



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANAÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**MERMER FABRİKALARINDA BLOK
KESİMLERİ SIRASINDA OLUŞAN
KAYIPLARIN İNCELENMESİ**

AHMET YILDIRIM

YÜKSEK LİSANS

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet YILDIRIM tarafından hazırlanan “MERMER FABRİKALARINDA BLOK KESİMLERİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması 28/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğretim Üyesi Ali Ekrem ARITAN

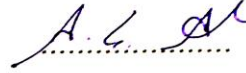
Danışman

Prof. Dr. Mehmet Kemal GÖKAY

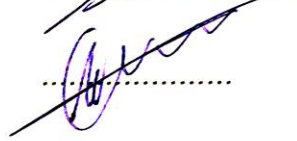
Üye

Dr. Öğretim Üyesi Hakan ÖZŞEN

İmza







Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Ahmet YILDIRIM

Tarih: 28/06/2019

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MERMER FABRİKALARINDA BLOK KESİMLERİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN İNCELENMESİ

Ahmet YILDIRIM

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY

2019, 116 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY
Dr. Öğr. Üyesi Hakan ÖZŞEN
Dr. Öğr. Üyesi Ali Ekrem ARITAN**

Doğaltaş sektöründeki madencilik çalışmaları, doğaltaş ocaklarında ve doğaltaş kesme fabrikalarında, tesislerinde, yapılan çalışmalar olarak iki farklı gruba ayrılabilir. Ülkemizde üretimi yapılan en önemli doğaltaşlar mermer, traverten ve andezit türleridir. Doğaltaşların ocak üretimi sırasında oluşan kayıpların yanı sıra, ocaktan kesme fabrikasına getirilen doğaltaş bloklarından kesim yapılması sırasında da kayıplar oluşmaktadır. Bu çalışmada Elazığ ili merkez ilçesine yakın bir doğaltaş kesme fabrikasında, doğaltaş bloklarının kesimi sırasında oluşan kayıplar izlenmiştir. Benzer boyutlara sahip aynı tür doğaltaş bloklarından elde edilen satışa hazır plakaların toplam yüzey alanları hesaplandığında, farklı plaka alanları ortaya çıkabildiğine göre, bu farklılaşmanın nedenleri kesim işlemleri izlenerek bu çalışmada örneklenmiştir. Doğaltaş, mermer bloklarını kesmekte kullanılan testere disklerinin veya katrik makinesi lamalarının, doğaltaşları keserken oluşturduğu mikronize mil (şılam) miktarı, siparişlerin boyut farklılıkları, plaka kalınlık farklılıkları, mermer blokları içindeki mikro süreksizlikler, bozukluklar, işçilik hataları, doğaltaş cinsinin getirdiği mekanik ve diğer özellik farklılıkları, doğaltaş kesme makinelerinin farklı özellikleri, doğaltaş bloklarının kesim işlemleri sırasında oluşan kayıpların ana nedenlerini oluşturmaktadır. Bu faktörlerin genel değerlendirmesi, doğaltaş kesme fabrikalarında oluşan kesimle ilgili kayıpların daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Böylece, doğaltaş kesme işlemleri daha bilinçli planlanarak ülkemiz ekonomisine katkı sağlanabilecektir. Kesim sırasında oluşan kayıpların, önlenebilir nitelikte olanlarının belirlenmesi, doğal kayaç içeriğine bağlı olarak ortaya çıkan kayıplar için uygulanan ve uygulanabilecek ek yöntemler bu çalışmada ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer blok kesimi, Mermer plakaları, Mermer plaka kesim kayıpları, Mermer fabrika atık miktarı

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EVALUATION OF THE WASTES OCCURRED DURING BLOCK-CUTTING IN MARBLE FACTORIES

Ahmet YILDIRIM

**Konya Technical University
Graduate School
Department of Mines Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY

2019, 116 Page

Jury

**Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY
Asst. Prof. Dr. Hakan ÖZŞEN
Asst. Prof. Dr. Ali Ekrem ARITAN**

Mining related operations in natural stone industry can be divided into two sections, one of them is natural stone mining and the other one is natural stone dimensioning plant, (NSD plant), operations. Marbles, travertines and andesite rocks have been common natural stones types economically mined in Turkey. When the waste, (unusable stone fragments, micronized rock dust etc.) in consideration, wastes can be created in natural stone mines and they can be occurred in NSD plant. In this thesis study, wastes generated at a NSD plant near Elazığ city (Turkey) have been perceived to evaluate waste occurrence cases. When two typically sized natural stone blocks from the same stone mines are started to be dimensioned in a NSD plant (by using the same cutting and dimensioning machines), total saleable natural stone plate surface areas (for the similar plates) obtained at the end of the operation can be different. It was aimed in this study to observe and understand governing (influencing) parameters of these differences. Actually, parameters influencing the waste amounts in NSD plants can be related with followings; cutting machine and its disk's performances, different marble plate dimensions required to be cut, marble plate thickness differences, micro discontinuities in marble blocks, irregularities in the marble blocks, problems related with workers, mechanical property differences of natural stones, marble dimensioning machine types and their properties. Detail evaluations of these parameters have searched to understand cause of the waste materials generated at NSD plants. Thus, mining operations in natural stone mines and NSD plants will be planned accordingly to minimize these wastes. This action will impact positively on Turkish natural stone industry as well. Particularly, wastes occurred during marble dimensioning in NSD plants have been aimed here to be determined. Appointments are given consequently to decrease wastes generated at NSD plants.

Keywords: Marble block cuttings, Marble plates, Marble plate cutting and wastes, Marble factories and their leftovers, wastes.

TEŞEKKÜR

Tez araştırmamda bana sonsuz destek veren ve karşılaştığım her zorluklarla bana yardımcı olan tez danışmanım Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin başlangıcından bitişine kadar beni yalnız bırakmayan değerli aileme de sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Ahmet YILDIRIM
KONYA, 2019



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iiiv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mermer Madenciliğinin Önemi	2
1.2. Mermer Ocaklarında Blok Hazırlanması	3
1.3. Büyük Faylar ve Çatlakların Mermer Yataklarını Etkilemesi	4
1.4. Blok Hazırlama ve Koruma İşlemleri	6
2. DOĞALTAŞ (MERMER) KAVRAMI VE DOĞALTAŞ TÜRLERİ.....	9
2.1. Doğaltaş (Mermer) Oluşumu	9
2.2. Doğaltaş (Mermer) Türleri.....	10
2.2.1. Çıkarıldıkları yerlere göre doğaltaşlar	11
2.2.2. Renklerine göre doğaltaşlar	11
2.2.3. Türkiye’de çıkarılan doğaltaşlar	11
2.2.4. Dünyada çıkarılan doğaltaşlar.....	11
2.2.5. Oluşumlarına göre doğaltaşlar	12
2.3. Elazığ Mermerlerinin Oluşumu ve “Elazığ-Krem” Mermeri Saha Jeolojisi	13
2.3.1. Bölgesel jeoloji ve tektoniği	13
2.3.2. Elazığ-krem mermerinin saha jeolojisi	15
2.4. Ağrı Mermerlerinin Oluşumu ve “Beyaz Oniks” Saha Jeolojisi	15
2.4.1. Jeolojik yapı ve stratigrafisi.....	15
2.4.2. Beyaz-oniks maden yatağının özellikleri.....	16
3. DOĞALTAŞ OCAKLARINDA MAKRO VE MİKRO SÜREKSİZLİKLER..	17
3.1. Doğaltaş Ocaklarında Faylar.....	17
3.2. Doğaltaş Ocaklarında Mikro Süreksizlikler.....	18
3.3. Doğaltaş Ocaklarında Moloz Üretimi	19
4. DOĞALTAŞ BLOK KESİM MAKİNELERİ.....	21
4.1. Doğaltaş Blok Kesme Makineleri ve Özellikleri	22
4.1.1. Dairesel testereli blok kesiciler	23
4.1.2. Lamalı blok kesiciler.....	24
4.1.3. Telli blok kesiciler	25
5. MERMER PLAKA ÜRETİM HATLARININ ÖZELLİKLERİ	27
5.1. Plaka Üretim Hatları ve Özellikleri	27
5.1.1. Lamalı blok kesim makineleri, katraklar	28
5.1.2. Köprü kesme makineleri	34
5.1.3. Doğaltaş plaka boyutlandırılmasında kullanılan kafa kesme makineleri	36

5.1.4. Plakalara yapılan cila ve dolgu	36
6. DOĞALTAŞ PLAKA ÜRETİMİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN TANIMI VE NEDENLERİ.....	40
6.1. Doğaltaş Kesim Fabrikalarında Oluşan Kayıpların Nedeni.....	40
6.1.1. Lamalı blok kesicilerde lama testerelerin soket kalınlığı	40
6.1.2. İşçilik hataları.....	41
6.1.3. Doğaltaş blok boyutları.....	42
6.1.4. Kesme işlemi için kullanılan teknoloji	42
6.1.5. Doğaltaş blokları içindeki makro ve mikro süreksizlikler.....	42
6.1.6. Cilalama makinelerinde zımparalamada plaka kalınlık kayıpları.....	42
6.2. Mermer Plaka Üretiminde Oluşan Kayıpların Azaltılması.....	43
6.2.1. Süreksizlik içeren bloklara akemi-file uygulanması.....	43
6.2.2. Doğaltaş bloklarına ahşap hazne içinde polyester uygulanması.....	44
6.2.3. Doğaltaş bloklarına epoksi ve file uygulanması	45
6.2.4. Doğaltaş bloklarına ahşap hazne içinde epoksi uygulanması	46
6.3. Mermer Kesim Fabrikalarında Kayıpları Azaltıcı Faktörlerin Değerlendirilmesi	47
6.3.1. Testere ve soket genişliği.....	47
6.3.2. Blok kaplama, bohçalama yöntemi.....	48
6.3.3. Doğaltaş blok geometrisi	48
6.3.4. Doğaltaş blok kesme fabrikalarında personel eğitimi.....	49
7. MERMER PLAKA ÜRETİMİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN ÖRNEKLENMESİ	50
7.1. Elazığ-Krem Mermerinden Plaka Üretimi ve Oluşan Kayıplar.....	50
7.1.1. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok1) Elazığ-Krem blok-1	50
7.1.2. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok2) Elazığ-Krem blok-2.....	60
7.1.3. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok3) Elazığ-Krem blok-3.....	63
7.1.4. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok4) Elazığ-Krem blok-4.....	67
7.1.5. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok5) Elazığ-Krem blok-5.....	70
7.2. Beyaz-Oniks (White-Oniks) Mermeri İçin Mermer-Plaka Üretimi ve Üretim Kayıpları.....	74
7.2.1. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok1) Beyaz-Oniks blok-1	75
7.2.2. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok2) Beyaz-Oniks blok-2.....	82
7.2.3. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok3) Beyaz-Oniks blok-3.....	85
7.2.4. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok4) Beyaz-Oniks blok-4.....	88
7.2.5. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok5) Beyaz-Oniks blok-5.....	91
8. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	95
8.1. Elazığ-Krem Mermeri	95
8.2. Beyaz-Oniks Mermeri.....	97
8.3. Değerlendirme.....	99
KAYNAKLAR	105
EKLER	107



1. GİRİŞ

Bu çalışmada Keban-Elazığ ve Diyadin-Ağrı mermer ocaklarında blokların süreksizlik (çatlaklı) yapılarına göre plaka kesimi sırasında ortaya çıkan artık ve atıklarına göre kayıplar incelenmiştir. Ocaklardan fabrikaya gelen doğaltaş bloklarının kesim aşaması ve sonrasındaki parlatma, boyutlama gibi operasyonları incelenmiş olup, ortaya çıkan kayıpların nasıl en aza indirilebileceği hakkında incelemeler yapılmıştır. Mermer yataklarında gözlenen süreksizliklerin, mermer ocaklarında üretilen mermer blokları üzerindeki etkisini araştıran Yavuz (2001); mermer fabrikalarına getirilen büyük çatlaklı veya kılcal çatlaklı blokların plaka üretimi sırasında verimini artırmak için yapılan kimyasal epoksi ve polyster uygulamalarını örnekleyen Öztekin (2007), ele alınan kayıpların nedeni ve azaltılması konusunda ipuçlarını sunmuşlardır. Bu araştırmacılar, süreksizliklerin mermer bloklarının tesislerde kesim işlemi sırasında, satılabilir mermer plaka üretim verimini ne kadar çok düşürdüğünü anlatmışlardır. Mermer kesme işlemleri sırasında kullanılan koruyucu kimyasalların, mermer bloklarının kesimi sırasında oluşan kayıpların azaltılmasında etkili olduğu vurgulanmıştır. Bunun yanında mermer kesim fabrikalarında son ürünün hazırlanması sırasında uygulanan plaka boyutlandırma ve cilalamanın da kayıpların miktarına etkisi bu çalışmalarda belirtilmiştir.

Mermer ocaklarında birçok işletme zorlukları aşılarak bloklanan ve taşınarak mermer kesme fabrikalarına kadar getirilen mermer bloklarının ekonomik maliyeti oldukça fazladır. Bu blokların ülkemiz ekonomisine bir girdi payları olmakla beraber, doğal bir kaynağın tüketilmesi olarak düşünüldüğünde hiçbir kısmının boşa harcanmaması gereken bir değer olduğu da ortadadır. Bu nedenle mermer bloklarının kesimleri sırasında ortaya çıkan kayıpların nedenlerini ve gözlenebilen miktarları bilmek önemlidir. Bu nedenle doğaltaş kesme fabrikalarında ortaya çıkan kayıp miktarının, kaçınılamayacak miktarı ve önlenilecek olan tarafları bu çalışmada ele alınarak araştırılmıştır. Bu tez kapsamında doğaltaş (mermer) madenciliğinin günümüz ekonomik faaliyetleri açısından önemi vurgulanarak, mermer plakalarının kullanılma yerlerine örnekler sunulmuştur. Mermer yataklarının oluşumu, doğaltaş kaynağı olarak ortaya çıkan farklı çeşitlerin anlaşılmasını sağlamak amacıyla özetlenmiş, mermer yatakları içinde gözlenen süreksizliklerin oluşum nedenleri konusunda, bu konuda çalışan araştırmacıların sonuçları verilmiştir. Mermer ocağı işletmeciliği konusunda kısaca verilen özet bilgi, mermer bloklarının ocaklarda hazırlanması sırasında, fabrika

kesim işlemine yönelik blokların mümkün olduğunca sağlam ve ekstra çatlamalara neden olunmadan üretilmesi konusunun vurgulanmasını içermektedir. Mermer kesim fabrikalarına gelen blokların kesim işlemlerinde kullanılan kesme makinelerine göre oluşan kayıpların izlenmesi bu tez çalışmasının asıl kısmını oluşturmaktadır. Elazığ'da bulunan iki doğaltaş kesme fabrikasında yapılan gözlem çalışmalarında toplanan verilerden yola çıkılarak, bu kayıpların nerede ne kadar oluştuğu örneklenmiştir. Daha sonra bu kayıpların azaltılması konusunda neler yapılması gerektiği konusunda değerlendirmeler yapılmıştır.

1.1. Mermer Madenciliğinin Önemi

Türkiye, ham ve işlenmiş doğaltaş üretiminde Dünyada ihracat yapan ülkeler arasına girmeyi başarmıştır. Bu başarıda, ülkemiz de üretilen doğaltaş çeşitliliğinin fazlalığı avantaj sağlamış olsa da, doğaltaş bloklarının kesme fabrikalarında teknolojik makineler kullanılarak işlenip satışı sunulması önemli katkılar sağlamıştır, (Yeşilkaya, Ersoy, Çelik ve Akalın, 2017). Doğaltaşlar, çoğunlukla inşaat-yapı sektöründe, estetik & mimari hedefler için tercih edilmektedir. Doğaltaşlar görünen desenleri, renkleri ve yapısal dokularıyla mimari yapılara ek estetik değerler katarlar. Günümüz inşaat sektöründe, doğaltaşların en çok kullanıldıkları yerler (ebatlı ürün olarak); kaplama, basamak, özel döşeme, denizlik ürünlerinin kullanıldığı yerlerdir, (Kan ve Kışman, 2011; İTO, 2003).

Doğaltaşlar estetik kullanımları dışında farklı kullanım yerlerinde de tercih edilmektedirler. Özellikle doğal iklim şartlarına dayanıklı ve sertliği göreceli olarak yüksek olanlar, örneğin; bazalt, granit v.d. gibi doğaltaşlar havaalanları, otobüs terminalleri, yaya kaldırımları v.d. yerlerde de kullanılmaktadır (Kan ve Kışman, 2011).

Mermerler oluşumları sırasında veya uğradıkları tektonik olaylar sonucunda içlerindeki mineral yapıları ve dokuları değişebilmektedir. Bu oluşum aşamaları sırasında her kaya kütlelerinde olabileceği gibi doğaltaşlar da makro veya mikro ölçekte süreksizlikler, çatlaklar, oluşabilmektedir. Doğaltaş kesme fabrikalarında en çok şikayet edilen durumların başında süreksizliklerden dolayı düzgün olmayan, yani şekilsiz, bloklar ortaya çıkması veya anakayaçtan kesilip hazırlanan blokların süreksizlikler içermesidir. Süreksizlikler kesme fabrikalarında yapılan blok kesme işlemleri sırasında,

makinelere zarar verme ihtimallerinden ve kesme sırasında daha fazla kayaç kayıplarına neden olabileceklerinden dolayı, işletmeler tarafından istenmeyen doğaltaş parametrelerindedir. Bu nedenle doğaltaş ocaklarında blok hazırlığı yapılırken, fazla süreksizlik içeren yerlere dikkat edilmeli ve kesme fabrikalarına gönderilecek blokların içinde olabilecek süreksizlik sayısı en az seviyeye ayarlanmalıdır. Doğaltaş bloklarının makro veya mikro süreksizlik içermeye olasılığının yüksek olmasından dolayı, ocaklarda hazırlıkları yapılırken boyutlarının 4 - 10 m³ seviyesinde ayarlanması daha ekonomik sonuçlar doğuracaktır (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).

1.2. Mermer Ocaklarında Blok Hazırlanması

Ülkemizde işletilmeye uygun doğaltaş rezervlerinin bulunduğu yerlerde, doğaltaş blokları büyük çoğunlukla açık maden ocağı işletme yöntemi ile üretilmektedir. Bazı özel doğaltaşlar ülkemizde ve diğer ülkelerde yer altı işletme yöntemleriyle de üretilmektedir. Doğaltaş açık işletmelerinde, yönetmeliklere uygun olarak hazırlanan basamaklarda, genellikle elmas tel kesme makineleriyle kesim yapıldığından, ocak basamak şev açısı 90° civarında ayarlanmaktadır.

Doğaltaş ocak işletmeciliğinde ilk hedeflenen amaç piyasanın arz ve talebine uygun olarak doğaltaş blokları üretebilmektir. Doğaltaş piyasasında, büyük boyutlu ve süreksizlik içermeyen bloklar daha çok tercih edilmektedir. Çünkü büyük bloklardan alınacak plaka üretim verimi küçük bloklara oranla daha fazla olmaktadır. Doğaltaş kesme fabrikalarında kullanılan kesici makinelerin süreksizlik içermeyen büyük blokları kesme işlemindeki verimlilikleri genellikle daha fazla çıkmaktadır. Doğaltaş maden ocağı işletmeciliği diğer maden üretim çalışmalarına göre farklıdır. Öncelikle üretilecek blokların zarar görmeden kesilerek anakayaçtan ayrılmaları gerekmektedir. Bu nedenle parçalanmayı artırıcı patlatma teknikleri kullanılmaz. Bu işletmecilikte üretilen malzemenin tonajı veya üretim miktarından önce üretilecek doğaltaşın içindeki süreksizliklerden dolayı bloklar halinde üretilip üretilmeyeceği önemlidir. Blok vermeyen aşırı kırıklı doğaltaşlar ancak kırmataş sektöründe kullanılacak rezervler olarak sınıflandırılırlar. Ocaklarda kesimi yapılarak hazırlanan doğaltaş bloklarının boyutları taşımaya ve kesme fabrikasında yapılan kesme işlemlerinde oluşabilecek kayıpları minimuma çekecek boyutlarda olmalıdır. Bir doğaltaş işletmesinin genel olarak üretimi ve ilerleyişi aşağıdaki gibidir (Anadolukobi Mermer, 2010).



Şekil 1.1. Mermer işletmesinde üretim ve işleyiş sıralaması (Anadolukobi Mermer, 2010)

1.3. Büyük Faylar ve Çatlakların Mermer Yataklarını Etkilemesi

Mermer ocaklarında gözlenen faylar, bozuk zonlar, yeraltı suları nedeniyle çözünmüş ve mağara dehlizleri şeklinde oluşmuş oyuklar, yeraltı sularının süreksizlikler içinde ilerlemesi nedeniyle oluşan çözünmelere bağlı su sızıntı boşlukları, delikler mermer bloklarının kalitesini etkileyen doğal parametrelerdir. Makro ölçekte fay sistemleri, daha küçük ölçekte süreksizlikler mermer yatağının değerini biranda düşüren en önemli faktörler arasındadır. Bunların çokluğu durumunda doğaltaş yatağı yeterli blok veremeyecek kadar parçalanmışsa, doğaltaş sektöründe farklı bir yere konularak değerlendirmeye alınmaktadır. Böyle bir ocaktaki doğaltaş türü eğer revaçta ve satılabilen bir türse, küçük bloklar halinde üretilebilmektedir. Eğer böyle bir doğaltaş türünün ülke bazında rakibi fazlaysa, ilgili doğaltaş yatağı blok verimi düşük olduğu için hiç üretime geçilmeden terk edilebilmektedir. Faylanmaların ve süreksizliklerin önemini vurgulamak için örnek bir mermer ocağının durumu aşağıda kısaca özetlenmiştir.

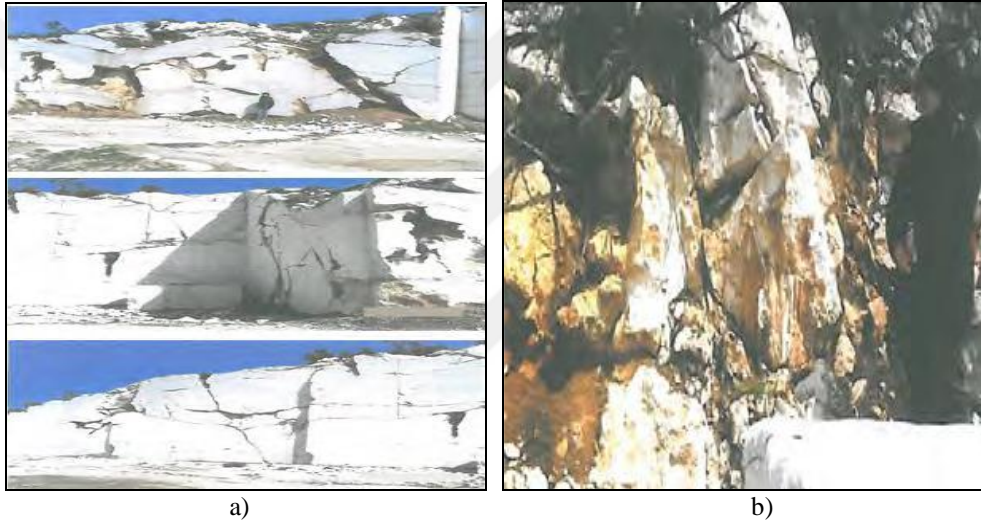
Ülkemiz mermer üretim sektöründe Bursa ile Mustafakemalpaşa arasında bulunan ve “Bilecik Kireçtaşları” olarak anılan ticari mermer yatakları 20 yılı aşkın

süredir önemli bir mermer üretim bölgesi olarak tanınmaktadır, (Uz ve Yıldız, 2017). Bu bölgede yer alan Doğanalan Köyü ile Körekem arasında kalan kısımda bulunan mermer ocağının durumu faylanma ve bozukluklar içeren mermer yatakları için örnek teşkil etmektedir. Bu bölgede; Piynarlı Tepe ve Adatarla düzü arasında açılmış olan bir mermer ocağından söz eden (Uz ve Yıldız, 2017), bu ocağın önemli bir fay zonu içerisinde bulunması nedeniyle, ocak için açılan bazı açık ocak girişlerinin (ocak ağızlarının) terk edildiğini yazmıştır. Açılan mermer ocağı girişlerinden elde edilen mermer bloklarından satışı uygun mermer plakaları üretiminde istenen ticari verimin elde edilememesi bu ocak ağızlarının en önemli terk nedeni olarak belirtilmiştir. Buralardan deneme amaçlı mermer bloklarının üretildiği fakat bunların daha sonra doğaltaş kesme fabrikalarında, katrak makinesindeki ve diğer kesme işlemlerinde kolayca kopma, parçalanma ve dağılma gibi sonuçlar doğurması nedeniyle ocak ağızlarının terk edildiği yazılmıştır, (Uz ve Yıldız, 2017). Bu mermer yatağı içinde yer alan, fay bölgesinden alınan mermer bloklarının zaman içinde (stok alanlarında) beklerken kendiliğinden parçalandığı belirtilmiştir. Bu mermer yatağının fay bölgesindeki gerilmelerin mermer kütesini etkilediğini, bloklanan mermer kütlelerinin de bu gerilmeden kurtulmanın bir sonucu olarak, içlerindeki gerilmeye bağlı deformasyonları serbest bırakmaları nedeniyle kendiliğinden parçalandıkları gözlenmiştir (Uz ve Yıldız, 2017).

Doğaltaş ocak işletmeciliğinde karşılaşılabilecek bu fay bölgesi örnekleme, mermer bloklarının elde edilmesinden sonra bile tektonik gerilme yığılmalarının etkisini göstermektedir. Doğaltaş rezervini oluşturan kayacın aşırı baskı altında kalarak faylanması, içindeki süreksizlikleri artırdığı gibi, bu kayaçlar içinde deformasyon bölgelerinin oluşmasına da neden olabilmektedir. Kırılma işlemi gerçekleşmeden, içlerindeki deformasyonla birlikte bu kayaçlar bloklanır ve bloklar stok alanlarına alınırsa, üzerlerindeki tektonik baskıdan kurtulan bu blokların içindeki deformasyonları bırakarak, blokların ekstra çatlamlarına neden olabilecektir. Doğaltaş bloklarının kesme fabrikalarında kesim işlemleri sırasında oluşabilecek ek çatlamlar, parçalanmalar incelenirken, bu kayıpların nedeni olarak sadece işçilik hatalarını ve kesme makinesi özelliklerinin ele alınmaması gerektiği verilen bu örnekle biraz daha açıklığa kavuşturulmuştur.



Şekil 1.2. Pınarlı tepe Güneyinde işletilen mermer ocağı ve ocakta gözlenen süreksizlikler, karstik boşluklar ve ezikli zonlar (Uz ve Yıldız, 2017)



Şekil 1.3. a) Pınarlı tepe Adatarla arasındaki bölgede açılan ve terk edilen mermer ocağı girişleri, b) bu bölgede gözlenen mermer süreksizliklerinin doğal görünüşleri (Uz ve Yıldız, 2017)

1.4. Blok Hazırlama ve Koruma İşlemleri

Herhangi bir doğaltaş rezervi bulunduğundan sonra, bu rezervi ruhsatlayıp işletmeye alan işletmeciler, bu doğaltaş yatağının kendileri için satılabilir, mekanik değerleri uygun bloklar vereceğini öngördükten sonra, ocak için gerekli altyapı çalışmalarını tamamlarlar. Bu işlemler arasında karayolu bağlantısını sağlamak, elektrik ve su ihtiyacını temin etmek ve diğer iş ve iş güvenliği kurallarını sağlamak vardır. Doğaltaş ocağı için ilk basamakların, ocak girişlerinin, açılmasından sonra, üst örtü tabakası (vegetasyon ve toprak tabakaları) temizlenmiş doğaltaş rezerv kısımlarından blokların kesilerek ayrılma işlemleri yapılır. Doğaltaş blok üretimi sırasında takip edilen genel basamaklar şu şekilde özetlenebilir;

a) *Doğaltaş (mermer) bloğunun ana kütlede ayrılmaması*: Değişik kesme makineleri veya delme yöntemleriyle doğaltaş bloğunun anakayaçtan kesim işlemlerinin yapılması, bu ocak işletme basamağını oluşturur. Bütün yüzeyleri kesilerek serbest hale gelen doğaltaş blokları kama ve yüksek basınçlı hava ile aktive edilen yastıklarla anakayaçtan ayrılarak ocak içine ötelenir veya devrilir. Bu amaçla hidrolik krikolar, pistonlar veya yastıklar kullanılmaktadır. Doğaltaş işletmesinde uygun iş makinelerinin olması durumunda, doğaltaş bloğunun devrileceği yerin güvenliği alındıktan, doğaltaş bloğunun devrileceği kısma, sarsıntıyı ve şoku önlemek amacıyla yumuşak dolgu malzemesi serilir. Daha sonra, doğaltaş bloğu hazırlanan kısma doğru itilerek devrilir. Mermer bloğunun doğal mermer basamağına devrilmesiyle oluşacak sarsıntı, bu bloğun gevşek dolgu malzemelerinin üzerine devrilmesiyle oluşacak etki arasında önemli farklar vardır. Devrilen her doğaltaş bloğu içinde devirme işleminden dolayı oluşan ek süreksizliklerin miktarı bu işlemin başarısını / başarısızlığını gösterecektir. Doğaltaş blok üretimi sırasında blok içinde istemeden oluşturulacak her süreksizlik, bu blokların doğaltaş kesme fabrikasındaki kesim işlemlerinde parçalanmalara neden olacaktır. Doğaltaş kesme fabrikalarında oluşan kayıpların azaltılması stratejisinin ilk basamağı olarak doğaltaş yataklarında, anakayaçtan tel kesme işlemleriyle ayrılan blokların, devirme işlemlerinin özel önem gösterilerek yapılması yerinde olacaktır.

b) *Doğaltaş bloklarının devrilmesi-ötelenmesi*: Bu basamakta doğaltaş blokları, hidrolik krikolar, havalı yastıklar, ters yastıklar, ters kepçeli iş makineleri, yükleyici iş makineleri (Loderler) ve dozerlerle ötelenir.

c) *Doğaltaş bloklarının ocakta stoklanması*: Devrilen doğaltaş blokları istenilen boyutlara göre tekrar kesilerek boyutlandırıldıktan sonra satışa veya kesim fabrikalarına nakil işlemine sunulur. Hemen nakledilmeyecek bloklar ocak kenarında blok stok sahalarında düzenli olarak stoklanır. Bu aşamada taşıyıcı ve nakledici makinelerin bloklara ulaşımının her türlü hava şartında kolay olacağı yerlerin stok sahası olarak seçilmesinin önemi büyüktür. Ayrıca stok sahası aşırı güneş ısısının olduğu yerler olmamalıdır. Kışın hava sıcaklığının çok düşük olduğu yerlerde doğaltaş bloklarının içine sızacak (emilecek) suyun donması sonucu, doğaltaş blokları içinde ekstra çatlamların olabileceği unutulmamalıdır. Stok sahasında kalacak mermer bloklarının mümkün olduğunca korunması, mermer bloklarının kesim sırasındaki kayıplarını da etkileyecektir.

d) *Blokların yükleme işlemi*: Bu iş basamağı; değişik tipte vinçleri (kule veya gezer vinçler), değişik güçte yükleyici iş makinelerini, çelik halatlı yükleyici taşıyıcıları

ve iş kamyonlarını içine almaktadır. Bu işlemler sırasında doğaltaş bloklarını yerinden kaldırdıktan sonra düşürmemek, bunları sarsmadan, herhangi bir yere vurmada (şok etkisi oluşturmadan) yavaş bir şekilde istenilen yerlere veya kamyon üzerlerine yerleştirmek çok önemlidir. Bu işlemler sırasında doğaltaş bloğuna eklenebilecek ek çatlaklardan kaçınılmalıdır. Çünkü bunlar kesim işlemi sırasında istenmeyen parçalanmalara neden olacaktır.

e) Nakliye işlemi: Doğaltaş blokları, doğaltaş ocaklarından fabrikalara nakliye işlemine uygun kamyonlarla taşınırlar. Nakliye sırasında, blokların sarsılmadan taşınmasının önemi sürücülere anlatılmalıdır. Sürücüler doğal bir kıymet taşıdıklarının farkında olmalıdırlar. Nakliye kamyonlarının karıştığı herhangi bir trafik kazası, veya nakliye aracının devrilmesi durumunda, kazanın oluşturduğu zararlara birde zorluklarla taşınmaya hazır hale getirilen doğaltaş bloğunun kaybedilmesi eklenecektir. Kaza yerinden kaldırılıp taşınacak (kurtarılabilecek) doğaltaş bloklarının içinde ek süreksizliklerin oluşma ihtimali unutulmamalıdır. Bu tür blokların kesim verimliliği düşük çıkabilecektir (Uz ve Yıldız, 2017).

2. DOĞALTAŞ (MERMER) KAVRAMI VE DOĞALTAŞ TÜRLERİ

2.1. Doğaltaş (Mermer) Oluşumu

Doğaltaş, yer kabuğunda bulunan, değişik kökendeki her türlü kayaç için kullanılan genel bir terimdir. Endüstriyel ya da ticari anlamdaki doğaltaş tanımı ise yasal izin ile üretilerek işlenmeden ve/veya işlenerek boyutlandırılmadan veya boyutlandırılarak işlem gören kayaçlar için kullanılmaktadır.

Ticari anlamda, standartlara uygun boyutlarda blok verebilen, kesilip parlatılan ve kayaç özellikleri kaplama normlarına uygun olan her tür ve kökenden (sedimanter, magmatik ve metamorfik) kayaç bu sektörde mermer olarak bilinmektedir. Bu tanıma göre kireçtaşı, traverten, kumtaşı gibi sedimanter; gnays, mermer, kuvarsit gibi metamorfik; granit, siyenit, serpantin gibi magmatik taşlar “mermer” olarak isimlendirilmektedir. Karbonatlı kayaçların (kireçtaşları ve dolomitik kireç taşları) doğada sıcaklık ve basınç altında yeniden kristalleşmesi ile oluşan metamorfik kayaçlara mermer denilmektedir. Çoğunlukla kalsit kristallerinden oluşan mermerlerin kimyasal bileşimi kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve/veya kalsiyum-magnezyum karbonat/dolomit [$(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$] şeklindedir. Mermerlerde az oranda silisyum dioksit (SiO_2) ve renk veren metal oksitler de (pigmentler) bulunmaktadır, (Megep, 2011).

Mermerlerin önemli minerolojik bileşeni kalsittir, tali mineraller ise kuvars, hematit, pirit, klorit gibi minerallerdir. Renkleri genellikle beyaz ve gri olmaktadır. Tali mineralin cinsine göre mermerin rengi sarı, kırmızı, mor, yeşil, siyah vb. olabilmektedir. Ticari anlamda “mermer” ülkemizde başlangıçta, kesilip işlenebilen, cilalandığında parlayan, dayanıklı her türlü karbonatlı doğaltaşa verilen isim olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha sonraki zamanlarda magmatik tür kayaçların da (granit, andezit, siyenit, vd.) piyasaya girmesi, travertenin mermerden daha fazla piyasada yer tutması sonucu, mermer piyasasında artık doğaltaşlar çoğunlukla kendi bilimsel tanımlamalarına uygun olarak isimlendirilmektedir. Bunun yanında doğaltaş sektöründeki şirketlerin kendi ocaklarından çıkardıkları doğaltaş türlerini, bunların renklerine, dokusuna ve piyasada kabul gören deyimlerle isimlendirdiklerini de unutmamak gerekir.

Doğaltaş sektöründe ilgilenilen bir doğaltaş yatağı için; bu rezervin oluşumu ve bu oluşum sırasında doğaltaş özelliklerini etkileyen diğer faktörlerin varlığı anlaşılmaya çalışılmalıdır. İlgilenilen doğaltaş yatağı ve çevresi hakkında daha önce farklı amaçlar

için yapılmış araştırmaların sonuçlarını incelemek önemlidir. Bu konuda Onargan vd., (2006) şunları yazmışlardır; “*mermer saha arama çalışmalarında ekonomik olarak işletmeciliğe uygun mermer oluşumunu belirlemede olumlu veya olumsuz özelliklerin bir işletmeye girmeden önce aydınlatılmasının, yapılacak yatırımlar açısından büyük bir önemi vardır*”.

Doğaltaş sahalarında yatırım yapmadan önce üzerinde durulan kaya kütlelerinin özelliklerinin belirlenmesi ve güncel doğaltaş sektörü isteklerine (piyasa şartları) uygun olup olmadığının araştırılması gereklidir. Doğaltaş yataklarında verilecek olan yatırım kararını etkileyecek parametrelerden bazıları Çizelge 2.1’de verilmiştir. Doğaltaş yatağının bu özelliklerine ilave olarak, yer kabuğundaki bütün kayaçların genel özellikleri içinde de yer alan, fakat doğaltaş madenciliğinde özellikle ön plana çıkan diğer bazı özellikler şu şekilde sıralamıştır (Onargan, 2017); kayaç yatağı boyunca gözlenebilen renk değişikliği; dokusal karakteristikler ve dokusal değişim durumu; yapısal ve makro-süreksizlikler; mikro-süreksizlikler; empüriteler; kapanımlar; yabancı mineraller; kontak zonlar; ve alterasyon (ayrışma).

Çizelge 2.1. Doğaltaş rezervi konusunda verilecek kararları etkileyen faktörler (Onargan, 2017)

Boyutsal Özellikler	Homojenlik	Kırık/Çatlak Durumu
. Üretilen jeolojik birim kalınlığı	. Renk	. Çatlak/kırık yönelimi
. Kaynak/Rezerv hacmi	. Doku	. Sıklığı
. Ruhsat izin sınırları	. Süreksizlikler	. Çatlak/kırık yoğunluğu
		. Tipi ve morfolojisi

2.2. Doğaltaş (Mermer) Türleri

Doğaltaş türlerinin birbirinden ayırt edilebilmesi için farklı gruplara ayırmak yararlı olacaktır. Doğaltaş olarak madenciliği yapılan kayaçları; yapısına, rengine, oluşumuna ve bilimsel tanımına göre dört gruba ayırmak mümkündür (Megep, 2011), bunlar:

- . Bilimsel tanıma uygun olan doğaltaşlar,
- . Renkli mermerler,
- . Traverten ve oniksler,
- . Magmatik ve volkanik kökenli doğaltaşlar.

Ülkemizde doğaltaş madenciliğinin yapıldığı bölgeler ve lokasyonlar bu kayaçların isimlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bunun dışında doğaltaşların renkleri, desenleri ve yapısal özellikleri de ticari markalamada üzerinde durulan konulardandır.

2.2.1. Çıkarıldıkları yerlere göre doğaltaşlar

Doğaltaşın rengi, seleksiyonu ve kristal yapısı bölgeden bölgeye değişmektedir. Bu tamamen bölgenin veya yörenin jeolojik yapısıyla ilişkilidir (Megep, 2011).

2.2.2. Renklerine göre doğaltaşlar

Doğaltaşların renkleri, yörenin jeolojik yapısında bulunan minerallerin özelliklerine göre değişmektedir. Kayaç yapısı içine giren farklı mineraller kayacın renk özeliğini değiştirirken, kayaç içindeki dağılımlarına göre oluşturdukları desen ve renk homojenliği konusunda da farklılaşmaya neden olabilmektedir. Bu minerallerin kendileri veya oksidasyona uğrayarak oluşturdukları kimyasal bileşiklerinin renkleri, doğaltaşlara farklı renk ve desenler sunmaktadır. Bu renk farklılıkları bu kayaçların uluslararası yapı & dekorasyon pazarlarında rağbet görmesini sağlamaktadır.

2.2.3. Türkiye’de çıkarılan doğaltaşlar

Ülkemizin farklı yörelerinde bulunan ve içindeki çeşitli minerallerden dolayı farklı renk ve özelliklere sahip doğaltaşlar, farklı isimlerle üretilebilmektedir. İçindeki farklı minerallere göre farklı özelliklerdeki doğaltaşlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir, (Megep, 2011);

- . Adi doğaltaşlar,
- . Akik ve albatr cinsleri,
- . Pamuk taşları,
- . Diyabazlar.

2.2.4. Dünyada çıkarılan doğaltaşlar

Türkiye de bulunan doğaltaşlar, dünya doğaltaş, mermer, çeşitliliğiyle benzerlik göstermektedir. Konut ve yapı sektörünün gelişimine paralel olarak, her geçen gün doğaltaşa talep artmaktadır. Çünkü doğaltaşlar farklı boyutta üretilerek işlenebildiği için, mimari açıdan birçok yapıyı süsleyebilmektedir. Dünya mermer rezervleri

kıyaslanırsa, bu sektörde oluşan ticari durumda göz önüne getirilmiş olur. Doğaltaş rezervleri açısından birinci sırada % 44'le Asya, ikinci sırada % 42 ile Avrupa kıtası ön plana çıkmaktadır (Megep, 2011).

Kıtalar arası hareketlerden dolayı zaman içinde kapanan Tethris okyanusu uzanımı içinde oluşan Alp-Himalaya kuşağında kalan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran ve Pakistan gibi ülkeler mermer, kireçtaşı, traverten ve oniks türlerinden büyük rezervlere sahiptir. İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika'yı kapsayan yerlerde magmatik kayaç özelliklerine sahip sert doğaltaş rezervleri yüksektir. Dünya doğaltaş, mermer, sektöründe Çin, İtalya, İspanya, Türkiye, Hindistan, Brezilya ve Portekiz dünya mermer üretiminin yaklaşık % 70'ni gerçekleştirmektedir, (Megep, 2011). Çizelge 2.2 dünya doğaltaş, mermer, dağılımının genel durumunu göstermektedir.

Çizelge 2.2. Dünya doğaltaş dağılımı (Megep, 2011)

ÜLKE ADI	DOĞAL TAŞ VARLIKLARI
Almanya	Kalker, granit, diyorit ve diğer magmatik doğaltaş rezervleri.
Avusturya	Bej ve gri renkli kalker yatakları ile serpantin rezervleri.
Belçika	Kireç taşı, devoniyen siyah kalker.
Bulgaristan	Mermer, kireç taşı ve granit.
Çek Cumhuriyeti	Kalker, breş ve granit.
Finlandiya	Granit, siyenit, labradorit.
İngiltere	Mermer, granit.
İspanya	Kireç taşı, mermer, granit.
İsveç	Granit, siyenit, labradorit.
İsviçre	Bej ve gri renkli kireçtaşı.
İtalya	Mermer, granit, kireçtaşı.
Norveç	Granit, diyorit, siyenit, labradorit.
Portekiz	Mermer, granit, kireçtaşı.
Ukrayna	Granit, labradorit.
Yugoslavya	Mermer, kireç taşı, traverten.
Yunanistan	Kalker, mermer, serpantin.
Çin	Granit.
Brezilya, Rusya	Granit.
Güney Afrika, Hindistan	Granit.
Pakistan	Granit.

2.2.5. Oluşumlarına göre doğaltaşlar

Doğaltaşlar, kayaç oluşum türüne ve buldukları lokasyonun genel jeolojik geçmişine göre farklı yapısal özellikler gösterebilmektedir. Bu kayaçlar magmatik, metamorfik veya sedimanter kayaç olarak oluştukları yörenin jeolojik yapısına ve kaynaklarına göre (çeşitli mineraller ile oksidasyona uğrayarak) farklı renklerde bulunabilirler (Megep, 2011). Bu oluşum süreçleri aşağıdaki Çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.3. Doğaltaşların jeolojik devir ve zamanları (Megep, 2011)

Kayaçların jeolojik oluşum devirleri		Yıl (yaş)
Arkeozoik (İlk Zaman)	Algenkion ve huronian	1.500.000.000
Paleozoik (I. Zaman)	Permien	40.000.000
	Karbonifer	70.000.000
	Devonien	40.000.000
	Silurien	100.000.000
	Kambrien	90.000.000
Mezozoik (II. Zaman)	Kretase	80.000.000
	Jura	35.000.000
	Trias	25.000.000
Tersier (III. Zaman)	Neojen (pliosen ve miosen)	25.000.000
	Paleojen (oligosen ve eosen)	35.000.000
Neozoik (IV. Zaman)	Diluvial ve pleistosen	600.000

2.3. Elazığ Mermerlerinin Oluşumu ve “Elazığ-Krem” Mermeri Saha Jeolojisi

2.3.1. Bölgesel jeoloji ve tektoniği

Elazığ ili, Doğu Toros Orojenik Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu bölgede farklı jeolojik yaşlara sahip farklı kayaç formasyonları bulunmaktadır. Bu formasyonların sıralanışı yaşlı formasyonlardan genç yaşlılara doğru aşağıdaki gibidir, (Anadolukobi Mermer, 2010).

(Dönmez, 2006; Bingöl ve Beyarslan, 1996), Elazığ Magmatikleri'nin jeokimyasını ve petrolojisini araştırmıştır. Elazığ Magmatiklerinin, diyorit, monzodiyorit kuvars diyorit ve tonalitten oluşan derinlik kayaçları, bazaltik yastık lavlar, lav akıntıları, andezitik lavlar, andezitik piroklastiklerden oluşan yüzey kayaçları ile tüm bunları kesen granit bileşimli derinlik kayaçları ve dasidik bileşimli yüzey kayaçları ile volkano-sedimanter birimlerden oluştuğunu anlatmışlardır. Araştırmacılar arazi ve jeokimyasal verilere dayanarak; Elazığ Magmatikleri'ni oluşturan kayaçların Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun Üst Kretase'den itibaren kuzeye doğru dalımı ve buna bağlı olarak üstteki levhada meydana gelen supra-subduction zonu ofiyolitleri (Kömürhan Ofiyoliti) üzerinde gelişen kalkalkali seriye ait ve ada yayı magmatizması ürünleri olduğunu belirtmişlerdir.

Elazığ Mağmatikleri: Bu kayaçlar Elazığ-Abdullahpaşa mahallesinin kuzeyinde yer almaktadır. Burada Doğu-Batı doğrultulu yüksek yerlerde görünen bu kayaçlar, tektonik olarak Meryem Dağında, permo Karbonifer yaşlı Keban Metamorfileri olarak görülmektedir, (Anadolukobi Mermer, 2010).

Kırkgeçit Formasyonu: Elazığ civarında Orta–Üst Eosen yaşlı Kırkgeçit formasyonu varlığını sürdürmekte ve en büyük yayılımını Çaybağı civarında vermektedir. Litolojik olarak konglomera, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından ibaret olan formasyon arazide fliş görünümü sunmaktadır. Birime ait konglomeralar; yer yer kötü boylanmalı ve zayıf çimentolu denizaltı kanal dolgusu konglomera düzeyleri içermektedir. Bu kanal dolgusu konglomeralar çakıllarını çoğunlukla yörede bulunan ve kendisinden daha yaşlı olan, Harami formasyonu ve Elazığ mağmatitlerinden almıştır. Elazığ Pertek karayolu güzergahı çevresinde Elazığ mağmatitlerini açısız uyumsuzlukla örten Kırkgeçit formasyonu, Sarıçubuk köyü güneyi, Abdullahpaşa mahallesi kuzeyinde hem üst Kreatese yaşlı Elazığ mağmatitlerine ait bazalt-bazaltik yastık lavlar hem de Permo-Karbonifer yaşlı Keban metamorfiteğine ait rekristalize kireçtaşları tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Birim Güneyçayır köyünün kuzeydoğusunda ise Orta Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Karabakır formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir, (Anadolukobi Mermer, 2010).

Kalkerler, kireçtaşları tektonik breşler ve pudingler bu guruba girmektedir. Kalkerler, kimyasal çökme veya kalkerli organik artıkların çökmesi sonucu oluşmaktadır. Bileşimleri % 90'dan fazla $CaCO_3$ bulunduran külelere genel olarak kalker adı verilmektedir. Kalkerler bazen az miktarda magnezyum karbonatta içerebilmektedirler (Demir, 2017; Karaman, 2010).

Karabakır Formasyonu: Elazığ civarında daha fazla bazalt, olivinli bazalt, aglomera, tuf gibi piroklastik litolojisi ile temsil olunan birim esas olarak kıltaşı, gösel killi kireçtaşı, bazalt ve çeşitli 8 piroklastik litolojisi ile bilinmektedir. Birim, Piliyo-Kuvaterner yaşlı Palu formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir, (Anadolukobi Mermer, 2010; Turan ve Bingöl, 1982).

Kuvaterner Alüvyonlar: Mermer ocağı ve civarındaki göl çökellerinin en genç birimi olarak oluştuğu görülmüştür. Çoğunlukla bu genç çökeller gevşek çimentolu silt, kil, kum ve bunlarında içinde bulunan az çakıllı seviyelerden oluşmuştur, (Anadolukobi Mermer, 2010).

2.3.2. Elazığ-krem mermerinin saha jeolojisi

Elazığ-krem doğaltaş, mermer ocağı, Elazığ iline 22 km uzaklıkta ve şehrin Kuzeydoğusunda yer almaktadır. Elazığ-krem mermeri çıkarıldığı bölgede “sunta” ismiyle de tanınırken, yurtdışı doğaltaş piyasasına “Moca-krem” ismiyle satılmaktadır. Elazığ-krem mermeri genel yapısı gereği ince taneli ve fosillidir. Ocağın bulunduğu yöre tektonizmadan etkilenmiş yer yer kırılmalar ve parçalanmalara uğramıştır. Bölgede en yaşlı kireçtaşı Eosen ve çevresinde ise bazalt bulunmaktadır. Ocak ağzı açıldığında kademe kademe ilerleme sağlarken yer yer mermer renginde açılmalar ve koyulaşmalar görülmektedir. Genelde mostra yüzeyinde görülen mermer kalınlığı ortalama 15 metredir. Masif kalın katmanlı olan birimin tabaka doğrultusu KB–GD yönlü ve eğimi 15° GB yönündedir. Bu mermer katmanı üzerinde kalınlığı değişmekle birlikte bazen 100 cm kalınlığa ulaşan yamaç molozu bulunmaktadır, (Anadolukobi Mermer, 2010).

2.4. Ağrı Mermerlerinin Oluşumu ve “Beyaz Oniks” Saha Jeolojisi

Ağrı ilinin jeolojik oluşumu 1. Jeolojik dönemde başlayıp süregelmiştir. Bu bölgede dağlık alanların büyük kısmını volkanik kayalardan olan bazaltik ve andezitik kütleler oluşturmaktadır. Ağrı bölgesinin 2. Jeolojik zamana ait kısımlarında fliş katmanlarına rastlanılarak bunun Mezozoik zamana ait olduğu tespit edilmiştir. Fliş katmanlarının genellikle yeşil renkli olduğu ve bölgenin Kuzeybatı–Güneydoğu yönünde kırıklı ve kıvrımlı yapılar halinde uzanış gösterdikleri görülmektedir, (Akdağ Mermer, 2008). Bölgede bulunan bu kırılmalar, kıvrılmalar ve bunlardan dolayı oluşmuş havzalar, bölgenin 3. Jeolojik zaman döneminde geçirdiği değişimlerle, bu dönemin çökelleriyle dolmuştur. Daha sonraki zamanlarda, alüvyal birikimler ilgili kırılmaların aşınmayla taşınıp, sonradan gelen taze lav akıntılarıyla birlikte daha düşük seviyelerdeki çukur alanlarda birikmiştir, (Akdağ Mermer, 2008).

2.4.1. Jeolojik yapı ve stratigrafi

Beyaz-oniks (doğaltaş sektöründe white-onyx ismiyle de anılmaktadır) doğaltaş rezervinin bulunduğu bölgedeki önemli kaya birimlerini metamorfikler, ofiyolitli kayalar ve melanjlara, sokulumlu ve tortul kayalar, volkanik kayalar olarak beş grupta incelemek mümkündür.

Ofiyolitli kayalarda serpantinleşmiş ultramafikler yer yer az miktarda krom içerirler. Burada bulunan ofiyolitli melanj birimler; volkanik tortul kayalardan,

kireçtaşı blokları ve serpantinler ile mafik ve ultramafik kayalardan oluşur. Melanj tabakaları kireçtaşı blokları içinde görülür. Bu tabakalar bazen kalınlaşır, bazen de incelenerek tekrar kristalleşmiş kireçtaşı blokları halini alır, (Akdağ Mermer, 2008).

2.4.2. Beyaz-oniks maden yatağının özellikleri

Beyaz-oniks mermeri, dolomitik kireçtaşlarının kristalleşmesiyle oluşmuştur. Yapısı gereği kristallerden oluştuğundan, kırılma ve ışığı geçirme özelliğine sahiptir. Kristal yapı özelliğinden dolayı bu doğaltaş türünün büyük bloklar halinde üretilmesi mümkün olmamaktadır. Küçük bloklar halinde yapılan ocak işletmeciliği doğal olarak artık mermer parça sayısını artırarak, ocakta oluşan kayıpların artmasına neden olmaktadır. Ocakta karşılaşılan beyaz-oniks oluşumlarının çoğunluğu kalsiyum karbonattır. Bu doğaltaş türü, beyaz-oniks, sedimantolojik ortamlarda bulunmaktadır ve kayaç rengi çoğunlukla beyaz olmakla birlikte, yapısına giren farklı mineraller ve onların oksidasyona uğramış bileşikleri sayesinde farklı desenlerde de bulunabilmektedir (Akdağ Mermer, 2008).

Oniks mermerleri genellikle beyaz, sarı, yeşil renklerde olup, yarı saydam olabilmektedir. Tek renkte olduğu gibi değişik renkler gösteren bantlar, damarlar vb. hallerde de olabilirler. Çok renkli oniksler breşik yapıda olup renk verici maddeler çeşitli mineral parçalarıdır (Demir, 2017; Karaman, 2010). Oniksler estetik görünüş olarak insanları her zaman kendilerine hayran bırakmışlardır. Işığı yarı saydam geçiren oniksler birçok yerde konfor ayrıcalığının sembolü olarak kullanıldıkları için blok veya plaka fiyatı yüksek doğaltaşlardır. Bu nedenle oniks rezervlerin özenle işletilmesi ve bu doğaltaş bloklarının kesme fabrikalarında özenle kesilmesi gerekmektedir. Bu kayaç ta verilecek kayıp miktarının satıştan düşürdüğü kazanç miktarı çok daha büyük olacağı için ocaklarda blok olarak, tesislerde plaka olarak yapılan kesim çalışmalarında özel özen gösterilmektedir.

3. DOĞALTAŞ OCAKLARINDA MAKRO VE MİKRO SÜREKSİZLİKLER

3.1. Doğaltaş Ocaklarında Faylar

Doğaltaş ocaklarında makro ve mikro süreksizlikler istenmeyen bir durumdur. Çünkü üretimi zorlaştırır, maliyeti artırır, fazladan işçilik ister ve iş sağlığı ve güvenliği açısından risk oluştururlar. Makro süreksizlikler ocakta görülen küçük faylar ve bunların oluşturduğu ek süreksizlikler ve düzensizliklerdir. Makro seviyede süreksizlikler doğaltaş ocakları açılmadan önce belirlenerek ocakların ilk basamakları ve ocak yönleri bunlara göre planlanmalıdır. Fay bulunan ocaklarda, fay doğaltaş etkilediyse, fay oluşum mekanizması öğrenilmeye çalışılmalıdır. Fayı ve çevresindeki küçük ölçekli süreksizlikleri oluşturan tektonik hareketlerin yönü ve zamanı öğrenildiğinde, bu bilgilerin doğaltaş oluşum mekanizması içindeki rolü de ortaya çıkacağı için önemlidir. Bu açıdan bakıldığında doğaltaş ocaklarının oluşumları incelenirken kaya mekaniği açısından da ölçümler ve değerlendirilmeler yapılması yerinde olacaktır. Makro süreksizliklerin doğaltaş işletmeciliği üzerindeki etkisi Şekil 1.2 verilen örnek bir mermer ocağı durumuyla Bölüm 1.3’de örneklenmiştir. Mermer üretimi amacıyla açılmış olan bu ocak, (Şekil 3.1) Doğanalan Köyü, Pıynarlı Tepe’nin güneyinde, yaklaşık olarak faylı zonun bitiminde (Batısında) kalmaktadır, Uz ve Yıldız’ın (2017) belirtildiği gibi; söz konusu Pıynarlı tepe fay zonunun etkileri mermer ocağı aynalarının bazılarında belirgin biçimde yer almakta, faylı-kırıklı-ezikli zonlar ocak içine kadar devam etmektedir. Uz ve Yıldız (2017) bu ocak için; *“her ne kadar blok üretimi istenilen düzeyde yapılmış olsa da, kırıklanma, eziklenme, faylanma nedeniyle ilk 2 yılda dahi ~ % 10 - 20 blok verimi gerçekleşmiştir”* demişlerdir.



Şekil 3.1. Pıynarlı Tepe güneyindeki mermer ocağı. Ocak şevlerinde ezik zonlar ve karstik boşluklar (Uz ve Yıldız, 2017)

Kayaçlarda faylanma durumları üzerinde çalışan Kulaksız (2017), bu faylar dolayısıyla oluşan kayma veya yer değiştirmeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Kulaksız faylara bağlı hareketlerin tek bir düzlemde değil de birbirine paralel birkaç düzlemde olabileceği konusunda açıklamalar yapmıştır. Bu nedenle fayların etkin olduğu zonlar da bulunan doğaltaş yatakları için, ocak çalışmalarına başlamadan önce detaylı bir gerilme-deformasyon analizi yapmanın önemi büyüktür. Ocağın görünen kısımlarından yola çıkarak, sondaj verilerini de aldıktan sonra, doğaltaş rezervinin görünmeyen kısımları hakkında, ocağın blok verip vermeyeceği, blokların içindeki süreksizliklerin durumu, fay zonunda kilitli kalmış deformasyon olup olmadığı konularının açıklığa kavuşturulması, doğaltaş işletmecileri için önemli karar parametreleri sunacaktır.

3.2. Doğaltaş Ocaklarında Mikro Süreksizlikler

Doğaltaş ocaklarında anakayacın yapısını bozan mikro seviyede süreksizlikler de bulunabilir. Bunların bazılarını ocak içinde çıplak gözle izlemek mümkün olmayabilir. Bunun için, bu gibi süreksizlikleri gözle görünür duruma getirmek için uygulanabilecek yöntemlerin birisi doğaltaşa yerinde, ocakta, su uygulamaktır. Doğaltaş blokları işaretlenmiş fakat daha yerindeyken, bir başka deyişle anakayacın üstü temizlenmiş fakat henüz mermer blokları kesilmemişken, kayaca su emdirilirse, kayaç süreksizliklerinde kapiler su hareketi olacağından, süreksizlikleri görünür hale gelecektir. İşletilmek istenen doğaltaşın blok verme boyutuna göre işletmeci mühendisler, ister blok kesimi olduktan sonra, isterlerse blok kesimi olmadan anakayaç yerindeyken, doğaltaşın süreksizliklerinde kapiler etkiyle ilerleyebilecek bir yapışkan sıvıyı uygulamaları halinde mikro süreksizlik yüzeyleri belirli ölçekte birbirlerine yapışabilecektir. Bu yapışkanın ne kadar derinlere doğru nüfuz edebileceği konusu araştırılmaya ihtiyaç duymakla birlikte bu uygulamanın belirli ölçüde doğaltaş bloklarının parçalanmasını önleyeceği öngörülebilmektedir. İşletmecilik açısından bu uygulamanın getireceği mali yük, doğaltaşın satış fiyatını etkileyeceği için, bu uygulamanın her türlü doğaltaş türünde uygulanmasını beklemek doğru olmayacaktır. Fakat bütün doğaltaş ocaklarının böylesi bir uygulama içinde oldukları düşünülse, doğaltaş ocakları civarında terk edilen blok sayısında göreceli bir azalma olacağı da gözden kaçırılmaması gereken, çevresel etkileri hiç küçümsenemeyecek kadar önemli olan bir uygulama olacaktır. Mikro süreksizlikler içeren mermer bloklarının epoksi bazlı jel ve plastik iplik file ile kaplanması bile mermer blokta oluşacak ek parçalanmaları

azaltacaktır. Doğaltaş ocağı ve kesilen her mermer bloğunun pozisyonu, bu bloklar üzerinde izlenen süreksizlik durumları incelemeye alınarak yapılmalıdır. Doğaltaş ocağının mikro süreksizlik uzanımları izlenerek yapılacak blok kesimlerinin kayıpları azaltıcı etkileri olacaktır. Bu etkiyi sağlayabilmek için, (ocaktan kesilen mermer bloklarından maksimum plaka kesim verimi alabilmek için) kesimi yapılacak doğaltaş anakayacı içindeki süreksizliklerin 3 boyutlu durumları modellenmelidir. Bu modellemeye göre ayarlanacak olan doğaltaş maden ocağı basamakları, şev yönleri ve ocak ilerleme doğrultuları ocakta kesilerek hazırlanacak blokların içindeki süreksizlik sayılarının azaltılmasında önemli rol oynayacaktır.

3.3. Doğaltaş Ocaklarında Moloz Üretimi

Tabiat gereği bütün mermer ocaklarında makro veya mikro süreksizliklere rastlamak mümkündür. Bu oluşumlar, çoğunlukla doğaltaş ocağının bulunduğu bölgenin jeolojik ve tektonik yapısına bağlı olarak değişmektedir. Makro süreksizlikler içeren doğaltaş ocağı kısımlarında blok elde etme verimi çok düşük olsa da, buralardan moloz elde etmek mümkündür. Bu amaca ulaşmak için, ocakta bulunan iş makinelerinin ilgili kısımlarda süreksizliklerce parçalanmış, blok vermeyen parçalı, kayaçları, iyice kırarak kamyonlara yüklenebilecek hale getirmeleri gerekmektedir. Doğaltaşın yapısına zarar verdiği için patlayıcı kullanılmadan yapılacak bu parçalama ve moloz taşıma işlemi doğaltaş ocağındaki maliyetleri artırmaktadır. Aşağıda verilen Şekil 3.2’de gösterilen iş makinesinin önde olanı kırma işlemi yaparken diğeri ocaktaki molozlardan yükleme işlemi yapmaktadır (Güneş ve Arkadaşları, 2017). Bu ve benzeri görüntüler içeren doğaltaş ocakları düşünüldüğünde, ocak işletim masraflarının artmasına neden olan süreksizliklerin önemi daha iyi bir şekilde ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.2. Hidrolik kırıcı ve pasanın yüklenme durumu (Güneş ve Arkadaşları, 2017)

İşletmeye alınmadan önce üzeri sediman (toprak) kaplı doğaltaş rezervleri veya işletilmeye başlanılan kısmı normal seviyede olup ilerledikçe süreksizlikleri artan doğaltaş kaynaklarında, süreksizlikler ocak çalışmasını ve geleceğini etkileyen unsurlar olabilmektedir. Makro ve mikro süreksizliklerden dolayı birçok ocakta bazen blok üretimi yapılamamakta ve üretime ara verilmektedir. Çünkü süreksizliklerin hakim olduğu ocak kısmının boşaltılması ve temizlenmesi oldukça zahmetli ve zaman alıcı bir uğraştır. Süreksizlikler tarafından parçalanmış bu kısımların moloz olarak üretilebilmeleri için iş makineleri belirli bir süre doğaltaş bloğu üretmenin dışındaki bir amaç için çalıştırılmaktadır. Bu süre içinde makineler arıza verebilecek ve tamiri uzun sürebilecektir. Böylesi beklenmedik durumlar da asıl amaç olan doğaltaş blok üretiminin süresini arttıracaktır. Ülkemiz doğaltaş işletmeciliğinde öyle durumlar olabilmektedir ki, açılan doğaltaş ocak ağzında (ocak ilk basamaklarında), önceden görülemeyen mikro süreksizliklerin etkili olduğu görülüp, o bölgede birkaç ocak ağzı denemesi daha yapıldıktan sonra ilgili ruhsat sahası daha fazla yatırım yapılmadan terk edilebilmektedir.

4. DOĞALTAŞ BLOK KESİM MAKİNELERİ

Doğaltaş madenciliğinde plaka üretim sürecini etkileyen faktörler, doğaltaş rezerv özelliklerinden başlayarak, blok üretim sürecini, taşımacılık şartlarını ve doğaltaş kesim fabrikalarında blokların plakalar halinde kesilmesi şartlarını ve değişkenlerini içine almaktadır. Son ürün olarak satılmak istenen doğaltaş plakalarına, satışa arz edilinceye kadar yapılan masraflar, ürünün satış fiyatını etkileyeceğinden, doğaltaş üretiminde kayıpların ocak şartlarında ve fabrika kesiminde azaltılmasının önemi büyüktür. Doğaltaş ocaklarından elde edilen doğaltaş bloklarının süreksizlik içeriği bu blokların, blok olarak satış fiyatlarını etkilerken, bu blokların fabrikalarda plaka üretmek için kesilirken kayıplarını da etkileyecektir. Doğaltaş bloklarından kesim yapan kesici makinelerin özellikleri ve blok süreksizlikleri ele alınarak, daha fazla nasıl plaka yüzey alanı elde edilebileceği, her maden mühendisinin üzerinde düşünmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kesim makinelerinin kesim işlemi sırasında, ek çatlamalara yol açmaması, işçilik hatalarını en aza indiren işlemler zincirine sahip olmasının önemi büyüktür. Doğaltaş bloklarının üretim süreci genel olarak aşağıdaki işlemleri içine almaktadır;

- . Doğaltaş ocaklarında blokların hazırlanması ve fabrikaya nakledilmesi,
- . Fabrikada istenilen siparişlere göre blokların plaka veya levhalara kesim işlemi,
- . Plaka veya levha yüzeylerinin cilalanması,
- . Siparişlerin hazır hale getirilip paketlenmesi.

Doğaltaş, mermer kesim fabrikalarının kurulumu, ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Bu tesislerde bulunan makineler kısımlara ayrılmaktadır. Bu kısımlara örnek verecek olursak; blok kesme, moloz kesme, kafa (baş) kesme, köprü kesme, cilalama, fırınlama, honlama v.d. bu kısımlardandır. İlk yatırım maliyetleri oldukça yüksek olan bu doğaltaş kesim makinelerinin periyodik bakım ve kontrollerinin de bir maliyeti olduğu unutulmamalıdır. Bu işlemlerin gerekirse bir çizelge tutulup not edilerek takibi gerçekleştirilmelidir. Aksi halde doğaltaş kesim fabrikasındaki herhangi bir makine bilinmedik bir yerden ve beklenmedik zamanda arıza verip bütün tesisi durdurabilir. Doğaltaş kesme fabrikalarında işlemler zinciri birbirini takip ettiğinden makinelerin verimli ve bozulmadan çalışması önemlidir. Bir yerde oluşan bir aksaklığın doğaltaş kesme fabrikasında bütün sistemi (üretimi) durdurabileceği unutulmamalıdır. Bunun

ötesinde kesim makinelerinde oluşan düzensizliklerden dolayı fabrikada gereksiz plaka kayıplarının oluşması, bu tesislerde çalışan maden mühendislerinin beklentileri içinde olmalı ve bu makinelerin standart çalışma şartları takip edilerek tesisteki bütün makinelerin standart dışı ürün kesim işlemleri engellenmelidir.

4.1. Doğaltaş Blok Kesme Makineleri ve Özellikleri

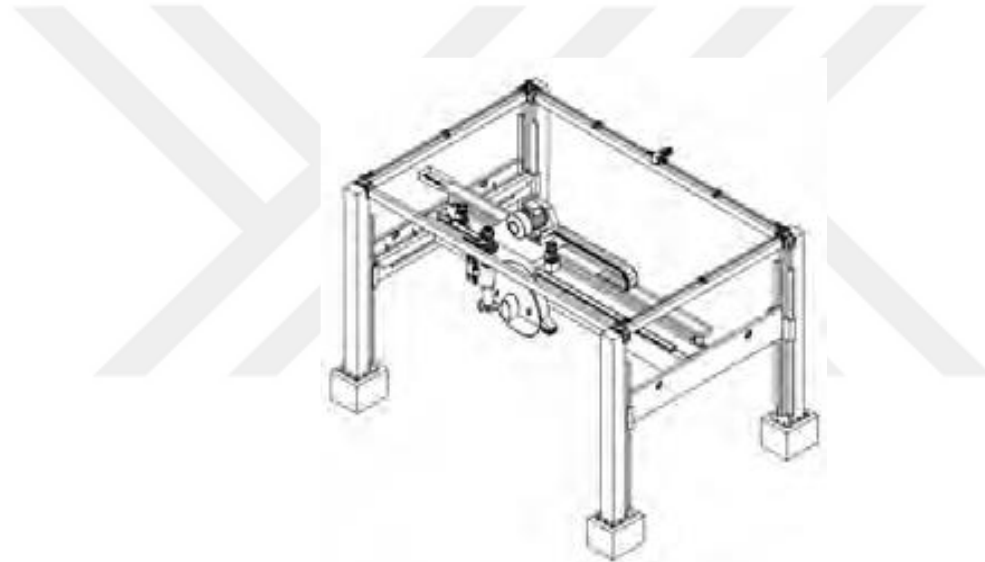
Doğaltaş kesme fabrikalarına getirilen blokların kesim işleminde kullanılan makineleri 3 grupta toplayabiliriz. Bunlar; a) Dairesel testereli blok kesiciler, b) Lamalı blok kesiciler, c) Telli blok kesicilerdir. Farklı kesme teknolojileriyle üretilen bu makineler üzerinde araştırma yapan Ersoy ve Yeşilkaya, (2013), araştırmalarında inceledikleri 3 farklı modelin özelliklerini Çizelge 4.1’de verdikleri şekilde özetlemişlerdir.

Çizelge 4.1. Dairesel, lamalı ve telli doğaltaş blok kesicilerin özellikleri (Ersoy ve Yeşilkaya, 2013)

ÖZELLİKLER	Dairesel testereli blok kesici (ST, 1600 mm)	Lamalı blok kesici (Katrak, 80 lama)	Telli blok kesici (Multiwire, 68 sıra)
Maksimum Yükseklik	5160 mm	5230 mm	6800 mm
Maksimum Genişlik	5610 mm	4500 mm	4400 mm
Maksimum Uzunluk	8160 mm	13150 mm	1150 mm
Kesici Ünite	Φ1600 mm düşey testere ve Φ40 mm yatay testere	80 adet lama (4550 mm)	68 sıra elmas tel
Kesme Yüksekliği	610 mm	2050 mm	2200 mm
Kesme Genişliği	2300 mm	2000 mm	1975 mm
Kesme Uzunluğu	3500 mm	3300 mm	3500 mm
Ana Motor Gücü	132 kw	132 kw	315 kw
Toplam Motor Gücü	162 kw	143 kw	335 kw
Soket hızı	470-520 dv/dk	75 cm.1/dk	20-35 m/sn
Kesici Batma Hızı	0,4 m/dk	300 mm/sa	800 mm/sa
Kesici Kalınlığı	12 mm	8 mm	11 mm
Su Tüketim	200 lt/dk	800 lt/dk	1000 lt/dk
Aşındırıcı Tüketimi	5000-8000 m ² / testere	16000-20000 m ² / 80 lama	35-45 m ² / m tel
Aşındırıcı Tutarı (ABD doları)	1 500 \$ /takım testere	13 000 \$/80 lama	75 \$/m
Makine Fiyatı (ABD doları)	70 000-100 000	200 000-350 000	650 000-800 000
Montaj gideri (ABD doları)	10 000-15 000	40 000-50 000	20 000-30 000
Titreşim	Düşük	Çok yüksek	Düşük
Gürültü	83,9-88,6 dBA	77,2-82,5 dBA	73,1-76,8 dBA
* Üretici firma verileri, ** Gözlenen veriler			

4.1.1. Dairesel testereli blok kesiciler

Bu makinelerin çalışma sistemleri ve mekanizmaları birbirinden farklıdır. Dairesel testereli blok kesicilere, ST denilmektedir. Bunlar piyasada 2 veya 4 ayaklı olarak satışa sunulmaktadır, 4 ayaklı ST kesicilerin en büyük avantajı dengedir. ST blok kesici makinelerde 2 adet dairesele testere bulunmaktadır. Biri dikey diğeri ise yatay konumda kesim yapmak üzere makine üzerine yerleştirilmiştir. Yatayda olan dairesele testerenin çapı dikey olan testereden daha küçüktür. Dikey olan testere üretilemek istenen mermer plakaların genişliğini oluşturacak şekilde kesim yaparken, yatay pozisyonda kesim yapan testere ise üretilen plakanın kalınlığına göre kesim yapmaktadır. ST, dairesele testereli blok kesici makinenin en büyük avantajı, çeşitli şekillere sahip mermer bloklarını kesebilmesidir.

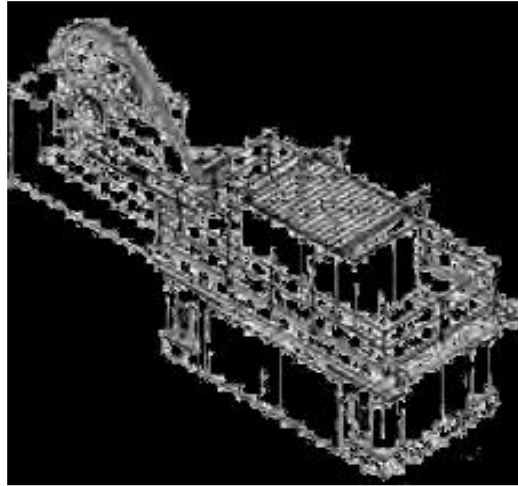


Şekil 4.1. Dairesel testereli mermer blok kesici, ST, makine (4 ayaklı), ST (Ersoy ve Arkadaşları, 2017)

Bu makinede kesmek üzere makineye yerleştirilen doğaltaş bloklarının 3 boyutlu görünüşleri ne olursa olsun ST makine kesimi ile dilimleme, bıçakla peynir dilimleme işleminde olduğu gibi mermer bloğunu keserek küçültülmesi işlemidir. Bu kesme tekniği nedeniyle ST makinelerde yapılan kesimlerde kayıplar, fire verilmesi, fazla olmaktadır. Çünkü, pratik çalışmalarda ST kesme makinelerinde genellikle düzgün veya homojen özelliklere sahip doğaltaş blokları kesilmez, bu makinelerde daha çok moloz, düzgün olmayan, yamuk şekilli doğaltaşların kesimi yapılmaktadır. ST makinelerinin sağladığı özel avantajlar olsa da, doğaltaş kesme fabrikaları için, ST makinelerinde ortaya çıkan kayıpların fazlalığı bu makineler için bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.1.2. Lamalı blok kesiciler

Doğaltaş bloklarını komple bir hamlede kesen makinelerdir. Bu makineler kesici olarak doğaltaş kesme fabrikalarının en büyük makinelerini oluştururlar. Lama kesici testerelerle doğaltaş bloğunu kesen bu makinelere “Katrak makinesi” de denilmektedir. Üretim amacına uygun olarak katrak makinesine yerleştirilebilen 60, 80 veya 100 adet lama testereden dolayı bu makineler bu değerlere göre isimlendirilmektedirler. Bu makinelerin kesim kısmına doğaltaş bloklarını taşımakta kullanılan vagonlarına sığacak özellikte taban alana sahip doğaltaş blokları ve bu blokların katrak makinesinin kesim yapılacak haznesine göre ayarlanan yükseklikleri, kesilecek mermer bloğun maksimum hacmini belirlemektedir. Katrak makine özelliklerine göre değişebilen bu maksimum hacimden daha küçük hacimli doğaltaş bloklarının kesim işlemi de bu makinelerde yapılabilmektedir. Bu durumda kesim yapacak lama testerelerin sayısı plaka kalınlık durumuna göre ayarlandıktan sonra, kesimi başlatacak lama-grubu mermer bloğunun yüksekliğine göre bloğun üstüne yakın mesafeye kadar indirilir. Lamalı blok kesici makinelerinin doğaltaş kesim fabrikalarındaki uygulamalarında, blok kesimi sırasında oluşan kayıpların ve makine kesim veriminin, ST blok kesici makinelere göre daha uygun oldukları belirtilmektedir. ST blok kesiciler, makine özelliklerinden dolayı (dairesel testere ile kesim işleminin oluşturduğu teknolojik sınırlamalardan dolayı) büyük boyutlara sahip doğaltaş bloklarını kesmeye uygun değildir. Bu nedenle ST makineler sadece “ölçülü”, yani ebatları belirlenmiş, katrak makinesine göre çok daha küçük boyutlara sahip plaka şeklindeki ürünlerin kesiminde kullanılırlar.



Şekil 4.2. Lamalı mermer blok kesici, LK, katrak, makine, (Ersoy ve Arkadaşları, 2017)

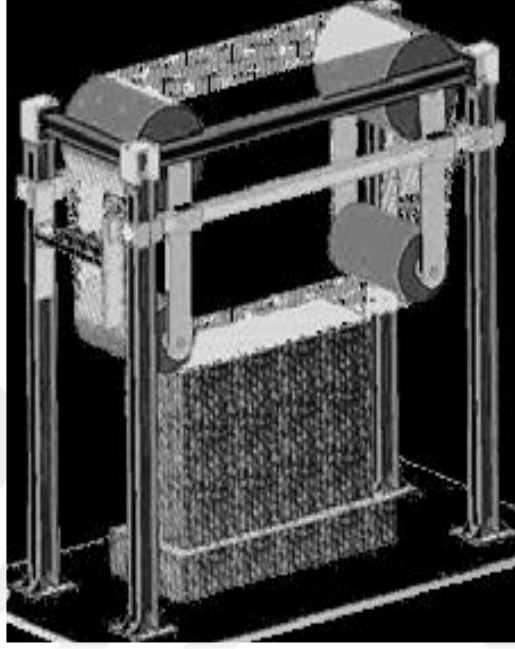
Lamalı doğaltaş blok kesiciler, kesim haznesine yerleştirilen doğaltaş bloğunu dikey olarak kesen çok sayıda lama testereleri sayesinde, bloğu boylu boyunca keserek önceden ayarlanmış kalınlıklarda büyük plakalara bölen makinelerdir. Bu özelliklerinden dolayı lamalı blok kesiciler; kesim haznesine yerleştirilen doğaltaş bloğunu ayarlanan farklı kalınlıklarda (plaka kalınlığı 2 cm, yüksekliği 1,8 m ve uzunluğu 3 metre civarında) keserek, bloğu büyük plakalar halinde (katraklar) dilimleyen makineler olarak doğaltaş kesme fabrikalarının değişmez ve önemli makineleri durumuna gelmişlerdir.

Bu yönlerinin yanında lamalı kesicilerde düzgün olmayan, yamuk şekilli, küçük doğaltaş bloklarının kesiminin verimli sonuç vermediği görülmektedir. Kesim haznesine sığabilecek boyutta doğaltaş bloğu kesen bir lamalı kesicide, eğer plakalar kesim sırasında kırılmazsa kayıplar sadece lama testerelerin kalınlıklarından dolayı oluşan kesilmiş mermer mili, şılamından ve yan kapakların kırılmasından dolayı olmaktadır. Bu kayıpların miktarı, Elazığ'da incelenen doğaltaş kesme fabrikalarında, kesimi yapılan blokların hacimsel olarak yaklaşık olarak % 15-20 oranına yaklaşabilmektedir. Eğer lamalı kesicilerde daha küçük boyutlu ve şekilleri düzgün olmayan, parça, moloz, blokların kesimi yapılırsa bu sefer kayıplar çok daha yüksek oranlara, % 25-35 değerlerine, ulaşabilmektedir.

4.1.3. Telli blok kesiciler

Telli doğaltaş bloğu kesme makineleri (Multiwire cutters) doğaltaş maden ocaklarında kullanılan ve elmas telle yerinde anakayaçdan blok kesimi yapan makinelere benzer şekilde, fabrikalarda doğaltaş bloklarından plaka kesimi için üretilmişlerdir. Bu makinelerde, kesim haznesine konulan doğaltaş bloğunu kesecek olan kesici elmas tellerin aralıkları ve sayısı ayarlanarak istenilen kalınlıkta plakaların kesimi sağlanmaktadır. Lamalı blok kesicilere göre avantajlarından birisi sessiz çalışmasıdır. Bunun yanında doğaltaş ocaklarında elmas telle kesim yapan makinelerin yol açtığı tehlikeler, kesim fabrikalarında kullanılan makine tiplerinde de mevcuttur. Doğaltaş ocaklarında yerinde yapılan blok kesim işlerinde kullanılan elmas tel kesme makinelerinde, elmas tellin kopması sonucu soketlerin veya çelik tellin yerinden çıkarak fırlamasının çok tehlikeli iş kazalarına yol açma potansiyeline sahip olduğunu bütün maden mühendisleri bilir. Benzer kazalara karşı önlemleri alınan fabrika içi telli blok kesme makinelerinin de bu tür kazalara yol açma potansiyelinin olduğu unutulmamalıdır. Telli blok kesme makinelerinde kullanılan elmas soketlerin tasarımına

ve aşınma durumlarına göre, kesilen plakalarda iz bırakma ihtimallerinin olduğu, bu makinelerin bakımlarının düzenli olarak yapılması gerektiği açıktır. Teknik kuralları dahilinde kullanıldığında, doğaltaş bloklarını daha sessiz bir şekilde plakalar halinde kesen bu makineler zaman içinde doğaltaş kesme fabrikalarında daha da fazla sayıda yerlerini alacaklardır.



Şekil 4.3. Telli mermer blok kesici makine, TK, (Ersoy ve Arkadaşları, 2017)

5. MERMER PLAKA ÜRETİM HATLARININ ÖZELLİKLERİ

Doğaltaş ocaklarında, ana kayaç yapısından kesilerek uzaklaştırılan doğaltaş blokları, doğaltaş piyasasının veya blok almak isteyen müşterilerin siparişleri doğrultusunda boyutlandırılarak ocaktan satışa veya taşınmaya hazır hale getirilmektedir. Bu işlemler sırasında doğaltaş bloklarına ek süreksizlik, fissür eklenmemesi en önemli doğaltaş ocağı işletim kuralıdır. Bloklar bir yerden bir yere taşınırken yükleyicilerin hidrolik tutucu kollarından düşürülürse, başka bir blok satışa hazır hale gelen bloğa çarparsa, yükleme yapılırken bloklar yüksekten yerlerine konulmak için bırakılırsa, atılırsa, bloklar içinde oluşan ekstra çatlaklardan dolayı, bu blokların fabrikalarda kesimi sırasında ortaya çıkan kayaç kayıplarında artışlar olabilecektir. Nakliye kamyonlarına veya treyler kasalarına yüklenen doğaltaşların kesim fabrikalarının blok stok sahasına sarsmadan indirilmeleri bu blokların kesime hazır hale gelmelerinin işaretidir. Doğaltaş ocaklarından seçilerek fabrikaya gönderilen blokların ne kadar uzaklıktan taşınacağı, doğaltaş türüne ve doğaltaş kesme fabrikasının lokasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Bu mesafe bazı satışlarda Türkiye'den Çin'e veya ABD'ye olan mesafe olabilmektedir. Kesim fabrikalarına gelen blokların kesimi için bu aşamadan, plaka haline gelinceye kadar yapılan işlemler şunlardır;

- . Kaldırma, aktarma işlemleri,
- . Kesme işlemleri,
- . Ebatlama işlemleri,
- . Parlatma ve cilalama işlemleri.

5.1. Plaka Üretim Hatları ve Özellikleri

Doğaltaş kesim fabrikalarında, hedefte olan doğaltaş plakalarını, fabrika stok sahasından seçilen bloktan keserek elde etmenin yolu, bloğun dilim dilim kesilmesidir. Kesim fabrikalarında ilk aşamada kullanılan en önemli kesim makinesi lamalı blok kesme (katrak) makineleridir. Daha sonra kesilen plakalar vinçler kullanılarak diğer makinelere aktararak istenilen boyutlara kadar küçültülme işlemlerine devam edilir. Bu makineler kafa kesme ve cilalama makineleridir. Bu makinelerin çalışma prensipleri, doğaltaş bloklarından ve plakalarından kesim yaparken oluşan kayıpların nedenlerini açıklamak için incelenmiştir. Kayıpların büyük bir çoğunluğu doğaltaş bloklarındaki süreksizlikler nedeniyle olmakla birlikte, kesim makinelerinde oluşan istenmeyen

salınımlar ve titreşimler de plakaların çatlamasına neden olabilmektedir. Doğaltaş kesim fabrikalarındaki bütün makinelerin kayıpları artırıcı faktörler olmaması için gerekli bütün önlemlerin alınması ve bakımların yapılması gerektiğini bu fabrikalarda çalışan maden mühendisleri bilmektedir. Bu işlemlerin yapılması onların görevleri arasındadır.

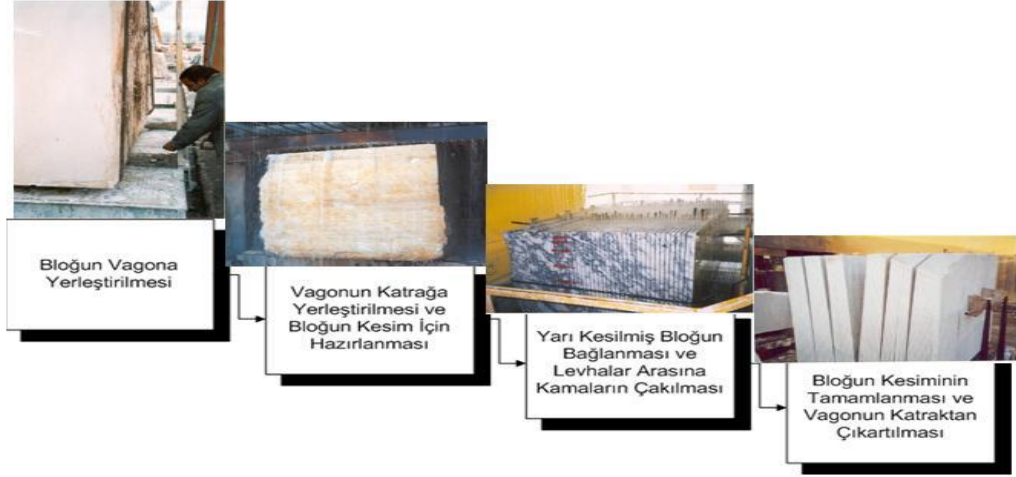
5.1.1. Lamalı blok kesim makineleri, katraklar

Lamalı blok kesim makineleri (Katrak makineleri), bugünün şartlarında en verimli plaka kesim makineleridir. Lamalı kesim makinelerine konulan doğaltaş bloğunun genişliğine ve makinede kullanılan kesici lama testere sayına bağlı olarak birçok plaka kesimi yapabilmektedir. Doğaltaş bloklarda kesim sırasında, blok dış kenarlarında oluşan düzeltim parçalarının, (yan kapakların), kırılması dışında, makinede kullanılan lama sayısı kadar doğaltaş plakası almak mümkündür. Katrak makineleri büyük boyutlu olduklarından, çalışmadan önce ve çalışırken gerekli bütün iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alındıktan sonra blok kesme işlemi başlatılır. Kesim işi uzun süren bir süreç olduğu için blok büyüklüğüne göre günde bir veya iki blok kesimi yapılabilmektedir. Katrak makinelerinde kesme işlemi, doğrusal hareket eden lamaların kesici kenarlarına sert lehimle tutturulmuş elmas soketlerin doğaltaş bloğunu aşındırmasıyla oluşur, (Megep, 2011).



Şekil 5.1. Lamalı blok kesme, katrak, makinesi (Megep, 2011)

Katrak makinesine yerleştirilecek doğaltaş bloğu seçilerek, stok sahası vinci yardımıyla katrak makinesinin taşıma vagonuna konulur. Doğaltaş bloğunun 3 Boyutlu şekli ve vagona yerleştirme pozisyonu, kesim sırasında oluşacak olan kayıpların miktarı, fire miktarı, açısından üzerinde durulması gereken çok önemli bir parametredir. (Megep, 2011).



Şekil 5.2. Katrak makinesi, mermer plaka kesim işlemleri (Megep, 2011)

Katruk makinesi taşıma vagonuna konulan mermer bloğunun uygun bir şekilde sabitlenmesi gereklidir. Katruk makinesinde kullanılan lama testerelerin ileri-geri hareketinden ve oluşturdukları titreşimlerden dolayı doğaltaş bloklarının pozisyonunda kaymalar olabilmektedir. Bunun önlemini alabilmek için vagon yüzeyinde bulunan takozlara alçı uygulanarak kesilecek olan mermer bloğu sabitlenmektedir. Ülkemiz şartlarında katruk makinesinde yapılan kesimlerden istenilen, et kalınlığı 2 cm civarındaki büyük plakaların alınmasıdır. Taşıyıcı vagon üstünde lamalar altına getirilen doğaltaş bloğunun kesim için ayarlaması yapıldıktan sonra, taşıyıcı vagon kelepçeli mekanizmalarla katruk makinesinin ana gövdesine vidalı bağlantı ile sabitlenir. Böylece kesim sırasında oluşabilecek sarsıntılar engellenmiş olur (Şekil 5.3) (Megep, 2011). Doğaltaş bloğunun sarsıntıyla küçük hareketler içinde olması, plaka kesimi sırasında ek çatlamalara neden olabilmektedir. Bu nedenle kesimi yapılan doğaltaş bloğunda oluşan titreşimi azaltmanın önemi büyüktür.



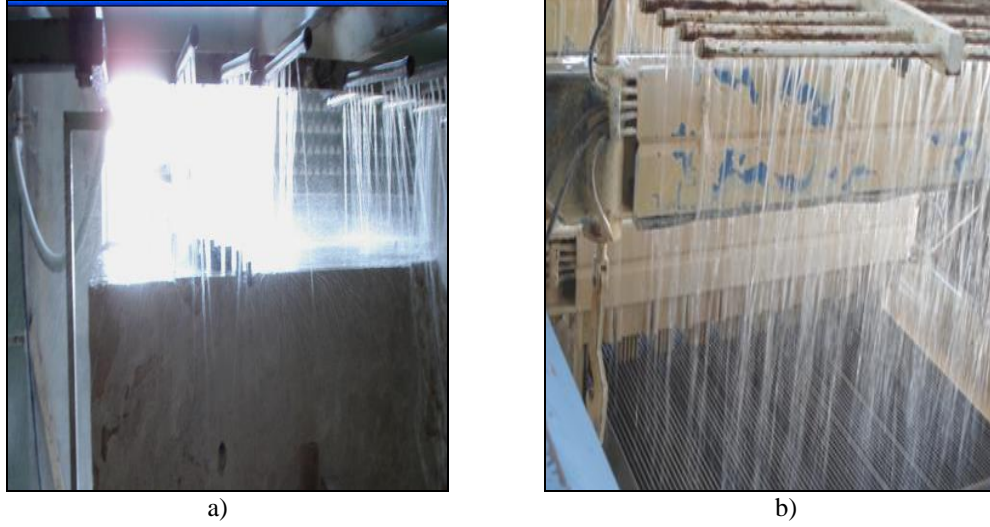
Şekil 5.3. Transfer arabası ve vagon yardımıyla blok yüklemesi ve sabitlemesi (Megep, 2011)

Doğaltaş cinsine ve sertliğine göre lamalı testerelerin ilerleme miktarı makinelerin özelliğine göre (ayarlanabilir minimum hız), 0-60 cm/saat civarındadır. Bu makinelerin blok içine doğru ilerleme (iniş) miktarı: 30-45 cm/saat değerleri arasında değişiklik gösterebilmektedir.

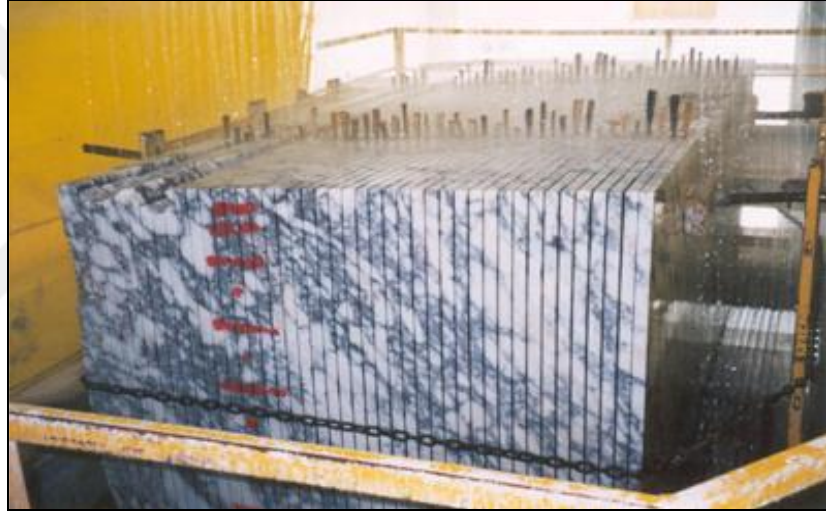
Katruk makinelerinde blok kesimi yapılırken kesilen doğaltaşın sertliği ve aşınmaya karşı gösterdiği direnç önem arz etmektedir. Katruk makinelerindeki lama testerelerin mermer blok kesimi işlemine ilk başladıkları sırada bloğa gömülerek elde ettikleri ilerleme hızı 8-10 cm/saat olabilmektedir. Daha sonra kesim işlemi devam ettikçe, lamalar kesim yerlerine alışıarak kesim çizgileri üzerinde kesilen blok içine doğru daha fazla gömülmektedir. İlk kesim anını tamamlayan katruk makineleri daha sonra normal ilerleme hızına ulaşmaktadırlar. Katruk makinelerinde ortalama kesim hızı, orta sertlikteki doğaltaşlar için 30 cm/saat, yumuşak sertlikteki doğaltaşlar için 40 cm/saat olabilmektedir.

Doğaltaş bloklarının kesim sırasında parçalanmadan büyük plakalar halinde kesilebilmesi kayıpları azaltıcı olduğundan özel önem taşımaktadır. Bu amaçla plakaların kesimi sırasında kayacın özelliklerinden değil de, kesim makinesindeki sarsıntılardan, kaymalardan dolayı kesilen plakaların kırılıp kayıp vermesinin önüne geçmek için bazı pratik uygulamalar yapılmaktadır. Eski tip katruk makinelerinde doğaltaş bloğunun kesim işlemi sırasında, lama testereler kesim işlemine devam ederlerken, bloğun bu testerelerin üstünde kalan plakalanmış kısmında yan yana kesilmiş olarak bulunan plakaların kırılmaması için destekleme vazifesi gören kamaların yerleştirilmeleri bu pratik önlemlerin birisidir, (Megep, 2011). Yeni tip katruk makinelerinde plaka aralarına kama yerleştirme söz konusu değildir. Yeni tip katruklarda lamaların çevresine ızgara şeklinde takılmış parçalar bulunmaktadır. Bunlar plaka aralarını sabitlemektedir. Şekil 5.4 eski ve yeni tip katruk makinelerinde kesilmiş plakaların durumunu göstermektedir.

Katruk makinelerinde kesilmekte olan plakaların kırılmasını önlemek için yapılan uygulamaların bir diğeri, lama testerelerin kesim işlemine ilerletip, kesilen bloğun yarı boyunu geçmelerinden sonra kesilen plakaların etrafının zincirle bağlanması (Şekil 5.5) eskiden uygulanan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunu nedeni plakalarda kaymayı ve kırılmaları önlemektir. Fakat gelişen ve geliştirilen yeni teknolojilerde bu sorun katruk makinelerinde aşılmış, makinelerde böyle bir önlemin alınmasına artık gerek duyulmamaktadır.



Şekil 5.4. a) Eski tip katrik makinelerinde kesim sonuna doğru kesilen plakalar arasında yerleştirilen kamalar, b) Yeni tip katriklarda kamalama işlemi (Megep, 2011)



Şekil 5.5. Yarı veya yarıdan daha fazla kesilmiş olan doğaltaş bloklarında, kesilmiş plaka çevrelerinin zincirle sarılması (Megep, 2011)

Katrik makinelerinde, problemsiz, kayıpların en az seviyede olduğu kesim işlemleri yapabilmek için operatörlerin kesim işleminde uyguladıkları pratik işlemler de plakaların kırılmalarını önlemede önemlidir. Doğaltaş bloklarının kesimine başlamadan önce lama testerelerin doğaltaş bloğuna giriş yaparken kesme hızları azaltılarak, bu nispeten düşük kesme hızlarında, lama testerelerin blok üstünde kendilerine kesim çizgisi, yuva, oluşturması beklenilir. Daha sonra katrik makinesinin kesim hızları artırılarak normal blok kesme hızına ayarlanır. Kesim hızı, lama testerelerin doğaltaş bloğunun tabanına yaklaştığı seviyelerde, tekrar azaltılarak kırılmaların önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Katrik makinelerinde doğaltaş blok kesim verimini artırabilmek için, katrik strok sayısı 102 olarak elde edilmiştir. Aşağıda (Çizelge 5.1)

katrak makinelerinin kesme verimini etkileyen faktörler verilmektedir, (Megep, 2011). Bu parametrelerin çokluğu ve parametrelerin belirsizlik içerikleri, kesim sırasında oluşan kayıpların nedenini incelemeyi zorlaştırmaktadır. Katrak makinesinde kesme işlemi tamamlandıktan sonra, doğaltaş bloğu büyük plakalara bölünmüş durumda katrak makinesi içinde kalır. O plakaların dikkatlice düşürülmeden, parçalamadan katrak makinesi içinden uzaklaştırılıp diğer işlemlerin yapılacağı yerlere götürülmeleri gerekir. Bu işlemler genellikle şu sırayla yapılmaktadır;

- . Katrak makinesi durdurulur.
- . Kesilmiş plakaların topluca üzerinde bulunduğu taşıyıcı vagon katrak makinesi dışına alınır (Şekil 5.6),
- . Vagon üstündeki plakalar vinç yardımıyla boyut küçültme, kesme, işlemlerine götürülür.

Çizelge 5.1. Katrak makinelerinde kesme verimini etkileyen faktörler (Megep, 2011)

Kesilecek doğaltaşla ilgili doğal, sabit, parametreler	Elmas lamalı katrak makineleriyle ilgili değişken parametreler	Ortam koşulları
<ul style="list-style-type: none"> . Fiziki ve mekanik özellikler, . Kimyasal özellikler, . Minerolojik özellikler, . Petrografik özellikler, . Dokusal özellikler, . Yapısal özellikler, 	<ul style="list-style-type: none"> . Kesme hızı, . Soketler arasındaki mesafe, . Soketlerin yapısı, . Su miktarı ve basıncı, . Suyun temizliği ve pH değeri, . Kesilen blok boyutları, . Makinelerin yapısı ve motor gücü, . Testere boyutları, yapısı ve sayısı, . Testelerde bulunan elmas taneleri ile mermer arasındaki kuvvetler, . Titreşim, 	<ul style="list-style-type: none"> . Teknik eleman . Kesim tekniği



Şekil 5.6. Doğaltaş blok kesiminin tamamlanması ve taşıyıcı vagonun katrak makinesinde çıkartılması (Megep, 2011)

Katrak makinesinin taşıyıcı vagonundan alınan büyük plakalar dikey bir şekilde stoklanır (Şekil 5.7). Bu pozisyonda vinçlerin plakaları tutup taşımaları daha pratik ve hasarsız olabilmektedir. Büyük plakaların kesim fabrikası içindeki stoklanma şartları satış durumuna göre değişmektedir. Büyük plaka halinde ürün isteyen müşterilerin siparişlerinin, veya büyük plaka halinde satılma amacıyla kesilen plakaların ayrı bir lokasyonda, saklanması yararlı bir uygulamadır. Doğaltaş kesme fabrikası içinde daha küçük boyutlarda plakalar üretilmek için ayrılan katrak makinesi çıkışlı büyük plakaların da ayrı bir yerde stoklanmasında ve sonrasında dikkatlice, sarsmadan kesime gönderilmesi önemlidir. Bu aşamalarda çalışan işçilerin özel eğitilmiş olmaları, günlük işlenen doğaltaş plaka sayısını artırma amaçlandığında, işçilerin dikkat seviyeleri, onların vardiya içinde davranış biçimleri ve işlerine konsantre olma süreleri dikkate alınarak görev verilmesinin önemli olduğu açık bir durumdur. Fabrika içinde küçük kesme işlemlerine gönderilme aşamasındaki katrak makinesi çıkışlı büyük plakaların maliyetleri düşünüldüğünde, doğaltaş ocağının ilk kademesinin açılmasından önceki madencilik ruhsatlama aşaması dahil madencilik faaliyetleri ve bunların maliyeti, doğaltaş ocağı maliyeti, ocakta ortaya çıkan kayıpların maliyeti, ocakta ve fabrika içindeki makinelerin, işçilerin, fabrika binasının v.d. nin maliyetleri de düşünülmelidir. Bu nedenle doğaltaş plakaları satışa hazır duruma getirilirken, ne kadar son işlem kısmına yakınsalar, işçilerden ve makine arızalarından dolayı oluşacak kayıpların en aza indirilmesi o kadar çok önemlidir. Fabrikadaki üretim hattı işçileri ve fabrikadaki makinelerin bakımından sorumlu işçilerin bunun bilincinde olmaları gerekir. Sadece “iş” için çalışan iş gücünün bulunduğu; çalıştığı pozisyonun ve önüne gelen mermer plakasının arkasındaki çalışmaların külfetini bilmeyen, (eğitilerek öğretilmeyen) kişilerin bulunduğu; vardiya maliyeti yüzünden durmadan işçi değiştiren işyeri sahiplerinin bulunduğu; doğaltaş oluşumunu kavramak istemeyen ve bu kayaçlar içindeki süreksizliklerin bazılarının görülemeyeceğini fark edemeyen kişilerden oluşan bir iş yerinde; verimli bir doğaltaş plaka üretiminin, kayıpların azaltıldığı bir çalışmanın, varlığı çok zor olacaktır.

Son zamanlarda geliştirilen robotik kol sistemleri doğaltaş kesme fabrikalarında da kullanılmaya başlanılmıştır. Bu kolların uygun amaçlar için tasarlanmasıyla kesim aşamasındaki plakalar bir lokasyondan, makineden, diğer bir makineye bu kollar yardımıyla taşınabilmektedir. Bunlar pnömatik basınç ile plakanın her yerine aynı miktarda vakum uygulayarak, taşınacak plakayı alıp stok veya kesim alanına, makinele-



Şekil 5.7. Katrak makinesi çıkışında taşıyıcı vagondan vinç yardımıyla plakaların alınarak, kesilmiş plaka stok yerlerine konulması (Megep, 2011)



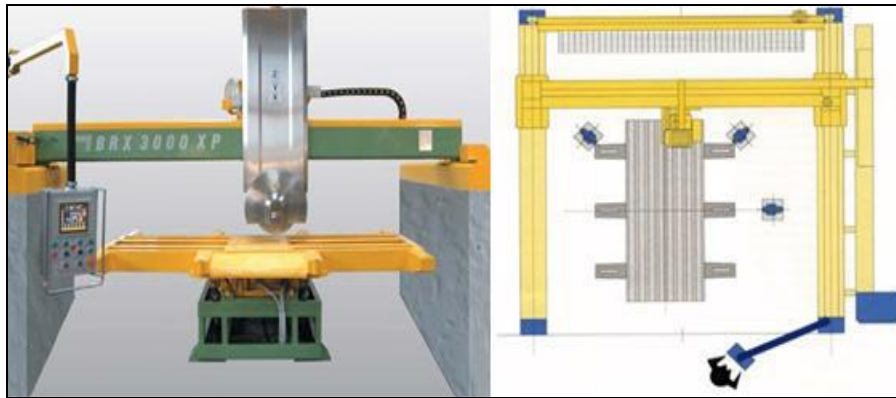
Şekil 5.8. Robot kol tarafından yapılan plaka istiflemesi (Megep, 2011)

re, götürmektedir (Megep, 2011). Robotik kol sistemlerinin, vinç ile kaldırmaya ve taşımaya göre avantajları vardır. Çünkü vinç ile taşıma işleminde, vinç tutucu aparatlarını kullanarak taşınan doğaltaş plakasının küçük bir hacmine hükmetmek mümkündür. Bu küçük alana yoğunlaşan plaka ağırlığından dolayı plakada beklenmedik çatlamlar olabileceği unutulmamalıdır. Robotik kol, taşınmak istenen doğaltaş plakasının geniş bir hacmine eşit miktarda vakum uygulayarak doğaltaş plakasını kaldırdığı için, (Şekil 5.8), plakalarda oluşabilecek çatlamlara, dolayısıyla oluşabilecek parçalanmalara, kayıplara karşı daha etkili olduğu düşünülebilir.

5.1.2. Köprü kesme makineleri

Doğaltaş kesme fabrikalarında bulunan köprü kesme makineleri, katrak makinelerinde doğaltaş blokları büyük plakalar haline getirildikten sonra yapılan kesme işlemlerinde kullanılır. Katrak makinesi çıkışı stoklanarak bekletilen veya direkt olarak diğer kesme işlemlerine alınacak büyük plakalar, köprü kesme makinelerine getirilir. Bu

işlem için vinç veya robotik kol sistemleri kullanılmaktadır. Köprü kesme makineleri, katarak çıkışı kenarları hala katarak makinesine giren doğaltaş bloğunun kenarlarında ve üstünde bulunan küçük girinti-çıkıntılar bulunan büyük plakaları dikey ve yatay olarak istenilen boyutlarda (en-boy) kesmekte kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında uygulama verilerinin toplandığı doğaltaş kesme fabrikası Elazığ'da bulunmaktadır. Bu fabrikada bulunan köprü kesme makinesinin tipi testerenin hareketli, tablanın sabit olduğu makinelerdendir (Şekil 5.9). Köprü kesme makinesiyle yapılan plaka kesim işlemlerinde, siparişler veya satışa sunulmak için hazırlanacak küçük boyutlu plakaların ölçülü boyutlarına göre kesim yapıldıktan sonra, katarak makinesi çıkışlı büyük plakanın en son herhangi küçük boyutlu bir plaka kesilemeyecek, işe yaramayan geri kalan kısmı atılır. Asıl ürün olan küçük plakaların kesilmesi sonucu oluşan bu artık kısım, fire, kayıp, olarak hesaplanmaktadır. Katarak çıktısı büyük plakaların boyutları ölçülüp dosyalanır. Büyük plaka halinde satılmayacak olan ve küçük plaka boyutlarına göre köprü kesme makinelerinde kesilecek olan büyük plakalardan artık kısım olması beklenir. Çünkü küçük boyutlu plakaların kesim işleminde, sipariş boyutları dominant parametredir, kesimler bu boyutlara göre yapılır. Bu kaybın önlenmesi için doğaltaş ocağında anakayaçtan blok kesimi sırasında ve sonrasında fabrikalara gönderilecek doğaltaş bloklarının hazırlanma aşamasında, burada görevli mühendis ve işçilerin fabrikadan alacakları blok boyutlarına göre blok hazırlamalarının önemi büyüktür. Fabrikalar üretecekleri küçük plaka boyutlarına göre, kayıp değerleri azaltılarak kesilebilecek ocak çıkışlı doğaltaş blok boyutunu tespit ederlerse, bu ebatlara göre ocakta blok kesimi yapılabilirse, fire, kayıplar azaltılabilecektir. Bütün bu boyut ilişki değerlendirilmesinde, doğaltaşın kesim sırasında kayaç özelliklerinden, işçilik ve makine kusurlarından dolayı parçalanmaması beklentisi ön plandadır.



Şekil 5.9. Tablası sabit, kesme testeresi hareketli olarak üretilmiş, "köprü kesme makinesi" (Megep, 2011)

5.1.3. Doğaltaş plaka boyutlandırılmasında kullanılan kafa kesme makineleri

Kafa kesme makinesi, katarak çıktısı büyük plakaların, köprü kesme makinesiyle istenen en-boy uzunluğunda (genellikle 30 cm eninde) kesimi yapılırken, oluşan çatlaklar ve sonucundaki kırılmaları düzeltmek için kullanılmaktadır. Bu çatlak ve kırılmalar üretilmeye çalışılan küçük plakaların tam bir dikdörtgen kesit alanına sahip olmadan farklı kesit alan şekillerine sahip olmasına neden olmaktadır. Bu kırıklı, çatlaklı kısımlar “kafa (baş)” kesme makinelerinde (Şekil 5.10) kesilip atılarak düzeltilmektedir. Fabrikanın üretmek istediği küçük plaka boyutlarına göre, köprü kesme makinesi çıktısı plakalar kafa kesme makinesinde uzunlukları ayarlanarak kesilmekte, bu işlem sırasında artık parçaların kalması bazı durumlarda önlenememektedir. Ebatlı ürün hazırlanması sırasında oluşan bu fazla ve düzensiz kısımlar atılmaktadır. Bu durum da firelerin, kayıpların artmasına neden olmaktadır.



Şekil 5.10. Doğaltaş kesme fabrikalarında kullanılan kafa kesme makineleri (Megep, 2011)

5.1.4. Plakalara yapılan cila ve dolgu

Doğaltaş plakaları ham veya cilalı olarak satışa sunulmaktadır. Farklı cilalama işlemleri doğaltaş plakalarının bir tarafına, yüzeyine, yapılarak bu yüzeyin desen ve renklerinin göz önüne çıkmasını sağlamakta, doğaltaşın estetik görünüşünü ortaya çıkarmakta, ek parlaklık verirken bazı dış etmenlere karşı yüzeye koruyucu olmaktadır. Bazı doğaltaşların kayaç özelliklerinden dolayı plaka yüzeylerinde satışa sunulma kusurları bulunabilmektedir, bunların cilalama işlemi öncesinde incelenerek sipariş, satış, istekleri doğrultusunda doldurulması veya öylece bırakılması söz konusudur. Bazı siparişlerde bu doğal özelliklerin olduğu gibi kalması istenirken (örneğin: bazı özel doğal görünümlü traverten plaka siparişlerinde), bazı satışlarda yüzeyin pürüzsüz, düzgün olmasının önemi büyüktür. Düz yüzey isteyen uygulamalar için doğaltaş plakalarının yüzeylerinde bulunan kusurlu yerler, gözenekler, ilgili doğaltaşla aynı renk

ve özelliğe sahip dolgu malzemeleriyle doldurulur. Bazı durumlarda hazırlanan harç içinde ilgili doğaltaşın tozu kullanılarak renk benzerliği yakalanmaya çalışılır. Dolgu işlemleri için çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasının yapıldığı Elazığ'daki doğaltaş kesme fabrikasında en çok tercih edilen kimyasallar epoksi reçineler ve çimento dolgulardır.

Satışa sunulmak için hazırlanan küçük plakaların, doğrudan veya dolgu işleminden sonra cilalama makinelerine sokulması bu plakaların bir yüzünün pürüzlülüklerinin tamamını düzelterek pürüzlülüklerin azalmasını doğaltaş yüzeyinde ışık kırılmasını homojene edeceğinden yüzeye parlaklık verecektir. Pürüzlülükleri azaltıcı etki, düşey yönde baskı yaparak doğaltaş yüzeyini zımparalayan başlıklardır. Cilalama makinesinde düşey baskı yaparak yatay yönde dönen 30-40 cm çaplı başlıklar bulunmaktadır (Şekil 5.11). Bu başlıklara takılan farklı soketler yardımıyla, doğaltaş plakasının yüzeyi, fırçalandıktan sonra, önce kabaca sonra ince ayar aşındırılarak zımparalanmaktadır. Bu işlem sırasında doğaltaş tozu oluşmakta fakat kullanılan bastırıcı sprey su işleminden dolayı bu makinelerde şılam boyutunda, mil, atık oluşmaktadır. Oluşan mil miktarı bazı fabrikalarda günde 10-30 ton civarına ulaştığı için küçümsenemeyecek bir atığı, kayıp miktarını oluşturmaktadır.

Cilalama, Elazığ'da bulunan doğaltaş kesme fabrikalarında iki farklı uygulama şeklinde yapılmaktadır. Bu uygulamalarda plakalar büyük ve küçük boyutta cilalamaya sokulabilmektedir. Büyük plaka halinde yapılan cilalama işlemi işçilikte sağladığı avantajlardan dolayı tercih sebebidir. Cilalama, polisaj, makinelerinde elmas soketler tarafından parlatma işlemi gerçekleştirilmektedir. Önceleri tek başlıklı, kafalı, cilalama ve parlatma makinelerinde uygulanan cilalama, parlatma işlemi son zamanlarda geliştirilen



Şekil 5.11. Doğaltaş kesme fabrikalarında kullanılan, 3+12 başlıklı, kafalı, kalibre özelliğine sahip cilalama, polisaj, makinesi (Megep, 2011)

otomatik taşıyıcı bant sistemli makinelerde bulunan daha fazla başlık sayesinde daha iyi zımparalama, cilalama ve parlatma yapılabilmektedir (Megep, 2011). Bu bantlı makineler işçilik giderlerini azaltırken kaliteyi arttırmaktadır. Bantlı cilalama, polisaj, makineleri 1+5 başlık, kafa, sayısından başlayıp 3+12 başlık sayısına kadar üretilmektedir (Şekil 5.11). Doğaltaşlar silinip, cilalanarak parlatıldıktan sonra kendi içlerindeki özgün renkleri ve desenleri ortaya çıkmaktadır.

Anadolukobi doğaltaş kesme fabrikasında farklı boyuta kesilerek küçültülmüş plakaların cilalama işlemleri farklı plaka boyutlarına (fayans, döşemelik, ebatlı plaka, basamak, denizlik ve diğer özel ürünler) göre yapılabilmektedir (Anadolukobi, 2019). Cilalama makineleri kullandıkları doğaltaş ürününün çeşidine göre farklı tipte yapılabilmektedir. Genel olarak iki farklı tipi vardır bunlar;

- a) Fayans hattı cilalama makineleri,
- b) Plaka hattı cilalama makineleridir.

Fayans hattı kalibreli cila makineleri (Şekil 5.12), makinede bulunan başlık, kafa, sayısına göre isimlendirilmektedir. Bu makinelerin genel özellikleri Çizelge 5.2 verilmiştir, (Megep, 2011).



Şekil 5.12. Fayans hattı cilalama makinesi, 3+12 başlıklı makine (Megep, 2011)

Plaka hattı cilalama makinelerinde kalibre başlığı, kafası, bulunmamaktadır. Plaka hattı cilalama makineleri (Şekil 5.13), katrik makinesinin kesip, katrik makinesi çıktısı olarak sunabileceği büyük plaka enine, genişliğine, uygun olarak da sipariş edilip temin edilebilmektedir. Bu makinelerin genel özellikleri Çizelge 5.3 verilmiştir, (Megep, 2011).

Çizelge 5.2. Kullanılan başlık, kafa, sayılarına göre cilalama makine özellikleri (Megep, 2011)

MAKİNE MODELİ	2+6 Kafalı	2+8 Kafalı	2+10 Kafalı	2+12 Kafalı
Max. iş genişliği (cm)	65	65	65	200
Kalibre kafa sayısı (adet)	2	2	2	3
Cila kafa sayısı (adet)	6	8	10	10
Max. taş kalınlığı (cm)	10	10	10	12
Konveyör hareket hızı (m/min)	0-4	0-4	0-4	0-250
Kalibre motor gücü (kw)	15	15	15	
Kafa motor gücü (kw)	7,5	7,5	7,5	7,5
Ağırlık (kg)	9.000	10.500	13.000	14.500
Uzunluk (cm)	940	940	1.200	1.200
Genişlik (cm)	127	127	127	127
Yükseklik (cm)	195	195	195	195



Şekil 5.13. Plaka hattı cilalama makinesi (Megep, 2011)

Çizelge 5.3. Plaka hattı cilalama makinelerinin teknik özellikleri (Megep, 2011)

MAKİNE MODELİ	Birim	6 Kafalı	8 Kafalı	10 Kafalı
Max. iş genişliği	cm	200	200	200
Kafa sayısı	nu	6	8	10
Max. taş kalınlığı	cm	10	10	10
Köprü hareket hızı	m/dk.	0-55	0-55	0-55
Konveyör hareket hızı	cm/dk.	0-250	0-250	0-250
Kafa motor gücü	kw	2x4	2x4	2x4
Konveyör hareket motor gücü	kw	7,5	7,5	2x5,5
Toplam enerji tüketimi	kw	60	80	95
Ağırlık	kg	14.000	17.000	20.000
MAKİNE MODELİ	Birim	12 Kafalı	14 Kafalı	16 Kafalı
Max. iş genişliği	cm	200	200	200
Kafa sayısı	nu	12	14	16
Max. taş kalınlığı	cm	10	10	10
Köprü hareket hızı	n/dk.	0-55	0-55	0-55
Konveyör hareket hızı	cm/dk.	0-250	0-250	0-250
Kafa motor gücü	kw	2x4	2x4	2x4
Köprü hareket motor gücü	kw	2x5,5	2x5,5	2x5,5
Toplam enerji tüketimi	kw	110	125	145
Ağırlık	kg	23.000	26.000	29.000

6. DOĞALTAŞ PLAKA ÜRETİMİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN TANIMI VE NEDENLERİ

Doğaltaşların farklı alanlarda plaka halinde kullanılmasına yönelik olarak madenciliğinin yapılması ve kesim fabrikalarında kesilerek satışa sunulma aşamalarında kayıplarla karşılaşmaktadır. Bu kayıpların bir kısmı, doğaltaşların anakayaçtan ayrılması ve taşınabilir bloklar halinde hazırlanması aşamasında oluşmaktadır. Bu seviyedeki kayıpların azaltılması doğaltaş ocaklarının planlanmasıyla, kayacın içindeki süreksizliklerle ilgilidir. Mikro ve makro seviyedeki süreksizliklerin, ocakta anakayaç içinde belirlenmesi, blokların kesilme yönlerinin belirlenmesinde etkili olacaktır. Seçici olarak anakayaçtan blok kesme işlemi yapılabilirse, süreksizliklerin yönlerine göre bloklar ayarlanabileceği için kayıpların azaltılması yönünde adım atılmış olacaktır.

6.1. Doğaltaş Kesim Fabrikalarında Oluşan Kayıpların Nedeni

Doğaltaş bloklarının maden ocağı içinde düzeltilmesi sırasında izlenecek boyutlandırılmaların siparişlere göre fabrikada üretilmesi planlanan küçük plaka boyutlarına göre yapılması, bu blokların fabrika kesimi sırasında, boyut fazlalıklarından dolayı oluşacak artıklarını azaltacaktır. Doğaltaş kesim fabrikalarında, kesim sırasında oluşan kayıpların nedeni aşağıda verildiği gibi sıralanabilir;

- . Lamalı blok kesicilerde, katarak makinelerinde, lama testerelerin soket kalınlığı,
- . İşçilik hataları,
- . Doğaltaş blok boyutları, şekli,
- . Kesme işlemi için kullanılan teknoloji,
- . Doğaltaş blokları içindeki makro ve mikro süreksizlikler,
- . Cilalama makinelerinde zımparalamada plaka kalınlık kayıpları.

6.1.1. Lamalı blok kesicilerde lama testerelerin soket kalınlığı

Doğaltaş bloklarının kesimini gerçekleştiren lamalı kesiciler, kesme fabrikaları için önemlidir. Bu makineler blokların büyük plakalar halinde kesilmesini sağlarlar. Bu makinelerde blok kesimini, lama testeresi üzerinde bulunan elmas soketler gerçekleştirmektedir. Bu makinelerde soket kalınlığı 8 mm ye kadar çıkmaktadır. Kesim yaparken kullanılan soğutma ve toz yatıştırma suyundan dolayı, soketlerin oluşturduğu

kaya tozu, sulu mil (şılam) halini almaktadır. Soket kalınlığı kesim sırasında oluşan kesme çizgisi kalınlığını belirleyeceği için, bu kalınlık içinde kalan doğaltaşın şılama dönüşmesine neden olacaktır. Bu nedenle soket kalınlığı arttıkça, ortaya çıkan şılam miktarı da artacaktır. Bu tez çalışmasında, uygulama verilerinin toplandığı Elazığ'daki doğaltaş kesme fabrikasında kesilen “Elazığ-krem (Moca-Cream)” kayaları için kullanılan lama testerelerinin soket kalınlığı 4 mm dir.

Lama testerelerinin elmas soketleri ve testereleri üretici firmalara sipariş verilebilmektedir. Bu tez çalışmasında uygulama verilerinin toplandığı ikinci fabrikada kesilen bir başka kayaç olan “Beyaz oniks, (White Onyx)” için kullanılan en ince testere ve soket kalınlığı 3 mm dir. Sipariş olarak hazırlatılan bu kalınlıklardan daha ince testere ve soket siparişi vermek mümkün olmamıştır. Beyaz oniks mermerinin kayaç sertliği, mohr sertlik cetvelinde 3 değerine kadar çıkmaktadır. Bu nedenle daha ince testere ve soket kalınlıkları, bu sertlik değerine sahip mermerlerde erken aşınmalara ve kırılmalara neden olabilecektir.

6.1.2. İşçilik hataları

Doğaltaş maden işletmelerinde çalışan işçilerin yaptığı bazı işlevsel hatalar, doğaltaş kayıplarına neden olabilmektedir. Bu kayıplara ek olarak doğaltaş kesme fabrikalarında da işçilik hatalarından dolayı gerek katrik makinelerinde kesim yaparken, gerek plaka taşıırken doğaltaş ürünleri parçalanabilmektedir. Katrik makinelerinde doğaltaş bloklarının taşıma vagonuna, lama testerele göre uygun bir şekilde yüklenmesi gerekmektedir. Aksi halde blokların kesiminden dolayı artık olacak olan yan kapaklarda fazladan kayıp verilmektedir. Ayrıca katrik makinesindeki kesim işlemi bitiminde, kesilen plaka aralarına, aralığı sabitlemek için eşit kalınlıklarda takozlar konulmalıdır. Bu takozların kalınlığı eşit olmadığı ve plaka aralıklarının konumu eşit olmadığı kesilen büyük plakalar eğimli pozisyon alacaktır. Bu eğrilik büyük plakalarda kırılmalara dolayısıyla kayıplara neden olacaktır. Bu uygulama deneyimleri, ipuçları, kesim fabrikalarında dikkat edilerek uygulanması durumunda işçilik hatalarının azaltılması sağlanırken doğaltaş kesme kayıplarında da azalma sağlanacaktır.

6.1.3. Doğaltaş blok boyutları

Doğaltaş bloklarının ocaklarda uygun boyutlarda kesilerek taşınmaya hazırlanmasının önemi büyüktür. Blok geometrisi kayıplar için oldukça önemlidir. Homojen bir biçimde kesilmeyen bloklarda kayıp oluşma yüzdesi bir o kadar fazladır. Kesme fabrikalarında satışa uygun küçük plakaların boyutlarına göre, doğaltaş ocaklarından taşınacak blok boyutlarının belirlenerek hazırlanması kayıpları azaltacaktır.

6.1.4. Kesme işlemi için kullanılan teknoloji

Son yıllarda geliştirilen teknolojik kesim makineleri, kesim fabrikalarında oluşan kayıpları azaltmakta veya yok etmekte önemli bir rol oynamaktadır. Titreşimi azaltılmış ST makineleri ve katraş makinelerinde, kesim sırasında sarsıntıyla oluşan ek plaka kırılmalarını azalacaktır. Fabrika içinde plaka taşıma işlemi için vinç kullanıldığında, oluşabilecek hatalar ve kayıplar, robotik kollu plaka aktarma organlarıyla yapılan taşımaya göre daha fazla olacaktır. Çünkü teknolojik açıdan daha yeni vakum sistemleriyle üretilen robotik kollar, kesilen doğaltaş plakalarının her yerine aynı miktarda basınç uygulayıp kaldırmaktadır. Bu işlem düşme veya kırılmaları önleyip kayıpların önüne geçmektedir.

6.1.5. Doğaltaş blokları içindeki makro ve mikro süreksizlikler

Mermer ocaklarından gelen homojen doğaltaş bloklarında makro süreksizlik içerikleri için bu süreksizlik etkilerini önleme yöntemleri (epoksi reçine ve file ile kaplama işlemleri) uygulanacaktır. Mikro seviyede gözle görülmeyen süreksizlikler için makro seviyedeki süreksizliklere uygulanan kesme prensipleri uygulanmaktadır.

6.1.6. Cilalama makinelerinde zımparalamada plaka kalınlık kayıpları

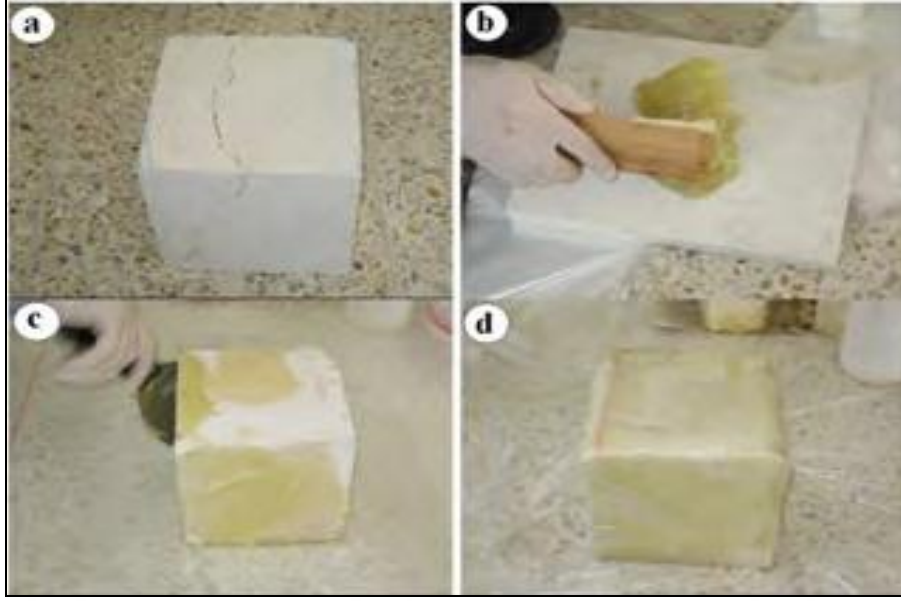
Doğaltaş cilalama işlemleri plaka boyutunda veya daha küçük ebatlı ürünlere uygulanmaktadır. Kesici testerelerin kestiği yüzeylerde pürüzlülük olacağından cilalama yapılarak bu pürüzlülükler ortadan kaldırılır. Cilalama işlemi sırasında zımparalama işlevi için kullanılan aşındırıcı, elmas abrasivler, başlıkların plakaları cilalarken onların yüzeylerini incelterek kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları azaltmanın yolu, plaka kesim işlemi sırasında plaka yüzeylerinin izsiz, daha az pürüzlü olarak kesilmesinin sağlanmasıdır.

6.2. Mermer Plaka Üretiminde Oluşan Kayıpların Azaltılması

Doğal bir ürün olan doğaltaşlar içlerindeki renk, desen ve süreksizliklerinin oluşturduğu estetik görüntüyle beğenilerek alınıp kullanılmaktadır. Bu nedenle süreksizlik içeren doğaltaş bloklarının parçalanmadan plakalar halinde kesilerek satışa sunulması durumunda estetik beğeni açısından farklı müşterileri olabilecektir. Doğaltaş işletmecileri ve maden mühendisleri açısından önemli olan kesimler sırasında oluşan kayıpların azaltılarak bunların satışa hazır plakalar haline getirilmesidir. Bu amaçla kayıpları azaltmak için uygulanan koruma işlemlerinin önemi büyüktür. Bunların uygulanması, üretilen plakaların maliyetini artırsa da, süreksizlik içeren doğaltaş bloklarından plaka alınmasını sağlayabildikleri için bu maliyetin karşılığının alındığı unutulmamalıdır. Doğaltaş bloklarının, durmadan doğadan sonsuza kadar kesilip çıkarılamayacağı, bu rezervlerin bir sınırı olduğu, bu rezervlerin doğal bir kıymet olduğu bilinciyle, bu ocaklardan kesilen her bloktan sağlam plakaların elde edilme işleminin de önemli bir mühendislik katkısı olduğu bilinciyle işlemler yapılmalıdır. Doğaltaş bloklarının içlerindeki süreksizliklerden dolayı, doğaltaş kesme fabrikalarında uygulanan kesimlerde parçalanıp kayıpların artmasına neden olmamaları için yapılan koruma yöntemleri aşağıda anlatılmıştır.

6.2.1. Süreksizlik içeren bloklara akemi-file uygulanması

Süreksizlik içeren doğaltaş blokları, lamalı kesme makinelerinde kesilirken kırılarak kayıpları artırır. Bu bloklarda kesim sırasında kayıpları azaltmak için, kesim öncesi bunların dış yüzeylerine “akemi” maddesi sürülür daha sonra da blok yüzeyi plastik ağ şeklindeki file ile sarılır sertleşmeye bırakılırsa, blokta bir ölçüde çatlama ve kırılmalara karşı ilk koruma sağlanmış olacaktır. Bu uygulamada süreksizlik içeren doğaltaş blok yüzeyine, blok hacmi kadar akemi kimyasalı sürülmektedir (Şekil 6.1). Uygulanan bu işlemde zaman kaybını azaltmak için, akemiye pasta ilave edilmektedir. Sürülen akemi kimyasalından sonra bloğun yüzeyleri file ile sarılıp mermer bloğu beklemeye alınmaktadır. Bloktaki akemi sertleştikten sonra mermer bloğu katrak makinesinde kesilmek üzere taşıma vagonuna yüklenir. Bu tez çalışmasında uygulama çalışmalarının sürdürüldüğü kesme fabrikasında akemi ve file ile sağlamaştırılan doğaltaş bloklarında da kesim yapılmış ve plakalar elde edilmiştir. Bu büyük plaka kesimleri sırasında, plakalarda parçalanma gözlenmemiştir.

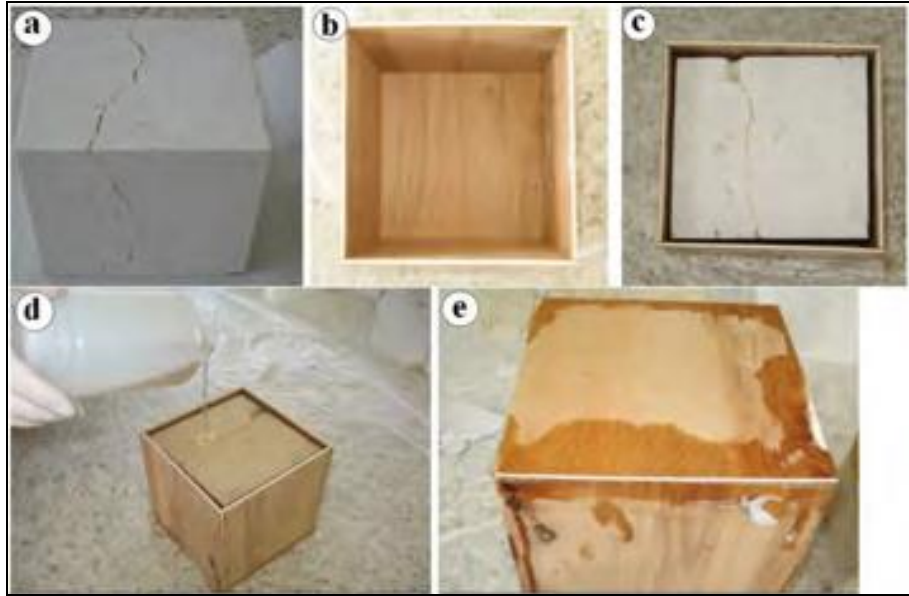


Şekil 6.1. a) mermer blok görünümü, b) Akeminin sertleştirici pasta ile karıştırılması, c) Akemi uygulanmış mermer blok, d) File ile sarılmış mermer bloğu, (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).

6.2.2. Doğaltaş bloklarına ahşap hazne içinde polyester uygulanması

Bu uygulama süreksizlik içeren blokların içlerine kadar sızacak bir kimyasalın bloklara verilmesi işlemi içerir. Doğaltaş blokları ıslatılınca, yüzeyinde görülmeyen süreksizliklerinin içine su dolmasıyla, süreksizlik izlerinin belirmesi bilinen bir gözlemdir. Süreksizliklere uygulanacak akışkan bir sıvının kılcal çekim gücüyle süreksizlikler içine doğru gidebildiği yerlere kadar ilerlemesi bu uygulamadaki beklenen sonuçtur. İki fazlı akışkan mekanizması içinde gerçekleşecek bu ilerleme, süreksizlik boşluklarındaki havanın dış yüzeyden uygulanan sıvıyla yer değiştirme işlemi kapsamaktadır. Süreksizlik içindeki havanın sıkışıp çıkamadığı yerler dışında sıvının kayacın süreksizlikleri boyunca ilerlemesi beklenen bir sonuç olacaktır.

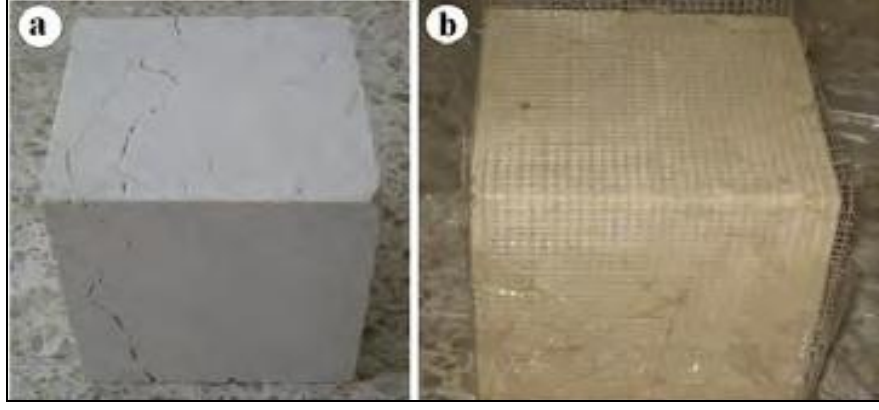
Bu uygulama için doğaltaş blok boyutlarından, (ebatlarından) 1 cm daha fazla olacak şekilde ahşaptan bir hazne hazırlanır. Bu ahşap hazne içerisine blok yerleştirildikten sonra (Şekil 6.2), blok kenarları ile ahşap hazne kenarları arasında kalan 1 cm'lik boşluklara, üst kenarlarından ahşap hazne dolana kadar polyester dökülür. Hazne blok üst yüzeyini de kaplayarak tamamen polyester ile dolduktan sonra kapak ile kapatılarak bloğun polyesteri süreksizlik diplerine kadar emmesi beklenmeye başlanır. Bu işlem polyester tamamen kuruyunca tamamlanmış olacaktır. Polyester uygulamasına verilen Şekil 6.2'deki örnekte, boyutları 15x15x15 cm olan mermer bir blok için hazırlanan 16x16x16 cm boyutlu ahşap bir hazne uygulaması gösterilmektedir (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).



Şekil 6.2. a) Mermer blok görünümü, b) Hazırlanan ahşap hazne, c) Ahşap hazne içine yerleştirilen mermer blok, d) Polyester uygulaması, e) Polyester uygulanmış mermer blok, (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).

6.2.3. Doğaltaş bloklarına epoksi ve file uygulanması

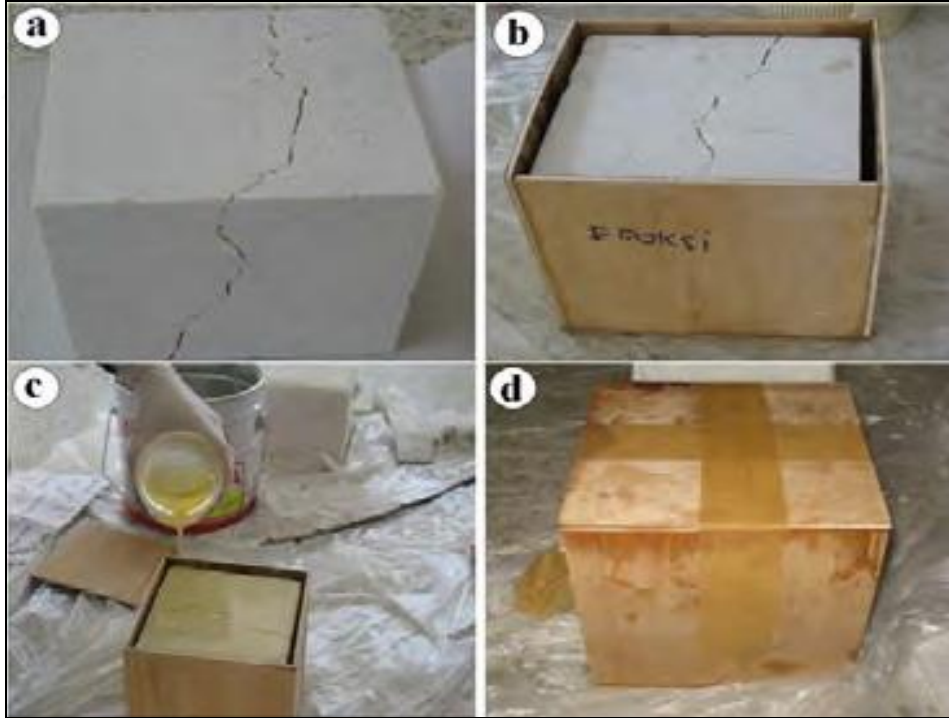
Doğaltaş kesim fabrikalarındaki kayıpları azaltmak için uygulanan yöntemlerden birisi de bloklara epoksi kimyasal sürülerek file ile kaplanmasıdır. Bu konuda araştırma yapanlardan birisi olan Öztekin (2007), epoksi ile kaplanmış mermerlerin çekme ve eğilme dayanımlarındaki değişimi araştırmıştır. Bu araştırmacı, uygulanan epoksi reçinesinin mermer bloklarını güçlendirdiğini ve çatlak tamirinde etkili olduğunu belirtmiştir. Epoksi ve file ile kaplama uygulaması Elazığ'da tez uygulama çalışmalarının yapıldığı beyaz-oniks blok kesme fabrikasında da uygulanan bir yöntemdir. Bu uygulamada kurumuş bloğun dört yüzeyine epoksiye katılmış sertleştirici kimyasal birlikte sürülmektedir. Daha sonra mermer bloğun 4 yüzeyi file ile sarılarak beklemeye başlanır. Uygulanan epoksinin süreksizliklere nüfus etmesi ve yüzeye sarılan fileyle birlikte kurumasından sonra blok kesime alınır. Mermer bloklara uygulanan epoksi ve file koruma yöntemi aşağıda Şekil 6.3'de görüldüğü gibidir (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).



Şekil 6.3. a) Mermer blok görünümü, b) Epoksi ve file uygulanmış mermer bloğu, (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).

6.2.4. Doğaltaş bloklarına ahşap hazne içinde epoksi uygulanması

Süreksizlik içeren doğaltaş bloklarında kayıpları azaltmak için yapılan bu koruma yöntemi Bölüm 6.2.2’de anlatılan uygulamaya benzemektedir. Bununla birlikte ahşap hazne içinde epoksi kimyasal emdirilen mermer bloklarından daha fazla sağlam büyük plaka almak mümkün olmaktadır.



Şekil 6.4. a) Mermer blok görünümü, b) Ahşap hazne içine konulan mermer blok, c) Epoksi uygulaması, d) Epoksi uygulanmış blok ve ahşap hazne, (Yeşilkaya ve Arkadaşları, 2017).

6.3. Mermer Kesim Fabrikalarında Kayıpları Azaltıcı Faktörlerin Değerlendirilmesi

6.3.1. Testere ve soket genişliği

Doğaltaş kesme fabrikalarında büyük plakalar halinde kesim yapıldıktan sonra siparişlere göre küçük plakalar (ebatlı kesim) şeklinde de kesim işlemleri yapılmaktadır. Lamalı blok kesme (katrak) makineleri büyük plaka, levha halinde, ST blok kesme makineleri de boyutlu kesim yaparak mermer sektöründe, piyasaya uygun doğaltaş ürünlerinin hazırlanmasında ilk basamak kesme işlem makineleri olarak fabrikalarda yerlerini almaktadır. Bu makinelerde en fazla kayıp, kesme işleminin gerçekleştirildiği testere soket genişliklerine bağlı olarak gelişmektedir. Katrak makinelerinde kesici soket genişliği, doğaltaş kesme fabrikalarının aldığı siparişlere ve doğaltaş fabrikalarındaki makinelerin kullanımına göre değişmektedir. Bu tez araştırmasının yapıldığı doğaltaş kesme fabrikasında (Anadolukobi Mermer, Elazığ) bulunan katrak makinesinde genişlikleri 4 mm olan kesici soketler kullanılmaktadır. Çalışmalar için inceleme yapılan bir diğer doğaltaş kesme fabrikasında (Akdağ Mermer, Elazığ), katrak makinesindeki kesici testere için sipariş verilmiş 3 mm'lik soketler kullanılmıştır. Kesici soketler mermer bloğunda kesme çizgisi, yuva, açtıktan sonra kendi kalınlığı kadar mermer malzemesini keserek, bu kalınlıktaki mermer kısmını toz boyutunda parçalayarak, şılam atık oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle katrak makinelerinde kesim miktarı fazla oldukça, bu makinelerde kullanılan kesici soket genişliği de önem arz etmektedir. Soket genişliği ne kadar ince olursa o kadar az şılam oluşturacaktır. Fakat soket ve bağlı bulunduğu testere kalınlığı istense de çok ince olamamaktadır. Soket yapımında onların kesmesi gereken doğaltaşların dayanıklılığı ve sertliği önemli rol oynamaktadır. Kesici soketin dayanımını arttırıp, soket genişliğini azaltmak kesilen doğaltaş bloklarında oluşan kesim şılamını ve kayıpları önemli ölçüde azaltacaktır. Bu teknolojik gelişimin doğaltaş sektörüne katkısı önemlidir. Kesici soket kalınlığının benzer katrak makineleri kullanılarak azaltılması mümkün olduğu gibi, katrak makinelerinin kesme teknolojilerinde oluşturulacak gelişmelerle de bunun sağlanması beklenilebilir. Doğaltaş sektörüne kesici makine sağlayan üretici firmaların bu konuda ki başarısı, kesme işiyle uğraşan fabrikaların verimliliğini arttıracığı için önemlidir.

6.3.2. Blok kaplama, bohçalama yöntemi

Süreksizlik içeren doğaltaş bloklarının kesim işlemi sırasında parçalanmasını önlemek için, blokların epoksi reçine ve file ile kaplanması işlemi bohçalama olarak anılmaktadır. Doğaltaş maden ocaklarında kesimin yapıldığı anakayacın içinde süreksizliklerin olmaması mümkün değildir. Genel istatistik olarak kaya kütlelerinde her 1,5 metre aralıkta bir süreksizlik görmek normal dağılıma uyan bir durumdur. Kaya mekaniği araştırmalarında da anlatıldığı gibi kaya kütleleri içindeki süreksizliklerin oluşum mekanizması, ilgili doğaltaş kaya kütesinin oluşum şartlarına ve zaman içinde geçirdiği tektonik sıkışmalara bağlı olarak değişmektedir. Doğaltaş içindeki süreksizliklerin özellikleri, aralığı, açıklığı, dolgusu, devamlılığı, dalgalılığı, pürüzlülüğü o süreksizliğin kayaç içinde ilgili kayaç davranışını hangi düzeyde etkileyeceğinin de bir belirtisidir. Süreksizlikler aynı zamanda oluşum nedeniyle bağlı olarak kilitlemiş gerilme saklıyor da olabilirler. Bu durumda içinde bulunduğu anakayaçtan kesilerek alınacak bir blok, içindeki gerilmeleri geriye serbest bırakarak doğaltaş bloğunu durduğu yerde, daha da fazla çatlamasına veya süreksizliklerinden ayrışmasına neden olacaktır. Süreksizlik içindeki dolguların kimyasal yapıları da blokların suyla temasında farklı davranmasına belki de parçalanmasına neden olacaktır. Doğaltaşın hacmi arttıkça içindeki süreksizlikler de doğal olarak artış meydana gelmektedir. Doğaltaş ocaklarından kesme fabrikalarına getirilen bloklar öncelikle, yere konulunca gözlenen 5 yüzeyi boyunca detaylı bir süreksizlik taramasına alınır. Bloкта süreksizlikler bulunuyorsa ve bunların sayısı da fazlaysa, bu bloklar kimyasal kaplama malzemeleri kullanılarak çatlaklı yüzeylerinin üstleri sıvanır, sıva üstüne ağ şeklinde file çekilip kurumaya bırakılırlar. Kullanılmayacak derecede süreksizlik içeren doğaltaş bloklarına uygulanan bohçalama ile bu bloklardan satışa uygun plakalar çıkarılabilmektedir. Bu kayıp önleme yönteminin maliyeti oldukça yüksek olsa da kesim sırasında oluşan parçalanmaların önüne geçtiği için, mermer fabrikalarında oluşan kesim kayıplarını önlemede önemli rol oynamaktadır.

6.3.3. Doğaltaş blok geometrisi

Doğaltaş ocaklarında anakayaçtan kesilen bloklar veya bu bloktan mermer kesim fabrikalarına gönderilmek üzere küçültülerek kesilen bloklar mümkün olduğu kadar siparişlere (satışa sunulacak, küçük plaka boyutlarına, ebatlı ürünlere) uygun şekilde kesilmelidir. Sipariş boyutlarıyla, uyumsuzluk gösterecek olan blok boyutları, artık plaka parçalarının ortaya çıkışını artıracaktır. Bloklardan elde edilen büyük plakalar,

küçük plaka boyutuna kenar kesme makinesinde kesildikten sonra (*sipariş boyutundaki küçük plakalar kesildikten sonra*) büyük plakadan geriye kalan parça boyutu ne kadardır, bu sorunun cevabı çok az ise kayıpların az olacağını gösterir. Siparişlere göre uyumsuz şekilde kesilip doğaltaş ocağından tesislere gönderilen bloklar, kesim tesislerinde oluşan kayıpları artıracaktır. Üstelik, katrik makinesi ve kenar kesme işlemleri sonuna kadar, tesis içinde taşınması, kesilmesi gerekeceğinden, fazladan enerji harcanmasına neden olmaktadır.

6.3.4. Doğaltaş blok kesme fabrikalarında personel eğitimi

Personel eğitimi madencilikte en önemli işletmecilik kriterlerinden birisidir. Eğitimli bir personel (işçi, çavuş, mühendis) kaza riskini en aza indirger, verimi artırır, olmuş ve olabilecek sorunlara karşın tedbirler alır. Doğaltaş kesme fabrikalarında özellikle kesim makinelerinde çalışan işçi veya ustaların, periyodik olarak farklı eğitimlerden geçmeleri yerinde olacaktır. Bu meslek içi eğitimler; kesme işleminden maksimum verim alma; mermer kesme işlemlerinde kayıpları azaltıcı sebepler; ve iş sağlığı ve güvenliği altında uygulanabilir. Katrik makine işçisi doğaltaş ocaklarından gelen blokların boyutlarını ölçüp, katrik makinesinde kesme işleminin yapıldığı bölümü dolduracak blokların seçilmesini sağlamalıdır. Boyutu küçük olan blokların katrik makinesinde kesilmesi sırasında, makine lamalarının hepsinin kesme işlemi yapmaması, boşta kalması, nedeniyle makinenin enerji verimliliğini düşürecektir. Katrik makinesi gibi büyük makinelerin, kesme bölümüne sığacak büyüklükte mermer bloklarını kesmesi verimliliğini artıracaktır. Küçük boyutlu blokların katrik makinesinde kesimi hem makineye zarar vermekte, hem de kayıp miktarını oldukça arttırmaktadır. Katrik makinesi ve diğer kesici makinelerin çalışma prensiplerini öğrenen bir operatör kesme işleminde daha verimli olmaktadır.

7. MERMER PLAKA ÜRETİMİ SIRASINDA OLUŞAN KAYIPLARIN ÖRNEKLENMESİ

7.1. Elazığ-Krem Mermerinden Plaka Üretimi ve Oluşan Kayıplar

Elazığ-krem (Moca-Cream) ticari ismiyle tanınan doğaltaş, Anadolukobi doğaltaş maden ocağından çıkarılmaktadır. Bu doğaltaş ocağından inceleme yapılan doğaltaş kesme fabrikasına taşınan bloklar üzerinde bir araştırma yapılarak, bu bloklarda yapılan plaka kesimleri sırasında oluşan kayıpların miktarı ve nedenleri ortaya çıkarılmak istenmiştir. Elazığ'da bulunan kesim fabrikasına getirilen homojen Elazığ-krem bloklarının ağırlıkları tartılıp, blok boyutları dikkatlice ölçülmektedir. Bu blokların stok sahasında incelenmesi, blokların görünen beş yüzeylerinde gerçekleştirilmektedir. İncelenmeye alınan blok yüzeylerinde gözlenen süreksizlikler, blok yüzeylerinde işaretlenerek daha belirgin hale getirilmektedir. Süreksizlik durumuna göre tercih edilen blok kesim yönlendirmelerine göre, bloklar lamalı kesici, katarak, vagonuna vinçle yerleştirilerek, kesime hazır hale getirilmektedir. Bu çalışmada amaçlanan işaretlenen süreksizliklere göre veya görülemeyen diğer potansiyel doğaltaş hataları yüzünden, kesim sırasında oluşacak kayıpların miktarını belirlemek olduğu için blokların karşılaştırmalı eşit özellikte olmasının önemi büyüktür.

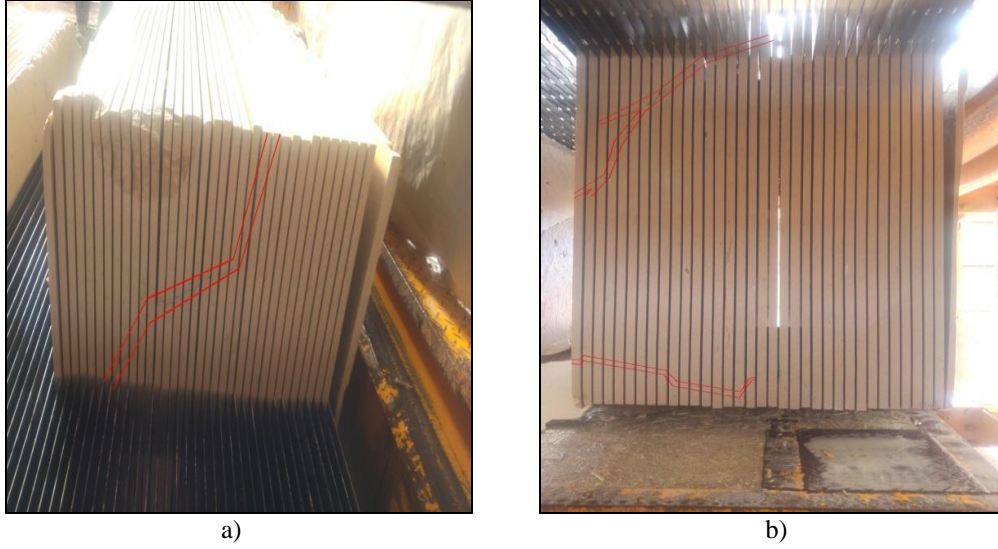
7.1.1. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok1) Elazığ-Krem blok-1

İncelemeye alınan Elazığ-krem bloklarından birincisi Şekil 7.1'de görüldüğü gibi stok sahasından vinçle alınarak, katarak vagonu üzerine konulmuş ve sıkıştırılmaları yapılmıştır. Blok katarak taşıma vagonu üzerindeyken izlenebilen 5 yüzeyi üzerine su dökülerek süreksizlik ve mermer renklerinin daha iyi ortaya çıkması sağlanmıştır. ElKr-blok1 üzerinde yapılan inceleme sonunda bu bloğun sadece 3 yüzeyinde yaygın süreksizlik olduğu gözlenmiştir. Bu mermer bloğunun ağırlığı 9,695305 ton olarak, boyutları da 89x160x267 cm olarak ölçülmüştür. ElKr-blok1 örneği için, ölçülen ağırlık ve boyut değerlerinden yola çıkılarak bulunan hacimsel ortalama yoğunluk $2,55 \text{ ton/m}^3$ dür. İnceleme yapılan doğaltaş kesme fabrikasındaki gözlemler ve ölçümler sonbahar-2018 ile bahar-2019 aylarını kapsamıştır. İzlenen fabrikada Elazığ-krem bloklarından büyük plaka kesmek için kullanılan katarak makinesi 2 cm kalınlıkta büyük plaka kesmek için ayarlandığı için, bu doğaltaş türü için izlemeye alınan 5 farklı blok, aynı kalınlıkta büyük plakalara kesilmiştir.



Şekil 7.1 Taşıma vagonuna yerleştirilen Elazığ-Krem mermer örneğinin 1. bloğunda (ElKr-blok1) gözlenen süreksizlik hatları. a) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, ön yüzey), b) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sağ tarafında kalan uzunluk boyutu, (sağ yüzeyi) c) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sol tarafında kalan uzunluk boyutu, (sol yüzeyi).

Piyasanın talebine göre ayarlanabilen bu kalınlık değeri istenirse, 3 ve 5 cm'ye de ayarlanarak kesim yapılabilmektedir. Kesim kalınlığı ve taşıma vagonuyla katrik makinesine yerleştirilen Elazığ-krem bloğunun üst yüzey genişliğine göre katrik makinesi lamaları yan-yana istenilen kalınlık aralığına göre dizilmektedir. Böylece, kesilecek blok genişliğine göre o blokta kullanılan lama sayısı ortaya çıkmaktadır. Fabrikalara alınan lamalı katrik makinelerinin özellikleri, üretici firmaların makinelere yaptığı katkıya göre değişebilmektedir. İncelemeye alınan ElKr-blok1 örneğinin bütün yüzeylerine su döküldükten sonra yapılan inceleme sonunda mermer bloğunun alt kısmında süreksizlik olmadığı gözlenmiştir. ElKr-blok1 örneğinin katrik makinesinde kesim işlemi tamamlandıktan sonra, kesici lamaların ilerlenmek istenen taban seviyesi-

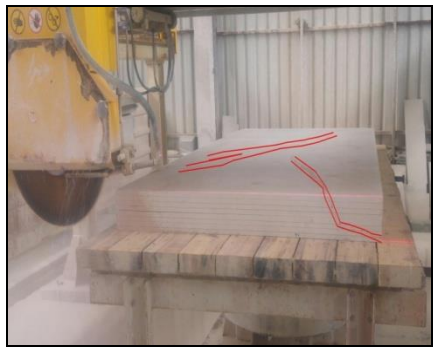


Şekil 7.2. Katrak makinesinde kesimi yapılan ElKr-blok1 örneğinin kesim sonrası katrak makinesi içindeki görüntüsü. Blok genişlik yüzeyindeki kesim durumunu görüntüleyebilmek için kesici lamalar kesim sonrası, blok orta seviyesine kadar kaldırılmıştır. a) Kesilen bloğun, genişlik boyutunun (ön yüzünün) kesici lamaların üstünden görüntüsü. b) Kesilen bloğun, genişlik boyutunun (ön yüzünün) kesici lamaların altında kalan kısmının görüntüsü.

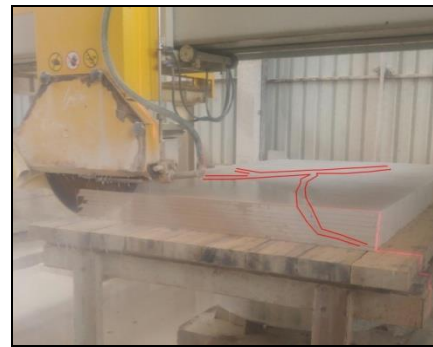
ne kadar kesimi gerçekleştirdikten sonraki görüntüleri Şekil 7.2’de görülmektedir. Şekil 7.2b’de ElKr-blok1 ’in kesim sonrası gözlenen çatlaklılık durumu incelendiğinde bloğun genişlik boyutunun (Ön yüzeyi) sol alt kısımlarında katrak kesimi sırasında çatlamların olduğu tespit edilmiştir. Bu çatlamanın nedeni, kesim sırasında bu bloğa (ElKr-blok1’e) kesim yapan lamaların üstten uyguladığı baskı ve titreşimlerdir. Bu ek çatlama dışında ElKr-blok1’de başkaca ek bir çatlama olmamıştır. Bu blok fabrikada kullanılan 80 lamalı katrak makinesine, genişlik boyutu (89 cm) ön yüz olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ocaktan fabrikaya gelen blokların boyutları önemlidir. Katrak makinelerinde küçük boyutlu plakaların (ebatlı ürün) kesilmesi mümkün olmadığı için, ancak büyük plakaların kesimi gerçekleştirilmektedir. Büyük plaka kesimlerinde kesilen blok hacmi artıkça, kesilecek doğaltaş plaka yüzey alanı artmakta, lamaların blok içinde karşılaşabilecekleri mikro süreksizlik olasılığı da buna bağlı olarak artmaktadır. Böylece, blok hacminin artmasıyla blok kesimi sırasında plakalarda oluşacak kırılma beklentisine göre, kesme işlemindeki hassasiyet, (titreşimlere karşı, lamaların aşınma durumuna karşı vd. parametrelere bağlı olaylara alınan önlemler) artırılmalıdır. Katrak makinelerinde oluşan kayıplar, mermer bloklarının kesimi sırasında oluşan şılamdan (milden), işçilik hatalarından, bloğu kesen en dış kenar lamaların dışında kalan düzgün olmayan yan kenar fazlalıklarındandır. Blok kesimi sırasında oluşan şılam lamaların kesici elmas soket kalınlığının tozlaştırılarak kesilmesi sırasında oluşmaktadır. Katrak

makinelerinde oluşan işçilik hatalarının en önemlileri; kesilecek mermer bloğunun taşıma vagonuna düzgün konulması, sıkıca yerleştirilmesi; kesim işlemi sırasında kesilmekte olan büyük plakalar arasına eşit kalınlık oluşturacak ve plakaların kendi ağırlıklarıyla kendilerini eğmeye zorlamamak için plaka aralarına takoz konulması; işlemlerinde yapılan işçilik kusurlarıdır. Bu hataların oluşmasında, doğaltaş ocağında mümkün olduğu kadar 3 boyutu düzgün olarak kesilip hazırlanmayan blokların etkisi büyüktür. Düzgün boyutlandırılmayan bloklardan dolayı dış yüzey kapak kayıplarında artış olmaktadır. Bu bloğun tabanındaki düzensizlikler, blok ne kadar sıkıştırılsa da kesim sırasında bloğun mikro seviyede sarsılmasına neden olacaktır. Bunlara ilave olarak işçilerin kesimi yapılmakta olan plakaların üst kısımlarındaki kalınlık aralıklarını korumak için kullandıkları takozların uygun olmaması, takozlama işlemi sırasında yapılan özensiz, kusurlu, uygulamalar blok kesim kayıplarını arttırıcı etkiler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kesilen kısımlarında plaka aralarına eşit ölçüde konulmayan takozlardan dolayı oluşan plaka içi gerilmeler, plakalarda kırılmalara neden olarak fireyi arttıracaktır.

Bloklardan katarak makinesiyle yapılan büyük boyutlu plaka kesim işlemi, incelemenin yapıldığı fabrikada, 80 lamalı katarak makinesinde 2 cm kalınlığında kesilerek yapılmaktadır. Bu blok kesimi bittikten sonra, plakalar vinç yardımı ile köprü (yan) kesme makinelerine taşınır. Köprü kesme makineleri katarak makinesinden gelen büyük plakaları siparişlerin türüne göre daha küçük plaka boyutlarına kesmektedir. İnceleme işlemlerinin yapıldığı fabrikada, EIKr-blok1 örneği katarak makinesinde 2 cm kalınlığında (kapakları dahil 35 büyük plakaya) kesildikten sonra, köprü kesme



a)



b)

Şekil 7.3. Köprü kesme makinesinde kesilmeyi bekleyen plakalar ve plakalar üzerinde tespit edilen süreksizlik izlerinin genel görüntüsü. a) Köprü kesme makinesinde kesim ayarlarının yapılması, b) Köprü kesme işleminde kesilecek büyük plakaların kenarlarının düzeltilmesi (1cm kalınlığında yapılan düzeltme işlemi, (Anadolukobi Mermer, 2019).

makinelerinde (Şekil 7.3) sipariş boyutu olan 2 cm kalınlığında ve 30 cm genişliğinde küçük plakalara kesilmiştir. Köprü kesme işleminde yapılan plaka kenar düzeltmeleri Şekil 7.3’de gösterilmektedir. Bu düzeltme işlemlerinde kesilen ve 1 cm’lik kısımda kalan mermer parçaları kayıp olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca kesim yapan dairesel testerenin kalınlığına göre mermer plakasının bir kısmı da şılam olarak kayıp edilmektedir. Katrak makinesinde kesilen büyük plakalar içinde bulunan süreksizlikler Şekil 7.3’de görüldüğü gibi köprü kesme makinesinin kesimi sırasında da testere baskısı altında kalmaktadır. Bu baskıya dayanacak kadar sağlam süreksizlikler, bu kesme işleminden de kırılıp parçalanmadan çıkabilmektedir. İlgili plakaların kesimi sırasında uygulanan kesim baskısı ve oluşan titreşim plakalar içinde bulunan, görülebilen veya görülmeyen süreksizliklerden dolayı parçalanmaları artıracaktır. Hızının kesme basıncının ayarlanabildiği köprü kesme makineleri, keserken az miktarda titreşim oluştururlarsa süreksizlik içeren plakaların kesimi için daha uygun olacaklardır. Aksi durumdaki makinelerde plakalardaki süreksizliklerde oluşan kırıklar kayıpları artıracaktır.

Köprü (yan) kesmede plakalar, fabrikanın aldığı sipariş üzerine istenilen genişliklerde kesilmektedir. Kesimlerden elde edilecek küçük plakalar (ebatlı ürünler) istenilen genişlikte kesildikten sonra plakaların uzunlukları da eşitlenerek köprü kesim işlemi tamamlanmaktadır. Bu kesimler sırasında ortaya çıkan sağlam fazlalık plakalar ayrıca değerlendirmeye alınır. Bunlar sipariş genişliğine göre daha dar (küçük genişliğe sahip) plakalardır. Bu plakalardan, genişliği 14,5 cm ye kadar olanlardan “süpürgelik” plakalar kesilerek değerlendirilmesi sağlanır. Bu değerden daha küçük



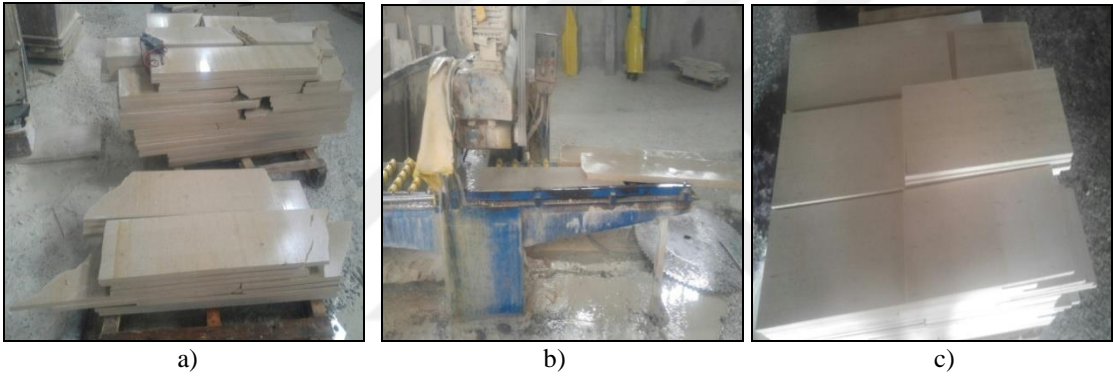
a)



b)

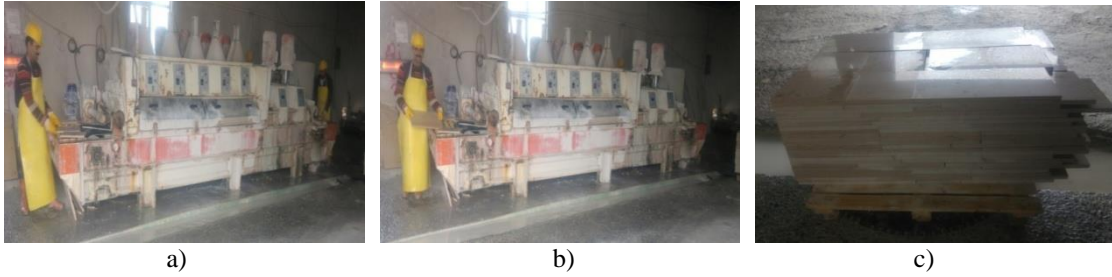
Şekil 7.4. a) Köprü kesme makinesinde kesilmiş, 30 cm genişliğe sahip küçük plakalar, b) Köprü kesim makinesinde yapılan kesimlerde, içlerindeki süreksizliklerden dolayı veya diğer hatalardan dolayı oluşan çatlama ve kırıklar.

genişliğe sahip fazlalıklar fire sayılarak, mermer fabrikası kayıpları olarak değerlendirilmektedir. Köprü kesme makinesinde inceleme yapılan fabrikanın elinde bulunan siparişe göre 30 cm genişliğinde kesilen 2 cm kalınlığındaki ElKr-blok1 örneği küçük plakaları, uzunluklarının düzeltilip ayarlanmaları için kafa (baş) kesme makinesine taşınmışlardır. Genel olarak alınan sipariş boyutlarında önemli olan kalınlık ve genişliktir. Bu değerler, kesilen örnek ElKr-blok1 için 2 cm ve 30 cm'dir. Kesilen küçük plakalar (ebatlı ürün) için uzunluk sınırlaması yoksa (bazı durumlarda uzunluk için de bir sınır verilmesi mümkündür), köprü kesme makinesinden çıkan küçük plakaların uzunlukları boyunca oluşan çatlaklar, plaka mermer özürleri, telafisi olmayan derin çizikler, baş kesme makinesi kullanılarak (Şekil 7.5) kesilir atılır. Düzeltmelerden dolayı kesilip atılan kısımlar kayıpları oluşturur.



Şekil 7.5. a) Köprü kesme makinesinden baş kesme hattın taşınan ElKr-blok1 den elde edilen küçük plakalar, b) Kafa (Baş) kesme makinesi ve üzerinde kesime hazır küçük plaka, c) Kafa (baş) kesme makinesinde uzunlukları boyunca oluşan kırılmalar ve düzensizliklerin kesilmesinden sonra elde edilen düzgün küçük plakalar (düzgün ebatlı ürünler).

Baş kesme işlemi sonrasında ebatlanmış küçük plakalara cilalama işlemi yapılmaktadır. Cilalama işlemi büyük plaka boyutunda veya küçük plaka boyutunda (ebatlı) olarak yapılabilmektedir. İncelenen mermer kesim fabrikasında ElKr-blok1 içinde bulunan süreksizlikler nedeniyle cilalama işlemi büyük plaka boyutunda uygulanmamıştır. Cilalamanın daha küçük boyuttaki plakalara uygulanması cilalama işlemi sırasında mermer plakalarının ek çatlama ile kayıp edilmesine karşı alınan bir önlemdir. Cilama işleminde plakaların kalınlığından (et kalınlığından) yaklaşık 0–2 mm olan yüzey kısmı sürtülerek düzeltilmekte ve parlatılmaktadır. Elmas soketlerin yaptığı bu düzeltme ve parlatma işlemi sırasında oluşan şılam da direkt olarak kayıplara eklenmektedir. Cilalama sırasında kaybedilen plaka kalınlığının miktarı mermer türüne, mermer yüzeyine, yüzeyin engebelerine ve gözenekliliğine bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 7.6. İnceleme yapılan doğaltaş kesme fabrikasında a) Cilalama makinesine küçük plakaların konulması, b) Cilalama sonrasında ürünlerin makineden çıkışı, c) Cilalanmış ürünlerin istiflenmesi.

7.1.1.1. Elazığ-Krem blok-1 kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) Mil (Şılam) kaybı: Örneklenen EIKr-blok1 için kullanılan katrik makinesi 80 lama ile kesim yapmıştır. Katrik makinesine yerleştirilen 89x160x267 cm boyutundaki ELKr-blok1 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük plakalara kesilebilmesi için 35 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 35 adet sağlam büyük plaka ürünü elde edilmiştir. İncelenen mermer kesim fabrikasında kullanılan katrik makinesindeki lama testerelerin soket kalınlıkları 4 mm'dir. Lama testereler kesim yaparken sağında ve solunda 0,5 mm sapma vererek kesim yaptıkları için katrik makinesine takılan her lama testerenin oluşturduğu çizgi boşluğu $4+(0,5+0,5)=5$ mm olmaktadır. Kesim yapan lama testerenin oluşturduğu bu genişlikte hesaba katılınca mermer bloğunun $2+0,5 = 2,5$ cm aralıklarla kesildiği ortaya çıkacaktır. Bu kalınlığın 2 cm'si plakanın kendisini, 0,5 cm'si kesim işlemiyle şılam olan kayıpları oluşturacaktır.

Blok ebatları;

Uzunluk: 267 cm Genişlik: 89 cm Yükseklik: 160 cm' dir.

Katrik makinesinde meydana gelen şılam kayıpları özetlenirse;

- . Bloğun yoğunluğu: 2,55 ton / m³,
- . Blok üst yüzey genişliği: 89 cm,
- . Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(89/2) = 44,5$ büyük plaka olacaktı,
- . Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,5 cm olduğu için
EIKr-blok1'den kesilen büyük plaka sayısı $(89/2,5) = 35,6$ plaka olmuştur.
- . Örnek blokta oluşan kayıp; $(44,5-35,6) = 8,9$ plakadır. Bu değer toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (44,5) göre kayıp oranı % 20 dir.

Katrik makinesi kesiminde oluşan kayıpların EIKr-blok1 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(0,89 \times 1,60 \times 2,67) = 3,80208$ m³

Blok ağırlığı; $(3,80208\text{m}^3 \times 2,55 \text{ ton/m}^3) = 9,695304 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(9,695304 \text{ ton} \times 0,20) = 1,93906 \text{ ton}$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(3,802080 \text{ m}^3 \times 0,20) = 0,760416 \text{ m}^3$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrik makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(3,802080 \text{ m}^3 - 0,760416 \text{ m}^3) = 3,041664 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) İşçi hatalarından oluşan kayıplar: Fabrikaya getirilen ElKr-blok1 örneğinin blok halindeki boyutlarının ocakta hazırlanışı, kesim fabrikasında oluşan yan kapak kayıpları üzerinde önemli bir etkidir. Bu ne kadar doğaltaş özelliklerine bağlı olsa da ocakta yapılan kesim hatalarının neticesinde oluşan bu kayıpların işçilik hatası olarak değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Bloğun katrik makinesine yerleştirme özenine göre ve blok boyutuna göre verilen bu hata payları bloğun kesimine, şekline veya gönyesine göre değişiklik arz etmektedir. Örnek ElKr-blok1 örneğinde, katrik makinesine yerleştirilen bloğun kesiminde ortaya çıkan sağ dış kapakta 1/3 oranında düzensizlikler nedeniyle et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelme, bloğun en solundaki kapakta da benzer şekilde 1/3 oranında incelme olduğu gözlemlenmiştir. Bu incelme alanlarından dolayı kayıp veren en sağdaki ve en soldaki plakalardaki kayıp oranları toplam büyük plaka yüzey alanının 2/3 kadardır. Bu nedenle 2 plaka fire olarak hesaplanmaktadır. Bu orana göre katrik makinesi kesiminde işçilik nedeniyle oluşan kayıp miktarı;

. Normal büyük levha yüzey alanı: $(1,60 \times 2,67) \times 0,02 = 0,0854 \text{ m}^3$

. İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0854 \text{ m}^3 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,113867 \text{ m}^3$

. İşçilik hatasından sonra kalan ürün hacmi $(3,041664\text{m}^3 - 0,113867\text{m}^3) = 2,927797 \text{ m}^3$

. İşçilik hatası nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,113867 \times 100) / (3,041664) = \% 3,74$

c) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Köprü kesme makinesinde yapılan 1 cm'lik düzeltme kesimlerinden dolayı oluşan kayıplar;

. Kesime gelen plaka hacmi: $2,927797 \text{ m}^3$

. Kayıp hacmi $(1 \times 2 \times 160) = 320 \text{ cm}^3 = 0,00032 \text{ m}^3$

. Örnek bloktan elde edilen 33 adet plaka için bu kayıplar; $(0,00032 \times 33) = 0,01056 \text{ m}^3$

. 1 cm düzeltmeden sonra kalan ürün hacmi $(2,927797 \text{ m}^3 - 0,01056 \text{ m}^3) = 2,917237 \text{ m}^3$

. Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,01056 \times 100) / (2,917237) = \% 0,36$

. Köprü kesme makinesinde siparişe göre (30 cm genişliğinde 2 cm kalınlığında küçük plaka olarak) kesilen ürünlerden sonra her büyük plakadan 11,5 cm genişliğinde bir atık plaka kalmaktadır. Kullanıma sunulamayan bu plakadan dolayı oluşan kayıp miktarı;

. $(0,115 \text{ m} \times 1,60 \times 0,02) = 0,0037 \text{ m}^3$ bir büyük plaka için kayıp miktarı

. $(0,0037 \text{ m}^3 \times 33 \text{ adet}) = 0,1221 \text{ m}^3$ bloktan elde edilen 33 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.

. 11,5 cm atıktan sonra kalan ürün hacmi $(2,917237 \text{ m}^3 - 0,1221 \text{ m}^3) = 2,795137 \text{ m}^3$

. Kayıp oranı; $(0,1221 \times 100) / (2,917237) = \% 4,18$

d) ElKr-blok1 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Örnek blok genel olarak incelendiğinde bloğun 3 yüzeyinde çatlakların yaygınlaşmış olduğu gözlemlenmiştir. Blok 80 lamalı katarak makinesinde 2 cm kalınlığında büyük plakalara kesilirken süreksizliklere bağlı çatlamlar daha da belirginleşmiştir. Köprü kesme makinesine küçük plaka elde etmek için alınan ürünlerde çatlamlar daha etkili olarak kayıplara neden olmuştur. Köprü kesme işleminde kırılmalar nedeniyle kaybedilen plaka alanları dışında, kesim sonrası sağlam olarak üretilen ebatlı ürünlerin durumu:

i) Köprü kesme makinesinde "Düzde" alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

. $(0,02 \times 0,3 \times 1,5) \times 33 \text{ adet} = 0,297 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 1,3) \times 33 = 0,2574 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 1,2) \times 33 = 0,2376 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 1,1) \times 33 = 0,2178 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 1) \times 33 = 0,198 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 0,7) \times 33 = 0,1386 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 0,9) \times 33 = 0,1782 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 1) \times 33 = 0,198 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,145 \times 1,5) \times 33 = 0,14355 \text{ m}^3$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: $1,86615 \text{ m}^3$ dür.

ii) Köprü kesme makinesinde "Terste" alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

. $(0,02 \times 0,3 \times 0,25) \times 33 = 0,0495 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 0,4) \times 33 = 0,0792 \text{ m}^3$

. $(0,02 \times 0,3 \times 0,6) \times 33 = 0,1188 \text{ m}^3$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,4) \times 33 = 0,0792 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,35) \times 33 = 0,0693 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,25) \times 33 = 0,0495 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,145 \times 0,05) \times 33 = 0,004785 \text{ m}^3$$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: 0,450285 m³ dür.

Toplam kesim hacmi: 2,795137 m³

. Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (1,86615 + 0,450285) = 2,316435 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

$$. (2,795137 \text{ m}^3 - 2,316435 \text{ m}^3) = 0,478702 \text{ m}^3 \text{ Kayıp}$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:
(0,478702*100)/(2,795137) = % 17,13 dür.

e) Cilalamada oluşan kayıplar: Cilalama işlemi için silindirik başlıklara bağlanan elmas abrasivler kullanılmaktadır. Küçük plaka boyutunda (ebatlı ürünler) yapılan cilalama işlemleri sonucunda EIKr-blok 1 örneği için ortalama 0,75 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır. Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

$$. \text{Plaka uzunluğu } (267 \text{ cm} - 12,5 \text{ cm}) = 254,5 \text{ cm (Uzunluk} = 2,545 \text{ m)},$$

$$. (2,545 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}) \times 33 \text{ adet} = 2,68752 \text{ m}^3$$

$$. (2,545 \text{ m} \times 0,01925 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}) \times 33 \text{ adet} = 2,586738 \text{ m}^3$$

$$. \text{Cilalamada oluşan kayıp miktarı; } (2,68752 \text{ m}^3 - 2,586738 \text{ m}^3) = 0,100782 \text{ m}^3$$

$$. \text{Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam toplam plaka alanı; } = 2,316435 \text{ m}^3$$

$$. \text{Kayıp yüzdesi; } (0,100782 \times 100) / (2,316435) = \% 4,35$$

$$. \text{Cilalama sonra kalan plaka hacmi; } 2,215653 \text{ m}^3$$

7.1.1.2. EIKR-blok1 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir. Bu hesaplamalar kesim fabrikalarına gelen doğaltaş bloklarının kesim sırasında ne kadar kayıplara uğradığını, kayıp miktarlarının oranını göstermesi açısından önemlidir.

$$. \text{EIKr-blok1 örnek blok hacmi: } (0,89 \times 1,60 \times 2,67) = 3,80208 \text{ m}^3$$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi 3,80208 m³ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi 2,215653 m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

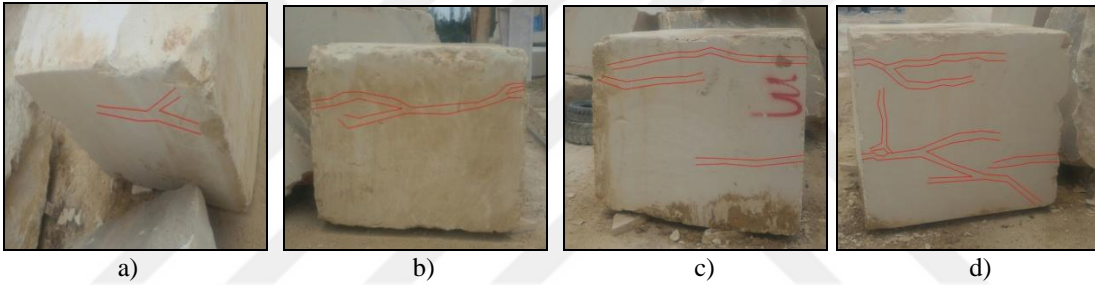
$$. \text{Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: } 0,760416 \text{ m}^3 \text{ (% 20)}$$

$$. \text{İşçilik hatasından dolayı toplam kayıp: } 0,113867 \text{ m}^3 \text{ (% 3,74)}$$

- . Köprü kesmede 1 cm lik düzeltmeden dolayı oluşan kayıp: 0,01056 m³ (%0,36)
- . Köprü kesmede siparişlerden dolayı oluşan toplam kayıp: 0,1221 m³ (% 4,18)
- . Çatlama ile oluşan toplam kayıp: 0,478702 m³ (% 17,13)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: 0,100782 m³ (% 4,35)
- . Genel toplam kayıp miktarı: 1,586427 m³ (yaklaşık oranı % 41,7).

7.1.2. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok2) Elazığ-Krem blok-2

Elazığ-Krem mermer örneği-2 (ElKr-blok2) için yapılan incelemeler, kesimlerin yapıldığı doğaltaş kesim fabrikası stok sahasında tamamlanmış ve bloğun yüzeyleri incelenip çatlaklı kısımlar işaretlenmiştir. Blok ağırlığı 4,12393 ton olarak tartılarak belirlenmiştir. ElKr-blok2 'nin blok boyutları 106x123x126 cm olarak ölçülmüştür. Blok yoğunluğu, blok ağırlık ve hacminden yola çıkılarak 2,51 ton/m³ olarak bulunmuştur.



Şekil 7.7. İnceleme yapılan doğaltaş stok sahasında a) Bloğun (ElKr-blok2) ön kısa boyutu (ön yüzey) b) Bloğun arka kısa boyutu (arka yüzey) c) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sol tarafında kalan uzunluk boyutu, (sol yüzeyi) d) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sağ tarafında kalan uzunluk boyutu, (sağ yüzeyi)

7.1.2.1. Elazığ-Krem blok-2 kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) Mil (Şılam) kaybı: ElKr-blok2 için kullanılan katrak makinesi, 80 lama testere bağlanabilen bir makinedir. Katrak makinesine yerleştirilen 106x123x126 cm boyutundaki ElKr-blok 2 örneğinden 2 cm kalınlığında büyük levhaların kesilebilmesi için 49 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 49 adet sağlam büyük levha ürün elde edilmiştir. Elazığ-Krem mermeri üzerinde yapılan incelemede örneklenen 2. blok için daha önce kesimi yapılan Elazığ-Krem blok-1 örnek bloğuna yapılan işlemler aynen tekrarlanmıştır. Bu aşamalarda oluşan kayıpların ElKr-blok2 için şu şekilde gözlenmiştir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 126 cm Genişlik: 123 cm Yükseklik: 106 cm' dir.

- . Bloğun yoğunluğu: 2,51 ton / m³,
- . Blok üst yüzey genişliği: 123 cm,
- . Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(123/2) = 61,5$ büyük plaka olacaktı,
- . Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,5 cm olduğu için
ElKr-blok2'den kesilen büyük plaka sayısı $(123/2,5) = 49,2$ plaka olmuştur.
- . Örnek blokta oluşan kayıp; $(61,5-49,2) = 12,3$ plakadır. Bu değer toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (61,5) göre kayıp oranı % 20 dir.
Katrak makinesi kesiminde oluşan kayıpların ElKr-blok2 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(1,06 \times 1,23 \times 1,26) = 1,642788 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $(1,642788 \text{ m}^3 \times 2,51 \text{ ton/m}^3) = 4,123398 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(4,123398 \text{ ton} \times 0,20) = 0,82468 \text{ ton}$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(1,642788 \text{ m}^3 \times 0,20) = 0,328558 \text{ m}^3$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrak makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(1,642788 \text{ m}^3 - 0,328558 \text{ m}^3) = 1,31423 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) İşçi hatalarından oluşan kayıplar: Plakalar katrak makinesinde kesilirken yan kapak vererek fire vermiştir. ElKr-blok2 için, en dıştaki sağdan 2, soldan 1 toplamda 3 kapak da oluşan et kalınlığında (plaka kalınlığı) incelmelerden dolayı kayıplara neden olmuştur. Sağ dış kapakta 2/3 oranında incelme, onun yanındaki kapakta ise 1/3 oranında incelme ve bloğun en solundaki kapakta ise 1/3 oranında incelme olduğu gözlemlenmiştir. Bu boşlukların neden olduğu kayıplar bloğun en sağdaki plakada 1/3, onun yanındaki plakadan 2/3 ve bloğun en solundaki plakadan ise 2/3 oranındadır. Bu oranlara göre katrak makinesi kesiminde işçilik nedeniyle oluşan kayıp miktarı;

. Normal büyük plaka yüzey alanı: $(1,26 \times 1,06) \times 0,02 = 0,026712 \text{ m}^2$

. İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,026712 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,035616 \text{ m}^2$

. Bir adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,026712 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,008904 \text{ m}^2$

. İşçilik hatasından sonra kalan ürün hacmi $(1,31423 \text{ m}^3 - 0,04452 \text{ m}^3) = 1,26971 \text{ m}^3$

. İşçilik hatası nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,04452 \times 100) / (1,31423) = \% 3,39$

c) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Köprü kesme makinesinde yapılan 1 cm'lik düzeltme kesimlerinden dolayı oluşan kayıplar;

- . Kesime gelen plaka hacmi: $1,26971 \text{ m}^3$
- . Kayıp hacmi $(1 \times 2 \times 106) = 212 \text{ cm}^3 = 0,000212 \text{ m}^3$
- . Blok 2' den elde edilen 46 adet plaka için bu kayıplar; $(0,000212 \times 46) = 0,009752 \text{ m}^3$
- . 1 cm düzeltme sonrası kalan ürün hacmi $(1,26971 \text{ m}^3 - 0,009752 \text{ m}^3) = 1,259958 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,009752 \times 100) / (1,26971) = \% 0,77$
- . Köprü kesme makinesinde siparişe göre (30 cm genişliğinde 2 cm kalınlığında küçük plaka olarak) kesilen ürünlerden sonra her büyük plakadan 5 cm genişliğinde bir atık plaka kalmaktadır. Kullanıma sunulamayan bu plakadan dolayı oluşan kayıp miktarı;
- . $(0,05 \text{ m} \times 1,06 \times 0,02) = 0,00106 \text{ m}^3$ bir büyük plaka için kayıp miktarı
- . $(0,00106 \text{ m}^3 \times 46 \text{ adet}) = 0,04876 \text{ m}^3$ bloktan elde edilen 46 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.
- . 30 cm genişlik ve 2 cm kalınlık kesimi sonrası kalan ürün hacmi $(1,259958 \text{ m}^3 - 0,04876 \text{ m}^3) = 1,211198 \text{ m}^3$
- . Kayıp oranı; $(0,04876 \times 100) / (1,259958) = \% 3,87$

d) ElKr-blok2 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Bloğu katrağa girmeden önce incelediğimizde, bloktaki 5 yüzeyin 4'ünde çatlakların yaygın olduğu gözlemlenmiştir. ElKr-blok2 örneği katraş makinesinden çıktıktan sonra, büyük plakalar köprü kesmeye gitmektedir.

Detaylı hesaplamalar Ek-1'de verilmiştir.

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (0,7728 + 0,21804) = 0,99084 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

Toplam plaka hacmi: $1,211198 \text{ m}^3$

$$. (1,211198 \text{ m}^3 - 0,99084 \text{ m}^3) = 0,220358 \text{ m}^3$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,220358 \times 100) / (1,211198) = \% 18,20 \text{ dür.}$$

e) Cilalamada oluşan kayıplar: Plakalarda çatlak çok olduğundan, kafa kesme makinesi sonrasında mermer plakalarına cilalama yapılmaktadır. Cilalama makinesinden sonra küçük boyutlu plakaların (ebatlı ürünler) kalınlıkları ölçülmektedir. ElKr-blok2 örneği için ortalama 0,9 mm kalınlık kaybı olduğu gözlenmiştir. Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

- . Plaka uzunluğu (126 cm - 6 cm) = 120 cm (Uzunluk= 1,2 m),
- . (1,2 m x 0,02 m x 1,06 m) x 46 adet = 1,17024 m³
- . (1,2 m x 0,0191 m x 1,06 m) x 46 adet = 1,117579 m³
- . Cilalamada oluşan kayıp miktarı; (1,17024 m³ – 1,117579 m³) = 0,052661 m³
- . Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam toplam plaka alanı; = 0,99084 m³
- . Kayıp yüzdesi; (0,052661x100) / (0,99084) = % 5,31
- . Cilalama sonrası kalan ürün hacmi: 0,938179 m³

7.1.2.2. ElKR-blok2 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

ElKr-blok2 örnek blok hacmi: (1,06x1,23x1,26) = 1,642788 m³

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi 1,642788 m³ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi 0,938179 m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

- .Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: 0,328558 m³ (% 20)
- .İşçilik hatasından dolayı toplam kayıp: 0,04452 m³ (% 3,39)
- .Köprü kesmede 1 cm lik düzeltmeden dolayı oluşan kayıp: 0,009752 m³ (% 0,77)
- . Köprü kesmede siparişlerden dolayı oluşan toplam kayıp: 0,04876 m³ (% 3,87)
- . Çatlama ile oluşan toplam kayıp: 0,220358 m³ (% 18,20)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: 0,052661 m³ (% 5,31)
- . Genel toplam kayıp miktarı: 0,704609 m³ (yaklaşık oranı % 42,89).

7.1.3. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok3) Elazığ-Krem blok-3

Elazığ-Krem mermer örneğinde oluşan kayıplar için incelenen 3. bloğun (ElKr-blok3) tesis alanında yüzeyleri incelenip, blok taşıma vagona konulmuştur. ElKr-blok3 üzerinde gözlenen süreksizlikler Şekil 7.8’de verildiği gibidir. Bu bloğun ağırlığı 3,799136 ton boyutları da 80x86x220 cm olarak ölçülmüştür. Blok yoğunluğu, bloğun ölçülen ağırlık ve hacminden yola çıkılarak 2,51 ton/m³ olarak bulunmuştur.



a)



b)

Şekil 7.8. Taşıma vagonuna yerleştirilen Elazığ-Krem mermer örneğinin 3. bloğunda (ElKr-blok3) gözlenen süreksizlik hatları a) Bloğun ön kısa boyutu (ön yüzey) b) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sağ tarafında kalan uzunluk boyutu, (sağ yüzeyi)

7.1.3.1. Elazığ-Krem blok-3 kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) Mil (Şılam) kaybı: ElKr-blok3 için kullanılan katrak makinası 80 lamalı blok kesme makinesidir. Katrak makinesine yerleştirilen 80x86x220 cm boyutundaki ElKr-blok3 örneğinden 2 cm kalınlığında büyük levhaların kesilebilmesi için 34 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 34 adet sağlam büyük levha ürün elde edilmiştir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 220 cm Genişlik: 86 cm Yükseklik: 80 cm' dir.

. Bloğun yoğunluğu: 2,51 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 86 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(86/2) = 43$ büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,5 cm olduğu için

ElKr-blok3'den kesilen büyük plaka sayısı $(86/2,5) = 34,4$ plaka olmuştur.

. Örnek blokta oluşan kayıp; $(43-34,4) = 8,6$ plakadır. Bu değer toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (43) göre kayıp oranı % 20 dir.

Katraf makinesi kesiminde oluşan kayıpların ElKr-blok3 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(0,8 \times 0,86 \times 2,2) = 1,5136 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $(1,5136 \text{ m}^3 \times 2,51 \text{ ton/m}^3) = 3,799136 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(3,799136 \text{ ton} \times 0,20) = 0,759827 \text{ ton}$ (Şılam olarak oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(1,5136 \text{ m}^3 \times 0,20) = 0,30272 \text{ m}^3$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrik makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(1,5136 \text{ m}^3 - 0,30272 \text{ m}^3) = 1,21088 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) İşçi hatalarından oluşan kayıplar: İşçi hatası olarak kesilmek istenen mermer bloğunun katrik makinesine nasıl hangi konumda girdiği ve katrik makinesinde kesim işi bittikten sonra kesilen büyük plakalar arasına konulan takozların nasıl bırakıldığı, yan kapaklarda ve ek çatlamlarla verilebilecek kayıp (fire) miktarına önemli derecede etki etmektedir. Bu nedenle EIKr-blok3 örneği katrik makinesinde 3 tanesi yan kapak olarak fire vermiştir. Sağlam ürün olarak 31 plaka alınmıştır. Katrikta en dış sağdan 2, soldan 1 toplamda 3 kapak firelere neden olmuştur. Sağ dış kapakta 2/3 oranında et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelleme, onun yanındaki kapakta 1/3 oranında incelleme ve bloğun en solundaki kapakta ise 1/3 oranında incelleme olduğu saptanmıştır. Bunlardan dolayı oluşan kayıplar en sağdaki plakanın 1/3, onun yanındaki plakanın 2/3 ve en soldaki plakanın da 2/3 oranında olmuştur. Bu orana göre katrik makinesi kesiminde işçilik nedeniyle oluşan kayıp miktarı;

Normal büyük plaka yüzey alanı: $(2,2 \times 0,8) \times 0,02 = 0,0352 \text{ m}^3$

. İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0352 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,04693 \text{ m}^3$

. Bir adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0352 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,02347 \text{ m}^3$

. İşçilik hatasından sonra kalan ürün hacmi $(1,21088 \text{ m}^3 - 0,0704 \text{ m}^3) = 1,14048 \text{ m}^3$

. İşçilik hatası nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,0704 \times 100) / (1,21088) = \% 5,81$

c) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Köprü kesme makinesinde yapılan 1 cm'lik düzeltme kesimlerinden dolayı oluşan kayıplar;

. Kesime gelen plaka hacmi: $1,14048 \text{ m}^3$

. Kayıp hacmi $(1 \times 2 \times 80) = 160 \text{ cm}^3 = 0,000160 \text{ m}^3$

. Blok 3'den elde edilen 31 adet plaka için bu kayıplar; $(0,000160 \times 31) = 0,00496 \text{ m}^3$

. 1 cm düzeltme sonrası kalan ürün hacmi $(1,14048 \text{ m}^3 - 0,00496 \text{ m}^3) = 1,13552 \text{ m}^3$

. Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,00496 \times 100) / (1,14048) = \% 0,43$

. Köprü kesme makinesinde siparişe göre (30 cm genişliğinde 2 cm kalınlığında küçük plaka olarak) kesilen ürünlerden sonra her büyük plakadan 9 cm genişliğinde bir atık plaka kalmaktadır. Kullanıma sunulamayan bu plakadan dolayı oluşan kayıp miktarı;

- . $(0,09 \text{ m} \times 0,80 \times 0,02) = 0,00144 \text{ m}^3$ bir büyük plaka için kayıp miktarı
- . $(0,00144 \text{ m}^3 \times 31 \text{ adet}) = 0,04464 \text{ m}^3$ bloktan elde edilen 31 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.
- . 30 cm genişlik 2 cm kalınlık kesimi sonrası kalan ürün hacmi;
 $(1,13552 \text{ m}^3 - 0,04464 \text{ m}^3) = 1,09088 \text{ m}^3$ dür,
- . Kayıp oranı; $(0,04464 \times 100) / (1,13552) = \% 3,93$

d) ElKr-blok3 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Bloğun 2 yüzeyinde çatlaklar mevcuttur. Kesim aşamasında lamaların baskısından dolayı plakalarda ek çatlakların olduğu gözlemlenmiştir.

Detaylı hesaplamalar Ek-2'de verilmiştir.

- . Genel Toplam Alınan Ürün; $0,9765 \text{ m}^3$ sağlam ürün alınmıştır.
 $(1,09088 \text{ m}^3 - 0,9765 \text{ m}^3) = 0,11438 \text{ m}^3$ kayıp
- . Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:
 $(0,11438 \times 100) / (1,09088) = \% 10,48$ dür.

e) Cilalamada oluşan kayıplar: Cilalama işlemi, kafa kesme makinesinden çıkan ürünlere uygulanmaktadır. Cilalama sonrasında ebatlı ürünlerin kalınlıkları tek tek ölçülmektedir. ElKr-blok3 örneği için ortalama 1 mm kalınlık kaybı olduğu görülmüştür. Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

- . Plaka uzunluğu $(220 \text{ cm} - 10 \text{ cm}) = 210 \text{ cm}$ (Uzunluk= 2,1 m),
- . $(2,1 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}) \times 31 \text{ adet} = 1,0416 \text{ m}^3$
- . $(2,1 \text{ m} \times 0,019 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}) \times 31 \text{ adet} = 0,98952 \text{ m}^3$
- . Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(1,0416 \text{ m}^3 - 0,98952 \text{ m}^3) = 0,05208 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam toplam plaka alanı; $= 0,9765 \text{ m}^3$
- . Kayıp yüzdesi; $(0,05208 \times 100) / (0,9765) = \% 5,3$

7.1.3.2. ElKR-blok3 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

ElKr-blok3 örnek blok hacmi: $(0,80 \times 0,86 \times 2,2) = 1,5136 \text{ m}^3$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $1,5136 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $0,92442 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

- .Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: $0,30272 \text{ m}^3$ (% 20)
- .İşçilik hatasından dolayı toplam kayıp: $0,0704 \text{ m}^3$ (% 5,81)

- . Köprü kesmede 1 cm lik düzeltmeden dolayı oluşan kayıp: 0,00496 m³ (% 0,43)
- . Köprü kesmede siparişlerden dolayı oluşan toplam kayıp: 0,04464 m³ (% 3,93)
- . Çatlama ile oluşan toplam kayıp: 0,11438 m³ (% 10,48)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: 0,05208 m³ (% 5,3)
- . Genel toplam kayıp miktarı: 0,58918 m³ (yaklaşık oranı % 38,92).

7.1.4. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok4) Elazığ-Krem blok-4

Elazığ-Krem mermerinden incelenmek için seçilen 4. blok (ElKr-blok4), katraç makinesinin taşıma vagonu üstüne konulduktan sonra, yüzeyleri incelenip çatlaklı kısımlar işaretlenmiştir. Blok ağırlığı 4,28925 ton olarak tartılan ElKr-blok4'ün blok boyutları 96x104x164 cm olarak ölçülmüştür. Blok yoğunluğu, blok ağırlığı ve hacminden yola çıkılarak 2,62 ton/m³ olarak bulunmuştur.



Şekil 7.9. Taşıma vagonuna yerleştirilen Elazığ-Krem mermer örneğinin 4. bloğunda (ElKr-blok4) gözlenen süreksizlikler a) Bloğun arka kısa boyutu (arka yüzey) b) Bloğun tavan ön boyutu.

7.1.4.1. Elazığ-Krem blok-4 kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) Mil (Şılam) kaybı: ElKr-blok4 için kullanılan katraç makinesi 80 lamalı mermer bloğu kesme makinesidir. Katraç makinesine yerleştirilen 96x104x164 cm boyutundaki ElKr-blok4 örneğinden 2 cm kalınlığında büyük levhaların kesilebilmesi için 41 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 41 adet sağlam büyük plaka ürün elde edilmiştir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 164 cm Genişlik: 104 cm Yükseklik: 96 cm' dir.

Bloğun yoğunluğu; 2,62 ton / m³,

- . Blok üst yüzey genişliği: 104 cm,
- . Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(104/2) = 52$ büyük plaka olacaktı,
- . Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,5 cm olduğu için
ElKr-blok4'den kesilen büyük plaka sayısı $(104/2,5) = 41,6$ plaka olmuştur.
- . Örnek blokta oluşan kayıp; $(52-41,6) = 10,4$ plakadır. Bu değer in toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (52) göre kayıp oranı % 20 dir.
Katrak makinesi kesiminde oluşan kayıpların ElKr-blok4 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(0,96 \times 1,04 \times 1,64) = 1,637376 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $(1,637376 \text{ m}^3 \times 2,62 \text{ ton/m}^3) = 4,289925 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(4,289925 \text{ ton} \times 0,20) = 0,857985 \text{ ton}$ (Şılam olarak oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(1,637376 \text{ m}^3 \times 0,20) = 0,327475 \text{ m}^3$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrak makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(1,637376 \text{ m}^3 - 0,327475 \text{ m}^3) = 1,309901 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) İşçi hatalarından oluşan kayıplar: İşçi hatası olarak katrakta en dıştaki kapaklar fire vermektedir. Yani en dış sağdan 1, soldan 1 toplamda 2 kapak kayıplara neden olmuştur. Sağ dış kapakta 1/3 oranında et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelme ve en sol kapakta da 1/3 oranında incelme olduğu gözlemlenmiştir. Kayıplara sebep olan plakalardaki kayıp oranları; en sağdaki 2/3, en soldaki plakada da 2/3 oranındadır. Bu oranlara göre katrak makinesi kesiminde işçilik nedeniyle oluşan kayıp miktarı;

. Normal büyük plaka yüzey alanı: $(1,64 \times 0,96) \times 0,02 = 0,031488 \text{ m}^2$

. İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,031488 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,041984 \text{ m}^2$

. İşçilik hatasından sonra kalan ürün hacmi $(1,309901 \text{ m}^3 - 0,041984 \text{ m}^3) = 1,267917 \text{ m}^3$

. İşçilik hatası nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,041984 \times 100) / (1,309901) = \% 3,2$

c) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Köprü kesme makinesinde yapılan 1 cm'lik düzeltme kesimlerinden dolayı oluşan kayıplar;

. Kesime gelen plaka hacmi: $1,267917 \text{ m}^3$

. Kayıp hacmi $(2 \times 2 \times 96) = 384 \text{ cm}^3 = 0,000384 \text{ m}^3$

- . Blok 4'den elde edilen 39 adet plaka için bu kayıplar; $(0,000384 \times 39) = 0,014976 \text{ m}^3$
- . 1 cm düzeltme sonrası kalan ürün hacmi $(1,267917 \text{ m}^3 - 0,014976 \text{ m}^3) = 1,252941 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,014976 \times 100) / (1,267917) = \% 1,18$
- . Köprü kesme makinesinde siparişe göre (30 cm genişliğinde 2 cm kalınlığında küçük plaka olarak) kesilen ürünlerden sonra her büyük plakadan 13 cm genişliğinde bir atık plaka kalmaktadır. Kullanıma sunulamayan bu plakadan dolayı oluşan kayıp miktarı;
- . $(0,13 \text{ m} \times 0,96 \times 0,02) = 0,002496 \text{ m}^3$ bir büyük plaka için kayıp miktarı
- . $(0,002496 \text{ m}^3 \times 39 \text{ adet}) = 0,097344 \text{ m}^3$ bloktan elde edilen 39 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.
- . 30 cm genişlik 2 cm kalınlık kesimi sonrası kalan ürün hacmi;
- . $(1,252941 \text{ m}^3 - 0,097344 \text{ m}^3) = 1,155597 \text{ m}^3$
- . Kayıp oranı; $(0,097344 \times 100) / (1,155597) = \% 7,77$

d) ElKr-blok4 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Blok stok alanında incelenmiştir. 2 yüzeyinde çatlakların olduğu gözlemlenmiş ve katarak makinesinde kesim yapıldıktan sonra plakalar köprü kesmeye gitmiştir.

Detaylı hesaplamalar Ek-3'de verilmiştir.

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (1,00152 + 0,07020) = 1,07172 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

$$\text{Toplam Plaka hacmi: } 1,155597 \text{ m}^3$$

$$. 1,155597 \text{ m}^3 - 1,07172 \text{ m}^3 = 0,083877 \text{ m}^3$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,083877 \times 100) / (1,155597) = \% 7,26 \text{ dür.}$$

e) Cilalamada oluşan kayıplar: Köprü kesmeden sonra plakalar baş kesmeye taşınmaktadır. Bu makinede yapılan düzeltme işlemlerinden sonra cilalama makinesine götürülmektedir. Cilalama yapıldıktan sonra bu makineden çıkan küçük plaka boyutlu ürünlerin (ebatlı ürünler) kalınlıkları ölçülmektedir. ElKr-blok4 örneği için ortalama 0,7 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır.

Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

$$. \text{Plaka uzunluğu } (164 \text{ cm} - 14 \text{ cm}) = 149 \text{ cm (Uzunluk} = 1,49 \text{ m)},$$

$$. (1,49 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 0,96 \text{ m}) \times 39 \text{ adet} = 1,115712 \text{ m}^3$$

$$. (1,49 \text{ m} \times 0,0193 \text{ m} \times 0,96 \text{ m}) \times 39 \text{ adet} = 1,076662 \text{ m}^3$$

- . Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(1,115712 \text{ m}^3 - 1,076662 \text{ m}^3) = 0,03905 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam toplam plaka alanı; $= 1,07172 \text{ m}^3$
- . Kayıp yüzdesi; $(0,03905 \times 100) / (1,07172) = \% 3,64$

7.1.4.2. ElKr-blok4 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

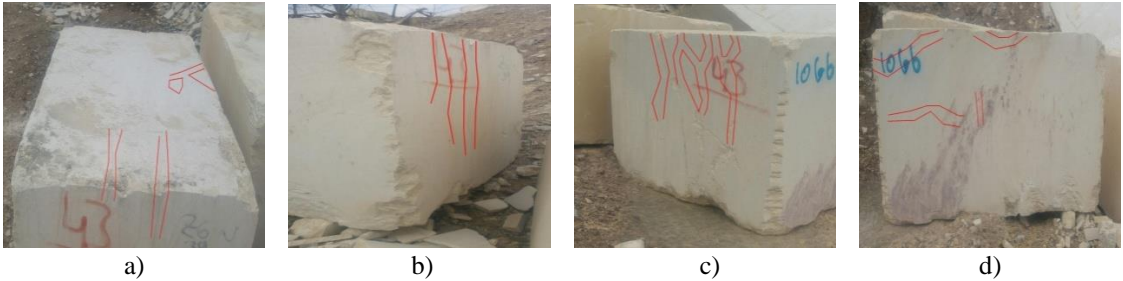
ElKr-blok4 örnek blok hacmi: $(0,96 \times 1,04 \times 1,64) = 1,637376 \text{ m}^3$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $1,637376 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $1,03267 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

- .Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: $0,327475 \text{ m}^3$ (% 20)
- .İşçilik hatasından dolayı toplam kayıp: $0,041984 \text{ m}^3$ (% 3,2)
- .Köprü kesmede 1 cm lik düzeltmeden dolayı oluşan kayıp: $0,014976 \text{ m}^3$ (% 1,18)
- . Köprü kesmede siparişlerden dolayı oluşan toplam kayıp: $0,097344 \text{ m}^3$ (% 7,77)
- . Çatlaklarla oluşan toplam kayıp: $0,083877 \text{ m}^3$ (% 7,26)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: $0,03905 \text{ m}^3$ (% 3,64)
- . Genel toplam kayıp miktarı: $0,604706 \text{ m}^3$ (yaklaşık oranı % 36,93).

7.1.5. Üretim aşamasında örneklenen (ElKr-blok5) Elazığ-Krem blok-5

Elazığ-Krem mermer örneği 5, (ElKr-blok5) mermer tesisinde bulunan blok taşıma vagonu üstünde incelenmiştir. Bu blokta süreksizliklerden dolayı oluşan çatlakların bloğun dört yüzeyinde yaygın olduğu görülmüş ve işaretlenmiştir. Bloğun ağırlığı 13,923 ton ve blok boyutları da $150 \times 175 \times 208 \text{ cm}$ olarak ölçülmüştür. Blok yoğunluğu, blok ağırlık ve hacminden yola çıkarak $2,55 \text{ ton/m}^3$ olarak bulunmuştur.



Şekil 7.10. İnceleme yapılan doğaltaş stok sahasında a) Bloğun (ElKr-blok5) tavan boyutu (tavan yüzeyi) b) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sol tarafında kalan uzunluk boyutu, (sol yüzeyi) c) Bloğun gösterilen genişlik resmine göre sağ tarafında kalan uzunluk boyutu, (sağ yüzeyi) d) Bloğun ön kısa boyutu (ön yüzey)

7.1.5.1. Elazığ-Krem blok-5 kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) **Mil (Şılam) kaybı:** ElKr-blok5 için kullanılan katrik makinesi 80 lamalı mermer blok kesme makinesidir. Katrik makinesine yerleştirilen 150x175x208 cm boyutundaki ElKr-blok5 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük plakalar halinde kesilebilmesi için 70 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 70 adet sağlam büyük levha ürün elde edilmiştir. Blok 5 numunesine oluşan kayıpları incelemek için izlenen aşamalar ElKr-blok1 için izlenen aşamaların tekrarlanması şeklindedir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 208 cm Genişlik: 175 cm Yükseklik: 150 cm' dir.

. Bloğun yoğunluğu; 2,55 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 175 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(175/2) = 87,5$ büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,5 cm olduğu için

ElKr-blok5'den kesilen büyük plaka sayısı $(175/2,5) = 70$ plaka olmuştur.

. Örnek blokta oluşan kayıp; $(87,5-70) = 17,5$ plakadır. Bu değer in toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (87,5) göre kayıp oranı % 20 dir.

Katrik makinesi kesiminde oluşan kayıpların ElKr-blok5 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(1,5 \times 1,75 \times 2,08) = 5,46 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $(5,46 \text{ m}^3 \times 2,55 \text{ ton/m}^3) = 13,923 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(13,923 \text{ ton} \times 0,20) = 2,7846 \text{ ton}$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(5,46 \text{ m}^3 \times 0,20) = 1,092 \text{ m}^3$ (Şılam nedeniyle oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrik makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(5,46 \text{ m}^3 - 1,092 \text{ m}^3) = 4,368 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) **İşçi hatalarından oluşan kayıplar:** İşçi hatası olarak katrikta yan kapaklar fire vermektedir. En dış sağdan 2, en dış soldan 1, toplamda 3 kapak kayıplara neden olmuştur. Sağ dış kapakta 2/3 oranında et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelmeye, onun yanındaki kapakta ise 1/3 oranında incelmeye ve bloğun en solundaki kapakta ise 1/3 oranında incelmeye olduğu gözlemlenmiştir. Oluşan bu incelmelerin neden olduğu

kayıplar; en sağdakiinde 1/3, onun yanındaki plakada 2/3 ve en soldaki plakada ise 2/3 oranındadır.

- . Normal büyük plaka yüzey alanı: $(2,08 \times 1,5) \times 0,02 = 0,0624 \text{ m}^3$
- . İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0624 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,0832 \text{ m}^3$
- . Bir adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0624 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,0208 \text{ m}^3$
- . İşçilik hatasından sonra kalan ürün hacmi $(4,368 \text{ m}^3 - 0,104 \text{ m}^3) = 4,264 \text{ m}^3$
- . İşçilik hatası nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,104 \times 100) / (4,368) = \% 2,38$

c) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Köprü kesme makinesinde yapılan 4 cm ve 1 cm'lik düzeltme kesimlerinden dolayı oluşan kayıplardır;

i) Yapılan 4 cm'lik için düzeltme sonucu oluşan kayıplar;

- . Kesime gelen plaka hacmi: $4,264 \text{ m}^3$
- . Kayıp hacmi $(4 \times 2 \times 150) = 1200 \text{ cm}^3 = 0,0012 \text{ m}^3$
- . Örnek bloktan elde edilen 17 adet plaka için bu kayıplar; $(0,0012 \times 17) = 0,0204 \text{ m}^3$
- . 4 cm düzeltme sonrası kalan ürün hacmi $(4,264 \text{ m}^3 - 0,0204 \text{ m}^3) = 4,2436 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,0204 \times 100) / (4,264) = \% 0,48$

ii) Yapılan 1cm'lik için düzeltme sonucu oluşan kayıplar;

- . Kesime gelen plaka hacmi: $4,2436 \text{ m}^3$
- . Kayıp hacmi $(1 \times 2 \times 150) = 300 \text{ cm}^3 = 0,0003 \text{ m}^3$
- . Örnek bloktan elde edilen 50 adet plaka için bu kayıplar; $(0,0003 \times 50) = 0,015 \text{ m}^3$
- . 4 cm düzeltme sonrası kalan ürün hacmi $(4,2436 \text{ m}^3 - 0,015 \text{ m}^3) = 4,2286 \text{ m}^3$
- . Köprü kesme makinesinde oluşan kayıp oranı; $(0,015 \times 100) / (4,2436) = \% 0,35$

Köprü kesme makinesinde siparişe göre (30cm genişliğinde 2cm kalınlığında küçük plaka olarak) kesilen ürünlerden sonra 17 plakadan 9,5cm ve 50 plakadan 12,5cm genişliğinde atık plakalar kalmaktadır. Kullanıma sunulamayan bu plakadan dolayı oluşan kayıp miktarı;

i) Artık 17 plaka için kayıp miktarı;

- . $(0,095 \text{ m} \times 1,5 \times 0,02) = 0,00285 \text{ m}^3$ bir büyük plaka için kayıp miktarı
- . $(0,00285 \text{ m}^3 \times 17 \text{ adet}) = 0,04845 \text{ m}^3$ bloktan elde edilen 17 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.
- . 30cm genişlik 2cm kalınlık kesim sonrası kalan ürün hacmi

$$(4,2286 \text{ m}^3 - 0,04845 \text{ m}^3) = 4,18015 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{Kayıp oranı; } (0,04845 \times 100) / (4,2286) = \% 1,15$$

ii) *Artık 50 plaka için kayıp miktarı;*

$$\cdot (0,125 \text{ m} \times 1,5 \times 0,02) = 0,00375 \text{ m}^3 \text{ bir büyük plaka için kayıp miktarı}$$

$$\cdot (0,00375 \text{ m}^3 \times 50 \text{ adet}) = 0,1875 \text{ m}^3 \text{ bloktan elde edilen 50 büyük plaka için toplam sipariş boyutu kayıp miktarı.}$$

$$\cdot 30\text{cm genişlik } 2\text{cm kalınlık kesim sonrası kalan ürün hacmi}$$

$$(4,18015 \text{ m}^3 - 0,1875 \text{ m}^3) = 3,99265 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{Kayıp oranı; } (0,1875 \times 100) / (4,18015) = \% 4,48$$

d) EIKr-blok5 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Bloğun 4 yüzeyi incelenmiştir. Dört yüzeyinde de çatlaklar mevcuttur. Katrak kesim sonrası plakalar köprü kesmede verilen siparişe göre kesilmektedir. Köprü kesmede kesim yapılırken çatlaklarda açılmalar olduğu saptanmıştır.

Detaylı hesaplamalar Ek-4'de verilmiştir.

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$\cdot (2,06561 + 1,10215) = 3,16776 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

$$\text{Toplam plaka hacmi: } 3,99265 \text{ m}^3$$

$$\cdot (3,99265 \text{ m}^3 - 3,16776 \text{ m}^3) = 0,82489 \text{ m}^3$$

· Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,82489 \times 100) / (3,99265) = \% 20,66 \text{ dür.}$$

e) Cilalamada oluşan kayıplar: Cilalamaya makinesine getirilen küçük plaka boyutlu ürünler (ebatlı ürünler) cilalama makinesi çıkışında kalınlık ölçümüne tabi tutulmaktadır. EIKr-blok5 örneği için ortalama 0,9 mm kalınlık kaybı olduğu görülmüştür. Bu duruma göre kayıp miktarı;

Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

$$\cdot \text{Plaka uzunluğu } (208 \text{ cm} - 13,5 \text{ cm}) = 194,5 \text{ cm (Uzunluk} = 1,945 \text{ m)},$$

$$\cdot (1,945 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 67 \text{ adet} = 3,90945 \text{ m}^3$$

$$\cdot (1,945 \text{ m} \times 0,0191 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 67 \text{ adet} = 3,733525 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{Cilalamada oluşan kayıp miktarı; } (3,90945 \text{ m}^3 - 3,733525 \text{ m}^3) = 0,175925 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam toplam plaka alanı; } = 3,16776 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{Kayıp yüzdesi; } (0,175925 \times 100) / (3,16776) = \% 5,59$$

7.1.5.2. ElKr-blok5 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

ElKr-blok5 örnek blok hacmi: $(1.5 \times 1,75 \times 2,08) = 5,46 \text{ m}^3$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $5,46 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $2,991835 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

.Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: $1,092 \text{ m}^3$ (% 20)

.İşçilik hatasından dolayı toplam kayıp: $0,104 \text{ m}^3$ (% 2,38)

.Köprü kesmede 1 cm ve 4 cm lik düzeltmeden dolayı oluşan kayıp: $0,0354 \text{ m}^3$ (% 0,83)

. Köprü kesmede siparişlerden dolayı (9,5 cm ve 12,5 cm) oluşan, toplam kayıp: $0,23595 \text{ m}^3$ (% 5,63)

. Çatlama ile oluşan toplam kayıp: $0,82489 \text{ m}^3$ (% 20,66)

. Cilalamada oluşan toplam kayıp: $0,175925 \text{ m}^3$ (% 5,59)

. Genel toplam kayıp miktarı: $2,468165 \text{ m}^3$ (yaklaşık oranı % 45,2)

7.2. Beyaz-Oniks (White-Oniks) Mermeri İçin Mermer-Plaka Üretimi ve Üretim Kayıpları

Beyaz-oniks mermeri (White-Onyx ticari ismiyle tanınan doğaltaş), Akdağ (Ağrı-Diyadin) yakınlarındaki doğaltaş ocağından çıkarılmaktadır. Beyaz-oniks mermer, minerolojik yapısı gereği kırılgan, kristal bir yapıya sahiptir. Günümüzde 1 cm plaka kalınlığına kadar inceltirilip mimari projelerde (ofis, daire v.d.), kullanılmaktadır. Işığı geçirme özelliği olan Beyaz-oniks, mimari pozisyonuna özel olarak yerleştirilen ve arkasına ışık kaynağı konulan plakalarında, ışığı geçirdiği için, plakalar içindeki desenlerini göstererek estetik bir görünüme sahip olur.

Kristal yapısı gereği beyaz-oniks mermerinin katrak blok kesme makinelerinde büyük plakalar halinde kesilmesi oldukça ustalık istemektedir. Mermer bloğunda parçalanmaları önlemek için katrak makinesine girmeden önce beyaz-oniks blokları epoksi jel ve file ile kaplanmaktadır. Epoksiyi sertleştiren ve erken soğumayı sağlayan pasta kimyasalları da epoksiye ilave edilmektedir. Akdağ doğaltaş kesme fabrikasında beyaz-oniks bloklara sadece uzun yan yüzlere ve bloğun üst kısmına epoksi ve file uygulanmaktadır. Eğer blok çatlakları makro derecede büyük ise çatlaklara önce epoksi enjekte edilmekte sonra enjekte edilen bölüm kapatılarak blok beklemeye, kurumaya, alınmaktadır. Beyaz-oniks bloklarına yapılan bu epoksi ve file uygulaması kesimlerde bloğun kendini tutması ve sıkı durması içindir. Böyle bir uygulama beyaz-oniks

bloklarından alınan plaka sayısını maksimuma çıkaracaktır. Kullanılan kimyasallar oldukça maliyetli olsa da, epoksi ve file uygulanan bu doğaltaşın pazardaki satışı ön planda olmaktadır. Bütün bunların yanında epoksi ve file uygulaması, kayıpları, fireyi, oldukça azaltıcı bir yöntemdir.

Beyaz-oniks bloklar kesime girmeden ağırlıkları ve boyutları tespit edildikten sonra kesime alınmaktadır. Blokların stok sahasında incelenmesi, blokların görünen beş yüzeylerinde gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme sırasında süreksizlikler blok yüzeylerinde işaretlenmiştir. Daha sonra katrik makinesinde beyaz-oniks bloklar kesime girmektedir. Bu çalışmada amaçlanan işaretlenen süreksizliklere göre veya görülemeyen diğer potansiyel doğaltaş kusurları yüzünden, kesim sırasında oluşacak kayıpların miktarını belirlemek olduğu için blokların karşılaştırmalı eşit özellikte olmasının önemi büyüktür.

7.2.1. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok1) Beyaz-Oniks blok-1

Kesim için Akdağ doğaltaş kesme fabrikasına getirilen beyaz-oniks bloklarından seçilen 1. blok BzOn-blok1 olarak kodlanmıştır. Bu bloğun ilgili fabrikanın blok stok alanında yapılan ilk incelemesinde gözlenen süreksizlikler blok yüzeyleri üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 7.11). Bu stok alanında BzOn-blok1'in yüzeylerine Jel bazlı epoksi ve file uygulanmıştır. Bu uygulamaya bohçalama denilmektedir. Akdağ doğaltaş kesme fabrikası blok stok alanında genellikle blokların ön ve arka kısa yüzeyleri açıkta kalmakta (bu yüzeylere herhangi bir kaplama işlemi yapılmamaktadır), diğer yüzeylerine epoksi ve file uygulanmaktadır. Bu işlem sonunda epoksi reçine bloğun süreksizliklerine, gözeneklerine ve tüm yüzeyine temas ettikten ve kuruduktan sonra BzOn-blok1 katrik kesim makinesinde kesim yapılmaya uygun hale gelmektedir.

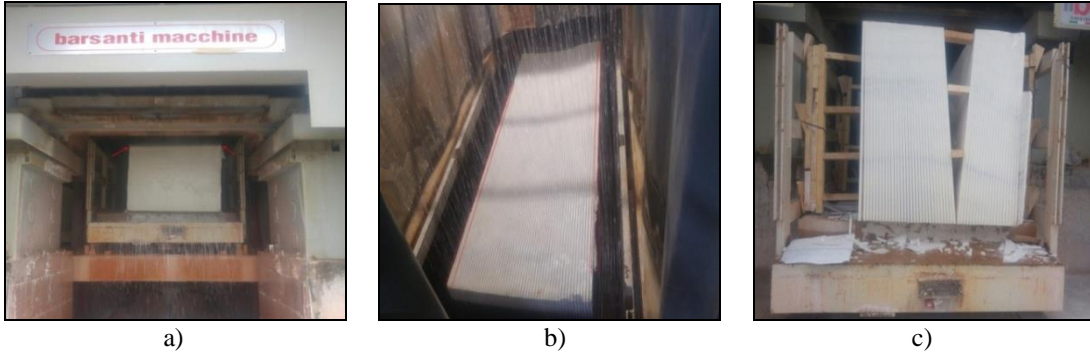


a)



b)

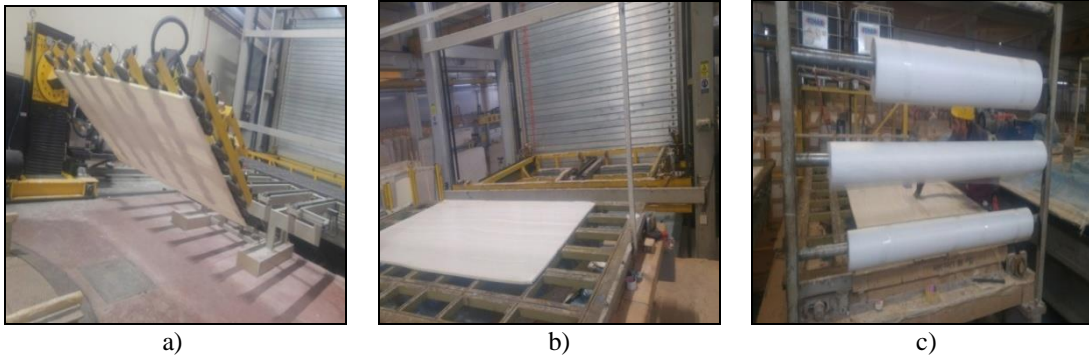
Şekil 7.11. Akdağ doğaltaş kesme fabrikası stok alanında bulunan Beyaz-Oniks örneğinde (BzOn-blok1) gözlenen süreksizlik hatları. a) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, ön yüzey), b) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, arka yüzey).



Şekil 7.12. Katrak makinesinde kesimi yapılan BzOn-blok1 örneğinin görünümü a) Kesimi yapılan bloğun, genişlik boyutu (ön yüzü), b) Kesimi yapılan bloğun, genişlik boyutu (tavan yüzü), c) Kesimi biten bloğun genişlik boyutu (arka yüzü).

Katraf kesim makinesinde bohçalanmış bir beyaz-oniks blok kesiminde sadece yan kapaklardan ve kesici lama soketlerinin kesim işleminde oluşturduğu şılamdan dolayı kayıplar oluşmaktadır. Burada bloğun geometrisi ve katraf işçisinin ustalığı çok önemlidir. Bloğun Akdağ mermer ocağında homojen şekilde kesilmesi ve Akdağ doğaltaş kesme fabrikasına kenarları uygun ve eşit boyutta kesilmiş olarak gönderilmesi kayıpları önleme işleminde çok önemlidir. Katraf makinesinde kesim işi yapan işçiler, mermer bloklarını tek olarak veya ikili olarak katraf makinesi taşıma vagonuna eşit ve kesime uygun bir şekilde koymalıdır. Katraf makinesinde kesim bittikten sonra plakaları ikiye ayırıp yan taraflarına eşit olacak şekilde takozlar konulmalıdır. Eşit konulmayan takozlardan dolayı oluşacak eğimle kırılmalar olmaktadır. Beyaz-oniks satışlarının büyük plaka olarak yapılması (siparişlerin bu doğrultuda oluşması) nedeniyle, büyük plakalarda kesim sırasında oluşan çatlaklar, plakaların atılmalarına, kaybın artmasına, neden olacaktır.

Akdağ doğaltaş kesme fabrikasında bloklardan kesilen büyük plakalar robotik vakum sistemi ile alınıp fırına götürülmektedir. Robotik vakum sistemi plakanın büyük bir hacmine eşit bir şekilde basınç uygulayarak kaldırmaktadır. Bu sistemin vinç ile kaldırmadaki avantajı ise plakalarda oluşabilecek olan ek kırılmaları, kayıpları önlemektir. Bu fabrika içinde fırına giren plakalar, fırında 1-2 saat ara ile ve 45°-60°'lik ısıya maruz kaldıktan sonra, fırından çıkarılırlar. Bu aşamadan sonra fırınlanmış büyük plakaların varsa onarımları yapılmaktadır. Gözenekli kısımları plaka rengine veya daha yakın bir renkte jel ile kapatılmaktadır. Sonra plakanın her iki yüzeyine de epoksi uygulanmakta ve arka yüzeyi file ile kaplanmaktadır. Onarım işlemi bittikten sonra plaka tekrar fırına konularak kurutulmaktadır. Bu işlemden sonra fırından çıkan büyük plakalar, 10-11 gün süresince fabrika içindeki plaka stok alanında bekletilirler.



Şekil 7.13. Katrak makinesinde kesimi biten plakaların fırın ve plaka onarım görüntüsü. a) Robotik vakum ile plaka kaldırma görünümü, b) Plakanın fırına girme görünümü, c) Plaka onarımda iken görünümü, (Akdağ Mermer, 2019).



Şekil 7.14. Yüzeyle temizliği ve cilalama işlemi yapan makinelerin görünümü, a) Plaka honlama makinesi, b) Plaka cilalama, parlatma, makinesi.

Plakaların bekletilmesindeki amaç plaka yüzeylerine sürülen epoksinin kimyasal tepkimesini tamamlamasıdır. Bu süreç geçtikten sonra büyük plakalar honlamaya alınır. Honlama plakanın üzerindeki pürüzlülüğün temizlenmesi işlemidir. Honlama makinesinde yüzeyle temizleme işlemi görmüş büyük plakalar cilalamaya alınmaktadır. Cilalamada plakanın ön yüzeyi elmas soketlerle parlatılmaktadır. Plakaya sürtünen soketler plakayı cilalarken sürtünmenin etkisiyle, plaka kalınlığından 0,4-1,2 mm civarında aşındırma yaparak mermerin kayıp vermesine neden olurlar. Bu tez çalışması sırasında cilalama işlemi tamamlanan büyük plakaların kalınlıkları tek tek ölçülmüş ve cilalama işlemi sırasında biraz incelen plakalardaki kayıplar belirlenmiştir. Kalınlıklarda ölçülen ortalama incelmeyin, fire, 0,8 mm olduğu tespit edilmiştir. Bir başka deyişle katrak kesme makinesinde 2 cm kalınlığa kesilen büyük beyaz-oniks plakalarının kalınlıkları 1,92 cm ye düşmektedir.



Şekil 7.15. Satışa hazır beyaz-oniks görünümü.

Bu cilalama kalınlık kaybı, bir bloktan elde edilen toplam büyük plakalardaki cilalama kayıplarını düşününce önemli hale gelmektedir. Örneğin 51 büyük plaka elde edilen bir blok kesiminde, büyük plakaların honlanması ve cilalanması sonucu şılama dönüşen kalınlık $(0,8 \times 51) = 40,8$ mm dir.

7.2.1.1. Beyaz-Oniks blok-1 (BzOn-blok1) kesimi sırasında oluşan kayıplar

a) Mil (Şılam) kaybı: Örneklenen BzOn-blok1 için kullanılan katrik makinesi 80 lama ile kesim yapmıştır. Katrik makinesine yerleştirilen 130x140x270 cm boyutundaki BzOn-blok1 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük plakalara kesilebilmesi için 54 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 54 adet sağlam büyük plaka ürünü elde edilmiştir. İncelenen mermer kesim fabrikasında kullanılan katrik makinesindeki lama testerelerin soket kalınlıkları 3 mm'dir. Lama testereler kesim yaparken sağında ve solunda 0,5 mm sapma vererek kesim yaptıkları için katrik makinesine takılan her lama testerenin oluşturduğu çizgi boşluğu $3 + (0,5 + 0,5) = 4$ mm olmaktadır. Kesim yapan lama testerenin oluşturduğu bu genişlikte hesaba katılınca mermer bloğunun $2 + 0,4 = 2,4$ cm aralıklarla kesildiği ortaya çıkacaktır. Bu kalınlığın 2 cm'si plakanın kendisini, 0,4 cm'si kesim işlemiyle şılam olan kayıpları oluşturacaktır.

Blok ebatları;

Uzunluk: 270 cm Genişlik: 130 cm Yükseklik: 140 cm' dir.

Katrik makinesinde meydana gelen şılam kayıpları özetlenirse;

- . Bloğun yoğunluğu; 2,55 ton / m³,
- . Blok üst yüzey genişliği: 130 cm,
- . Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(130/2) = 65$ büyük plaka olacaktı,
- . Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,4 cm olduğu için

BzOn-blok1'den kesilen büyük plaka sayısı $(130/2,4) = 54,17$ plaka olmuştur.
 . Örnek blokta oluşan kayıp; $(65-54,17) = 10,83$ plakadır. Bu değer in toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (65) göre kayıp oranı % 16,66 dır.

Katrak makinesi kesiminde oluşan kayıpların BzOn-blok1 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(1,3 \times 1,4 \times 2,7) = 4,914 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $4,914 \text{ m}^3 \times 2,55 \text{ ton/m}^3 = 12,5307 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(12,5307 \text{ ton} \times 0,1666) = 2,024961 \text{ ton}$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce kayıp; $(4,914 \text{ m}^3 \times 0,1666) = 0,818672 \text{ m}^3$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrak makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(4,914 \text{ m}^3 - 0,818672 \text{ m}^3) = 4,095328 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Beyaz-oniks büyük plakalar halinde satışa sunulduğu için, sadece 80 lamalı katrakta yan kapaklar olarak kayıp vermektedir. Yani en dış soldan 2, sağdan 1 toplamda 3 kapak kayıplara neden olmuştur. Bu kayıplar bloğun kesimine, şekline veya gönyesine göre değişiklik arz etmektedir. Sol dış kapakta 2/3 oranında et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelme, onun yanındaki kapakta ise 1/3 oranında incelme olduğu gözlenmektedir. Bloğun en sağındaki kapakta ise 1/3 oranında incelme olduğu gözlenmiştir. Plakanın bu oranlardaki incelmeler en soldakinden 1/3, onun yanındaki plakadan 2/3 ve en sağdaki plakadan ise 2/3 oranında kayıp, fire, olduğu tespit edilmiştir. Siparişler büyük plaka halinde olduğu için buradaki 3 plaka fireye gitmektedir.

. Normal büyük plaka yüzey alanı: $(1,4 \times 2,7) \times 0,02 = 0,0756 \text{ m}^2$

. 2 adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0756 \text{ m}^2 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,1008 \text{ m}^2$

. 1 adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,0756 \text{ m}^2 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,0252 \text{ m}^2$

. Siparişlerden sonra kalan ürün hacmi $(4,095328 \text{ m}^3 - 0,126 \text{ m}^3) = 3,969328 \text{ m}^3$

. Siparişler nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,126 \times 100) / (4,095328) = \% 3,08$

c) Cilalamada oluşan kayıplar: Cilalama işlemi büyük plakalara uygulanabildiği gibi, küçük plakalara da (ebatlı ürün) uygulanabilmektedir. Beyaz-oniks büyük plakaları epoksi jel ile kaplı durumdadırlar, bunların arka yüzeyleri de file ile

kaplıdır. Bu nedenle süreksizlik etkisi minimuma indirildiğinden bu büyük plakalar yekpare olarak honlamaya ve cilalamaya sokulmaktadır. Cilalama işlemi silindirik başlıklara bağlanan elmas soketlerle yapılmaktadır. Cilalama işlemi yapılırken sürtünmenin etkisiyle plaka yüzeyleri aşınıp parlatılmaktadır. Bu işlem sonucu sılam oluşmaktadır. Büyük plaka boyutunda yapılan cilalama işlemleri sonucunda BzOn-blok1 örneği için ortalama 0,8 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır (Ek-5). Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

Cilalamada toplam kayıp miktarı $40,8 \text{ mm} = 0,408 \text{ m}$ ve ortalama kayıp $0,8 \text{ mm}$ dir.

. $(2,7 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}) \times 51 \text{ adet} = 3,8556 \text{ m}^3$

. $(2,7 \text{ m} \times 0,0192 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}) \times 51 \text{ adet} = 3,701376 \text{ m}^3$

. Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(3,8556 \text{ m}^3 - 3,701376 \text{ m}^3) = 0,154224 \text{ m}^3$

. Kayıp yüzdesi; $(0,154224 \times 100) / (3,969328) = \% 3,88$

. Cilalama sonrası kalan plaka hacmi; $3,815104 \text{ m}^3$

d) İşçi hatalarından dolayı oluşan kayıplar: İşçi hatalarından dolayı kayıp sadece bloğun taşıma vagonuna konuluş şekli ve kesim tamamlandıktan sonra büyük plakalar arasına konulan takozlardan dolayı olmaktadır. Bu kayıplar da ktrak makinesinde yan kapaklar olarak oluşan kırılmalardır. Bu kayıpların hesabı “*Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar*” alt başlıkları altında detaylı olarak yapılmıştır.

e) BzOn-blok1 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Blok stok alanında detaylı bir şekilde incelenmiştir. BzOn-blok1 bloğunda süreksizlikler ve gözeneklerin olduğu saptanmıştır. İncelenen bloğun 3 yüzeyine, stok alanında epoksi bazlı jel enjekte edilmiştir. Bunun amacı bloğun ktrak makinesinde kesilirken kendi kendini tutması, süreksizlik içeren ve gözenekli olan yüzeylerinin kırılmamasıdır. Epoksi işleminin yapılmasından dolayı bu blokta süreksizlikler nedeniyle kırılmalar olmamıştır.

f) Satışlarda ortaya çıkan kayıplar: Plakaların kenarları ve köşeleri bloğun şekline ve kesimine göre eşit olmamaktadır. Eşit olabilmesi için bozuk ve düzensiz kısımlar kesilerek atılır veya ihracat yaparken düzensiz kısımlar kayıp, fire, diye plaka alanından düşülüp ona göre metrekare çıkarılır, (satış yapılır). Genel olarak plakanın sol kısa kenarından 2 cm, sağ kısa kenarından 3 cm, üst uzun kenarından 2 cm ve alt uzun

kenarından 2 cm kayıp, fire, olarak hesaplanır. Bu hesaplama yöntemi her blok için geçerli olmamakla birlikte genelde uygulanan bir işlemdir.

Toplamda 51 büyük plaka için:

. Blok ebatları: 130x140x270 cm dir.

. Plakanın sol kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$$1 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,4 \text{ m} \times 0,0192 \text{ m} = 0,0005376 \text{ m}^3$$

. Plakanın sağ kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$$1 \text{ adet} \times 0,03 \text{ m} \times 1,4 \text{ m} \times 0,0192 \text{ m} = 0,0008064 \text{ m}^3$$

. Plakanın üst ve alt yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$$2 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} \times 0,0192 \text{ m} = 0,002074 \text{ m}^3$$

. 1 Plakada oluşan toplam kayıp: $0,003418 \text{ m}^3$

$$51 \times 0,003418 = 0,174318 \text{ m}^3$$

$$3,815104 \text{ m}^3 - 0,174318 \text{ m}^3 = 3,640786 \text{ m}^3$$

Kayıp oranı: $(0,174318 \times 100) / (3,815104) = \% 4,6$

7.2.1.2. BzOn-blok1 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir. Bu hesaplamalar kesim fabrikalarına gelen doğaltaş bloklarının kesim sırasında ne kadar kayıplara uğradığını, kayıp miktarlarının oranını göstermesi açısından önemlidir.

BzOn-blok1 örnek blok hacmi: $(1,3 \times 1,4 \times 2,7) = 4,914 \text{ m}^3$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $4,914 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $3,640786 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

. Katrak makinesi şılamı olarak toplam (hesaplanan) kayıp: $0,818672 \text{ m}^3$ (% 16,66)

. Siparişlerden dolayı toplam kayıp: $0,126 \text{ m}^3$ (% 3,08)

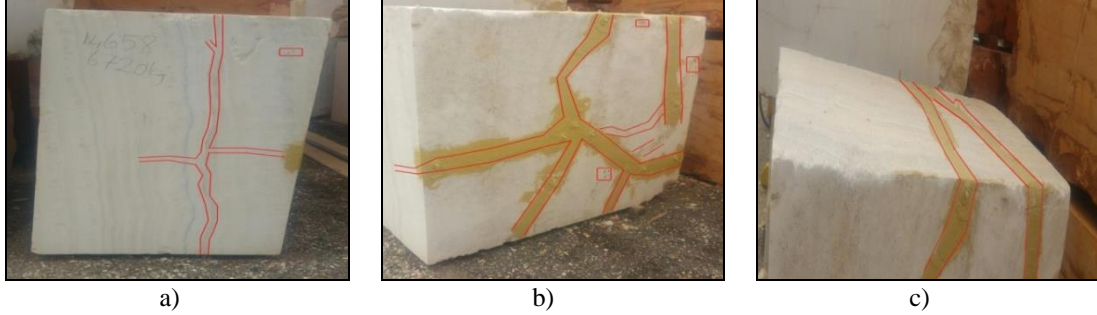
. Cilalamada oluşan toplam kayıp: $0,154224 \text{ m}^3$ (% 3,88)

. Satışlarda ortaya çıkan kayıplar: $0,174318$ (% 4,6)

. Genel toplam kayıp miktarı: $1,273214 \text{ m}^3$ (yaklaşık oranı % 25,91).

7.2.2. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok2) Beyaz-Oniks blok-2

Kesimi yapılacak Beyaz-oniks'in 2. bloğu olarak seçilen blok Şekil 7.16'da görülmektedir. Bu bloğun kesim işlemlerinde oluşan kayıpları aşağıda incelenmiştir.



Şekil 7.16. BzOn-blok2'nin stok alanında büyük çatlaklara jel enjekte edilip kurumaya alınması, a) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, ön yüzey), b) Bloğun a şıkında gösterilen gösterilen genişlik resminin, sağ tarafında kalan uzunluk boyutu, (sağ yüzeyi) c) Bloğun gösterilen resmine göre tavan boyutu, (tavan yüzeyi).

a) Mil (Şılam) kaybı: Beyaz-oniks blok (BzOn-blok2) Akdağ doğaltaş kesme fabrikasının stok alanında incelenmiştir. Bloкта bulunan makro çatlaklara kimyasal epoksi enjekte edilmiştir. Enjekte edilen epoksinin kurumamasından sonra, bloğun uzun 2 yan yüzeyine ve tavanına epoksi sürülüp file ile kaplanmıştır. BzOn-blok2 yüzeyinde görülen süreksizliklere kimyasal epoksi nüfuz ettikten ve file bloğu iyice sardıktan sonra, kimyasallar kurduktan sonra, blok taşıma vagonuna alınmıştır. BzOn-blok2 için kullanılan katraş makinesi 80 lamalı ile kesim yapmıştır. Katraş makinesine yerleştirilen 100x145x180 cm boyutundaki BzOn-blok2 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük plakalara kesilebilmesi için 60 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 60 adet sağlam büyük plaka ürün elde edilmiştir. BzOn-blok2'nin kesimi sırasında oluşan kayıplar aşağıda sıralanmıştır.

Blok ebatları;

Uzunluk: 180 cm Genişlik: 145 cm Yükseklik: 100 cm' dir.

. Bloğun yoğunluğu; 2,57 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 145 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(145/2) = 72,5$ büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,4 cm olduğu için

BzOn-blok2'den kesilen büyük plaka sayısı $(145/2,4) = 60,4$ plaka olmuştur.

. Örnek bloкта oluşan kayıp; $(72,5-60,4) = 12,1$ plakadır. Bu değer toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (72,5) göre kayıp oranı % 16,7 dir.

Katrak makinesi kesiminde oluşan kayıpların BzOn-blok2 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

$$\text{Blok hacmi; } (1 \times 1,45 \times 1,8) = 2,61 \text{ m}^3$$

$$\text{Blok ağırlığı; } 2,61 \text{ m}^3 \times 2,57 \text{ ton/m}^3 = 6,7077 \text{ ton}$$

$$\text{Ağırlıkça kayıplar; } (6,7077 \text{ ton} \times 0,167) = 1,1201859 \text{ ton (Şılam olarak oluşan kayıp),}$$

$$\text{Hacimce kayıp; } (2,61 \text{ m}^3 \times 0,167) = 0,43587 \text{ m}^3 \text{ (Şılam olarak oluşan kayıp).}$$

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrak makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(2,61 \text{ m}^3 - 0,43587 \text{ m}^3) = 2,17413 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Siparişler nedeniyle oluşan kayıp sadece katrak makinesi kesimlerinde yan kapaklar nedeniyle olmaktadır. En soldan 1 plaka, en sağdan 2 plaka kesim sırasında kayıplara uğramaktadır. Burada en soldan 1 plakada 1/3, en sağdan 2 plaka ise, 2/3 ve 1/3 oranında et kalınlığında (plaka kalınlığı) incelme olduğu gözlenmiştir. Yani en dıştaki plakalardan en soldakinde 2/3 oranında, en sağda yer alanlarda 1/3 ve 2/3 oranında kayıplar olmuştur. Toplam 3 kapakta kayıplar vardır.

$$\cdot \text{ Normal büyük plaka yüzey alanı: } (1 \times 1,8) \times 0,02 = 0,036 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{ İki adet dış plakadaki kayıp miktarı: } 0,036 \text{ m}^3 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,048 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{ Bir adet dış plakadaki kayıp miktarı: } 0,036 \text{ m}^3 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,012 \text{ m}^3$$

· Siparişlerden dolayı oluşan kayıplardan sonra kalan ürün hacmi

$$(2,17413 \text{ m}^3 - 0,06 \text{ m}^3) = 2,11413 \text{ m}^3$$

$$\cdot \text{ Siparişler nedeniyle oluşan kayıp oranı: } (0,06 \times 100) / (2,17413) = \% 2,8$$

c) Cilalamada oluşan kayıplar: Katrak kesiminden sonra büyük plakalar robotik sistem ile fırına taşınır. Fırında 1-2 saat arası bekletildikten sonra bu plakalar tamir ve epoksi işlemlerine geçerler. Son olarak cilalama yapılır. Cilalama yapıldıktan sonra plakalarda kalınlıklar ölçülür. Büyük plaka boyutunda yapılan cilalama işlemleri sonucunda BzOn-blok2 örneği için ortalama 0,73 mm kalınlık kaybı olmuştur (Ek-6). Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı; Cilalamada her plakada ortalama 0,73 mm kayıp vardır. Bu bloktan kesilen 57 plakada oluşan toplam kayıp miktarı $41,4 \text{ mm} = 0,0414 \text{ m}$ dir.

- . $(1,8 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times 57 \text{ adet} = 2,052 \text{ m}^3$
- . $(1,8 \text{ m} \times 0,01927 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times 57 \text{ adet} = 1,977102 \text{ m}^3$
- . Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(2,052 \text{ m}^3 - 1,977102 \text{ m}^3) = 0,074898 \text{ m}^3$
- . Kayıp yüzdesi; $(0,074898 \times 100) / (2,11413) = \% 3,54$
- . Cilalama sonrası kalan plaka hacmi; $2,039232 \text{ m}^3$

d) İşçi hatalarından oluşan kayıplar: İşçi hatalarından dolayı oluşan kayıpların analizi “*Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar*” alt başlıkları altında detaylı olarak yapılmıştır.

e) BzOn-blok2 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Beyaz-oniks örneği olan BzOn-blok2 bloğunun 3 yüzeyine fabrika stok alanında epoksi bazlı jel sürülmüştür. Bu nedenle süreksizlik nedeniyle oluşan kayıp yoktur.

f) Satışlarda oluşan kayıplar: Satışlar büyük plaka halinde olduğu için, plakaların kenarları ve köşeleri homojen değildir. Plakaların sol kısa kenarından 2 cm, sağ kısa kenarından 2 cm, üst uzun kenarından 2 cm ve alt uzun kenarından 3 cm kayıp, fire, olarak hesaplanır. Bu değerler bazı durumlarda kesilen bloğun boyutlarına ve şekline göre değişiklik arz etmektedir.

Toplamda 57 plaka için;

. Blok ebatları: 100x145x180 cm dir.

. Plakanın sağ ve sol kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı: $2 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,01927 \text{ m} = 0,0007708 \text{ m}^3$

. Plakanın üst geniş yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 0,01927 \text{ m} = 0,00069372 \text{ m}^3$

. Plakanın alt geniş yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,03 \text{ m} \times 1,8 \text{ m} \times 0,01927 \text{ m} = 0,0010406 \text{ m}^3$

. 1 Plakadan oluşan toplam kayıp: $0,00250512 \text{ m}^3$

$57 \times 0,00250512 = 0,142792 \text{ m}^3$

$2,039232 \text{ m}^3 - 0,142792 \text{ m}^3 = 1,89644 \text{ m}^3$

Kayıp oranı: $(0,142792 \times 100) / (2,039232) = \% 7$

7.2.2.1. BzOn-blok2 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir.

BzOn-blok2 örnek blok hacmi: $(1 \times 1,45 \times 1,8) = 2,61 \text{ m}^3$

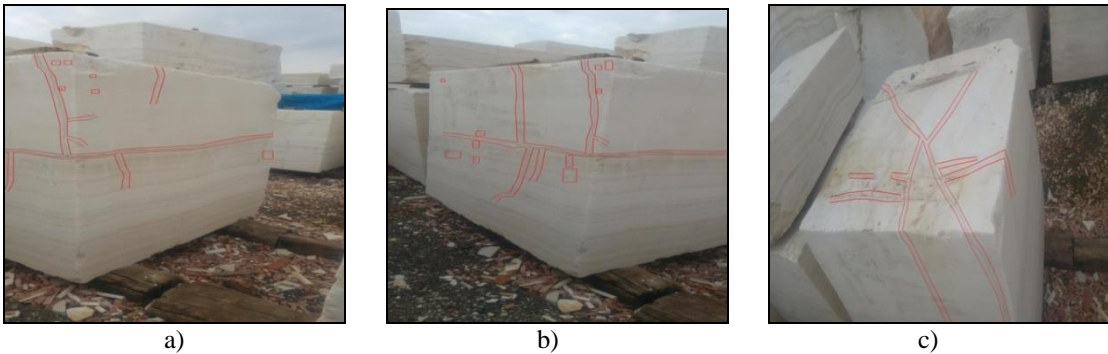
Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $2,61 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $1,89644 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

- . Katrak makinesi şılamı olarak atılan toplam (hesaplanan) kayıp: $0,43587 \text{ m}^3$ (% 16,7)
- . Siparişlerden dolayı toplam kayıp: $0,06 \text{ m}^3$ (% 2,8)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: $0,074898 \text{ m}^3$ (% 3,54)
- . Satışlarda oluşan kayıplar: $0,142792 \text{ m}^3$ (% 7)
- . Genel toplam kayıp miktarı: $0,71356 \text{ m}^3$ (yaklaşık oranı % 27,34).

7.2.3. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok3) Beyaz-Oniks blok-3

Kesimi yapılacak Beyaz-oniks'in 3. bloğu olarak seçilen blok Şekil 7.17'de görülmektedir. Bu bloğun kesim işlemlerinde oluşan kayıpları aşağıda incelenmiştir.

a) Mil (Şılam) kaybı: BzOn-blok3 bloğu Akdağ doğaltaş kesme fabrikasının stok alanında incelenmiştir. Süreksizlikler ve gözenekli yapılar işaretlenmiş daha sonra bloğa epoksi ve file kaplaması yapılmıştır. Katrak makinesine yerleştirilen $150 \times 162 \times 170 \text{ cm}$ boyutundaki BzOn-blok3 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük plakalara kesilebilmesi için 67 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 67 adet sağlam büyük plaka ürün elde edilmiştir.



Şekil 7.17. Mermer stok alanında yüzeyleri incelenmiş ve işaretlenmiş BzOn-blok3'ün görünümü a) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, yanal yüzey), b) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, ön yüzey), c) Bloğun üst görünümü, (üst tavan yüzeyi).

Blok ebatları;

Uzunluk: 170 cm Genişlik: 162 cm Yükseklik: 150 cm' dir.

Bloğun yoğunluğu; 2,67 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 162 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(162/2) = 81$ büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,4 cm olduğu için

BzOn-blok3'den kesilen büyük plaka sayısı $(162/2,4) = 67,5$ plaka olmuştur.

. Örnek blokta oluşan kayıp; $(81-67,5) = 13,5$ plakadır. Bu değer in toplamda teorik

olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (81) göre kayıp oranı % 16,67 dir.

Katraf makinesi kesiminde oluşan kayıpların BzOn-blok3 örneği için hesaplanan

ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(1,5 \times 1,62 \times 1,7) = 4,131 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $4,131 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ ton/m}^3 = 11,02977 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(11,02977 \text{ ton} \times 0,1667) = 1,83866 \text{ ton}$ (Şılam olarak oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(4,131 \text{ m}^3 \times 0,1667) = 0,688637 \text{ m}^3$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katraf makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(4,131 \text{ m}^3 - 0,688637 \text{ m}^3) = 3,442363 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Siparişler nedeniyle oluşan kayıplar yan kapaklarda ortaya çıkmaktadır. En soldan 1 plaka, en sağdan 2 plaka kayıp vermiştir. Buradaki kayıplar en soldan 1 plakadan 1/3, en sağdan 2 plaka da ise 2/3, 1/3 oranında et kalınlığında (plaka kalınlığı) incelmeye olduğu gözlemlenmiştir. Bunlardan kayıplara sebep olan incelmeler, en soldakinden 2/3, en sağdakilerden ise 1/3, 2/3 oranında kayıplara neden olmuştur. Toplamda 3 kapak fire vermiştir.

Normal büyük plaka yüzey alanı: $(1,7 \times 1,5) \times 0,02 = 0,051 \text{ m}^2$

. 2 adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,051 \text{ m}^2 \times 2 \text{ adet} \times 2 / 3 = 0,068 \text{ m}^2$

. 1 adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,051 \text{ m}^2 \times 1 \text{ adet} \times 1 / 3 = 0,017 \text{ m}^2$

. Siparişlerden sonrası kalan ürün hacmi $(3,442363 \text{ m}^3 - 0,085 \text{ m}^3) = 3,357363 \text{ m}^3$

. Siparişler nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,085 \times 100) / (3,442363) = \% 2,47$

c) Cilalamada oluşan kayıplar: Cilalama yapıldıktan sonra plakaların kalınlıkları tek tek ölçülmektedir. Büyük plaka boyutunda yapılan cilalama işlemleri

sonucunda BzOn-blok3 örneği için ortalama 0,71125 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır (Ek-7). Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

Cilalamada Ortalama 0,71 mm kayıp ve toplam kayıp miktarı 45,4 mm = 0,0454 m dir.

. $(1,7 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 64 \text{ adet} = 3,264 \text{ m}^3$

. $(1,7 \text{ m} \times 0,01929 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 64 \text{ adet} = 3,148128 \text{ m}^3$

. Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(3,264 \text{ m}^3 - 3,148128 \text{ m}^3) = 0,115872 \text{ m}^3$

. Kayıp yüzdesi; $(0,115872 \times 100) / (3,357363) = \% 3,45$

. Cilalama sonrası kalan plaka hacmi; $3,241491 \text{ m}^3$

d) İşçilik hatalarından dolayı oluşan kayıplar: İşçilik hatalarından dolayı oluşan kayıplar sadece bloğun taşıma vagonuna yüklenmesi ve kesim sonrası araya konulan takozlardan dolayı olmaktadır. Oluşan bu kayıpların analizi “*Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar*” alt başlıkları altında detaylı olarak yapılmıştır.

e) BzOn-blok3 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Blok içindeki süreksizlikler sonucu oluşan kayıp olmamaktadır. BzOn-blok3’e yapılan epoksi ve file uygulaması bloğu sıkıladığı için süreksizliklerden çatlama ve kırılma olmamaktadır.

f) Satışlardan dolayı oluşan kayıplar: BzOn-blok3 kesimi büyük plaka halinde yapılmış ve satışlar bu boyutta yapıldığı için plakaların kenarları ve köşeleri kesilerek düzeltilmektedir. Plakanın sol kısa kenarından 2 cm, sağ kısa kenarından 2 cm, üst uzun kenarından 3 cm ve alt uzun kenarından 2 cm bu kesim yapılırken kayıp, fire, oluşacaktır.

Toplamda 64 Plaka İçin;

. Blok ebatları: 150x162x170 cm dir.

. Plakanın sağ ve sol kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$2 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,01929 \text{ m} = 0,001157 \text{ m}^3$

. Plakanın üst uzun yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,03 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,01929 \text{ m} = 0,0008680 \text{ m}^3$

. Plakanın alt uzun yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,01929 \text{ m} = 0,0005787 \text{ m}^3$

. 1 Plakada oluşan toplam kayıp: $0,002604 \text{ m}^3$

$64 \times 0,002604 = 0,166656 \text{ m}^3$

$$3,241491 \text{ m}^3 - 0,166656 \text{ m}^3 = 3,074835 \text{ m}^3$$

$$\text{Kayıp oranı: } (0,166656 \cdot 100) / (3,241491) = \% 5,14$$

7.2.3.1. BzOn-blok3 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir.

$$\text{BzOn-blok3 örnek blok hacmi: } (1,5 \times 1,62 \times 1,7) = 4,131 \text{ m}^3$$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi 4,131 m³ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi 3,074835 m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

.Katrak makinesi şılamı olarak toplam (hesaplanan) kayıp: 0,688637 m³ (% 16,67)

.Siparişlerden dolayı toplam kayıp: 0,085 m³ (% 2,47)

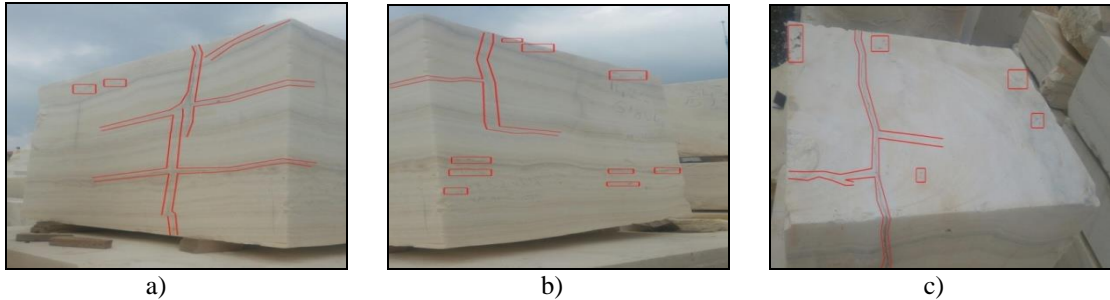
.Cilalamada oluşan toplam kayıp: 0,115872 m³ (% 3,45)

.Satışlardan dolayı oluşan kayıp: 0,166656 (% 5,14)

.Genel toplam kayıp miktarı: 1,056165 m³ (yaklaşık oranı % 25,57).

7.2.4. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok4) Beyaz-Oniks blok-4

Kesimi yapılacak Beyaz-oniks'in 4. bloğu olarak seçilen blok Şekil 7.18'de görülmektedir. Bu bloğun kesim işlemlerinde oluşan kayıpları aşağıda incelenmiştir.



Şekil 7.18. Stok alanında yüzeyleri incelenmiş ve işaretlenmiş BzOn-blok4'ün görünümü a) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, yanal yüzey), b) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, yanal yüzey), c) Bloğun üstü (tavan yüzeyi).

a) Mil (Şılam) kaybı: Akdağ doğaltaş kesme fabrikasının stok alanında bulunan BzOn-blok4 yüzeyleri süreksizliklerin görülmesi için incelenmiştir. Bloğun 3 yüzeyinde süreksizliklerin yaygın olduğu görülmüştür. BzOn-blok4 için kullanılan katrak makinesi 80 lamalı ile kesim yapmıştır. Katrak makinesine yerleştirilen 107x120x150 cm boyutundaki BzOn-blok4 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük levhaların kesilebilmesi

için 50 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 50 adet sağlam büyük plaka ürün elde edilmiştir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 150 cm Genişlik: 120 cm Yükseklik: 107 cm' dir.

Bloğun yoğunluğu; 2,69 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 120 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: (120/2) = 60 büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,4 cm olduğu için

BzOn-blok4'den kesilen büyük plaka sayısı (120/2,4) = 50 plaka olmuştur.

. Örnek blokta oluşan kayıp; (60-50) = 10 plakadır. Bu değer in toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (60) göre kayıp oranı % 16,67 dir.

Katraf makinesi kesiminde oluşan kayıpların BzOn-blok4 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; (1,07x1,2x1,5) = 1,926 m³

Blok ağırlığı; 1,926m³ x 2,69 ton/m³ = 5,18094 ton

Ağırlıkça kayıplar; (5,18094 ton x 0,1667) = 0,863663 ton (Şılam olarak oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; (1,926 m³ x 0,1667) = 0,321064 m³ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katraf makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; (1,926 m³ – 0,321064 m³) = 1,604936 m³ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: En soldan 1 plaka, en sağdan 1 plaka BzOn-blok4 bloğunun şekline veya gönyesine göre kayıplar vermektedir. Buradaki kayıplar en soldaki 1 plakadan 1/3, en sağdaki 1 plakadan 1/3 oranında et kalınlığında (plaka kalınlığı) incelmeye uğramıştır. Kayıplara sebep olan incelmeler kapak plakalarının; en soldakinden 2/3, en sağdakinden ise 2/3 oranında kayba neden olmuştur.

Normal büyük plaka yüzey alanı: (1,07 x 1,5) x 0,02 = 0,0321 m³

. 2 adet dış plakadaki kayıp miktarı: 0,0321 m³ x 2 adet x 2 / 3 = 0,0428 m³

. Siparişlerden sonra kalan ürün hacmi (1,604936 m³ – 0,0428 m³) = 1,562136 m³

. Siparişler nedeniyle oluşan kayıp oranı: (0,0428x100) / (1,604936) = % 2,67

c) Cilalamada oluşan kayıplar: Büyük plaka boyutunda yapılan cilalama işlemleri sonucunda BzOn-blok4 örneği için ortalama 0,608 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır (Ek-8). Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

Cilalamada Ortalama 0,608 mm kayıp ve toplam kayıp miktarı $29,2 \text{ mm} = 0,0292 \text{ m}$ dir.

. $(1,07 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 48 \text{ adet} = 1,5408 \text{ m}^3$

. $(1,07 \text{ m} \times 0,019392 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}) \times 48 \text{ adet} = 1,49396 \text{ m}^3$

. Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(1,5408 \text{ m}^3 - 1,49396 \text{ m}^3) = 0,04684 \text{ m}^3$

. Kayıp yüzdesi; $(0,04684 \times 100) / (1,562136) = \% 3$

. Cilalama sonrası kalan plaka hacmi; $1,515296 \text{ m}^3$

d) İşçilik hatalarından oluşan kayıplar: Sadece kesim sırasında yan kapaklarda ve takozlardan dolayı işçilik hatası olmaktadır. Oluşan bu kayıpların analizi “*Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar*” alt başlıkları altında detaylı olarak yapılmıştır.

e) BzOn-blok4 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Blok kesimi sırasında epoksi ve file kaplamalar kullanıldığı için süreksizliklerden dolayı kayıp oluşmamıştır.

f) Satışlardan dolayı oluşan kayıplar: Genel olarak plakanın sol kısa kenarından 2 cm, sağ kısa kenarından 1 cm, üst uzun kenarından 1 cm ve alt uzun kenarından 2 cm kayıp, fire, olarak hesaplanır.

Toplamda 48 Plaka İçin;

. Blok ebatları: $107 \times 120 \times 150 \text{ cm}$ dir.

. Plakanın sol kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,07 \text{ m} \times 0,019392 \text{ m} = 0,000415 \text{ m}^3$

. Plakanın sağ kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,01 \text{ m} \times 1,07 \text{ m} \times 0,019392 \text{ m} = 0,000207 \text{ m}^3$

. Plakanın üst uzun yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,01 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,019392 \text{ m} = 0,000291 \text{ m}^3$

. Plakanın alt uzun yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$1 \text{ adet} \times 0,02 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,019392 \text{ m} = 0,000582 \text{ m}^3$

. 1 Plakada oluşan toplam kayıp: $0,001495 \text{ m}^3$

$48 \times 0,001495 = 0,07176 \text{ m}^3$

$$1,515296 \text{ m}^3 - 0,07176 \text{ m}^3 = 1,443536 \text{ m}^3$$

$$\text{Kayıp oranı: } (0,07176 * 100) / (1,515296) = \% 4,74$$

7.2.4.1. BzOn-blok4 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir.

$$\text{BzOn-blok4 örnek blok hacmi: } 1,07 \times 1,2 \times 1,5 = 1,926 \text{ m}^3$$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi 1,926 m³ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi 1,443536 m³ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

- . Katrak makinesi şılamı olarak toplam (hesaplanan) kayıp: 0,321064 m³ (% 16,67)
- . Siparişlerden dolayı toplam kayıp: 0,0428 m³ (% 2,67)
- . Cilalamada oluşan toplam kayıp: 0,04684 m³ (% 3)
- . Satışlardan dolayı oluşan kayıp: 0,07176 m³ (% 4,74)
- . Genel toplam kayıp miktarı: 0,482464 m³ (yaklaşık oranı % 25,05).

7.2.5. Üretim aşamasında örneklenen (BzOn-blok5) Beyaz-Oniks blok-5

Kesimi yapılacak Beyaz-oniks'in 5. bloğu olarak seçilen blok Şekil 7.19'de görülmektedir. Bu bloğun kesim işlemlerinde oluşan kayıpları aşağıda incelenmiştir.



Şekil 7.19. Stok alanında incelenen ve süreksizlikleri işaretlenen BzOn-blok5'in görünümü a)) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, ön yüzey), b)) Bloğun genişlik ölçülen boyutu, (genişlik yüzeyi, arka yüzey),

a) Mil (Şılam) kaybı: Beyaz-oniks (BzOn-blok5) mermer bloğu stok alanında incelenmiş süreksizlik yüzeyleri işaretlenmiştir. BzOn-blok5 için kullanılan katrak

makinesi 80 lama ile kesim yapmıştır. Katrak makinesine yerleştirilen 152x167x274 cm boyutundaki BzOn-blok5 örneğinin 2 cm kalınlığında büyük levhaların kesilebilmesi için 63 lama testere kullanılmıştır. Bu blok kesme işleminden sonra 63 adet sağlam büyük levha ürün elde edilmiştir.

Blok ebatları;

Uzunluk: 274 cm Genişlik: 152 cm Yükseklik: 167 cm' dir.

Bloğun yoğunluğu; 2,67 ton / m³,

. Blok üst yüzey genişliği: 152 cm,

. Bloklar 2 cm aralıklara direkt bölünebilseydi: $(152/2) = 76$ büyük plaka olacaktı,

. Fakat soket kesim kayıpları nedeniyle kesim açıklığı 2,4 cm olduğu için

BzOn-blok5'den kesilen büyük plaka sayısı $(152/2,4) = 63,33$ plaka olmuştur.

. Örnek blokta oluşan kayıp; $(76-63,33) = 12,67$ plakadır. Bu değer toplamda teorik olarak elde edilmesi hesaplanan plaka sayısına (76) göre kayıp oranı % 16,67 dir.

Katrat makinesi kesiminde oluşan kayıpların BzOn-blok5 örneği için hesaplanan ağırlıkça ve hacimce miktarları;

Blok hacmi; $(1,52 \times 1,67 \times 2,74) = 6,955216 \text{ m}^3$

Blok ağırlığı; $6,955216 \text{ m}^3 \times 2,67 \text{ ton/m}^3 = 18,570427 \text{ ton}$

Ağırlıkça kayıplar; $(18,570427 \text{ ton} \times 0,1667) = 3,0957 \text{ ton}$ (Şılam olarak oluşan kayıp),

Hacimce kayıp; $(6,955216 \text{ m}^3 \times 0,1667) = 1,159434 \text{ m}^3$ (Şılam olarak oluşan kayıp).

Hacimce oluşan kayıplardan yola çıkarak katrat makinesinde kesilerek elde edilen büyük plakaların toplam hacmi; $(6,955216 \text{ m}^3 - 1,159434 \text{ m}^3) = 5,795782 \text{ m}^3$ (toplam sağlam ürün hacim miktarı).

b) Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar: Siparişlerde bloğun en soldan 1 plaka, en sağdan 1 plaka kayıp vermiştir. Buradaki kayıplar en soldan 1 plakadan 1/4, en sağdan 1 plakada da 1/4 oranında et kalınlığından (plaka kalınlığı) incelme olduğu gözlemlenmiştir. Bunlardan kayıplara sebep olan plakalarda, en soldakinden 3/4, en sağdan ise 3/4 oranında kayıplar olmuştur. Toplamda 2 plaka kayıp vardır.

Normal büyük plaka yüzey alanı: $(1,67 \times 2,74) \times 0,02 = 0,091516 \text{ m}^3$

. 2 adet dış plakadaki kayıp miktarı: $0,091516 \text{ m}^3 \times 2 \text{ adet} \times 3 / 4 = 0,137274 \text{ m}^3$

. Siparişlerden sonra kalan ürün hacmi $(5,795782 \text{ m}^3 - 0,137274 \text{ m}^3) = 5,658508 \text{ m}^3$

. Siparişler nedeniyle oluşan kayıp oranı: $(0,137274 \times 100) / (5,795782) = \% 2,37$

c) Cilalamada oluşan kayıplar: Büyük plaka boyutunda yapılan cilalama işlemleri sonucunda BzOn-blok5 örneği için ortalama 0,49 mm kalınlık kaybı oluşmaktadır (Ek-9). Bunun sonucu oluşan şılam (kayıp) miktarı;

Cilalamada Ortalama 0,49 mm kayıp ve toplam kayıp miktarı 30 mm = 0,03 m dir.

. $(2,74 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 1,67 \text{ m}) \times 61 \text{ adet} = 5,582476 \text{ m}^3$

. $(2,74 \text{ m} \times 0,01951 \text{ m} \times 1,67 \text{ m}) \times 61 \text{ adet} = 5,445705 \text{ m}^3$

. Cilalamada oluşan kayıp miktarı; $(5,582476 \text{ m}^3 - 5,445705 \text{ m}^3) = 0,136771 \text{ m}^3$

. Kayıp yüzdesi; $(0,136771 \times 100) / (5,658508) = \% 2,42$

. Cilalama sonrası kalan plaka hacmi; $5,521737 \text{ m}^3$

d) İşçilik hatalarından oluşan kayıplar: İşçi hatası katra makinesinde kesim başlangıcında ve bitişinden sonra olabilmektedir. Oluşan bu kayıpların analizi “*Sipariş plaka boyutlarından dolayı oluşan kayıplar*” alt başlıkları altında detaylı olarak yapılmıştır.

e) BzOn-blok5 blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar: Bloğa tamirat ve epoksi yapıldığı için süreksizlikler ve gözeneklerden dolayı bir kayıp oluşmamıştır.

f) Satışlardan dolayı oluşan kayıplar: Satışlar plaka halinde olduğu için, plakanın homojen olması istenmektedir. Plakayı homojen hale getirebilmek için yanlarının ve köşelerinin düzgün olmayan yerleri kesilmektedir. Kesilen bu yerlerde kayıp, fire, olarak hesaplanmaktadır. Plakanın sol kısa kenarından 2 cm, sağ kısa kenarından 1 cm, üst uzun kenarından 1 cm ve alt uzun kenarından 3 cm kayıp, fire, olarak hesaplanır.

Toplamda 61 Plaka İçin;

. Blok ölçüleri: 152x167x274 cm dir.

. Plakanın sol kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

1 adet x 0,02 m x 1,67 m x 0,01951 m = 0,0006516 m³

. Plakanın sağ kısa yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

1 adet x 0,01 m x 1,67 m x 0,01951 m = 0,0003258 m³

. Plakanın üst yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$$1 \text{ adet} \times 0,01 \text{ m} \times 2,74 \text{ m} \times 0,01951 \text{ m} = 0,0005346 \text{ m}^3$$

. Plakanın alt yüzeyinde oluşan kayıp miktarı:

$$1 \text{ adet} \times 0,03 \text{ m} \times 2,74 \text{ m} \times 0,01951 \text{ m} = 0,001604 \text{ m}^3$$

. 1 Plakada oluşan toplam kayıp: $0,003116 \text{ m}^3$

$$61 \times 0,003116 = 0,190076 \text{ m}^3$$

$$5,521737 \text{ m}^3 - 0,190076 \text{ m}^3 = 5,331661 \text{ m}^3$$

$$\text{Kayıp oranı: } (0,190076 \times 100) / (5,521737) = \% 3,44$$

7.2.5.1. BzOn-blok5 örneğinde oluşan toplam kayıp miktarları ve oranları

Yukarıda verilen hesaplamalarda ulaşılan kayıp oranları aşağıda özetlenmiştir.

$$\text{BzOn-blok5 örnek blok hacmi: } (1,52 \times 1,67 \times 2,74) = 6,955216 \text{ m}^3$$

Normalde hiç kayıpsız alınan ürünlerin hacmi $6,955216 \text{ m}^3$ olması gerekirken, bloktan alınan ürünlerin toplam hacmi $5,331661 \text{ m}^3$ olarak gerçekleşmiştir. Bu hacim kaybına neden olan işlemler, kayıp miktarları ve oranları şu şekildedir;

. Katrak makinesi şılamı olarak toplam (hesaplanan) kayıp: $1,159434 \text{ m}^3$ (% 16,67)

. Siparişlerden dolayı toplam kayıp: $0,137274 \text{ m}^3$ (% 2,37)

. Cilalamada oluşan toplam kayıp: $0,136771 \text{ m}^3$ (% 2,42)

. Satışlardan dolayı oluşan kayıp: $0,190076$ (% 3,44)

. Genel toplam kayıp miktarı: $1,623555 \text{ m}^3$ (yaklaşık oranı % 23,34).

8. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

8.1. Elazığ-Krem Mermeri

Elazığ krem mermeri, Elazığ şehir merkezi yakınlarında doğaltaş kesme fabrikası bulunan AnadoluKobi şirketinin, kendisine ait Keban mermer ocağında, sayalama makineleri kullanılarak düzgün bir şekilde kesilerek taşımaya hazırlanmaktadır. Ocaktaki bu bloklar daha sonra uygun yöntemlerle kamyonlara yüklenerek şirketin Elazığ'daki kesme fabrikasına getirilmektedir. Ocak işletmeciliği ve blokların ocaktan fabrikaya taşınması sırasında oluşan mermer atık/artıkları bu tez çalışmasının dışında tutulmuştur. Mermer bloklarının kesilmeye hazırlanması aşamasından, büyük plakalarla kesilip satılması veya büyük plakaların ek olarak küçük plakalara (ebatlı kesim) kesilmesinden sonra satılması aşamalarında doğaltaş kesme fabrikalarında oluşan atık/artıklar bu tezin çalışma konusudur. AnadoluKobi şirketinin, Elazığ'da bulunan doğaltaş kesme fabrikasında Elazığ-krem mermer bloklarının kesimi sırasında oluşan kayıplar, doğaltaş kesme işlemleri sırasında oluşabilecek atık/artık durumunu örneklemek için yapılmıştır. Bu örnekleme atıkların nerelerden çıktığını göz önüne koyarak, bunların azaltılabilmesi için yapılacak teknolojik ve yönetsel planlamalara ışık tutacaktır. Bu çalışma sonuçları doğaltaş sektöründeki şirketlerin kesim fabrikalarında uygulayacakları kayıp önleyici tedbirlerin neler olabileceği konusunda fikirler verecektir.

Elazığ-krem mermer blokları (ElKr-blok#), AnadoluKobi doğaltaş kesme fabrikası stok alanından seçilerek (5 blok) fabrikada kesime alınmıştır. Bu blokların kesme işlemleri; ayrı ayrı her kesme makinesinde (80 lamalı katrak, köprü kesme ve baş (kafa) kesme makinelerinde) ayrıca bloklardan elde edilen plakalara yapılan cilalama makinesinde incelenmiştir. Blokların kesim işlemleri sırasında oluşan kayıplar ayrıntılı olarak gözlemlenmiş kayıp miktarları ölçümlerle hesaplanmıştır. Kesimlerde oluşan ve oluşabilecek kayıpların önlenmesine yönelik alınabilecek önlemler de, Bölüm 8'de verilmiştir. Bu çalışma sırasında gözlem ve ölçümler yapılan doğaltaş kesme fabrikasında oluşan kayıpların gözlenen nedenleri şu ana unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır; mil (şılam) oluşumu, işçilik hataları, sipariş plaka boyutları, doğaltaş içindeki süreksizlikler ve cilalamada oluşan plaka incelmesidir.

Doğaltaş kesme fabrikalarında oluşan bu kayıp unsurları göz önüne alındığında, konuyu örnekleme için yerinde gözlem ve ölçümler yapılan Anadolukobi şirketinin doğaltaş kesme fabrikasında oluşan kayıplar, örnekleme yapılan 5 mermer bloğu (Elazığ krem mermer blokları) için Çizelge 9.1 ve 9.2 verilmiştir. Çizelge 9.1’de gösterildiği gibi örneklenen bu 5 blok için ortalama verim % 58,87 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu ortalama verimin düşük çıkmasının en büyük nedeni; ilgili fabrikada kullanılan katrik makinesinin kesici lama soketlerinin kalınlığı ve kesilen blokların kesilmeden önce epoksi-file kaplamasıyla bohçalama yapılmamasıdır. Çizelge 9.2’de verilen; 1 m³ blok hacminden alınabilen satışa uygun plaka şeklindeki ürünlerin ortalama yüzey alanı, bu sektörde kesme fabrikası bulunan şirketler için bir değerlendirme parametresi olarak hesaplanmıştır. Bu değer bu çalışmada incelenen Elazığ-krem mermeri blokları için ortalama 30,58 m² olarak bulunmuştur.

Çizelge 9.1. Örneklenen Elazığ-krem mermer bloklarından, kesim sonrası elde edilen toplam satışa hazır ebatlı ürün ve kayıp değerleri

Blok No	Blok hacmi (m ³)	Alınan toplam sağlam ürün (m ³)	Toplam kayıp (m ³)	Toplam kayıp (%)	Verim (%)
1	3,80208	2,215653	1,586427	41,70	58,30
2	1,64279	0,938179	0,704609	42,89	57,11
3	1,51360	0,924420	0,589180	38,92	61,08
4	1,63738	1,032670	0,604706	36,93	63,07
5	5,46000	2,991835	2,468165	45,20	54,80

Çizelge 9.2. Örneklenen Elazığ-krem mermer bloklarından, kesim sonrası elde edilen plakaların toplam alanları

Blok No	Blok hacmi (m ³)	Alınan toplam sağlam ürün (m ³)	Plaka kalınlıkları (m)	Elde edilen toplam plaka yüzey alanı (m ²)	Bloğun 1 m ³ ‘den alınan plaka yüzey alanı (m ²)
1	3,80208	2,215653	0,01925	115,099	30,27
2	1,64279	0,938179	0,01910	49,102	29,09
3	1,51360	0,924420	0,01900	48,650	32,14
4	1,63738	1,032670	0,01930	53,510	32,68
5	5,46000	2,991835	0,01910	156,640	28,70

Çizelge 9.2’de verilen bu değerler kesime giren Elazığ-krem bloklardan elde edilen plakaların alanları arasındaki oranları göstermektedir. Örnekleme yapılarak, ölçümler için 5 blok seçilen Elazığ-krem mermerinden, 1m³ blok hacmi başına elde edilen plaka yüzey m² ‘si en fazla, EIKr-blok4 de gerçekleşirken (32,68 m²), en az değer de EIKr-blok5 de elde edilmiştir (28,70 m²). Bu değerler ayrıca kayıp miktarının hangi blokta fazla olduğu konusunda da fikir vermektedir. Bloklarda gerçekleşen toplam kayıp miktarı en fazla EIKr-blok5’de (% 45,20), en az kayıp miktarı da EIKr-blok4’de oluşmuştur, (% 36,93).

8.2. Beyaz-Oniks Mermeri

Akdağ doğaltaş kesme fabrikasında kesimi yapılan Beyaz-oniks (ticari ismi White-onyx) doğaltaşı şirketin kendi oniks ocağından (Akdağ ocağı) getirilmektedir. Bu fabrikanın stok alanına getirilmiş olan bloklar arasında belirlenen hemen hemen benzer durumdaki 5 beyaz-oniks bloğu, bu çalışmanın uygulama gözlemleri için seçilmiştir. Bu blokların fabrikada kesme işlemleri sırasında oluşan kayıplarının incelenmesi bu kayacın kesme verimliliği konusunda fikir vereceği için önemlidir. Kesme fabrikalarında vardiya çalışanları (mühendisler, işçiler v.d.) tarafından bilinen veya tecrübe olarak hissedilen doğaltaşların kesim işlemi sonucu verdikleri satılabilir plaka yüzey alanları için, bu çalışmada direkt ölçümlere dayalı veri toplama ve değerlendirme işlemi yapılmıştır.

Beyaz-oniks mermeri, kristal yapısı gereği ışığı geçirdiği için, satış değeri yüksek değerli bir doğaltaş türüdür. Bu nedenle Akdağ mermer fabrikasında, bu kayaca itina gösterilmektedir, ayrıca bu kayacın kesim işleminin yapıldığı Akdağ doğaltaş kesme fabrikası, son teknolojilerin kullanıldığı makinelerin bulunduğu bir fabrikadır. Beyaz-oniks bloklarının kesim sırasında parçalanmaması için bu fabrikada kesimi yapılacak her beyaz-oniks bloğuna bohçalama işlemi yapılmaktadır. Beyaz-oniks bloğunun kesim işlemi büyük plakaların elde edilmesi ve bunların honlanıp cilalanmasını içermektedir. Beyaz-oniks siparişleri büyük plaka şeklinde olduğu için, bu doğaltaş daha fazla küçük boyutlara kesilmeden satılmaktadır. Bu tez çalışması sırasında yapılan incelemelerde, beyaz-oniks doğaltaşı için; 80 lamalı katrik makinesiyle yapılan ilk blok kesim işleminde ve elde edilen büyük plakaların honlanması-cilalanması sırasında oluşan kayıplar önemlidir. Bunların dışında siparişlerin özelliğinden dolayı ve satıştan dolayı kayıplar bulunmaktadır. Beyaz-oniks

kesim işlemi sırasında oluşan kayıpların nedeni; mil (şılam) oluşumu, sipariş boyutlamaları, cilalama işlemi sırasında oluşan incelmeye, satışlar da yapılan plaka kenarları kesim kısmı değerlendirmeleridir. Bu kayıp unsurlarının durumu, bu tez çalışması sırasında gözlem altına alınan 5 adet Beyaz-oniks doğaltaş bloğu için Çizelge 9.3 ve 9.4 de verilmiştir.

Çizelge 9.3. Örneklenen Beyaz-oniks bloklarından, kesim sonrası elde edilen toplam satışa hazır ebatlı (büyük plaka boyutunda) ürün ve kayıp değerleri

Blok No	Blok hacmi (m ³)	Alınan toplam sağlam ürün (m ³)	Toplam kayıp (m ³)	Toplam kayıp (%)	Verim (%)
1	4,91400	3,640786	1,273214	25,91	74,10
2	2,61000	1,896440	0,713560	27,34	72,66
3	4,13100	3,074835	1,056165	25,57	74,43
4	1,92600	1,443536	0,482464	25,05	74,95
5	6,95522	5,331661	1,623555	23,34	76,66

Çizelge 9.4. Örneklenen Beyaz-oniks bloklarından, kesim sonrası elde edilen büyük plakaların toplam alanları

Blok No	Blok hacmi (m ³)	Alınan toplam sağlam ürün (m ³)	Plaka kalınlıkları (m)	Elde edilen toplam plaka yüzey alanı (m ²)	Bloğun 1 m ³ 'den alınan plaka yüzey alanı (m ²)
1	4,91400	3,640786	0,019200	189,624	38,59
2	2,61000	1,896440	0,019270	98,410	37,71
3	4,13100	3,074835	0,019290	159,400	38,59
4	1,92600	1,443536	0,019392	74,440	38,65
5	6,95522	5,331661	0,019510	273,280	39,29

Beyaz-oniks kesim işleminin incelenmesine göre elde edilen ölçüm sonuçlarını içeren yukarıdaki çizelgeler, Beyaz-oniks kesim işlemi konusunda bazı ipuçlarını sunmaktadır. Çizelge 9.3'de gösterildiği gibi gözlem altına alınan Beyaz-oniks bloklarında ortalama kesme verimi % 74,56 olarak hesaplanmıştır. Ortalama verimin gözlem altına alınan diğer doğaltaş türü olan Elazığ-krem bloklarına göre yüksek çıkmasının en büyük nedeni, Akdağ doğaltaş kesme fabrikasında kullanılan katrak

makinesinin kesme lamalarındaki elmas soket kalınlığının biraz daha az olması, beyaz-oniks bloklarından büyük plaka kesimi yapılması ve kesime alınan bütün Beyaz-oniks bloklarına bohçalama (epoksi-file kaplaması) yapılmasıdır. Çizelge 9.4'de ortalama değer olarak hesaplanan 1 m³ Beyaz-oniks bloğundan alınan büyük plakaların toplam yüzey alan değeri (yaklaşık olarak 38,57 m²), incelenmek üzere seçilen Beyaz-oniks bloklarının birbirlerine göre farklarını ön plana çıkarmaktadır.

8.3. Değerlendirme

Doğaltaş kesme fabrikalarında kesim sırasında oluşan kayıpların nedeninin araştırıldığı bu çalışma, iki farklı doğaltaş türü için kayıpların oluşum yerlerinin ve sonuçta oluşan kayıpların miktarının (ve yüzde oranının) anlaşılmasını sağlamıştır. Tez çalışmasının başlangıcında merak edilen araştırma konusu; benzer ağırlık (veya hacim) değerlerine sahip, farklı cinsteki doğaltaş türlerinde, kesim işlemleri sonucunda alınabilecek ürünlerin verimliliğini tartışmaktır. Uygulanan kesme işlemlerine göre değişecek olan kayıp miktarının özellikle sipariş isteğine göre boyutlandırılması sırasında oluşan kayıplarının çok olması dikkat çekici olmuştur. Ayrıca doğaltaş içindeki süreksizliklerin kayıplar konusundaki etkisi küçümsenmeyecek kadar çoktur. Bu çalışmada izlenen Elazığ-Krem ve Beyaz-oniks doğaltaşları, farklı kesme işlevlerinden sonra piyasaya sürülmektedir. Beyaz-oniks büyük plaka boyutunda satışa sunulduğu için, küçük plaka haline getirilirken Elazığ-Krem mermerinde oluşan kayıplara uğramamaktadır. Bunun yanında Beyaz-oniks değerli bir doğaltaş olması onun kesilmeden önce epoksi-file ile bohçalanmasına neden olmuş, bu sayede süreksizliklerinden dolayı oluşabilecek kesme kayıpları en aza indirilmiştir. Çizelge 9.1, 9.2, 9.3 ve 9.4 bu iki doğaltaşın birbirinden farklı kesim şartlarında ortaya koydukları kesim verimliliklerini göstermektedir. Bu tez çalışmasında izlenen Beyaz-oniks bloklarının kesim verimlilikleri, sıralanan avantajlarından dolayı daha yüksek çıkmıştır. Elazığ-krem ve Beyaz-oniks doğaltaşlarının kesim işlemi sırasında gözlenen önemli farklılıklar Çizelge 9.5'de verilmiştir. Bu çizelge doğaltaş piyasasında, talebi oluşturan değişkenlerin, doğaltaş kesim işlemlerini ne kadar etkilediğini göstermesi açısından önemlidir. Beyaz-oniks kendi deseninden ve müşterilerden aldığı estetik beğeniden dolayı fiyatının fazla olması, bu doğaltaşın daha dikkatli üretilmesine, kesim fabrikalarında bohçalanarak dikkatlice kesilmesine neden olmaktadır. Bunlar oluşan kayıpların azalmasında önemli etkiler olarak karşımıza çıkmaktadır.

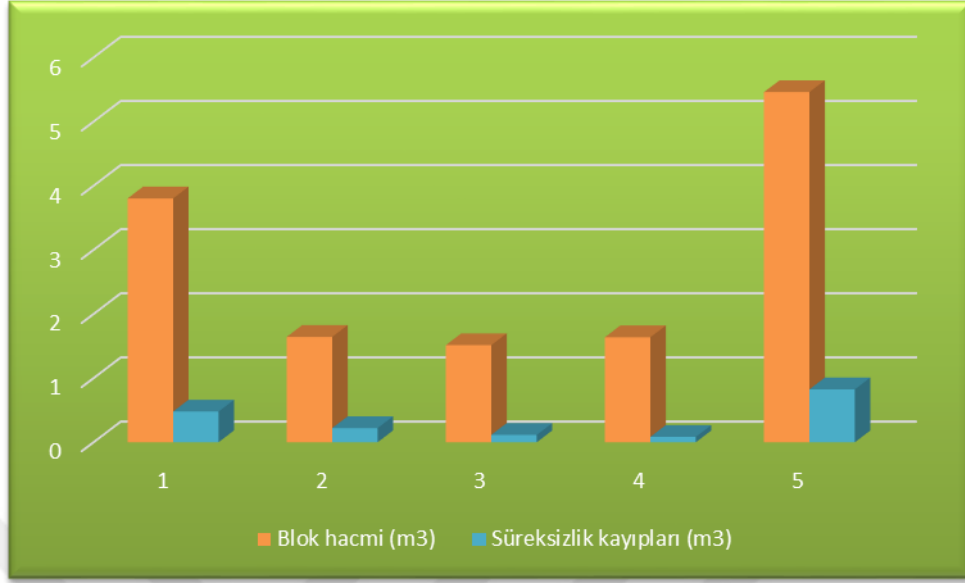
Çizelge 9.5. Elazığ Krem (küçük plaka boyutlarına kadar kesim) ve Beyaz-Oniks (büyük plaka boyutlarında kesim) karşılaştırılması

	Elazığ-Krem	Beyaz-Oniks		Elazığ Krem	Beyaz-Oniks
Yüksek Teknoloji	-	✓	Soket Genişliği (cm)	0,4	0,3
Düşük Teknoloji	✓	-	Kesim Aralığı (cm)	0,5	0,4
Yüksek Maliyet	-	✓	Yüksek Satış	-	✓
Düşük Maliyet	✓	-	Düşük Satış	✓	-
1 m ³ den Alınan en az Ürün (m ²)	28,70	37,71	Verim en az (%)	54,80	72,66

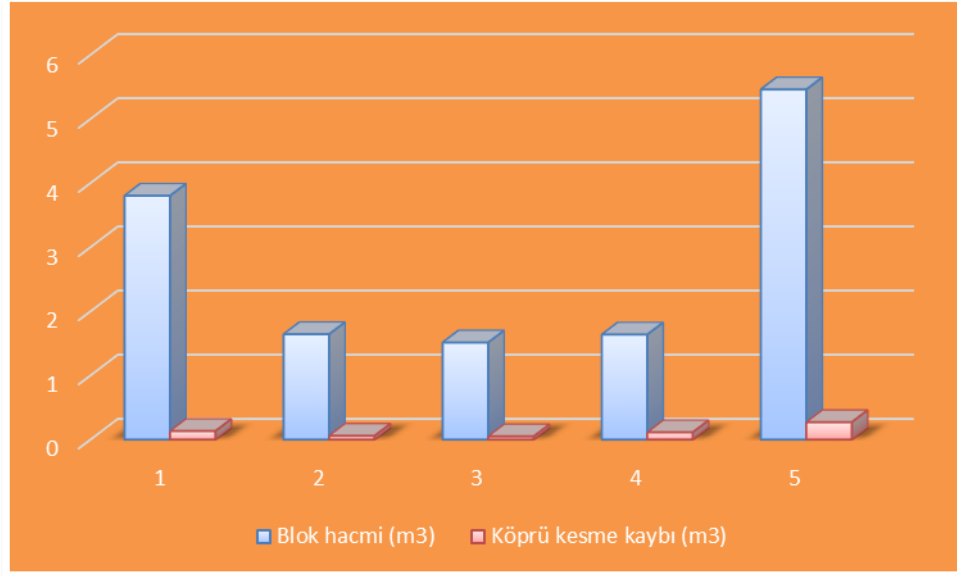
Kesim aşamalarının gözlemlenerek gerekli değişkenlerin ölçüldüğü bu çalışmada, izlenen doğaltaş bloklarının kendi aralarındaki karşılaştırılmalı durumları Çizelge 9.6 ve 9.7 gösterilmiştir. Bu çizelgeler aynı doğaltaş türü ve aynı kesme işlemleri için bloklar arasında kayıpların hangi işlem sırasında daha çok olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Elde edilen sonuçlara göre kayıplar konusunda en büyük etken, kesici kalınlıkları, doğaltaş blokları içindeki süreksizlikler ve kesilirken plakalarda oluşturulan ek çatlamlardır.

Çizelge 9.6. Elazığ-Krem bloklarının kesilmesi sırasında (küçük plaka boyutlarına kadar kesim) oluşan kayıplar. Kayıp %'lik oranları her bloğun kendi hacmine göre hesaplanmıştır

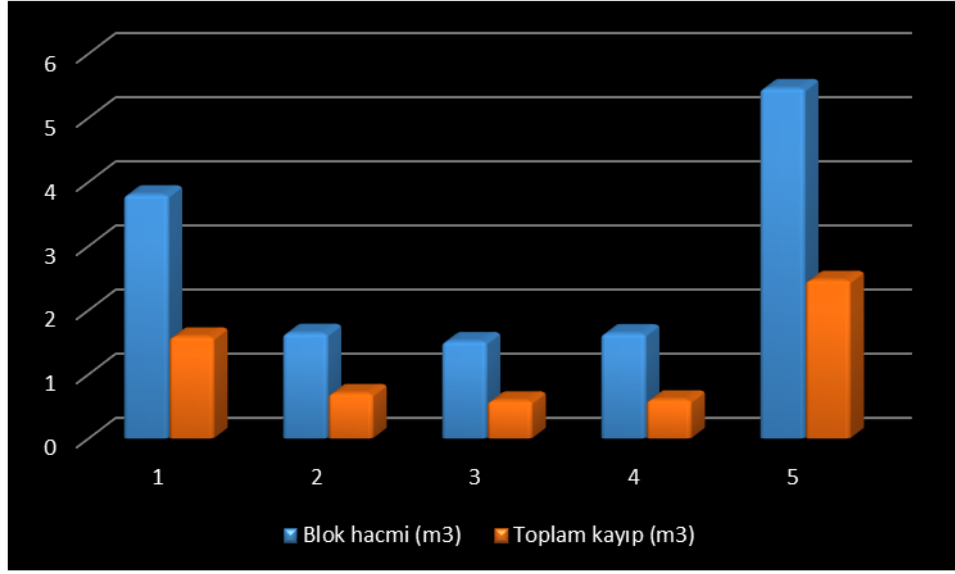
Blok No	Blok hacmi (m ³)	Şılam kaybı (m ³ , %)	İşçi hatası kaybı (m ³ , %)	Köprü kesme kaybı (m ³ , %)	Süreksizlik kayıpları (m ³ , %)	Cilalama kayıpları (m ³ , %)	Toplam kayıp (m ³ , %)
1	3,80208	0,76042 % 20,00	0,11387 % 3,74	0,13266 % 4,54	0,478702 % 17,13	0,10078 % 4,35	1,58643 % 41,70
2	1,64279	0,32856 % 20,00	0,04452 % 3,59	0,05850 % 4,64	0,220358 % 18,20	0,05266 % 5,31	0,70461 % 42,89
3	1,51360	0,30272 % 20,00	0,07040 % 5,81	0,04960 % 4,36	0,114380 % 10,48	0,05208 % 5,30	0,58918 % 38,92
4	1,63738	0,32747 % 20,00	0,04198 % 3,20	0,11230 % 8,95	0,083877 % 7,26	0,03905 % 3,64	0,60471 % 36,93
5	5,46000	1,09200 % 20,00	0,10400 % 2,38	0,27130 % 6,46	0,824890 % 20,66	0,17592 % 5,59	2,46816 % 45,20



Şekil 9.1. Kesim işlemi örneklenen 5 adet Elazığ – Krem bloğunda, blok hacmi ile süreksizlik kayıpları arasındaki oranlar



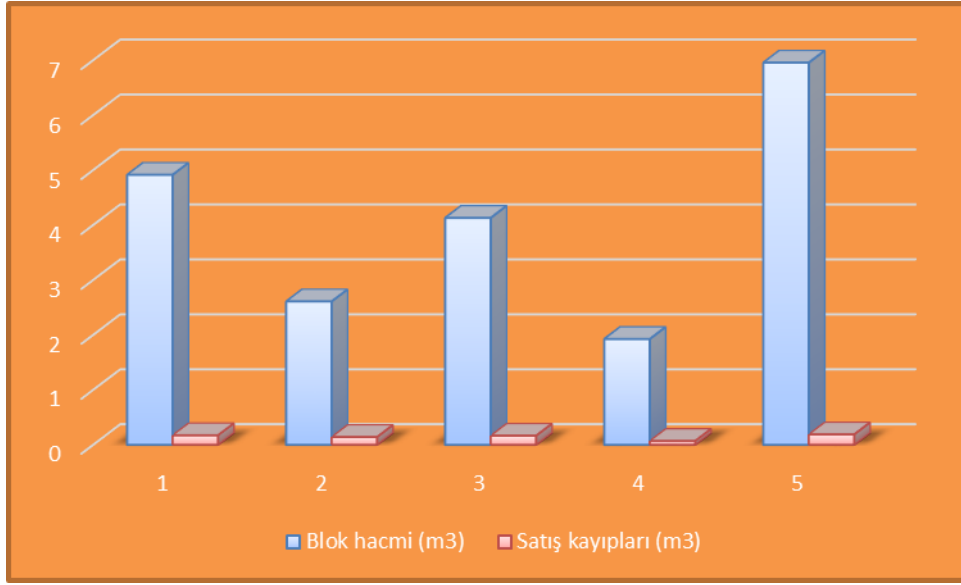
Şekil 9.2. Kesim işlemi örneklenen 5 adet Elazığ – Krem bloğunda, blok hacmi ile köprü kesme kayıpları arasındaki oranlar



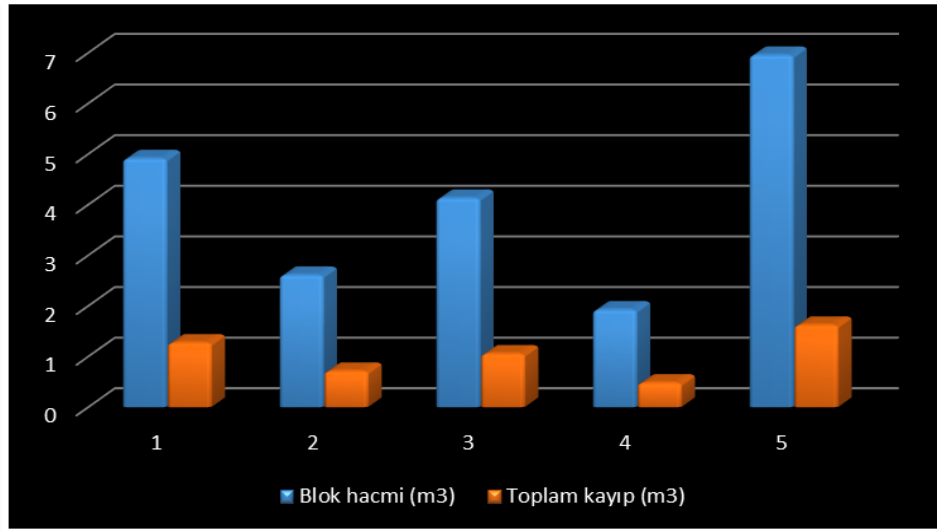
Şekil 9.3. Kesim işlemi örneklenen 5 adet Elazığ – Krem bloğunda, blok hacmi ile toplam kayıplar arasındaki oranlar

Çizelge 9.7. Beyaz-oniks bloklarının kesilmesi (büyük plaka boyutlarında kesim) sırasında oluşan kayıplar. Kayıp %'lik oranları her bloğun kendi hacmine göre hesaplanmıştır.

Blok No	Blok hacmi (m³)	Şılam kaybı (m³, %)	Sipariş kaybı (m³, %)	Cilalama kayıpları (m³, %)	Satış kayıpları (m³, %)	Toplam kayıp (m³, %)
1	4,914000	0,81867 % 16,66	0,126 % 3,08	0,15422 % 3,88	0,17432 % 4,60	1,27321 % 25,91
2	2,610000	0,43587 % 16,70	0,060 % 2,80	0,07489 % 3,54	0,14279 % 7,00	0,71356 % 27,34
3	4,131000	0,68864 % 16,67	0,085 % 2,47	0,11587 % 3,45	0,16666 % 5,14	1,05616 % 25,57
4	1,926000	0,32106 % 16,67	0,043 % 2,67	0,04684 % 3,00	0,07176 % 4,74	0,48246 % 25,01
5	6,955216	1,15943 % 16,67	0,137 % 2,37	0,13677 % 2,42	0,19008 % 3,44	1,62355 % 23,34



Şekil 9.4. Kesim işlemi örneklenen 5 adet Beyaz – Oniks bloğunda, blok hacmi ile satış kayıpları arasındaki oranlar

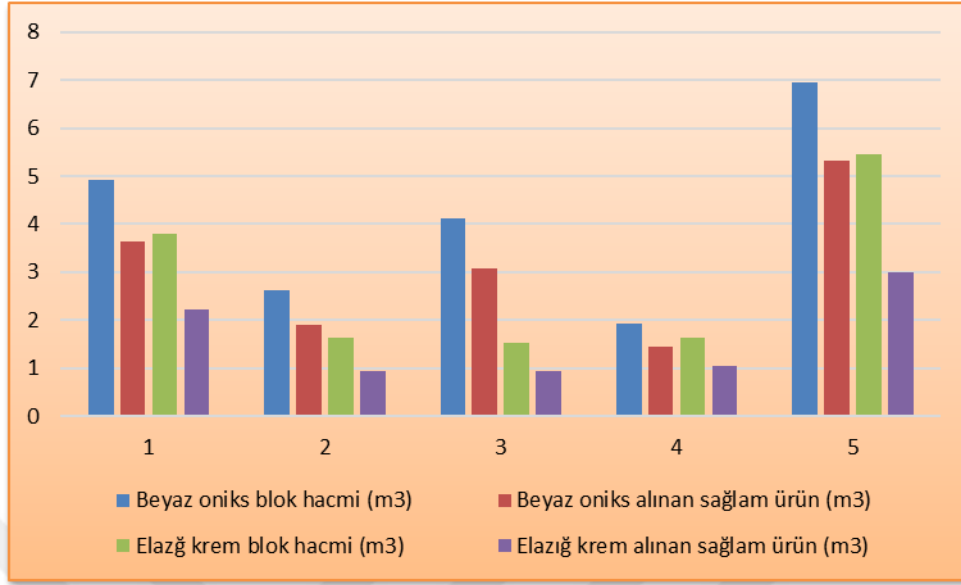


Şekil 9.5. Kesim işlemi örneklenen 5 adet Beyaz – Oniks bloğunda, blok hacmi ile toplam kayıplar arasındaki oranlar

Çizelge 9.8. Büyük plaka boyutlarında kesimi yapılan örnek Beyaz Oniks blokları ile küçük plaka boyutlarına kadar kesimi yapılan örnek Elazığ krem bloklarından alınan sağlam ürünler

Beyaz Oniks		Elazığ Krem	
Blok hacmi (m³)	Alınan sağlam ürün (m³)	Blok hacmi (m³)	Alınan sağlam ürün (m³)
4,914000	3,640786	3,80208	2,215653
2,610000	1,896440	1,64279	0,938179
4,131000	3,074835	1,51360	0,924420
1,926000	1,443536	1,63738	1,032670

6,955216	5,331661	5,46000	2,991835
----------	----------	---------	----------



Şekil 9.6. Örneklenen Beyaz Oniks ve Elazığ krem bloklarının (Çizelge 9.8) durumları

Elazığ-krem mermer örnekleri için belirlenen katrik makinesinde oluşan şılamdan dolayı oluşan kayıp oranı örneklenen bloklar için % 20 değerindeyken (Çizelge 9.6), Beyaz-oniks mermerinin katrik makinesinde oluşan şılam kaybı, yaklaşık % 16,66 olarak (Çizelge 9.7) hesaplanmıştır. Bunun nedeni sipariş verilen ve tasarlanan testere (lama) kalınlıklarıdır. Süreksizliklerden dolayı oluşan kayıplar, Elazığ-kremde en fazla % 20,66 oranına kadar çıkarken, bohçalama yapıldığı için beyaz-oniks de böyle bir kayıp söz konusu olmamıştır. Sipariş boyutlarının Elazığ-krem mermerindeki kayıpları artırıcı etkisi olmuştur. Küçük plaka boyutlarına kadar kesilerek piyasaya sürülen plakalarda veya sipariş olarak küçük plaka boyutuna kadar kesim yapılma zorunluluğu olduğunda kayıpların fazlaştığı bilinen bir konu olmuştur. Bu çalışma sipariş boyutlandırılmasıyla ortaya çıkan kayıp oranını örneklenen Elazığ-krem blokları için ortaya konmuştur. Bu kayıplar cilalama kayıplarına yakın değerler vermiştir. Doğaltaş kesme fabrikaları için kullandıkları makineler, işçilerinin tecrübesi, ocaklardan gelen blokların ne kadar düzgün ve tam prizmatik olma durumları, bloklar içindeki süreksizlikler, bu çalışmada yürütülen doğaltaş kesme fabrikalarındaki kayıpların tayini ve miktarının belirlenmesi hesaplamalarında da ön plana çıkan işletme karar parametrelerindedir.

KAYNAKLAR

- Akdağ Mermer, 2008, Akdağ Granit Mermer ve Maden San. Tic. A.Ş., Projenin Teknik Yönü, Diyardin/Ağrı.
- Akdağ Mermer, 2019, Akdağ Granit Mermer ve Maden San. Tic. A.Ş., Kişisel Görüşme, Elazığ.
- Anadolukobi Mermer, 2010, AnadoluKobi Mermer San. Tic. Ltd. Şti., Projenin Teknik Yönü, Keban/Elazığ.
- Anadolukobi Mermer, 2019, AnadoluKobi Mermer San. Tic. Ltd. Şti., Kişisel Görüşme, Elazığ.
- Bingöl, A. F. ve Beyarslan, M., 1996, Elazığ Magmatikleri'nin jeokimyası ve petrolojisi. (Korkmaz, S., Akçay M. Editörler), *30. Yıl Sempozyumu Bildirileri*, KTÜ, Trabzon.
- Demir E., 2017, “Bir Mermer Ocağından Çıkarılan Blok Mermer ile Mermer Fabrikasından Çıkan Ürünlerin Maliyet Analizi; Barla Mermer Ocağı ve Fabrikası Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eğirdir-Isparta, 125s.
- Dönmez C., 2006, “Soğanlı-Uyandık (Elazığ) Arasında Yüzeyleyen Elazığ Magmatiklerinin Jeolojisi, Petrografisi ve jeokimyası”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 8.
- Ersoy M. ve Arkadaşları, 2017, Mermer Blok Kesme Makinası Seçiminde, Gia (Gri İlişkisel Analiz) Yönteminin Uygulanması, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi*, Antalya, 75-77.
- Güneş A. ve Arkadaşları, 2017, Piroteknik Kaya Kırıcı Malzemelerin Mermer Ocaklarında Pasa Söküm İşlemlerinde Kullanılması, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi*, Antalya, 55-56.
- İTO, 2003, Elazığ Mermer Raporu, *Fırat Kalkınma Ajansı-Sektörel Araştırmalar Serisi-2, Elazığ*, 5.
- Kan D.Ö. ve Kışman A.Z., 2011, Elazığ Mermer Raporu, *Fırat Kalkınma Ajansı-Sektörel Araştırmalar Serisi-2, Elazığ*, 5.
- Karaman D., 2010, “Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi ve Bir Mermer İşletmesinde Uygulama Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*, Isparta, 116s.
- Kulaksız, S., 2017, Doğal Taş Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri, Maden Mühendisleri Odası Yayını, Ankara, 155.
- Megep, 2011, Makine Teknolojisi, Ankara.

Megep, 2011, Katrakta Plaka Kesimi, Ankara.

Onargan T., 2017, Mermer Madenciliğinde Saha Arama ve Rezerv Belirleme Çalışmaları, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi*, Antalya, 3-5.

Öztekin L., 2007, “Mermerlerde Uygulanan Kimyasallar, Epoksi ve Polyester Uygulanmış Mermerlerde Çekme ve Eğilme Dayanım-Sıcaklık İlişkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 7-8.

Turan M. ve Bingöl F.A., 1982, Anadolukobi Mermer, Anadolukobi Mermer San. Tic. Ltd. Şti., İşletme Projesi, Elazığ, 2010.

Uz B. ve Yıldız D.T., 2017, Bursa – Doğanalan – Körekem Civarında Mermer Oluşturan Kireçtaşlarının Etüt ve Değerlendirilmesi, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi*, Antalya, 557-563.

Yavuz B.A., 2001, “Muğla Yöresi Mermer Ocaklarında Blok Mermer Üretimini Etkileyen Jeolojik Parametreler”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 310.

Yeşilkaya L. ve Arkadaşları, 2017, Çatlaklı Bej Mermer (Kireçtaşı) Blokların Sağlamlaştırılmasında Laboratuvar Ölçekli Alternatif Yöntemlerin Araştırılması, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi*, Antalya, 283-284.

EKLER

EK-1

ElKr-blok2 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar

i) Köprü kesme makinesinde “Düzde” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 1) \times 46 \text{ adet} = 0,276 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,7) \times 46 = 0,1932 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,5) \times 46 = 0,138 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,6) \times 46 = 0,1656 \text{ m}^3$$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: 0,7728 m³

ii) Köprü kesme makinesinde “Terste” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,20) \times 46 = 0,0552 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,26) \times 46 = 0,07176 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,33) \times 46 = 0,09108 \text{ m}^3$$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: 0,21804 m³

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (0,7728 + 0,21804) = 0,99084 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

Toplam plaka hacmi: 1,211198 m³

$$. (1,211198 \text{ m}^3 - 0,99084 \text{ m}^3) = 0,220358 \text{ m}^3$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,220358 \times 100) / (1,211198) = \% 18,20 \text{ dür.}$$

EK-2**EIKr-blok3 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar**

i) Köprü kesme makinesinde “Düzde” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,8) \times 31 \text{ adet} = 0,1488 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,77) \times 31 = 0,14322 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,75) \times 31 = 0,1395 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,72) \times 31 = 0,13392 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,65) \times 31 = 0,1209 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,68) \times 31 = 0,12648 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,5) \times 31 = 0,093 \text{ m}^3$$

Toplam Alınan Sağlam Ürün: 0,90582 m³

ii) Köprü kesme makinesinde “Terste” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,02) \times 31 = 0,00372 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,03) \times 31 = 0,00558 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,05) \times 31 = 0,0093 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,1) \times 31 = 0,0186 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,08) \times 31 = 0,01488 \text{ m}^3$$

$$\cdot (0,02 \times 0,3 \times 0,1) \times 31 = 0,0186 \text{ m}^3$$

Toplam alınan sağlam ürün: 0,07068 m³

. Genel Toplam Alınan Ürün; 0,9765 m³ sağlam ürün alınmıştır.

$$(1,09088 \text{ m}^3 - 0,9765 \text{ m}^3) = 0,11438 \text{ m}^3 \text{ kayıp}$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,11438 \times 100) / (1,09088) = \% 10,48 \text{ dür.}$$

EK-3**EIKr-blok4 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar**

i) Köprü kesme makinesinde “Düzde” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,94) \times 39 \text{ adet} = 0,21996 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,85) \times 39 = 0,1989 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,87) \times 39 = 0,20358 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,82) \times 39 = 0,19188 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,8) \times 39 = 0,1872 \text{ m}^3$$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: 1,00152 m³

ii) Köprü kesme makinesinde “Terste” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,08) \times 39 = 0,01872 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,07) \times 39 = 0,01638 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,1) \times 39 = 0,0234 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,05) \times 39 = 0,0117 \text{ m}^3$$

Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: 0,07020 m³

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (1,00152 + 0,07020) = 1,07172 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

Toplam Plaka hacmi: 1,155597 m³

$$. 1,155597 \text{ m}^3 - 1,07172 \text{ m}^3 = 0,083877 \text{ m}^3$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,083877 \times 100) / (1,155597) = \% 7,26 \text{ dür.}$$

EK-4**ElKr-blok5 örnek blok kesiminde süreksizlikler nedeniyle oluşan kayıplar**

i) Köprü kesme makinesinde “Düzde” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 1,2) \times 67 \text{ adet} = 0,4824 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,80) \times 67 = 0,3216 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,70) \times 67 = 0,2814 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,80) \times 67 = 0,3216 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,7) \times 67 = 0,2814 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,6) \times 67 = 0,2412 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,145 \times 0,7) \times 67 = 0,13601 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: } 2,06561 \text{ m}^3$$

ii) Köprü kesme makinesinde “Terste” alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları;

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,4) \times 67 = 0,1608 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,5) \times 67 = 0,201 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,4) \times 67 = 0,1608 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,6) \times 67 = 0,2412 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,3 \times 0,6) \times 67 = 0,2412 \text{ m}^3$$

$$. (0,02 \times 0,145 \times 0,5) \times 67 = 0,09715 \text{ m}^3$$

$$\text{Toplam alınan ebatlı sağlam ürün: } 1,10215 \text{ m}^3$$

Köprü kesme makinesinden alınan ebatlı ve sağlam plaka alanları (Toplam);

$$. (2,06561 + 1,10215) = 3,16776 \text{ m}^3 \text{ değerindedir.}$$

$$\text{Toplam plaka hacmi: } 3,99265 \text{ m}^3$$

$$. (3,99265 \text{ m}^3 - 3,16776 \text{ m}^3) = 0,82489 \text{ m}^3$$

. Köprü kesme makinesinde çatlamalardan dolayı oluşan kayıpların oranı:

$$(0,82489 * 100) / (3,99265) = \% 20,66 \text{ dür.}$$

EK-5

BzOn-blok1'den kesilen 51 büyük plakaya uygulanan cilalama işlemi öncesinde ve sonrasında plakaların kalınlıkları.

(BzOn-blok1) den kesilip cilalama uygulanan plakalar					
Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)	Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)
1.	19,5	0,5	27.	19,3	0,7
2.	19,6	0,4	28.	19,3	0,7
3.	19,4	0,6	29.	19	1
4.	19,5	0,5	30.	19,1	0,9
5.	19,5	0,5	31.	18,9	1,1
6.	19,4	0,6	32.	18,9	1,1
7.	19,4	0,6	33.	18,7	1,3
8.	19,4	0,6	34.	18,7	1,3
9.	19,6	0,4	35.	18,8	1,2
10.	19,6	0,4	36.	18,9	1,1
11.	19,5	0,5	37.	18,9	1,1
12.	19,4	0,6	38.	19,1	0,9
13.	19,4	0,6	39.	19,3	0,7
14.	19,5	0,5	40.	19,3	0,7
15.	19,3	0,7	41.	19,5	0,5
16.	19,4	0,6	42.	19,3	0,7
17.	19,4	0,6	43.	19,3	0,7
18.	19,4	0,6	44.	19,0	1
19.	1,9	1	45.	18,9	1,1
20.	19,2	0,8	46.	1,9	1
21.	19,2	0,8	47.	18,9	1,1
22.	19,2	0,8	48.	18,9	1,1
23.	19,2	0,8	49.	19,1	0,9
24.	19,3	0,7	50.	19	1
25.	19,5	0,5	51.	18,8	1,2
26.	19,3	0,7	Toplam kayıp		40,8

EK-6

BzOn-blok2'den kesilen 57 büyük plakaya uygulanan cilalama işlemi öncesinde ve sonrasında plakaların kalınlıkları.

(BzOn-blok2) den kesilip cilalama uygulanan plakalar					
Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)	Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)
1.	19,8	0,2	29.	19	1
2.	19,8	0,2	30.	19	1
3.	19,8	0,2	31.	18,8	1,2
4.	19,6	0,4	32.	18,8	1,2
5.	19,6	0,4	33.	18,7	1,3
6.	19,7	0,3	34.	18,7	1,3
7.	19,6	0,4	35.	18,8	1,2
8.	19,8	0,2	36.	18,9	1,1
9.	19,6	0,4	37.	18,9	1,1
10.	19,6	0,4	38.	18,6	1,4
11.	19,5	0,5	39.	18,5	1,5
12.	19,5	0,5	40.	18,5	1,5
13.	19,6	0,4	41.	18,7	1,3
14.	19,6	0,4	42.	18,7	1,3
15.	19,8	0,2	43.	19	1
16.	19,8	0,2	44.	19	1
17.	19,7	0,3	45.	19	1
18.	19,7	0,3	46.	19	1
19.	19,7	0,3	47.	19,3	0,7
20.	19,5	0,5	48.	19,1	0,9
21.	19,5	0,5	49.	19,1	0,9
22.	19,2	0,8	50.	19	1
23.	19,2	0,8	51.	19,2	0,8
24.	19,3	0,7	52.	19,2	0,8
25.	19,3	0,7	53.	19,4	0,6
26.	19,3	0,7	54.	19,3	0,7
26.	19,3	0,7	55.	19,5	0,5
27.	19,4	0,6	56.	19,5	0,5
			57.	19,6	0,4
28.	19,4	0,6	Toplam kayıp		41,4

EK-7

BzOn-blok3'den kesilen 64 büyük plakaya uygulanan cilalama işlemi öncesinde ve sonrasında plakaların kalınlıkları.

(BzOn-blok3) den kesilip cilalama uygulanan plakalar					
Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)	Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)
1.	19,8	0,2	33.	18,7	1,3
2.	19,8	0,2	34.	18,7	1,3
3.	19,8	0,2	35.	18,8	1,2
4.	19,6	0,4	36.	18,9	1,1
5.	19,6	0,4	37.	18,9	1,1
6.	19,7	0,3	38.	18,6	1,4
7.	19,6	0,4	39.	18,5	1,5
8.	19,8	0,2	40.	18,5	1,5
9.	19,6	0,4	41.	18,7	1,3
10.	19,6	0,4	42.	18,7	1,3
11.	19,5	0,5	43.	19	1
12.	19,5	0,5	44.	19	1
13.	19,6	0,4	45.	19	1
14.	19,6	0,4	46.	19	1
15.	19,8	0,2	47.	19,3	0,7
16.	19,8	0,2	48.	19,1	0,9
17.	19,7	0,3	49.	19,1	0,9
18.	19,7	0,3	50.	19	1
19.	19,7	0,3	51.	19,2	0,8
20.	19,5	0,5	52.	19,2	0,8
21.	19,5	0,5	53.	19,4	0,6
22.	19,2	0,8	54.	19,3	0,7
23.	19,2	0,8	55.	19,5	0,5
24.	19,3	0,7	56.	19,5	0,5
25.	19,3	0,7	57.	19,3	0,7
26.	19,3	0,7	58.	19,3	0,7
27.	19,4	0,6	59.	19,4	0,6
28.	19,4	0,6	60.	19,5	0,5
29.	19	1	61.	19,3	0,7
30.	19	1	62.	19,3	0,7
31.	18,8	1,2	63.	19,5	0,5
32.	18,8	1,2	64.	19,5	0,5
			Toplam kayıp		45,4

EK-8

BzOn-blok4'den kesilen 48 büyük plakaya uygulanan cilalama işlemi öncesinde ve sonrasında plakaların kalınlıkları.

(BzOn-blok4) den kesilip cilalama uygulanan plakalar					
Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)	Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)
1.	19,8	0,2	26.	19,2	0,8
2.	19,8	0,2	27.	19,2	0,8
3.	19,8	0,2	28.	19,2	0,8
4.	19,8	0,2	29.	19,2	0,8
5.	19,8	0,2	30.	19,2	0,8
6.	19,5	0,5	31.	19,2	0,8
7.	19,5	0,5	32.	19,2	0,8
8.	19,5	0,5	33.	19,2	0,8
9.	19,5	0,5	34.	19,2	0,8
10.	19,5	0,5	35.	19,2	0,8
11.	19,5	0,5	36.	19,2	0,8
12.	19,5	0,5	37.	19,2	0,8
13.	19,5	0,5	38.	19,3	0,7
14.	19,5	0,5	39.	19,3	0,7
15.	19,5	0,5	40.	19,3	0,7
16.	19,5	0,5	41.	19,3	0,7
17.	19,4	0,6	42.	19,3	0,7
18.	19,4	0,6	43.	19,3	0,7
19.	19,4	0,6	44.	19,3	0,7
20.	19,4	0,6	45.	19,3	0,7
21.	19,4	0,6	46.	19,3	0,7
22.	19,4	0,6	47.	19,3	0,7
23.	19,4	0,6	48.	19,3	0,7
24.	19,4	0,6	Toplam kayıp		29,2
25.	19,4	0,6			

EK-9

BzOn-blok5'den kesilen 61 büyük plakaya uygulanan cilalama işlemi öncesinde ve sonrasında plakaların kalınlıkları.

(BzOn-blok4) den kesilip cilalama uygulanan plakalar					
Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)	Plakalar	Cilalama sonrası kalınlık (mm)	İncelen kalınlık miktarı (kayıp) (mm)
1.	19,9	0,1	32.	19,7	0,3
2.	19,9	0,1	33.	19,7	0,3
3.	19,9	0,1	34.	19,7	0,3
4.	19,9	0,1	35.	19,7	0,3
5.	19,9	0,1	36.	19,7	0,3
6.	19,9	0,1	37.	19,7	0,3
7.	19,8	0,2	38.	19,7	0,3
8.	19,8	0,2	39.	19,7	0,3
9.	19,8	0,2	40.	19,7	0,3
10.	19,8	0,2	41.	19,4	0,6
11.	19,8	0,2	42.	19,4	0,6
12.	19,6	0,4	43.	19,4	0,6
13.	19,6	0,4	44.	19,4	0,6
14.	19,6	0,4	45.	19,4	0,6
15.	19,6	0,4	46.	19,4	0,6
16.	19,6	0,4	47.	19,4	0,6
17.	19,6	0,4	48.	19,4	0,6
18.	19,6	0,4	49.	19,2	0,8
19.	19,6	0,4	50.	19,2	0,8
20.	19,6	0,4	51.	19,2	0,8
21.	19,6	0,4	52.	19,2	0,8
22.	19,6	0,4	53.	19	1
23.	19,5	0,5	54.	19	1
24.	19,5	0,5	55.	19	1
25.	19,5	0,5	56.	19	1
26.	19,5	0,5	57.	19	1
27.	19,5	0,5	58.	19	1
28.	19,5	0,5	59.	19	1
29.	19,5	0,5	60.	19	1
30.	19,5	0,5	61.	19	1
31.	19,7	0,3	Toplam kayıp		30

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet YILDIRIM
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Elazığ - 1984
Telefon : 0537 939 55 20
E-Posta : ahmet023yildirim@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İl	Bitirme Yılı
Lise	: Elazığ Lisesi	Elazığ	2004
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi	Konya	2015
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi	Konya	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2004 – 2015	Ak Yıldırım Ağır Nakliyat Maden İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti	Müdür Yardımcısı
2018 - 2019	Anadolukobi Mermer Ltd. Şti.	Maden Mühendisi