

TAŞ OCAĞI İŞLETMELERİNİN ÇEVRE VE TARIM ARAZİLERİNE ETKİLERİ ÜZERİNE ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Gökhan KÜLEKÇİ^{1*}, Ali Osman YILMAZ²

¹Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 29000 GÜMÜŞHANE

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080 TRABZON

Geliş Tarihi / Received: 02.07.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 03.12.2018

ÖZET

Beton malzemesinin hammaddesi olan agrega ihtiyacı, dünyada hızla gelişen yapı sektörü ile beraber artmaktadır. Artan talebe karşın madencilik faaliyetleri artmakta ve bu faaliyetler sonucu açığa çıkan başta toz emisyonu olmak üzere birçok çevresel soruna neden olmaktadır. Dünyada tarım ve madencilik faaliyetleri çoğu yerde iç içe yürütülmektedir. Bu nedenle, taş ocaklarında yapılan üretim, boyut küçültme, nakliye, depolama gibi işlemlerde ortaya çıkacak olumsuzluklar tarım arazilerini direk etkileyecektir. Madencilikte agreganın çıkarılmasında ve kırma eleme devreleri ince parçacık madde kaynağı olup, burada oluşan çok ince malzeme taş ocağı çevresine rüzgâr etkisi ile iletilmekte ve çevresel etkilere neden olabilmektedir. Madencilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan toz adı verilen çok küçük partiküller rüzgârın etkisi ve sonrasında yer çekiminin yardımı ile bitkilerin üzerine kuru olarak çökebilmektedir. Bu çökelen tozlar bitkilerin yapraklarında fotosentezin başlangıç noktası olan stomaları ve güneş ışığını kapatarak bitkinin gelişimini engelleyebilirler. Toz partikül boyutu küçüldükçe bu etki daha şiddetli olarak gerçekleşmektedir. Bu yönüyle taş ocaklarında oluşacak tozların tarım arazilerini olumsuz etkileyebileceği ve verim düşüklüğüne sebep olurlar. Bu çalışmada, kalker malzemesinden agrega üretimi yapan örnek bir taş ocağı ve kırma eleme tesisinde oluşabilecek toz emisyonları incelenmiştir. Üretim aşamalarında ortaya çıkması muhtemel toz miktarları her bir aşama için ayrı ayrı belirlenmiştir. Toz emisyon hesapları yapılarak çevresel etkiler standartlara uygun olup olmadığı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel etki standartları, taş ocakları, tarım alanları, toz emisyonu

A CASE STUDY ON THE EFFECTS OF STONE QUARRIES ON ENVIRONMENT AND AGRICULTURAL LAND

ABSTRACT

The aggregate requirement, which is the raw material of concrete materials, is increasing along with the rapidly developing building sector in the world. Despite increased demand, mining activities are increasing and these activities cause many environmental problems, including dust emissions which are finally released. In most parts of the world, agriculture and mining activities are carried out in-house. For this reason, the problems that will arise in the quarries such as production, size reduction, transportation and storage will affect the agricultural land directly. In mining, the removal of the agglomerate and the crushing rejection circuits are the sources of fine particulate matter, and the very fine material formed here is transmitted by the wind effect around the stone quarry and can cause environmental effects. The very small particles called dust, which are the result of mining activities, can dry out on the plants with the help of wind and the gravity afterwards. These precipitated dusts can inhibit the growth of the plant by closing the sun's rays and stomata, the starting point of photosynthesis in the leaves of plants. This effect is more severe as the powder particle size decreases. In this way, the dusts that will form in stone quarries may adversely affect the agricultural land and cause the yield to be low. In this study, the dust emissions which can occur in a stone quarry and crushing screening plant producing aggregate from limestone material were investigated. The possible amounts of dust that may occur in the production stages are determined for each stage separately. Dust emission calculations have been carried out to investigate whether the environmental effects comply with the standards.

Keywords: Environmental impact standards, quarry, agricultural land, dust emission

* Sorumlu yazar / Corresponding author: gokhankulekci@ktu.edu.tr

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde hızlı bir şekilde gelişen inşaat sektörü, taş ocaklarına olan ihtiyacı da artırmaktadır. Oluşan ihtiyacı karşılamak için birçok taş ocağı açılmakta ve bunların büyük bir çoğunluğu tarım arazilerine yakın yerlerde kurulmaktadır. Tarım arazilerinin içinde ya da yakınında kurulan taş ocaklarının tarım arazileri ile uyumlu bir şekilde üretim yapması gerekmektedir.

Verimli ve hızlı bir üretim için taş ocaklarında patlatma yapılarak üretim yapmak kaçınılmazdır. Patlatmanın kaçınılmaz olduğu madencilik gibi çeşitli sektörlerde yer sarsıntısı, kaya fırlamaları, zehirli gazlar ile dumanlar, toz ve hava şokundan kaynaklanan çevre problemleriyle sıkça karşılaşmaktadır. Bu problemlerin giderilmesi için birçok araştırma yapılmıştır.

Birçok araştırmacı patlatma kaynaklı çevresel sorunları farklı amaçlarla ele almıştır. Yapılan çalışmaların temelde amacı, patlatmanın çevresel etkilerini düşürmek ve patlatmada istenilen sonucu almaktır (Aksoy ve ark., 2016; Aldas ve Bilgin, 2004; Aldas, 2005; Özer ve ark., 2009). Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu, patlatma yapılan yerin çevresinde bulunan yapılar üzerindeki etkilerini kontrol ve tahmin etmektedir (Dowding, 1996; Ambraeys ve ark., 1968; Siskind ve ark., 1980; Ghosh, 1983). Özellikle yerleşim yerlerine yakın olan işletmelerde çevre halkından pek çok şikâyet gelmektedir. Şikâyetlerin başlıca kaynakları 4 sınıfta toplanabilir (Barutsan, 2001):

1-Haklı şikâyetler: Taş ocaklarında yapılan atımlar sonucunda çevreye ve çevredeki yapılara zarar verecek boyutta titreşim ve gürültü oluşabilmektedir. Bu şekilde oluşan şikâyetlerdir.

2-Psikolojik şikâyetler: Yakın yerde patlama yapıldığının bilen kişinin patlama ne kadar zararsız olursa olsun psikolojik olarak olaydan etkilendiğini düşünmesinden kaynaklı sorunlardır.

3-Bilgisizlikten kaynaklanan şikâyetler: Patlatmadan kaynaklanan ses ve hava şoku sınır değerlerin altında da olsa olayın etkisini bilmeyen insanlar düzenli olarak yapılan atımlardan etkilenebilmektedirler.

4-Kötü niyetli şikâyetler: Bazı şikâyetleri ise insanlar belirli bir menfaat sağlamak için yapmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı taş ocaklarında yapılan faaliyetlerin çevrede yaşayan insanlara ve girişimciyi mağdur etmemesi için bir

mühendislik çalışması ile taş ocaklarında yapılacak çalışmaların çevresel etkilerin azaltılması gerekmektedir. Dünya genelinde yapılan değerlendirmelerde birinci grup şikâyetlerin azınlıkta kaldığı ve diğer gruptaki şikâyetlerin çoğunlukta olduğu anlaşılmıştır (Barutsan, 2001).

Bu amaçla, bir kalker ocağında üretim faaliyetleri sırasında oluşacak toz miktarını ve çevresindeki tarım arazilerine olası etkisi incelenecektir.

Maden Ocaklarının Çevreye Etkileri

Hızlı gelişen inşaat sektörü ve diğer agrega kullanım alanları ile birlikte taş ocakları, merkez yerleşim yerlerine yaklaşmış ve çevresel sorunları artmıştır. Taşocakları, çalışmaları sırasında çevrelerindeki yerleşim alanlarında toz, gürültü ve yer sarsıntısı (vibrasyon) gibi olumsuz etkiler yaratmakta, ayrıca gelişen güzel açılan ocaklar, şehir görüntüsüne oldukça ters düşen görsel olumsuzlukları da beraberlerinde getirmektedirler. Taşocaklarının çevresel etkileri 3 ana başlıkta toplanabilir. Bunlar;

1-Sarsıntı (vibrasyon), gürültü, taş fırlaması: taş ocağında üretim sırasında yapılan patlatma sonucu oluşurlar.

2-Toz: Patlatma, sökme, yükleme, nakliye (gidiş-dönüş toplam mesafesi), boşaltma, kırma eleme işlemleri sonucu oluşurlar.

3-Görsel kirlilik: Maden posasının döküldüğü saha, cevherin üzerinde bulunan bitki örtüsünün kaldırılması ve maden çalışmaları sırasında oluşan boşluk ve yüksek şevlerin oluşturduğu kirliliktir.

MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada tarım arazileri ile iç içe bulunan kalker ocağında yapılan hazırlık, üretim ve depolama faaliyetleri sonucu oluşacak başta toz miktarları olmak üzere tarım arazileri üzerine olumsuz etkileri incelenmiştir.

Maden Ocaklarının Tarımsal Alanlara Etkisi

Madencilik işlemleri kontrolsüz ve bilinçsizce yapıldığı takdirde tarım arazileri üzerinde birçok olumsuz etki bırakmaktadır (GUO ve ark., 2011; Jiang ve ark., 2015). Bu olumsuzlukların başında yeraltı madenciliği sonucu yer üstünde oluşan

büyük çaplı göçükler (tasman) ve açık ocak faaliyetleri oluşan atık ve toz sorunu gelmektedir.

Tasman oluşumu

Yeraltı madencilik işlemlerinde değerli maden alındıktan sonra oluşan boşlukların doldurulmaması veya yanlış doldurulması sonucu göçükler meydana gelir. Oluşan boşlukların yeryüzünde çökmeye neden olması durumuna tasman denir. Tasman çapları birkaç m den birkaç km ye kadar çıkabilmektedir.

Madencilik faaliyetleri ile tarım arazilerinin büyük ölçüde iç içe olması nedeni ile çoğunlukla tarım arazileri kullanılmaz hale getirmektedirler (Şekil 1).

Toz ve atık kaynaklı tarımsal sorunlar

Açık ocak madencilik faaliyetleri sonucu atık malzeme ve toz oluşmaktadır. Oluşan bu atıklar kontrol altında tutulmaz ise tarım arazilerine büyük zararlar vermektedir (Guo ve ark., 2011; Jiang ve ark., 2015).

Açık ocaklarda değerli cevherin üzerinde olan örtü tabakasının kaldırılması ve depolanması ayrıca ulaşım yolları için tarım arazilerinin bilinçsizce kullanılması tarıma zarar veren etmenlerdendir (Şekil 2).

Maden ocaklarında maden çıkarma işleminde, dekupaj kaldırılırken, üretimde, kırma eleme devresin de kısacası madencilik işlemlerinin her aşamasında toz oluşumu kaçınılmazdır. Taş ocağı işletmelerinin birçoğu tarım arazileri ile iç içe olduğu için kontrolsüz ve düzensiz yapılan madencilik işlemlerinden çıkan tozun tarım ürünlerini etkilemesi kaçınılmazdır (Şekil 3).

Çeşitli miktarlarda oluşan tozlar bitkilerin özellikle toprak yüzeyinde kalan (dal, yaprak, çiçek, gövde vb.) kısımlarını etkilemektedir. Yağmur ve rüzgârın etkisi ile uzak mesafelere taşınan toz zerrecikleri yağmur veya kurak havanın etkisi ile bitkilerin üzerinde birikirler. Bitkilerin gelişmesinin temelini oluşturan fotosentezi engelleyici seviyede çökme olabilir. Toz zerrecikleri rüzgârın etkisi ile gelişimini tamamlamamış, yeni ekilmiş tomurcuk, fidan gibi koruyucu epidermis katmanına sahip bitkilerin koruyucu katmanını bozarak gelişimini durdurabilirler (Bağcı ve Şengün, 2012).

Taş ocaklarında oluşan ve çeşitli etkiler ile taşınan tozlar yağmur ya da yerçekiminin etkisi ile çökelirler bitkilerin asimilasyon organı olan yapraklarını kaplayan toz tabakası yüzünden ışık alamayan bitki fotosentez yapamaz, ayrıca kalker ocaklarının çevresinde bol miktarda bulunan kireç tozu (CaO) kuru havada yaprak yüzeyine yapışarak, stomalardan terleme sonucu çıkan H₂O ile tepkimeye girerek Ca(OH)₂ ve ısı açığa çıkarır. Açığa çıkan ısı yaprakların kavrulmasına neden olur (Kupe ve Köse, 2013). Bunların yanında bitkilerde hayati önem taşıyan terleme olayı toz nedeni olumsuz etkilenir. Yaprak üzerinde biriken toz zerrecikleri, sıcak zamanlarda stomaların kapanmasını engelleyerek terlemenin devam etmesine ve bitkinin su kaybetmesine neden olur ve bitki zarar görür (Yücedağ ve Kaya, 2016).

Bu olumsuz etkiler bitkilerin gelişiminin durmasına, verimin düşmesine ve hatta bitkinin ölmesine neden olabilirler (Singh ve Rao, 1980; Katircioğlu ve İren, 1986; Hirano ve ark., 1995; Elkoca, 2003).



Şekil 1. Çalışma alanında bulunan buğday tarlasında oluşmuş bir tasman
Figure 1. A subsidence in wheat field in the study area



Şekil 2. Çalışma alanında maden atıklarının tarım arazisine bırakılmasına dair görüntü
Figure 2. The image of leaving the mine waste to agricultural land in the study area



Şekil 3. Çalışma sahasında bulunan taş ocağı tozundan etkilenme ihtimali olan tarım ürünleri
Figure 3. Agricultural products that are likely to be affected by stone–stone dust

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tarımsal alanların kirletilmesinde kontrolsüz çalışan taş ocaklarının büyük etkisi bulunmaktadır. Örnek taş ocağında açığa çıka toz emisyonları aşağıda başlıklar halinde incelenmiştir.

Örnek Taş Ocağı Toz Emisyonunun Hesaplanması

Karadeniz bölgesinde incelenen taş ocağında, yılda 500.000 ton mekanize kazı yöntemi ile üretim yapılmaktadır. Üretim sırasında yılda 9 ay, ayda 26 gün ve günde 8 saat çalışmakta ve buna göre, sahada ayda 50.000 ton, günde 1923,08 ton ve saatte 240 ton üretim yapıldığı bilinmektedir. İşletme aşamasında söz konusu kalker ocağı ve kırma–eleme tesisinden kaynaklanacak kirletici emisyonlar bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

Taş ocağında yapılacak olan toz emisyon oluşumu, sıyırma işlemleri, malzemenin sökülmesi, malzemenin yüklenmesi, malzemenin depolanması, boşaltılması, kırılması, elenmesi ve taşınması sırasında oluşacaktır. Bu faktörler ayrı ayrı ele alınıp kirlilik miktarları aşağıda hesaplanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 20 Aralık 2014 tarih ve 29211 sayılı “sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde” verilen katsayılar kullanılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan emisyon faktörleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Dekupaj işlemlerinde oluşacak toz miktarı

Kalker yataklanmasının bulunduğu alan 200000 m² (20 hektar)’dır. Bu alanda cevher yüzeye yakın olup sıyırılması gereken örtü tabakasının kalınlığı ortalama 0,55 m’dir.

200000 m² / 10 yıl = 20000 m²/yıl × 0,55 m = 11000 m³/yıl

Faaliyet ömrü 10 yıl olarak belirlenmiştir. Sıyırma işlemi, üretime paralel olarak yapılacak ve yılda yaklaşık 11 günde, 1 vardiya çalışarak tamamlanacaktır. Günlük sıyırılacak malzeme miktarı 360 tondur. 55 cm’lik yüzey toprağının alınması sırasında oluşacak toz emisyonu aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Ocaktaki saatlik yapılacak örtü kazı miktarı(m³/h)

$M_{\text{ös}} = K / (G \times V_s \times h)$ formülüne göre hesaplanır (Köse, 1996).

$M_{\text{ös}} =$ Saatlik yapılacak örtü kazı miktarı(m³/h),

$K =$ Örtü Kazı kapasitesi (1100 m³),

$V_s =$ Vardiya sayısı (1), $h =$ Vardiyadaki çalışma süresi (8 saat),

$G =$ Çalışılacak gün sayısı (11 gün),

$M_{\text{ös}} = 28.4 \text{ m}^3 / \text{h}$ ’dır.

$28.4 \text{ m}^3 / \text{h} \times 2,1 \text{ ton/m}^3 = 59,64 \text{ ton}$ saatlik hafriyat yaklaşık 60 ton’dur.

Çizelge 1. Üretim sırasındaki toz emisyon faktörleri

Table 1. Dust emission factors in production line

Kaynaklar Resources	Emisyon faktörleri (kg/ton) Emission coefficients	
	Kontrolsüz Uncontrolled	Kontrollü Controlled
Patlatmadan kaynaklanan toz Blasting-derived dust	0,080	–
Kazı esnasında kalkan toz miktarı Excavation	0,025	0,0125
Yükleme Loading	0,010	0,005
Ürün dökme Dumping	0,010	0,005
Yollarda kalkan tozlar Transportation	0,7	0,35
Depolama Storage	5,8	2,9
Birincil kırıcı Primary crusher	0,243	0,0243
İkincil kırıcı Secondary crusher	0,582	0,0582

Kazıdan kaynaklanan toz emisyonu: 60 ton/8 h × 0.025 kg/ton = 0.187 kg/h

Yüklemeden kaynaklanan toz emisyonu: 60 ton / 8 h × 0.01 kg/ton = 0.075 kg/h

Ürün dökme toz emisyonu: 60 ton / 8 h × 0.01 kg/ton = 0.075 kg/h

15 tonluk 1 kamyon ile 3 sefer taşımadan kaynaklanan toz emisyonu (ocaktan bitkisel toprak döküm alanına en uzun yol mesafesi 0.250 km): 3 sefer / 8 h × 0.7 kg/km–araç × 0.250 km × 2 = 0.131 kg/h

Bitkisel toprak depolamasından kaynaklı oluşacak toz emisyonu: Sıyırma işlemi üretime paralel olarak devam edecektir. Çıkarılan malzeme depolanacak ve üretime paralel olarak oluşan boşlukların doldurulmasında ve ağaçlandırma işlemlerinde kullanılmak üzere bekletilecektir.

Bitkisel Toprak Depo Alanı 0,16 hektar olup; üretim alanı içinde seçilmiştir.

5,8 kg toz/ha.gün × 0, 16 ha ÷ 24 h/gün = 0,038 kg/h

Toplam toz emisyonu: Kalker üzerinde bulunan örtü toprağının, bitkisel toprağın sıyrılması işlemi ocak çalışmalarına geçilmeden yapılacak olup, oluşacak toz emisyonu üretim çalışmaları sırasında oluşacak toz emisyonundan ayrı tutulmuştur.

Buna göre; örtü toprağının sıyrılması, yüklenmesi, taşınması, depolanması ve boşaltılması sırasında oluşacak toplam emisyon miktarı; $0.187 \text{ kg/h} + 0.075 \text{ kg/h} + 0.075 \text{ kg/h} + 0.131 \text{ kg/h} + 0,038 \text{ kg/h} = 0,506 \text{ kg/h}$ 'dır.

Dekupaj kaldırma işlemleri sonrasında oluşacak toz miktarları Şekil 4'de verilmiştir.

Kalkerin çıkarılması, tesise sevki sırasında oluşacak toz emisyonu: Patlatmayla gevşetilerek, ana kütleden ayrılan kalkerin, kamyonlara yüklenmesi, taşınması, kırma-eleme tesisine boşaltılması, kırılması, elenmesi ve taşınması sırasında oluşacak emisyon hesaplamaları gelmektedir. Ocaktan çıkarılan malzeme kamyonlara yüklenip kırma-eleme tesisine sevk edilecektir. Kamyonlarla ocaktan tesise kadar, ortalama 500 metre yol gidilecektir. Dolayısı ile ocaktan kırma-eleme tesisine kadar gidiş-dönüş olmak üzere 1000 m mesafede nakliyeden dolayı toz emisyonu oluşacaktır. Buna göre;

Patlatma ile elde edilen malzemenin sökülmesi sırasında oluşacak toz emisyonu;

Malzemenin sökülmesi toz emisyon = $240 \text{ ton/h} \times 0,025 \text{ kg/ton} = 6 \text{ kg/h}$

Yüklemedeki toz emisyonu = $240 \text{ ton/h} \times 0,01 \text{ kg/ton} = 2,4 \text{ kg/h}$

Malzemenin taşınması kırma-eleme tesisine taşınması: 20 tonluk kamyon ile taşımadan kaynaklanan toz emisyonu (ocaktan konkasör tesisine yol mesafesi 1000 m)

Toplam sefer sayısı = $240 \text{ ton/saat} / 20 \text{ ton/araç} = 12 \text{ araç/saat}$ olacaktır.

Ocakta yaklaşık 240 ton/saat üretim ve saatte yaklaşık olarak 12 kez nakliye seferi yapılacaktır.

$12 \text{ sefer} \times 0.7 \text{ kg/km-araç} \times 1000 \text{ km} = 8,4 \text{ kg/h}$

Toplam toz emisyonu: 16,8 kg/saat

Kalkerin çıkarılması, tesise sevki sırasında oluşacak toz emisyon miktarları Şekil 5'de verilmiştir.

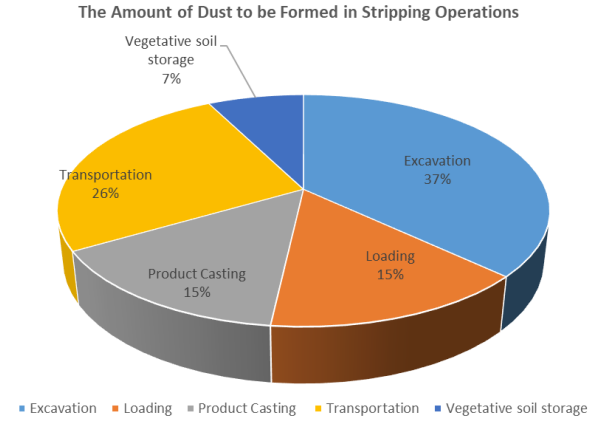
Patlatma sonucu toz emisyonu: Bir patlatmada koparılacak üretim miktarı yaklaşık 8385 ton ve 43 delik açılacaktır. Patlatma sırasında gecikme kapsülü kullanılacak olup bir gecikme aralığı 30 sn sürecek ve her bir delik sıralı olarak patlatılacaktır. Oluşacak tozuma anlık olup 10-15 sn içinde etkisini kaybetmektedir. Dolayısıyla, ikinci gecikme

aralığında geçen sürede, ilk gecikme aralığında gerçekleşen patlamanın tozuması sönmünecektir. Bu nedenle bir delikten çıkacak malzeme miktarı (195 ton) dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Malzeme miktarı = 195 ton / delik (bir atımda koparılacak malzeme miktarı)

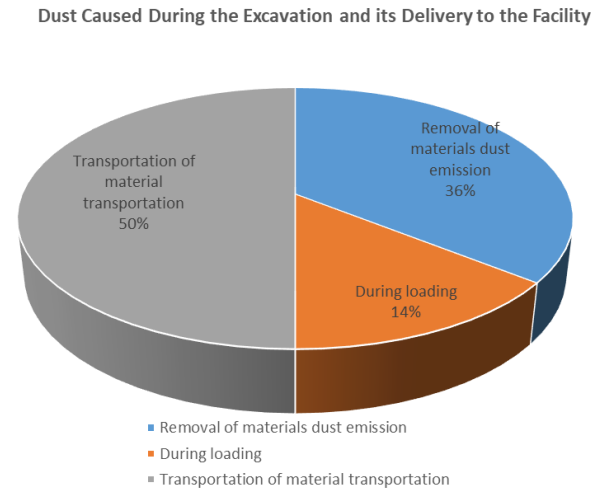
Patlatma emisyon faktörü = 0,08 kg/ton

Patlatmadaki toplam emisyon = $195 \times 0,08 = 15,6 \text{ kg/patlatma}$



Şekil 4. Dekupaj işleminde oluşacak toz miktarları

Figure 4. The Amount of dust to be formed in stripping operations



Şekil 5. Kalkerin çıkarılması, tesise sevki sırasında oluşacak toz emisyon miktarları

Figure 5. Dust caused during the excavation and its delivery to the facility

Kırma-Eleme tesisinin çalışması sırasında oluşacak emisyon: Ruhsat sahasının 10 hektarlık bölümünde hammadde elde etmek amacıyla kalker ocağı açılacak ve çıkarılan malzeme, ruhsat sahası içindeki Kırma-Eleme Tesisine nakledilerek, işleminden geçirilecektir.

Ocakta üretilecek kalkerin tamamı kırma–eleme tesisinde günlük olarak işlenecektir. Alanda 200.000 ton/yıl malzeme çıkarılması ve bunun tamamının kalkerin kırma–eleme tesisinde işleme tabii tutulması planlanmaktadır. Sevkiyat için kırma–eleme tesisinden asfalt yola kadar yaklaşık 80 m uzunluğundaki stabilize yol kullanılacaktır. Tesisten asfalt yola olan mesafe gidiş–dönüş olmak üzere $2 \times 80 \text{ m} = 160 \text{ m}$ 'dir. Toplam sefer sayısı = $240 \text{ ton/saat} / 20 \text{ ton/araç} = 12 \text{ araç/saat}$ olacaktır.

Tesiste yaklaşık 240 ton/saat üretim gerçekleştirilecektir ve saatte yaklaşık olarak 12 kez nakliye seferi yapılacaktır.

Malzemenin Sökülmesi: Üretim miktarı: 195 ton/saat Malzemenin ocaktan sökülmesi sırasındaki emisyon faktörü 0.025 kg/ton olarak alındığında oluşacak emisyon debisi;

$$195 \text{ ton/saat} \times 0,025 \text{ kg/ton} = 4,875 \text{ kg/saat}$$

Malzemenin Yüklenmesi: Malzemenin kamyonlara yüklenmesi emisyon faktörü 0.01 kg/ton olarak alındığında oluşacak emisyon debisi; $195 \text{ ton/saat} \times 0,01 \text{ kg/ton} = 1,95 \text{ kg/saat}$

Malzemenin Taşınması (kırma–eleme tesisine): Bir kamyonun 20 ton–sefer malzeme taşınması durumunda saatlik kamyon sayısı; $195 \text{ ton/saat} / 20 \text{ ton–sefer} = 9,75 \text{ sefer/saat}$, $0,7 \times 0,1 \times 9,75 \text{ sefer/saat} = 0,6825 \times 2 = 1,365 \text{ kg/saat}$

Malzemenin Boşaltılması: Malzemenin boşaltılması sırasındaki emisyon faktörü 0.01 kg/ton olarak alındığında oluşacak emisyon debisi; $195 \text{ ton/saat} \times 0,01 \text{ kg/ton} = 1,95 \text{ kg/saat}$,

Malzemenin kırılması: Kırma işlemi kontrollü gerçekleştireceği için malzemenin kırılması sırasındaki emisyon faktörü 0,0585 kg/ton olarak alındığında oluşacak emisyon debisi; $195 \text{ ton/saat} \times 0,0585 \text{ kg/ton} = 11,41 \text{ kg/saat}$

Malzemenin Elenmesi: Malzemenin eleme işleminden geçirilmesi sırasındaki emisyon faktörü 0.01 kg/ton olarak alındığında oluşacak emisyon debisi; $195 \text{ ton/saat} \times 0,01 \text{ kg/ton} = 1,95 \text{ kg/saat}$

Malzemenin Açıkta Depolanması: Çıkarılan kalker çalışma alanı içerisinde uygun bir alanda geçici olarak depolanacaktır. $5,8 \text{ kg toz/ha.gün} \times 0,1 \text{ ha} \div 24 \text{ sa/gün} = 0,024 \text{ kg/saat}$

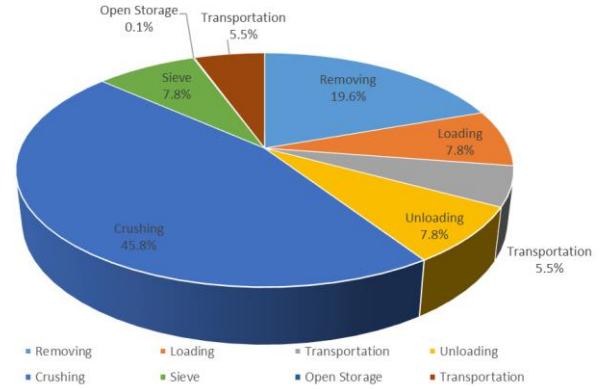
Malzemenin Taşınması (sevkiyat): Bir kamyonun 20 ton–sefer malzeme taşınması durumunda saatlik kamyon sayısı; $195 \text{ ton/saat} / 20 \text{ ton – sefer} = 9,75 \text{ sefer/saat}$, $0,7 \times 0,1 = 0,6825 \times 2 = 1,365 \text{ kg/saat}$

Buna göre; çıkarılan malzemenin, sökülmesi, yüklenmesi, taşınması, boşaltılması ve açıkta depolanması sırasında oluşacak toplam emisyon

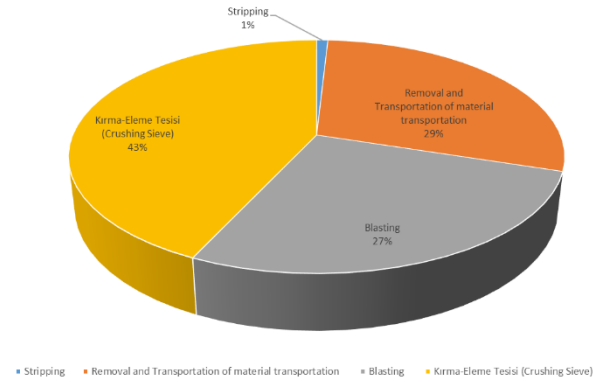
miktarı; $4,875 \text{ kg/saat} + 1,95 \text{ kg/saat} + 1,365 \text{ kg/saat} + 1,95 \text{ kg/saat} + 11,41 \text{ kg/saat} + 1,95 \text{ kg/saat} + 0,024 \text{ kg/saat} + 1,365 \text{ kg/saat} = 24,90 \text{ kg/saat}$ olarak bulunmuştur.

Kırma–eleme tesisinin çalışması sırasında oluşacak emisyon miktarı Şekil 6'da verilmiştir.

Kalker ocağında yapılan üretim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan toplam toz miktarları incelendiğinde kırma eleme devresinin %43 oranla en fazla toz ürettiği, ikinci sırada ise yükleme taşıma işlemlerinde iş makinelerinin oluşturduğu tozlar gelmektedir (Şekil 7).



Şekil 6. Kırma–eleme tesisinin çalışması sırasında oluşacak emisyon miktarı
Figure 6. Emission to occur during the operation of crushing–screening plant



Şekil 7. Kalker ocağında oluşan toplam toz miktarları
Figure 7. Total amount of dust formed in limestone

SONUÇLAR

Gelişen teknoloji ve inşaat sektörü ile birlikte, tarım arazileri ile iç içe kalan maden sektöründe tarım arazilerine zarar verilmeden üretim yapılması zorunludur. Bu çalışmada örnek bir kalker ocağının tarım arazileri üzerine etkileri ve

bu etkileri önlemenin yolları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda,

Örtü toprağının sıyırılması, yüklenmesi, taşınması, depolanması ve boşaltılması sırasında oluşacak toplam emisyon miktarı; 0,506 kg/h'dır.

Kalkerin çıkarılması, tesise sevki sırasında oluşacak toz emisyonu 16,8 kg/saat'tir.

Çıkarılan malzemenin, sökülmesi, yüklenmesi, taşınması, boşaltılması ve açıkta depolanması sırasında oluşacak toplam emisyon miktarı; 23,90 kg/saat olarak bulunmuştur.

Patlatmadaki toplam emisyon = $195 \times 0,08 = 15,6$ kg/patlatmadır.

Yapılan çalışma sonucun da hesaplamada kullanılan katsayılar Çizelge 1'de yer alan kontrolsüz üretim katsayıları ile yapılmıştır. Çalışmanın yapıldığı taş ocağında sulama, kapalı taşıma sistemlerinin kullanılması, malzemenin nemli tutulması, savrulma yapılmadan yükleme boşaltılması vb. önlemler ve tedbirler alınarak kontrollü üretim katsayıları ile tekrar yapılarak toplam toz emisyon değerlerinin 30.03.2010 tarih ve 27537 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinin deki 1 kg/saat sınırının altında olup olmadığı eğer altında değilse ölçüm noktaları kurularak aynı yönetmelikte belirtilen şekilde. Hava Kirlenmesi Katkı Değeri (HKKD) mümkünse saatlik, aksi taktirde, günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanmalıdır.

Üretim sonrası, çıkarılan malzemenin kamyonlarla nakliyesi nedeni ile yollardan ve çalışmalardan kaynaklanacak tozlanmayı önlemek için ocak sahası içerisinde ve nakliye yolunda sulama işlemi yapılmalıdır. Nakliye esnasında gönderilen malzemenin üstü ve kurak ve rüzgârlı havada stok malzemenin üzeri naylon branda ile kapatılmalıdır.

Patlatma anında oluşacak toz emisyonunun yayılım modellemesi yapılarak patlatma anında oluşacak tozmadan etkilenecek alanın tespiti saptanmalıdır. Modelleme çalışmaları ile faaliyetten kaynaklanan kirleticiler olan toz emisyonlarının çalışma alanı içerisinde, mevcut meteorolojik koşullar altında ne şekilde yayılacağı, bu yayılma sonucunda söz konusu

kirleticilerin neden olacağı muhtemel yer seviyesi çökelmeleri belirlenmelidir.

KAYNAKÇA

1. Arıoğlu E., Köylüoğlu Ö.S. ve Akıllıoğlu E., 1996. Dünyadaki geri kazanılmış agrega üretim politikalarının gözden geçirilmesi ve ülkemiz açısından irdelenmesi. *I. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 96, İstanbul.*
2. Bağcı H.R., Şengün M.T., 2012. Çöl tozlarının beşeri çevre ve bitkiler üzerindeki etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24:409–433.
3. Barutsan, 2001. Barutsan A.Ş. ürün broşürleri. *Elmadag, Ankara.*
4. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği. *Resmi Gazete, Ankara, 2014.*
5. Çevre ve Şehircilik Bakanlığın, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinin, 2014, Resmi Gazete, 20 Aralık 2014 Sayı: 29211
6. Elkoca, E., 2003. Hava kirliliği ve bitkiler üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(4):367–374.
7. Guo, G., Feng, W., Zha, J., Li, Y., Wang, Q., 2011. Subsidence control and farmland conservation by solid backfilling mining technology. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 21:665–669.
8. Hirano, T., Kiyota, M., Aiga, I., 1995. Physical effects of dust on leaf physiology of cucumber and kidney bean plants. *Environmental Pollution*, 89(3):255–261.
9. Huertas, J., Camacho, D., Huertas, M., 2012. Standardized emissions inventory methodology for open pit mining areas. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(7):2784–2794.
10. Jiang Haiqiang, Y. Cao, P. Huang, Kun Fang, B. Li, 2015. Characterization of coal-mine waste in solid backfill mining in china, transactions of the institution of mining and metallurgy. *Section A: Mining Technology* 124(1):56–63.
11. *Dergisi* 7(1):67–74.