

MERMER İŞLETME TESİSLERİ PROSES ATIKSULARININ ÖZELLİKLERİ, ARITILMASI ve KONTROLÜ

Mustafa KAVAKLI *

* Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, PK.
41040, İzmit/KOCAELİ

ÖZET

Bu konu ile ilgili proje çalışmaları büyük, orta ve küçük ölçeklerde birçok mermer işletmelerine ait proses üniteleri ve endüstriyel atıksu arıtma tesisleri incelenmiştir. Mermer işletme üretim sürekliliğine göre belirlenen deşarj atıksu noktalarından tarafımızca temsil edici kompozit örneklemeler yapılmıştır. İncelenen mermer işletmelerine ait endüstriyel arıtma tesisi giriş ve çıkış noktalarından kompozit örneklerde; ulusal ve uluslararası standart yöntemler kullanılarak proses kaynaklı ham atıksuların karakteristik özellikleri, arıtıldıktan arıtma tesislerinin verimlilik ve deşarj atıksu kalite seviyeleri belirlenmiştir. Mermer işleme tesisleri ham proses atıksularının içerdikleri yüksek miktarlarda askıda katı madde, demir ve alüminyum gibi fiziksel ve kimyasal kirlenici parametreler nedeniyle insan sağlığına ve çevreye zarar vermeden, alıcı önama boşaltılmalarından önce arıtılmalarının gerekli ve zorunlu olduğu vurgulanmıştır. Proje çalışmalarından elde edilen bulgular, yürürlükteki su kirliliği ve su ürünleri yönetmeliklerindeki deşarj standartlarıyla karşılaştırmalı değerlendirilerek, arıtma tesislerinin verimlilikleri ve/veya deşarj atıksu kaliteleri hakkında genel görüş ve iyileştirilmelerine yönelik uygulanabilir seçeneği öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Mermer Sanayii Atıksulan, Askıda Katı Madde, Atıksu Karakterizasyonu, Koagülasyon, Flokülasyon, Arıtma Tesisi, Atıksuların Yeniden Kullanımı

ABSTRACT

This study examines the process units and industrial treatment plants of marble industry at large, medium and small scales. Representative composite samples were taken from wastewater discharge points determined according to production continuity. These composite samples from the Inlet and outlet of the industrial treatment units were analyzed by using the various national and international standard methods, and characteristics of process wastewaters, efficiency of treatment facilities and quality levels of discharged wastewaters of marble industry contain high levels of suspended solids, iron, aluminium etc. The necessity of a proper treatment prior to discharging receiving media was emphasized. The results of research Project studies data were assessed in comparison with both the present water pollution control and discharge standards and the main product by lows, giving alternative

recommendation for a beter selection of treatment methods to increase the efficiency of treatment and quality of discharge.

Key Words Marble Industry Wastewater, Suspended Solid, Wastewater Characterisation, Coagulation, Flocculation, Treatment Plant, Wastewater Recycle.

1. Giriş

Kireçtaşı veya dolomitlerin başkalaşıma uğraması genel ya da yerel başkalaşım sonucu oluşan mermer, yeryuvarlığının değişik yerlerinde bulunabilen ağır ve sert bir kayadır. Rengi ve damarlı yapısı, ilksel kayacın içerdiği zengin metal oksitlere ya da killi düzeylere bağlıdır. Mermerlerin ve mermerli taşların sınıflandırılması; uzmanların benimsediği sınıflama ve dekoratörlerin seçimini kolaylaştırmak için baskın tonları; bejler, beyazlar, maviler, siyah fonlular, pembe fonlular, gri siyah, sarılar, kırmızılar, yeşiller, morlar esas alınmaktadır.

Ülkemiz mermer kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahiptir. Mermerler, kristal boyutu, mineralojik bileşimi, rengi ve kökenine göre sınıflanabilir. Ancak, blok alma olanağı sağlayan, kesilebilen ve cilalanabilen her türlü kayacın ticari anlamda mermer olarak kabul edildiği göz önüne alınırsa, sınıflama ölçütleri çoğalacak ve karmaşıklaşacaktır. Bu nedenle ülkemizde çıkarılan mermerleri üç grupta toplamak mümkündür.

Bölgesel Sınıflama; Marmara, Manyas, Bursa, Bolu, Bilecek, Eskişehir, Afyon, Uşak, Kütahya, Muğla, Kırşehir, Elazığ, Antep, Denizli-Tavas, Selçuk-Torbalı, Bandırma ve Kastamonu mermerleridir [1].

Litolojik Sınıflama; Marmara mermeri, Marmara dolomit mermeri, Kırklareli graniti, Balıkesir graniti, Çanakkale graniti, Yozgat gabrosu, Gemlik diyabazı, Tokat diyabazı, Hereke pudingi, Tokat kaynaktaşı (Turhal), Vezirhan breşi, Nevşehir tüfü [1],

İşlevsel Sınıflama; heykel mermeri; ince kristalli, işlemeye uygun mermer (Afyon mermeri), döşeme mermeri; aşınma ve çizilmeye dayanıklı (Söğüt beji, Gemlik diyabazı, Kapıdağ graniti), kaplama mermeri; atmosfer koşullarına dayanıklı mermerler; dış cephe kaplamasında kullanılmaktadır (Marmara mermeri, Gemlik Diyabazı, Söğüt beji), atmosfer koşullarından etkilenen mermerler ise yapının iç cephesinde kullanılmaktadır (Adapazarı mermeri, Manyas mermeri), göz alıcı rengiyle ilgi çeken mermerler, iç

mekanda ya da dekorasyonda uygulama" alanı bulmaktadırlar (Elazığ mermeri, Turhal kaynaşası, Yunusemre kaynaşası, Eskişehir) [1]. Mermer olarak kullanılabilir niteliklerdeki kayaa oluşumları ülkemizin pek çok yerinde bulunmaktadır. Türkiye'nin mermer rezervi kesin olmamasına rağmen, değişik kuruluşların yaptıkları etüd ve aramalarda toplam rezervin 14.000.000.000 ton civarında olduğu belirtilmektedir. Halihazırdaki mermer ocakları sayısı 550 civarındadır, bu da çalışan saha sayısının % 8 kadar olduğu belirtilmektedir. Diğer bir deyişle, ülkemizde bilinen mermer sahalarının %92'si işletmeye alınmamıştır.

Toplam rezerv olarak en önemli beş ilimiz aşığıdaki gibi sıralanabilir.

• Balıkesir	1.1850 milyon m ³
• Denizli	652 milyon m ³
• Afyon	629 milyon m ³
• Tokat	410 milyon m ³
• Çanakkale	252 milyon m ³

1992 yılı itibariyle dünya toplam mermer üretimi takribi 14 milyon tondur. Dünya toplam mermer üretiminde ilk sırayı 4.8 milyon ton ve % 33'lük payla İtalya, ikinci sırayı 2 milyon ton ve % 14'lük payla İspanya, üçüncü sırayı ise 1 milyon ton ve % 13.8'lik payla Hindistan almaktadır [2].

Türkiye ise 650.000 ton ve % 5.6'lık payla dünyada 8. sırada, Avrupa'da İtalya, İspanya ve Portekiz'den sonra 4. sırada yer almaktadır.

Mermer üretim proseslerinin incelemelerinden ve işletme yetkililerinden alınan genel bilgiler ışığında, plakalar halinde kesme, yıkama, silme, cilalama ve diğer işletme aşamaları ayrıntılarıyla Şekil 1'de açıklanmıştır [3], [4].

Yapılan literatür ve proje çalışma sonuçlarına göre orta büyüklükte bir mermer işleme tesisinde günlük 50-150 m³ su kullanılmaktadır. Tesis için kullanılan su kayıplarının % 20 olduğu bilinmektedir. Ham proses atıksulandında askıda katı madde, demir, alüminyum gibi fiziksel ve kimyasal kirlenici parametrelerin oldukça yüksek miktarlarda bulunmaları, söz konusu bu mermer işleme tesisleri ham atıksularının bir kirlenme potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir. Bu nedenle, mermer işleme tesisi ham proses atıksularının alıcı ortam deşarjlarından Önce arıtılmalarının gerekli ve zorunlu olduğu anlaşılmaktadır.

Sunulan bu bildiride, aşağıda özet olarak maddeler halinde sıralanan proje çalışma konulan irdelenmiştir.

- Bildirinin giriş bölümünde, kısaca mermerin tanımlanması, ülkemizin değişik bölgelerinde bulunan mermer çeşitleri ve dünya mermer Üretimine göre Türkiye'nin durumu hakkında tanıtıcı bilgilerin aktarılması,
- İncelenen mermer işleme sektörü proses ünitelerinde gerçekleştirilen işlemler ve bu işlemler sonucu oluşan ham proses atıksulanyla ilgili bilgilerin sunulması,
- Mermer işleme sektörü proses ünitelerinden kaynaklanan ham atıksulann an ti İmasında kullanılan yöntemlere genel bakış,
- Mermer işleme proses atıksulannın nihai antımını, temsil edici bir endüstriyel antma tesisinin tüm fiziko-kimyasal antma birimleri ile şematik olarak tanıtılması,
- İncelenen mermer işleme kuruluşlarının arıtma tesislerinin verimlilik ve/veya deşarj atıksulannın yürürlükteki ulusal su kirliliği ve su ürünlen yönetmeliklerine göre karşılaştırmalı değerlendirilmesi ve sonuçlarının tartışılması,
- Mermer işleme tesislerinde kaliteli arıtım yapılabilmesi ve antılan atıksulann tekrar proses ünitelerinde kullanılmalarına yönelik çözüm yaklaşımlannın ilgilenenlerin bilgisine sunulması bu bildirinin ana amacıdır.

2. İncelenen Mermer İşletmesi Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinin Tanıtımı

Üretim proseslerinin incelemelerinden de izlenebileceği gibi, mermer işleme aşamalan olan kesme, yıkama, silme ve cilalamadan özellikle katı partikül içerik açısından oldukça zengin ham proses atıksular kaynaklanmaktadır. Bu atıksulann antımmında en yaygın olarak fiziko-kimyasal yöntemler kullanılmaktadır.

Katrak ünitesinde kesilen mermer plakaları, basınç altında temiz kullanma suyu ile yıkanmaktadır. Yıkama ve katrak (kesme) ham proses atıksulannın ön çökeltim fiziksel işlemlerinden sonra çöktürme tanklarına pompalanmaktadır. Burada toplanan atıksulann çöktürmelerini gerçekleştirmek için değişik ticari isimler taşıyan flokülant maddeler ilave edilmektedir. Ham proses atıksuyun ve flokülant çözeltisinin gerekli karışım sağlanması sonrası çökelmeye bırakılmaktadır. Çöktürme işleminde oluşan fiziko-kimyasal karakterli çamur tankın dibine çökmekte, ön çamur

kanştıncıya aktarılmakta ve buradan susuzlaştırmak amacıyla filtreprese gönderilmektedir. ST-cila fayans ve katrak kaynaklı ön çökeltim çamurları da doğrudan filtreprese pompalanmaktadır. Fiziko-kimyasal işlemler sonucu artılan atıksu, tekrar proseste kullanmak amacıyla geri kazanılmaktadır. Proses kullanım dışı kalan artılmış atıksu ise bir iç kanal vasıtasıyla bulunduğu yönenin ana atıksu taşıma kanalına verilmektedir. Endüstriyel antma tesisi ve bu tesisteki atıksu örnekleme noktaları şematik olarak Şekil 2'de ayrıntılarıyla gösterilmiştir [3], [4].

3. Atıksu Antma Tesisinde Örnekleme Ve Analizleme Çalışmaları

Aralık 2000 ve Mart 2001 tarihlerinde incelenen mermer işletmelerine gidilip, endüstriyel antma tesislerinin giriş ve deşarj noktalarından tarafımızca 2 saatlik kompozit atıksu örnekleri alınmıştır. Yukarıda belirtilen söz konusu antma tesisinde yapılan atıksu örnekleme çal iş malan nda; "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Örnek Alma ve Analiz. Metodları Tebliği"ndeki kompozit örnek alma esasları uygulanmıştır. Alınan antma tesisi giriş ve deşarj atıksu örneklerinde istenilen parametrelerin ölçüm ve analizleri; TSE ve Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater (1999, 20th Edition, APHA, AWWA, WPCF) adlı kaynaklarda verilen yöntemlere göre yapıp, sonuçları ve yönetmelikler esasına göre deşarj standartları Tablo 1 'de sunulmuştur [4][5].

4. Endüstriyel Antma Tesisi Deşarj Atıksu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan Yönetmelik Esasları

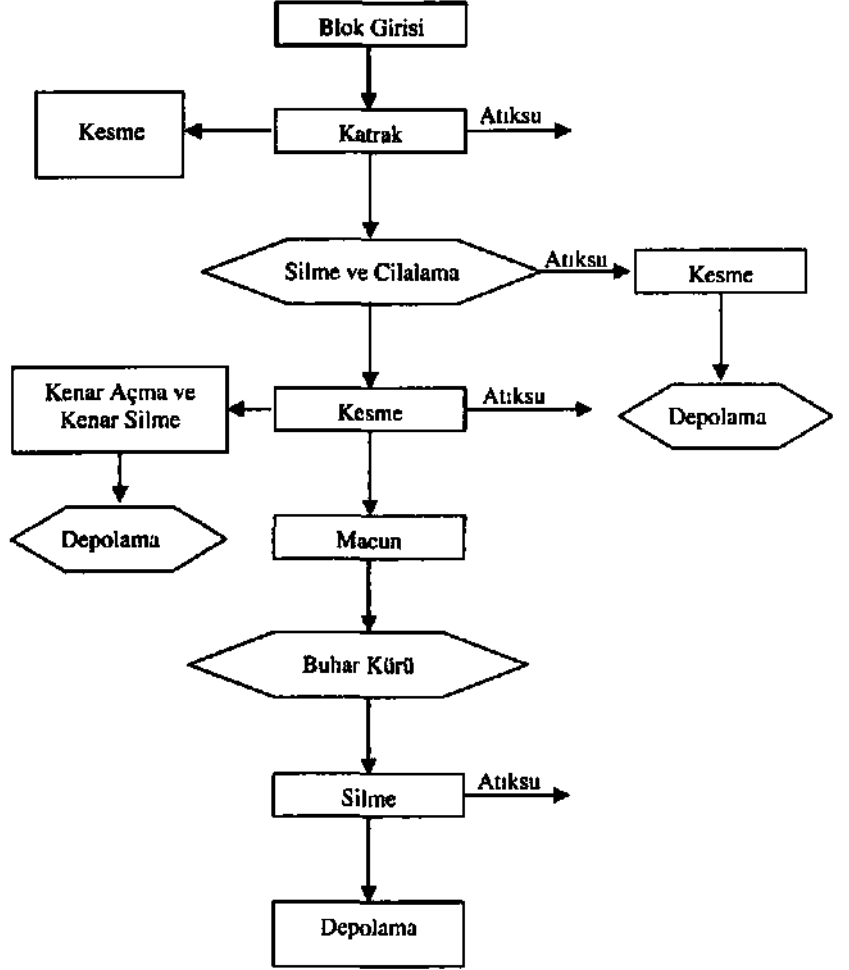
İncelenen mermer işleme kuruluşlarına ait endüstriyel antma tesislerinin deşarj atıksu analizleme çalışmalarından elde edilen bulguların değerlendirilmesinde; su kirliliği kontrolü yönetmeliğindeki Tablo 7.4, 7.5'de sırasıyla verilen maden sanayii seramik ve topraktan kapkacak yapımı ve çimento, taş kırma, toprak sanayii ve benzerleri atıksularının alıcı ortama deşarj standartları ve su ürünleri yönetmeliği/EK 6; sulara boşaltılacak atıklar için kabul edilebilir sınır değerler esas alınmıştır. Ancak su kirliliği kontrolü yönetmeliğinin 5. Bölümünde verilen "Alıcı Su Ortamına Doğrudan Boşaltım Esasları" kısmındaki 26 maddenin F bendi "Aynı sanayii kuruluşu içinde birden fazla sektörün bulunması halinde, bu sektörler için ayrı ayrı verilen değerler arasında en kısıtlayıcı olanları esas alınır" hükmü yer almaktadır. Söz konusu bu hükme göre yukarıda esas alınan yönetmeliklerdeki standart değerlerden en kısıtlayıcı olanlara göre 2 ve 24 saatlik kompozit örnekler için "Birleşik Tablo"lar oluşturulmuştur. Mermer işletmesi endüstriyel antma tesisi deşarj atıksu analiz sonuçlarının değerlendirilmesi de bu "Birleşik Tablolardaki en kısıtlayıcı deşarj

standartlarına göre yapılmıştır. Atıksu antma tesisi ve yürürlükteki yönetmelik esasına göre analiz sonuçlarının değerlendirilmesi aşağıda açıklanmıştır.

4.1. Endüstriyel Atıksu Antma Tesisi Deşarj Atıksu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Analiz sonuçlarını ve atıksu deşarj standartlarını içeren Tablo 1'den de izlenebileceği gibi, mermer işleme kuruluşlarına ait endüstriyel arıtma tesisinin 2 saatlik kompozit giriş ve deşarj atıksu örneklerinde ölçümleri ve analizleri yapılan fiziksel ve kimyasal parametrelerden; kimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, yağ ve gres, kurşun, kadmiyum, çinko ve pH değerleri, su kirliliği kontrolü yönetmeliğindeki Tablo 7.4 ve 7.5'de sektörel esasta sıralanan maden sanayii (seramik ve topraktan kap kaçak yapımı ve benzerleri) ve çimento, taş kırma, toprak sanayii ve benzerleri ve su ürünleri yönetmeliğine bağlı EK/6'daki sulara boşaltılacak atıklar için kabul edilebilir değerleri (Birleşik Tablo/Tablo 2) sağladıkları görülmektedir [7], [8].

Parametre esasına göre arıtım verimliliklerinin % 36.0-99.0 arasında değiştikleri belirlenmiştir.



Şekil 1 İncelenen Mermer İşleme Tesisi Proses İşlemlerinin ve Atıksu Kaynaklarının Genel Şematik Görünümleri

Tablo 1 : İncelenen Mermer İşletmesi Endüstriyel Arıtma Tesisinin Atıksu Verimlilik Kontrolü, Analiz Sonuçları ve Anüm Verimlilikleri

Örnekleme Tarihleri : Aralık 2000 / Mayıs 2001

Parametreler	Birim	Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinin		Arıtım Verimliliği %
		Kompozit örnek 2 Saatlik		
		Giriş Noktası	Deşarj Noktası	
Toplam KOI	mg/L	50-150	20-50	60-67
Çözünmüş KOI	mg/L	10-30	5-10	50-67
Toplam Katı Madde	mg/L	2530-4060	75-136	97.04-96.7
Askıda Katı Madde	mg/L	2000-3000	20-30	99-99
Çözünmüş Madde	mg/L	500-1000	55-105	89-90
Çökebilir Katı Madde	ml/L	30-60	0.5-1.0	98.3-98.3
Yağ ve Gres	mg/L	3-10	2.0-3.0	33.3-70
Krom (Cr ⁴⁶)	mg/L	0.0016	0.001-0.0005	37.5-69
Toplam Krom (Cr)	mg/L	0.0030	< 0.0010-0.0018	40.0
Kadmiyum (Cd)	mg/L	<0.001-0.0025	< 0.001-0.0016	36.0
Çinko (Zn)	mg/L	0.408-0.6080	0.130-0.195	68.1-67.9
Mangan (Mn)	mg/L	0.105-0.1600	0.01-0.035	90.5-78.1
Toplam Demir (Fe)	mg/L	0.500-6.500	0.015-2.170	97.0-66.7
Alüminyum (Al)	mg/L	< 0.05-14.00	< 0.05-1540	89.0
Nikel (Ni)	mg/L	0.100-0.180	< 0.05-0.015	91.7
Bakır (Cu)	mg/L	0.105-0.160	0.001-0.010	94.0
Kobalt (Co)	mg/L	<0.001-0.400	< 0.01-0.05	87.5
Selenyum (Se)	mg/L	0.050-0.200	< 0.001-0.003	98.5
pH	pH Birimi	5.6-6.3	8.0-8.5	-

Tablo 2 : İncelenen Mermer İşletmeleri Endüstriyel Arıtma Tesisleri Deşarj Atıksulanda Uyulması Gereken Sınır Değerler

Parametre/Deşarj Standartları	Birim	SKKY/Tablo 7.4'		SKKY/Tablo 7.5'		Bir/eşik TabJo ¹		SÜY ⁴ EK6'
		Kompozit Örnek		Kompozit Örnek		Kompozit Örnek		
		2 Saatlik	24 Saatlik	2 Saatlik	24 Saatlik	2 Saatlik	24 Saatlik	
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	80	-	-	-	80	-	170 ⁶
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	100	-	100	-	100	-	200
Yağ ve Gres	mg/L	-	-	10	-	10	-	10 ⁷ /30 ⁸
Krom (Cr ^{VI})	mg/L	-	-	0.3	-	0.3	-	-
Kurşun (Pb)	mg/L	1	-	-	-	1	-	0.5
Kadmiyum (Cd)	mg/L	0.1	-	-	-	0.1	-	0.05
Çinko (Zn)	mg/L	3	-	-	-	3	-	0.5
pH	pH Birimi	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	5-9

Not:

*) SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

1) Tablo 7.4 : Sektör Maden Sanayii (Seramik ve Toprakta Kap-Kacak Yapımı ve Benzerleri)

2) Tablo 7.5 : Sektör Maden Sanayii (Çimento, Taş Kırma, Toprak Sanayii ve Benzerleri)

3) Birleşik Tablo: Aynı sanayii kuruluşu içinde birden fazla sektörün bulunması halinde bu sektörler için ayrı ayrı verilen değerler arasında en kısıtlayıcı olanlar esas alınır (SKKY 5 Bölüm Madde 26/F)

4) SÜY : Su Ürünleri Yönetmeliği

5) EK 6 : Sulara Boşaltılacak Atıklar İçin Kabul Edilebilir Değerler

6) Endüstriyel atıklarda KOI için kabul edilebilir değerle, listede belirtilen kabul edilebilir değerin 1/5 katı uygulanır.

7) Endüstriyel atıklarda bulunması gereken yağ ve gres miktarı

8) Evsel atıklarda bulunması gereken yağ ve gres miktarıdır

Abksu deşarj standarttan; 4 Eylül 1988 Tanh ve 19919 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan su kirliliği kontrolü yönetmeliğinden alınmıştır.

Sulara boşaltılacak atıklar için kabul edilebilir değerler ise; 10 03 1995 Tanh ve 22223 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan su ürünleri yönetmeliğinden alınmıştır

5. Sonuçlar

- Mermer sektörüyle ilgili yapılan endüstriyel arıtma tesisi verimlilik kontrolü çalışmalarında, analizlenen parametrelerin sonuçları, su kirliliği ve su ürünleri yönetmeliklerindeki en kısıtlayıcı sınır değerlere göre oluşturulan "Birleşik Tablo"daki deşarj standartlarını sağlamaları, söz konusu bu tesisin verimli çalıştığını göstermektedir.

- Atık azaltılmasına yönelik uygulanmakta olan proses içi önlemlere daha fazla özen gösterilmesi ve sonuçlarının izlenmesi gereğine gereksinim duyulduğu anlaşılmaktadır.
- Belli zaman aralıklarıyla uygulanmakta olan fiziko-kimyasal arıtımda kullanılan flokülant maddelerin miktar ve tür açısından yeterlilik kontrolünün yapılması gereği görülmektedir.

6. Öneriler

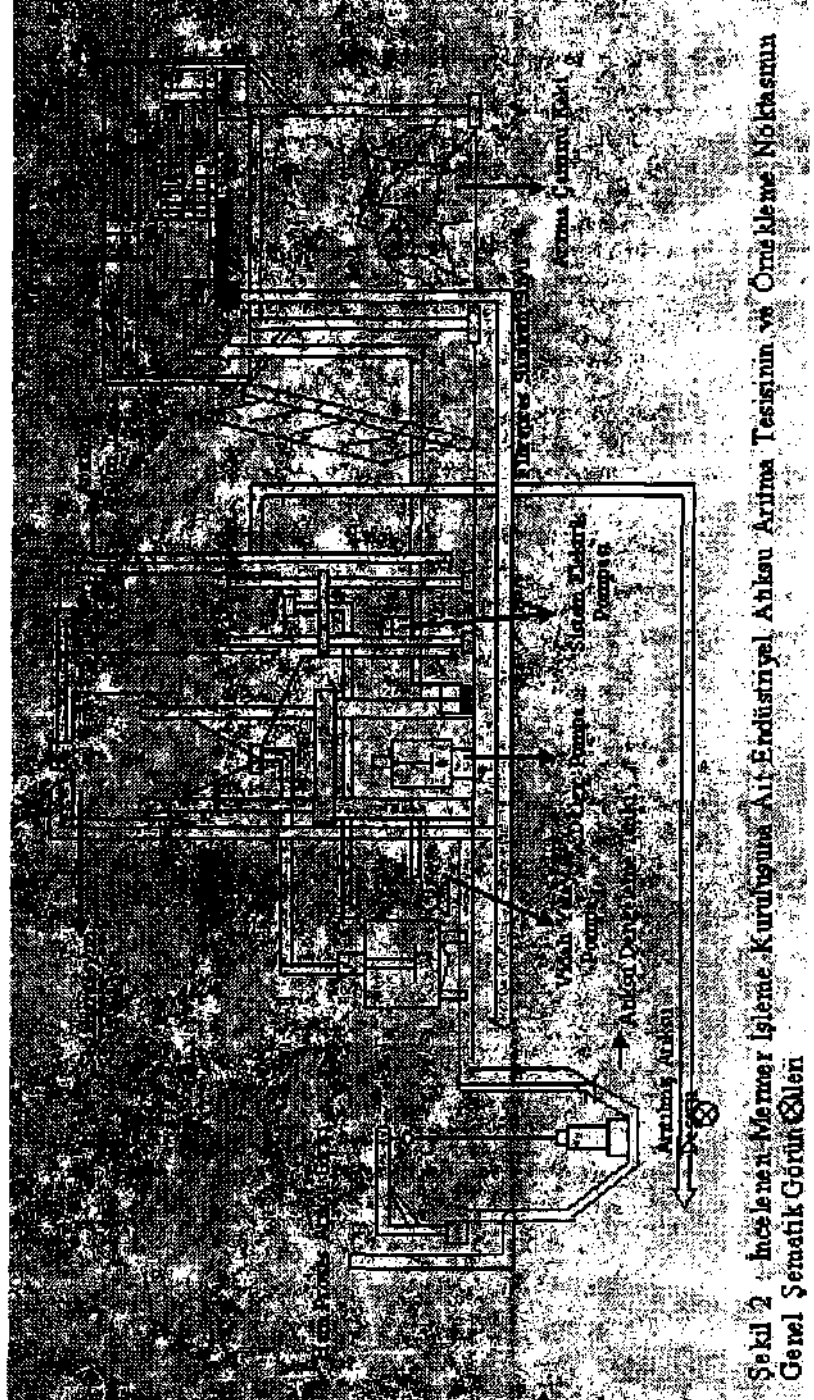
- İncelenen mermer işleme kuruluşlarının proses kaynaklı atıksulanmın karakterizasyon ve debi ölçümlerinin periyodik olarak yapılması,
- Atıksu ve katı atık azaltılmasına yönelik alınan ve alınabilecek tüm proses içi önlemlerin uygulamaya konulmalarının sağlanması ve sonuçlarının amaca yönelik ne kadarının gerçekleştirildiğinin izlenmesi,
- Tüm proses ve evsel nitelikli atıksu taşıma kanallarının birbirine karışması önlenmelidir. Bu amaçla atıksu taşıma kanal sistemlerinin tamamının gözden geçirilmesi, deneysel kontrol edilmesi ve olabilecek kaçak noktaların giderilmesi,
- Günlük, haftalık ve aylık üretim programlarına göre çıkabilecek normalin üzerinde atıksu miktarlarının önceden öngörülüp, arıtma tesisi sorumlusuna bildirilmesi,
- Mermer işletmelerine ait endüstriyel antma tesislerinde yapılacak verimlilik veya deşarj atıksu kontrolü çalışmalarından elde edilecek bulgular için bilgisayar programları hazırlanmalıdır. Hazırlanacak böyle bir program sayesinde günlük, haftalık veya aylık bulgular toplanarak, antma tesisi için yapılan masraflar, arıtılan su ve oluşan çamur miktarları ve kaliteleri, fiziko-kimyasal arıtım için sarfedilen koagülant ve floagülant miktarları, atıksu deşarj standartlarına uygunlukları vb. tesis işletme parametreleri incelenerek, daha kaliteli deşarj atıksu ve çamur için gerekli önlemlerin alınması ve uygulamaya konulmasının sağlanması,
- Endüstriyel antma tesisi ham proses atıksuyunda kimyasal antılabilirlik çalışmalarının tekrarlanması ve elde edilecek optimum bulguların uygulamaya yansıtılması,
- Atıksu antma tesisi operatörlerine teorik ve uygulamalı eğitim hizmetlerinin verilmesi,
- Mevcut antma tesisinden daha kaliteli arıtılmış deşarj atıksu elde edilebilmek için uygulanan antma yöntemlerinin genişletilerek, flokülanttan önce koagülant da ilave edilmesi gerekmektedir. Böylelikle

kimyasal arıtmanın aşamaları olan koagülasyon ve flokülasyon tamamlanmış olacaktır. İlave edilecek koagülant ve flokülant maddenin türü ve miktarları, söz konusu bu ham atıksuda yapılacak kimyasal antilabilirlik çalışmaları sonucu kesinleşecektir.

- Endüstriyel arıtma tesisi deşarj atıksuyunun proste ger kullnım fazlasını, kullanma suyuna gereksinim duyan komşu kuruluşlara verilmesi veya Önerilmesi, arıtılmış atıksulannın yararlı kullanımları açısından çok önemli ve gerekli olduğunun göz önünde bulundurulması,
- **Atıksu denetiminin ana amacı;** kontrol alanı içindeki kirlenmenin önlenmesi, kirlenme sonucu olan deşarjların deneysel kontrol yöntemleriyle ortaya çıkarılması ve iyileştirmeye yönelik gerekli tüm önlemlerin alınmasıdır.
- Arıtım sonrası elde edilen katı atık (çamur) kekinde prosten gelen elmas, reçine, silisyum karbür, flokülant gibi maddelerin bulunması, bu atığın kalsiyum katkıları gereken hayvan yemi üretiminde değerlendirme olanağı bulunmaması nedeniyle, bu konu ile ilgili araştırmalara daha ayrıntılı devam edilmesi,
- Gaz betoncular saf beyaz renkte ve istedikleri tane büyüklüğünde öğütölmüş saf mermer tozu kullanmayı tercih etmeleri nedeniyle, ytong ve benzeri gaz beton üretiminde kullanılmakta olan mermer tozu yerine bu keki kullanmak mümkün olamamaktadır. Bu konu üzerinde araştırmalar hızlandırılmalıdır.
- Atık kekler zemin dolgu ve tesviye malzemesi olarak kullanılabilir, ancak nakliye maliyeti nedeniyle, dolgu veya tesviye yapılan yere atıkların ulaştırılması için uygun çözümler getirilmelidir.
- Atık kek öğütölüp, reçine ve benzeri katkı maddeleri karıştırılıp, şekillendirilerek yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak ana malzemesi kil, kum, beton, kireç ve benzeri taşta toprağa bağlı diğer yapı malzemelerine göre ekonomik duruma getirilmelidir.
- Ülkemizin mevcut ülkemiz ekonomik koşullarına göre, söz konusu katı atık keklerini ekonomiye geri kazandırma olanakları çok sınırlı olması nedeniyle, atık maddelerden geri dönüşümlü üretim yapan kuruluşlara vergi indirimi ve benzeri teşvikler ile destek verilmelidir.
- Mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi olarak kullanılmasıyla ilgili yapılan çalışmalardan elde edilen bulgulara göre, mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi üretiminde kullanılabilirliği için maliyet analizlerinin yapılması önerilmektedir. Piyasa şartlarına göre kalsitin maliyeti ile mermer toz atıklarını kurutma, temizleme ve öğütme maliyetleri araştırılarak karşılaştırılmalıdır. Ekonomik analizlerin uygun olması durumunda, mermer toz atıklarının derz dolgu malzemesi

üretiminde kalsitin yerine kullanılması üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır.

- Ülkemizde yılda takribi olarak 222.000 ton mermer blok işlediğine göre, 660.000 ton mermer tozunun değerlendirilmeden atılmaktadır. Literatür kaynaklarında ve dünyadaki bazı uygulamalarda mermer toz ve mermer atıklarının seramik, çimento, boya, cam ve yapı malzemesi gibi birçok sektörde değerlendirme olanakları araştırılmaktadır.
- Afyon'da faaliyette bulunan mermer kuruluşlarının toplam kapasiteleri 290 ton/saat'tir. Bu kuruluşlarda üretilen kümes hayvan yem miktarı 2.615.000 ton/yıdır. Kanatlı kümes hayvanları için ton başına ortalama 70 kg standart uygun mermer tozu tüketildiğine göre, gereksinim duyulan miktar 170.000 ton'dur. Fiyatı 5.000.000 T.L. / ton olan mermer artıklarının sadece kanatlı kümes hayvanları için yem katkı maddesi olarak, sektöre sağlayacağı ekonomik değer 2000 yılı itibarıyla 850 milyar T.L'dir.
- Mermer işletmelerine ait havuzlarda çamur halinde bulunan mermer tozlarının değerlendirilerek ekonomiye kazandırılması amacıyla yapılan deneysel çalışmaların sonuçlarına göre, mermer tozlarının beton karışımında kullanılması beton kalitesinde olumsuz bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle Afyon bölgesinde açığa çıkan mermer atıkları diğer sanayilerde olduğu gibi hazır beton tesislerinde de ince malzeme olarak değerlendirilmesi düşünülmelidir. Böylece ekonomiye katkısının yanında çevre kirliliğinin azalmasına katkıda bulunacağı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Afyon Bölgesi mermer atıklarının portland kompoz çimentosu üretiminde kullanılabilirliğinin içerik açısından uygun olduğu gözlenmiştir. Bu konuda çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir.



Şekil 2 : İncelenen Mermer İşleme Kuruluşuna Ait Endüstriyel Ahşap Arıtma Tesisinin ve Örnekleme Noktasının Genel Şematik Görünüşü

Kaynaklar

1. Büyük Larousse, Sözlük ve Ansiklopedisi, Milliyet Gazetecilik A.Ş. Librairie Larousse, 1986.
2. Türkiye II. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1-2 Mayıs 1997, Afyon.
3. "Mermer işleme Kuruluşları Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisinin Verimlilik Kontrolü Proje Raporları", KOÜ Müh. Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü, 2000-2003, Kocaeli,
4. "İncelenen Mermer işleme Kuruluşu Üretim Prosesleri ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisleriyle İlgili Genel Tanıtıcı Bilgiler, 1996-2001.
S " Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)", Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği, 7 Ocak 1991 Tarih, 20748 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
6. "Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater Analysis (1999, 20th Edition, APHA, AWWA, WPCF).
7. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 4 Eylül 1988 Tarih, 199919 Sayılı Re^m Gazete, Ankara.
8. "SÜY/EK 6; Su Ürünleri Yönetmeliği", Sulara Boşaltılacak Atıklar için Kabul Edilebilir Değerler, 10.03.1995 Tarih, 22223 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
9. Türkiye III: Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 3-5 Mayıs 2001, Afyon
10. Bogoev, S., Papazov, I., "Prečistvane na Promišlenni Otpadıçni Vodi Technika", Sofya. 1990.