

Doğal Endüstriyel Kaplama Taşlarının Kalite Kontrolü

A. SARIŞIK, L. GÜNDÜZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta

ÖZET : Mermerlerin kullanım yerlerine uygunluğunu belirlemek amacıyla kalite kontrolünün yapılması gerekli bir husustur. Mermerlerin mühendislik özelliklerine göre kalite kontrolünü sağlamak için istatistiksel yöntemler geliştirilebilmektedir. Bu makalede, mermer kalite kontrolü için geliştirilen MERKONT sistem yaklaşımının prensipleri tanımlanmakta ve pratik uygulanabilirlik değerleri sunulmaktadır.

ABSTRACT: In order to define the applicability of marbles to using areas, making its quality control is becoming very important. As regard to engineering properties of marbles, statistical methods could be improved to evaluate its quality control. In this paper, the applicable principles of MERKONT system developed for marble quality control are presented and its commonly used practical values are illustrated.

1. GİRİŞ

Mermer teknolojisinin bugüne kadar uzanan geçmişi ve gelişmesindeki aşamalar incelendiğinde genelde görülen; malzemenin genel davranışını belirlemek ve malzemenin kullanım yeri optimizasyonu ve kaplamada dekoratif albenisi açısından uygun bir biçimde seçiminin yapılabilmesi için temel ilkelerin araştırılması konusunda olmuştur. Ancak malzeme seçiminde uygulanması gerekli olan hususların başında, belirli plan dahilinde ve ülke şartlarına en uygun biçimde tasarlanması gelmektedir. Gerek üretim ve gerekse uygulama prensiplerinin sağlıklı ve teknolojik özelliklere sahip olması için, birtakım kural ve yöntemlerin üretici ve kullanıcı tarafından ortaklaşa sağlanabilmesi gerekmektedir. Bu kural ve yöntemler, belirli bir standardizasyonun sağlanması ve kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine dayanmaktadır.

Genel anlam olarak, standardizasyon ve kalite kontrol yöntemleri, malzeme seçimi ve kullanımına, planlama gücü, kalite güvenliği ve ekonomiklik açısından büyük olanaklar sağlamaktadır. Malzemenin iyisini kötüsünden nasıl ayırt edilebileceğinin kuramsal ve matematiksel boyutlarını ortaya koymaktadır. Bu bakımdan, gerek

üretim, pazarlama, kullanım ve ulusal ekonomik alanlarda güçlü bir etkinlik kazanılacaktır. Bu da, yapı ve kaplama malzemeleri arasında aynı esaslara göre bilimsel bir kıyaslama yöntemini ortaya koyabilecektir. Diğer taraftan, yapı ve kaplama malzemesi için uygulanacak standardizasyon ve kalite kontrolü, kullanılacak yapı ve kaplama malzemesinin uygunluğunun irdelenmesi ve rasyonel bir biçimde gerçekleştirilebilmesinde büyük yararlar sağlayacaktır. Bu yararlar, projelendirme aşamasında olduğu kadar uygulama döneminde de, yapı ve kaplama malzemesini üreten, seçen ve uygulayan arasındaki beraberliği ve bütünleşmeyi sağlayıcı olarak daima karşımıza çıkacaktır.

Yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçlar, yeryüzünde oluşumları ve bulunuş şekillerine göre farklı yapısal özellikler sergilemektedir. İnşaat sektöründe, son yıllarda sıkça kullanımları, yapı ve kaplama taşlarının kullanım yeri ve amacına göre tüm özelliklerinin analiz edilerek belirlenmesi, belirlenen bu özelliklerin standartlar ile mukayesesinin yapı ve kaplama malzemesine ait parametrik değerlerin standartlarda yer alan sınır değerlere uygunluğunun araştırılması, en ideal yapı ve kaplama malzemesi seçimini sağlayabilecektir.

Bu bakımdan, yapı ve kaplama malzemelerinin seçiminde, belirli bir standardizasyon kullanımı ve kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi, gerekliliği gündeme gelmektedir. Böyle bir uygulama, kullanılan yapı ve kaplama malzemesinin uygun olanını, uygun olmayandan nasıl ayırabileceğinin kuramsal ve matematiksel boyutlarını ortaya koyacaktır. Bu bakımdan, gerek üretim, pazarlama, kullanım ve ulusal ekonomik alanlarında güçlü bir etkinlik kazanılacaktır. Bu da, yapı ve kaplama malzemeleri arasında, aynı esaslara göre bilimsel bir kıyaslama yöntemini ortaya koyabilecektir. Diğer taraftan, yapı ve kaplama malzemesi için uygulanacak standardizasyon ve kalite kontrolü, kullanılacak yapı ve kaplama malzemesinin uygunluğunun irdelenmesi ve rasyonel bir biçimde gerçekleştirilebilmesinde büyük yararlar sağlayacaktır. Bu yararlar, projelendirme aşamasında olduğu kadar, uygulama döneminde de, yapı ve kaplama malzemesini üreten, seçen ve uygulayanlar arasındaki beraberliği ve bütünlüşmeyi sağlayacaktır. Yapı ve kaplama malzemesi üretiminde, özelliklerin belirlenmesinde ve optimum kullanım yerlerinin belirlenmesi hususunda jeomekanik analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Yapı ve kaplama malzemesinin fiziksel, kimyasal, jeomekanik özellikler, kullanım yerlerini belirleyen faktör ve parametrelerdir. Günümüz gelişen Kaya mekaniği analiz yaklaşımları ile, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçların, yapı ve dekorasyon teknolojisinde efektif endüstriyel bir malzeme olabirliği incelenmektedir. Bu incelemeler sonrası, elde edilen verilerin kalite kontrolünde kullanılabilirliği için bazı istatistikî yöntemlere başvurulması zorunludur. Dolayısıyla yapı ve kaplama malzemesinin istenilen kalitede olup olmadığını veya kalite düzeyinde ne tür faktörlerin önem kazandığının belirlenmesi, kolaylıkla mümkün olacaktır, istatistiksel yöntemler, matematiksel ihtimal teorisinin sayısal problemlere uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

İleri mühendislik istatistikindeki son gelişmelerin ışığında, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçların kalite kontrolü üzerine *SDÜ. Maden Mühendisliği Bölümü Mermer Teknolojisi Laboratuvarlarında* yapılmakta olan bir ARGE çalışmasında, kalite kontrolün aşamaları ve teknik bazda parametrik verilerin irdelenebildiği yeni bir yaklaşım "*MERKONV*" sisteminin geliştirilmesi yapılmaktadır. Bu makalede, geliştirilmekte olan *MERKONT* kalite kontrol sisteminin uygulama

prensipleri tanıtmakta ve pratik analizleri özetle örneklendirilmektedir.

2. İSTATİSTİĞİN MÜHENDİSLİK BİLİMİNDE KULLANIMI

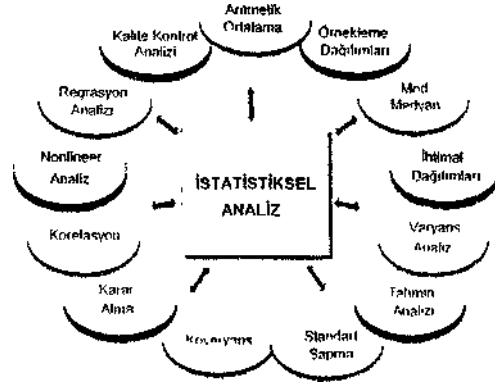
İstatistik, pozitif bilimlerde araştırma yapan tüm araştırmacıların kullandığı ortak yöntemleri içermektedir. Geliştirilen istatistikî analiz yöntemi, mühendislikte olduğu kadar, yerbilimlerinde etkin olarak kullanılabilir. İstatistik birçok araştırmacı tarafından, teorik ve matematik istatistik olarak iki bölüme ayrılmıştır. Matematik istatistikçileri daha ziyade konunun matematik yönü ile, teoremlerle, isbatlar ile uğraşp uygulamacıların pratikte kararlaştırdıkları problemleri çözmeye yönelik araştırmalar yapar, yöntemler geliştirirler. Uygulamalı istatistikçiler ise, araştırmacılarla, yöneticilerle ve endüstri ile çalışmakta olup, onların kararlaştırdıkları sorunların çözümünde araştırmaların kurulmasında değerlendirilmesi ve yorumlanması için uygun istatistikî yöntemlerin belirlenip kullanılmasında yardımcı olurlar. Uygulamalı istatistikçinin görevi; araştırmaların başlamasından, araştırmanın bitirilip raporun yazılmasına kadar sürer.

Araştırmanın başlatılması safhasında bir istatistikçiye danışılmadan toplanan verilerin analizi, çoğu zaman mümkün olmamakta ve o çalışmadan elde edilebilecek bilginin büyük bir kısmının kaybına neden olabilmektedir. Dolayısı ile iyi bir ölçüde, bilgi, işgücü ve para kaybı ortaya çıkmaktadır. Araştırmanın başında danışılacak bir istatistikçi, amaca yönelik bilgilerin toparlanabilmesine uygun ve etkin denemelerin kurulmasına ve örnekleme yöntemlerinin seçilmesine yardımcı olabilmektedir.

Tüm bilim dallarında ilk ve temel basamak, o dallardaki çalışmaların tanımlama basamağıdır. Bilimsel tanımları, yeterli ve açık bir şekilde yapılamayan çalışmaların en ileri yöntemlerle analizleri yapılsa bile, geçerliliği sağlanamaz. Verileri belirli bir ölçüde özetlemek ve sonuçları aynı konuda yapılan çalışmaların sonuçları ile kıyaslama imkanını hazırlamak gerekmektedir. Çubuklu diyagramlar ve histogramlar, veriler için belirli, bir özetleme şekli olmakla beraber çoğunlukla bu amaç

için sayısal değerlerin bulunması ve kullanılması zorunluluğu vardır. Frekans dağılımlarını sayısal olarak özetleyen ve örneklerden hesaplanan değerlere *tanımlayıcı istatistik* adı verilmektedir. Tanımlayıcı istatistikler olarak, değişkenin x ekseninde aldığı durumu belirleyen yer ölçüleri ve frekans dağılımlarının şeklini (yaygınlığını ve topluluğunu) açıklayan değişim ölçüleri olarak sayılabilmektedir.

Günümüz gelişen mühendislik teknolojisinde, mühendislik tasarımlarının gerçekçi, güvenilir ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilmesi için tasarım büyüklükleri arasında optimal kıyaslama dağılımlarının, önceden belirlenen hata miktarı içinde kalacak şekilde incelenmesi gerekmektedir. Mermer kullanımını ile ilgili projelendirmelerde, her bir tasarım aşamasında, mermerin basınç direnci, don sonrası basınç direnci, su emme karakteristiği ve elastisite özellikleri gibi parametre değerlerinin tasarım mühendisine teknik veri olarak sağlanması gerekmektedir. Böylesi tekno-mekanik parametre değerlerinin, çalışılan projenin özelliklerine göre kabul edilen maksimum ve minimum sınırları içinde bulunması gerekmektedir. Yapılacak uygulamalarda, laboratuvar ve gözlemsel çalışmalarından elde edilen verilerin "istatistiksel büyüklüklerini" (dağılım aralığı, standart sapma, standart hata, değişkenlik katsayısı, ortamın alt ve üst sınırları) belirtmek suretiyle söz konusu sonuçların kabul edilebilir değerleri temsil edip-etmediği özenle tahkik edilebilmektedir. Bu anlamda, istatistiğin temel işlevleri ile mermer kullanım teknolojisi ilişkisi, Şekil 1 de sembolize edilmiştir. Son yıllarda, yerbilimlerinde değişimler olmuştur. Bu değişimin temelinde yatan, sayısal hesaplama tekniklerinin mühendislik problemlerine büyük bir ustalıkla uygulamaya başlamıştır. Bunda kuşkusuz bilgisayarların yaygın olarak kullanılmaya başlamasının büyük payı bulunmaktadır. Yerbilimleri konulan içinde yer alan nümerik analiz yöntemlerinin uygulamaları, ancak bilgisayar ile sağlanabildiğinden, herşeyden önce bilgisayarla hesap yapma ve programlama konularında yeterli düzeyde bilgiye sahip olmak gerekmektedir. Uygulanan matematiksel yöntemlerin büyük bir kesimi, istatistik konuları içinde yer almaktadır.



Şekil 1. Mermer teknolojisi - istatistiksel analiz kavramları ilişkisi.

3. STANDARDİZASYON - KALİTE KONTROL

Standardizasyon, insanlık tarihiyle başlayan kaşıkılıktan kurtulmak ve düzen içinde yaşama şeklinde beliren içgüdünün bir ifadesidir. İlkçağlarda insan, kendi cinsi ile anlaşabilmek için "standartlaşmış" bir dil kullanmayı öğrenmiş, mesafeleri, zaman ve ağırlıkları ölçmek üzere metodlar keşfetmiş, belirli amaçlar için el aletlerini şekillendirebilmiş, kalite ve fiyat unsurlarını da içine alan bir sistem çerçevesinde mal ve hizmetlerin mübadelesini mümkün kılabilmıştır. İşte bütün bunlar, bugün "standardizasyon" diye adlandırılan disiplinin çeşitli yönleridir. Standart çalışmaları, bugün hüviyetini 20. yüzyılda kazanmıştır (Erinç, 1994). Bugünkü anlamda ilk standart fikri 1900'de Zürih'te yapılan bir konferans sonrası ortaya atılmış ve 1901'de İngiltere, 1902'de Japonya'nın ilk standardını çıkarmasıyla uygulama alanına girmiş ve bunu çeşitli standardları izlemiştir.

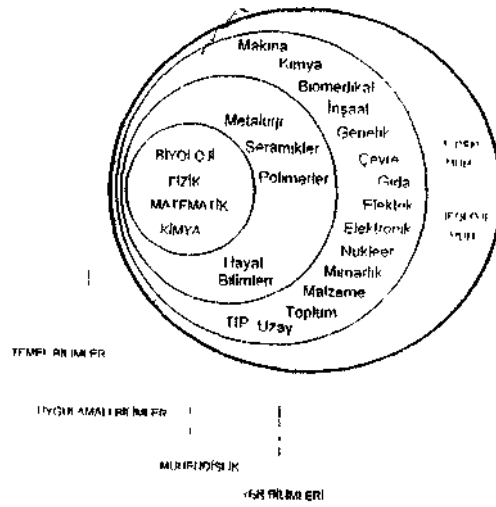
- İN Alman Endüstri Standardı,
- FNOR Fransız Endüstri Standardı,
- STM A.B.D. Endüstri Standardı,
- S İngiliz Endüstri Standardı.

Türkiye'de ise 1945 de Türk Standartlar Enstitüsü (TSE) kurulmuş ve bugüne kadar 10000 i aşkın standart çıkarmıştır.

Standart oluşturma genel amacı, ürün çeşitlerinin azaltılması, boyutların birleştirilmesi, kalitenin optimum olarak belirlenmesi ve kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi şeklinde sıralanabilmektedir. Bu da, kullanıcıya uygun ve kaliteli seçim imkanı ve pazarlama açısından büyük bir fayda getirmesine sebep olmaktadır.

Standartlar genel anlamda, temel standartlar ve uygulama standartları olmak üzere başlıca iki ana grupta ele alınabilmektedir. Temel standartlar içerik ve işlev açısından; terminoloji, birimler, semboller, ölçme yöntemleri, standart sayılar, dokümantasyon, sınıflama ve kotlama, uygulama standartları ise; boyutlar, malzeme kalitesi, mekanik, fiziksel ve kimyasal deney yöntemleri, numune alma ve kalite kontrol yöntemleri, kabul testleri, emniyet parametreleri, yapı malzemesi, teçhizat ve bakımı için kotlar olmak üzere çeşitli konuları kapsama içine almaktadır. Bu nedenle, tüm bu standart türleri ve uygulamaları ile kullanıcıların malzemeleri irdeleme ve karar vermeleri oldukça kolaylaşmaktadır. Ancak, TSE standartları, doğal yapı ve kaplama taşları için incelendiğinde, çok az sayıda ilgili standardın bulunduğu görülmektedir. Bu standartlar incelendiğinde açıkça görülmektedir ki, ilgili standartlar içerik olarak genelde doğal taşların farklı kullanım yerleri ile ilgili tanımlamalar ve sınıflamalar yapılmıştır. Parametrik sınır değerler bazında, malzeme seçimi ile ilgili yeterli derecede rasyonel veriler bulunmamaktadır. Halbuki, doğal yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan farklı türdeki taşların atmosfer etkilerine dayanıklı, basınç mukavemeti ve fiziksel özellikleri yüksek performans sergilemesi arzu edilirken, aynı malzemenin ısı-ses-su yalıtımı açısından da karakteristik performansları analiz edilebilmektedir. Ancak, ısı-ses-su yalıtımı üzerine TSE standartları incelendiğinde, doğal taşların kullanımı ile ilgili bilgiye yine yeterince rastlanamamaktadır. Burada önemle üzerinde durulması gereken husus, bu standartların yapılacak detay inceleme, analiz ve bulguların irdelemesi ile geliştirilmesi ve bazı standartlarında revize edilmesi gerekliliğidir. Özellikle, doğal yapı ve kaplama malzemeleri ile ilgili ısı-ses-su yalıtımı parametreleri, rasyonel ifadelerle belirlenmesi ve optimal standart tanımlaması yapılmalıdır. Böylesi bir çalışmada, endüstriyel uygulamaların kararlı bir şekilde izlenip, teorik ve pratik bilgi bileşimlerinin mühendislik eğitimi almış kişilerce sağlanması önemli bir aşamadır. Burada, temel bilimler, uygulamalı bilimler ve mühendislik bilimleri sürekli göz önünde

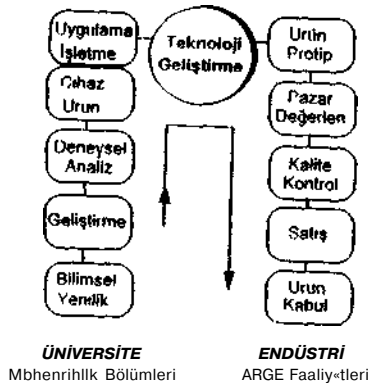
bulundurularak bilimler arasındaki ilişki ile teknik detay standart tanımlama çalışmalarına yönelinmelidir. Ancak, standart oluşturma çalışmalarında, yalnızca mühendislik bilimlerine ve uygulayıcılarına değil, endüstriyel kuruluşlara da bazı görevler düşmektedir (Özcan, 1993). Endüstriyel kuruluşlar hem ürettikleri mal ve hizmetleri hem de tesislerinin rantabilitesini yükseltmek amacıyla üniversitelerde birtakım girişim ve faaliyetlerde bulunarak üniversite-sanayi işbirliğinde teknoloji transferinin kurumlar ve kişiler arasında sağlanmasına imkan tanınmalıdır. Bunu simgelemek amacıyla Şekil 2 ve Şekil 3 de gerek standart geliştirme ile ilgili mühendislik birimlerinin ilişkisi ve gerekse üniversite - sanayi işbirliğinin öz bir iletişim şeması verilmiştir (Yılmaz v.d., 1995)



Şekil 2. Standart geliştirmede mühendislik iletişimi.

Yukarıda özetle ifade edilmeye çalışıldığı gibi, mevcut standartların, irdelemesi sonucunda açıkça görülmektedir ki, ülke ekonomisinde gerek iç piyasalarda ve gerekse dış piyasalarda önemli bir girdi sağlayan mermer ürünleri için henüz etkili kullanılabılır bir standart geliştirilmemiştir. Bunun paralelinde, mermer ürünleri ve türevleri ile ilgili malzemelerin kullanım spesifikasyonları açısından

kalite kontrolüne yönelik uygulanabilir bir yöntem de henüz geliştirilememiştir.



Şekil 3. Ürün ve standart geliştirmede üniversite - sanayi işbirliği iletişimi.

Ülkemize ekonomik açıdan büyük yararlar sağlayan mermer türevlerinin kullanımı ile ilgili yüksek pratik uygulanabilirliğe sahip bir kalite-kontrol yönteminin oluşturulması gerekliliği kaçınılmaz olmaktadır. Bu açıdan, mermerin mühendislik özelliklerinin de parametrik değişkenler olarak irdelenebildiği bir istatistiksel temele dayanan kalite-kontrol algoritmasının tanımlanması yapılmalıdır. Böylesi bir probleme, azda olsa ışık tutabilmek amacıyla, mermer türevleri için bir kalite - kontrol mekanizmasının uygulama prensipleri aşağıda özetle tartışılmıştır.

4. DOĞAL ENDÜSTRİYEL KAYAÇLARIN KALİTE KONTROLÜ İÇİN İSTATİSTİKSEL BİR ANALİZ YÖNTEMİ

Çoğu kalite kontrol yöntemlerinde kullanılan istatistiksel baz parametreler; herhangi bir veri grubuna ait verilerin aritmetik ortalaması (μ), varyasyon katsayısı (c_i^2), standart sapma (σ) ve

olasılık dağılım parametreleri (P_j , P_{ij}) gibi faktör ve parametrelerdir. Yapılan gözlemsel ve teorik incelemeler göstermektedir ki, aynı tür bir malzemeye ait birden fazla sayıdaki (n) ürünlerin kalitesini belirlemek amacıyla, malzeme üzerinde yapılan deneysel bulguların sayısal olarak çeşitli özelliklerine ilişkin parametrik değerlerinin (x) aritmetik ortaması (μ), çoğu zaman yanıltıcı sonuçlar ortaya koymaktadır.

$$\mu = \frac{\sum x}{n} \quad [1]$$

Örneğin, gözlemsel irdelemeler ve tecrübeler çoğu kez göstermiştir ki; aralarında farklılaşmalar görülen veya birbirine çok yakın değerlerden oluşan iki ayrı grubun aritmetik ortalamaları, eş değerlilik gösterse bile, birbirine çok yakın değerlerden oluşan bir grubun diğerine oranla, çok daha kaliteli olduğu kuramsal açısından rahatça görülebilmektedir. Ancak, bu görüşün matematiksel bir değere çevrilebilmesi için dağılım derecesini belirleyen bir parametre gereklidir. Bu da standart sapma (σ)'dir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n}} \quad [2]$$

Yukarıda belirtilen standart sapma eşitliği, çoğu araştırmacılar tarafından 30 dan fazla parametrik değerin varlığında ($n > 30$) kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Ancak, 30 dan daha az parametrik veri değişiminde, bu eşitliğin revize edilerek;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n-1}} \quad [3]$$

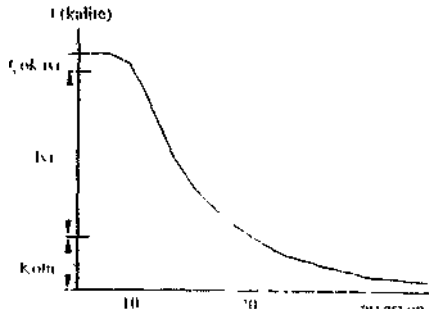
normunda kullanımının daha uygun olacağı ispatlanmıştır. istatistiksel yaklaşımlarda, malzemelerin kalite kontrolü açısından, standart sapma değerinin ne kadar küçük bir değerde bulunması, malzemenin o nisbette daha kaliteli olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilmektedir. Diğer taraftan, bu olgunun daha kuvvetli varsayımını yapabilmek için, parametrik verilerin dağılım değerinin ortalamaya oranı olan varyasyon katsayısının (σ^2) belirlenerek, elde edilecek rakamsal büyüklüğünün derecesi bizlere

kalite kontrolün bir irdelemesine imkan sağlayacaktır:

$$\frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} < 1000 \quad (\%) \quad [4]$$

İstatistiksel olarak kabul edilebilecek derecelendirmede, varyasyon katsayısının

- %ü-10 arasında olması ($0 <^2 < 10$). kalite kontrolünün *çok iyi*.
- % 10-20 arasında olması *m* ($10 <^2 < 20$)
- %20'den büyük olması da kötü ($20 >^2$) veya zayıf karakterde olduğunu simgelemektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Varyasyona bağımlı kalite-kontrol ölçütü.

Diğer taraftan, elde edilen sonuçlara göre belli bir değer yüzde kaç ihtimalle ortaya çıkacağını da önce limit parametresini (t) ve sonra da ihtimal yüzdesini (p) istatistiksel sıklalalarla karşılaştırarak bulunabilmektedir.

[5]

Aritmetik ortalama, dağılımın hangi orta değer etrafında olduğunu, standart sapma dağılım derecesini, varyasyon katsayısı, dağılımın ortalamaya

oranını, ihtimal yüzdeleri ise bir incelemedeki verilerin t parametresi ile belirtilen (u-o t) ile (u+a t) aralığına düşmesi, (u-o t) den küçük olması veya büyük olması ihtimallerini vermektedir (Kocataşkın,1975). Bu ihtimaller, normal dağılım eğrisinin altındaki alan belirlenerek bulunabilmektedir. Bu sebeple, ihtimal yüzdelerinin değerleri:

$$P = \int_{\mu - \sigma}^{\mu + \sigma} y \cdot dx \quad (\text{gerçekleşme yüzdesi}) \quad [6]$$

$$P_1 = \int_{-\infty}^{\mu - \sigma} y \cdot dx \quad (\text{Alt limit yüzdesi}) \quad [7]$$

$$P_2 = \int_{\mu + \sigma}^{+\infty} y \cdot dx \quad (\text{Üst limit yüzdesi}) \quad [8]$$

yaklaşımları ile bulunabilmektedir, t parametresinin çeşitli değerleri için ihtimallerin alacağı değerler ise şu eşitlikler ile tanımlanabilmektedir:

$$P_1 = 5002 - 47781 + 14961^2 - 1531^3 \quad [9]$$

$$P_2 = 4980 + 47.661 - 1485 t^2 - 1501^3 \quad [10]$$

Türkiye'de farklı yörelerde bulunan kalsiyum karbonat kökenli mermer türlerinin, kullanım yerleri açısından kalite kontrolü üzerine *SDU Maden Mühendisliği Bölümü Mermer Teknolojisi Laboratuvarlarında* yapılmakta olan bir ARGE çalışmasında, mermerlerin mühendislik parametreleri ayrı ayrı belirlenerek, elde edilen veriler istatistiksel olarak irdelenmektedir. Burada, kalsiyum karbonat kökenli mermer türlerini temsil etmesi amacıyla, Bordo Grizo, Leylak, Afyon Menekşe, Süpren Venüs, Elazığ Hazar Pembe, Süpren Salome, Afyon Bal ve Afyon Beyazı türlerine ait parametrik değerler incelemeye alınmıştır. Bu analizlerde ayrıca, mermerlerin gözeneklilik oranları göz önüne alınarak limit yaklaşımlar tanımlanmaya çalışılmıştır. Burada özellikle;

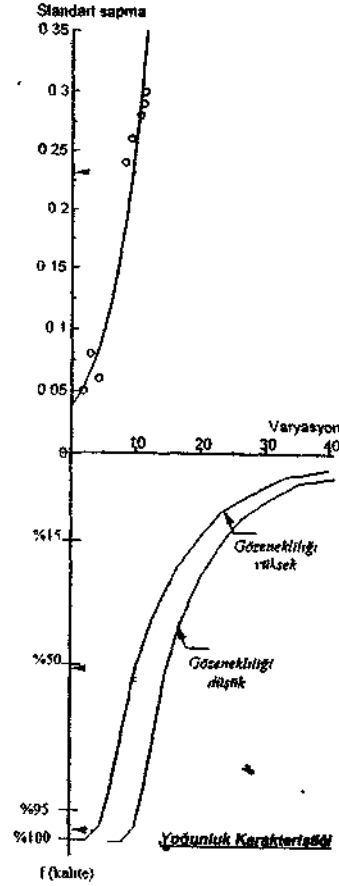
- Gözenekliliği düşük ve homojen yapılı mermer karakteristiği,

- Gözenekliliği yüksek ve homojenitesi düşük yapılı mermer karakteristiği,

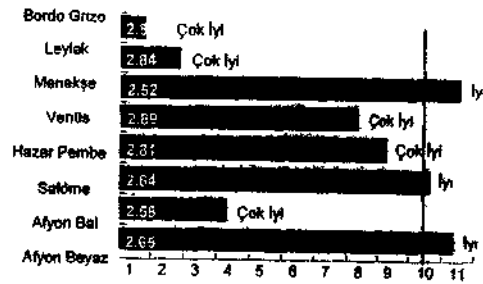
bazında, mermerin kalitesinin ne gibi bir değişim sergilediği gözlenmeye çalışılmıştır

Mermerlerin mühendislik özelliklerine göre kalite kontrol eğrilerinin tanımlanması amacıyla MERKONT adı altında yeni bir kalite kontrol sistem yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu sistemin temel prensipleri olarak, öncelikle kalitesi belirlenecek mermerin tüm mühendislik parametreleri gerek gözlemsel ve gerekse deneysel metodlarla ayrı ayrı belirlenmektedir. Elde edilen veriler, istatistiksel analiz yöntemleri bazında, her özelliğin aritmetik ortalama, standart sapma, varyasyon, t-parametresi ve gerçekleşme ihtimal yüzdeleri 0.01 hassasiyetle belirlenmektedir. Bu istatistiksel parametreler ile, mermerin oluşum ve yapısal özellikleri ile kullanım yeri spesifikasyonlarına bağımlı olarak belirli normlarda fonksiyonel ifadeler yapılmaktadır. Bu tanımlanan fonksiyonlar temel alınarak, ayrı ayrı kalite belirteçleri çıkartılmaktadır. Burada, bu sistemin uygulamasına bir örnek teşkil etmesi bakımından, mermerlerin kalite kontrol eğrilerinin şu parametreler bazında.

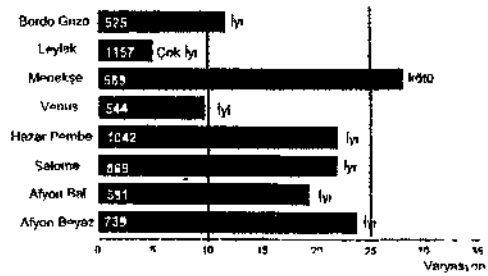
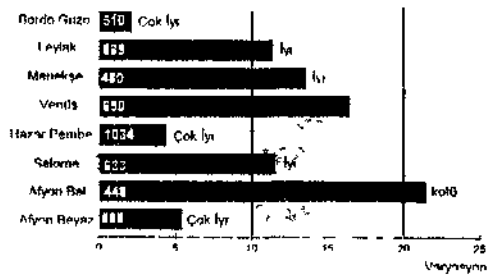
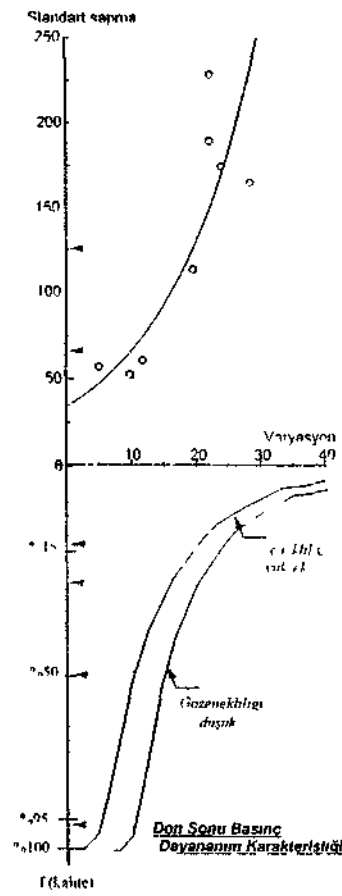
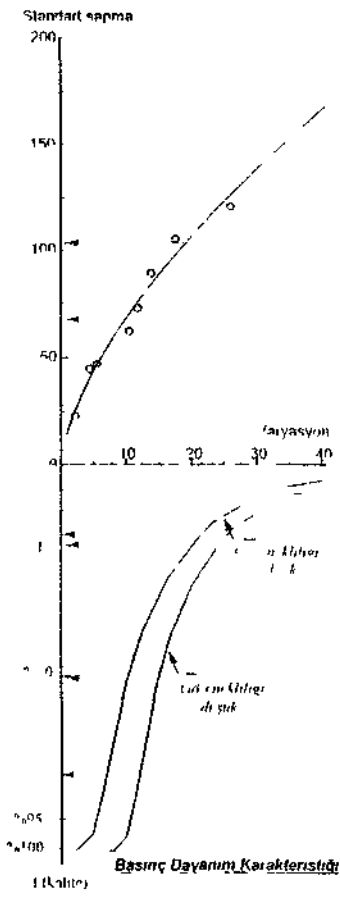
- Yoğunluk değişimi,
- Basınç dayanım değişimi,
- Don sonrası basınç dayanım değişimi,
- Ağırlıkça su emme oran değişimi,
- Ultrases hız geçirgenlik değişimi,



değerlendirmesi yapılmıştır. *SDU Maden Mühendisliği Bölümü Mermer Teknolojisi Laboratuvarlarında* yapılan AR-GE çalışmalarından elde edilen parametrik veriler MERKONT sisteminde değerlendirilmiş, kalite kontrol eğrileri Şekil 5 - Şekil 9 da verilmiştir.

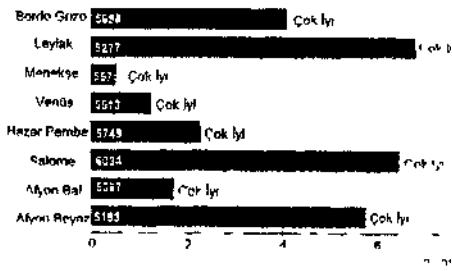
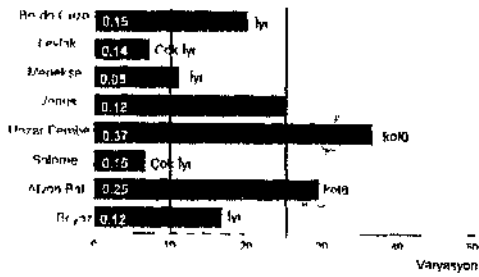
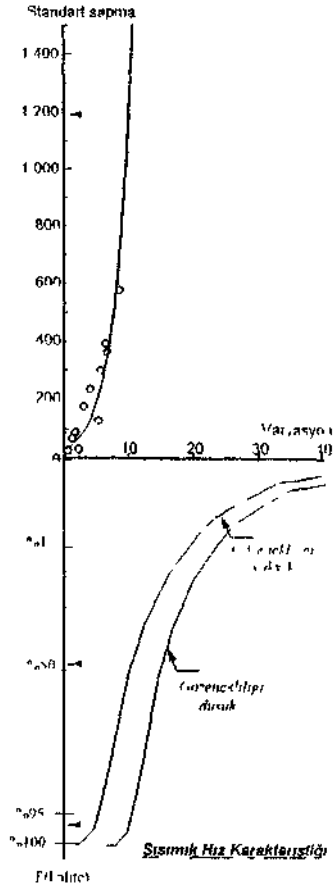
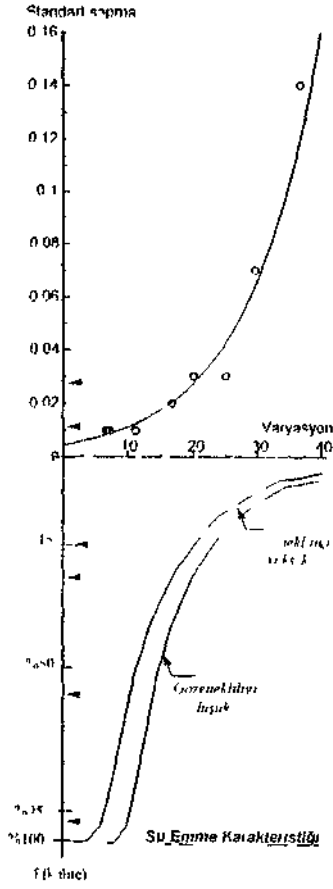


Şekil 5 Mermerlerin yoğunluk karakteristiği - kalite kontrol eğrisi.



Şekil 6 Mermerlerin basınç dayanım karakteristiği • kalite kontrol eğrisi

Şekil 7 Mermerlerin don sonrası basınç dayanım karakteristiği - kalite kontrol eğrisi



Şekil 8 Mermerlerin ağırlıkça su emme karakteristiği kalite kontrol eğrisi

Şekil 9 Mermerlerin ultrases hız geçirenlik karakteristiği - kalite kontrol eğrisi

Şekil 5 - Şekil 9 irdelendiğinde açıkça görüleceği üzere, yoğunluk değişim karakteristiği, analizlerde ele alınan tüm mermerler için yaklaşık aynı parametrik değerlerde olduğu belirlenmektedir. Diğer bir deyişle, mermer yoğunluklarının varyasyon değerleri, hepsinde değer olarak 20 nin altında olması sebebiyle, mermerlerin yoğunluğa bağlı değişimi oldukça iyi kalitede olduğunu sergilemektedir.

Basınç dayanım karakteristiği açısından, mermerlerin parametrik değerleri genelde 75-90 birimlik sapma değerleri ile iyi kalitede, değişim değerinin 100 birimin üzerindeki sapma değerlerinde ise kalite belirtecinin düştüğü gözlenmektedir. Diğer taraftan, don sonrası basınç dayanım değişimi açısından, sapma değerinin 90-120 arasındaki oranlarında kalitenin iyi ölçülerde, 120 in üzerindeki oranlarda ise kalitenin düştüğü gözlenmektedir. Su emme karakteristiğinin değişimi açısından ise, sapma değerinin 0.035 değerine kadar kabul edilebilir (uygulanabilir) ölçülerde olduğu ve 0.040 değerinin üzerindeki oranlarda ise kalitenin varyasyon değeri itibariyle zayıfladığı gözlenmektedir. Ultrases hız geçirgenlik değişim karakteristiği açısından da genelde mermer türlerinin iyi kalitede olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR

Yapı ve kaplama taşlarının kullanım yerlerine uygunluğunu belirlemek aşamasında, kalite kontrolünün yapılması gerekli olduğu ortaya konulmuştur. Kalite kontrolü çalışması yapılırken, ileri mühendislik istatistikindeki son gelişmelerden yararlanılmıştır. Ayrıca yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçların kalite kontrolü üzerine yapılmakta olan bir ARGE çalışmasında, kalite kontrolün aşamaları ve teknik bazda parametrik verilerin irdelenebildiği yeni bir yaklaşım "MERKONV" sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu "MERKONV" sistemi ile uluslararası sanayicilikte değişik sektörlerde kalite kontrol yöntemlerinin bilinmesi sonucu, malzemenin üretim koşullarını, işçilik randımanını, malzemenin çeşitli fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin sonuçları, sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmekte ve karşılaşılabilecek ihtimaller önceden hesaplanabilmektedir.

KAYNAKLAR

Erinç M., 1994, *Yapı Fiziki ve Malzemesi*, Literatür yayınları, 2 Nisan, ANKARA.

Kocataşkın F., 1975, *Yapı Malzemesi Bilimi*, Arpaz Matbaacılık, İstanbul.

Özcan E.E., 1993, *Türkiye'de Standardizasyon Kalite Çalışmaları*, Metalürji Bülteni, Sayı 81, Mart, s55-63.

Yılmaz F., Bindal C. ve Çoban M., 1995, *Türkiye'de ve Dünyada Mühendislik Eğitimi*, Metalürji Bülteni, Sayı 94, Şubat, s25-34.

Özer M, Şentürk A., Gündüz L., 1996, *Mermer Türlerinin Jeomekanik Analiz Değerlendirmesi*, Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği, 15-16 Şubat, Ankara, si 13-123.

Gündüz L., Şentürk, A., Sarıışık A., 1995, *Mermer Türlerinin Farklı Sıcaklıklardaki Tekno-Mekanik Karakteristikleri*, Mühendislikte 20. Yıl Sempozyumu, Z.K.Ü., 5-6 Ekim, Zonguldak, MAD 22.