

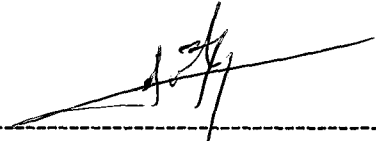
TC
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

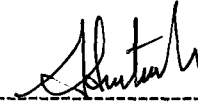
78817


MERMERLERİN SİLİKATLI SOLUSYONLAR
İLE
SU GEÇİRİMSİZLİĞİNİN SAĞLANMASI

Canpolat ÇETİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI


Doç. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ
(Danışman)


Prof. Dr. Ahmet Kavutçuk


Y. Döç. Dr. T. Özkahraman

ÖZET

Mühendislik teknolojisinde, malzemelerin kullanım yerlerine bağımlı olarak tüm detay analizlerinin ve kullanım yerine uygunluğu açısından incelenmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Ancak, ülkemizde özellikle kaplama elemanı olarak kullanılan doğal taşların bu tür analizleri üzerine yoğun inceleme bulguları ve irdelemeleri henüz yeterli düzeye ulaşamamıştır. Ancak, bu konu üzerine detay incelemelerle belirli kriterlerin çıkarımı yapılarak, uygulama prensipleri belirlenmelidir. Doğal kaplama taşı olarak kullanılan mermerlerin, gözenekliliği ölçüsünde su emme karakteristikliklerinin değişim gösterdiği bilinmektedir.

Kaplama malzemesi olarak kullanılan mermer türleri, farklı çevre etkenlerine maruz kalmaktadır. Bu etkenler neticesinde, mermer yüzeyinde ve yapısında birtakım bozunmalar meydana gelebilmektedir. Bu amaçla, mermerleri çevre etkenlerinden korumak için dış yüzeylerini silikatlı bileşenlerle kaplamak suretiyle, yüzey karakteristiklikleri optimal seviyeye getirilebilmektedir. Bu çalışmada, mermerlerin dış etkenlere karşı korunması üzerine yapılan bir araştırmanın bulguları özet olarak sunulmaktadır.

ABSTRACT

Marble types as a facing material in civil industry could be exposed to different environmental attractions in a variety of atmospheric conditions. In result of these attractions, it could be possible to see some sort of spoiling on marbles. In this respect, to protect the marbles against environmental factors, marble face characterisation could be well made to an expective optimum level in covering the marble faces with a silicate chemical. In this study, a research findings carried out on protecting the marbles against environmental factors are presented in brief.



TEŞEKKÜR

S.D.Ü. Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalında yapmış olduğum bu yüksek lisans tez çalışması süresince, yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Lütfullah GÜNDÜZ'e ve bana Labarotuvuar imkanı sağlayan Mermer laboratuvarı çalışanlarına ve de Maden Mühendisliği Bölümü Madem İşletme Anabilim dalı elemanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Canpolat ÇETİN

İÇİNDEKİLER

ÖZET

ABSTRACT

TEŞEKKÜR

1. GİRİŞ.....	1
2. MERMER ENDÜSTRİSİ ve KULLANIMI.....	2
2.1. Mermerlerin Sınıflandırılması.....	2
2.1.1. Sedimanter Mermerler.....	2
2.1.2. Mağmatik Mermerler.....	4
2.1.3. Metamorfik Mermerler.....	5
2.2. Mermerde Özellikler.....	6
2.2.1. Özgül Ağırlıkların Tayini.....	6
2.2.2. Birim Hacim Ağırlığı, Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranı Tayini.....	7
2.2.3. Görünür Porozite, Dokluk Oranı, Gerçek Porozite.....	8
2.2.4. Sertlik, Kesilebilme ve Cila Alama.....	10
3. MERMER KULLANIM OPTİMİZASYONU.....	11
3.1. Mermer Kullanımın Önemi.....	11
3.2. Mermer Kullanımı-Optimizasyon.....	12
3.3. Mermerlerin Kullanım Standartları.....	13
3.4. Sıcaklık Etkisinde Mermer Karakteristiği.....	15
3.5. Mermer-Sıcaklık İlişkisi.....	16
4. KAPLAMA OLARAK KULLANILAN DOĞAL TAŞLARDAN SU ETKİSİ.....	17
4.1. Kaplama Taşlarında Suyun Etkisi.....	17
Yapı Malzemelerinin Kimyasal Solüsyonlar ile Korunması.....	18
5. MERMERLERİN KİMYASAL SİLİKAT SOLÜSYONLARI İLE KAPLANMASI -DENEYSEL ÇALIŞMA.....	20
6. SONUÇLAR.....	37
KAYNAKLAR.....	38

1.GİRİŞ

İnşaat sektöründe yapı ve kaplama malzemesi olarak farklı özelliklerde kayalar kullanılmaktadır. Bu malzemeler daha ziyade, yüksek dekoratif özellikleri sebebiyle yapıların iç ve dış mekan kaplama elemanı olarak değerlendirilmektedir. Yapılarda yalıtım bakımından önemli olan etkenlerden biride cephe kaplamalarında ve/veya döşemelerde su yalıtımının sağlanması olmaktadır. Bu olgu, kullanılan kaplama malzemelerini aynı zamanda farklı açık hava ortamlarında oluşabilecek zararlı etkenlerden korumuş olacaktır. Kaplama malzemeleri, değişen atmosfer etkilerine karşı korunma önlemleri alınmadığı durumlarda, zemin içerisinde havada ve sularda bulunan asit ve sülfatların etkisiyle, malzeme yüzeyinde kirlenme, çiçeklenme, erime ve çözümler meydana gelebilmektedir. Bunun tabii bir sonucu olarak da, kaplama malzemelerinin yapısında renk ve desen bozunumu görülebilmektedir. Bu da arzu edilmeyen bir olgudur.

Kaplama olarak kullanılacak doğal taşların, yukarıda özetle bahsedilen olumsuzlukları minimize etmek amacıyla, malzemenin dış yüzü fluat, silikat veya polivinil asetat v.b. gibi plastik özelliği yüksek olan bir malzeme ile kaplama yapılabildiği farklı uygulamalarda gözlenmiştir. Bu tezde, bu konu üzerine yapılmakta olan bir deneysel araştırma çalışmasının bulguları tartışılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, kaplama olarak kullanılan doğal taşlar, bünyelerine silikat solüsyonları emdirilerek ve yüzeyi yine benzer solüsyonlar ile kaplanarak, malzemenin birim zaman sürecinde, su ve nem geçirimsizlik özellikleri incelenmektedir. Malzemelerin porozitesi ve yapısal özellikleri itibarıyla solüsyon tutma, solüsyonlama sonrası karakteristik su ve nem geçirimsizlik değişimleri detay olarak irdelenmektedir.

2. MERMER ENDÜSTRİSİ VE KULLANIMI

Bilimsel anlamda mermer; kalker ve dolomitik kalkerlerin sıcaklık ve basınç altında başkalaşıma uğrayarak yeniden kristalleşmesi ile oluşan bir metamorfik kayadır. Kimyasal bileşiminde, büyük oranda kalsiyum karbonat ve silisyum dioksit ile değişik metal oksitleri ve silikat mineralleri bulunur. Mermer saf kalsiyum karbonat bileşiminde olduğu zaman beyaz ve yarı saydamdır. Genellikle sertliği Mohs skalasına göre 3 ve özgül ağırlığı 2.5 ile 3.5 gr/cm³ arasında değişir.

Ticari anlamda mermer; blok verebilen, kesilip cilalandığında parlayabilen, dayanıklı ve güzel görümlü her türden taşların (mağmatik, sedimanter, metamorfik) bütünü için kullanılan bir terimdir.

Türk maden kanununda mermer; kesilip parlatılarak kullanılacak mermer, oniks mermeri ve diğer taşlar olarak tanımlanmıştır. Buradanda anlaşılacağı üzere maden kanunundaki mermer tarifi ile ticari anlamdaki mermer tarifi hemen hemen özdeştir. Yani taşın cinsi ne olursa olsun, kesilip parlatılabiliyorsa mermer olarak tarif edilmektedir.

2.1 Mermerlerin Sınıflandırılması

Mermer olarak kullanılan taşlar, mineralojik ve oluşum şekline göre üç kısımda toplanabilirler. Bunlar; kökensele olarak sedimanter, mağmatik ve metamorfik mermerlerdir.

2.1.1 Sedimanter Mermerler

Bu mermerler adından da anlaşılacağı gibi sedimanter, mağmatik, ve metamorfik kayalardan kopan parçaların sürüklenerek bir yerde birikmesi ve daha sonra çimento maddesi ile birleşmesi sonucu oluşan kalkerin yanısıra konglomera, gre, arduvaz gibi detritik veya klastik kökenli mermerler olabileceği gibi, su kaynaklarından meydana gelen oniks mermeri, traverten ve kireçtaşı gibi organik veya kimyasal kökenli mermerlerdir.

Traverten ve oniks mermeri birleşiminde erimiş halde kalsiyum bikarbonat bulunduran sulardan oluşan kayaçlardır. Bileşiminde kalsiyum bikarbonat ve karbondioksit bulunan yeraltı sularının yeryüzüne çıkması ile bileşimindeki CO₂ gaz haline geçerek suyu terkeder. Bu sırada CaCO₃ bileşimli katı madde şekillenir. Bu olay soğuk su vasıtasıyla oniks mermeri, sıcak su vasıtasıyla oluşursa traverten meydana gelir.

Traverten ve oniks mermerleri, kimyasal tortul kayaçlar arasında yer alırlar. Traverten, kalsiyum bikarbonat içeren ve hidrostatik basınç altında bulunan sıcak sular, çatlak veya deliklerden yeryüzüne çıktıkları zaman bunların üzerindeki basınç kalkacağından dolayı bileşimindeki CO₂ uçar, CaCO₃ çökeler ve su akışına devam eder. İşte bu çökelen CaCO₃ bileşimli katı maddeye traverten denilmektedir. Yapısında fazla miktarda boşluk oluşursa, kayaca kalker tüfü adı verilmektedir. Oluşum yerlerine göre travertenler, derinde ve yüzeyde oluşan travertenler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Türkiye'deki traverten yataklarının çok büyük bir kısmı kuvaternar yaşlıdır. Yani yeni oluşumlardır. Travertenler tabakalanma doğrultusunda ve dik olarak kesilerek parlatılarak inşaatlarda iç ve dış kaplama olarak kullanılırlar. Travertenler mermerlere, granitlere, serpantinlere nazaran daha az cila kabul eden taşlardır.

Oniks mermeri, bileşiminde erimiş halde SiO₂ bulunan hidrotermal sulardan gelişen kalsedon kristallerinden oluşmuş boşluksuz ve ince bantlı kayaç türüdür. Oniks, ince dokusu nedeniyle kolayca işlenebilir, şeffafa yakın özellik gösterir ve iyi cila kabul eder. Bunun yanı sıra, sertliği nedeniyle kesme ve parlatma zorlukları bulunmaktadır. Dekoratif kaplama, mobilya, mutfak dolapları ve süs eşyası yapımında kullanılırlar. Hemen her renkte çeşitleri bulunabilmektedir.

Mermer olarak değerlendirilen kireçtaşlarına bileşiminin %90'dan fazlası CaCO₃'den oluşmuş olup az miktarda MgCO₃ içerir. Kuvars, demir, manganez, kil ve organik maddeler safsızlıkları oluşturur. Bileşimde yer alan MgCO₃ artarsa artışa bağlı olarak sırayla dolomitik kireç taşı, kireçli dolomit ve dolomit adını almaktadır. Kireç taşları bileşimine giren yabancı maddelere göre çeşitli renkler gösterirler. Sarı ve kırmızı renk demiroksit, siyah ve mor mangan oksit, gri ve siyah organik maddelerden gelir. Oluşum şartlarına göre organizma artıkları içerirler ve içerdikleri fosillere göre mercanlı kireçtaşları, fusilinli kireçtaşları nummulitli kireçtaşları gibi isimler almaktadırlar. Bileşiminde bitüm bulunan tiplerine bitümlü kireçtaşları adı verilir. Bitümlü kireçtaşları genelde siyah renkli mermerler olarak adlanmaktadır. Çoğu kez

beyaz, sarı, kahverengi ve kırmızı kalsit damarcıkları mermere güzel görünüm kazandırır. Ufak ve sık dokulu kalsit kristallerinden oluşan yoğun kireçtaşlarına kristalli kireçtaşı denir. Bu tip mermerlerin basınç dayanımları yüksek değerlerde olabilir. Kristalize kireçtaşları, iyi parlatılabilen kayalardır. Kireçtaşları içinde bantlar veya yumrular halinde sileks oluşabilir. Böylece kayalar, mermer sanayinde kesme zorlukları nedeniyle arzu edilmezler.

2.1.2 Mağmatik Mermerler

Mermer olarak kullanılan mağmatik kayalar, sedimanter olanlara göre daha dayanıklıdır. Fakat, çıkartılmaları ve işlenmeleri daha zordur. Mağmatik kayalar kendi aralarında derinlik kayaları, yüzey kayaları ve damar kayaları olmak üzere üç gruba ayrılmakta ve kimyasal bileşim yönünden ise;

- %66'dan fazla SiO_2 içerenler Asidik,
- %66-%52 arası SiO_2 içerenler Nötr,
- %52-%45 arası SiO_2 içerenler Bazik,
- %45 den az SiO_2 içerenler Ultrabazik

kayalar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kayalar içerisinde mermer olarak değerlendirilenler daha ziyade granit, siyenit, gabro ve serpantin gibi derinlik kayalarıdır. Yüzey kayaları olarak da en çok kullanılanları kuvars, porfir, diyabaz, riyolit trakit, bazalt ve andezit melafirdir. Yüzey kayalarından olan diyabaz da işleme zorluğuna rağmen bileşiminde bulunan piroksen minarelli nedeniyle güzel bir yeşil renge sahip olduğu için mermer olarak değerlendirilmektedir.

Mağmatik mermerler çıkarılma ve işleme zorluklarına rağmen, basınç ve aşınma dirençlerinin yüksek olması, kristal yapısı ve içerisindeki minerallere bağlı olarak zengin renk ve desene sahip olmaları ve uzun süre cilalarını korumaları gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedirler.

2.1.3 Metamorfik Mermerler

Yerkabuğundaki her çeşit kayacın katı durumunu koruyarak fiziksel ve kimyasal şartlar altında (alterasyon ortamı dışında) derinliklerde diyajenez ortamda minerallerin daha farklı minerallere dönüşerek farklı bir kayaç durumuna gelmesi ile oluşan kayaçlardır. Bunların içinde en önemli olanı bilimsel mermer tanımına uygun olan kireçtaşları ve dolomitlerin sıcaklık ve basınç altında yeniden kristalleşmeleri ile oluşan hakiki mermerlerdir. Diğerleri ise kristalin şistler olup volkanik ve sedimanter kayaçların yapı ve bileşimlerinin değişmesi ile meydana gelirler. Bunlar gnays, şist, kuvarsit, fillit, anfibolit, gibi kayaçlar olup, bunlardan ülkemizde gnays, mermer olarak değerlendirilmektedir.

Hakiki mermerler, başkalaşım yoluyla oluşmaktadırlar. Değişik başkalaşım şartlarında oluşurlar, bu şartlar:

- kontakt başkalaşım
- dinamik başkalaşım
- bölgesel başkalaşım

olarak sıralanabilir.

2.2 MERMERDE ÖZELLİKLER

Mermerler için özgül ağırlık, birim hacim ağırlık ve hacimce su emme, porozite, doluluk oranı, sertlik, kenar köşe kesilmesi, cila alma durumu gibi fiziksel özelliklerin tesbiti için bir seri deneyler TS 699 standardına uygun olarak yapılmaktadır.

2.2.1 Özgül Ağırlık Tayini

Özgül ağırlık tayini için numune standardına göre mermer sahasının değişik yerlerinden alınan temsili 2 kg lık numuneler, 0.2 mm açıklığı olan eleklerden geçecek şekilde öğütülür ve sabit ağırlığa gelene kadar 105°C sıcaklıkta etüvde kurutularak, oda sıcaklığına kadar desikatör içerisinde soğutulur.

Piknometre ile 0.01 gr hassasiyetle tartılıp ağırlığı G_p olarak kaydedilir. Piknometre, oda sıcaklığında su ile doldurularak kapağı kapatılır ve üzerindeki su zerrecikleri kurutma kağıdı ile kurutularak kapaktaki kılcal borudaki su seviyesi tespit edilerek 0.1 gr hassasiyetle tartılarak ağırlığı G_{ps} olarak kaydedilir.

Kurutulup soğutulmuş olan, öğütülmüş numuneden 250 gr kadar alınarak piknometreye konur ve 0.01 gr hassasiyetle tartılarak G_{pn} kütle değeri belirlenir. İçinde örnek bulunan piknometreye örnek seviyesini geçene kadar hacminin 1/4 üne kadar su doldurulur ve 10-15 dakika kaynatılıp, su banyosunda oda sıcaklığına soğutulur ve su ilavesi ile kapatılır. Piknometre kurularak 0.01 gr hassasiyetle tartılarak G_{pns} ağırlığı belirlenir.

Deney bulguları ile mermerin özgül ağırlığı şu formülle hesaplanmaktadır.

$$d_o = \frac{G_{pn} - G_p}{(G_{pn} - G_p) - (G_{pns} - G_{ps})}$$

Burada;

d_o : Özgül ağırlık, gr/cm^3 .

G_p : Piknometre ağırlığı, gr ,

G_{pn} : (Piknometre + Deney Numunesi) ağırlığı, gr ,

G_{ps} : Su ile dolu piknometre ağırlığı, gr ,

G_{pns} : (Piknometre + Deney numunesi + su) ağırlığı, gr ,

2.2.2 Birim Hacim Ağırlık , Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranı Tayini

Mermerlerin, birim hacim ağırlığının tayini için küp numuneler kullanılmaktadır. Hazırlanan küp numuneler, önce güzelce yıkanıp etüve yerleştirilerek $105^{\circ}C$ 'de kurutulur ve ayrı ayrı 0.01 gr hassasiyetindeki terazide tartılır. Tartılan numuneler bir kaba konularak numunelerin 1/4 ü su için de kalacak şekilde su ilavesi yapılır .İki saat ara ile numunelerin 1/4 ünü kaplayacak oranda su ilave edilir. Bu numuneler ,tamamen üzerlerini örtecek miktarda su ilave yapıldıktan sonra iki gün su içinde bekletilir.

Doygun hale gelen numuneler su içerisindeki Archimeth terazisi ile tartılarak 0.01 gr hassasiyetle ölçüm değerleri yapılır. Bu tartım işleminden sonra deney numunesi üzerindeki su damlaları ıslak bir bezle alınır ve bekletilmeksizin havada 0.01 gr hassasiyetle tartılır.

Bulunan sonuçlar aşağıdaki eşitlikte yerine konularak her bir numune için ayrı ayrı birim hacim ağırlığı belirlenir.

$$dh = \frac{Gk}{Gdh - Gds}$$

Burada;

dh : Mermerin birim hacim ağırlığı, gr/cm^3

Gk : Değizmez ağırlığa kadar kurutulmuş deney numunesi ağırlığı, gr

Gdh : Doygun haldeki deney numunesinin havadaki ağırlığı, gr ,

Gds : Doygun haldeki deney numunesinin su içindeki ağırlığı, gr ,

Mermerin su emme oranı, ağırlıkça ve hacimce su emme oranı olarak aşağıdaki formüllerle ayrı ayrı hesaplanır:

$$Sk = \frac{Gdh - Gk}{Gk} \times 100$$

$$Sh = \frac{Gdh - Gk}{Gdh - Gds} \times 100$$

Burada;

Sk : Mermerin ağırlıkça su emme oranı, %,

Sh : Mermerin hacimce su emme oranı, %,

2.2.3 Görünür Porozite, Doluluk Oranı, Gerçek Porozite

Mermerin görünür porozite değeri ya hacimsel su emme oranından yada hacim kütle ve kütlece su emme oranından hesaplanabilmektedir. Mermerin görünür porozite değeri hacimce su emme oranından şu eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$Pg = \frac{Gd - Gk}{Gd - Gds} \times 100$$

Burada;

- Pg :Mermerin görünür porozitesi, %,
 Gd :Mermerin doygun haldeki kütlesi, gr,
 Gk :Değişmez kütle kadar kurutulmuş kütle,gr,
 Gds :Doygun halde su içindeki kütle ,gr,

Mermerin görünür porozite değeri ,hacim kütle ve hacimce su emme oranı yardımı ile de hesaplanabilmektedir:

$$Pg=dh \times Sk$$

Burada;

- Pg :Mermerin görünür porozitesi, %,
 dh :Mermerin hacim kütlesi ,gr/cm³,
 Sk :Mermerin kütlece su emme oranı, %,

Doluluk oranı, mermerin hacim ağırlığı ve özgül ağırlığından şu eşitlik ile hesaplanmaktadır:

$$k = \frac{dh}{do} \times 100$$

Burada;

- k :Mermerin doluluk oranı ,%,
 dh :Mermerin ortalama hacim ağırlığı ,gr/cm³
 do :Mermerin ortalama özgül ağırlığı,gr/cm³

Gerçek porozite ,mermerin ortalama hacim ve ortalama özgül ağırlığından aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilmektedir:

$$P = \left| 1 - \frac{dh}{do} \right| \times 100$$

veya

$$P = (1 - k) \times 100$$

Burada;

P : Mermerin gerçek porozitesi oranı,%

k : dh/do (doluluk oranı)

2.2.4 Sertlik, Kesilebilme ve Cila Alma

Mermerin sertliği , aşınmaya karşı gösterdiği dirençtir. Mohs sertlik sınıflaması standart 10 mineralin sertlikleri baz alınarak düzenlenmiş olup bu mineraller veya bunların özdeşi mineraller üzerinde yapılacak çizme işlemine göre tayin yapılmaktadır.

Sertlik ,mermer işletmeciliğinde son derece önemlidir. Mermerin ,ocaktan çıkarılmasından atölyede kesilip cilalanmasına kadar sertlik olumsuz bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.Ancak, pazarlama aşamasında ise sert mermerler aşınmaya karşı dayanıklılıklarının fazla olması ve iyi cila alarak, cilalarını uzun süre kaybetmemeleri nedeni ile tercih edilmektedir.

Mermer işletmeciliğinde en önemli parametrelerden biri de plaka alınabilme ve kenar köşe kesilmesidir.Mermerlerin plaka alınma ve kenar köşe kesilme deneyleri için 1 cm ve 2 cm kalınlığında plakalar alınır ve her iki kalınlıktaki numuneler için yapılan deneylerde kenar ve köşelerde atlama olup-olmadığı gözlenir.

Mermerin cilası, göze hitap etmesi nedeniyle son derece önemlidir. Her mermer cilalanmasına karşın cila alma durumları, mermerin cinsine ve içindeki diğer maddelere, cila maddesinin özelliğine ve cilalama zamanına bağlı olarak değişmektedir. Mekanik özellikleri zayıf ,iyi cilalı bir mermer, mekanik özellikleri iyi fakat kötü cilalı bir mermere göre pazarda daha rahatlıkla satış imkanı bulabilme şansı daha fazla olabilmektedir.

3. MERMER KULLANIM OPTİMİZASYONU

3.1. Mermer Kullanımının Önemi

Mermer işletmeciliğinde alınabilecek blok ve plaka büyüklüğünü, mermer yatağının jeolojik yapısı belirlerken, mermerin kullanım yerleri, fiziksel, kimyasal ve jeomekanik özelliklerin içinde bulunduğu parametreleri belirlemektedir. Mermerlerin fiziksel ve jeomekanik özelliklerinin bilinmesi mermer üretimi ve kullanımı sırasında belirleyici bir kriter olmakta ve ayrıca mermer ticaretinde mermerlerin bu özellikleri alıcı tarafından talep edilmektedir. Ülkemizdeki bu yöndeki çalışmalar henüz yeterli düzeye ulaşamamış olup mermercilikle uğraşan kurum ve kuruluşlar tarafından mermer özelliklerinin tüm detay inceleme ve irdelemelerinin yapılması gerekliliği önem kazanmaktadır. Bu bilgilerin tasnifi ile mermerlerimizin iç ve dış piyasalardaki pazar payında önemli gelişmeler sağlanacağına inanılmaktadır. Günümüz gelişen kaya mekaniği ve zemin mekaniği analiz yaklaşımları ile mermerlerin yapı ve dekorasyon teknolojisinde endüstriyel bir malzeme olabilirliği incelenebilmektedir. Optimum kullanım yerleri ve kullanım standartlarının belirlenmesi amacıyla jeomekanik analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Ayrıca mermer, günümüzde mimari açıdan iç ve dış dekorasyon malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Mermerlerin renk itibarıyla uyum ve çekici bir ahenk oluşturması önemli bir etmendir. Bu amaçla, dekorasyonda mermerin renk uyumu ve ahenk kompozisyonunun iyi belirlenmesi de gerekmektedir.

Doğal yapı taşlarında aranan özellikler genel olarak şu şekildedir.

- Renk özelliği ve desen homojenliği
- Blok verme özelliği ve kesilip cilalanma özelliği
- Jeomekanik ve fiziksel özellikleri
- Atmosferik ve kimyasal etkilere dayanım

Uygulamada bu özelliklerden daha iyi özellikteki taşlara ve daha yüksek değerlere ihtiyaç duyulduğunda, değerler gerektiği kadar arttırılmalıdır. Kullanış yerine veya taşın türüne göre gerekli özel şartlar ayrıca aranmalıdır.

3.2 MERMER KULLANIMI - OPTİMİZASYON

Mermerin kullanım yerinin belirlenmesinde bir çok değişken parametre etki etmektedir. Mermerlerin kullanım yerleri için mermere ait fiziksel, kimyasal ve jeomekanik özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Doğru bir seçim mermerin araştırılan niteliklerinin beklenen standarda uymasıyla mümkün olabilmektedir. Bu amaçla laboratuvarda yapılabilecek bir dizi deney ve analiz sonuçları;

- * Minerolojik analizler
- * İnce kesit analizleri
- * Schmidt çekici yüzey sertlik endeksi
- * Piknometre/Vakum yoğunluk deneyi
- * Üç eksenli basma dayanım deneyi
- * Isıl işleme dayanım deneyi
- * Parlatma ve cila alma deneyi
- * Eğilme dayanım deneyi
- * Darbe dayanım deneyi
- * Mohs sertlik tayini deneyi
- * Porozite oranı tayini deneyi
- * Kristalizasyon testi
- * Kimyasal analizler
- * Sismik hız deneyi
- * Nokta yükleme deneyi
- * Tek eksenli basma dayanım deneyi
- * Aşındırma dayanım endeksi deneyi
- * Don tesirine dayanım deneyi
- * Çekme dayanım deneyi
- * Makaslama dayanım deneyi
- * Shore sertlik tayini deneyi
- * Su emme oranı tayini deneyi
- * Geçirgenlik oranı deneyi

Bu deney ve analiz bulgularının irdelenmesi ile elde edilecek jeomekanik değişken parametreler, mermerlerin optimal kullanım yerleri ile ilgili nümerik değerlendirmelerin yapılmasını sağlayacaktır. Mermerlerin başlıca kullanım alanları:

- * Taşıyıcı yapı elemanı (kolon - sütun ve giriş - sarak)
- * Taşıyıcı konsol ve merdiven basamağı (iç ve dış)
- * Duvar kaplaması (iç ve dış)
- * Taban ve basamak kaplaması (iç ve dış)
- * Örtü ve çatı kaplaması
- * Tezgah - masa üstü - iç dekorasyon
- * Plastik sanatlar - heykel ve büsttür.

Mermerlerin kullanım yerlerine göre sınıflandırması yapılırken, bilinmesi gereken özellikleri önem sırasına göre üç gruba toplayabilmek mümkündür;

- a- Birincil öncelikli özellikler (kaçınılmaz)
- b- İkincil öncelikli özellikler (zorunlu)
- c- Gerekli özellikler

Doğal yapı ve dekoratif taşlarının, kullanım yerlerine göre yapılan sınıflandırmalarda standartlara uygunluğu bilinmesi gereken özellikler ve kullanım yerine bağlı olarak değişken parametrelerin etkileşiminin önem durumları üzerine bir yaklaşım getirilmiştir.

3.3 MERMERLERİN KULLANIM STANDARTLARI

Mermerler kullanım yerlerine göre çeşitli parametrelerin etkileşimi altında bulunduğu yapılan inceleme ve analizlerle gözlenmektedir. Bu nedenle mermerlerin kullanım yerlerine uygunluklarının belirlenmesi amacıyla Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından değişik tarihlerde standartlar hazırlanmıştır. Dekorasyon ve yapı malzemesi olarak kullanılacak mermerlerin tüm teknik özelliklerinin bu standartlara uygunluğunun araştırılması ve irdelenmesi gerekmektedir.

TS 1910 göre kaplama olarak kullanılan mermerlerde belirlenmesi gereken fiziksel ve jeomekanik özellikler; özgül ağırlık, ağırlıkça su emme, görünür gözeneklilik, tek eksenli basınç dayanımı, eğilmede çekme dayanımı, don sonu basınç dayanımı azalması, darbe dayanımı ve aşınma dayanımıdır. Bu özellikler TS 699'da belirtilen muayene ve deney metotlarına göre belirlenmektedir.

Mermerlerin özgül ağırlıklarının bilinmesi özellikle inşaat hesaplarında, yükleme işlemlerinde, kaldırmada kullanılan halat ve sapanların kalınlıklarının hesaplanmasında ve nakliye ücretlerinin belirlenmesinde kullanılır. Mermerlerin özgül ağırlıkları; hakiki mermerlerde 2590-2800, kalkerlerde 2400-2700 kg/m³, travertenlerde 2200- 2500 kg/m³, oniks mermerlerinde 2200-3200 kg/m³, granitlerde 2590-2730 ve serpantinlerde 2500-2700 kg/m³ arasında değişmektedir.

TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşların en az 2550 kg/m^3 özgül ağırlığında olması gerekmektedir. Travertenler için bu değer 2300 kg/m^3 olmalıdır. Mermerlerin önemli bir diğer özelliğide gözenekliliktir ve gözeneklilik değerinin de düşük olması gereklidir. Gözenekliliğinin çok olması su emme yoluyla renk bozulmalarına ve donma ile çatlamalara neden olabilmektedir.

İyi kalitede olan mermerlerde gözeneklilik %0.0002 ile %0.5 arasında değişir. TS 1910'a göre kaplama olarak kullanılan doğal taşlarda gözeneklilik %2'yi geçmemelidir. Travertenler için ise bu değer en çok %12'dir. Mermerlerin çözülmesi, özellikle dış kaplama malzemesi olarak kullanılanlar için önemli bir noktadır. Atmosfer şartları altında zamanla yavaş da olsa kimyasal ve fiziksel etkilerle mermerler değişmeye uğrarlar. Çözülme şiddeti her mermerde aynı olmayıp, mermerin kimyasal bileşimi, yapısı ve su emme kabiliyetine bağlıdır. Az su emmen mermerler binaların dış kaplamaları için idealdir. Aynı standarta göre mermerlerde atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme yeteneği % 0.75'den az olmalıdır. Travertenlerde ise bu değer %7.5'i geçmemesi istenir.

Mermerler kullanım yerlerine bağlı olarak çeşitli kuvvetlerin etkisi altında kalmaktadırlar. Bu nedenle mermerlerin kullanım yerlerine uygunluklarının belirlenmesi amacıyla bu kuvvetlere karşı dayanımlarının belirlenmesi gereklidir. TS 2513'e göre mermerlerde aranan minimum basınç dayanımları; hakiki mermerlerde 500 kg/cm^2 (49.5 MPa), kalkerlerde $350\text{-}500 \text{ kg/cm}^2$, travertenlerde 350 kg/cm^2 ve granit, diyabaz, siyenit gibi sert taşlarda 1200 kg/cm^2 'dir TS 2513'e göre mermerlerin minimum çekme dayanımları; hakiki mermerlerde 50 kg/cm^2 (4.9 MPa), kalkerlerde $30\text{-}40 \text{ kg/cm}^2$, travertenlerde 30 kg/cm^2 ve granit, diyabaz, siyenit gibi sert taşlarda 75 kg/cm^2 olmalıdır. İnşaat sektöründe binaların dış kaplamalarından kullanılan mermerlerin emdiği suyun donması sonucu zamanla basınç dayanımında bir azalma görülür. TS 1910'a göre kaplama malzemesi olarak kullanılacak mermerlerin don sonu basınç dayanımı azalması %5'den çok olmamalıdır. Mermerler kullanım yerlerinin her birinde darbe kuvvetlerine maruz kalabilirler. TS 1910da kaplama olarak kullanılacak mermerlerin darbe dayanımlarının en az 30 kg.cm/cm^3 olması gerektiği belirtilmiştir. Mermerler, taban döşemeleri ve merdivenlerde aşınmaya maruz kalırlar. Bu nedenle, mermerlerin belli bir aşınma dayanımına sahip olması istenir. TS 1910'a göre bu değer $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^3$ 'den fazla olmaması istenir. Ayrıca TS 1910'a göre mermerlerin açık hava şartlarına ve paslanmaya karşı dayanıklı olması beklenmektedir.

3.4 SICAKLIK ETKİSİNDE MERMER KARAKTERİSTİĞİ

İlk çağlardan bu yana, mermer ülkesi olarak bilinen Anadolu'da eski zamanlarda dünya pazarlarında aranan çeşitli tip ve kalitede mermer bulunduğu ve dünya mermer piyasasında çok önemli bir rol oynadığı tarihi kaynaklardan anlaşılmaktadır. Anadolu'nun bir çok yerinde eski uygarlıklardan kalma bir çok sanat eserleri ve yapıtlar da ileri bir mermer işleme tekniğine rastlanmaktadır. Bu eserlerde dekorasyon ve heykeltraş alanlarında çok çeşitli ve değerli mermerlerin kullanıldığı görülmektedir. Bu tarihi süreç içerisinde, mermerler sıcaklık değişimi gibi farklı atmosfer şartlarına maruz kalmışlar ancak, yapısal olarak gerek görünüm ve gerekse teknik özellik olarak fazla bir değişime uğramamışlardır. Bu bakımdan kaliteli çeşitli renk ve desendeki mermerlerin değerlendirilmesi için ilk aşamada bunlara ait bazı önemli özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Mermer işletmeciliğinde ve kullanımında oluşum ve bulunuş özelliklerinin yanı sıra fiziksel, kimyasal ve teknomekanik özelliklerinin farklı atmosfer şartlarındaki değişimi analiz edilmeli ve mermerin değişik sıcaklık ortamlarındaki karakteristik yapısı ve davranışı belirlenmelidir. Bu tarzda mermerlerin teknomekanik özelliklerinin belirlenmesi, mermer ticaretinde ekonomik değerini arttıracak başlıca kriterlerden birisi olmaktadır.

Basınç ve sıcaklığın oluşumdaki önemi kadar, mermer kullanım alanlarında alternatif olarak sürekli farklı sıcaklık ortamlarında yorulmaya maruz kalan mermer plakaları, yapısal parçalanmalara maruz kalmaktadır. Hatta, ısıtma panellerinde dekoratif süs taşı olarak kullanımı istendiğinde, mermer plakaları farklı sıcaklık değişimlerinde yapısal olarak bozulmaması ve ısıl özelliklerinin iyi olması gerekmektedir. Yüksek sıcaklık değerlerinde kalsine olan mermer, oda sıcaklığından başlayarak yüksek sıcaklıklarda iç yapısal olarak farklı karakter göstermesine rağmen daha yüksek sıcaklıklarda iç yapısal gerilme çatlamalarına maruz kaldığından her tür mermer için teknomekanik özelliklerinin sıcaklık ile değişimi belirlenmelidir.

3.5 MERMER - SICAKLIK İLİŞKİSİ

Mermerler kullanım yerlerine bağımlı olarak çeşitli kuvvetlerin etkisi altında kalmakta olup özellikle inşaat sektöründe yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanımında, iç ve/veya dış mekanlarda bulunması durumunda değişken sıcaklık ortamlarının etkisinde kalmaktadırlar. Bu durumda, mermerin karakteristik davranış özelliklerinin bilinmesi, kullanım optimizasyonu açısından önem taşımaktadır.

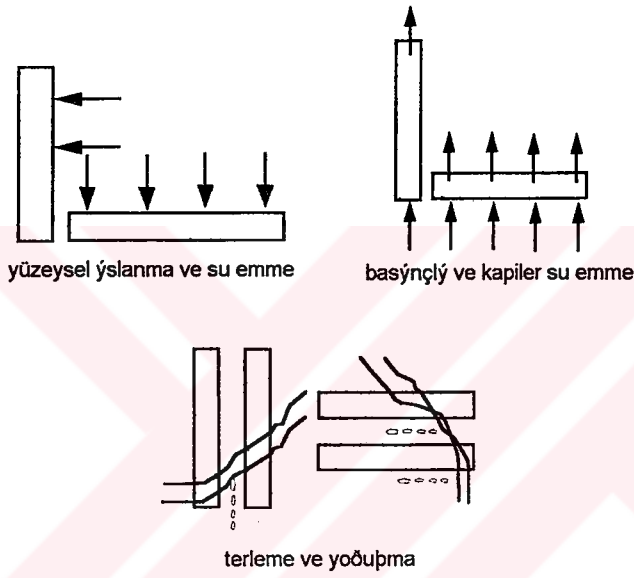
Mermerler, dış mekanlarda kaplama malzemesi olarak kullanıldığında, mermerlerin çözülmesi olgusu gündeme gelmektedir. Atmosfer şartları altında zamanla yavaşta olsa kimyasal ve fiziksel etkilerle mermerler belirli bir değişime uğrarlar. Çözülme şiddeti, her mermerde aynı olmayıp, mermerin kimyasal bileşimi, yapısı ve su emme kabiliyetine bağlıdır. Az su emen mermerler binaların dış kaplamaları için idealdir. İnşaat sektöründe binaların dış kaplamalarında kullanılan mermerlerin emdiği suyun donması sonucu zamanla basınç dayanımında bir azalma görülmektedir. TS 1910'a göre kaplama malzemesi olarak kullanılacak mermerlerin don sonu basınç dayanımı azalması % 5'den fazla olmamalıdır.

Diğer önemli bir olgu ise, mermerlerin artan sıcaklık ortamlarında bulunduğu durumlarda, don sonrası dayanım değerinin düşmesi tersine, bünye nemini kaybetmesi ve yapısal olarak daha kompakt bir şekil kazanması ile karakteristik yapısında bir iyileşme görülmektedir. Bu etkileşim mermerin elastiklik ve rijitlik özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır.

4. KAPLAMA OLARAK KULLANILAN DOĞAL TAŞLARDA SU ETKİSİ

4.1 KAPLAMA TAŞLARINDA SUYUN ETKİSİ

Kaplama olarak kullanılan doğal taşların, kullanıldıkları yere göre su etkileşimine maruz kaldıkları durumlar Şekil 4.1'de sembolize edildiği gibi gruplandırılabilir (Eriç, 1994):



Şekil 4.1. Kaplama taşlarında suyun etkisi.

- Yüzeysel ıslanma ve su emme olaylarının etkili olduğu haller (düz dış cephe kaplamaları, ıslak hacim döşemeleri, banyo, mutfak, teras , balkon kaplamaları v.b.),

* Basıncılı su ve kapilarite olaylarının etkili olduğu haller (zemin suyu ve yeraltı sularının etkili olduğu bodrum duvar ve döşemeleri, su depo kaplamaları ve rıhtım kaplamaları, kaplıca hamamları kaplamaları v.b.),

* Kaplama malzemesini çevreleyen havanın nemi ve hidrotermik olayların etkili olduğu haller (duvar ve teraslarda görülen terleme ve buhar geçirimsizlik ile kaplama sonrası malzeme korumaları v.b.).

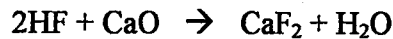
Yukarıda özet olarak ele alınan hususlar, inşaat yapılarında kaplama malzemeleri için kaçınılmaz olarak görülen olgulardır. Burada, özellikle dikkat edilmesi gerekli husus, kaplama olarak kullanılacak malzemenin doğru ve bilinçli olarak seçilmesidir. Malzeme seçiminde yapılabilecek bir ihmal, ilerde muhtemel olarak meydana gelebilecek yapısal bozunmalar, su etkisi ile malzemede gerilme çatlakları, dış yüzey cilasının kaybolması, mekanik dayanımının zayıflaması gibi oluşumlar, sonuçta ekonomik açıdan büyük kayıpları oluşturacaktır. Bu ve benzeri olumsuzlukları, efektif seviyede bertaraf edilebilmesi, kaplama malzemesinin dış cephe yüzeyinin bir malzeme ile kaplanarak geçirimsiz bir karakteristik özellik kazandırılması ile sağlanabilecektir.

4.2 YAPI MALZEMELERİNİN KİMYASAL SOLUSYONLAR İLE KORUNMASI

Yapı malzemelerinin çeşitli zararlı etkilerden korumak amacı ile aşağıda özetlenen uygulamalar yapılabilmektedir:

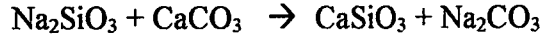
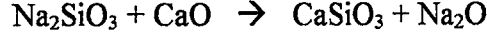
- Zarar görmeyecek cinsten malzeme seçmek,
- Malzemeyi zarar görmeyecek hale getirmek,
- Malzemeyi koruyucu tabakalarla kaplamak,
- Zararlı etkileri yapıdan uzaklaştırmak.

Bu korunma çareleri kapsamında, burada üzerinde durulacak husus, yapı malzemelerinin su geçirimsizliğinin minimize edilmesi için kimyasal korunma ortamının oluşturulması durumu özetle sunulmuştur. Malzemenin kimyasal korunması, genelde, dış yüzünün flüatlanması veya silikatlanması ile yapılabilmektedir. Burada, flüat asidi ile işleme tabi tutulmuş yüzeylerde, gerek serbest kireç ve gerekse kalsiyum karbonat, flüorid haline geçerek suda ve asitlerde erimez, saydam bir tabaka teşkil etmekte ve yüzeyi kimyasal etkilerden korumaktadır. Bu olgu şu şekilde kimyasal olarak ilişkilendirilebilmektedir (Kocataşkın, 1975):



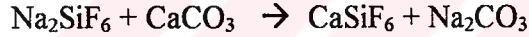


Sodyum silikat (cam suyu) ile işleme tabi tutulmuş yüzeylerde ise serbest kireç, kalsiyum silikat halinde bağlanmaktadır:



Burada açığa çıkan Na_2O , havanın CO ile Na_2CO_3 haline geçmekte ve beyaz lekeler teşkil ederse de, su ile yıkamak suretiyle bu oluşum giderilebilmektedir. Geriye kalan kalsiyum silikat, yüzeyi kimyasal etkilerden ve su/nem etkilerinden koruyan saydam bir tabaka oluşmaktadır.

Sodyum siliko florid ile temas edilmiş yüzeylerde de, kalsiyum karbonat, siliko flüorid halinde bağlanıp sertleşmekte ve



kimyasal yaklaşımı ile yüzeyi kimyasal etkilerden koruyan saydam bir tabaka teşkil edilmektedir. Burada da leke teşkil eden sodyum karbonat, sonradan yıkanmak suretiyle giderilebilmektedir. Yukarıda özetlenen bu uygulamalar ile, malzeme yüzeyinde saydam birer tabaka oluşmakta ve malzemenin dış görünümü bozulmaksızın yapıların dış yüzeyleri korunabilmektedir (Özer, 1982).

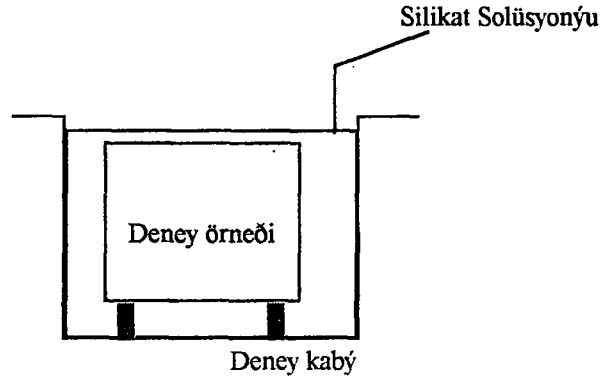
Diğer taraftan, malzemenin veya yapıların dış yüzeylerini silikon eriyikleri ile boyamak suretiyle bunları özellikle su emmez hale getirmek, kapiler su emme ve çiçeklenme etkilerini önlemek mümkün olabilmektedir.

5. MERMERLERİN KİMYASAL SİLİKAT SOLÜSYONLARI İLE KAPLANMASI - DENEYSEL ÇALIŞMA

Bölüm 4`de özetle açıklandığı üzere, yapılarda kullanılan yapı ve kaplama malzemeleri bir takım kimyasal solüsyonlu malzemeler ile etkileşimi sonucunda dış yüzeyleri saydam bir madde ile kaplanabilmekte ve dış etkilere karşı korunma önlemi alınabilmektedir. Bu kapsamda, kaplama taşlarını, dış etkilere karşı korumak ve su geçirimsizliliğini en aza indirmek amacıyla malzemenin dışı fluat (Na_2SiF_6), silikat (Na_2SiO_3), akrilik, silikon veya polivinil asetat esaslı bir plastik tabakayla kaplanabilmektedir. İnşaat sektöründe, yoğun olarak kullanılan özellikle kalsiyum karbonat kökenli mermerler üzerine sodyum silikat (Na_2SiO_3 - cam suyu) ve/veya siliko florid kaplaması yapılabilmektedir. Burada, sodyum sülfat veya sodyum siliko florid, CaCO_3 ile reaksiyona girerek silikat (CaSiO_3) veya siliko flüorid (CaSiF_6) haline dönüşmekte ve kaplama yüzeyinde saydam, dış etkilere dayanıklı ve sert bir tabaka oluşturmaktadır. Bu olgular, yapılan inceleme ve analizlerle de gözlemlenmiştir.

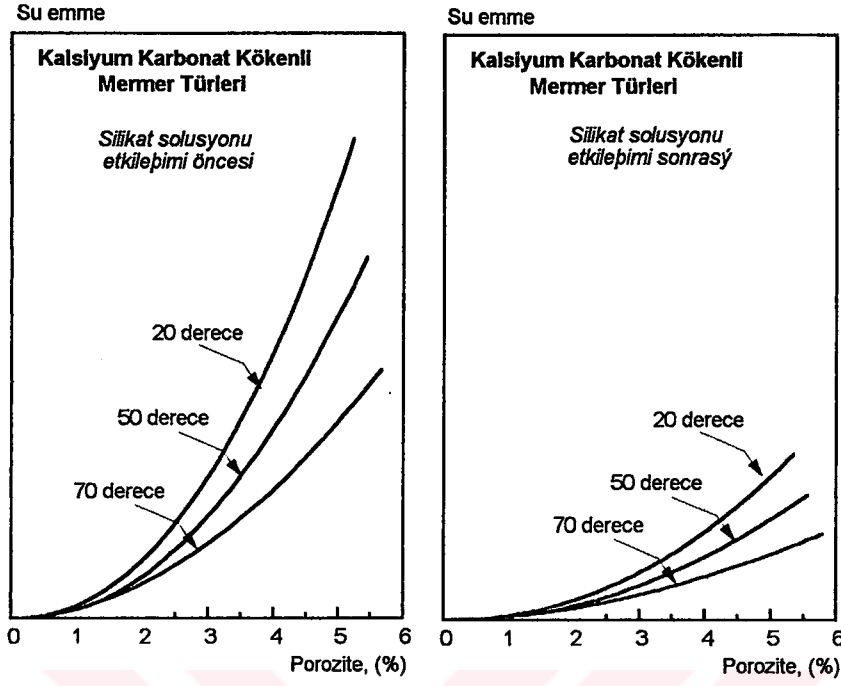
Bu amaçla bu tez çalışmasında, farklı özelliklere sahip olan kalsiyum karbonat kökenli mermerler, belirli zaman dilimlerinde, farklı derişimlerde hazırlanan sodyum silikat solüsyonları ile etkileşime tabi tutulmuş ve kimyasal solüsyon, malzemenin gözeneklerine emdirilmiş ve ayrıca malzemenin dış yüzeyinde saydam bir tabaka oluşması sağlanmıştır. Mermer numuneleri 3x3x3 cm ebatlarında kübik olarak hazırlanmış olup, sodyum silikat çözelti derişimleri %5, %10, %15, %20, %25, %30, %35 ve %40 olarak ayarlanmıştır. Mermer örnekleri, 7 gün boyunca plastik kaplar içinde, hazırlanan bu silikat solüsyonlarında daldırılarak bekletilmiş, solüsyonun mermerin iç gözeneklerine kadar emilmesi sağanmıştır. Ayrıca, solüsyonun mermerin dış yüzeyinde bir film şeriti oluşturması da sağlanmıştır. Deney örnekleri, solüsyon içersine bırakılmadan önce, atmosfer ortamında normal su emme değerleri ayrı ayrı zaman dilimleri için belirlenmiştir. Bu değerler, daha sonrasında silikat solüsyonu ile kaplanmış mermerlerin kaplama sonrası su emme karakteristiği arasındaki fark irdelenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde diğeri bir araştırma ortam şartı ise, atmosfer ortam sıcaklık değışiminin bu etkileşime ne ölçüde etkileyebileceği analiz edilmesi gerekliliği düşünölmüş olup, deneyler her bir mermer türü için silikat solüsyonlarında 20°C, 50°C ve 70°C sıcaklıklarda da tekrarlanarak bulgular

kaydedilmiştir. Analizlerde kullanılan deney düzeneği sembolik olarak şu şekilde gösterilebilmektedir(Şekil 5.1.)

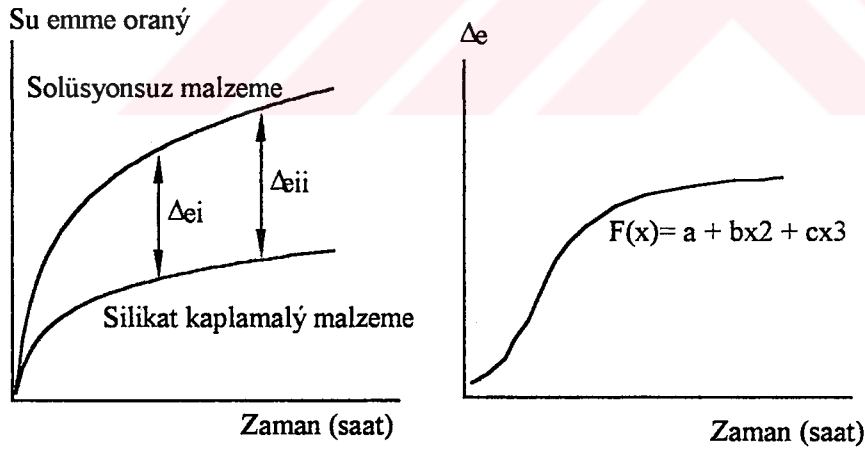


Şekil 5.1. Deney düzeneği –sembolik görünüm

Mermer türleri üzerinde silikat solüsyonu etkisi ile saydam kaplama kalınlığının ve solüsyon emilme oranının, 168 saatlik zaman sürecinde değişimi ayrı ayrı incelenmiştir. Mermerin su emme karakteristik değişimi, fonksiyonel olarak da farklı zaman dilimlerinde incelenmiştir. Solüsyon etkileşimi sonrası, mermerlerin su emme karakteristiklikleri analiz edilerek mermerin su emme ve su geçirimsizlik karakteristikliğinde ne gibi bir değişimin olduğu rakamsal verilerle elde edilmiştir. Yapılan deneysel bulgular ışığında, gözenekliliği yüksek oranda olan mermer türlerinde, su emme değişim oranının yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Diğer bir değişle, malzemedeki gözeneklilik oranı arttıkça, solüsyon etkileşimi sonrası su emme karakteristikliğinin su geçirimsizlik açısından iyileştiği belirlenmiştir. Bu bulgularla, çalışma kapsamı gözenekli mermerlerin bu tür karakteristik değişimine etkiyen faktör ve parametrelerin detay olarak incelenebilmesi amacıyla genişletilmiştir. Burada üzerinde önemle durulan husus, kimyasal reaksiyon kinematığı açısından, mermerin silikat solüsyonu ile etkileşiminde atmosfer sıcaklığının etkisi olmuştur. Deneysel incelemelerden edinilen tecrübe ile, mermerlerin silikat solüsyonu etkileşimi sonrası, gözeneklilik oranı etkisinde değişim karakteristiği genel trend olarak Şekil 5.2` de sembolize edildiği gibi gözlenmiştir.



Şekil 5.2. Kimyasal solüsyon etkileşimi sonrası, mermerde karakteristik değişimi.



Şekil 5.3. Silikatlı yüzey kaplamasının su emme karakteristiğine etkisi.

Şekil 5.3 irdelendiğinde, belirli bir zaman süresinde, silikat solüsyonu etkisinde mermerin su emme oranında bir azalma olduğu söz konusu olmaktadır. Bu kısmı

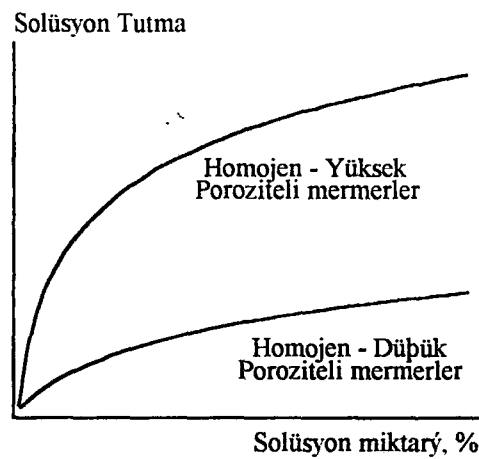
azalma miktarı, her bir etkileşim adımında farklı olup, giderek etkileşim yüzdesinde azalan bir karakteristik sergilediği gözlenmektedir. Bu etkileşim aşağıdaki eşitlik ile irdelenebilmektedir:

$$\Delta e = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \left| \frac{\rho_{2i} - \rho_{1i}}{\rho_{1i}} \right| * 100}{n}$$

Burada;

- Δe : Su emme oranı düşmesi, %,
- r_{1i} : Malzemenin ilk ağırlığı, gr,
- r_{2i} : Malzemenin birim etkileşim sonrası ağırlığı, gr,
- n : Toplam etkileşim sayısı.

Diğer taraftan, mermer türlerinin gözeneklilik dereceleri itibariyle silikat solüsyonu tutma dereceleri ve mermerlerin dış yüzeylerindeki saydam solüsyonlu kaplama kalınlığı oranı üzerine yapılan incelemelerde de; gözeneklilik oranı yüksek olan mermerlerde, karakteristik silikat solüsyon tutma özelliği fonksiyonel olarak polinomial bir ifadeleme ile, gözeneklilik oranı düşük olan mermerlerde ise logaritmik bir fonksiyonel ifadeleme ile tanımlanabilmektedir. Bu olgu, sembolik olarak Şekil 5.4`de gösterilmiştir.

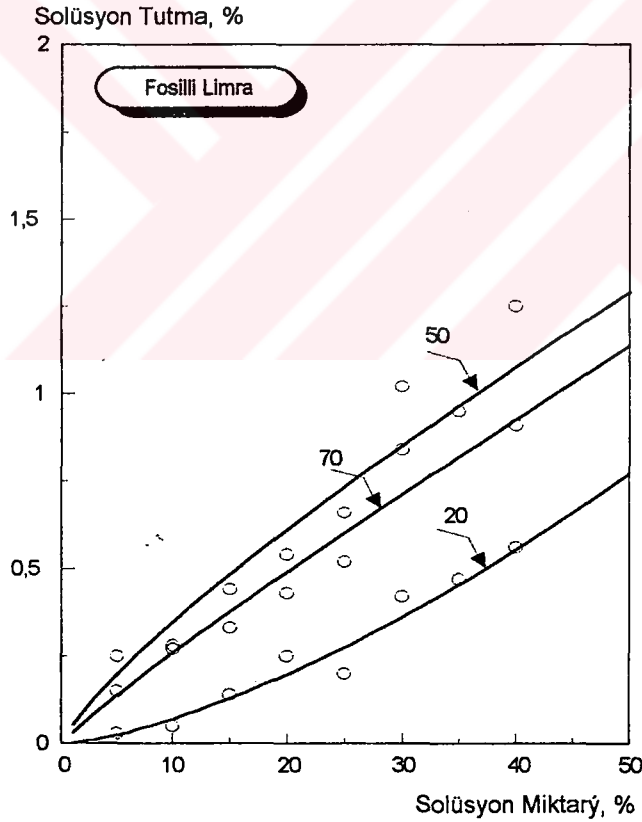


Şekil 5.4. Solüsyon derişimi - mermer ilişkisi.

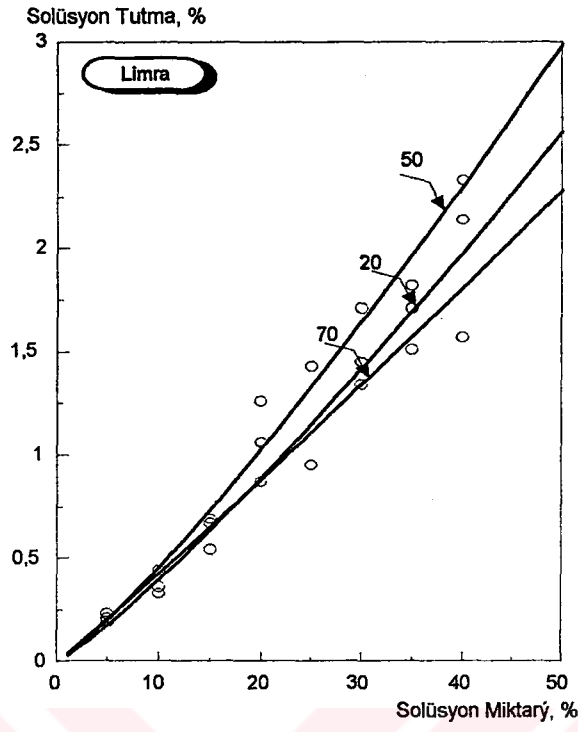
Yukarıda belirtilen analiz yaklaşımlarının ışığı altında, farklı yörelere ait gözenekli mermer türleri üzerinde detay deneysel incelemeler yapılmış ve kalsiyum karbonat kökenli mermerlerden:

- Finike Limra,
- Elazığ Siyah,
- Afyon Traverten,
- Fosilli Limra,
- Elazığ Vişne,
- Kırmızı Traverten

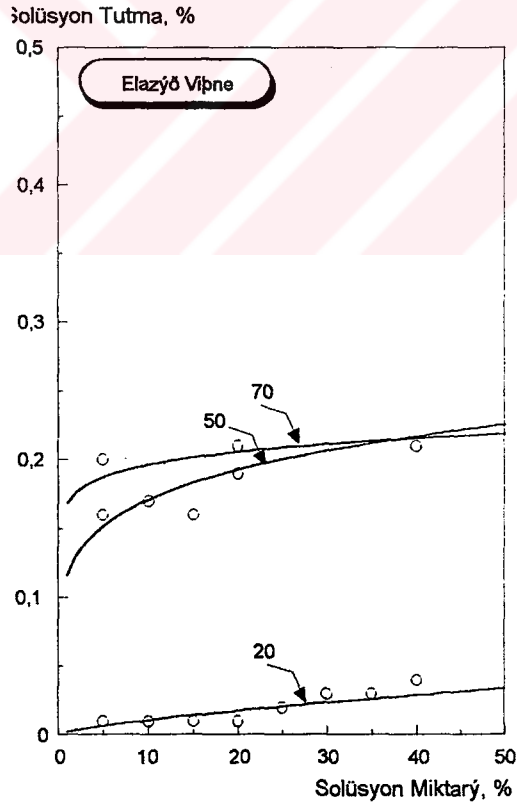
türlerine ait analiz bulguları aşağıda özetle sunulmuştur. Mermer örnekleri üzerinde yapılan sodyum silikat (cam suyu) ile yüzey kaplaması ve atmosfer sıcaklığı etkisinde solüsyon tutma oranları Şekil 5.5 - Şekil 5.10'da verilmiştir.



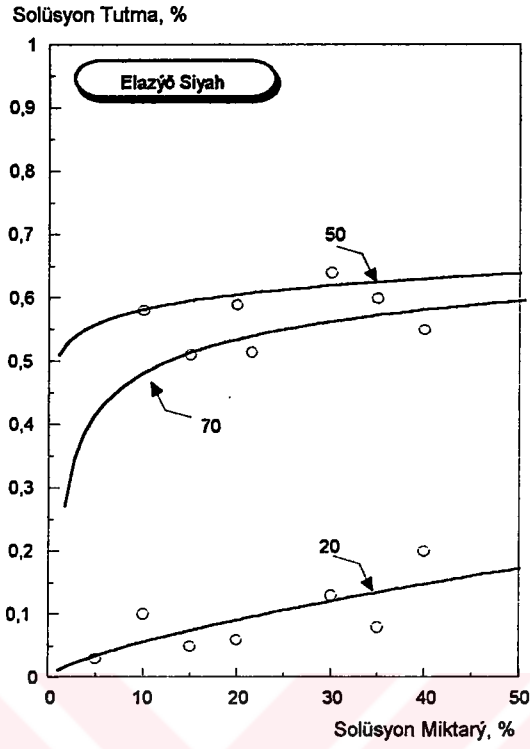
Şekil 5.5. Finike yöresi mermerlerine ait solüsyon tutma karakteristiği.



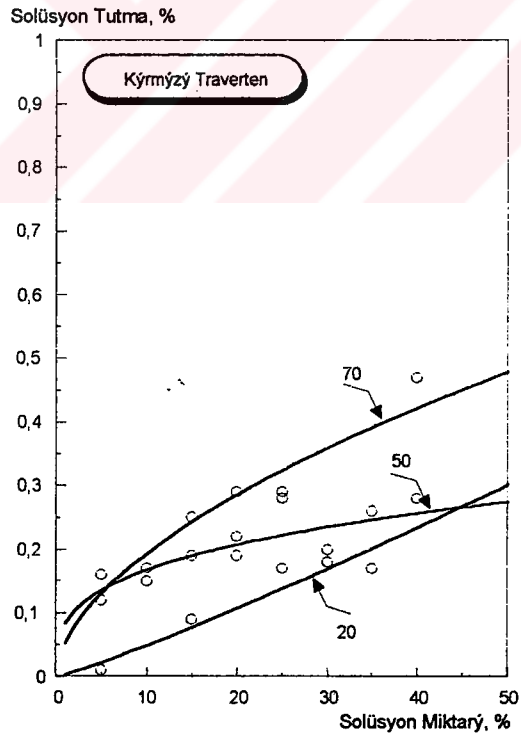
Şekil 5.6. Finike yöresi mermerlerine ait solüsyon tutma karakteristiği.



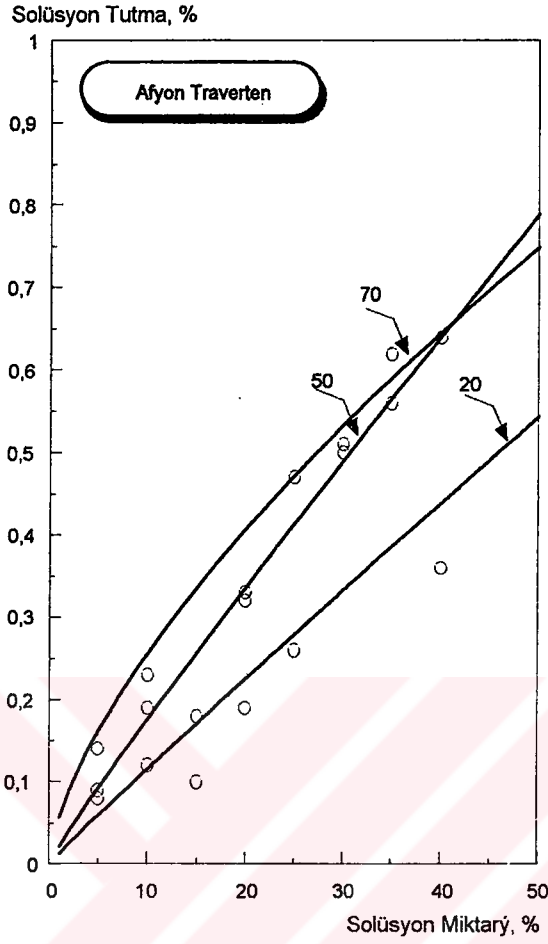
Şekil 5.7. Elazığ yöresi mermerlerine ait solüsyon tutma karakteristiği.



Şekil 5.8. Elazığ yöresi mermerlerine ait solüsyon tutma karakteristiği.



Şekil 5.9. Traverten türü mermerlere ait solüsyon tutma karakteristiği.

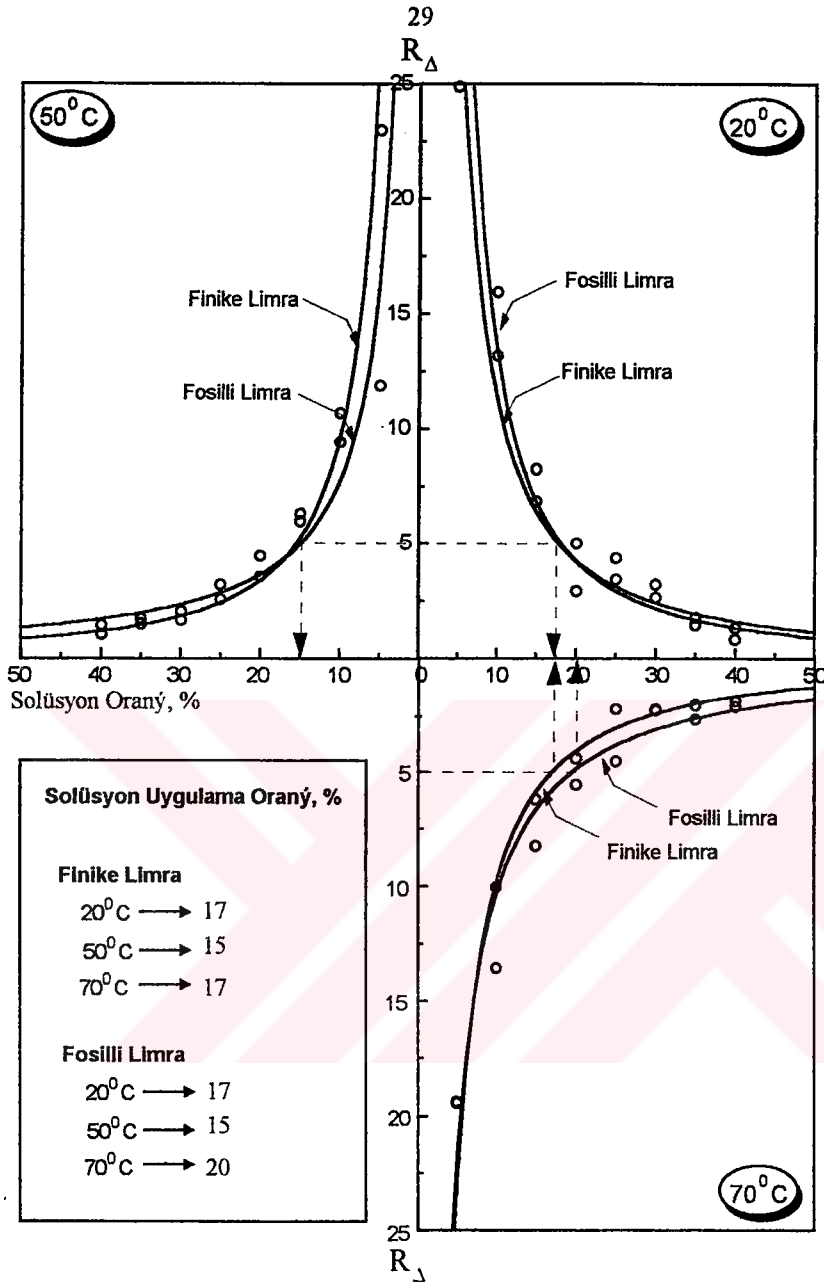


Şekil 5.10. Traverten türü mermerlere ait solüsyon tutma karakteristiği.

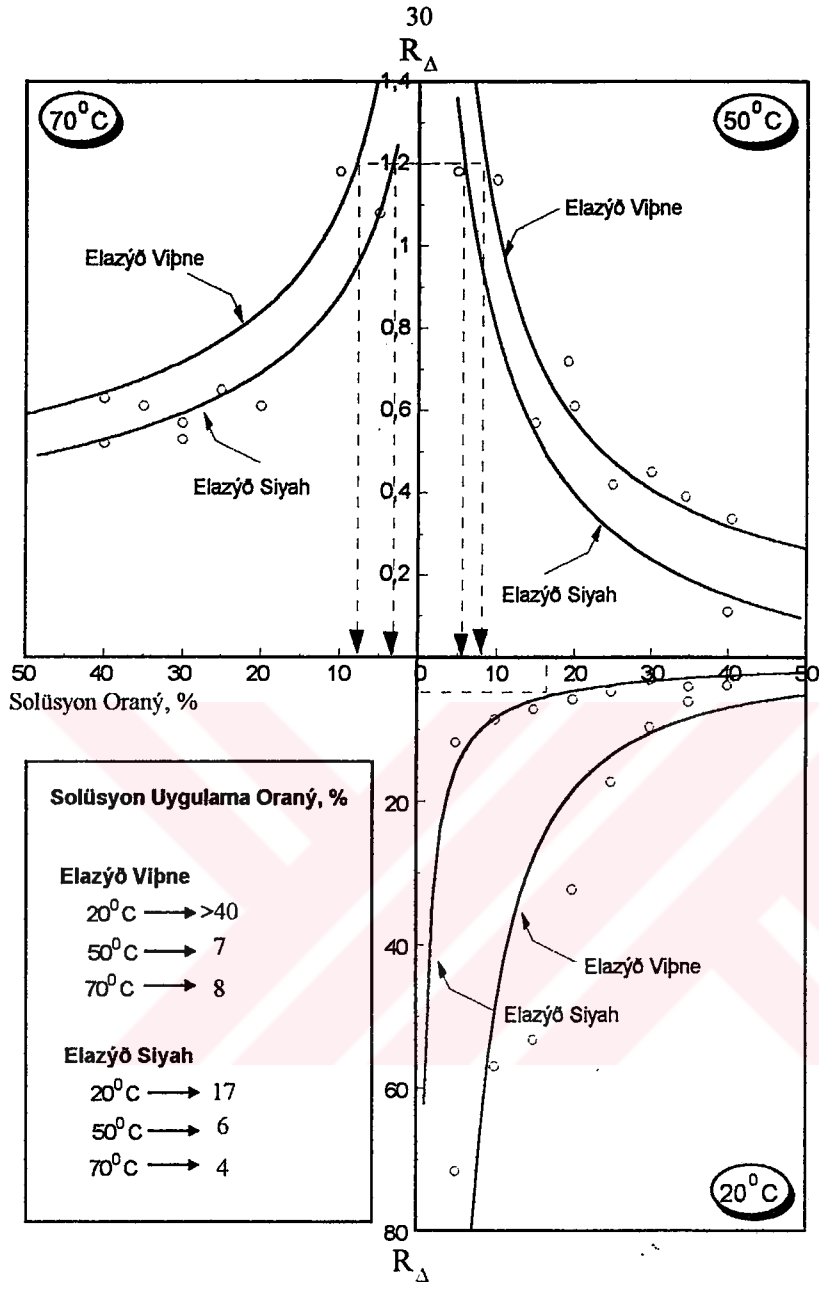
Şekil 5.5 - Şekil 5.10 irdelendiğinde, iç ve dış mekanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılacak mermer türlerinde, su geçirimsizliğinin sağlanması ve dış etkilere karşı korunması amacıyla yapılacak sodyum silikat kaplama uygulamasında, solüsyon derişimlerinin ne olabileceği irdelenebilmektedir. Ayrıca mermerin gözeneklilik oranı ile solüsyon derişiminin değeri arasında direkt bir ilişki olduğu gözlenmektedir. Burada önemle üzerinde durulması gerekli husus, kimyasal solüsyon ile kaplamada kullanılacak derişimin, ekonomik açıdan irdelenerek optimum derişim değeri belirlenmesi gerekliliğidir. Bu amaçla, malzemenin porozitesine bağımlı olarak, her bir kaplama elemanı için *solüsyon kaplama katsayısının* (R_D) tanımlaması yapılmış ve atmosfer sıcaklığı etkisinde değeri aşağıda belirtilen eşitlik ile geliştirilmiştir:

$$R_{\Delta} = \frac{\text{Solüsyon sonrası su emme oraný}}{\text{Solüsyon tutma oraný}} = \frac{f_{ss}}{\Delta_{st}}$$

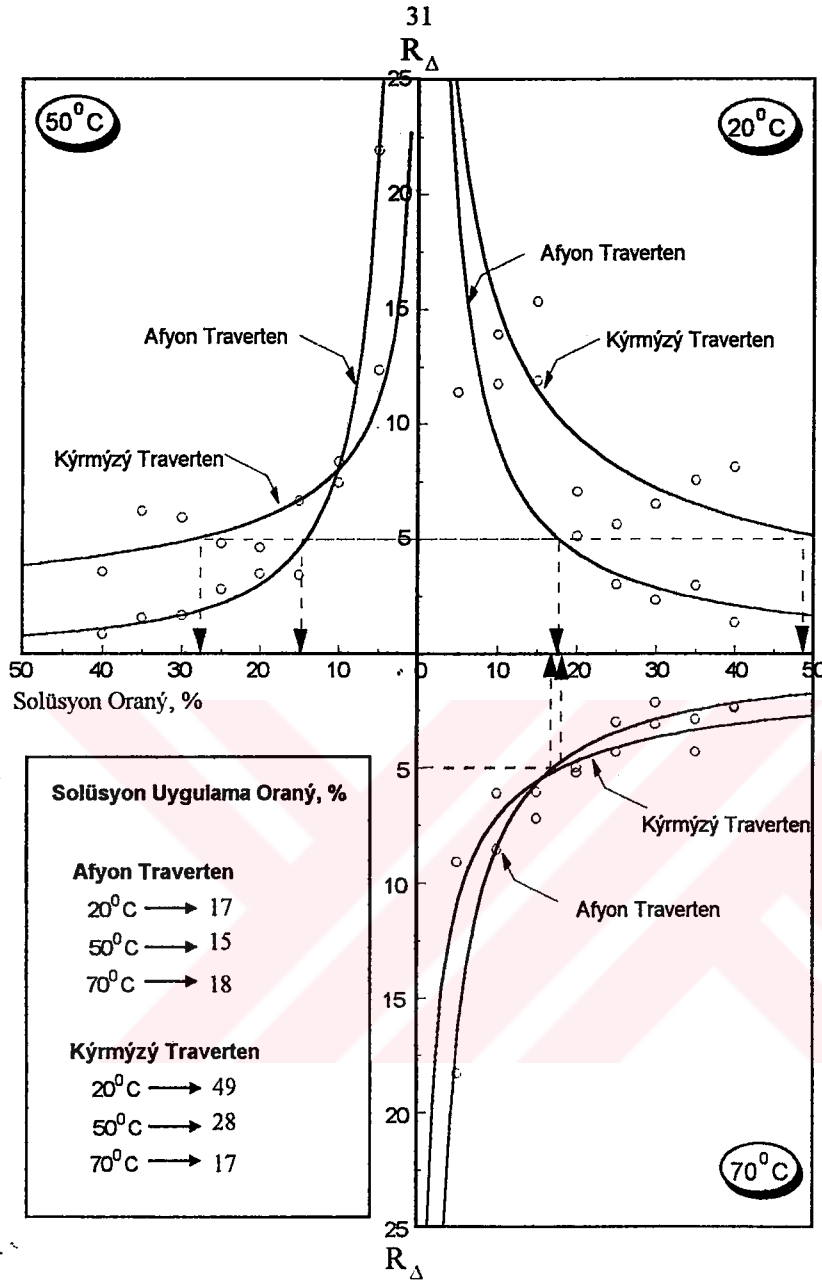
Geliştirilen bu eşitliğe göre, mermer türlerinin sıcaklığa bağımlı solüsyon kaplama katsayısı değerleri ve değişim karakteristiği bir ön çalışma olarak farklı yörelere ait mermer türlerinden gözeneklilik derecelerine göre seçilerek incelenmiş olup, analiz bulguları Şekil 5.11 - Şekil 5.13`de verilmiştir. Bu ön incelemelerden, kimyasal kaplamada solüsyon oranı arttıkça, malzemenin solüsyon kaplama sayısı değerinin düştüğü görülmüştür. Bu olgu, gözeneklilik oranının daha yüksek olan mermer türlerinde, daha belirgin olarak görülebilmektedir.



Şekil 5.11. Finike yöresi mermerlerine ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.



Şekil 5.12. Elazığ yöresi mermerlerine ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.



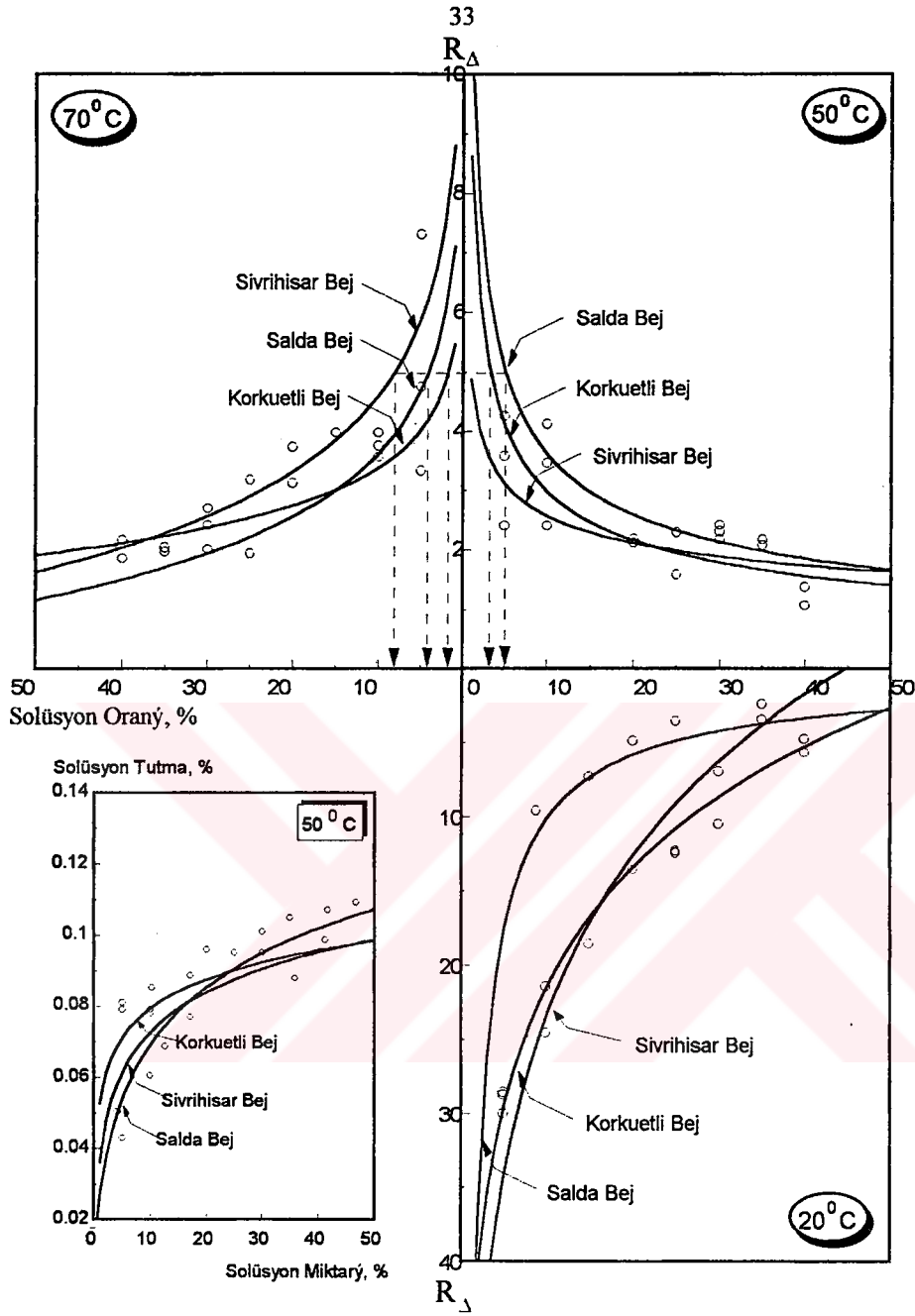
Şekil 5.13. Traverten türü mermerlere ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.

Genel olarak yukarıda belirtilen bu bulgular ışığında, çalışma programı daha da derinleştirilerek, mermer türlerinin gözeneklilik derecelerinin ötesinde, buldukları yörelere göre de bir inceleme yapılması uygun görülerek, oluşum ve bulunuş şekillerinin farklılaşması incelenmiştir. Burada, gözeneklilik oranı yüksek olan mermerlerde, karakteristik silikat solüsyon tutma özelliği fonksiyonel olarak polinomal bir ifadeleme ile, gözeneklilik oranı düşük olan mermerlerde ise logaritmik bir fonksiyonel ifadeleme ile tanımlamalar yapılabilmektedir. Yukarıda belirtilen analiz

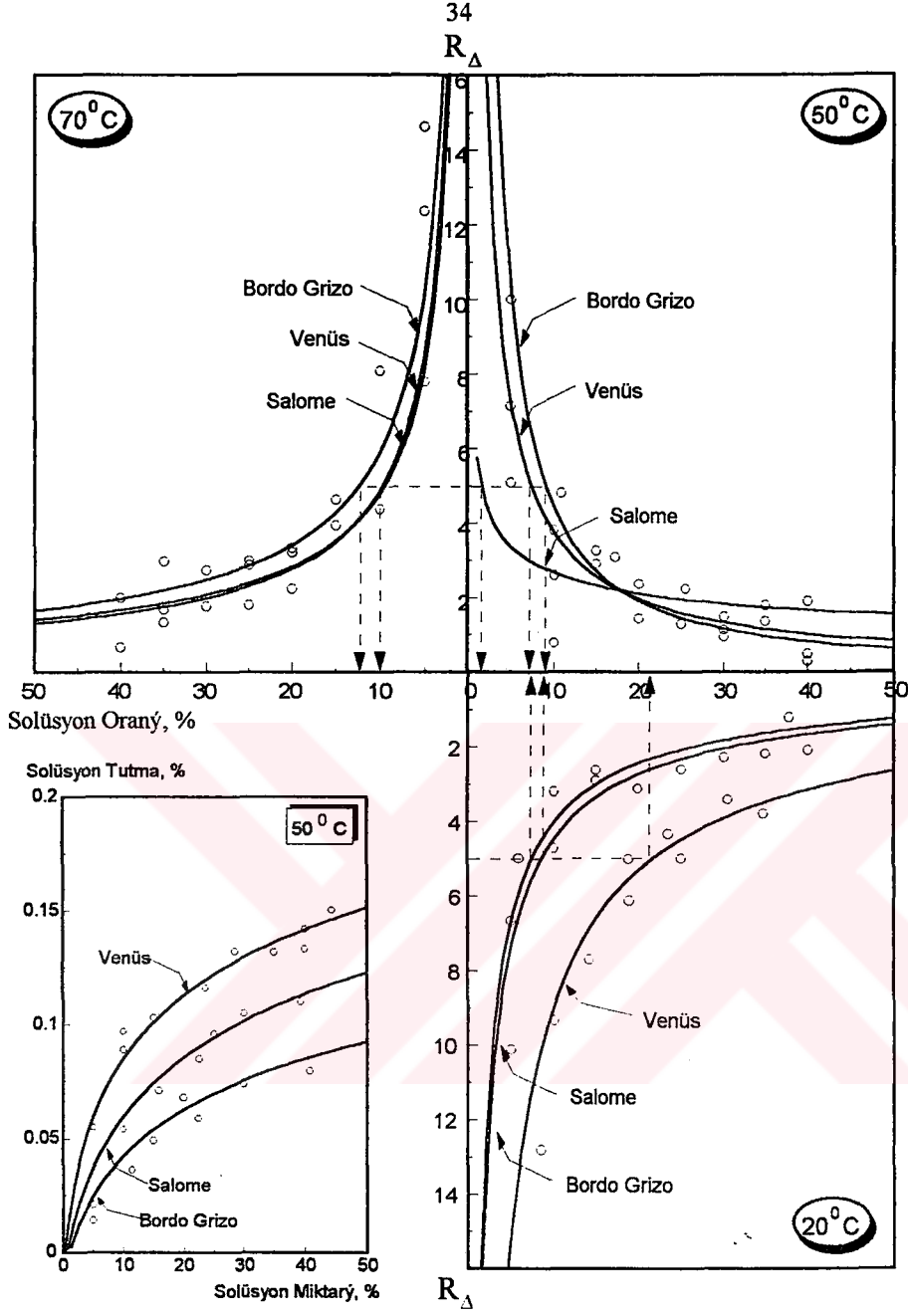
yaklaşımının ışığı altında, farklı yörelere ait gözenekli mermer türleri üzerinde detay deneysel incelemeler yapılmış ve kalsiyum karbonat kökenli mermerlerden:

● Bej Mermerler,	● Süpren Yöresi,	● Afyon Yöresi,	● İri Kristalliler,
Sivrihisar Bej	Salome	Beyaz	Muğla Kavak
Korkuteli Bej	Venüs	Bulut	Muğla Grili
Salda Beji	Bordo Grizo		Denizli Pembe

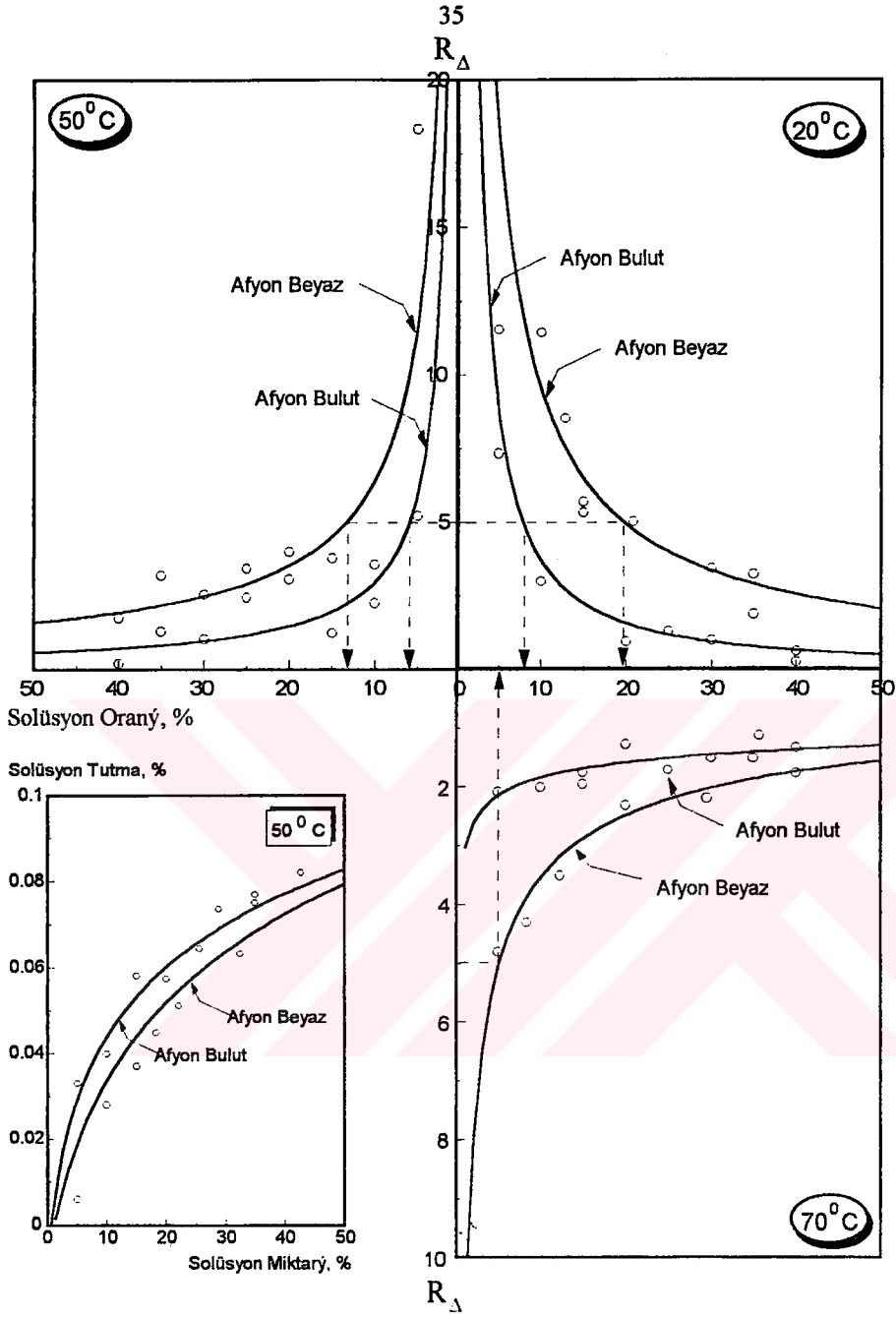
türlerine ait analiz bulguları aşağıda özetle sunulmuştur. Mermer örnekleri üzerinde yapılan sodyum silikat (cam suyu) ile yüzey kaplaması ve atmosfer sıcaklığı etkisinde solüsyon tutma oranları analiz edilmiştir. Bu analizlerde, iç ve dış mekanlarda kaplama malzemesi olarak kullanılacak mermer türlerinde, su geçirimsizliğinin sağlanması ve dış etkilere karşı korunması amacıyla yapılacak sodyum silikat kaplama uygulamasında, solüsyon derişimlerinin ne olabileceği irdelenmiştir. Ayrıca mermerin gözeneklilik oranı ile solüsyon derişiminin değeri arasında direkt bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Analiz bulgularından edinilen tecrübe ile, kimyasal solüsyon kaplamada kullanılacak derişimin, ekonomik açıdan irdelenerek optimum derişim değeri belirlenmesi gerekliliği kaçınılmaz olduğu bulunmuştur. Mermer türlerinin sıcaklığa bağımlı solüsyon kaplama katsayısı değerleri ve değişim karakteristiği Şekil 5.13 - Şekil 5.17'de verilmiştir. Bu şekillerden de görüleceği üzere, kimyasal kaplamada solüsyon oranı arttıkça, malzemenin solüsyon kaplama sayısı değeri düşüğü görülmektedir. Bu olgu, gözeneklilik oranının daha yüksek olan mermer türlerinde, daha belirgin olarak görülebilmektedir.



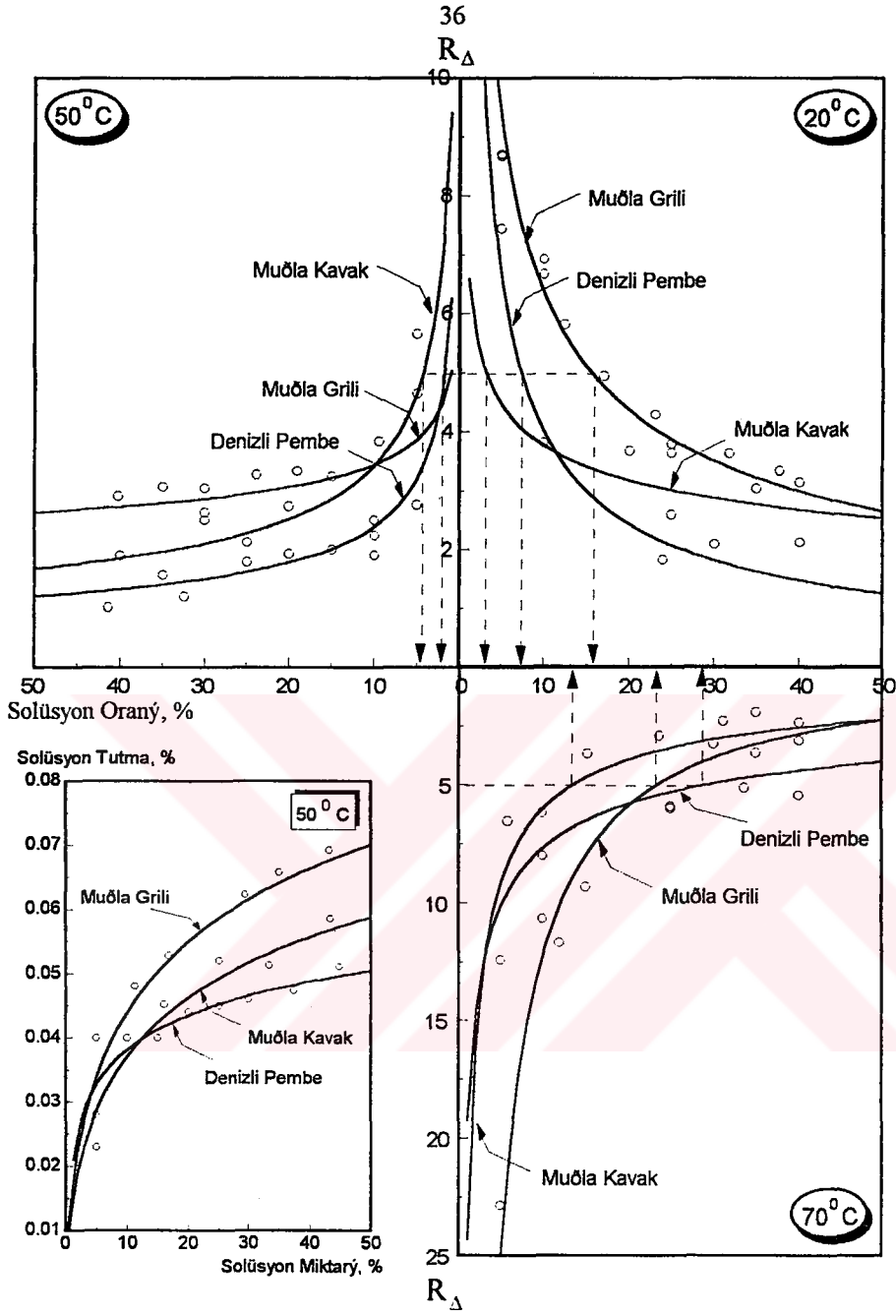
Şekil 5.14. Bej türü mermerlere ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.



Şekil 5.15. Süpren yöresi mermerlerine ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.



Şekil 5.16. Afyon yöresi mermerlerine ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.



Şekil 5.17. İri Kristalli mermer türlerine ait solüsyon miktarı - kaplama sayısı ilişkisi.

Yapılan analiz bulgularının değerlendirilmesi sonucu,

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında yapılmış olan analizlerden elde edilen bulguların değerlendirilmesi sonucu, mermer türlerinin silikatlı solüsyonlar ile su emme karakteristikliklerinin önemli ölçülerde düşürülebileceği belirlenmiştir. Ayrıca her bir mermer türüne göre, gözenekliliğine bağımlı olarak hangi oranlarda ve hangi kriterlerde silikat solüsyonu ile etkileşime tabi tutulacağı da belirlenmeye çalışılmıştır. İnceleme bulguları lineer ve non-lineer istatistiksel analiz yöntemleri ile de detay olarak modellenmeye çalışılmış ve sonuç olarak mermerlerin silikatlı solüsyonlar ile kaplanabilmesine ilişkin bir uygulama katsayısı tanımlaması geliştirilerek, parametrik değerleri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın, farklı solüsyon türlerinin de detay olarak denenmesi ile çalışma daha da derinleştirilebilecektir. Bu konulardaki ön çalışmaların, mermer teknolojisine yeni birer boyut getirmesinin yanısıra, mermer sektöründe yeni bir branşın prensiplerini ortaya koyacağı muhakkaktır.



KAYNAKLAR

Eriç M., 1994, Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul.

Kocataşkın F., 1975, Yapı Malzemesi Bilimi, İTÜ, İstanbul.

Özer M., 1982, Yapılarda Isı-Su Yalıtımları 2, Özer Yayınları:4, İstanbul.

Şentürk A., Gündüz L., Tosun, İ.Y., Sarıışık, A., 1996, Mermer Teknolojisi, Isparta.

Şentürk A., Gündüz L., Çetin C., 1997, "Konutlarda Kullanılan Kaplama Taşlarının Kimyasal Solüsyonlu Maddeler İle Su Yalıtımının Sağlanması.", Su ve Çevre Sempozyumu, İstanbul.

Şentürk A., Çetin C., 1997, "Doğal Kaplama Taşlarının Su Yalıtımı Açısından İyileştirilmesi Üzerine Bir İnceleme", Yalıtım,97 Sempozyumu, Elazığ.

ÖZGEÇMİŞ:

1973 Kırşehir doğumluyum. İlk, Orta ve Lise öğrenimimi Kırşehir’de tamamladım. 1992 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü’ne kayıt oldum. 1996 yılında aynı fakülteden “Maden Mühendisi” olarak mezun oldum. Bir süre özel şirketlerde çalıştıktan sonra, Eylül-1996’ da Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünün açmış olduğu sınavı kazanarak Maden Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans programına kayıt oldum. Halen aynı üniversitede yüksek lisans programına devam etmekteyim.

19.06.1998

Canpolat ÇETİN

19.06.1998