

T1274

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI MALZEMELERİNİN  
SOL-JEL YÖNTEMİ İLE SU İTİCİ KAPLANMASI

MUHARREM GÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİMDALI

ANTALYA

2002

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
REKTÖRLÜĞÜ KÜTÜPHANESİ

YAPI MALZEMELERİNİN  
SOL-JEL YÖNTEMİ İLE SU İTİCİ KAPLANMASI

MUHARREM GÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
KİMYA ANABİLİMDALI

ANTALYA

2002

I.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI MALZEMELERİNİN  
SOL-JEL YÖNTEMİ İLE SU İTİCİ KAPLANMASI

Muharrem Gün

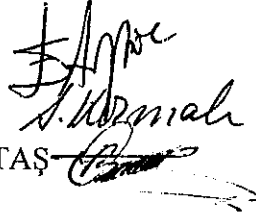
Yüksek Lisans Tezi  
Kimya Anabilimdalı

Bu tez 14/6/2002 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından 85 (Seksanbeş) not takdir edilerek oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ : Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ

Prof. Dr. Suphi KORMALI

Yrd. Dç. Dr. Birsen BÜYÜKTAŞ



## ÖZET

### YAPI MALZEMELERİNİN SOL\_JEL YÖNTEMİ İLE SU İTİCİ KAPLANMASI

Muharrem GÜN

Yüksek lisans Tezi, Kimya Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ

Mayıs 2002, 107 Sayfa

Bu çalışmada, yapı malzemelerinin bünyesine su girişi önlenmeye çalışılmıştır. Bunun için Sol-jel yöntemi kullanılarak tuğla, beton, gazbeton numuneleri, farklı oranlarda organik olarak modifiye edilmiş silanlar (Metiltrioksisilan (MTEOS), Propiltrimetoksisilan (PTMOS), Feniltrioksisilan (pHTEOS), Viniltrimetoksisilan (VIMOS)) içeren çözeltilerle kaplanmıştır. Kaplama çözeltisi olarak toplam silan yüzdesi %10 ve %30 olan, organik olarak modifiye silan: Tetraetoksisilan (TEOS) mol oranı 4:1 olan ve TEOS 'a göre mol oranı %5 ve %10'luk 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8-Tridekaflorooktiltrioksisilan (F-Silan) içeren çözeltiler kullanılmıştır. Kaplamada kullanılan silanların hidrolizi için 0,1 N HCl, çözgen olarak da mutlak etanol kullanılmıştır. Elde edilen kaplamaların performanslarının kıyaslanması için tuğla, beton, gazbeton numuneler farklı oranlarda ticari kaplama çözeltileri ile de kaplanmıştır. Bütün kaplamalar numunelere vakumlu ve vakumsuz olmak üzere iki ayrı ortamda uygulanmıştır.

Kaplanan numunelerin su absorpsiyonları, oda sıcaklığında bünyelerinde bulundurabildikleri nem oranları belirlenmiş ve kondenzasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, farklı çözeltilerle kaplanan yüzeylerdeki su tutunma açılarını goniometre ile ölçülmüş ve birbirleri ile kıyaslanmıştır.

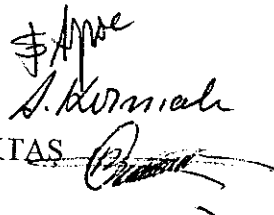
Çalışma sonucunda, yapı malzeme yüzeylerine uygulanan su itici kaplamaların su absorpsiyonunu engellediği gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER : Sol-gel, Su itici kaplama, Alkilsilan, Flor Silan, Tuğla, Beton, Gazbeton

JÜRİ : Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ

Prof. Dr. Suphi KORMALI

Yrd. Dç. Dr. Birsen BÜYÜKTAS



ABSTRACT  
WATERREPELLENT COATING OF  
MASONRY MATERIALS WITH SOL-GEL METHOD

Muharrem GÜN

M.S. Thesis, Department of Chemistry

Advisor : Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ

May 2002, 107 pages

In this study, it is aimed to prevent water absorption of the masonry materials. Brick, concrete, and gas concrete materials were coated with solutions, which contains organically modified silanes (ORMOSIL) ((Methyltriethoxysilane (MTEOS), Propyltrimethoxysilane (PTMOS), Phenyltriethoxysilane (pHTEOS), Vinyltrimethoxysilane (VTMOS)) in different ratios, using sol-gel method. Coating solutions were prepared in concentration of 10 – 30 % in grams of total silane, (ORMOSIL and Tetraethoxysilane (TEOS)) and have a ratio 4:1 for ORMOSIL:TEOS. Also solutions of 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8-Tridecafluorooctyltriethoxysilane (F-Silanes) in concentration 5 % and 10 % in moles of TEOS, were used for coating. 0,1 N HCl was used to hydrolyze silanes and absolute ethyl alcohol was used as a solvent. To compare the performance of the prepared coatings brick, concrete, and gas concrete materials were also coated with commercial coating solutions in different ratio. All coatings were applied to the samples in two conditions as vacuumed and non-vacuumed medium.

Water absorption, moisture content at room temperature, condensation tests of coated surface were determined. Additionally, contact angles of water on surfaces coated with different solutions were measured with goniometer and the results were compared.

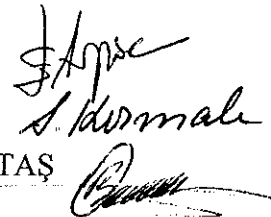
It is concluded that the all hydrophobic coatings applied to the masonry materials prevented water penetration.

KEY WORDS : Sol-gel, Water repellent coating, Alkylsilane, Fluor Silane, Brick, Concrete, Gas concrete

COMMITTEE : Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ

Prof. Dr. Suphi KORMALI

Yrd. Dç. Dr. Birsen BÜYÜKTAŞ



## ÖNSÖZ

Günümüzde, içinde yaşadığımız yapıların sahip olması gereken özellikler, insanların gereksinim ve beğenileri ölçüsünde gün geçtikçe artmaktadır. Artık yapıların sadece dayanıklı olması değil, güzel görünümelerini uzun süreli koruyabilmesi de önem kazanmaktadır. Yapıların dayanıklılığı olduğu kadar görünümünün de bozulmasına neden olan suyun yapı içerisine girmesini önlemek için birçok kaplama yöntemi uygulanmaktadır. Bu çalışmada, organik olarak modifiye edilmiş silanların sol-jel yöntemi ile polimerizasyonu sonucu elde edilen su itici kaplamalar sentezlenip, su absorpsiyonları incelenmiştir.

Bu konuda bana araştırma yapma imkanı veren sayın danışman hocam Prof. Dr. Ertuğrul ARPAÇ'a ve yardımlarından dolayı Aytekin AKKAYA'ya teşekkür ederim.

Muharrem GÜN

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI .....	2
2.1. Sol-Jel Yöntemi .....	2
2.1.2. Sol-jel yönteminin avantajları .....	2
2.1.3. Sol-jel yönteminin dezavantajları .....	3
2.1.4. Sol-jel yönteminin uygulama alanları .....	4
2.1.5. Sol-jel yönteminde kullanılan çıkış maddeleri .....	6
2.1.6. Alkilalkoksisilan ve alkoksisilanların hidroliz ve kondenzasyonu .....	7
2.2. Yapı Malzemeleri için Renksiz Kaplamalar .....	9
2.2.1. Renksiz kaplama türleri .....	10
2.3. Kullanılan Yapı Malzemeleri .....	13
2.3.1. Gazbeton ve üretimi .....	13
2.3.2. Beton ve üretimi .....	15
2.3.3. Tuğla ve üretimi .....	16
2.4. Suyun Yapıya Verdiği Hasarlar .....	18
2.4.1. Korozyon .....	18
2.4.2. Effloresans oluşumu .....	19
2.5. Nemin Kaynağı .....	22
2.6. Yapı Bileşenlerinde Su Hareketi .....	22
2.7. Donma .....	24
2.8. Su İtici Kaplamaların Diğer Uygulama Alanları .....	24
3. MATERYAL ve METOD .....	26
3.1. Kaplamada Kullanılan Silanlar .....	26
3.2. Kaplama Çözeltilerinin Hazırlanması .....	26

3.3. Ticari Kaplama Çözeltilerinin Kaplama Öncesi Hazırlanması .....	28
3.4. Kaplama Çözeltilerinin Numunelere Uygulanması .....	28
3.5. Kaplamalara Uygulanan Testler .....	29
3.5.1. Su emme oranı tespiti deneyi .....	29
3.5.2. Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzemelerinde Nem Oranının Tesbiti .....	30
3.5.3. Kondenzasyon Testi .....	30
3.5.4. Goniometre ile Suyun Numune Yüzeyindeki Tutunma Açısı Analizi .....	31
4. BULGULAR ve SONUÇ .....	32
4.1. Su Emme Testi Sonuçları .....	32
4.2. Nem Testi Sonuçları .....	33
4.3. Kondenzasyon Testi Sonuçları .....	34
4.5 Su Tutunma Açısı Ölçümleri .....	51
5. TARTIŞMA .....	53
6. KAYNAKLAR .....	55
7. EKLER. KAPLAMA TEST SONUÇLARI .....	60
Ek 1. Su Emme Testi .....	60
Ek 2. Nem Testi .....	75
Ek 3. Kondenzasyon Testi .....	90
Ek 4. Su Temas Açısı Verileri .....	105
Ek 4. Su Temas Açısı Verileri Devamı .....	106
ÖZGEÇMİŞ .....	107



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. (a) Metal Alkolatların hidroliz mekanizması, .....	8
(b) Kondenzasyon tepkimelerinin alkoksilasyon mekanizması, .....	8
(c) Kondenzasyon tepkimelerinin oksolasyon mekanizması .....	8
Şekil 2.2. Kondenzasyon tepkimelerinin olasyon mekanizması .....	9
Şekil 3.1 (a) da katı bir yüzeyi ıslatan, (b) de kısmen ıslatan, (c) de ise ıslatmayan sıvı örnekleri gösterilmektedir .....	31
Şekil 4.1. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	36
Şekil 4.2. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	36
Şekil 4.3. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	37
Şekil 4.4. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VT MOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	37
Şekil 4.5. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	38
Şekil 4.6. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarlarının kıyaslanması .....	38
Şekil 4.7. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 400 ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	39
Şekil 4.8. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 520 ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	39
Şekil 4.9. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	40
Şekil 4.10. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	40
Şekil 4.11. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	41
Şekil 4.12. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VT MOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	41
Şekil 4.13. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	42

Şekil 4.13. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	42
Şekil 4.14. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarlarının kıyaslanması.....	42
Şekil 4.15. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 400 ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	43
Şekil 4.16. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 520 ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	43
Şekil 4.17. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	44
Şekil 4.18. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	44
Şekil 4.19. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	45
Şekil 4.20. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VT MOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	45
Şekil 4.21. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	46
Şekil 4.22. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	46
Şekil 4.23. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 400 ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	47
Şekil 4.24. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak T ASO PHOB 520 ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.....	47
Şekil 4.25. Tuğla numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler.....	48
Şekil 4.26. Beton numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler.....	49
Şekil 4.27. Gazbeton numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler.....	50
Şekil 4.28. Tuğla ve Beton numunelere uygulanan kaplama yüzeylerinde su tutunma açısı analizleri.....	52

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Bazı Yapı Malzemelerinin Buhar Geçirgenlik Dirençleri .....	14
Çizelge 2.2. Sıcaklığına Bağlı olarak Havadaki Azami Nem Miktarı .....	23
Çizelge 2.3. Sıcaklığına Bağlı olarak Havadaki Su Buharı Basıncı .....	23
Çizelge 4.1. Ticari ve sentezlenen kaplama çözeltileri uygulanan numuneler ve kaplanmamış numunelerin uygulanan Su Emme Testi sonrası % Kütle Artış miktarları .....	32
Çizelge 4.2. Ticari ve sentezlenen kaplama çözeltileri uygulanan numuneler ve kaplanmamış numunelerin oda sıcaklığında (20,3 °C) ve % 49 bağıl nem ortamında bünyesinde bulundurduğu % nem miktarları .....	33

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TEOS	: Tetraetoksisilan,	$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$
MTEOS	: Metiltrietoksisilan,	$\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$
PTMOS	: Propiltrimetoksisilan,	$\text{C}_3\text{H}_7\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$
PHTEOS	: Feniltrietoksisilan,	$\text{C}_6\text{H}_6\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$
VTMOS	: Viniltrimetoksisilan,	$\text{CH}_2\text{CHSi}(\text{OCH}_3)_3$
F-Silan	: 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-Tridekaflorooktiltrietoksisilan,	$\text{CF}_3(\text{CF}_2)_5(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$

Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28 'deki kaplamaların adlarının yerine

kullanılan rakamlar

- 1 : % 10 MTEOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 2 : % 10 MTEOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 3 : % 30 MTEOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 4 : % 30 MTEOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 5 : % 10 PTMOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 6 : % 10 PTMOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 7 : % 30 PTMOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 8 : % 30 PTMOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 9 : % 10 pHTEOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 10 : % 10 pHTEOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 11 : % 30 pHTEOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 12 : % 30 pHTEOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 13 : % 10 VTMOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 14 : % 10 VTMOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 15 : % 30 VTMOS / TEOS (4:1) ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 16 : % 30 VTMOS / TEOS (4:1) ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 17 : % 5 F-Silan /TEOS ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 18 : % 5 F-Silan /TEOS ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 19 : % 10 F-Silan /TEOS ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 20 : % 10 F-Silan /TEOS ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 21 : TASSO PHOB 400- ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 22 : TASSO PHOB 400-8 ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 23 : TASSO PHOB 400-12 ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 24 : TASSO PHOB 400-12 ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 25 : TASSO PHOB 520-10 ile vakumlu ortamda kaplı numune
- 26 : TASSO PHOB 520 10 ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 27 : TASSO PHOB 520 20 ile Vakumlu ortamda kaplı numune
- 28 : TASSO PHOB 520-20 ile vakumsuz ortamda kaplı numune
- 29 : Kaplanmamış Numune

## 1. GİRİŞ

Yapının dayanıklılığı, yapı içerisine su girişine karşı gösterdiği dirence göre değişir. Bu suyun kaynağı, rüzgarın sürüklediği yağmur veya kar, yeraltı suları, yapı içerisindeki çeşitli ısı kaynaklarının neden olduğu su buharı ve ortamın bağıl nemidir. Yapının, içerisi ile dışarısındaki havanın nem farkı buharın duvar içerisine girmesine ve duvarın yüzey sıcaklığının hava sıcaklığından büyük ölçüde düşük olması halinde duvar yüzeyinde yoğunlaşmasına neden olur.

Atmosferik hava, kuru hava ve su buharının karışımıdır. Belirli bir sıcaklıkta, olası maksimum miktarda su buharı içeren hava karışımı, bu sıcaklıkta doygundur. Sabit basınçta, havayı doygun hale getirmek için gerekli su buharı miktarı sıcaklıkla değişir. Yüksek sıcaklıkta havayı doygun hale getirmek için daha fazla miktarda su gerekmektedir. Eğer 50 °C 'deki doygun hava birden 70 °C 'e ısıtılırsa, karışım artık doygun değildir ve fazladan su absorblayacaktır. Ama, eğer doygun olmayan hava sabit basınçta soğutulursa doygunluğa ulaştığı bir sıcaklığa gelinecektir. Bu sıcaklık çiy noktası olarak adlandırılır ve eğer karışım çiy noktasından daha aşağıya soğutulursa havadaki su yoğunlaşmaya başlayacaktır. Çiy, sıcak aylarda sabah erken saatlerde gerçekleşir.

Havadaki su buharı nem olarak adlandırılır ve bağıl nem, havanın içerdiği su miktarının, o sıcaklıkta doygun olması için gereken su miktarına oranıdır. Sabit miktarda su buharı için, bağıl nem sıcaklıkla değişmektedir, sıcaklık arttıkça azalmakta ve sıcaklık azaldıkça da artmaktadır. Sıcak havalarda sabah erken saatlerde havadaki nemin çiy olarak yoğunlaşması gibi soğuk havalarda da yapı içerisinde bulunan ısı kaynağınca buharlaştırılan su, duvarın dış yüzeyinin sıcaklığının iç yüzeyinin sıcaklığından daha az olmasından dolayı duvar içerisine difüzlenen su buharının duvar içerisinde yoğunlaşması söz konusu olacaktır.

Eğer bir duvar su ile doyurulursa, donma-erime sonucu kırılma ve çatlak oluşumuna, bölünme ve parçalanmalara neden olacaktır. Ayrıca su, yapının boyutlarının değişmesine, metalin korozyonuna, yalıtımın etkinliğini yitirmesine, iç yüzey kaplamasının bozulmasına ve dış yüzeyde effloresans oluşumuna neden olacaktır. Effloresans, suda çözünebilir tuzların yapıların yüzeyinde kristal halde birikmesidir.

## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

### 2.1. Sol-Jel Yöntemi

"Sol-jel" terimi, kollodial çözeltilerin jelleştirilmesinden katı bir fazın elde edilmesini içeren yöntemlerin tümünü tanımlar (Sanchez vd 1997). Sol-jel kimyasının esası inorganik polimerizasyon tepkimelerine dayanmaktadır (Sanchez ve Livage 1990). Böyle bir polimerizasyon oda şartlarında bir çözgen ortamında gerçekleştirilmektedir. Gerekğinde bir ısı işlem de uygulanabilir (Kallala vd 1993, In vd 1995).

Bu yöntemin genel basamakları aşağıdaki gibidir.

1. Çıkış maddesinin (öncünün) istenilen çözgendeki bir çözeltisinin hazırlanması.
2. Üretilcek malzemeye göre gerekli tepkenlerin katılımı ile homojen bir karışımın elde edilmesi.
3. Hidroliz ve kondenzasyon tepkimeleri sonucu, karışımın önce sol'e ardından jele dönüştürülmesi.
4. Elde edilen jelin istenilen malzemeye göre uygun işlem veya işlemlere (kurutma, sinterleme, çözgen uzaklaştırma gibi) tabi tutulması.

Yöntemin genel basamaklarından anlaşılacağı gibi tepkime genel olarak oda şartlarında gerçekleştirilmektedir (Kallala vd 1993, Mehrotra 1989a).

#### 2.1.1. Sol-jel yönteminin avantajları

Sol-jel yönteminin diğer geleneksel yöntemlere olan üstünlükleri aşağıda sıralanmıştır.

- Sol-jel kimyasında çıkış maddelerinin ilk çözeltileri kullanılmaktadır. Bu çözeltilerin vizkositesi düşük olduğundan, homojenlik kısa bir süre içinde moleküler seviyede sağlanabilmektedir. Tepkenler moleküler düzeyde homojen olduğundan elde edilen jel de o derece homojen olacaktır (Mackenzie 1998).
- Tepkimenin düşük (oda sıcaklığı) sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi bir kolaylıktır. Düşük tepkime sıcaklıkları anorganik matriksin organik gruplarla modifiye edilmesine olanak vermektedir. Bu ise yeni tür malzemelerin (hibrit malzemeler)

üretmesini sağlar. Böylece, malzemenin hem anorganik hem de organik malzemelerin özelliklerine sahip olması sağlanır (Schubert vd 1995).

Düşük sıcaklıkta buharlaşma kayıpları en düşük düzeyde olduğundan yüksek tepkime sıcaklıklarında olabilecek faz değişimleri gözlenmez. Bunun bir sonucu olarak geleneksel yöntemlerle üretilmeyen birçok cam ve seramik malzemeler, sol-jel yöntemiyle üretilmektedir (Mackenzie 1998).

- Çözeltilerin kullanılabilmesi, ince film ve fiberlerin üretilmesine olanak verir (Mackenzie 1998). Bu çözeltilerin vizkozitesinin düşük olması nedeniyle daldırma, püskürtme gibi basit yöntemlerle istenilen kalınlıkta filmler hazırlanabilmektedir (Sanchez ve Ribot 1994).
- Elde edilen jelin kontrollü ısıtılması sonucu gözenekli seramik ve amorf katılar elde edilebilir. Bu malzemenin gözenek boyutu çıkış maddelerinin bileşimleri değiştirilerek ayarlanabilir ve farklı gözenek boyutuna sahip malzemeler her zaman sentezlenebilir (Mackenzie 1998).
- Çalışma ortamı oda şartlarıdır. Kullanılan kaplar ise basit cam malzemelerdir (Mackenzie 1998).
- Çözeltiler için organik çözümler kullanılabilir. Kullanılan çözüme göre farklı malzemeler sentezlenebilmektedir (Nabavi vd 1990).
- Yüksek saflıkta malzemeler sentezlenebilir (Mackenzie 1998).
- Şeffaf sol ve jeller kolaylıkla kaplamacılık sanayinde kullanılabilir (Aksu 1996).

### 2.1.2. Sol-jel yönteminin dezavantajları

Yukarıda bahsedilen avantajlarının yanında sol-jel yönteminin bir kaç dezavantajı vardır. Bunlar;

- Sol-jel yönteminin en önemli dezavantajı jelleşme ve ısı işlemler sırasında malzemede büzülme oluşması,
- Monolit özellik taşıyan malzemelerin sentezlenmesi,

- Elde edilen malzemede kalan istenmeyen hidroksil grupları ve organik maddelerinin kalıntılarını uzaklaştırma zorluğu,
- İstenmeyen durumlarda oksit ağda gözenek sayısının fazla olması,
- Çıkış maddelerinin pahalı olması,
- Proses süresinin bazen çok uzun olmasıdır (Mackenzie 1998, Schmidt 1988).

Ayrıca bütün bunların yanında diğer bir dezavantaj ise prosesin tam olarak anlaşılmasını sağlayacak bilgi eksikliğidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile bu konudaki eksiklikler giderilmeye çalışılmaktadır.

### 2.1.3. Sol-jel yönteminin uygulama alanları

Sol-jel yönteminde anorganik ve organik bileşiklerin kullanılması ve bu malzemelerin özelliklerinin bir malzemede toplanması, tamamen farklı özelliklere sahip malzemelerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu nedenle sol-jel yönteminin uygulama alanı oldukça geniştir (Schubert vd 1995). Bu alan, yeni özelliklere sahip seramiklerin üretilmesinden yeni sensörlerin yapılmasına kadar geniş aralığı kapsar.

Sol-jel yönteminin uygulama alanlarından bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Metal üzerine yapılan Sol-jel kaplamalar. Metal üzerine yapılan kaplamalar, genellikle oksidasyonu önlemek veya korozyona karşı korumayı arttırmak amacıyla yapılmaktadır. Örneğin demirin yüzeyi bir  $ZrO_2$  film ile kaplanarak demirin korozyonu önlenebilir. Paslanmaz çeliğin üzerine uygulanan  $ZrO_2$ - $SiO_2$  kaplamalarla 650-950 °C sıcaklıklarda bile oksidasyona dayanıklı yapılabilir. Korozyon ve oksidasyonu önlemeden başka amaçlar için de kaplamalar yapılmaktadır. Örneğin, paslanmaz çeliğin yüzeyi florür içerikli zirkonyum veya silisyum bileşikleriyle kaplanarak yüzeyin su itici (hidrofobik) özelliğe sahip olması sağlanabilir. Ormosil (Organically Modified Silanes) kaplanarak, metal yüzeylerin tutunma kabiliyeti artırılabilir (Guglielmi 1997).
- Yüksek teknoloji seramiklerinin üretilmesi. Seramiklerin üretilmesinde sol-jel yönteminin kullanılmasının avantajı moleküler seviyede homojenlik



sağlanması ve düşük sıcaklıkların uygulanabilmesidir. Sol-jel ile, yüksek sıcaklıklarda (1150 °C) termal nükleer reaktörlerde küresel yakıt tozu olarak yüksek yoğunluktaki ThO<sub>2</sub>-UO<sub>2</sub> seramiği sentezlenebilir. Geleneksel toz karıştırma yönteminde uygulanan sıcaklık ise 1700 °C civarındadır. Sol-jel ile mikrondan daha küçük boyuta sahip seramikler üretilebilmektedir. Örneğin, Fe(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>'ün etanol çözeltisi ile Y(OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>3</sub>'ün ksilendeki çözeltilerinin karışımının hidrolizi sonucu, çapı 9 nm olan Y<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> kompoziti elde edilmiştir (Segal 1997, Gopal vd 1997).

- Nanofiltrasyon membranların üretimi. Bu yöntem ile sentezlenen membranların üstünlüğü, organik membranların kullanılmadığı yüksek sıcaklıklarda kullanılabilmesi ve daha sonra kolaylıkla rejenere edilebilmesidir. Örneğin Zr(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>' in ZrO<sub>2</sub>' e kontrollü olarak hidroliz edilmesiyle gözenek çapı 5 nm 'nin altında olan membran üretilmiştir. Sol-jel yöntemiyle gazların birbirinden ayrılmasında kullanılacak membranlar elde edilebilmektedir (Segal 1997).
- Elektrokimyasal uygulamalar. Sol-jel prosesinde kullanılan çıkış maddelerinden bir çok elektrokimyasal amaçlarla kullanılan malzemeler sentezlenebilmektedir. Bu malzemeler süper kapasitörlerden değişik bir çok sensörlere kadar uzanmaktadır. Bunlardan birkaçı: Tetraetoksisilan (TEOS), dietoksidimetilsilan ve iyonik karakter taşıyan (sodyum trifenil{4-3[-(tri-etoksisilil)propoksi]fenil}borat ve bir alkoksilil süstitüye taç eter türevi (bis ( 2, 5, 8, 11- tetraoksasiklodesilmetil)- 2 - [ 3 - (tri-etoksisilil) propil]-2- metilmalonat 'dan bileşikten sentezlenen iyon-seçici membranlar, potasyum ve sodyum iyonlarının tayini için kullanılmaktadır. Süper kapasitör olarak rutényumdioksit jeli (RuO<sub>2</sub>.xH<sub>2</sub>O) bu yöntem ile düşük sıcaklıkta elde edilebilmektedir. Ayrıca V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içeren gaz sensörleri, poliakrilat-silika hibrit elektrokromik kaplamalar bu yöntem ile kolaylıkla sentezlenmektedir (Lev vd 1997).
- Optik malzemelerin üretiminde. Sol-jel ile farklı kırılma indekslerine ve mekanik özelliklere sahip malzemeler (bulk material) sentezlenebilmektedir. Çeşitli cam yüzeylerine uygulanan kaplamalarla yüzeyin aşınmaya olan

direnci arttırılmaktadır. Ayrıca, ışık karşısındaki davranışı değiştirilebilmektedir (Bernards vd 1997).

- Diğer uygulama alanları. Sol-jel yöntemi ile elde edilen kaplamalar ile çeşitli yüzeylere (polikarbonat, cam, alüminyum, ....) anti-statik özellik kazandırılarak yüzeyin toz tutması önlenmektedir (Winkler vd 1999).

Malzeme kaplamalarının sol-jel tekniği ile yapılmasının iki avantajı vardır. Birincisi, kaplama uygulama yöntemi olarak daldırmanın kullanılabilmesi karmaşık şekilli malzemelerin kaplanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu kolaylık diğer kaplama yöntemleri ile sağlanamamaktadır. İkincisi, kaplama çözeltisinden küçük miktarlarda kullanılmasıdır. Bu ise öncünün pahalılık dezavantajını azaltmaktadır (Mackenzie 1998).

#### 2.1.4. Sol-jel yönteminde kullanılan çıkış maddeleri

Literatürde bir çok jel oluşturan anorganik bileşikler olmasına rağmen çok azı sol-jel prosesinde kullanılmaktadır. Bunun başlıca nedeni inorganik bileşiklerin çok azının organik çözümlerde çözünmesidir.

Eğer organik çözümlerde çözünürse aşağıdaki çıkış maddeleri kullanılır.

- Tuzlar: Nitratlar, asetatlar, formiyatlar gibi çözünebilen metal tuzları ve  $ZrO(NO_3)_2$  gibi oksit ağı oluşturan tuzlar.
- Oksitler: Ağı modifiye edebilen oksitler ( $Na_2O$ ,  $K_2O$ , ....)
- Hidroksitler:  $Fe(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$ , ....
- Organik bileşikler: Kelat yapıcı ligandlar (-diketonlar, asitler ve türevleri, ...), aminler, açılmatlar, ....
- Metal alkolatlar.
- Silanlar: Tetraetoksisilan, viniltrimetoksisilan, GLYMO, MEMO, ....

Bu çıkış maddelerinden yaygın olarak kullanılanlar silanlar ve metal alkolatlardır. Yaygın olarak kullanılmasının sebebi kimyasal özelliklerinin diğer bileşiklere oranla daha fazla bilinmesidir. Fakat belli bir amaç için kullanılacak öncünün özelliklerini önceden tahmin etmek zordur. Çünkü bir öncünün reaktivitesi sadece

kimyasal özelliğine değil, aynı zamanda uygulanan tepkime şartlarına da bağlıdır (Schmidt 1988, Mehrotra 1989b).

### 2.1.5. Alkilalkoksisilan ve alkoksisilanların hidroliz ve kondenzasyonu

Metal alkolatlar M-O-C bağının yüksek polariteye sahip olması nedeniyle su ile kolaylıkla tepkime(hidroliz) verirler. (Şekil 2.1 a)

Hidroliz tepkimesi sonucu metal hidroksit ve alkol oluşur (Sanchez vd 1990). Bu tepkime üç basamak üzerinden gerçekleşir (Sanchez vd 194, Livage vd 1989).

1. Su molekülündeki oksijen atomunun metale nükleofilik saldırısı
2. Sudan metalin alkoksit grubuna proton transferinin gerçekleşmesi.
3. Oluşan pozitif yüklü alkol molekülünün ayrılması

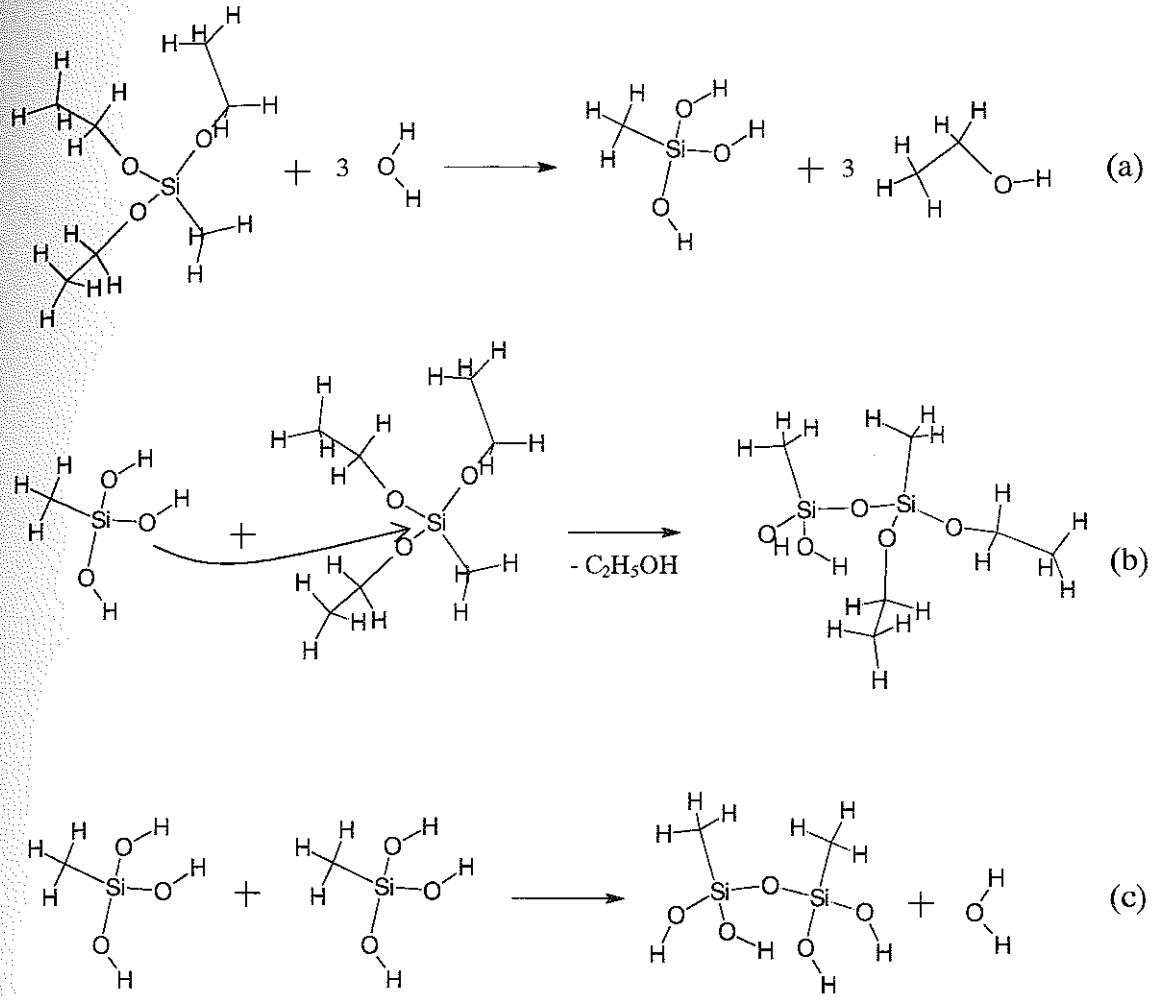
Hidroliz tepkimesinin hızı değişkenlere bağlıdır.

- a. Metal atomunun kısmi yükü arttıkça hidroliz hızı artmaktadır.
- b. Ayrılan molekülün nükleofilik karakteri arttıkça hidroliz hızı da artmaktadır.
- c. Metalin doymamışlık derecesi (N-n) arttıkça hidroliz hızı artmaktadır.
- d. Katalizör veya baz kullanımı da hidroliz hızını arttırmaktadır.

Geçiş metallerinin hidrolizi için katalizöre ihtiyaç yoktur. Fakat silisyum tetraalkolat gibi doymamışlık derecesi sıfır olan merkez atomlar için hidroliz, katalizör kullanımıyla artırılmaktadır (Sanchez vd 1994, Yoldas vd 1993, Livage vd 1989).

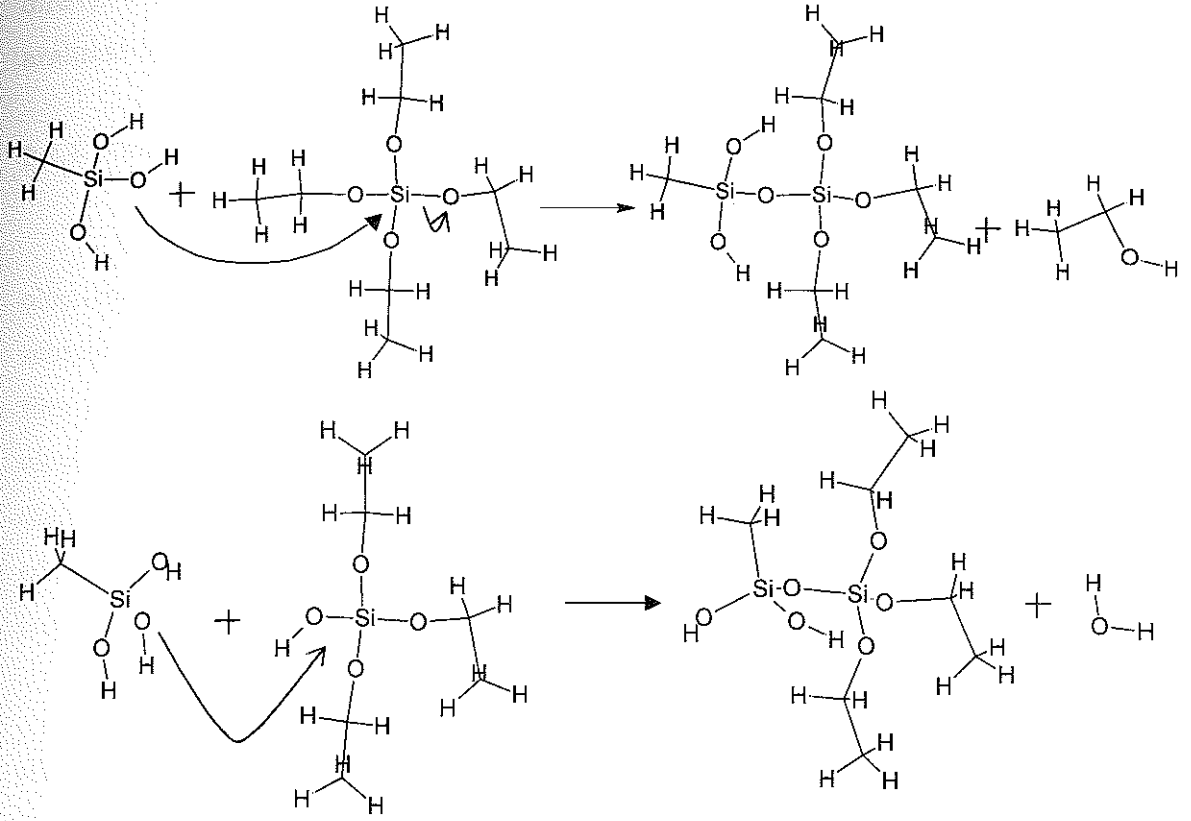
Hidroliz sonucunda meydana gelen metal hidroksitler kondenzasyon tepkimeleri verirler. Deney şartlarına göre üç farklı mekanizma üzerinden kondenzasyon gerçekleşir.

1. Alkoksilasyon. Bu mekanizmada alkol eliminasyonu ile iki metal arasında oksijen-köprüsü oluşur (Şekil 2.1 a).
2. Oksolasyon. Alkoksilasyonun izlediği mekanizma üzerinden gerçekleşir. Fakat burada ayrılan molekül sudur (Şekil 2.1 c).



Şekil 2.1. (a) Metal Alkolatların hidroliz mekanizması,  
 (b) Kondenzasyon tepkimelerinin alkoksilasyon mekanizması,  
 (c) Kondenzasyon tepkimelerinin oksolasyon mekanizması

3. Olayon. Bu mekanizma metal atomunun koordinasyon küresi dolu olmadığında gerçekleşir. İki metal atomu arasında hidroksil köprüleri oluşur. Ortamdaki alkolün veya suyun derişimine bağılı olarak bu işlem iki şekilde gerçekleşir (Şekil 2.2) (Livage vd 1989, Yoldas 1993, Wen vd 1996).



Şekil 2.2. Kondenzasyon tepkimelerinin olasyon mekanizması

## 2.2. Yapı Malzemeleri için Renksiz Kaplamalar

Farklı kullanımlar için dizayn edilmiş farklı tipte kaplamalar mevcuttur. Kaplamanın türü kaplamadan beklenen etkiye ve kaplamanın kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlıdır. Yapı malzemeleri için uygulanan her kaplama her zaman her yapı için en iyi kaplama olmayabilir. Örneğin yapının iç yüzeyinde kullanılacak bir tuğla için uygulanacak kaplama dış yüzeyde kullanılacak bir tuğla için uygun olmayabilir.

Kaplama seçimi uygulanacak yüzeyin materyal özelliklerine bağlıdır. Kil tuğla yapılar taş ve beton yapılardan hem kimyasal hem de fiziksel açıdan çok farklıdır. Tuğla yapılar daha az gözenekli bir yapıda, daha az geçirgen, genellikle daha az absorpsiyon yapan ve beton yapılar kadar alkali değildir.

Renksiz kaplama tuğla yapılara temizlemeyi kolaylaştırma, grafitiye karşı direnç, ıslak ve parlak bir görünüm sağlamak, su absorpsiyonunu ve geçirgenliğini azaltmak için kullanılabilir.

### 2.2.1. Renksiz kaplama türleri

Renksiz kaplamalar genel olarak iki kategoride sınıflandırılırlar; film oluşturanlar ve içe işleyenler. Bu iki tür farklı fiziksel özelliklere ve performansa sahiptirler. İsminden de anlaşılacağı gibi film oluşturucular yapı yüzeyinde sürekli bir film oluştururlar. İçe işleyenler yapının 10 mm kadar içine girerler ve yüzeyde film oluşturmazlar. Renksiz kaplamalar, su bazlı yada çözücü bazlı olabilirler. Normal olarak, en iyi penetrasyon ve performans çözücü bazlı çözeltiler kullanımı ile elde edilebilir. Ama, üreticiler çoğunlukla daha Uçucu Organik Bileşen (VOC) içeren su bazlı çözeltileri kullanmaktadır.

**Film Oluşturanlar**, Akrilikler, stearatlar, mineral macun vaksları, üretanlar ve silikon reçineler yapılara uygulanan film oluşturucu ürünler arasındadır. Bu ürünlerin büyük moleküler boyutları onların yapı içerisine işlemesine engel olur. Tipik film oluşturucu ürünler filmin yapıya yapışması şeklinde çalışırlar. Film oluşturucu kaplamanın tatmin edici yapışmasının elde edilebilmesi için yüzey penetrasyonu önemli olabilir. Film materyalleri, sürekliliği ve ürün derişimi performans karakterlerini belirler.

Film oluşturucu ürünler suyun yapıya girmesinin önlenmesinde etkindir. Film oluşturucular, genellikle su penetrasyonunun kaynağı olan yapıdaki küçük çatlakların köprü ile örtülmesini sağlayabilir. Ama, suyu dışlama özellikleri nedeniyle yapı içerisindeki suyun dışarı çıkmasına ve yapının nefes almasına engel olacaktır.

Duvar üzerindeki bir film yüzeyindeki kirleticinin yapı içerisine girmeden temizlenmesini kolaylaştıracaktır. Bu karakteristik özelliği nedeniyle grafitiye karşı dirençli kaplamalar olarak kullanılmaktadır. Yüksek derişimde kullanıldıklarında karanlık ya da daha az derişimlerde parlak, ıslak bir görünüm sağlamlarıyla da tercih edilmektedirler (Anonim, April 1995).

**Akrilikler.** Akrilikler su itmede etkin olabilirler ama ısıl değişkenlikler nedeniyle kırılmalar meydana gelebilmektedir. Genellikle yüksek parlaklık istendiği durumlarda kullanılmaktadır. Su bazlı ve organik bazlı olarak iki türü vardır. UV bozunumuna karşı dayanıklı hale getirilmesi halinde akrilik kaplama 5-7 yıl kullanılabilir.

**Stearatlar.** Stearatlar genellikle alüminyum veya kalsiyum stearat şeklindedir. Metalik sabunlar olarak da bilinirler. Stearatlar yapı içerisindeki serbest tuzlarla reaksiyona girerek su itici yüzey oluşturur ve gözenekleri doldurur. Stearatlar, kaplama gerisinde nem olması halinde bulanık bir hale dönme potansiyeline sahiptirler ve her yıl yeniden uygulanmaları gerekmektedir.

**Mineral Macun Vakıslar (bal mumu).** Parafin ve polietilen vakıslar genellikle mineral macun vakıslar olarak nitelendirilir. Bu ürünler genellikle çözücü bazlıdır ve iyi su itici özelliğe ve küçük çatlakları köprü ile örtme özelliğine sahiptir. Ama, kaplanan yüzeye karanlık bir görünüm vermesi ve kaplamanın gerisinde nem olması halinde sütümsü beyaz bir hal almaları ile bilinirler.

**Üretanlar.** Kimyasal olarak poliüretanlar izosiyanat reçinelerdir. İzosiyanatla reaksiyona giren bileşimin aromatik veya alifatik olmasına göre sınıflandırılırlar. Üretanlar iyi bir su itici ve parlaklık sağlayıcı olmasına rağmen UV ışığın yapıda kırılmalara neden olması nedeniyle dış yüzeylerde pek kullanılmaz. Sıklıkla sararmayı önlemek ve parlaklığın korunmasını sağlamak için kimyasal katkıları eklenir.

**Silikon Reçineler.** Kimyasal olarak polidimetilsiloksanlar (PDMS) olarak bilinirler. Silikon reçineler yapı yüzeyiyle kimyasal olarak bağ oluşturmadığı için çok kısa ömürlüdür.

**İçe İşleyenler,** Yapının 10 mm kadar içine işleyebilmektedirler. Yapıdaki gözeneklerin kontak açılarını ve kapileri kuvvetlerini değiştirerek suyu iterler. Kimyasal yapıları ve yapının içine işlemeleri nedeni ile UV dayanımları fazladır. Gözenekleri köprü oluşturmak yerine kapladıkları için su buharı geçirgenlik karakteristikleri film oluşturuculardan daha iyidir. İçe işleyenler beş grupta sınıflandırılırlar; silanlar,

siloksanlar, silikatlar, metil silikonatlar ve bunların harmanlanmış hali (Anonim, April 1995).

**Silanlar.** Su itici olarak kullanılan silanlar genellikle alkilalkoksisilanlar veya alkiltrialkoksisilanlar olarak bilinirler. Küçük moleküler yapıları yoğun yapılarda bile iyi penetrasyona izin verir. Silanlar, materyali su itici yapmak için silika veya alümina içeren materyallerle kimyasal olarak bağlanır. Beton gibi alkaline yüzeyler su itici yüzey oluşumu reaksiyonunu hızlandırıcı rol oynarlar. Tuğla gibi az alkaline yüzeylerde reaksiyonu hızlandırmak için kimyasal katalizörler de ayrıca kullanılabilir. Az nemli yüzeylere uygulanabilirler.

**Siloksanlar.** Genel olarak renksiz su itici olarak bilinen siloksanlar oligomerus alkilalkoksisiloksanlar veya silsesquioxanlardır. Silanlar 'dan daha büyük moleküler yapıya sahip olmalarına rağmen iyi penetrasyon ve su iticilik elde edilir. Siloksanlar, silanlar gibi silika veya alümina içeren materyallerle kimyasal olarak bağlanır. Bunun sonucu olarak silanlar gibi uzun ömürlüdürler, on yıl kadar dayanabilirler, uzaklaştırılmaları zordur. Nemli yüzeylere uygulanabilirler. Silanlar 'dan daha az uçucudurlar ve kimyasal olarak nötr olan yüzeylerle bile katalizör olmadan reaksiyon verebilirler.

**Silikatlar.** Genellikle etil silikat, doğal taşların ve bazen tuğla yapıların restorasyonunda konsolidant olarak kullanılır. Konsolidantlar, yüzeyle reaksiyona girer ve onu kararlı kılar. Tuğlalarda kullanımı yaygın değildir. Sodyum silikat ve potasyum silikatlar bazen beton endüstrisinde iyileştirici ve hızlandırıcı olarak kullanılır. Tuğlalarda su itici özellikleri yoktur ve kullanılmaları tavsiye edilmez.

**Metil Silikonatlar.** Metil silikonatlar, karbondioksit varlığında silika içeren materyallerle su itici yüzey oluşturan alkali çözeltileridir. Yavaş reaksiyon vermeleri nedeniyle zayıf su iticilerdir ve tuğla dış yüzeylerinde kullanılmaları tavsiye edilmez.

**Harmanlar.** Renksiz kaplamalar yukarıda sayılan materyallerin harmanlanmasıyla da yapılabilir. Böylece farklı bileşenlerin farklı özelliklerinden faydalanılabilir (Anonim, April 1995).



### 2.3. Kullanılan Yapı Malzemeleri

Bu çalışmada Gazbeton, Beton, ve Ateş Tuğlası olmak üzere üç tür yapı malzemesi ile çalışılmıştır. Beton ve gazbeton, Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler İnşaat Bölümünden temin edilmiştir. Tuğlalar Işıklar Holding A.Ş. 'den temin edilip istenilen boyutlarda spiral ile kestirilmiştir.

#### 2.3.1. Gazbeton ve üretimi

18 Kasım 1989'da yayınlanan TS 453 "Gazbeton ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardı" gazbeton ve köpük betonu birlikte ele alarak **ince öğütülmüş silisli bir agrega ve inorganik bir bağlayıcı madde (kireç / çimento) ile hazırlanan karışımın gözenek oluşturuvcu bir madde ilavesi ile hafifletilmesi ve buhar kürüyle sertleştirilmesi ile elde edilen gözenekli hafif beton** olarak tanımlanmaktadır. Gazbeton'un endüstrileşmiş üretiminde, genellikle silisli agrega olarak silisçe zengin olan kum, kuvarsit veya uçucu kül, gözenek oluşturuvcu olarak ise alüminyum tozu veya macunu kullanılmaktadır.

#### *Gazbetonda Nem*

Yapıyı oluşturan bileşenler dışarıdan zemin suyu, yağmur ve karın, içeriden ise yoğunlaşma suyunun etkisinde kalırlar. Su etkisinde kalan yapı bileşenlerinde küflenme, çiçeklenme ve sıva dökülmeleri gözlenir. Ayrıca yükselen nem oranı ısı yalıtım yeteneğini de olumsuz etkiler. Yapıyı dışarıdan gelecek su etkilerinden korumak için alınacak önlemlere örnek olarak yapı bileşenlerinin özel yalıtım malzemeleri ile kaplanması, su itici özelliğe sahip sıva, boya veya kaplama uygulamaları gösterilebilir .

Difüzyon yolu ile yapı bileşeni bünyesine giren buhar, ortamın soğuması ile yoğunlaşır. Yoğunlaşma sonucu oluşan su belirli bir miktarı aşmıyor, malzeme bünyesine zarar vermiyor ve elverişli koşullar oluştuğunda tekrar bünyeden atılabiliyorsa bu durum olağan karşılanabilir. Dış yapı bileşenlerinin iç yüzeylerinde oluşan yoğunlaşma da, özellikle emici olmayan malzemeler kullanılmışsa, son derece rahatsız edicidir. Bu durum dış yapı bileşeninin en uygun malzemedен ve yeterli kalınlıkta yapılması, diğer bir deyişle, yeterli ısı iletkenlik direncine kavuşturulması ile

önlenebilir. Islak hacimleri çevreleyen yapı bileşenlerinin bünyelerinde oluşması muhtemel yoğunlaşmayı önlemek için iç yüzeylerinin seramik cinsi malzemelerle kaplanması uygun olur.

### *Gazbeton'un Difüzyon Davranışı*

Gazbeton mineral bazlı taşıyıcı yapı malzemeleri içerisinde en düşük 'buhar geçirgenlik direnci' ne sahiptir. Buhar geçirgenlik direnci ( $\mu$ ) malzemenin aynı kalınlıktaki hava tabakasına kıyasla kaç kat daha buhar geçirimsiz olduğunu gösteren boyutsuz bir katsayıdır. Bu katsayının malzemenin kalınlığı ile çarpılması ile kısmi difüzyon direnci ( $r$ ) elde edilir. Çizelge 2.1 de bazı yapı malzemelerinin buhar geçirgenlik dirençleri verilmiştir

Gazbeton difüzyona açık ve ısı yalıtım özelliğine sahip homojen bir malzemedir. Sıva, boya, kaplama gibi önlemler yapı bileşeninin bünyesine doğrudan su girmesini önleyeceğinden, bu suyun bünyeden atılması sorunu da kendiliğinden ortadan kalkmış olacaktır. Ancak bu amaçla kullanılan malzemelerin yapı bileşeninin nefes almasına engel olmaması gerekmektedir (Anonim, İzmir 1995).

Çizelge 2.1. Bazı Yapı Malzemelerinin Buhar Geçirgenlik Dirençleri

Malzeme	$\mu$	Malzeme	$\mu$
1. Sıvalar		6. Ahşap	
• Kireç Harçlı	20	• Meşe, gürgen, çam	50
• Takviyeli Harçlı	35	• Ahşap lif ve yonga levhalar (sert)	70
• Çimento Harçlı	40	• Lambri kaplama	60
• Alçı Harçlı	10	7. Plastik Köpük	
2. Beton		• Polistiro	25-45
• Yerinde Dökmé	75	• Poliüretan	50-100
• Prefabrike	100	• PVC	200-300
3. Gazbeton Duvar	5-10	8. Diğer	
4. Tuğla Duvar	10	• Bitümlü Karton	10000
5. Seramik Duvar Kaplama	200	• Poletilen folyo	50000
		• Alüminyum folyo	$\infty$

### 2.3.2 Beton ve üretimi

Beton, mutlak hacminin %75 oranında agrega (kum, çakıl, mıcır), %10 oranında çimento, %15 oranında su ve gerektiğinde de çimento ağırlığının %2 'sinden fazla olmamak kaydıyla, katkı maddelerinin homojen karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik ya da akıcı kıvamda olup, şekil verilebilen ve zamanla katılaşıp sertleşerek, mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir (Anonim 2002).

**Çimento**, Öğütülmüş kalker ve diğer hammaddelerin belirli oranlarda karıştırılıp döner fırınlarda pişirildikten sonra elde edilen klinkerin, alçı taşı ve diğer katkılarla karıştırılıp öğütülmesiyle elde edilen toz halindeki bağlayıcıya çimento denir. Çimentonun beton içerisindeki işlevi; agrega tanelerinin yüzeyini kaplayarak ve taneler arasındaki boşlukları doldurarak bağlayıcılık görevi yapmaktır.

Çimento, su ile reaksiyona girerek, sertleşen, hidrolik bir bağlayıcıdır. Çimento hammaddeleri kireç taşı (kalker' ve kil'dir. kırılmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve/veya kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500°C'de döner fırınlarda pişirilir. Meydana gelen ürüne "klinker" denir. Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5) oranında), çok ince toz halinde öğütülerek Portland çimentosu elde edilir. Katkılı çimento üretiminde; klinker ve alçı taşı dışında, çimento tipine göre tek veya birkaçı bir arada olmak üzere tras, yüksek fırın cürufu, kül, silis dumanı vb. katılır.

**Agrega**, Beton karışımlarında kullanılan kum, çakıl ve mıcır gibi malzemeye genel olarak agrega denilir. Agregalar, ince (kum, kırma kum. gibi) ve kaba (çakıl, kırmataş. gibi) olarak ikiye ayrılır. Agregalarda aranan en önemli özellikler, Sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları, Zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, ağaç parçasığı, kömür parçası), basınca aşınmaya karşı mukavemetli olmaları, kil ve silt gibi malzemeleri içermemeleri, yassı ve uzun taneleri bünyesinde bulundurmamalarıdır.

**Karma Suyu**, Genel olarak içebilir nitelikteki bütün sular betonda kullanıma uygundur. Karışım suyu içinde tuz, asit, yağ, şeker, ve endüstriyel atıklar gibi bazı maddeler beton kalitesini bozar. Kullanılan suyun miktarı betonun mukavemetini büyük

ölçüde etkiler. Fazla su, çimento hamurunu fazla inceltir ve çimento tanelerinin birbirine kenetlenmelerini zayıflatır ve kaliteyi düşürür. Betonda kullanılan suyun işlevi hidrasyon reaksiyonu başlatıp sürdürmek, işlenebilirliği sağlamaktır.

**Kimyasal Katkılar**, Betonun birtakım özelliklerini iyileştirmek amacıyla beton içerisindeki çimento miktarı baz alarak belli oranlarda katılan organik veya inorganik kökenli kimyasallar katkı maddesi olarak adlandırılırlar. Katkı maddeleri çoğunlukla beton karışım suyuna katılır. Katkı maddelerinin ilaçlarda olduğu gibi yan tesirleri vardır. Gereken miktardan az kullanılırsa faydası olmaz, daha fazlası da ters etkiler yaratabilir. Kurallara uygun üretilmeyen bir betonu katkı maddeleri ile iyileştirmek imkansızdır.

**Mineral Katkılar**, Uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı v.b çeşitli endüstriyel üretimlerin yan ürünü olan maddelere mineral katkı adı verilir (Anonim 2001).

### 2.3.3. Tuğla ve üretimi

Kil dünyada en çok bulunan mineral materyallerden birisidir. Fakat tuğla üretiminde kullanılacak olan kilin bazı spesifik özelliklere ve karakteristiklere sahip olmalıdır. Kil, su ile karıştırıldığında kolayca şekil alabilmesi ve kalıplanabilmesi için plastikiğe, ıslanma ve hava ile kuruma sonrası yeterli gerilebilme kuvvetine sahip olmalıdır. Ayrıca, kil partikülleri sıcaklık artışı ile birlikte erimelidir. Tuğla üretiminde kullanılan kiler üç temel formda bulunur. Hepsini kimyasal yapıları aynı ama fiziksel karakteristikleri farklıdır. Bunlar;

- **Yüzey Killeri**. İsminden de anlaşılacağı gibi genellikle dünyanın yüzeyinin yakınlarında bulunur
- **Shaleler**. Shaleler genellikle yüksek basınçla sertleşen kilerdir.
- **Ateş Killeri**. Genellikle derinlerden çıkarılan, Shale veya yüzey kilerinden daha az safsızlık içeren ve onlardan daha düzenli kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. Yüksek ısı dayanımı vardır.

**Üretimin Basamakları**, genel olarak tuğla üretimi altı basamaktan oluşur  
(Anonim, 1986)

- 1) **Kilin çıkarılması ve Depolanması.**
- 2) **Hazırlama.** İri parçaların kırılması ve taşların uzaklaştırılması basamağıdır. Daha sonra öğütme ve titreşimli elek ile parçacık büyüklüğünün kontrol edilmesi basamağıdır.
- 3) **Şekillendirme.** Sertleştirme, şekillendirme işleminin ilk basamağıdır. Kalıplamaya hazır homojen ve plastiksi kütle elde edilir. Dönen bıçaklı saftlar olan öğütücü içerisinde kile su katılması ile elde edilir. Günümüzde şekillendirme işlemi üç şekilde gerçekleştirilmektedir.
  - a) **Sert çamur prosesi.** Sert çamur prosesinde kil sadece plastikliği sağlayacak kadar su ile karıştırılır. Genellikle ağırlıkça % 12-15. Tam bir karıştırmadan sonra sertleştirilmiş kil, 375-725 mm Hg vakumda hava uzaklaştırma çemberine girer. Hava uzaklaştırma ile hava delik ve baloncukları uzaklaştırılarak daha kolay çalışabilirlik ve plastiklik kazandırılır, böylece daha fazla kuvvetlenmesi sağlanır. Daha sonra kalıpta suyu çıkarılır. Otomatik kesicilerde kesilerek boyutları ayarlanır. Kuruma ve fırınlama işlemlerindeki büzülme miktarının uygun miktarlarda olabilmesi için kalıp boyutları dikkatlice hesaplanmalıdır. Kil kalıptan çıktıktan sonra yüzey kaplaması ve sırlama yapılabilir.
  - b) **Yarı çamur prosesi.** Yarı çamur prosesi özellikle yapısında çok fazla su içeren killere için uygundur. Kil % 20-30 su ile karıştırılarak kalıplanır. Kum veya su ile kilin kalıba yapışması önlenir. Kum kullanıldığında tuğla "Kum Struck", su kullanıldığında "Su Struck" tuğla adı verilir.
  - c) **Kuru pres prosesi.** Bu proses daha çok düşük plastikliğe sahip killere uygundur. Kil minimum su ile karıştırılır (%10'a kadar). Daha sonra çelik kalıplarda 3.4-10.3 Mpa basınç altında şekillendirilir.
- 4) **Kurutma.** Kalıp ve kesme makinelerinden gelen kil şekillendirme basamağında yürütülen işleme göre % 7 -30 oranında değişen nem içerir.

Fırınlama işleminde önce bu suyun büyük bir kısmı kurutma çemberinde 38 °C – 204 °C de 24- 48 saat süreyle kurutularak uzaklaştırılır.

- 5) **Fırınlama ve Soğutma.** Fırınlama tuğla üretiminin en önemli basamağıdır. Fırının türüne göre bu işlem 40-150 saat sürer. Fırının ısısı her bölgede dikkatlice kontrol edilmeli ve fırın sürekli olarak çalışmalıdır. Fırınlama, Serbest suyun uzaklaştırılması (204 °C), Dehidratasyon (149 °C - 982 °C), Oksidasyon (538 °C - 982 °C), Camlaştırma (871 °C - 1316 °C), Flashing, Renk verme basamağı, Soğutma olmak üzere altı basamaktan oluşur.

## 2.4. Suyun Yapıya Verdiği Hasarlar

### 2.4.1. Korozyon

Kimyasal Korozyon ;

- Bağlayıcı maddenin bozulması ile bağlayıcı madde kaybı ( Tuz oluşumu)  
$$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

Çözünmeyen Asit Çözünür  
Bağlayıcı Madde Yağmuru Tuz

Açığa çıkan su yüzeye taşınır ve parçalanmaya neden olur.

- Bağlayıcı maddenin yer değiştirmesi  
$$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Çözünmeyen yağmur suyu kuruma Suda Çözünür  
Bağlayıcı Madde İşlemi

Taşın içerisindeki bağlayıcı madde Kalsiyum bikarbonata dönüşerek taşın dış yüzeyine doğru taşınır ve yüzeyde tekrar  $\text{CaCO}_3$  olarak çöker (Wacker Catalog).

Biyolojik Korozyon :

- Yapı malzemelerinde yosun, alg, likenler ve bakteriler gibi mikroorganizmaların büyüüp yayılması
- Metabolizma ürünleri sonucu tuz oluşumu

Mekanik Korozyon ;

- Donmadan kaynaklanan zararlar

- Tuzdan kaynaklanan zararlar
  - Havanın neminin absorblanması ile
  - Kristalizasyonla
  - Hidratasyonla

#### **2.4.2. Effloresans oluşumu**

Effloresans, suda çözünebilen tuzların yapıların yüzeyinde kristal halde birikmesidir. Çirkin görünümü ve uzaklaştırmanın can sıkıcı olmasına rağmen genellikle yapı için zararlı değildir. Effloresans genellikle beyaz renktedir ama her beyaz leke de effloresans değildir. Ayrıca bazı seramik birimlerde bulunan Vanadyum ve Molibdenin belirli bileşikleri yeşil renkte “yeşil leke” adı verilen birikinti oluştururlar. Nadiren Magnezyum bileşiklerinden “kahve rengi leke” oluşur. Yapı içerisinde effloresans oluşumu gerçekleşirken kristalizasyon basıncı ve kristalin büyümesi yapı içerisinde gerginliğin artmasına ve yapıda kırılmalara neden olabilmektedir.

Effloresansın çok çeşit oluşum mekanizması vardır ve genellikle çok karmaşıktır. Ama basitçe, suda çözünebilen tuzların tuğla yapının yüzeyine su ile taşınması ve daha sonra suyun buharlaşması sonucu orada kristallenerek birikmesidir. Tuz çözeltisi sıva ile yapı yüzeyleri ya da tersi yönde göçme yapabilir. Bu tuzlar kaplama birimleri, onarım “yama”, sıva içeriğinde ya da dış süsleme birimlerinde bulunabilir. Ayrıca tuzun çözünmesini sağlayacak kadar temas halinde olabileceği su kaynağına da ihtiyacı vardır. Taşıyıcı özelliğe sahip su buharının oluklu yapılarda tuz çözeltisinin yüzeye veya diğer bölgelere göçmesi söz konusu olacaktır. Yani inşaat eğer suda çözünmeyen tuzlar içeren bileşenlerden yapılırsa ya da suyun yapıya girmesi önlenbilirse effloresans oluşmayacaktır.

#### **Tuzların kaynağı**

Effloresant tuzlarının kimyasal bileşimi genellikle alkali ve toprak alkali metallerin sülfat, karbonat ve klorürleridir. Effloresansda bulunan en yaygın tuzlar sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve alüminyumun sülfat ve karbonatlarıdır. Effloresans olarak ayrıca klorürleri de oluşabilir. Bu genellikle harç hızlandırıcı olarak

kalsiyum klorürün kullanılması, sıva yada yapı malzemelerinin deniz suyu ile kirlenmesi veya hidroklorik asitin temizleme çözeltisi olarak kullanımının sonucudur. Ayrıca effloresant tuzları yer altı suları veya yağmur suları ile de yapıya taşınabilir.

- **Yapı birimleri**

Effloresans duvarın yüzeyinde oluştuğu için sıklıkla tuğla yapısındaki hatadan kaynaklandığı yanlışına düşülür. Aslında tuz daha çok tuğla üzerinde kullanılan diğer birimlerden kaynaklanmaktadır.

**Tuğla.** Ham materyallerin bileşimi ve üretim sürecindeki yüksek sıcaklık nedeniyle tuğla içerisinde çözünebilir fazların bulunması mümkündür. Eğer yapıya su absorblanırsa bunlar çözelti oluşumuna ve buharlaşma sonucu effloresans oluşumuna neden olabilecektir.

**Destek.** Duvarlarda destek olarak kullanılan bazı yapı malzemeleri suda çözünür tuzları içermektedir. Eğer tuzu çözmek için yeterli su ve yüzeye ulaşmak için uygun bir yol bulursa effloresans oluşumuna neden olabilmektedir.

Farklı beton ve tuğla yapılar için çözünebilir tuz içeriği ve effloresans eğilimi, Young tarafından ölçülmüştür (J. E. Young, "Backup Materials as a Source of Efflorescence," Journal, American Ceramic Society, 40 (7), 1957 ). Young, beton ürünlerinin fırınlanmış tuğlalara oranla 2 – 7 kat daha fazla çözünebilir tuz içerdiğini bulmuştur.

**Süslemeler.** Eşik, pervaz, .... gibi ateş tuğlasından yapılmamış, genellikle doğal taşlardan, hazır betonlardan oluşan bu materyaller duvarın effloresans olmasına katkıda bulunmaktadır.

- **Sıva**

Tuğla yapının effloresans olmasında en büyük etkenlerden birisi sıvadır. Tuğla ile direkt olarak dört bazen beş taraftan temasta olan sıva, tuğlaya ıslak olarak yapıştırma biçiminde uygulanmakta ve bu esnada sıvada bulunan çözünür tuzların tuğlaya geçmesi mümkün olmaktadır.



**Çimento.** Sıva içerisindeki yaygın suda çözünen alkaliler sodyum ve potasyumdur. Portlant çimentosunda bulunan alkali miktarı çimentonun ağırlığına oranla %0.02 – 0.90 arasında değişmektedir.

**Kireç (CaO).** Kirecin effloresansa neden olduğu konusunda araştırmacılar arasında fikir ayrılığı vardır. Harç karışımına kireç, kum ve kil katılması effloresansa yardımcı olmamaktadır. Gerçekte bu bileşenler yüksek alkali çimentosunun zararlı etkilerini seyreltmektedir. Diğer yandan kireç kısmen çözündürür ve yapıda oluşan sülfürik asidin nötralleşmesine yardımcı olur. Ama hidroklorik asit içeren temizleme çözeltileri çok iyi çözünen kalsiyum klorür oluşturarak yüzeye göçmesine neden olur. Yine de harç içerisindeki kireç tuğla birimlerin iyi bağlanmasını sağlamakta önemli rol oynamakta ve böylece su direncini arttırmaktadır.

**Kum.** Harçta kullanılan kum öncelikle silikadır ve suda çözünmez. Ama kum effloresansa neden olabilecek kirlilikler içerebilir. Bu kirlilikler deniz suyu, yağmur sonrası toprak üzerinde emilmeden kalan su, ve bitki ve hayvansal kaynaklı bozunmuş organik bileşikler kaynaklı olabilir. Bunlardan herhangi biri effloresansı kolaylaştırabilir.

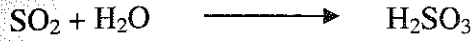
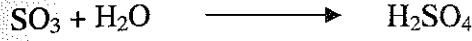
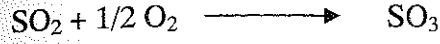
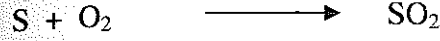
#### • *Diğer Tuz Kaynakları*

**Katkılar.** Yapı endüstrisinde kullanılan çok sayıda katkı malzemesi bulunmaktadır. Bu ürünlerin büyük bir kısmı tescillidir ve bileşimleri açıklanmamaktadır. Genel olarak, öğütme kolaylaştırıcılar, ıslatma ajanları, su iticiler, hızlandırıcılar, air-entraining ajan olarak sınıflandırılırlar. Katkılarının sıva ile yapı malzemesi arasındaki bağa olan etkisi hakkında fazla bilgi yoktur. Fakat uygulamalar sonucunda, katkıların bağlanmayı azalttığı ve yapıyı su gericiliğine karşı zayıf düşürdüğü görülmüştür.

**Kalsiyum Klorür.** Kalsiyum klorür harçta hızlandırıcı olarak kullanılmaktadır.

**Yeraltı Suyu.** Toprakta bulunan çözünür tuzlar suda çözünerek yer altı suyuna karışır. Yer altı suları yüksek derişimde bu tuzları içerir. Yapının yer ile temas ettiği bölgede kapileri etkisi ile yer altı suyu yapı içerisinde bir iki metre yükselerek birikme yapabilecektir (Anonim, September 1988b).

**Atmosfer.** Fabrika, evlerin bacaları ve araba egzozları tarafından çevreye yayılan SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve NO<sub>x</sub> gazları, yağmur suları, havanın nemi ve yeraltı suları aracılığıyla kimyasal dönüşümler sonucu yapıların kimyasal korozyona maruz kalmasına neden olmaktadır



## 2.5. Nemin Kaynağı

**Yağmur ve Kar Suyu.** Özellikle bol yağış alan yerlerde ve sanayi bölgelerinde yağmur suları ile birlikte yapıya birçok zararlı materyal taşınmaktadır. Uzun süreli olarak kar ile temas eden yapılar da kar suyu nedeniyle zarar görebilmektedir.

**Yoğunlaşan Su.** Yapılarda çeşitli sebeplerle kullanılan ısı kaynaklarının buharlaştırdığı suyun yapıda yoğunlaşarak içeri nüfuz etmesi. Soğuk havalarda kullanılan ısıtıcılarla buharlaşan su, içmek için kaynatılan sular ya da banyo yaparken buharlaşan su yapı içerisine girerek yapıya zarar vermektedir.

**İnşaat.** İnşaatın yapım aşamasında yapının yeterince korunmaması ve inşaat süresinin uzaması sonrası yapıya su birikimi.

## 2.6. Yapı Bileşenlerinde Su Hareketi

Yapı bileşenleri içerisinde su, yerçekimi dışında, iki şekilde hareket eder : kılcal emme ve buhar difüzyonu. "**Kılcal emme**" olayı mikro gözenekli dokularda görülür. Yoğun su etkisine maruz kalan gazbetonların yüzeye daha yakın makro gözenekleri su ile dolar, ancak suyun malzeme içine nüfuz etmesi son derece yavaş ve azdır. Yapı elemanları içerisindeki su buharı hareketi anlamına gelen "**buhar difüzyonu**" bazı temel kavramların açıklanmasından sonra daha kolay tanımlanabilir.

Değişik gazların karışımı olan hava içerisinde, doğal olarak su buharı da bulunur. Havada bulunabilecek su buharı miktarı, havanın sıcaklığına bağlı olarak sınırlıdır.

Çizelge 2.2. Sıcaklığa Bağlı olarak Havadaki Azami Nem Miktarı

Hava Sıcaklığı °C	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Azami Nem Miktarı g/m <sup>3</sup>	0,90	2,15	4,84	9,40	17,30	30,40	50,30

Havada bulunan nem miktarının g/m<sup>3</sup> olarak ifadesine "**mutlak nem**", mevcut nem miktarının azami nem miktarına oranının yüzde olarak ifadesine ise "**bağlı nem**" denilmektedir. Bağlı nemin % 100 olması, havada söz konusu sıcaklıkta bulunması mümkün olan azami nem miktarının bulunması anlamındadır. Havanın basıncı, içerisinde bulunan oksijen, azot, karbondioksit, su buharı gibi gazların basınçlarının toplamından oluşur.

Normal koşullarda hava basıncı 760 mm civa sütunu, 10,33 m su sütunu, 1,033 kg/m<sup>2</sup> veya 10,330 g/m<sup>2</sup> dir. Aşağıda havada bulunan su buharının % 100 bağlı nem halindeki kısmi basıncı (doymuş buhar basıncı) sıcaklığa bağlı olarak verilmiştir. Bağlı nemin azaldığı oranda buhar basıncında da azalma görülür.

Çizelge 2.3. Sıcaklığına Bağlı olarak Havadaki Su Buharı Basıncı

Hava Sıcaklığı °C	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Su Buharı Basıncı kg/m <sup>2</sup>	10,5	26,5	62,3	125,2	238,5	432,6	752,0

Gazlar daima yüksek basınç bölgelerinden alçak basınç bölgelerine doğru hareket ederler. Bu nedenle, hava basınçları arasındaki fark hava içerisinde bulunan diğer gazlarla birlikte su buharının da hareket etmesine yol açar. Bir duvarın iki tarafında bulunan havada sıcaklıkların aynı, bağlı nemlerin farklı olması ortaya bir buhar basıncı farkı çıkarır. Örneğin, bağlı nemin duvarın bir tarafında % 80, diğer tarafında % 40 ve her iki tarafta da sıcaklığın +10 °C olması halinde oluşacak buhar basıncı farkı :

$$125,2 \times 80 / 100 - 125,2 \times 40 / 100 = 50,08 \text{ kg/m}^2 \text{ dir.}$$

Bağıl nem değerlerinin aynı, sıcaklıkların farklı olması halinde de buhar basıncı farkı oluşur. Örneğin her iki tarafındaki havanın bağıl nemi % 60 olan bir duvarın bir tarafındaki sıcaklık 0 °C, diğer tarafındaki +20°C ise, buhar basınç farkı :

$$238,5 \times 60/100 - 62,3 \times 60/100 = 105,72 \text{ kg/m}^2 \text{ olacaktır.}$$

Gazların sıcaklığa bağlı, düzensiz bir moleküler hareketi vardır. Sıcaklık farklarının oluşması halinde bu hareket sıcaktan soğuğa doğru yönelir. Nispeten daha ağır olan moleküller daha hızlı hareket ettiklerinden, böyle bir durumda gazların ayrışması söz konusudur. Hava içerisinde bulunan su buharı, azot, oksijen ve karbondioksitin molekül ağırlıkları oranı yaklaşık olarak 18 : 28 : 32 : 44 olduğundan sıcak tarafta karbondioksit, soğuk tarafta ise su buharı konsantrasyonunda artış olacaktır. Gazların birbiri içerisindeki hareketi "serbest difüzyon", gözenekli dokuya sahip malzemeler içerisindeki gaz hareketi ise "**difüzyon**" olarak adlandırılmaktadır. Sıcaklık veya nemlilik farkları nedeni ile yapı malzemesi içerisinde hareket eden su buharının tamamının malzeme bünyesini terk etmesi haline "**geçici difüzyon**", bir bölümünün yoğunlaşarak su veya buza dönüşüp bünyede kalması haline ise "**kalıcı difüzyon**" denilmektedir.

## 2.7. Donma

Yapı malzemelerinde gözenekler içerisinde bulunan su donduğunda hacminde oluşacak % 9 'luk artış nedeniyle çevresine yaklaşık 0,02 kg/m<sup>2</sup> basınç yapacaktır. Böyle bir durumda malzemenin görünümü bozulur ve başta basınç dayanımı olmak üzere bazı fiziksel özellikleri olumsuz etkilenir. Gözenekli yapı malzemelerinin dondayanıklılığını belirleyen faktörler arasında su nüfuzuna elverişli gözenek miktarı, gözeneklerin su ile dolma oranı, gözeneklerin şekli ve gözenek cidarlarının dayanımı sayılabilir.

## 2.8. Su İtici Kaplamaların Diğer Uygulama Alanları

Su itici kaplamalar, yapı içerisine su girişini engelleyerek yapının zarar görmesini önlediği gibi suyun yapı ile temasını azaltarak da elektronik uygulamalarda birçok getiri sağlamaktadır. Özellikle sıvı temas açısı 150° den büyük olan ve

süperhidrofob olarak adlandırılan kaplamalar uydu antenlerin yüzeylerinde yağın birikmesini önleyerek iletişimdeki bozulmaları azaltmaktadır (Yamauchi vd 1997, 1998). Karın, yüzey ile arasındaki hava miktarının hidrofobluk arttıkça artması nedeniyle tutunmasının azaldığı gözlenmiştir (Murase 2000). Bu da gelecekte ağır kar yağışı olan alanlarda süperhidrofob kaplamaların uygulanmasının iyi bir teknik olacağını önceden haber vermektedir.

Süperhidrofobik kaplamanın yüzeyine az miktar hava uygulandığında hava kaplama üzerine adsorbe olarak, su içerisinde bulunan kaplama yüzeyi boyunca filimsi hava akışı oluşturur. Bu olayın deney koşullarında sürtünme etkisini % 55 -80 oranında azalttığı gözlenmiştir. Bu da süper hidrofobik kaplamaların sadece bina camlarında veya araba rüzgarlıklarında değil, ayrıca gemilerin gövdelerinde, tüp ve borularda etkili olacağını göstermektedir (Tokunaga vd 1999).

Yağmurlu havalarda, aktarma hatlarının iletkenlerinin yüzeylerindeki su damlalarının neden olduğu korona boşalımı nedeniyle duyulabilir gürültü meydana gelmektedir. Genelde, bu gürültüyü sarımlı iletkenlerle elektriksel alanı düşürerek önlemeye çalışılmaktadır. Son zamanlarda, Süperhidrofob film ile kaplanan iletken yüzeylerinde su damlasının kalmaması nedeniyle korona aktivitesinin azaldığı gözlenmiştir (Miyajima ve Tanable 2000).

Ayrıca, bu özellikleriyle süperhidrofobik kaplamaların anti-oksidant veya anti-akım iletkenliği sunması beklenmektedir (Nakajima 2001).

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Kaplamada Kullanılan Silanlar

MTEOS : Metiltrietoksisilan , Fluka , > %98	MA : 178 g/mol
TEOS : Tetraetoksisilan, Fluka , > %98	MA : 208 g/mol
PTMOS : Propiltrimetoksisilan, Fluka , > %98	MA : 164,3 g/mol
pHTEOS : Feniltrietoksisilan, Aldrich , %98	MA : 240,38 g/mol
VTMOS : Viniltrimetoksisilan, Aldrich , %98	MA : 148,24 g/mol
F-Silan : 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8-Tridekafloorooktiltrietoksisilan, ABCR , % 98	MA : 510,364 g/mol
TASO PHOB 400 : ICG chem. Thec. Producte GmbH & Co. KG firmasından alındı.	
TASO PHOB 520 : ICG chem. Thec. Producte GmbH & Co. KG firmasından alındı.	

#### 3.2. Kaplama Çözeltilerinin Hazırlanması

Tüm silanların hidrolizi için 0,1 N HCl kullanılmıştır.

**% 10 MTEOS / TEOS (4:1)** , 0,1 mol MTEOS (17,8 g) ve 0.025 mol TEOS (5,2 g), 199,8 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,4 mol H<sub>2</sub>O (7,2 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 30 MTEOS / TEOS (4:1)** , 0,3 mol MTEOS (53,4 g) ve 0.075 mol TEOS (15,6 g), 139,4 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 1,2 mol H<sub>2</sub>O (21,6 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 10 PTMOS / TEOS (4:1)** , 0,11 mol PTMOS (18,073 g) ve 0.0275 mol TEOS (5,72 g), 206,287 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,44 mol H<sub>2</sub>O (7,92 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 30 PTMOS / TEOS (4:1)** , 0.33 mol PTMOS (54,219 g) ve 0.0825 mol TEOS (17,16 g), 142,861 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 1,32 mol H<sub>2</sub>O (23,76 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 10 pHTEOS / TEOS (4:1)** , 0.08 mol pHTEOS (19,24 g) ve 0.02 mol TEOS (4,16 g), 204,84 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,32 mol H<sub>2</sub>O (5,76 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 30 pHTEOS / TEOS (4:1)** , 0.24 mol pHTEOS (57,72 g) ve 0.08 mol TEOS (16,64 g), 154,72 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 1,04 mol H<sub>2</sub>O (18,72 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 10 VTMOs / TEOS (4:1)** , 0.12 mol VTMOs (17,79 g) ve 0.03 mol TEOS (6,24 g), 207,33 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,48 mol H<sub>2</sub>O (8,64 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 30 VTMOs / TEOS (4:1)** , 0.36 mol VTMOs (53,37 g) ve 0.09 mol TEOS (18,72 g), 141,99 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 1,44 mol H<sub>2</sub>O (25,92 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 5 F-Silan /TEOS** , 0,11 mol TEOS (22,88 g) ve 0,0055 mol F-Silan (2,81 g), 100,0 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,4565 mol H<sub>2</sub>O (8,217 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı.

**% 10 F-Silan /TEOS** , 0,11 mol TEOS (22,88 g) ve 0,011 mol F-Silan (5,61 g), 100,0 g mutlak etanol ile 15 dakika süre ile karıştırıldı. Daha sonra karışıma silanların hidrolizi için gerekli 0,473 mol H<sub>2</sub>O (8,514 g 0.1 N HCl) eklenerek 2 saat süreyle karıştırıldı. Hazırlanan çözeltilerle 48 saat içerisinde bütün kaplamalar yapılmalıdır.

### 3.3. Ticari Kaplama Çözeltilerinin Kaplama Öncesi Hazırlanması

**TASO-PHOB 400**, hidrofobik su bazlı Karboksilat-Metal kompleksidir. Yüze kimyasal olarak bağlanarak su itici özellik gösterir. Su ile seyreltilerek % 4 – 20 'lik oranlarda kullanılabilir. Tez çalışması sırasında % 8 ve % 12 'lik oranlarda seyreltilerek kullanıldı.

**TASO-PHOB 520**, hidrofobik su bazlı Karboksilat-Metal kompleksidir. Yüze kimyasal olarak bağlanarak su itici özellik gösterir. Su ile seyreltilerek % 5 – 25 'lik oranlarda kullanılabilir. Tez çalışması sırasında % 10 ve % 20 'lik oranlarda seyreltilerek kullanıldı.

### 3.4. Kaplama Çözeltilerinin Numunelere Uygulanması

Tuğla, Beton ve Gazbeton numuneler kaplanmadan önce eş boyutlarda kesildi. Kesme işlemi sırasında ıslanan numuneler, 36 saat süreyle 100 °C de etüvde kurutuldu ve daha sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakıldı. Kaplama çözeltileri numuneye hem vakumsuz ortamda hem de kaplamanın numunenin gözeneklerinden daha iyi girebilmesi için vakumlu ortamda uygulandı. Bu amaçla, oda sıcaklığına soğutulan numuneler, çift girişli desikatör içerisine her kaplama türü için tuğla, beton ve gazbeton numunelerden 3'er tane olmak üzere yerleştirildi. Desikatörün kapağındaki girişe damlatma hunisi, haznesindeki girişe de vakum pompası bağlandı. Vakum pompası ile desikatöre 5 dakika süre ile vakum uygulandıktan sonra damlatma hunisine yerleştirilen kaplama çözeltisi huninin musluğu açılarak desikatöre aktarıldı. Vakum ile kaplanan numuneler bu şekilde, kaplama çözeltisi içerisinde 30 dakika süre ile bekletildi.

Daha sonra çıkarılan numuneler 15 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra, 60 dakika süre ile 150 °C 'de etüvde bekletildi. Etüvden çıkarılan numuneler testlere geçmeden önce 48 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilerek bünyelerine nem almaları sağlandı. Vakumsuz uygulanan kaplamalarda da içerisinde kaplama çözeltisi bulunan desikatöre yine her kaplama türü için tuğla, beton ve gazbeton numunelerinden 3'er tane olmak üzere yerleştirilerek kaplama çözeltisi içerisinde 30 dakika süre ile bekletildi. Daha sonra çıkarılan numuneler 15 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra, 60 dakika süre ile 150 °C 'de etüv'de bekletildi. Etüvden çıkarılan numuneler testlere



geçmeden önce 48 saat süreyle oda sıcaklığında bekletilerek bünyelerine nem almaları sağlandı.

### 3.5. Kaplamlara Uygulanan Testler

#### 3.5.1. Su emme oranı tespiti deneyi

Numune, sıcaklığı  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  'a ayarlanmış etüve yerleştirildi ve 16 saat süre ile değişmez kütleye erişilene kadar kurutuldu. (Dört saat ara ile birbirini izleyen iki tartım arasındaki fark son tartımın % 0,5'i kadar veya daha az olduğunda, değişmez kütleye erişildiği kabul edildi). Bu tartım gram cinsinden tespit edildi ( $m_k$ )

Bu şekilde kurutulmuş numune oda sıcaklığına kadar desikatör içerisinde soğutulduktan sonra, uzunluğu düşey olacak şekilde ve uzunluğunun yaklaşık  $\frac{1}{2}$ 'si kadar derinlikte su bulunan bir kaba yerleştirildi. Bir saat sonra tuğlanın  $\frac{3}{4}$ 'ü ve iki saat sonra ise tamamı su altında kalacak şekilde kaba su ilave edildi. Bu şekilde de bir saat bekletildikten sonra kap, numune ile birlikte bir ısı kaynağının üzerine konularak içindeki suyun kaynaması sağlandı. Buharlaştıran su yerine zaman zaman kaynar su ilave edilerek, numunenin devamlı olarak su altında kalması sağlandı. Kaynama iki saat sürdürüldü. Isı kaynağı su kabından uzaklaştırılarak kap, içindeki su ve numune ile birlikte oda sıcaklığına kadar soğutuldu. Soğuyan numune sudan çıkarılarak, ıslatılarak sıkılmış bir bez ile su damlaları alındı ve bekletilmeksizin tartıldı.

Bu tartım gram cinsinden tespit edilir ( $m_s$ ). Ağırlıkça su emme oranı aşağıdaki bağıntı ile hesaplandı,

$$a_s = \frac{m_s - m_k}{m_k} \times 100 (\%)$$

Burada ;

$a_s$  : Numunenin ağırlıkça su emme oranı (%)

$m_k$  : Değişmez kütleye kadar kurutulmuş numunenin kütlesi (g)

$m_s$  : Suyu doymuş numunenin kütlesi, (g) dir.

Elde edilen su emme oranları değerlerinin, her biri TS 4562/Ekim 1985 'e göre tuğlalarda % 9'den büyük olmamalıdır.

### 3.5.2. Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzemelerinde Nem Oranının Tesbiti

Numunelerin tartıldı ( $W_1$ ), sonra sıcaklığı  $105^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  'a ayarlanmış etüve yerleştirildi ve 16 saat süre ile değişmez kütleye erişilene kadar kurutuldu. Deney numunesi etüvden çıkarıldıktan sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve sonra tartılarak kuru kütle bulundu ( $W_2$ ) (Anonim, Nisan 1998).

$$\text{Rutubet miktarı} \quad : \quad r = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \quad \times 100$$

formülü ile bulundu.

Bu formülde;

$r$  = Rutubet miktarı, (%)

$W_1$  = Deney numunesinin ilk kütlesi, (g),

$W_2$  = Deney numunesinin kuru kütlesi, (g), dır

### 3.5.3. Kondenzasyon Testi

Numune, sıcaklığı  $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$  'a ayarlanmış etüve yerleştirildi ve değişmez kütleye erişilene kadar kurutuldu. Deney numunesi etüvden çıkarıldıktan sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve tartılarak kuru kütle bulundu. Bu tartım gram cinsinden tespit edildi ( $m_d$ ).

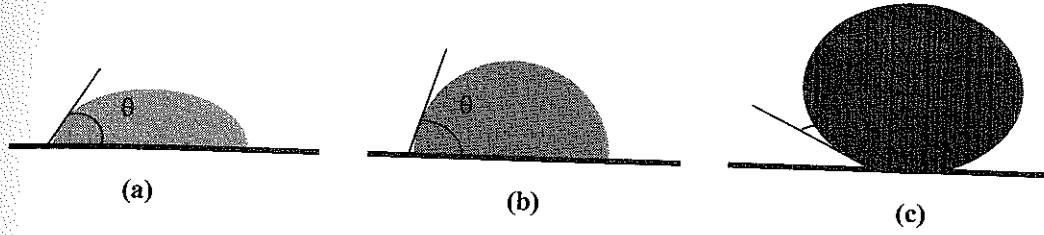
Numuneler Erichssen Test kabini içerisinde  $35\pm 5^{\circ}\text{C}$  ve % 100 bağıl nemli ortamda 5 gün süre ile test edilerek, numunelerin 1., 3., ve 5. gün sonunda kütlelerindeki artış miktarları edilerek % kütle artışları belirlendi.

### 3.5.4. Goniometre ile Suyun Numune Yüzeyindeki Tutunma Açısı Analizi

Rame-Hart inc. tarafından üretilen 100-00 Model goniometre ile numune yüzeylerine uygulanan su damlasının yüzeyle yapmış olduğu tutunma açısı ölçülerek hidrofobluk derecesi gözlenmiştir.

Adhezyon > Kohezyon Islatan sıvı

Kohezyon > Adhezyon Islatmayan sıvı



Şekil 3.1 (a) da katı bir yüzeyi ıslatan, (b) de kısmen ıslatan, (c) de ise ıslatmayan sıvı örnekleri gösterilmektedir.

Buradaki  $\theta$  açısı tutunma açısı olarak adlandırılır ve sıvının ıslatma özelliğinin bir ölçüsüdür. Mükemmel bir ıslatma için temas açısının  $\theta = 0^\circ$  olması gerekir. Bu durumda sıvı katı yüzey üzerine ince bir film halinde yayılır.  $\theta = 180^\circ$  durumu pratikte gözlenmez. Damla üzerine etki eden yerçekim kuvveti damlayı katı yüzeyine çeker. Teflon üzerinde su, cam üzerinde civa bu duruma örnektir. Eğer  $\theta < 90^\circ$  ise sıvının katı yüzeyi ıslattığı,  $\theta > 90^\circ$  ise ıslatmadığı söylenebilir.  $\theta < 20^\circ$  güçlü bir ıslatma,  $\theta > 140^\circ$  ise güçlü bir ıslatmama özelliğini gösterir.

Kontak açısı ( $\theta$ ) sıvı ve katı yüzeyin bir fonksiyonudur. Su için temiz bir cam yüzeyde  $\theta \approx 0^\circ$  dir. (Vural 2002)

#### 4. BULGULAR ve SONUÇ

##### 4.1. Su Emme Testi Sonuçları

Çizelge 4.1. Ticari ve sentezlenen kaplama çözeltileri uygulanan numuneler ve kaplanmamış numunelerin uygulanan Su Emme Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.

Kaplama	Numune Bünyesine Alabildiği Kütlece % Su Miktarı		
	Tuğla	Gazbeton	Beton
MTEOS-10 V	1,416	13,233	2,834
MTEOS-10	1,541	20,788	3,272
MTEOS-30 V	1,393	35,675	2,031
MTEOS-30	1,688	18,57	2,288
PTMOS-10 V	1,039	9,116	2,122
PTMOS-10	1,108	8,864	2,287
PTMOS-30 V	1,064	10,308	2,044
PTMOS-30	1,530	14,249	2,223
pHTEOS-10 V	1,946	20,832	2,201
pHTEOS-10	2,747	17,645	2,568
pHTEOS-30 V	1,496	14,831	2,207
pHTEOS-30	1,335	18,07	2,183
VTMOS-10 V	1,537	40,963	2,623
VTMOS-10	1,732	17,347	2,458
VTMOS-30 V	1,113	22,563	1,555
VTMOS-30	1,379	13,258	1,820
F-Silan-5 V	1,275	18,991	2,195
F-Silan-5	1,540	28,79	3,249
F-Silan-10 V	0,959	14,189	2,530
F-Silan -10	1,131	11,184	3,136
TASO PHOB 400-8 V	11,526	105,711	7,850
TASO PHOB 400-8	10,513	177,358	9,055
TASO PHOB 400-12 V	11,227	179,272	8,694
TASO PHOB 400-12	10,637	162,359	8,318
TASO PHOB 520-10 V	8,082	100,607	7,397
TASO PHOB 520-10	11,139	109,223	8,332
TASO PHOB 520-20 V	7,088	67,271	8,857
TASO PHOB 520-20	9,999	150,065	8,929
Kaplanmamış	11,643	217,644	9,109

#### 4.2. Nem Testi Sonuçları

Çizelge 4.2. Ticari ve sentezlenen kaplama çözeltileri uygulanan numuneler ve kaplanmamış numunelerin oda sıcaklığında (20,3 °C) ve % 49 bağıl nem ortamında bünyesinde bulundurduğu % Nem miktarları.

Numune Bünyesindeki Kütlece % Nem Miktarı			
Kaplama	Tuğla	Gazbeton	Beton
MTEOS-10 V	0,055	1,797	0,667
MTEOS-10	0,074	1,789	0,632
MTEOS-30 V	0,062	1,672	0,587
MTEOS-30	0,065	1,655	0,610
PTMOS-10 V	0,057	1,684	0,596
PTMOS-10	0,070	1,632	0,565
PTMOS-30 V	0,073	1,431	0,726
PTMOS-30	0,045	1,341	0,725
pHTEOS-10 V	0,085	1,668	0,569
pHTEOS-10	0,074	1,586	0,639
pHTEOS-30 V	0,096	1,494	0,582
pHTEOS-30	0,083	1,561	0,552
VTMOS-10 V	0,110	1,709	0,697
VTMOS-10	0,071	1,922	0,679
VTMOS-30 V	0,110	1,738	0,644
VTMOS-30	0,092	1,824	0,615
F-Silan-5 V	0,102	2,426	0,626
F-Silan-5	0,104	2,175	0,761
F-Silan-10 V	0,198	2,767	0,704
F-Silan-10	0,142	2,268	0,624
TASO PHOB 400-8 V	0,112	2,857	2,858
TASO PHOB 400-8	0,085	2,379	2,930
TASO PHOB 400-12 V	0,079	1,900	3,037
TASO PHOB 400-12	0,053	1,443	3,189
TASO PHOB 520-10 V	0,052	2,301	3,114
TASO PHOB 520-10	0,066	1,796	2,625
TASO PHOB 520-20 V	0,052	2,018	2,503
TASO PHOB 520-20	0,052	2,093	2,810
Kaplanmamış	0,103	2,019	3,971

### 4.3. Kondenzasyon Testi Sonuçları

%10 ve %30 'luk MTEOS, PTMOS, pHTEOS, VTMOs ve %5 ve %10 'luk F-Silan bileşikleri ve ticari olarak üretilen TAsO PHOB 400-8, TAsO PHOB 400-12, TAsO PHOB 520-10, TAsO PHOB 520-20 ile vakumlu ve vakumsuz ortamda kaplanmış tuğla, beton ve gazbeton numunelere uygulanan kondenzasyon testi sonuçları, inceleme kolaylığı açısından, organik olarak modifiye edilmiş silanlar, F-silanlar ve ticari su itici kaplamalar olarak önce kendi aralarında değerlendirilmeye alınmıştır.

Sentezlenen ve ticari su itici kaplamaların en iyileri ayrıca değerlendirilmeye alınarak grafiğe geçirilmiştir.

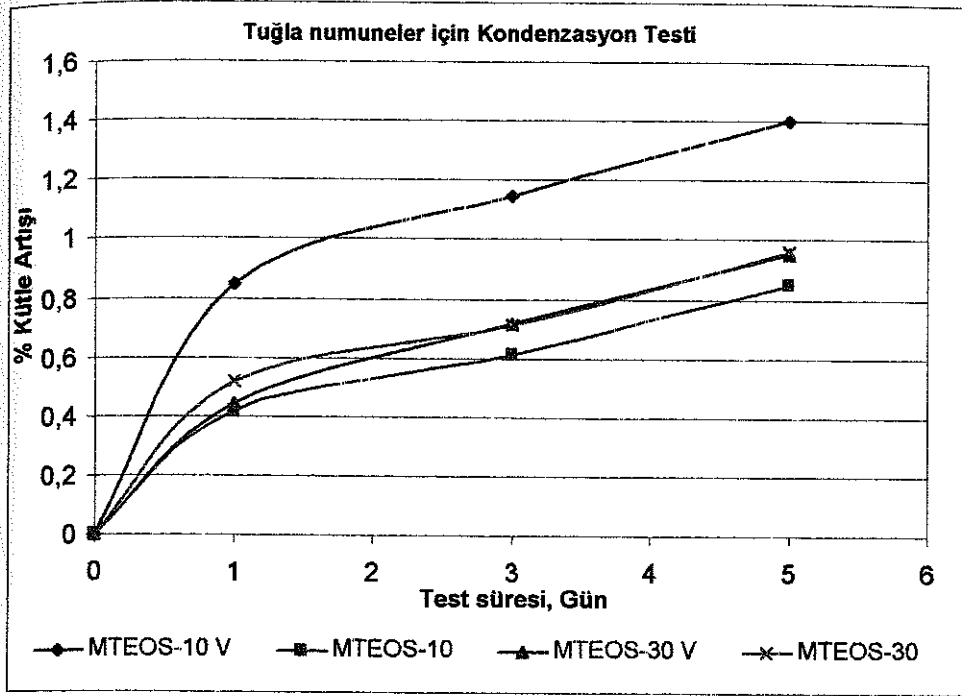
Uygulanan kaplamanın, yapı içerisindeki havanın neminin veya çeşitli ısı kaynaklarının neden olduğu su buharının duvar içerisine girerek yoğunlaşmasının önlemedeki etkisinin zamanla değişiminin gözlemlendiği kondenzasyon testinde, kaplanmış olan numunelerin yapı içerisine su girişine karşı gösterdiği direnç 1., 3., ve 5., günlerde alınan ölçümler ile incelenmiştir.

Diğer testlere paralel olarak kaplanmamış numunelerle gerek sentezlenen gerekse ticari su itici kaplamalarla kaplanan numuneler kıyaslandığında kaplanan numunelerin test sonuçlarının olumlu olduğu görülmektedir.

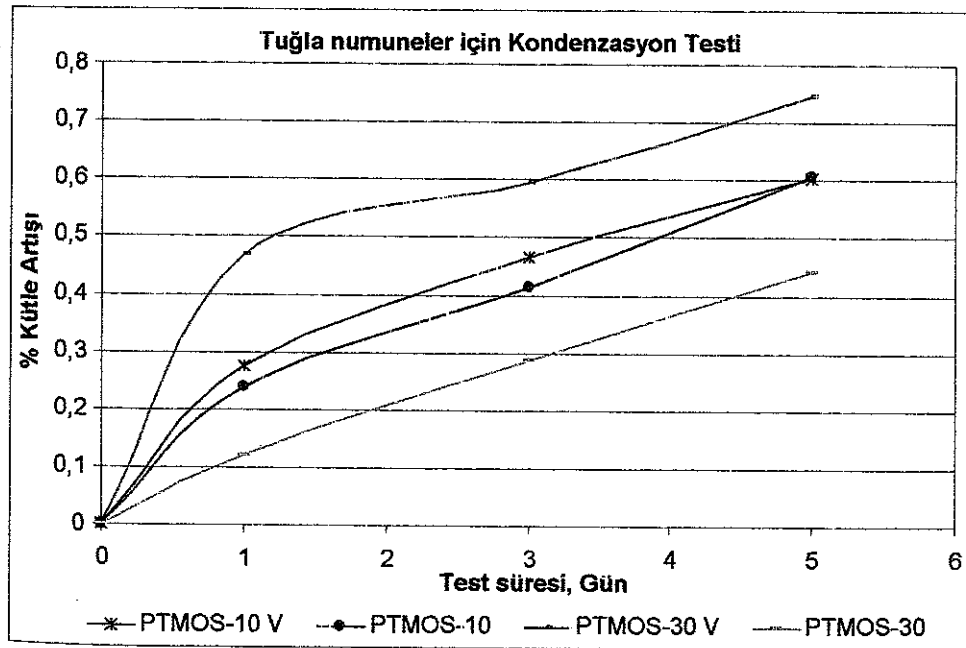
Test sonuçlarına göre tuğla numuneler için sentezlenen en uygun kaplamanın, vakumlu ortamda uygulanan % 30 VTMOs/TEOS (4:1) (Şekil 4.4.), en uygun ticari kaplamanın ise vakumsuz ortamda uygulanan TAsO PHOB 400-12 (Şekil 4.7.) olduğu gözlemlenmiştir.

Beton numuneler için sentezlenen en uygun kaplamanın, vakumlu ortamda uygulanan % 30 VTMOs/TEOS (4:1) (Şekil 4.12.), en uygun ticari kaplamanın ise vakumlu ortamda uygulanan TAsO PHOB 520-10 (Şekil 4.16.) olduğu gözlemlenmiştir.

Gazbeton numuneler için sentezlenen en uygun kaplamanın, vakumlu ortamda uygulanan % 30 VTMO S/TEOS (4:1) (Şekil 4.20.), en uygun ticari kaplamanın ise vakumlu ortamda uygulanan T ASO PHOB 520-10 (Şekil 4.24.) olduğu gözlenmiştir.

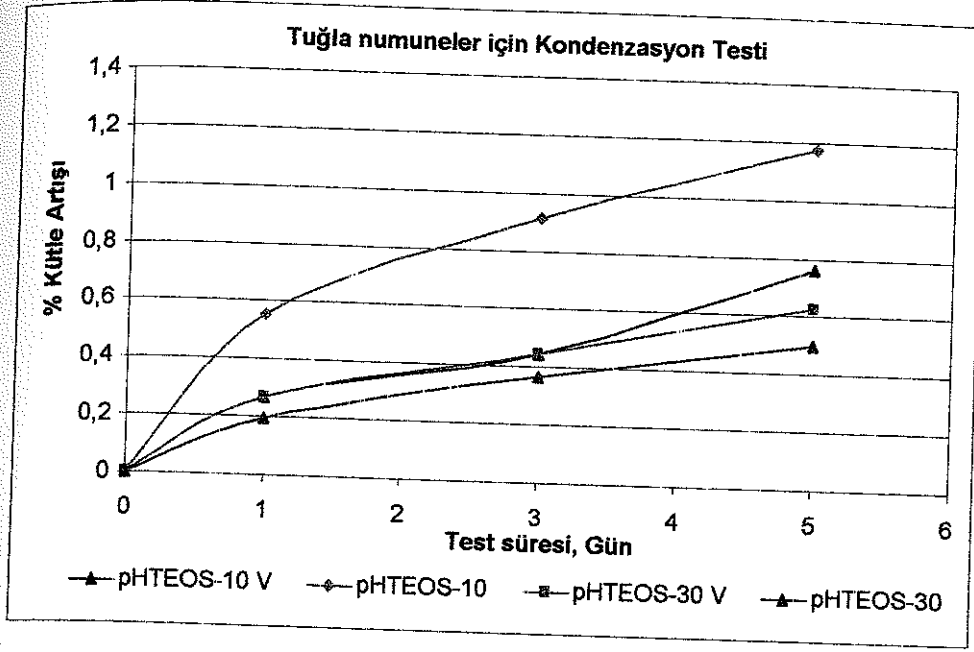


Şekil 4.1. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları.

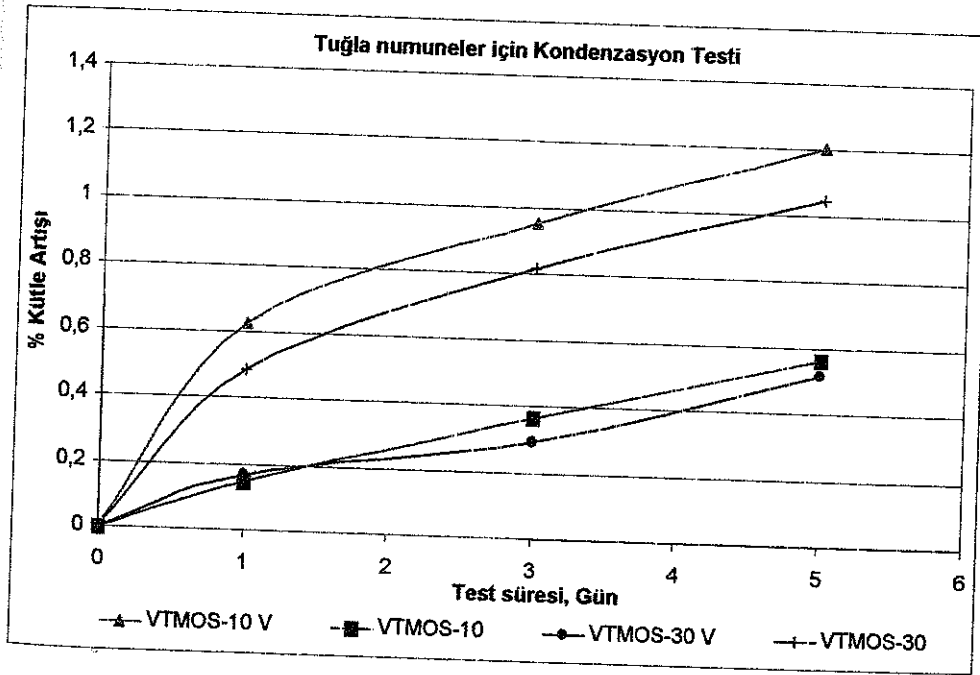


Şekil 4.2. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları.

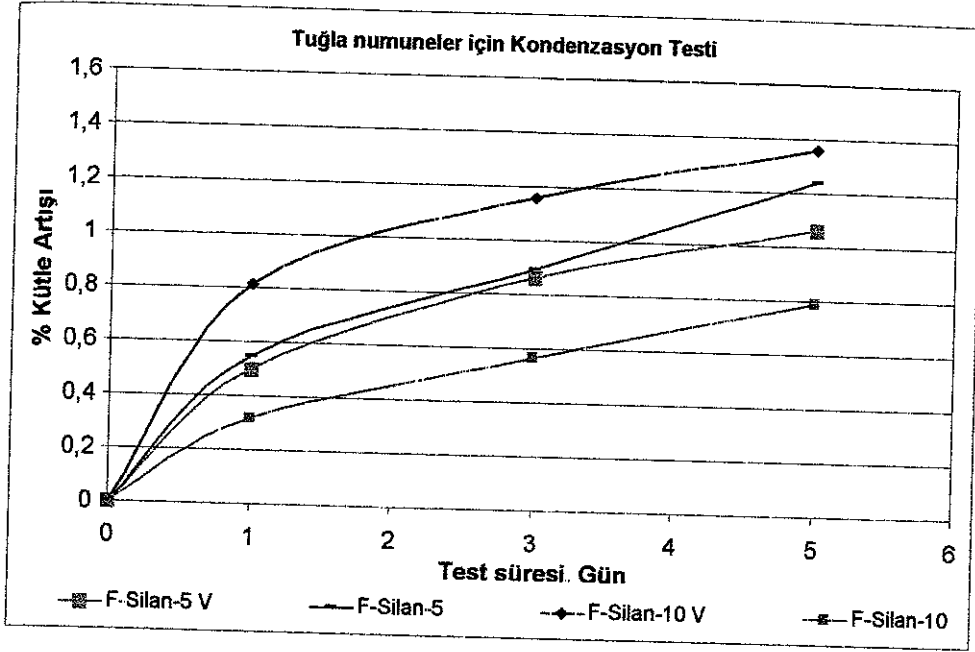




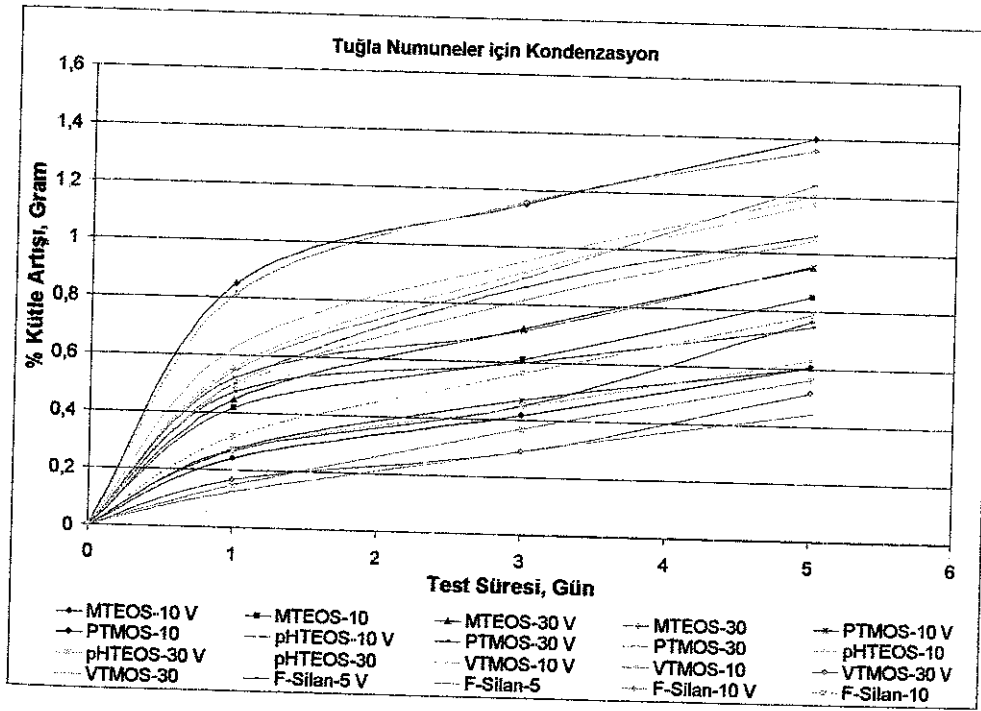
Şekil 4.3 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları.



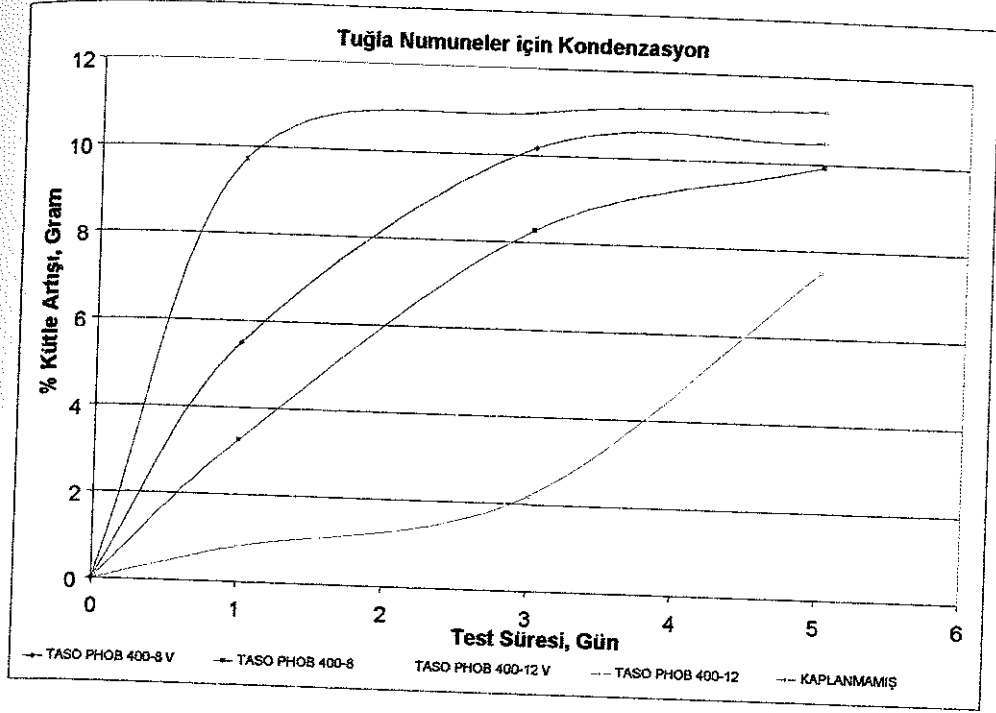
Şekil 4.4 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VTMOs ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları.



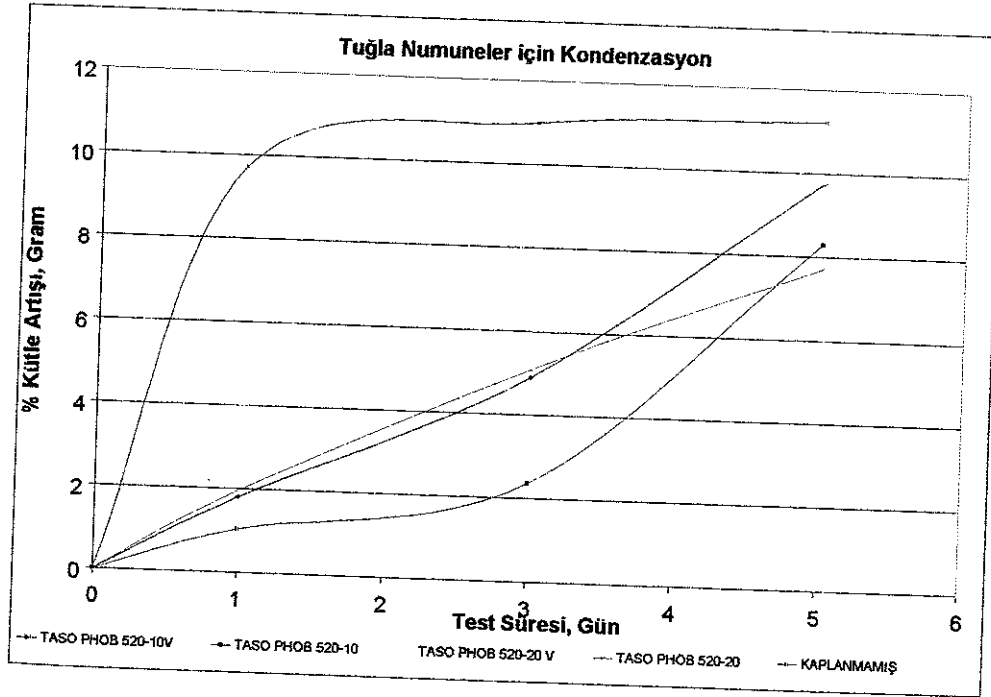
Şekil 4.5. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütüle Artış miktarları.



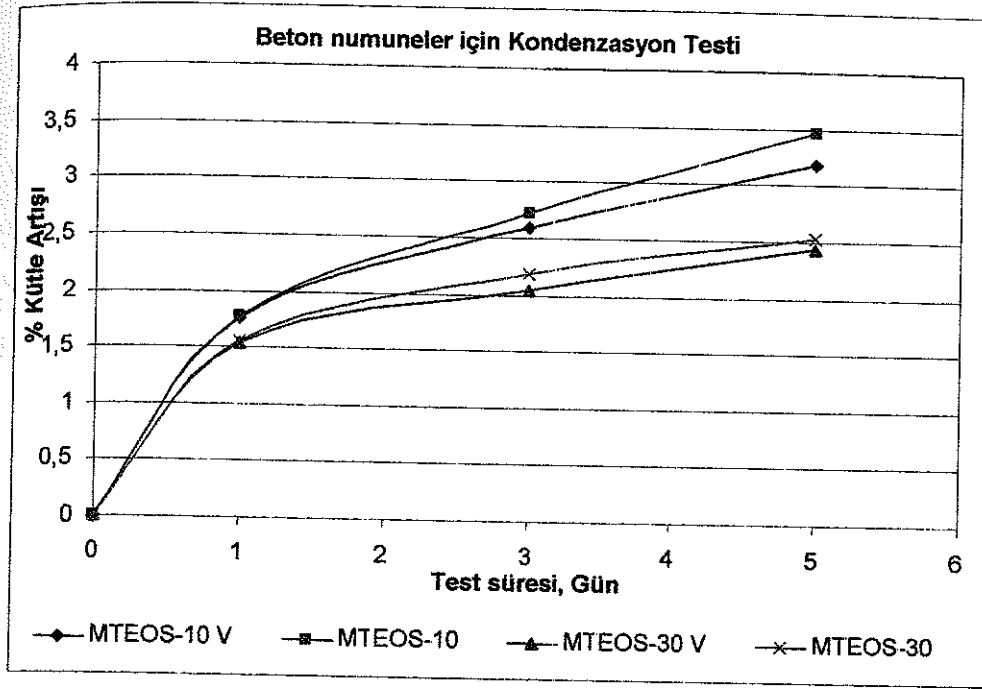
Şekil 4.6. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütüle Artış miktarlarının kıyaslanması.



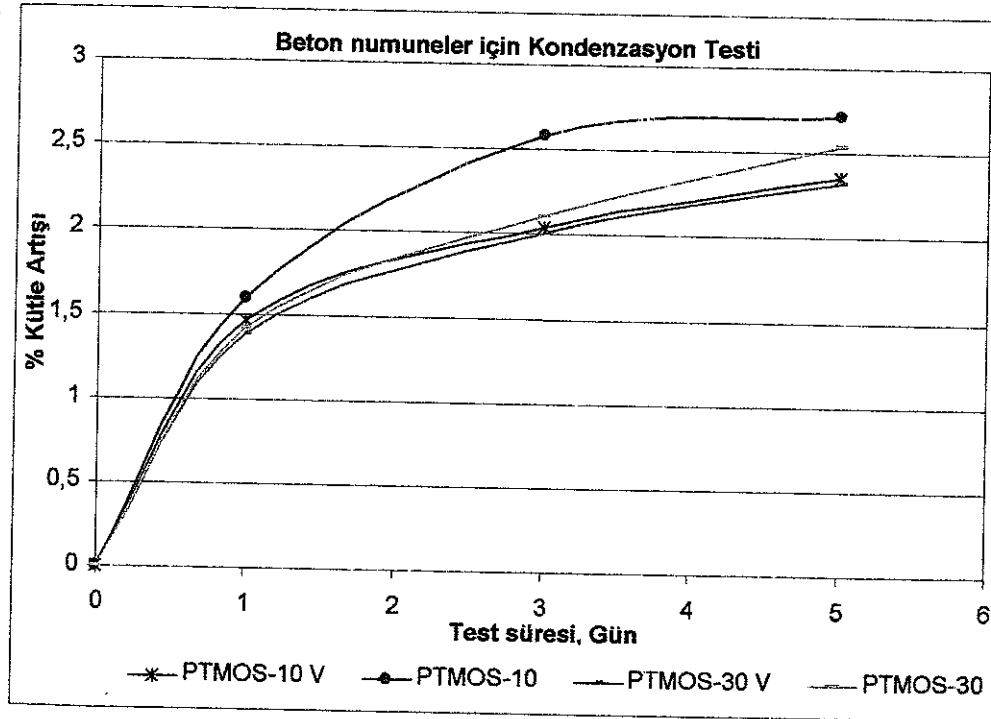
Şekil 4.7. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak TASSO PHOB 400 ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.



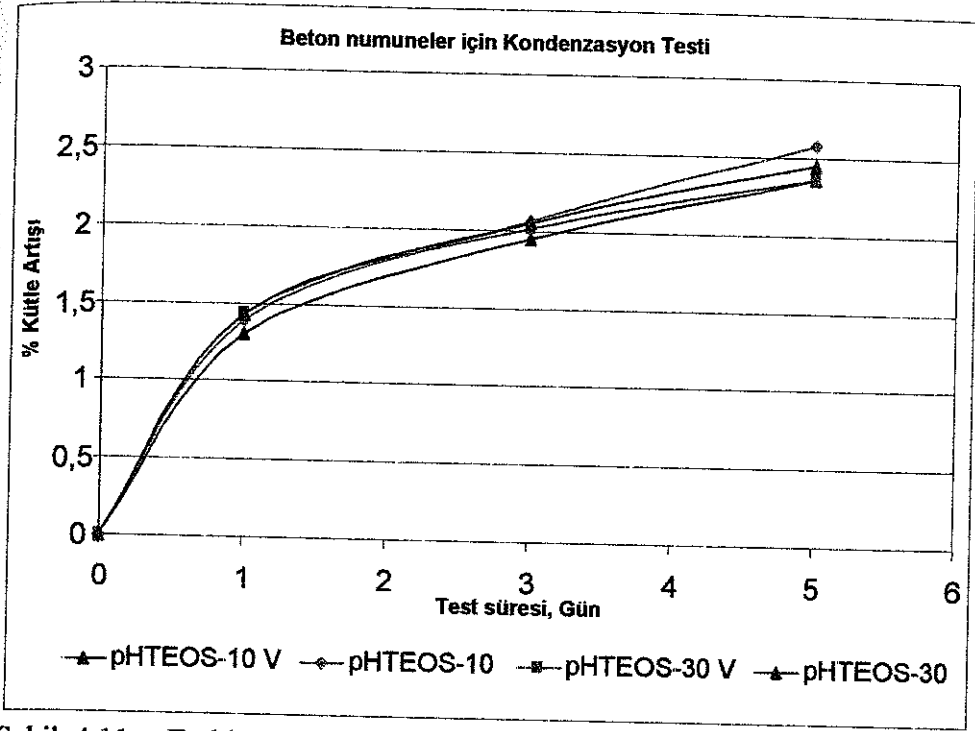
Şekil 4.8. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak TASSO PHOB 520 ile kaplanmış tuğla numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.



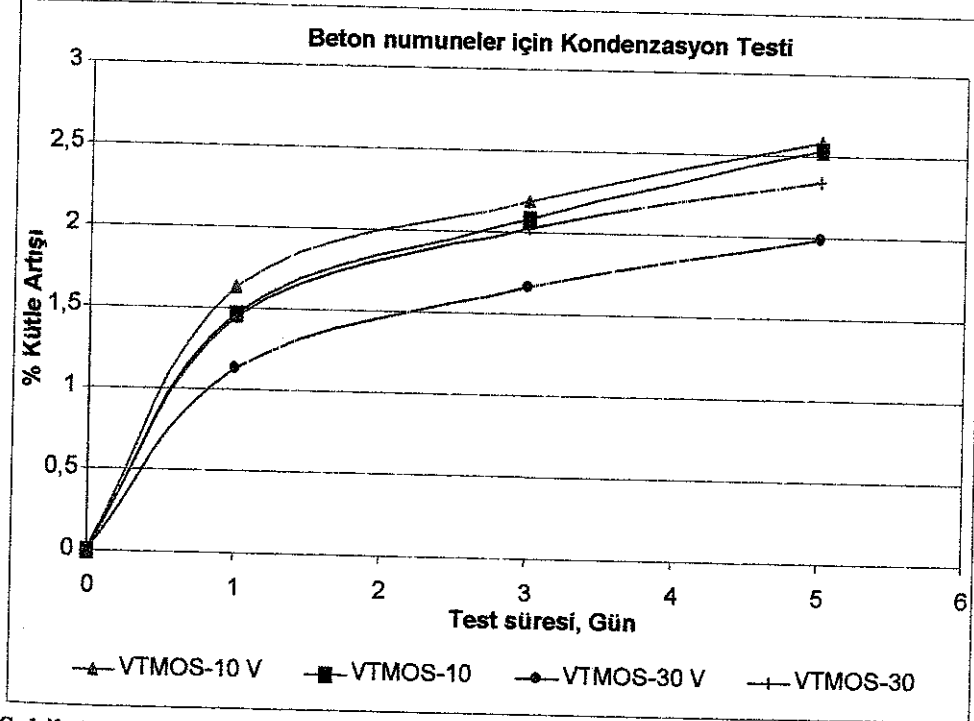
Şekil 4.9. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları



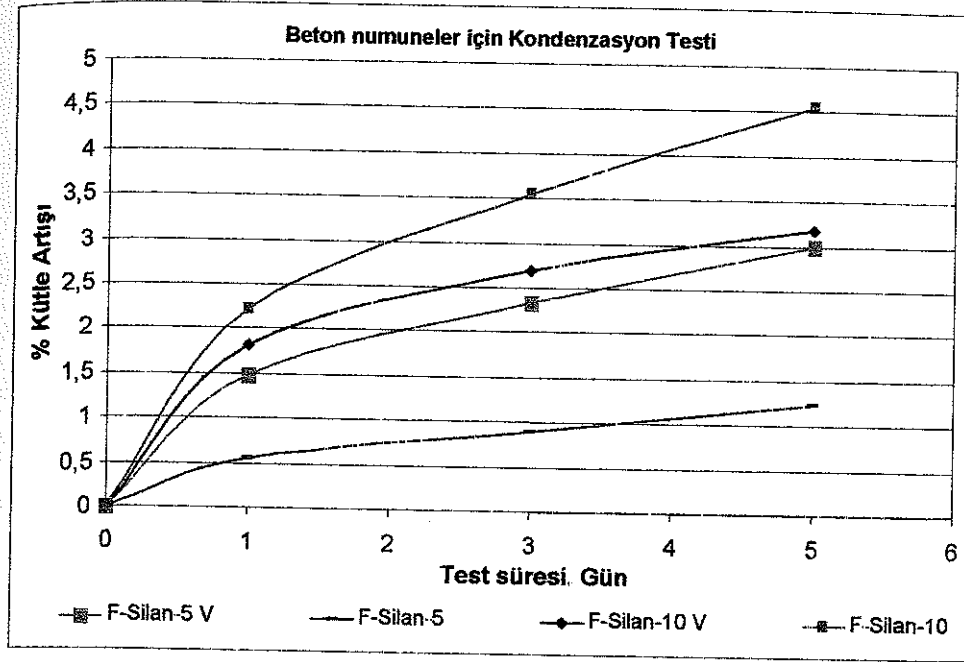
Şekil 4.10. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları



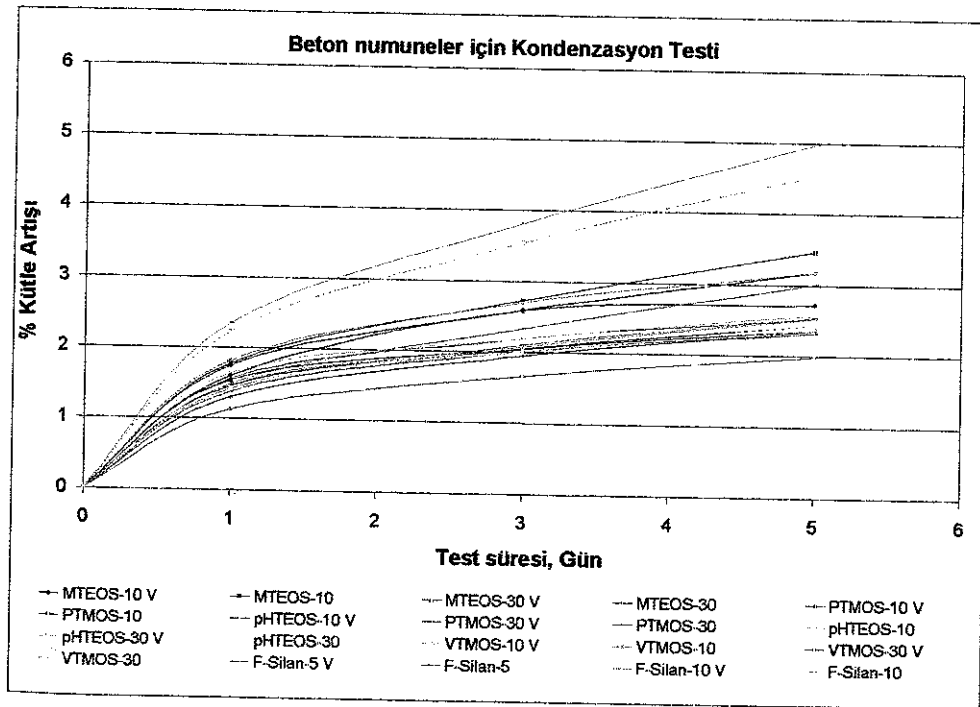
Şekil 4.11. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları



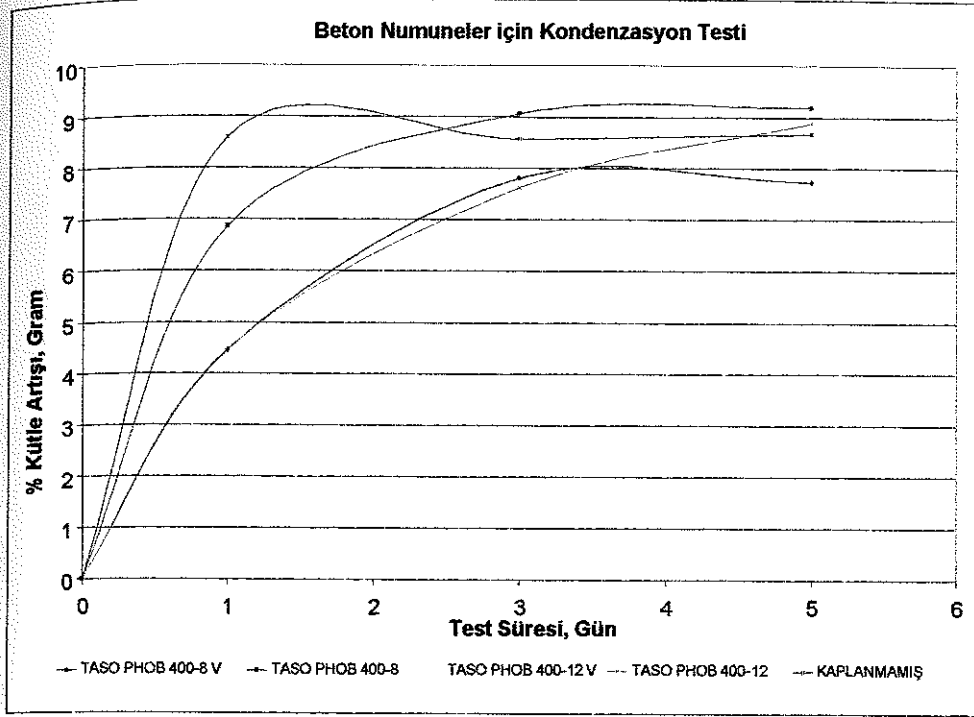
Şekil 4.12. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VTMOs ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütile Artış miktarları



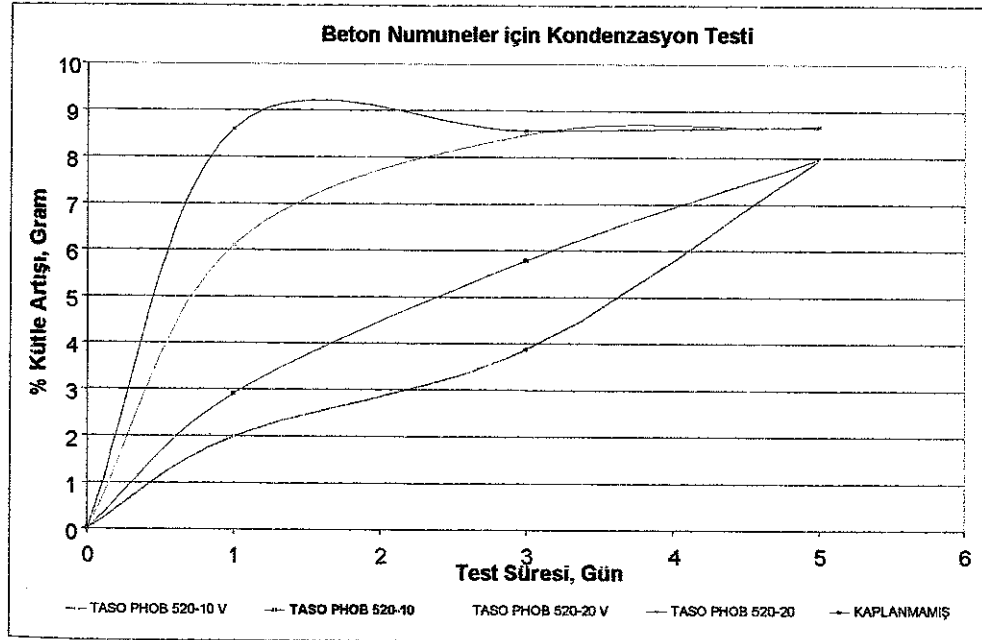
Şekil 4.13. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütleye Artış miktarları



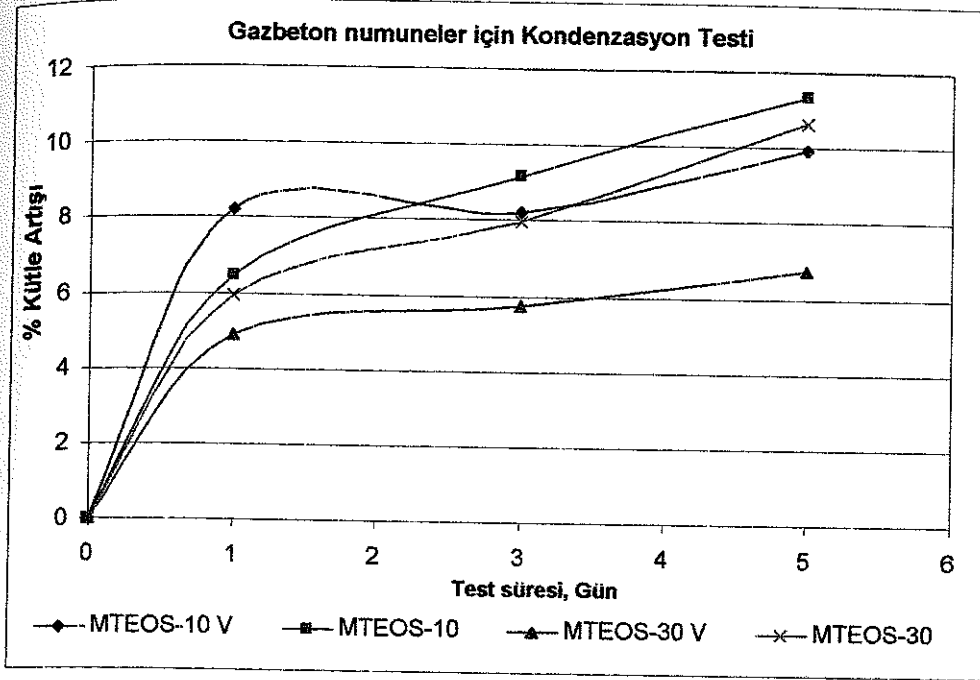
Şekil 4.14. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütleye Artış miktarlarının kıyaslanması.



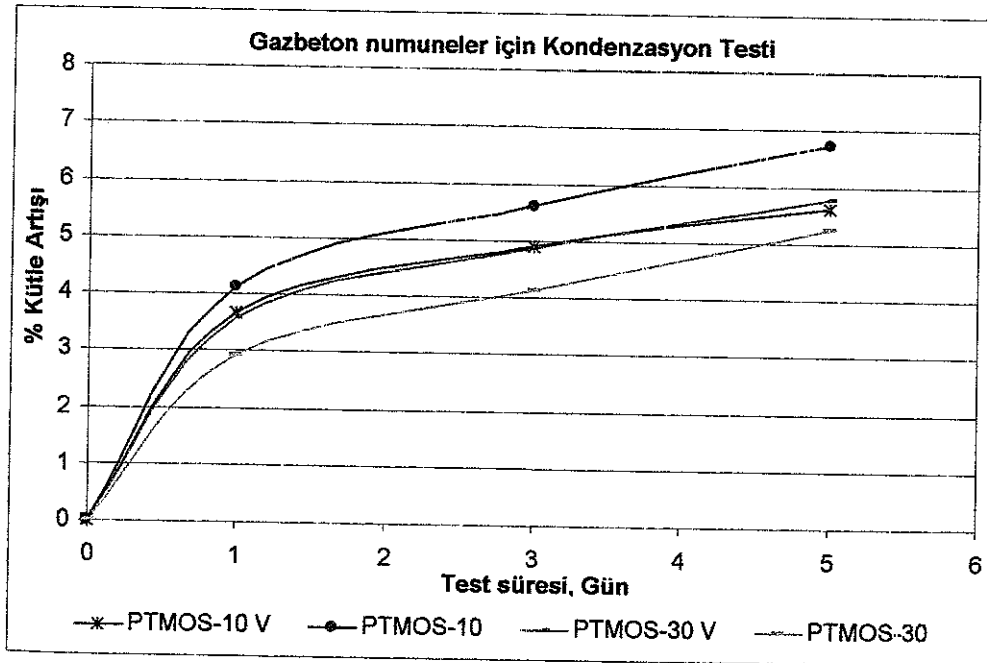
Şekil 4.15. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak TASO PHOB 400 ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.



Şekil 4.16 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak TASO PHOB 520 ile kaplanmış beton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.

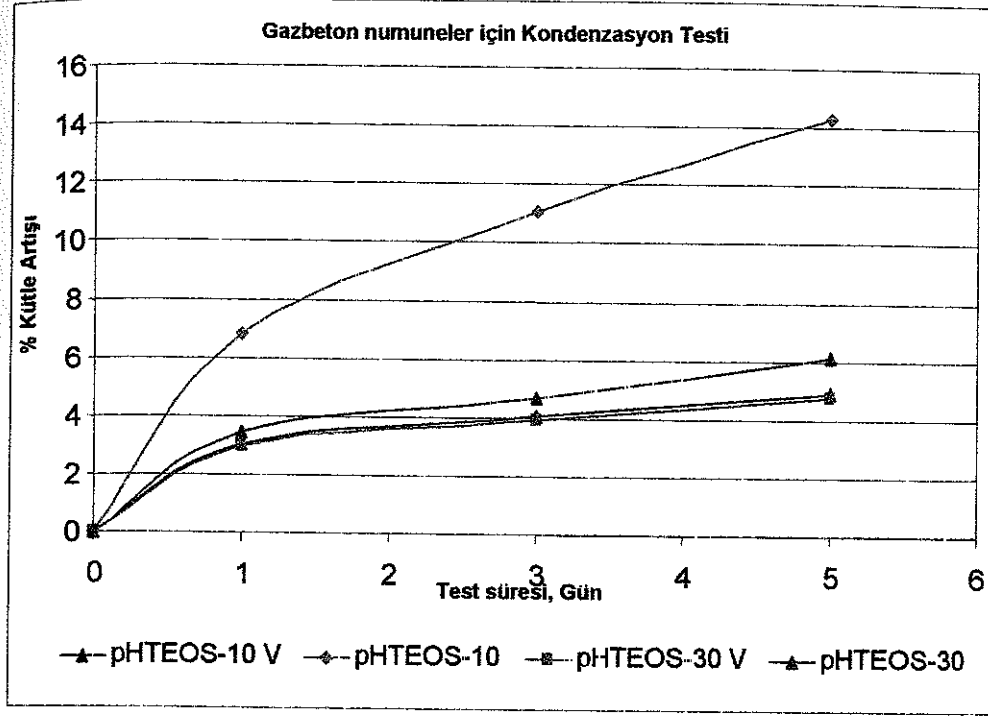


Şekil 4.17. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak MTEOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları

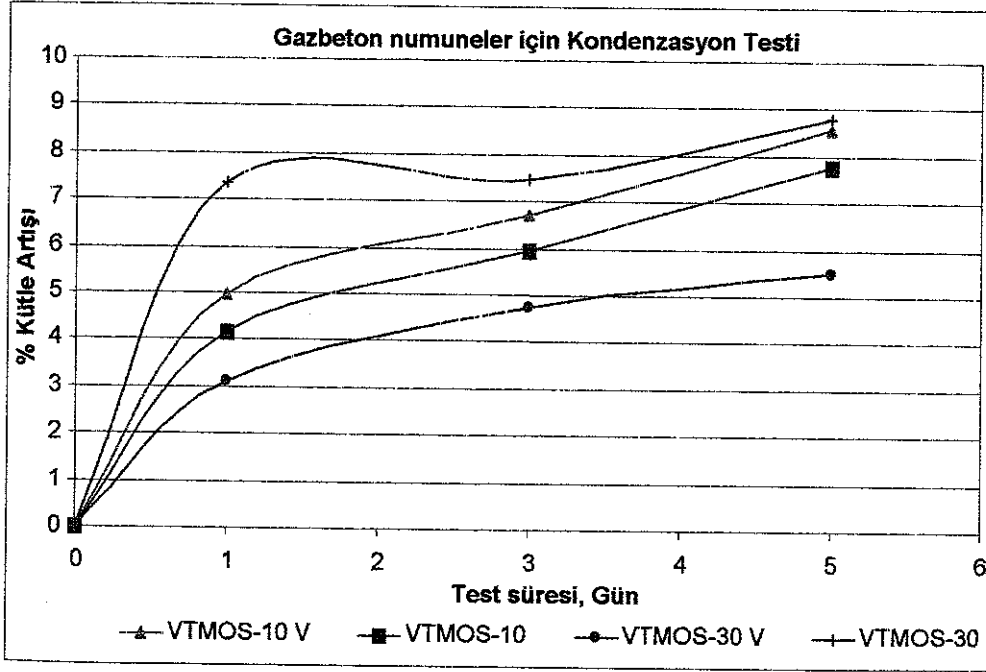


Şekil 4.18. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak PTMOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.

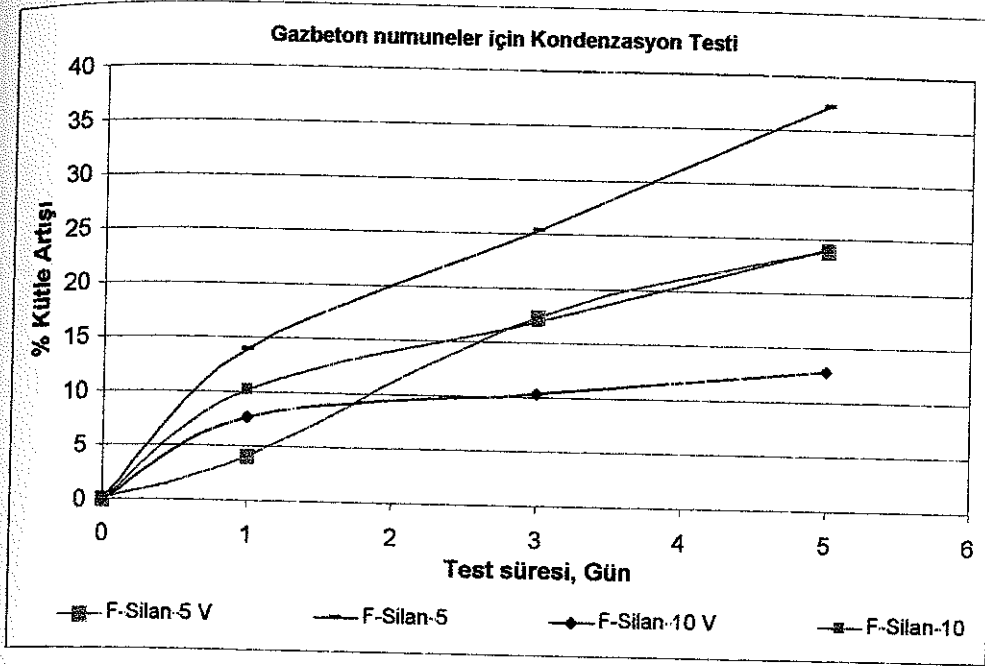




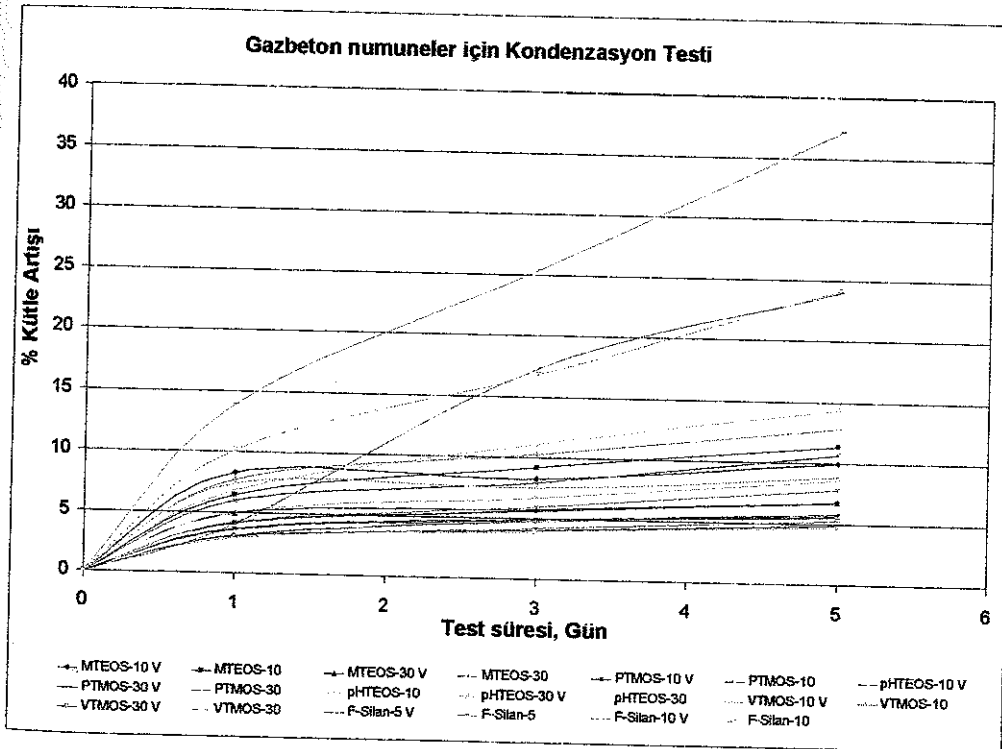
Şekil 4.19 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak pHTEOS ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları



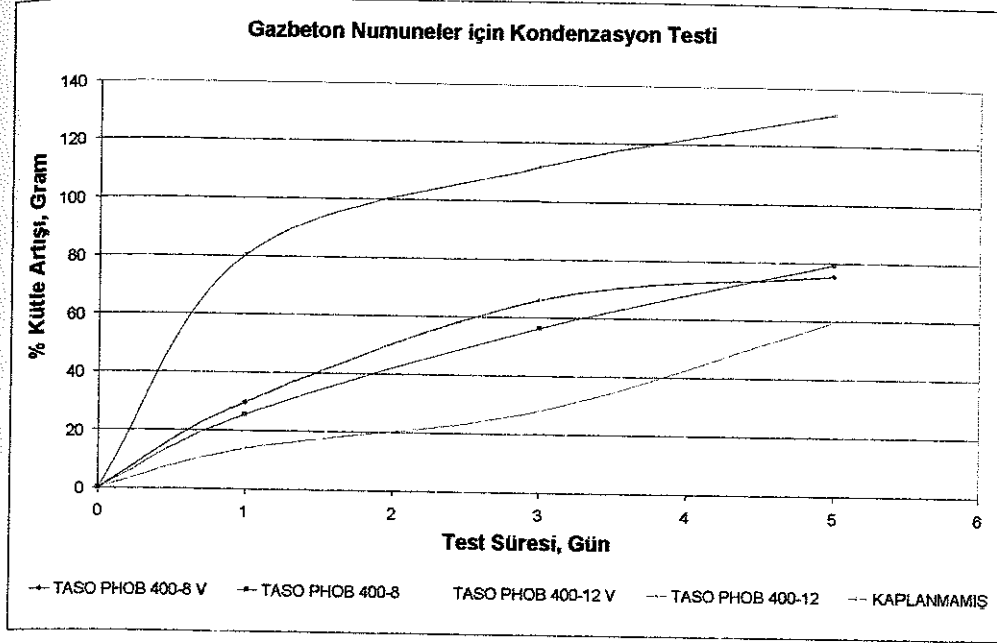
Şekil 4.20 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak VTMOs ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları



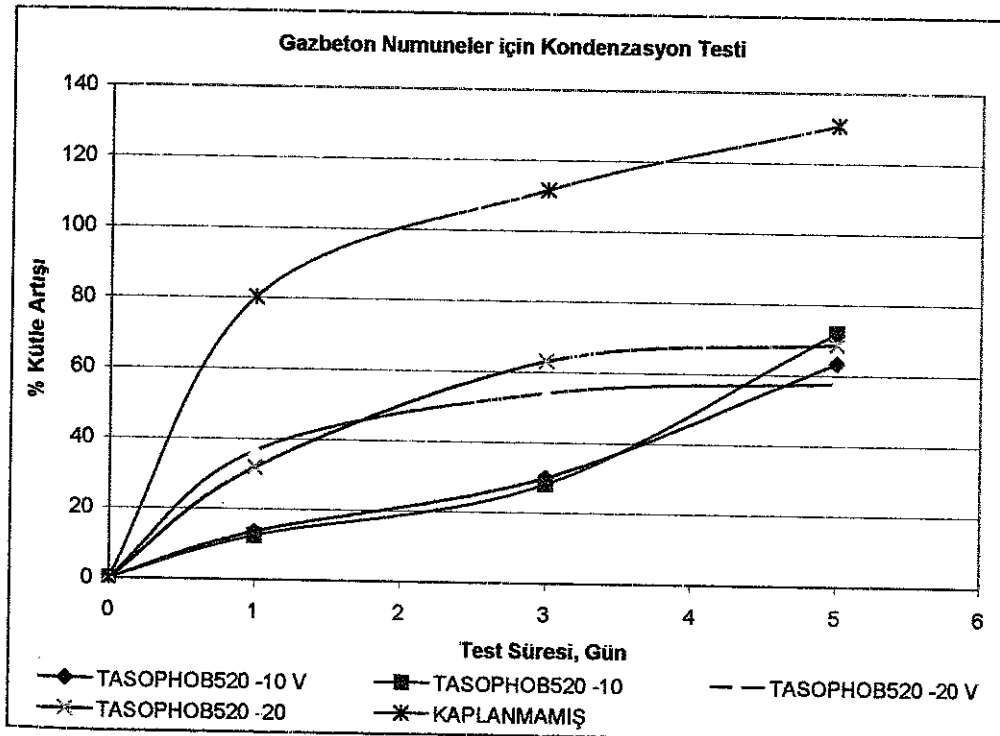
Şekil 4.21 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak F-Silan ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.



Şekil 4.22 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak sentezlenen kaplamalar ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.

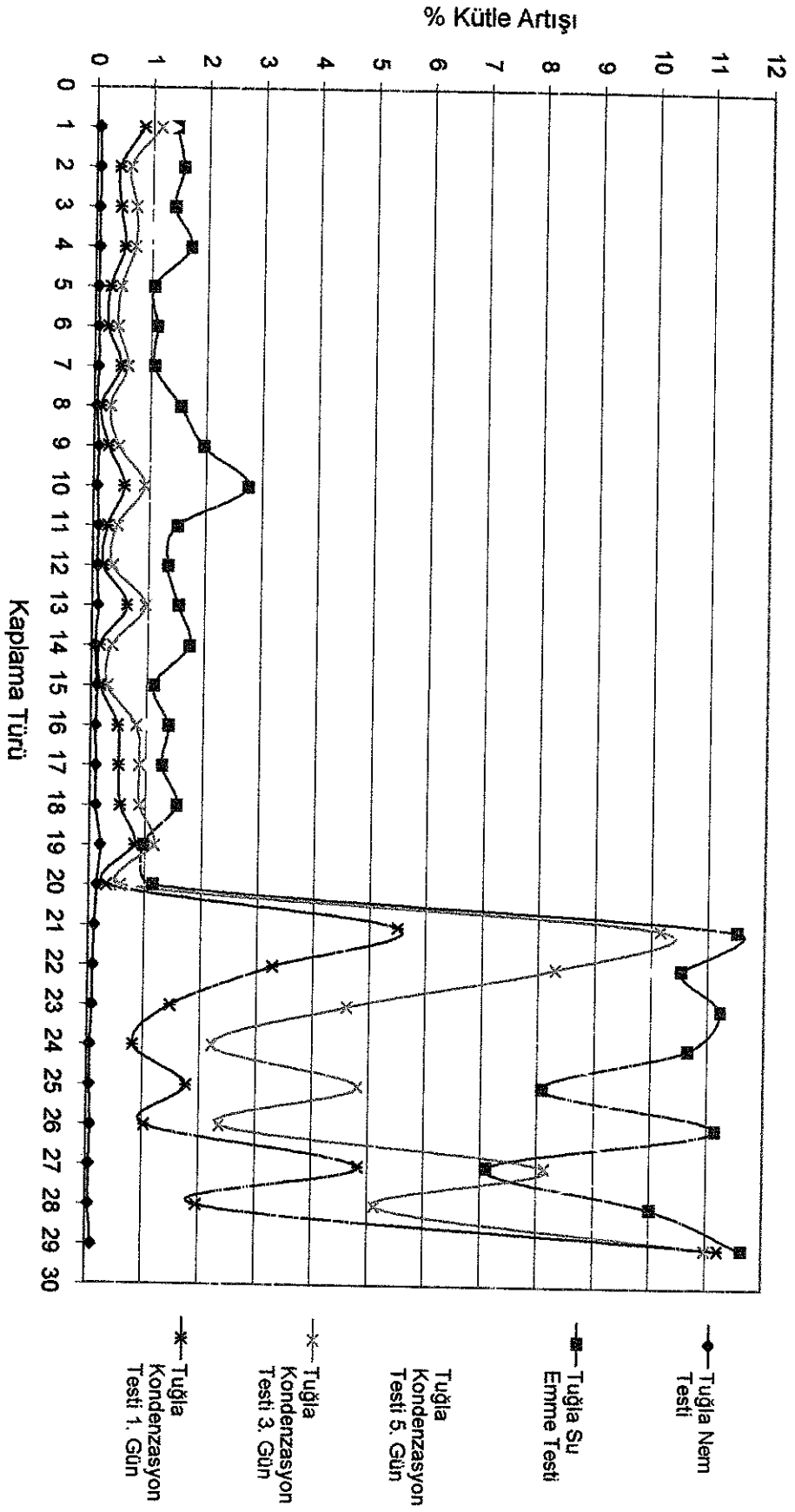


Şekil 4.23. Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak Taso Phob 400 ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.



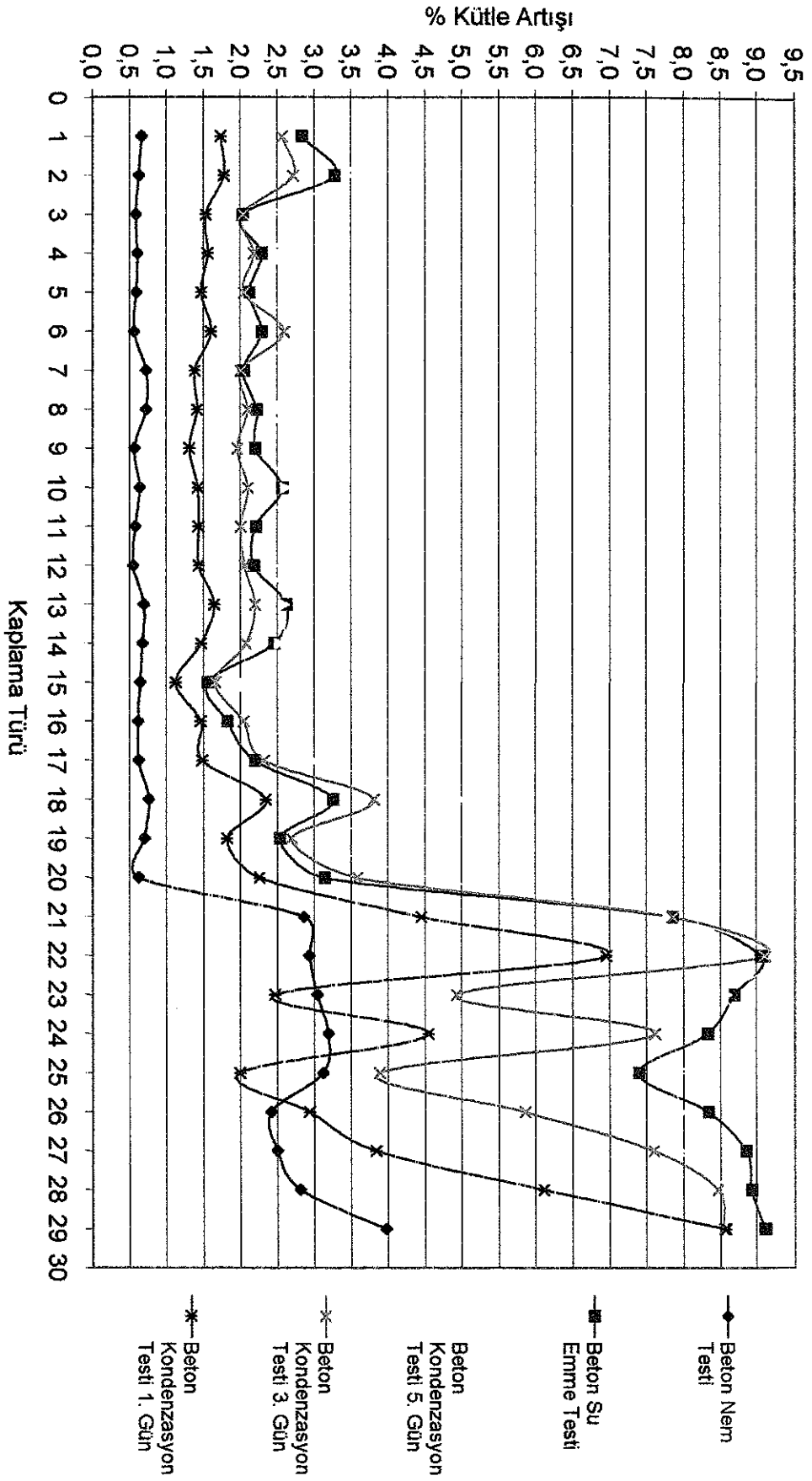
Şekil 4.24 Farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak Taso Phob 520 ile kaplanmış gazbeton numunelere uygulanan Kondenzasyon Testi sonrası % Kütle Artış miktarları.

Tuğla Tüm Testler



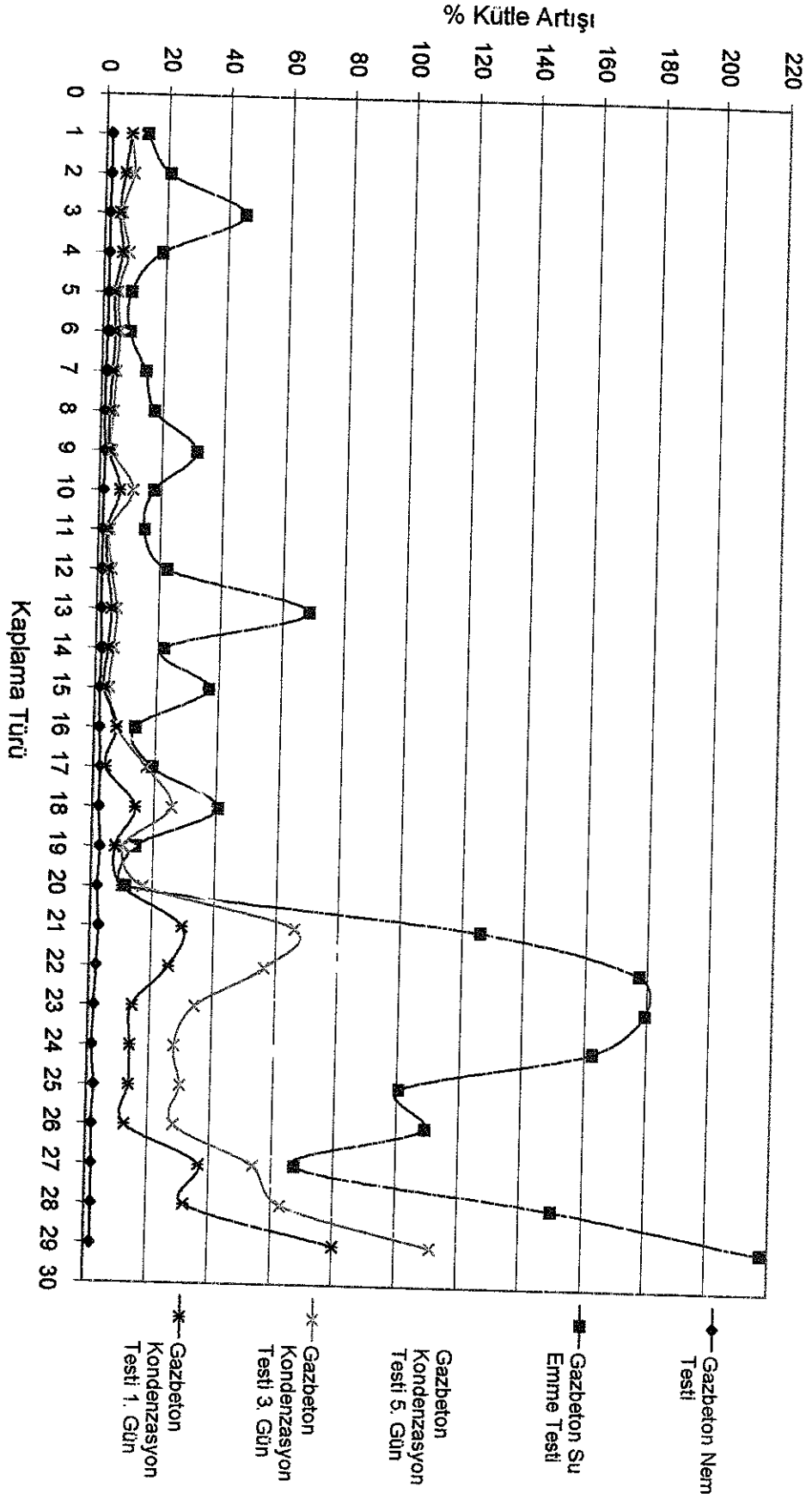
Şekil 4.25 Tuğla numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler

Beton Tüm Testler



Sekil 4.26. Beton numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler

Gazbeton Tüm Testler



Şekil 4.27. Gazbeton numuneler üzerine farklı oranlarda, vakumlu ve vakumsuz olarak uygulanan tüm kaplamalarına yapılan testler

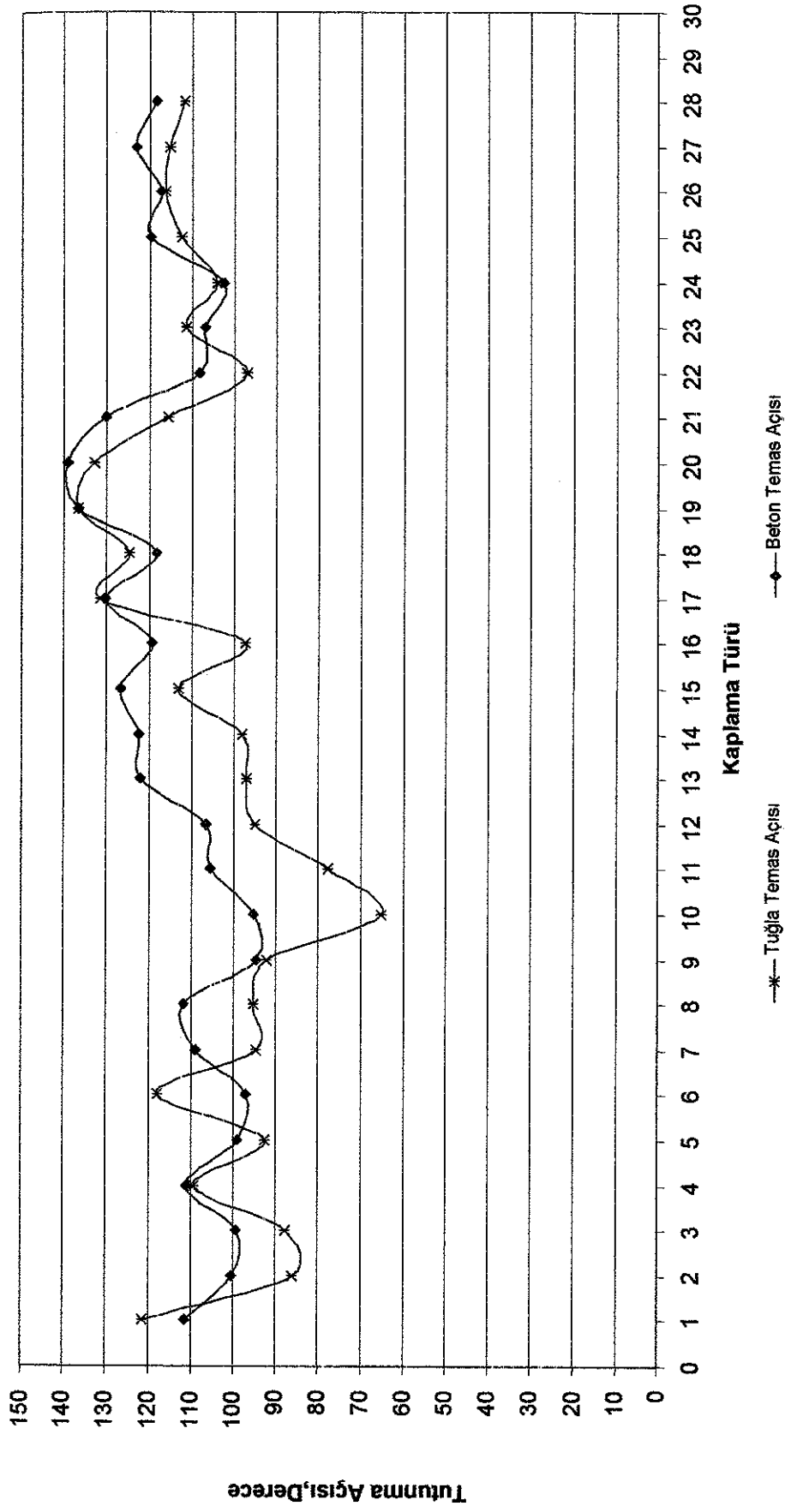
#### 4.5 Su Tutunma Açısı Ölçümleri

Numune yüzeylerine uygulanan suyun temas açısı analizleri sonucunda uygulanan kaplamaların büyük çoğunluğunda istenilen hidrofobluk değerlerine ulaşılırken, pHTEOS de elde edilen düşük açı değerlerinin su emme, kondenzasyon, ve nem testi ile de uyum sağladığı görülmüştür.

Beton numunelerdeki değerlerin aynı kaplamanın tuğla üzerine kaplanmış olanlara kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Gazbeton numune yüzeylerinin aşırı gözenekli olması nedeniyle ölçüm alabilmek için uygun bir yüzey bulunamamıştır. Numune yüzeyleri incelenirken, kaplama anında kaplama çözeltisinin içerisine yerleştirildiği anda kabın yüzeyi ile temas eden numune yüzeyindeki açı değerlerinin düşük olduğu gözlenmiş, bu bölgelerin tam olarak kaplanamadığı anlaşılmıştır.

### Tuğla- Beton Su Tutunma Açısı



Şekil 4.28 Tuğla ve Beton numunelere uygulanan kaplama yüzeylerinde su tutunma açısı analizleri



## 5. TARTIŞMA

Tuğla, Beton ve Gazbeton numunelere uygulanan tüm testlerin bir arada gösterildiği Şekil 4.25, 4.26, 4.27 de görüldüğü gibi kaplama çözeltilerini yüzeye uygulamadan önce numunelere vakum uygulanması durumunda numunenin su emme, kondenzasyon ve nem testlerindeki % kütle artışı miktarları, vakum uygulanmadığı numunelere oranla daha az olduğu görülmektedir.

Numuneye, kaplama öncesi uygulanan vakumun, kaplama çözeltilerinin numune içerisine daha iyi işlemesine yardımcı olmuştur. Ayrıca kaplamaların daldırma yöntemi ile uygulanmasında, numunenin kaplama çözeltilerinde 30 dakika süre ile bekletilmesiyle de numunenin her tarafının tam olarak kaplanması amaçlanmıştır.

Ancak numunelere uygulanan, suyun yüzey tutunma açısı testleri, kaplamanın numunenin her tarafında aynı özellikte olmadığını, kaplama anında numunenin desikatör ile temas halinde olan alt yüzeyinin yeterince hidrofobik özellik göstermediği, tutunma açısı değerlerinin bu yüzeyde  $60^{\circ} - 85^{\circ}$  arasında değiştiği hem vakumlu hem de vakumsuz olarak uygulanan numunelerde gözlenmiştir. Bu durumun numunelerin bünyelerine almış oldukları suyun miktarında rol oynamaktadır.

Kaplama çözeltilerindeki % Silan miktarının % 10'dan % 30 çıkarılmasının genellikle testlerde daha az % kütle artışına neden olduğu görülmüştür. Silan miktarının artırılması dolayısıyla, hem TEOS oranını hem de organik modifiye edilmiş silan oranının artıyor olması, kaplama kalınlığının artmasına, ayrıca hidrofob alkil gruplarının artmasına neden olmaktadır.

Ayrıca organik olarak modifiye edilmiş silan: TEOS oranı oluşan anorganik ağdaki hidrofob grupların daha çok olabilmesi için 4:1 oranı seçilmiştir. Fakat su için yüzey tutunma açısı değerleri incelenirken numuneler üzerinde bazı bölgelerin hidrofil özellik göstermesi TEOS 'ların yüzeyde hidrofil -OH fonksiyonel grup oluşturduğunu göstermektedir.

Numunelere uygulanan kondenzasyon testinde, kaplanmamış numunelerin testin 1. gününden itibaren doygunluğa kadar suyu bünyesine aldığı, takip eden günlerde % Kütle artışında fazla bir değişimin olmadığı görülmektedir.

Gerek sentezlenen gerekse ticari kaplamalarda ise numunelerin bünyelerine aldıkları su miktarının zamanla yavaş yavaş artış gösterdiği, kaplamanın yapının içerisine su girişine karşı direnç gösterdiği görülmektedir. Ancak ticari kaplamaların % kütle artışlarının bir anda olmamasına rağmen çok olması nedeniyle bu kaplamaların uygulanan yüzey için uygun olmayabilirler.

Ticari ürünlere uygulanan nem testlerinde, tuğla ve gazbeton için olumlu sonuçlar elde edilirken, beton için olumsuz sonuçlar elde edilmesi bu kaplamaların beton için uygun olmayabileceğini göstermektedir.

Sentezlenen numunelerin su emme, nem ve kondenzasyon testleri incelendiğinde, % Kütle artışları birbirlerine çok yakın değerler olmakla birlikte, kaplanmamış numunelere kıyasla çok küçük değerler olduğu görülmektedir.

Uygulanan tüm sentez kaplamaları istenilen, su girişine karşı direnç özelliğini göstermektedir. Kaplamaların her tarafında homojen bir hidrofobluk elde edilememesi, kaplama yüzeyinde ölçülen suyun tutunma açısı değerlerinin kimi bölgelerde  $90^\circ$  ile  $140^\circ$  arasında değişirken kimi bölgelerde  $65^\circ$  ile  $80^\circ$  yani hidrofil özellik gösteriyor olması yapının içerisine aldığı suyun kaynağı olmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- AKSU, Y. 1996. Metal alkolatların  $\beta$ -diketon ve  $\beta$ -ketoesterler ile kompleksleşmeleri ve komplekslerin hidroliz reaksiyonları. Yüksek lisans tezi (yayınlanmamış), T.C. Akdeniz üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya. 2-3
- GOPAL, M., MOBERLY CHAN, W. J. and DE JONGHE, L.C. 1997. Room temperature synthesis of crystalline metal oxides. *Journal of Material Science*, 32: 6001-6008.
- GUGLIELMI, M. 1997. Sol-gel coatings on metals. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 8: 443-449.
- GUANGHUA, Y., SAYER, M. 1991. Sol-gel processing of complex oxide films. *Ceramic Bulletin*, 70(7): 1173-1179.
- HAAS, K. H., AMBERG-SCHWAB, S., ROSE, K., ve SCHOTTNER, G. 1999. Functionalized coating based on inorganic-organic polymers (ORMOCER®s) and their combination with vapor deposited inorganic thin films. *Surface & Coatings Technology*, 111: 72-79.
- HAYASHI, H., SUZUKI, H. and KONEKO, S. 1998. Effect of chemical modification on hydrolysis and condensation reaction of zirconium alkoxide. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 12: 87-94.
- HOEBBEL, D., REINERT, T., SCHMIDT H. and ARPAC, E. 1997. On the hydrolytic stability of organic ligands in Al-, Ti- and Zr alkoxide complexes. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 10(2): 115-126.
- HOLMES-FARLEY, S. R. and YANYO, L. C. 1991. Adhesion promotion and corrosion prevention using thin anisotropic coatings. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 5 (2): 131-151 .
- HOZUMI, A., USHIYAMA, K., SUGIMURA, H., ve TAKAI, O. 1999. Fluoroalkylsilane monolayers formed by chemical vapor surface modification on hydroxylated oxide surfaces. *Langmuir*, 15: 7600-7604.
- IN, M., GERARDIN, C., LAMBARD J., and SANCHEZ, C. 1995. Transition metal based hybrid organic-inorganic copolymers. *Journal of Sol-Gel Science and Technolgy*, 5: 101-114.
- KALLALA, M., SANCHEZ, C. and CABANE, B. 1993. Structure of inorganic polymers in sol-gel process based on titanium oxide. *Physical Review E*, 48(5) : 3692-3703.

- LEE, J., T. and TSUCHIYA, T. 1997. Preparation and of  $Y_2O_3$ -doped  $ZrO_2$  thin films by the sol-gel process. *Journal of Material Science*, 32: 5249-5256.
- LEV, O., GUN, J., SAMPATH, RABINOVICH, L. 1997. Sol- gel materials in electrochemistry. *Chemistry of Materials*, 9: 2354-2375.
- LIVAGE, J., HENRY, M. and SANCHEZ, C. 1989. Sol-gel chemistry of transition metal oxides. Reprints Progress in Solid State Chemistry, 83 pp, France.
- MACKENZIE, J. D. 1998. Applications of sol-gel process : *Journal of Non-Crystalline Solids*, 100: 162-168.
- MONDE, T., FUKUBE, H., NEMOTO, F., YOKO, T., KONAKAHARA, T. 1999. Preparation and surface properties of silica-gel coating films containing branched-polyfluoroalkylsilane. *Journal of Non- Crystalline Solids*, 246: 54-64.
- NABAVI, M., DOEUFF, D., SANCHEZ, C. and LIVAGE, J. 1990. Chemical modification of metal alkoxides by solvents: A way to control sol-gel chemistry. *Journal of Non- Crystalline Solids*, 121: 31-34.
- NAKAGAWA, T., SOGA, M. 1999. A new method for fabricating water repellent silica films having high heat resistance using the sol-gel method. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 260: 167-174
- NAKAJIMA, A., HASHIMOTO, K., WATANABE, T. 2001. Recent studies on superhydrophobic films. *Monatshefte fur Chemie*, 132,1:31-41
- NAKAJIMA, A., Abe, K., HASHIMOTO, K., WATANABE, T. 2000. Preparation of har superhydrophobic fims with visible light transmission. *Thin Solid Films*, 376,1-2: 140-143
- PAPET, P., BARS, L. BAUMARD, J. F., LECOMTE, A. and DAUGER, A. 1989. Transparent monolithic zirconia gels: Effects of acetylacetone content on gelation. *Journal of Material Science*, 34 : 3850-3854 .
- SANCHEZ, C. and RIBOT, F. 1994. Design of hybrid organic- inorganic materials synthesised via sol-gel chemistry. *New Journal of Chemistry*, 18: 1007-1047.
- SANCHEZ, C. ve IN, M. 1992. Molecular design of alkoxide precursors for the synthesis of hybrid organic-inorganic gels. *Journal of Non- Crystalline Solids*, 147&148: 1-12

- SANCHEZ, C. ve LIVAGE, J. 1990. Sol-gel chemistry from metal alkoxide precursors. *New Journal of Chemistry*, 14: 513-521.
- SAYILKAN, H. , ŞENER, S. , ve ARPAÇ, E. 1993. The synthesis of new organic modified zirconium alkoxides by the sol-gel processing: hydrolysis and polymerization of the products. *Doğa, Turkish Journal of Chemistry* 17 : 196-200
- SCHMIDT, H. 1988. Chemistry of materials preparation by the sol-gel process. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 100: 51-64.
- SCHUBERT, U., ARPAC, E., W., HELMERICH, C. and CHAU, C. Primer hydrolysis products of methacrylate- modified Ti- and Zr- alkoxide. *Chemistry of Materials*, 4: 291-295.
- SCHUBERT, U., N. and LORENZ, A. 1995 Hybrid materials by metal alkoxides. *Chemistry of Materials*, 7 (11), 2010-2027.
- SEGAL, D. 1997. Chemical synthesis of ceramic materials. *Journal of Material Chemistry*, 7 (8) : 1297-1305 .
- USAMI, K. , SUGAHARA, S. , KOBAYASHI, M. SUMIMURA, K. , HATTORI, T. , ve MATSUMURA, M. 1999. Preparation and properties of silica films with higher-alkyl groups. *Journal of Non- Crystalline Solids*, 260: 199-207
- WEN, J. G. L. 1996. Organic-inorganic hybrid by the sol-gel approach. *Chemistry of Materials*, 8: 1667-1681.
- WINKLER, R. P., ARPAC, E., SCHIRRA, H., SEREUR, S., WEGNER, I. And SCHMIDT, H. 1999. Aqueous wet coatings for transparent plastic glazing. *Thin Solid Films*, 347: 1- 3 .
- YOLDAS, B. 1986. Hydrolysis of titanium alkoxide and effects of hydrolytic polycondensation parameters. *Journal of Material Science*, 21: 1087-1092.
- YOLDAS, B. 1993. Technological significance of sol-gel process and process-induced variations in sol-gel materials and coatings. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 1 : 65-77 .
- Anonim, April 1995 . Colorless Coating for Brick Masonry. *Technical Notes Brick Construction*, 6A Revised, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, September 1988a. Glossary of Terms Relating to Brick Masonry. *Technical Notes Brick Construction*, 2 Revised, Brick Institute of Association, VA

- Anonim, 1986. Manufacturing, Classification and Selection of Brick Manufacturing-Part I", March. *Technical Notes Brick Construction*, 6A, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, February 1993. Moisture Resistance of Brick Masonry Walls Condensation Analysis. *Technical Notes Brick Construction*, 7D Revised Reissued, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, February 1998. Water Resistance of Brick Masonry Design and Detailing, Part I of III. *Technical Notes Brick Construction*, 7 Revised, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, December 1998. Water Resistance of Brick Masonry Design and Detailing, Part II of III. *Technical Notes Brick Construction*, 7A Revised Reissued, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, September 1988b. Moisture Control in Brick and Tile Walls condensation. *Technical Notes Brick Construction*, 7C Reissued, Brick Institute of Association, VA
- Anonim, Ekim 1985. Fabrika Tuğlaları, Duvarlar için- Klinker Tuğla. *Türk Standartları*, TS 4562
- Anonim, Nisan 1998. Gazbeton-Rutubet Muhtevası Tayini. *Türk Standartları*, TS EN 1353
- Anonim, "Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme Elemanları" Ocak 1988. *Türk Standartları*, TS 453
- Anonim, İzmir 1995. Çimentoş-Gazbeton Tasarım ve Uygulama El Kitabı. İzmir 1995, 7. Baskı
- Anonim, September 1988. Wacker Silicone für die Steinkonsevirung. *Silicone-Silane-Kieselsäuren, Brilliant Ideas, Wacker Chemie Katalog*, Nr.4252.988, München
- WEBER. H., Mai 1986. "Konservierung und Restaurierung von Naturstein in Europa", *Silicone-Silane-Kieselsäuren, Brilliant Ideas, Wacker Chemie Katalog*, Nr.3832.686, München
- Anonim, Oktober 1987. Fassadenimprägnierung mit Silicon-Bautenschutz mit teln Technische Durchführung. *Silicone-Silane-Kieselsäuren, Brilliant Ideas, Wacker Chemie Katalog*, Nr.3759.1087, München
- Anonim, Mai 1986. Bautenschutzmittel. *Silicone-Silane-Kieselsäuren, Brilliant Ideas, Wacker Chemie Katalog*, Nr. 3102.586, München

Anonim. 2002. "Hazır Beton Nedir?", *Türkiye Hazır Beton Birliği Web Sitesi (THBB)*, <http://www.thbb.org/HazirBetonNedir.htm>

Anonim. 2001. "Hazır Beton Nedir?", *AKÇANSA Çimento Sanayi ve Tic. A.Ş. Web Sitesi*, [http://www.akcansa.com.tr/hb\\_uretimteknolojisi.htm](http://www.akcansa.com.tr/hb_uretimteknolojisi.htm)

Gökmen, V. 2002. "İslatma ve Temas Açısı", *Hacettepe Üniversitesi Web Sayfası*, [http://yunus.hun.edu.tr/~vgokmen/Modul2\\_8.htm](http://yunus.hun.edu.tr/~vgokmen/Modul2_8.htm)

## 7. EKLER. KAPLAMA TEST SONUÇLARI

### Ek.1. Su Emme Testi

MTEOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,596	55,354	56,488	56,813
Kuru	57,743	54,579	55,737	56,020
Fark	0,853	0,775	0,751	0,793
% Su Emme	1,477	1,420	1,347	1,416
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	87,828	74,243	85,522	82,531
Kuru	85,040	72,573	83,156	80,256
Fark	2,788	1,670	2,366	2,275
% Su Emme	3,278	2,301	2,845	2,834
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	16,765	17,304	16,905	16,991
Kuru	14,944	15,045	15,028	15,006
Fark	1,821	2,259	1,877	1,986
% Su Emme	12,185	15,015	12,490	13,233
MTEOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	56,194	62,105	57,393	58,564
Kuru	55,241	61,168	56,616	57,675
Fark	0,953	0,937	0,777	0,889
% Su Emme	1,725	1,532	1,372	1,541
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	75,068	84,703	75,278	78,350
Kuru	72,229	81,709	73,663	75,867
Fark	2,839	2,994	1,615	2,483
% Su Emme	3,931	3,664	2,192	3,272
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,019	19,340	18,665	18,675
Kuru	14,870	15,911	15,601	15,461
Fark	3,149	3,429	3,064	3,214
% Su Emme	21,177	21,551	19,640	20,788



Ek.1. Su Emme Testi Devamı

MTEOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	60,304	55,356	56,710	57,457
Kuru	59,676	54,591	55,735	56,667
Fark	0,628	0,765	0,975	0,789
% Su Emme	1,052	1,401	1,749	1,393
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	87,611	77,480	83,626	82,906
Kuru	85,806	76,103	81,858	81,256
Fark	1,805	1,377	1,768	1,650
% Su Emme	2,104	1,809	2,160	2,031
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	22,729	24,012	23,516	23,419
Kuru	16,843	17,876	17,064	17,261
Fark	5,886	6,136	6,452	6,158
% Su Emme	34,946	34,325	37,811	35,675
MTEOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	63,202	56,232	57,408	58,947
Kuru	61,834	55,371	56,701	57,969
Fark	1,368	0,861	0,707	0,979
% Su Emme	2,212	1,555	1,247	1,688
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,091	84,249	84,432	84,257
Kuru	82,429	82,236	82,454	82,373
Fark	1,662	2,013	1,978	1,884
% Su Emme	2,016	2,448	2,399	2,288
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	19,079	18,172	18,911	18,721
Kuru	15,990	16,080	15,296	15,789
Fark	3,089	2,092	3,615	2,932
% Su Emme	19,318	13,010	23,634	18,570

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

PTMOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	55,986	55,818	53,089	54,964
Kuru	55,387	55,245	52,565	54,399
Fark	0,599	0,573	0,524	0,565
% Su Emme	1,081	1,037	0,997	1,039
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,224	74,85	74,339	77,804
Kuru	82,716	73,25	72,598	76,188
Fark	1,508	1,6	1,741	1,616
% Su Emme	1,823	2,184	2,398	2,122
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	16,969	17,092	16,786	16,949
Kuru	15,745	15,664	15,190	15,533
Fark	1,224	1,428	1,596	1,416
% Su Emme	7,774	9,116	10,507	9,116
PTMOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	55,218	54,430	53,849	54,499
Kuru	54,670	53,806	53,230	53,902
Fark	0,548	0,624	0,619	0,597
% Su Emme	1,002	1,160	1,163	1,108
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	73,938	74,314	75,990	74,747
Kuru	71,948	72,585	74,696	73,076
Fark	1,990	1,729	1,294	1,671
% Su Emme	2,766	2,382	1,732	2,287
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	16,246	15,870	16,716	16,277
Kuru	14,515	14,892	15,449	14,952
Fark	1,731	0,978	1,267	1,325
% Su Emme	11,926	6,567	8,201	8,864

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

PTMOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,328	55,840	58,095	57,421
Kuru	57,719	55,264	57,467	56,817
Fark	0,609	0,576	0,628	0,604
% Su Emme	1,055	1,042	1,093	1,064
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	76,290	83,009	84,304	81,201
Kuru	74,786	81,465	82,473	79,575
Fark	1,504	1,544	1,831	1,626
% Su Emme	2,011	1,895	2,220	2,044
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,941	18,917	19,702	19,187
Kuru	17,138	17,066	17,977	17,394
Fark	1,803	1,851	1,725	1,793
% Su Emme	10,52	10,846	9,594	10,308
PTMOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	55,990	62,422	54,919	57,777
Kuru	55,514	60,982	54,223	56,906
Fark	0,476	1,440	0,696	0,871
% Su Emme	0,857	2,361	1,284	1,530
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	82,698	82,815	75,746	80,420
Kuru	80,925	80,848	74,239	78,671
Fark	1,773	1,967	1,507	1,749
% Su Emme	2,191	2,433	2,030	2,223
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,466	17,982	17,575	18,008
Kuru	16,002	15,586	15,697	15,762
Fark	2,464	2,396	1,878	2,246
% Su Emme	15,396	15,373	11,964	14,249

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

pHTEOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	61,355	56,586	58,903	58,948
Kuru	60,575	55,347	57,546	57,823
Fark	0,780	1,239	1,357	1,125
% Su Emme	1,288	2,239	2,358	1,946
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,868	76,443	76,014	79,11
Kuru	83,165	74,528	74,522	77,41
Fark	1,703	1,915	1,492	1,70
% Su Emme	2,048	2,570	2,002	2,201
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	19,460	19,377	19,542	19,46
Kuru	16,236	15,886	16,193	16,105
Fark	3,224	3,491	3,349	3,355
% Su Emme	19,857	21,975	20,682	20,832
pHTEOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	56,696	55,318	56,245	56,086
Kuru	54,403	54,167	55,190	54,587
Fark	2,293	1,151	1,055	1,500
% Su Emme	4,215	2,125	1,912	2,747
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	75,297	84,133	94,324	84,585
Kuru	72,785	82,091	92,525	82,467
Fark	2,512	2,042	1,799	2,118
% Su Emme	3,451	2,487	1,944	2,568
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	17,420	17,406	17,587	17,471
Kuru	15,059	14,914	14,579	14,851
Fark	2,361	2,492	3,008	2,620
% Su Emme	15,678	16,709	20,632	17,645

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

pHTEOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	60,662	55,766	57,29	57,906
Kuru	59,939	55,065	56,153	57,052
Fark	0,723	0,701	1,137	0,854
% Su Emme	1,206	1,273	2,025	1,496
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,600	74,993	75,328	78,307
Kuru	82,845	73,261	73,743	76,616
Fark	1,755	1,732	1,585	1,691
% Su Emme	2,118	2,364	2,149	2,207
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	20,783	18,779	20,403	19,988
Kuru	18,370	16,457	17,393	17,407
Fark	2,413	2,322	3,010	2,582
% Su Emme	13,136	14,109	17,306	14,831
pHTEOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	55,910	54,420	59,525	56,618
Kuru	55,352	53,677	58,589	55,873
Fark	0,558	0,743	0,936	0,746
% Su Emme	1,008	1,384	1,598	1,335
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	75,650	83,514	85,529	81,564
Kuru	73,950	81,526	83,990	79,822
Fark	1,700	1,988	1,539	1,742
% Su Emme	2,299	2,438	1,832	2,183
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,861	18,346	18,6	18,602
Kuru	15,923	15,792	15,551	15,755
Fark	2,938	2,554	3,049	2,847
% Su Emme	18,451	16,173	19,607	18,07

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

VTMOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	57,456	57,755	55,595	56,935
Kuru	56,675	56,852	54,694	56,074
Fark	0,781	0,903	0,901	0,862
% Su Emme	1,378	1,588	1,647	1,537
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	74,416	86,333	83,420	81,390
Kuru	72,172	84,152	81,603	79,309
Fark	2,244	2,181	1,817	2,081
% Su Emme	3,109	2,592	2,227	2,623
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	21,292	20,085	20,204	20,527
Kuru	15,213	14,265	14,207	14,562
Fark	6,079	5,82	5,997	5,965
% Su Emme	39,959	40,799	42,212	40,963
VTMOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	63,841	56,778	55,476	58,698
Kuru	62,138	56,122	54,837	57,699
Fark	1,703	0,656	0,639	0,999
% Su Emme	2,741	1,169	1,165	1,732
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,323	77,017	79,954	80,431
Kuru	82,264	74,982	78,260	78,502
Fark	2,059	2,035	1,694	1,929
% Su Emme	2,503	2,714	2,165	2,458
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,528	17,495	17,594	17,872
Kuru	15,788	15,242	14,661	15,23
Fark	2,74	2,253	2,933	2,642
% Su Emme	17,353	14,782	20,005	17,347

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

VTMOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	66,603	57,018	57,421	60,347
Kuru	65,977	56,346	56,726	59,683
Fark	0,626	0,672	0,695	0,664
% Su Emme	0,949	1,193	1,225	1,113
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	76,645	77,907	76,809	77,120
Kuru	75,529	76,547	75,742	75,939
Fark	1,116	1,360	1,067	1,181
% Su Emme	1,478	1,777	1,409	1,555
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	21,083	22,55	20,03	21,221
Kuru	17,196	18,376	16,389	17,32
Fark	3,887	4,174	3,641	3,901
% Su Emme	22,604	22,715	22,216	22,523
VTMOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,944	62,114	54,103	58,387
Kuru	58,390	60,939	53,450	57,593
Fark	0,554	1,175	0,653	0,794
% Su Emme	0,949	1,928	1,222	1,379
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	84,980	74,610	77,634	79,075
Kuru	83,830	72,969	76,184	77,661
Fark	1,150	1,641	1,450	1,414
% Su Emme	1,372	2,249	1,903	1,820
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	18,077	18,001	17,415	17,831
Kuru	16,028	15,89	15,313	15,744
Fark	2,049	2,111	2,102	2,087
% Su Emme	12,784	13,285	13,727	13,258

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

F-SİLAN – 5 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	57,577	58,593	63,167	59,779
Kuru	56,851	57,911	62,317	59,026
Fark	0,726	0,682	0,850	0,753
% Su Emme	1,277	1,178	1,364	1,275
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	77,215	82,198	83,140	80,851
Kuru	75,814	80,010	81,519	79,114
Fark	1,401	2,188	1,621	1,737
% Su Emme	1,848	2,735	1,988	2,195
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	19,895	17,656	18,840	18,797
Kuru	16,677	14,690	16,024	15,797
Fark	3,218	2,966	2,816	3,000
% Su Emme	19,296	20,191	17,574	18,991
F-SİLAN – 5 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,061	58,086	59,530	58,559
Kuru	56,852	57,452	58,708	57,671
Fark	1,209	0,634	0,822	0,888
% Su Emme	2,127	1,104	1,400	1,540
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	75,483	76,164	77,303	76,317
Kuru	73,052	74,011	74,683	73,915
Fark	2,431	2,153	2,620	2,401
% Su Emme	3,328	2,909	3,508	3,249
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	20,318	18,886	18,771	19,325
Kuru	15,791	14,705	14,519	15,005
Fark	4,527	4,181	4,252	4,320
% Su Emme	28,668	28,433	29,290	28,790



**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

F-SILAN – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	56,695	56,395	55,181	56,090
Kuru	55,900	56,096	54,676	55,557
Fark	0,795	0,299	0,505	0,533
% Su Emme	1,422	0,533	0,924	0,959
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	74,425	74,064	76,079	74,856
Kuru	72,505	72,189	74,333	73,009
Fark	1,920	1,875	1,746	1,847
% Su Emme	2,648	2,597	2,349	2,530
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	19,246	18,580	19,015	18,947
Kuru	16,643	16,122	17,013	16,593
Fark	2,603	2,458	2,002	2,354
% Su Emme	15,640	15,246	11,767	14,189
F-SILAN – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,770	51,702	58,738	56,403
Kuru	58,025	51,093	58,199	55,772
Fark	0,745	0,609	0,539	0,631
% Su Emme	1,284	1,192	0,926	1,131
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	87,289	72,053	74,255	77,866
Kuru	84,496	69,863	72,135	75,498
Fark	2,793	2,190	2,120	2,368
% Su Emme	3,305	3,135	2,939	3,136
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	16,519	15,862	15,558	15,980
Kuru	14,868	14,332	13,917	14,372
Fark	1,651	1,530	1,641	1,607
% Su Emme	11,104	10,675	11,791	11,184

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	62,087	64,237	63,410	63,245
Kuru	56,790	57,595	55,740	56,708
Fark	5,297	6,642	7,670	6,536
% Su Emme	9,327	11,532	13,760	11,526
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	94,648	80,392	92,342	89,127
Kuru	88,741	73,923	85,256	82,640
Fark	5,907	6,469	7,086	6,487
% Su Emme	6,656	8,751	8,311	7,850
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	30,930	30,642	30,291	30,621
Kuru	14,988	14,897	14,778	14,883
Fark	15,942	15,745	15,513	15,733
% Su Emme	106,365	105,695	104,974	105,711
TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	63,631	68,292	58,377	63,433
Kuru	57,552	62,122	52,523	57,399
Fark	6,079	6,170	5,854	6,034
% Su Emme	10,563	9,932	11,146	10,513
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	82,415	87,768	74,757	81,647
Kuru	76,064	80,730	67,809	74,868
Fark	6,351	7,038	6,948	6,779
% Su Emme	8,350	8,718	10,246	9,055
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	36,260	42,459	42,894	40,53767
Kuru	14,450	14,724	14,673	14,61567
Fark	21,810	27,735	28,221	25,922
% Su Emme	150,934	188,366	192,333	177,358

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	63,377	59,416	61,524	61,439
Kuru	56,737	53,517	55,458	55,237
Fark	6,640	5,899	6,066	6,202
% Su Emme	11,703	11,023	10,938	11,227
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	90,324	89,600	92,508	90,811
Kuru	82,797	82,968	84,877	83,547
Fark	7,527	6,632	7,631	7,263
% Su Emme	9,091	7,993	8,991	8,694
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	41,542	39,530	42,397	41,156
Kuru	14,682	14,686	14,843	14,737
Fark	26,860	24,844	27,554	26,419
% Su Emme	182,945	169,168	185,636	179,272
TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	62,770	61,505	69,888	64,721
Kuru	56,604	55,244	63,648	58,499
Fark	6,166	6,261	6,240	6,222
% Su Emme	10,893	11,333	9,804	10,637
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	86,169	88,102	79,912	84,728
Kuru	78,912	80,931	73,781	77,875
Fark	7,171	6,131	6,131	6,478
% Su Emme	9,087	7,576	8,310	8,318
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	35,436	37,732	39,386	37,518
Kuru	14,838	14,925	14,697	14,820
Fark	22,807	24,689	24,689	24,062
% Su Emme	153,707	165,420	167,987	162,359

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	69,433	61,411	57,161	62,668
Kuru	63,047	51,524	55,242	56,604
Fark	9,887	1,919	1,919	4,575
% Su Emme	15,682	3,724	3,474	8,082
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	94,232	92,336	88,244	91,604
Kuru	86,318	85,310	82,363	84,664
Fark	7,026	5,881	5,881	6,263
% Su Emme	8,140	6,894	7,140	7,397
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	30,181	28,803	29,464	29,483
Kuru	14,205	14,163	14,979	14,449
Fark	14,64	14,485	14,485	14,537
% Su Emme	103,062	102,274	96,702	100,607
TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	60,374	61,716	61,813	61,301
Kuru	54,227	56,091	55,396	55,238
Fark	5,625	6,417	6,417	6,153
% Su Emme	10,373	11,440	11,584	11,139
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	87,257	86,410	78,808	84,158
Kuru	79,725	79,228	72,746	77,233
Fark	7,182	6,062	6,062	6,435
% Su Emme	9,008	7,651	8,333	8,332
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	33,719	34,393	28,345	32,152
Kuru	15,555	14,468	14,172	14,732
Fark	19,925	14,173	14,173	16,090
% Su Emme	128,094	97,961	100,007	109,223

Ek.1. Su Emme Testi Devamı

TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	61,456	60,870	64,198	62,175
Kuru	56,176	55,608	60,716	57,500
Fark	5,262	3,482	3,482	4,075
% Su Emme	9,367	6,262	5,735	7,088
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	83,999	83,472	85,737	84,403
Kuru	78,524	77,075	78,565	78,055
Fark	6,397	7,172	7,172	6,914
% Su Emme	8,147	9,305	9,129	8,857
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	21,358	21,856	25,764	22,993
Kuru	14,279	14,035	15,079	14,464
Fark	7,821	10,685	10,685	9,730
% Su Emme	54,773	76,131	70,860	67,271
TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	58,574	62,318	60,846	60,579
Kuru	53,356	57,191	55,127	55,225
Fark	5,127	5,719	5,719	5,522
% Su Emme	9,609	10,000	10,374	9,999
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	77,854	89,393	79,974	82,407
Kuru	72,092	81,886	73,569	75,849
Fark	7,507	6,405	6,405	6,772
% Su Emme	10,413	7,822	8,706	8,929
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	31,090	30,502	38,689	33,427
Kuru	14,279	14,594	14,271	14,381
Fark	15,908	24,418	24,418	21,581
% Su Emme	111,408	167,315	171,102	150,065

**Ek.1. Su Emme Testi Devamı**

KAPLANMAMIŞ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	62,025	61,282	61,72	61,676
Kuru	55,253	55,204	55,12	55,192
Fark	6,078	6,600	6,600	6,426
% Su Emme	11,000	11,956	11,974	11,643
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	79,968	89,026	89,324	86,106
Kuru	73,870	81,540	82,243	79,218
Fark	7,486	7,081	7,081	7,216
% Su Emme	10,134	8,684	8,610	9,109
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Yaş	44,283	43,107	47,591	44,994
Kuru	14,443	14,091	14,868	14,467
Fark	29,016	32,723	32,723	31,487
% Su Emme	200,900	232,226	220,090	217,644

Ek.2. Nem Testi

MTEOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	57,772	54,616	55,763	56,050
Kuru	57,743	54,579	55,737	56,020
Fark	0,029	0,037	0,026	0,031
% Nem	0,050	0,068	0,047	0,055
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	85,671	72,95	83,77	80,797
Kuru	85,04	72,573	83,156	80,256
Fark	0,631	0,377	0,614	0,541
% Nem	0,742	0,519	0,738	0,667
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,214	15,321	15,291	15,275
Kuru	14,944	15,045	15,028	15,006
Fark	0,27	0,276	0,263	0,270
% Nem	1,807	1,834	1,750	1,797
MTEOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	55,284	61,21	56,658	57,717
Kuru	55,241	61,168	56,616	57,675
Fark	0,043	0,042	0,042	0,042
% Nem	0,078	0,069	0,074	0,074
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	72,75	82,302	73,993	76,348
Kuru	72,229	81,709	73,663	75,867
Fark	0,521	0,593	0,33	0,481
% Nem	0,721	0,726	0,448	0,632
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,139	16,211	15,862	15,737
Kuru	14,87	15,911	15,601	15,461
Fark	0,269	0,3	0,261	0,277
% Nem	1,809	1,885	1,673	1,789

**Ek.2. Nem Testi Devamı**

MTEOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	59,705	54,631	55,77	56,702
Kuru	59,676	54,591	55,735	56,667
Fark	0,029	0,04	0,035	0,035
% Nem	0,049	0,073	0,063	0,062
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	86,338	76,468	82,399	81,735
Kuru	85,806	76,103	81,858	81,256
Fark	0,532	0,365	0,541	0,479
% Nem	0,620	0,480	0,661	0,587
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	17,359	17,127	18,162	17,549
Kuru	17,064	16,843	17,876	17,261
Fark	0,295	0,284	0,286	0,288
% Nem	1,729	1,686	1,600	1,672
MTEOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	61,874	55,404	56,741	58,006
Kuru	61,834	55,371	56,701	57,969
Fark	0,040	0,033	0,040	0,038
% Nem	0,065	0,060	0,071	0,065
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	82,880	82,735	83,011	82,875
Kuru	82,429	82,236	82,454	82,373
Fark	0,451	0,499	0,557	0,502
% Nem	0,547	0,607	0,676	0,610
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,242	16,363	15,545	16,050
Kuru	15,99	16,08	15,296	15,789
Fark	0,252	0,283	0,249	0,261
% Nem	1,576	1,760	1,628	1,655



Ek.2. Nem Testi Devamı

PTMOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	55,4	55,289	52,601	54,430
Kuru	55,387	55,245	52,565	54,399
Fark	0,013	0,044	0,036	0,031
% Nem	0,023	0,080	0,068	0,057
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	73,725	73,118	83,066	76,636
Kuru	73,25	72,598	82,716	76,188
Fark	0,475	0,52	0,35	0,448
% Nem	0,648	0,716	0,423	0,596
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,02	15,926	15,438	15,795
Kuru	15,745	15,664	15,19	15,533
Fark	0,275	0,262	0,248	0,262
% Nem	1,747	1,673	1,633	1,684
PTMOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	54,708	53,852	53,26	53,940
Kuru	54,67	53,806	53,23	53,902
Fark	0,038	0,046	0,03	0,038
% Nem	0,070	0,085	0,056	0,070
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	72,4	73,03	75,035	73,488
Kuru	71,948	72,585	74,696	73,076
Fark	0,452	0,445	0,339	0,412
% Nem	0,628	0,613	0,454	0,565
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,757	15,133	15,698	15,196
Kuru	14,515	14,892	15,449	14,952
Fark	0,242	0,241	0,249	0,244
% Nem	1,667	1,618	1,612	1,632

Ek.2. Nem Testi Devamı

PTMOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	57,761	55,301	57,512	56,858
Kuru	57,719	55,264	57,467	56,817
Fark	0,042	0,037	0,045	0,041
% Nem	0,073	0,067	0,078	0,073
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	75,353	82,035	83,068	80,152
Kuru	74,786	81,465	82,473	79,575
Fark	0,567	0,57	0,595	0,577
% Nem	0,758	0,700	0,721	0,726
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	17,394	17,309	18,224	17,642
Kuru	17,138	17,066	17,977	17,394
Fark	0,256	0,243	0,247	0,249
% Nem	1,494	1,424	1,374	1,431
PTMOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	55,533	60,992	54,268	56,931
Kuru	55,514	60,982	54,223	56,906
Fark	0,019	0,01	0,045	0,025
% Nem	0,034	0,016	0,083	0,045
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	81,472	81,461	74,79	79,241
Kuru	80,925	80,848	74,239	78,671
Fark	0,547	0,613	0,551	0,570
% Nem	0,676	0,758	0,742	0,725
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,216	15,801	15,902	15,973
Kuru	16,002	15,586	15,697	15,762
Fark	0,214	0,215	0,205	0,211
% Nem	1,337	1,379	1,306	1,341

**Ek.2. Nem Testi Devamı**

pHTEOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	60,611	55,397	57,606	57,871
Kuru	60,575	55,347	57,546	57,823
Fark	0,036	0,05	0,06	0,049
% Nem	0,059	0,090	0,104	0,085
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	83,596	75,048	74,889	77,844
Kuru	83,165	74,528	74,522	77,405
Fark	0,431	0,52	0,367	0,439
% Nem	0,518	0,698	0,492	0,569
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,518	16,15	16,453	16,374
Kuru	16,236	15,886	16,193	16,105
Fark	0,282	0,264	0,26	0,269
% Nem	1,737	1,662	1,606	1,668
pHTEOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	54,442	54,208	55,232	54,627
Kuru	54,403	54,167	55,19	54,587
Fark	0,039	0,041	0,042	0,041
% Nem	0,072	0,076	0,076	0,074
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	73,381	82,464	93,12	82,988
Kuru	72,785	82,091	92,525	82,467
Fark	0,596	0,373	0,595	0,521
% Nem	0,819	0,454	0,643	0,639
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,308	15,158	14,793	15,086
Kuru	15,059	14,914	14,579	14,851
Fark	0,249	0,244	0,214	0,236
% Nem	1,653	1,636	1,468	1,586

Ek.2. Nem Testi Devamı

pHTEOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	60,002	55,115	56,204	57,107
Kuru	59,939	55,065	56,153	57,052
Fark	0,063	0,050	0,051	0,055
% Nem	0,105	0,091	0,091	0,096
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	83,355	73,67	74,165	77,063
Kuru	82,845	73,261	73,743	76,616
Fark	0,510	0,409	0,422	0,447
% Nem	0,616	0,558	0,572	0,582
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	18,657	16,7	17,644	17,667
Kuru	18,37	16,457	17,393	17,407
Fark	0,287	0,243	0,251	0,260
% Nem	1,562	1,477	1,443	1,494
pHTEOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	55,399	58,642	53,716	55,919
Kuru	55,352	58,589	53,677	55,873
Fark	0,047	0,053	0,039	0,046
% Nem	0,085	0,090	0,073	0,083
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	74,342	81,987	84,46	80,263
Kuru	73,95	81,526	83,99	79,822
Fark	0,392	0,461	0,47	0,441
% Nem	0,530	0,565	0,560	0,552
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,17	16,045	15,789	16,001
Kuru	15,923	15,792	15,551	15,755
Fark	0,247	0,253	0,238	0,246
% Nem	1,551	1,602	1,530	1,561

Ek.2. Nem Testi Devamı

VTMOS – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,736	56,921	54,75	56,136
Kuru	56,675	56,852	54,694	56,074
Fark	0,061	0,069	0,056	0,062
% Nem	0,108	0,121	0,102	0,110
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	72,708	84,755	82,119	79,861
Kuru	72,172	84,152	81,603	79,309
Fark	0,536	0,603	0,516	0,552
% Nem	0,743	0,717	0,632	0,697
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,523	14,534	14,378	14,812
Kuru	15,213	14,265	14,207	14,562
Fark	0,31	0,269	0,171	0,250
% Nem	2,038	1,886	1,204	1,709
VTMOS – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	62,16	56,172	54,885	57,739
Kuru	62,138	56,122	54,837	57,699
Fark	0,022	0,05	0,048	0,040
% Nem	0,035	0,089	0,088	0,071
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	82,799	75,52	78,784	79,034
Kuru	82,264	74,982	78,26	78,502
Fark	0,535	0,538	0,524	0,532
% Nem	0,650	0,718	0,670	0,679
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,1	15,537	14,933	15,523
Kuru	15,788	15,242	14,661	15,230
Fark	0,312	0,295	0,272	0,293
% Nem	1,976	1,935	1,855	1,922

**Ek.2. Nem Testi Devamı**

VTMOS – 30 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	66,023	56,413	56,806	59,747
Kuru	65,977	56,346	56,726	59,683
Fark	0,046	0,067	0,08	0,064
% Nem	0,070	0,119	0,141	0,110
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	76,041	77,109	76,136	76,429
Kuru	75,529	76,547	75,742	75,939
Fark	0,512	0,562	0,394	0,489
% Nem	0,678	0,734	0,520	0,644
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	17,505	18,709	16,652	17,622
Kuru	17,196	18,376	16,389	17,320
Fark	0,309	0,333	0,263	0,302
% Nem	1,797	1,812	1,605	1,738
VTMOS – 30 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	58,465	60,962	53,509	57,645
Kuru	58,39	60,939	53,45	57,593
Fark	0,075	0,023	0,059	0,052
% Nem	0,128	0,038	0,110	0,092
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	84,2	73,496	76,704	78,133
Kuru	83,83	72,969	76,184	77,661
Fark	0,37	0,527	0,52	0,472
% Nem	0,441	0,722	0,683	0,615
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,326	16,182	15,585	16,031
Kuru	16,028	15,89	15,313	15,744
Fark	0,298	0,292	0,272	0,287
% Nem	1,859	1,838	1,776	1,824

Ek.2. Nem Testi Devamı

F-SİLAN – 5 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,935	57,99	62,33	59,085
Kuru	56,851	57,911	62,317	59,026
Fark	0,084	0,079	0,013	0,059
% Nem	0,148	0,136	0,021	0,102
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	76,227	80,63	81,974	79,610
Kuru	75,814	80,01	81,519	79,114
Fark	0,413	0,62	0,455	0,496
% Nem	0,545	0,775	0,558	0,626
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	17,075	15,061	16,403	16,180
Kuru	16,677	14,69	16,024	15,797
Fark	0,398	0,371	0,379	0,383
% Nem	2,387	2,526	2,365	2,426
F-SİLAN – 5 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,914	57,498	58,781	57,731
Kuru	56,852	57,452	58,708	57,671
Fark	0,062	0,046	0,073	0,060
% Nem	0,109	0,080	0,124	0,104
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	73,596	74,555	75,282	74,478
Kuru	73,052	74,011	74,683	73,915
Fark	0,544	0,544	0,599	0,562
% Nem	0,745	0,735	0,802	0,761
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	16,121	15,019	14,853	15,331
Kuru	15,791	14,705	14,519	15,005
Fark	0,33	0,314	0,334	0,326
% Nem	2,090	2,135	2,300	2,175

Ek.2. Nem Testi Devamı

F-SILAN – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,013	56,211	54,778	55,667
Kuru	55,9	56,096	54,676	55,557
Fark	0,113	0,115	0,102	0,110
% Nem	0,202	0,205	0,187	0,198
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	73,025	72,715	74,828	73,523
Kuru	72,505	72,189	74,333	73,009
Fark	0,52	0,526	0,495	0,514
% Nem	0,717	0,729	0,666	0,704
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	17,11	16,608	17,435	17,051
Kuru	16,643	16,122	17,013	16,593
Fark	0,467	0,486	0,422	0,458
% Nem	2,806	3,015	2,480	2,767
F-SILAN – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	58,105	51,166	58,283	55,851
Kuru	58,025	51,093	58,199	55,772
Fark	0,08	0,073	0,084	0,079
% Nem	0,138	0,143	0,144	0,142
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	84,919	70,359	72,612	75,963
Kuru	84,496	69,863	72,135	75,498
Fark	0,423	0,496	0,477	0,465
% Nem	0,501	0,710	0,661	0,624
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,185	14,664	14,245	14,698
Kuru	14,868	14,332	13,917	14,372
Fark	0,317	0,332	0,328	0,326
% Nem	2,132	2,316	2,357	2,268



Ek.2. Nem Testi Devamı

TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,843	57,664	55,809	56,772
Kuru	56,79	57,595	55,74	56,708
Fark	0,053	0,069	0,069	0,064
% Nem	0,093	0,120	0,124	0,112
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	90,775	76,212	87,972	84,986
Kuru	88,741	73,923	85,256	82,640
Fark	2,034	2,289	2,716	2,346
% Nem	2,292	3,096	3,186	2,858
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,42	15,324	15,195	15,313
Kuru	14,988	14,897	14,778	14,888
Fark	0,432	0,427	0,417	0,425
% Nem	2,882	2,866	2,822	2,857
TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	57,602	62,144	52,592	57,446
Kuru	57,552	62,122	52,523	57,399
Fark	0,05	0,022	0,069	0,047
% Nem	0,087	0,035	0,131	0,085
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	78,115	83,248	69,826	77,063
Kuru	76,064	80,73	67,809	74,868
Fark	2,051	2,518	2,017	2,195
% Nem	2,696	3,119	2,975	2,930
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,796	15,083	15,011	14,963
Kuru	14,45	14,724	14,673	14,616
Fark	0,346	0,359	0,338	0,348
% Nem	2,394	2,438	2,304	2,379

Ek.2. Nem Testi Devamı

TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,77	53,562	55,511	55,281
Kuru	56,737	53,517	55,458	55,237
Fark	0,033	0,045	0,053	0,044
% Nem	0,058	0,084	0,096	0,079
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	85,239	85,685	87,327	86,084
Kuru	82,797	82,968	84,877	83,547
Fark	2,442	2,717	2,45	2,536
% Nem	2,949	3,275	2,887	3,037
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,955	14,952	15,144	15,017
Kuru	14,682	14,686	14,843	14,737
Fark	0,273	0,266	0,301	0,280
% Nem	1,859	1,811	2,028	1,900
TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,639	55,283	63,664	58,529
Kuru	56,604	55,244	63,648	58,499
Fark	0,035	0,039	0,016	0,030
% Nem	0,062	0,071	0,025	0,053
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	81,396	83,656	76,033	80,362
Kuru	78,912	80,931	73,781	77,875
Fark	2,484	2,725	2,252	2,487
% Nem	3,148	3,367	3,052	3,189
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,07	15,148	14,884	15,034
Kuru	14,838	14,925	14,697	14,820
Fark	0,232	0,223	0,187	0,214
% Nem	1,564	1,494	1,272	1,443

Ek.2. Nem Testi Devamı

TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	63,059	51,556	55,283	56,633
Kuru	63,047	51,524	55,242	56,604
Fark	0,012	0,032	0,041	0,028
% Nem	0,019	0,062	0,074	0,052
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	89,063	88,14	84,706	87,303
Kuru	86,318	85,31	82,363	84,664
Fark	2,745	2,83	2,343	2,639
% Nem	3,180	3,317	2,845	3,114
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,567	14,461	15,316	14,781
Kuru	14,205	14,163	14,979	14,449
Fark	0,362	0,298	0,337	0,332
% Nem	2,548	2,104	2,250	2,301
TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	54,258	56,126	55,439	55,274
Kuru	54,227	56,091	55,396	55,238
Fark	0,031	0,035	0,043	0,036
% Nem	0,057	0,062	0,078	0,066
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	81,700	81,165	74,438	79,101
Kuru	79,725	79,228	72,746	77,233
Fark	2,475	1,937	1,692	2,035
% Nem	2,604	2,445	2,326	2,419
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	15,836	14,727	14,426	14,996
Kuru	15,555	14,468	14,172	14,732
Fark	0,281	0,259	0,254	0,265
% Nem	1,806	1,790	1,792	1,796

Ek.2. Nem Testi Devamı

TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMLU				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	56,201	55,644	60,745	57,530
Kuru	56,176	55,608	60,716	57,500
Fark	0,025	0,036	0,029	0,030
% Nem	0,045	0,065	0,048	0,052
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	80,064	79,174	80,785	80,008
Kuru	78,524	77,075	78,565	78,055
Fark	1,54	2,099	2,22	1,953
% Nem	1,961	2,723	2,826	2,503
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,595	14,362	15,307	14,755
Kuru	14,279	14,035	15,079	14,464
Fark	0,316	0,327	0,228	0,290
% Nem	2,213	2,330	1,512	2,018
TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMSUZ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	53,385	57,212	55,163	55,253
Kuru	53,356	57,191	55,127	55,225
Fark	0,029	0,021	0,036	0,029
% Nem	0,054	0,037	0,065	0,052
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	73,868	84,451	75,655	77,991
Kuru	72,092	81,886	73,569	75,849
Fark	1,776	2,565	2,086	2,142
% Nem	2,464	3,132	2,835	2,810
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,563	14,849	14,534	14,649
Kuru	14,279	14,594	14,271	14,381
Fark	0,284	0,255	0,263	0,268
% Nem	1,989	1,747	1,843	1,864

**Ek.2. Nem Testi Devamı**

KAPLANMAMIŞ				
Tuğla				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	55,199	55,253	55,173	55,208
Kuru	55,131	55,204	55,12	55,152
Fark	0,068	0,049	0,053	0,057
% Nem	0,123	0,089	0,096	0,103
Beton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	76,751	84,793	85,549	82,364
Kuru	73,870	81,540	82,243	79,218
Fark	2,881	3,253	3,306	3,146
% Nem	3,900	3,990	4,020	3,971
Gazbeton				
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Ortalama
Nemli	14,726	14,369	15,184	14,760
Kuru	14,443	14,091	14,868	14,467
Fark	0,283	0,278	0,316	0,292
% Nem	1,959	1,973	2,125	2,019

**Ek.3. Kondezasyon Testi**

MTEOS – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	57,743	54,579	55,737
1. Gün	58,214	55,040	56,232
3. Gün	58,380	55,257	56,352
5. Gün	58,548	55,393	56,467
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	85,040	72,573	83,156
1. Gün	86,664	73,557	84,765
3. Gün	87,344	74,155	85,499
5. Gün	87,835	74,614	85,964
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,944	15,045	15,028
1. Gün	16,357	16,383	15,977
3. Gün	16,249	16,310	16,162
5. Gün	16,540	16,543	16,398
MTEOS – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,241	61,168	56,616
1. Gün	55,577	61,294	56,871
3. Gün	55,766	61,346	56,966
5. Gün	55,894	61,444	57,154
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	72,229	81,709	73,663
1. Gün	73,664	83,313	74,669
3. Gün	74,394	84,169	75,239
5. Gün	75,010	84,743	75,739
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,870	15,911	15,601
1. Gün	15,823	17,095	16,446
3. Gün	16,140	17,595	16,902
5. Gün	16,397	18,024	17,208

**Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı**

MTEOS – 30 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	59,676	54,591	55,735
1. Gün	59,925	54,828	56,003
3. Gün	60,057	54,966	56,195
5. Gün	60,134	55,121	56,367
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	85,806	76,103	81,858
1. Gün	87,178	77,093	83,242
3. Gün	87,646	77,440	83,662
5. Gün	87,966	77,748	84,002
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	17,064	16,843	17,876
1. Gün	17,820	17,689	18,812
3. Gün	18,075	17,770	18,910
5. Gün	18,241	17,945	19,073
MTEOS – 30 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	61,834	55,371	56,701
1. Gün	62,124	55,677	57,005
3. Gün	62,209	55,796	57,132
5. Gün	62,336	55,944	57,290
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	82,429	82,236	82,454
1. Gün	83,589	83,522	83,850
3. Gün	84,020	84,075	84,420
5. Gün	84,391	84,214	84,758
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,990	16,080	15,296
1. Gün	17,227	16,151	16,796
3. Gün	17,610	16,392	17,130
5. Gün	18,028	16,774	17,597

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

PTMOS – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,387	55,245	52,565
1. Gün	55,539	55,414	52,690
3. Gün	55,641	55,522	52,795
5. Gün	55,729	55,567	52,884
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	73,250	72,598	82,716
1. Gün	74,366	73,852	83,681
3. Gün	74,314	74,785	84,111
5. Gün	75,012	74,545	84,384
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,745	15,664	15,190
1. Gün	16,374	16,224	15,708
3. Gün	16,580	16,416	15,879
5. Gün	16,684	16,509	16,027
PTMOS – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	54,670	53,806	53,230
1. Gün	54,766	53,950	53,378
3. Gün	54,837	54,051	53,489
5. Gün	54,932	54,151	53,604
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	71,948	72,585	74,696
1. Gün	73,324	73,815	75,588
3. Gün	73,912	74,958	76,021
5. Gün	74,246	74,673	76,269
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,515	14,892	15,449
1. Gün	15,246	15,483	15,972
3. Gün	15,437	15,698	16,236
5. Gün	15,630	15,863	16,378



**Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı**

PTMOS – 30 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	57,719	55,264	57,467
1. Gün	58,026	55,520	57,702
3. Gün	58,094	55,600	57,772
5. Gün	58,181	55,692	57,848
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	74,786	81,465	82,473
1. Gün	75,858	82,473	83,690
3. Gün	76,362	82,897	84,252
5. Gün	76,630	83,070	84,552
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	17,138	17,066	17,977
1. Gün	17,833	17,676	18,527
3. Gün	18,126	17,872	18,720
5. Gün	18,225	18,029	18,938
PTMOS – 30 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,514	60,982	54,223
1. Gün	55,572	61,004	54,351
3. Gün	55,651	61,066	54,493
5. Gün	55,719	61,129	54,622
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	80,925	80,848	74,239
1. Gün	82,040	82,048	75,264
3. Gün	82,599	82,626	75,744
5. Gün	82,960	83,004	76,026
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	16,002	15,586	15,697
1. Gün	16,495	16,041	16,122
3. Gün	16,722	16,231	16,281
5. Gün	16,890	16,411	16,461

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

pHTEOS – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	60,575	55,347	57,546
1. Gün	60,660	55,508	57,762
3. Gün	60,737	55,615	57,891
5. Gün	60,877	55,841	58,075
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	83,165	74,528	74,522
1. Gün	84,070	75,726	75,439
3. Gün	84,564	76,302	75,877
5. Gün	84,835	76,648	76,199
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	16,236	15,886	16,193
1. Gün	16,714	16,384	16,671
3. Gün	16,856	16,546	16,855
5. Gün	17,008	16,672	16,984
pHTEOS – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	54,403	54,167	55,190
1. Gün	54,727	54,399	55,545
3. Gün	54,915	54,598	55,743
5. Gün	55,076	54,675	55,928
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	72,785	82,091	92,525
1. Gün	74,140	83,089	93,628
3. Gün	74,779	83,560	94,171
5. Gün	75,238	83,909	94,615
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,059	14,914	14,579
1. Gün	16,380	15,920	15,268
3. Gün	16,125	16,872	16,489
5. Gün	17,373	16,982	16,573

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

pHTEOS – 30 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	59,939	55,065	56,153
1. Gün	60,120	55,177	56,319
3. Gün	60,238	55,255	56,421
5. Gün	60,310	55,349	56,574
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	82,845	73,261	73,743
1. Gün	84,006	74,324	74,810
3. Gün	84,401	74,785	75,266
5. Gün	84,659	75,052	75,563
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	18,370	16,457	17,393
1. Gün	18,950	16,953	17,859
3. Gün	19,154	17,103	17,990
5. Gün	19,255	17,254	18,184
pHTEOS – 30 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,352	58,589	53,677
1. Gün	55,449	58,730	53,768
3. Gün	55,590	58,816	53,820
5. Gün	55,584	58,968	53,906
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	73,950	81,526	83,990
1. Gün	75,053	82,800	85,041
3. Gün	75,530	83,320	85,530
5. Gün	75,790	83,661	85,859
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,923	15,792	15,551
1. Gün	16,405	16,382	16,102
3. Gün	16,568	16,587	16,332
5. Gün	16,803	16,828	16,539

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

VTMOS – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,675	56,852	54,694
1. Gün	57,053	57,188	55,032
3. Gün	57,277	57,367	55,181
5. Gün	57,430	57,506	55,305
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	72,172	84,152	81,603
1. Gün	73,513	85,488	82,811
3. Gün	74,002	85,880	83,245
5. Gün	74,368	86,187	83,501
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,213	14,265	14,207
1. Gün	16,140	14,982	14,732
3. Gün	16,370	15,231	15,008
5. Gün	16,573	15,571	15,279
VTMOS – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	62,138	56,122	54,837
1. Gün	62,166	56,243	54,939
3. Gün	62,266	56,412	55,054
5. Gün	62,323	56,541	55,203
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	82,264	74,982	78,260
1. Gün	83,559	76,155	79,253
3. Gün	84,100	76,609	79,694
5. Gün	84,464	76,956	80,046
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,788	15,242	14,661
1. Gün	16,642	15,811	15,134
3. Gün	17,063	16,040	15,298
5. Gün	17,403	16,302	15,536

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

VTMOS – 30 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	65,977	56,346	56,726
1. Gün	66,051	56,453	56,840
3. Gün	66,094	56,544	56,929
5. Gün	66,222	56,681	57,069
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	75,529	76,547	75,742
1. Gün	76,308	77,606	76,465
3. Gün	76,709	78,099	76,788
5. Gün	76,969	78,403	76,978
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	17,196	18,376	16,389
1. Gün	17,760	18,960	16,857
3. Gün	17,948	19,415	17,066
5. Gün	18,155	19,385	17,282
VTMOS – 30 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	58,390	60,939	53,450
1. Gün	58,710	61,197	53,710
3. Gün	58,887	61,400	53,903
5. Gün	58,996	61,554	54,036
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	83,830	72,969	76,184
1. Gün	84,679	74,249	77,414
3. Gün	85,065	74,760	77,862
5. Gün	85,295	75,058	78,069
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	16,028	15,890	15,313
1. Gün	17,087	17,055	16,560
3. Gün	17,276	17,059	16,419
5. Gün	17,534	17,288	16,553

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

F-SİLAN – 5 VAKUMLU

Tuğla

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,851	57,911	62,317
1. Gün	57,255	58,274	62,434
3. Gün	57,454	58,563	62,589
5. Gün	57,561	58,705	62,693

Beton

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	75,814	80,010	81,519
1. Gün	76,740	81,486	82,642
3. Gün	77,353	82,173	83,335
5. Gün	77,867	82,674	83,923

Gazbeton

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	16,677	14,690	16,024
1. Gün	17,380	15,517	16,406
3. Gün	19,929	17,399	18,253
5. Gün	21,071	18,435	19,238

F-SİLAN – 5 VAKUMSUZ

Tuğla

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,852	57,452	58,708
1. Gün	57,143	57,734	59,077
3. Gün	57,315	57,909	59,328
5. Gün	57,492	58,064	59,597

Beton

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	73,052	74,011	74,683
1. Gün	74,874	75,593	76,475
3. Gün	75,968	76,535	77,695
5. Gün	76,796	77,258	78,747

Gazbeton

	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,791	14,705	14,519
1. Gün	17,709	16,995	16,567
3. Gün	19,370	17,883	19,189
5. Gün	21,426	19,578	20,740

**Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı**

F-SİLAN – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,900	56,096	54,676
1. Gün	56,420	56,570	55,036
3. Gün	56,624	56,775	55,202
5. Gün	56,745	56,891	55,298
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	72,505	72,189	74,333
1. Gün	73,854	73,526	75,631
3. Gün	74,613	74,157	76,150
5. Gün	74,974	74,520	76,488
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	16,643	16,122	17,013
1. Gün	18,071	17,450	18,082
3. Gün	18,880	17,800	18,195
5. Gün	19,486	18,135	18,522
F-SİLAN – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	58,025	51,093	58,199
1. Gün	58,221	51,265	58,359
3. Gün	58,350	51,419	58,488
5. Gün	58,467	51,549	58,620
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	84,496	69,863	72,135
1. Gün	85,887	71,647	73,998
3. Gün	86,895	72,758	74,862
5. Gün	87,788	73,549	75,455
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,868	14,332	13,917
1. Gün	16,068	15,762	15,640
3. Gün	16,952	16,652	16,763
5. Gün	17,865	17,595	18,062

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,790	57,595	55,740
1. Gün	61,763	59,928	57,791
3. Gün	62,710	63,508	61,202
5. Gün	62,823	63,740	61,396
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	88,741	73,923	85,256
1. Gün	92,961	77,263	88,733
3. Gün	94,655	80,294	92,321
5. Gün	94,362	80,362	92,370
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,988	14,897	14,778
1. Gün	19,058	19,132	19,737
3. Gün	24,955	24,114	25,058
5. Gün	26,106	26,634	25,593
TASO-PHOB 400 – 8 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	57,552	62,122	52,523
1. Gün	58,702	64,495	54,633
3. Gün	61,462	67,558	57,439
5. Gün	63,174	67,919	58,194
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	76,064	80,730	67,809
1. Gün	79,737	86,154	74,112
3. Gün	82,409	87,764	74,753
5. Gün	82,503	87,856	74,878
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,450	14,724	14,673
1. Gün	18,297	18,092	18,626
3. Gün	22,214	22,158	24,203
5. Gün	25,800	26,115	26,673



**Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı**

TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,737	53,517	55,458
1. Gün	58,000	54,120	56,038
3. Gün	59,960	55,400	58,018
5. Gün	63,069	59,040	61,302
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	82,797	82,968	84,877
1. Gün	85,038	84,559	87,237
3. Gün	87,298	86,351	89,354
5. Gün	90,269	89,498	92,418
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,682	14,686	14,843
1. Gün	17,310	16,775	16,391
3. Gün	20,570	19,778	18,992
5. Gün	23,254	22,802	23,011
TASO-PHOB 400 – 12 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,604	55,244	63,648
1. Gün	57,060	55,834	64,013
3. Gün	58,157	56,687	64,459
5. Gün	62,400	60,936	65,310
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	78,912	80,931	73,781
1. Gün	81,260	83,113	79,668
3. Gün	83,478	88,027	79,907
5. Gün	86,184	88,177	80,014
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,838	14,925	14,697
1. Gün	16,808	17,148	16,608
3. Gün	18,773	19,600	18,489
5. Gün	22,992	23,994	23,999

**Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı**

TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	63,047	51,524	55,242
1. Gün	64,662	52,363	55,845
3. Gün	67,144	53,630	57,366
5. Gün	69,018	60,778	56,575
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	86,318	85,310	82,363
1. Gün	88,330	86,586	84,136
3. Gün	90,030	88,133	85,691
5. Gün	93,873	91,960	88,319
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,205	14,163	14,979
1. Gün	16,610	15,790	16,823
3. Gün	19,150	17,681	19,498
5. Gün	22,857	23,203	24,796
TASO-PHOB 520 – 10 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	54,227	56,091	55,396
1. Gün	54,671	56,736	56,014
3. Gün	55,627	57,217	56,771
5. Gün	59,963	58,248	61,227
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	79,725	79,228	72,746
1. Gün	81,657	81,324	75,462
3. Gün	83,271	83,151	78,688
5. Gün	85,233	86,144	78,784
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	15,555	14,468	14,172
1. Gün	17,555	16,357	15,802
3. Gün	19,730	19,280	17,609
5. Gün	26,994	25,450	23,641

Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMLU			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	56,176	55,608	60,716
1. Gün	58,529	59,498	62,720
3. Gün	60,356	61,438	64,653
5. Gün	61,731	61,584	66,058
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	78,524	77,075	78,565
1. Gün	82,370	79,430	81,364
3. Gün	83,833	83,115	85,013
5. Gün	83,895	83,222	85,657
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,279	14,035	15,079
1. Gün	20,132	19,242	19,834
3. Gün	21,950	21,615	23,275
5. Gün	22,545	22,081	23,810
TASO-PHOB 520 – 20 VAKUMSUZ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	53,356	57,191	55,127
1. Gün	54,476	57,957	56,474
3. Gün	56,418	58,616	59,055
5. Gün	58,277	59,641	60,487
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	72,092	81,886	73,569
1. Gün	76,770	86,526	78,118
3. Gün	77,772	89,182	79,893
5. Gün	77,867	89,306	80,004
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,279	14,594	14,271
1. Gün	17,806	18,026	21,028
3. Gün	23,092	23,663	23,619
5. Gün	24,202	24,333	24,300

### Ek.3. Kondezasyon Testi Devamı

KAPLANMAMIŞ			
Tuğla			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	55,253	55,204	55,120
1. Gün	61,064	60,690	60,670
3. Gün	61,688	61,261	60,804
5. Gün	61,779	61,441	60,922
Beton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	73,870	81,540	82,743
1. Gün	79,903	89,224	89,483
3. Gün	79,936	89,192	89,410
5. Gün	80,050	89,311	89,426
Gazbeton			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3
Kuru	14,443	14,091	14,868
1. Gün	26,331	23,847	28,137
3. Gün	30,570	30,132	31,123
5. Gün	33,453	32,501	34,232

Ek.4. Su Temas Açısı Verileri

Kaplama	1	2	3	4	5	ORT
MTEOS 10 V TUĞLA	100	113	133	120	140	121,2
MTEOS 10 TUĞLA	88	90	85	82	85	86
MTEOS 30 V TUĞLA	90	84	90	84	90	87,6
MTEOS 30 TUĞLA	118	107	108	105	109	109,4
PTMOS 10 V TUĞLA	90	95	88	100	90	92,6
PTMOS 10 TUĞLA	113	114	127	108	127	117,8
PTMOS 30 V TUĞLA	95	94	96	93	95	94,6
PTMOS 30 TUĞLA	98	100	92	90	96	95,2
VTMOS 10 V TUĞLA	100	94	98	100	92	96,8
VTMOS 10 TUĞLA	102	105	99	93	91	98
VTMOS 30 V TUĞLA	105	120	115	123	102	113
VTMOS 30 TUĞLA	99	96	94	102	95	97,2
pHTEOS 10 V TUĞLA	90	100	95	90	85	92
pHTEOS 10 TUĞLA	70	65	63	65	62	65
pHTEOS 30 V TUĞLA	75	80	76	78	79	77,6
pHTEOS 30 TUĞLA	98	96	92	95	94	95
F -SİLAN 5 V TUĞLA	135	140	125	130	128	131,6
F -SİLAN 5 TUĞLA	125	124	127	122	125	124,6
F -SİLAN 10 V TUĞLA	138	134	140	136	135	136,6
F -SİLAN 10 TUĞLA	136	138	133	130	127	132,8
TASO PHOB 400-8 V TUĞLA	110	123	125	118	101	115,4
TASO PHOB 400-8 TUĞLA	93	98	95	110	89	97
TASO PHOB 400-12 V TUĞLA	107	123	115	108	103	111,2
TASO PHOB 400-12 TUĞLA	99	108	90	103	120	104
TASO PHOB 520-10 V TUĞLA	109	111	115	123	103	112,2
TASO PHOB 520-10 TUĞLA	117	121	118	113	112	116,2
TASO PHOB 520-20 V TUĞLA	118	120	111	115	112	115,2
TASO PHOB 520-20 TUĞLA	120	113	107	111	108	111,8

Ek.4. Su Temas Açısı Verileri Devamı

Kaplama	1	2	3	4	5	ORT
MTEOS 10 V BETON	107	118	115	128	88	111,2
MTEOS 10 BETON	103	100	102	100	97	100,4
MTEOS 30 V BETON	115	108	92	92	90	99,4
MTEOS 30 BETON	120	115	110	112	98	111
PTMOS 10 V BETON	104	100	96	98	97	99
PTMOS 10 BETON	95	101	100	95	94	97
PTMOS 30 V BETON	115	103	122	106	99	109
PTMOS 30 BETON	117	111	120	103	108	111,8
VTMOS 10 V BETON	125	115	133	110	127	122
VTMOS 10 BETON	119	116	125	130	122	122,4
VTMOS 30 V BETON	121	114	126	135	137	126,6
VTMOS 30 BETON	120	118	133	120	105	119,2
pHTEOS 10 V BETON	108	88	95	92	90	94,6
pHTEOS 10 BETON	97	94	90	99	96	95,2
pHTEOS 30 V BETON	105	115	106	96	105	105,4
pHTEOS 30 BETON	98	101	109	106	119	106,6
F-SİLAN 5 V BETON	131	132	130	128	129	130
F-SİLAN 5 BETON	120	118	115	122	116	118,2
F-SİLAN 10 V BETON	127	133	145	138	140	136,6
F-SİLAN 10 BETON	138	141	140	139	137	139
TASO PHOB 400-8 V BETON	136	130	115	133	137	130,2
TASO PHOB 400-8 BETON	112	114	110	103	102	108,2
TASO PHOB 400-12 V BETON	111	105	109	107	102	106,8
TASO PHOB 400-12 BETON	103	98	110	95	106	102,4
TASO PHOB 520-10 V BETON	118	122	119	117	122	119,6
TASO PHOB 520-10 BETON	119	115	122	125	105	117,2
TASO PHOB 520-20 V BETON	122	126	117	135	115	123
TASO PHOB 520-20 BETON	120	118	119	115	118	118

## ÖZGEÇMİŞ

Muharrem Gün, 1975 yılında Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1993 yılında girdiği Hacettepe Üniversitesi Kimya Bölümünden kimyager ünvanı alarak 1999 yılında mezun oldu. Aynı yıl Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Halen aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

HERTÖBLÖCÜ KÖRFEZİ...