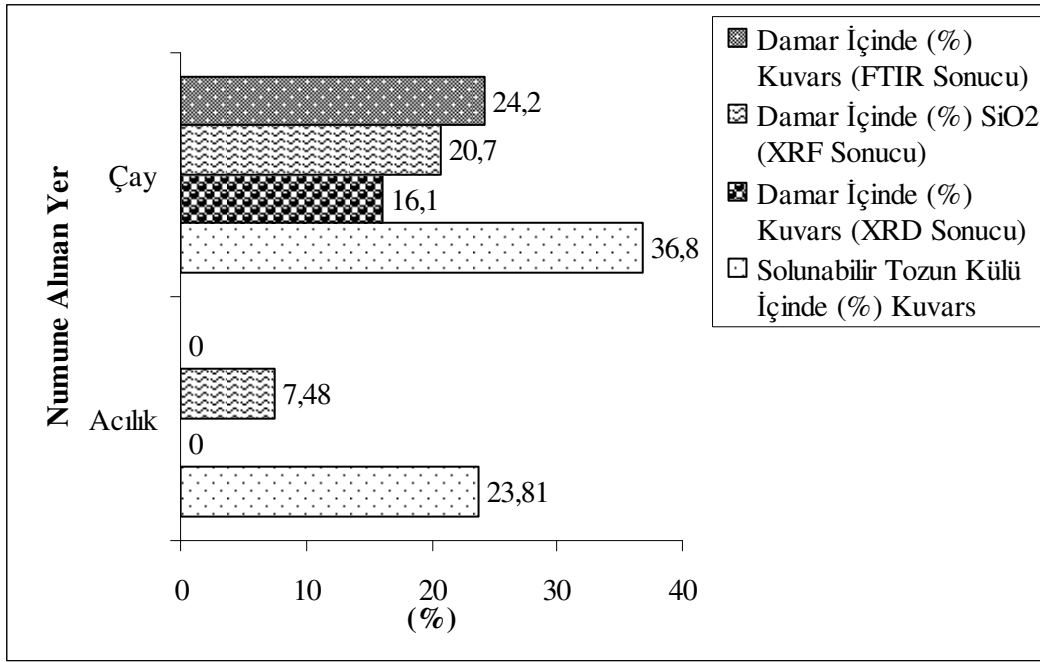
Acılık ve Çay damarından alınan numunelerin XRD, XRF ve FTIR analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 5.15'te gösterilmektedir.

Çizelge 5.15 Kozlu Müessesesi'nden elde edilen sonuçlar.

Numune Alınan Yer	Solunabilir Tozun Külü İçinde (%) Kuvars	Damardan Alınan Numune İçinde		
		XRD Sonucu (%) Kuvars	XRF Sonucu (%) *SiO ₂	FTIR Sonucu (%) Kuvars
Acılık	23,81	0	7,48	0
Çay	36,8	16,1	20,7	24,2

*: Serbest silis halinde veya silikatlarla birleşmiş olarak bulunan bileşiklerdir.

Acılık damardan alınan numunelerin XRD ve FTIR analizleri sonucu kuvars içeriğine rastlanılmamıştır (Şekil 5.22).



Şekil 5.22 Kozlu Müessesesi'nde numune alınan yerlerden elde edilen XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları.

5.6 TOZ ÖLÇÜM SONUÇLARININ İZİN VERİLEN TOZLULUK ORANLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Müesseselerin toz bakımından riskli ayak işyerlerinde yapılan solunabilir toz ölçümleri sonucunda elde edilen ortalama kuvars yoğunlukları Çizelge 5.16'da verilmiştir. Bu sonuçlar İngiltere, ABD ve Türkiye tarafından kabul edilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5.16'ya göre Üzülmüş Müessesesi Kurul ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğu İngiltere ve ABD tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde, Türkiye'de geçerli olan ESD'nin altındadır. Piriç ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altındadır. Acun ayaktaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstündedir. Taban Acılık ayaktaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altındadır.

Karadon Müessesesi Sulu ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altındadır. Hacımemiş ayaktaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstündedir.

Çizelge 5.16 Toz örnekleme sonuçlarının toz sınır değerleri ile kıyaslanması.

MÜESSESELER	Solunabilir Kuvars Tozu Yoğunluğu (mg/m ³)			
Üzülmez	Kurul	Piriç	Acun	Taban Acılık
	0,24	0,09	0,31	0,01
Karadon	Sulu	Hacımemiş		
	0,08	0,61		
Amasra	6. Damar	Kalın	Güney Taşlı	Tavan
	0,47	0,27	0,36	0,37
Armutçuk	Büyük 311	Büyük 220		
	0,94	0,27		
Kozlu	Acılık	Çay		
	0,04	0,19		
ÜLKELER	Toz Sınır Değerleri (mg/m ³)			
İngiltere	0,10			
ABD	0,10			
Türkiye	0,25			

Amasra Müessesesi 6. Damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan ayaklardaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstündedir.

Armutçuk Müessesesi Büyük 311 ve Büyük 220 No'lu ayaklardaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstündedir.

Kozlu Müessesesi Acılık ayaktaki kuvars tozu yoğunluğu her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altındadır. Çay ayaktaki kuvars tozu yoğunluğu İngiltere ve ABD tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde, Türkiye'de geçerli olan ESD'nin altındadır.

5.7 SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu tez çalışmasında elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans (tek ve iki yönlü olarak) ve regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır.

Müesseselerin ortalama toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluklarındaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını (% 95 anlamlılık seviyesinde) belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) yapılmıştır. Varyans analizi sonucunun anlamlı olduğu durumda Tukey Testi uygulanarak hangi

müesseseler arası farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu test edilmiştir. İstatistiksel anlamlılık testleri % 95 anlamlılık düzeyinde yapılmıştır.

Tek yönlü varyans analiz sonuçlarında müesseselerdeki farklılıkların önemli olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 5.17). Tukey Testi sonuçlarına göre;

- Toz miktarlarında, Üzülmaz ile Kozlu ve Karadon arasında; Karadon ile Kozlu, Amasra ve Armutçuk arasındaki,
- Toz yoğunluklarında, Karadon ile Kozlu, Üzülmaz ve Amasra arasında; Armutçuk ile Karadon ve Üzülmaz arasındaki,
- Kül miktarlarında, Karadon ile Kozlu, Üzülmaz ve Amasra arasındaki,
- Kuvars miktarlarında, Armutçuk ile Kozlu ve Üzülmaz arasındaki,
- Kuvars yoğunluklarında, Armutçuk ile Kozlu ve Üzülmaz arasındaki,

farklılıkların önemli olduğu görölmektedir (Çizelge 5.18).

Verilerin analizinde ikinci olarak müesseselerdeki toz miktarları, toz yoğunlukları, kül miktarları, kuvars miktarları ve kuvars yoğunluklarındaki değişimin müesseseden müesseseye ve damardan damara farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için iki yönlü varyans analizi (Two Way Anova) yapılmıştır. Daha sonra Tukey Anlamlılık Testi uygulanarak hangi faktörler arası farkların önemli olduğu test edilmiştir.

Çizelge 5.17 Çeşitli parametrelere göre müesseseler arası varyans analizi.

	Müessese	Örnek Sayısı	Ortalama	Std Sapma	S. Hata	F (ANOVA)	P (Anlamlılık Düzeyi)
Toz Miktarı	Kozlu	12	13,00	2,66	0,77	19,58	0
	Üzülmez	24	7,04	2,73	0,56		
	Karadon	12	23,77	11,61	3,35		
	Amasra	22	8,97	4,39	0,94		
	Armutçuk	12	11,45	5,02	1,45		
Toz Yoğunluğu	Kozlu	12	5,42	1,11	0,32	15,23	0
	Üzülmez	24	2,96	1,15	0,23		
	Karadon	12	9,93	4,81	1,39		
	Amasra	22	5,00	2,46	0,52		
	Armutçuk	12	6,36	2,79	0,81		
Kül Miktarı	Kozlu	12	0,83	0,55	0,16	5,55	0
	Üzülmez	24	1,41	1,04	0,21		
	Karadon	12	3,53	3,08	0,89		
	Amasra	22	1,54	1,10	0,23		
	Armutçuk	12	2,37	1,85	0,53		
Kuars Miktarı	Kozlu	12	0,28	0,22	0,06	4,72	0
	Üzülmez	24	0,39	0,33	0,07		
	Karadon	12	0,82	0,68	0,20		
	Amasra	22	0,67	0,52	0,11		
	Armutçuk	12	1,09	0,96	0,28		
Kuars Yoğunluğu	Kozlu	12	0,12	0,09	0,03	6,42	0
	Üzülmez	24	0,16	0,14	0,03		
	Karadon	12	0,34	0,28	0,08		
	Amasra	22	0,37	0,29	0,06		
	Armutçuk	12	0,61	0,53	0,15		

Çizelge 5.18 Müesseseler arası tukey testi özet sonuçları (istatistiksel olarak anlamlı olan kıyaslamalar).

Toz Miktarı	Karşılaştırma (Müesseseler Arası)	Fark	P (Anlamlılık Düzeyi)
	Üzülmmez-Kozlu	-5,96	0,02
Toz Yoğunluğu	Üzülmmez-Karadon	-16,74	0,00
	Karadon-Kozlu	10,77	0,00
	Karadon-Amasra	14,80	0,00
	Karadon-Armutçuk	12,32	0,00
	Karadon-Kozlu	4,51	0,00
	Karadon-Üzülmmez	6,97	0,00
Kül Miktarı	Karadon-Amasra	4,93	0,00
	Armutçuk-Karadon	-3,57	0,00
	Armutçuk-Üzülmmez	3,39	0,00
Kuars Miktarı	Karadon-Kozlu	2,70	0,00
	Karadon-Üzülmmez	2,12	0,00
Kuars Yoğunluğu	Karadon-Amasra	1,99	0,00
	Armutçuk-Kozlu	0,80	0,00
Kuars Yoğunluğu	Armutçuk-Üzülmmez	0,70	0,00
	Armutçuk-Kozlu	0,48	0,00
Kuars Yoğunluğu	Armutçuk-Üzülmmez	0,44	0,00

İki yönlü varyans analizi sonuçlarında müesseselerde ve damarlardaki farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmüştür. Varyans analizinden elde edilen sonuçlar ve Tukey Testi sonuçları Ek Açıklamalar J’de verilmiştir.

Varyans analizinde ortaya çıkan farklılıkların işletme parametreleri ile ilişkisini belirlemek için regresyon analiz yapılmıştır. Regresyon analizinde kullanılan modellerde doğrusallık probleminin (modelde kullanılan bağımsız değişkenler arası yüksek korelasyonun varlığı) var olup olmadığı değişkenler arası korelasyon matrisi yardımıyla irdelenmiştir (Çizelge 5.19). Korelasyon matrisine göre değişkenler arası yüksek korelasyonun bulunmaması ve nispeten yüksek korelasyonun olduğu değişkenlerin aynı modelde birlikte kullanılmamasından dolayı bir problem oluşturmamaktadır. Bu amaçla işyeri ortam koşulları arasında aşağıda genel yapısı verilen çok sayıda lineer ilişki incelenmiştir. Modellerde kullanılan değişkenler Çizelge 5. 20’de topluca tanımlanmaktadır.

Çizelge 5.19 Değişkenler arasındaki doğrusal ilişki katsayıları.

	TM	TY	KM (mg)	K (%)	KU (mg)	KUM (%)	HM	HH	DE	DK	ÜM	AB	DKUM	DKAM
TM	1,00	0,93	0,70	0,00	0,35	0,01	0,29	0,15	0,01	0,01	0,17	0,20	0,04	0,04
TY	0,93	1,00	0,77	0,01	0,56	0,01	0,27	0,17	0,01	0,00	0,16	0,08	0,05	0,03
KM (mg)	0,70	0,77	1,00	0,27	0,75	0,14	0,06	0,02	0,00	0,07	0,05	0,03	0,02	0,03
K (%)	0,00	0,01	0,27	1,00	0,36	0,70	0,16	0,09	0,01	0,49	0,11	0,20	0,00	0,02
KU (mg)	0,35	0,56	0,75	0,36	1,00	0,48	0,01	0,01	0,01	0,06	0,06	0,02	0,04	0,01
KUM (%)	0,01	0,01	0,14	0,70	0,48	1,00	0,08	0,01	0,06	0,20	0,08	0,40	0,00	0,01
HM	0,29	0,27	0,06	0,16	0,01	0,08	1,00	0,74	0,05	0,22	0,08	0,14	0,01	0,03
HH	0,15	0,17	0,02	0,09	0,01	0,01	0,74	1,00	0,17	0,13	0,01	0,00	0,00	0,02
DE	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,06	0,05	0,17	1,00	0,01	0,13	0,11	0,00	0,02
DK	0,01	0,00	0,07	0,49	0,06	0,20	0,22	0,13	0,01	1,00	0,19	0,31	0,04	0,02
ÜM	0,17	0,16	0,05	0,11	0,06	0,08	0,08	0,01	0,13	0,19	1,00	0,36	0,21	0,07
AB	0,20	0,08	0,03	0,20	0,02	0,40	0,14	0,00	0,11	0,31	0,36	1,00	0,01	0,09
DKUM	0,04	0,05	0,02	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,21	0,01	1,00	0,05
DKAM	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,07	0,09	0,05	1,00

Çizelge 5.20 İstatistiksel modellemede kullanılan değişkenler ve sembolleri.

Değişken Sembolü		Değişken Adı
Bağımlı Değişkenler (y)	Bağımsız Değişkenler	
Kül ve Kuvars Miktarı	X1	Toz Miktarı (mg)
	X2	Toz Yoğunluğu (mg/m ³)
	X3	Hava Miktarı (m ³ /dk)
	X4	Hava Hızı (m/dk)
	X5	Damar Eğimi (°)
	X6	Damar Kalınlığı (m)
	X7	Üretim Miktarı (ton/gün)
	X8	Ayak Boyu (m)
	X9	Damarın Kuvars Miktarı (FTIR yöntemine göre, %)
	X10	Damarın Kuvars Miktarı (XRD yöntemine göre, %)
	X11	Damarın Kaolin Miktarı (XRD yöntemine göre, %)
	Müessesesi	X12 Üzülmüş Müessesesi
		X13 Karadon Müessesesi
		X14 Amasra Müessesesi
		X15 Armutçuk Müessesesi
	Damar	X16 Kurul Damarı
		X17 Piriç Damarı
		X18 Acun Damarı
		X19 Taban Acılık Damarı
		X20 Sulu
		X21 Hacımemiş Damarı
		X22 6. Damar
		X23 Kalın Damar
		X24 Tavan Damarı
		X25 Büyük 311 No'lu damar
		X26 Büyük 220 No'lu damar
		X27 Çay Damarı

Çizelge 5.20'de belirtilen değişken sembollerine göre analiz sonuçları için uygulanan istatistiksel modellerin eşitlikleri aşağıda sırasıyla verilmiştir. Eşitliklerde bulunan a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l ve m sembolleri program tarafından hesaplanan katsayıları temsil etmektedir.

Model 1

$$y = a + bX_1 + cX_3 + dX_4 + eX_5 + fX_6 + gX_7 + hX_8 + iX_9 \quad (5.1)$$

Model 2

$$y = a+bX1+cX4+dX5+eX6+fX8+gX11 \quad (5.2)$$

Model 3

$$y = a+bX2+cX12+dX13+eX14+fX15 \quad (5.3)$$

Model 4

$$y = a+bX2+cX16+dX17+eX18+fX19+gX21+hX22+iX23+jX24+kX25+lX26+mX27 \quad (5.4)$$

Bu modellerden açıklayıcılık gücü (R^2) yüksek olanların sonuçları aşağıda Çizelge 5.21-5.24'te verilmiştir.

Çizelge 5.21 1 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları.

		R^2 : 0,89	
		Düzeltilmiş R^2 : 0,88	
Kül Miktarı (y)	Katsayı	t*	P> t **
Sabit	1,031	1,374	0,17
X1	0,241	19,491	0,00
X3	0,006	4,032	0,00
X4	-0,079	-5,725	0,00
X5	-0,015	-3,082	0,00
X6	-0,519	-2,324	0,01
X7	0,003	3,087	0,00
X8	-0,007	-4,680	0,00
X9	0,031	3,298	0,00

*: t testi sonuçları.

**: Tüm değişkenler % 95 güvenirlik düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Model 1'e göre kül miktarındaki değişim, damar eğimi, damar kalınlığı, hava hızı, ayak boyu ile ters orantılı, diğer değişkenlerle doğru orantılıdır. Modelin belirlilik katsayısı modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin kül miktarındaki değişimin % 89 gibi önemli bir kısmı açıkladığını göstermektedir.

Çizelge 5.22 2 No’lu regresyon modeli analiz sonuçları.

		R ² : 0,77	
		Düzeltilmiş R ² : 0,76	
Kuvars Miktarı (y)	Katsayı	t*	P> t **
Sabit	-0,335	-1,190	0,24
X1	0,098	15,283	0,00
X4	-0,012	-4,630	0,00
X5	-0,015	-5,151	0,00
X6	0,233	2,245	0,01
X8	-0,005	-8,971	0,00
X11	0,011	6,602	0,00

*: t testi sonuçları.

**: Tüm değişkenler % 95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Model 2’ye göre kuvars miktarındaki değişim, damar eğimi, hava hızı ve ayak boyu değişkenleri ile ters orantılı, diğer değişkenlerle doğru orantılıdır. Model kuvars miktarı değişkenindeki değişimin % 77’sini (R²) açıklamaktadır.

Çizelge 5.23 3 No’lu regresyon modeli analiz sonuçları.

		R ² : 0,80	
		Düzeltilmiş R ² : 0,79	
Kuvars Miktarı (y)	Katsayı	t*	P> t **
Sabit	-0,734	-6,994	0,00
X2	0,188	15,161	0,00
X12	0,565	5,465	0,00
X13	-0,310	-2,437	0,01
X14	0,463	4,612	0,00
X15	0,632	5,508	0,00

*: t testi sonuçları.

**: Tüm değişkenler % 95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Model 3’e göre kuvars miktarındaki değişimi, müesseselerdeki toz yoğunluklarındaki değişimi dikkate alarak irdelemektedir.

Çizelge 5.24 4 No'lu regresyon modeli analiz sonuçları.

		R ² : 0,88	
		Düzeltilmiş R ² : 0,86	
Kuvars Miktarı (y)	Katsayı	t*	P> t **
Sabit	-1,033	-7,953	0,00
X2	0,212	12,609	0,00
X16	0,940	6,835	0,00
X17	0,653	4,694	0,00
X18	0,849	6,367	0,00
X19	0,724	4,935	0,00
X21	-0,581	-2,870	0,00
X22	0,821	6,626	0,00
X23	0,576	4,621	0,00
X24	0,483	3,647	0,00
X25	0,942	6,639	0,00
X26	0,607	4,553	0,00
X27	0,332	2,509	0,01

*: t testi sonuçları.

**: Tüm değişkenler % 95 güvenirlilik düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Model 4 kuvars miktarındaki değişimin % 88'ini damarlardaki toz yoğunluklarındaki değişimi dikkate alarak açıklamaktadır.

Regresyon modellerine göre işletme parametreleri ile tozun kül ve kuvars miktarı arasında anlamlı ilişkiler ortaya çıkmıştır. Toz içerisindeki kuvars miktarının solunabilir toz miktarının ve toz yoğunluğunun, damar kalınlığının, damarın kaolin miktarının artması ile orantılı olarak artarken; damarın eğimi, ayak hava hızı ve boyunun artmasıyla azaldığı görülmektedir. Aslında damar eğiminin artmasıyla birlikte ayak içerisindeki malzemenin kendiliğinden yuvarlanma eğiliminin artması sebebiyle toz miktarının artması ve dolayısıyla toz içerisindeki kuvars miktarının da artması beklenir. Kül miktarının ise, damar eğimi, damar kalınlığı, hava hızı, ayak boyu arttıkça azaldığı; toz miktarı, hava miktarı, üretim miktarı ve damarın kuvars miktarının artışı (FTIR yöntemine göre) ile arttığı görülmektedir. Damar eğimi ve damar kalınlığı arttıkça toz miktarının artması ve dolayısıyla kül miktarının artması beklenir. Bu bulgular her ne kadar iş yeri çalışma şartlarının solunabilir tozlanma ve oluşan tozun özellikleri açısından beklentileri tam açıklayamasa da işyeri çalışma şartlarını önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle iş yeri çalışma şartlarının solunabilir tozlanmaya ve özelliklerine olan etkisi daha detaylı incelenmelidir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; solunabilir toz örneklemeleri Türkiye Taşkömürü Kurumu Müesseseleri'nde İş Güvenliği biriminde çalışan mühendisler tarafından belirlenen toz bakımından riskli ayak işyerlerinde MRE 113A Casella aygıtı ile yapılmıştır. Yeterli miktarda numune elde etmek için örnekleme süresi uzun tutulmuştur. Toz örnekleme cihazları ölçümünden önce kalibre edilmiş, filtreler şartlandırılma işleminin ardından cihaz içerisine yerleştirilmiş ve ardışık 4 kazı vardiyası yapılan toz örnekleme ile elde edilen numunelerin toz yoğunlukları hesaplanmıştır. Tozlu filtreler kademeli olarak yakıldıktan sonra elde edilen kül içindeki kuvars, Fourier Dönüşümlü Spektroskopi (FTIR) yöntemi ile saptanmıştır. İş yerlerinin toz koşullarıyla ilgili olarak, çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır:

- Üzülmüş Müessesesi için; ayak işyerlerinden alınan toplam 24 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları $1,59-4,35 \text{ mg/m}^3$, kül oranları % 6,16-23,01 ve solunabilir toz içindeki kuvars miktarları % 0,71-7,34 arasında değişmektedir. Toz yoğunluğu yüksek olan ayaklar -155/-168 Acun ($4,35 \text{ mg/m}^3$) ve -114/-138 Kurul ($3,12 \text{ mg/m}^3$)'dür. Bu ayakların kuvars miktarları (% 7,08-7,34) birbirine yakın ve kritik değerin (% 5) üstündedir. Bu ayaklarda toz yoğunluğunun izlenmesi gerekmektedir. Müessesede ölçüm yapılan ayakların ortalama toz yoğunluğu $2,97 \text{ mg/m}^3$, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 4,57'dir.
- Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi için; ayak işyerlerinden alınan toplam 12 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları $5,35-14,47 \text{ mg/m}^3$, kül oranları % 4,90-18,42 ve solunabilir toz içindeki kuvars miktarları % 1,42-4,19'dur. Ayaklarda toz yoğunlukları oldukça yüksektir. Hacımemiş ayağın kuvars miktarı (% 4,19) kritik değere oldukça yakındır. Kilimli İşletmesinin ortalama toz yoğunluğu $9,91 \text{ mg/m}^3$, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 2,81'dir.

- Amasra Müessesesi için; ayak işyerlerinden alınan toplam 24 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları 3,82-5,70 mg/m³, kül oranları % 10,08-23,53 ve solunabilir toz içindeki kuvars miktarları % 4,53-9,36 arasında değişmektedir. Toz yoğunlukları yüksek olup kuvars miktarları (kalın damar dışında) kritik değerin üstündedir. Bu ayaklarda toz yoğunluğunun izlenmesi gerekmektedir. Müessesede ölçüm yapılan ayakların ortalama toz yoğunluğu 4,75 mg/m³, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 7,16'dır.
- Armutçuk Müessesesi için; ayak işyerlerinden alınan toplam 12 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları 4,31-8,41 mg/m³, kül oranları % 14,41-22,05 ve solunabilir toz içindeki kuvars miktarları % 5,90-10,44'dür. Toz yoğunlukları yüksek olup kuvars miktarları da (% 5,90-10,44) kritik değerin üstündedir. Bu ayaklarda toz yoğunluğu ve kuvars analizlerinin rutin olarak yapılması gerekmektedir. Müessesede ölçüm yapılan ayakların ortalama toz yoğunluğu 6,36 mg/m³, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 8,17'dir.
- Kozlu Müessesesi için; ayak işyerlerinden alınan toplam 12 adet toz numunesine ait ortalama toz yoğunlukları 5,35-5,48 mg/m³, kül oranları % 3,03-9,29 ve solunabilir toz içindeki kuvars miktarları % 0,72-3,48'dir. Toz yoğunlukları yüksek olup, kuvars miktarları ise kritik değerin altındadır. Bu ayaklarda toz yoğunluğunun izlenmesi gerekmektedir. Müessesede ölçüm yapılan ayakların ortalama toz yoğunluğu 5,42 mg/m³, solunabilir tozdaki kuvars değeri de ortalama % 2,1'dir.
- Müesseselerin genel durumuna bakılacak olursa; toz yoğunluğu ve kuvars oranı yüksek olan ayaklar Amasra ve Armutçuk Müesseselerindedir (Çizelge 6.1). Üzülmez Müessesesindeki ayaklarda ortalama toz yoğunlukları çok yüksek olmamasına rağmen kuvars oranı (% 4,57) kritik değere (% 5) oldukça yakındır. Karadon ve Kozlu Müessesesinde toz yoğunluğu yüksek olup kuvars oranı düşüktür.

Çizelge 6.1 Müesseselerin genel durumu.

Müesseseler	Ortalama Toz Yoğunluğu (mg/m ³)	Ortalama Kül Oranı (%)	Ortalama Kuvars Oranı (%)
Üzülmaz	2,96	17,62	4,57
Karadon (Kilimli İşletmesi)	9,91	11,66	2,80
Amasra	4,75	17,35	7,16
Armutçuk	6,36	18,23	8,17
Kozlu	5,42	6,16	2,1

Müesseselerden elde edilen toz ölçüm sonuçları İngiltere, ABD ve Türkiye tarafından kabul edilen toz sınır değerlerine göre aşağıdaki şekilde yorumlanmıştır.

- Üzülmaz Müessesesi Kurul ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğunun İngiltere ve ABD tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde, Türkiye’de geçerli olan ESD’nin altında olduğu; Piriç ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altında olduğu, Acun ayaktaki kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde olduğu; Taban Acılık ayaktaki kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür.
- Karadon Müessesesi Sulu ayaktaki solunabilir kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altında olduğu; Hacımemiş ayaktaki kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde olduğu görülmüştür.
- Amasra Müessesesi 6. Damar, Kalın, Güney Taşlı ve Tavan ayaklardaki kuvars tozu yoğunluğunun; Armutçuk Müessesesi Büyük 311 ve Büyük 220 No’lu ayaklardaki kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde olduğu görülmüştür.

- Kozlu Müessesesi Acılık ayaktaki kuvars tozu yoğunluğunun her üç ülke tarafından kabul edilen sınır değerlerin altında olduğu; Çay ayaktaki kuvars tozu yoğunluğunun İngiltere ve ABD tarafından kabul edilen sınır değerlerin üstünde, Türkiye’de geçerli olan ESD’nin altında olduğu görülmüştür.

Ayrıca, analizler sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak (tek ve iki yönlü varyans analizi, Tukey Testi ve regresyon analizi ile) değerlendirilmiştir. Şöyle ki:

- Çalışılan ayaklardaki ortalama toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluğu değerlerinin müesseselere göre farklılık gösterip göstermediğini ve farklılıkların istatistiksel olarak önemli (% 95 önemlilik düzeyinde) olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları, istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğunu göstermektedir.

Toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluğunun hangi müesseseler arasında önemli farklılık gösterdiğini ortaya koymak amacıyla yapılan Tukey Testi sonuçlarına göre:

- ✓ Toz miktarlarında, Üzülmaz ile Kozlu, Karadon ve Armutçuk arasında; Amasra ile Kozlu arasında,
- ✓ Toz yoğunluklarında, Üzülmaz ile Kozlu, Karadon, Amasra ve Armutçuk arasında,
- ✓ Kül miktarlarında, Armutçuk ile Kozlu ve Karadon arasında,
- ✓ Kuvars miktarlarında, Armutçuk ile Kozlu, Üzülmaz ve Karadon arasında,
- ✓ Kuvars yoğunluklarında, Armutçuk ile Kozlu, Üzülmaz ve Karadon arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.
- Varyans analizine göre ayaklardaki toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunlukları müesseseden müesseseye ve damardan damara istatistiksel olarak önemli farklılıklar (% 95 önemlilik düzeyinde) göstermektedir.

Ayaklardaki toz miktarı, toz yoğunluğu, kül miktarı, kuvars miktarı ve kuvars yoğunluklarının hangi müessese ve damarlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymak amacıyla yapılan Tukey Testi:

- ✓ Toz miktarlarında, Üzülmmez ile Kozlu, Karadon ve Armutçuk müesseseleri arasında; Amasra ile Kozlu müesseseleri arasında; Taban Acılık (Üzülmmez) ile Acun (Üzülmmez) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında; Acun (Üzülmmez) ile Büyük 220 No. (Armutçuk) damarları arasında; Büyük 220 No. (Armutçuk) ile Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında,
- ✓ Toz yoğunluklarında, Üzülmmez ile Kozlu, Karadon, Amasra ve Armutçuk müesseseleri arasında; Büyük 220 No. (Armutçuk) ile Acun (Üzülmmez) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında; Büyük 311 No. (Armutçuk) ile Taban Acılık (Üzülmmez) damarları arasında,
- ✓ Kül miktarlarında, Armutçuk ile Kozlu, Üzülmmez ve Karadon müesseseleri arasında; Acun (Üzülmmez) ile Taban Acılık (Üzülmmez) ve Büyük 220 No. (Armutçuk) damarları arasında; Taban Acılık (Üzülmmez) ile 6. damar (Amasra) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında; Büyük 220 No. (Armutçuk) ile 6. Damar (Amasra) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında,
- ✓ Kuvars miktarlarında, Armutçuk ile Kozlu, Üzülmmez ve Karadon müesseseleri arasında; Büyük 220 No. (Armutçuk) ile Acun (Üzülmmez), 6. damar (Amasra) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında; Büyük 311 No. (Armutçuk) ile Taban Acılık (Üzülmmez) damarları arasında,
- ✓ Kuvars yoğunluklarında, Amasra ile Kozlu ve Üzülmmez müesseseleri arasında; Armutçuk ile Kozlu, Üzülmmez ve Karadon müesseseleri arasında; Büyük 220 No. (Armutçuk) ile Acun (Üzülmmez), 6. damar (Amasra) ve Büyük 311 No. (Armutçuk) damarları arasında; Büyük 311 No. (Armutçuk) ile Kalın (Amasra) ve Taban Acılık (Üzülmmez) damarları arasında,

istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğunu göstermektedir.

- Varyans analizinde ortaya çıkan farklılıkların işletme parametreleri ile ilişkisini belirlemek için regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre işletme parametreleriyle kuvars ve kül miktarı arasında güçlü ilişkiler ortaya çıkmıştır. Kuvars miktarındaki değişim, damar eğimi, hava hızı ve ayak boyu değişkenleri ile ters orantılı;

toz miktarı, damar kalınlığı, damarın kaolin miktarı, damarların ve müesseselerin toz yoğunlukları ile doğru orantılıdır. Kül miktarındaki değişim, damar eğimi, damar kalınlığı, hava hızı, ayak boyu ile ters orantılı; toz miktarı, hava miktarı, üretim miktarı ve damarın kuvars miktarı (FTIR yöntemine göre) ile doğru orantılıdır.

Solunabilir toz örnekleri içindeki kuvarsın kaynağını belirlemek amacıyla ortam toz ölçümü yapılan işyerlerindeki kömür damarları ve ara kesmelerden numuneler alınarak XRF, XRD ve FTIR yöntemleriyle analizler yapılmıştır:

- XRF analizinden elde edilen sonuçları esas alan Bandopadhyay'ın (2010), Hindistan kömür damarlarındaki kuvars içeriklerinin tespiti için geliştirmiş olduğu ampirik formül TTK kömürleri için de uyarlanmaya çalışılmış ancak, TTK kömürlerinde % (TS) / % (Al_2O_3) oranı, kömürlerin içerdiği kil minerallerinden dolayı, çok fazla değişkenlik arz ettiğinden formül uyarlanamamıştır.
- XRD yöntemi ile de numunelerin mineralojik özellikleri belirlenmiş ayrıca, XRD analizinden elde edilen çıktılar SIROQUANT programı ile değerlendirilmiş, damar ve ara kesmelerdeki kuvarsın ve mevcut diğer kil minerallerinin miktar tayini yapılmıştır. Analiz sonuçları arasında, Üzülmüş Müessesesi'nden alınan Kurul ara kesme numunesi içerisinde kuvars ve polimorflarının (kristobalit, tridimit) bir arada oluşu dikkat çekmektedir.
- FTIR yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre:
 - ✓ Üzülmüş Müessesesi damarlarında en fazla kuvars içeriği Taban Acılık damar ve Taban Acılık ara kesmesinde; en düşük kuvars içeriği Piriç damar ile Kurul ve Piriç ara kesmesinde görülmüştür.
 - ✓ Karadon Müessesesi'ndeki Sulu ve Hacımemiş damarlarının kül yüzdeleri farklı olmasına karşın kuvars içerikleri birbirine oldukça yakındır.
 - ✓ Amasra Müessesesi'nde en yüksek kuvars miktarı 6. damarda, en düşük kuvars miktarı Güney Taşlı damarda görülmüştür. Güney Taşlı ara kesmesi ile Tavan damar ara kesmenin kül ve kuvars miktarları birbirine yakındır.

- ✓ Armutçuk Müessesesi'nde Büyük damara ait farklı iki panonun kuvars içerikleri araştırılmış olup, Büyük 311 No'lu panoda kuvars tespit edilememiştir. Büyük 220 No'lu panoda az miktarda kuvars gözlemlenmiştir.
- ✓ Kozlu Müessesesi'nde bulunan Acılık damarında kuvars yokken, Çay damarında az miktarda bulunmuştur.
- ✓ SIROQUANT programı ile değerlendirme sonucu elde edilen bazı sonuçlar FTIR yöntemiyle aynı çıkmıştır. Her iki yöneme göre Acılık damar (Kozlu Müessesesi) ve Büyük damara ait 311 No. panoda (Armutçuk) kuvars tespit edilememiştir. Yine her iki yöneme göre Amasra Müessesesi'nde en fazla kuvars 6. damarda çıkmıştır. Ancak diğer müesseselerin (Karadon ve Üzümez) damarlarındaki kuvars miktarlarında farklılıklar söz konusudur.

Damar ve ara kesme numunelerinin XRD, XRF ve FTIR analiz sonuçları ile solunabilir toz numunelerinin analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; bazı damar numuneleri içinde kuvarsın tespit edilemediği, aynı ortamdan alınan solunabilir toz numunelerinde ise kuvarsın bulunduğu görülmüştür. Bu esasa, solunabilir toz numuneleri içindeki kuvars kaynağının kömür damarı olmadığı ancak yan taş ve ara kesmelerin parçalanması sonucu oluşan ve askıda kalan toz içindeki kuvarsın ocak havalandırmasıyla ayak içerisine taşınarak gelebileceği düşünülmektedir.

Çalışmalar sırasında edinilen bilgiler ışığında aşağıdaki önerilerin yapılması uygun bulunmuştur:

- Toz ve kuvars oranı yüksek olan ayaklarda toz yoğunlukları ve kuvars miktarlarının ESD altına düşürülmesi için toz oluşumunu önlemek, uygun fisketeler kullanarak tozu kaynağında bastırmak ve uygun havalandırma ile toz yoğunluğunu seyreltmek gerekmektedir.
- Amerikan Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü (NIOSH) tarafından hazırlanan raporda belirtildiği gibi $0,05 \text{ mg/m}^3$ ESD uygulanan işyerleri bile halen tam güvenli olarak kabul edilmemektedir. Bu sebeple pnömokonyoz riski taşıyan işyerlerinde kişisel koruyucu kullanımına önem verilmeli ve işçilerin sağlık kontrolleri düzenli olarak

yapılarak, pnömokonyoz şüphesi olanlar, ortamdan uzaklaştırılmalı, işyeri çalışma koşulları iyileştirilmelidir.

- İşçilerin kullanacağı partikül ve toz maskeleri CE EN 149 standardında, İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nün 533. maddesine uygun olarak, 5 µ ve altındaki ince tozlara karşı koruma sağlamalıdır.
- Ülkemizde Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Tozla Mücadele ile İlgili Yönetmelik" 14/09/1990 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Ancak geçen süre içinde toz yönetmeliğinden beklenen sonuçlar alınamamış ve meslek hastalığına yakalanma konusunda bir iyileşme gözlenememiştir. Bu yönetmeliğin etkin olarak uygulanması ve/veya toza bağlı hastalıkların oluşmasını engelleyecek yeni bir oluşturulması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda görülen akciğer meslek hastalıkları sayılarındaki artış; ülkemizde mevcut toz yönetmeliğinin tam anlamıyla uygulanamadığını göstermektedir. Tozlu iş yerleri periyodik olarak denetimden geçirilmeli ve yönetmeliğe uymayan işletmelere ağır cezalar uygulanmalıdır. Bu sayede yönetmelik başarılı bir şekilde uygulanmış olacaktır.
- Çalışanların pnömokonyoz riskine karşı korunabilmesi için işyeri ESD'lerinin doğru olarak belirlenmesi ve bu değerlere uyulduğunun etkin bir şekilde kontrol edilmesi son derece önemlidir.
- Ülkemizde SiO₂ içeren solunabilir tozlar için halen geçerli olan ESD, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında yüksektir. Solunabilir ve alveollere ulaşabilen tozlar için ESD'ler yeniden belirlenmelidir.
- Toz ölçüm istasyonlarında yapılacak çok sayıda ölçüm sonucu ortamın tozlu ya da tozsuz olduğuna karar verilmelidir. Tek ölçüm ile saptanan toz konsantrasyonuna dayanarak ortamın tozluluğu hakkında yorum yapmak güvenilir değildir.
- Türkiye Taşkömürü Kurumunda mevcut toz örnekleme sistemi geliştirilmelidir. Yan yana 2 cihaz konumlandırılarak örnekleme yapılarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ortam toz ölçümünün yanı sıra kişisel ölçümlerin yapılması,

bireysel etkilenmenin belirlenmesinde ve pnömokonyoz tanısının konmasında oldukça önem taşımaktadır.

- Kurumda her müessesede ve her işletmede farklı bir işçinin toz örnekleme işinden sorumlu olması gerekir. Toz örnekleme işi, mümkün olduğu takdirde, her vardiya yapılmalıdır. Ölçümlerin özellikle üretim vardiyalarında yapılması daha faydalı olacaktır.
- FTIR yönteminin TTK kömür damarlarının ve solunabilir toz örneklerinin kuvars içeriklerinin belirlenmesinde uygun olduğu görülmüştür.
- Kuvars analizlerinin tablet hazırlayarak FTIR yöntemiyle yapılabilmesi için kül miktarının en az 0,3 mg olması gerekmektedir. Toz yoğunluğu düşük olan işyerlerinde yakma tekniği kullanıldığında istenilen miktarda kül elde edilememekte ve dolayısıyla kuvars analizleri de gerçekleştirilememektedir. Gerekli toz miktarını sağlamak üzere, birkaç vardiya üst üste örnekleme yapılması yararlı olabilecektir.
- Türkiye’de solunabilir boyutta kuvars analizi İSGÜM’den sonra, bu tez çalışması sırasında FTIR aygıtının kurulumu ve kullanımının gerçekleştiği, TTK İş Güvenliği Eğitim Daire Başkanlığında da yapılabilir hale gelmiştir. Bu birim yakın zamanda ülkemizde tozla mücadele sorunu olan tüm kurum ve kuruluşların başvurabileceği bir merkez olma potansiyeline sahiptir.
- Toplanan solunabilir toz numunelerin yakılmadan ve tablet hazırlamadan doğrudan tozlu filtre üzerinden analizinin gerçekleştirilmesini hedefleyen yeni tekniklerin kullanılması hem zaman açısından hem de tabletlerin hazırlaması sırasında yapılabilecek hatalardan dolayı, faydalı olacaktır.
- Tozun verdiği zarar sadece toz yoğunluğuna değil ayrıca tozun petrografik/mineralojik içeriğine bağlıdır. Bu nedenle, toz numunelerinin petrografik/mineralojik analizlerinin yapılması oldukça önemlidir. Solunabilir toz içindeki kuvarsın tespitinde FTIR ve XRD kullanılabilir en iyi yöntemlerdir. Bilinen saf malzemelerin belli oranlarda karışımı sonucunda oluşan örnek matrisindeki kuvarsın hem XRD hemde FTIR yöntemine göre

hesaplanması, yöntemlerin (XRD-FTIR) mukayese edilebilmesini ve yöntemler arasındaki hata payının belirlenmesini sağlayacaktır.

- MRE113A Casella gravimetrik toz ölçüm ağı ile uygun sayıda işçi tarafından taşınacak olan kişisel toz ölçüm cihazlarının birlikte kullanılması, her iki tür cihazdan elde edilecek olan verilerin kıyaslanması açısından önemli olacaktır. Bunun yanı sıra, solunabilir toz örneklemelerinde değişik tipte filtre kullanımı ve uygun metod geliştirilerek, filtre üzerinde toplanan toz partiküllerinin boyut analizlerinin yapılması, böylelikle toz ölçer cihazların verimliliğinin saptanması ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile filtre üzerindeki minerallerin görüntülenmesi de çalışmalara büyük katkı sağlayabilecek yeni uygulamalar olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ainsworth S M, Gero A J, Parobeck P S and Tomb T F** (1995) Quartz exposure levels in the underground and surface coal mining industry. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56: 1002-1007.
- Amasra TİM** (2010) Amasra Taşkömürü İşletme Müessesesi, Bartın.
- Armutçuk TİM** (2010) Armutçuk Taşkömürü İşletme Müessesesi, Zonguldak.
- Ataman T** (1973) Madencilerin mesleki hastalığı pnömokonyoz. *11. Türk Tüberküloz Kongresi*, Bursa, s. 337-351.
- Atfield M D and Morring K** (1992) An investigation into the relationship between coal workers' pneumoconiosis and dust exposure in U.S coal mines. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 53 (8): 486-492.
- Bandopadhyay A K** (2010) Determination of quartz content for Indian coals using an FTIR technique. *International Journal of Coal Geology*, 81: 73-78.
- Bhaskar R, Li J and Xu L** (1994) A comparative study of particle size dependency of IR and XRD methods for quartz analysis. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 55 (7): 605-609.
- Bilir N ve Yıldız AC** (2004) Mesleksel Akciğer Hastalıkları Ders Notları (yayımlanmış). Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, 8 s.
- Bumsted H E** (1973) Determination of alpha-quartz in the respirable portion of airborne particulates by X-ray Diffraction. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 34 (4): 150-158.
- Çelik M ve Karakaya N** (1998) *Sistematiik Mineraloji Kitabı*. Bizim Büro, Ankara, 398 s. Birinci Baskı S.Ü . Müh. Mim. Fak./KONYA s. 6-10.
- Didari V** (1983) EKİ Kozlu Bölgesi Yeraltı Ocaklarında Toz Yoğunluklarının Ölçülmesi ve Ölçme Tekniğinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi (yayımlanmamış), İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, 76 s.
- Didari V** (1988) A study of the respirable dust conditions of the Zonguldak coal mines Turkey. *Mining Sci.&Tech.*, 7: 167-172.
- Didari V ve Yaprak S** (1990) TTK ocaklarında solunabilir toz koşullarının istatistiksel bir değerlendirilmesi. *Türkiye 7. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, TMMOB MMO Yayını, s. 221-231.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Didari V ve Yaprak S** (1991) TTK Gelik İşletmesi ocaklarında solunabilir tozların kül ve kuvars içeriklerinin araştırılması. *Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi*, Maden Mühendisliği Seksiyonu II, 6: 69-81.
- Didari V ve Çakır A** (1991) TTK yeraltı işyerlerinde solunabilir toz koşullarının ayrıntılı değerlendirilmesi. *Madencilik*, 30 (4): 21-29.
- Didari V** (2008) *Sağlığa Zararlı Tozlar ve Pnöмокonyoz Ders Notları* (yayımlanmamış), ZKÜ Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, Zonguldak.
- Freedman R W** (1972) Recent advances in the analysis of respirable coal dust for free silica, trace elements and organic constituents. *Ann. N.Y. Aca. Sci.*, 200: 7-8.
- Freedman R W, Toma S Z and Lang H W** (1974) On-filter analysis of quartz in respirable coal dust by Infrared Absorption and X-ray Diffraction. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 35 (7): 411-418.
- Gebedek M, Didari V ve Çakır A** (1999) TTK Karadon Müessesesi ocaklarında solunabilir tozların kuvars içeriklerinin araştırılması. *Madencilik*, 38 (1): 31-44.
- Goldberg S A, Raymond L D and Taylor C D** (1973) Bureau of mines procedure for analysis of respirable dust from coal mines. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 34 (5): 200-205.
- Güyağüler T ve Durucan Ş** (1984) *Yeraltı Madenciliği Çevre Sorunları ve Kontrol Teknikleri*, ILO/TÜRK –İŞ Seminer El Kitabı, Genel Maden İşleri Sendikası Yayını, Demircioğlu Matbaacılık, Ankara, s. 53-86.
- Güyağüler T ve Mchaina D M** (1986) Bir Zimbabve kömür madeninde toz durumu, pnöмокonyoz ve toz standardı ilişkisi. *Madencilik Dergisi*, 25 (4): 35-40.
- Güyağüler T** (2009) Önemli bir meslek hastalığı silikoz. *Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu* 2009, 19-20 Kasım, Adana, s. 1-5.
- Health and Safety Executive (UK) Report** (2002) Respirable Crystalline Silica-Phase-1: Variability in Fibrogenic Potency and Exposure-Response Relationships for Silicosis. Hazard Assessment Document: Guidance Note, *Environmental Hygiene/EH75/4*
- Huggins F E** (2002) Overview of analytical methods for inorganic constituents in coal. *International Journal of Coal Geology*, 50: 169-214.
- Huang X, Li W, Attfield M D, Nadas A, Frenkel K and Finkelman R B** (2005) Mapping and Prediction of Coal Workers' Pneumoconiosis with Bioavailable Iron Content in the Bituminous Coals, *Environmental Health Perspectives*, 113 (8): 964-968.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ilıcak Ş** (1988) Akciğer meslek hastalıkları. *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Daire Başkanlığı, Ankara, s. 471-475.
- Karaçelebi A S** (1980) *Toz Raporu*. EKİ İnsan Gücü Eğitim Müdürlüğü Yayını No:38, Zonguldak, 97 s.
- Karadon TİM** (2011) Karadon Taşkömürü İşletme Müessesesi, Zonguldak.
- Kathleen M R** (2002) Health effects of occupational exposure to respirable crystalline silica. *NIOSH Hazard Review*.
- Kızıl G V and Donoghue M A** (2002) Coal dust exposures in the longwall mines of New South Wales: a respiratory health risk assessment using Joint Coal Board exposure data from 1985-1999. *Occupational Medicine*, 52 (3): 137-149.
- Knight G** (1984) Interlaboratory crosscheck of quartz analysis on mine airborne dust samples. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 45 (9): 655-660.
- Kozlu TİM** (2010) Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi, Zonguldak.
- Larsen D J, Von Doenhoff L J and Crable J V** (1972) The quantitative determination of quartz in coal dust by Infrared Spectroscopy. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 33 (6): 367-372.
- Maden ve Taşocakları İşletmelerinde Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik** (1990) *Maden, Petrol ve Taşocakları Mevzuatı Kitabı*. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 422 s.
- Madsen F A, Rose M C, Cee R** (1995) Review of quartz analytical methodologies: present and future needs. *Appl Occup Environ Hyg.*, 10 (12): 991-1002.
- Mamuya S H D, Bratveit M, Mwaiselage J, Mashalla Y J S and Moen B E** (2005) High exposure to respirable dust and quartz in a labour-intensive coal mine in Tanzania. *Ann. Occup. Hyg.*, 50 (2): 197-204.
- Mukherjee A K, Bhattacharya S K and Saiyed H N** (2005) Assessment of respirable dust and its free silica contents in different Indian coal mines. *Industrial Health*, 43: 277-284.
- MRE113A Manual** (1988) Operation and Maintenance for the Gravimetric Dust Sampler Type 113A Instruction Leaflet 3104/AT, Casella, 12 s.
- Naidoo R, Seixas N and Robins T** (2006) Estimation of respirable dust exposure among coal miners in South Africa. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 3: 293-300.
- Ojima J** (2003) Determining of crystalline silica in respirable dust samples by Infrared Spectrophotometry in the presence of interferences. *Journal of Occupational Health*, 45: 94-103.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Rawat N S** (1982) A Study of physicochemical characteristics of respirable dust in an Indian coal mine. *Science of the Total Environment* , 23: 47-54.
- Reut S, Stadnichenko R, Hills D and Pityn P** (2007) Factors affecting the accuracy of airborne quartz determination. *Journal of Occupational and Enviromental Hygiene*, 4: 80-86.
- Saltoğlu S** (1970) *Maden İşletmelerinde Toz ve Silikozla Mücadele*. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 557 s.
- Saltoğlu S** (1975) *Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri*. İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 316 s.
- Saraç S, Önder M ve Çetin O** (1999) TKİ-OAL yeraltı ocaklarındaki solunabilir toz koşullarının belirlenmesine istatistiksel bir yaklaşım. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 21: 33-38.
- Shinohara Y** (1996) Direct quantitative analysis of respirable cristobalite on filter by Infrared Spectrophotometry. *Industrial Health*, 34: 25-34.
- TTK** (2010) *Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü 2010 Yılı Faaliyet Raporu*. Nisan 2011, Zonguldak, 118 s.
- TTK** (2011) Türkiye Taşkömürü Kurumu 2010 Yılı İstatistik Yıllığı, Zonguldak. <http://www.taskomuru.gov.tr> (05.11.2011).
- Ural S** (2007a) Solunabilir tozların kristal yapıda SiO₂ içeriklerinin kantitatif X-ışını Kırınımı yöntemi ile belirlenmesi. *İSG İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 33: 39-46.
- Ural S** (2007b) Solunabilir tozların ölçümü ve analizi nasıl yapılır? , <http://www.riskanaliz.net/solunabilir-tozlar-ve-silikoz-silikosis-riski> (09.03.2007).
- Ural S ve Demirdüzen T** (2009) Taşocağı işletmelerinde solunabilir tozların kristalin silika (SiO₂) içeriklerinin kantitatif X-ışını Kırınımı yöntemi ile analizi. *Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu 2009*, 19-20 Kasım, Adana s. 189-195.
- Üzülmez TİM** (2009) Üzülmez Taşkömürü İşletme Müessesesi, Zonguldak.
- Verma D K, Johnson D M and Tombe K D** (2002) A method for determining crystalline silica in bulk samples by Fourier Transform Infrared Spectrophotometry. *Ann. Occup. Hyg.*, 46 (7): 609-615.
- Vidinli N** (2006) *Tozlardan Kaynaklanan Meslek Hastalıkları*. İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırması, Ankara, 87 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Yaprak S** (1988a) TTK Gelik İşletme Ocaklarında Rastlanan Solunabilir Tozların Kuvars İçeriklerinin Araştırılması. Yüksek Mühendislik Tezi (yayımlanmamış), HÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Zonguldak Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 51 s.
- Yaprak S, Didari V ve Tözün A İ** (1988b) Solunabilir ocak tozlarının kuvars içerikleri. *Türkiye 6. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, TMMOB MMO Yayını, s. 101-114.
- Yalçın E ve Gürgen S** (1999) *Madenlerde Havalandırma*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 276 s.
- Zhang Q, Dai J, Aktar A, Chen L, Huang X** (2002) Roles of Bioavailable Iron and Calcium in Coal Dust-Induced Oxidative Stress: Possible Implications in Coal Worker's Lung Disease, *Free Radical Research*, 36 (3): 285-294.

BİBLİYOGRAFYA

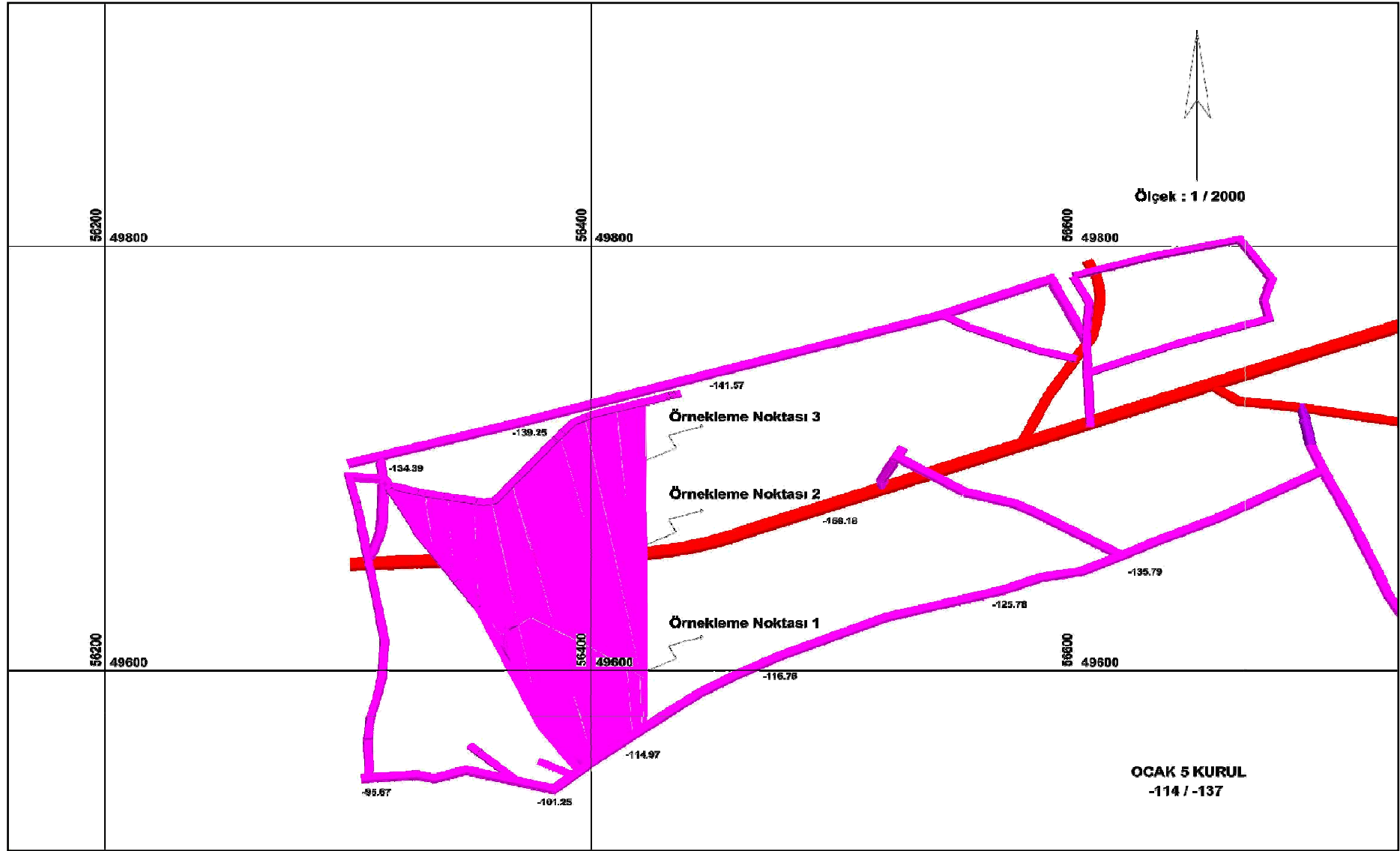
- Casswell C, Bergman I and Rossiter C E** (1971) The relation of radiological appearance in simple pneumoconiosis of coal workers (CWP) to content and composition of lungs.. *Inhaled Particles III*, Oxford.
- Cumo M and Naviglio A** (1990) Thermal hydraulic design of components for steam generation plants. *CRC Pres*, 246 pp.
- Davis J M G, Ottery J and Leroux A** (1977) The effect of quartz and other non-coal dust in CWP. *Inhaled Particles IV*, Oxford.
- Dobрева M, Burilkov T, Kolev K and Lalova P** (1977) Characteristics of lung dust and their relation to dust exposure and pathological findings in the lungs. *Inhaled Particles IV*, Oxford.
- Gluskoter H J, Ruch R R, Miller W G, Cahill R A, Dreher G B and Kuhn J K** (1977). Trace elements in coal: occurrence and distribution. *Circular*, Vol. 499. Illinois State Geological Survey, Urbana, IL, 154 pp.
- Gupta K B, Manav M and Parveen K** (2006) Bilateral spontaneous pneumothorax in silicosis. *Chest Disease Allied Scientist*, 48: 201-203.
- IARC** (1997) Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. *IARC(International Agency for Research on Cancer) Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans*, 68: 337-406.
- ILO** (1965) Guide to the Prevention and Suppression of Dust in Mines: Tunnelling and Quarries, ILO, pp. 120-133, Geneva.
- Kiss L T** (1966) X-ray Fluorescence in determination of brown coal inorganics. *Anal. Chem.* 38: 1713-1715.
- Kuhn, J T, Harfst W F and Shimp N F** (1975) X-ray Fluorescence analysis of whole coal. in: Babu. S.P. (Ed.), *Trace Elements in Fuel*. Adv. Chem. Ser., Vol. 141. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 66-73. Chap. 6.
- Marcus M K, Lorin E. K and Merle B** (1971) *Pulmonary Reactions to Coal Dust*. Academic Press, N.York and London.
- Miola W and Ramani R V** (1996) Quartz content in bulk coal, host-rock and airborne dust samples. Chapter-2, in *SME Transaction*, 298: 6-10.

BİBLİYOGRAFYA (devam ediyor)

- Moore M P and Bise C J** (1984) The relation between the hard grove grindability index and the potantial for respirable dust generation. *Coal Mine Dust Conference*, ACGIH, MSHA, NIOSH and United States Bureau of Mines, Oct 8-10.
- Ogden T L, Birkett J L and Gibson H** (1978) Large particle entry efficiencies of the MRE 113A gravimetric dust sampler. *Ann. Occ Hyg.*, 21: 251-263.
- Raask E** (1985) *Mineral Impurities in Coal Combustion Behavior, Problems and Remedial Measures*. Hemisphere Publishing Corporation, NewYork pp.45.
- Rietveld H M** (1969). A profile refinement method for nuclear and magnetic structures.. *Journal of Applied Crystallography*, 2: 65-71.
- Sinha A K and Fadiya A O B** (1985) Dust standards and pneumoconosis. *Coal International*, s. 9-11.
- Steenland K and Brown D** (1995) Silicosis among gold miners: expose-response analyses and risk assessment. *American Journal of Public Health*, 85: 1346-1347.
- Stoces B and Jung H** (1970) *Maden İşletmesinde Toz ve Silikozla Mücadele*. İTÜ Maden Fakültesi Yayını, (Çeviren: Saltoğlu, S.), İstanbul.
- Taylor J C** (1991) Computer programs for standardless quantitative analysis of minerals using the full powder diffraction profile. *Powder Diffraction*, 6: 2-9.
- Tomb T F, Gero A J, Kogut J** (1995) Analysis of quartz exposure data obtained from underground and surface coal mining operations. *Appl Occup Environ Hyg.*, 10: 19-26.
- Vasilev S V and Tascon J M D** (2003) Methods for characterization of inorganic and mineral matter in coal: a critical overview. *Energy&Fuels*, 17: 271-281.
- Wertz D L** (1990) X-ray Analysis of the argonne premium coals: 1. use of absorption/diffraction methods. *Energy&Fuels*, 4: 442-447.

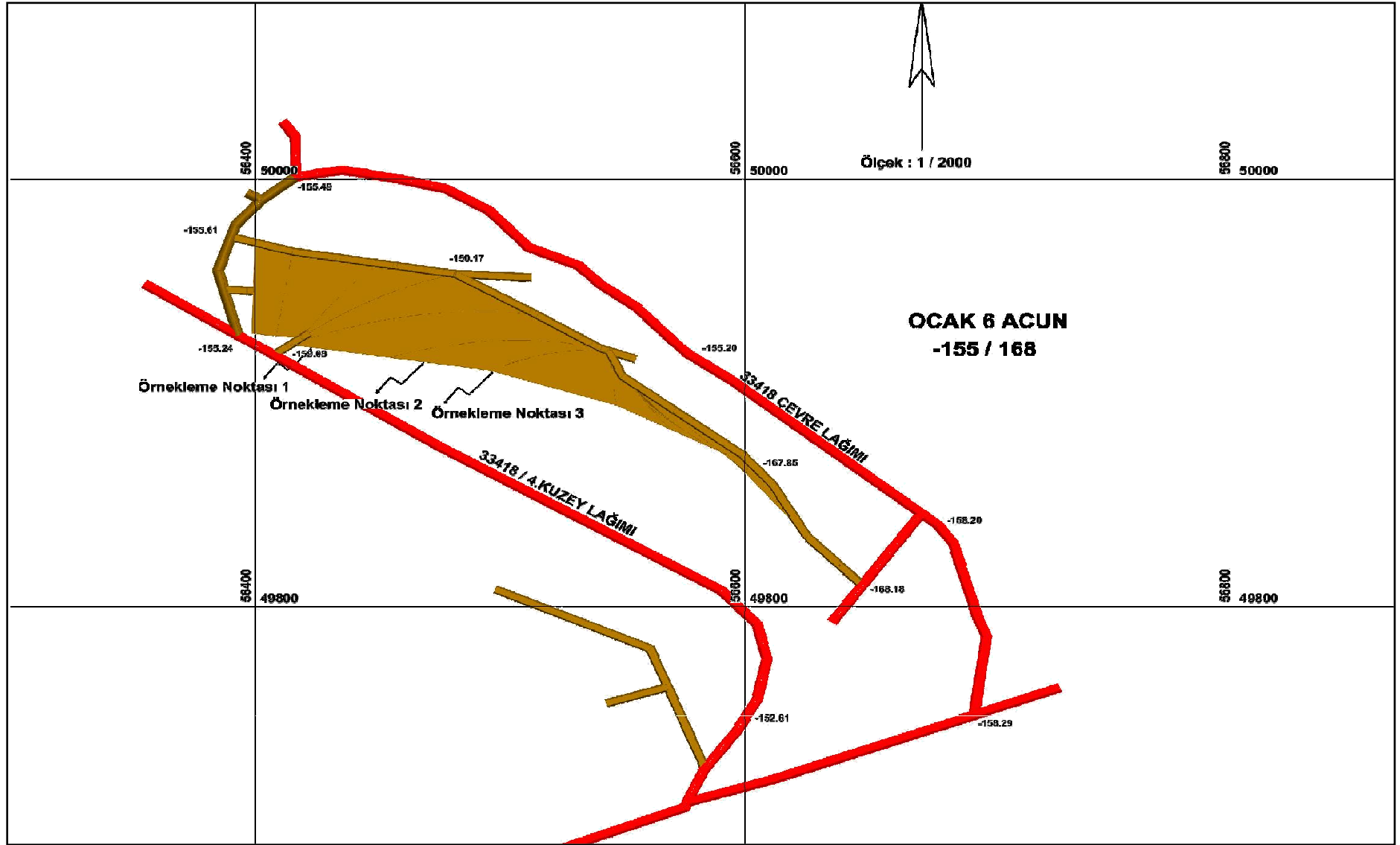
EK AÇIKLAMALAR A

**ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN
PANOLARIN PLANLARI**

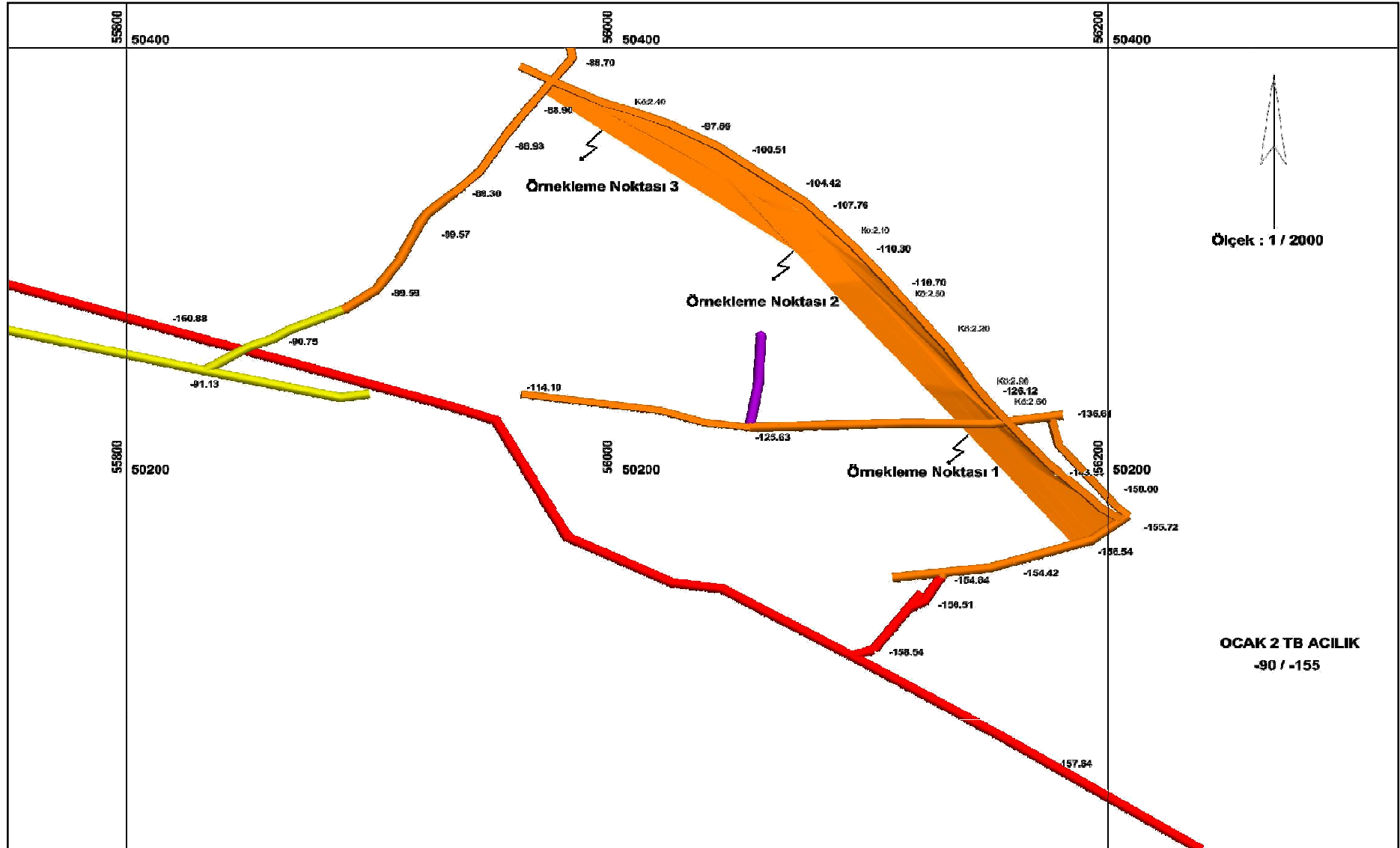


Şekil A.1 Kurul panosunun planı (Üzülmöz TİM 2009).

Şekil A.2 Piriç panosunun planı (Üzülmez TİM 2009).



Şekil A.3 Acun panosunun planı (Üzülmez TİM 2009).



Şekil A.4 Taban Acılık panosunun planı (Üzülmez TİM 2009).

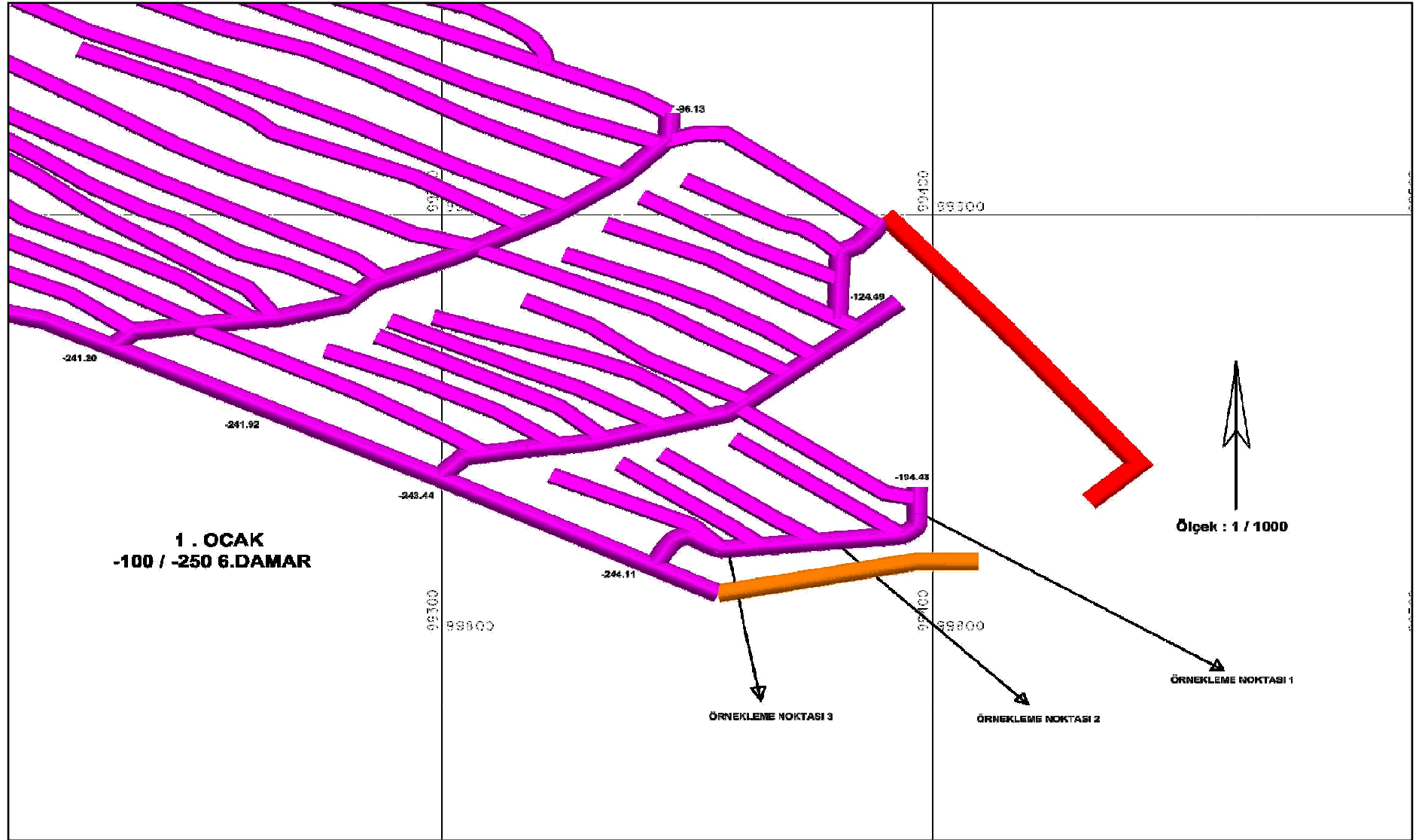
EK AÇIKLAMALAR B

**KARADON MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN
PANOLARIN PLANLARI**

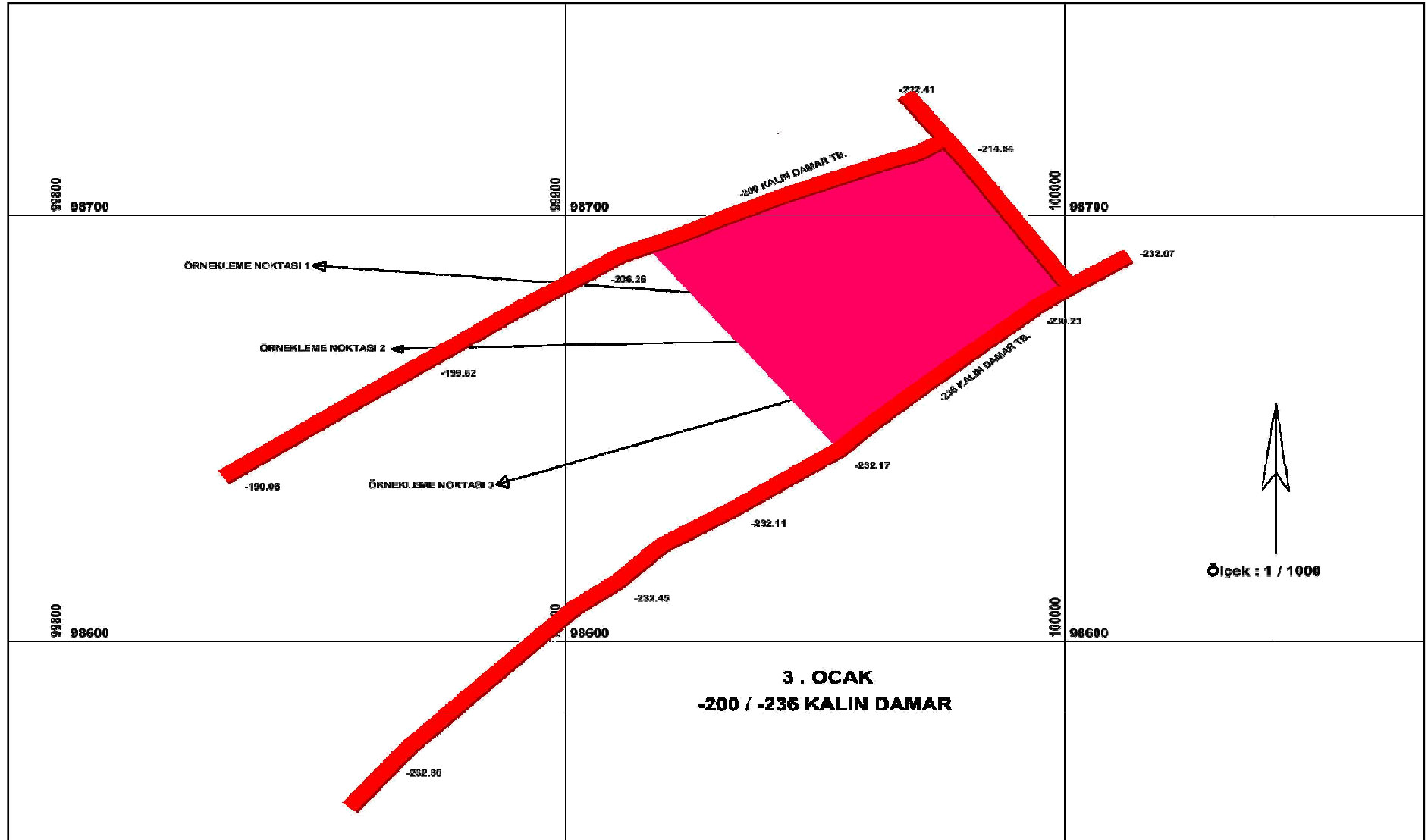
Şekil B.1 Sulu panosunun planı (Karadon TİM 2011).

EK AÇIKLAMALAR C

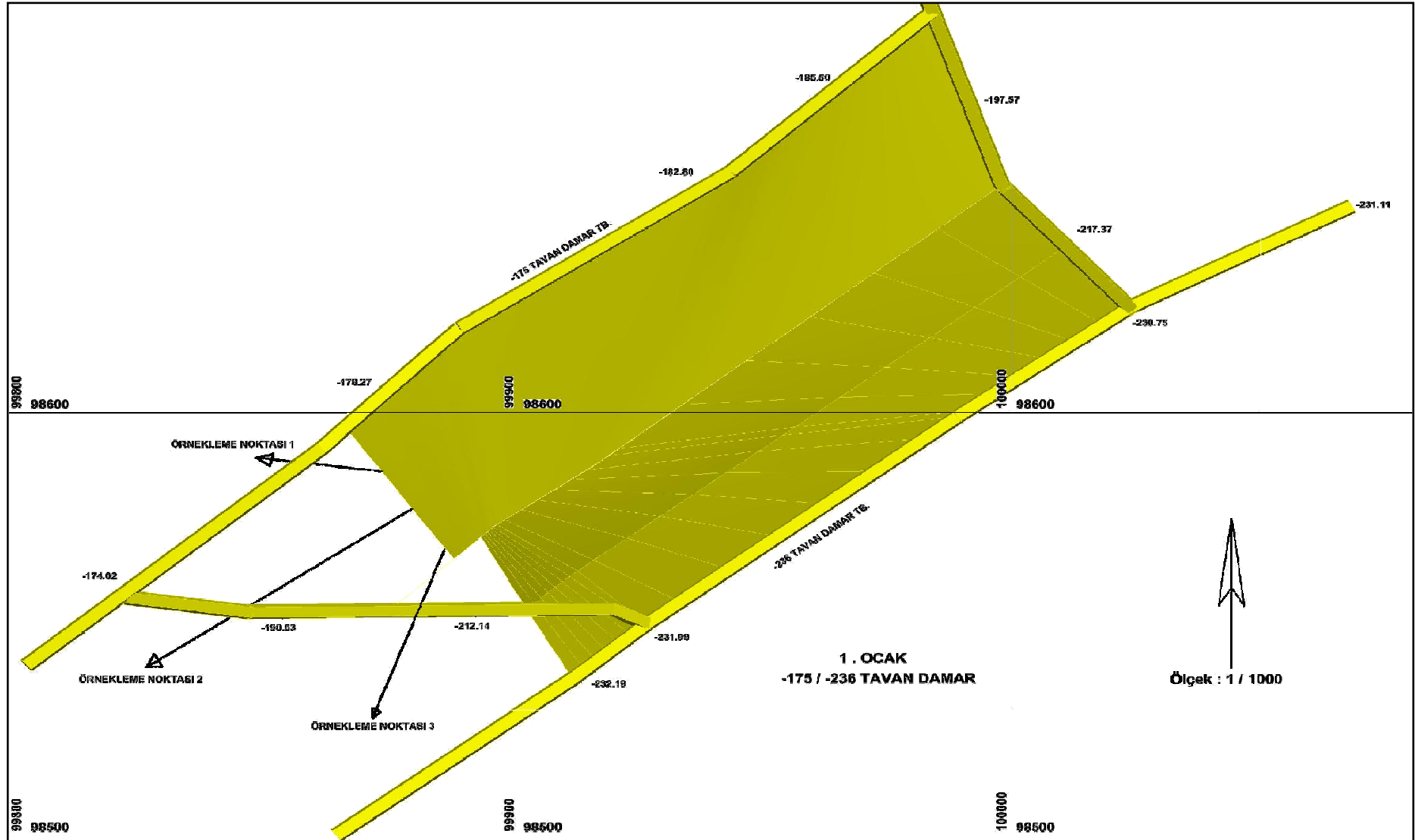
**AMASRA MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN
PANOLARIN PLANLARI**



Şekil C.1 6. damar panosunun planı (Amasra TİM 2010).



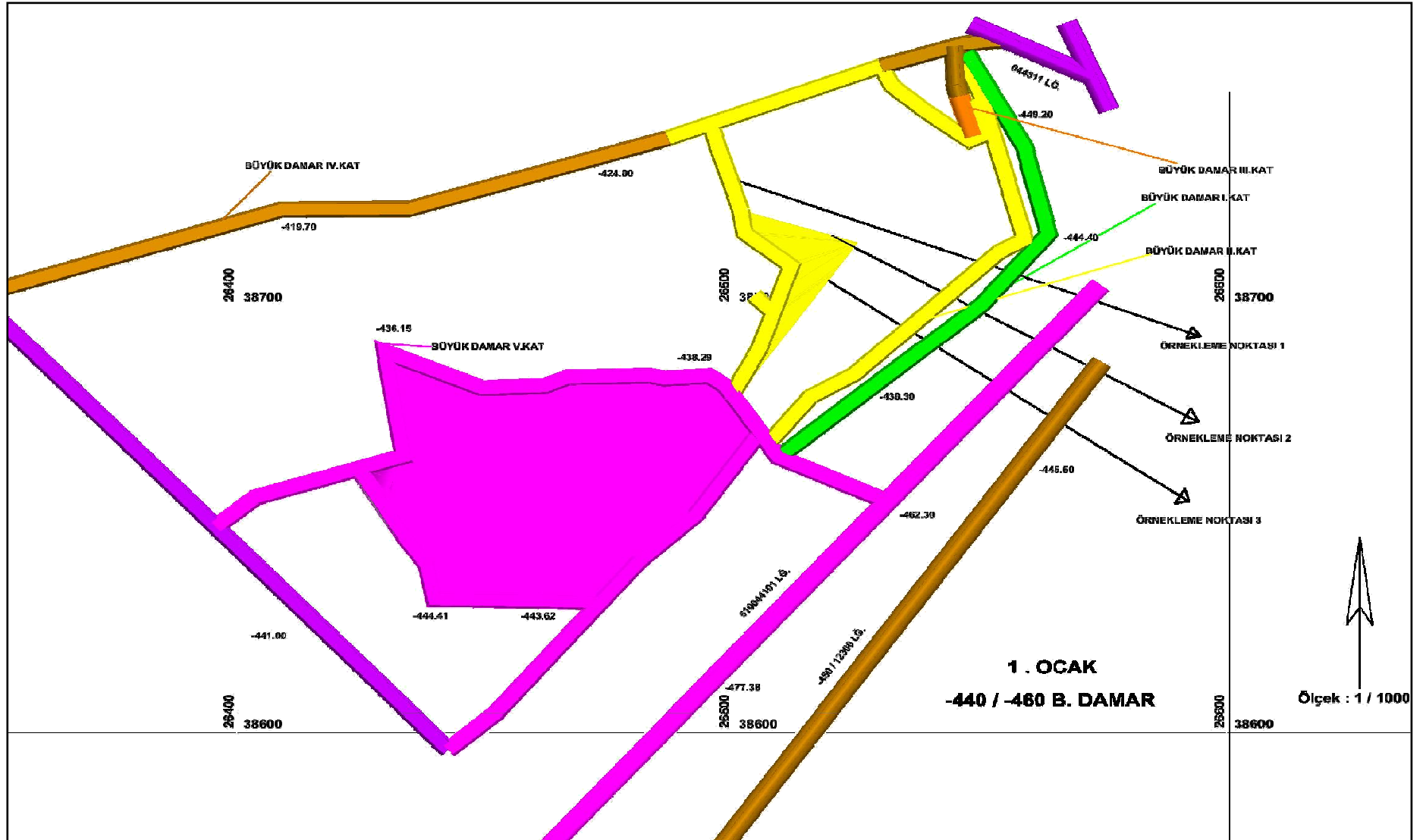
Şekil C.2 Kalın panosunun planı (Amasra TİM 2010).



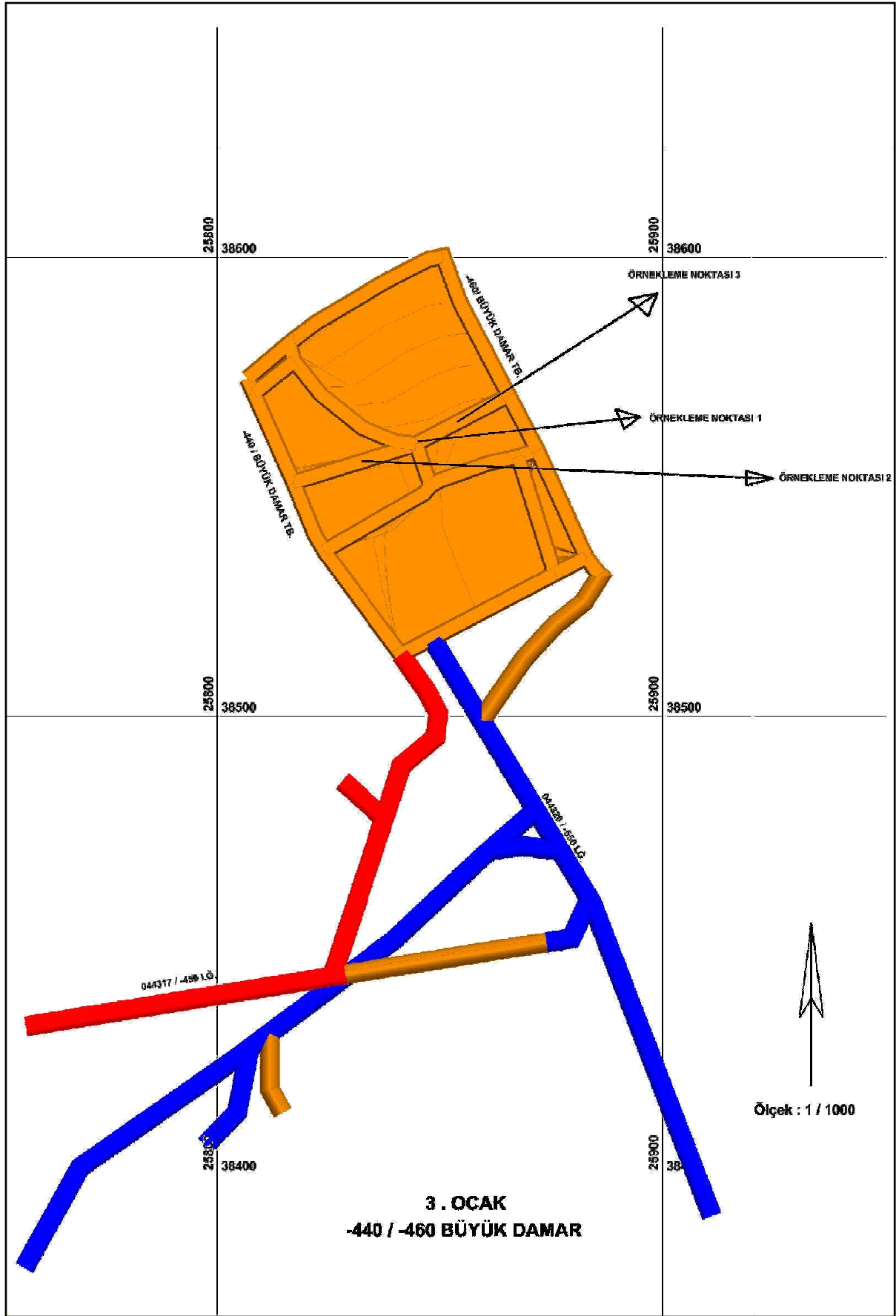
Şekil C.4 Tavan panosunun planı (Amasra TİM 2010).

EK AÇIKLAMALAR D

**ARMUTÇUK MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN
PANOLARIN PLANLARI**



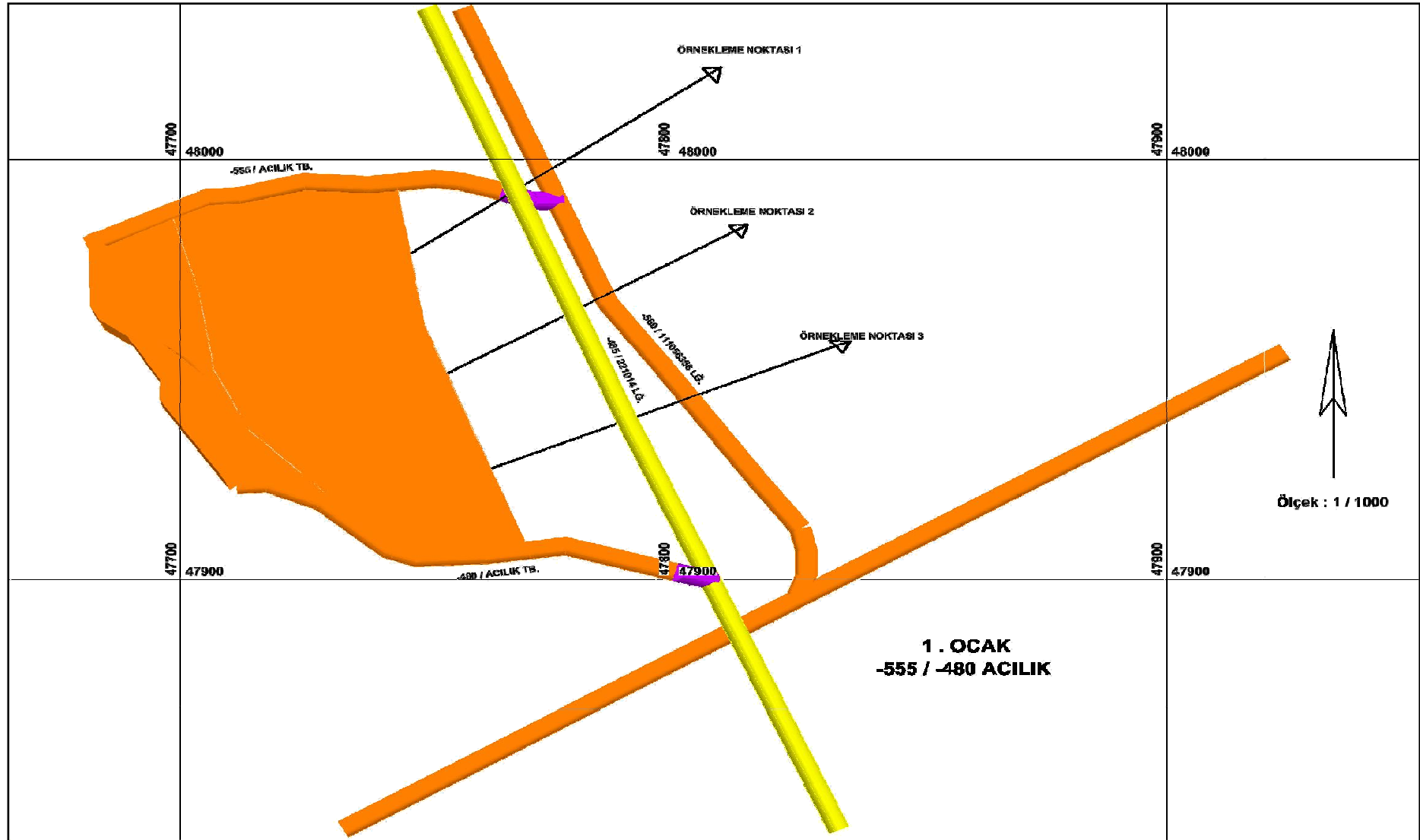
Şekil D.1 Büyük 311 panosunun planı (Armutçuk TİM 2010).



Şekil D.2 Büyük 220 panosunun planı (Armutçuk TİM 2010).

EK AÇIKLAMALAR E

**KOZLU MÜESSESESİ'NDE SOLUNABİLİR TOZ ÖRNEKLEMESİ YAPILAN
PANOLARIN PLANLARI**

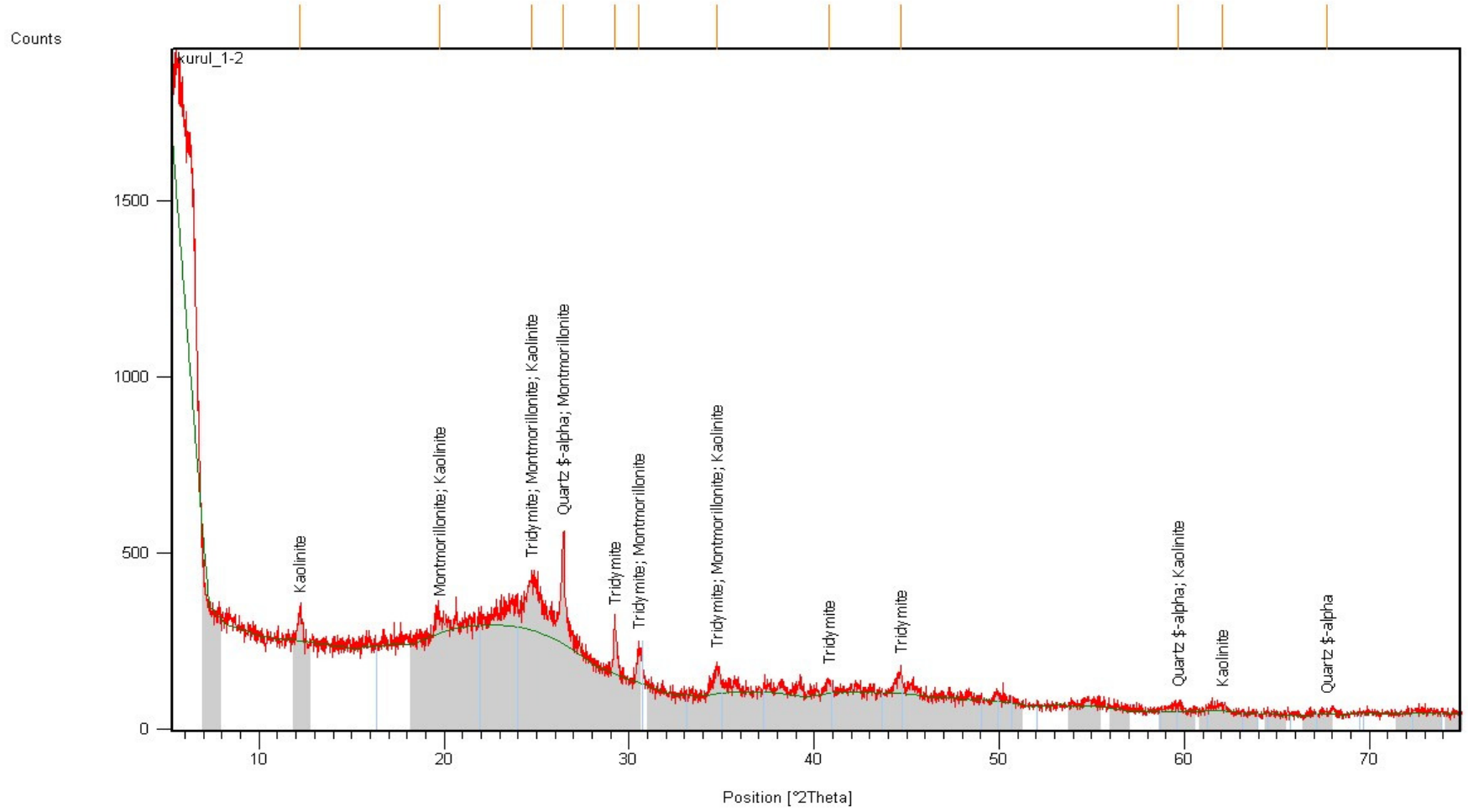


Şekil E.1 Acılık panosunun planı (Kozlu TİM 2010).

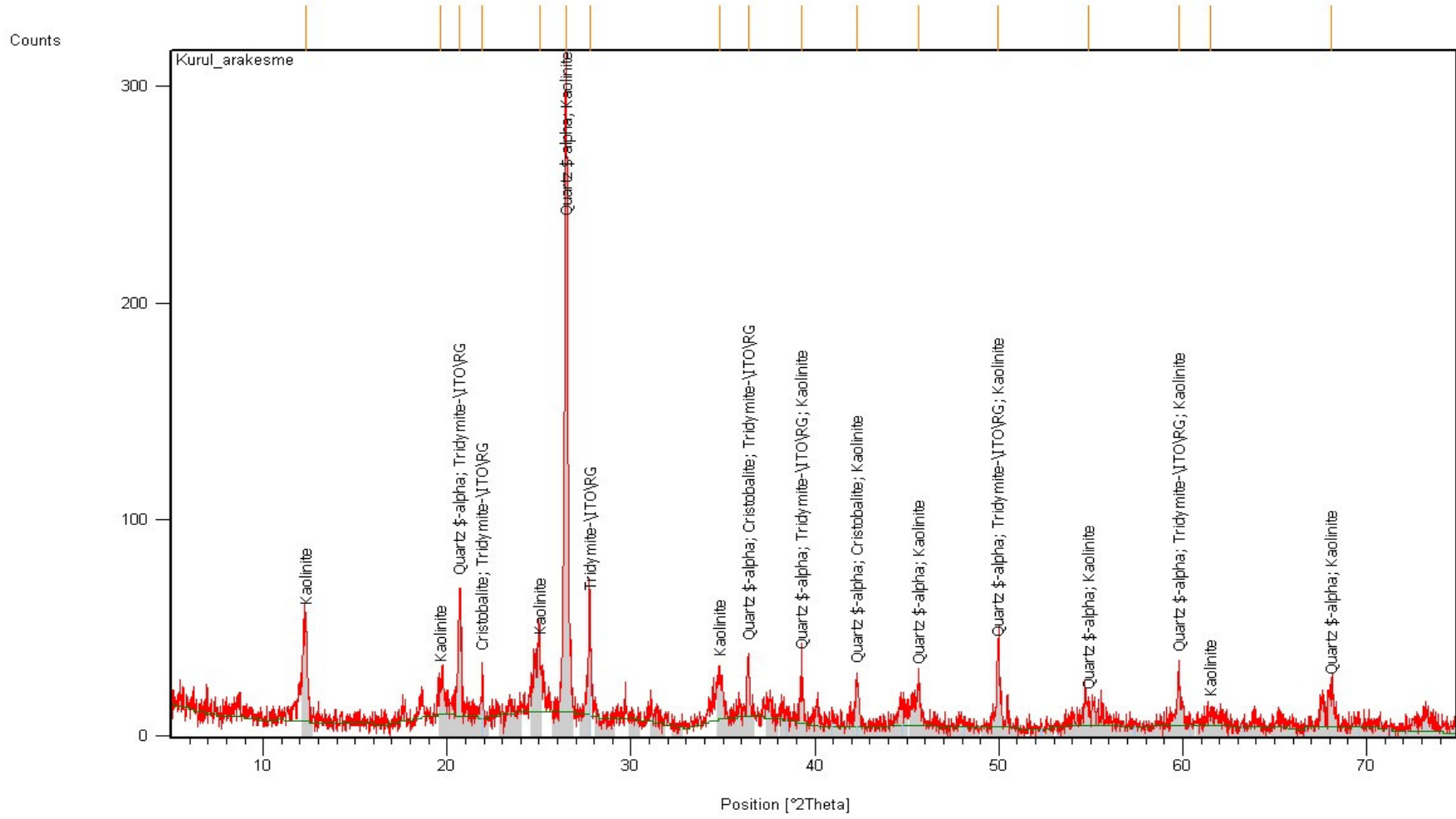
Şekil E.2 Çay panosunun planı (Kozlu TİM 2010).

EK AÇIKLAMALAR F

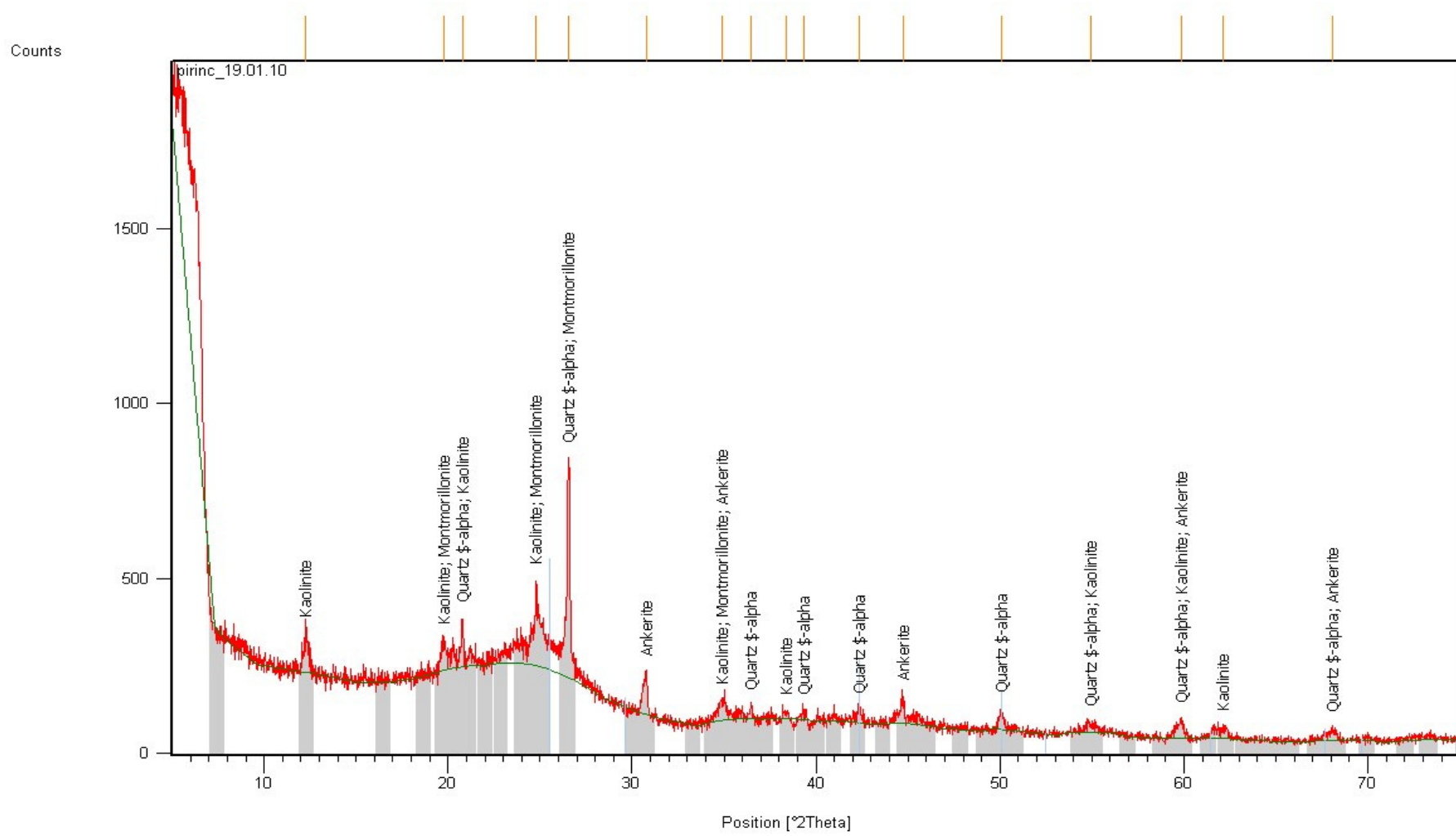
ÜZÜLMEZ MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI



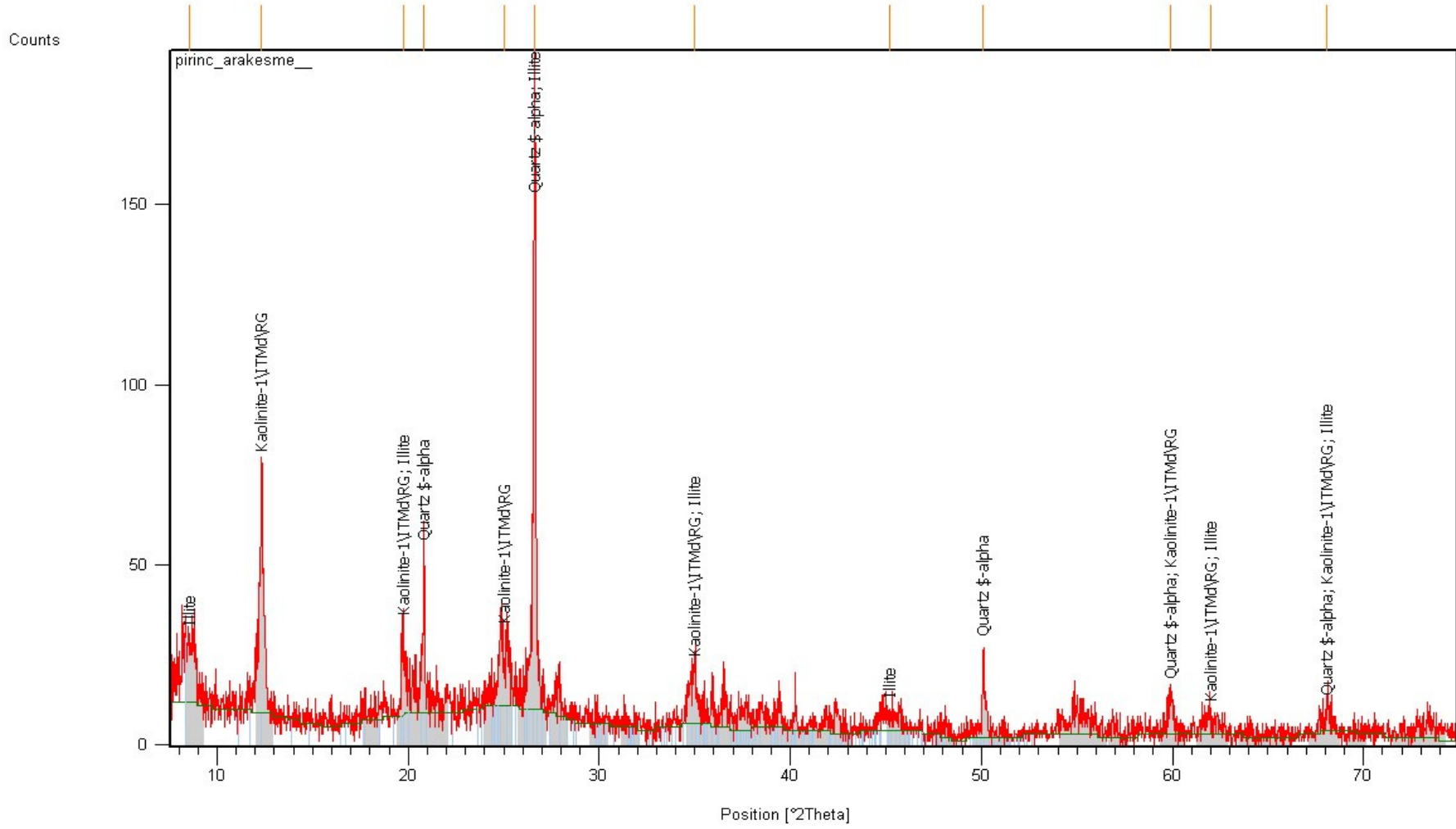
Şekil F.1 Üzülmüş Müessesesi Kurul damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumları.



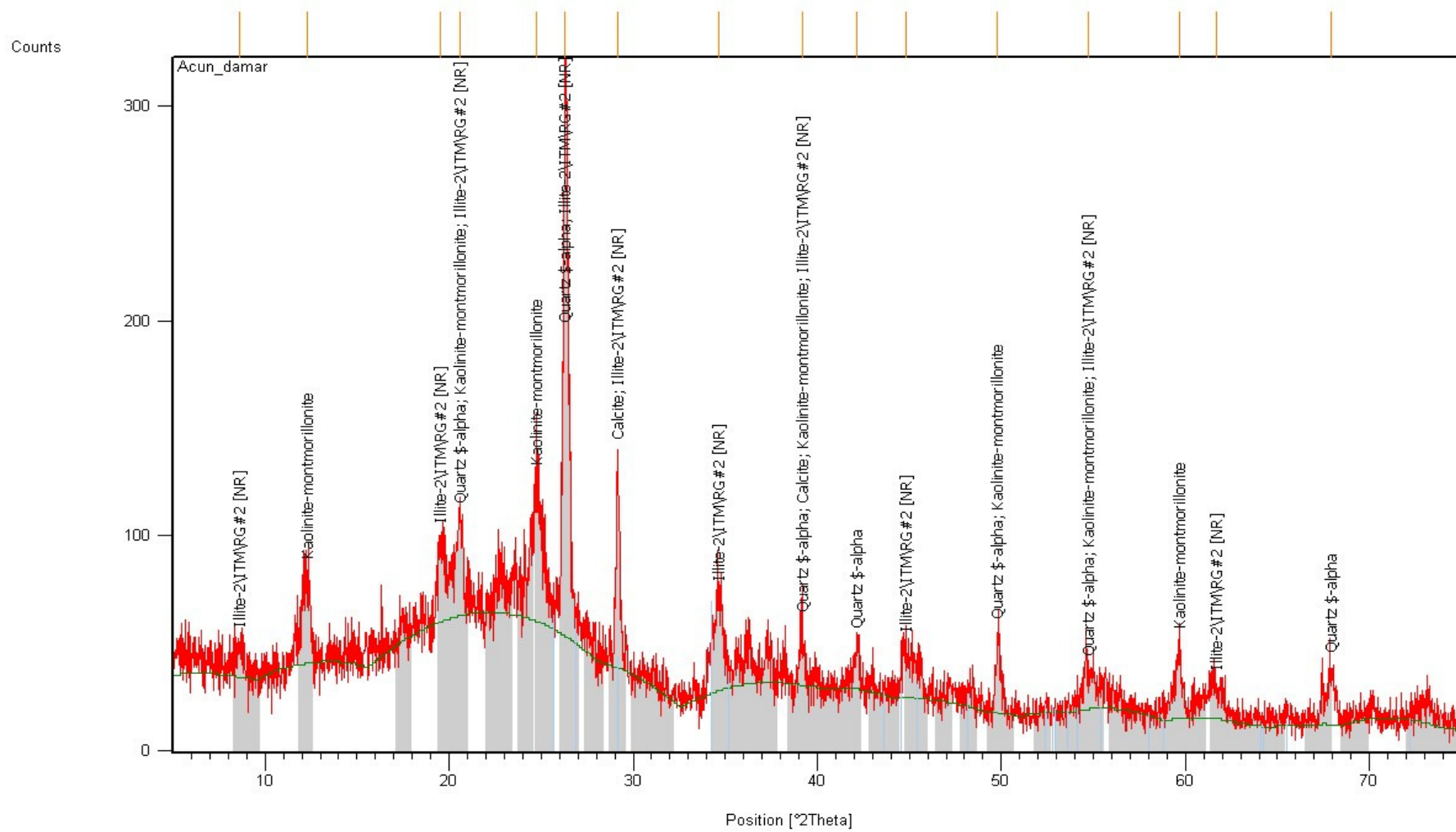
Şekil F.2 Üzülmüş Müessesesi Kurul damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.



Şekil F.3 Üzülmüş Müessesesi Piriç damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.

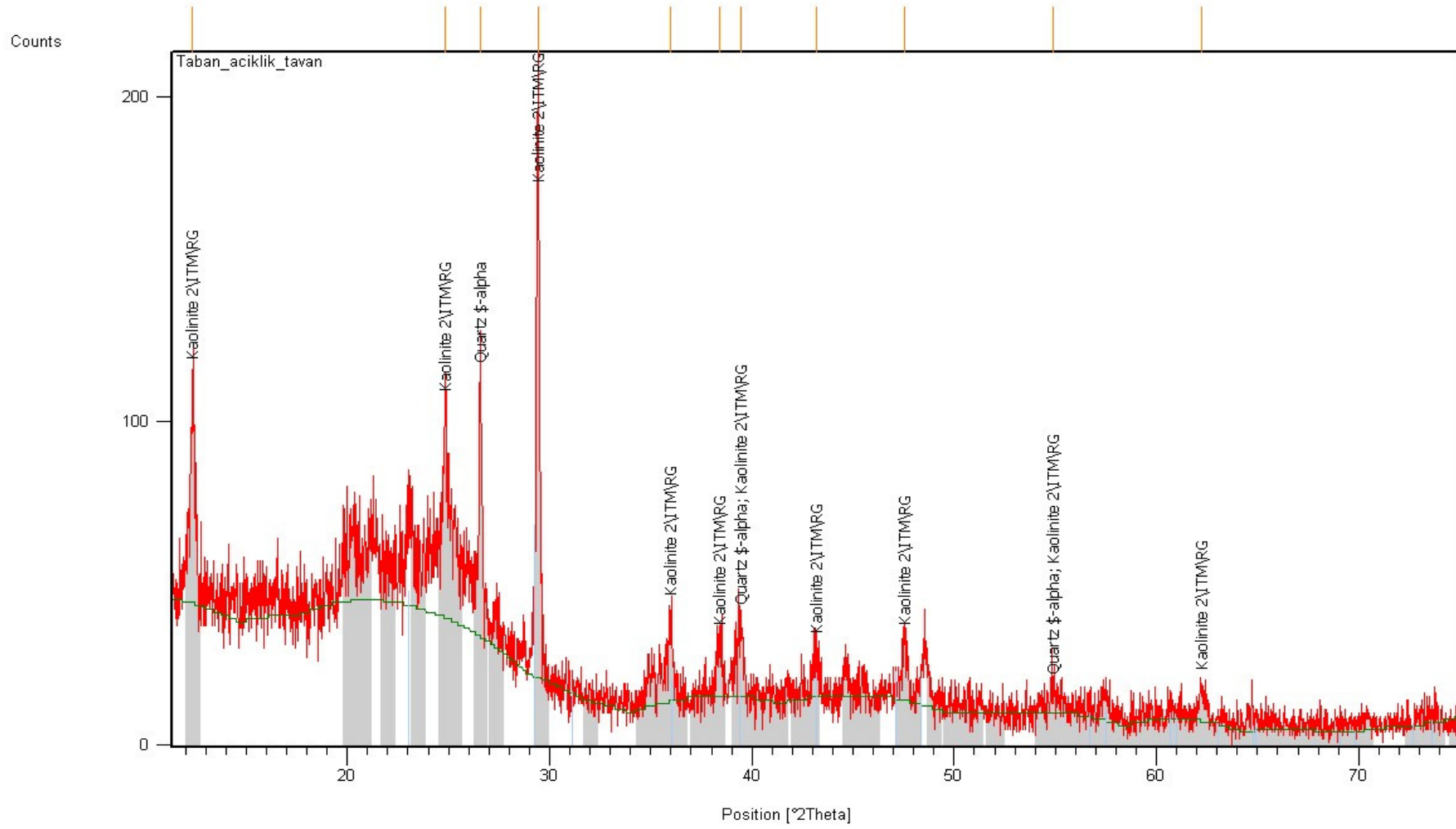


Şekil F.4 Üzülmüş Müessesesi Piriç damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.

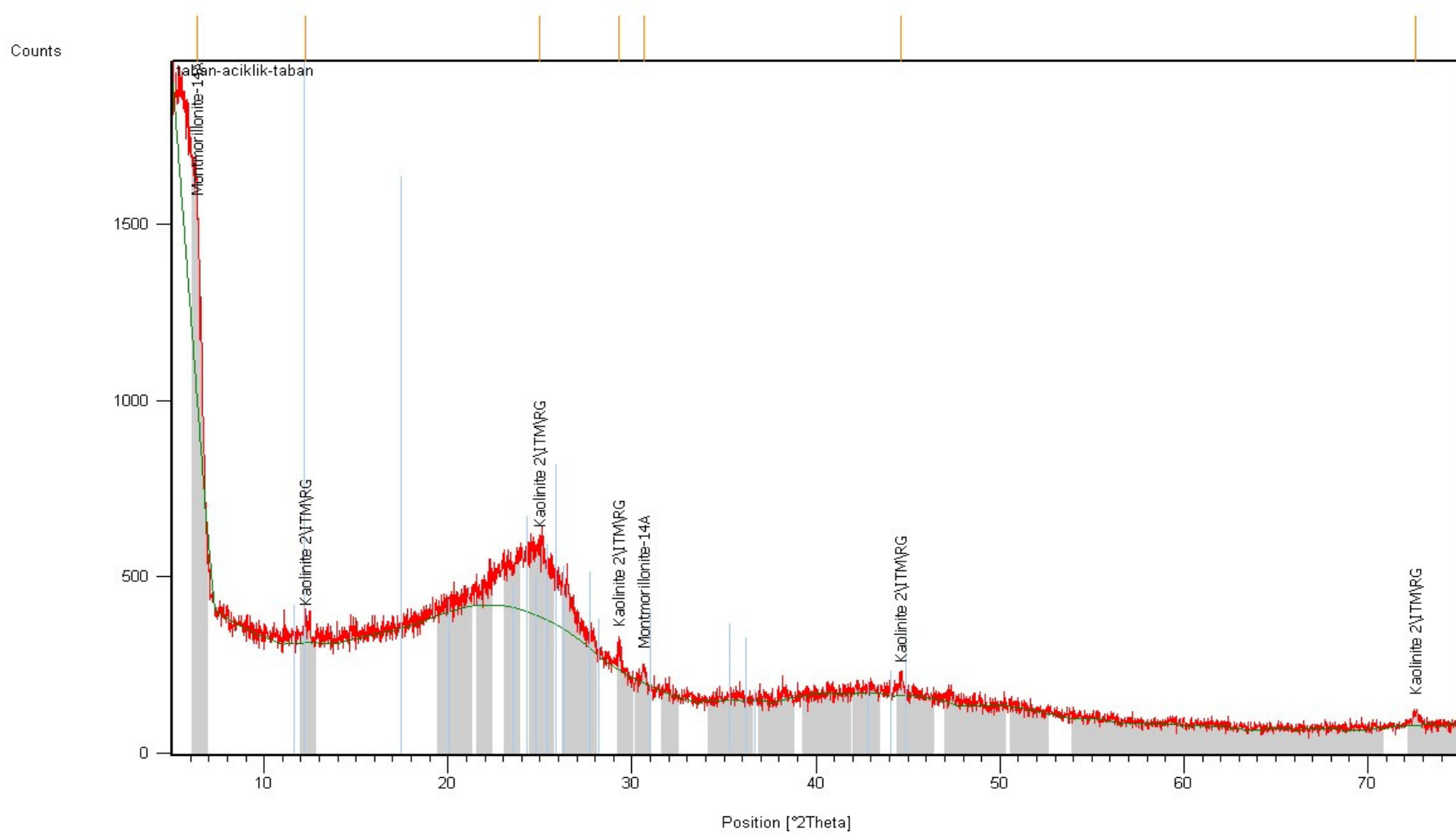


Şekil F.5 Üzülmaz Müessesesi Acun damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.

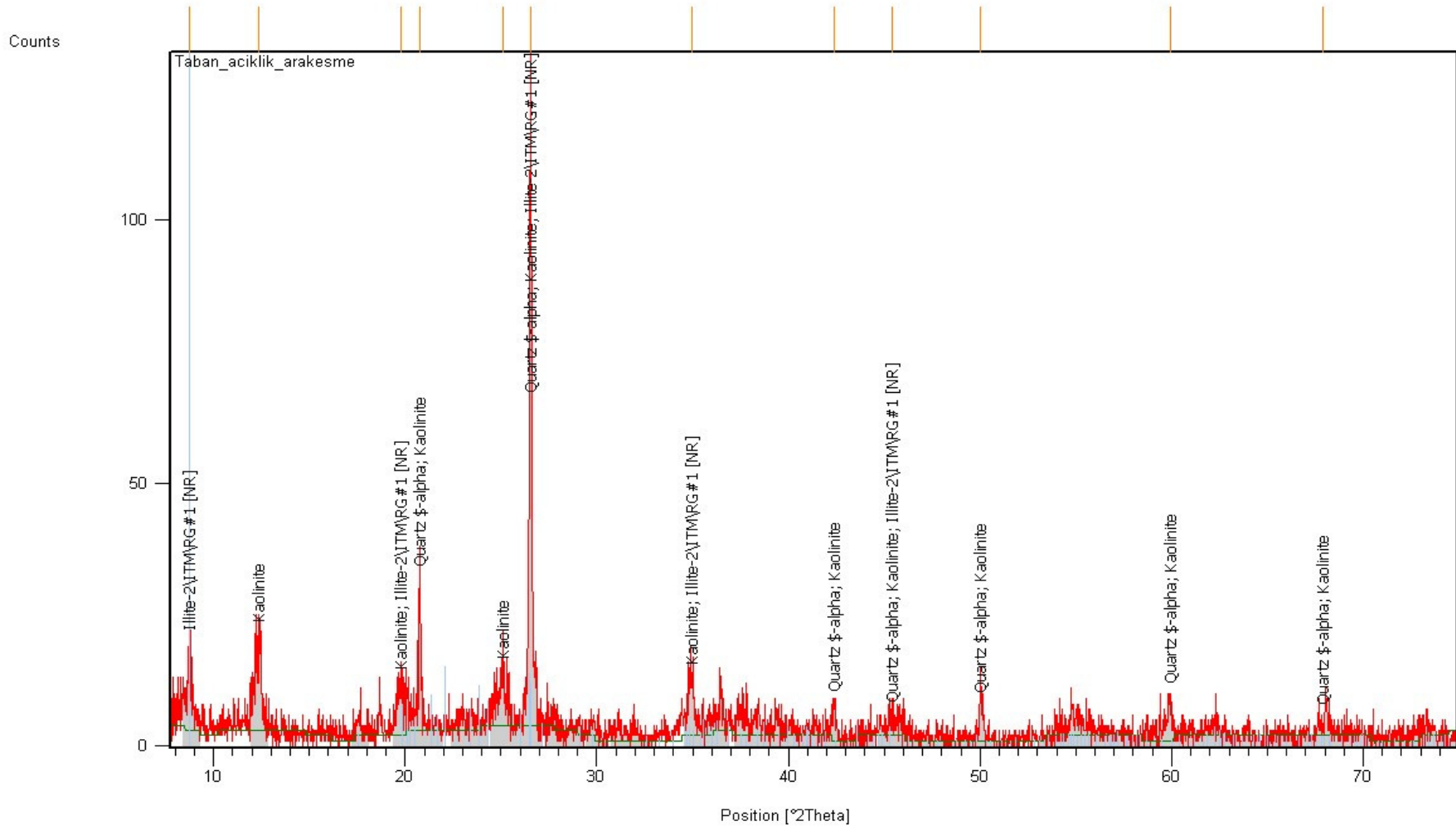
Şekil F.6 Üzülmaz Müessesesi Acun damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.



Şekil F.7 Üzülmüş Müessesesi Taban Acılık tavan damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



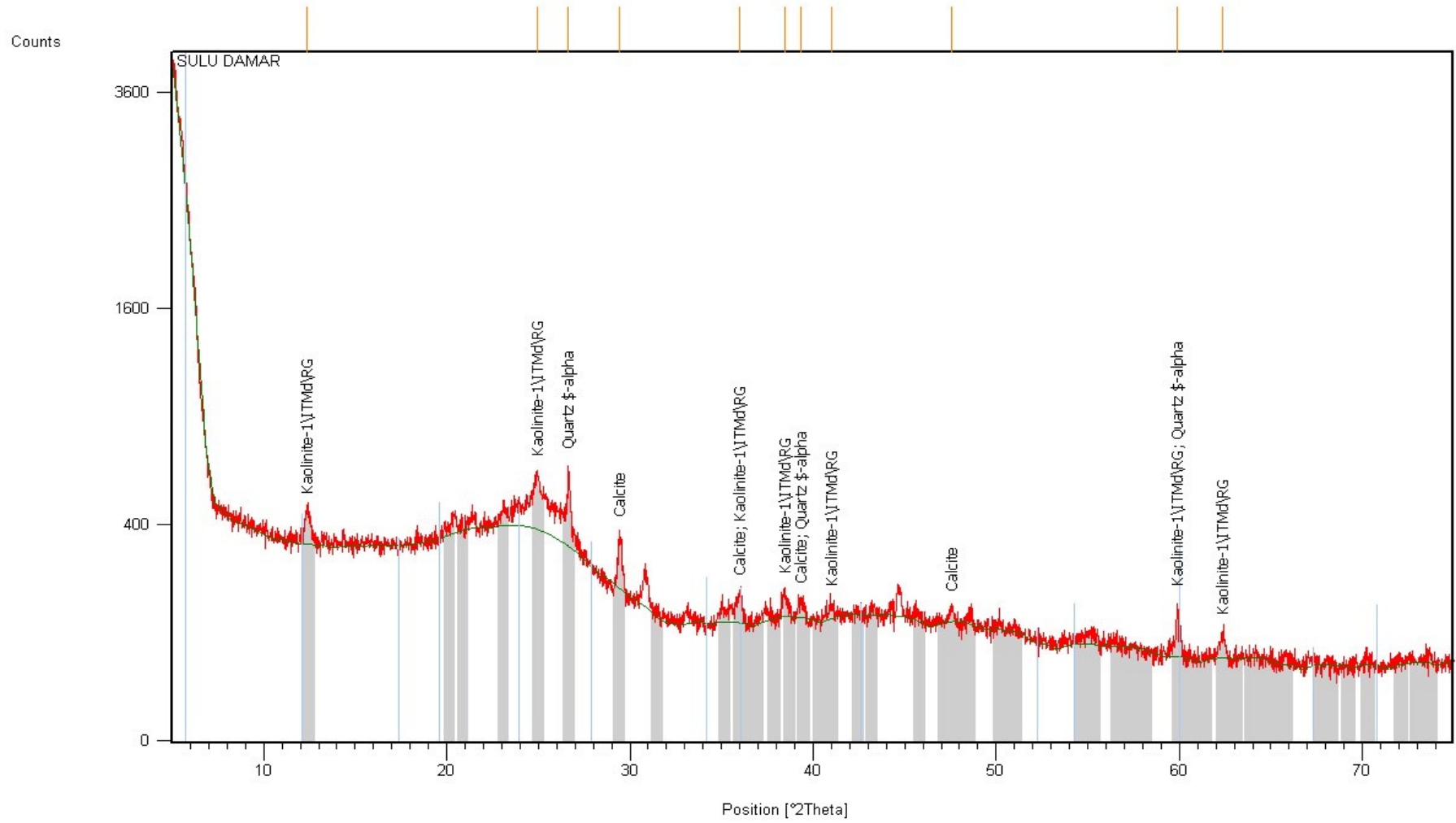
Şekil F.8 Üzülmüş Müessesesi Taban Acılık taban damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



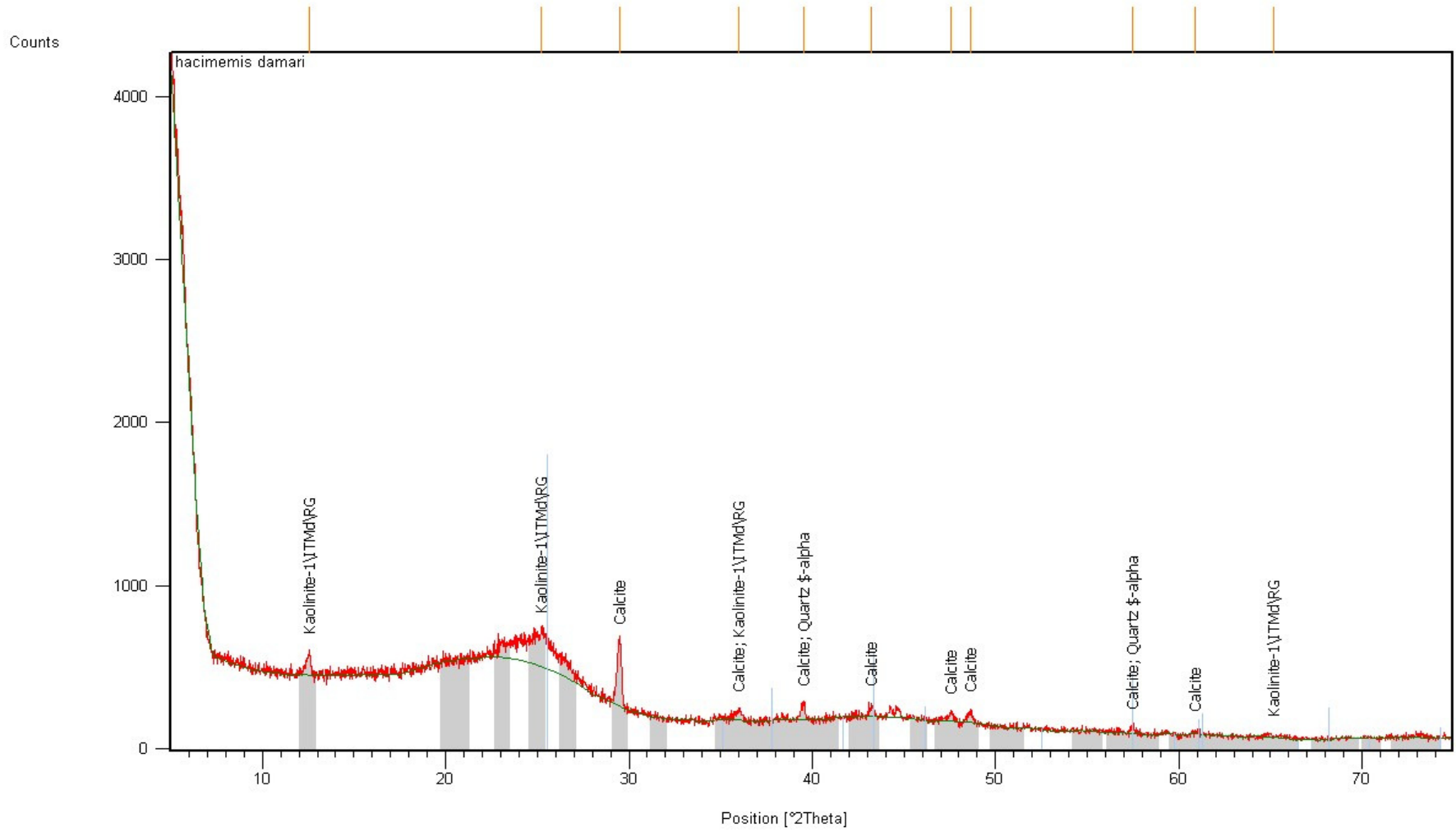
Şekil F.9 Üzülmaz Müessesesi Taban Acılık damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.

EK AÇIKLAMALAR G

KARADON MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI



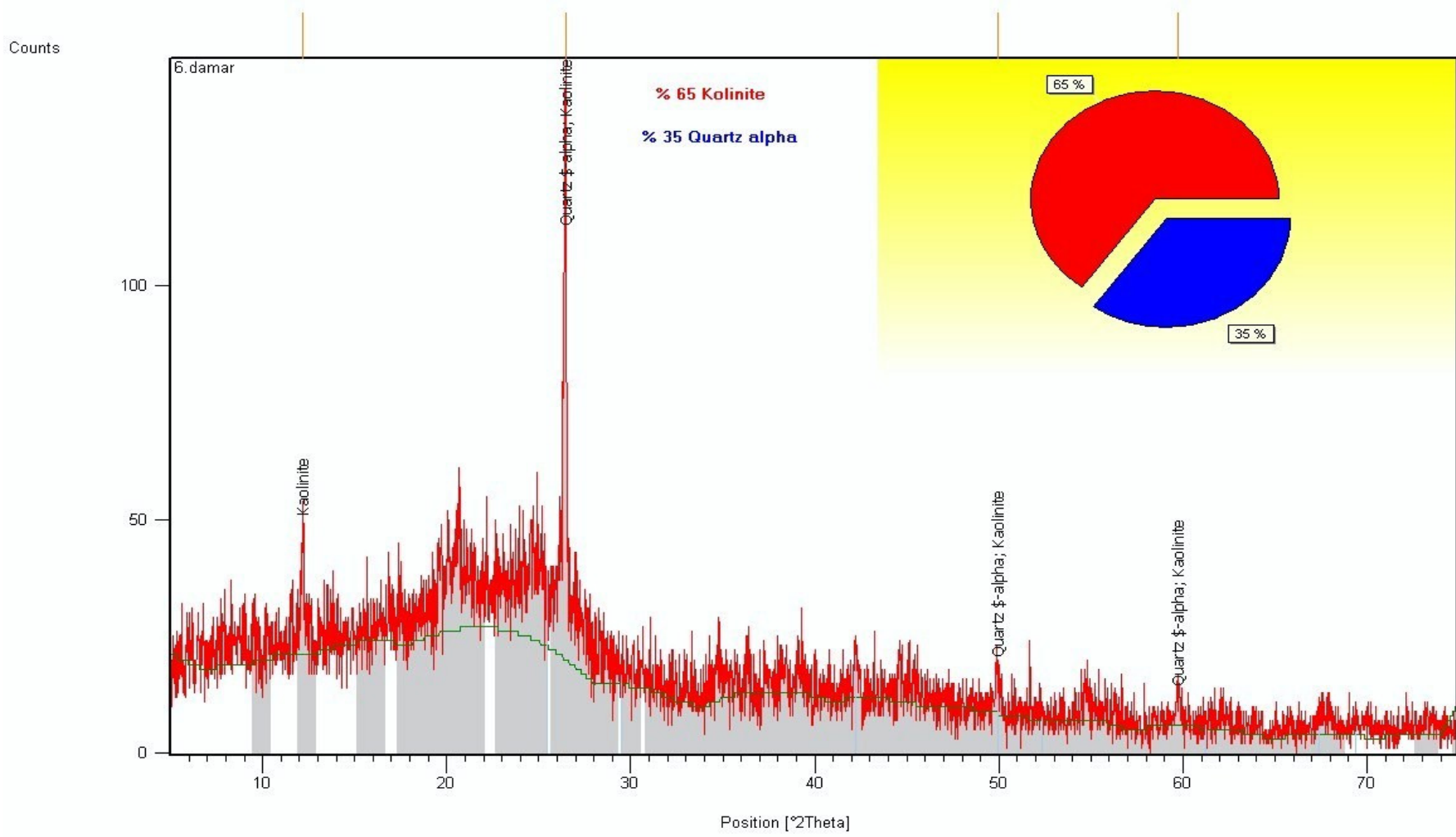
Şekil G.1 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi Sulu damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.



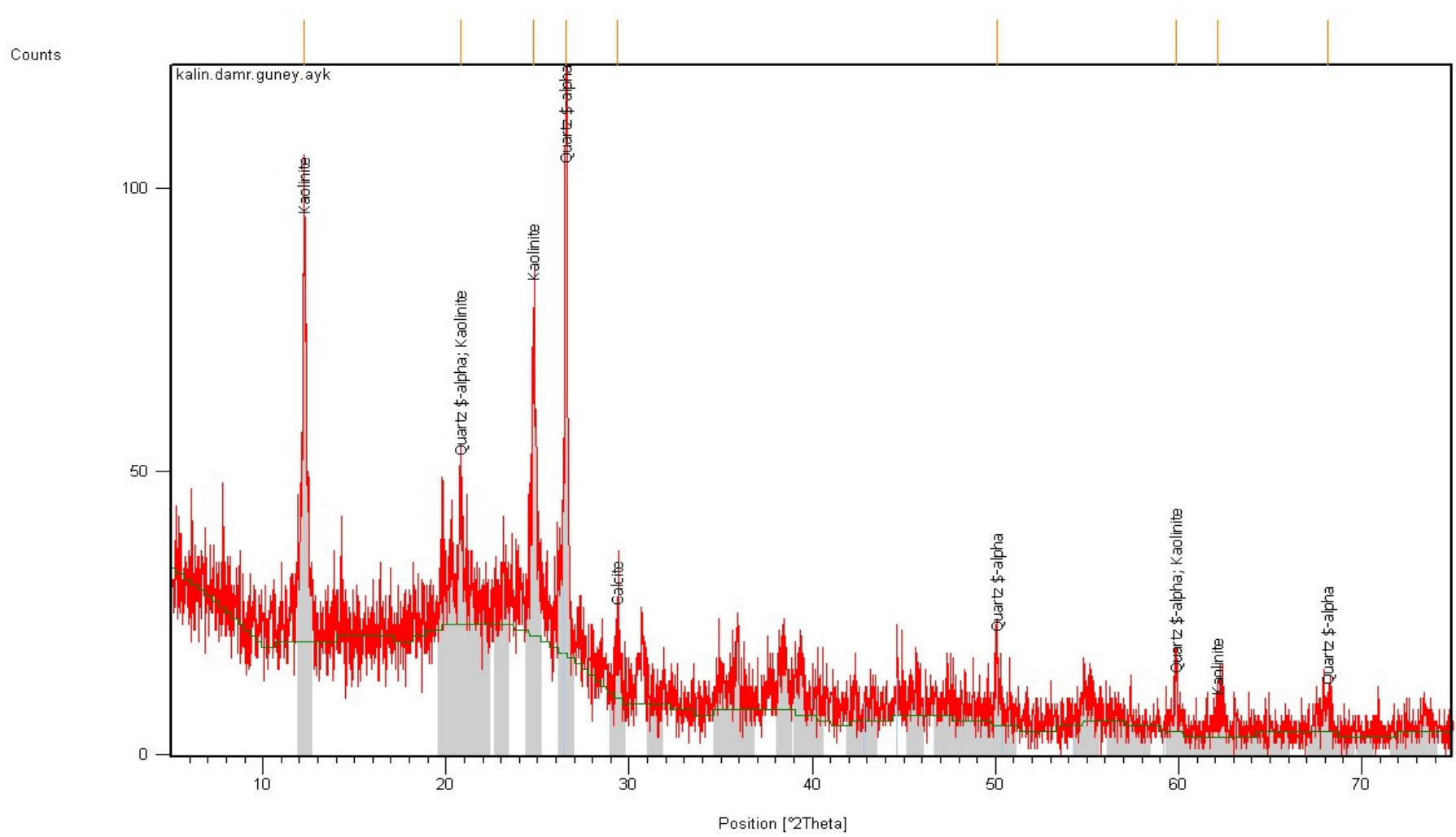
Şekil G.2 Karadon Müessesesi Kilimli İşletmesi Hacımehmet damarından alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.

EK AÇIKLAMALAR H

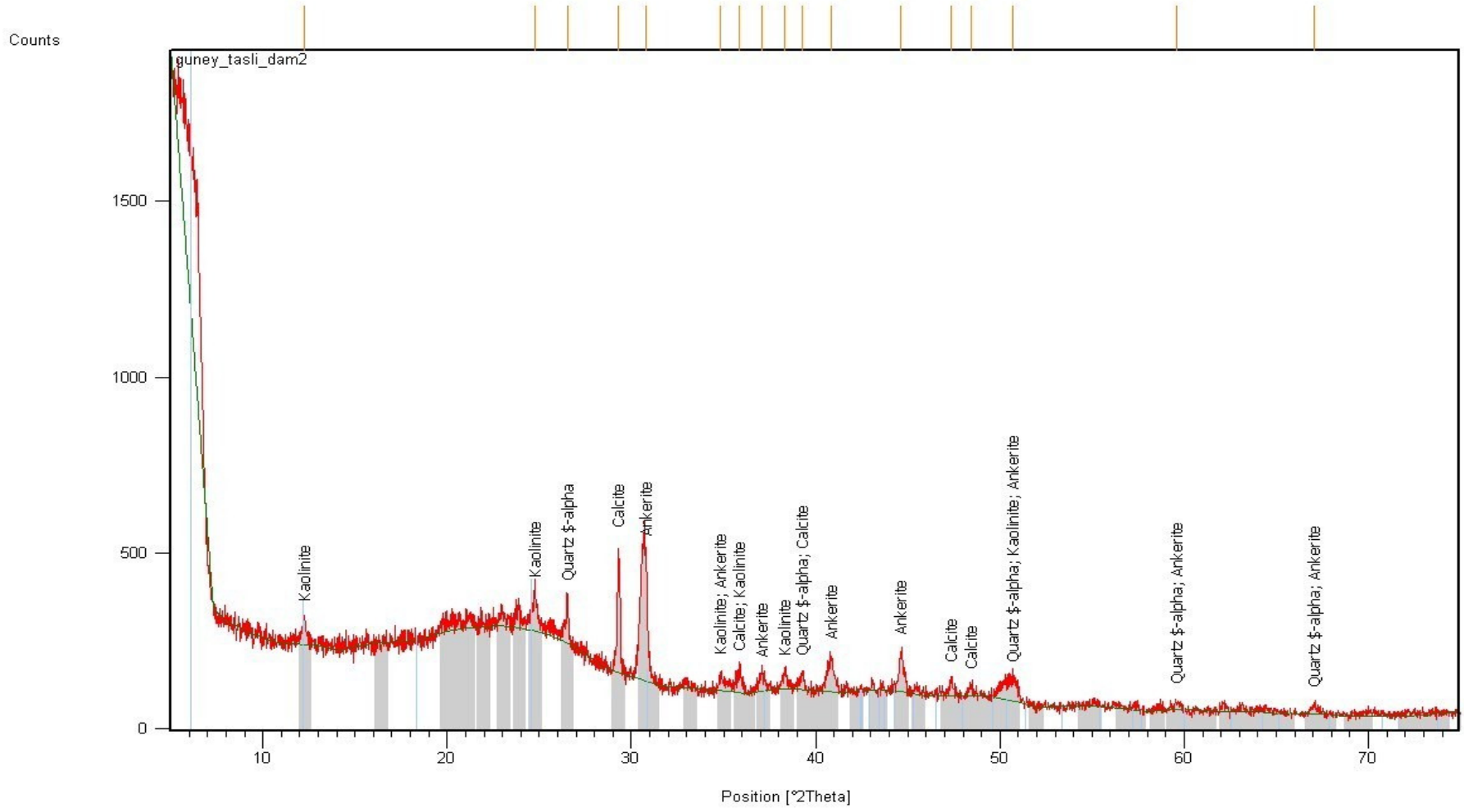
AMASRA MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI



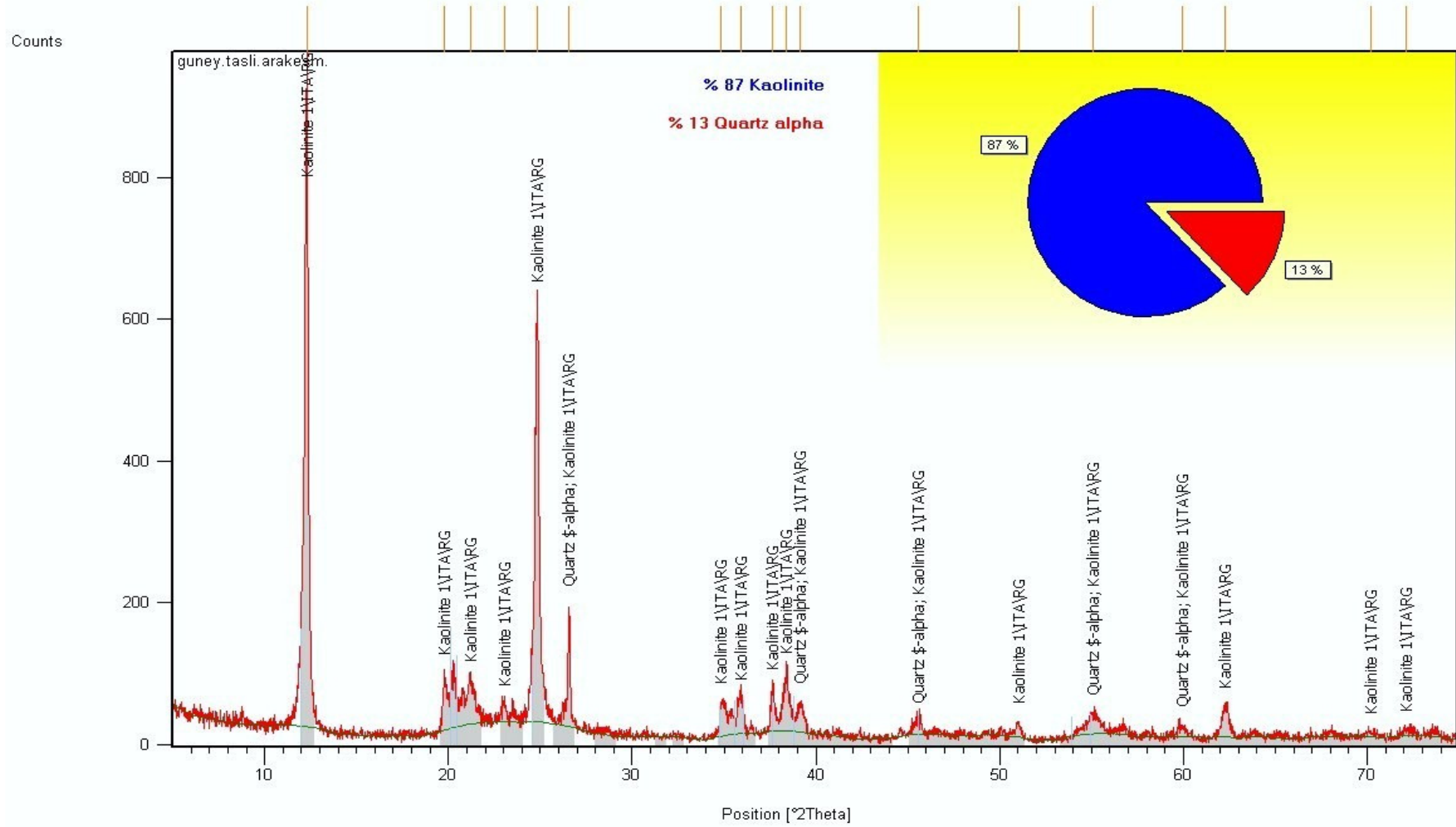
Şekil H.1 Amasra Müessesesi 6. kömür damarından alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



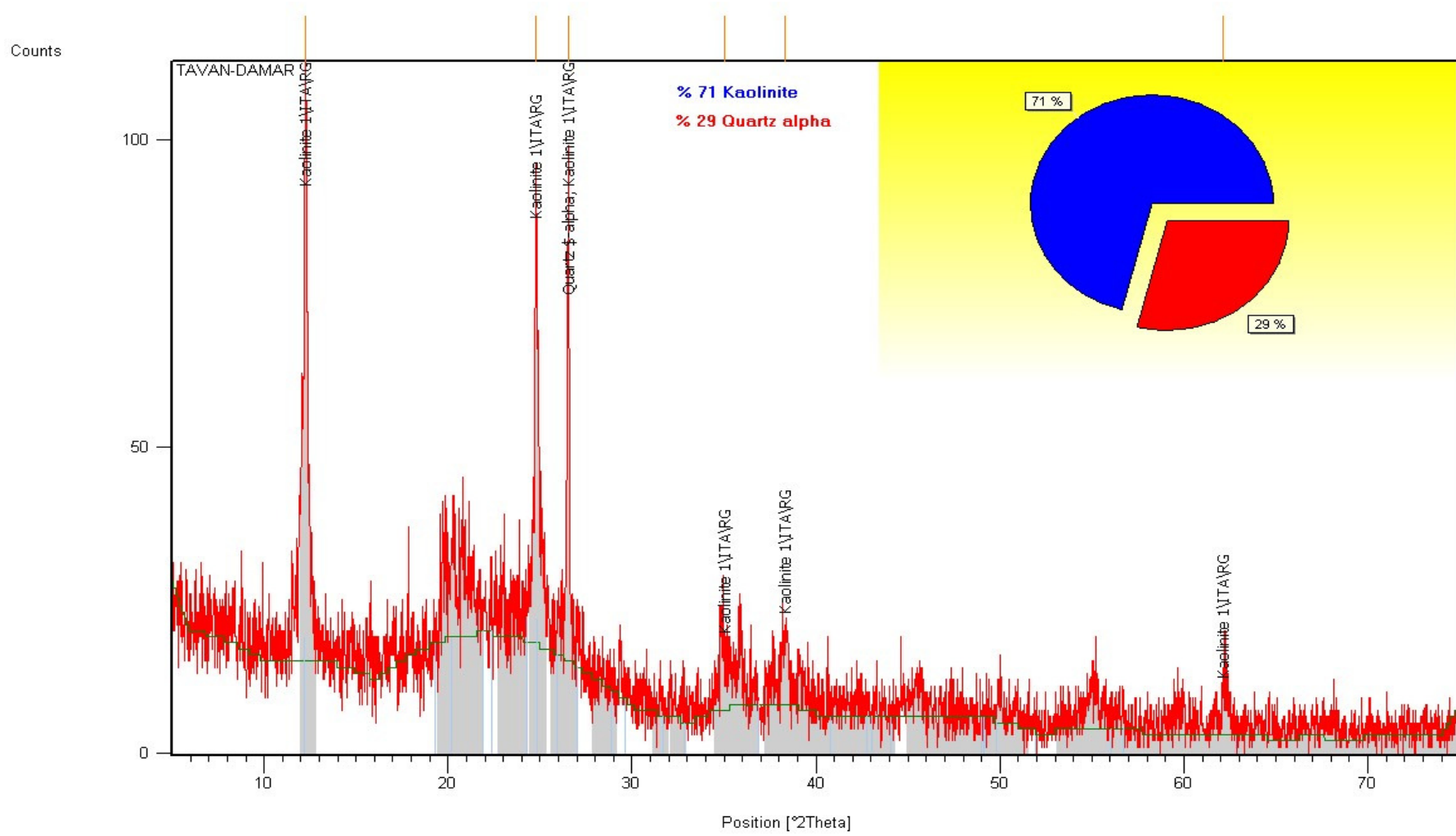
Şekil H.2 Amasra Müessesesi Kalın damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



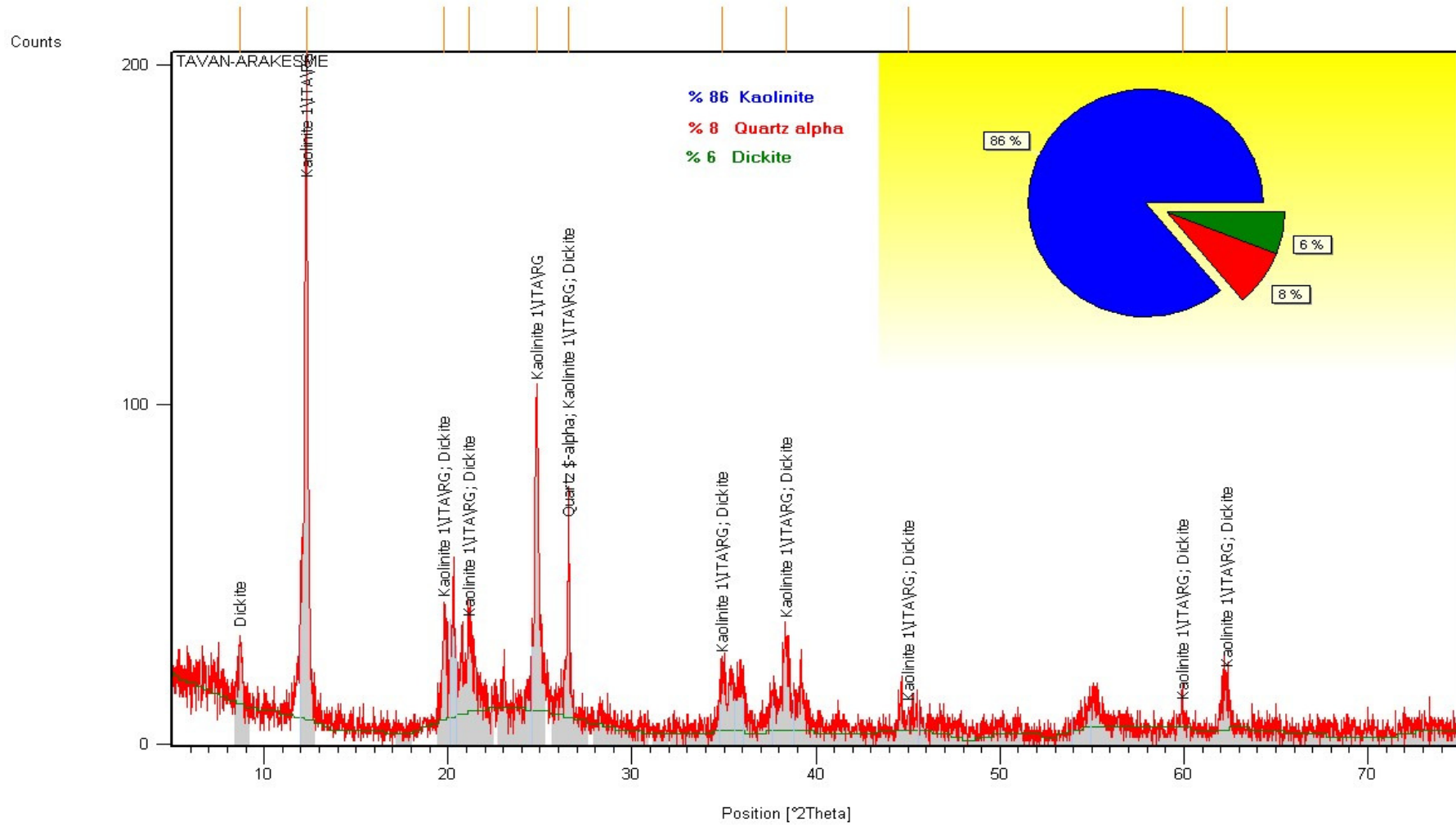
Şekil H.3 Amasra Müessesesi Güney Taşlı damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



Şekil H.4 Amasra Müessesesi Güney Taşlı damardan alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.



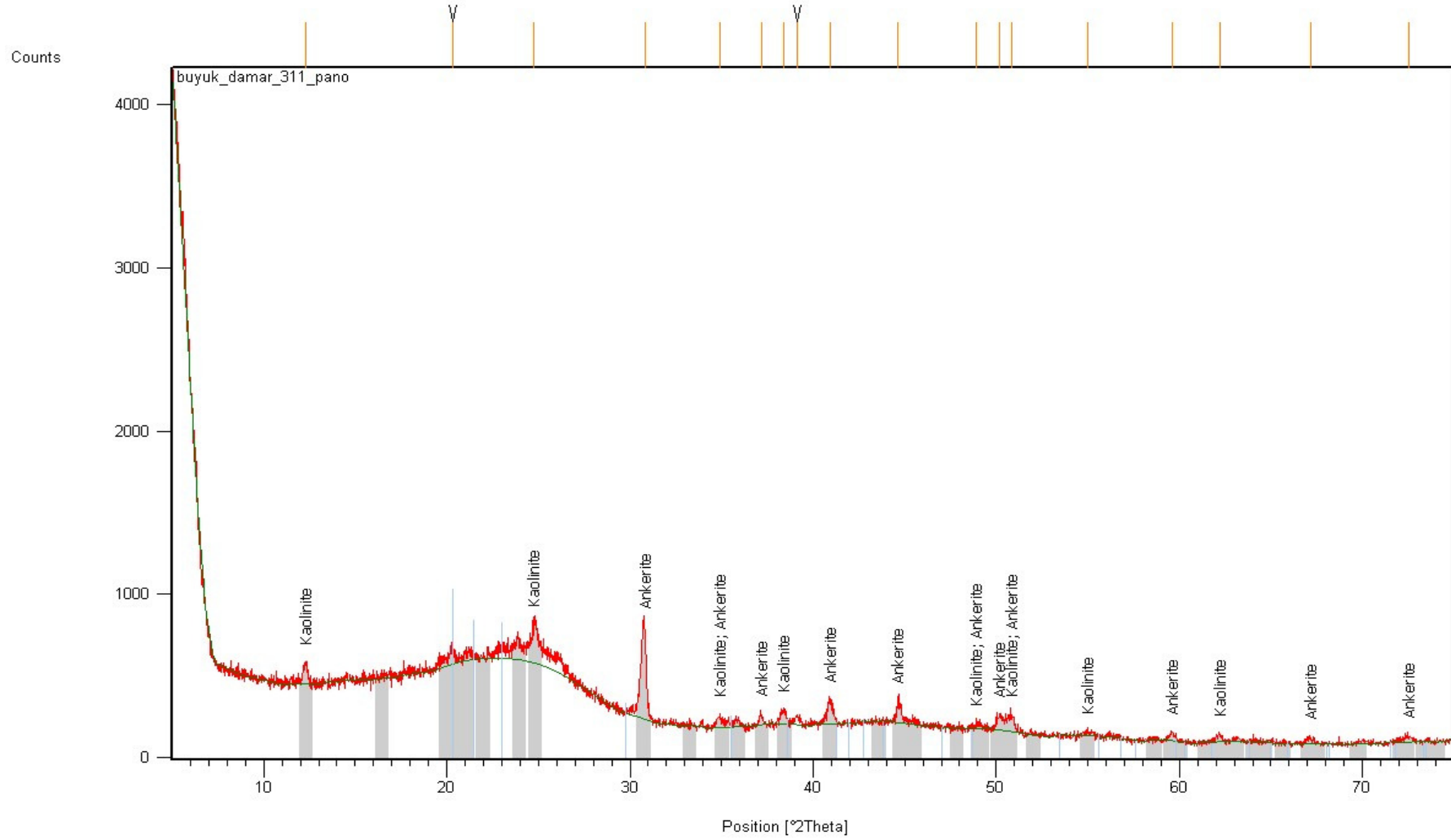
Şekil H.5 Amasra Müessesesi Tavan damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



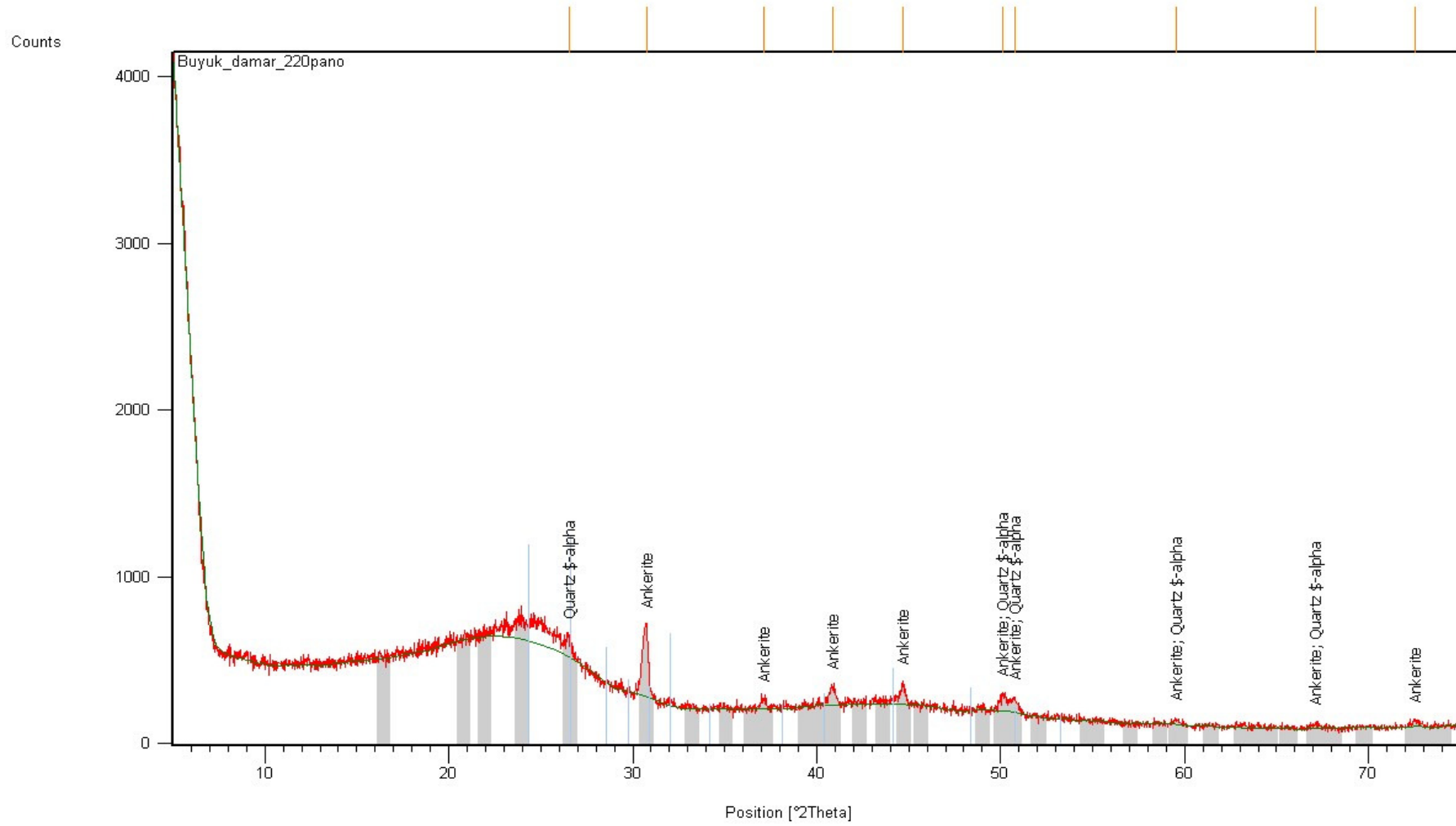
Şekil H.6 Amasra Müessesesi Tavan damardan alınan ara kesme numunesinin X-ray spektrumu.

EK AÇIKLAMALAR I

ARMUTÇUK MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI



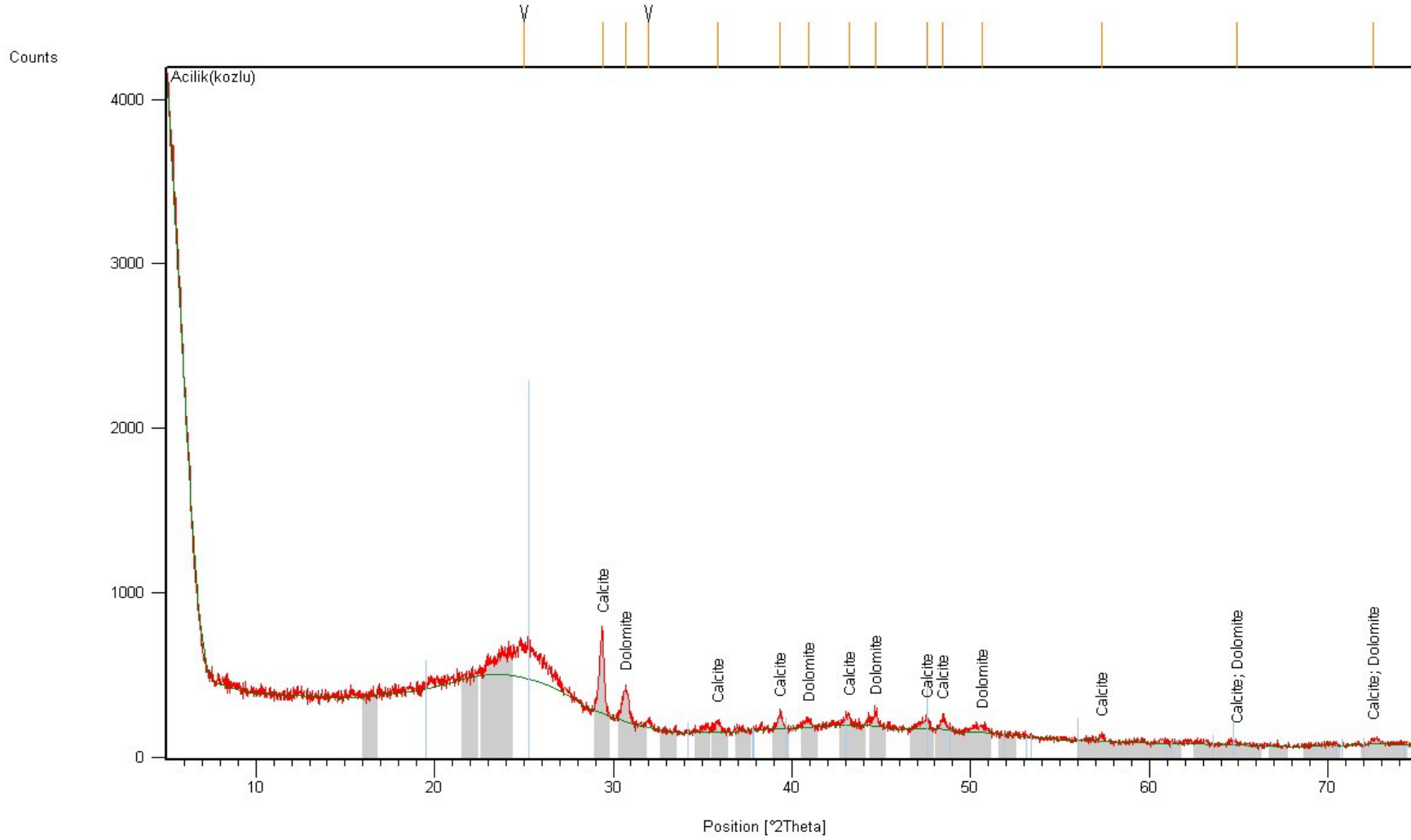
Şekil I.1 Armutçuk Müessesesi Büyük damar 311 no'lu pano'dan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



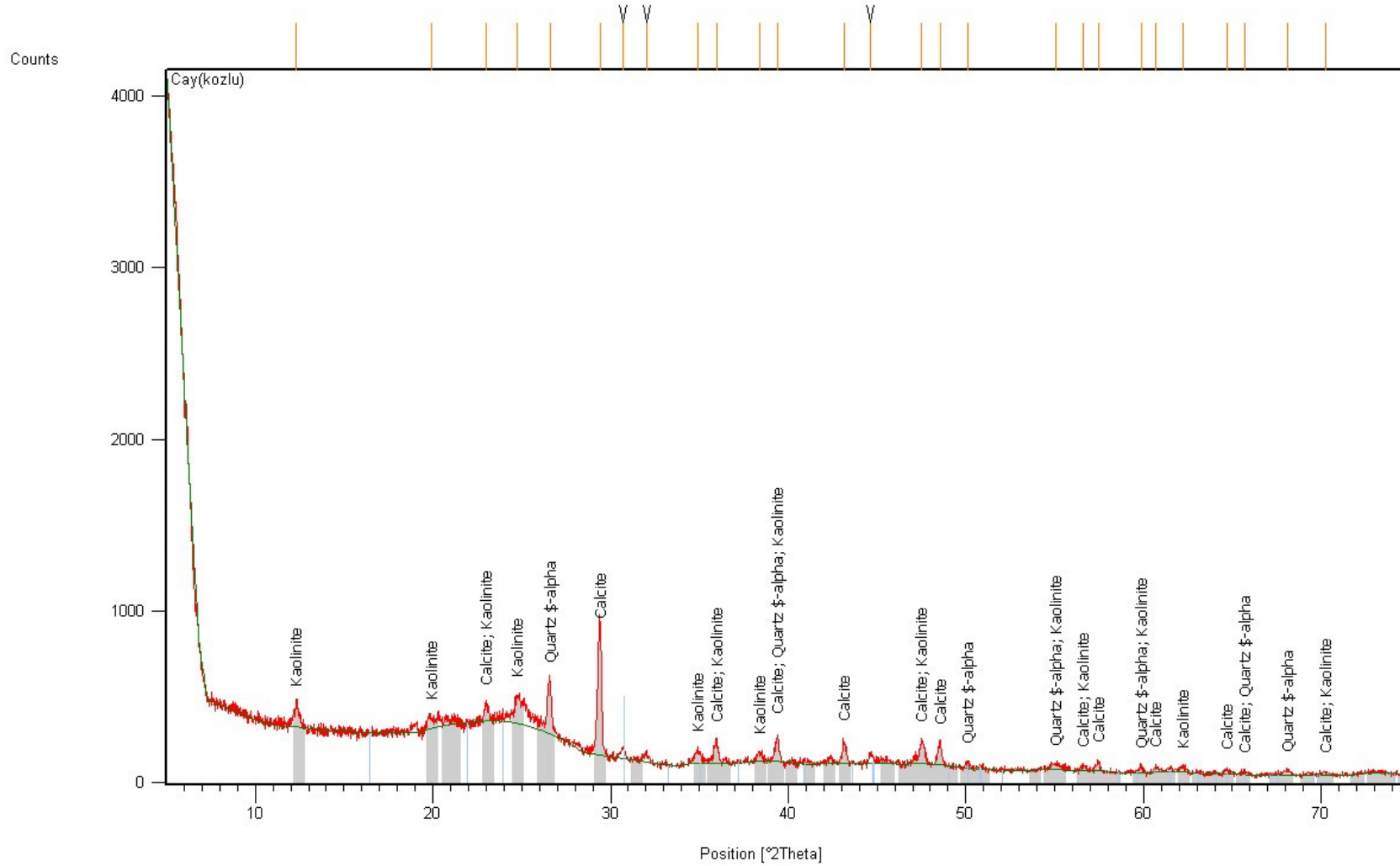
Şekil I.2 Armutçuk Müessesesi Büyük damar 220 no'lu pano'dan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.

EK AÇIKLAMALAR İ

KOZLU MÜESSESESİ KALİTATİF XRD ANALİZ SONUÇLARI



Şekil İ.1 Kozlu Müessesesi Acılık damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.



Şekil İ.2 Kozlu Müessesesi Çay damardan alınan kömür numunesinin X-ray spektrumu.

EK AÇIKLAMALAR J

İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMEDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Çizelge J.1 Çeşitli parametrelere göre müesseseler arası ve damarlar arası varyans analizi.

			Örnek Sayısı	Ortalama	Std Sapma	S. Hata	F (ANOVA)	P (Anlamlılık)
Toz Miktarı	Müessese	Kozlu	12	13,00	2,66	0,77	63,70	0
		Üzülmez	24	7,04	2,73	0,56		
		Karadon	12	23,77	11,61	3,35		
		Amasra	22	8,97	4,39	0,94		
		Armutçuk	12	11,45	5,02	1,45		
	Damar	Acılık	6	12,85	2,56	1,05	22,69	0
		Çay	6	13,15	3,00	1,22		
		Kurul	6	7,40	2,28	0,93		
		Piriç	6	6,66	1,10	0,45		
		Acun	6	10,31	1,28	0,52		
		Taban Acılık	6	3,77	0,42	0,17		
		Sulu	6	12,83	2,08	0,85		
		Hacımemiş	6	34,72	2,17	0,88		
		6. damar	8	9,01	2,92	1,03		
		Kalın	8	7,96	6,24	2,21		
		Tavan	6	10,27	3,27	1,33		
		Büyük (311 no'lu)	6	15,13	4,06	1,66		
		Büyük (220 no'lu)	6	7,77	2,52	1,03		
Toz Yoğunluğu	Müessese	Kozlu	12	5,42	1,11	0,32	37,58	0
		Üzülmez	24	2,96	1,15	0,23		
		Karadon	12	9,93	4,81	1,39		
		Amasra	22	5,00	2,46	0,52		
		Armutçuk	12	6,36	2,79	0,81		
	Damar	Acılık	6	5,36	1,07	0,44	15,14	0,001
		Çay	6	5,48	1,25	0,51		
		Kurul	6	3,12	0,96	0,39		
		Piriç	6	2,80	0,47	0,19		
		Acun	6	4,35	0,54	0,22		
		Taban Acılık	6	1,59	0,18	0,07		
		Sulu	6	5,40	0,88	0,36		
		Hacımemiş	6	14,46	0,90	0,37		
		6. damar	8	5,02	1,62	0,57		
		Kalın	8	4,45	3,52	1,24		
		Tavan	6	5,70	1,81	0,74		
		Büyük (311 no'lu)	6	8,41	2,26	0,92		
		Büyük (220 no'lu)	6	4,32	1,40	0,57		
		Acılık	6	5,36	1,07	0,44		
		Çay	6	5,48	1,25	0,51		
		Kurul	6	3,12	0,96	0,39		

Çizelge J.1 (devam ediyor).

			Örnek Sayısı	Ortalama	Std Sapma	S. Hata	F (ANOVA)	P (Anlamlılık)
Toz Yoğunluğu	Damar	Piriç	6	2,80	0,47	0,19	15,14	0,001
		Acun	6	4,35	0,54	0,22		
		Taban Acılık	6	1,59	0,18	0,07		
		Sulu	6	5,40	0,88	0,36		
		Hacımemiş	6	14,46	0,90	0,37		
		6. damar	8	5,02	1,62	0,57		
		Kalın	8	4,45	3,52	1,24		
		Tavan	6	5,70	1,81	0,74		
		Büyük (311 no'lu)	6	8,41	2,26	0,92		
		Büyük (220 no'lu)	6	4,32	1,40	0,57		
Kül Miktarı	Müessesese	Kozlu	12	0,83	0,55	0,16	16,33	0
		Üzülmez	24	1,41	1,04	0,21		
		Karadon	12	3,53	3,08	0,89		
		Amasra	22	1,54	1,10	0,23		
		Armutçuk	12	2,37	1,85	0,53		
	Damar	Acılık	6	0,42	0,26	0,11	19,70	0
		Çay	6	1,25	0,43	0,18		
		Kurul	6	1,78	1,00	0,41		
		Piriç	6	1,47	1,01	0,41		
		Acun	6	2,14	0,71	0,29		
		Taban Acılık	6	0,23	0,05	0,02		
		Sulu	6	0,65	0,27	0,11		
		Hacımemiş	6	6,42	0,91	0,37		
		6. damar	8	2,14	0,96	0,34		
		Kalın	8	1,04	1,22	0,43		
		Tavan	6	1,40	0,83	0,34		
		Büyük (311 no'lu)	6	3,55	1,87	0,76		
		Büyük (220 no'lu)	6	1,18	0,81	0,33		
Kuars Miktarı	Müessesese	Kozlu	12	0,28	0,22	0,06	8,49	0
		Üzülmez	24	0,39	0,33	0,07		
		Karadon	12	0,82	0,68	0,20		
		Amasra	22	0,67	0,52	0,11		
		Armutçuk	12	1,09	0,96	0,28		
	Damar	Acılık	6	0,10	0,09	0,04		
		Çay	6	0,46	0,13	0,05		
		Kurul	6	0,57	0,30	0,12		
		Piriç	6	0,22	0,10	0,04		
		Acun	6	0,74	0,18	0,07		

Çizelge J.1 (devam ediyor).

			Örnek Sayısı	Ortalama	Std Sapma	S. Hata	F (ANOVA)	P (Anlamlılık)
Kuars Miktarı	Damar	Taban Acılık	6	0,03	0,02	0,01	8,69	0
		Sulu	6	0,18	0,06	0,03		
		Hacımemiş	6	1,46	0,18	0,07		
		6. damar	8	0,85	0,53	0,19		
		Kalın	8	0,49	0,60	0,21		
		Tavan	6	0,66	0,36	0,15		
		Büyük (311 no'lu)	6	1,69	1,04	0,42		
		Büyük (220 no'lu)	6	0,49	0,29	0,12		
Kuars Yoğunluğu	Müessesese	Kozlu	12	0,12	0,09	0,03	10,17	0
		Üzülmez	24	0,16	0,14	0,03		
		Karadon	12	0,34	0,28	0,08		
		Amasra	22	0,37	0,29	0,06		
		Armutçuk	12	0,61	0,53	0,15		
	Damar	Acılık	6	0,04	0,04	0,02	6,61	0
		Çay	6	0,19	0,05	0,02		
		Kurul	6	0,24	0,13	0,05		
		Piriç	6	0,09	0,04	0,02		
		Acun	6	0,31	0,07	0,03		
		Taban Acılık	6	0,01	0,01	0,00		
		Sulu	6	0,08	0,03	0,01		
		Hacımemiş	6	0,60	0,07	0,03		
		6. damar	8	0,47	0,29	0,10		
		Kalın	8	0,27	0,34	0,12		
		Tavan	6	0,37	0,20	0,08		
		Büyük (311 no'lu)	6	0,94	0,58	0,24		
		Büyük (220 no'lu)	6	0,27	0,16	0,07		

Çizelge J.2 Müessese ve damarlar arası tukey testi özet sonuçları (istatistiksel olarak anlamlı olan kıyaslamalar).

		Karşılaştırma	Fark	P (Anlamlılık Düzeyi)
Toz Miktarı	Müessese	Üzülmez-Kozlu	-5,96	0,00
		Karadon-Kozlu	10,77	0,00
		Karadon-Üzülmez	16,74	0,00
		Amasra-Kozlu	-4,03	0,00
		Amasra-Karadon	-14,80	0,00
		Armutçuk-Üzülmez	-4,41	0,00
		Armutçuk-Karadon	-12,32	0,00
	Damar	Sulu (Karadon)-Acılık (Kozlu)	-10,79	0,00
		Sulu (Karadon)-Çay (Kozlu)	-11,09	0,00
		Sulu (Karadon)-Kurul (Üzülmez)	-11,31	0,00
		Sulu (Karadon)-Piriç (Üzülmez)	-10,56	0,00
		Sulu (Karadon)-Acun (Üzülmez)	-14,22	0,00
		Sulu (Karadon)-Taban Acılık (Üzülmez)	-7,67	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Kurul (Üzülmez)	10,57	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Çay (Kozlu)	10,79	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Piriç (Üzülmez)	11,32	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Acun (Üzülmez)	7,66	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Acılık (Kozlu)	11,09	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Taban Acılık (Üzülmez)	14,21	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Sulu (Karadon)	21,88	0,00
		Acun (Üzülmez)-Taban Acılık (Üzülmez)	6,55	0,03
		Acun (Üzülmez)-Büyük 220 (Armutçuk)	6,96	0,01
		Büyük 220 (Armutçuk)-Hacımemiş (Sulu)	-14,62	0,00
		Büyük 220 (Armutçuk)-Büyük 311 (Armutçuk)	-7,37	0,00
		Büyük 220 (Armutçuk)-Sulu (Karadon)	7,26	0,00
		Büyük 311 (Armutçuk)-Taban Acılık (Üzülmez)	6,95	0,01
		6. Damar (Amasra)-Sulu (Karadon)	10,98	0,00
		6. Damar (Amasra)-Hacımemiş (Karadon)	-10,90	0,00
		Tavan (Amasra)-Sulu (Karadon)	12,23	0,00
		Tavan (Amasra)-Hacımemiş (Sulu)	-9,65	0,00
		Büyük 311 (Armutçuk)-Hacımemiş (Sulu)	-7,26	0,00
		Büyük 311 (Armutçuk)-Sulu (Karadon)	14,62	0,00
		Kalın (Amasra)-Hacımemiş (Karadon)	-11,95	0,00
		Kalın (Amasra)-Sulu (Karadon)	9,93	0,00

Çizelge J.2 (devam ediyor).

		Karşılaştırma	Fark	P (Anlamlılık Düzeyi)
Toz Yoğunluğu	Müessese	Üzülmez-Kozlu	-2,45	0,00
		Karadon-Kozlu	4,52	0,00
		Karadon-Üzülmez	6,97	0,00
		Amasra-Üzülmez	2,03	0,00
		Amasra-Karadon	-4,93	0,00
		Armutçuk-Üzülmez	3,40	0,00
		Armutçuk-Karadon	-3,57	0,00
	Damar	Sulu-Acılık	-4,47	0,00
		Sulu-Çay	-4,59	0,00
		Sulu-Kurul	-4,68	0,00
		Sulu-Piriç	-4,37	0,00
		Sulu-Acun	-5,91	0,00
		Hacımemiş-Acılık	4,59	0,00
		Hacımemiş-Çay	4,47	0,00
		Hacımemiş-Kurul	4,38	0,00
		Hacımemiş-Piriç	4,69	0,00
		Hacımemiş-Taban Acılık	5,91	0,00
		Hacımemiş-Sulu	9,06	0,00
		Büyük 220-Acun	-3,43	0,02
		Büyük 220-Hacımemiş	-6,58	0,00
		Büyük 220-Büyük 311	-4,10	0,00
		Büyük 311-Taban Acılık	3,42	0,02
		Büyük 311-Sulu	6,58	0,00
		Kalın-Sulu	3,98	0,00
		Kalın-Hacımemiş	-5,08	0,00
		6. Damar-Sulu	4,55	0,00
		6. Damar-Hacımemiş	-4,51	0,00
		Tavan-Hacımemiş	-3,83	0,00
		Tavan-Sulu	5,23	0,00
Kül Miktarı	Müessese	Karadon-Kozlu	2,70	0,00
		Karadon-Amasra	2,00	0,00
		Karadon-Üzülmez	2,13	0,00
		Armutçuk-Kozlu	1,53	0,00
		Armutçuk-Üzülmez	0,96	0,03
		Armutçuk-Karadon	-1,17	0,02

Çizelge J.2 (devam ediyor).

		Karşılaştırma	Fark	P (Anlamlılık Düzeyi)
Kül Miktarı	Damar	Acılık-Sulu	2,47	0,00
		Acılık-Hacımemiş	-3,30	0,00
		Çay-Hacımemiş	-2,47	0,00
		Çay-Sulu	3,30	0,00
		Kurul-Sulu	3,26	0,00
		Kurul-Hacımemiş	-2,50	0,00
		Piriç-Sulu	2,94	0,00
		Piriç-Hacımemiş	-2,82	0,00
		Taban Acılık-Acun	-1,91	0,03
		Taban Acılık-Büyük 311	-2,35	0,00
		Sulu-Büyük 311	-4,07	0,00
		Sulu-Acun	-3,62	0,00
		Hacımemiş-Acun	2,15	0,00
		Hacımemiş-Taban Acılık	4,05	0,00
		Hacımemiş-Sulu	5,77	0,00
		6. Damar-Taban Acılık	1,77	0,03
		6. Damar-Sulu	3,48	0,00
		6. Damar-Hacımemiş	-2,28	0,00
		Tavan-Sulu	2,75	0,00
		Tavan-Hacımemiş	-3,02	0,00
		Kalın-Hacımemiş	-3,38	0,00
		Kalın-Sulu	2,38	0,00
		Büyük 220-Acun	-1,92	0,03
		Büyük 220-Hacımemiş	-4,07	0,00
		Büyük 220-6. Damar	-1,78	0,03
		Büyük 220-Büyük 311	-2,37	0,00
Kuvars Miktarı	Müessese	Karadon-Kozlu	0,54	0,01
		Karadon-Üzülmez	0,43	0,03
		Armutçuk-Kozlu	0,81	0,00
		Armutçuk-Üzülmez	0,70	0,00
		Armutçuk-Amasra	0,42	0,04
	Damar	Acun-Sulu	0,99	0,00
		Acun-Büyük 220	0,95	0,01
		Hacımemiş-Taban Acılık	0,99	0,00
		Hacımemiş-Kalın	0,81	0,02
		Sulu-Büyük 311	-1,24	0,00
		Sulu-Hacımemiş	-1,27	0,00
		6. Damar-Sulu	0,82	0,02
		6. Damar-Büyük 220	0,79	0,04
		Büyük 220-Hacımemiş	-1,24	0,00
		Büyük 220-Büyük 311	-1,20	0,00
		Büyük 311-Taban Acılık	0,96	0,00
		Büyük 311-Kalın	0,78	0,04

Çizelge J.2 (devam ediyor).

		Karşılaştırma	Fark	P (Anlamlılık Düzeyi)
Kuvars Yoğunluğu	Müessese	Amasra-Kozlu	0,25	0,02
		Amasra-Üzülmez	0,21	0,02
		Amasra-Armutçuk	-0,24	0,04
		Armutçuk-Kozlu	0,49	0,00
		Armutçuk-Üzülmez	0,44	0,00
		Armutçuk-Karadon	0,27	0,04
	Damar	Hacımemiş (Karadon)-Sulu (Karadon)	0,53	0,00
		Hacımemiş (Karadon)-Büyük 220 (Armutçuk)-	0,60	0,00
		Büyük 311(Armutçuk)-Sulu (Karadon)	0,60	0,00
		Büyük 311 (Armutçuk)-Taban Acılık (Üzülmez)	0,49	0,02
		Büyük 311 (Armutçuk)-Kalın (Amasra)	0,43	0,03
		Büyük 220 (Armutçuk)-Büyük 311 (Armutçuk)	-0,67	0,00
		Büyük 220 (Armutçuk)-Acun (Üzülmez)	-0,48	0,02
		Büyük 220 (Armutçuk)-6. Damar (Amasra)	-0,43	0,03

ÖZGEÇMİŞ

İlknur EROL 1980’de Zonguldak’ta doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Mehmet Çelikel Süper Lisesi’nden mezun olduktan sonra 2000 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü’ne girdi. 2004 yılında “Bölüm Birincisi” olarak mezun oldu; aynı yıl içinde ZKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisansa başladı. 2005 yılında ZKÜ Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 2006 yılında yüksek lisans tez çalışmalarını yürütmek üzere Erasmus Öğrenci Değişim Programı kapsamında 3 ay Almanya Aachen Teknik Üniversitesinde bulundu. 2007 yılında “Maden Yüksek Mühendisi” unvanını aldı ve aynı yıl doktora eğitimine başladı ve halen ZKÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü
67100 ZONGULDAK

Tel: (372) 257 4010

Faks: (372) 257 4023

E-posta: ilknurerol@karaelmas.edu.tr