

46637

AFYON YÖRESİ
MERMER ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Maden Müh. Ömer YILDIZ

Anabilim Dalı : MADEN MÜHENDİSLİĞİ
Programı : MADEN MÜHENDİSLİĞİ

Tezin Enstitüye Teslim Edildiği Tarih : 13.01.1995

Tezin Savunmaya Girdiği Tarih : 03.02.1995

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Şinasi ESKİKAYA.....

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Senai SALTOĞLU.....

Prof. Dr. Nuh BİLGİN.....

ŞUBAT 1995

ÖNSÖZ

Türkiye ekonomisinde önemli bir yeri olan Mermercilik Sektörü'nde ki artık sorunlarının çözümü için bu çalışmaya beni teşvik eden Afyon yöresi mermer işletmecilerine, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi dekan vekili Doç. Dr. Ö. Faruk EMRULLAHOĞLU'na ve Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü başkanı Doç. Dr. Göktaş EDİZ'e teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışmanın başından sonuna kadar bana maddi ve manevi destek sağlayan İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü başkanı Prof. Dr. Senai SALTOĞLU'na ve özellikle tecrübe ve bilgileriyle bana yardımda bulunan danışman hocam İTÜ Maden Fakültesi dekanı Prof. Dr. Şinasi ESKİKAYA'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarında bana maddi imkan ve çalışma ortamı sağlayan OZAN MERMER sahibi Hamza OZAN ve REİS MERMER sahibi Sahib UYSAL beylere de ayrıca teşekkür ederim.

01.01.1995

Ömer YILDIZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	vi
ZUSAMMENFASSUNG.....	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. MERMERİN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE TÜRLERİ.....	2
2.1.Tanım.....	2
2.2.Mermerin Sınıflandırılması.....	2
2.2.1.Mineral Tane Boyutlarına Göre.....	3
2.2.2.Mineral Bileşim ve Oranlarına Göre... ..	3
2.2.3.Yapı ve Dokularına Göre.....	3
2.2.4.Jeolojik Olarak.....	4
2.3.Mermer Türleri.....	4
2.3.1.Hakiki Mermerler.....	4
2.3.2.Kristalize Kalkerler (Kireçtaşları).....	4
2.3.3.Travertenler.....	5
2.3.4.Oniks Mermerler.....	5
2.3.5.Mermer Yerine Kullanılan Mağmatik Taşlar.....	6
2.4.Afyon Mermerleri.....	7
2.4.1.Afyon Gri (Duman, Gök).....	7
2.4.2.Afyon Şeker.....	7
2.4.3.Afyon Kaplanpostu.....	8
2.4.4.Afyon Kaymak.....	8
2.4.5.AfyonMenekşe.....	8
BÖLÜM 3.MERMERCİLİK SEKTÖRÜNDE OLUŞAN ARTIKLAR10	
3.1.Tanım.....	10
3.2.Oluşum Yerlerine Göre MermerArtıkları.....	10
3.2.1.Ocaklarda Oluşan Artıklar.....	10
3.2.2.Fabrikalarda Oluşan Artıklar.....	12

3.3.Artıkların Boyutlarına Göre Sınıflandırılması.....	13
3.3.1.Kapaklar.....	13
3.3.2.Molozlar.....	13
3.3.3.Paledyenler.....	14
3.3.4.Tozlar.....	15
3.4.Artık Toz Oluşum Üniteleri.....	15
3.5.Oluşan Artık Toz Miktarı.....	16
3.6.Fabrika Atıksuyundaki Parçacıkların Boyut Analizi.....	18
3.7.Atıksudaki Mermer Artıkların Kazanılması.....	19
BÖLÜM 4.MERMER ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ...	22
4.1.Seramik Sanayi.....	25
4.2.Plastik Sanayi.....	27
4.3.Çimento Sanayi.....	29
4.4.TarımSanayi.....	31
4.5.Yem Sanayi.....	32
4.6.Boya Sanayi.....	32
4.7.Kağıt Sanayi.....	33
4.8.Yapı Malzemeleri Sanayi.....	34
4.9.Diğer Kullanım Alanları.....	36
BÖLÜM 5. PARÇA PLAKA ARTIKLARIN (PALEDYEN)	
DEĞERLENDİRİLMESİ.....	37
5.1.Paledyenlerden Plaka Mermer Elde Edilmesi.....	38
5.1.1.Parçaların Hazırlanması.....	38
5.1.2.Bağlayıcıların Hazırlanması.....	39
5.1.3.Yapıştırma İşleminin Yapılması.....	39
5.1.4.Elde Edilen Blokların Kesilmesi.....	40
5.1.5.Ebatlandırma.....	40
5.1.6.Parlatma ve Cilalama.....	42
5.2.Plakaların Dayanımlarının Araştırılması.....	43
5.3.Plakaların Maliyet Hesabı.....	45
5.3.1.Akemi ile Yapıştırılan Plakaların Maliyet Hesabı.....	45
5.3.2.Polyester ile Yapıştırılan Plakaların Maliyet Hesabı....	46
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	51

ŞEKİL LİSTESİ

ŞEKİL 1.1a,b:Ocaklarda Oluşan Artıklar.....	13
ŞEKİL 1.2:Ocaklarda Acığa Çıkan Molozlar.....	16
ŞEKİL 4.1a,b:Doğaya Atılan Artık Mermer Tozları.....	27
ŞEKİL 4.1c:Doğaya Atılan Artık Mermer Tozları.....	28
ŞEKİL 4.2:Portlant ve Portlant Kireçtaşı Çimentoların Boyut Dağılımı	34
ŞEKİL 4.3:Farklı Agregalarla Hazırlanmış Beton Numunelerin Dayanım Eğrileri.....	35
ŞEKİL 4.4a,b,c:Presleme Yöntemiyle Elde Edilen Yapı Malzemesi Mamül mekleri.....	42
ŞEKİL 5.1:Çimento Harçı Dökülmeye Hazır Beklemekte Olan Kaldırma Serilmiş Palelyenler	43
ŞEKİL 5.2a,b:Elde Edilen Plakalardan Örnekler.....	48
ŞEKİL 5.2c:Elde Edilen Plakalardan Bir Örnek.....	49
ŞEKİL 5.3:Zemin Üzerinde Darbe Uygulanarak Kırılmış Plakaların Görünümü.....	51
ŞEKİL 5.4:Destek Üzerindeyken Darbe Uygulanarak Kırılmış Plakanın Görünümü.....	52

TABLO LİSTESİ

TABLO 2.1:Afyon Mermerleri Kimyasal Analizi.....	11
TABLO 3.1:Fabrika Atık Suyundaki Parçacıkların Boyut Analizi.....	21
TABLO 4.1:Mermer Artıklarının Kullanım Alanları ve Oranları.....	29
TABLO 4.2:Plastik Katkı Maddeleri ve Oranları.....	33



ÖZET

Bu çalışmada; Türk madenciliğinde önemli bir payı olan "Afyon Yöresi Mermerleri"nden açığa çıkan artıkların değerlendirilebilme olanakları araştırılmıştır.

Mermer artıklarının katkı veya dolgu maddesi olarak saf kalsit yerine, kalsit ile birlikte yada tek başına kullanılabileceği alanlar araştırılmıştır.

Afyon yöresi mermer ocağı ve işleme tesislerinde oluşan mermer artıklarının cins, boyut ve miktarı ile ilgili araştırmalar yapılmıştır.

Oluşan her bir artık çeşidi için uygun kullanım alanları araştırılmış, kullanım oranı ve miktarları ile ilgili tespitler yapılmıştır. Mermerin bu kullanım alanlarındaki etkinliği ve önemi araştırılmıştır.

Mermer artıklarının en küçük boyutundan en büyüğüne kadar tamamının değerlendirilebildiği ve üretiminde ana hammadde olarak kullanıldığı "Yapı Malzemesi Karoları"nın imalat yöntemi araştırılmıştır.

Mermerin işlenmesi esnasında ortaya çıkan ve "Paledyen" adı verilen mermer artığı parça plakaların çeşitli bağlayıcılarla yapıştırılarak yeniden blok ve ebatlı palaka mermer elde edilebilmesi için çalışmalar yapılmıştır.

Yapıştırılmış bloklardan elde edilen plaka mermerlerin maliyet hesabı yapılarak her bir bağlayıcıyla elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca elde edilen plakaların doğal plakalarla karşılaştırmalı olarak dayanımları araştırılmıştır.

VERWERTUNG DER RESTLICHEN MARMORE AFYON'S GEBIET

ZUSAMMENFASSUNG

Der Marmorsektor der Türkei ist , hauptsächlich in der letzten zwanzig Jahre, einen wichtigen technologischen Fortschritt gemacht worden.

Die Produktion der Blockmarmors in den Bergwerke und der bearbeitete Plattenmarmors in den Fabriken wurden vermehrt . Deshalb wurde die Menge der Produktionsreste, die sich herausgestellt haben, als parallel zu diesem Thema zum wichtigen Niveau erreicht. Diese herausstellende Reste verursachen ein großes Problem für die Marmorsbetriebe und besonders die Natur.

In dieser Arbeit wurden die Verwertungsmöglichkeiten untersucht, der Marmorreste von Afyon 's Gebiet , das eine wichtige Rolle im türkischen Marmorsektor hat .

Die Bereiche werden untersucht , im die Marmorreste mit dem Kalk als die Einfüllungsstoffe verwendet zu werden . Die Herstellungsverfahren des Einbaukaros , das die Reste von den kleinsten Größen bis zum größten ganze Mengen verwertbar sind und bei der Herstellung als wesentliches Rohstoff verwendet werden , wurden nachgeforscht .

Die Arbeiten über die Wiederherstellung des Plattenmarmors und des Blockmarmors bei der Klebung von der Plattenreststücke , die bei der Bearbeitung des Marmors herausgestellt wurden , mit der verschiedenen Bindungsstoffe wurden gemacht.

Die Marmore von Afyon sind überall berühmt mit der als " Afyon Beyazı (Weiß) " und " Afyon Şekeri (Zucker) " genantene Arten . Diese Marmore sind reich im Hinblick auf CaCO_3 (~ %95-99 CaCO_3) und weiß.

Diese , die verschiedene Farben und Ansichten haben , enthalten fremde Mineralen . Weshalb verringert das Verhältnis von CaCO_3 , in manchen Arten , bis zum %84 .

Die paleozoische alte Marmore von Afyon entsteht aus der Kalsitkristalle mit den medium Körnen, die das granoblastische Einbau haben.

Die Marmors , die sich in der Afyoner Metamorfite , die aus der grüne Minerale entstehen , als die Linse befinden , werden bedeckt von der Neojenvulkanite.

Alle Marmorstücke und -stäube , die aus der Produktmarmor-herstellung übriggeblieben haben , und die beim Abbauen des Marmors aus dem Bergwerk und bei der Bearbeitung der Blöcke, die im Bergwerk hergestellt wurden , in der Fabrik entstehen, werden als die Reste im Marmorsektor genannt .

Die Größe und die Forme dieser Reste sich ändern im Hinblick auf die Bergbauaggregate , die in der Berkwerke verwendet werden , die Längen des in der Fabrik geschnittbares Marmors , die Eigenschaften der in den Fabriken verwendende Sägemaschinen und die Fehler , die sich im Einbau des Marmors befinden können.

Meistens entstehen die Reste in Form vom Schutt, der gebrochenen Stückplatten und dem Staub . Weil in der Fabrik wäsrig Sägen gemacht werde, werden die staubische Reste Schlamm gebildert .

Viele verschiedene Verfahren werden verwendet, um die Marmor-staubreste im Schlamm wieder zu gewinnen. Diese Verfahren wurden in dieser Arbeit einzelnstehend erläutert. Nebenbei ein verwendbares Verfahren

da für, eine saubere Reste entsteht werden kann, wurde empfohlen.

Die Verwendungsbereiche, in den zu entstehender reiner Rest verwertet werden kann, wurde untersucht. Die Bestimmenarbeit für die Verwendungsmenge zusammenhängend mit diesen Verwendungsbereiche, wurde gemacht.

Die Marmorreste haben Verwendungsmöglichkeit in den verschiedenen Bereiche, grundseatzlich Keramik-, Plastisch-, Zement-, Landwirtschaft- und Papierindustrie. Die einzelheitliche Erklärungen für die verbreitete Verwendungsbereiche.

Das Herstellungsverfahren für Einbaustoffkaros, beim Alle von der Marmorreste verwertet werden können, wurde durchgesucht, und der Grund des Verfahrens wurde detailliert erleautert.

Das Wesen des Verfahrens ist: In verschiedenen Größen gebrochene und gemahlte Marmorreste werden im Hinblick auf ihre Farben und Größen. Beim Nehmen als bestimmte Verhältnisse von jeden Gruppe werden. Diese Vermischt mit dem Wasser und Zement in Hinblick auf die Flächänsicht und die andere Eigenschaften des Karos, der hergestellt werden möchte. Dann diese Vermieschung wird unter einembestimmen Druck mit der automatischen Presse zusammengepreßt.

Am Ende dieser Bearbeitung können die Karos erhalten werden, die robuster und besser als naturalen Marmor.

Die Forschungen, damit die Stückplatteresten verwertet werden können und die partiale Verwertenden mehr wirtschaftlich gemacht werden, bestehen das wichtigste Teil dieser Arbeit.

Beim Herstellung des Plattenmarmors in bestimmen Größe vom Blockmarmor, entstehen die Stückplatten in kleineren Größe als die gewünschte Länge. Diese Feste werden heutige geleaufig als Bodenplatte verwendet.

Die Plattereste besonders in mehreren Größe werden bei den Sägemaschinen in bestimmten Forme und Länge gesägt und werden auf dem Mörtel in der Form von guten Ziehungen breitet. Zwieschen den diesen Stücke wird weiße oder fabrige Zementbrühe eingegeben .

Nach dem Trocknen wird sie mit der Polierschaufel poliert und die gewünschtes Ergebnis wird erhalten . Die wichtigste Arbeit in der Verwertung der restlichen Plattenstücke ist die Erhaltung des Platte und Blockmarmors beim kleben die Platte . Die restliche Plattenstücke , die genug Größe haben werden ausgesucht und in den betimnten Massen klassifiziert . Die Stücke werden gewascht , um die Staube auf deren fläche zu entfernen. Nach dem Trocknen ist es fertig zu kleben.

Die gefertigte Stückenplatte sind geklebt werden. Beim verwenden zwei verschiedene bestimmte geeignete Verbindungsstoffe, und ein Block in der bestimmten Größe wurde erhalten. Diese erhaltende Blöcke, wie naturale Marmore, werden gesägt und die Platten werden erhalten. Die Platten werden wie der geschnitten , dann poliert und sie sind fertig , um in Markt zu geben .

Hier, ein wichtiges Thema ist ordnung der geklebende Platten in der Form von guten Ziehungen in Reihen, nach dem Schneiden des Blocks.

Das Herstellungskosten der beiden Verbindungsstoffe herstellenden Blocks und Platte wurde gerechnet und vergleicht . Im Ergebnis von diesen Arbeiten wird es bestimmt , daß dieses Verfahren wirtschaftlich und geeignet ist .

Die wichtigste Einsatz dieser Arbeit für das Marmorsektor ist ; für Marmorreste , die für Marmorsektor die größte Verlust sind und mit der Zeit die Natur vermehrt werden , können Verwertungs-möglichkeiten bestimmen .

Die Reste wird jeder einzeln bestimmt und klassifiziert . Für jeden Arten hat geeignete Anwendungsbereiche gefunden .

Marmore , die das kleinste Verhältnis von CaCO_3 sind , Geeignete Reinigungsverfahren wird von der Marmorsreste , die das kleinste Verhältnis von CaCO_3 sind , saubere CaCO_3 Reste erhalten und bieten den Unternehmern an .

Durch Stücksplattereste wieder Verwendung wurde für die Markt mehr Interessant, gutes Aussehen und in der Form von guter Ziehnungs-plattemarmor erhalten .

Wenn diese alle Arbeitunge aufgepaßt werden und sich angestrengt werden, kann man weniger Reste, weniger wirtschaftliche Verlust und am wichtigsten die Natur nicht vernichtet werden, entstehen.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Türkiye mermercilik sektöründe, özellikle son yirmi yılda, teknolojik olarak önemli ölçüde gelişmeler olmuştur. Bu zaman sürecinde üretim kalitesi ve kapasitesinde sevindirici sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan istatistiklere göre; çalışan ocak, blok üretimi ve işlenmiş plaka mermer üretimi yönünden Balıkesir ve Afyon illeri en büyük paylara sahiptirler.

Afyon ili sınırları içerisinde küçük büyük yaklaşık 400 kadar mermer işleme fabrikası vardır. Bunlardan özellikle küçük olanların artıkları, fabrikaların yanındaki araziye atılmaktadır. Orta ve büyük kapasiteli fabrikalar ise; çöktürme havuzlarında biriktirdikleri artık çamuru belediyenin gösterdiği alana dökmektedirler. Ancak Afyon valisinin yaptırmış olduğu araştırmalar ve kendi gözlemleri sonucunda mermer artıklarının şahıslara ait tapulu arazilere atıldığı ve oldukça kötü bir düzensizlik yaşandığı tespit edilmiştir.

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ocaklarda blok mermer ve fabrikalarda işlenmiş plaka mermer üretimi artmış ve buna paralel olarak da ocaklarda ve fabrikalarda açığa çıkan artık miktarları çok ileri boyutlara ulaşmıştır. Fabrikalarda mermerin işlenmesi esnasında ortaya çıkan artık (mermer şlamı), mermer işleme tesisleri için ve özellikle doğa için büyük bir sorun olmaktadır.

Mermercilik sektörüne ait diğer sorunlarla birlikte artık sorununun da çözülebilmesi için Afyon Ticaret ve Sanayi Odası öncülüğünde bir

komite oluşturularak Afyon'da bir "Mermer İhtisas Merkezi" kurulması planlanmaktadır.

Sorunların çözümüne katkıda bulunmak amacıyla yapılan bu çalışmada; Türk mermerciliğinde önemli bir payı olan "Afyon Yöresi Mermerleri" nden açığa çıkan artıkların değerlendirilebilme olanakları araştırılmıştır.



BÖLÜM 2

MERMERİN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE TURLERİ

Mermerin tanımı bilimsel (jeolojik) ve endüstriyel anlamda olmak üzere iki ayrı açıdan yapılmaktadır. Bu nedenle de mermerin sınıflandırılması yapılırken, endüstriyel anlamdaki tanımı dikkate alınmaktadır.

2.1. Tanım

Bilimsel olarak " mermer " ; kireçtaşı (CaCO_3) veya dolomitik kireçtaşı [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)$] gibi karbonatlı kayaların basınç ve ısıнын etkisiyle metamorfizmaya uğrayarak yeniden kristalleşmesi (rekristalizasyonu) sonucu oluşan, içerisinde bulunan tali derecedeki minerallerden dolayı çeşitli renklerde olabilen ve kesilip parlatılabilen CaCO_3 esaslı taşlara denilmektedir.

Endüstriyel anlamda "mermer"; kesilip parlatılabilen her cins taş mermer olarak kabul edilmektedir. Taşın cinsi ve içeriği ne olursa olsun büyük ebatla blok elde edilebilme, kesilme ve cilalanma gibi özellikler göstermesi, o taşın mermer olarak kabul edilmesine kafi gelmektedir. Bunlardan granit, diyabaz, lösitli siyenit, fanolit ve serpantinler gibi mağmadan türeyen kayalar da bu suretle mermer tanımının içine girmektedir.

2.2. Mermerlerin Sınıflandırılması

Mermerler, oluşum esnasındaki şartlara bağlı olarak farklı mineralojik, kimyasal ve yapısal özelliklere sahip olmaktadır. Buna bağlı olarak, mermerler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

2.2.1. Mineral Tane Boyutlarına Göre

- a) İnce taneli mermer (1 mm)
- b) Orta " " (1-5 mm)
- c) İri " " (5 mm ile 1-2 cm)

2.2.2. Mineral Bileşim ve Oranlarına Göre

- a) Mermer; %95 kalsit (CaCO_3) içerir. Masif yapıda ve taneli dokuya sahiptir. Kuvars ve mika gibi diğer mineralleri içerebilir.
- b) Kalkşist; %60-70 kalsit içerir. Şisti yapıda ve yönlü dokuya sahiptir. Klorit, epidot, mika ve lepidolit gibi diğer mineralleri içerebilir.
- c) Spolen; %80 kalsit içerir. Şisti yapıda ve yönlü dokuya sahiptir. Flonapit, tremotil, diopsit, plajioklas ve gröna gibi diğer mineralleri içerebilir.
- d) Mermer-Skarn; %80-90 kalsit içerir. Masif yapıda ve taneli dokuya sahiptir. Epidot, diopsit, gröna, olivin ve plajioklas gibi diğer mineralleri içerebilir.

2.2.3. Yapı ve Dokularına Göre

- a) Masif mermer; kompakt görünümlü, ince ve iri tanelidir.
- b) Laminar mermer; renkli şeritli görünümde, ince taneli şeritler farklı mineral veya elementler içerirler.
- c) Şisti mermer; yapraklı yapıda ve önemli miktarda mika içermektedir.
- d) Breşik mermer; tekrar kırılmış ikincil minerallerle dolgulanmıştır. Ana dolgular farklı renk ve mineral içerikli olabilirler.

2.2.4. Jeolojik Olarak

- a) Mağmatik taşlar (Granit, diyabaz, siyenit vb.)
- b) Metamorfik taşlar (Hakiki mermerler, kireçtaşları vb.)
- c) Sedimanter taşlar (Travertenler, oniks mermerler vb.)

2.3. Mermer Türleri

2.3.1. Hakiki Mermerler

Metamorfizma olayı sonucunda kalker ve dolomitik kalkerlerin yeniden kristalleşmesiyle meydana gelmiş mermerlerdir. Bileşimlerinin %90-98'i CaCO_3 'dan oluşmaktadır. Düşük oranda MgCO_3 içermektedir. CaCO_3 kristallerinden oluşan mermerlerde esas mineral "Kalsit" tir. Aynı zamanda az miktarda silis, silika, feldspat, demiroksit, mika, florin ve organik maddeler bulunabilir. Renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. Fakat yabancı maddeler nedeniyle sarı, pembe, kırmızı,

mavimsi, esmerimsi ve siyah gibi renklerde de olabilirler. Mikroskop altında incelendiğinde, birbirine iyice kenetlenmiş "Kalsit Kristalleri"nden oluştuğu görülür.

2.3.2. Kristalize Kalkerler (Kireçtaşları)

Kimyasal çökeltme veya içine kalkerli organik bakiyelerin girmesi ile meydana gelen bu cins mermerler, sonradan kristalleşirler. Bu arada bünyelerine grafit, kil, demir ve değişik metal oksitleri alabilirler. Bazı cinslerinde fosillere de rastlanır. Tektonik breşler ve pudingler de bu gruba dahildirler. Kristalize kalkerlerin birçokları tektonik hareketlerin tesiriyle değişik yön ve doğrultularda çatlar ve kırılırlar. Sonradan bu çatlak ve kırıklar madensel bir çimento ile dolar. Böylece tektonik breşler ve breşimsi mermerler meydana gelmiş olur.

Kristalize kalker olarak bilinen, mermerleri oluşturan kalkerler; çok saf oldukları zaman, bileşimlerinde %56 CaO ve %44 CO₂ bulundurlar. İçerisinde %10'dan fazla MgCO₃ bulunan kalkerlere dolomitik kalker denir. Bu miktar %45-50 oranında olursa dolomit adını alır.

2.3.3. Travertenler

CaCO₃'lu magma getiriminin (sıcak kaynak suları) atmosferle temas ettikleri yeryüzüne çıkış yerlerinde çıkış anındaki basınca, suyun sıcaklığına ve içerdikleri madensel tuzların yoğunluğuna bağlı olarak amorf veya çok küçük kristalcikler halinde CaCO₃'lu çökelek meydana getirirler. Magma suyunun sıcaklığı çok fazla ve kalsiyum bikarbonat

oranı çok yüksek olursa; çökelme hızla meydana gelecektir. Bu şekilde meydana gelen oluşuma traverten çökmesi denir. Bu taşların çok delikli, hafif ve fazla miktarda bitki sap ve yaprakları içerenlerine "Kalker Tüfü" denir.

2.3.4. Oniks Mermerler

Mağma getirmesi CaCO_3 'lu suyun sıcaklığı oldukça düşük, içeriği bakımından daha fazla madeni tuzlar içermekte ve su miktarı da az ise; çökelme işlemi daha yavaş bir şekilde gerçekleşecektir. Bu şartlarda meydana gelen taş; kristalize, yoğun ve oldukça saydamdır. Bu taşlara oniks mermer veya "Su Mermeri" denilmektedir. Genellikle beyaz, kırmızı, sarı ve yeşil renkte olup yarı saydamdırlar. Işık 1-3,5 cm derinliğine geçebilir. Gerçek Oniks; bileşimi silis olan bir Kalsedon taşıdır. Ziyet eşyası olarak kullanılır. Oniks mermeri ise; bünyesi Gerçek Oniks'e az çok benzer olmakla beraber, bileşim olarak CaCO_3 'dan oluşmaktadır. Kristal taneleri aragonittir.

2.3.5. Mermer Yerine Kullanılabilen Mağmatik Kökenli Taşlar

Bunlar gerçekte mermer olmadıkları halde, mermerin endüstriyel tanımını içerisinde değerlendirilen, güzel görünümlü, cila kabul eden ve yeterince büyüklükte blok elde dileyen mağmatik kökenli kayalardır. Bileşimlerinde kuvars, hornblend ve diğer silikatlar bulunur. Bu yüzden blok üretimleri, kesilip parlatılabilmeleri oldukça zordur. Fakat diğer mermer cinslerine göre daha dayanıklıdırlar. Granit, diyabaz, lösitli

siyenit ve serpantinler ülkemizde en çok tanınan mağma kökenli mermer örnekleridir.

—Granitler; bleşimi kuvars, feldspat ve mika olan mağmatik taşlardır. İçerisindeki silis miktarı %68-72 oranındadır. Tane büyüklüğü her granitte farklıdır ve rengi feldspata bağlıdır. Yüksek basınç dayanımına

(1500-2000 kg/cm²) sahiptirler ve aşınmaya karşı da oldukça dirençlidirler.

—Diyabazlar; yeşil ve yeşilin tonlarında görünüme sahip sert mermerler grubunu oluşturan, derin mağma kökenli yarı derinlik kayaçlarıdır. Kimyasal bileşimdeki silis oranı %45-52 arasında değişmektedir. Mineral bileşimleri proksen ve plajioloklaslardan oluşmaktadır. Hiç bir zaman kuvars ve feldspatları içermezler.

—Siyenitler; kabaca "kuvarssız granit" olarak bilinirler. Renkli elemanlarına göre isim alırlar. Biotitli siyenit, hornblendli siyenit, ojitli siyenit ve lösitli siyenit gibi. Granitlerden kuvarsın azalması ile ayrılan bu taşlar nadiren porfirik dokulu, iri veya ince tanelidirler.

—Serpantinler; olivin ve olivinli peridot, gabro ve diyabaz gibi mağma taşlarının, suyun tesiri ile hidratlaşmasıyla meydana gelirler. Bazen de dolomitin sıcak SiO₂'li sudan etkilenmesinden meydana gelirler. SiO₂ içerikleri %45'den azdır. Renkleri; yeşil, sarımsı, kırmızı, kahve ve siyahımsıdır. Değişik renkler nedeniyle genelde lekeli ve alacalı görünüştedirler. Oldukça yoğun ve serttirler.

2.4. Afyon Mermerleri

Afyon kaymağı (beyazı) ve şekeri diye ün yapmış Afyon mermerleri, diğer çeşitleriyle birlikte genel olarak Afyon'un İscehisar ilçesi çevresinde bulunmaktadır. Paleozoik yaşlı Afyon mermerleri; granoblastik tekstür gösteren, orta taneli kalsit kristallerinden oluşmuştur. Yeşil şist fasiyesi minerallerinden oluşan, Afyon metamorfikleri içinde mercek olarak bulunan mermerler, neojen volkanitleri tarafından örtülmektedirler. Afyon mermerleri görüntüleri nedeniyle oldukça fazla sayıda isimle anılırlar (Afyon kaymak, şeker, menekşe, kaplanpostu, buludi, hareli, grili beyaz ve dumanlı beyaz gibi.). Ancak bunların çoğu diğer özellikleri yönüyle hemen hemen birbirinin aynıdır. Bu nedenle Afyon mermerlerini beş ana isim altında ifade etmek daha anlamlı olacaktır.

2.4.1. Afyon Gri (Duman, Gök)

Bazen açık bazen de koyu bantlar gösteren, açık veya kül grisi renkte, tamamen sakaroid yapıli kalsit kristallerinden oluşmaktadır. Bulunduğı alanda yatay yönde Afyon şekere, düşey yönde ise Afyon şeker ve kaymağı yavaş yavaş geçişler gösterir.

2.4.2. Afyon Şeker

İnce altın sarısı damarlar gösteren beyaz renkli, orta büyüklükte kalsit kristallerinden oluşmuş masif yapıda bir mermerdir. Damarlar bazen koyulaşır ve mermere bal rengini verir. Bu tip mermere "Afyon

Golden" denilmektedir. Genel olarak yatay yönde Afyon griye, düşey yönde ise Afyon kaymağa geçiş gösterir.

2.4.3. Afyon Kaplanpostu

Koyu gri ve siyah damarlar gösteren, bazen mavimsi, genellikle koyu ve açık kül grisi renkli, sakaroid yapılı, orta büyüklükte kalsit kristallerinden oluşmuş bir mermerdir. Damarlar boğumlar halinde konsantre olabildikleri gibi, breşimsi yapılar da gösterebilirler. Kaplanpostu ismi bu nedenle verilmiştir. Yatay ve düşey yönde Afyon griye hissedilmez şekilde, yer yer de Afyon şekere ani geçişler gösterir.

2.4.4. Afyon Kaymak

Kar beyaz renkte, sakaroid yapıda, ince ve orta taneli kalsit kristallerinden oluşmuş bir mermerdir. Bütün Afyon yöresinin en güzel ve en saf mermeri olup, anıt ve heykellerin yapımında kullanılabilir. Bulunduğu alanda yatay ve düşey yönde Afyon şekere geçiş gösterir. Zaman zaman ince altın sarısı damarlar şeklinde yönelmeler görülür.

2.4.5. Afyon Menekşe

Beyaz renkli olup, yer yer ince yaldızlı sarı damarlar içermektedir. İçerisinde çok az miktarda bulunan yabancı minerallerden kaynaklanan ve mor renkte kendini gösteren ince damar veya eser görüntülerden dolayı menekşe ismini almıştır.

Diğer isimlerle anılan Afyon mermerleri de, içlerinde bulunan yabancı minerallerin renklerine göre isim almaktadırlar.

Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre; Afyon mermerleri içerisinde yabancı madde olarak dikkate değer en fazla hematit (Fe_2O_3) ve kuvars (SiO_2) bulunmaktadır. Bunlarla birlikte mermer içerisinde bulunan ve mermere renk kazandıran klorit, serizit, manyetit vb. minerallere rastlanmaktadır.

Yukarıda isimleri geçen Afyon mermerlerine ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1 : Afyon mermerleri kimyasal analizi. [1]

MERMER CİNSİ	% CaCO_3	% SiO_2	% Fe_2O_3
Afyon Kaymak	98,72	0,22	0,27
Afyon Şeker	96,83	0,67	0,25
Afyon Gri	94,07	0,67	0,05
A. Kaplanpostu	85,38	1,55	0,29
Afyon Menekşe	84,87	3,61	0,71

BÖLÜM 3

MERMERCİLİK SEKTÖRÜNDE OLUŞAN ARTIKLAR

3.1. Tanım

Mermerin ocaktan çıkarılması, ocaktan çıkarılan blok mermerin fabrikada işlenmesi esnasında ortaya çıkan ve mamül mermer üretiminden geriye kalan bütün mermer parça ve tozları, mermer artığı olarak kabul edilmektedir.

Bu artık parçalarının şekil ve boyutları; ocaklarda kullanılan madencilik ekipmanlarına, fabrikalarda kesilebilecek blok mermerin büyüklüğüne, fabrikalarda kullanılan kesme makinalarının özelliklerine ve bunlarla birlikte mermerin yapısında bulunan arızalara bağlı olarak değişmektedir.

Mermer artıklarını oluşum yerlerine ve boyutlarına göre ayrı ayrı sınıflandırmak mümkündür.

3.2. Oluşum Yerlerine Göre Mermer Artıkları

3.2.1. Ocaklarda Oluşan Artıklar

Ocaklarda bulunan mermerler doğal bir kaya halindedir. Ocak kazı ekipmanlarıyla blok mermer üretimi yapılırken kesme işlemi esnasında az miktarda mermer kırıntısı ve tozu oluşmaktadır. Bunların

da ocak içerisinde dağılması ve kirlenmesi nedeniyle fazla bir önem taşımadığı tespit edilmiştir.

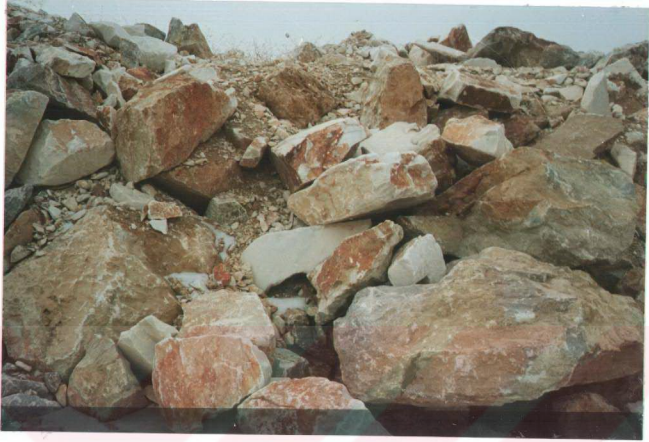
Ocakta ana kütleden koparılan ve çok iri boyutlarda olan blokların sayılanması (Belirli ebatlarda blok elde edilmesi için alt , üst ve yanlardan kesilmesi.) esnasında "Kapak" adı verilen parçalar ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca, mermer ocağında bulunan arızalar, faylar ve benzeri nedenlerden dolayı, blok üretimi yapılırken ortaya çıkan ve blok elde edilemeyen iri boyuttaki molozlar açığa çıkmaktadır. Bunlara ocak pasası denilmektedir. Mermer ocaklarında oluşan bu artıklar ocakların kenarlarında biriktirilerek kendi haline terkedilmekte veya mozayik yapımında kullanılmak üzere, isteyen firmalara çok düşük fiyatlarla satılmaktadır. Şekil 3.1a ve b 'de ocak kenarlarına altılan mermer artıkları görülmektedir.



- a -

Şekil 3. 1 a , b : Ocaklarda oluşan artıklar.



- b -

Şekil 3.1 b Devam.

3.2.2. Fabrikalarda Oluşan Artıklar

Fabrikalarda bloklardan belirli ebatlarda plakalar elde edilmektedir. Başlangıçta bu plakaların boyutları uygun ölçülerde olmadığından, ebatlandırma esnasında kenarlarından parçalar açığa çıkmaktadır. Bununla birlikte blok ve plakalarda bulunan çatlak veya kırıklardan dolayı plakalar kırılmakta ve böylece küçük boyutlarda parça plakaartıklar oluşmaktadır. Mermercilikte bunlara " Paledyen " adı verilmektedir.

Elmas soketli, dairesel testereli taş kesme makinalarında (S/T); bloklardan plaka elde edilmesi esnasında, blokların alt kısmından açığa

çıkan ve plaka mermer elde edilmesi mümkün olmayan iri boyuttaki mermer artıkları oluşmaktadır. Bunlardan zaman zaman mutfak taşı evyesi elde edilmektedir.

Mermerciler için en önemli sorunlardan birisi; mermerin kesilmesi esnasında makinaların kesme işlemini yapan testerelerinin ağzından çıkan çok küçük boyuttaki mermer tozu artıklarının oluşumudur.

Kesme işlemi sulu olarak yapıldığından, açığa çıkan tozlar su ile birlikte taşınmakta ve çökeltme havuzlarında toplanmakta yada yeni yöntem uygulanan çökeltme tanklarında susuzlaştırılıp, presleme makinalarında sıkıştırılarak kek haline getirilmektedir. Her iki halde de açığa çıkan artıklar doğaya atılmaktadır.

3.3. Artıkların Boyutlarına Göre Sınıflandırılması

3.3.1. Kapaklar

Kapaklar; ocaklarda büyük boyutlardaki blokların sayılanması esnasında alt, üst ve yan yüzeylerden açığa çıkan, fabrikalarda bloktan plaka mermer elde edilmesi esnasında bloğun alt kısmından açığa çıkan ve çoğu zaman bir tek düzgün yüzeye sahip olan iri boyuttaki mermer parçalarıdır.

3.3.2. Molozlar

Ocaklarda mermerin yapısından kaynaklanan arızalar (Kırık, çatlak, fay vs.) nedeniyle blok üretimi esnasında ortaya çıkan, şekilsiz ve iri boyutlardaki mermer parçalarıdır.

Şekil 3.2 ' de ocakta açığa çıkan molozlar görülmektedir.



Şekil 3. 2 : Ocaklarda açığa çıkan molozlar.

3.3.3. Paledyenler

Plaka mermerden ebatlı mamül elde edilirken, plakaların kenarlarından kesilip atılan ve başka ebatlı bir ürün elde edilemeyen plaka parçası mermerlerdir.

3.3.4. Tozlar

Fabrikada mermerin makinalarda kesilip işlenmesi esnasında açığa çıkan ve hemen hemen tamamı 1 mm'nin altında olup çoğunluğu 150 μ 'un altında boyuta sahip olan mermer tanecikleridir.

3.4. Artık Toz Oluşum Üniteleri

Sulu kesim yapılması nedeniyle şlam halinde oluşan mermer tozu artıklarının oluşum üniteleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

a) Kumlu-Metal Granüllü Katraklar

Kesme işlemi ; 1 mm veya daha küçük tanelere sahip zımpara tozları yada 1-5 mm boyutlu metal granül parçacıkları tarafından gerçekleştirilmektedir. Kesmede esas; lamaların sinüsoidal gel-git hareketleri esnasında, aşındırıcı tanelerin mermer yüzeyine sürttürülerek aşınmanın yaptırılmasıdır. Bu esnada mermer yüzeyinden 0,3 mm ve daha küçük boyutlardaki mermer taneleri koparılarak su ile birlikte havuzlara taşınmaktadır.

b) Elmas Soketli Katraklar

Bu tip katraklarda kesme işlemi; çelik lamaların üzerine kaynak edilmiş elmas soketlerle gerçekleştirilmektedir. Lamaların sinüsoidal hareketleri sonucu mermer yüzeyine sürttürülen elmas soketler aşındırma ve koparma işlemi yapmaktadırlar. Kesme işlemi sonucu açığa çıkan mermer tozu tanecikleri genelde 0,1 mm yada daha küçük boyutlara sahiptir.

c) Elmas Soketli Dairesel Testereler

Bunlar; S/T, başkesme, yankesme ve köprükesme denilen makinalardır. Çelik gövdeli dairesel diskin ucuna 2-3 cm aralıklarla kaynak yapılmış 2-4 cm büyüklükteki elmas soketlerin mermer yüzeyine sürttürülmesi sonucunda, mermer taneciklerinin kopartılmasıyla kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kesme işlemi sonucu açığa çıkan mermer tanecikleri genellikle 0,150 mm ve daha küçük boyutlardadır. Soketlerin aşınması sonucu 0,1 mm veya daha küçük boyutlarda da olabilmektedir.

d) Cilalama Üniteleri

Cilalamada; değişik boyuttaki aşındırıcı tozların manyezit veya sentetik bağlayıcılarla bağlanılarak, belirli şekil ve boyutta imal edilen ve " Abrasiv " denilen aşındırıcı parçalar kullanılmaktadır.

Abrasivlerin yüksek hız ve basınçla plaka üzerinde dönmesiyle mermer yüzeyinden tanecikler kopararak cilalama işlemi yapılmaktadır. Bu ünitelerde açığa çıkan mermer artıklarının tane boyutu 75 μ veya daha küçüktür. Abrasivlerin aşınmasıyla artık içine karışan taneciklerin miktarı % olarak yok denebilecek kadar az ve boyutları 75 μ 'dan küçüktür.

3.5. Oluşan Artık Toz Miktarı

Yapılan araştırmalar sonucunda, Afyon'daki mermer fabrikalarında yılda yaklaşık olarak 80.000 m³ Afyon mermerinin işlendiği tespit edilmiştir.

Mermer işleme fabrikalarında kullanılan kesme makinalarının her bir bıçağı (Disk veya Kama) kesme işlemi esnasında bloğun

yaklaşık 7-8 mm kalınlığındaki mermer dilimini toz haline dönüştürmektedir. Bloğun 2 cm'lik yada 3 cm'lik kesim durumuna göre %20-30 oranında toz oluşmaktadır. Plaka kalınlığı 1 cm olacak olursa ; açığa çıkan toz miktarı oranı daha fazla olmaktadır. Genellikle 2-3 cm kalınlıkta plaka üretimi yapılmasıyla birlikte 1 cm ' lik kesim ve diğer mermer işleme işlemleri de göz önüne alınarak oluşan toplam toz miktarı; toz oluşum oranı ortalama %30 alınarak hesaplanmıştır. Mermerin ortalama yoğunluğu 2,7 ton/m³ dür.

Afyon mermerlerinden açığa çıkan toplam toz miktarı (m³ olarak) :

$$80.000 \text{ m}^3 \times 0,30 = \underline{24.000 \text{ m}^3}$$

Açığa çıkan toplam toz miktarı (Ton olarak) :

$$24.000 \text{ m}^3 \times 2,7 \text{ ton/m}^3 = \underline{64.800 \text{ ton.}}$$

Bir bıçağın toz haline dönüştürdüğü mermer diliminden yola çıkılarak toplam artık toz miktarı hesap edilecek olursa; diğer toplam ile hemen hemen aynı olduğu görülecektir. Hesaplama 1 m³'lük bir blok esas alınmıştır (Boyutları 1 X 1 X 1 m dir.).

Kesilen plakanın kalınlığı = 2 cm

Toz olan dilimin " = 0,8 cm

Toplam kalınlık = 2,8 cm

Blokta toz haline dönüşen dilim sayısı :

$$100 \text{ cm} / 2,8 \text{ cm} = \underline{36 \text{ adet}}$$

Kesilen dilimlerin toplam hacmi :

$$36 \times 0,008 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = \underline{0,288 \text{ m}^3}$$

Bu durumda Afyon mermerlerinden açığa çıkan toplam toz miktarı :

$$80.000 \times 0.288 \text{ m}^3 = \underline{23.040 \text{ m}^3} \text{ olmaktadır.}$$

$$23.040 \text{ m}^3 \times 2,7 \text{ ton/m}^3 = \underline{62.208 \text{ ton}} \text{ olmaktadır.}$$

3.6. Fabrika Atıksuyundaki Parçacıkların Boyut Analizi

Büyük ölçekli mermer işleme tesisinden alınan atıksu örneğinin, lazer difraksiyonu ile çalışan "Particle Size Analyser" cihazıyla yapılan boyut analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 3.1'de görülmektedir[2].

Tablo 3.1 incelendiği zaman, fabrikadan gelen mermer parçacıkların tamamının boyutunun 118μ 'dan küçük olduğu ve artığın %50' sinin $10,5 \mu$ 'dan daha küçük boyutta olduğu görülmektedir.

Su içerisinde askıda kalan tanelerin boyutunun genelde 3μ 'dan küçük ve bunların da %12,2 kadar olduğu tespit edilmiştir. 100μ 'dan daha büyük boyutta olan tanelerin, çökelme havuzuna gelmeden önce graviteye bağlı olarak atıksu kanallarında çökeldiği ve bunların oranlarının çok düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1 : Fabrika atıksuyundaki parçacıkların boyut analizi [2].

BOYUT (μ)	% ALTINDA	BOYUT ARALIĞI		%MİKTAR
118,4	100	---	---	---
54,9	97,2	118,4	54,9	2,8
33,7	89,6	54,9	33,7	7,6
23,7	79,0	33,7	23,7	10,6
17,7	68,6	23,7	17,7	10,4
13,6	59,8	17,7	13,6	8,8
10,5	50,1	13,6	10,5	9,7
8,2	40,7	10,5	8,2	9,4
6,4	32,4	8,2	6,4	8,3
5,0	24,3	6,4	5,0	8,0
3,9	17,3	5,0	3,9	7,0
3,0	12,2	3,9	3,0	5,1
2,4	8,0	3,0	2,4	4,2
1,9	5,4	2,4	1,9	2,5
1,5	4,1	1,9	1,5	1,3
1,2	3,2	1,5	1,2	0,9

3.7. Atıksudaki Mermer Artıkların Kazanılması

Mermer fabrikalarında sürekli olarak sulu kesim yapılması ve su sarfiyatının oldukça fazla olması nedeniyle burada "Atıksudaki Suyun Geri Kazanılması" şeklinde bir başlık kullanmak belki daha anlamlı olabilirdi. Ancak bu çalışmada yapılan araştırmaların ışığında, ileriki bölümlerde açıkça görülecektir ki, atıksu içerisinde temiz bir mermer artığı elde edilmesi, onun değerlendirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Mermer fabrikalarında su sarfiyatının fazla miktarlarda olmaması için, atıksudaki suyu geri kazanmak amacıyla, fabrikalarda arıtma üniteleri tesis edilmiştir.

Atıksulardan suyun geri kazanılması için havuz yöntemi, sedimentasyon yöntemi ve hidrosiklon yöntemi olmak üzere üç yöntem vardır. Ancak bunlardan hidrosiklon yönteminin uygulaması henüz yoktur.

I - Havuz Yöntemi :

Fabrikadan gelen atıksu ardışık olarak birbiriyle bağlantılı olan 4-6 veya daha fazla gözlü ve derinlikleri 2-10 m arasında değişebilen havuzlara verilmektedir. Atıksu içerisindeki iri taneler graviteye bağlı olarak ilk gözlerde toplanmakta, daha küçük ve ince taneler ise sonraki gözlerde toplanmaktadır. En son gözden de arıtılmış su bir pompa aracılığıyla fabrikaya geri gönderilmektedir. İlk 2-4 göz genelde küçük, diğer gözler ise ilklere göre daha büyüktürler. Havuz gözlerinin kapasiteleri 100-500 m³ arasında değişmektedir.

Bu sistemde; özellikle büyük fabrikalarda, havuzlar için geniş alanlar gerekmekte ve bazen de birden fazla havuz sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Havuzlardan elde edilen çamur, %30 katı ve %70 su içermektedir. Bu nedenle su, işçilik, enerji ve nakliye masrafları, dolayısıyla üretim maliyeti artmaktadır. Ayrıca havuz içinde toplanan çamurun alınıp havuzların temizlenmesi için, fabrikadaki makinelerin durdurulması gerektiğinden üretim azalmakta ve bu nedenle de işçilik ve üretim maliyetleri artmaktadır.

II - Sedimentasyon (Çöktürme) Yöntemi :

Atıksu kanallardan atıksu toplama havuzuna (Tank) gelmektedir. Tank içerisinde bulunan seviye kontrollü, aşınmaya karşı dayanıklı özel bir pompa ile atıksular boru içerisinde çökeltme tankına basılmaktadır. Bu arada çökeltme tankının yanında bulunan bir tankta "Flocculant" (Çöktürücü kimyasal madde) hazırlanmaktadır. Flocculanat, belirli zaman aralıklarında dozaj pompası yardımıyla, atıksuyu çamur çökeltme tankına taşıyan boru içerisine basılır. Flocculant; çamur tortularını birbirine yapıştırarak şekilce büyümelerini, çaplarının genişlemesini ve oluşan çamurun kısa sürede çökeltme tankının konik şeklindeki tabanında toplanmasını sağlamaktadır. Temiz su ise çökeltme tankının üst kısmına doğru yükselmektedir. Çökeltme tankının üzerinde bulunan kanallar yardımıyla ana boruda toplanmakta ve temiz su havuzuna gönderilmektedir. Buradan da tekrar kullanılmak üzere fabrikaya gönderilmektedir.

Çökeltme tankında toplanan çamur, tankın tabanında bulunan ve kompresör yardımıyla çalışan pnömatik valf ile çekilerek "Filtre Pres" e çamur hazırlayan tanka basılmaktadır. Bu tanktan alınan çamur filtre

prese verilmektedir. Filtre presteki plakalar ve polyefhylen (Çok ince delikli elekler) yardımıyla suyu alınarak katı kek haline getirilmektedir.

Bu yöntemle elde edilen artık çamurun (Kek) %70 'i katı %30 'u sudur. Geri kazanılıp fabrikaya sevk edilen su ise oldukça temiz ve berraktır.

Bu sistem oldukça küçük bir alan kaplamaktadır. Otomatik, seri ve sürekli çalışma nedeniyle, üretimde kesintinin olması sözkonusu değildir. İşgücü, enerji, su ve nakliye masraflarının az olması nedeniyle üretim maliyeti daha düşük olmaktadır. Temiz artık elde edilmesi açısından, farklı mermer kesimleri için ayrı ayrı tanklar tesis etme olanağı vardır.

III - Hidrosiklon Yöntemi :

Cevher hazırlamada en çok klasifikatör olarak kullanılmakta olan hidrosiklonların ince tane ayırmalarında son derece elverişli oldukları ispatlanmıştır. Siklonlarla iri boyutlarda ayırma yapılabildiği ve bununla birlikte 5-150 μ arasında boyuta sahip taneciklerin sınıflandırılmasında oldukça iyi bir randımana sahip olduğu bilinmektedir. Tesislerden şlam uzaklaştırma, ince kum uzaklaştırma ve koyulaştırma gibi bir çok kullanım alanı bulmuştur. Mermer fabrikası atıksularından temiz bir artık kazanılmasında iyi sonuçlar vereceği ümit edilmektedir.

Hidrosiklonlardaki geliştirilmiş santrifüj kuvvet, tane büyüklüğü ve özgül ağırlığa göre ayrılan tanelerin çökme hızını arttırmaktadır. Hızlı çöken ağır taneler merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hızın en düşük olduğu siklon duvarına doğru hareket ederler ve oradan da alt çıkışa giderler. Merkezci kuvvetin etkisiyle daha yavaş çöken taneler, eksen boyunca

uzanan düşük basınç zonuna doğru hareket eder ve üst akım olarak ayrılmak üzere yukarı çıkış borusuna taşınırlar.

Pülp (Atıksu), kendisine girdap hareketini kazandırmak için teğetsel girişten yüksek basınç altında beslenir. Pülp siklon içerisinde düşük basınç zonu ile birlikte düşey eksen boyunca bir girdap oluşturur. Bu esnasında yukarıdaki açıklamalarda belirtildiği şekilde tanecikler özelliklerine göre değişik yönlerde hareket ettirilerek ayırma işlemi gerçekleştirilmiş olur.

BÖLÜM 4

MERMER ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mermer; günümüzde özellikle mermer tozu olarak çeşitli sanayi dallarında katkı veya dolgu maddesi olarak yada ana hammadde olarak kullanılmaktadır. Ancak mermer tozu çoğu zaman ocaklardan patlatma yöntemi ile özel olarak elde edilen moloz büyüklüğündeki mermer parçalarının kırılıp öğütülmesiyle elde edilmektedir. Bu da mermer tozunu kullanan işletmelerde maliyetin artmasına neden olmaktadır. Halbuki mermer tozunun özel olarak hazırlanıp kullanıldığı hemen hemen tüm alanlarda mermer artıklarının değerlendirilebilme olanağı vardır.

Yalnızca Afyon'da değil, mermer çıkarılan ve mermer işleme fabrikası bulunan her yerde, mermer artığı çamur yığınlarıyla doğa tahrip edilmekte ve adeta bir ölü gibi üzeri mermer artıklarıyla örtülmektedir. Şekil 4.1 a, b ve c'de çeşitli yörelerde tahrip edilmekte olan doğadan çekilmiş resimler görülmektedir.

Ancak doğa bilincine sahip ve bilimsel araştırmalar yapan insanımız tarafından bu sorunların da çözülebileceği ümit edilmektedir.

Ege Seramik Araştırma-Geliştirme Bölümü uzmanlarınca yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda, mermer fabrikasından gelen ve sedimentasyon yöntemiyle elde edilen artık çamurun seramikte özellikle duvar fayansı üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ege Seramik'de duvar fayansı üretiminde %5-6 oranında mermer artığı kullanılmaktadır.



- a -



- b -

Şekil 4.1 a , b Doğaya atılan artık mermer tozları.



- c -

Şekil 4 . 1 Devam.

Sedimentasyon yöntemiyle atıksudan elde edilen mermer artığı; fayans gibi hassas bir mamülün üretiminde rahatlıkla kullanılabilmesine göre, diğer sanayi dallarında da değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma esnasında yapılan gözlemlerde mermer artıklarının temiz olmaması gibi bir problemin Afyon mermerleri için pek sorun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca hidrosiklonlarla atıksu arıtma uygulamasına geçildiğinde, daha saf ve temiz bir mermer artığı elde edilebilecektir. Bunun sonucu olarakta, mermerin kullanım alanı bulunduğu bütün sanayi dallarında, özellikle "Afyon Yöresi Mermer Artıklarının Değerlendirilmesi " mümkün olacaktır.

Tablo 4.1 'de mermer artıklarının değerlendirilebileceği sanayi ürünleri, üretim miktarları ve CaCO_3 'ün kullanım oranı görülmektedir.

Tablo 4 . 1 Mermer tozlarının kullanım alanları ve oranları. (*)

KULLANIM ALANI	% CaCO ₃ Oranı	Üretim Miktarı (ton)
Seramik	5 - 6	300.000
Plastik	30 - 45	560.000
Çimento	15 - 20	28.550.000
Gübre	50 - 80	3.500.000
Kanatlı Hayvan Yemi	10 - 12,5	927.000
Bü.ve Küç.baş Hay. Yemi	5 - 7	1.450.000
Boya	Tespit Edilemedi	130.000
Gazete Kağıdı	2 - 6	140.000
Yazı (Kitap) Kağıdı	5 - 40	90.000
Ambalaj Kağıdı	20 - 25	28.000
Sigara Kağıdı	35 - 40	5.400

(*) Die raporlarına giren ürünler.

Ayrıca mermer artıklarının değerlendirilmesinde, aşağıda açıklanacak hususun bilinmesinde fayda vardır.

<<Kalsit adı altında dünyada tüketilen maddeler CaCO₃ diye tanımlanmaktadır. Bunlar üçe ayrılmaktadır.

I - Kristal kalsit (Çok az üretilmektedir.)

II - İri-orta-küçük kristalli mermerleşmiş oluşumlar

III - Tebeşir (Organik kökenli fosillerden.) >> [3]

Bu açıklamalar; mermer ve mermer artıklarının, kalsitin kullanıldığı yerlerde değerlendirilebileceğini açıkça ifade etmektedir.

4.1. Seramik Sanayi

Seramik üretiminde kullanılan CaO ve MgO hammadde kaynakları CaCO_3 ve MgCO_3 içeren minerallerdir. Bunların başında da kalsit, kireçtaşı ve mermer gelmektedir.

Mermer; seramik üretiminde katkı veya dolgu maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Seramik karolarda rutubet genleşmesi denilen bir iç bünye olayı vardır. Karolar hidroskopik (Bünyesine su alabilen.) ve porozitezi olan bir malzeme olduğu için, rutubet malzemenin bünyesine girdiği zaman genleşmeye ve bu nedenle de bünyenin büyümesine neden olmaktadır.

Seramik fayansın (Karo) üst kısmında sıfır su emmeli bir sırdır. Alt kısmında ise su emebilen bir malzeme vardır. Bu nedenle rutubet sonucu fayansın alt kısmındaki büyüme ile üst kısmındaki büyüme beraber ve aynı miktarda olmayacaktır. Bunun sonucu olarak da malzeme ya çatlayıp kırılacak yada deforme olup kullanılamayacak hale gelecektir. Bu sorunun çözümü için Ca ' lu reçeteler hazırlanmış ve başarılı olunmuştur. Reçete içinde bulunan Ca ; prosese CaO yada CaCO_3 olarak işleme konmaktadır. Proseste mermer tozu veya mermer artığı kekin kullanılması durumunda, içeriğin tamamı CaCO_3 olsa bile, fırınlarda ilk pişirme esnasında CO_2 1100 - 1200 $^{\circ}\text{C}$ ' de tamamen uçurulmaktadır. Tek pişirim sözkonusu olacak olursa (Bu pek tavsiye edilmemektedir.) ; fırın 900 $^{\circ}\text{C}$ 'de 10 dakika bekletilerek karbonatın tamamen alınması sağlanmaktadır.

Bazı proseslerde Ca' lu reçete hazırlamak için Wollastonit (CaO.SiO_2) kullanılmaktadır. Wollastonit'in çok pahalı olması ve ithal edilmesi nedeniyle, ülkemizde onun yerine özel olarak öğütülmüş mermer tozu yada ondan çok daha ekonomik olan mermer artığı kek kullanılmaktadır.

Mermer tozu çoğunlukla ince seramik bünyelerde ve glazürlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle gayet ince boyutta olması, demir ve renk veren

yabancı maddelerin bulunmaması gerekmektedir.

Mermer kuvars ile birlikte ısıtılacak olursa, kolay eriyip camlaşan kalsiyum silikat (CaSiO_3) meydana gelir.



Mermer saf feldspat ile ısıtılacak olursa; feldspatın 1280 °C olan erime noktasını düşürerek daha kolay eriyip bir cam meydana getirir. Bu özelliğinden dolayı sır üretiminde de kullanılır. Seramik üretiminde %5-6 oranında mermer tozu kullanılmaktadır.

4.2. Plastik Sanayi

Herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan kimyasal reaksiyonlarla saf halde üretilen plastiklerin kimyasal tesirlere karşı mukavemetlerinin büyük olduğu ve bununla beraber bir çok avantajlı yönlerinin olduğu bilinmektedir. Ancak dolgu maddesi kullanmadan üretilen bu plastiklerin bazı dezavantajlarının olduğu belirlenmiştir.

Bu dezavantajlar :

<< I - Mekanik mukavemetleri; dolgu maddeli olanların bazı çeşitlerinin mukavemeti daha büyüktür.

II - Preslemek suretiyle elde edilen dolgu maddesiz plastiklerin kalınlıkları fazla olduğu zaman üst kısımlar (yüzeyler) sıcaklık ve basıncın etkisiyle çabuk sertleştikleri halde, iç kısımları aynı derecede sertleşme imkanını bulamamaktadır. Bu da zaman içerisinde plastik malzemenin çatlamasına neden olmaktadır. Aynı dezavantaj kenar kalınlıkları her tarafında aynı olmayan büyük parçalar için de geçerlidir. Ancak dolgu maddeli plastiklerde bu sorun yoktur.

III - Kalın kenarlı parçaların dış ve içinin aynı derecede sertleştirilmesini sağlamak amacıyla ısıtma müddetini uzatmak ve baskıyı azaltmak bazı hallerde mümkün ise de, bu halde plastiklerin kalıba fazla yapışması sözkonusu olduğundan plastik parçanın kalıptan çıkarılması güçleşmektedir. >>[4]

Yukarıda açıklanan dezavantajların ortadan kaldırılması için, plastikleri yalnız başına sertleştirme ve şekillendirme yerine, uygun yapıda, mekanik ve kimyasal dirence sahip olan dolgu maddeleri kullanılmaktadır. Bunlardan birisi de mermer tozudur. Mermer tozu kullanarak yakın mukavemette çok daha ucuza plastik üretmek mümkün olmaktadır.

Günümüz plastik sanayinde taş tozu (Mermer tozu) , odun tozu, asbest ve dokuma dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.

<<Dolgu maddelerinin kullanım amaçları :

I - Sertlik, elastiklik, mukavemet

II - Büzülme ve iç gerilmeyi önleme

III - Yüksek sıcaklığa karşı dayanım

IV - Ucuz olma

V - Taneli yapıya sahip olma

(Diatome, silis, MgO, CaCO₃, alümin, kil vb.)

VI - Lifli yapıya sahip olma

(Amyant, kağıt, şerit, iplik, kumaş).>> [4]

Yukarıdaki özellikler dikkate alındığında mermer artığı tozların dolgu maddesi olarak kullanılmasının daha avantajlı ve ekonomik olduğu görülecektir. Tablo 4.2 'de örnek bir numune için plastik üretiminde kullanılan maddeler ve katkı oranları verilmektedir.

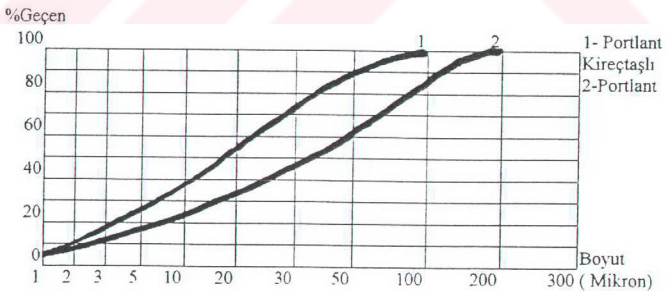
Tablo 4.2 Plastik katkı maddeleri ve oranları (Bir örnek) [4].

KATKI MADDELERİ	% ORANI
Fenoplast Reçinesi	45
Dolgu Maddesi (Mermer Tozu)	45
Katalizatör	6
Metal Oksit (MgO)	1
Kaydırma Maddesi (Stearik Asit)	2
Boya Maddesi	1
TOPLAM	100

Bu bilgiler ışığında, mermer artığı çamurun plastik sanayinde değerlendirilebilmesi teknolojik olarak olası, ülke ekonomisi ve çevrecilik açısından kaçınılmaz bir gereklilik olduğu görülmektedir.

4.3. Çimento Sanayi

Küçük boyutlardaki kireçtaşının (mermer) portlant çimento klinkeri ile birlikte çok ince boyutta öğütülmesi, çimentonun tane büyüklüğü dağılımını ince aralıkta değişecek şekilde geliştirmektedir. Bu ince taneciklerin betonda iri taneler arasındaki su ile doldurulan boşlukların yerini aldığı görülmüştür. Böylece çimento pastası, harç ve betonun kıvamı azalır ve daha az su kullanarak istenilen kıvam elde edilir. Bu açıklamaları da gözönünde bulundurarak Şekil 4.2'deki portlant kireçtaşlı çimentonun tanecik büyüklüğü dağılımını gösteren grafiğe bakıldığında; mermer artığı çamurun çimento üretiminde kullanılmasının oldukça uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2 : Portlant ve portlant kireçtaşlı çimentoların boyut dağılımı. [5]

Çimento üretiminde katkı maddesi olarak %15-20 oranında kullanılan kireçtaşı, aşağıdaki özellikler aranmaktadır.

I - CaCO_3 %75'den fazla olmalıdır.

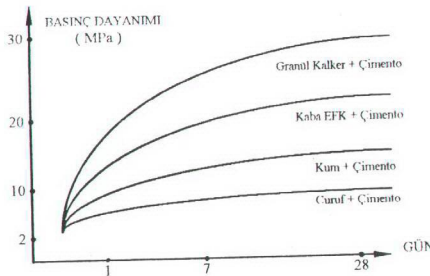
II - MgO %5'den az olmalıdır.

III - Kil bileşeni %1,2'den az olmalıdır.

IV - Organik bileşen %0,2'den az olmalıdır.

Kireçtaşı portlant çimentosundan yapılan betonlarda, betonun m^3 'ü başına yaklaşık olarak on litre daha az su ile standart kıvamı elde etme olanağı sağlanmıştır. Aynı kıvam için su kullanım oranı azalmakla birlikte, betonun dayanım gücünde 8 N/mm^2 lik bir değer artışı görülmüştür.

Orta Anadolu Linyitleri'nde yapılan bir çalışmada ramble ve tavan-taban yolları için ekonomik ve uygun özellikteki bir beton araştırması yapılmış ve sonuçta agrega olarak granül kalker kullanılan betonun daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Beton eldesinde %85 granül kalker, %15 çimento ve çimento ağırlığının %72'si oranında su kullanılmıştır. Şekil 4.3 ' de farklı agregalarla hazırlanmış betonların dayanım eğrileri görülmektedir.



Şekil 4.3 : Farklı agregalarla hazırlanmış beton numunelerinin dayanım eğrileri.

OAL Müessesesi Çayırhan Bölgesi'nde tam kapasite ile üretim yapıldığı zaman günlük yaklaşık olarak 60 m³ taze beton atılmaktadır. Bu da yaklaşık olarak 50 m³ kalker demektir.

4.4. Tarım Sanayi

<<ABD gibi gelişmiş ülkelerde mısır, yonca ve buğday gibi tahıl bitkilerinin devamlı ekiminden dolayı topraklar 10 milyon ton Ca ve Mg kaybetmiştir. Bunun ise 40 milyon ton kireçtaşı ve dolomite karşılık geldiğitespit edilmiştir >> [6]. Ülkemizde ise; özellikle karadeniz bölgesi gibi asidik özellikteki topraklarda yetiştirilen ağaç ve bitkilerden (Fındık, mısır vs.) etkin ürün alabilmek için toprağın Ca ihtiyacının karşılanması gerekmektedir.

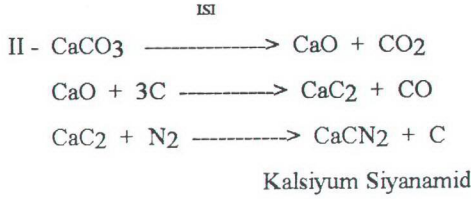
Özellikle asidik özellikteki topraklara uygulanan ve kireçleme malzemesi olarak da bilinen maddeler; toprağın Ca ihtiyacını karşıladıkları için Ca'lu gübreler olarak tanımlanırlar. Ca'lu gübreler, başka bir ifadeyle kireçleme malzemeleri; CaCO₃, CaMg(CO₃)₂, Ca(OH)₂ , CaO yada silikatlardır.

CaCO₃'ın kalsine edilmesi veya değişik kimyasal işlemlerin uygulanmasıyla Ca'lu gübreler elde edilmektedir.

İki gübre örneğine ait kimyasal reaksiyonlar aşağıda görüldüğü gibidir.



Kalsiyum Nitrat



Kalsiyum nitrat %28 , kalsiyum siyanamid % 38 oranında kalsiyum içermektedir. Ayrıca CaCO_3 'ün kalsine edilmesiyle elde edilen CaO (Sönmemiş kireç) toprağın Ca ihtiyacını karşılamak ve pH dengesini düzenlemek için direkt olarak toprağın yüzeyine tatbik edilmektedir.

Ülkemizde Ca 'lu gübrelerin üretiminde en çok kullanılan CaCO_3 dır. Kireçtaşı olarak da isimlendirilen CaCO_3 değişik kökenli olup (Kalsit, mermer, dolomit vb.) yaygın şekilde bulunmaktadır.

4.5. Yem Sanayi

Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) TS 860/Aralık 1990 sayılı standartına göre; mermer tozu hayvan yemi olarak kabul edilmektedir. Bu standarta göre hayvan yemi olarak kullanılacak olan mermer tozu; mermer kırıntılarının öğütülmesiyle elde edilen ve en az %92 CaCO_3 içeren bir bileşiktir. Ayrıca TS 8599/Ekim 1992 sayılı standarta göre; hayvan yemi olarak kullanılacak olan yalama taşlarının içerisine en az %10 Ca konulması koşulu vardır. Bu da en az %25 oranında CaCO_3 yani mermer tozu demektir.

Yine TS 9699/Ocak 1992 sayılı standart yumurta yemlerinin içerisine ağırlıkça %4-5 oranında Ca katılması koşulunu getirmektedir.

Ca yem içerisinde ya CaO yada CaCO_3 olarak, boyutu 2 mm'nin altında olan toz şeklinde katılmaktadır. Bu da yumurta yemi üretiminde %10-12 oranında CaCO_3 kullanılması gerektiğini ifade etmektedir.

<<Düşük Ca'lu yemlerle beslenen tavuklarda yumurta kabukları incelmış ve tavukların 14 gün içinde yumurtayı kestikleri tespit edilmiştir>> [7].

4.6. Boya Sanayi

Boya imalatında dolgu maddesi olarak; çok saf ve beyaz olması nedeniyle daha çok kalsit kullanılmaktadır. Ancak renk ve görünümde fazla hassasiyet gerektirmeyen boyaların imalatında; molozlardan elde edilecek mermer tozu veya fabrikadan açığa çıkan mermer artık çamuru dolgu maddesi olarak kullanılabilir.

Boya eldesinde kullanılan dolgu maddelerinin kullanım amaçları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

<< I - Bazı durumlarda pahalı pigmentlerin bir miktarının yerine kullanılarak pigmentasyonu ve maliyeti düşürmek,

II - Boya filminin kalitesini arttırmak,

III - Boyanın su ve kimyasallara karşı dayanıklılığını arttırmak,

IV - Dolgu gücünü arttırmak ve tek katta daha kalın film tabakası elde etmek,

V - Matlaştırıcı madde olarak kullanılmaktır >> [8].

Yukarıdaki maddeler tek tek incelendiği zaman, özel hassasiyet gerektirmeyen boyalar için mermer artıklarının dolgu maddesi olarak değerlendirilmesinin daha ekonomik ve avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

4.7. Kağıt Sanayi

Kağıt sanayinde selülozun pişirilmesi esnasında kullanılan sıvının hazırlanmasında kireçtaşı (mermer) kullanılmaktadır. Pişme sıvısı CaCO_3 ile SO_2 arasındaki kimyasal reaksiyon sonucu meydana gelir. "Kireç Sütü" metodu ile kağıt üretiminde Mg'ca zengin dolomit kullanılırken, "Jenson Kulesi" yönteminde Ca'u yüksek olan kireçtaşları kullanılmaktadır.

<<Kağıt üretiminde kullanılacak olan kireçtaşında aranılan özellikler şunlardır:

I - %98-99 CaCO_3 + MgCO_3

II - %0-1,5 MgCO_3

III - %0,003-0,045 Fe_2O_3

IV - %0,11-0,96 Asitte çözünmeyenler

V - 2,60-2,84 gr/cm^3 özgül ağırlık >> [8].

Dünyada CaCO_3 kağıt sektöründe dolgu veya kaplama malzemesi olarak büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Sigara kağıdı imalatında %35-40 oranında CaCO_3 veya MgCO_3 kullanılması kağıdın daha düzenli yanmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, CaCO_3 ile yapılan kağıtların daha dayanıklı olduğu ve senelerce eskimediği tespit edilmiştir. Bu nedenle de arşiv olarak saklanacak olan yazı kağıtlarının üretiminde önemli bir yeri vardır.

CaCO_3 özellikle sigara kağıdı başta olmak üzere gazete kağıdı, kaliteli kitap ve dergi kağıtlarının üretiminde kullanılmaktadır. Yağ emme özelliği nedeniyle matbaada mürekkebin hızlı kurumasını sağlamaktadır.

Kağıt sanayinde kullanılan CaCO_3 'ın boyutunun -2 mikron olması gerektiği göz önüne alındığında, %50'sinin boyutu 10,5 μ altında olan mermer tozu artıklarının kullanımıyla öğütme maliyetinden büyük bir kazanç sağlanacaktır.

4.8. Yapı Malzemeleri Sanayi

Suni mermer olarak da bilinen "Yer Karoları"nın imalatında ana hammadde olarak doğal mermer kullanılmaktadır. Çeşitli boyutlarda kırılmış ve/veya öğütülmüş olarak boyutlandırılan ve renklerine göre ayrı ayrı gruplandırılan mermerler, kullanım yeri ve amacına göre değerlendirilmektedir.

Karo imalatında %10-12 oranında ve boyutu 0,5 mm'nin altında olan mermer tozu kullanılmaktadır. Özel sparişle bağlı olarak (Özellikle Kıbrıs'ta) paledyenlerin de karo imalatında kullanımı sözkonusudur. Ancak uygulamada; presleme esnasında paledyenlerde zaman zaman kılcal çatlakların meydana geldiği görülmüştür. Bu kılcal çatlaklar nedeniyle daha sonra sıcak, soğuk ve darbe etkileri sonucu karolarda kırılmaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu nedenle paledyen kullanımından kaçınılmaktadır.

Karo imalatı yapan firmalar mermer tozunu öğütülmüş olarak , kilosunu 500-600 liradan satınalmaktadırlar. Bazı büyük firmalar ise mermeri kendi özel tesislerinde kırıp öğüterek istenilen boyuta indirgemektedirler. Bununla birlikte sadece karotaşı imalatı için bazı mermer ocaklarında patlayıcı madde ile ateşleme yapılarak blok mermer yerine parça moloz mermer üretimi yapılmaktadır.

Karolar; esnekliği sağlayan alt tabaka ve güzel görünümü sağlayan üst tabaka olmak üzere iki ana kısımdan oluşmaktadırdır.

Karo imalatı řu aşamalardan oluşmaktadırdır :

I - Hammadde hazırlama: agrega ve çimentonun karıştırma işleminin yapılacağı mikserlere gönderilmek üzere silolanmasıdır. Daha önceden kırılmış ve sınıflandırılmış mermer, üretilecek karoda istenen renk, desen ve görünüme bağlı olarak belirli oranlarda karıştırılır ve arzu edilen agrega hazırlanmış olur.

II - Karıştırma: bunkerlerde bulunan malzemelerden (Mermer mıcır-çakıl-toz,  imento ve boya maddesi) belirli oranlarda tartı ile otomatik olarak alınan karışım, mikser içerisinde belirli oranlarda su ile karıştırılarak istenilen kıvam elde edilir.

III - Dozajlama: mikserde elde edilen karışım, karonun üst yüzeyini oluşturmak üzere mikserden alınarak belirli ölçülerde kalıplara boşaltılır. Dökme işlemi yapıldıktan sonra kalıp içerisindeki malzemeye yüz boyası verilir.

IV - Vibrasyon: yüz boyası verilen malzemeye vibrasyon uygulanarak yüz boyasının homojenliği ve tabana çökmesi sağlanır.

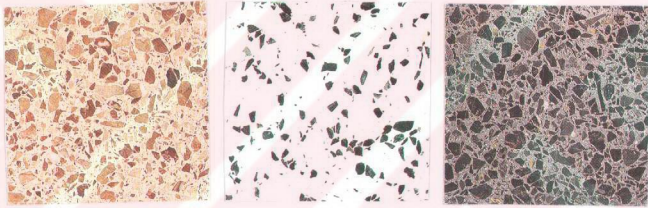
V - Paçal serme: oluşturulmuş üst tabakanın üzerine kum ve  imento karışımından oluşan paçal serilerek kalıbın boş kalan kısmı doldurulur. Fazlalık kısımlar bir masterla temizlenerek kalıplar presleme işlemine hazır hale getirilir.

VI - Presleme: betonun istenen dayanımı kazanabilmesi için ve betonu oluşturan parçacıkların arasında boşluk kalmaması için kalıp içerisindeki tüm malzeme preslenerek sıkıştırılır. Presleme işlemi 500 atmosfer basınç altında otomatik preslerle yapılır.

VII - K rleme: prest n çıkarılıp istiflenen parcalar fırında k rleme işlemine tabi tutulur. Buhar k r  85  C'de ki su buharı ile yapılır. Dört saat süren k rleme işleminde bir fırın için 1400-1500 litre su buharı kullanılır.

VIII - Silme ve parlatma: normal mermer işleme fabrikalarında yapılan silme ve cilalama işlemleri yapılır.

Şekil 4.6 a,b,c ' de  etimi bu yöntemle gerçekleştirilmiş ürünlere ait örnekler görülmektedir.



- a -

- b -

- c -

Şekil 4.6 Presleme yöntemiyle elde edilen yapı malzemesi mam l  rnekleri.

4.9. Diğer Kullanım Alanları

Mermer, yukarıda sayılan kullanım alanlarından başka az miktarlarda da olsa kimya sanayinde, kauçuk imalatında, patlayıcı madde imalatında,  eker imalatında, s s eşyası ve biblo yapımında, temizlik malzemelerinde, filtrasyon işlemlerinde, cam sanayinde ve mıcır olarak asfalt kaplamasında değerlendirilmektedir.

BÖLÜM 5

PARÇA PLAKA ARTIKLARIN (PALEDYEN) DEĞERLENDİRİLMESİ

Blok mermerden belirli boyutlarda plaka mermer elde edilirken, istenilen ebatlardan daha küçük boyutlarda parça plakalar açığa çıkmaktadır. Bu parçalara "Paledyen" adı verilmektedir. Paledyenlerin kalınlıkları 1,2,3 cm yada özel sparişlere bağlı olarak daha farklı değerlerde olabilmektedir. Ancak çoğunlukla 2 cm veya 3 cm dir. Yüzey genişlikleri ise 20 X 20 cm yada diğer büyük ebatlardaki plakaları elde etme olanağı olmayacak büyüklüktedir. Şekil 5.1'de paledyenler yere serilmiş halde görülmektedir.



Şekil 5. 1 : Çimento harcı dökülmeye hazır beklemekte olan kaldırıma serilmiş paledyenler.

Paledyenlerin Eylül 1994 deki ortalama piyasa değeri 400-500 TL/kg dır. Rastgele kesilmiş şekilli paledyenler ise 600 -1000 TL/kg dır.

Paledyenler uzun zamandan beri işhanlarında, pasajlarda, kaldırımlarda, okul ve benzeri yerlerde yer döşemesi olarak çimento harcı ile birlikte değerlendirilmektedir. Zemin üzerine rastgele veya düzenlenmiş olarak serilen paledyenlerin arasına sade veya boya katılmış beyaz çimento harcı dökülerek zemine döşenmiş olur. Çimento harcı kuruduktan sonra silme taşı ile zemin parlatılır. Şekil 5.1'de çimento harcı dökülmeye hazır, kaldırıma serilmiş paledyenler görülmektedir.

Özellikle büyük ebatlardaki paledyenler "Başkesme" denilen makinalarda belirli şekil ve ebatlarda kesilerek, güzel desenler oluşturacak şekilde hazırlanır. Harç ile tesviyelenmiş zemin üzerine döşenip aralarına beyaz veya renkli çimento şerbeti verilir.Yeterli dayanıma ulaştıktan sonra yüzey zımpara taşı ile silinerek istenilen sonuca ulaşılmış olur.

Bu çalışmada; piyasa için cazip olabilecek ve daha önemlisi paledyenlerin ekonomik olarak değerlendirilmesine olanak sağlayacak, daha güzel görünüm ve desene sahip plaka mermer üretimi gerçekleştirilmiştir.

5.1. Paledyenlerden Plaka Mermer Elde Edilmesi

5.1.1. Parçaların Hazırlanması

Ocaktan gelen bloklardan plaka mermer üretimi yapılırken açığa çıkan büyük paledyen parçalar seçilerek palet üzerinde ayrı bir yerde istif edilir.

Seçilen paledyenler başkesme makinasında dikdörtgenler prizması şeklinde ve istenilen ebatlarda kesilir. Parçaların genişlikleri güzel bir desen oluşturacak şekilde belirli ölçülerde (5,6,8,10,12,15,18 cm gibi) ve uzunlukları ise oluşturulacak bloğun genişliğine bağlı olarak serbest veya belirli ölçülerde (genel olarak 10,15,20,25,30 cm) kesilir.

Kesimden çıkan parçalar yıkanarak yüzeylerindeki tozlar uzaklaştırılır. Yıkanmış parçalar palet üzerinde istif edilerek kuruması için normal oda sıcaklığında iki gün bekletilir. Parçalar kuruduktan sonra yapıştırma işlemine hazırdır.

5.1.2. Bağlayıcıların Hazırlanması

Mermer parçalar arasında bağlayıcılık görevi yapan yapıştırıcılar akıcı sıvı yada krem şeklinde dir. Yapılan çalışmalarda, mermer parçaların yapıştırılması için uygun özellikte olan iki ayrı bağlayıcı seçilmiştir. Birincisi; piyasada "Akemi" olarak bilinen, sıvı veya krem şeklinde ve değişik renklerde çeşidi bulunan özel formüllü bir yapıştırıcıdır. Kısmen ithal edilmekte, kısmen de yerli firmalar tarafından üretilmektedir. Diğeri ise; "Polyester" denilen ve içerisine çeşitli renklerde boya veya ince mermer tozu katılabilen, şeffaf ve akıcı özel bir reçinedir. Tamamen yerli üre timdir. Bu nedenle Akemi'den daha ucuzdur.

Her iki yapıştırıcı madde de tek başına bağlayıcılık özelliğine sahip değildir. Bu yüzden yapıştırma işlemine başlamadan hemen önce bağlayıcılar içerisine her birisi için özel olan ve katılaştırıcı denilen katkı maddeleri (Sıvı veya krem şeklinde) katılır. Bağlayıcı madde ile

katılaştırıcı madde çok kısa zaman içerisinde, belirli oranlarda ve homojen bir şekilde karıştırılmalıdır.

Karma işlemi yapıldıktan sonra bağlayıcı madde kısa zaman içerisinde (5-15 dakika) katılaşmaktadır. Bu nedenle bağlayıcı içine katılan katılaştırıcı madde oranı, yapıştırma işleminin sürecine göre çok iyi ayarlanmalı ve karılmış bağlayıcı madde kıvamı yan yüzeylerden hemen akacak şekilde fazla akıcı olmamalıdır. Krem şeklinde olan Akemi'nin kullanılmasıyla veya polyester kullanırken içerisine belirli oranda ince mermer tozu katılmasıyla bu sorun çözülmüş olur.

5.1.3. Yapıştırma İşleminin Yapılması

Yapıştırmaya hazır plaka parçalar, önceden tasarlanmış desene göre, birbirine uygun gelecek şekilde yan yana sıralanıp, hazırlanmış bağlayıcı yan ve üst yüzeylere ince bir film tabakası halinde sürülerek yapıştırma işlemi yapılır. İlk sıra tamamlandıktan sonra 2., 3. ve diğer üst sıraların yapıştırma işlemleri tamamlanarak istenilen boyutta blok elde edilir.

Yüzeylere sürülen bağlayıcı tabakası kalınlığının 1 - 3 mm arasında olması yapıştırma işlemi için idealdir. Önemli olan; yüzeyler arasında boşluk kalmaması, yüzeylerin birbirine iyi temas etmesi ve bağlayıcının bütün yüzeye homojen olarak dağılmasıdır. İki yüzey arasındaki aralığın ve bağlayıcı miktarının fazla olması maliyetin artmasına ve zaman zaman da yapıştırma işleminin kalitesiz olmasına neden olmaktadır.

İstenilen büyüklükte blok elde edildikten sonra gerekli görülürse; blok üzerine baskı yapması için bir ağırlık konur. Eğer bağlayıcı madde

sürülürken kalınlık olarak birbirine uygun plakalar yanyana sıralanırsa ve gerekli itina gösterilirse buna gerek kalmayabilir. Burada en önemli sorun; yanyana sıralanan parça plakaların kalınlıklarının aynı olmamasıdır. Böyle bir sorun sözkonusu olursa; kullanılacak bağlayıcı madde miktarı artar, pres yapma zorunluluğu doğar ve kesme işlemi yapıldıktan sonra elde edilen plakaların görünüm ve yapısında arızalar görülebilir.

5.1.4. Elde Edilen Blokların Kesilmesi

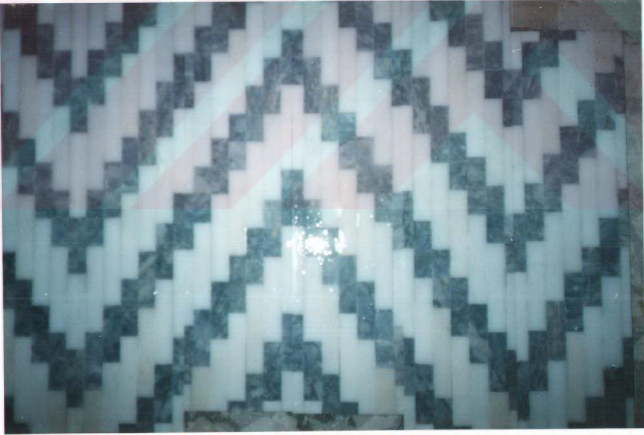
Kesme makinalarının seçimi elde edilen blokların büyüklüğüne göre yapılır. Genişlik ve yükseklikleri fazla olmayan küçük yada orta büyüklükteki bloklar S/T makinasında, daha büyük bloklar ise katrakta kesilebilirler. Ayrıca elde edilmek istenen plakaların büyüklükleri ve üzerindeki desenler de kesme makinası seçimine etki edebilir.

5.1.5. Ebatlandırma

Bloklardan elde edilen plakalar, doğal plakalarda olduğu gibi başkesme veya köprükesme makinalarında ebatlandırılırlar. Ancak ebatlandırılan plakaların, yan yan getirildiği zaman güzel bir görünüm oluşturacak şekilde kesilmesine dikkat etmelidir. Şekil 5.2 a, b, c ve d' de elde edilen plakalar ve oluşturdukları desenlerden örnekler görülmektedir.



- a -



- b -

Şekil 5 . 2 Elde edilen plakalardan örnekler.



- c -



- d -

Şekil 5 . 2 d Devam.

5.1.6. Parlatma ve Cilalama

Plakalar ya direkt olarak yada ebatlandırıldıktan sonra parlatma ve cilalama makinalarına verilirler. Ayrıca kullanım yerine bağlı olarak, ebatlandırıldıktan sonra parlatma ve cilalama işlemine tabi tutulmadan da direkt olarak satışa sunulabilmektedir. Bu plakalar zemine döşendikten sonra parlatılırlar.

Cilalama; kalından inceye bir seri oluşturan ve herbirisinde 6-10 adet aşındırıcı döner parça (Abrasiv) bulunan 10-15 adet "Kafa"nın mermer üzerinde basınç uygulayarak yüksek hızda dönmesiyle yapılmaktadır. Abrasivler sertlikleri çok yüksek olan malzemelerden özel yöntemlerle elde edilmiş ve yüksek oranda silisyum karbür (SiC) içeren aşındırıcılardır.

5.2. Plaka Dayanımının Araştırılması

Yapıştırma yoluyla oluşturulan bloklardan elde edilen plakalar ile diğer normal plakalar, bazı basit testlere tabi tutulmuştur. Plakalara uygulanan darbe basıncı sonunda, plakaların yapışma yüzeylerinden kırılıp kırılmadığı ve doğal plakalarda görülen kırılmalar ile yapıştırılmış plakalardaki kırılmaların birbirine yakın olup olmadığı araştırılmıştır.

Plakalar üzerinde iki ayrı deneme yapılmıştır ;

I - Plakalar düz beton zemin üzerine konuldu. Her ikisine de aynı büyüklük ve şiddette darbe uygulandı. Yapılan gözlemlerde; yapıştırma yöntemiyle elde edilen plakalardaki kırılmaların yapışma yüzeylerinden değil, plakanın yapısındaki zayıf noktalar yönünde olduğu tespit edildi.

Bununla birlikte kırılmaların normal plakadakine çok yakın olduğu tespit edildi. Elde edilen sonuçlar Şekil 5. 3 ' de görülmektedir.



Şekil 5.3 Zemin üzerinde darbe uygulanarak kırılmış plakaların görünümü.

II - Plakalar, eşit aralıklı destekler üzerine konuldu. Aynı büyüklük ve şiddetteki darbe bu plakalara da uygulandı. Plakaların daha az sayıda yönde kırıldığı, hatta tek yönde kırıldıkları görüldü. Bununla birlikte yapıştırma yüzeyleri boyunca olan kırılmaların sayısının az olduğu ve bunların da yapıştırmadaki hatalardan kaynaklandığı tespit edildi. Ancak, sayısı çok az olsada, yapıştırmanın ideal olmadığı yerlerde, çatlama ve ayrılmaların olduğu gözlemlendi. Elde edilen sonuca ait örnek Şekil 5 . 4 'de görülmektedir.



Şekil 5. 4 Destek üzerindeyken darbe uygulanarak kırılan plakanın görünümü.

5.3. Plakaların Maliyet Hesabı (*)

5.3.1. Akemi ile Yapıştırılan Plakaların Maliyet Hesabı

Yapıştırma işlemi sonucunda 30X30X120 cm ebatlarında bir blok, bu bloktan 30x2x120 cm ebatlarında 11 adet plaka elde edilmiştir.

-Blok üretimi için 0,108 m³'lük paledyen kullanılmıştır.

-Mermerin ortalama yoğunluğu 2,7 ton/m³

-Paledyenin maliyeti 500 TL/kg' dır.

-Yapıştırma işlemi için 2,5 kg Akemi harcanmıştır.

-Akeminin maliyeti (Karıştırıcısı ile birlikte) 250.000 TL/kg' dır.

(*) Hesaplamalarda kullanılan bütün değerler Ekim 1994 'itibariyledir.

-Ebatlı plakalar elde edilinceye kadar toplam olarak bir kişi 2 gün (yevmiye) çalışmıştır.

-Ortalama işçi ücreti 200.000 TL/yevmiye dir.

-Fabrikada taşın fason olarak işlenme maliyeti 2.00.000 TL/m³'dür.

Toplam bağlayıcı madde maliyeti :

$$250.000 \text{ TL/kg} \times 2,5 \text{ kg} = \underline{625.000 \text{ TL.}}$$

Kullanılan paledyenin toplam maliyeti :

$$0.108 \text{ m}^3 \times 2.7 \text{ ton/m}^3 \times 1000 \times 500 \text{ TL/kg} = \underline{145.800 \text{ TL.}}$$

Toplam işçilik maliyeti :

$$200.000 \text{ TL/gün} \times 2 \text{ gün} = \underline{400.000 \text{ TL.}}$$

Diğer masraflar :

$$2.000.000 \text{ TL/m}^3 \times 0,108 \text{ m}^3 = \underline{216.000 \text{ TL.}}$$

Toplam maliyet :

$$625.000 \text{ TL} + 145.800 \text{ TL} + 400.000 \text{ TL} + 216.000 \text{ TL} = \underline{1.386.800 \text{ TL.}}$$

Bloktan elde edilen toplam plaka miktarı (m² olarak) :

$$30 \text{ cm} \times 120 \text{ cm} \times 11 \text{ (adet)} = 39.600 \text{ cm}^2 = \underline{3,96 \text{ m}^2}$$

Ortalama plaka mermer fiyatları : 500.000-1.500.000 TL/ m²

Plakaların en düşük fiyattan satıldığı kabul edilirse ;

Bloktan elde edilecek hasılat miktarı :

$$500.000 \text{ TL/m}^2 \times 3,96 \text{ m}^2 = \underline{1.980.000 \text{ TL.}}$$

Bloktan elde edilecek kar miktarı :

$$1.980.000 \text{ TL} - 1.386.800 \text{ TL} = \underline{593.000 \text{ TL.}}$$

1 m³ bloktan elde edilecek kar miktarı :

$$593.200 \text{ TL} \times 1 \text{ m}^3 / 0,108 \text{ m}^3 = \underline{5.500.000 \text{ TL.}}$$

5.3.2. Polyester İle Yapıştırılan Plakaların Maliyet Hesabı

Akemi ile elde edilen plakalarda yapılan tüm maliyetler, polyester ile elde edilen plakalar için de geçerlidir. Ancak tek fark; Akemi yerine polyester kullanılmasıdır.

-Yapıştırma işlemi için toplam 1,4 litre polyester kullanılmıştır.

-Polyesterin maliyeti (Katılaştırıcısı ile birlikte) 135.000 TL/lt

Toplam polyester maliyeti :

$$135.000 \text{ TL/lt} \times 1,4 \text{ lt} = \underline{189.000 \text{ TL}}$$

Kullanılan paledyenin toplam maliyeti : 145.800 TL.

Toplam işçilik maliyeti : 400.000 TL.

Diğer masraflar : 216.000 TL.

Toplam maliyet :

$$189.000 \text{ TL} + 145.800 \text{ TL} + 400.000 \text{ TL} + 216.000 \text{ TL} = \underline{950.800 \text{ TL.}}$$

Bloktan elde edilen hasılat miktarı : 1.980.000 TL.

Bloktan elde edilecek kar miktarı :

$$1.980.000 \text{ TL} - 950.800 \text{ TL} = \underline{1.029.200 \text{ TL.}}$$

1 m³ bloktan elde edilecek kar miktarı :

$$1.029.000 \text{ TL} \times 1 \text{ m}^3 / 0,108 \text{ m}^3 = \underline{9.529.600 \text{ TL.}}$$

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yaygın olarak üç çeşit artığın oluştuğu gözlenmiştir. Bunlar; molozlar, paledyenler ve tozlardır.

Mermer artıklarının katkı yada dolgu maddesi olarak seramik, plastik, çimento, tarım ve kağıt sanayileri başta olmak üzere çeşitli sanayi alanlarında değerlendirilebileceği tespit edilmiştir.

Mermerin sanayideki kullanılrlığı daha çok küçük boyutlarda olduğu için fabrika atıksuyundan elde edilen artık tozların ekonomik açıdan dah avantajlı olduğu belirlenmiştir.

Boya ve yem gibi bazı sanayi dallarında kullanılacak olan artık tozların yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu sorunun da "Hidrosiklon Yöntemi" ile çözümlenebileceği tespit edilmiştir.

Bağlayıcı kullanarak, paledyenlerin yapıştırılmasıyla oluşturulan bloklardan elde edilen plakaların yeterli dayanıma sahip olduğu,

polyester ile yapıştırılan plakaların daha sağlam ve ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Polyesterin ucuz olması ve ince mermer tozunun katkı maddesi olarak içine katılabilmesi ekonomikliği arttırmaktadır. Her iki bağlayıcı kullanılarak elde edilen plakalar duvar ve yer döşemelerinde ve özellikle güzel görünümün önemli olduğu salonlarda kullanılabilir.

Diğer yandan ülke ekonomisine yapılacak katkının yanısıra doğayı da korumak için mermer artıklarının kalsit ve doğal mermer yerine kullanılabileceği her sanayi dalında belirli oranlarda mermer artığı kullanma zorunluluğu getirilmesinin çok yararlı olacağı şüphesizdir.

KAYNAKLAR

- [1] GÜLEÇ, K., Afyon Mermerlerinin Mühendislik Jeolojisi, İTÜ, İstanbul-1973.
- [2] ÇAĞATAY, M., Asit Toprağa Verilen Değişik Miktarlardaki Ca' lu Gübre. Bitki. Üzerine Tesir., Ankara Üniv. Yayınları, No:374.
- [3] EROĞLU, H., Kağıt ve Karton Üretim Teknolojisi, KTÜ Yayınları, No:90, Trabzon, 1985.
- [4] Şayakçı Madencilik ve Tic. Ltd.Şti., Balıkesir.
- [5] Dönemler İtibarıyla İmalat Sanayi, 1992-93, DİE Yayınları
- [6] BÜYÜKSAĞIŞ, S.İ., Mermer İşl.Tesis. Atık Sularının Arıtma Yöntem. Eskişehir, Haziran, 1994, Yük.Lis.Tezi.
- [7] Çimento Bülteni, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Yayınları, Sayı : 263-273-303-310-312, 1989-93.
- [8] Türkiye Mermer Envanteri, MTA Yayınları, Ankara, 1966.

ÖZGEÇMİŞ

Ömer YILDIZ, 03.02.1965 'de Konya'nın Seydişehir ilçesi Karacaören köyünde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Karacaören köyünde ve Lise öğrenimini Seydişehir E.M.L. Metalurji bölümünde tamamladı. Üniversite öğrenimini İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nde yaptı. Askerlik görevini tamamladıktan sonra yüksek lisans öğrenimini Alman hükümetinden burslu olarak İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Anabilim Dalı'nda yaptı. Halen bekar ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinde Uzman olarak görev yapmaktadır.