

Atık Mermer Tozu ve İnşaat Sektöründeki Kullanımı İle İlgili Çalışmalar

Gülsüm SAĞLAM ÇİTOĞLU¹, Oğuzhan Yavuz BAYRAKTAR^{2*}

¹Abana Sabahat-Mesut Yılmaz MYO/İnşaat Bölümü, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

²Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi/İnşaat Mühendisliği, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author: obayraktar@kastamonu.edu.tr

+Speaker: obayraktar@kastamonu.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet – Bu çalışmada, İnsanoğlunun geçmişten günümüze kadar karşılaşması zorunlu olduğu barınma ve ortak yaşam alanlarını oluşturmak için gerekli olan yapı malzemelerinin minimum seviyede tüketilmesi, çevre kirliliğinin daha aza indirgenmesi ve enerji maliyetlerinin azaltılması amacıyla endüstriyel atık kullanımını incelediğinden bahsetmiştir. Doğa kendi kendini doğal yollarla geri dönüştürerek kirliliği kısa sürede temizleyebilmektedir. Doğadaki atıkların geri dönüşüm mekanizması gelişmiş ülkelerde belirli kurullarla çevrilidir. Ancak insan kaynaklı; öncelikle endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirlilikler doğada uzun süre kalarak olumsuz etkilere yol açar. Dünya da mermer endüstrisi incelendiğinde önde gelen mermer tedarikçilerinden; Türkiye ilk sıralarda yer alıyor. Mermerin gerek üretimi sürecinde gerekse işleme tesislerinde işlenmesi sürecinde açığa çıkan mermer atıkları, belirli bir boyuta getirildikten sonra inşaat sektöründe farklı kullanım alanları oluşturur. Bunlar beton ve asfalt karışımlarında agrega, yol zemini ve baraj inşaatlarında dolgu malzemesi vb. yapımında kullanılır. Mermer den üretim atığı olarak ortaya çıkan tozların kullanılabilirliği endüstriyel açıdan kazanç olduğu kadar çevresel açıdan da bir sorunun giderilmesi anlamını taşır. Mermer toz atıklarının değerlendirilmesi fabrika işletmecilerine ve ülke ekonomisine kaynak sağlayacağı gibi çevre kirliliği özelliğini de ortadan kaldırmaktadır. Mermer en fazla inşaat sektöründe kullanıldığından, bu sektörde gerçekleşen hızlı gelişmeye paralel olarak sağladığı istihdam, yarattığı katma değer ve kazandırdığı milyonlarca dolarlık ihracatıyla lokomotif görevi görüyor.

Anahtar Kelimeler – Atık mermer tozu, Çevre kirliliği, İnşaat sektörü, Geri dönüşüm, Ekonomi

GİRİŞ

Düşük dayanım niteliklerine sahip zemin yapısının mekanik, fiziksel ve kimyasal iyileştirme yöntemleri ile dış kuvvetlere dayanıklı hale getirilmesine stabilizasyon denir.

Zemin; yapıların oturtulduğu, yapı yükünü taşıyan, inşaat yatırımı sağlayan dayanıklı ve danelerin bir araya gelerek oluşturdukları yığma denir. Zaman ilerledikçe sağlam inşaat yapılabilecek sağlam yerler azalmış olduğu için her tür niteliğe sahip zemin üzerine inşaat yapma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Stabilizasyon zeminin davranış niteliklerini inceleyen alanın ilgilendiği geniş kapsamlı bir konudur [1].

Zemini oluşturan daneler birbiri üzerinde kendi ağırlığı, hareketli yükler ve yer çekimi etkisi ile durur. Danelerden oluşan temel iskeleti, tanelerin biçimine ve boyutlarına bağlı olan sürtünme dayanımı ile mekanik kuvvetlere direnç gösterir. Bu direnç gelen yükleri taşıyamadığında çeşitli yöntemler ile stabilizasyon yapılması gerekir. Genellikle yol, havaalanı, baraj, toprak dolgu inşaatlarında yoğun olarak görülen bu problemleri stabilizasyon yapılarak çözümlenir [2].

Son yıllarda endüstriyel büyüme ve sonuç olarak yükselen malzeme tüketimi, hammadde kaynakların çok hızlı bir şekilde bitmesine yol açmaktadır. Bu durum ise çevre kirliliği sorununu ortaya çıkartır. Çok az kısmı hariç tüm ülkeler ve uluslararası kuruluşlar yeni kanunlarla bu zararı düşürmeye,

atıkların tekrar, tekrar kullanılmasını sağlamaya çalışmaktadır. [3,4]. Geliştirilen teknolojilere rağmen çok az kısmı hariç bütün atık türünün yeniden kullanılması, ekonomik ve kimyasal olarak ihtimal dahilinde değildir.

Endüstriyel malzemelerin yapımı sırasında elde edilen yan ürün veya atıkların değerlendirilmesi üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Stabilizasyonunda kullanılan ilave maddelerin atık malzemeler olarak kabul edilen ürünlerden olması, bunların biriktirme ücretlerinin azalmasını ve daha ucuz malzemelerin kullanılmasını sağlamaktadır [5,6]. Üzerinde durulan çalışmalarda atıkların tekrar, tekrar kazandırılması veya bunların ilave ürünler olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Atıkların geri dönüşümü, sınırlı olan hammadde kaynakların kullanımını azaltarak, doğanın tahrip edilmesini önüne geçmekte, yapımı sırasında kullanılabilirliği arttırmakta ve atık biriktirmesi sonucu meydana gelecek doğal dengenin bozulması ile ilgili problemleri minimize etmektedir.

Geçmişten günümüze, kullanım dışı atık olarak meydana çıkan ürünlerin geri dönüşümü konusunda yoğun planlamalar devam etmektedir. Bu planlamalarda atıklardan kullanılabilir yeni üretimlerin elde edilmesi ve bunların ilave katkı maddesi olarak kullanılması hedeflenmiştir. Atıkların geri dönüşümü; sınırlı olan hammadde kaynakların kullanımını minimize ederek, doğanın zarar görmesini önlemekte, yapım aşamasındaki verimliliği yükseltmekte ve atık birikimi sonucu oluşacak doğal dengenin bozulmasını en aza indirmektedir.

Tüm ülkelerde mermere olan talep hızla artmaktadır. Mermer sektörü ile işlerini sürdüren işletmelerin de sayısının artmasına neden olmaktadır. Bu sektörde bulunanların büyüklüğü ve gelişmişliğine bağlı olarak mermer atıklar açığa çıkmaktadır. Ocak ve bu sektördeki yapılan malzeme üretimine göre, ortaya çıkan atıkların toplam değerleri %75'lere ulaşmaktadır.

AMT (Atık mermer tozu) en küçük boyutlu mermer atıkları olup mermer işleme tesislerinde blokların ve plakaların parçalara ayrılması esnasında açığa çıkan ve genellikle tane inceliği 1 mm'nin altında olan mermer parçacıklarıdır. Parçalara ayırma işleminin suyla yapılması nedeniyle bu atıklar dolaysız ve aracısız olarak suyla tepkimeye girer ve fosfojips halinde çökertme işlemi gerçekleştiren havuzlarda veya kek olarak arıtma merkezlerinde biriktirilir. Atıklar, çeşitli niteliklere sahip mermer tozlarından ve bir araya gelen bilinmeyen maddelerden meydana gelir [7, 8]. Yani, mühim olan mermer yapma merkezlerinin yoğunlaştığı bölgelerde, kamuoyu gözü önünde çevrecilik ve tabii güzelliği bozması sebebiyle olumsuz bir memnuniyetsizlik meydana getirecek olan mermer atık yerlerinin çoğalmasına sebep olmuştur.

1.MERMERİN TANIMI

Mermerin bilimsel ve ticari olmak üzere iki ifade şeklinde belirtilir.

1.1 Bilimsel Tanım

Fiziki ve kimyasal niteliklerini değişimi sırasında geçiren ve değişimin izlerini bulduran, Kalker (CaCO_3), Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) gibi karbonat alaşımli, ısı ve basınç altında fiziki ve kimyasal değişime uğrayarak tekrar, tekrar kristalleşmesi sonucu ortaya çıkan kayalara mermer denilir.

1.2 Ticari Tanım

Ticari kullanıma uygun yasalarla bilinen boyutlarda blok verebilen, parçalara ayrılıp parlatılabilen veya temas yüzeyi işlenebilir olan ve taş nitelikleri (malzeme nitelikler) kaplama taşı normlarına uygun olan bütün taş (tortul, magmatik ve metamorfik) ticari lisanda mermer olarak bahsedilmektedir ve tanınmaktadır. Bu belirtilen ifadeler uyarınca kalker, traverten, kumtaşı vb. tortul; gnays, mermer, kuvarsit vb. metamorfik; granit, siyenit, serpantin, andezit, bazalt vb. magmasal kayalar da mermer olarak bilinir.

2.MERMERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsanlar yapı, konut ve yaşadıkları yerleri hammadde olarak bulunan taşlarla inşa etmeye çalışmışlardır. Anadolu'da hammadde olarak bulunan taşların, bunların içinde de öncelikli mermerciliğin geçmişten günümüze kadar tarihi zamanlara kadar ulaşır. Yurdumuzda mermer oluşum yerleri Anadolu yarımadasına yerleşen bütün medeniyetler tarafından işletilmiştir. Etiler devrinin kabartma ve heykelleri, eski Yunan ve Roma devrinin amfileri, arenaları ve sanat eserleri, Selçuklu ve Osmanlı devrinin sara, hamam, konaklama yerlerinde, ibadet hanelerde ve okulla ve dini öğretilerin birleşim yerlerinde, minareleri yurdumuzda mermerin

geçmişten günümüze kadar geçirmiş olduğu zaman diliminde gelişimini en mükemmel şekilde ortaya koymaktadır.

Mermer en fazla inşaat işlerinin içerisinde bulundurulduğundan, bu yükselmeler mermere olan memnuniyetten kaynaklanan isteği artırmıştır. Yurdumuzun mermer kullanımındaki kaydedilen veri istatistikleri, ülkenin geçirdiği siyasal, ekonomik ve sosyal etkilerin altında kalınmasıyla birlikte ele alındığında işletmenin uzun vadeli geleceğe doğru yansıttığı bakış açısını daha belirgin olarak ortaya çıkarmaktadır. 2007 'den günümüze kadar geçen zaman dilimi içinde devamlı gelişme gösteren mermer memnuniyet üzerine gösterilen isteğin yurdumuzdaki Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan turistik parasal kaynak sağlayacak mevduatlardan kaynaklanan sıradan mermer üreticilerinin bulunduğu sektörlerden dolayı adını Marmara adasından alan mermer, yükselmesinin parlamasıyla son zamanlarda gerçekleştirdiği müthiş gelişmeye doğal olarak sağladığı istihdam, oluşturduğu katma değer ve kazandırdığı 100 milyonlarca dolarlık ihracat getirisiyle inşaatlar için mermer üretimi yapan sektörlerin sürekli ve devamlı olarak kazandıran bir iskeleti olmuştur [9,10].

3.MERMER TOZUNUN KİMYASAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Mermer tozu en küçük boyutlu mermer atıklarıdır. Mermer işleme kuruluşlarında blokların düzgün bir şekilde parçalarına ayırma işlemi sırasında oluşan ve büyük çoğunluğu da 300 mikronun altında olan mermer taneleridir. Parçalarına ayırma işleminde suda bekletilmesi gerektiğinden çökeltme havuzlarına taşınır. Havuzlarda bekletildikten sonra çökelen mermer tozu daha sonra atık depolama yerlerine alınmaktadır. Bu miktarın çok büyük bir kısmı atık olarak kalmakta ve doğanın dengesini bozan problemlere sebep olmaktadır [11].

Mermer katıksız (arı) kalsiyum karbonat bileşiminde olduğu zaman beyaz ve yarı saydamdır. Renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. Fakat yabancı maddeler nedeniyle sarı, pembe, kırmızı, mavimsi, esmerimsi ve siyah gibi renklerde de olabilirler [12].

Kimyasal malzemelerin bir araya gelerek birleşiminin sonucu olarak makro oranda kalsiyum karbonat, magnezyum karbonatın yanı sıra silisyum dioksit, değişik metal oksitleri ile silikat mineralleri bulunur. Bileşimlerinin %90-98'i CaCO_3 'ten (Kalsiyum karbonat) oluşmaktadır. Minimum oranda MgCO_3 (Magnezyum karbonat) içermektedir. CaCO_3 kristallerinden oluşan mermerlerde asıl veya esas mineral Kalsit tir. Aynı zamanda minimum miktarda silis, silika, feldspat, demiroksit, mika, florin ve hammadde olarak bulunan malzemelerde bulunabilir [13,14].

4.MERMER ATIKLARININ OLUŞUMU

Mermer dünyanın yüzey tabakasına yakın olan yüzey bölgelerde bulunan bir maden cinsidir. Ocaklarda birçok farklı izlenilen yollarla, 15–20 tonluk bütün şekilde bulunan mermeri parçalara ayırma işlemi sonrasında işlenmek üzere atölyelere ve fabrikalara taşınırlar. Mermerlerin parabol ve

asimetrik şekilde olmayıp çizgi şeklinde dümdüz geometrik şekli alabilmesi için parçalara ayrılması gereklidir. Mermerin ocaktan blok olarak çıkarılması ve fabrikalarda üretilebilirliği sırasında, çeşitli boyutlarda parça ve toz atık oluşumu sonucu meydana gelmektedir [15].

Mermerlerin parçalara ayırma işleminde soğutma adı verilen su kullanıldığından ve toz önleyici olarak sulu parçalara ayırma işlemi yapıldığından mermeri parçalara ayırma işlemi sırasında açığa çıkan mikro boyutlu parçacıklar başlangıçta nemli olarak istiflenmekte veya doğrudan üretim yerlerinin dışında bulunan sahalara yani yerlere bırakılmaktadırlar. Mermer atıkları, oluşum yerlerine göre ocaklarda ve fabrikalarda oluşan atıklar, boyutlarına göre ise; molozlar, kapaklar, paledyenler ve toz atıkları olarak adlandırılıp farklı kategorilerde değerlendirilmektedirler [16,19].

Bu atık ürünlerin faydalı geri kullanılabilirliği mekanizmaları ile tekrar kullanılması hem çevresel dış etkilere karşı kendini koruma altına almakta hem de ekonomik gelir getiren kazançlar yönünden makro önceliğe sahiptir [20,21].

Yapımı ve elde edilme işlemi sırasında meydana gelen atık veri istatistiği %60'lara ulaşan mermer sektörün 'de tekrar, tekrar kullanımı için öncelikli miktarlarda doğrudan doğada bulunan madde yani hammadde açığa çıkarmaktadır. Ortaya çıkan atıklar toz ve parça atıklar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birçok farklı şekillerde yorumlanmaktadır. Mermer geçmişten günümüze kadar süre gelmiş yapılarda bilinen malzeme olarak kullanımı en çok tercih edilen bir inşaat malzemesi haline getirildiği açıkça görülmektedir. Bu doğrudan doğada bulunan madde 'den inşaatın mermerle üretim yapan sektörlerinde birçok farklı alanlarda yararlanmak için izlenen yollarla ilgili dergilerde, gazetelerde, makalelerde ve tezlerde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Sanayideki birçok değişik uygulamaları günlük yaşama ışık tutmaktadır [22]. Mermerin yapay değil de doğal bir malzeme oluşu çok kullanıma tercihinin birincil önceliğidir. Mermere memnuniyetten kaynaklanan istek arttıkça, bu isteğe karşılık gelen ihtiyacı gidermek amacıyla, mermer işleme merkezlerinin sayısında da bir ilerleme meydana gelmiştir. Bunun kendiliğinden gelişen bir sonucu olarak da, mermer üretme merkezlerinin yoğunlaştığı bölgelerde, mermer atıklarının kullanım dışındaki yerlerde de yaygınlaştığı görülmektedir.

4.1 OCAKLARDA OLUŞAN ATIKLAR

Mermer ocaklarında ortaya çıkan bozukluklar (fay, çatlak, yarık) blok yapımı esnasında; blok elde edilmemesine, sebebi olarak da küçüklü büyüklü molozların açığa çıkmasına neden olmaktadır. Bu tür mermer atıklarına, ocağın jeolojik yapısına ve kristal yapısına uygun üretim yöntemi seçmemek, yani yanlış üretim metodu uygulamak atıkların oluşumuna sebep olur [23].

Ocakta ana kütleden keserek alınan ve çok iri ebatlarda olan blokların yontulması (Belirli ebatlarda blok elde edilmesi için alt, üst ve yanlardan kesilmesi) esnasında "kapak" adı verilen parçalar ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda, mermer ocağında

bulunan arızalar, faylar ve benzeri bozulmalardan dolayı, blok üretimi yapılırken bulunan ve blok elde edilemeyen büyük boyuttaki molozlar açığa çıkmaktadır. Bunlara ocak pasası denilmektedir. Mermer ocaklarında oluşan bu artıklar ocakların kenarlarında biriktirilerek kendi haline terk edilmekte mozaik yapımında kullanılmak üzere, isteyen firmalara çok düşük fiyatlarla satılmaktadır [24].

4.2 FABRİKALARDA OLUŞAN ATIKLAR

Fabrikalarda bloklardan belirli ebatlarda plakalar elde edilmektedir. Başlangıçta bu plakaların boyutları uygun ölçülerde olmadığından, boyutlandırma esnasında kenarlarından parçalar açığa çıkmaktadır. Bununla birlikte blok ve plakalarda bulunan çatlaklardan dolayı plakalar kırılmakta ve böylece küçük boyutlarda parça plaka artıklar oluşmaktadır. Mermercilikte bunlara "paledyen" adı verilmektedir [25].

Elmas soketli, dairesel testereli taş kesme makinelerinde (S/T); bloklardan plaka elde edilmesi esnasında, blokların alt kısımlarından açığa çıkan ve plaka mermer elde edilmesi mümkün olmayan iri boyuttaki mermer artıkları oluşmaktadır. Bunlardan zaman zaman mutfak taşı evyesi elde edilmektedir. Mermerciler için birincil sorunlardan birisi; mermerin parçalara ayırma işlemi esnasında makinelerin parçalara ayırma işlemi yapan testerelerin ağızından çıkan çok küçük boyuttaki mermer tozu artıkların oluşumudur.

Parçalara ayırma işlemi sulu olarak yapıldığından, açığa çıkan tozlar su ile birlikte taşınmakta ve çöktürme havuzlarında toplanmakta ya da yeni yöntem uygulanan çöktürme tanklarında susuzlaştırılıp presleme makinelerinde sıkıştırılarak kek haline getirilmektedir. Açığa çıkan atıklar doğaya atılmaktadır.

4.3 BOYUTLARINA GÖRE MERMER ATIKLARI

4.3.1 Molozlar

Mermer ocaklarının jeolojik ve uygulama yöntemi açısından kaynaklanan fay, kırık ve çatlaklardan dolayı blok üretimi sırasında bulunan şekilsiz ve birçok farklı boyutlardaki mermer parçalarıdır. Küçük molozlar mozaik ve karo üretimi için kullanılmaktadır. Köşeleri kırık, delik kanallı, geometrik bozukluğu gibi görünür kusurları olan bloklar da molozlar sınıfına girer [30].

4.3.2 Kapaklar

Bunlar mermer işletme tesislerinde kesim sırasında alt ve yan kısımlarda kalan artıklar ile monolama ve monotel parçalara ayırma işlemi sonucu oluşan atıklardır. Bu tür mermer atıklarının bir yüzeyleri düzgün olup makro boyutlu bütünden ayrılmış mermer taneleridir. Ayrıca ocaklarda, büyük blokların yontulması sırasında alt, üst ve yan yüzeylerde açığa çıkan parçaları da kapak olarak isimlendirilir [26, 27]

4.3.3 Paledyenler

Mermerlere belirli şekil veren tesisler, ocaklardan taşınan bloklar, katraklar ve S/T Makinesi yardımıyla plakalar halinde

parçalara ayrılırlar. Parçalara ayrılmış bu plakalar yan kesme ve baş kesme makinelerinde maksimum alan edilecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu boyutlandırma esnasında geriye kalan ve düzgün geometrik şekilde elde edilemeyen plakalara denir [28,29].

5. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE MERMER

Mermerin tarihi insanoğlunun tarihi kadar eskidir. İnsanlar tarih boyunca değişik amaçlarla bu taşları kullanmışlardır. Günümüzde de aynı şekilde birçok yerde çok yaygın olarak kullanılmaktadır [31].

Tüm ülkelerde mermer üretimi ve tüketimi, yetmişli yıllara kadar kayda değer bir gelişme göstermemiştir. Ancak 1970'li yıllardan itibaren nakliye imkânlarının gelişmesi ve teknolojik gelişmeler sonucu üretim ve tüketim artmış halen de artmaya devam etmektedir. Mermer tüketimi, ülkelerin milli gelir ve refah düzeyi ile doğru orantılıdır [32].

Dünyada mermer rezervleri incelendiğinde, genel hatlarıyla Alp – Himalaya kuşağı içinde kalan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan gibi ülkelerde karbonatlı kayaç (mermer, kireçtaşı, traverten ve oniks) rezervlerinin fazla olduğu görülmektedir. İşletilebilir magmatik kayaç (serttaş) rezervlerinin İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika'da kümelenildiği görülmektedir [33].

Dünyada mermer sektöründe lider ülke İtalya'dır. Hem rezerv hem de üretim açısından dünya mermerciliğinin merkezi durumundadır. Şimdilerde depolamanın azalması, çevreci grupların etkisi ve farklı cinsteki mermerlerin uluslararası pazarlara sunma isteği sebebiyle İtalya, dünyanın en fazla geliri elde eden blok ithalatçısı durumundadır. Türkiye, Yunanistan, İspanya, Portekiz, Brezilya, Arjantin, Çin, Hindistan vd. işlenmiş mermeri dışarıdan getiren ülkelerdir. İsrail, Suudi Arabistan, Fas, Fransa, Almanya, Belçika, İngiltere, Finlandiya, Japonya gibi ülkeler kendi ihtiyaçlarını karşılamalarının yanı sıra blok ithal eden ülkelerdir. Rusya, Orta Asya Cumhuriyetleri, Nepal, İskandinavya Ülkeleri, Güney Afrika Ülkeleri zengin rezerv alanlarını kullanamayan ve blok olarak satın alan ülkelerdir.

Dünyada üretilen mermerin çok az kısmı dışında çoğu tüketilmekte olup kayda değer bir stok yapılmamaktadır. Bu sebeple dünya bazında, mermer üretim ve tüketim miktarını aynı kabul etmek yanlış olmayacaktır.

Şimdilerde yapı sektöründeki dev firmaların yapmış oldukları yatırımlarla işletmecilikte çok büyük boyutlu üretim sağlayan çağdaş ekipmanların kullanımına başlanmıştır. Ocak üretiminde uygulanan çağdaş teknolojilerle birlikte Türkiye doğal taş üretiminde dünyada en büyük üretici yedi ülkeden biri olmuştur [34].

Doğal taşların, yapı dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya başlanması dünya doğal taş üretiminin artmasına neden olmuştur. Öncelikle son yıllarda görülen artış, kazanım ve işleme teknolojisindeki gelişmelerle paralellik göstermektedir. Gelişerek daha mükemmel hale getirilen

işleme yöntemleri ile taş, daha basit ve ekonomik olarak istenilen şekillerde işlenmekte ve çeşitli yeni kullanım alanı ortaya çıkarmaktadır.

Yurdumuzda zengin doğal taş rezervlerine sahiptir. Jeolojik saklama alanları içindeki işletilebilir (görünür) rezerv oranı yurt geneli için belli değildir. Türkiye'de masif niteliği gösteren metamorfik temeller içinde küçük ya da büyük yayımlı mercek şeklinde mermer yatakları bulunmaktadır [35].

Yurdumuzda çıkarılan mermer, çeşitli renk skalası ve niteliğiyle dünyanın birçok farklı ülkesinde, dünyaca bilinen mekânlarda kullanılmaktadır. Vatikan'ın en değerli kiliselerinden biri olan Saint Pierre'nin giriş kısmında sütun ve kaplamalarda Türk mermerleri kullanılmıştır. ABD'de Beyaz Saray'da yetkililerin basın tarafından duyurulan yaptıkları yapıda kullanılan mermer Elazığ'da üretilen "Elazığ Vişne"dir. Dünyanın bilinen son derece önemli eğlence merkezlerinden Disneyland 'da 18 bin metrekare Türk mermeri kullanılmıştır. Dünyanın dört bir yanındaki pek çok lüks otelin ıslak zeminlerinde Türk mermeri birçok ülkeyi gerisinde bırakarak daha çok kullanılır.

Sektör, getirisi fazla olan ihracat potansiyeli, iç piyasa tüketimi, doğal taş makineleri üretimi ve ihracatı ile Türkiye'nin sermayesine son derece önemli bir katkı sağlamaktadır. Öncelikle geçtiğimiz birkaç yıl içerisinde mermer üretiminde, klasik mermer üretim tekniklerinin değişmeye başlaması, kaliteli işgücü ve ileri teknolojiye dayanan çağdaş üretim tekniklerinin artarak kullanılmaya başlanması, büyük firmaların yapmış oldukları yatırımlarla birlikte bütünleşmiş üretim yapan tesislerin de işin içine katılmasıyla işlenmiş mermer üretiminde hızlı bir artış kaydedilmiştir. Uygulanmaya başlanan çağdaş ocak üretim yöntemleri ve son teknikler sayesinde karşılıklı rekabetin çok fazla olduğu dünya doğal taş pazarına uygun üretim ve pazarlama yapabilecek ürünler hazırlayan tesis sayımız fazlalaşmış ve Türkiye dünya doğal taş üretiminde lider yedi büyük üreticiden biri konumuna yükselmiştir.

Türkiye jeolojik yapısı, mermer çeşitliliği ve rezerv büyüklüğü ile dünya doğal taş piyasasında söz sahibi olmuştur. Yurdumuz mermer rezervi ile dünya rezervlerinin %40'ı gibi yüksek bir orana sahiptir. Bu yüksek oranlı mermer rezervlerine sahip olması açısından Türkiye ileriye doğru asla sıkıntı çekmeyecek ülkeler arasında yer alıyor.

Mermer açısından MTA 2011 yılında Türkiye'deki görünen ve bilinen mermer rezervi verisini 5 milyar tonun üzerinde olduğunu belirtirken hali hazırda kullanılan potansiyelin yaklaşık 14 milyar ton olduğunu açıklamıştır. Türkiye'deki mermer yatakları incelendiğinde mermer yataklarının Türkiye'nin kuzeybatı ve batısında yoğunlaştığı Şekil 1'de görülmektedir. Türkiye bu potansiyelini iyi değerlendirerek mermer sektöründe çok hızlı bir zaman içerisinde yükselerek adından söz ettirmesini şansa bırakmamıştır.



Şekil 1. Türkiye mermer haritası [36]

6. MERMER ATIKLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE DEĞERLENDİRİLDİĞİ ALANLAR

Mermer atıklarının canlı veya cansız varlıkların oluşturduğu habitatlara ciddi zararları vardır. Bu atıklar doğaya ait fiziksel, kimyasal ve biyolojik iki veya daha fazla bileşimin bir araya gelmesiyle ciddi ölçüde etki eder. Toprağın gözenekliliğini düşürdüğü için malzemenin katma değerini azaltır. Bu alanlarda düzenli bir şekilde devam eden yaşam yok olur. Ufak parçalar havada uçuşur ve havanın kirlenmesine neden olur. İnsan sağlığını etkiler ve nehirlerde akan su içinde hem suyun katkısını bozar hem de suyun biriktirme kapasitesini minimum seviyelere indirir. Mermer atıkları karada uzun zaman kaldıklarında suyun akış düzenini engeller ve yer altı su biriktirilen yerler üzerinde ciddi etkiler oluşturur. Ayrıca yolların yapısını bozmakla beraber araçların devam etmesini engeller. Etrafa dağılan atık yığınları gözle görülecek bir şekilde bakılan açıdan çevreyi çirkinleştirir. Yerleşim alanının turizm ve endüstriyel varlığı üzerinde olumsuz etki yapar [37].

Atıkların yararlı bir şekilde kullanılmasını sağlamak sürdürülebilir ilerlemeyi kazançlı hale getirmek için fazlasıyla mühim bir çevresel girişimdir. Öte yandan bilimsel projeler, planlar, çalışmalar olmadan yapılan bir geri dönüşüm tam aksine makro zararlı etkilere sebep olur. Başarılı bir araştırma ve yeni bir inşaat malzemesini geliştirilmesi veya atığın iki veya daha fazla maddeden oluşmuş olan bileşimini hammadde olarak kullanımı, teknik, çevresel, finansal, pazarlama, kanunlar ve sosyal açıdan bakıldığında çok karmaşıktır ve sıkı kurallar çerçevesindedir.

Mermer atıklarının çevreye etki eden zararlardan dolayı birçok çalışma yapılmış. Bu çalışmaların takip edilmesi sonucunda mermer atıkları birçok mermerle uğraşan inşaat sektörüne tekrar kazandırılmıştır.

6.1. MERMERİN İNŞAAT SANAYİSİNDE KULLANIMI

İnşaat yapı malzemesi üretim merkezlerinde mozaik, yapıtaşı, çimento, harç ve sıva olarak kullanıldığı vb. kireç kullanılan en ekonomik hammaddelerden birisidir. Yapay mermer olarak ifade edilen yer karolarının yapım işleminde işlenmemiş madde olarak doğrudan doğada bulunan hammadde olan mermerler tercih edilmektedir. En ideal boyutlardaki mermer parçalarının birbirlerine tutunma etkisi ile birlikte, mermer agregalı karo imalat zeminini oluşturmaktadır. Mermer

parçalarının yanı sıra %10–12 oranında, boyutu 0,5 mm. altında olan mermer tozu da kullanılmaktadır.

Mermer toz atıklarının fuga üretiminde kullanılabilirliğinin geleceğe yön verecek çalışmalarda kullanmak amacıyla yapılan projelerde bu atıklarda bulunması gereken nitelikler olan, tane boyut dağılımı, kimyasal oluşumunun uygunluğu (veri analizlerinde çok fazla bulunan CaCO_3 oranı), beyazlık (bilinmeyen madde içermeme) ve nem oranı üzerine yoğunlaşmıştır. Elde edilen verilere göre mermer fabrikası toz atıkları, kurutma, zenginleştirme, öğütme ve boyuta göre kategorize etme işlemlerini takiben bu sektörde kullanım alanı bulabilir [38].

Mermer fabrikalarının atığı olan mermer tozunun stabilizesi için ilave katkı malzemesi olarak düşünüldüğü çalışmada, zemin numunesi olarak kullanılan Meşelik Kilinin kuru ağırlığına göre atık mermer tozu ile ölçüm yapılarak bilinen oranlarda birbiriyle etkileşime geçirilmesi sonucunda, atık mermer tozunun killerin şişme varlığı etkilediği ve stabilizesinde kullanılabilir bir malzeme olduğu ortaya çıkarılmıştır.

KYB üretiminde mermer tozunun dolgu malzemesi olarak kullanılmasının araştırıldığı çalışmada, mermer tozunun yanı sıra uçucu kül ve taş tozunun da kullanılmasıyla başka sıralı ürünler de üretilerek, taze beton ve sertleşmiş betonda belirli kurullarla planlamalar yapılmıştır [39].

İnşaat işletmelerinde kaba sıva, ince sıva ve hatta boya işlemlerini tek kalemde çözen hazır sıva ve macun imal edilmesinde kullanılan kalsitin yerine kullanılabilir mermer tozunun alçı, çimento ya da toz polimerlerle karıştırılması ideal sonuçları verdiği takdirde, bu malzemenin mühim miktarda kullanılabilceği yerlerden biri olacaktır.

6.2. MERMERİN SERAMİK SEKTÖRÜNDE KULLANIMI

Seramik üretiminde %5–6 oranında mermer kullanılmaktadır. Seramik sırlarında CaO olarak bünyeye alınan dokunulmamış yani işlem görmemiş kaynakları genel olarak kalsit, dolomit ve mermerdir. CaO sır içerisinde bulunan diğer oksitlerle biraraya gelerek cam oluşturulmasına yardımcı olur.

6.3. MERMERİN ÇİMENTO İMALAT SANAYİNDE KULLANIMI

Çimento; CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , klinkerleşme sıcaklığına kadar ısıtıldıktan sonra, belirli bir oranda alçı vb. ilave katkı maddeleri birbiriyle etkileşime geçmesine olanak sağladıktan sonra basınç uygulama yoluyla iyice ufaldıktan sonra toz halinde ortaya çıkan bir malzemedir. Günümüzde fazlaca ihtiyaç duyulan niteliği %11-15 su ile birbiriyle etkileşime geçirildikten sonra bilinen süre içerisinde sertleşerek karışımdaki diğer maddelerin birbirine tutunmasını sağlar. Çimento sanayinde bol miktarda CaCO_3 bileşimli işlenmemiş ürünler kullanılsa da, mermer sadece Beyaz Portland çimentosu imalatında kullanılmaktadır. Normal Portland

çimentosu bileşimindeki kalker yerine işlenmemiş ürün olarak mermer, kil yerine de kaolen kullanılmasıyla beyaz Portland çimentosu bulunmuş olur.

6.4. MERMERİN PLASTİK SANAYİNDE KULLANIMI

Dünyada plastik taleplerinin artması sonucu, plastiği elde etme isteklerinin fazlaşması sonucu, üreticiler, niteliği düşürmeden ekonomik miktarı azaltmak için yetmişli yıllardan süre gelen mineralleri dolgu malzemesi olarak kullanmaya geçmişlerdir. Bu minerallerden biri de CaCO_3 'dür. Ancak inorganik malzeme olan minerallerle organik malzeme olan polimerlerin toplu bir şekilde kullanımı yüzey gerilim farklarından ötürü bazı arızaların çıkmasına yol açmıştır. Bu sıkıntıları gidermek için mineralleri kaplama yoluna gitmek ideal yollardan birisi olarak görülmüştür. Bugün yaklaşık 100 çeşit yüzey kaplama çeşitleri vardır. CaCO_3 için yüzey kaplaması, makro seviyede tercih edilen stearik asit ile inşaat sektöründe kullanılıyor.

Plastik imalatında, dolgu malzemesi olarak %40 sayısından daha fazla CaCO_3 ortaya çıkar. Ancak, bu malzemenin birden çok maddenin bir aradaki oluşumunun yaşlanmaya neden olan ağır metalleri bünyesinde bulundurmaması ve yüksek kimyasal arılığa sahip olması gerekmektedir. Mermer toz atıklarının plastik imalat sürecinde kullanılabilmesi için minimum % 97 oranında CaCO_3 içermesi gerekmektedir.

6.4. MERMERİN DİĞER KULLANIM ALANLARI

Bu alanlar dışında; soda imalinde, refrakter malzeme imalinde, oto lastiği imalinde, patlayıcı malzeme imalatında, temizlik malzemeleri, haşere öldürücü ilaçlarda kullanılır.

Farklı kullanım alanları ile ilgili yapılan bir araştırmada, traverten fabrika atıklarının dolgu işlemlerinde tekrar, tekrar kullanılabilirliği araştırılmıştır. Traverten belirtilen sorunlar üzerinde, çimento dolgu olarak ifade edilen dolgunun karakteristik malzemeleri kalsit, Portland çimentosu, kaolen vb. malzemeler ile gerek mermer fabrika atıklarının değerlendirilmesi gerek dolgu maliyetinin minimum seviyelere indirilmesi için dolgu karışımında kayacın kendi toz artığının çeşitli yüzdelik veri istatistiklerinde kullanılmıştır. Araştırmalar sonucunda, tasarlanan dolgu birbiriyle oluşturulması sırasında uygulandığı traverten malzemelerde fiziksel ve mekaniksel dönüşüm ve ilerlemeler belirlenmiştir.

7. MERMER ATIKLARININ YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANIMI

7.1. Mermer Atık Tozlarının Tuğla Üretiminde Kullanımı

Kil çok bulunan bir inorganik madde çeşididir, sadece toprağın mühim bir bileşeni değil çoğunlukla insanoğlunun çanak, çömlek, tuğla ve karo imalatı için kullandığı en eski ve en önemli işlem görmemiş maddesidir. Killer kısaca belirtilecek olunursa ince taneli ($0.2 \mu\text{m}$), suyla biraraya geldiklerinde hemen istediği şekli alabilen ve etüvlendiğinde dayanım ve

dayanıklık gösteren ürünler olarak bilinir. Dünyanın küçük bir kısmı dışında çoğunlukla her ülkede kil yatakları bulunur ve seramik, kâğıt, silgi kimyasal sanayinde fazlaca kullanılır. O, Si ve Al yeryüzü kabuğunun % 82 sini oluşturur bundan dolayı silika ve alümina silikaların çok rastlanan bir topluluk şekilde bir arada hareket eden bileşikler olması hayret verici bir durum değildir. Fe (Demir) pek çok alümina silikat bileşiğinin göz ardı edilemez bileşeni durumundadır. Rastgele bir kil bazlı üründe Fe, yüksek sıcaklık, yüksek atmosferi ve renklendirici olarak çok fazla önemlidir. Kil ayrıca küçük miktarda feldspat, Mg, Mn, oksitler, çözünebilir tuzlar ve doğada bulunan maddeler içerir. Bu heterojen yapısı sayesinde içerisine pek çok farklı atık malzemeyi içinde barındırması mümkündür [40].

7.2. MERMER ATIKLARININ SUNİ MERMER ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Mermerit veya yapay mermer plağı olarak isimlendirilen gereken boyutlarda, renk, sertlik, parlatılabilirliği, dayanımlılık vb. yüzey nitelikleri ekleyebilmek için pek çok farklı mermerlerin yapay olması gereklidir. Mermeritin uygun olarak parçalanması ile elde edilmiş farklı büyüklükteki daneler kullanılarak, istenildiğinde renk maddesi de ilave edilen su emmesi az görünen yüzeyin aşınması, az parlatılabilirliği yüksek döşeme plağı olarak ifade edilmektedir. Kıрма basınçla ufalama işlemi yapılır ve renklerine göre kategorize edilir. Uygun miktarlarda birbirini tutuculuğu seçilerek karıştırılır ve istenen şekle göre kalıp içine dökülür. Sonra bir arada tutucunun cinsine bağlı olarak farklı yollarda baskılanır. Tutucu olarak farklı reçine veya çimento değişik ürünlerini kullanmak mümkündür. Sıcak baskı ya da mukavemeti artırıcı malzeme ile soğuk baskı uygulamak mümkündür. Son ürünün değerini kalıp etkiler. Uygun kalıp seçimi mühimdir. Mamullerin üzerine istenilen renklendirme ve yüzey işlemi yapılarak çok çeşitli ürün elde edilebilir. Son zamanlarda heykel tasarımından, karo, mutfak tezgâhı ve yalıtım malzemesine kadar çeşitli üretimler mevcuttur.

Mekanik dayanımları yüksektir. Farklı kimyasal ve sıcaklık şartlarına dayanıklıdır. Son derece sağlıklı ve albenisi olan homojen yapı malzemelerdir. Genellikle organik madde olan mermer veya granite göre daha elastik ve mekanik olarak dayanıklıdır.

Yapay mermer için kullanılacak malzemelerin renkleri, farklı pigmentler kullanılarak doğadaki canlılıkta, her renkte yapı malzemesi üretilmesine imkân vermektedir. Renkli yapay mermer imalatında kullanılacak pigmentlerin mineral kökenli olmasına dikkat çekilmelidir.

8. SONUÇ

Mermer işlenmesi sırasında büyük miktarlarda atık ve artık maddeler haline dönüşmektedir. Hem büyük bir parasal kayıp hem de tehlikeli bir çevre sorunu haline gelen bu atıklar birçok sektörde kullanılmakta ancak varolan tehlikeyi ortadan

kaldıramamaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 7 Milyar mermer üretildiği düşünülecek olursa beton sektöründe böyle bir atığı değerlendirmek uygun olacaktır.

Türkiye mermer yatağı ve üretimi konusunda dünyada önemli bir yere sahiptir. Üretim beraberinde atık malzemede getirmektedir. Biriktirilemeyecek kadar çok olan bu atığın yapı malzemeleri imalatında kullanılabileceği görülmüştür. Atık malzeme olan mermer tozu yapı malzemesi olarak kullanıldığı için beton fiyatları azalacak ve ülkenin para kaynaklarına olumlu katkıda bulunacaktır.

Atölye ve fabrikaların atıklarını biriktirmemize olanak sağlayan yerlerde bulunan mermer tozlarını değerlendirilerek ülkemizin mali desteğine kazandırılması amacıyla yapılan araştırmalarımızın sonuçlarına göre; mermer tozlarının inşaat sektöründe yapı malzemesi olarak kullanılması beton ve beton ürünlerinde kullanılacak malzemelerin değerinde olumsuz bir etki sağlamadığı anlaşılmıştır.

9. KAYNAKLAR

1. Cömert, A.T., 2005. Uçucu Küllerin Zemin Stabilizasyona Etkileri, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
2. Çakılcıoğlu, İ., 2007. Yüksek Plastisiteli Killerin Stabilizasyonu, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
3. Akbulut, H., Gürer, C., (2007), Use of Aggregates Produced from Marble Quarry Waste in Asphalt Pavements, Science Direct, Building and Environment, 42, 1921-1930
4. Bilgin, N., 2010, Mermer Tozu Atıklarının Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanımı, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
5. Baykal, G., Erdinçliler, A., Saygılı, A., 2004. Highway embankment construction using fly ash in cold regions, Resources, Conservation and Recycling, 42, 3, 209-222
6. Kalay, E., 2010, Sıkıştırılmış Yüksek Plastisiteli Kül Zemin Stabilizasyonunda Pomza, Mermer Tozu ve Kirecin Kullanılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
7. Ünal, O., 2004, Uygunoğlu, T., “Afyon Mermer Tozu ve Soma Uçucu Kül Katkılı Betonların Donma-Çözülme Özellikleri ve Ekonomik Değerlendirilmesi”, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu
8. Sağlam, G., 2012, Çimento Üretiminde Atık Mermer Tozu ve Atık Alçımın Kullanılabilirliği, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
9. Alışer, B., 2013, Mermer Tozu ve Cam Elyaf Katkılı Çimento Harçlarının Sülfat Dayanıklılığının Araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
10. Aycan, İ.O., 2007, Türkiye’de Mermercilik ve Geleceği, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
11. Zorluer, İ., Usta, M., 2003, Zeminlerin Atık Mermer Tozu İle İyileştirilmesi, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu Afyon
12. Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y.İ., Sarıışık, A., 1996, Mermer Teknolojisi, S.D.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü
13. <http://tr.wikipedia.org/wiki/mermer>
14. Gücek. S., 2011, Mermer Tozu ve Uçucu Külün Kil Zeminlerin İyileştirilmesinde Kullanımı, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
15. Muratoğlu, İ., 2010, Atık Mermer Tozu Katkılı Killi Zeminlerin Konsolidasyon ve Permeabilite Özelliklerinin Araştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
16. Alyamaç, K.E., İnce, R., (2007), Karo Mozaik Döşeme Kaplama Plak Üretiminde Atık Mermer Çamurunun Kullanılabilirliği”, 7. Ulusal Beton Kongresi
17. Kurnaz, O., Acar, M.U., 2000. AKÜ Meslek Yüksekokulu Tezi, Afyonkarahisar
18. Kun, N., 2000.“Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi, İzmir Mermerciler Odası, İzmir
19. Gökçer, B., 2013, Mermer Tozu ve Cam Elyaf Katkılı Çimento Harçlarının Aşınma, Yüksek Sıcaklık ve Donma-Çözülme Davranışlarının İncelenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
20. Beycioğlu, A., Başyigit C. ve Subaşı, S., 2008. Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanımı ile Geri Kazanılması ve Çevresel Etkilerinin Azaltılması, Çevre Sorunları Sempozyumu
21. Aydın, A.B., 2013, İnce Agregasında Farklı Oranlarda Mermer Tozu Kullanılmış Betonların Dayanım ve Dayanıklılık Özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi
22. Demir, İ., Başpınar M. S., 2001, Mermer Tozu Atıklarının (Havuz Çökeltisi) Hafif Yapı Blokları Üretiminde Kullanılması, Türkiye IV. Mermer Sempozyum
23. Demir, İ., Mermer, Mermer Tozu ve Atıklarının Kullanım Alanları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
24. Yıldız, O., 1995. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
25. <http://tr.wikipedia.org>
26. Demir, İ., Mermer Tozunun Kullanım Alanları, bk.aku.edu.tr.
27. Çelik, M.Y., Tur, Ş., 2009. Afyonkarahisar Organize Sanayi Bölgesi Mermer Atıkları Depolama Sahasının Özellikleri, AKÜ Fen Bilimleri Dergisi

28. Yeşilkaya, L., 1995. Mermer Madenciliği, Afyon Kocatepe Üniversitesi
29. Öztürk, B., 2006. Mermer Sanayisindeki İşletmelerin Üretim ve Pazarlama Sorunlarının Araştırılması, Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,
30. Çelik, M. Y., 1996, Mermer Atıklarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi
31. Bilgin, M., Çakır, E., 1998. Mermer Araştırması, İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 19981, İstanbul
32. Türker, P., Erdoğan, B., Mermer Tozunun Çimentonun Hidratasyonuna ve Mikroyapısına Etkileri, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
33. Bilensoy, M., 2010, Mermer Fabrikaları Toz Atıklarının Değerlendirilmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
34. İstanbul Ticaret Odası. Haziran 2003 www.ito.org.tr.
35. DPT VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri II (Mermer – Granit – Yapı Taşları – Arduvaz) Çalışma Grubu Raporu Ankara 2001
36. DPT, “Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, 2001
37. Vijayalakshmi, V., Singh, S. Ve Bhatnagar, D., (2001), “Marble Slurry-A New Perspective”, Technology Information, Forecasting and Assesment Council, New Delhi, India. 2001 Golden Jubile Year, M.B.M. Engineering College National Seminar on Small Scale Mining Jodhpur, Rajasthan
38. Ceylan, H., Saraç, S., Özkahraman, H. T., 2001, Mermer Toz Atıklarının Derz Dolgu Malzemesi (Fuga) Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Türkiye III. Mermer Sempozyumu (Mersem 2001)
39. Ünal, O., Uygunoğlu, T., 2003, Atık Mermer Tozu Katkılı Betonların Donma – Çözülme Etkisinde Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (Mersem 2003)
40. Ferreira, J.M.F., Torres, P.M.C., Silvia M.S. ve Labrincha, J.A., (2003), “Recycling of Granite Sludges in Brick Type and Flor Type Ceramic Formulations”, Euroceram News, waste recycling in The Ceramic Industry