

## DİNAMİK OKİAİVİ ŞARTLARINDA MERMERLERİN ALINDIRILMA KARAKTERİSTİĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

### A RESEARCH ON MARBLES ABRASION CHARACTERISATION IN DYNAMIC MEDOIM CONDITIONS

B. ŞAHİN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta

L. GÜNDÜZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta

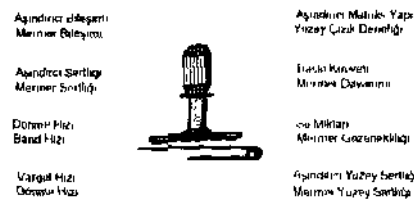
**ÖZET:** Günümüzde farklı endüstri dallarında kullanılan bims taşı, fiziksel, kimyasal ve yapısal özellikleri itibarıyla endüstride aşındırıcı malzeme olarak kullanılabilir. Kalsiyum karbonat kökenli mermer türlerinin silim hatlarında yüzey pürüzlülüğünün giderilmesinde bims tozunun aşındırıcı olarak kullanımı gündeme gelmektedir. Bu çalışmada, bims tozunun aşındırıcılık performansı ve aşındırma ortam kriterleri üzerine yapılan bir ARGE çalışmasının bulguları özet olarak sunulmaktadır

**ABSTRACT.** Nowadays, pumice used in different industries could also be evaluated as an abrasive material subject to its physical, chemical and structural properties. In polishing cycles, the use of the pumice particles as an abrasive material is becoming increasingly popular for minimising the face roughness of the calcium carbonate based marble types. In this study, the research findings carried out on abrasivity performance of pumice particles and factors affecting the abrasion medium are presented in brief

## I GİRİŞ

İnşaat sektöründe, yüksek oranda dekoratif amaçlı olarak yaygın bir şekilde farklı özelliklerde mermer türleri kullanılmaktadır. Mermerlerin kullanıldıktan yer ve amaca göre, yüksek kalitede olabilmesine etki eden başlıca faktörlerden birisi, mermerin parlaklık derecesi ve yüzey cilasının yüksek performansta olması arzu edilen bir olgudur. Ancak, mermerin yüzey parlaklığının ve cila alma karakteristiğinin iyileşmesi, silim hattında yeterince yüzey pürüzlülüğünün minimize edilebilmesine bağlıdır. Burada önemli olan husus, mermerleri silim hatlarında aşındırıcı kalıplar ile silimi sürecinde, aşındırıcıların matris yapısında bulunan aşındırıcı olarak görev yapan aşındırıcı tozların ve/veya bileşiklerin optimizasyonunun sağlanmasıdır. Günümüzde mermer abrasivlerinde farklı bileşim ve kimyasal özelliklere sahip aşındırıcı elemanlar kullanılmaktadır. Farklı aşındırıcı malzemelerin kullanımı ile katı malzemelerin yüzeylerinin aşındırılması üzerine yapılan teknik araştırmalar, aşındırma işlemi sürecinde çok çeşitli etkenlerin rol oynadığını göstermiştir. Ancak, mermerlerin farklı alternatif aşındırıcı malzemeler ile aşındırılma karakteristiklikleri belirli endeks formlarında yeten

düzye tanımlanamamış ve aşındırılma performansları üzerine optimal algoritmik yaklaşımlar yeterince geliştirilememiştir. Günümüz gelişen teknoloji kapsamında, minimum zaman ve maliyet faktörlerini göz önünde bulundurarak etkili aşındırıcı malzeme türü ve malzeme kompozisyonu belirlenmesi ve optimum aşındırma ortam şartlarının incelenmesi gibi hususlar kaçınılmaz bir durum arz etmektedir. Deneysel olarak uygulanabilecek analiz çeşitlenmeleri Şekil 1 de gösterilmiştir. Bu bakımdan, ülkemizde mermer işlenmesinde kullanılan alternatif aşındırıcı malzemelerin detay inceleme ve irdelemelerinin mermercilikle uğraşan kurum ve kuruluşlar tarafından yapılması ve/veya yaptırılması gerekliliği önem kazanmaktadır.



Şekil 1 Mermer aşındırma - parlaklık analiz çeşitlenmeleri



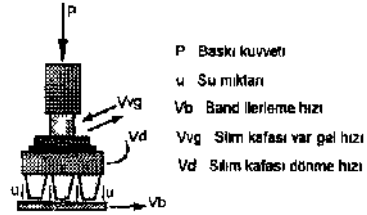
olarak tanımlanamamıştır Diğer taraftan, aşınma davranışını saptamak için değişik deney yöntemleri geliştirilmiş fakat bunlardan elde edilecek sonuçlarla uygulamadaki aşınma dayanımını önceden kestirmek mümkün olamamıştır Ancak laboratuvar deneyleri ile farklı türde malzemelerin aşınma dirençleri bağış olarak karşılaştırılabilir ve bir sıralama yapılabilir Aşınma deneylerinde genellikle uygulamada aşınma oluşturan çalışma koşulları benzetilmeye çalışılabilir Aşınma oluşturan hareketler kayma yuvarlanma veya kaymalı yuvarlanma şeklinde olabilmektedir Belirli bir kuvvet etkisi altında belirli bir süre deney tabutulan parçalarda aşınma miktarı genelde ağırlık veya hacim azalması ile ölçülmektedir (Davis ve Pearce 1985) Malzemelerin aşınma ve parlatma süreçlerinde, aşınmaya etkileyen kuvvet bileşenlerinin analizlerinin yapılması geliştirilen düzeneklerle mümkün olabilmektedir Burada çeşitli kuvvetler karşısında, malzemenin sertliğine bağlı olarak malzeme yüzeyinde meydana gelen kopma, parçalanmalar ve bunların miktarları belirlenebilmektedir Sertlik yanında malzemenin aşınmasını etkileyen faktörler, malzemeye uygulanan basınç ve aşındırma süresidir Malzeme yüzeyinde meydana gelen aşınma, beraberinde yüzeysel şekil değişimlerine, ısınmalara ve korozyona yol açabilmektedir Bu veri ve bulguların ışığında, kaplama malzemesi olarak kullanılan mermer türlerinin plaka ve/veya fayans şeklinde, mermer silim hatlarında aşındırılması esnasında meydana gelen fiziksel, fiziko-kimyasal ve mekanik olaylar aşağıda özetle tanımlanmıştır

Aşınma dayanımı, mermerin yüzeyindeki aşındırıcı maddelerle meydana getirilen aşınmaya karşı direncidir Mermerlerin aşınma dayanımlarının bilinmesi son derece önemlidir Taban döşemesi ve merdiven basamaklarında kullanılan mermer plakalarda oluşabilecek aşınma kayıplarının miteden laboratuvar ortamında ölçümü, uygun taş seçimini mümkün kılacaktır (Acar, 1994) Hıni tanımlama kapsamındaki her tür mermer için bilinmesi gereken sürtünme etkisi ile oluşan aşınma kayıpları genellikle karbonatlı kayalarda yüksek mineral içeriği ve içerdiği minerallerin özellikleri nedeniyle seri iriş olarak nitelenen magmatik kökenli taşlarda ist düşüktür

Mermerin aşınma ve aşındırma karakteri/asyonunda TSİ standartlarına göre öngörülen analiz yöntemleri belirli bir aşındırıcı malzeme kullanımı ile hüim

mermer kalınlığında ve/veya hacmindeki azalma miktarlarının incelenmesi prensibine dayanmaktadır Bu işlem için kullanılması tavsiye olunan deney düzeneği, Böhme yüzeysel aşındırma cihazıdır Mermerlerin aşınma dayanımlarının belirlenmesi için TS 699 a uygun olarak 71 mm ebatlarında kup numuneler hazırlanmakta olup, numuneler önce 100°C'de kurutulmuş ve tartılır ve tanım sonuçları kaydedilir Daha sonra numuneler, Böhme yüzey aşındırma cihazında yüzey aşındırma deneyine tabi tutulur

Farklı aşındırıcı malzemelerin kullanımı ile katı malzemelerin yüzeylerinin aşındırılması üzerine bir çok yoğun araştırmalar yapılmış olup, çok çeşitli etkenlerin rol oynadığı gözlenmiştir Aşındırma esnasında aşındırıcı üzerine ve aşınan yüzeye uygulanan farklı kuvvet bileşenlerinin neler olduğu ve bunların değeri teknik bakımdan yete111 seviyede incelenmemiştir Mermer işleme teknolojisinde mermer silim hatlarında abrasivler (aşındırıcılar) üzerine uygulanan ve aşındırma esnasında oluşan kuvvet bileşenleri Şekil 2 de sembolize edilmiştir



Şekil 2 Mermer silim hatlarında aşındırma kuvvet bileşenleri

Aşındırma ümesindeki baskı kuvveti, mevcut olarak kullanılan malzemenin sertliği bu ayarında yaklaşık olarak 4-10 atmosfer arasında tutulmaktadır Baskı kuvvetinin artırılması silini taşlarına gelen yuku arttırmakta ve silini taşlarının omrunu artırır Maksimum aşındırma puloramasını sağlanabilen bu yukun silim taşı kalınlığı ve mermerin yüzüne göre ayarlanması gerekmektedir Bir silim ümesindeki baskı kuvveti minimum 6 adet silim taşı tarafından taşınmaktadır Silim taşı adedi artırıldığı zaman baskı kuvvetinin değeri de artırılmıdır ve bu kuvvetin artırılması silim taşı kalınlığının artırılması ve aşınma hızının artırılması için önemlidir

Su miktarının yüksek debide oluşu, aşınan mermer parçacıklarının ve aşındırıcı tanelerin yüzeyden uzaklaşmasına neden olur. Ayrıca, aşındırıcı silim taşı yüzeydeki aşındırıcıyı engelleyen yapışmış çamurun dağıtılmasını sağlar. Su miktarının çok yüksek değerlerde oluşu, atık mermer tozu sorununun nedeni olacaktır, tesis maliyetini belirli ölçüde arttırabilir. Az miktarda su kullanılması ise aşınma olayını engelleyerek parlatmayı bozmaktadır.

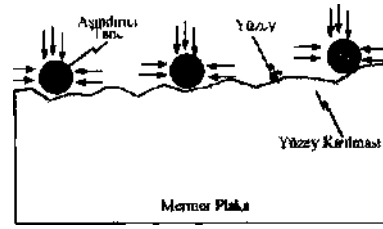
Var-Gel hızının yüksek miktarda oluşu aşındırıcı olayında yüzeysel çiziklere etki ederek zık-zak ilerleme ile oluşturulan yüzeysel parlatma olayını engellemektedir. Bu nedenle çok düşük var-gel etkisiyle silim ünitesinde yüzeysel eş parlaklık elde edilebilmektedir. Var-Gel hızı band ilerleme hızının %50'ini aşmaması gerekmektedir.

Aşındırıcı olayında, baskı kuvveti kadar önemli olan unsurlardan bir diğeri silim kafalarının teğetsel dönme hızıdır. Bu, silim kafası dönme hızı aşındırıcı performansında etkili olmaktadır. Silim kafasının hızlı dönmesi, silim ünitesinde daha yüksek miktarda aşındırıcıya, yavaş dönme ise daha az miktarda aşındırıcıya neden olmaktadır. Bu dönme hızının yüksek olduğu durumlarda aşındırıcı artmakta ve aşındırıcı tüketiminde direkt olarak yükselmektedir. Sert mermerlerde daha düşük dönme hızı sağlanarak, aşındırıcı tüketimi azaltılabilmektedir.

## 1 MERMER-AŞINMA İLİŞKİSİ

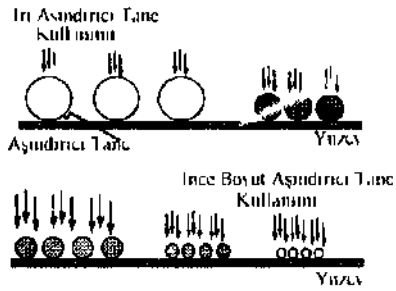
Malzemelede yüzey pürüzlülüğünün giderilmesi, sürtünen yüzeylerden mal/eme kaybı ile çizgi derinliklerinin minimize edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Aşınma miktarı mal/emenin lürüne sürtünen yüzeylerin biçimine sürtünme şartlarına ve gevrenin kimyasal etkilerine bağlıdır. Ayrıca aşınma miktarının artmasına elken olarak sıcaklık değişimini, nem donma korozyonu ve ortam şartları itibarıyla malzeme yüzeyinde ve/veya iç yapısında oluşabilecek laikli kimyasal reaksiyonlar gibi olguları saymak mümkün olmaktadır (Şentürk ve arkadaşları 10%). Mermer plakalarının silim hatlarında parlatma işlemlerinde abrasiv (aşındırıcı) olarak isimlendirilen seri bir malzeme veya seri bir parçacığın mermer yüzeyini çizerek - kazıyarak parça koparması ve birim yüzey alanının pürüzsüz bir satıh alanına dönüştürülmesi prensibi uygulanmaktadır. Bu

aşınma işlemine, yüzey pürüzlülüğü giderilinceye kadar kararlı bir şekilde devam edilmektedir (Şekil 3)



Şekil 3 Sembolik olarak mermer yüzeyi aşındırma ilişkisi

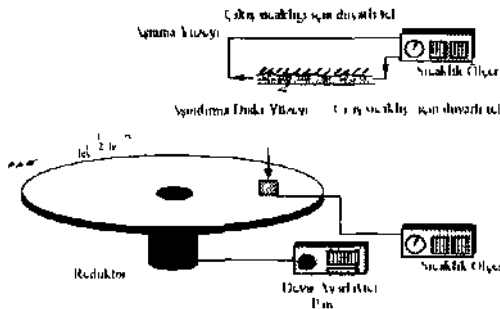
Laboratuvarda yapılan analizlerde, mermerin pomza tozları ile aşındırılması - parlatılması sürecinde edinilen bulgular ışığında, pomza tozu maksimum tane boyut fraksiyonunun, mermer yüzeyini aşındırma karakteristiği açısından son derece önemli olduğu gözlemlenmiştir. Bu olgu, pomza tane boyutu inleştikçe, mermer yüzeyindeki aşınma oranının arttığı ancak buna karşın yüzey parlaklığına etkisinin az olduğu gözlemlenmiştir. Bunun paralelinde, pomza tane boyutunun küçülmesi ile mermer yüzeyinde aşınma oranının düştüğü fakat yüzey parlaklığının arttığı gözlemlenmiştir. Buradan edinilen tecrübe, teknik olarak aşındırıcı tane boyutunun küçülmesi ile beraber, aşındırıcı tanelerin aşındırılacak yüzey ile olan teması daha geniş satıhta olmakta ve pomzanın yapısal bileşimi açısından bünyesindeki piroksen ve camı bileşiklerin etkisinde yüzeyde daha belirgin bir parlaklığın oluşmasına sebep olabilmektedir. Ancak, aşındırıcı tane boyutunun inleştikçe durumlarda ise aşınma yüzeyinde aşındırıcı tane ile yüzey arasındaki temas daha küçük bir yüzeyde olmakla ve elde edilen sürtünme yüzeyi daha düşük hız değeri de olmaktadır. Bu olgu Şekil 4 de sembolize edilmiştir.



Şekil 4 Aşındırıcı tane aşınma yüzeyi ilişkisi

#### 4 GELİŞTİRİLEN AŞINDIRMA ANALİZ DÜZENEGİ

Mermerlerin belirli bir aşındırıcı toz ile aşındırılması sırasında aşınma hızı, aşınma ortamında aşındırıcı - aşınan yüzeyin sürtünmesi ile açığa çıkan ısıncın incelenmesi ve aşınma sürecinde aşınan malzemenin kalınlığındaki azalmanın optik yöntemle belirlenmesi önemli bir inceleme konusudur. Bu amaçla aşınma hızının değişken olarak kullanılabilirdiği aşınma yüzeyindeki sıcaklığın ölçülebildiği bir deney düzenegi yazar tarafından geliştirilmiş ve bu çalışma kapsamında yoğun olarak kullanılmıştır. Geliştirilen deney düzenegi Böhme yüzey aşındırma cihazından hareketle ilave konstruksiyon ünitelerinden oluşmaktadır. Kullanım prensibi Böhme cihazına benzer olup aşınma sürecinde servo - kontrol mekanizması kullanılabilir. Genel prensip olarak değişken devire sahip doner bir disk reduktor yardımıyla 10dev/dak - 70dev/dak arasında birim aralıklarla ardışık artırmalı olarak kontrol edilebilmektedir. Bu sebeple aynı bir aşınma ortamı yüzeyinde, gerek aşındırıcı tanelerin ve gerekse yüzey özelliğinin karatenstik değişimi lineer ve/veya logantmik olarak artan aşınma hızlarında incelenebilme imkanına sahiptir. Diğer bir uygulama, aşınma yüzeyindeki sıcaklık değirmi ve sıcaklığın etkisinde malzeme yüzeyinde ısıl genişmeden dolayı yüzey çatlaklık gelişiminin analizi üzerine geliştirilmeye çalışılan ilave bir düzenektir. Bu düzenek pilot çapta henüz tamamlanmış olup, on denemeleri yapılmıştır. Ancak, aşınma ortamının sterilize edilmesi gerekliliği sebebiyle, üzerinde konstruksiyon açısından çalışmalar sürdürülmektedir. Pilot çapta tamamlanan ısıl genişleme ve etkileşiminin analizi amaçlı ilave denev düzeneginin sembolik gösterimi Şekil 5 de verilmiştir.



Şekil 5 Aşındırma sürecinde sıcaklık değişimi ölçüm düzenegi

Geliştirilen bu deney düzenegine ilave bu diğer ölçüm sistemi ise aşınma yüzeyinin ve dolayısıyla kalınlığının azalmasının optik olarak ölçme sistemidir. Bu düzenek henüz tasarlanmış ve pilot amaçlı olarak Şahin modeli aşındırma düzenegi üzerine pilot çaplı montajı yapılmıştır. Ölçme sistemi belirli bir aşınma hızına, aşınan malzeme yüzeyinden parçaların kopması ve kalınlığındaki birim zamanda oluşan azalmanın optik olarak okunması prensibine dayanmaktadır. Sistem Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 6 Optik sistemle kalınlık ayarlanması ölçme düzenegi

Yukarıda özet olarak değinilen ve pilot çapta geliştirilen bu düzenekleri kullanım olarak optimizasyonunun sağlanması ile birlikte mermerlerin aşındırılma performanslarının analizinde yeni bir boyut kazanılacağı düşünülmektedir. Bu ve benzer düzenekler yardımıyla hangi tür mermer, hangi özelliklerde ve granulometrik yapıda aşındırıcı tozlar ile efektif bir şekilde yüzey pürüzlülüklerinin giderilebileceği belirlenebilecektir. Ayrıca yüzey pürüzlülüğünün en aza indirgenmesi mermerin parlaklığı ve cila alma kabiliyetinde iyileşmesine imkan tanıyacaktır.

#### 5 POMZA TOZUNUN MERMER TÜRLERİNİ AŞINDIRMA KAREKTERİSTİĞİ

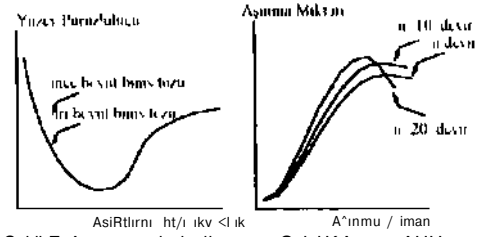
Ülkemizde 1990 lı yıllarda teknolojik özellikleri ve bir çok endüstriyel hammadde için une göre değişik avantajlara sahip olması nedeniyle bims taşı (pomza) giderek artan bir eğilimle farklı endüstri dallarında yaygın bir kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Teknik özellikleri itibarıyla pomza (bims) taşının yüksek oranda aşındırma ve parlatma karetenstığının varlığı bilinmektedir. Bu bakımdan mermer plakalarının parlatılma işlemlerinde kullanılan abradant bims bileşenli malzeme yapılarında elde edilerek aşındırma ve parlatma karetenstığının incelenmesi önemli bir konu olarak gündeme gelmektedir. Bu çalışma kapsamında, İsparta yorucu bims taşı türlerinin mermer aşındırma ve parlatma karetenstığının

analizi yapılmış ve hangi spesifikasyonlarda mermer acındırmada kullanılabileceği tartışılmıştır

İsparta yöresi bims tabinin farklı boyut fraksiyonlarına indirgenmesi ile elde edilen bims tozunun farklı mermer türlerinin aşındırma performanslarını incelemek amacıyla, aşınma ortamında aşınmaya etkileyen faktör ve parametreler bağımsız değişkenler şeklinde ele alınmıştır Burada özellikle farklı kompozisyonlarda hazırlanan bims tozunun farklı devir/dakika ortamlarında, İO değişik mermer luru için aşındırma performansı ağırlık kaybı ve hacim azalması baz alınarak analiz edilmiştir Bu analizlerde kullanılan mermer türleri

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| • Travertenler      | • Beiler          |
| Bucak Traverten     | Salda             |
| Kırmızı Traverten   | Rozalya           |
| Afyon Traverten     | Gol Beji          |
|                     | Korkuteli Bei     |
| • Yumuşak Mermerler | • Supren Yöresi   |
| Yumuşak Traverten   | Bordo Grizo       |
| Finike Lımra        | Salome            |
| Fosilli Lımra       | Venus             |
| Vize Pembe          |                   |
| • Afyon Yöresi      | • Elazığ Yöresi   |
| Afyon Beyaz         | Elazığ Vişne      |
| Afyon Şeker         | Elazığ Siyah      |
| \fyon Bulut         | Hazar Pembe       |
| \fyon Menekşe       |                   |
| • Renkli Taşlar     | • Beyaz Mermerler |
| Siyah Lale          | Manyas Beyaz      |
| Vkşçır Siyah        | Kavak Beyaz       |
| kı çiçeği           | Duru/h Pembe      |
| Ege Bordo           | 1 Lvlak           |
|                     | Dolunlulu Beyaz   |

Bu analizlerde bims lo/ununun aşındırma performanslarında aşındırma SLİİİİKİL kullanılacak aşınma hızının etkin bir rol oynadığı pilot analizlerde göz'ülmüş u araştırmanın VOHLİİULHI optimum devir dakika hızı belirlenmesi üzerine vo indirilmişin İriceleniİircic \ızıy pınızluluğu \c u/m du inliğini minimize edildiği optimum aşındırma devrinin belirlenmişindi, aşındırma - hız karatırılılı Şekil 7 da sembolik olarak ->osle-ıldığı şekilde ilde edilmişin



Şekil 7 Aşınma ortamındaki aşınma miktarının aşınma hızı ile ilişkisi

Yüzey pürüzlülüğünü en aza indirmek amacıyla uygun bims tozu boyut fraksiyonu ve optimum aşınma devrinin ne olabileceği deneysel verilerin parametrik normal dağılım fonksiyonları ile istatistik Gauss dağılım yaklaşımı ile belirlenmeye çalışılmıştır Burada deneysel bulgular üstel ve polinomial fonksiyonlar olarak tanımlanmıştır Ayrıca aşınma süresinin aşınma miktarına etkisi üzerinde yapılan incelemelerde de artan bims aşınma süresinde aşınma miktarının devrin etkisi ile non - linear olarak değiştiği gözlenmiştir Bu olgu sembolik olarak Şekil 8 de gösterilmiştir

Şekil 8 incelendiğinde aşınma sürecinde devrin belirli hız değerinde aşınma miktarı ve dolayısıyla yüzey pürüzlülüğünün minimize edilmesinde negatif bir etkide olduğu gözlenmektedir Buradan hareketle optimum aşınma devrinin değeri gerek teorik ve gerekse deneysel bulgularla belirlenmelidir Laboratuvar incelemelerinde standart tane boyutuna sahip pomza tozunun aşındırıcı malzeme olarak kullanıldığı analiz ortamında pom/a tozunun mermer türlerini aşındırma miktarları farklı aşınma hızlarında irdelenmiştir Ayrıca deney numuneleri uzumde deney öncesi ve sonrasında 1 volu olarak ultrases hız geçirgenlik değerleri ilde edilmiş ve bu sonuçları ışığında gerçek aşınma hızı elastik özelliklerinde ne oranda bu değişimin olduğu belirlenmeye çalışılmıştır Diğer taraftan aşınma hızının etkisiyle aşındırılan malzeme iç yapısında ne oranda bir zayıflama ve/veya lamlıklılığın oluşumu ayrıca değerlendirilmiştir Malzeme yüzeyinde ve/veya bims tozunda meydana gelebilecek çatlaklar aşınma ortamında aşınma ortam yüzeylerinde yüksek oranda sıcaklık oluşumu gözlenmiştir Bunun etkisiyle malzeme yüzeyinde muhtemel kılcal çatlaklar meydana gelebilecektir Bu da malzeme dahi kişide eskimesine nedeni olacaktır Binada aynı i

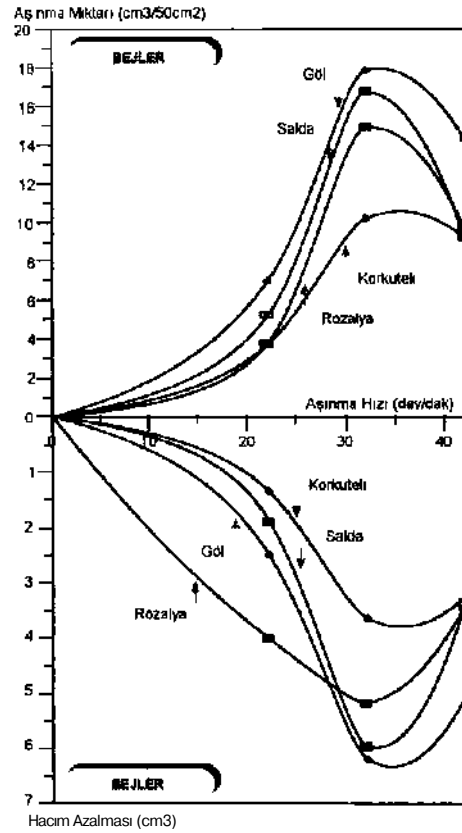
aşınma ortam yüzeyinde meydana gelen sıcaklık artışına bağımlı olarak, kılcak çatlak büyüklüğünde de bir artış olduğu belirlenmiştir

Yapılan analizlerde diğer bir gözlem ise pomza tozunun aşındırıcı olarak kullanıldığı ortamda acınma sürecinde belirli bir süre içerisinde pom/a lozunun mermer yüzeyinde aşındırma etkisi yaptığı ancak belirli bir aşınma hızından sonra ise malzeme yüzeyinde parlatma etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Pomza tozunun farklı aşınma hızı değerlerinde mermerleri aşındırma performansına etkisinin detay olarak irdelenmesi amacıyla laboratuvar deney bulguları, mermer cinslerine göre ayrı veri kümelen oluşturulmuştur. Bağımlı değişken olarak ortam aşınma hızı değeri ele alınmış ve pomza tozu granulometrisi, tane şekli - geometrisi, kimyasal bileşim ve kullanım miktarı, aşınma ortam ağırlığı gibi faktörler de bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir. Tanımlanan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında, aşağıdaki istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır

a Araştırma bulguları arasında oluşturulan bağımlı ve bağımsız değişken veri kümeleni arasında lineer veri analizi

o Aşındırma performansında etkin parametre olarak belirlenen bağımsız değişkenlerin etkileşiminin çok değişkenli istatistiksel regresyon analizi ile belirlenmesi

tiefe edilen pomza tozu mermer aşındırma karakteri ilişkilerinde aşınma hızı ve yüzey eskimesi - pürüzlülük oranı düşüşünün belirlenmesinde etkili olan parametreler bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki için ilen mühendislik istatistiksel yaklaşımı nidan Yararlanılmıştır. Bu yaklaşımlar kapsamında aşınma miktarı ve aşınan malzemede hacim azalması gibi (aktörlerin aşınma hızı arasındaki bağıl ilişkiler yüksek korelatif istatistiksel verilere dayalı olarak regresyonel eşitlikleri elde edilmiştir. Bu eşitlikler yardımıyla pomza tozu nun mermer malzemesi olarak kullanımında optimum aşınma hızı/mıı değeri ve aşınma ortam parametrelerinin değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. İde edilen bu eşitlikle aşağıda verilmiştir. Xynca deneysel bulgular ışığında parametrik veriler Şekil 9 S. (kil 10 de gösterilmiştir



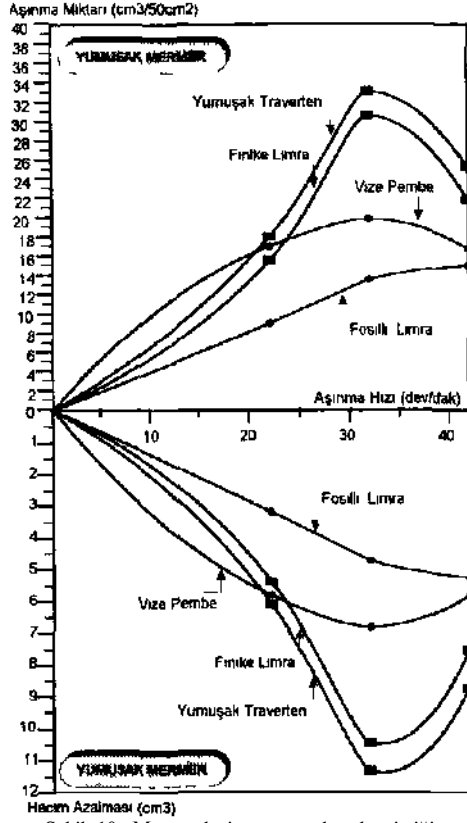
Şekil 9 Mermerlerin aşınma karakteristiği

Aşınma Miktarı - Aşınma Hızı ilişkisi

- Saldı Bej  
 $DV = -0.6041 + 0.0107 n - 0.0082 n^2$
- Rozal> a  
 $DV = -0.5427 + 0.04418 n - 0.0017 n^2$
- Ciol Bej  
 $DV = 0.4686 + 0.05514 n - 0.0005 n^2$
- Korkuteli Bej  
 $DV = 0.2201 + 0.02729 n - 0.0006 n^2$

Hacim Azalması - aşınma Hızı ilişkisi

- Saldı Bej  
 $DV = 0.211 + 0.0218 n - 0.0001 n^2$
- Rozal/filya  
 $DV = 0.0615 + 0.015 n - 0.0001 n^2$
- Ciol Bej  
 $DV = -0.1575 + 0.0210 n - 0.0001 n^2$
- Korkuteli Bej  
 $DV = 0.6020 + 0.010 n - 0.0001 n^2$



Şekil 10 Mermerlerin aşınma karakteristiği

Aşınma Miktarı - Aşınma Hızı ilişkisi

- Yumuşak Traverten  
 $DV = -0.6699 + 1.4699n - 0.0019n^2$
- Fınke Lımrı  
 $DV = -0.7084 + 1.3460n - 0.00179n^2$
- Vize Pembe  
 $DV = -0.0717 + 1.2277n - 0.00196n^2$
- Fosilli Lımrı  
 $DV = -0.0804 + 0.5184n - 0.00016n^2$

Hacim Azalması - Aşınma Hızı ilişkisi

- \* Yumuşak Traverten  
 $DV_f = -0.2294 + 0.4966n - 0.0006n^2$
- \* Fınke Lımrı  
 $DV_h = -0.2164 + 0.4628n - 0.00062n^2$
- \* Vize Pembe  
 $DV_h = -0.0216 + 0.4182n - 0.00066n^2$
- Fosilli Lımrı  
 $DV_n = -0.0260 + 0.1829n - 0.00011n^2$

## 6 SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Pomza tozunun mermer aşındırma ve parlatmada, abrasiv hammadde olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Aşındırmada etken olan önemli parametrelerden aşınma hızı ve aşınma miktarı üzerine çalışmalar yoğunlaştırılmış ve mermer turune göre aşınma hızının ne olabileceğinin optimizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Detay olarak incelemelerde ise aşınma suresinde meydana gelen ısıl olayların ve birim lineer aşınma yüzeyi eskimesinin değeri mikron mertebesinde optik yöntemlerle incelenmeye çalışılmıştır.

Silim hatlarında optimum mermer aşındırma endekslerinin tayını amacıyla, mermer aşındırmaya etkiyen kuvvet bileşenlerinin birbirleri ile olan entegrasyonu ve etkileşimi fonksiyonel ifadelerle tanımlanmalı ve parametrik veriler arasında rasyonel yaklaşımları getirilmelidir. Ayrıca, mermerin mekanik ve fiziksel özelliklerinden yararlanılarak, bu özellikler ile kuvvet bileşenleri arasında da ilişkiler araştırılmalı ve farkı mermer türleri için pratik irdelemeler yapılmalıdır. Bununla birlikte, mermer abrasivlerinin kullanılan mermer turune ve kuvvet bileşenlerine göre tersiyer irrasyonel yaklaşımlar getirilmelidir. Bu kapsamda, mermer aşındırma ve parlatmada kullanılabilecek aşındırıcı tozların tüm mühendislik özellikleri belirlenerek, aşındırma esnasında uygulama olarak görülen parametrik etkileşimlerin analizi yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akkurt, M , 1985, *lakım 'tezgahları Talaş Kaldırma Yöntemleri ve 'teknolojisi*. Birsan Yayınevi, istanbul, 671 s
- Acar H, 1994, *Mermerciliğin Vitrim I"la/ama işlemi*. Mermer Dergisi, Sayı 34. Mart-Nisan, s 18-21
- Davis, P, Pearce, N, 1995, *Diamond looting Reduces Polishing* ("os/s. Industrial Diamond Review, 2/9S, England, s 71-71
- Şenturk A, Gunduz L, Tosun Y I, Saruşik A, 1996, *Mermer teknolojisi*