

## MERMER FABRİKALARINDA TOZ KOŞULLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İ. Çınar<sup>1</sup> C. Şensöğüt<sup>2</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada, toz ile ilgili temel bilgiler verilerek mermer fabrikalarında uygun fiziksel koşulların oluşturulmasının iş güvenliği açısından önemi vurgulanmıştır. Mermer hazırlama tesislerinde meydana gelen toz seviyeleri belirlenerek, çalışan işçilerin ne derece etkilendikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla TSI Dustrak II 8532 toz ölçüm cihazı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında toz miktarları ölçümleri, kaynağa farklı mesafelerden en düşük, en yüksek ve ortalama değerler alınarak, etrafında çalışanların hangi mesafelerde ne derece etkilendikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışmalar Konya İli, Selçuklu İlçesinde hizmet veren özel bir şirkete ait mermer hazırlama tesisinde yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Toz, Pnömonyoz, Tozla Mücadele

### EVALUATION OF DUST CONDITIONS IN MARBLE FACTORIES

#### ABSTRACT

In the present work, basic information related with dust was given as well as the importance of suitable physical circumstances at the marble processing factories was highlighted from the perspective of occupational health and safety. At first, dust levels at the marble processing factory were defined and then the exposing degrees of the occupants to dust were tried to be determined. For this purpose, TSI Dustrak II 8532 dust measuring device was utilized. Within the scope of the research work, the measurements of the minimum, highest and average dust quantities from different distances to the source were carried out together with the determination to what extent the employees were affected by dust. The work was realized in a marble preparation plant of a private company serving in Konya Province, Selçuklu District.

**Keywords:** Dust, Pneumoconiosis, Combat against Dust

### 1. GİRİŞ

Orta Çağ Modern Biliminin kurucusu ve hekimlerin önderi olarak bilinen İbni Sina “Eğer tozlar ve dumanlar olmasaydı insanoğlu bin sene yaşardı” diyerek asırlar önce bu konuya dikkat çekmiştir (Yaltkaya, 1935).

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

<sup>2</sup> Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

Havadaki tozlardan kaynaklanan akciğer hastalıkları, 17. yüzyılda saptanan ilk meslek hastalıkları grubudur. Tozlar, neden oldukları akciğer hastalıklarının yanı sıra konsantrasyon, tane boyutu ve havadaki oksijen ile etkileşimi ile ciddi patlamalara da sebebiyet verebilmektedir (Şensöğüt, 2015; Ören & Şensöğüt, 2017). Akciğerlerde biriken tozların oluşturduğu meslek hastalıklarına “pnömokonyoz” denilmektedir. Pnömokonyoz, pneumon (akciğer) ve konis (toz) kelimelerinden türetilmiştir.

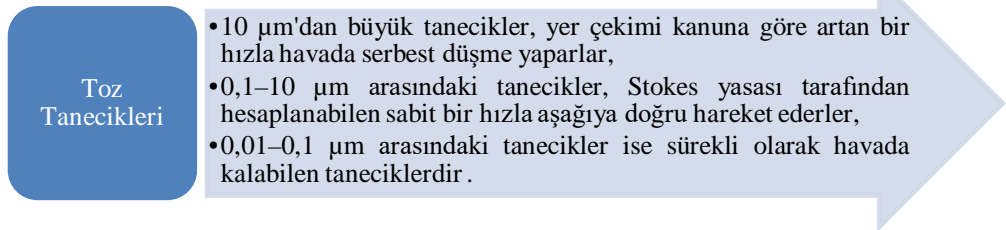
Solunan iri boyuttaki tozlar, üst solunum yollarında mevcut bulunan tüylü epitel ve mukozadan oluşan duvarda tutulmakta, akciğere ulaşan daha küçük boyuttaki toz tanecikleri, solunumla tekrar dışarı atılmaktadır (Erol, 2012).

Hastalığın oluşumunda, ortamdaki toz yoğunluğu, tozun boyutları (insan sağlığı için önemli olan tozlar 0,5-5 µm arasındaki büyüklüktedir) ve kişiye ait bazı özellikler (genetik yatkınlık, yaş, sigara kullanımı ve diğer solunum sistemi rahatsızlıkları) önem taşımaktadır. Yapılan araştırmada, çapı 1 µm'dan az olan kuvars tozlarının en zararlı tozlar olduğu saptanmıştır (Gupta et al. 2005; Güyagüler, 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).

## 2. TOZ

Toz; cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları, ezilmesi sırasında oluşan ve cisimlerin özelliklerini taşıyan çapları 1mm'den küçük, hava içinde asılı kalabilen veya zamanla çökelen parçacıklardır. Toz tanecikleri genelde 3 sınıfa ayrılır (Sengupta, 1989):



Toz büyüklükleri (McPherson, 1993);

Toz  
Büyüklikleri

- Gün ışığında farklı renkteki bir fonda 10 µm ve daha büyük tanecikler görülebilir,
- Işıklandırması tam olamayan karanlık ortamlarda 100 µm ve altındaki taneler görülemez,
- 10 µm büyüklüğündeki bir silisyum taneciği 1 cm/sn hızla düşer. Bu tanecik hava akımıyla 100 m uzaklığa, 1 µm büyüklüğündeki tanecikler ise 10 km'den daha uzun mesafelere taşınabilir.

Havanın tozluluğu, 1 m<sup>3</sup> hava içindeki tozun mg cinsinden ağırlığı (gravimetrik yöntem) ve 1 cm<sup>3</sup> havanın içindeki tozun tane sayısı (sayım yöntemi) olmak üzere iki şekilde tanımlanır. İşyerinde toz rahatsızlığından söz edildiğinde tane büyüklüğü 20 µm (0,02 mm)'dan iri tozlar akla gelmektedir. Ancak, bu tozlar özellikle yüksek hızlarda hareket ettiklerinden, gözlerin zedelenmesine ve buna bağlı olarak görme kabiliyetinde sınırlamaya neden olurlar. Ortamda yoğun olarak bulunan iri tozlar, görüşü sınırlar (kaza tehlikesi) ve gözün görme yeteneğini olumsuz etkiler. İnce tozlar üst solunum yollarında hareket ederken, 5 µm'dan iri tozlar üst solunum yollarında, burun ve bronşlarda tutulurlar. Üst solunum yollarında tutulan tozlar, mukozadaki tüyler ve öksürük, aksırık yoluyla dışarı atılırlar (Yiğit, 2007).

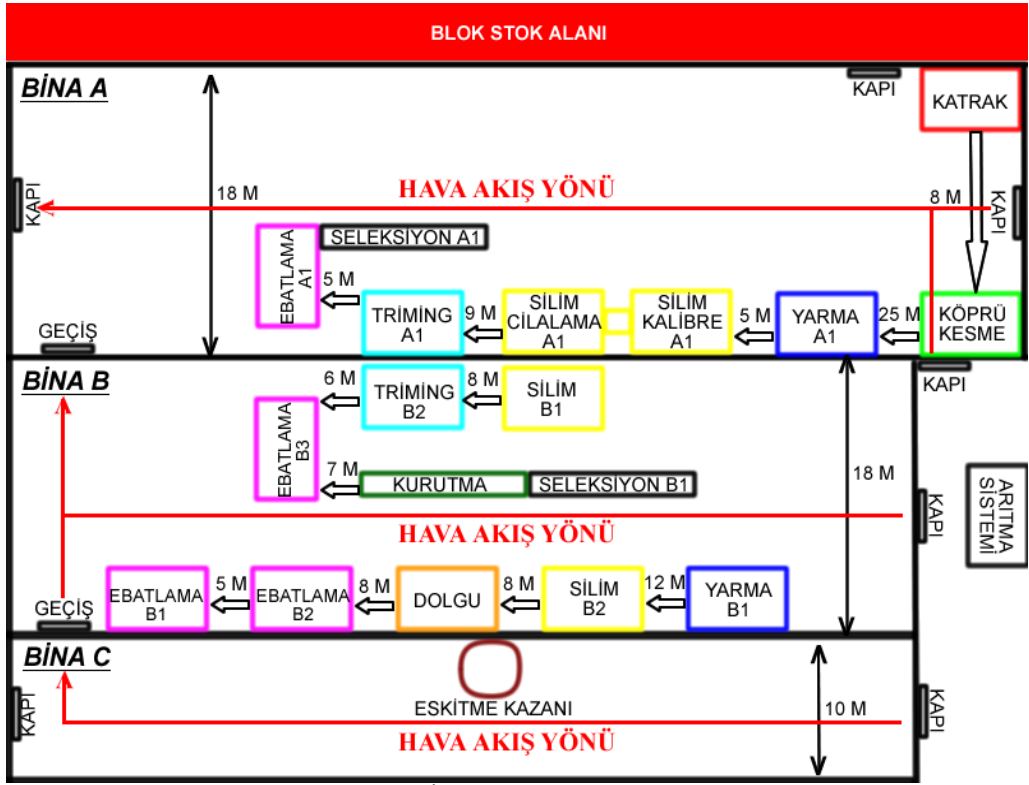
Tozla Mücadele Yönetmeliğine göre; aerodinamik eşdeğer çapı 0,1–5,0 µm büyüklüğünde kristal veya amorf yapıda toz ile çapı 3 µm'dan küçük, uzunluğu çapının en az üç katı olan lifsi tozlar “solunabilir toz” olarak tanımlanmaktadır. Kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>-mermer) için günlük 8 saatlik zaman dilimine göre ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama değeri (ZAOD/TWA), 5 mg/m<sup>3</sup> üstünde olamaz denilmektedir (Resmi Gazete, 2013).

Tozun oluşmasında iki tip kaynak etkindir. Birincil toz kaynakları, taş veya mineralin parçalanması sonucu oluşan tozlardır. İkincil toz kaynakları ise çökmüş olan tozun yeniden girdaplanarak havalanması ve askıda kalması şeklinde tanımlanabilir (Baysal, 1979). Mermerin ocakta üretimi dışında, işlenmesi sırasında fabrikalarda da önemli ölçülerde toz oluşmaktadır (Şensöğüt & Düzyol, 2014). Açığa çıkan mermer tozlarının ekonomiye tekrar kazandırılması için yapılacak çalışmalar kadar söz konusu tozun çalışan sağlığı açısından irdelenmesi de çok önemlidir.

### 3. MERMER FABRİKASINDA YAPILAN ÖLÇÜMLER

#### 3.1. İşletmenin Tanıtımı

İşletme 20.000 m<sup>2</sup> açık, 5.000 m<sup>2</sup> kapalı olmak üzere toplam 25.000 m<sup>2</sup> alanda Konya ili Ankara yolu üzeri Organize sanayi bölgesinde faaliyetlerini sürdürmektedir. Tesiste kendi ocaklarından elde edilmiş olan Light traverteni işlenmektedir (Şekil 1). İşletmenin yıllık üretimi 350.000 m<sup>2</sup> olup bu üretiminin tamamını ihracatta kullanmaktadır (Polmerstone, 2017).



Şekil 1. İşletmenin Akım Şeması

### 3.2. Toz Ölçümünde Kullanılan Cihaz ve Özellikleri

TSI Dusttrak II 8532, toz parçacıklarının kütesel ve hacimsel olarak ölçümünü yapabilen bir cihazdır. El tipi ve sabit gözlem için uygun olan bu cihaz pil ile çalışmaktadır. Veri kaydı yapabilen, ışık saçılmalı lazer fotometre ile gerçek zamanlı aerosol kütle okuması yapabilmektedir. Cihaz, geliştirilmiş güvenlik ve düşük bakım gereksinimi için optik temizliği korumak amaçlı optik çember içerisinde aerosol izolasyonlu hava muhafaza sistemi kullanmaktadır. Zorlu endüstriyel çalışma alanların, yapı merkezleri, inşaatlar, çevresel alanlarda ve her türlü dış ortamda temiz ofis uygulamaları amaçlı kullanabilen masaüstü ve portatif seçeneklere sahip bir cihazdır (Şekil 2).

Lazer Metre Stabila LD 300, 30 m uzunluğa kadar,  $\pm 2$  mm hassasiyetinde ölçüm yapabilen bir cihazdır (Şekil 3).



Şekil 2. TSI Dusttrak II 8532 Toz Ölçüm Cihazı



Şekil 3. Stabila LD 300 Lazermetre

### 3.3. Toz Ölçüm Sonuçları

Toz ölçümleri, işletme akım şemasına uygun olarak üç farklı binada yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar en düşük, en yüksek ve ortalama değerler olarak Çizelge 1, 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. BİNA-A toz ölçüm sonuçları

ÖLÇÜM YERİ	Mesafe (m)	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )			ÖLÇÜM YERİ	Mesafe (m)	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )		
		Min.	Max.	Ort.			Min.	Max.	Ort.
Ebatlama	0,5	0,507	1,730	1,152	Triming	0,5	0,460	1,350	0,861
A1	2,5	0,942	1,400	0,987	A1	2,5	0,573	0,861	0,705
	5,0	0,425	1,200	0,858		5,0	0,556	0,757	0,624
Silim	0,5	0,395	1,170	0,734	Silim	0,5	0,248	1,280	0,847
Cilalama	2,5	0,309	1,210	0,754	Kalibre	2,5	0,176	1,450	0,609
A1	5,0	0,235	2,540	0,843	A1	5,0	0,158	0,789	0,390
Yarma	0,5	0,421	1,530	0,765	Köprü	2,5	0,402	4,030	1,449
A1	2,5	0,463	1,060	0,697	Kesme	5,0	0,699	0,931	0,783
	5,0	0,424	1,100	0,677	Katnak	5,0	0,253	0,770	0,507

Çizelge 2. BİNA-B toz ölçüm sonuçları

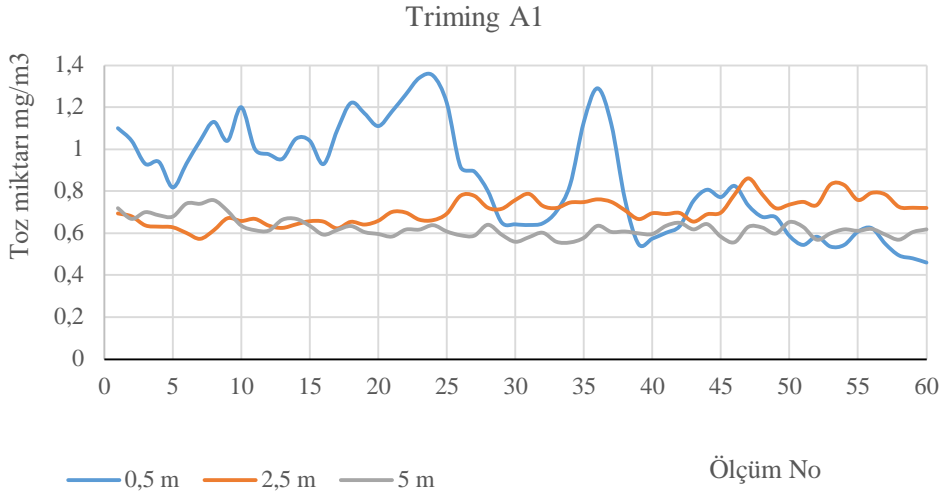
ÖLÇÜM YERİ	Mesafe (m)	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )			ÖLÇÜM YERİ	Mesafe (m)	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )		
		Min.	Max.	Ort.			Min.	Max.	Ort.
Ebatlama	0,5	0,265	1,210	0,830	Dolgu	0,5	0,105	1,820	0,835
B2	2,5	0,115	0,970	0,455		2,5	0,149	1,20	0,526
	5,0	0,130	0,966	1,015		5,0	0,239	2,33	0,980
Silim	0,5	0,352	3,160	0,943	Yarma	0,5	0,316	1,720	0,849
B2	2,5	0,233	1,270	0,730	B1	2,5	0,133	1,070	0,542
	5,0	0,458	1,000	0,772		5,0	0,152	0,922	0,483
Ebatlama	0,5	0,696	1,680	1,127	Seleksiyon	0,5	0,882	1,870	1,190
B3	2,5	0,16	0,231	0,181	B1	2,5	0,482	0,997	0,750
Silim	0,5	0,224	4,090	1,449	Kurutma	0,5	0,416	1,870	0,797
B1	2,5	0,469	1,180	0,791		2,5	0,375	1,360	0,926
Triming	0,5	0,803	3,790	1,365					
B2	2,5	0,694	1,540	1,010					

BİNA B toz ölçümleri sırasında Ebatlama B2 ye ait 5,0 m. ölçümleri aynı zamanda Ebatlama B3 ünitesine 5,0 m. mesafeden alınmıştır.

Dolgu 5,0 m. ölçümleri alınırken Kurutma ünitesine mesafenin 3,0 m. olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kurutma 2,5 m. ölçümleri de Triming B2 ünitesine 3,0 m. uzaklıktan alınmıştır.

Çizelge 3. BİNA-C toz ölçüm sonuçları

ÖLÇÜM YERİ	Mesafe (m)	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )		
		Min.	Max.	Ort.
Eskitme	0,5	0,043	0,297	0,090
Kazanı	2,5	0,038	0,120	0,049
	5,0	0,045	0,099	0,058



Şekil 4. Triming A1 ünitesi toz ölçüm sonuçları

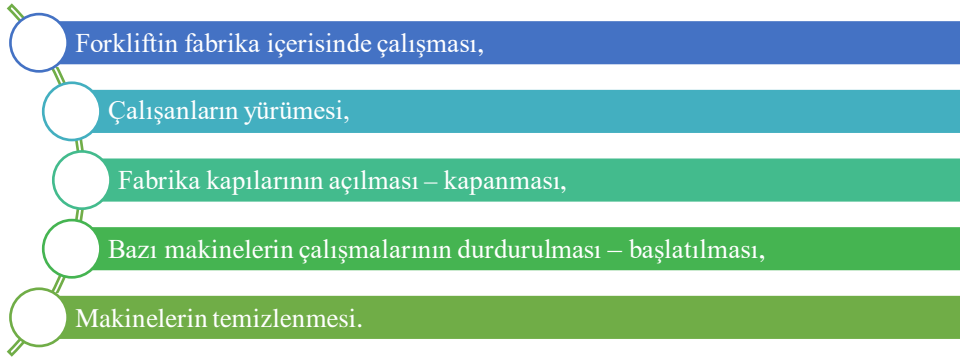
#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tozla mücadele, ancak işveren ve işçilerin ortak inanç ve çabası sonucunda gerçekleştirilebilir. Çalışan, öncelik olarak kendi sağlığı için tozdan korunmak için çaba göstermelidir ve bu doğrultuda koruyucu ekipman kullanmalı ve işverenin gösterdiği yönergelere, kurallara uymalıdır. Bu şekilde hem kendi sağlığını korumuş, hem de işverenin kendisi üzerinde bulunan pnömokonyoza yakalanma sorumluluğunu bir nebze azaltmış olur. İşveren de tozla mücadele için gerekli tüm koruyucu ekipman ve donanımı işçilerine tedarik etmeli ve bunların ek maliyet oluşturacağını düşünülmemelidir. İşyerinde tozla mücadelenin önemini vurgulamak için gerekli yazı ve resimler asılmalı, seminerler - eğitimler düzenlenmelidir. Bu şekilde işçinin bilinçlendirilmesi amaçlanmalıdır. Yani sadece kural, yasa veya zorunluluk için değil gerçek bir bilinç neticesinde tozla mücadele edilmelidir.

Fabrikada toplamda 76 adet toz ölçümü yapılmış ve her bir ünite için en az 60 adet toz ölçüm değerinin ortalaması alınmıştır. Yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sonucu “Köprü Kesme ve Yarma” makinelerinde en çok toz problemi gerçekleştiği belirlenmiştir. En az toz probleminin ise “Eskitme Kazanı” ünitesinde olduğu belirlenmiştir.

Fabrikada hava sıcaklığına bağlı olarak kapılar açılmakta, fabrika içerisindeki toz konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Ancak kış aylarında fabrika içerisindeki toz konsantrasyonun daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

İşletmede anlık toz ölçüm değerlerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Bunun bazı nedenleri bulunmaktadır. Bu nedenler;



Ölçümler ve gözlemler sonucu yaz ayları için fabrika içerisindeki toz konsantrasyonu ortalama değerlerinin yaklaşık  $5 - 1,5 \text{ mg/m}^3$  olarak belirlenmiştir. Bu değerler eşik sınır değerinin altında bulunmaktadır. Fakat yukarıda belirtilen fazla toz çıkaran makinelerin operatörleri için çoğu zaman geçerli olamayabilir. Bu nedenle özellikle bu makinelerin operatörlerinin çok daha hassas olmaları gerekmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

Baysal, F., 1979, “İşyerlerinde Toz Sorunu”, VI. Türkiye Madencilik, Bilimsel ve Teknik Kongresi, TMMOB Yayını.

Erol, İ., 2012, “TTK Ocaklarında Solunabilir Toz İçindeki Kül ve Kuvars Miktarlarının Sistematik Olarak Ölçülmesi ve İstatistiksel Değerlendirilmesi” Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, 185 s.

Gupta, K.B., Manay, M. & Parveen, K., 2005; Bilateral Spontaneous Pneumothorax in Silicosis, Chest Disease Allied Scientist, Vol. 48, pp201-203.

Güyağüler, T., 2009, “Önemli bir meslek hastalığı silikoz”, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu’ 2009, 19-20 Kasım, Adana, s. 1-5.

McPherson, M.J., 1993, “Subsurface Ventilation and Environmental Engineering”, Cambridge University Press, p905.

Ören, Ö. & Şensöğüt, C., 2017; Coal Dust Explosions in Mining – Causes, Formations and Precautions to be Taken, III. International Conference on Engineering and Natural Sciences, 3-7 May, Budapest, Hungary

Polmerstone, 2017; www.polmerstone.com, Erişim Tarihi: Ocak 2017.

Resmi Gazete, 2013, “Tozla Mücadele Yönetmeliği”, Resmi Gazete, Sayı 28812, 05.11.2013.



Sengupta, M., 1989, "Mine Environmental Engineering", Volume 1, CRC Press, Florida, 328p. Stabila LD 300 Lazer Metre El Kitabı, <http://www.pentaotomasyon.com.tr>

Şensöğüt, C. & Düzyol, S., 2014; Utilization of Marble Tailings in Some Industries for Environmental Awareness, 2nd Int. Symposium on Environment & Morality, 24-26 Oct., Adıyaman, pp783-788.

Şensöğüt, C., 2015; Endüstriyel Toz ve Atıkların Patlayabilirliğinin İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 21-22 Aralık, ss345-354.

TSI Dusttrak II 8532 El Kitabı, <http://www.tsi.com/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8532/>  
Vidinli, N., 2006, "Tozlardan Kaynaklanan Meslek Hastalıkları", İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırması, Ankara, 87 s.

Yaltkaya, M.Ş., 1935, "İbni Sina'nın tıbdan küçük Urcuze'si", Türk Tıp Tarihi Arkivi, İstanbul Tıp Enstitüsü, Vol.1, No.3., İstanbul.

Yiğit, E., 2007, "Açık Ocaklarda Toz Koşullarının İstatistiksel Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 55 s.