

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MERMER FABRİKALARINDA ÜRÜN KALİTE
KONTROLÜNÜN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ
İLE BELİRLENMESİ

Özge YAMAN

Aralık, 2015

İZMİR

MERMER FABRİKALARINDA ÜRÜN KALİTE KONTROLÜNÜN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden İşletme Programı

Özge YAMAN

Aralık, 2015

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ÖZGE YAMAN, tarafından **DOÇ.DR. AHMET HAMDİ DELİORMANLI** yönetiminde hazırlanan **“MERMER FABRİKALARINDA ÜRÜN KALİTE KONTROLÜNÜN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Ahmet Hamdi DELİORMANLI

Yönetici



Prof. Dr. A. Bahadır Yavuz

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Doğan KALAKUŞ

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü bünyesinde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Yapmış olduğum bu çalışmada, çalışma konusunun seçiminden, tezin sonuçlanmasına kadar geçen sürede hiçbir özveriden kaçınmayan tez danışmanım değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Hamdi Deliormanlı' ya teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarına destek veren ve motive eden Yrd. Doç. Dr. Doğan Karakuş'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca yardımlarını esirgemeyen ve destek veren Araş. Gör. Mehmet Volkan Özdoğan' a ve bana destek olan Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmamı yaptığım süre boyunca desteklerini benden esirgemeyen, göstermiş oldukları maddi manevi her türlü destek ve sabırlarından dolayı sevgili aileme teşekkür ederim.

Yüksek lisans boyunca sürekli motive eden ve beni hiç yalnız bırakmayan canım arkadaşım Selma Durak'a teşekkür ederim.

Özge YAMAN

MERMER FABRİKALARINDA ÜRÜN KALİTE KONTROLÜNÜN GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZ

Doğal taşlar, binlerce yıldan bu yana yapılarımızda kullandığımız kuşkusuz en önemli yapı malzemelerinden birisidir. Kaliteli üretim yeni pazarlar, pazarın sürekliliği ve karlılık için en önemli parametrelerdir. Kaliteli üretim ise gereğince yapılan kalite kontrol ile sağlanabilir. Mermerlerde kalite kontrol, ağırlıklı olarak fabrika aşamasına ait olmakla birlikte verimlilik ile beraber ele alındığında, ocaktan başlayıp fabrika ve atölye aşamalarında devam eden ve uygulama yerinde sona eren bir süreç olarak tanımlanır.

Gelişen teknolojiye paralel olarak görüntü alma teknolojisi de gelişmiş ve alınan görüntülerin değerlendirilmesi birçok disiplinde kendine kullanım alanı bulmuştur. Madencilik sektöründe de görüntü işleme ve analiz teknikleri mikro ve makro ölçekte son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Madencilik çalışmalarında kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili bilgilerin hızlı ve emniyetli bir şekilde analiz edilmesi devamlılık açısından önemlidir. Alışlagelmiş metotlar yerine alternatif ölçüm yöntemi olarak geliştirilen görüntü işleme metotları daha hızlı bir şekilde analiz kolaylığı sağlayabilmektedir. Bu çalışmada görüntü işleme ve analiz teknikleri ekseninde mermer ürünlerin kalite seçiminde kullanılabilirlikleri üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mermer, kalite kontrol, görüntü işleme, görüntü analiz

DETERMINING THE QUALITY OF PRODUCTS IN MARBLE PROCESSING PLANT USING IMAGE ANALYSIS TECHNIQUE

ABSTRACT

Natural Stone is without question one of the most important construction material having been used in buildings for thousands years. Quality production is the most important parameter for new markets, lasting of the markets, and making any profit. Obtaining higher quality of products can be provided by enough quality control. Mostly, the quality control of marble is belong to the factory workshop step, and finally ended at application area.

Image processing and analysis techniques have been rapidly developed in recent years. These techniques are in particular used in engineering applications such as mining engineer. In mining process, analyzing the information regarding the physical and mechanical features of the rock in a quick and safe way is of importance in terms of the continuousness of the process. Instead of conventional methods, image processing methods developed as alternative measuring methods can enable easier analyzing in a quick way. In this study Image Processing and Analysis Practice in quality classification is evaluation.

Keywords: Marble, quality control, image processing, image analyzing

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xi
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ - GÖRÜNTÜ ANALİZ TEKNİKLERİNİN YER BİLİMLERİNDE KULLANIMI	3
BÖLÜM ÜÇ MERMER FABRİKALARI VE MERMER FABRİKALARINDA KALİTE KONTROL	12
3.1 Mermer İşleme Yöntemleri	13
3.1.1 Levha Hattı Makineleri	15
3.1.1.1 Katraklar	16
3.1.1.1.1 Katraklarda Kesme İşlemini Gerçekleştiren Kısımlar	17
3.1.1.1.1.1 Lamalar	17
3.1.1.1.1.2 Soketler	17
3.1.1.1.1.3 Metal Granüller	18
3.1.1.1.2 Katrak Çeşitleri	20
3.1.1.1.2.1 Çelik Lamalı Katraklar.....	20
3.1.1.1.2.2 Elmas Soketli Katraklar.	20
3.1.1.1.2.2.1 Elmas Soketli Kollu Katraklar	21
3.1.1.1.2.2.2 Elmas Soketli Araba Hareketli Katraklar.....	21
3.2.1.1.3 Katraklarda Kesim Performansını Etkileyen Parametreler	22
3.2.1.1.3.1 Kesme Hızı ve Kesim Yüklemeleri.....	23

3.2.1.1.3.2 Taşın Özelliği	24
3.2.1.1.3.3 Soket Aralıkları ve Soket Yapısı.....	24
3.2.1.1.3.4 Su Miktarı ve Basıncı	25
3.2.1.1.3.5 Blok Boyutu.....	25
3.2.1.1.3.6 Kalifiye Eleman.....	26
3.2.1.1.3.7 Makinelerin Bakım ve Onarımı.....	26
3.1.1.2 Köprü Kesme Makineleri.....	26
3.2.1.2 Geniş bant cila makineleri	28
3.1.2 Fayans Hattı Makineleri	30
3.1.2.1 Strip Trim (S/T)	30
3.1.2.1.1 Tek Ayaklı ST Makineleri	33
3.1.2.1.2 Çift Ayaklı ST Makineleri	33
3.1.2.1.3 Dört Ayaklı ST Makineleri	33
3.1.2.2 Kafa (Baş) Kesme Makineleri	35
3.1.2.3 Yarma Makineleri	36
3.1.2.4 Kalibratörler	37
3.1.2.5 Cila (Polisaj)	37
3.1.2.6 Ebatlama (Çoklu Kesme) Makinesi	39
3.1.2.7 Alın Silme-Cilalama Makinesi	40
3.1.2.8 Temizleme + Kurutma Makineleri.....	40
3.2 Mermerlerde Kalite kontrol.....	41
3.2.1. Kalite Kontrol Masaları:	64

BÖLÜM DÖRT-KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNDE GÖRÜNTÜ ANALİZİN KULLANIMI..... 71

4. 1 Görüntü alma işlemi.....	73
4.1.1 Yüzey Durumu Kalitesi ve Kontrolü	74
4.1.2 Renk Homojenitesi İçin Yapılan Kalite Kontrol.....	74
4.1.3 Boyut Analizi	76
4.1.4 MARCO Entegre Sistemi İle Optik Görüntü Alma Operasyonu.....	76
4.1.5 MARCO' ya Ait Teknik Özellikler	77

4.1.6 Sistem Entegrasyonu	78
4.1.7 Optik Görüntü Alma Sisteminde Kullanılan Yüksek Çözünürlüklü Kameralar	80
4.1.7.1 Renk CCD Görüntü Sensörü	80
4.1.7.2 Renk Tarayıcı Kamera	80
4.1.7.3 Siyah ve Beyaz Kameralar	81
4.1.8 Mermer Numunelerindeki Kusurlar ve Bu Kusurların Tanımlanması ...	81
4.1.8.1 Mermer Karolarında Kenar Kontrolü.....	81
4.1.8.2 Mermer Karolarında Çatlakların Kontrolü.....	81
4.2 Görüntü Analizi.....	82
4.2.1. Sayısal Görüntü İşleme ve Piksel Kavramı.....	82
4.2.2 Görüntü Analizi Prosesi	83
4.2.2.1 Spektruma Dayalı Özellikler	83
4.2.2.2 İstatiksel Ölçütlere Dayalı Özellikler	84
4.2.2.3.1 Homojen Yapı Gösteren Numunelerin Sınıflandırılması.....	86
4.2.2.3.2. Homojen Yapı Göstermeyen Numunelerin Sınıflandırılması.	87
BÖLÜM BEŞ - SONUÇ VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR	92

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Levha ve fayans hattı ürünleri.....	14
Şekil 3.2 Bir mermer fabrikasının şematik görünüşü	15
Şekil 3.3 Katraklarda eşdeğer chip kalınlığının belirlenmesi	19
Şekil 3.4 Katraklarda ortalama chip kalınlığının belirlenmesi.....	19
Şekil 3.5 Elmas Soketli Kollu Katraklar	21
Şekil 3.6 Elmas Soketli Araba Hareketli Katraklar	22
Şekil 3.7 Bıçak Hareketli Köprü Kesme Makinesi	27
Şekil 3.8 Geniş Bant Cila Makinesi	28
Şekil 3.9 Köprülü silme-cilalama makinesinde aşındırma kuvvet bileşenleri	29
Şekil 3.10 Dairesel kesicilerde eşdeğer chip kalınlığının belirlenmesi.....	31
Şekil 3.11 Dairesel kesicilerde ortalama chip kalınlığının belirlenmesi.....	32
Şekil 3.12 Dört Ayaklı S/T Makinesi.....	34
Şekil 3.13 Dört Ayaklı S/T Makinesi Üstten Görünüm.....	35
Şekil 3.14 Baş kesme makinesi.....	35
Şekil 3.15 Yarma makinesi	36
Şekil 3.16 Kalibratör + Cila (Polisaj) makinesi	38
Şekil 3.17 Bantlı silme ve cilalama makinelerinde, kullanılan makine tipine bağlı olarak oluşan aşındırma kuvvet bileşenleri	38
Şekil 3.18 Çoklu kesme makinesi	39
Şekil 3.19 Alın silme-cilalama makinesi	40
Şekil 3.20 Kurutma makinesi.....	41
Şekil 3.21 Kalite kontrolün geçmişten günümüze kadar yüklemiş olduğu kavramlar	42
Şekil 3.22 Yıkıp Kuruması Beklenen Bloğun süreksizliklerin belirginleşmesi.....	48
Şekil 3.23 Mermer ocakları ve işleme fabrikalarında mermer üretim prosesi için akım şeması.....	51
Şekil 3.24 Proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli	55
Şekil 3.25 Dokümantasyon sistemi	58
Şekil 3.26 Kesim sırasında oluşan kırıklar.....	60

Şekil 3.27 Çeşitli renklerde mermerler	61
Şekil 3.28 Mermer kullanım alanları	63
Şekil 3.29 Mermer kalite kontrol masası	65
Şekil 3.30 Kalite kontrol işlemi sonrası fabrikada paketlenen ürünler	68
Şekil 3.31 Konteynıra yerleştirilmiş kasalar	70
Şekil 4.1 MARCO isimli optik görüntü alma cihazı.....	74
Şekil 4.2 Yüksek çözünürlüklü kameralar ile renk görüntü analizi	76
Şekil 4.3 Yüksek çözünürlüklü kameralar ile numune yüzeyinin taranması	77
Şekil 4.4 Optik görüntü alma işleminde sistem operasyonu 1	79
Şekil 4.5 Optik görüntü alma işleminde sistem operasyonu 2	80
Şekil 4.6 Numune sınıfındaki 4 farklı alt gruba bölünmüş numuneler	85
Şekil 4.7 Numune sınıfındaki 3 farklı alt gruba bölünmüş numuneler	86
Şekil 4.8 Numune grubu için ortalama renk ve etkinlik derecesi	87
Şekil 4.9 Şekil 4.9 Homojen olmayan numunenin bloklar halinde bölünüp analizinin yapılması	88
Şekil 4.10 Homojen olmayan 3 sınıfa ait numunelere ait ortalama özellik histogramları	89

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 3.1 Köprü kesme makinelerinin teknik özellikleri.....	28
Tablo 3.2 Geniş bant cila makinelerinin teknik özellikleri	28
Tablo 4.1 MARCO ve insan gözü ile yapılan kalite kontrol başarıları göstergesi	77
Tablo 4.2 Numune grubu için yapılan sınıflandırma sonuçları.....	87
Tablo 4.3 2. Numune grubu için yapılan sınıflandırma sonuçları.....	89



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Ülkemizde 1990 yılı sonrasında, gerek yurtdışı, gerekse yurtiçinden doğal taş için gelen talepler doğrultusunda, bu sektörde önemli bir gelişme meydana gelmiştir. Gün geçtikçe büyüyen pazarla doğru orantılı olarak gelişen Türkiye doğal taş sektörü, modernize edilen tesisleri ve çağdaş işletme anlayışıyla birlikte, Çin, Hindistan, İtalya, Brezilya, gibi dünyanın önde gelen doğal taş üreticisi ve satıcısı ülkelerinden biri olma çabası içindedir (Göker, 2004).

Mimari bir projede kullanılacak mermer için, tasarımın temel ilkelerine bağlı kalmak koşuluyla kullanım yeri ve çevre özelliklerine bakılır. Yapının fonksiyonu mermer ve mermerin işletme şeklinin seçiminde önemlidir. Kullanılacak her türlü mermer iyi bir kalite kontrolden geçmiş olmalıdır. Mermer ürünlerine yapılan eksik veya hatalı işlemler ile hatalı uygulamalar sonucunda malzemede ortaya çıkan renk ve desen bozuklukları, boyut farklılıkları vs. kullanım noktalarında çeşitli sorunlara neden olur (Karaca ve Öztank, 2003).

Görüntü analiz teknikleri ise; jeoloji, mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniği bilim dallarında ölçüm tekniği olarak araştırılması son yirmi yılda gelişmiştir. Özellikle kayaçların fiziksel özellikleri ve mühendislik özellikleri gibi ölçüm yapılması zor yöntemlerin alternatif olarak değerlendirilmiştir. Mikroskop altında minerallerin tanımlanması, kayaçların boşluk oranlarının (porozite) tespit edilmesi, süreksizliklerin analizi, minerallerin sınırlarının tespiti, tane sınırlarının tespiti, tane boyut dağılımı ve şekilsel sınırlarının tespiti, tane boyut dağılımı ve şekilsel analiz başlıkları altında araştırmalar yapılmıştır (Karakuş, 2007).

Fabrika ve ocakta yapılan kalite kontrol, çalışan personelin bilgi ve becerisine bağlı olarak gelişir. Ocakta yapılan blok kalite kontrol işleminde, bloğun renk ve süreksizliklerinin belirginleşmesi için ayırım ve yükleme öncesi yıkanması ve ardından kuruması sonucu sınıflandırma işlemi yapılır. Fabrika kalite kontrol aşamasında, genellikle mermer yüzeyi üzerine düşürülen 30° açılı ışık altında çalışan

personelin gözlem yeteneği, deneyimi ve becerisine bağlı olarak yapılır. Bu nedenle her iki aşamada da kalite kontrolü yapan ekspertizin bilgi ve yeteneğine bağlı olarak gelişen bir süreçtir.

Sürekli çalışan bir sistemde gelen ürünün boyutları, kırık çatlak durumu, renk homojenitesi, yabancı madde varlığı ve şekli gibi özellikler ile ilgili sürekli ve hızlı bir şekilde bilgi alınması kalite kontrol yönetimi açısından önem kazanmaktadır. Görüntü analiz yöntemi ile yapılan kalite kontrol incelemesinde ise, özellikle çalışan personel hatalarını asgariye indirmesi, uğraştırıcı ve zaman alıcı işlem olan kalite kontrol bu sayede daha ucuz ve kolay bir şekilde analiz kolaylığı sağlayacaktır. Bu anlamda görüntü işleme ve analizi yöntemleri ile fabrika kalite kontrol süreci ihtiyacı olan hızlı ve sürekli veri üreterek sürdürülebilir kalite kontrol denetimi yapabilmektedir.

Bu tez çalışmasında birçok alanda uygulanan görüntü analiz yöntemlerinin mermer fabrikalarında ürün kalite kontrolünde kullanılabilirliği üzerine bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmanın amacı, standartlaştırılmış kalite kontrol sistemi sayesinde sistemde zaman kaybını önlemek ve insan faktörünü minimize etmektir. Böylece uğraştırıcı, zaman alıcı kişiye bağlı olarak gelişen kalite kontrol yöntemleri terk edilmiş olacaktır. Daha yenilikçi, kalite standartlarına uygun ve uygulaması kolay olan sistem sayesinde kalite kontrol süreci tamamlanmış olacaktır.

BÖLÜM İKİ

GÖRÜNTÜ ANALİZ TEKNİKLERİNİN YER BİLİMLERİNDE KULLANIMI

Görüntü analiz tekniklerinin kullanımı diğer birçok alanda olduğu gibi yer bilimleri alanında da son yıllarda gelişme göstermeye başlamıştır. Yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları görüntü analiz tekniklerinin yer bilimleri uygulamalarında yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır.

Bozkurtoğlu (1996), hazırlamış olduğu yüksek lisans tezinde İTÜ Ayazağa kampüs alanında bulunan kayaçların yüzey pürüzlülüğü saptamak amacı ile ilk olarak jeolojik kesitler oluşturulup alanın mühendislik jeolojisi çalışılmıştır. Kampüs alanında yüzeylenen kaya örnekleri üzerindeki bir çatlak düzleminin yüzey pürüzlülüğü görüntü analiz yöntemi ile sayısallaştırılmaya çalışılmıştır (Bozkurtoğlu, 1996).

Fueten ve Goodchild (1998), yaptıkları çalışmada elektron mikroskobundan aldıkları taneli kaya görüntüsünün tane sınırlarını görüntü işleme tekniklerini kullanarak çizgi halinde hat belirleyip ifade etmişlerdir. Bu sınırlar üzerinden analiz yapmışlardır (Fueten ve Goodchild, 1998).

Gökay ve Gündoğdu (2001), çalışmalarında mermer renklerinin sayısal analiz yoluyla sınıflandırılması ve mermer işleme tesislerindeki kullanılabilirliği hakkında araştırma yapmışlardır. Mermer renklerinin sayısal kodlanması (Red Graen Blue- RGB kodları) amacıyla, çalışma kapsamında geliştirilen bilgisayar yazılım programı anlatılmış, yazılım sayesinde renk kodları bilgisayar ortamında saklanabilecek konuma getirilmiştir. Çalışmada Türkiye çapındaki mermer renklerinin standart RGB kodlarının elde edilmesi ve standart sapma aralığında kullanılması amaçlanmıştır. Böylece yapılan sınıflamadan yararlanılarak hazırlanan renk algılama otomasyonu, mermer işleme tesislerinin son-ürün paketleme ünitelerinde çok yararlı olacağı düşünülmüştür (Gökay ve Gündoğdu, 2001).

Özdemir (2004), Patlatma verimlilik analizi yapmak amacıyla Split-Desktop dijital görüntü işleme yazılımı kullanılarak Eti Bor Emet İşletme Müdürlüğü'ne ait Espey kolemanit açık ocak işletmesinde parça boyut dağılımını saptamıştır (Özdemir, 2004).

Dönmez ve Sarı (2004), doğal taş kalitesini belirleyen faktörlerin en önemlisinin yüzey parlaklığı olduğunu belirtmiştir. Doğal taş yüzeylerin parlaklığını sistematik olarak ölçen, sayısal görüntü analizi tabanlı yüzey parlaklık sistemi geliştirilmiş ve bir doğal taş örneği üzerinde deneyler yaparak uygunluğunu incelemişlerdir (Dönmez ve Sarı, 2005).

Çelik (2004), "Muğla Beyaz Mermerinin Tane Boyut Dağılımının Görüntü Analiz Yöntemi İle Ölçülmesi", isimli çalışmasında Muğla beyaz mermerinin tane boyut analizi bilgisayarda Particele 2.0 programını kullanarak yapmıştır. Çalışmada Muğla beyaz mermerlerinden tane boyut dağılımı ölçülecek örnekler ortalama tane boyutunu temsil edecek şekilde seçilmiş, değişik çözünürlükte ayarlanabilen bir tarayıcı yardımıyla 900dpi, 1200 dpi ve 2400 dpi çözünürlükte 24 bit renk derinliğinde çekilen jpg ve bmp uzantılı dijital fotoğraflar kullanmıştır. Bilgisayar tarafından yapılan tane boyutu sayım değerlerine bağlı olarak değişik parametrele göre yüzde tane boyut dağılımı hesaplanmış ve gerçek yüzde tane boyut dağılım değerleri ile karşılaştırılmıştır (Çelik, 2004).

Karakuş (2006), hazırlamış olduğu tez çalışma kapsamında öncelikle temel görüntü işleme metotları tanıtılarak daha önce kayaçlar üzerinde uygulanan görüntü işleme metotları ile yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. VisualBasic Programlama dili kullanılarak Kaya Görüntü Analizi (KGA) adı verilen bir görüntü analiz programı geliştirmiş, görüntü zenginleştirme ve biçimlendirme fonksiyonlarına ek olarak özel fonksiyonlar geliştirilmiştir. Bu fonksiyonlar yardımı ile ince kesit görüntülerinden mineral yüzdeleri ve tane boyut dağılımı tespiti sağlanmıştır. Ayrıca Şev aynalarından alınan kaya kütlesi görüntüleri üzerinde süreksizlik analizlerini yapmış, patlatma sonrası oluşan yığının boyut dağılımını tespit etmiştir. Kayaçların

renk farklılıklarına dayalı özelliklerin görüntü işleme metotları ile tespit edilebileceği sonucuna ulaşmıştır (Karakuş, 2006).

Karakuş, Onur, Konak, Deliormanlı ve Şen (2007), “İnce Kesit Görüntülerinden Mineral Yüzdesinin Bulunmasında Görüntü İşleme Yöntemlerinin Kullanılmasının Araştırılması”, adlı bildiride görüntü işleme tekniklerinin ince kesit görüntülerinde kullanım olanakları araştırılmış ve farklı renkteki minerallerin görüntü içerisindeki alanları hesaplanmıştır. Bunun için geliştirilen bir bilgisayar programında örnek bir ince kesit mikroskop görüntüsünü incelemiştir. Bu işlem sonucunda pirit, galen ve sfalerit minerallerinin yüzdeleri bulunmuştur (Karakuş, Onur, Konak, Deliormanlı ve Şen, 2007).

Makinacı, Topal ve Sinecen (2007), “Görüntü Analizi ile Agregat Şekil Özelliklerinin Belirlenmesi”, adlı yapmış olduğu çalışmada betonda kullanılan agregaların tane şeklinin uygun olup olmadığının değerlendirmesini görüntü analiz yöntemi ile yapmıştır. Çalışma 7 farklı agregat ocağından alınan iri agregat örneklerinden 10,7Mp çözünürlüğünden görüntüler alınmıştır. %84,8 oranında başarı sağlamıştır. Sonuçlar, görüntü analizinin, agregat taneleri şekil özelliklerinin doğrudan ölçülmesinde ve sınıflandırılmasında etkili olduğunu göstermektedir (Makinacı, Topal ve Sinecen, 2007).

Özdemir, Kahrıman ve Özer (2007), “Parçalanma Tahmin Modelleri ve Dijital Görüntü İşleme Yöntemi”, isimli çalışmalarında parçalanma tahmin modellerini patlatma tasarımlarına uygulayarak sonuçları dijital görüntü işleme programı ile elde edilen gerçek parça boyut dağılımı ile karşılaştırmasını yapmışlardır. Çalışma sonucunda modellerin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya koyulmuştur (Özdemir, Kahrıman ve Özer, 2007).

Topal (2008), hazırlamış olduğu tez çalışmasında görüntü işleme tekniklerinin hızlı ölçüm yöntemleri olarak beton agregalarına uygulanabilirliği araştırılmıştır. Aydınlatma paneli, lazer kameralı ve sanal kameralı sistemler geliştirilmiştir. Agregaların yuvarlaklık, konkavlık ve dış merkezlik gibi geometrik özelliklerini

belirlemek amacıyla iki boyutlu ve derinlik bilgileri içeren analizler aydınlatma panelli sistem sayesinde uygulanmıştır. Sonuç olarak, agrega geometrik özelliklerinin taze ve sertleşmiş beton performansı üzerine etkisinin mertebesini belirtmek amacı ile bazı çimento harcı ve beton deneyleri yapılmıştır (Topal, 2008).

Onat (2008), yapmış olduğu çalışmada betonun kırılmadan önce potansiyel davranışının görüntü işleme teknikleri kullanarak incelenmesini amaçlamıştır. Bu yöntemi uygulamak amacı ile Matlab programında hazırlanan yazılımla 50×10×10 cm. boyutunda dikdörtgen prizma şeklinde lifli numuneler hazırlanmıştır. Beton numunelerine 28 günlük kürü elde ettikten sonra üç noktalı eğilme deneyine tabi tutulmuştur. Deney uygulanan numuneler yüksek çözünürlüklü 10.3 MP CMOS dijital kamerası ile seri çekim yapılarak Matlab programında kadlanan yazılımla işlenmiş ve ortaya çıkan deplasman miktarları aynı anda elde edilen komparatör (ölçü saati) değerleri karşılaştırılmıştır (Onat, 2008).

Sezer (2008), yapmış olduğu çalışmada görüntü analiz teknikleri kullanarak granüler zeminlerin mikro yapısal özelliklerini belirlemiştir. Mikro yapısal özellikler, farklı granülometri ve orijindeki granüler zeminlerde gerek şekil faktörleri gerekse zeminlerin fraktal boyutları yardımı ile ortaya konmuştur. Ayrıca aynı zeminler üzerinde yapılan dayanım, permabilite, en büyük- en küçük boşluk oranları ve kompaksiyon deneyleri ile zeminin bazı mekanik ve indeks özelliklerini belirlemiştir. Elde edilen parametrelerin mikro yapısal özelliklere etkisi ve istatistiksel yaklaşım hesaplamaları yapılmıştır (Sezer, 2008).

Çelik (2008), “Görüntü Analiz Yöntemlerinin Kayaç Özelliklerinin Nicel Analizinde Kullanılması”, isimli çalışmasında; kayaçların porozite, süreksizlik, tane boyut dağılımı, tane sınırları ve şekilleri gibi bazı özelliklerini görüntü alma ve işleme yöntemleri ile yapmıştır. Gözle görünebilecek büyüklükte boşluk boyutuna sahip olan kayaçların yüzeylerini fotoğraflayarak ya da tarayıcıdan elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Kayacın fiziksel özelliklerini belirlemek için kullanılan deney yöntemleri ile kıyaslamak için, fazla sayıda belirli aralıklarla alınan kesitlerden elde edilen dijital görüntüler kullanılmalıdır. Ayrıca ince kesitlerden

yararlanarak bulunan mikro çatlak sayma işlemi ile görüntü analiz yöntemini karşılaştırmış, görüntü analiz yönteminin daha kısa sürede net sonuçlar verdiğini bulmuştur (Çelik, 2008).

Önal (2008), çalışmasında bazı geomalzemelerin kesit özelliklerinin analizi için sayısal görüntü işleme tekniğinin geliştirilmesi ve kullanımını araştırmıştır. Geoteknik mühendisliği alanına doğrudan uygulanabilir sayısal görüntü işleme algoritmaları geliştirerek, görüntü işleme teknikleri değişik jeolojik orijine sahip materyallerin incelenmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Sayısal görüntü işleme ile hacim ölçüm tekniği uygulanmıştır. İskelet Tabanlı Ayırıştırma Metodu kullanarak iyileştirmeler yapılmış ve birbirine dokunan danelerin bağımsız olarak ayrılması sağlanmıştır. Sayısal imza tekniğinde yapılan iyileştirilmelerle dane şekillerinin nitelendirilmesinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Gri ton ve renkli ayırıştırma tekniklerinin birlikte uygulanması, kohezyonlu ortamda bulunan birbirine yapışık dane ve boşlukların belirlenmesinde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen sayısal görüntüleme ve sayısal veri işleme algoritmaları, istatistiksel veri analizi araçlarıyla birlikte kullanıldığında iyi sonuç veren deney ve değerlendirme metodu olarak kullanılabilir (Önal, 2008).

Deliormanlı, Karakuş, Konak, Onur ve Tosun (2009), “Kırmataş Madenciliğinde Görüntü İşleme ve Analiz Uygulamaları” isimli çalışmasında görüntü işleme ve analiz teknikleri ekseninde kırma taş madenciliği görüntü işleme ve analiz uygulamalı tanıtılmıştır. Yapılan çalışma sonunda, uygulanan bu yöntemin, kırma taş madenciliğinde delme-patlatma, kazı, nakliye ve kırma gibi birbirini takip eden aşamalarda kullanmanın hızlı ve sürekli veri üretiminin kalite kontrol denetimini kolaylaştırdığı bulunmuştur (Deliormanlı, Karakuş, Konak, Onur ve Tosun, 2009).

Kurşun (2009), “Dijital Görüntü İşleme ve Klasik Yöntemlerle İri Tane Boyut Analizinin Karşılaştırılması”, isimli çalışmasında agreganın boyut dağılımının belirlenmesinde elek analizi yöntemi ile dijital görüntü işleme tekniği sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Programın çalışma şekli kaya taneleri arasındaki sınırları belirleyip uzunlukları ölçmesi presinbine dayanır. Bu iki yöntem kullanılarak

bulunan d50 ve d80 değerleri karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Çalışma sonunda, parça boyutunun belirlenmesinde kullanıla gelen elek analiz yöntemi ile dijital görüntü işleme programı yöntemi grafikleri incelendiğinde iki yöntemle elde edilen parça boyut dağılımı eğrilerinin birbirine paralellik gösterdiği bulunmuştur (Kurşun, 2009).

Toklu (2009), yapmış olduğu çalışmada dikey bir lazer işın demeti ile aydınlatılan yüzeyin görüntüleri, kamera aracılığıyla bilgisayara aktarılmış ve çalışma sırasında yazılmış olan YakarTarar adlı bir yazılım tarafından işlenmektedir. Sonuç olarak taranan yüzeyin üç boyutlu sayısal modeli bilgisayara kaydedilmesidir. Hazırlanan yazılımın amacı ise, farklı endüstrilerde yüzey tarama gereksinimlerini aynı anda karşılayabilen ve maliyeti düşük tutan yazılım paketi oluşturmaktır (Toklu, 2008).

Akkoyun (2010), yapmış olduğu çalışmada görüntü işleme tekniklerinden söz etmiş, bu teknikleri kullanarak bir yazılımı tanıtmış ve bu yöntemlerin mermer ürünlerinin kalite seçiminde kullanılabirlikleri üzerine bir değerlendirme yapmıştır. Diyarbakır bölgesine ait bir mermerin üç farklı seleksiyondan oluşan 20 farklı numune üzerinde dijital fotoğraf makinesi ile görüntüleri elde etmiştir. Bu görüntüler üzerinde geliştirilen yazılım kullanarak görüntü işleme yöntemleri uygulanmıştır. Uygulamada farklı renk uzayları, farklı görüntü boyutları, gri sistem, histogram eşitleme, gerdirme, eşik uygulaması gibi birçok yöntem uygulamıştır (Akkoyun, 2010).

Aksoy (2010), yapmış olduğu çalışmada önemli jeolojik sorun olarak bilinen heyelanlarla ilgili olarak, Nesne Tabanlı Görüntü Analizleri (NTGA) kullanılarak, heyelan yerlerinin belirlenmesi konusunda araştırma yapmıştır. Çalışmada, Batı Karadeniz Bölgesi'nde seçilen 300 km²'lik bir alanda, Landsat ETM+ uydu görüntüsü üzerinden görüntü analiz yöntemini uygulamıştır. Analizlerde kullanılmak üzere, yamaç eğimi, normalleştirilmiş bitki örtüsü fark indeksi (NDVI), uzunluk/genişlik oranı, asimetri, mavi bant ortalama değeri, kıızıl ötesi bant oranı, parlaklık ve mavi bant homojenlik göstergesi (GLCM) kullanmıştır. Sınıflama işlemleri, en yakın komşuluk ve yukarıdan aşağıya yaklaşımları kullanılarak

gerçekleştirilmiştir. Sınama alanında yapılan sınıflamanın doğruluk değerlendirmesi sonucunda, toplam doğruluk oranı % 87.5, Kappa indeksini ise % 75 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin heyelan yerlerinin belirlenmesinde yararlı bir araç olacağı sonucuna ulaşılmıştır (Aksoy, 2010)

Sarıışık, Küçük, Sarıışık ve Polat (2010), mermer makinelerinde üretilen doğaltaş nihai ürünlerinin kalite kontrolü ve standartlara uygunluğunu araştırmışlardır. Bloktan levha ve plaka üretiminde yaygın olarak kullanılan elmas lamalı ketraklar, geniş bant cila, dairesel testereli blok kesme makineleri, yarma hattı, dar bant cila ve mermer plaka- fayans hatlarından çıkan ürünlerde kalınlık, ebat ve gönye toleransları göz önüne alınarak istatistiksel olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Üretilen levha ve plaka ürünlerin ölçü toleransları değerlerini TS EN standartlarına uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen veriler, SPSS-15.0 programı kullanılarak, aritmetik ortalamaları, standart hata miktarları, minimum ve maksimum noktaları hesaplanmıştır. Çalışmaya uygun test tekniği belirlenip, normal dağılım ve kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda mermer makinelerinde levha ve plaka üretimine yönelik öneride bulunulmuştur (Sarıışık, Küçük, Sarıışık ve Polat, 2010).

Zeki (2011), hazırlamış olduğu çalışmada ürün yüzey hatalarının tespiti için yetersiz aydınlatma altında alınan parke yüzey görüntüleri üzerinde uygulamalar yapılmıştır. Görüntü yayılım algoritmalarından en çok bilinen Anizotropik yayılım yaklaşımlarının karakteristiklerinin incelenmesi ve ürün yüzeylerindeki belirgin olmayan hatalarının tespit edilmesi amaçlanmıştır (Zeki, 2011).

Arasan (2011), hazırlamış olduğu doktora tezinde zeminlerin bünye özelliklerinin tespitinde zemin görüntülerini kullanarak tahminde bulunulmuştur. Geoteknik uygulamalarda, kayma mukavemeti ve kayma mukavemeti açısı granüler zeminler için önemli olduğu ve bu durum dane şekli, büyüklüğü, dağılımı, maksimum minimum boşluk oranı, rölatif sıkılık, küresellik, köşelilik, konvekslik ve pürüzlülüğü tarafından kontrol edilebileceği için görüntü analiz yöntemi ile bu özelliklerin saptanabileceği belirtilmiştir (Arasan, 2011).

Yaman (2012), yapmış olduğu çalışma da yurt içi ve yurt dışından çeşitli bölgelerden toplanan magmatik kökenli 11 adet farklı türdeki kayaç granitik kayaçların petrografik olarak optik mikroskopta incelenerek, minerallerin tane boyut dağılımının bulunması ve kayaç dayanımına etkisinin araştırılmasını esas alınmıştır. Çalışma da; ağırlıkça ve hacimce su emme oranı, Schmidt Yüzey sertlik değerleri, porozite değerleri ve görüntü analizi ile doku katsayısı belirlenmiş olan 11 kayacın dinamik elastik modülleri ve poisson oranları ile arasındaki etkileşim incelenmiştir kullanılan kayaçlar için elastise modülü ve poisson oranının, Doku katsayısı (TC) arasında düşükte olsa bir korelasyon ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Yaman, 2012).

Çankaya (2013), yapmış olduğu çalışmada beton malzemenin mekanik özelliklerini görüntü işleme yöntemi ve yapay sinir ağıları yöntemleri ile bulunmasını yönelik deney yöntemini anlatmıştır. Beton mekanik özellikleri olan basınç dayanımı, maksimum deformasyon kapasitesi ve elastisite modülünün bulunması için uygulanan deneylerde numuneler hasar gördüğünden bu yöntemle başvurulmak istenmiştir. 15x30 cm boyutunda 144 adet (96 +48) silindir şekilli standart beton numuneler kullanılmıştır. 96 adet beton silindir numune analitik çalışmada eğitim ve test seti olarak kullanılmış, kalan 48 adet silindir numune ise oluşturulan görüntü işleme teknikleri ve yapay sinir ağıları hibrid modelinde doğrulama için kullanılmıştır. Numune fotoğraflama işlemi karanlık bir kabinde özel aydınlatma lambaları ile yapılmıştır. Beton yüzey görüntü değerlerinin yapay sinir ağlarında eğitilmesi ile betonun bazı mekanik özellikleri yüksek doğruluk oranı ile tahmin edilmiştir (Çankaya, 2013).

Horozoğlu (2013), çalışmada işlenen yüzeylerde oluşan pürüzlülüğü temassız, tahribatsız ve hassas bir şekilde ölçmek amacı ile yüzeyin mikroskobik görüntüsü alınmıştır. Literatürde yer alan yüzey pürüzlülüğü hesaplama yöntemlerinin model olarak görüntü üzerindeki sayısal verilerle bir yüzey pürüzlülük değeri elde edilmiştir. Kamera ile alınan görüntüye ait yüzey pürüzlülüğü değerleri, yaygın olarak kullanılan izleyici uçlu (elmas uçlu) yöntemle ölçülen değerlerle karşılaştırılarak görüntü işleme ile yüzey pürüzlülüğü analizinin performans

değerlendirilmesi yapılmıştır. Görüntüsü alınan işlenmiş yüzeyin üzerinde tırnak ile hissedilen pürüzlüğün şiddeti, işlenmiş yüzeyin hem görüntüsünde hem de program aracılığıyla alınan pürüzlülük değerlerinde de paralellik gösterdiği görülmüştür (Horozoğlu, 2013).

Literatürde yapılmış olan çalışmalar genellikle yer bilimlerinde görüntü analiz teknikleri nesne tanımlama, kayaçların porozite, kırık çatlak süreksizlik durumu, tane boyut dağılımı, tane sınırları ve şekilleri, yüzey parlaklığı ve pürüzlülüğü gibi fiziksel özellikler üzerine yoğunlaşmaktadır. Görüntü işleme yöntemleri kullanılarak bu özelliklerinin belirlenmesi özellikle arazi ve laboratuvar çalışmalarında, bilgilerin toplanması, depolanması ve analiz edilmesi açısından kolaylıklar getirmektedir. Ancak doğal ortamda alınan görüntülerin kalitesi ve kolay analiz edilebilirliği, görüntü alma cihazının kapasitesinin yanında ışığın konumundan da etkilenmektedir. Ayrıca görüntüde bulunan büyüklüklerin gerçek büyüklüklere çevrilmesinde, görüntü alma cihazlarının teknolojisi nedeniyle hatalar oluşabilmektedir. Bu hatalar en aza indirecek çalışmalar yapılmalı bunun yanında üç boyutlu analiz çalışmalarına imkân sağlayacak teknikler geliştirilmelidir.

BÖLÜM ÜÇ

MERMER FABRİKALARI VE MERMER FABRİKALARINDA KALİTE KONTROL

Doğal olması, bazı cinslerinin renkli olması, hava geçirgenliğine sahip olması, bazı ışınları absorbe ediyor olması gibi özelliklere sahip olması nedeniyle mermer pek çok alanda kullanılmaktadır. Mermerin en büyük kullanım alanı inşaat sektörüdür. Binaların özellikle taban kaplamalarında, iç ve dış cephe kaplama malzemesi olarak, merdiven basamakları, sütunlar, mutfak tezgahları, korkuluklar, şömineler gibi alanlarda mermer hem koruma hem de dekoratif amaçlı olarak kullanılmaktadır. Mermer tüketiminin yaklaşık % 57'si inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak Türkiye'de ya da dünyada inşaat sektörünün canlı olduğu dönemlerde de mermer pazarında canlılık görülebilmektedir (Çonkar, Özdemir, Karaca, Saylı ve Kandemir, 2010).

Mermer mezar taşı olarak kullanılması da pazarlarda önemli bir yer tutmaktadır. Sanatçıların heykel yapımında kullandıkları mermerler de önemli bir tüketim alanı oluşturmaktadır. Satranç tahtası ve taşları, biblolar, küllükler, küçük heykelciklerden oluşan süs eşyaları ve hediyelik eşyalar da mermeri hammadde olarak kullanan alt sektörler arasında yer almaktadır (Çonkar ve diğer., 2010).

Ülkemizde mermer, çoğunlukla inşaat sektöründe kullanıldığı için, inşaat sektöründeki canlanmaya paralel olarak mermer tüketim miktarı da artış göstermektedir. Doğal taş sektörü, ülkemizin dünya pazarında rekabet gücünü arttıracak ve uluslar arası ticaretten daha fazla pay almasını sağlayacak bir endüstri dalıdır. Küresel rekabet ortamında işletme, sektör ve ülke düzeyinde sahip olunan avantajlar bir araya getirilerek gelişmelere paralel stratejiler oluşturulabilir. Bu durumda üstün bir rekabetçi performans ile sürdürülebilir rekabet gücü elde edebilmek mümkün olabilecektir (Çonkar ve diğer., 2010).

Mermer işletmelerinin ocak işletmelerinden başlayarak tüketicilerin kullanımına sunulması aşamasına gelinceye dek geçirdiği süreçte pek çok değişik olay ve kavram

gündeme gelmektedir. Yönetim, teknoloji, iletişim, rekabet, pazarlama, finans, lojistik, dağıtım, ürün geliştirme, istihdam, verimlilik, kalite gibi pek çok konuda sektöre katkı sağlamak mümkündür (Çonkar ve diğer., 2010).

Kullanım alanı oldukça yaygın ve çeşitli olan doğal taşların, dünyada tüketimi ve ticareti yıldan yıla hızla artmaktadır. Bu nedenle ‘ Mermer Endüstrisi ’ , dünyanın en hızlı gelişen sektörleri arasında yer almaktadır. Dünya doğal taş pazarı incelendiğinde; her üretilen ürün türünün bir kullanım alanı olduğu, dolayısıyla her kalitede ürüne talebin olduğu görülebilmektedir (Çonkar ve diğer., 2010).

3.1 Mermer İşleme Yöntemleri

Mermer günümüzde sadece bir malzeme değil, bir felsefe olarak düşünülmektedir. Binlerce yıl sürebilen bu süreç sonunda, milyonlarca organik eleman sayesinde muhteşem renkli malzeme yaratılmaktadır. Katı hareketsiz bir nesneye hayat kazandırılmaktadır. Bu durum, mermerin sihirli yönünü ortaya koymaktadır. Mermere ‘doğanın sihirli hediyesi’ de denmektedir. Mermer, nasıl işleyeceği tam bilindiğinde ‘soğuk’ bir malzeme olmaktan çıkıp ‘yaşayan’ sıcak bir nesneye dönüştürülmektedir. Çalışmalarda ‘profesyonellik, uzmanlık, ciddiyet ve zamana saygı’ esas olmalıdır (Sezer, Bilgin ve Çakır, 1999).

Tasarımda kullanılacak mermer belirlenirken iyi, güzel, kaliteli, hafif vb. gibi kavramlara dayandırılarak sonuca varılması yanlıştır. Kullanılacak mermer tasarımın fonksiyonuna uygun olmalı ve tasarımı oluşturan diğer etmenlerle de ilişkili olmalıdır. Mermerin tasarımına etkin olan başlıca malzeme özellikleri cinsi, rezervi, kristal yapısı, homojenliği, yabancı eleman içeriği, rengi, kristal bileşimi ve fiziko-mekanik özellikleridir (Karaca ve Öztank, 2003). Mermerin homojenliği, daha çok dekorasyon amaçlı bazı istisnalar dışında her zaman mermerin değerini artıran bir faktördür. Ancak doğal bir malzeme olan mermerde, seramik gibi endüstriyel ürünlerde olduğu gibi sürekli bir bütünlük bulmak da mümkün değildir. Önemli olan benzer renk veya görünümün bütün kütle içerisinde homojen dağılmış olmasıdır (Karaca, 2001b).

Mermer ocaklarında üretilen bloklar, mermer işleme tesislerinde piyasa da talep edilen boyutlara getirilerek levha (plaka), fayans veya isteğe göre farklı şekillerde işlenmektedir. Blokları kesme işlemi sırasında elde edilen yüzeylerde değişik derinlik ve genişliklerde pürüzler oluşabilmektedir. Farklı renk ve desenlerde oluşum gösteren mermerler, aşındırma işlemi sonucunda yüzey pürüzleri ortadan kaldırılarak parlatma işlemine tabi tutuldukları takdirde doğal güzelliklerini yansıtabilmekte ve dekoratif özellik sergileyebilmektedir. Bu nedenle, mermer işlemeciliğinde son aşama olarak mermer aşındırma ve cilalama işlemleri uygulanmaktadır. Elde edilen bu ürünler ambalajlanarak piyasaya sunulmaktadır. Bu işleme tesislerinde günümüzde değişik tip ve ebatlarda mermer işleme makineleri kullanılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Mermer işleme tesislerinde üretilen ürünün türü aynı zamanda mermer fabrikalarının da temel yapısını oluşturmaktadır. Mermer işleme tesislerinde kullanılan iki üretim bandı vardır. Bunlar;

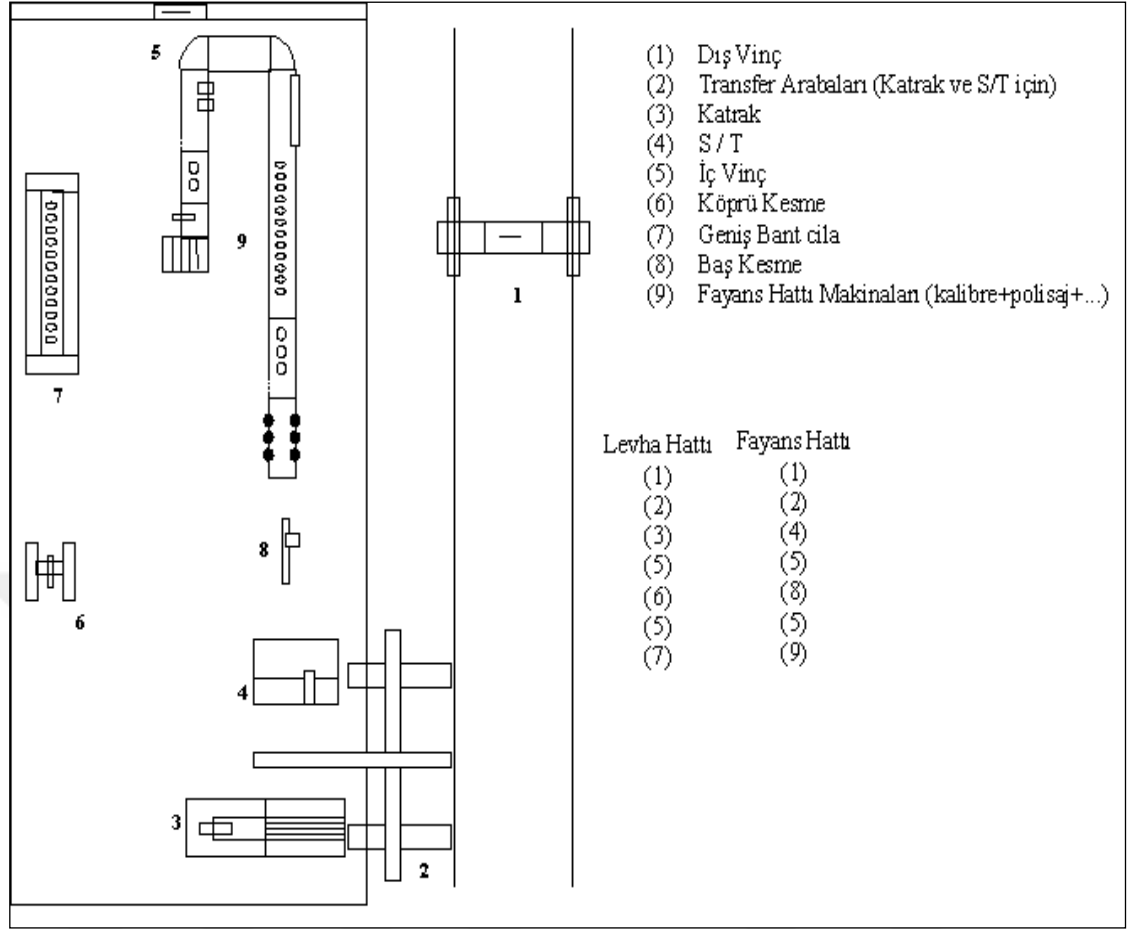
- Levha (plaka) hattı: Bu hattan elde edilen ürünler genellikle banko, masa, sehpa ve şömine yapımında kullanılmaktadır.
- Fayans hattı: Bu hattın ürünleri ise döşemelik yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.1 Levha ve fayans hattı ürünleri

Şekil 3.1 (a) Levha hattı ürünü

(b) Fayans hattı ürünü



Şekil 3.2 Bir mermer fabrikasının şematik görünüşü (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.1 Levha Hattı Makineleri

Bu üretim hattında büyük kapasiteli (banko, şömine vb.) ürün elde edilirken kullanılan levhaların (plaka) kesme ve parlatma işlemleri yapılmaktadır. Levha hatlarında büyük miktarlarda ve hızlı şekilde üretim yapılmaktadır. Levhalar bloğun yukarıdan aşağıya doğru kesilmesi ile elde edilir. Levha üretim hattını oluşturan makineler ise;

- Katraklar,
- Köprü kesme makineleri,
- Plaka silim (geniş bant cila) (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.1.1 Katraklar

Kesme işlemi çelik veya elmaslı lamalarla yapılmaktadır. Çelik lamaların kullanılması durumunda mermer kesimi esnasında su ile birlikte silis kumu beslenmektedir. Sert taş kesiminde (Granit, bazalt vb.) su ile birlikte metal granül beslenmektedir. Elmaslı lamaların kullanılması durumunda ise kesme işlemi lamaların üzerine belirli aralıklarla monte edilmiş elmaslı soketler tarafından yapılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Katraklar lama sayısı ile (35' lik, 40' lık, 60' lık, 70' lik vb.) adlandırılırlar. Lamaların uç kısmında da kesme işini yapan soketler bulunur. Bunlar elmas soketlerdir. Lamaların gerdirilmesi hidrolik yardımıyla olmaktadır. Başlangıç gerilmesi anahtarla verilip ayarlandıktan sonra lamalar hidrolik olarak gerilir. Elde edilen plaka sayısı, kesim yapan lamaların bir eksiğidir (Onargan ve diğer., 2006).

Tüm şaseyi ileri geri hareket ettiren bir tahrik motoru vardır. Bu motor volanı kayış vasıtasıyla tahrik eder böylece volan üzerindeki mafsallara ve dolayısıyla lamaları hareket ettirerek kesme işini yaparlar (Onargan ve diğer., 2006).

Katrakların çeşitli modelleri olmasına rağmen çalışma sistemleri aynıdır. Bazılarında kesilecek blokların üzerinde duracağı ray üzerinde hareket edebilen bir vagon şasesi de bulunmaktadır. Bu şaseler üzerinde tespit edilmiş genelde (20x20x300 cm) boyutlarında ağaç kütükler bulunmakta, blok bu kütükler üzerine oturtulmaktadır. Daha sonra blok alçıyla tutturulmakta, alçının iyi tutması açısından saman talaşı, ot talaşı gibi malzemeler karıştırılmakta böylece daha iyi bir sabitleme yapılmaktadır. Bunda amaç lamanın ileri geri hareketi sırasında bloğun hareket etmesinin önlenmesidir (Onargan ve diğer., 2006).

Katrakların başında birer operatör bulunmaktadır. Bu kişilerin tecrübeli olmasında büyük yarar vardır. Bunlara makinelerin özellikleri ile ilgili çeşitli bilgiler vermek gerekmektedir. Kesme işleminde hangi bloğa nasıl bir kesme işlemi uygulanacağına karar verebilecek bilgi ve donanıma sahip olması gerekir (Onargan ve diğer., 2006).

Genelde bloklar katraş şasesi altında durmakta ve lamalar aşığıya doğru gerek hidrolik gerekse, dişliler yardımıyla inmektedirler. Son yıllarda yapılan makinelerde lamalar sabit olarak ileri geri hareket etmekte blok ise hidrolik yardımıyla belli basınç altında ve otomatik olarak yukarıya doğru çıkarılmaktadır. Bu tür kesimin daha iyi olduğı söylene de henüz eski sistemlerden vazgeçilmemiştir. Bunun nedeni gerek katraşların uzun ömürlü olması gerekse bu makinelerin çok pahalı olması açısından şimdilik normal tip katraşlarla çalışılmaktadır (Onargan ve diğ., 2006).

Katraşlarda lamalar üzerine su veren ve bu su yardımıyla parçacıkların taşınmasını sağlayan duş sistemleri mevcuttur. Bu su lamaların ucundaki soketler için çok önemlidir. Bu yüzden katraşa su veren sistemin kesilmesi halinde katraşı durduran bir elektro basınç kontrol sistemi mevcut olmasına rağmen bu gün birçok fabrikamızda bunlar yoktur. Bu nedenle binlerce soket ve yüzlerce bıçak harcanmıştır (Onargan ve diğ., 2006).

3.1.1.1.1 Katraşlarda Kesme İşlemini Gerçekleştiren Kısımlar

3.1.1.1.1.1 Lamalar. Lamalar kesme yükünü üzerlerinde taşıyan parçalardır. Bunlar uçlarındaki soketler yardımıyla kesme işini yapmaktadırlar. Kesme işindeki en büyük sorun lamalardır. Çelik tiplerinde, ısıl işlemlerde ve ürün kararlılığında daha gelişmeler yapılmak zorundadır. Bu gün özellikle sert malzemelerde dar lamalar geniş lamalardan hem daha yüksek kesme hızı sağlamakta hem de dalgalı kesim riskini azaltarak daha az malzeme kaybına yol açmaktadırlar. Katraş kesiminde en büyük sorun lama kalınlıklarını en az seviyeye indirmektir. Lama boyları (4-4,20 m) arası değişmektedir (Onargan ve diğ., 2006).

3.1.1.1.1.2 Soketler. Katraşlarda kesme işini yapan elemanlardır. Bunlar mermerin cinsine göre değişmektedir. Piyasada üç tip soket bulunmaktadır. Bunlar;

- Yumuşak (Soft)
- Orta sertlikte (Medium Hard)

- Sert (Hard) olmaktadır.

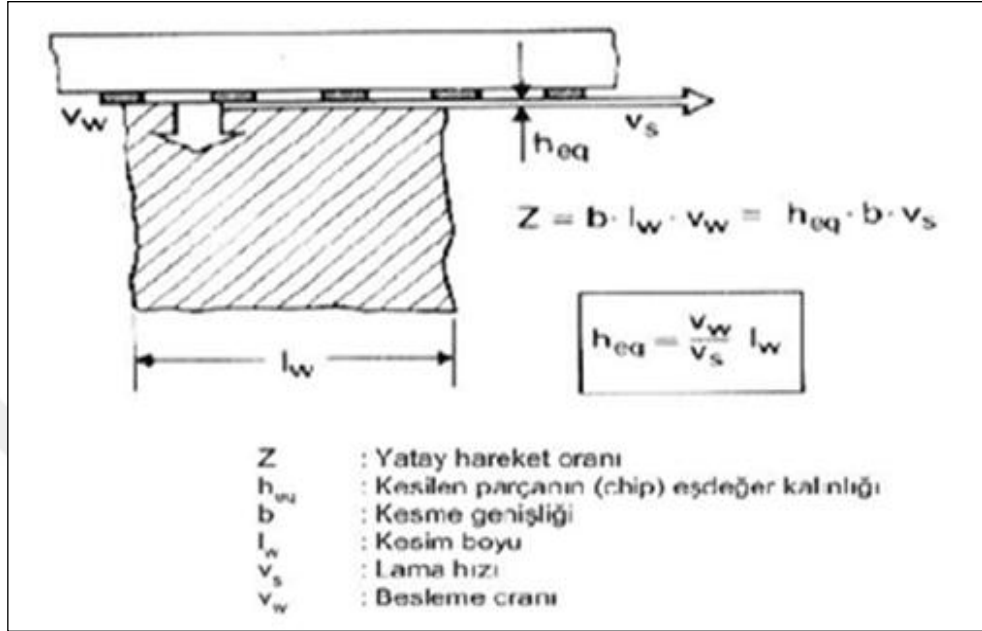
Günümüzde katraklardaki en büyük sorunlardan biri lamaların sökölüp, değiştirilip, yeni soketlerin kaynatılması ve yeniden lama ayarlarının yapılmasıdır. Bugün bu uzun ömürlü soketler bunu en aza indirmelerinden dolayı tercih edilirler. İç piyasada bulunan soketler lama başına 450-500 m² kesim yapılırken Winter soketleriyle 950-1100 m² lama başına kesim yapılabilir. Her bıçağa soket üç defa kaynatılabilmekte daha sonra bıçak iş görmemektedir. Soketler yerli firmalar tarafından da yapılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Ayrıca soketlerde devamlı sert mermer çalışmanın sakıncaları vardır. Silisyum karbürlerin ortaya çıkması açısından sert mermerlerden sonra yumuşak mermer kesme işlemi yapılarak sert mermerdeki kesme hızı arttırılabilmektedir. Örneğin işletmelerde genellikle (Traverten + Kristalize mermer + Bej mermer) sırası veya bu sertliğe uygun kesimler yapılmalıdır (Onargan ve diğer., 2006).

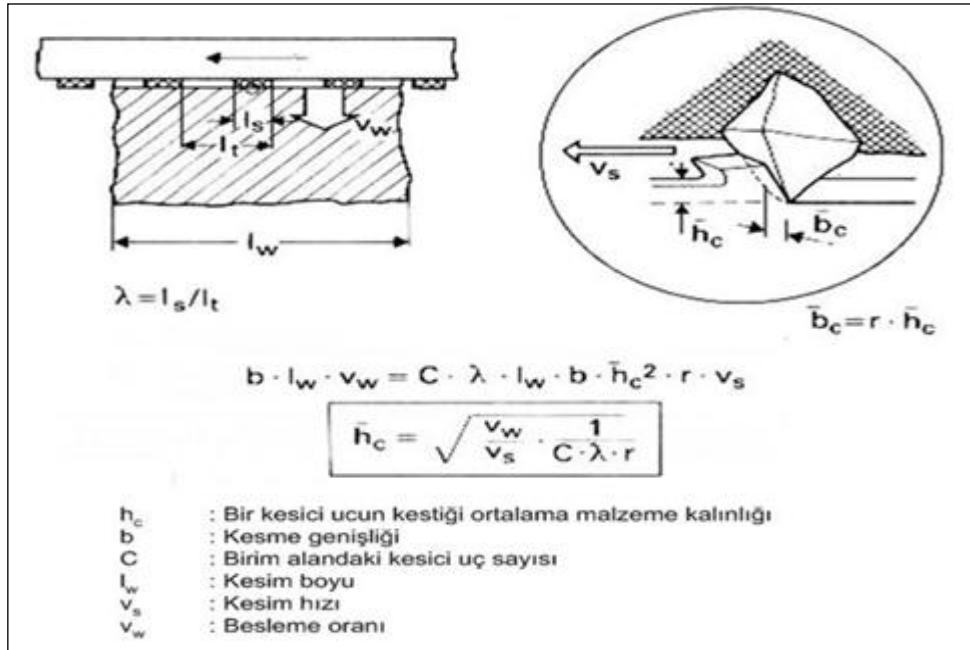
3.1.1.1.3 Metal Granüller. Bu granüller sert taş kesiminde kullanılmaktadır. Dökme demir granüller bazı kolay granitlerin kesimi için hala rekabet edilebilmekte ve İtalya'da yılda hala 15.000 ton tüketilmektedir. Bugün granitlerde ortalama tüketim 3,5 - 4 kg/m² olmasına ve tane büyüklüklerinin küçölmesine rağmen kimyasal bileşimlerinde ve üretim tekniklerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bugün bazı operatörler küçük tanelerin büyük taneleri engelleyerek yüksek kesme hızı sağlamalarını önlediğini söylemektedirler. Yeni kullanılan çelik granüller ise daha yüksek kesme hızlarına ve m² başına daha az tüketime sahiptir. Dökme demirden daha pahalı olmasına rağmen daha homojen bir yapıya sahip olduğundan tercih edilir. Bunlarda sarfiyat ise 2-2,5 kg/m² civarındadır. Normal mermer kesimi işlemlerinde bugün lamalar üzerindeki soketlerle kesim yapılmakta granöl kullanılmamaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Kesim işleminde, birim kesimde kesilen malzemenin (chip) kalınlığı da önemli bir parametredir. Bu kalınlığın hesabı kesim yapan makinenin kesme özelliklerine göre değişmektedir. Bu kalınlığın bilinmesi başta kesici uçların dizaynında (sayısı ve

özellikleri gibi) ve buna bağlı olarak kesim hızlarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu kalınlıklar eşdeğer ve ortalama chip kalınlığı olarak belirlenmektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.3 Katraklarda eşdeğer chip kalınlığının belirlenmesi (Onargan ve diğer., 2006)



Şekil 3.4 Katraklarda ortalama chip kalınlığının belirlenmesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.1.1.2 Katrak Çeşitleri

3.1.1.1.2.1 Çelik Lamalı Katraklar. Bunların kapasiteleri kesilecek mermerin sertliği ve durumuna göre değişir. Bu tür katraklarda kesme işinde büyük yardımcı olarak kum kullanılır. Kumun kalitesi (Silis oranı yüksek olması) önemlidir. Kumun içinde kil ve benzeri malzemeler istenmemektedir. Diğer katrak çeşitlerinde olduğu gibi bunlarda su çok önemlidir (Onargan ve diğer., 2006).

Strok sayıları 85-90 civarındadır. Beyaz cins mermeri biçme hızı 1 cm/saat olduğundan ki Granit, Serpantin ve diyabazda bu 0,25 cm'ye kadar düşmektedir. Bunun için bu sistem artık günümüzde kullanılmamaktadır. Bu tip katrağa sahip firmalar veya şahıslar bunları elmas lamalı katrağa çevirmişlerdir. Bu tip katraklarda mermer kesimi için silis kumu kullanılırken sert taş kesimi için (Granit vs.) dökme çelik ve alüminyum oksit kumu kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek karbonlu çelik tel testerelerinde alüminyum oksit ve zımpara tozu kullanılmak suretiyle granit biçilme verimi arttırılmıştır. Bugün yalnız granit katraklarında katraklara metal granül veren sistemler mevcuttur (Onargan ve diğer., 2006)

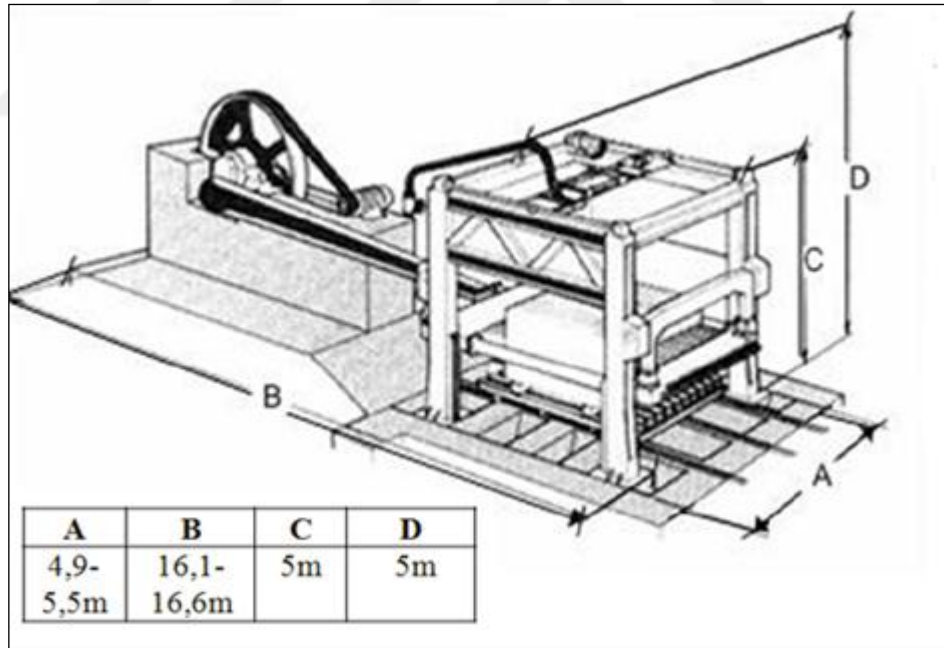
3.1.1.1.2.2 Elmas Soketli Katraklar. Kumlu katrakların dezavantajlarından dolayı elmas soketli lamalar geliştirilmiştir Sistem olarak aynıdır fakat burada elmas soketli lamalar kesme işini yapmaktadırlar. Bu tür lamalarda kum kullanılmaz, su kullanımı mevcuttur. Verimleri diğerlerine göre 10-25 kat fazladır (10-25 cm/saat). Kesme işini yapan lamalar iki tiptir;

1. Birinci tip lamalarda elmas parçacıkları lamalara emprenye edilir ve kesme işlemi bu şekilde yapılır. Artık bu sistemde terk edilmiştir.
2. İkinci tip lamalarda ise elmas parçaları ihtiva eden soketlerin çelik lama üzerine 10-15 cm aralıkla monte edilmesi ile yapılmaktadır. Bu işlemde sıcaklık 550 C' yi geçmemek üzere yapılmalıdır. 70 lamalı bir katrakta 1932 tane soket bulunmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Elmas lamalı katraklar da çalışma prensiplerine göre kollu ve araba hareketli olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

3.1.1.1.2.2.1 Elmas Soketli Kollu Katraklar. Kapalı kasa katraklarda lama sayısı genellikle 40'dan fazladır ve blok arabası genellikle makineye ön taraftan alınır. Kasanın dört taraflı olmasıyla lamaların rijitliği artmış, plaka kalitesi önceki modellere göre daha iyi duruma getirilmiştir. Su ihtiyacı ortalama 720 lt/dk'dır (Onargan ve diğer., 2006).

Kollu katraklarda koldaki vibrasyon, imalattan ve/veya sonrasında kolda söz konusu olabilecek deformasyonlar plaka kalitesini düşürmektedir. Kasanın aşağı doğru hareketi sırasında lama terazilerinde söz konusu olan kaçıklık miktarı, araba hareketli katraklara göre daha fazla olmaktadır. Kesimin izlenmesi ve kamalama işlemleri de araba hareketli katraklara oranla daha zordur (Onargan ve diğer., 2006).

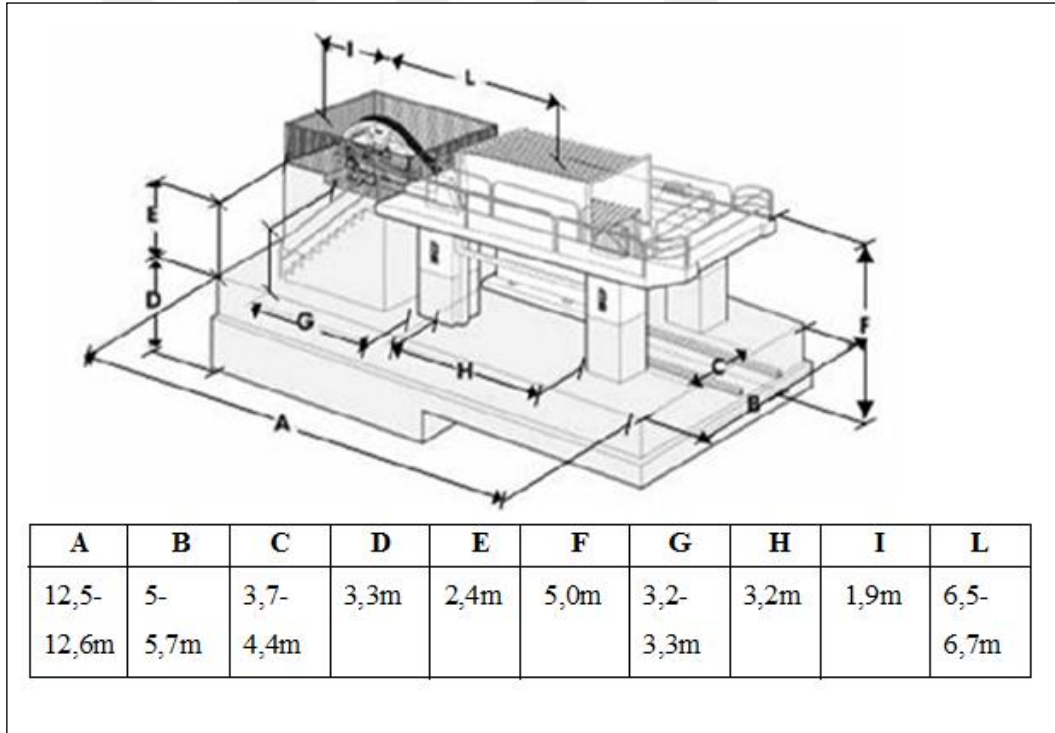


Şekil 3.5 Elmas Soketli Kollu Katraklar (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.1.1.2.2.2 Elmas Soketli Araba Hareketli Katraklar. Kolsuz ya da hidrolik (hidrolik yaklaşımı doğru değildir) katrak olarak da adlandırılan bu modelleri diğerlerinden ayıran en önemli fark, kesim sırasında lamaların inmesi yerine blok

arabasının yukarıya doğru hareket etmesidir. Çoğunlukla blok arabası ön taraftan makine içerisine alınır. Bu modellerde kasa seviyesi sabittir. Kasanın hareketi sadece ileri-geri şeklinde olmaktadır. Kesilen miktarın boşluğu, arabanın üzerindeki bloğun sonsuz dişlilerden oluşan ve makinenin dört tarafında bulunan kılavuz ayakları boyunca yukarı çıkmasıyla alınmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Çoğunlukla 60 ve 70'lik olarak imal edilen araba hareketli katraklarda, plaka kalitesi ve kesim hızı arttırılmıştır. Kesim sırasında bloğun kontrolü daha kolaydır. Su ihtiyacı ortalama 700 lt/dk'dır. Ancak çatlaklı blokların kesimlerinde diğer modellere göre iş ve işçi güvenliği ile makinenin korunması açısından daha riskli bir ortam söz konusudur. Bu tip katraklarda ilk yatırım, bakım ve onarım giderlerinin yüksekliği, diğer önemli dezavantajlardır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.6 Elmas Soketli Araba Hareketli Katraklar (Onargan ve diğer., 2006)

3.2.1.1.3 Katraklarda Kesim Performansını Etkileyen Parametreler. Günümüzde doğal taş işleyen fabrikalarda kullanılan katrakların çeşitli modelleri olmasına karşılık çalışma sistemleri genelde aynı esaslara dayanmaktadır. Bilindiği üzere

katraklar köşelerindeki mafsallar yardımıyla ileri geri hareketle kesim yapan makinelerdir. Kesim anındaki aşağı yukarı hareket belli bir hızla dişli mille gerçekleştirilebildiği gibi hidrolik kontrollü olarak da yapılabilir. Katraklar genelde şaselerinin iki ucuna gerdirilmiş halde bulunan lama sayıları ile isimlendirilmektedir. Uç kısımlarında kesme işini yapan elmas soketler bulunan lamalar hidrolik sistemlerle gerdirilmektedirler. Tüm şaseyi ileri-geri hareket ettiren bir tahrik motorunun volan-kayış sistemiyle volan üzerindeki mafsallara tahrik vermesi ile lamaları hareket ettirerek kesme işini yapmaktadırlar (Onargan ve diğer., 2006).

Ocaktan gelen blokların ürün haline getirilmesinde en önemli aşama olan plaka kesiminde katrakların verimli bir şekilde çalıştırılması halinde işletme ekonomisine büyük katkılar sağlanabilmektedir. Doğal taş işleyen fabrikalarda katraklarla kesim operasyonunda kesme verimini etkileyen faktörler; kesme hızı, taşın özelliği, kesici uçların aralıkları ve soket yapısı, su miktarı ve basıncı, blok boyutu, kalifiye eleman, makine bakım periyodu ve tamir-bakım olarak saymak mümkündür (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.1 Kesme Hızı ve Kesim Yüklemleri. Kesme hızının optimum düzeyde tutulması gereklidir. Günümüzde kullanılan katraklarda dakikada devir sayısı (strok sayısı) en az 90 olmaktadır. Bu tip makinelerde strok boyu (lama ötelemesi) 500 mm. civarında olmaktadır. Taşa giriş ve çıkışlarda yükün ve kesme hızının azaltılması gerekir. Bunun nedeni taşın üst yüzeyindeki pürüzlerin soketlerin üzerine yüksek basınçla etki etmesinin önlenmesidir. Soketler kendilerine bir yol açtıktan sonra işlem hızlandırılır. Çıkışta azaltmanın nedeni ise bloğun alt kısmında basınçtan dolayı çatlama ve kırılmanın önlenmesidir. Yapılan araştırmalarda katraklarda en yüksek kesme verimi, strok sayısının 102 olması durumunda elde edilmiştir (Travertenlerde 35-40 cm/saat, Karl Mayer Kтраğı) (Onargan ve diğer., 2006).

Yüksek hızda çalışma kesme verimini artırırken mafsallara aşırı yük gelmesi nedeniyle aşınmalar meydana gelmekte buda makine ömrünü ve performansını

olumsuz yönde etkilemektedir. Katraklarda makine imalatçılarının önerdiği strok sayısı 90-95 civarındadır. Kesim yüklemelerinin ölçümleri sonucunda sert mermerlerde bloklar için normal güç olarak 60 kp, yumuşak kayalarda 20 kp, güç her soket üzerinde oluşmaktadır. Kaba ölçümler normal gücün, teğetsel güce oranı (Normal Güç/Teğetsel güç) 3 veya 4 den 1 e kadar olduğunu göstermektedir. 40 bıçaklı 30 soketli bir katrakta 2 m/sn kesme hızına erişebilmek için gerekli enerji 118 kw civarında olmaktadır. Katraklarda kesim işinin verimli ve emniyetli bir şekilde yapılması blokların iyi bir sabitlemeye tabi tutulmasına bağlıdır (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.2 Taşın Özelliği. Kesme verimini etkileyen ana parametrelerden ikincisi katrakta kesilecek doğal taşın özelliğidir. Bu özellikleri sertlik, çatlak durumu, damarlar, boşluklar olarak saymak mümkündür. Doğal taşın özellikleri çok iyi belirlenmeli ve kesim parametreleri buna göre ayarlanmalıdır. Blok halindeki doğal taşın katrak altına verilmiş yönü ve biçimi de diğer önemli bir faktördür. Bloğun katrak altına verilme biçimi daha markalama aşamasında belirlenmeli ve blok tanıtım kartlarında bu husus belirtilmelidir (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.3 Soket Aralıkları ve Soket Yapısı. Katraklarda kullanılan soketlerin kesilen doğal taşın yapısına bağlı olarak yumuşak, orta sertlikte ve sert soketler olarak çeşitleri bulunmaktadır. Katraklarda en büyük sorunların başında lamaların sökülüp, değiştirilip, yeni soketlerin kaynatılması ve yeniden lama ayarlarının yapılması gelmektedir. Uzun ömürlü soketler seçerek bu işlemlerdeki zaman kayıpları minimize edilebilmektedir. Piyasada uzun ömürlü olarak bulunan bu tip soketlerle 950-1100 m² lama başına kesim yapılabilir (Onargan ve diğer., 2006).

Soketlerle sürekli sert taş kesmek yerine silisyum karbürlerin ortaya çıkması bakımından sert mermerden sonra yumuşak mermer kesme işlemi yapılarak sert mermerdeki kesme hızı artırılabilir. İşletmelerde genellikle (Traverten, kristalize mermer, bej mermer) sırası veya bu sertlik sıralamasına uygun kesimler tercih edilmelidir (Onargan ve diğer., 2006).

Diğer önemli olan bir konuda çerçeveye lamaların aralıklı dizilimidir. İki veya üç bıçaklı gruplarla eşit olmayan bir aralıklı dizme, bıçakların titreşimini azaltır. Kesilmiş plakaların yüzey kalitelerini artırır ve bıçak ömrünü artırır. Eğer aralıklı dizme çok küçük seçilmişse, bıçak göbeklerinin stabilitesi ve tüm makinelerin gerekli temas basıncı yetersiz olacaktır. Diğer yandan aralıklı dizme, çok genişse parçalar aşırı yüklenecek ve elmas kristalleri yeterli iş yapmadan kırılacaktır. Soketler arası uzaklığın kesme verimine en iyi etkisi(10-15 cm) aralıklarla monte edilmesiyle sağlanmaktadır. Her işletmede yapılacak denemelerle en kaliteli soket ve soket aralığı belirlenerek yüksek verim elde etmek mümkündür (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.4 Su Miktarı ve Basıncı. Gerektiği kadar su ve iyi yönetilen soğutma, çerçeveli kesmede en önemli koşuldur. Dakikada 8-10 lt. Suyu blok yüzeyine çok ağızlı nozüllerle delikli borularla yayılmaktadır. Suyun işlevi sadece soğutma olmayıp, kesmedeki talaşların temizlenmesi de sağlanmaktadır. Soketlerin yıpranmasında su miktarı ve basıncının önemi büyüktür. Su basıncı üst düzeyde tutulmalıdır. Basıncın soketler üzerine değişik yönlerden ve aynı miktarda gelmesi kesme verimini olumlu etkileyecektir (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.5 Blok Boyutu. Kesme veriminde önemli parametrelerden biriside blok boyutudur. Burada önemli olan husus tüm blokların kesim yapılabilecek şekilde lamaların altına en uygun kesme şartlarında yerleştirmektir. Katraklarda esas olan, lamaların altına girebilecek maksimum blok boyutlarına sahip mermer blokların kullanılmasıdır. Uygun boyutlarda blok elde edilememesi durumunda monolamalarda düzeltilmiş birden fazla blok katrak altına verilmek suretiyle kesim işlemi yapılabilir. Lamalar üzerindeki bütün soketlerin kesme işlemi yapması esas alınmalıdır (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.6 Kalifiye Eleman. Fabrikalarda son yıllarda belli oranlarda kalifiye eleman yetişmiş durumdadır. Ancak henüz sektörün gereksinimine yanıt verecek düzeyde olmadığı görülmektedir. Son 15 yıl içerisinde endüstri meslek liseleri bünyesinde açılan mermer teknolojisi bölümleri ve yüksek öğretim veren meslek

yüksekokulları düzeyinde açılan mermer teknikerliği programları sektörün bu konuda gereksinim duyduğu kalifiye teknik eleman açığını önemli oranda kapatacağı beklenmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

3.2.1.1.3.7 Makinelerin Bakım ve Onarımı. Makine ömürlerinin uzun olması ve performanslarının sürekli yüksek olması için periyodik bakım gibi işlemlerin zamanında ve titizlikle yapılması gereklidir. Parça maliyetlerinin yüksek olduğu bu makinelerde makine bakım ve yedek parça değiştirme işlerine ayrılan zaman periyodu, tüm kesme zamanının % 10 nu geçmeyecek şekilde planlanmalıdır (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.1.2 Köprü Kesme Makineleri

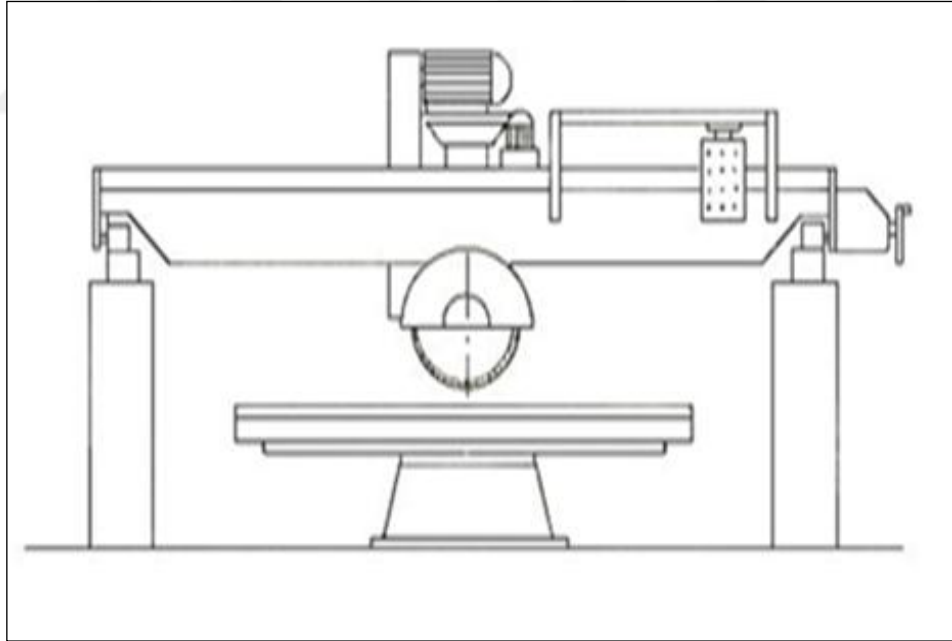
360 dönebilen bir tabla üzerine yatay olarak yerleştirilmiş mermer plaka veya plakalar köprülü kesme makinesi kullanılarak istenilen boyuta getirilmektedir. Genellikle katrak ürünlerinden, geometrik olarak en büyük alanı sağlayan kare veya dikdörtgen alan elde etmek için kullanılmakla birlikte, istenildiğinde kafa kesme ve yan kesme makinelerinin işlevini de yapabilmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

Köprü kesme makineleri, sağa-sola hareketli bir kolon ve bu kolon üzerinde ileri-geri hareket edebilen bir kesici gövdeden oluşur. Kesici olarak 300-600 mm arası dairesel testereler kullanılıyorsa da uygun boyut 450'liklerdir. Mermer plaka/plakalar perde duvarlar arasında bulunan tabla üzerine yatırıldıktan sonra istenilen ölçülerde kesilir. Köprü kesme makineleri bıçak ve tabla hareketli köprü kesmeler olmak üzere iki grup altında toplanabilmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

Bıçak hareketli köprü kesme makinelerinde kesici gövde, hidrolik sistemle aşağı-yukarı hareket ederken tabla seviyesi değişmez. Tabla hareketlilerde ise benzer bir hidrolik sistemle tablaya hareket verilir. Bu tiplerde bıçak seviyesi sabittir (Onargan ve diğer., 2006).

Bazı tablalar vinçten plaka alımını kolaylaştırmak ve iş güvenliğini arttırmak için hidrolik olarak dikey konuma gelebilmektedir. Bu tür tablaların kenarlarında bulunan tırnaklar da plaka alımını kolaylaştırmaktadır. Tırnakların üzerine yerleştirilen plaka, masanın yatay konuma gelmesiyle kesime hazır hale gelir (Onargan ve diğer., 2006).

Köprü kesmelerde kesme makinelerinin geri hareketinde de kesim yapılabilmektedir. Burada önemli olan, kesim yapılacak toplam mermer kalınlığının 10 cm'yi aşmamasıdır. Bu nedenle köprülü kesimlerde azami plaka kalınlıkları ve adetleri ikilik dört tane ve 3 lük üç tane olabilir. Daha fazla sayıdaki plaka kesimlerinde plaka sınırlarının testereye doğru olası plaka kapanmaları, soketlerin dağılmasına ve testere balansının kaybolmasına neden olmaktadır. Dağılan soket ve soket parçaları makine üzerinde aşırı yükten dolayı zarar verebilmekte ve bununla beraber yerinden çıkan bu parçalar iş ve işçi güvenliği riskini arttırmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.7 Bıçak Hareketli Köprü Kesme Makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

Tablo 3.1 Köprü Kesme Makinelerinin Teknik Özellikleri (Onargan ve diğer., 2006)

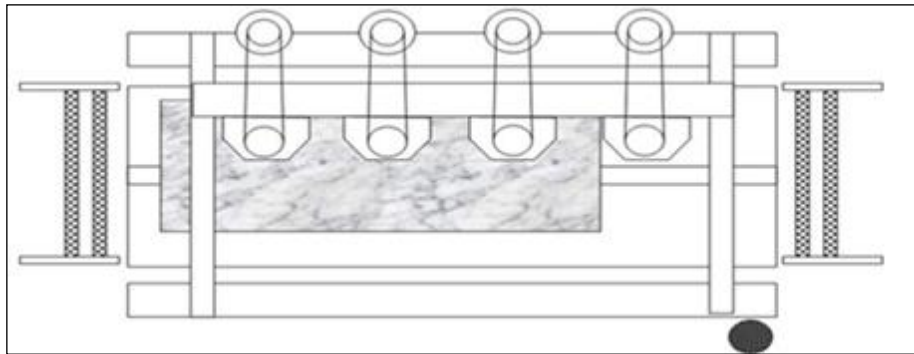
Toplam Motor Gücü	25 kW
Takılabilir Disk Çapı	400-625 mm
Maksimum Kesme Genişliği	3500 mm
Maksimum Kesme Uzunluğu	3500 mm
Maksimum Kesme Kalınlığı	280 mm
Tabla Boyutları	3500 mm x 1750 mm
Maksimum Kesme Hızı	5 m/dk

3.1.1.3 Geniş bant cila makineleri

Köprü kesmelerde kenarları düzeltilen plakaların kesim işleminden kaynaklanan kalınlık farklarının ve yüzey pürüzlülüklerinin giderilerek parlatılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu makinelerde 60 cm ve yukarı genişlikteki ürünlerin cilalanmaktadır. Bant genişlikleri 80 cm - 200 cm arasında değişiyorsa da ideal genişlik 200 cm'dir. Geniş bant cila makinesinin genel özellikleri ve şematik şekli aşağıda verilmiştir (Onargan ve diğer., 2006).

Tablo 3.2 Geniş Bant Cila Makinelerinin Teknik Özellikleri (Onargan ve diğer., 2006)

Maksimum Çalışma Genişliği	2100 mm
Maksimum Çalışma Uzunluğu	Sınırsız
Maksimum Çalışma Kalınlığı	120 mm
Minumum Çalışma Kalınlığı	10 mm
Toplam Motor Gücü	140 kW
Su İhtiyacı	410 lt/dk



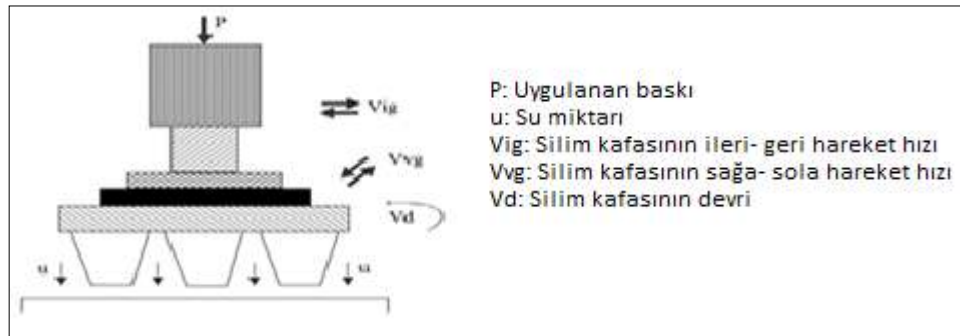
Şekil 3.8 Geniş Bant Cila Makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

Geniş bant cilada kalibre için, abrasivler kullanılmaktadır. Kalibre görevi bu makinelerde ilk üniteye verilmiştir. İlk başlığa elmas soketli diskler veya genellikle

80 numaradan küçük abrasivler takılmaktadır. Geniş bant cila makinelerinde ise, katraktan çıkan plakaların yüzeylerinde söz konusu olan olası seviye farklılıkları için disklerle hidrolik baskı verilmiştir. Bunun sonucunda disklerin sahip olduğu esneklik kabiliyeti ile plaka yüzey seviyelerine uygun şekilde aşındırma sağlanmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Geniş bant cilada kalibre için, abrasivler kullanılmaktadır. Kalibre görevi bu makinelerde ilk üniteye verilmiştir. İlk başlığa elmas soketli diskler veya genellikle 80 numaradan küçük abrasivler takılmaktadır. Geniş bant cila makinelerinde ise, katraktan çıkan plakaların yüzeylerinde söz konusu olan olası seviye farklılıkları için disklerle hidrolik baskı verilmiştir. Bunun sonucunda disklerin sahip olduğu esneklik kabiliyeti ile plaka yüzey seviyelerine uygun şekilde aşındırma sağlanmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Başlıklardaki esneklik önceleri, abrasivlerin yerleştirildiği diskler vida-somun ve yay bağlantılarıyla mile bağlı ve aynı boyutlarda üstte bulunan başka bir diske bağlanarak sağlanmaya çalışılıyordu. Ancak vidaların ve yayların kısa sürede deforme olmaları, cila kalitesini olumsuz yönde etkilemekteydi. Günümüzde, gerekli olan bu esneklik tamamen hidrolik baskılarla sağlanmaktadır. Mermer plaka üzerinde abrasivlerin, özellikle son başlıklarda bulunan cila taşlarının aşınması ve mermeri aşındırması sonucunda oluşan partikülleri uzaklaştırmak için, son kafaya keçe abrasivler takılmaktadır. Fakat kurutmadan sonra tambur bir keçe yardımıyla partiküllerin yüzeyden uzaklaştırılması daha iyi sonuç vermektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.9 Köprülü silme-cilalama makinesinde aşındırma kuvvet bileşenleri (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2 Fayans Hattı Makineleri

Bu üretim hattında 30.5 cm x 30.5 cm x 0.9 cm (12"x 12"x 0.35") boyutlarına sahip mermer fayanslar üretilmektedir. Bunun yanında özel siparişlere bağlı olarak da üretim yapılabilmektedir. Bu hattın makineleri;

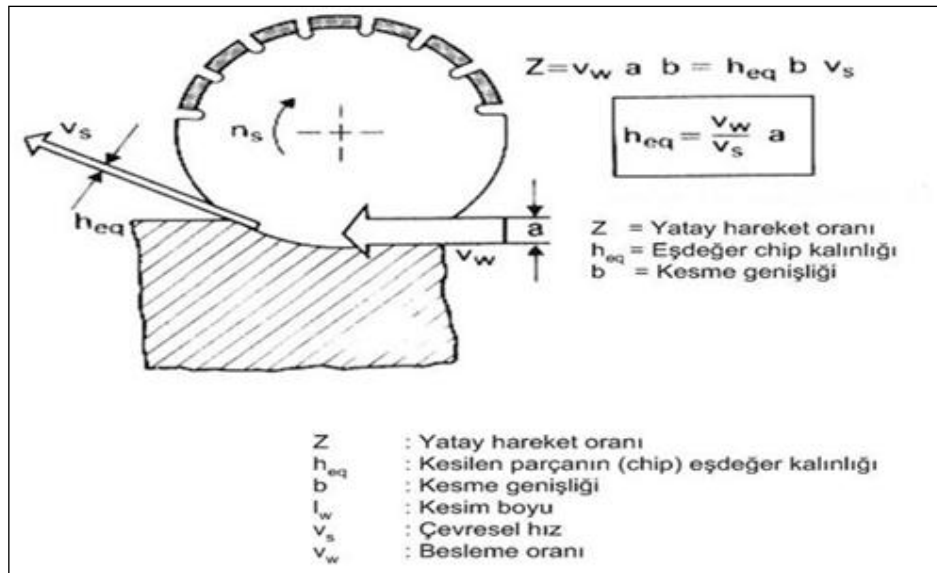
- S/T,
- Baş kesme,
- Yarma Makineleri
- Kalibratörler
- Cilalama (Polisaj)
- Ebatlama (Kalibrasyon)
- Temizleme + Kurutma
- Yan Kalibre + Pah Kırma + Kanal Açma makinelerinden oluşmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.2.1 Strip Trim (S/T)

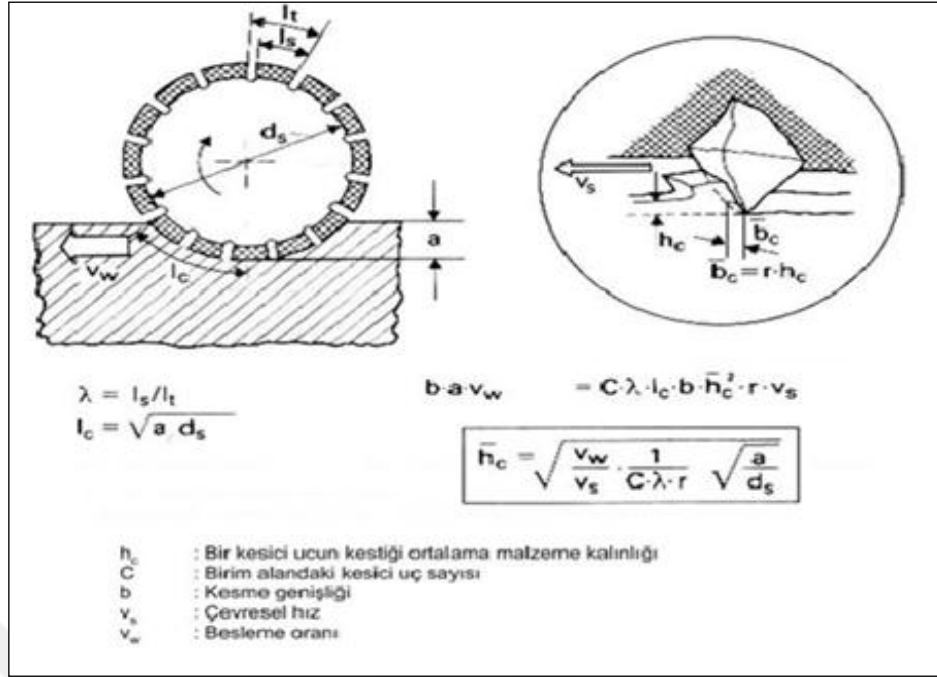
İlk üretimleri Fransız S/T firması tarafından yapıldığı için ülkemizde de bu isimle adlandırılmaktadır. S/T'ler fayans hattı için gerekli olan levhaların üretimi için kullanılmaktadır. Bu makineler (1,8-3,0 m) çapında, 4-6 mm kalınlığında dairesel bir disk etrafına tutturulmuş, soketlerle kesim yaparlar, dönme hızları yüksektir. Hız kontrollüdürler, hidrolik sistem vasıtasıyla ilerlerler. Maksimum kesme derinliği disk çapına göre değişir. Takılabilir en büyük disk çapı motor gücüyle ilgilidir. Ayrıca hızları kayış kasnak mekanizmasına sahip olduklarından kasnak değiştirmek suretiyle kontrol edilir. Disk değiştirilirken yerine yenisi takıldığında bunun yerine tam oturması sağlanmalı, eksenden sapma olmamalıdır. Yüke girmeden önce bu kontrol mutlaka yapılmalıdır. Ayrıca disklerin takılma yönü de önemlidir, burada elmasların yönü kesmeye karşıt olmalıdır, bu önemli bir husustur (Onargan ve diğer., 2006).

Mermer bloklar, vagonlar üzerine alındıktan sonra makine altına çekilir ve dairesel testereye yol verilir. S/T makinesinin karakteristiklerine bağlı olmak ve ekonomik sınırlar içerisinde kalmak şartıyla maksimum 65 cm (ekonomik ve teknik parametreler yönüyle 65 cm' den büyük kesimler için katraklar kullanılır) enli mermer dilimler kesilebilir. Alt kenar kesimleri ana gövdeye bağlı yatay testerelerle yapılır. Kesme kalınlık sınırı teknik olarak günümüz koşullarında 13,5-15,0 cm ise de, pratikte bu değer 7-8 cm'dir. S/T'ler de verim (8 saat) 65-70 m² arasında değişmektedir. Bu değer orta sertlikteki bir mermer için verilmiştir. Bu tip cihazlarda da katraklarda olduğu gibi, silisyum karbürlerin ortaya çıkması açısından kesim yaparken yumuşak + orta sert + sert (Traverten + Kristalize mermer + Bej mermer) kesim sırası uygulanmaktadır. Bu cihazlarda 180 cm çapında olanlarda 100-125 soket, 150 cm çapında olanlarda 84 civarında soket bulunur (Onargan ve diğer., 2006).

Birim kesimde kesilen malzemenin (chip) kalınlığı dairesel kesim yapan kesicilerde de önemli bir parametredir. Bu kalınlığın hesabı da katraklarda olduğu gibi kesim yapan makinenin kesme özelliklerine göre değişmektedir. Bu kalınlıklar eşdeğer ve ortalama chip kalınlığı olarak belirlenmektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.10 Dairesel kesicilerde eşdeğer chip kalınlığının belirlenmesi (Onargan ve diğer., 2006)



Şekil 3.11 Dairesel kesicilerde ortalama chip kalınlığının belirlenmesi (Onargan ve diğer., 2006)

Elmas diskli dairesel testerelerde tavsiye edilen kesme hızı (m/sn);

$$n = 19.23 \times I/D \quad (3.1)$$

$$V_p = 0.052 \times D \times n \quad (3.2)$$

V_p : Mil başlığı hızı (m/sn)

D : Disk çapı

n : Dakikadaki devir sayısı

Elmas diskli dairesel kesim yapan makinelerde soğutma suyu akış miktarının kesilecek malzeme cinsi ve kesme hızına bağlı olduğu yapılan araştırmalarla saptanmıştır. İleride bazı değerler verilmiştir. Bu değerler yeterli soğutma suyu dağılımı gerçekleştiği düşüncesiyle verilmiştir (Onargan ve diğer., 2006).

Elmas diskli dairesel kesim yapan makinelerde soğutma suyu akış miktarının kesilecek malzeme cinsi ve kesme hızına bağlı olduğu yapılan araştırmalarla saptanmıştır. İleride bazı değerler verilmiştir. Bu değerler yeterli soğutma suyu dağılımı gerçekleştiği düşüncesiyle verilmiştir (Onargan ve diğer., 2006).

S/T'ler, kesici ana gövdeyi tutan kolon (ayak) sayılarına göre;

- ✓ Tek ayaklı
- ✓ Çift ayaklı
- ✓ Dört ayaklı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

3.1.2.1.1 Tek Ayaklı ST Makineleri. Dairesel kesiciyi üzerinde bulunduran ana gövde tek bir kolon üzerinde bulunmaktadır. Dairesel kesicinin yatay düzlemlerdeki hareketi bağımsız olup, düşey yöndeki hareket bloğu taşıyan vagona hidrolik veya mekanik olarak verilen itme kuvveti ile sağlanmaktadır. Tek ayaklı S/T'ler, ölçü hassasiyetinin tam olarak sağlanamaması, kesim verimlerinin düşük olması ve sık arıza oranları nedenleriyle yaygın şekilde kullanım alanı bulamamaktadır. Günümüzde imal edilmemektedir (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.2.1.2 Çift Ayaklı ST Makineleri. Bu tür S/T makinelerinde ana gövde, iki ayak arasında bulunan ve boyuna hareketi kontrol eden bir köprü üzerindedir. Düşey yöndeki kesme hareketi ana gövdenin köprü üzerindeki hareketi ile sağlanır. Enine yöndeki hareket ise, bir redüktör düzeneğin mekanik ya da elektronik olarak vagon hareketini yönlendirmesi ile yapılır (Onargan ve diğer., 2006).

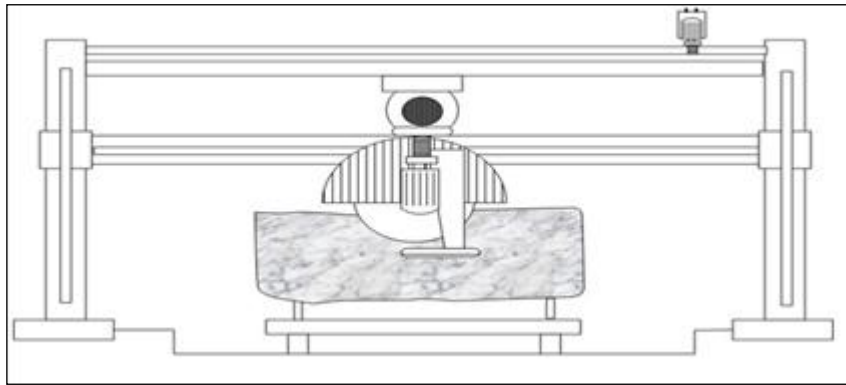
İki ayaklı S/T'lere, makinenin özelliklerine bağlı olarak birden fazla testere takılabilir. Bu tür makineler günümüzde ekonomik sıkıntıları ve kullanım alanı darlığı bulunan firmalar ile moloz ve blokları yerinde işlemek için ocak işletmeleri tarafından tercih edilmektedir. Redüktör sisteminde zaman içerisinde meydana gelen aşınmalara bağlı olarak kesme hassasiyetini sağlamada zorluklarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Günümüzde bilinen klasik iki ayaklı S/T'ler kullanılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.2.1.3 Dört Ayaklı ST Makineleri. Dört ayaklı S/T'ler en yaygın kullanılan modeldir. Ana gövde, dört ayak üzerinde bulunan ve iki yanal ayağı birbirine bağlayan farklı iki köprü ve bu iki köprüyü de birbirine bağlayan üçüncü bir köprü üzerinde bulunmaktadır. Ana gövdenin boyuna kesim hareketi yanal köprülerle, enine kesim hareketi, üçüncü köprü üzerindeki hareket ile, düşey kesim ise üçüncü

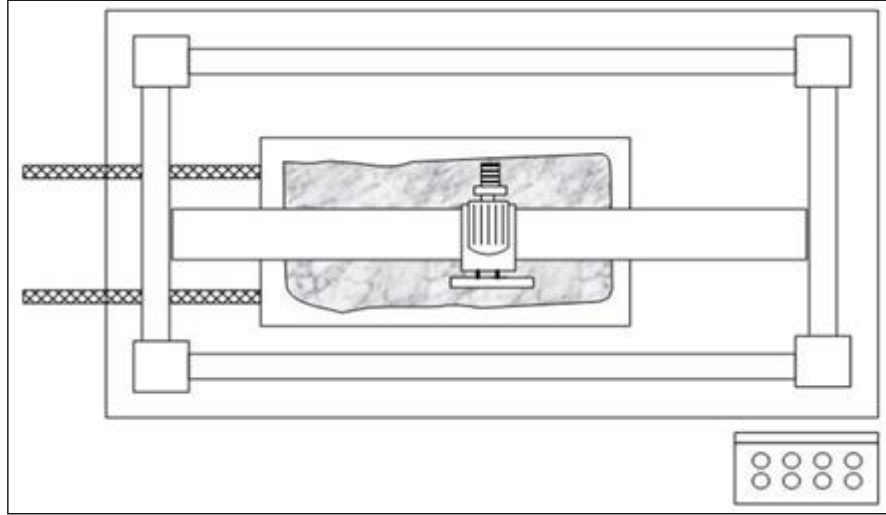
köprünün yanal köprüler üzerindeki hareketi ile sağlanmaktadır. Dört Ayaklı S/Tlerde vagon sabittir. Vagonun her türlü hareketten yoksun olması, kesim özellikle kalınlık standartlarının sağlanmasında önemlidir. Diğer ölçü ve kesim kaliteleri de bu makinelerde kolaylıkla sağlanmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Dört ayaklı S/T makinelerinde birden fazla testere takılabilir. 20 tane dairesel testere ile çalışabilen sert taş S/T makineleri de yapılmıştır. CaCO_3 kökenli mermerleri işleyen S/T'ler ile sert taş S/T'leri arasındaki en önemli fark; sert taş S/T'lerinde aynı seviyedeki striplerin yanal kesimleri tamamen bittikten sonra alt kenar kesimleri yatay testereler ile yapılmaktadır. CaCO_3 kökenli mermerleri işleyen S/T gruplarında ise alt kenar kesimleri, yanal kesimin sona ermesinden sonra ilgili strip için yatay testerenin mermere girmesi ve kesim işlemini tamamlaması ile gerçekleştirilir (Onargan ve diğer., 2006).

Dört ayaklı S/T makineleri diğer grup S/T makinelerine göre daha hızlı ve standart kesim yapmaları, güvenli oluşları ve doğrudan kesim işlemi için insan gücüne gereksinim duymamaları gibi avantajlara sahiptir. Ayrıca diğer grup S/T makinelerinde karşılaşılan ve vagon hareketinden kaynaklanan kısa zaman içerisinde testere balanslarının zarara uğraması, en aza indirilmiştir. Dört ayaklı S/T makinesinin şematik görünüşü sonraki sunuda verilmiştir (Onargan ve diğer., 2006).



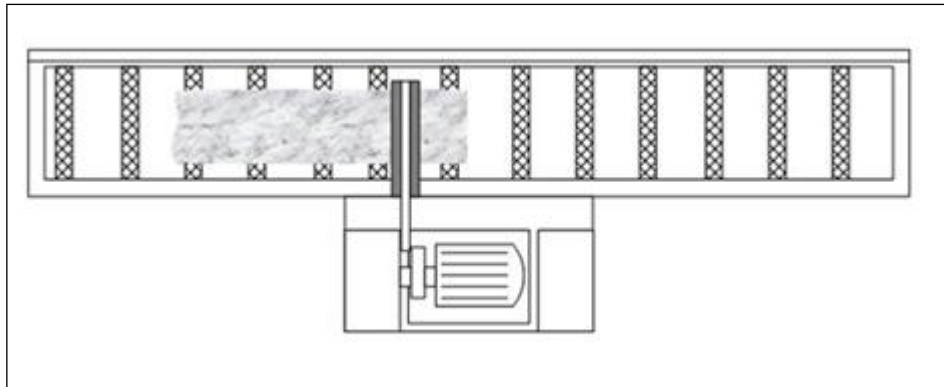
Şekil 3.12 Dört Ayaklı S/T Makinesi (Onargan ve diğer., 2006)



Şekil 3.13 Dört Ayaklı S/T Makinesi Üstten Görünüm (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2.2 Kafa (Baş) Kesme Makineleri

Kafa kesme makinesi, S/T makinelerinden gelen levhaların bozuk olan uç kısımlarının düzeltilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Yaklaşık 75 cm genişliğe kadar kesme yapabilmektedir. Bu makinelerin çok çeşitli tipleri mevcuttur, bunlar çeşitli özellikleri ile aşağıda verilecektir. Bu makinelerin S/T çıkış hattına yakın olması gerekir aksi takdirde iş gücü kaybı doğmaktadır. Makineyi kullanan kişi yüke giriş ve çıkışlarda hızı kesmeli kesim hızını malzemenin cinsine göre ayarlamalıdır. İleri ve geri gidiş tertibatları hidroliktir. Levhayı istenilen boyutta kesmek için ayarlanabilir kolları mevcuttur (Onargan ve diğer., 2006).

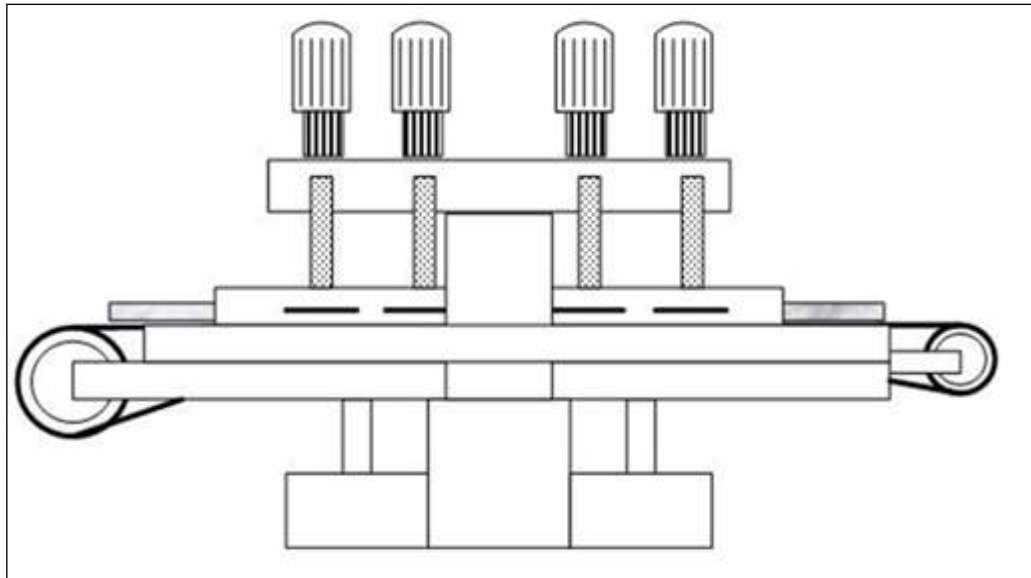


Şekil 3.14 Baş kesme makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2.3 Yarma Makineleri

Yarma tipi makineler, çapı 80-160 cm arası değişebilen bir diski uygun bir devirle döndürebilecek güçte bir tahrik ünitesine sahiptirler. Diskin üzerine çevresi boyunca sabit aralıklarla (0,5-3 cm) soketler yerleştirilmekte ve bu soketlerin içerisindeki elmas parçacıklarının mermer üzerine belirli bir baskı ve dönme hareketi ile temas ettirilmesi sonucunda mermer aşındırılarak kesilmektedir. Bulundukları hatlarda % 40' lık bir üretim hızı artışı sağlarlar. 2,9-3,1 cm kalınlığındaki stripleri, 1,1 cm' lik iki parçaya ayırır. Kesilen plakanın genişliği disk çapına bağlı olup, yaklaşık 70 cm' ye kadar çıkabilmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

Yarma makineleri değişik şekilde adlandırılmaktadır. Bu adlandırma kesim yapan testere sayısına ya da sribin yarma makinesine verilme şekline (dikey veya yatay) göre yapılmaktadır. Besleme hızı yarma makinelerinde iyi ayarlanmalıdır. Kayacın mekanik ve kimyasal özellikleri ile kesim yapan testerelerin soket durumu besleme hızına etki eden başlıca unsurlardır. Hızın gereğinden fazla olması hassasiyeti, testere balanslarını ve soketleri bozmakta ve zarar görmesine neden olmaktadır. Bu durumlar verim düşmesine neden olmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.15 Yarma makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2.4 Kalibratörler

Kalibratörler silme ve cilalama işlemlerinin sağlıklı yapılabilmesi için plakaların arasındaki kalınlık farklarının giderilmesi için kullanılan makinelerdir. Bu makinelerde plakalar elmaslı aşındırıcı(2-3 adet) ya da 80 numara ve altı abrasivlerle düzeltilmektedir. Kalibrasyon sonrası, mermer ürünün tamamında istenilen kalınlık eşit olarak sağlanmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

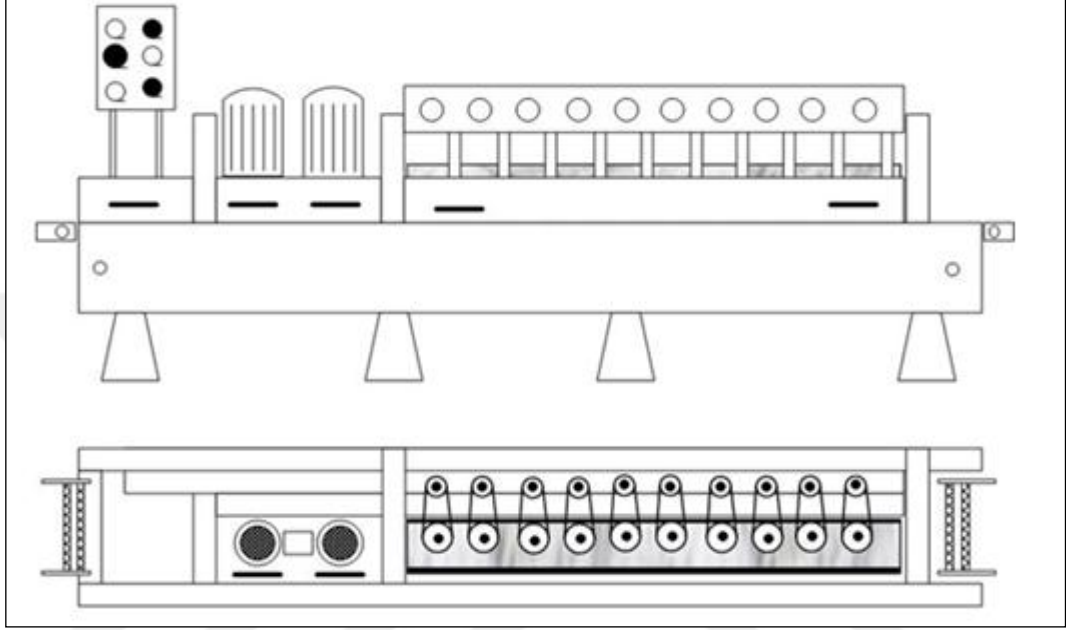
Kalibrasyon, polisaj makinesinde yer alan bir ya da iki ünite ile yapıldığı gibi kaliteli bir fayans hattında makineye entegre edilmiş ayrı bir ünitenin görev yapması ile de gerçekleştirilebilir. Polisaj ünitelerindeki kalibrasyon işlemi genellikle abrasivlerle yapılır. Buna karşılık polisaj makinesiyle aynı gövde üzerinde bulunan fakat bağımsız görünüme sahip kalibrasyon ünitelerinde soketler kullanılır. İdeal fayans hatlarında ise kullanılan kalibrasyon üniteleri polisaj ünitelerinden tamamen bağımsızdır. Bağımsız kalibratörler 3 ayrı motor tarafından kontrol edilir. 1' li ve 2' li kalibratörler varsa da daha az tercih edilmektedir. Kalibrasyon sırasında bir defada alınacak miktar 1,5 mm' yi geçmemelidir. Alınacak kalınlık ile banda verilecek hızın uyumlu olması gerekmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.2.5 Cila (Polisaj)

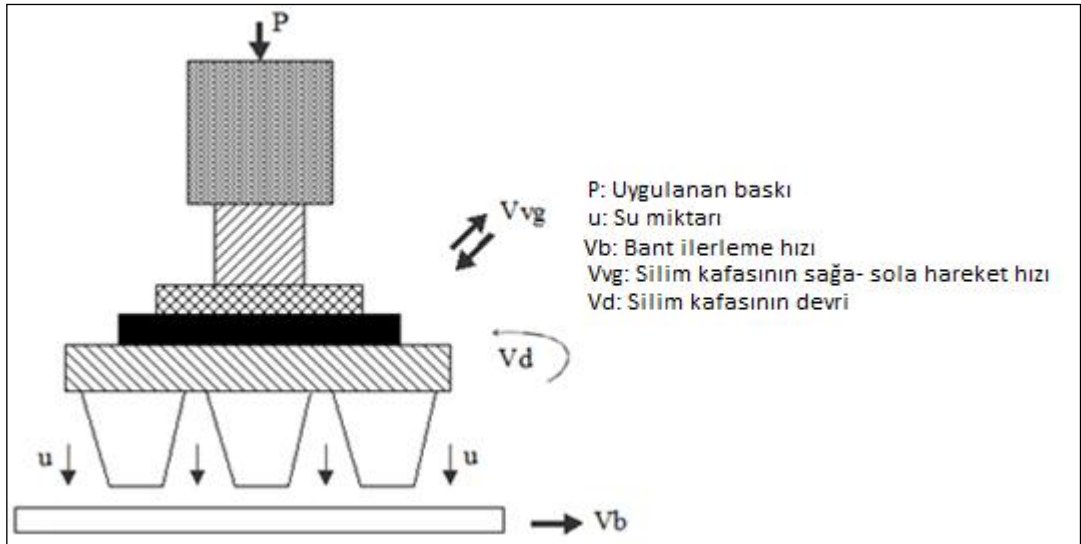
Bantlı silme ve cilalama makineleri ile kesintisiz düzeltme, silme ve cilalama işlemleri yapılabilmektedir. Mermer plakalar sürekli dönen bir bant üzerinde hareket etmektedir. Silme ve cilalama işlemlerinin sağlıklı yapılabilmesi için plakaların arasındaki kalınlık farklarının giderilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, plakalar öncelikle kalibratörlerde düzeltilmekte, daha sonra yüzey pürüzlülükleri abrasivlerle giderilmekte ve parlatılmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Bu makinelerin 30-200 cm arasında değişen genişliklerdeki mermer plakalarını parlatmaya uygun tipleri mevcuttur. Aşındırıcı ve cila takılan disklerin sayısı 6-18, çapları 40-48 cm arasında değişebilmektedir. Disklere uygulanan baskı pnömatrik veya hidrolik olarak sağlanmaktadır. Kullanılan makinenin özelliklerine bağlı olarak,

parlatma işlemi sırasında aşındırma ve parlatma diskleri sabit olabildiği gibi, silinecek plakaların genişliğine göre sağa-sola hareketli hale de getirilebilmektedir. Plakaların kalınlık ayarının (kalibre) yapılabilmesi için 2-3 adet elmaslı aşındırıcı disk bulunmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.16 Kalibratör + Cila (Polisaj) makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

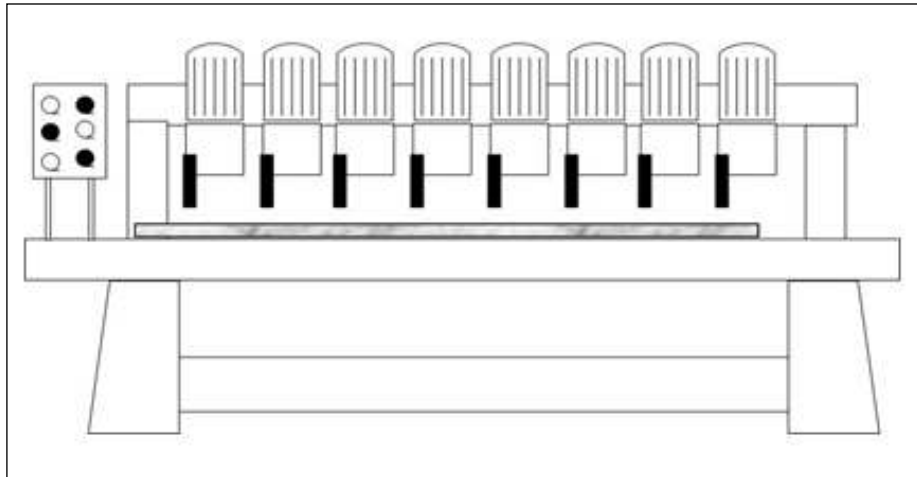


Şekil 3.17 Bantlı silme ve cilalama makinelerinde, kullanılan makine tipine bağlı olarak oluşan aşındırma kuvvet bileşenleri (Onargan ve diğer., 2006)

İşlenen mermerin fiziko-mekanik ve jeolojik özellikleri dikkate alınarak belirlenen ve bant hızına bağlı olarak yapılan ürün beslemelerinde, aynı tür ve benzer yapıdaki ürünlerin ard arda verilmesi önemlidir. Farklı özelliklere sahip mermerlerin arka arkaya beslenmesi cila kalitesini düşürmektedir. Bununla birlikte mermerin sahip olduğu özellikler, abrasiv serilerinin düzenlenmesinde ve başlıklara verilecek baskı ile su miktarı ve basınçlarında önemlidir (Onargan ve diğer., 2006).

3.1.2.6 Ebatlama (Çoklu Kesme) Makinesi

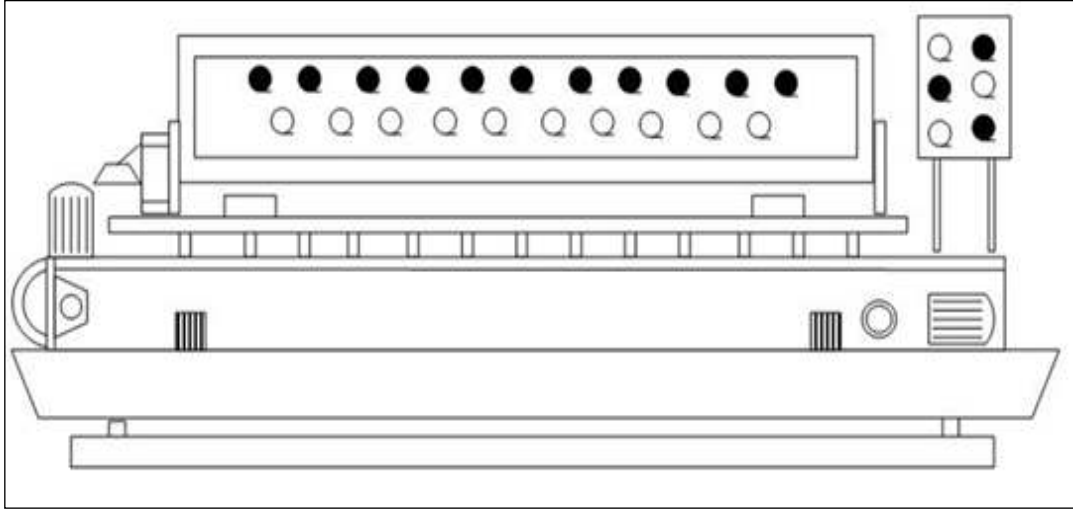
Cilalanmış striplerin ebatlandığı, fayans boyutlarının hassasiyetle sağlandığı makinelerdir. Fayans dışı özel ürünlerin ebatlanmasında da kullanılabilir. Hareketli bir gövde üzerinde bulunan ve en az iki testereden oluşan, her biri bağımsız güç ünitelerince kontrol edilen makinelerdir. Prensip olarak baş kesmelere benzeyen ebatlamalarda testereler sağa ve sola hareket kabiliyetine de sahiptirler. Bu hareketlilik testereler arasında istenilen ölçüleri ve böylelikle fayans dışı ölçülendirmelerde seri üretimi sağlamaktadır. İleri-geri hareketler için ebatlamalarda baş kesmelerden farklı olarak, hidrolik veya pnömatik güç kaynakları kullanılmaktadır. Kesme hızları soketlerin durumuna, mermerin jeolojik ve fiziko-mekanik özelliklerine bağlı olarak belirlenmektedir. Özellikle iri kristalli, breşik ve gözenekli mermerlerin işlenmesinde, uygun kesim hızının belirlenmesi gerekmektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.18 Çoklu kesme makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2.7 Alın Silme-Cilalama Makinesi

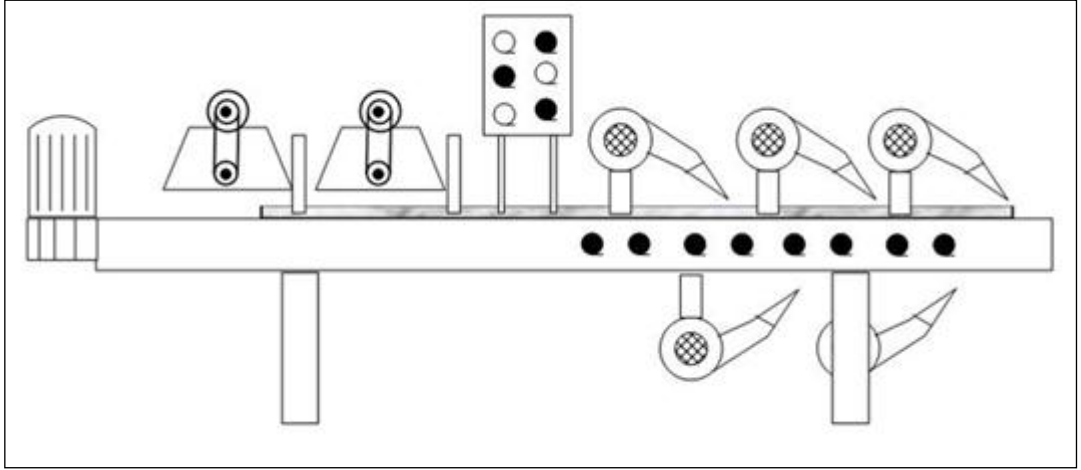
Alın silme-cilalama makineleri, mermer plakaların bir bant üzerindeki hareketi esnasında kenarlarının abrasivler ve cila taşları ile temas ettirilerek silinmesi ve cilalanması amacıyla kullanılmaktadır. Bu makinelere kenar işleme makineleri de denilmektedir. Alın silme-cilalama makineleri ile mermer plakaların kenarlarına parlatma işlemi yapılabildiği gibi (Şekil 4.19) üstten ve/veya alttan pah, açılı kenar işleme, altta bulunan dairesel testereler yardımı ile de isteğe bağlı olarak, duvarla fayans arasında kalacak montaj malzemesini daha iyi kavraması için bir veya iki kanal açımı yapılabilmektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.19 Alın silme-cilalama makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1.2.8 Temizleme + Kurutma Makineleri

Temizleme ve kurutma işlemi, sıcak hava veren fanlarla yapılır. En az bir motor tarafından kontrol edilen fan, sahip olduğu ısı ve oluşturduğu sıcak havayı üflemesiyle fayans yüzeyini temizler ve kurutur. Bu grupta ideal ünite sayısı üçtür. Üç ayrı noktadan salyangoz çıkışlarıyla verilen sıcak hava, hareket halindeki bant üzerinde bulunan fayansı, seleksiyon öncesinde kullanıma hazır hale getirir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.20 Kurutma makinesi (Onargan ve diğer., 2006)

3.1 Mermerlerde Kalite Kontrol

20. yüzyılın son çeyreğinde yaşanan teknolojik gelişmelerin de katkısıyla yaşanan ekonomik ve siyasal değişimlerin sonucunda dünya neredeyse tek bir küresel pazar haline gelmektedir. Gelişen teknoloji dünyanın bir yerinde üretilen bir mal ya da hizmetin, diğer ucundaki tüketicilere ulaştırılması konusunda çok önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Bunun sonucunda da mal ve hizmet üretenler için pazar, tüm dünya olmuştur. Pazarın bu kadar büyümesi rekabet edilecek ortamın da büyümesine neden olmuştur. Rekabetin anahtarı ise kaliteli mal ve/veya hizmet üretmektir. Yüksek rekabet ve iletişim çağında başarılı olabilmek için kaliteli ürün ve hizmet üretmek artık zorunluluktur (Akkoyun ve Ankara, 2007).

Bu süreçte kalitenin de tanımı değişmiştir. Artık kalite müşteri ne talep ediyorsa odur. Yani kalitenin tanımı müşteri tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle kalite kavramının tek bir tanımı olmadığı gibi bu tanımlar sabit de değildir. Müşteri memnuniyeti için bir yandan kaliteli mal ve hizmet üretmek, bir yandan da üretim maliyetlerini kontrol edebilmek için kalite maliyetlerini kontrol etmek gerekmektedir. Ancak kalite maliyetlerinin üzerinde hemfikir olunan tek bir tanımı olmadığı gibi nasıl kontrol edilecekleri üzerine de tek bir model bulunmamaktadır (Akkoyun ve diğer., 2007).



Şekil 3.21 Kalite kontrolün geçmişten günümüze kadar yüklenmiş olduğu kavramlar (Perinçek, Duran ve Kırtay, 2008a)

Bir İşlemden etkili bir kalite Kontrol uygulandığı zaman gerçekleşmesi umulan amaçlar şöyle sıralanabilir;

- Mamul kalitesini yükseltmek,
- Mamul dizaynını geliştirmek,
- İşletme maliyetlerinde azalma,
- İskarta, işçilik ve malzeme kayıplarında azalma,
- Üretim hattındaki dar boğazlarda azalma,
- Personelin moralini yükseltmek,
- Tüketicinin parasının karşılığını görerek memnun olmasının sağlanması,
- Ülke ekonomisine olumlu katkıların sağlanması,
- İşletme prestijinin artması,
- İşçi ve işveren arasındaki ilişkilerde olumlu düzelme sağlama (Büyüksağis ve Bozkurt, 2001).

Kalite Kontrolün İçeriği;

- Yeni dizayn (tasarım) kontrolü,
- Kaliteli mal satmak,
- Kaliteli mal tasarımılamak,
- Kalite Kontrol işlemini planlama,
- Kaliteyi etkileyecek problem noktalarını tespit ederek, üretime geçmeden önce
- Gerekli tedbirleri almak
- Genel malzemenin kontrolü
- Kaliteli ham madde, malzeme ve parça temini,
- Kabul muayenelerini yapmak
- İşletme içinde üretilen parçaların kalite şartlarına uygunluğunun sağlanması
- Mamul kontrolü
- İmalatın kalite şartlarını karşılaması,
- Muayene ve testlerin yapılması,
- Aksaklıkların rapor edilerek, düzeltici karar alınması,
- Stoklama, yükleme ve dağıtım,
- Bakım ve servis hizmetleri,
- Özel incelemeler.

Bir işletmedeki Kalite Kontrol faaliyetlerinin yukarıda sıralanan işlerin hepsini kapsadığı söylenemez. Üretim tipi, mamulün cinsi ve diğer etkenler bu faaliyetlerden bir kısmına gerek göstermeyebilir (Büyüksağıs ve diğer., 2001).

Bir işletmede kalite kontrol faaliyetlerinin geniş kapsamlı olduğu ve her üniteyi ilgilendirdiğı unutulmamalıdır. Diğer ünitelerin aldığı kararlar ve izlediğı yöntemler kalite kontrolünü ilgilendirmektedir, iyi bir kalite kontrol sistemi, tüketicinin isteklerinden mamul stok sahası ve yüklemeye kadar olan faaliyetler zincirinin her noktasından etkilenir. Bir özetleme yapmak gerekirse, kalite kontrolünü etkileyecek ana faktörler şöyle sıralanabilir:

- Pazar ve tüketici özellikleri,
- Parasal imkanlar,
- İnsan gücü (Yönetici, teknik eleman, İşçi v.b.),
- Malzeme,
- Tesis, makine ve yöntemler
- Teknolojik ve kültürel düzey
- Eğitim,
- Ülkenin yasaları (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Kalite Kontrol sisteminin uygulanmasında etkili ve başarılı olmak için, işletmenin tüm organizasyon yapısı içinde bir yerleştirme yapmak ve orada insani ilişkiler kurmak gerekir. Bir işletmede Kalite Kontrol organizasyonunun hatalı olduğunu gösteren belirtiler şunlardır;

- Kalite Kontrolün amaçları ve prensipleri belirlenmemiştir,
- Kalite Kontrolün sadece muayene ve testlerden ibaret olduğu inancı yaygındır,
- Kalite Kontrolün tüm faaliyetleri bir laboratuvarın içinde gelişmektedir,
- Kalite Kontrolde doğrudan görevli kişiler, Kontrolör zihniyeti ile çalışmaktadır,
- Kalite Kontrol ile imalatta görevli kişiler arasında devamlı sürtüşme çıkmaktadır,
- Kalite Kontrol departmanı imalat içinde bir ünite olarak düşünülmüştür,
- Tepe yönetimi kaliteye önem vermemektedir,
- İşletmenin bazı bölümlerinde Kalite Kontrol hiç yer almamıştır,
- Üniteler arasında haberleşme ve koordinasyon zayıftır.

Bu hatalardan sadece birkaçının mevcut olması dahi, işletmede Kalite Kontrol sisteminin etkinliğini önemli derecede düşürür. Dolayısıyla organizasyona girerken, sorunu bütün üniteleri ilgilendiren geniş kapsamlı proje olarak ele almak zorunludur. (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Kalite Kontrolün Faaliyet Alanları;

- Pazar araştırmaları ve pazarlama: Pazarlama grubu, müşterinin nasıl bir mal İsteddiğini ve bunu kaçā satın alınabileceğini saptar.
- Mühendislik ve dizayn (tasarım): Mühendislik ve dizayn grubu, pazarlama grubunun saptamış olduğu hususları, imalatçı imkanlarını da dikkate alarak kesin spesifikasyonlar (özellikler) haline getirir.
- Satın alma. Satın alma grubu, imalat için gerekli parça ve malzemeleri satan en uygun satıcıyı seçer ve bağlantıları yapar. Bunların nakliyesinde uygun olmayanların alınmasını önlemek için gerekli sistemleri (şartnameleri) kurar.
- İmalat planlama: İmalat planlama grubu, gerekli işlemleri tespit eder, bunlar için gerekli makine ve ekipmanları seçer ve dizaynını yapar.
- İmalat İşlemleri: Bu grup, parçaların yapılmasında, bunların bir araya getirilmesinde ve nihai montajda gerekli kalite sınırlarına ulaşması için gayret gösterir.
- Muayene ve fonksiyonel testler: Bu grup, ürünün spesifikasyonlara uygun olup olmadığını tespit eder. Yani ürünün kalitesini tayin eden grup bu kısımdır.
- Tüketiciye teslim: Ürünün paketlenmesini, ambalajlanmasını yaparak uygun bir şekilde nakliye edilmesini sağlar.
- Bakım ve diğer hizmetler: Bu servis ise, bakım servisleri vasıtasıyla tüketiciye yardımcı olarak mamulün uzun süre kullanılmasını sağlar (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Kalite ile ilgili çalışmalarının hemen tümü şu aşamaları içermektedir; müşterinin ne istediğinin tespit edilmesi, talepler doğrultusunda ürün özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklere ulaşmak için gerekli olan üretim standartlarının belirlenmesi, ortaya çıkan standartların hedefe konularak üretime geçilmesi, üretim süreci sırasında da müşteri talepleri ve üretim sistemindeki değişimlerin takip edilmesi. Bu anlamda kalite denildiğinde ilk akla gelen tanımlamalar, standart ve hedefler ile bu hedeflere uygunluğu ölçmeye yarayan istatistiksel araçlardır (Akkoyun ve diğer., 2007).

Madencilik sektöründe kalite maliyetlerini tespit ve kontrol etmek bu nedenle zordur. Çünkü genelde madencilik sektöründe ve özelde mermer sektöründe ürün kalitesini belirleyen özelliklerin hemen tamamı doğaltaşın oluşumu ile ilgili özelliklerden kaynaklanmaktadır ve bu özellikler, oluşumlarını milyonlarca yıl önce tamamlamış kontrol edilemez doğal süreçlerdir. Bu nedenle mermer sektöründe kalite maliyetlerini ortaya koymak ve kontrol etmek bir kat daha güç olmaktadır (Akkoyun ve diğer., 2007).

Madencilik sektöründe toplam kalite yönetimi; Ülkemiz madencilik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin kapsamlı bir toplam kalite yönetimi ihtiyacı 3 ana unsur nedeniyle zorunlu hale gelmiştir. Bunlar; müşteri, rekabet ve maliyettir. Müşteriler artık yalnız kaliteli ürünler üreten değil, aynı zamanda hizmetleri iyi, topluma, çevreye saygılı, müşteri için en iyisini yapmaya kararlı olduğunu gösterebilen şirketlerden alışveriş yapmak istemektedirler. Ayrıca, hatalı üretim ve müşteri memnuniyetsizliğinden doğan kalite maliyetleri, madencilik sektöründe diğer sektörlerle nazaran çok daha dramatik olmaktadır. Bu sebeple, hatalar ve varyasyonlar azaltılarak veya sıfır hatayı hedefleyerek maliyet düşürülmeli ve toplam kalite yönetimi bu sektöre de uygulanmalıdır. Türkiye'de 1987 yılından sonra yaygın olarak kullanılmaya başlayan kalite güvence sistemi, 1993 yılından itibaren madencilik alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Kalite güvence sisteminin gereksinimlerini yerine getirerek çalışmaya başlayan maden işletmelerinin sayısı giderek artmaktadır (Perinçek, Duran ve Kurtay, 2008b).

Ülkemiz doğal taşları ve rezervleri, zengin renk ve desen çeşitliliği, farklı dokuları ve kalitesiyle dünya pazarlarında gözde durumdadır. Ülkemizde 80'in üzerinde değişik yapıda, 120'nin üzerinde değişik renk ve desende mermer rezervi belirlenmiştir. Ülkemizde çıkan kristalin kalker (mermer), kalkeri traverten, traverten oluşumlu kalker (oniks mermerleri), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayalar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin) bulunmakta ve bu taşların nitelik itibarıyla dünya pazarında beğeni kazanabilecek üstün kalite mermer tiplerini oluşturmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Mermer fabrikalarında üretim sistemi ocaklarda ham blokların seçilmesi ile başlar. Bazı firmalar kendi ocaklarına sahip iken kimileri de başkalarına ait olan ocaklardan blok satın alma yoluna giderek ham blok tedarik ederler. Her iki durumda da blokların secimi üretimin diğer aşamaları için hayati önem taşımaktadır çünkü seçilen blokların ürün kalitesi ile ilgili olumlu ya da olumsuz özelliklerini bu aşamadan sonra değiştirmek çok daha zor olacaktır. Ocaktan getirilen bloklar fabrika stok sahasında stoklanırlar. Bundan sonraki adım blokların kesilmesidir. Kesilme adımında ilk işlem kesim hattının seçilmesidir. Bu seçim de kalite kontrolün bir parçasıdır (Akkoyun ve diğer., 2007). Katraklık blokların uzunlukları en az 220 cm, yükseklikleri ise en az 120 cm olmalıdır. Maksimum uzunluk 300 cm, yükseklik ise 200 cm'dir(kesimi gerçekleştirecek makinenin boyutlarına göre) (Onargan ve diğer., 2006). Kısacası Mermer için kalite kontrol; Ocak öncesi başlayan, atölye, üretim, montaj, vb. alanlardan kullanılabilir hale gelmesine kadar geçen süreçtir (Karaca, 2010).

Ocakta yapılan blok kalite kontrol işleminde, mermer bloğu üzerinde bulunan çatlaklar büyüklüklerine göre gözle ayırt edilebilir. Özellikle beyaz mermer, mikritik mermer ve yoğun olarak farklı renklere sahip bloklar ile konvansiyonel yöntemlerle üretim yapan ocaklardaki bloklarda bulunan çatlaklar çoğu kez dışarıdan gözlenemez. Bu tür bloklar ile toz ve çamur nedeniyle yüzeyde görülemeyen, çıplak gözle fark edilemeyen daha küçük çatlaklar, blok üzerine dökülecek su ile ortaya çıkartılabilir. Suyun dökülmesinden sonra çatlaklar koyu bir çizgi halinde blok üzerinde görülür. Bu nedenle bloğun renk ve süreksizliklerinin belirginleşmesi için ayırım ve yükleme öncesi yıkanması ve ardından kuruması sonucu sınıflandırma işlemi yapılır. Su sonrası gözlenemeyen birtakım süreksizlikler blok yüzeyinin kurumasından sonra, süreksizlikler arasına giren suyun daha geç kuruması sonucu gözlemlenebilir. Böylece çatlak ve kırıkların blok üzerinde değerlendirilmeleri mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte özellikle tel kesme ve zincirli kesicilerle üretilmiş mermer bloklarında, su ile yıkama işlemi sonrası bloğun renk ve deseni çoğunlukla ortaya çıkmaktadır (Karaca, 1995). Blok üzerinde çapraz ya da "S" biçiminde giden bir çatlak varsa blok ihracata gönderilmez. Bu arada blokların arası en az bir kişinin etrafında döneceği şekilde yükleyici tarafından açılmalıdır. Eğer bloklar bu

şekilde düzgün olarak sıraya dizilirse eksper için büyük kolaylık sağlanmış olur. Bu konuda ocak şefine ya da mühendisine büyük görev düşmektedir (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.22 Yıkıp Kurması Beklenen Bloğun süreksizliklerin belirginleşmesi (Onargan ve diğer., 2006)

Fabrika da kalite kontrol aşamasında ise, genellikle mermer yüzeyi üzerine düşürülen 30° açılı ışık altında çalışan personelin gözlem yeteneği, deneyimi ve becerisine bağlı olarak yapılır. Bu nedenle her iki aşamada da kalite kontrolü yapan ekspertizin bilgi ve yeteneğine bağlı olarak gelişen bir süreçtir (Onargan ve diğer., 2006).

Piyasaya sunulan mermerlerin cilasındaki kalite, ölçü ve gönyelerindeki kusursuzluk, pahlamanın düzgünlüğü, renk ve desenindeki homojenlik, fiziksel arıza içermeyecek şekilde sınıflandırılmasının, doğal taş ticaretinde ve özellikle ihracat da önemi büyüktür. Tüm bu özelliklerin sağlanması ocakta üretilen mermer bloklarından son ürün olan levha ve fayanslara kadar belirli aşamalarda yapılan kalite kontrol aşamaları ile mümkün olabilmektedir. Mermer işleme tesislerinde hızla yaygınlaşan uluslararası kalite yönetim sistemi anlayışı (ISO) ile de ürün bazında kalite ve verim artışı da sağlanmaktadır. Bununla birlikte Ülkemizin AB üyesi ülkelerle ticaretinde

uyuması gereken kurallar ve ürün bazında alması gereken CE belgelemesi günümüzde doğal taş sektörü önünde duran ciddi bir sorun olarak görülmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

Tüm dünyada doğal taşlarda standardizasyon çalışmaları son yıllarda yükselen bir trende girmiştir. Sektörde çalışan mühendislerin ve çalışanların bu hızlı gelişmelere aynı oranda ayak uydurması maalesef mümkün olamamıştır. Ülkeler bu konuda ciddi çalışmalar içerisine girmişler ve uluslararası standardizasyonlara göre ulusal standartlarını uyumlu hale getirme çalışmalarına hız vermişlerdir (Onargan ve diğer., 2006).

Standardizasyon; belirli bir faaliyetle ilgili olarak ekonomik fayda sağlamak üzere bütün ilgili tarafların yardım ve işbirliği ile belirli kurallar koyma ve bu kuralları uygulama işlemidir. Standardizasyon esas itibariyle mal ve hizmet üretiminde aranacak Özellikleri ortaya koymakla beraber, diğer alanlarda (hukuk, yöntem vb.) da zaman zaman kullanılabilir (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Standardizasyonun üreticiye faydaları:

- Üretimin belirli plan ve programlara göre yapılmasına yardımcı olur,
- Uygun kalite ve seri imalata imkan sağlar,
- Kayıp ve artıklar en az seviyeye iner,
- Verimliliği ve hasılayı artırır,
- Depolamayı ve taşımayı kolaylaştırır, stokların azalmasını sağlar,
- Maliyeti düşürür (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Standardizasyonun tüketiciye faydaları:

- Can ve mal güvenliğini korur,
- Karşılaştırma ve seçim kolaylığı sağlar,
- Fiyat ve kalite yönünden aldanmaları önler,
- Ucuzluğa yol açar,

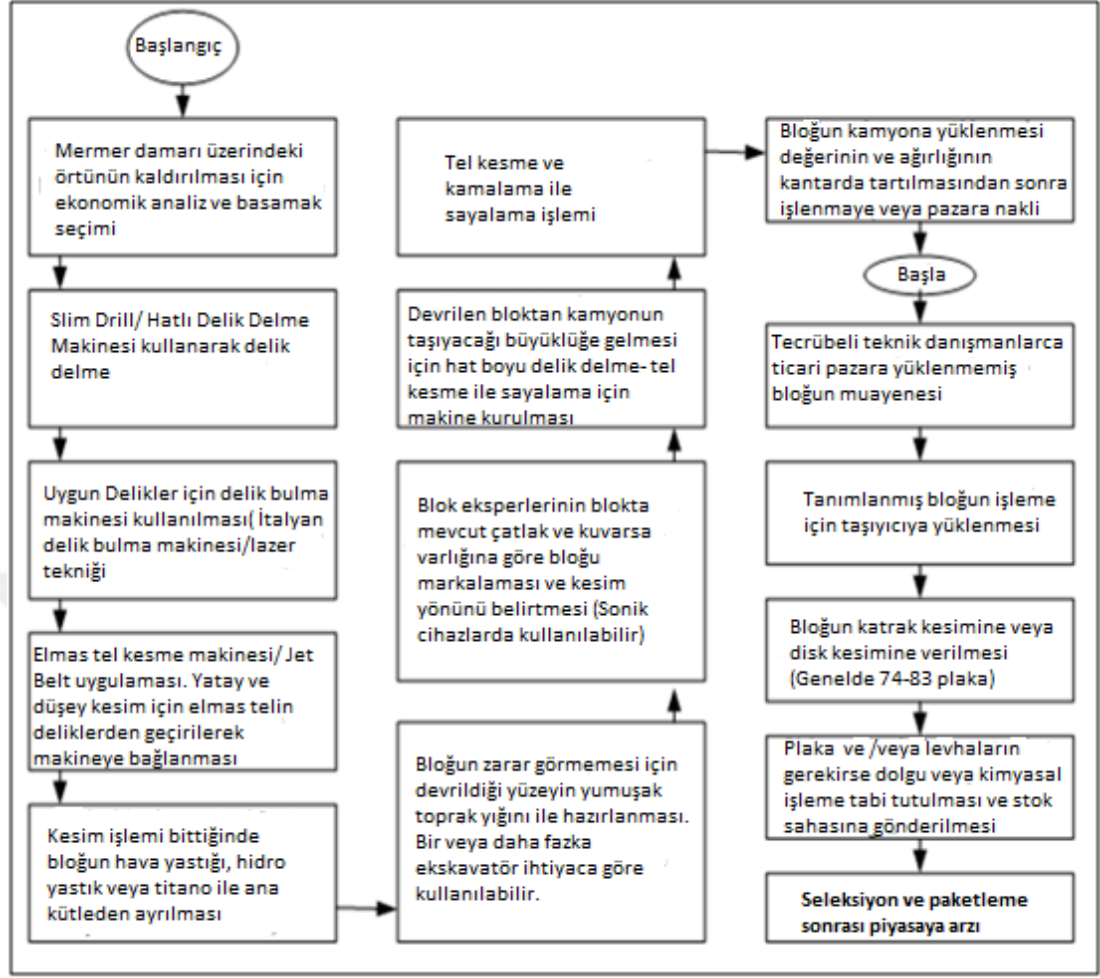
- Ruh sağlığını korur, stresi önler.
- Tüketicinin bilinçlenmesinde etkin rol oynar (Büyüksağıs ve diğler., 2001).

Standardizasyonun ekonomiye faydaları:

- Kaliteyi teşvik eder, kalite seviyesi düşük üretimle meydana gelecek emek, zaman ve hammadde israfını ortadan kaldırır,
- Sanayii belirli hedeflere yöneltir, üretimde kalitenin gelişmesine yardımcı olur,
- Ekonomide arz ve talebin dengelenmesine yardımcı olur,
- Yanlış anlamaları ve anlaşmazlıkları ortadan kaldırır,
- İhracatta ve İthalatta üstünlük sağlar,
- Yan sanayi dallarının kurulması ve gelişmesini sağlar,
- Rekabeti geliştirir,
- Kötü malı piyasadan kovar (Büyüksağıs ve diğler., 2001).

Tüm dünyada doğal taşlarda standardizasyon çalışmaları son yıllarda yükselen bir trende girmiştir. Sektörde çalışan mühendislerin ve çalışanların bu hızlı gelişmelere aynı oranda ayak uydurması maalesef mümkün olamamıştır. Ülkeler bu konuda ciddi çalışmalar içerisine girmişler ve uluslararası standardizasyonlara göre ulusal standartlarını uyumlu hale getirme çalışmalarına hız vermişlerdir (Onargan ve diğler., 2006).

Son yıllarda geliştirilen standart çalışmalarının geneli insan ve çevre sağlığına yönelik, müşteri emniyetini temel alan ve ürün kalitesine yönelik standartlardır. Ayrıca dünyanın değişik coğrafi bölgelerinde üretilen ürünlerin pazarlandığı ülkelerin coğrafi koşullarına uzun dönemli uyum sağlamasına yönelik standartlarda önem arz etmektedir. Örnek vermek gerekirse eskiden “Don Sonrası Basınç Dayanımı” olarak bilinen don karşı doğal taşın dayanımının belirlenmesi standardı “12 çevrimlik donma-çözünme periyodu sonrası basınç dayanım azalması” şeklinde değiştirilmiştir (Onargan ve diğler., 2006).



Şekil 3.23 Mermer ocakları ve işleme fabrikalarında mermer üretim prosesi için akım şeması (Onargan ve diğer., 2006)

Bilindiği üzere kalite; önceden belirlenmiş spesifikasyonlara ve standartlara göre belirli bir zaman süreci içerisinde; istenen fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyetidir. Diğer tüm sektörlerde olduğu gibi mermer sektöründe de toplam kalite yönetimi dendiğinde iki koşul akla gelmektedir. Bunlar;

- Herkesin kendi işini ilk seferde ve tam zamanında doğru olarak yapması,
- Sürekli gelişmeyi tüm işletmeye yaymaktır.

Toplam kalite yönetiminde ürün kalitesi kadar üretimde çalışan insan kalitesi de çok büyük önem arz etmektedir. Mermer ticaretinde pazarlanan ürünlerde son yıllarda önemli sayıda standart ve belge zorunluluğu getirilmiştir. Çalışanların bu standartlara uyumu ne yazık ki aynı hızda gerçekleşmemiştir. Mermerin gerek ocak

işletmeciliğinde gerekse mermer işleme tesislerinde birçok üretim basamaklarından geçmesi nedeniyle, ayrıca gerek mermerin üretildiği coğrafi bölgeler, gerekse kullanıldığı yerlerin iklim, dış etkenler ve diğer coğrafi farklılıklarından dolayı tüm dünyada ortak ürün standartları geliştirmek oldukça zor bir iş haline gelmiştir. Zira doğal taş ticareti küresel dünyada çok değişik yerlerden gelen ürünlerle beslenmektedir. Doğal taş üretiminde günümüzde gelişimini tamamlamış birçok üretim tekniği mevcuttur. Bu retim teknikleri; gerçek mermer, renkli kireçtaşları ve travertenlerde modern l kama tekniği, elmas tel kesme, zincirli kollu kesicilerle üretim tekniği, jet-belt tekniği ile üretim, granit ve sert taşlarda ise kontrollü patlatma tekniği, elmas tel kesme yöntemleridir. Bu tekniklerle üretim yapılırken kalite açısından en fazla dikkat edilmesi gereken husus plaka veya levha üretimine yönelik ticari boyutta en az kayıpla üretim yapabilecek bloklar üretilmesine yönelik kesimler yapılabilmesi hususudur. retime yönelik operasyonlarda en uygun basamak yüksekliği önem arz ederken, kesme aşamasında makinenin uygunluğu, kesilen formasyonun sertliği, operasyon şartlarının uygunluğu gibi hususlar kaliteye etki etmektedir. Sayalama aşamasında ise elde edilecek kütledeki kırık ve çatlaklar ile kuvars içeriği, kayacın kompaktlığı ve desen homojenitesi gibi hususlar etkili olmaktadır. Stok sahasında blokların uygun markalanması ve daha sonra işleme tesisine taşınmasında da uygun nakliye koşullarında taşınması büyük önem taşımaktadır. Doğal taşın ürün kalitesi bakımından uluslararası bazı spesifikasyonlara sahip olması ve uygun belgelerle bunun kanıtlanması gerekmektedir. Bu konuda lkemizde TS standartları kullanılmaktadır. Uluslararası standartlar ise Avrupa ve Amerika da farklı olarak sunulmaktadır. Günümüzde doğal taş ticaretinde en fazla istenen ürün özellikleri aşağıda verilmektedir. Bu özelliklerden başka granit türü sert taşlarda Radon gazı emisyonu, don sonrası basınç kaybı, termal iletkenlik vb. kullanım alanlarına bağlı olarak istenen daha birçok özellik bulunabilmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

ISO (International Organization for Standardization) 1947 yılında gönüllü olan teknik standartlar geliştirmek üzere ve hemen her iş alanı, sektör ve teknoloji ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmek üzere aralarında Türkiye'nin de (TSE) bulunduğu yaklaşık 140 ülkenin standartlar konusunda çalışan resmi temsilcilerinden oluşan

uluslar arası bir standardizasyon örgütüdür. ISO ilk çalışmalarını daha çok mühendislik alanlarına hitap edecek şekilde, teknik spesifikasyonlara yönelik malzeme, ürün, süreç ve hizmetlerin özellikleri ile kriterlere odaklanmıştır. 1987 yılında ISO, teknik odaklı olmayan ve çok geniş bir kapsama uygulanabilen ISO 9000 serisi standartlara yönelmiştir (Onargan ve diğer., 2006).

1994 yılında ISO 9001, 9002 ve 9003 gibi özellikli standartlar geliştirilmiş ve tasarımı, geliştirme üretim, yerleştirme ve servis hizmeti veren tüm organizasyonları kapsayacak bir yapı kurulmuştur. 1997 yılında ISO 14000 yayınlanarak daha geniş bir uygulama alanı ile tanıştırılmıştır. ISO 9000: 2000 revizyonu ISO 9000 serisi standartların 2003 yılından itibaren devreye alınacak yeni yönünü ve vizyonunu içerecek bir revizyon olarak devreye alınmıştır. ISO 9000 serisi standartlar bir kalite yönetim sistemi kurmak için yol gösteren ve aynı zamanda, belirli standartlara uyumu belgelendirmeye yönelik olarak hazırlanmış, uluslararası alanda en yaygın biçimde kabul görmüş standartlardır (Onargan ve diğer., 2006).

ISO 9000 serisi standartların işletmelere faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz;

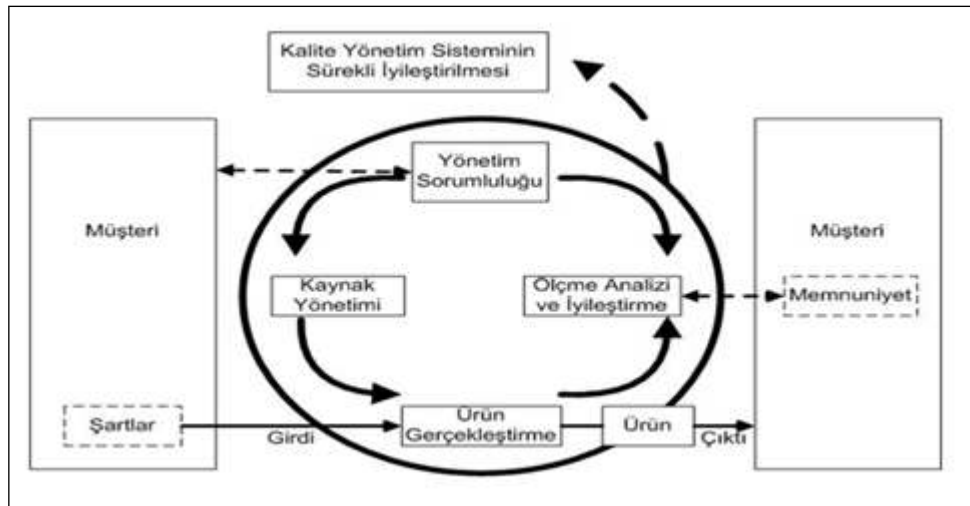
- Organizasyonun düzenlenmesiyle bütün çalışanların görev, yetki ve sorumlulukları belirlenerek çalışanların performansı, motivasyonu ve rahat bir çalışma ortamına sahip olmaları sağlanır.
- Üst yönetime kolay bir yönetim şekli sağlar.
- Zamandan tasarruf sağlar.
- Kalite maliyetlerini düşürür.
- Hurda miktarının azaltılmasını sağlar.
- Çalışanların verimliliğinin artırılmasını sağlar.
- Hatalı ürün miktarının azaltılmasını sağlar.
- Kaynakların (insan, zaman, makine, sermaye) optimum kullanımını sağlar.
- Üretimde ve karda artış sağlar.
- Pazarda rekabet şansını artırır.
- Ürünün planlama zamanında teslimi kolaylaştırır.
- Ulusal ve uluslar arası piyasada saygınlık sağlar.

ISO 9001 standardı, bir kalite yönetim sistemi için, bir kuruluşun müşteri ve uygulanabilir mevzuat şartlarını karşılayan ürünleri sağlama yeteneğini göstermek ihtiyacında olduğu ve müşteri tatminini arttırmayı amaçladığı durumlarda gerekli olan şartları belirler. Bir kuruluşu başarılı bir şekilde idare etmek ve çalıştırmak için, kuruluşu sistematik ve saydam bir şekilde yönetmek ve kontrol etmek gereklidir. Başarı, bütün ilgili tarafların ihtiyaçları ele alınırken, performansı sürekli olarak iyileştirmeye yönelik olarak tasarımılanan bir yönetim sisteminin uygulanmasından ve sürdürülmesinden gelir. Bir kuruluşu yönetmek, diğer yönetim disiplinleri yanında kalite yönetimini de kapsar (Onargan ve diğer., 2006).

Üst yönetim tarafından, kuruluşu iyileştirilmiş performansa doğru yöneltmek için kullanılmak üzere sekiz adet kalite yönetim prensibi tanımlanmıştır.

- a. Müşteri odaklı: Kuruluşlar müşterilerine bağlıdırlar, bu nedenle müşterinin mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlamalı müşteri şartlarını yerine getirmeli ve müşteri beklentilerini de aşmaya istekli olmalıdırlar.
- b. Liderlik: Liderler, kuruluşun amaç ve idare birliğini oluşturur. Bunlar, kişilerin, kuruluş hedeflerinin başarılmasına tam olarak katılımı olduğu iç ortamı oluşturmali ve sürdürmelidir.
- c. Kişilerin katılımı: Her seviyedeki kişiler bir kuruluşun özüdür ve bunların tam katılımı yeteneklerinin kuruluşun yararına kullanılmasını sağlar.
- d. Proses yaklaşımı: Arzulanan bir sonuç, faaliyetler ve ilgili kaynaklar bir proses olarak yönetildiği zaman daha verimli olarak elde edilir.
- e. Yönetimde sistem yaklaşımı: Birbirleri ile ilgili proseslerin bir sistem olarak tanımlanması, anlaşılması ve yönetilmesi, hedeflerin başarılmasında kuruluşun etkinliğine ve verimliliğine katkı yapar.
- f. Sürekli iyileştirme: Kuruluşun toplam performansının sürekli iyileştirilmesi, kuruluşun devamlı hedefi olmalıdır.
- g. Karar vermede gerçekçi yaklaşım: Etkin kararlar, verilerin analizine ve bilgiye dayanır.
- h. Karşılıklı yarara dayalı tedarikçi ilişkileri (Onargan ve diğer., 2006).

Bir kuruluş ve tedarikçileri bağımsızdır ve karşılıklı yarar ilişkisi, her ikisinin artı değer yaratması yeteneğini takviye eder. Kalite yönetim sisteminin benimsenmesi, kuruluşun stratejik bir kararı olmalıdır. Kuruluşun kalite yönetim sisteminin tasarımı ve uygulanması, çeşitli ihtiyaçlardan, özel hedeflerden, sunulan ürünlerden, çalışılan proseslerden ve kuruluşun büyüklüğü ve yapısından etkilenir. Kalite yönetim sisteminin yapısındaki tek tipliliğin veya dokümantasyonunun tek tipliliğinin uygulanması bu standardın amacı değildir. Bu standarda belirtilen kalite yönetim sistemi şartları, ürün şartlarını tamamlayıcıdır. Bu standart, müşteri isteklerini karşılamak sureti ile müşteri memnuniyetini artırmak için kalite yönetim sisteminin geliştirilmesi uygulanması ve etkinliğinin iyileştirilmesinde proses yaklaşımının benimsenmesini teşvik eder. Bir kuruluş, etkin çalışması için, birçok bağlantılı faaliyetleri tanımlamalı ve yönetmelidir. Kaynakları kullanan ve girdilerin, çıktılara dönüşümünün sağlanması için yönetilen faaliyet, proses olarak değerlendirilebilir. Genellikle, bir prosesin çıktısı, bir sonrakine doğrudan girdi oluşturur. Kuruluş içinde prosesler sisteminin uygulanması, bu proseslerin tanımlanması, etkileşimleri ve proseslerin yönetilmesi ile birlikte " proses yaklaşımı" olarak adlandırılabilir (Onargan ve diğer.,2006).



Şekil 3.24 Proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli (Onargan ve diğer., 2006)

Şekil 3.24 'de gösterilen proses temeline dayanan kalite yönetim sistemi modeli şartların girdi olarak tanımlanmasında müşterinin önemli bir rol

oynadığını gösterir. Müşteri memnuniyetinin izlenmesi, müşteri algılamaları ile ilgili bilgilerin, kuruluşun müşteri isteklerini karşılayıp karşılamadığı açısından değerlendirilmesini gerektirir Şekil 3.24'de gösterilen model, bu standardın tüm şartlarını kapsar, ancak bu prosesleri detaylı seviyede göstermez. (Onargan ve diğer., 2006).

Belgelendirme müracaatları için gerekli belgeler;

- a. Müracaat talep yazısı
- b. Kalite Yönetim Sistemi Belgelendirme Müracaat Formları (Müracaat formu, kuruluş bilgi formu, müracaat kontrol formu).
- c. Kuruluşun Kalite Sistem Dokümanlarının (kalite el kitabı ve kalite sistem prosedürleri) ve istenildiğinde ilişkili dokümantasyonun kontrollü kopyası.
- d. Kuruluşun çalıştığı bankalar ve hesap numaraları.
- e. TSE Kalite Sistem Belgelendirme Ücret Talimatında belirtilen ücretin yatırıldığını gösteren belge
- f. Ticaret Sicil Gazetesinin kopyası
- g. Kayıtlı oldukları oda sicil kayıt belgeleri
- h. İmza sirküleri
- i. Çalışan sayısına esas olmak üzere son 4 aylık sigorta bildirgesi (kamu kuruluşlarında çalışan sayısının resmi beyanatı)
- j. Sektöre özgü, kanuni mevzuat şartlarının yerine getirildiğini gösteren belgeler (Belge, izin, ruhsat, vs.).
- k. Varsa tanıtıcı dokümanlar (broşür, katalog vs.) (Onargan ve diğer., 2006).

Müracaatların işleme konulabilmesi için; müracaat formunun kuruluşun gerçek durumunu gösterecek şekilde doğru ve eksiksiz olarak doldurulması ve yukarıda belirtilen belgelerin tamamının ibraz edilmesi gerekir. (Onargan ve diğer., 2006).

TSE Kalite Yönetim Sistemi Belgelendirme Müracaat Formunun doldurulması, merkezde kalite ve sistem belgelendirme daire başkanlığına, bölgelerde kalite müdürlüklerine başvuruda bulunulması, TSE Kalite Yönetim Sistemi Belgelendirme Talimatı ve TSE Sistem Belgelendirme Ücret Talimatının tüm şartlarının kuruluşlar

tarafından kabul edildiğini gösterir. Kuruluş farkı tüzel kişiliğe sahip tesisleri için ayrı müracaat formları doldurur ve ayrı müracaat ücretlerini öder (Onargan ve diğer., 2006).

Müracaat belgelerini tamamlayan kuruluş TSE Kalite Müdürlüklerine başvurur. Müracaatın ön değerlendirilmesi sonucunda kuruluşların müracaat dosyaları kabul edilir. Başvuru dosyası merkezde planlama ve eğitim müdürlüğü ve bölgelerde kalite müdürü veya kalite müdürlüğünün planlama sorumlusu tarafından incelenmek üzere Baş tetkik Görevlisine sevk edilir. Baş tetkik görevlisi, Kalite El Kitabı ve prosedürleri kuruluşun başvuruda bulunduğu ilgili standarda göre inceler. Kuruluşun müracaat dokümanları sistemin en az iki ay uygulandığını gösterir durumdaysa, belgelendirme başvurusu taslak programa alınır. Baş tetkik görevlisi bu incelemeleri yaparken gerekli gördüğü durumlarda kuruluşa tetkik ziyareti yapabilir (Onargan ve diğer., 2006).

Belgelendirme taslak programa alındıktan sonra belgelendirme tetkikleri başlar. Tetkiklerde varsa majör ve minör uygunsuzluk tespit edilir. Bunun sonucu kuruluşa düzeltici faaliyetler için kuruluşa 3 ay süre verilir. Bu süre sonunda takip tetkiki yapılır. Tetkik raporlarının yürütme komitesine sunulması Ankara Kalite Müdürlüğü tarafından hazırlanan gündem kapsamında olur ve yürütme komitesi tarafından alınan karar gereği işlemler yerine getirilir. Müracaat eden kuruluş, yapılan tetkik sonucu kalite sisteminin ilgili standart şartlarına uygun olduğunun belirlenmesi ve TSE yürütme komitesinin olumlu karar vermesi ile belge almaya hak kazanır. Belgenin geçerlilik süresi 3 yıldır. Belge alan kuruluş yıllık gözetim tetkiklerine ve talep edilirse 3 yılsonunda belge yenileme tetkikine tabi tutulur (Onargan ve diğer., 2006).

Belgeli Kuruluşun Yükümlülükleri;

- Kalite sistemini uygulamak,
- Değişiklikleri bildirmek,
- Kalite tetkikine yardımcı olmak,

- İrtibat kurulabilecek personel atamak,
- Belgeyi uygun şekilde kullanmak,
- Geçersiz belge kullanmayı durdurmak,
- Müşteri şikayet kayıtlarının tutulması ve değerlendirilmesini sağlamak,
- Logoyu uygun şekilde kullanmak,
- Mali yükümlülükleri yerine getirmek (Onargan ve diğer., 2006).

Türk Standartları Enstitüsünün Yükümlülükleri;

- Gizlilik
- Belgeli kuruluşlar hakkında müşteri şikayetlerinin bildirilmesi ve değerlendirilmesi,
- Talimatlardaki değişikliklerin bildirilmesi
- Mali yükümlülükler.



Şekil 3.25 Dokümantasyon sistemi (Onargan ve diğer., 2006)

Kalite yönetim sisteminin dokümantasyon şartları, tanımlar kalite el kitabında (K.E.K) belirtilmiştir. Sistemin dokümantasyonu Şekil 3.25’de belirtilen sistemde yapılmıştır (Onargan ve diğer., 2006).

Fabrikalarda fayans hattında kalite kontrol ST' lere oturtulacak bloktan başlayıp ürün ambalajlanana kadar devam eder. Bu süreç içerisinde varsa kalite kontrol memuru yoksa bölüm amirleri tarafından gerekli kontroller daha önce belirlenmiş olan zamanlarda yapılmak zorundadır. Bu kontrollerde meydana gelecek olan aksamalar doğrudan ürün kalitesine yansıtacaktır ve sipariş edilen ürün zamanından geç ve çok fazla miktarda fire ile hazırlanacaktır (Onargan ve diğer., 2006).

Fayans üretimi için kesilecek bloğun seçimi kesinlikle hazırlanacak sipariştten sorumlu fayans bölümü amiri tarafından gerçekleştirilmelidir. Kesilecek blokların seçimi vinç operatörü veya sipariştten haberdar olmayan şahıslar tarafından gerçekleştirilmemelidir. Aksi halde blok verimi düşer ve malın hazırlanması gecikir. Fayans amiri tespit ettiği bloğu vinç görevlisine göstererek bloğun hangi ST tarafından ve ne yönde kesileceğini açıklar. Fayans amiri aynı zamanda bloğun üzerine ST numarasını (örnek. ST6) ve kesim doğrultusunu düşey ve yatay oklarla boya ile yazar. Ayrıca fayans amiri siparişin yetişmemsi gibi bir olumsuzluk gerçekleşmediği takdirde katraklık bloğun ST tarafından kesilmesine müsaade etmemelidir. Yapılan bütün bu işlemler herhangi bir karışıklığın ortaya çıkmasını engelleyecektir (Onargan ve diğer., 2006).

Seçilen blok, vinç operatörü tarafından ST kesimini tamamlamadan yedek vagona yerleştirilir. Blok operatör tarafından gerekli talimatlar doğrultusunda ve düzgün bir biçimde (vagonun kenarlarına paralel) vagona oturtulur. Bloğun altına genellikle iki adet kalas yerleştirilir, ancak kesimin ilerleyen bölümlerinde eğer bloğun ortasında bir çatlak varsa blok kalasların arasına düşerek, oturabilir. Bu olay sonucunda ST bıçağı yamulabilir veya flanş kırılabilir. Bunu engellemek için blok üç adet kalas üzerine oturtulur. Bu sayede kesimin sonuna doğru başlayan titremeler asgari düzeye indirilebilir (Onargan ve diğer., 2006).

Kesilen levhaların ebatlama işlemi; fayans üretiminde serbest boy veya ebatlı ürün için kullanılacaksa sırasıyla 60cm, 50cm, 40cm, 30cm. kurtaracak şekilde ebatlanmalıdır. Paledyen olabilecek iri parçalar pasa kovaasına atılmamalıdır. Bu

parçalar ayrı bir palete düzgünce dizilip palet üzerine blok numarası yazılmalıdır. Pasa kovası zaman zaman kalite kontrol memuru tarafından kontrol edilmelidir. Ebatlanan levhalar palete düzgün bir biçimde ve hassasiyetle yerleştirilmelidir. İşçi hatasından kaynaklanan kırılmalar çok az olmalıdır. Kesilen bloğun verimini ölçmek ve renk uyumunu sağlamak amacıyla palet üzerine mutlaka blok, palet ve üretim numarası yazılmalıdır. Blok numarası belli bir palete, başka bloktan kesinlikle levha konmamalıdır. Palet yeterince dolduktan sonra yarmaya gönderilir ve yeni palete geçilir. Yeni palete blok, üretim ve ikinci palet numarası yazılarak kesime devam edilir (Onargan ve diğer., 2006).

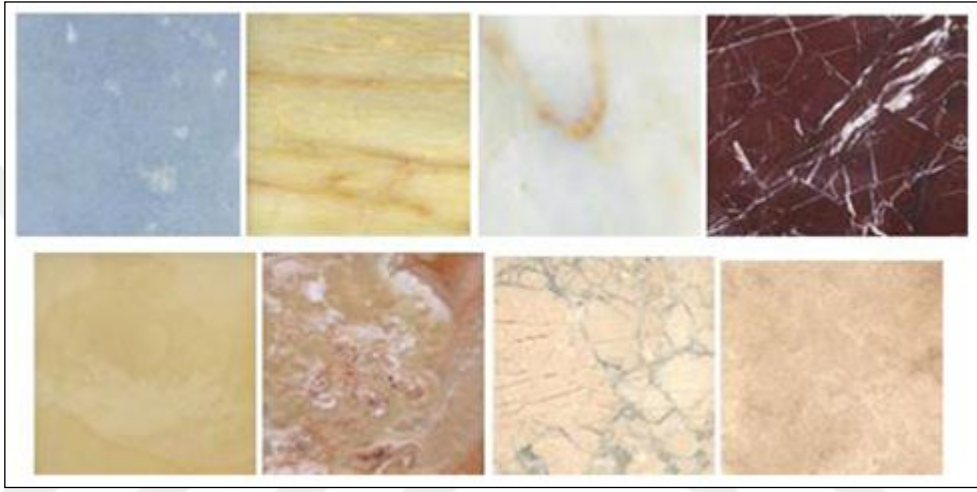
Kalite kontrol sürecindeki özellikleri:

1. Taşın fiziksel, kimyasal, petrografik ve mekanik özelliklerinde bir birlik olmalı
2. Taşın ölçüsel değerleri ve kalınlığı standart olmalı
3. Renk desen birliği ve dokusal özellikleri bir bütün oluşturmali (homojenlik)
4. Aynı yüzey işleme teknikleri uygulanan taşların yüzey özellikleri aynı olmalı
5. Granitte yakma yapılıyor ise aynı derinlikte yakma yapmak gerekir. Fosilli kireç taşları için yine aynı yöntem uygulanıyor ise durum aynıdır.
6. Taş kullanıma uygun işleme tabi tutulmalıdır.(Derz vb. rezonans istenmez)
7. Devamlılık önemlidir.
8. Yabancı eleman varlığı problem oluşturacağı için istenmez. (Karaca, 2010)



Şekil 3.26 Kesim sırasında oluşan kırıklar (Milli Eğitim Bakanlığı -MEB, 2011)

Mermer seleksiyonunda mermerin genel karakteristiği önemlidir. Çünkü Elazığ Vişne, Gediz Siyahı gibi bünyesinde yağlı mineraller (talk, klorit, mika vb.) bulunan, bireşik ve tektonizmadan yüksek derecede etkilenmiş bir mermer bloğu ile homojen ve masif bir Marmara bloğunun değerlendirme parametreleri farklı olacaktır. Marmara bloğunda hiçbir çatlak kabul edilmezken, Gediz Siyahı'nda ise sahip olduğu jeolojik özelliklere bağlı olarak belli bir oran dahilinde çatlaklar kabul edilerek seçimi yapılır (Karaca ve diğer., 1995).



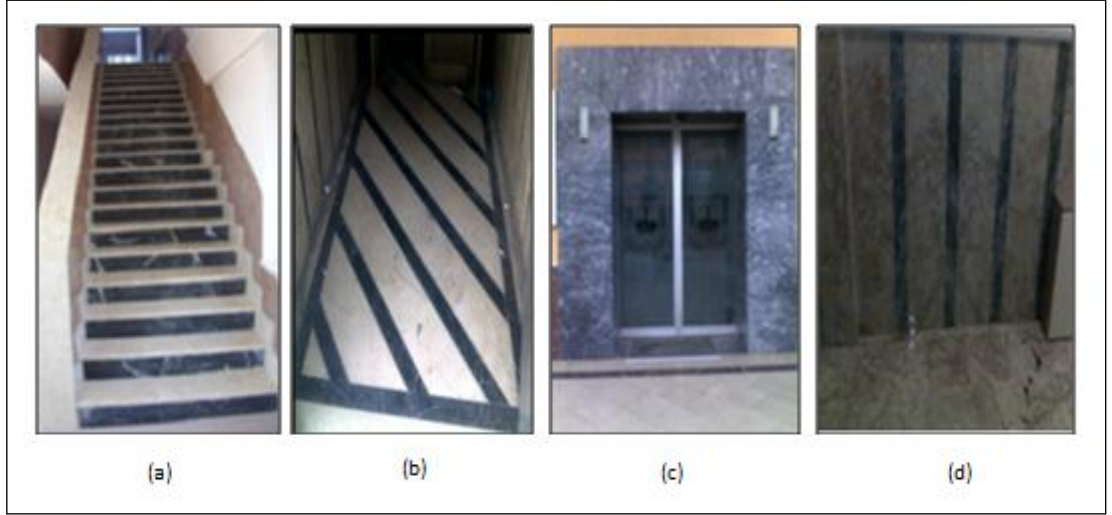
Şekil 3.27 Çeşitli renklerde mermerler (MEB, 2011)

Mermer kalite kontrolünde önemli parametreler biride renktir. Mermer türü, yöre ocak ve ayna koşulları dikkate alınarak yapılacak renk değerlendirilmesinde, blok renginin, ocağın genel renk yapımında olması istenir. Renk değerlendirmesi, diğer parametrelerden farklı olarak pazar özelliklerine ve uluslar arası talep durumuna göre yapılır (Karaca, 2003). Renk özelliği mermer yüzeyinin satışını etkileyen en önemli parametreler arasındadır. Bu nedenle mermer renginde meydana gelebilecek değişiklikler kullanıcının estetik anlayışına bağlı olarak farklı yorumlanabilmektedir. Uluslar arası ortamda bir tazminat davası açılabilceği unutulmadan, doğal kayaçların kullanımları sırasında (ev, işleri veya açık hava şartlarında) yüzey renklerinin ne oranda değişebileceği konusunda aydınlatılmalarında fayda görülmektedir (Gökay, Doğan ve Gündoğdu, 2008). Neticede kamu yapıların düzeltilmesi için tekrar işçilik masrafları, malzeme kayıpları

ve milli ekonomiye verilen zararlar düşünürse kanunun önemi daha iyi anlaşılacaktır (Kocu ve Dereli, 2003).

Mermer ürünleri; renk ve desen kalitesi, boyutları, cila kalitesi ve diğer özellikleri açısından değerlendirmeye tabi tutularak sınıflandırılırlar. Bu aşamada iki farklı sınıflandırmadan söz edilebilir. Bunlardan birincisi ekonomik anlamda bir sınıflandırmadır. Bu sınıflandırma sonucunda işlenmiş ürünler, bölgesel farklılıklar olmakla birlikte genelde ‘ihracatlık ürün’, ‘iç pazar ürünü’ ve ‘diğerleri’ gibi isimlendirmeler kullanılarak ekonomik sınıflara ayrılırlar. Bu ayırma sırasında ürünlerin renk desen kalitesi, dolgu ve cila kalitesi, çatlak-kırık-gözenek içermesi, en, boy ve kalınlık değerlerinin önceden belirlenen kabul sınırları içinde olması gibi özellikleri dikkate alınır. İkinci sınıflandırma turu ise sektörde ‘seleksiyon’ adı verilen bir sınıflandırmadır. Bu sınıflama, yukarıda anılan ekonomik sınıflamadan farklı olarak ürünlerin renk-desen devamlılığı ile ilgili bir sınıflamadır. Bildiği gibi değişik jeolojik koşullar sonucunda oluşan doğal taşlar aynı maden yatağı içinde bile farklı renk desen özellikleri gösterebilirler. Bir doğal taşın tek bir renk ve deseni tüm rezervi boyunca hiç değiştirmeden koruması çok sık karşılaşılan bir durum değildir. Bir mermerin diğer kalite özelliklerinden bağımsız olarak renk ve desen açısından sınıflandırılmasına ‘seleksiyon’ adı verilmektedir. Bu anlamda aynı seleksiyona ait olan taşların aynı renk, ton ve desen özelliklerine sahip olmaları beklenir (Çoban, 1995).

Mermer rengi denilince akla gelen ilk konu, son kullanım yerinde seçilen mermerin yüzey renginin görüntüsüdür. Bu yer bir mutfak tezgahı, trabzan, yer karosu, süpürgelik, duvar kaplaması olabilir (Şekil 3.26).Bu yerlerde kullanıcıların renk veya renk ahengi tercihleri mermer değerini direk olarak etkileyecektir (Gökay ve Doğan, 2006). Doğal taşlar (mermer, granit vb.) estetik ve süsleme amaçları yanında dayanıklılık nedeniyle de tercih edilmektedirler. Gökdelenler ile ticaret ve yönetim merkezleri vb. gibi hem taşrada hem de kentlerde her çeşit yapı ve inşaatlarda doğal taşlar kullanılmaktadır (Sezer ve diğer., 1999).



Şekil 3.28 Mermer kullanım alanları

Şekil 3.28 (a) Niğde Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

(b) Posta Ağası İş Merkezi- Kayseri

(c) Askeri Gazino – Niğde

(d) Gökbez Apartmanı –Niğde

İşletmelerin ihtiyaçları incelenirken en fazla ihtiyaç duyulan nitelikli eleman eksikliği konusudur. İnsan kaynakları konusu içerisinde de yine nitelikli eleman konusu firmaların en önemli problemlerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Sektörün rekabet gücü açısından öncelikle nitelikli eleman sorunu çözümlmelidir (Çonkar ve diğer., 2010).

Mermer işleme sürecinin çeşitli aşamalarında kullanılan makinenin verimliliği, kısmi nitelikte bir dizi yenilik ve gelişme sayesinde artmıştır. Bu yolla işçilik maliyetlerinin azaltılması, teçhizat kullanımının sınırlandırılması, teçhizat etkinliğinin artırılması, ürün kalitesinin iyileştirilmesi, ayrıca işyeri güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunmasına ilişkin yoğun taleplerin karşılanması hedeflenmiştir (Sezer ve diğer., 1999).

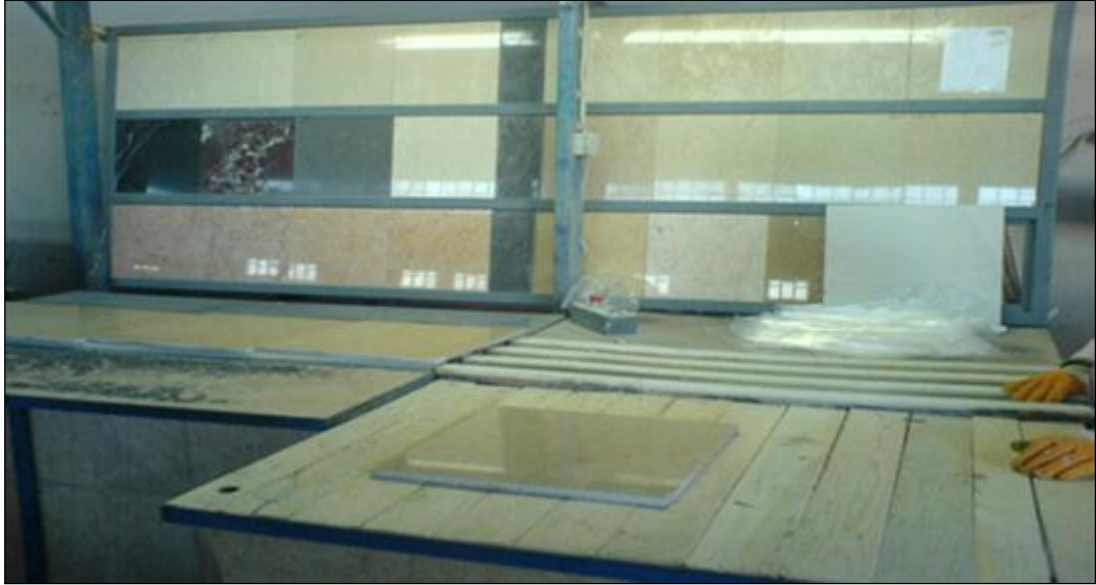
3.2.1 Kalite Kontrol Masaları

Fayans hattından son ürün olarak çıkan mermerlerin, paketlemeden hemen önce müşterinin taleplerine uygunluğu son kez gözlemle incelenen ve uygun olmayana ile uygun olanların ayrıldığı son işlem adımının yapıldığı üniteye kalite kontrol veya seleksiyon masası adı verilir (Akkoyun, 2006).

Fayans hatlarının en son ünitesidir. Kalite kontrolde kullanılan masalar genellikle, hattan ayrı fakat hattı takip eden ve sonradan firma tarafından yaptırılan platformlardır. Bu işlem 2m x 1,5 m boyutlarındaki seleksiyon masalarında yapılır. Fayansın geldiği kısım işçinin fayansı kolayca alabilmesi için ızgaralı yapıdadır. Fayansların yerleştirildiği bölüm yumuşak halı benzeri bir kaplama ile kaplanmalıdır, aksi takdirde masaya temas eden fayanslarda kenar kırılması olabilmektedir. İdeal bir fayans hattında bulunması gereken bir takım teknik özellikler vardır. Bu teknik özelliklerin başında masaya verilecek ışığın, fayans yüzeylerini gölgesiz ve yeterli şiddette aydınlatması gelmektedir. Genellikle iki adet sürekli yanan floresan lamba ile gün ışığına yakın olan aydınlatma tercih edilir (Akkoyun, 2006). İkinci önemli özellik ise masa yüzeyine verilecek yaklaşık 30°'lik görüş açısıdır. Açı ile beraber yeterli ışık kaynağı, ekspertizin çalışma kabiliyetini arttırmakta; fayans yüzeyindeki detayların, var olan hataların daha iyi gözlemlenmesini sağlamaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Seleksiyon masalarında genellikle iki kişi çalışır. Biri seleksiyon (renk ayrımı) ve fayansın kalite kontrolünü yaparken, diğer, biriken fayansları kutulara, hatalı olanları ise gerekli paletlere yerleştirir. Her iki işçi de bir diğerinin işini yapabiliyor olmalıdır ki seleksiyon yapan işçi bir zamandan sonra yorulur ve renkleri karıştırmaya başlar. Bu yüzden 2- 3 saatte bir işçiler yer değiştirmelidir. Masa üzerinde işçilerin karşısında “ideal” mermer numuneleri olmalı ki arada ideal numuneler ile sınıflandırılacak numune arasında kıyas kolaylığı sağlanabilmeli. Ayrıca “ideal” numuneye bakarak çalışanlar gözlerini ve beyinlerini kalibre ederler. Seleksiyon ünitesinde çalışanların işine odaklanma süresi ve odaklanmasını uzun süre koruması beklendiğinden genellikle bayanlar çalışır (Karaca, 2010).

İşçi fayansın renk ayırımını fayansı eline almadan yapmış olmalıdır. Fayansın renk ayırımını elinde yapmaya kalkarsa hem hattın hızına yetişemez hem de renk aldanmalarına maruz kalır. Bu olay özellikle iri ve orta kristalli hakiki mermerlerde baş gösterir. Bu mermerlerde arka fon bazen beyaz bazen de gri olabilir. Fayans ele alındığı zamanda bunun tam tersi gerçekleşir. İşçi fayansı koyacağı kısmı tespit ettikten sonra taşın gelmesini bekler. Bu arada arkadan gelen fayanslarında kafasında ayırımını yapmalıdır. Renk ayırımı üçer üçer yapılırsa işçi oldukça hız kazanır. İşçinin önüne gelen fayans işçi tarafından eline alınır ve kalite kontrolü seri bir biçimde (en geç 5 sn de) yapılacak, eğer mal export kalitede ise daha önceden uygun gördüğü renge konulur. Renk ayırımı 5 çeşitten fazla olmamalıdır. Bu beş çeşide benzemeyen export kalitedeki fayanslar ayrı bir kısma konulur. Ayırımı yapan işçi masanın, fayansların kutulandığı tarafına export malları diğer tarafına ise çatlak ve kırık, köşesi kırık, cila hatalı, pah hatalı ve standart (2. kalite) fayansları dizer.



Şekil 3.29 Mermer kalite kontrol masası

Her türlü ürün için tüketime esas olan, mermer ve mermer olarak kullanılabilen kayaçlar genellikle mevcut değildir. Aynı ocakta, hatta aynı blokta çoğu zaman farklılıklar gözlenebilir. Bu farklılıklar mermere, değerlendirildiği ölçüde estetik ve pazar değeri kazandırır. Bu nedenle mermer sektöründe gerek üretim gerekse kullanım aşamasında seleksiyonun büyük önemi bulunmaktadır (Karaca, Onargan ve

Kun, 1995). Uygulamada pek yapılmasa da her kesilen blok ile birlikte bu örnekler değiştirilmeli ve yeni örnekler yerleştirilmelidir (Karaca, 2010).

Yeterli açı ve boyutlara sahip gerçek kalite kontrol masalarında, masada yer alan swich ve rulo taban düzeneği ile hat üzerinde gelen fayansların masaya girişi ve masadaki ilerleyişi otomatik olarak sağlanmaktadır. Bu tür masalarda üretilen tüm fayansların kontrol ve tasnifinde sadece bir kişinin yeterli olması, önemli bir ekonomi sağlamaktadır. Çünkü platform tipi masalarda paketleme ve ambalajlama dışında en az 3-4 kişiye gereksinim duyulurken özel düzenekli bu tip masalarda tek bir kişi, tüm üretim için yeterli olmaktadır. Burada ekspertizin görevi sadece seçicilik olmaktadır (Onargan ve diğer., 2006).

Genellikle kalite kontrol masalarında aşağıdaki incelemeler yapılır;

- Renk uygunluğu
- Abratif izi olup olmadığı
- Kırık çatlak durumu
- Mum dolgusunun iyi yapılıp yapılmadığı (Eğer yapıldı ise)
- Epoksisinin kalitesi (eğer yapıldı ise)
- Kenarlarda çıtlama olup olmadığı (kenar veya köşelerdeki kırık durumu)
- Pah durumu
- İthalat, İhracatlık veya standart ürün sınıflaması (Akkoyun, 2006).

Seleksiyonu yapan işçi export, standart, pah hatalı, silim hatalı, çatlak ve kırık, köşesi kırık ve renk sorunlu olmak üzere 7 çeşit mal ayırır. Fayans hattından çıkan ürünlerin kalite özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Export Kalite: Fayansta hiçbir şekilde görünür bir hata olmamalıdır. Pahlar kırıksız ve eşit kalınlıkta olmalıdır. Pah üzerinde 1 veya 2 mm büyüklüğünde en fazla 2 adet ufak kırık dikkate alınmaz. Kristalin taşlarda olağan üstü iri kalsit kristalli damar veya çizgiler malı standarda düşürür. Kenar ve köşedeki kırılmalar fayansa üstten bakıldığı zaman görülmeyecek biçimde

taşın altına giriyorsa ve bu kırıklar paha çok yakın değilse kabul edilebilir biçimdedir. Kalınlıkları 10 mm olmak zorundadır. Ancak ± 1 mm oynama yapan kalınlıklar kabul edilebilir. 1 mm den fazla oynamalı mal standarda da sokulmamalıdır. Eğer mal kalınsa yeniden cilaya gönderilir.

- Standart (2. Kalite): Fayansın köşesi ve kenarları sağlam olmalıdır. Cila hatası varsa hata en fazla 1 cm² büyüklüğünde olmalıdır. Pahları eksiksiz olmalıdır. Ancak pahta çok belirgin olmayan kalınlık farkları ve ufak kırıklar olabilir. Renk açısından herhangi bir seleksiyon yapılmaz.
- Köşe Kırıklı: Bu fayanslar kesinlikle export kalitede olup köşesi 51 mm yi kurtaracak şekilde kırılmış olmalıdır. Çünkü bu fayanslar daha sonra köşeleri kesilerek export fiyata alıcı bulurlar.
- Kenarları Kırıklı: Kenar kırıklı fayanslarda export kalitede olup sadece bir kenarı 25 cm'yi kurtaracak şekilde kırık olmalıdır. Aynı şekilde oluşan cila hatalı fayansta bu bölüme dahil edilir.
- Renk Sorunlu: Export kalitede olmak zorundadır. Renkleri seleksiyonu yapılan fayanslarla hiç tutmuyorsa bu bölüme ayrılır. Daha sonra kendi aralarında seleksiyonları yapılarak kutulanır.

Ayrıca yurt dışı satışta şunlar da istenebilir;

- Köşegen ölçümü hata payı içinde mi yoksa kabul edilemez sınırlar içerisinde mi olduğu (köşeden köşeye ölçüm)
- Kalınlıkların standart sapmasının kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup olmadığı (Akkoyun, 2006).

İhracatta istenen belgelere Malzeme Güvenlik Kâğıdı (Material Safety Data Sheet, MSDS) adı altında ürünün insan ve çevre sağlığına olası etkilerini ve güvenli üretim ve nakliye koşullarını belirten yeni belgeler eklenmiştir. Avrupa Birliğine üyelik sürecinde olan Türkiye için bu durumlar daha da fazla önem arz etmektedir (Onargan ve diğer., 2006).

İşletmelerin %59,8' inin ihracat yaptığı bu sektörde en önemli ihracat pazarlaması sorunları; ürünlerdeki kalite ve standardizasyon eksikliği (%16,9), yüksek fiyatlar (%13,7), pazar bilgisi eksikliği (%11,3), finansman yetersizliği (%10,6), mevzuat sorunları (%9,9) ve yurt dışı organizasyon eksikliği (%9,5) olarak ortaya çıkmaktadır (Süer ve Şenol, 2007).

Özellikle yurt dışına giden ürünlerde paketler rastgele örnek alma yöntemleri ile son kez kontrol edilmeli her pakette aynı renk ürünler olduğuna dikkat edilmelidir (Onargan ve diğer., 2006).

AB mevzuatı kapsamında AB ülkelerine yapılacak olan ihracatlarda blok mermerlerin ve diğer levha ve fayans ürünlerinin ambarlanmalarında ağaç malzeme kullanımı mümkün değildir. Ağaç malzeme yerine plastik ve fiber malzeme kullanımı gereklidir (Onargan ve diğer., 2006).



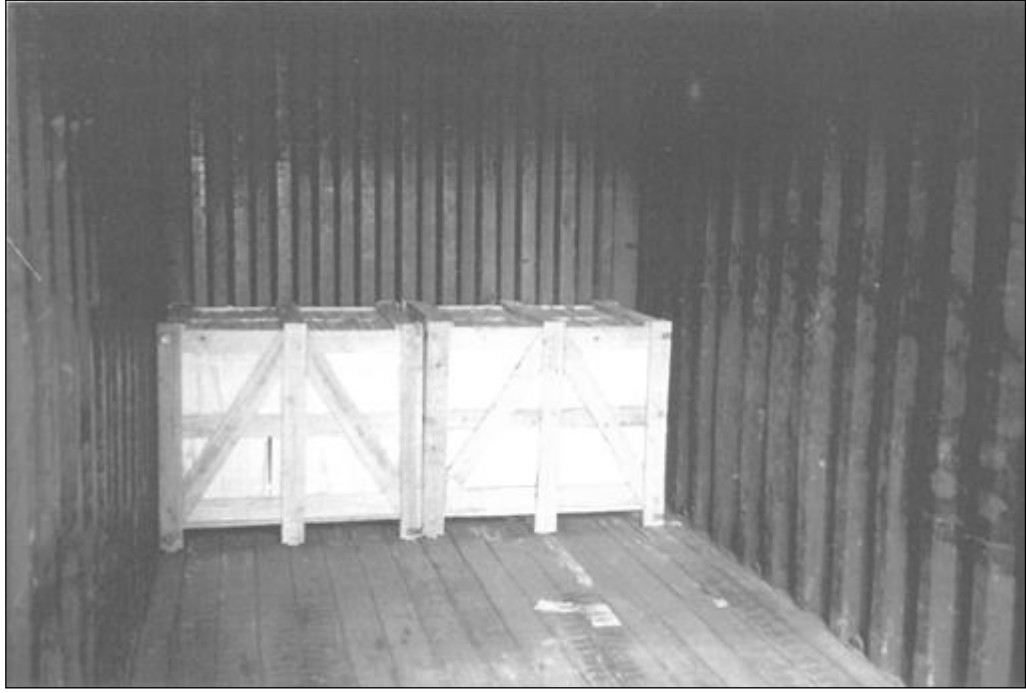
Şekil 3.30 Kalite kontrol işlemi sonrası fabrikada paketlenen ürünler

Kesim sonrası bloğun doğal yapısını yansıtacak şekilde stoklama yapılması, başta döşemeye yönelik seleksiyon açısından önemlidir. Katrak kesimlerinde plakalar üstten alta bir bütünü yansıttıkları için sadece kesim sonrası sıralarını korumaları

Plaka (levha) seleksiyonunda yeterli olabilir. Ancak S/T'lerden çıkan stripler, sıra sıra alındığından stoklamada, daha sonraki aşama olarak döşemede blok doğal yapısını korumaları zordur. Striplerde (Fayanslarda) bu seleksiyonu kolayca yapabilmek için her sıra öncelikle ayrı ayrı istiflenir (Karaca ve diğer., 1995).

Her bir çeşit üst üste en fazla 25 adet fayans içermelidir. Fazla yığılma işçinin çalışmasını zorlaştırır. Seleksiyon işçisi çatlak ve cila hatalı fayansların dışındaki bütün fayansların cilalı yüzlerin arasına naylon koymak zorundadır. Kutulama yapan işçi ise 10 adet biriken export malı 6+4 biçimiyle sytrapor kutulara koyar. İşçi kutulara koyarken kutuları kırmamaya özen göstermelidir. Kırık kutu mutlaka değiştirilmelidir. Ayrıca bu işçi pah hatalıları makineye tekrar beslemeli ve diğer hatalı ürünleri (export un dışındaki tüm ürünler) ayrı ayrı paletlere dizmelidir. Fayans hattından çıkan export ürünlerin gönyeleri ve ebatları her yarım saatte bir kontrol edilmelidir (Onargan ve diğer., 2006).

Kutulanan malın kapakları kapatılmaz. Bu mallar 3. bir işçi tarafından (en az 1 sene seleksiyonda çalışmış olmalı) hızlı bir biçimde tek tek kontrol edilir. Bu kontrol ağırlıklı olarak renk ayırımına dayalı bir kontroldür. Bu sebepten seleksiyonu yapan işçinin kalite kontrolde kesinlikle hata yapmaması gerekir. Az yapılan renk hataları 3. işçi tarafından düzeltilir. Kutulardaki fayanslar kesinlikle birbirine çok yakın olmalıdır (seramik standardında). Aynı kasaya konan kutularda birbirine asgari farklarla benzemelidir. Her kasanın üzerine bir numune konur ve kutular bu numunelere göre kasalara yerleştirilir. Kasaların içerisinde kutular yerleştikten sonra kesinlikle boşluk olmalıdır. Varsa sytrapor levha ile takviye yapılmalıdır. Kasalar kapatılmadan kalite kontrol memuru veya fayans amiri her kasadan 3 veya 4 kutuyu kontrol eder ve OK çıkarmasını yapıştırır. Eğer kontrol edilen kutularda belirgin bir uyumsuzluk varsa işçi kasayı bir daha kontrol etmek zorundadır. Ancak kalifiye işçilerin çalıştığı tesislerde 2. bir kasa kontrolü gerekmez. Kasanın üzerinde bulunan numune de dışarıdan görünecek biçimde kasaya yerleştirilir ve kasa kapatılır. Kasa eğer okyanus aşırı bir yere gedecekse üzerine naylon ambalaj geçirilerek eritilir. Konteynıra yüklenen kasalar birbirine ve konteynırın tabanına özel çivilerle çakılmak zorundadır (Onargan ve diğer., 2006).



Şekil 3.31 Konteynıra yerleştirilmiş kasalar (Onargan ve diğer., 2006)

Mermer İşleme tesislerinde her türlü malzemenin nakliyatında en önemli ve kullanımı en yaygın araçlar vinçlerdir. Ocaktan gelen blokların indirilmesi, stoklanması ve kesici makinelerin arabalarına yerleştirilmesinde vinçlerden yararlanılır. Vinç hareketleri sarkan el kumandası ile hareket ettirilir. İkinci olarak ise forkliftler görev alır. Yürüyüş yollarının standartlara uygun olması durumunda, istenilen mesafeye kadar taşıma işlevini yerine getirirler (Karaca, 1997).

Daha küçük tesislerde nakliye aracı olarak basit el arabaları kullanılır. Orta ve Büyük ölçekli işletmelerde ise; Lastik tekerlekli vagonlar(el arabaları) striplerin taşınması için kullanılır (Karaca, 1997).

BÖLÜM DÖRT

KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNDE GÖRÜNTÜ ANALİZİN KULLANIMI

Üretim tekniklerinin giderek daha az insan gücüne ihtiyaç gösterecek biçimde gelişmesi, otomasyonun gelişmekte olan ülkelerde dahi Önemini arttırması Kalite Kontrolünü oldukça etkiler, insanın üretim işlemlerindeki emek payı ve beşeri hatalar yüzünden ortaya çıkan aksaklıkların da azalacağı düşünülür, bu bir dereceye kadar doğrudur. Ancak, otomasyonda üretim hızının çok yüksek olduğu unutulmamalıdır. İnsan emeğinin ağırlık taşıdığı bir işlemde % 5 hata, bir miktar mamulün ıskartaya ayrılması sonucunu doğurur. Üretim hızı yüksek bir otomatik makinenin günde % 1 hatalı parça vermesi halinde zararın miktar ve değer olarak çok daha fazla olacağı açıktır. Sonuç olarak otomasyonda çok daha küçük hata toleransları ile çalışmanın zorunlu olduğu ve dolayısıyla kalite Kontrolünün öneminin o oranda artacağı söylenebilir (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Görüntü analiz yöntemi ile kalite kontrol sistemi ile mermere ait birçok özellik kısa sürede elde edilebilecektir. Bu özellikler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

- Güvenli şekilde ürünün renk analizinin yapılması
- Fabrika aşamasında meydana gelmiş her tipteki kusurun bulunması
- Karo boyutlarının yüksek hassasiyetle ölçülmesini sağlar.
- Üründe mevcut kırık çatlak durumunu belirler.
- Bu sayede kalite kontrol işlemi standartlaştırılabilir.
- Ürüne göre kesin bir sınıf oluşturulduğu için depolama işlemlerini kolaylaştırır.
- İşçilik giderlerini azaltır.
- Stres veya diğer etmenler nedeniyle oluşabilecek hataları minimize eder.
- Müşteri tarafından ürün adına gelen olumsuz iddiaların azalmasını sağlar.
- Sitemin durdurulmasına gerek kalmadığı için zamandan kazanç sağlanır ve böylelikle ürün akışı devam eder (Büyüksağis ve diğer., 2001).

İnsan tecrübesiyle yapılan teftiş yöntemi çoğu kez izafidir bunun nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

- Herhangi bir parametreye göre teftişin yapılmaması
- Her işçinin sahip olduğu tecrübe ve hünerin farklı olması
- Teftiş hassasiyetinin değişim gösterebileceği (stres veya başka etmenlerden kaynaklanan hassasiyetsiz teftişler).
- Farklı vardiyalarda farklı kişilerin teftiş işleminin yapması (Büyüksağis ve diğer., 2001).

Küresel rekabetin güçlenmesi, bilgi ve üretim teknolojilerinde meydana gelen gelişmeler, iletişim ve ulaşım alanındaki yenilikler işletmelerin yönetim yapılarını, sistem ve bütün süreçlerini yeniden gözden geçirmelerini kaçınılmaz hale getirmiştir. İşletmelerin küreselleşerek şiddetlenen yıkıcı rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri onların geleneksel mekanik sistemlerden, daha yenilikçi ve esnek organizasyon yapılarına dönüşümünü zorunlu hale getirmektedir. Yeni rekabet ortamında işletmelerin başarısı; piyasalara daha hızlı cevap vermelerine, organizasyon yapıları, teknolojileri, çalışma yöntemleri, kaynak kullanımı, üretim süreçleri ve pazarlama stratejileri değiştirerek daha dinamik ve etkin bir yapı kazandırmalarına bağlıdır. Bunları gerçekleştirebilmek ise rekabet ortamında geçerli stratejileri izlemek ve bunlara geçişi sağlamakla mümkündür. İşletmelerin rekabet gücünü etkileyen birçok faktör vardır. Özellikle ürün maliyetleri, fiyat, kalite ve yenilik yapma gücü işletmeler arasında rekabet gücünü belirleyen faktörler arasında yer almaktadır (Çonkar ve diğer., 2010).

Günümüzde teknolojik gelişmeler, hayatın her alanını etkilemektedir. Pazarlar küreselleşmekte rekabet dünya ölçeğinde yaşanmaktadır. Değişim, yaşanan bu rekabeti artırmakta ve körüklemektedir. Dünyada yaşanan liberalleşme eğilimi, küreselleşme ile birlikte rekabeti daha da çok yoğunlaştırmaktadır. Rekabette ön plana çıkan unsurlar; kalite, hız, esneklik, yenilik ve düşük maliyet olarak yansımaktadır (Çonkar ve diğer., 2010).

Geleneksel teknolojilerin kullanıldığı günlerden günümüze kadar mermer ocakları çalışmış ve mermer önemli ölçüde ihtiyacı karşılamıştır. Zaman içinde mermer işleme ve satmayı bilen işletmeler, yeni teknolojileri sektöre uygulamaları sonucunda, hızla büyüyen bir konuma gelmiştir (Çonkar ve diğer., 2010).

4.1 Görüntü Alma İşlemi

Mermer numunelerinde görüntü alma için kullanılan cihaz, bir çok yardımcı elemandan oluşan entegre bir sistemdir. Sistem kaba olarak, teftiş edilecek mermer karosunun teftiş bandına ve oradan teftiş ünitesine girmesi ile başlar. Daha sonra kameralar yardımıyla mermere ait dijital görüntüler alınır, bu sırada ortamda dağınık (diffuse) bir ışık kaynağı vardır. Ve bu bilgiler bilgisayar ortamında hesaplanarak bir renk standardı çıkarılır. Eğer ki mermerlerde damarlar veya gözenekler varsa bu durumda mermere ait damar, gözenekler ana zeminden bilgisayar ortamında ayrılır ve hesaplamalar bu şekilde yapılır. Tüm bu işlemler çok kısa sürede gerçekleşir. Örneğin mermerin teftiş bandındaki ilerlemesi 120 mm/sn iken kameralar yardımıyla görüntü alınması 2,2 msn'dir (Ertan, 2010).

Belçika'daki Liege Üniversitesinde, MICA laboratuvarında geliştirilen MARCO isimli optik kalite kontrol cihazı Resim 4.1 'de verilmiştir ve şöyle tanıtılmaktadır. MARCO isimli optik görüntü cihazı boyutlandırılmış taşların kalite kontrolünde kullanılmaktadır. Cihaz ayrılmış modüller şeklinde ya da tam entegre sistem şeklinde 3 ayrı kalite kontrol gereksinimine cevap verir. Bunlar;

- Yüzey durumu, kalitesi ve kontrolü
- Renk homojenitesi
- Boyut ölçümü (Ertan, 2010).



Şekil 4.1 MARCO isimli optik görüntü alma cihazı

4.1.1 Yüzey Durumu Kalitesi ve Kontrolü

Operatörler (insanlar) tarafından yapılan yüzey kontrol işlerinin güvenilirlik payının fazla olmadığını ve izafi olduğunu başlangıçta söylemiştik. İşte bu yüzden optik görüntü alma cihazı ile yapılan ve matematiksel bir parametreye dayanan yüzey kontrolü işlemi her zaman daha verimli olacaktır. Bu cihaz vasıtasıyla;

- Porozite, yüzeyde olan 0,5 mm genişlik alt sınırına kadar olan çatlaklar
- Taşıma veya kesme işlemlerinden dolayı meydana gelmiş kırılmış köşeler veya pürüzlü kenarlar
- Kötü cilalanmış bölgeler (birkaç mm den birkaç cm genişliğe kadar)
- Hatalı ya da bozuk çalışan cilalama makineleri ile oluşan çiziklerin teftişi mümkün hale gelmektedir (Ertan, 2010).

4.1.2 Renk Homojenitesi İçin Yapılan Kalite Kontrol

Yer veya duvar kaplamalarında kullanılan mermerlerde olan en ufak renk farkı genel görüntüyü olumsuz yönde etkiler. Bununla birlikte mermer karolarında ki renk çeşitliliğini nitelendiren veya sınırlayan herhangi bir limit yoktur. Bu nedenle kesin renk ölçütlerine ihtiyaç vardır. Karolardaki renk farkının belirlenmesi ve ayırt

edilmesi üreticiler için çok gerekli bir işlemdir. Zemin renk analizi prosesinde üreticiler tarafından verilen referans zemin renkleri bilinmesi gerekir (Ertan, 2010).

Bu analiz;

- Teftiş edilen mermer karosunun baskın zemin renginin anlamlı ölçümlendirilmesinin yapılması
- Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek referans rengi ile en çok uyum gösteren sınıfa numunenin atanması şeklinde yapılır (Ertan, 2010).

Eğer numune bünyesinde damar veya gözenekler var ise ve damar rengi zemin rengine göre çok keskin tezatlıklar gösteriyorsa genel görüntüyü çok yüksek oranda etkiler. Damar renginin analizi için gerekli olan parametreler her uygulama için değişebilir. Bazı numunelerde tek tip damar yapısı hakim iken diğerlerinde birden fazla damar yapısı olabilir. En çok kullanılan tanımlayıcı parametreler aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

- Global uzamsal (spatial) özellikler: Yoğunluk, toplam yüzey alanı ve granülametrik dağılım
- Global analiz parametreleri: Renk ortalaması, renk çeşitliliği ve renk karşıtlığı
- Lokal uzamsal (spatial) özellikler: Damar biçim ve boyutları
- Lokal analiz parametreleri: Her damara ait renk ortalaması ve tezatlıklar (Ertan, 2010).

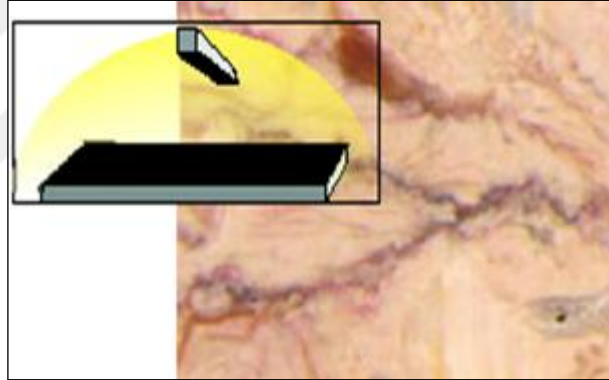
MARCO entegre optik görüntü alma cihazı ile yapılan renk görüntü analizi farklı renk homojenitesine sahip mermer karolarının uygun sınıflandırmasını amaçlar. Bu sınıflandırma da ana zemin rengi analizi (ortalama renk ve doku özellikleri) ve diğer renkli bölgeler olan damar ve gözenek renkleri analizleri ile yapılır (Ertan, 2010).

4.1.3 Boyut Analizi

Geliştirilen MARCO optik görüntü alma sistemi ile mermer numunesine ait uzunluk genişlik ve taşın diyoganelliği 0,1 mm hassasiyetle ölçülebilmektedir. (Ertan, 2010).

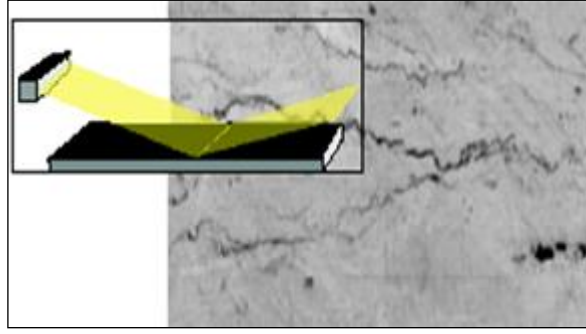
4.1.4 MARCO Entegre Sistemi İle Optik Görüntü Alma Operasyonu

Optik görüntü alma ile yapılan renk analizi yüksek çözünürlüklü tarayıcı kameralar yardımı ile dağınık ışık kaynağı altında yapılmaktadır. Genel renk istatistikleri (ortalama ve standart sapmaları) hesaplanmakta ve her mermere özgü damar ve gözenek yapısı ana zeminden çıkartılarak prosesi yapılmaktadır. Şekil 4.2’de verilmiştir (Ertan, 2010).



Şekil 4.2 Yüksek çözünürlüklü kameralar ile renk görüntü analizi (Ertan, 2010).

Yüzey kalite kontrolü için gerekli olan görüntü alma işleminde ise düşük açılı ışıklandırma kullanılmaktadır. Yüzeye yansıtılan düşük açılı ışık kaynağı ile yüzeyin parlaklığıyla orantılı olarak numunenin görüntüsü alınır. Alınan görüntüden Elde edilen bilgilerle, kötü cilalanmış bölgeler, pürüzlü kenarlar kırılmış köşeler, çizik veya çatlakların bulunması ve cilalanmış ürünler için ortalama taş parlaklığının değerlendirilmesi mümkün hale gelir. Şekil 4.3’te numune yüzey taraması verilmiştir (Ertan, 2010).



Şekil 4.3 Yüksek çözünürlüklü kameralar ile numune yüzeyinin taranması (Ertan, 2010).

Boyut analizi de MARCO entegre optik görüntü alma sistemi ile yüksek verimde yapılabilmektedir. Boyutları belirlenmek istenen mermer numunesinin köşelerine yerleştirilmiş dört lif bağı kullanılarak elde edilen görüntü bilgisayar ortamına alınır ve uygun software kullanılarak mermer numunesine ait uzunluk, genişlik ve diyagonalite belirlenir. Eğer ölçülen numune boyutları önceden belirlenmiş toleranslı karo boyutlarına uymadığı takdirde software sinyal vererek sistemden kusurlu taşın alınmasını sağlar. Tablo 4.1’de MARCO ve insan gözüyle yapılan kalite kontrol görülmektedir (Ertan, 2010).

Tablo 4.1 MARCO ve insan gözü ile yapılan kalite kontrol başarıları göstergesi (Ertan, 2010)

Ürünler	İnsan gözü ile yapılan kalite kontrol başarıları	MARCO ile yapılan kalite kontrol başarıları
Kesilmiş taşlarda	% 48	% 92,2
Silinmiş taşlarda	% 78	% 97
Cilalanmış taşlarda	Test edilmez	% 92,6

4.1.5 MARCO’ya Ait Teknik Özellikler

Yüzey kalitesi ve renk kontrolü için;

- Çözünürlük: 0,5 mm
- Teftiş alanı (mermer karoları için) : 50x50 cm
- Teftiş hızı: 6 m/dk
- Kırılmış ya da pürüzlü köşeler için çözünürlük: 0,3 mm
- Boyut analizinde hassasiyet: 0,1 mm

Genel özellikler;

- Elde edilen bilgilerin kısa sürede sanal ortama aktarılması
- Teftiş sürekli halde yapılabilir.
- Parametre ve ürün değişikliklerine kolay adaptasyon
- Sonuçların depolanması
- İstatiksel analiz
- Operasyon ısısı 5-35 °C
- Her kontrol ünitesi (boyut, renk ve yüzey durumu için) ayrı modüler halde veya kombine bir şekilde kullanılabilir.
- Her türdeki yüzeye sahip taşlar bu sistemde sınıflandırılabilir.
- Taş analizi için kullanılan software (yazılımlar) her taşın gereksinimine göre adapte edilebilir (Ertan, 2010).

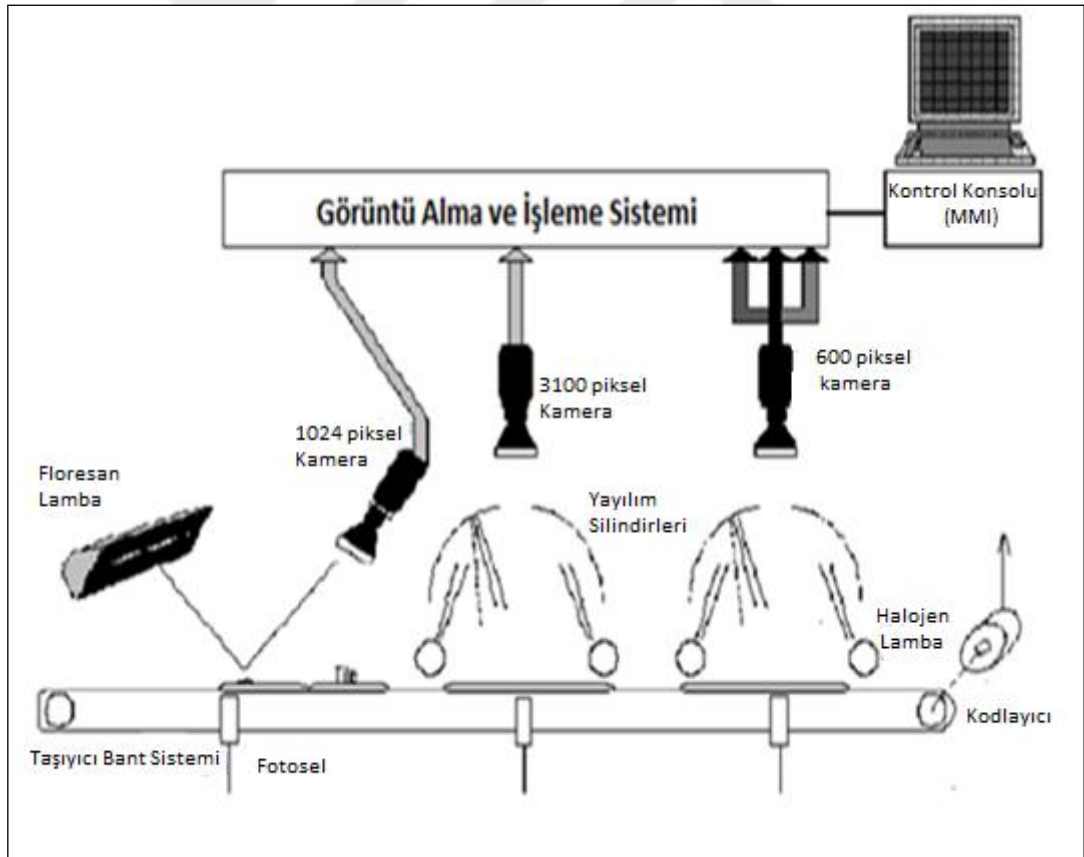
4.1.6 Sistem Entegrasyonu

Entegre haldeki optik görüntü alma sistemi şekil 4.3’de şematize edilmiştir. İlk olarak mermer karolarına uygun açıyla verilmiş yeterli ışık kaynağı altında yüzeyde bulunan çöküntü ve yükseltelerin teftişi yapılır. Burada ışık kaynağı ve yansıtma açısı önemlidir. Çünkü yüzeydeki her noktanın eşit şekilde yansıtılan ışığı kabul etmesi amaçlanmıştır. Bu sayede yükselti ve çöküntü bölgelerinde oluşacak karanlık noktalardan analiz için gerekli bilgiler elde edilir. Daha sonra mermer karolarının çizikler, pürüzlü yüzeyler, kötü cilalanmış kısımlar için dağınık ışık altında teftişi yapılır. Son olarak ise mermere ait renk kusurları ve renk derecelendirmesinin tayini için yine dağınık ışık altında tri-linear kameralar yardımıyla yapılır ve analiz edilir. Şematize edilen sistemde iki ana fonksiyonel modüler kısım gösterilmektedir. Bunlar (the HOST module) ve DAPM(data acqusition and processing module)’ dür (Ertan, 2010).

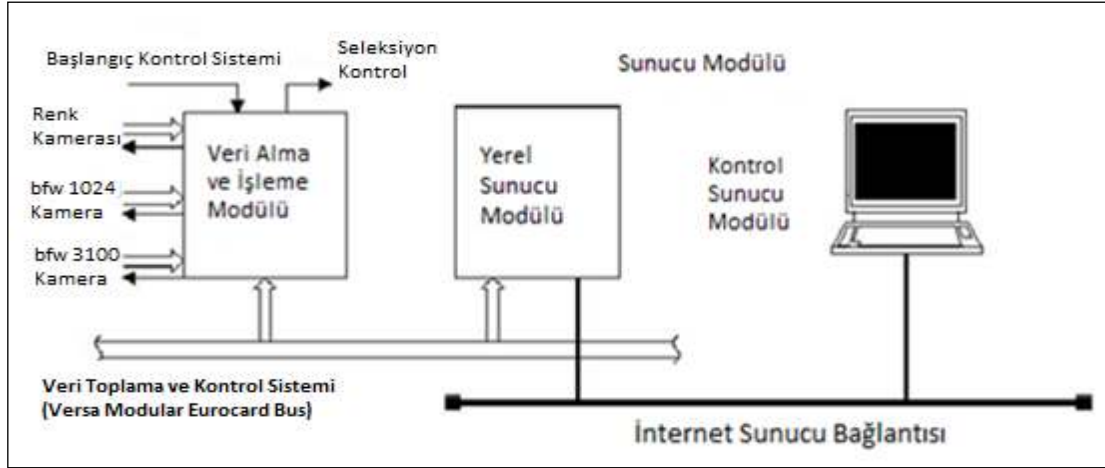
DAPM modülü ile numuneye ait görüntünün alınması ve prosesinin yapılması sağlanır. Elde edilen bilgiler neticesinde mermer numunelerinin sınıflandırılması yapılır. HOST modüle ise sistem ile kullanıcı arasında bir arabirim görevi yapar.

Ayrıca elde edilen bilgilerin toplanması ve bulunan kusurların hangi kusur olduğuna karar verilmesini gerçekleştirir. Bu modül iki farklı alt modüllere ayrılır. Bunlar; görüntü elde etme ve proses için gerekli olan I/O (input/output) değerlerini sağlayan Local Host Module ve elde edilen bilgileri grafiksel olarak kullanıcıya sunan, istatistiksel analiz ve depolama işlevlerini yapan Remote Host Module den oluşmaktadır (Ertan, 2010).

Bu entegre sistem sınıflandırma ünitesi yanına yerleştirilmiş Local Host Module ve operasyonu kontrol eden ve gerekli bilgileri toplayan Remote Host Module ile birlikte çalıştırılır. Eğer Remote Host Module için standart bilgisayarlar kullanılıyorsa, hem standart hemde özel hardware programlar Local Host Module için kullanılır. Remote Host Module; yönetici modülü, istatistiksel module ve teşhis modülünden oluşur (Ertan, 2010).



Şekil 4.4 Optik görüntü alma işleminde sistem operasyonu 1 (Ertan, 2010)



Şekil 4.5 Optik görüntü alma işleminde sistem operasyonu 2 (Ertan, 2010)

4.1.7 Optik Görüntü Alma Sisteminde Kullanılan Yüksek Çözünürlüklü Kameralar

Bu çalışma kapsamında anlatılan görüntü alma sistemi cihazı üç farklı CCD kameradan oluşur. Bunlar;

4.1.7.1 Renk CCD Görüntü Sensörü

Bu tarayıcı kamera ile analiz için gerekli olan numuneye ait görüntü elde edilir. Yüksek çözünürlük (3x8640 piksel), düşük gürültü özelliği sistem için yeterlidir. Yüksek çözünürlüklü kamera ile başarılı bir görüntünün yakalanması gürültülü bir operasyondur. Bu problemin önüne geçilmesi için, RGB bileşenlerinin her biri için median filtrelemesi yapılır (Ertan, 2010).

4.1.7.2 Renk Tarayıcı Kamera

Bu cihaz numunelerin renk derecelendirmelerinin yüksek doğrulukta yapılmasını sağlar. Çözünürlük ve performans bakımından diğer bölümde tarif edilen kamerayla aynıdır. Bu kamera numuneye ait ve her renk kanalı (RGB) için 3 adet 8 bit'lik bilgiyi sağlar. Bu kameralarda paralel olarak yerleştirilmiş 3 farklı renk pikselleri vardır. Her piksel arasında 294µm mesafe vardır. Bu nedenle her piksel farklı görüntüleri algılar (Ertan, 2010).

4.1.7.3 Siyah ve Beyaz Kameralar

Kullanılan sistemde 2 adet renksiz kamera vardır bunlar diğer kullanılan kameralarla uyumlu şekilde yerleştirilmiştir. Bu kameralarda 3 adet ana işlemci vardır bunlar; sensör sürücüsü, zamanlandırma operatörü ve dijital görüntü prosesi sürücüsü (Ertan, 2010).

4.1.8 Mermer Numunelerindeki Kusurlar ve Bu Kusurların Tanımlanması

Optik görüntü alma sistemi ile numuneye ait kusurlu bölgelerin teftiş edilmesi ve bu kusurların standartlaştırılmasını sağlayarak sınıflandırma işleminde kullanılacak parametreler oluşturulması amaçlanır (Ertan, 2010).

4.1.8.1 Mermer Karolarında Kenar Kontrolü

Fiziksel kusur bakımından mermer karolarının kenar bölgeleri kritik bölgelerdir. Çünkü kırılmaya en müsait kısımlar buralardır. Bu kısımların kalite kontrol problemleri 2 aşamada dikkate alındı. Bunlardan birincisi, görüntü elde etme problemini en aza indirecek ışık kaynağının sisteme uyarlanması. İkinci işlem ise Karo kenar bölgelerinin prosesinin yapılarak kusuru tanımlayan bilgilerin elde edilmesidir. Bu operasyon işleminde 3 adımdan oluşan algoritma kullanılmaktadır (Ertan, 2010).

- 1. adımda mermer karosunun (kenar) dış sınır bölgesinin tanımlanması
- 2. adımda sınır bölgesindeki renk farkı dengesi
- 3. adımda elde edilen görüntünün zenginleştirilmesi şeklindedir.

4.1.8.2 Mermer Karolarında Çatlakların Kontrolü

Çatlaklı yapıların tespiti için morfolojik sistemlerden yararlanılmaktadır. Deneyde, ince ve zayıf yapıların tanımlanması için kapanın ve açılım arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulmuştur. Çatlaklı yapıların tespitinde, (APD)

anomaly presence degree kriteri esas alınmıştır. Analiz aşamasında elde edilen görüntü $L \times L$ boyutunda alt bloklara ayrılmıştır. Her blok için APD parametresi hesaplanmış ve eşik değeri (threshold) ile karşılaştırılmıştır. Eğer elde edilen sonuç eşik değerinden büyük ise anomalous (anormal), ya da tam tersi olursa sonuç düzenli olarak değerlendirilir (Ertan, 2010).

4.2 Görüntü Analizi

4.2.1 Sayısal Görüntü İşleme ve Piksel Kavramı

Görüntü iki boyutlu bir işaret kaynağıdır. Fotoğraf gibi gözle görünen bir biçimde olabileceği gibi, manyetik bantta yazılı bir kayıt, ya da bilgisayar belleğinde duran sayısal değerler biçiminde olabilir. Görüntüler sürekli-ayrık, analog-sayısal veya sürekli sayısal olabilirler. Bir fotoğraf üzerindeki parlaklık hem seviye ve konum olarak sürekli değişen bir değişkendir. Buna karşılık bilgisayar içinde değerler ayrık sayılar biçiminde temsil edilirler. Bunun için bir resmin bilgisayara girilebilmesi, onun belirli sayıda konum ve belirli sayıda parlaklık değeri ile ifade edilebilmesi ile mümkündür. Sayısallaştırma denen bu işlem resmin sürekli değişkenlerini ayrık değişkenlere dönüştürmek olarak tanımlanabilir (Ertan, 2010).

Matematiksel açıdan ve bilgisayar açısından sayısal bir görüntü iki boyutlu bir vektör dizisidir. Diğer bir deyişle her elemanı vektör olan bir matristir. Görüntünün iki bağımsız değişkeni x ve y geometrik boyutları oluşturur. Matris elemanlarının değerleri de her (x,y) noktasındaki fiziksel değişkenlerin değerlerini gösterir. Ham bir görüntüde her matris elemanı karşı düştüğü coğrafi noktanın veya alanın elektromanyetik spektrumundaki yansıma veya ışıma değerlerinden oluşan bir vektördür. Siyah beyaz bir resim için elemanlar vektörsel değil skalar değerlerdir (Ertan, 2010).

Bir resim görüntü matrisini oluşturmak üzere ızgara biçiminde küçük alanlara bölündüğü zaman, oluşan her alana bir resim elemanı ya da piksel denir. Geometrik ayırım kavramı ile yakından ilişkili olan piksel bir sayısal görüntünün en küçük

parçasıdır. Genellikle kare biçimindedir. Sayısal bir resim yeterince büyütüldüğünde blok görünümüleriyle pikseller ortaya çıkar. Buna karşılık sürekli bir resim büyütüldüğünde sadece genel netlik kaybolması olur. Parlaklık değeri bilgisayarda depolanabilmesi için, yine belirli sayıda ayrık değerler biçiminde ifade edilebilmesi, yani sayısallaştırılması gerekir. Bilgisayarın yapısı dolayısıyla her değer 1 bayt'la ifade edilirler. Bir bayt 8 bit'ten oluştuğu için ayırt edilebilen parlaklık sayısı $2^8 = 256$ olmaktadır. Genellikle en karanlığa 0, en beyaz seviyesine 255 verilir (Ertan, 2010).

4.2.2 Görüntü Analizi Prosesi

Görüntü prosesi birçok işlemin bir araya gelmesinden oluşur. Bunlar; görüntü elde etme, görüntü zenginleştirme, renk derecelendirilmesi, damar veya gözeneklerin ana zeminden çıkartılması gibi işlemleri içerir (Ertan, 2010).

Mermer numunelerinin sınıflandırılması co-occurrence matrix ve buna bağlı bir çok renk uzayından (RGB, HSI, UVW, YIQ, KL (Karhunen-Loève transform) yapılan hesaplara dayanmaktadır. Bilindiği gibi yüksek çözünürlüklü kameralar ile numuneye ait bilgiler bilgisayar ortamına alınır. RGB renk uzayında olan bu bilgiler HSI renk uzayına transfer edilir (Ertan, 2010).

Verilen numuneler arasında verimli ve otomatik bir sınıflandırma yapmak için bazı sınıflandırma esasları numune dokusundan çıkartılması gerekir. Bu çalışmada numuneye ait iki farklı özellikten yararlanılmıştır. Spektruma dayalı özellikler ve co-occurrence matrisden hesaplanan istatistiksel ölçütlere dayalı özelliklerdir (Ertan, 2010).

4.2.2.1 Spektruma Dayalı Özellikler

Kayaca verilen ışık kaynağından yansıyan bilgiler bir spektrum teşkil eder. Işık spektrumunun görünen kısmı 400 ile 700 nm de yer alır. Işığın karakterize edilmesi rengin içeriği ile ilişkilidir. Yansıyan ışığın scalar ölçütü 'gray level'dir. Bilindiği

gibi bütün renkler 3 ana renk olan R(red),G(green), B(blue) kombinasyonu şeklindedir. Bu renklerin sırasıyla spesifik yayılım değerleri 435,8 nm, 546,1 nm ve 700 nm dir (Ertan, 2010).

Elde edilen spektrum bilgileri ana zeminden çıkarılıp ayrı olarak analiz edilmesi için HSI renk uzayı kullanılmaktadır. Burada (H) temel rengi gösterir. Numuneye ait renk bilgileri bu banttan alınır. (S) beyaz renk tarafından seyreltilen temel rengin ölçülme derecesini verir. (I) ise elde edilen bilgilerin doğruluk ve kesinliğini verir. Bu çalışmada H ve I değerleri kullanılacaktır. Çünkü beyaz renk tarafından seyreltilen temel renk ölçütleri hemen hemen tüm numunelerde aynıdır (Ertan, 2010). Buna göre;

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (4.1)$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (4.2)$$

4.2.2.2 İstatiksel Ölçütlere Dayalı Özellikler

Grey-level co-occurrence matris ikinci dereceden istatiksel bir ölçüttür. Daha öncede söylenildiği gibi numuneye ait birtakım bilgiler zemin görüntüsü çıkartıldığında geriye kalan görüntü ile elde edilmekteydi. İşte geriye kalan görüntü her renk kanalı için 256 grey-level sunar. Eğer ki bilgisayardaki her görüntünün 2 noktadan oluştuğunu ve 8 bit'lik bir alan kullandığı düşünülüğünde 2^8 yani 256 farklı renk varyasyonu ortaya çıkar. Burada 0 en koyu rengi belirtirken 255 en açık rengi temsil eder (Ertan, 2010).

Co-occurrence matrix yaklaşıma dayalı 2. dereceden bir fonksiyondur.

$$g(i,j \mid d,\Delta) \quad (4.3)$$

Burada i ve j gray level'ı göstermekte yani i den j ye giden muhtemel renk değerini, d ise renk uzayı ve Δ ise yönü belirtir. Bu 2. dereceden fonksiyon co-occurrence matrisi oluşturur. Bu denklemle numuneye ait birçok özellikler saptanabilir. Numune analizi için gerekli olan önemli numune özellikleri kontrast ve entropi'dir (Ertan, 2010).

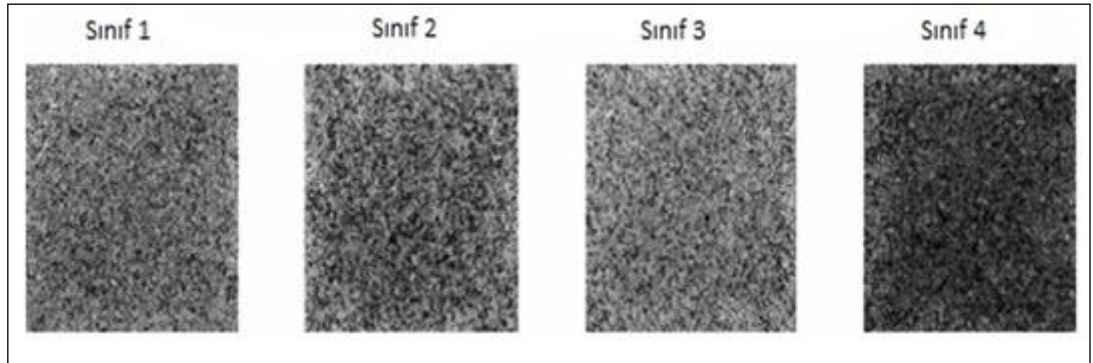
$$\text{Kontrast} = \sum_i \sum_j (i - j)^2 M(i, j | d, \Theta) \quad (4.4)$$

$$\text{Entropi} = - \sum_i \sum_j M(i, j | d, \Theta) \log M(i, j | d, \Theta) \quad (4.5)$$

4.2.2.3 Numune Görüntü Analizi Deneyi

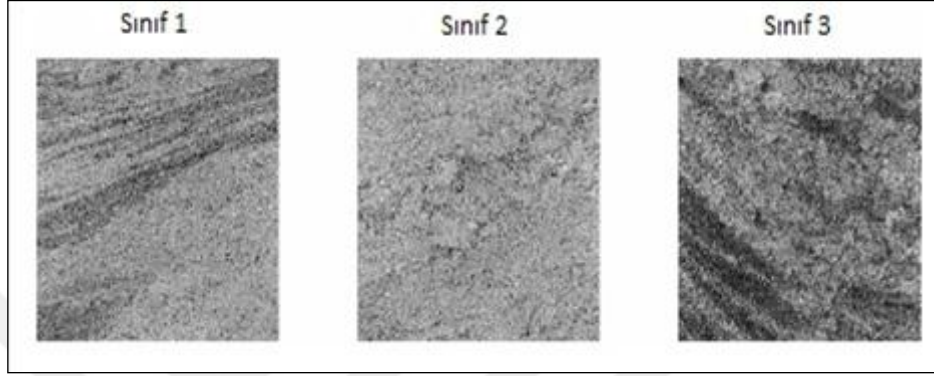
Bu deneyde 2 farklı numune yapısını temsil eden 118 görüntü numunelerden elde edildi. Numune boyutları 300x300 mm ve görüntü boyutu 1430x1430 piksel.

1.numune sınıfında 54 farklı numune bulunmaktadır. Bu numuneler homojen görünümlü fakat renklerinde çok azda olsa farklılıklar sunmaktadır. Üretici firma tarafından 54 numune benzer doku ve farklı renkleri temsil eden 4 farklı alt gruba bölünmüştür. Yapılan bu ön sınıflandırma şekil 4.4'te verilmiştir (Ertan, 2010).



Şekil 4.6 Numune sınıfındaki 4 farklı alt gruba bölünmüş numuneler (Ertan, 2010)

2. numune yapısında ise homojen olmayan 64 farklı numune bulunmaktadır. Bu numuneler kendi aralarında doku ve renk bakımından çok farklılık göstermektedir. Aynı partiden olan numunelerde dahi doku farklılığı ve renk farklılığı mevcuttur. İşte bu özellikler vasıtasıyla örnekler üretici tarafından 3 farklı alt gruba bölünmüştür. Her sınıfa ait örnek şekil 4.5’de verilmiştir (Ertan, 2010).



Şekil 4.7 Numune sınıfındaki 3 farklı alt gruba bölünmüş numuneler (Ertan, 2010)

Verilen numunelerin sınıflandırılması k-nearest neighbor metoduna dayanmaktadır. Bu metot simetrik olmayan özelliklerden dolayı geçerlidir. Bu metotta sınıfın her örneği bilinmeyen örneğe en yakın olan k örneği vasıtasıyla tarif edilir. Bilinmeyen örnek sınıfının onun en yakın komşu sınıfıyla aynı olduğuna karar verilir (Ertan, 2010).

4.2.2.3.1 Homojen Yapı Gösteren Numunelerin Sınıflandırılması. 1. numune grubundaki örneklerin sınıflandırılması spektrum özelliği ve istatistiksel ölçütler baz alınarak yapılmıştır. İstatistiksel değerler her örnek için hesaplanmıştır. Sınıflandırma k-nearest neighbor metodu kullanılarak, numune entropisi, kontrast, renk ve şiddeti (etkinlik derecesi) için ayrı ayrı yapılmıştır. Sınıflandırma boyunca k’nın değeri deneysel olarak 3 seçilmiştir. Tablo 4.2’de sınıflandırma sonuçları verilmiştir. Bu çizelge 4 sınıfın her birine atanan örnek miktarını verir. Bu sonuçlara göre, analiz özelliklerinden ortalama renk ve ortalama etkinlik derecesi en iyi ve en açık sonuçları verdi. Sınıflar arasındaki farklılık Grafik 4.1’de görülebilir (Ertan, 2010).

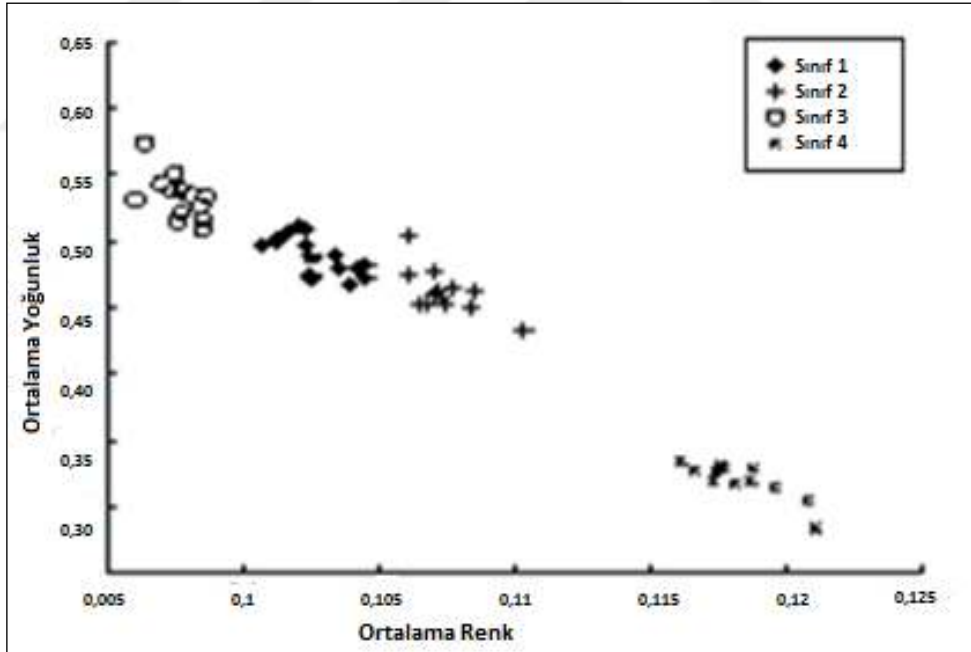
Tablo 4.2 Numune grubu için yapılan sınıflandırma sonuçları (Ertan, 2010)

Kontrast	Atanan sınıf			
Doğru sınıf	1	2	3	4
1	15	0	1	0
2	1	3	9	0
3	1	12	0	0
4	0	0	0	12

Entropi	Atanan sınıf			
Doğru sınıf	1	2	3	4
1	15	1	0	0
2	3	7	3	0
3	0	1	12	0
4	0	0	0	12

Ortalama E- Renk	Atanan sınıf			
Doğru sınıf	1	2	3	4
1	16	0	0	0
2	0	13	0	0
3	0	0	13	0
4	0	0	0	12

Ortalama etkinlik der	Atanan sınıf			
Doğru sınıf	1	2	3	4
1	13	2	1	0
2	3	10	0	0
3	1	0	12	0
4	0	0	0	12



Şekil 4.8. Numune grubu için ortalama renk ve etkinlik derecesi dağılımı (Ertan, 2010)

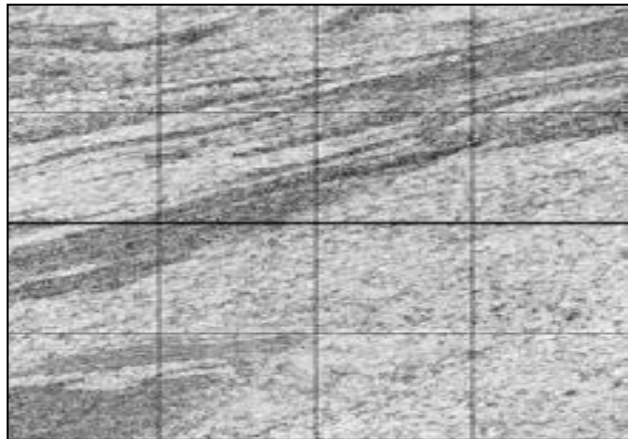
4.2.2.3.2. *Homojen Yapı Göstermeyen Numunelerin Sınıflandırılması.* Homojen olmayan numuneleri temsil eden 2. numune grubu örnekleri bu sınıflandırmada kullanılmıştır. Gerek doku gerekse renk parametreleri bakımından aynı grupta olan

bu numuneler kendi aralarında bile farklılık göstermektedirler. Bu yüzden yaklaşım numuneden elde edilen görüntünün bloklara bölünüp her bloğun analizinin yapılması şeklinde düşünüldü. Her örneğin blok özellik değeri dağılımı histogram olarak düşünülebilir. Benzer numune yapıları, numunelere ait bu özellikler histogramalarının karşılaştırılmasıyla bulunabilir (Ertan, 2010).

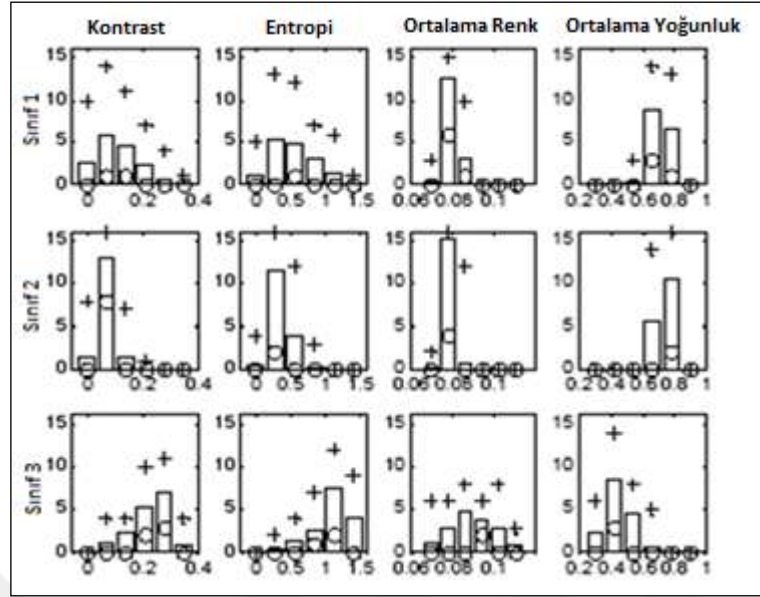
$$D = \sum_{i=1}^n |h_1(i) - h_2(i)| \quad (4.6)$$

Burada D uzaklık ölçüsü, h_1 ve h_2 ise histogramları, n ise numune dağılım miktarını göstermektedir. Bu yöntemle homojen olmayan numune yapıları sınıflandırılabilir.

Yapılan çalışmada, Optik görüntüler elde edildikten sonra numune görüntüsü bilgisayar ortamında 16 alt bloğa ayrılmıştır. Şekil 4.6' da elde edilen görüntünün bloklara bölünmesi verilmiştir. 16 alt blok'a ayırma işlemi daha önce yapılmış araştırmalardan bulunmuş bir değerdir. Bu yöntemle analiz için gerekli olan ortalama renk, ortalama etkinlik derecesi, yanı sıra doku özelliklerinden kontrast ve entropi her bir blok için hesaplanmıştır. Şekil 4.7'de her örnek sınıfına ait ortalama histogram değerleri verilmiştir (Ertan, 2010).



Şekil 4.9 Homojen olmayan numunenin bloklar halinde bölünüp analizinin yapılması



Şekil 4.10 Homojen olmayan 3 sınıfa ait numunelere ait ortalama özellik histogramları (maksimum göstergeler (+) ile minimumlar ise (o) ile işaretlenmiştir.) (Ertan, 2010)

2. numune sınıfındaki 64 örneğin her biri için 2 örnek arasındaki uzaklık D olarak tanımlanmıştır. Numuneler için yapılan sınıflandırmada 3-nearest neighbor method kullanılmıştır ve her örneğe ait sınıflandırma sonucu Tablo 4.3’de verilmiştir (Ertan, 2010).

Tablo 4.3 2. Numune grubu için yapılan sınıflandırma sonuçlar (Ertan, 2010)

Kontrast	Atanan sınıf		
Doğru sınıf	1	2	3
1	9	4	1
2	0	40	0
3	2	0	8

Entropi	Atanan Sınıf		
Doğru Sınıf	1	2	3
1	10	4	0
2	1	39	1
3	0	0	9

Ortalama Renk	Atanan Sınıf		
Doğru Sınıf	1	2	3
1	7	7	0
2	1	38	1
3	1	0	9

Ortalama etkinlik der.	Atanan sınıf		
Doğru sınıf	1	2	3
1	7	7	0
2	2	38	0
3	0	0	10

Sonuçlardan da görüldüğü gibi homojen yapı göstermeyen numuneler için yapılan analizde eğer kontrast ve entropi kullanılırsa en iyi sınıflandırma sonucu elde edilebilir. Tüm bu özelliklerin her numune için hesaplanma süresi 38 sn'dir. Matlab software kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bilgisayar 804 MHz, Pentium 3 CPU ve 256 MB ana bellek'e sahiptir (Ertan, 2010).



BÖLÜM BEŞ

SONUÇ VE ÖNERİLER

Görüntü analiz yöntemi ile yapılan kalite kontrol incelemesinde ise, özellikle çalışan personel hatalarını asgariye indirmesi, uğraştırıcı ve zaman alıcı işlem olan kalite kontrol bu sayede daha ucuz ve kolay bir şekilde analiz kolaylığı sağlayacaktır.

Günümüzde kullanılan kalite kontrol yöntemleri göz nizamı ile yavaş ve zahmetli bir şekilde yapılmaktadır. Tasarlanabilecek otomasyon sistemi ile sınıflandırma işlemi eskiye göre daha hızlı, pratik ve kaliteli bir şekilde yapılmaktadır. Buda ülkemiz endüstrisi ve işgücü kalitesini üst noktaya çıkarmada olumlu bir etki doğuracaktır.

Görüntü alma ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak görüntü analiz yöntemleri madencilik sektörü de dahil olmak üzere birçok disiplinde ölçme yöntemi olarak kendine kullanım alanı bulmuştur. Bilgisayar ve görüntü alma ve işleme alanlarındaki son derece hızlı gelişmelerin devam edeceği düşünüldüğünde, farklı alanlarda ve farklı şekillerdeki analizlerin de “görüntü analiz” yöntemiyle yapılması beklentisi ortaya çıkacaktır.

Ancak doğal ortamda alınan görüntülerin kalitesi ve kolay analiz edilebilirliği, görüntü alma cihazının kapasitesinin yanında ışığın konumundan da etkilenmektedir. Bu nedenle görüntüde bulunan gölgelerin, analiz çalışmalarındaki hataları en az düzeyde etkileyecek çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca görüntüde bulunan büyüklüklerin gerçek büyüklüklere çevrilmesinde, görüntü alma cihazlarının teknolojisi nedeniyle hatalar oluşabilmektedir. Bu hatalar en aza indirecek çalışmalar yapılmalı bunun yanında üç boyutlu analiz çalışmalarına imkân sağlayacak teknikler geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akkoyun, Ö., Ankara, H., (2007). Kalite maliyet modelleri ve mermer fabrikaları için bir uygulama. *Madencilik*, 46, 1, 3-14
- Akkoyun, Ö., (2006). *Mermer işleme tesislerinde kalite maliyetlerinin optimizasyonu*. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Akkoyun, Ö., (2010). Görüntü işleme yöntemlerinin mermer kalite seçiminde uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirme. M. Ersoy, M. Y. Çelik ve L. Yeşilkaya, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2010, Türkiye VII. Mermer ve Doğal taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 349-357
- Aksoy, B., (2010). *Nesne tabanlı görüntü analizleriyle heyelan lokasyonlarının belirlenmesi: Batı Karadeniz Bölgesi*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Arasan, S., (2011). *Görüntü analizi ile granüler zeminlerin bazı geoteknik özelliklerinin belirlenmesi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Bozkurtoğlu, E., (1996). *İTÜ kampüs alanındaki kayaçların yüzey pürüzlülüğünün görüntü analiz yöntemi ile araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Büyüksağis, İ. S. ve Bozkurt, R., (2001). Doğaltaş endüstrisinde standardizasyon ve kalite kontrolünün önemi ve genel uygulama alanları. Y. Kibici ve İ. S. Büyüksağis, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2001 Türkiye III. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 351-360
- Çonkar, K., Özdemir, Karaca,Y., Saylı, H., Ş. ve Kandemir, T., (2010). *Mermer sektörü rekabet analizi*. (1. Baskı). Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayını

Çankaya, G., (2013). *Görüntü işleme teknolojisi ile betonun bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Çelik, M., Y., (2004). Muğla beyaz mermerinin tane boyut dağılımının görüntü analiz yöntemi ile ölçülmesi. A. Akar, A. Seyrankaya, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *5.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 222-232

Çelik, M., Y., (2008). Görüntü analiz yöntemlerinin kayaç özelliklerinin nicel analizinde kullanılması. M. Ersoy, L. Yeşilkaya ve A. L. Dinçer, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2008 Türkiye VI. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 227-238

Çoban, S., (1995). *Konfeksiyon malzeme muayenleri*, Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Ders notu, İzmir.

Deliormanlı, A., Karakuş, D., Konak, G., Onur, A. H., ve Tosun, A. (2009). Kırmataş madenciliğinde görüntü işleme ve analiz uygulamaları. E. E. Yüce, E. Nasuf, C. Kuzu ve A. Koç, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *5. Ulusal Kırmataş Agregası (Beton, Asfalt), Çimento Hammaddeleri Madenciliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 63-75

Dönmez, S. ve Sarı, Y. S., (2005). Sayısal görüntü analizi tabanlı bir yüzey parlaklık ölçüm sistemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11, 3, 401-405

Ertan, O., (2010). *Mermer numunelerinde optik alma yöntemi ile kalite kontrol*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Seminer Dersi Ders Notu, İzmir

Fuente, F., Goodchild, J. S., (1998). Edge detection in petrographic images using the rotating polarizer stage. *Computer Geoscience*, 24 (8), 745-751

Gökay, M. K., Doğan, K. ve Gündoğdu, B.İ., (2008). Mermerlerin evlerde kullanılan temizleyicilerle renk değişimi mikro ölçekte inceleme. M. Ersoy, L. Yeşilkaya ve A. L. Dinçer, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2008 Türkiye VI. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 87-96

Gökay, M.K. ve Doğan, K., (2006). Mermerlerde hacimsel renk dağılımının araştırılması. M. Ersoy ve E. Ergün, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2006 Türkiye IV. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 131-139

Gökay M. K., Gündoğdu, İ. B., (2001). Mermer renklerinin sayısal analiz yoluyla sınıflandırılması ve mermer işleme tesislerindeki kullanılabilirliği. *Madencilik, Haziran- Eylül- Aralık*, 40, 3-10

Göker, A., (2004). *Yüzey kaplama taşı olarak kullanılan granitik kayaçların kalite yönünden karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Horozoğlu, E., (2013). *Görüntü işleme ile yüzey pürüzlülüğü ölçümü ve analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Karaca Z., (2001a). *Mermer işletmeciliği* (1.Baskı). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksek Okulu Yayınları No:01

Karaca, Z., (2001b). Mermercilikte örnekleme. Y. Kibici ve İ. S. Büyüksağis, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2001 Türkiye III. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 175-180

Karaca Z., (2003). Mermer blok kalite kontrolü. M. Ersoy, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM' 2003, Türkiye IV. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, M. Ersoy (Ed.), 497-503

- Karaca, Z., Onargan, T. ve Kun, N., (1995). Seleksiyon. *Mermer Dergisi, Türkmer*, 3, 23-26
- Karaca, Z., (1997). *Mermer işleme tesislerinin teknik ve ekonomik optimizasyonu*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Karaca, Z. ve Öztank, N., (2003). Mermerin mimari tasarımı. M. Ersoy, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM' 2003 Türkiye IV. Mermer ve Doğal taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, M. Ersoy (Ed.), 379-386
- Karaca, Z., (2010). *Mermer ders notu* (yayınlanmamış). Niğde Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Niğde
- Karakuş, D., (2006). *Görüntü analiz yöntemleri ile kayaçların yapısal özelliklerinin tanımlanması*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Karakuş, D., Onur, A. H., Konak, G., Deliormanlı, A. H. ve Şen S., (2007). İnce kesit görüntülerinden mineral yüzdesinin bulunmasında görüntü işleme yöntemlerinin kullanılmasının araştırılması. M. Kemal, T. Batar, E. Kaya, A. Seyrankaya, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *6.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 406-411
- Kocu, N. ve Dereli, M., (2003). Mermerlerin günümüz mimarisinde kaplama (duvar-döşeme) elemanı olarak kullanılması ve uygulama sorunları. M. Ersoy, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *MERSEM'2003 Türkiye IV. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 61-73
- Kulaksız, S., Engin, C. İ. ve Özçelik, Y.,(2008). *Bölüm 10 Doğaltaş (mermer) maden işletmeciliği*. Ş. Eskikaya, C. Karpuz, M. A. Hindistan ve N. Tamzok, (Ed.), *Açık ocak işletmeciliği el kitabı* (2. Baskı) içinde (517-611), Maden Mühendisleri Odası Yayını.

- Kurşun, İ., (2009). Dijital görüntü işleme ve klasik yöntemlerle iri tane boyut analizinin karşılaştırılması. Ü. İpekoğlu, A. H. Deliormanlı, S. Şen, G. Akar ve D. Karakuş, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *7.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 355-362
- Makinacı, M., Topal, A. ve Sinecen, M., (2007). Görüntü analizi ile agrega şekil özelliklerinin belirlenmesi. M. Kemal, T. Batar, E. Kaya. A. Seyrankaya, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, *6.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 105-111
- Milli Eğitim Bakanlığı (2011). Mesleki ve Teknik Eğitim Okul Kurumları Ders Notu, *Makine teknolojisi dersi, mermer plaka/ fayans kalite kontrol ve renk seleksiyonu*. 17 Kasım 2015. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Mermer%20Plakafayans%20Kalite%20Kontrol%20Ve%20Renk%20Seleksiyonu.pdf
- Onargan, T., Köse, H. ve Deliormanlı, A. (2006). *Mermer* (4. Baskı). İzmir: TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını
- Onat, M., (2008). *Dijital görüntü işleme yöntemleriyle lifli beton numunelerindeki çatlakların tespit edilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Önal, O., (2008). *Development and use of digital image analysis techniques for analyzing sectional characteristics of some geomaterials*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül University, İzmir.
- Özdemir, K., (2004). *Dijital görüntü işleme tekniği ile patlatma verimlilik analizi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir, K., Kahriman, A. ve Özer, Ü. (2007). Parçalanma tahmin modelleri ve dijital görüntü işleme yöntemi. H. A. Bilgin ve H. Elbir, (Ed.), TMMOB Maden

Mühendisleri Odası Yayını, V. *Delme Patlatma Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 81-91

Perincek, S. D., Duran, D. ve Kırtay, E., (2008a). Dünyada kalite kontrol ve toplam kalite kontrol uygulamaları (Bölüm I). *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2008/2 83-88

Perincek, S. D., Duran, D. ve Kırtay, E., (2008b). Dünyada kalite kontrol ve toplam kalite kontrol uygulamaları (Bölüm II). *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 2008/3, 171-173

Sarışık, A., Küçük, A., Sarışık, G. ve Polat, E., (2010). Mermer makinelerinde üretilen doğaltaş nihai ürünlerin kalite kontrolü ve standartlara uygunluğu. M. Ersoy, M. Y. Çelik ve L. Yeşilkaya, (Ed.), TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, MERSEM'2010, *Türkiye VII. Mermer ve Doğal Taş Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 349-357

Sezer, A., (2008). *Görüntü işleme teknikleri kullanarak farklı türde zeminlerin mikroyapısal özelliklerinin belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Sezer, Ö., Bilgin, M. ve Çakır, E., (1999). *Avrupa Birliği mermer ürünleri piyasası araştırması* (1. Baskı). İstanbul: İstanbul Ticaret Odası Yayınları No: 1999-17

Süer, İ., Şenol (2001). Mermer sanayi işletmelerinin temel sorunları. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 31-45

Toklu, N. E., (2008). *Bilgisayarlı görüntü işleme ile 3- boyutlu nesne tarama ve modelleme*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Topal, A., (2008). *Agregaların geometrik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yeni görüntü analiz yöntemleri geliştirilmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Yaman, Ö., (2012). *Granitlerde tane boyut dağılımının elastise modülü ve kohezyon Oranına etkisi*. Lisans Bitirme Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.

Zeki, İ. M., (2011). *Ürün yüzey hatalarının yayılım tabanlı görüntü işleme algoritmaları ile tespiti*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

