

168490

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

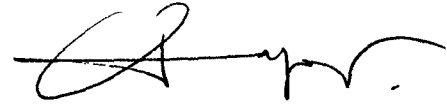
**GAZBETON YAPI ÜRÜNLERİ İLE YAPILAN DIŞ
DUVARLARDA BUHAR DİFÜZYONUNUN ETKİLERİ**

Mimar Ürün BİÇER ÖZKUN

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Günsel ALVER



Hüseyin Serefhanoglu +15121111111
SREN

Prof. Dr. Feriye AKÖZ

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTIMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problem.....	1
1.2 Amaç.....	1
1.3 Kapsam	2
1.4 Yöntem	2
2. DIŞ DUVAR ve TÜRLERİ.....	3
2.1 Dış Duvar.....	3
2.2 Dış Duvarlardan Karşılması Beklenen Temel Fonksiyonlar	4
2.3 Dış Duvarı Oluşturan Bileşenler	5
2.3.1 İç kaplamalar	6
2.3.2 Duvar Gövdesi.....	6
2.3.3 Dış kaplama	12
2.4 Dış Duvarların Yapıldıkları Malzemelere Göre Sınıflandırılması	14
3. GAZBETON.....	15
3.1 Gazbetonun Tarihçesi.....	15
3.2 Gazbeton Üretimi	16
3.3 Gazbetonun Özellikleri.....	19
3.3.1 Gazbetonun Fiziksel Özellikleri.....	19
3.3.1.1 Gazbetonun Malzeme Yapısı	19
3.3.1.2 Gazbetonun Malzeme Rengi ve Yüzey Yapısı.....	20
3.3.1.3 Gazbetonun Özgül Ağırlığı	20
3.3.1.4 Gazbetonun İşlenebilme Özelliği	20
3.3.1.5 Gazbetonda Su Emme – Kuruma	20
3.3.1.6 Gazbetonun Hacim Sabitliği.....	21
3.3.1.7 Gazbetonun Denge Rutubeti.....	22
3.3.1.8 Gazbetonun Isı İletkenliği	23
3.3.1.9 Gazbetonun Isıl Genleşmesi	24
3.3.1.10 Gazbetonda Özgül Isı	24

3.3.1.11	Gazbetonun Ergime Sıcaklığı.....	24
3.3.1.12	Gazbetonun Isı Nüfuz Katsayısı.....	24
3.3.1.13	Gazbetonun Soğuma Katsayısı.....	25
3.3.1.14	Gazbetonda Isı Depolama.....	26
3.3.1.15	Gazbetonun Isı Ataleti.....	27
3.3.2	Gazbetonun Mekânik Özellikleri.....	29
3.3.2.1	Gazbetonun Basınç Mukavemeti ve Kuru Birim Hacim Ağırlığı.....	29
3.3.2.2	Gazbetonun Elastisite Modülü.....	30
3.3.2.3	Gazbetonun Çekme Mukavemeti.....	31
3.3.2.4	Gazbetonun Eğilmede Çekme Mukavemeti.....	31
3.3.2.5	Gazbetonun Kayma Mukavemeti.....	31
3.3.2.6	Gazbetonda Malzeme Sünmesi.....	31
3.3.3	Gazbetonun Dayanıklılık Özelliği.....	32
3.3.3.1	Gazbetonun Donma-Çözülme Etkisine Dayanıklılığı.....	32
3.3.3.2	Gazbetonun Korozyona Karşı Korunması.....	33
3.3.3.3	Gazbetonun Kimyasal Etkenlere Karşı Dayanıklılık.....	33
3.3.3.4	Gazbetonun Suda Çözünmesi.....	33
3.4	Gazbetonun Sınıflandırılması.....	34
3.4.1	Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Blokları.....	34
3.4.1.1	Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Bloklarının Sınıf ve Özellikleri.....	34
3.4.1.2	Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Bloklarının Sınıfları ve Ölçüleri.....	35
3.4.2	Gazbeton Yalıtım Plakları.....	36
3.4.2.1	Gazbeton Yalıtım Plaklarının Sınıf ve Özellikleri.....	37
3.4.2.2	Gazbeton Yalıtım Plaklarının Sınıfları ve Ölçüleri.....	37
3.4.3	Gazbeton U Bloklar.....	37
3.4.3.1	Gazbeton U blokların Sınıf ve Özellikleri.....	38
3.4.3.2	Gazbeton U Blokların Sınıf ve Ölçüleri.....	38
3.4.4	Gazbeton Kapı ve Pencere Lentoları.....	39
3.4.4.1	Gazbeton Kapı ve Pencere Lentolarının Sınıf ve Özellikleri.....	39
3.4.4.2	Gazbeton Kapı ve Pencere Lentolarının Sınıf ve Ölçüleri.....	39
3.4.5	Gazbeton Bölme Elemanları.....	40
3.4.5.1	Gazbeton Bölme Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri.....	40
3.4.5.2	Gazbeton Bölme Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri.....	41
3.4.5.3	Gazbeton Bölme Elemanlarının Profil Yapısı.....	41
3.4.6	Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanları.....	41
3.4.6.1	Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri.....	41
3.4.6.2	Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri.....	43
3.4.6.3	Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Profil Yapısı.....	43
3.4.7	Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanları.....	44
3.4.7.1	Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri.....	44
3.4.7.2	Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri.....	44
3.4.7.3	Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Profil Yapısı.....	45
3.4.8	Gazbeton Hazır Duvarlar.....	45
3.4.8.1	Gazbeton Hazır Duvarların Sınıf ve Özellikleri.....	45
3.4.8.2	Gazbeton Hazır Duvarların Sınıf ve Ölçüleri.....	46
3.4.8.3	Gazbeton Hazır Duvarların Profil Yapısı.....	47
4.	GAZBETON YAPI ÜRÜNLERİ İLE YAPILAN DIŞ DUVARLARDA BUHAR DİFÜZYONUNUN ETKİLERİ.....	48
4.1	Hava ve Nem.....	49

4.2	Yapı Malzemelerinin Nemi	51
4.3	Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma	53
4.3.1	Yapı Elemanlarında Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma	55
4.3.2	Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma Hesapları	62
4.4	Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Özelliklerine Etkileri	68
4.4.1	Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Fiziksel Özelliklerine Etkileri	68
4.4.2	Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Mekanik Özelliklerine Etkileri	72
4.4.3	Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Dayanıklılık Özelliklerine Etkileri	73
4.5	Yapı Elemanlarında Yoğuşmanın Önlenmesi	75
5.	SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	80
KAYNAKLAR		85
EKLER		88
Ek 1	Gazbeton Yapı Ürünlerinin Üretim Akışı	89
Ek 2.1	Gazbeton Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları	95
Ek 2.2	Tuğla Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları ...	131
Ek 2.3	Perlit Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları....	168
ÖZGEÇMİŞ		205

SİMGE LİSTESİ

G	Havada bulunan doymuş su buharı ağırlığı (kg)
G_2	Doymuş su buharı ağırlığı (kg)
G_F	Nemli malzeme ağırlığı (kg)
G_{Tr}	Kuru malzeme ağırlığı (kg)
ϕ_i	Bağıl hava nemi (% - birimsiz)
T_i	İç ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T_{y_i}	İç ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T_{Di}	İç ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T_D	Dış ortam sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T_s	Yoğuşma sıcaklığı ($^{\circ}C$)
ΔT	İç ve dış ortam sıcaklıkları farkı ($^{\circ}C$)
t	Zaman (h – saat)
t_T	Yoğuşma periyodu (h – saat)
t_v	Buharlaştırma periyodu (h – saat)
v	Hava akış hızı (cm/sn)
W	Havada bulunan su buharı miktarı (gr/m^3)
W_s	Doymunluk miktarı (gr/m^3)
W_T	Yoğuşma suyu miktarı (kg/m^2)
W_V	Buharlaştırılan su miktarı (kg/m^2)
P	Su buharı kısmi basıncı (Pa – pascal)
P_s	Doymunluk basıncı (Pa – pascal)
P_{swi}	Yapı elemanının iç yüzeyinde oluşan kısmi buhar basıncı (Pa – pascal)
P_{swd}	Yapı elemanının dış yüzeyinde oluşan kısmi buhar basıncı (Pa – pascal)
U_m	Ağırlıkça nem (kg/m^3)
U_v	Hacimce nem (kg/m^3)
α_i ve α_D	İç ve dış ortam taşınım katsayıları ($W/m^2K - m^2h^{\circ}C/kcal$)
Λ	Isı iletkenliği (W/m^2K)
$1/\Lambda$	Isı geçirgenlik direnci (m^2K/W)
d	Kesitin kalınlığı (cm)
S	Yapı elemanının kalınlık değeri (m)
S_d	Difüzyon değerlerine denk hava katmanı kalınlığı (m)
Q, q	Isı akış debisi (W/m^2)
v_s	İç ortam yoğuşma noktası sıcaklığı ($^{\circ}C$)
v_0	Ortam havasının yoğuşma noktası sıcaklığı ($^{\circ}C$)
k_{max}	En yüksek ısı geçirme katsayısı (kg/m^2hPa)
f	Mutlak nemlilik (gr/m^3)
f_s	Doyma nemliliği (gr/m^3)
A	Yüzey (m^2)
k_D	Yapı elemanlarının su buharı geçirme katsayısı (kg/m^2hPa)
δ	Su buharı difüzyon itme katsayısı (birimsiz)
β	Su buharı difüzyon geçme katsayısı (birimsiz)
$1/\beta$	Su buharı difüzyon geçiş direnci (birimsiz)
Δ	Buhar difüzyonu salıverme katsayısı (birimsiz)
$1/\Delta$	Su buharı difüzyon direnci (m^2hPa)
μ	Difüzyon direnç katsayısı (birimsiz)
λh	Isıl iletkenlik hesap değeri ($W/(m,k)$)
\dot{I}	Akış yoğunluğu (kg/m^2h)
\dot{I}_i, \dot{I}_d	İç ve dış ortam akış yoğunluğu (kg/m^2h)

KISALTMA LİSTESİ

DIN	Alman Uluslararası Normları
GÜB	Gazbeton Üreticileri Birliği
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KTÜ	Karadeniz Teknik Üniversitesi
TS	Türk Standardı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
YEM	Yapı Endüstrisi Merkezi
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Değişik örgü şekillerinde oluşturulmuş dolu tuğla duvar gövdesi örnekleri.....	7
Şekil 2.2	Ahşap yığma dolu duvar gövdesi örnekleri.....	7
Şekil 2.3	Değişik örgü şekillerinde oluşturulmuş boşluklu duvar gövdesi örnekleri.....	8
Şekil 2.4	Ahşap iskelet duvar gövdesi oluşumunda tabanın temel duvarına oturması.....	9
Şekil 2.5	Ahşap duvar gövdesi ve iskelet sistem örnekleri	9
Şekil 2.6	Betonarme iskelet sistemde oluşturulan duvar gövdesi örnekleri	10
Şekil 2.7	Çelik iskelet sistemde oluşturulan duvar gövdesi örnekleri	11
Şekil 2.8	Seramik katmanlı duvar gövdesi örneği	11
Şekil 3.1	Üretim akış şeması	17
Şekil 3.2	Yapı malzemelerinde kılcal su emme.....	21
Şekil 3.3	Kuruma-hacim sabitliği ilişkisi	22
Şekil 3.4	Gazbetondan yapılmış dış duvar ve çatıların zamana bağlı kuruması	22
Şekil 3.5	Rölatif hava rutubeti-denge rutubeti ilişkisi	23
Şekil 3.6	Kuru birim hacim ağırlığı-ısı iletkenlik ilişkisi.....	23
Şekil 3.7	Isı iletkenlik (λ) ve malzeme rutubeti ilişkisi.....	25
Şekil 3.8	Dış kabukta salınım frenlemesi ve faz gecikmesi	28
Şekil 3.9	Dış kabukta ısı ataleti (salınım frenlemesi).....	29
Şekil 3.10	Dış kabukta ısı ataleti (faz gecikmesi).....	29
Şekil 3.11	Basınç mukavemeti-kuru birim hacim ağırlığı ilişkisi	30
Şekil 3.12	Taşıyıcı olan harçlı gazbeton duvarda sünme-zaman ilişkisi	32
Şekil 3.13	Gazbetonun don mukavemeti.....	32
Şekil 3.14	Gazbeton harçlı blok uygulaması	36
Şekil 3.15	Gazbeton tutkallı blok uygulaması.....	36
Şekil 3.16	Gazbeton bloklar ve yalıtım plakları	37
Şekil 3.17	Gazbeton U bloklar.....	38
Şekil 3.18	Gazbeton Lento uygulamaları	40
Şekil 3.19	Gazbeton bölme elemanlarının profil yapısı	41
Şekil 3.20	Gazbeton düşey duvar elemanları	42
Şekil 3.21	Gazbeton düşey duvar elemanlarının uygulanması.....	42
Şekil 3.22	Gazbeton yatay duvar elemanlarının uygulanması.....	42
Şekil 3.23	Gazbeton yatay duvar elemanlarının uygulanması.....	43
Şekil 3.24	Gazbeton yatay ve düşey duvar elemanlarının uygulanması	44
Şekil 3.25	Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanların, binili ve şerbet kanallı profil yapısı. 45	
Şekil 3.26	Gazbeton hazır duvar uygulaması	46
Şekil 3.27	Gazbeton hazır duvarların profil yapısı.....	47
Şekil 4.1	Sıcaklığa bağlı olarak havanın içerdiği en yüksek su miktarı	51
Şekil 4.2	Yapı malzemelerinin nem içeriğinin tayini için; 45 konutta uygulanan gazbeton dış duvarlarının hacimce nem ölçümüne dayalı dağılım diyagramı	52
Şekil 4.3	Havanın bağıl nemine bağlı olarak 15°C, 20°C ve 25°C’de yoğuşma noktası sıcaklığı eğrileri.....	54
Şekil 4.4	İç ve dış ortam koşullarına bağlı yapı kabuğunda gelişen ısıl olaylar.....	56
Şekil 4.5	İç yüzey sıcaklığına karşılık gelen noktada oluşan gerçek buhar basıncı diyagramı.....	56
Şekil 4.6	Isı geçirgenlik katsayısı k – dış duvarların iç yüzey sıcaklığı ilişkisi	60
Şekil 4.7	Isı geçirgenlik katsayısı k –bağıl nem ilişkisi.....	60
Şekil 4.8	Isı geçirgenlik direnci $1/\Lambda$ – ortamdaki havanın bağıl nemi ilişkisi.....	60
Şekil 4.9	Isı geçirgenlik direnci $1/\Lambda$ – ortamdaki havanın bağıl nemi ilişkisi.....	61
Şekil 4.10	Üç bileşenli yapı elemanı kesiti.....	63
Şekil 4.11	15 cm kalınlıklı normal betondan yapılan dıştan yalıtımlı dış duvar örneği.....	78

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1	Gözenekli yapının malzeme sınıflarına göre değiştiğini gösteren porozite oranları	20
Çizelge 3.2	Kuru birim hacim ağırlığı – ısı iletkenlik değeri ilişkisi	23
Çizelge 3.3	Çeşitli malzemelerin ısı nüfuz katsayıları	24
Çizelge 3.4	30 cm kalınlığındaki bazı malzemelerin soğuma katsayıları	26
Çizelge 3.5	Bazı dış duvarlarda yaz aylarında 1 saat süresince depolanacak ısı miktarı	27
Çizelge 3.6	Gazbetonun sınıflarına göre basınç mukavemetleri ve birim hacim ağırlıkları ..	30
Çizelge 3.7	Gazbeton malzeme sınıflarının elastisite modülleri	31
Çizelge 3.8	Gazbeton malzeme sınıflarının kayma mukavemetleri	31
Çizelge 3.9	Gazbetonun sınıflandırılması	34
Çizelge 3.10	Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının sınıflarına göre özellikleri	35
Çizelge 3.11	Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının taşıyıcılık özelliklerine göre sınıflandırılması	35
Çizelge 3.12	Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının sınıfları ve ölçüleri	36
Çizelge 3.13	Gazbeton yalıtım plaklarının sınıf ve ölçüleri	37
Çizelge 3.14	Gazbeton U blokların sınıf ve ölçüleri	38
Çizelge 3.15	Gazbeton lentoların sınıfı ve özellikleri	39
Çizelge 3.16	Gazbeton lentoların mesnetlendiği duvarın taşıyıcılıklarına göre sınıf ve ölçüleri	39
Çizelge 3.17	Gazbeton bölme elemanlarının sınıf ve ölçüleri	41
Çizelge 3.18	Gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanlarının sınıf ve ölçüleri	43
Çizelge 3.19	Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanlarının sınıf ve ölçüleri	45
Çizelge 3.20	Gazbeton hazır duvarların sınıf ve ölçüleri	46
Çizelge 4.1	Isısal konfor koşulları	48
Çizelge 4.2	DIN 4108-Yapılarda Isı Yalıtımı Standartları'na göre yapı malzemelerinin nem içeriği	52
Çizelge 4.3	Hava sıcaklığı ile bağıl neme bağlı yoğuşma noktası sıcaklıkları ilişkisi	54
Çizelge 4.4	Bazı ortamların difüzyon geçme katsayıları (β) ve difüzyon geçme direnci ($1/\beta$)	58
Çizelge 4.5	Bazı yapı ve yalıtım malzemelerine ait difüzyon direnç katsayısı kabul değerleri	59
Çizelge 4.6	Bazı malzemelerin difüzyon değerlerine denk hava katmanı kalınlığı S_d	59
Çizelge 4.7	Yoğuşma ve buharlaşma hesapları için gerekli ortam verileri	63
Çizelge 4.8	Yoğuşma ve buharlaşma hesapları için özet çizelge	63
Çizelge 4.9	Gazbeton dış duvarın yoğuşma ve buharlaşma hesapları için gerekli ortam verileri	66
Çizelge 4.10	Gazbeton dış duvarın yoğuşma ve buharlaşma hesapları için özet çizelge	66
Çizelge 4.11	Örnek 2'de uygulanan malzemelerin su buharı difüzyon direnç katsayıları (μ_n) ve su buharı difüzyon dirençleri ($1/\Delta$)	78
Çizelge 5.1	Marmara Bölgesi için yaz aylarında ortalama 30°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları	80
Çizelge 5.2	Marmara Bölgesi için yaz aylarında ortalama 30°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 15°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları	81
Çizelge 5.3	Marmara Bölgesi için kış aylarında ortalama -12°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları	81
Çizelge 5.4	Marmara Bölgesi için kış aylarında ortalama -12°C ve %80 bağıl nem değerine	

	sahip dış ortam ile 15°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları.....	82
Çizelge 5.5	Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0'ye göre en yüksek dış ortam değerlerinden -20°C ve %80 bağıl nem koşulları ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları.....	82
Çizelge 5.6	Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0'ye göre en yüksek dış ortam değerlerinden -20°C ve %80 bağıl nem ile en yüksek iç ortam değerlerinden 22°C ve %70 bağıl nem koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları.....	83



ÖNSÖZ

Bugüne kadar buhar difüzyonu ve etkilerini, ya da gazbeton yapı ürünlerini araştıran çalışmalar yapılmış olsa da; buhar difüzyonunun gazbeton yapı ürünlerine etkilerini içeren ayrı bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle, gazbeton yapı ürünleri ve bunlarla oluşturulmuş dış duvarlar incelenmiştir. Ayrıca, buhar difüzyonu ve yoğuşma araştırılarak; bu oluşumların gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlara etkileri irdelenmiş ve birtakım hesaplar sonucu elde edilen verilerle çalışma sonlandırılmıştır.

Tezimi oluşturmamdaki bu süreçte, danışmanlığı ve yapıcı eleştirileri için öncelikle Sayın Yrd. Doç. Dr. Günsel Alver'e, deneyimlerinden yararlandığım Sayın Öğr. Gör. Sümer Türker'e, araştırmalarımdayardımcı olan Türk Ytong San. A.Ş. Pendik Fabrikası Çalışanları ve Sayın Taner Özgün'e, her adımda yanımda olan Sevgili Eşim Erhan Özkun'a ve her zaman bana destek olan Sevgili Aileme teşekkür ederim.



ÖZET

Yapı kabuğunu oluşturan elemanlardan dış duvarların, bileşenleri, ürün grupları ve yapıdaki fonksiyonları incelenmiştir. Dış duvarları oluşturan ürünlerden gazbeton, ayrıca ele alınarak; gazbetonun ve gazbetondan yapılmış dış duvarların özellikleri, fiziksel, mekânîk ve dayanıklılık özellikleri olmak üzere, ayrı ayrı irdelenmiştir.

Yapı elemanlarının yapısında bulunan su ile bu elemanlardan geçen su buharının etkileri incelenmiş ve farklı ortam koşullarının oluşturabileceği zararlı etkiler nedeni ile yoğuşmanın olabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Buhar difüzyonu ve yoğuşma hesaplama yöntemleri araştırılmış ve örneklerle açıklanmıştır. Ayrıca, bu hesapların yapılmasında formüllerin yanı sıra GÜB (Gazbeton Üreticileri Birliği) tarafından TS 825'e göre hazırlanmış, Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2.0'den yararlanılarak, yapı ürünlerinde gerçekleşen difüzyon hesap sonuçları çizelgelerle aktarılmıştır.

Program aracılığı ile yapılan hesaplamalarda, gazbeton dışında, tuğla ve perlitli beton gibi farklı yapı ürünleri ile oluşturulan dış duvarların hesapları da yapılarak; sonuçlar bu ürünlerin karşılaştırılması ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dış duvarlar, yapı ürünleri, gazbeton, buhar difüzyonu, yoğuşma.

ABSTRACT

One of the building shell parts the external walls' components, their functions in a building and materials were studied. The gas concrete's, which has used to create external walls and the gas concrete based external walls' physical, mechanical and strength properties were researched separately.

The effects of the water in building materials and the damp diffusion through the materials were studied and the possibility of condensation, which is the cause of the harmless result of different surrounding conditions, was found. Damp diffusion and condensation calculation methods were researched and the examples were determined. Besides the formulations The Thermal Insulation Regulations of Buildings' Calculation Program 2,0 was used to calculate the damp diffusion effects which is prepared by GÜB (Gazbeton Üreticileri Birliği-Gas Concrete Producers Association) based on TS 825 and the calculation results were determined by tables.

Using by this program brick based and lightweight concrete based etc. external walls' diffusion calculation were studied too and comparing the results created the conclusion.

Key Words: External walls, building materials, gas concrete, damp diffusion, condensation.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak yapı sektöründe büyük ilerlemeler kaydedilmektedir. Bu ilerlemeler, kullanıcıların yaşadığı sorunlar ve ihtiyaçlarına bağlı olarak şekillenmekte ve bu doğrultuda yeni atılımlar gerçekleştirilmektedir.

Geçmişten günümüze kullanıcıların yaşadığı en büyük sorunlardan biri olan barınma sorunu, daha ilk zamanlarda ağaç dalları, taş ve toprakla oluşturulan ilkel sistemlerle çözülmeye çalışılmış ve bunun sonucunda da, bugünkü yapı ve yapım sistemlerinin temelleri atılmıştır.

Barınma ve doğadan korunma ihtiyacı, bir dış kabuk oluşturma eylemini doğurmuştur. Oluşturulan dış kabuklar, günümüz teknolojisi ve malzemenin gelişimiyle farklı boyutlarda ele alınmaya başlanmıştır.

Dış kabuklar, yapı bütününde dış duvarlar ve çatılar olarak yer alırken; bu çalışmada sadece dış duvarlar ele alınmaktadır. Asıl görevi kullanıcıları dış etkilerden korumak ve gerekli yaşam konforunu sağlamak olan dış duvarlar, yapı dışından ve yapı içinden kaynaklanan birtakım etkilerle karşılaşmaktadır. Bu etkiler, yağmur, kar, deprem yükü vb. doğal etmenler olabildiği gibi; dış ortamla iç ortam arası farklılıklardan kaynaklanan olumsuzluklar da olabilmektedir.

1.1 Problem

Buhar difüzyonu, bütün malzemelerin yapısına bağlı gerçekleşen ve sürekliliği istenen fiziksel bir olaydır. Dış duvarlarda buhar difüzyonu sırasında, iç ve dış ortam koşullarının farklılığına bağlı olarak, malzeme bünyesinden atılamayan buhar yoğunlaşır. Yoğuşma, malzeme bünyesi bozulmalarına ve yapısal zararlara neden olduğu için malzemeleri ve yapıyı olumsuz etkileyen faktörlerin başında yer almaktadır. Gazbeton ve köpük beton gibi, gözenekli yapıları gereği ısı yalıtımı açısından yaşamsal konfora olumlu katkıları olan yapı malzemeleri, yoğuşma etkisiyle yapısal bozulmalara uğrayarak kendilerinden beklenen fonksiyonları yerine getirememektedir. Bu nedenle, çalışmada ele alınan temel problem, buhar difüzyonu sırasında meydana gelen olumsuz etkiler nedeniyle oluşan yoğuşma ve etkileri olarak tanımlanmıştır.

1.2 Amaç

Günümüze kadar; buhar difüzyonunun dış duvarlara etkilerini konu alan bir takım çalışmalar yapılmış olsa da; gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda buhar difüzyonunun etkileri konulu ayrıca bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, buhar

difüzyonunun gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlar üzerindeki etkilerinin araştırılarak; çıkan sonuçlar doğrultusunda tasarım, uygulama ve kullanımda dikkat edilmesi gereken noktaların belirlenerek aktarılmasıdır.

1.3 Kapsam

Dış ortam ve iç ortam farklarının etkisiyle gerçekleşen ve özellikle dış duvarlarda gözlenen buhar difüzyonunun, gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda oluşumu, bu oluşumun sonuçları ve etkilerinin incelenmesi ile gazbetonun özelliklerinin araştırılması, bu çalışmanın kapsamını oluşturmaktadır.

1.4 Yöntem

Bu çalışmada buhar difüzyonunun etkileri araştırılırken; öncelikle dış duvarlar ele alınmıştır. Daha sonra, gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlar detaylı olarak incelenmiş, gazbetonun özellikleri ve dış duvarlarda kullanılan ürün grupları tanımlanmıştır.

Buhar difüzyonu ve ortam farklılıklarına bağlı olarak malzeme yapısında kimi zaman bozulmalara neden olan yoğuşmanın oluşumu, tanımı ve hesaplama yöntemleri araştırılmıştır. Bu hesaplamalar, formüle bağlı olarak ve Gazbeton Üreticileri Birliği tarafından hazırlanan "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2.0" kullanılarak yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar ve ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda bir takım veriler elde edilmiş, bu veriler ışığında da çeşitli çizelgeler oluşturulmuştur. Çalışma; tasarım, uygulama ve kullanımda dikkat edilmesi gereken noktalar saptanarak sonlandırılmıştır.

2. DIŞ DUVAR ve TÜRLERİ

Yapılar, iç ortamda istenilen konfor koşullarını sağlamak amacıyla, genellikle, bir kabukla örtülür. Aynı zamanda; yapı i ortamı ile dış ortam arasında sınırlayıcı bir kesit oluşturan bu dış kabuk, yapının çatısı ve dış duvarlarıdır (Şensoy, 1995).

Bu çalışmanın kapsamı, “gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda buhar difüzyonunun etkileri” olarak sınırlandırıldığı için; yalnızca dış duvarlar ele alınmıştır.

2.1 Dış Duvar

Dış duvarlar, kapladığı alanın büyüklüğü ve iŐlevlerinin fazlalığı bakımından, yapıların en göze çarpan elemanıdır. Doğal-dış evre ile yapay-i çevreyi birbirinden ayıran dış duvarlar, düşey, eğik ya da eğrisel olarak uygulanabilirler. Dış duvarların, aynı zamanda, kullanıŐlılık, ekonomiklik, konfor ve güvenlik gibi temel gereksinimleri de karşılaması beklenir (Başgelen, 1993).

Dış duvarlar, malzeme çeŐitliliėine ve yapım Şekline göre sınıflandırıldığında; geleneksel malzeme ve sistemle inŐa edilmiş dış duvarların iki temel gruba ayrıldığı grlmektedir:

- Yığma yapılarda kütle halinde inŐa edilen taşıyıcı dış duvarlar,
- İskelet yapılarda bölücü görevi üstlenen ve taşıyıcı olmayan dış duvarlar (Stulz ve Mukerji 1988).

Yığma yapılarda kütle halinde inŐa edilen taşıyıcı duvarlar, kendi ağırlığının yanı sıra döşeme ve çatı yüklerini de taşıyan, taş, toprak, tuğla beton vb. gibi, basıncı dayanımı yüksek malzemelerle yapılmaktadır. İskelet yapılarda bölücü görevi üstlenen ve taşıyıcı olmayan duvarlar ise; bu yapılarda taşıyıcı sistem boŐluklarını dolduran ve sadece kendi ağırlığını taşıyan tuğla, gazbeton vb. gibi malzemelerle oluşturulmaktadır. Boşlukları doldurmak amacı ile kullanılan bu malzemelerin niteliği, sistemin rijitliğini de etkilemektedir (Stulz ve Mukerji 1988).

Geleneksel sistem ve malzemelerle oluşturulan yapılarda, zaman kullanımı ile işçilik ve malzeme maliyetleri, diğer sistemlere oranla daha fazladır. Ayrıca, yapılan uygulamaların, uygun nitelik ve kalitede olmadığı durumlarda; bu yapılarda, i ve dış ortamdan kaynaklanan olumsuz etmenler nedeni ile yzeyssel hasarlar oluşabilmektedir (Ger, 1997).

Günümüzde, artan gereksinimler ve gelişen teknoloji, geleneksel yapım sistemleri ve malzemelerin kullanımının getirdiği zorlama ve kısıtlamaların aŐılarak; yeni yapım sistemleri

ile yapı dış duvarının daha ince kesitte yapılmasına olanak sağlamaktadır. Daha ince kesitte duvarların kullanıldığı ve ayrıca zaman kullanımı ile işçilik ve malzeme maliyetlerini azaltan bu yeni yapım sistemleri, “endüstrileşmiş yapım sistemleri”dir. Bu yapım sistemlerinde, yapı dış duvarlarında, ince kesitli uygulamaların yapılmasının yanı sıra, hazır bileşenler de kullanılmaktadır.

Dış kabuk oluşumunda, geleneksel ve endüstrileşmiş yapım sistemlerinin dışında, gelişen teknolojinin bir sonucu olan asma ve giydirme cephe sistemleri de kullanılmaktadır. Bunlar, taşıyıcı sistemden bağımsız olarak yapı dış yüzeyine asılarak giydirilen, yük taşımayıp ileten ve hazır elemanlardan oluşan dış kabuk sistemleridir.

2.2 Dış Duvarlardan Karşılması Beklenen Temel Fonksiyonlar

Dış duvarlardan karşılması beklenen temel fonksiyon, dış ortamdaki kaynaklanan etmenleri ayarlayarak, kullanıcı konfor koşulları açısından, iç ortamın istenilen sınırlar içinde kalmasını sağlamaktır. Ayrıca dış duvarlar, taşıyıcı sistem içerisinde yapının çeşitli yüklerini taşıyan, onları temel, toprak vb. diğer elemanlara aktaran strüktürel elemanlar olabileceği gibi, taşıyıcı olmayıp sadece kendi ağırlığını taşıyan elemanlar da olabilmektedir (Özbilen, 1967).

Yapım tekniği ve malzemesi ayırt edilmeden, dış duvarlardan karşılması beklenen temel fonksiyonlar şunlardır:

- Bölücülük; iç ve dış ortamı birbirinden ayırmak,
- Koruma; sıcak, soğuk, toz, gürültü ve diğer istenmeyen çevresel ve iklimsel etkilerden iç ortamı korumak,
- Konfor; güneş kontrolü, ses kontrolü, sıcaklık, nem, hava hareketini istenen ölçülerde sağlayarak içsel iklimlendirmeyi oluşturmak,
- Taşıyıcılık; taşıyıcı olduğu durumlarda, döşeme ve çatı strüktürüne destek olmak, olmadığı durumlarda sadece kendini taşımak,
- Dayanıklılık; mekânîk zorlamaya neden olabilecek tüm yapı yükleri ve dış etkilere karşı mekânîk dayanıklılık göstermek,
- Güvenlik; istenmeyen canlıların girmesine karşı güvenlik sağlamak,
- Estetik; dış mekânı oluşturan bir yapı elemanı olarak estetik beklentilere cevap vermek,
- Ekonomiklik; fonksiyonlarını yerine getirirken, ortalama bir maliyet içinde kalmak,
- Yangın korunumu; yangına karşı yeterli tutuculukta olmaktır (Özbilen, 1967), (Stulz ve Mukerji, 1988).

Dış duvarlardan karşılaması beklenen temel fonksiyonlardan öncelikli olan koruma fonksiyonudur. Koruma fonksiyonu gruplandırıldığında ise; doğal ya da yapay çevrede oluşan;

- Fiziksel (nem, su, ısı, ses, ışık, rüzgar, basınç, radyasyon, radyoaktivite, yangın, elektrik, ultraviyole vb.)
- Kimyasal (zararlı gazlar, toz, duman vb.)
- Mekânîk (darbe, çarpma vb.)
- Biyolojik (bitki köklerinin salgıları, böcek ve diğer zararlılar)
- Dinamik (deprem, titreşim vb.)

etkilere karşı kendi bünyesini ve yapay çevredeki kullanıcıları (insan, araç vb.) kısmen ya da tamamen koruması gerekliliği anlaşılmaktadır.

Yapı malzemeleri ve bunlardan oluşan dış duvarlar, kimi zaman olumsuz iç ve/veya dış ortam koşullarından etkilenerek, karşılaması beklenen temel fonksiyonları yerine getirememektedir. Bu fonksiyonların yerine getirilememesi de;

- Yapı bütünüünün bozulması,
- Yapının kullanım süresince enerji tüketimi artımı,
- Yapıyı kullananların sağlıklarının etkilenmesi,
- Estetik çevre kirliliği,
- Onarımları için malzeme ve iş gücü vb. gibi mali harcamaların artması,
- Yapının uzun bir dönem hizmet dışı kalması,

gibi sorunlara yol açmaktadır (Yolsal, 2003).

2.3 Dış Duvarı Oluşturan Bileşenler

Dış duvar, kendisini içten ve dıştan etkileyen tüm olumsuz etkilere karşı, kendisini oluşturan bileşenlerin özelliklerine bağlı olarak, ortak bir davranış ortaya koymaktadır (Kafesçioğlu, 1984).

Dış duvarlar özel durumlar dışında genellikle üç ana bileşenden oluşmaktadır;

- İç kaplama,
- Duvar gövdesi,
- Dış kaplama.

Bir dış duvarın, kendisinden beklenen yapıyı koruma görevini yerine getirebilmesi için,

öncelikle iç ve dış etmenlere karşı kendi gövdesini koruması gerekmektedir. Bu görevini, iç etmenlere karşı içeriden yapılan kaplama, dış etmenlere karşı da dışardan yapılan dış kaplama ile yerine getirmektedir. Tasarım ve detayların gerektirdiği özel durumlarda, bazı etmenlere karşı özel olarak hazırlanan ve uygulanan ek katmanlar da bulunabilmektedir (ısı kaybını önleyecek ısı yalıtım katmanı vb.). Bu katmanların duvar kesiti içindeki yerlerinin doğru şekilde belirlenmemesi, kullanılan malzemelerin performansını düşürmekle beraber, hem duvarın kendisi hem de kullanıcı konfor koşulları açısından çeşitli sorunlara yol açabilmektedir (Yolsal, 2003).

2.3.1 İç kaplamalar

Duvar iç kaplamaları, estetik kaygılar göz önünde bulundurularak; duvar gövdesini iç ortamdan kaynaklanan olumsuz etkilerden korumak amacı ile yapılmaktadır. Kullanım alanlarına bağlı olarak çeşitlilik gösteren iç kaplamalar genellikle, çimento, harç, kireç ya da bu bağlayıcıların karışımıyla elde edilen sıva biçiminde uygulanmaktadır. Kimi zaman, dış cephe kaplamaları olarak kullanılan, çimento bazlı yapıştırıcılarla uygulanan plak, levha veya blok kaplamalar da iç kaplama olarak kullanılmaktadır.

Yapıldığı malzemelere bağlı olarak, duvar iç kaplamalarından bir takım fonksiyonları da karşılaması beklenmektedir. Bu fonksiyonlar;

- İç mekân işlevine uygun olmak,
- Gelebilecek darbe ve çarpmalara karşı dayanıklı olmak,
- Ortamda bulunan nemi duvar gövdesine geçirmemek,
- Ses yalıtımı sağlamak,
- Yangına karşı dayanımlı olmak,
- Kolay temizlenebilmek,
- İç mekânda estetik görünümü sağlamak,
- Onarımı kolay ve onarım maliyeti düşük olmak

şeklinde sıralanabilmektedir (Yolsal, 2003).

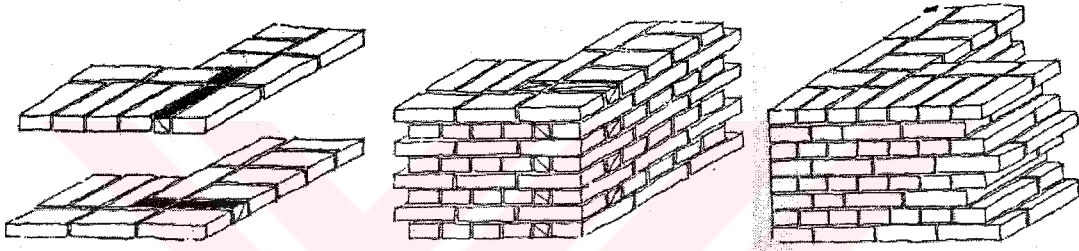
2.3.2 Duvar Gövdesi

Duvarın şeklini veren ana bileşeni, “duvar gövdesi”dir. Duvar gövdesinin öncelikli fonksiyonu, yapı iç ortamı ile dış ortamını birbirinden ayırmak ve taşıyıcı olma durumunda ise, üzerine gelen yükleri karşılamaktır. Bunun yanı sıra; ısı kayıplarını önlemek ve ısı biriktirici olmak, yangına karşı dayanıklı olmak, buhar difüzyonunu sağlamak; ancak suyun

geçişini engellemek ve dış gürültülere karşı ses yalıtımı sağlamak da duvar gövdesinden karşılanması beklenen diğer fonksiyonlardır. Duvar gövdesinde onarımı zor ve/veya kalıcı sorunlar oluşabileceği için, gövdenin yapımında kullanılacak malzemeler, istenilen özellikler doğrultusunda belirlenen nitelikte olmalıdır (Yolsal,2003).

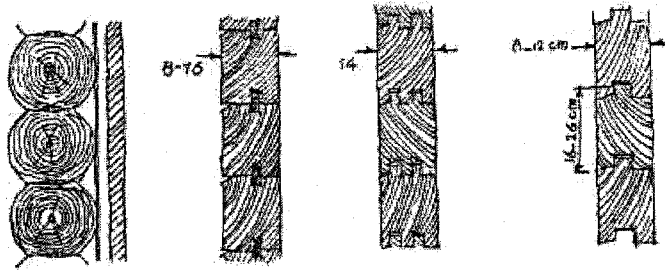
Bu malzemelerin uygulama biçimlerine göre; duvar gövdesi, dolu, boşluklu, iskeletli ve katmanlı olarak sınıflandırılmaktadır.

Dolu duvar gövdesi, yığma sistemde, tuğla, taş, beton, ahşap ve kerpiç gibi örgü şekillerine ve üretim formuna bağlı olarak boşluk içermeyen malzemelerle yapılmaktadır. Ancak; günümüzde taşın çıkarılma, işçilik ve uygulama maliyetlerinin yüksek ve kerpiçin de yöresel malzeme olması nedeni ile yapay taş, tuğla ve beton daha geniş kullanım alanı bulmaktadır.



Şekil 2.1 Değişik örgü şekillerinde oluşturulmuş dolu tuğla duvar gövdesi örnekleri (Sarı,1951)

Ahşap yığma duvar gövdesi ise, elde edilişleri ve uygulama alanlarına göre, genellikle malzemenin daha fazla bulunduğu yerlerde kullanılmaktadır.

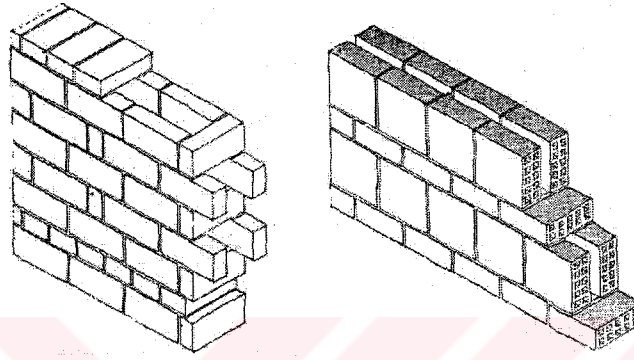


Şekil 2.2 Ahşap yığma dolu duvar gövdesi örnekleri (Sarı,1951)

Boşluklu duvar gövdesi de, dolu duvar gövdesinde kullanılan, tuğla, taş, beton vb. malzemelerle yapılmaktadır. Bu düzgün formlu malzemelerin farklı örgü şekillerinden kaynaklanan boşluklar bulunduğu için, duvar gövdesi, bu şekilde adlandırılmaktadır. Ancak; bu sınıflandırmaya giren duvar gövdeleri arasında kesin bir ayrım yapılamamaktadır.

Duvarlarda boşluk oluşturulmasının amacı; ısı ve ses yalıtımı sağlamak, malzeme maliyetini düşürmek veya yapı yükünü azaltmaktır. Diğer taraftan; bu boşluklar, duvarın çabuk kurumasını sağlamakta ve böylece inşaat süresini de kısaltmaktadır (Sarı,1951).

Bu duvar gövdeleri hem yığma sistemde hem de iskelet sistemde kullanılmaktadır. Yığma sistemde, boşlukların her iki tarafında bulunan duvar parçaları taşıma işine devam etmekte, iskelet sistemde ise; her iki tarafta bulunan duvar parçaları taşıyıcı olmayıp sadece iskeletler arası boşlukları doldurmaktadır.



Şekil 2.3 Değişik örgü şekillerinde oluşturulmuş boşluklu duvar gövdesi örnekleri (Sarı,1951)

İskeletli duvar gövdesinde ise, duvar ve yapı bütünü iskelet tarafından taşınmaktadır. Bu nedenle, iskeletin zamanla çürüme, paslanma vb. gibi etmenlerle taşıyıcılık özeliğini kaybetmemesi gerekmektedir. Bu duvar gövdelerinin yapımında; betonarme, ahşap ve çelik kullanılmaktadır. Bu malzemelerden hangisinin hangi koşullar altında kullanılacağı yapının şekline, konumuna ve ne amaçla kullanılacağına bağlı olarak belirlenmektedir. Ayrıca iskeletli duvar gövdesindeki; kaplama, iskelet ve dolgu malzemesi ile bağlayıcı olan malzemelerin uyumlu olması istenmektedir.

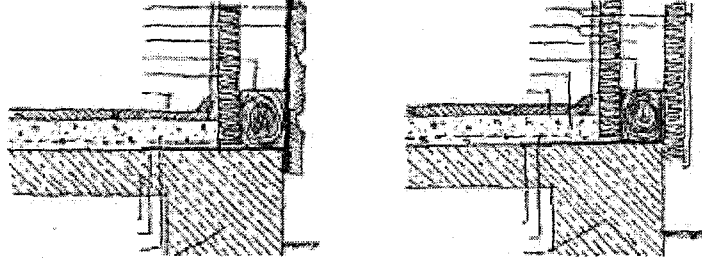
İskeletli duvar gövdesi, yapımında kullanılan malzemelere göre;

- Ahşap iskeletli duvar gövdesi,
- Betonarme iskeletli duvar gövdesi,
- Çelik iskeletli duvar gövdesi,

olarak sınıflandırılmaktadır.

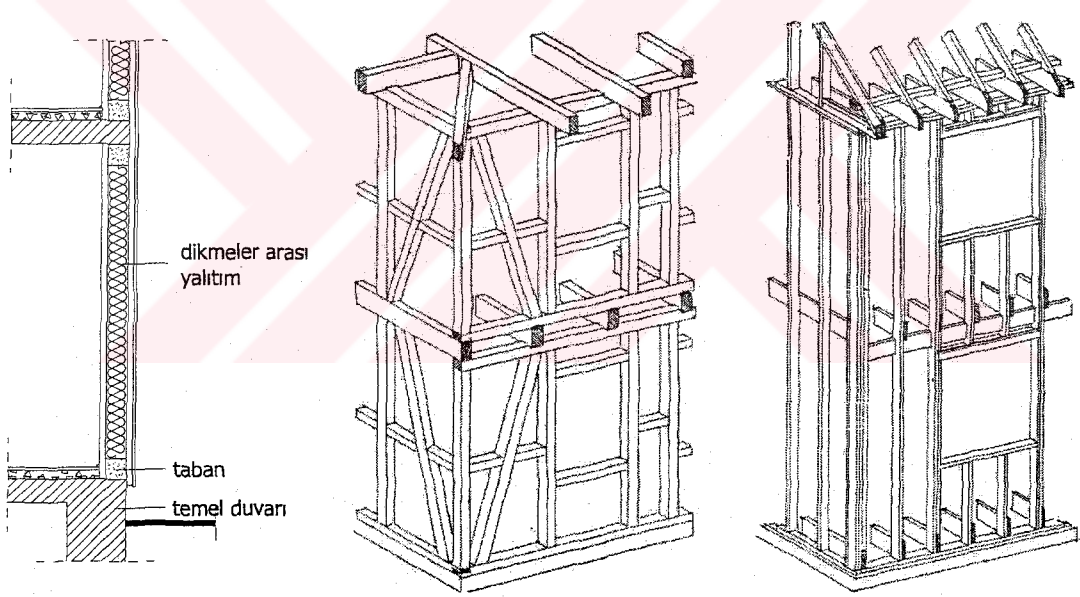
Ahşap iskeletli duvar gövdesi, duvarın taşıyıcı ve şekil değiştirmeye dayanımlı olan bileşenidir. Çeşitli uygulama alternatifleri olan bu sistemlerde, ahşap iskeletli gövdeyi taşıyan taban ile yapıyı taşıyan temel duvarı, yüzeyleri aynı hizada olacak şekilde oturmalıdır. Ayrıca;

taban, temel duvarı üzerine 1-2 m'de bir bağlanmalı ve zemin neminden yalıtılmalıdır (Sarı,1951).



Şekil 2.4 Ahşap iskelet duvar gövdesi oluşumunda tabanın temel duvarına oturması (Sarı,1951)

Bu sistemle yapılan taban üzerine, bölme, kapı ve pencere boşlukları oluşturmak için, yer yer geçme yapılarak, dikmeler oturtulmaktadır. Sistemi bağlayan kirişler ise taban ve başlığa oturup; dikmelere bağlanmaktadır.



Şekil 2.5 Ahşap duvar gövdesi ve iskelet sistem örnekleri

Ahşap iskelet duvar gövdelerinde karşılaşılan önemli sorunlardan biri ahşabın çalışmasından kaynaklanan şekil değiştirmeleridir. Duvarın bütünü ve yapının olumsuz olarak etkilenmemesi için; şekil değişikliğine sebep olabilecek etmenlerin yok edilmesi veya en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle ahşap iskeletli duvar gövdesi sistemi oluşturulurken ahşabın liflerinin, düşey kuvvetler yönüne gelmesine dikkat edilmesi gerekmektedir.

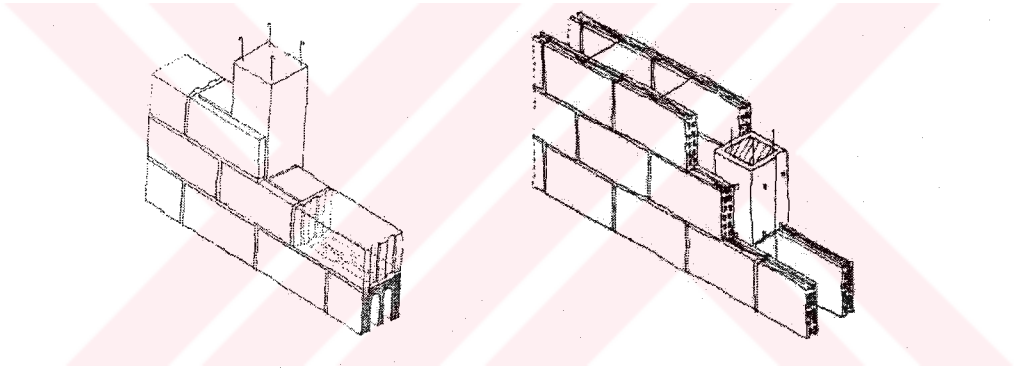
Betonarme iskeletli duvar gövdesi uygulamaları, betonarmenin, yaşlandıkça daha dayanımlı

olması, plastisitesine bağlı olarak istenilen şekli kolaylıkla alması, geniş açıklıkları geçebilmesi ve deprem gibi hareketli yüklere karşı koyabilmesi nedeni ile günümüzde geniş kullanım alanı bulmaktadır.

Bu duvar gövdelerinin oluşturulmasında; sistemi oluşturan kolon ve kirişlerin arası, kullanım alanı ve uygulama koşullarına göre seçilecek, tuğla, taş, ahşap gibi malzemeler ile doldurulmaktadır.

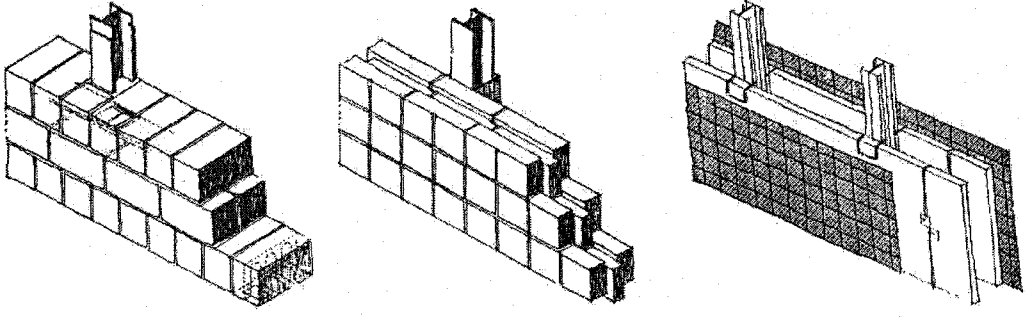
Betonarme iskelet sistemler, çelik ve ahşap iskeletli sistemlere oranla yapı yükleri açısından daha ağır olan ve kalıp gerektiren sistemlerdir.

Günümüzde çelik, ahşap ve betonarme iskeletli duvar gövdelerinden herhangi birinin tercihi, mimari tasarım, geçilecek açıklık ve taşınacak yüklere bağlı olarak yapılmaktadır. Açıklığın az, taşınacak yükün çok olması durumunda, betonarme sistemlerin; diğer durumlarda ise, yerine göre çelik ya da ahşap sistemlerin tercih edilmesi daha ekonomik olmaktadır .



Şekil 2.6 Betonarme iskelet sistemde oluşturulan duvar gövdesi örnekleri (Sarı,1951)

Çelik iskeletli duvar gövdeleri, geniş açıklıkların geçileceği ve taşınacak yüklerin fazla olduğu durumlarda uygulanmaktadır. Bu duvar gövdeleri ile oluşturulan dış duvarlarda, betonarme iskeletli duvar gövdelerinde olduğu gibi kolon ve kirişlerin arasında, kâgir dolgu malzemelerin kullanılmasının yanı sıra ayrı bir strüktür sistemi ile iskelete tespit edilen giydirme cepheler de kullanılabilir. Çelik iskeletli duvar gövdelerinin, maliyeti, diğer sistemlere göre yüksek olsa da; bu sistemler, uzun ömürlü olmaları ve uygulama kolaylığı nedeni ile daha çok tercih edilmektedir.



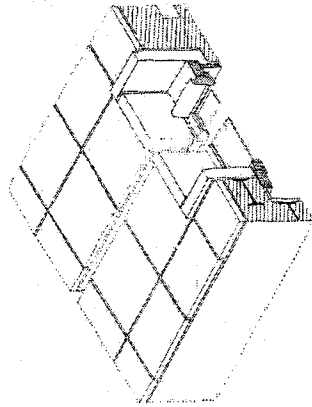
Şekil 2.7 Çelik iskelet sistemde oluşturulan duvar gövdesi örnekleri (Sarı,1951)

Katmanlı duvar gövdesi, kendilerine özgü görevleri olan farklı katmanların birbirinden bağımsız olarak sıralanmasıyla oluşturulmaktadır. Bu duvar gövdesini oluşturan katmanlardan, ısı, nem, ses korunumu vb. fonksiyonları karşılaması beklenmektedir. Ancak her bir katmanın ayrı nitelikte olması nedeni ile, karşılaması beklenen fonksiyonlar farklı katmanlara verilmektedir. Bu katmanlar;

- Isı yalıtımını sağlayan katmanlar,
- Ses yalıtımı sağlayan katmanlar,
- Su yalıtımı sağlayan katmanlar,
- Dış etkileri karşılayan katmanlar,

olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

Katmanlı duvar gövdelerinde bu katmanların, hangi malzemelerle yapılacağı, şekil ve yapıları, uygulama şekilleri ve hangi sıra ile uygulanacağı, fonksiyonlarına göre belirlenmektedir.



Şekil 2.8 Seramik katmanlı duvar gövdesi örneği (Sarı,1951)

2.3.3 Dış kaplama

Dış kaplamalar, dış duvarların, dış ortamdan gelen her türlü etmene karşı açık olan yüzeyleridir. Bu kaplamalar, “cephe kaplamaları” olarak da ifade edilmektedir.

Dış kaplamaların ana işlevleri, taşıyıcılık olmayıp; çevre koşullarına dayanıklılık, koruyuculuk, estetik görünüş, çekirdeğin dayanımını arttırmak ve ekonomik olmaktır. Başarılı bir yapı koruması için, öncelikle dış duvarın kendisinin korunması gerekmektedir. Dış duvarın korunması ise; dış kaplamadan beklenen bir takım fonksiyonların karşılanmasına bağlıdır. Buna göre, bir dış duvar kaplamasından karşılanması beklenen fonksiyonlar şunlardır;

- Duvar gövdesini korumak,
- Zararlı güneş ışınlarından bozulmamak-renk atmamak,
- Sıcaklık değişimlerinden etkilenmemek-genleşmeyi kontrol altında tutmak,
- Zarar verici toz, bitki ve mikroorganizmalardan etkilenmemek,
- Zararlı gaz ve asitlerden etkilenmemek,
- Yağmur sularını kaydırmak ve içeriye sızdırmamak,
- Don etkisiyle bozulmamak,
- Rüzgarlı yağmur suyunu geçirmemek,
- Renk, doku ve biçim çeşitliliği sağlamak,
- Kolay kirlenmemek, kolay temizlenmek ve gözü rahatsız etmemek,
- Yatay kuvvetlere (rüzgar, deprem) karşı dayanımlı olmak,
- Onarımı kolay ve maliyeti düşük olmak ,
- Yangına karşı dayanımlı olmak (Arioğlu, 1995).

Dış kaplamalar, günümüzde malzeme biliminin sunduğu olanaklarla, çeşitlilik göstermektedir. Bu kaplamalar, malzeme türlerine ve kalınlıklarına göre; sıva, plak, levha ve blok kaplamalar olarak uygulanmaktadır (Tüz,1996).

Sıvalar, çimento ya da plastik esaslı bağlayıcılarla hazırlanan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan dış kaplamalardandır. Bu kaplamalar, dış ortam koşullarından etkilenen duvar gövdesini, bu etkenlerden korumak, yapının bünyesine suyun girmesini önlemek ve yapının karakterine uygun bir görünüm vermek amacıyla yapılmaktadır. Sıvalar, yığma ya da iskelet strüktürün duvarın oluşturulmasında, doğrudan gövdenin dış yüzeyine sürülerek uygulanmaktadır. Sıva uygulamalarında yapılacak hatalar, duvarın kendi koruyucu katmanının dayanımını düşürüp fonksiyonlarını yerine getirememesine ve iç katmanlarının

hasar görmesine neden olmaktadır (Göçer,1997).

Plak kaplamalar ise, doğal ve yapay taş, seramik gibi malzemelerle yapılan yığma, betonarme ve çelik strüktürlü yapı sistemlerinde kullanılan dış kaplamalardandır. Boyutları yaklaşık 30x50'cm olan plak halindeki rijit duvar kaplamaları, bir yapıştırıcı harç katmanıyla gövde üzerine doğrudan tespit edilebileceği gibi, gövde üzerine yapılmış bir sıvanın üzerine de yapıştırılabilmektedir. Bu kaplamaların yerinden ayrılabilmesi veya düşme riski göz önünde bulundurularak, arka yüzlerinin harçla aderans artırıcı şekilde yivli veya dişli olarak üretilmesi ya da uygulamasında bir takım yardımcı tespit araçlarının kullanılması gerekmektedir (arkitera.com).

Levha kaplamalar da, daha ince kesitli olan metal, plastik, cam, bitümlü karton gibi malzemelerden oluşturulan cephe kaplamalarıdır. Bu malzemeler, yapıları gereği, blok ve plak kaplamalara göre, dış ortam etkilerine karşı daha dayanımlıdır. Bu kaplamalar, katman-rulo levhalar, oluklu-trapez levhalar, çift kat boşluklu levhalar ve yerinde yapım hazır sandviç panolar şeklinde kullanılmaktadır. Ancak; bazı levhaların ısı ve ses iletkenliği gibi değerlerinin düşük olması nedeni ile, projelendirme sırasında bazı özel detayların üretilmesi gerekmektedir.

Bu kaplamalar, yığma sistemde doğrudan gövde üzerine, iskelet sistemde ise dolgu duvar üzerine veya doğrudan iskeletin yüzeylerine, duvar gövdesi ile aralarında hava boşluğu bırakacak şekilde, bir konstrüksiyon aracılığıyla tespit edilmektedir.

Levha kaplamaların uygulaması, plak kaplamalarda olduğu gibi harç kullanılmadan, kuru olarak, bir kenet sistemi veya ızgara sistemi ile yapılmaktadır. Kullanılan levha kaplamalar binili olarak uygulanmakta, böylece yağmur suyunun içeriye girmesi engellenmektedir. Bazı levha kaplama türlerinde ise; kaplama elemanları arasına özel plastik macun ya da fitiller konularak yağmur suyunun yapıdan uzaklaştırılması engellenebilmektedir (arkitera.com).

Blok kaplamalar ise, diğer kaplama türlerinden farklı olarak, daha kalın kesitli taş ve tuğla gibi malzemelerden oluşmaktadır. Bu kaplamalardan en çok, doğal taş ve prese tuğla şeklinde olanları kullanılmaktadır (Tüz, 1996).

Blok kaplamalar, daha çok yığma binalarda, gövde üzerine duvarla birlikte örülerek veya harç ve kenetle tespit edilerek uygulanan kaplama türleridir. Ağırlıklarının fazla olması nedeni ile, iskelet strüktürlü yapılarda kullanımı çok yaygın değildir. Ancak; kullanıldığı durumlarda, kendi taşıyıcı konstrüksiyonlarının oluşturulması gerekmektedir (Tüz, 1996).

2.4 Dış Duvarların Yapıldıkları Malzemelere Göre Sınıflandırılması

Dış duvarlar için yapılan önemli sınıflandırmalardan biri de yapıldıkları malzemelere göre oluşturulan sınıflandırmadır;

- Kâgir duvarlar;
 - Doğal taş duvarlar,
 - Beton - betonarme duvarlar,
 - Gazbeton duvarlar,
 - Tuğla duvarlar (klinker tuğlaları, dolu tuğlalar, boşluklu tuğlalar vb.),
 - Kireç – kum taşından yapılan duvarlar,
 - Beton – briket dolu blok duvarlar,
 - Doğal bims betondan yapılmış dolu blok duvarlar,
 - Kuvars kumu katılmaksızın doğal bims ile yapılmış betondan, özel yarıklı dolu duvar blokları kullanılarak oluşturulan duvarlar,
 - Genleştirilmiş perlit betonundan yapılmış dolu bloklar ile oluşturulan duvarlar,
 - Hafif betondan yapılmış boşluklu bloklar ile (kuvars kumu katılmaksızın) oluşturulan duvarlar,
 - Normal betondan boşluklu briket ve bloklar ile oluşturulan duvarlar,
- Ahşap ve ahşap ürünleri ile yapılan duvarlar;
 - İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş ürünler ile oluşturulan duvarlar,
 - Kayın, meşe, dişbudaktan elde edilmiş ürünler ile oluşturulan duvarlar,
 - Kontrplak ve kontra tabla ile oluşturulan duvarlar,
 - Yatık veya dik yongalı levhalar ile oluşturulan duvarlar,
 - Sert ve orta sert odun lifli levhalar ile oluşturulan duvarlar,
 - Hafif odun lifi levhalar ile oluşturulan duvarlar,
- Plastik esaslı yapı ürünleri ile oluşturulan duvarlar,
- Metal esaslı yapı ürünleri ile oluşturulan duvarlar (GÜB).

3. GAZBETON

Gazbeton, özellikleri nedeni ile yapı üretiminde önemli bir kullanım alanı olan hafif betondur. Hafif betonlar, yapı yüklerini hafifletmeleri, yangına direnimleri, ısı yalıtımında etkili, ekonomik ve birçok dış etmenlere karşı dayanıklı olmaları nedeni ile, günümüzde diğer çimento esaslı betonlara göre daha çok tercih edilen yapı ürünleridir.

“Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardı” olan TS 453’ de gazbetonun tanımı, köpük betonlarla birlikte ele alınmıştır. Bu tanımda; “kum/kuvarsit gibi ince öğütülmüş agrega ve kireç/çimento gibi inorganik bir bağlayıcı ile hazırlanan karışımın alüminyum tozu gibi gözenek oluşturucu bir madde eklenmesi ile hafifletilmesi ve buhar kürüyle sertleştirilmesi sonucu elde edilen gözenekli hafif betonlardır” denilmektedir.

3.1 Gazbetonun Tarihçesi

İngiliz Mühendis Joseph Aspidin’in çimento türünün patentini alması ve çimento üretiminin başlamasıyla, 1824 yılından itibaren çimento esaslı yapı malzemeleri üzerindeki araştırmalar yoğunluk kazanmıştır. 1870-1877 tarihleri arasında Zernikow tarafından yapılan çalışmalarda, ilk kez yüksek basınçtaki buhar ile kireç-kumtaşı harcı pişirilmiştir. Ancak; yapılan bu çalışmanın sonucunda üretilen malzemenin basınç mukavemetinin düşük olduğu belirlenmiş ve bu nedenle malzeme uygulama alanı bulamamıştır. 1880 yılında ise, W. Michealis suyu az kireç-kumtaşı karışımını buharla sertleştirerek, yapay yapı malzemesi üretmeyi başarmıştır. Bu araştırma, buharla sertleşen yapı malzemelerinin doğuşu olarak kabul edilmektedir. (Borhan, 1990a’dan uyarlanmıştır)

Malzemedeki gözenek oluşturulması çalışmaları, 1889 yılında, E. Hoffman tarafından ilk kez patent alınmasıyla sonuçlanmıştır. Bu konu üzerinde yoğunlaşan araştırmalar bağlamında, Almanya’da 20. yüzyılın başlarında 80 tane kireç-kumtaşı fabrikası kurulmuştur. Avrupa’dan farklı olarak, Amerika’da ise, J.W. Aylswort ve F.A. Dyer tarafından, 1914 yılında bağlayıcı olan çimento, gözenek yapıcı alüminyum ve çinko tozu kullanımı konusunda patent alınmıştır. Bu çalışma, gazbetonun temellerini oluşturması nedeni ile ayrı bir önem taşımaktadır.

Kimyager Axel Erickson 1923 yılında İsveç’te kuvarsit, kireç, çimento, toz alüminyum ve su ile gazbeton döküm çalışmalarını gerçekleştirmiştir. İlk yapı malzemesi standardı olan DIN 106 ise, 1927 yılında, Almanya’da kireç-kumtaşı yapı malzemeleri için yayınlanmıştır (Borhan, 1990a). Ancak kireç-kumtaşının kuru birim hacim ağırlığının yüksek olması nedeni

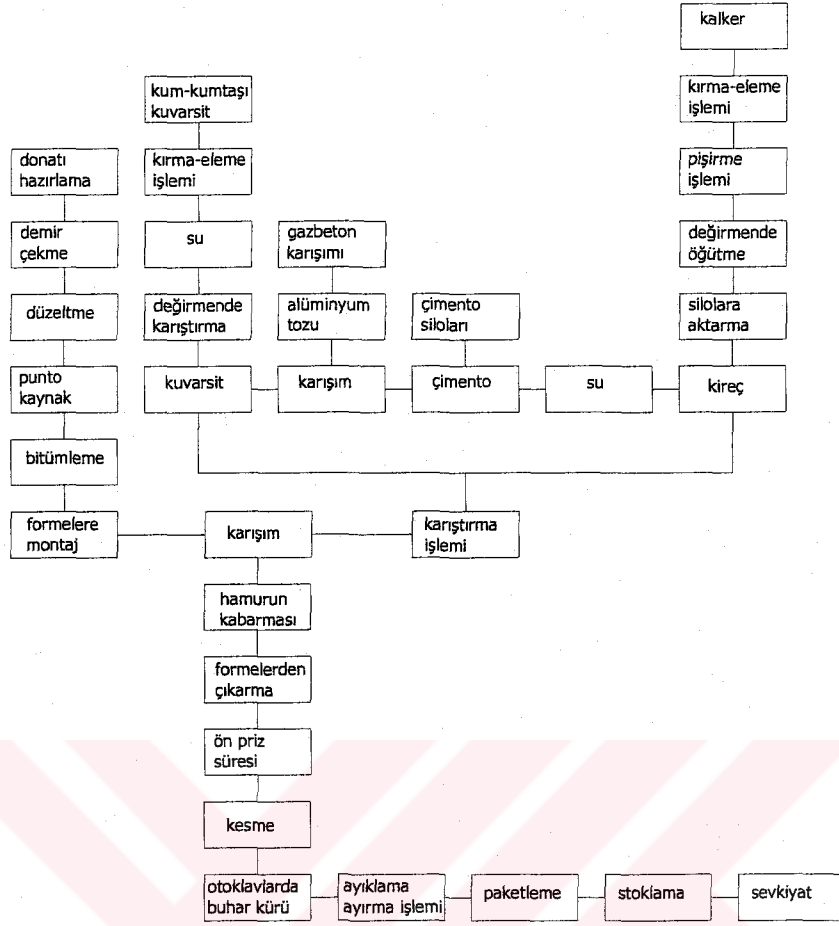
ile, konutlarda istenilen konfor sağlanamamış, bu da yeni arayışları beraberinde getirmiştir. 1928 yılında ise, Yxhult Taş Ocakları A.Ş. tarafından İsveç Yxhult'ta "Ytong" adı ile bir fabrika kurulmuş; böylece gazbeton üretimine resmen geçilmiştir (Borhan, 1990a'dan uyarlanmıştır).

Ülkemizde ise; 1962 yılında İsveç Ytong firması ile yapılan anlaşma sonucunda, Ytong gazbeton üretim tesisleri kurma kararı alınmış ve ilk üretim tesisi, 4 Kasım 1963 yılında, İstanbul Pendik'te faaliyete geçmiştir. Bu girişime rağmen, 1963 yılından 1989 yılına kadar ülkemizde başka bir üretim tesisinin kurulmadığı, ancak günümüzde artan talepler ve gelişen teknoloji ile tesis sayısının arttığı görülmektedir. Nuh Beton ve AKG gazbeton üretimi yapan firmalardan bazılarıdır. Aynı biçimde, ilerleyen yıllarda da, hızla artış göstermesi beklenmektedir.

3.2 Gazbeton Üretimi

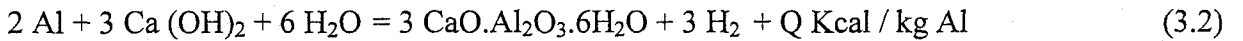
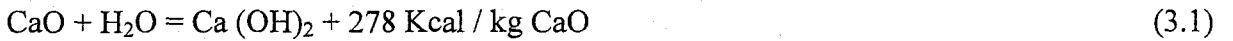
Gazbeton, kuvarsit, çimento, sönmemiş kireç, alüminyum tozu ve su karışımının otoklavda buhar kürü ile sertleştirilmesi sonucunda elde edilen bir yapı ürünüdür. Üretim açısından hammadde rezervinin yeterli oranda bulunması, büyük önem taşımaktadır. Üretim süreci, hammaddelerden olan kuvarsitin, rezervinden çıkarılarak, fabrikadaki değirmene taşınması ve burada 24 saat süre ile belirli bir hızda granülometrisine göre, kirecin ise mevcut silolardan alınarak, yine başka bir değirmende öğütülmesi ile başlamaktadır. Ancak; burada dikkat edilmesi gereken nokta, kirecin kuvarsit tozu, alüminyum tozu ve su ile birleşerek reaksiyona girebilmesi için sönmemiş olmasıdır (Bkz. Şekil Ek 1.1, Şekil Ek 1.2).

Gaz betonun basınç dayanımının artırılması amacı ile, üretimde, genellikle, belirli bir oranda NPC 42,5 çimentosu kullanılır. Çimentonun sınıfının yüksek olması, malzemenin basınç dayanımını artırır. Bütün bu malzemeler, belirli bir oranda alüminyum tozu da ilave edilerek su ile yoğrulur. Gazbeton hamuru denilen bu karışım, "forme" adı verilen 6 m uzunluğunda, 120 cm genişliğinde ve 60 cm derinliğindeki kalıplara yarısına kadar dökülür (Bkz. Şekil Ek 1.3). Sonuçta elde edilecek üründen beklenen özellikler doğrultusunda, karışıma giren malzemelerin oranları değişiklik gösterir. Bu oranların değişikliği ise, elde edilen gazbetonun ürün sınıflarını belirler (G1, G2, G3 vb.).



Şekil 3.1 Üretim akış şeması

Hazırlanan karışımın kalıpların yarısına kadar dökülmesinin amacı, gazbeton hamuru içinde bulunan sönmemiş kirecin, su ve alüminyum tozu ile reaksiyona girdiğinde malzemenin kabarak kalıplardan taşmasını engellemektir. Kalıplara dökülen hamurun kabarması sırasındaki reaksiyonlar aşağıdaki biçimde gerçekleşir (Borhan, 1990a).



Oluşan bu reaksiyonlar sonucunda hamur kabarak formeleri doldurur, ayrıca bu kabarma hava sürüklenmesi ile oluştuğundan malzemeye gözenekli bir yapı kazandırır. Kabaran ve gözenekli bir yapıya sahip olan bu kütle, yaş haliyle belli bir sertlik kazandıktan sonra formelerden yatay olarak çıkarılıp döküm arabalarından birine yerleştirilerek, kesme işlemi için kesme makinelerine gönderilir (Bkz. Şekil Ek 1.4, Şekil Ek 1.5). Kalıp halindeki hafif prizini almış olan gazbeton hamuru, otomatik kesme makinesinde çelik piyano telleri yardımıyla TSE normlarına uygun kesilir. Yine bu kesme işlemi sırasında, makinenin yan

tarafında bulunan özel bıçaklarla da kalıbın kullanılacağı yere göre şekil verilerek (binili...v.b.) kesme işlemi tamamlanır (Bkz. Şekil Ek 1.5, Şekil Ek 1.6).

Kesme işlemi sırasında üretimin sürekliliği nedeni ile, kesimde oluşan artıklar su yardımıyla çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere çamur toplama tankına gönderilir.

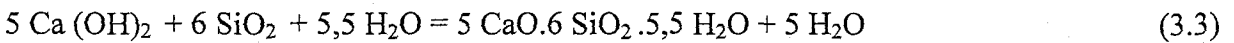
Başka bir işlem biriminde ise, ön yapımlı donatılı elemanların çelik hasırlarının hazırlığı yapılmaktadır. Bu hazırlıklar, öncelikle dışarıdan elde edilen çelik donatıların belirlenen üretim planına göre çekme ve kesme işlemlerinin yapılmasıdır. Çekme ve kesme işlemlerinden geçirilen çelikler, punto kaynak makinesinden geçirildikten sonra kullanılacakları yerlere göre hasır haline getirilmektedir. Hasır haline getirilen çelikler, taşıyıcı bloklar içerisine yerleştirildiklerinde korozyona karşı korunmaları için bitümlleme işleminden geçirilmektedir (Bkz. Şekil Ek 1.7).

Bitümlleme işlemi biten çelik hasırlar, üretim planında belirlenmiş olan kullanılacakları ürün sınıfına göre istiflenir. Çelik hasırlar, taşıyıcı plaklarda, gazbeton hamuru formelere dökülmeden önce bu hasırların pas payları hesaplanarak ve formelere altta ve üstte olmak üzere yerleştirilerek kullanılır.

Bütün bu yan işlemlerin de tamamlanması sonucunda, gazbetona mukavemetini kazandırmak üzere buhar kürü uygulamak için döküm arabaları üzerindeki kesilmiş kalıplar, otoklavlara gönderilir (Bkz. Şekil Ek 1.8).

Malzemenin kendine özgü düşük yoğunlukta yüksek basınç mukavemeti, otoklavlarda uygulanan buhar kürü sonucu elde edilir. Döküm arabaları üzerindeki kalıplar, yine ürün sınıfına göre, 12-13 atmosfer basınç ve 190 °C sıcaklık altında 12-13 saat süre ile sertleştirilir.

Bunun sonucunda, malzeme ulaşabilecek son mukavemetine ve hacim sabitliğine otoklav çıkışında erişmiş olur. Otoklav içerisinde buhar kürüne tutulan malzemede, şu reaksiyon gerçekleşir:



Buhar sertleşmesi sonucu, malzeme bünyesinde çeşitli hidrosilikat kristalleri oluşur. En çok rastlanan, 11 °A Tobermorit ($\text{C}_5\text{S}_6\text{H}_5$) kristalidir. Seyrek olarak da, Xonotlit ($\text{C}_6\text{S}_6\text{H}$), Gyrolit ($\text{C}_2\text{S}_3\text{H}_2$), Hillebrandit (C_2SH), ve Afwillit ($\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$) kristallerine rastlanır. Otoklavlardan çıkarılan kalıplardaki, buhar kürü esnasında birbirine yapışmış olanlar ayrılmak ve zarara uğramış olanlar da ayıklanmak üzere ayırma makinesine gönderilir (Borhan, 1990a).

Ayıklama ve ayırma işlemi tamamlanan kalıplar da, paletlere yerleştirilmek ve paketlenmek üzere paketlenme kısmına aktarılır (Bkz. Şekil Ek 1.11).

Paletlere yerleştirilen kalıplar, havası alınmış paketlenme sistemi olan “shrinkleme” işlemleri tamamlandıktan sonra, istiflenmek üzere açık ya da kapalı stok sahalarına götürülür (Bkz. Şekil Ek 1.12).

3.3 Gazbetonun Özellikleri

Üretimi TS 453 Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardına uygun olarak gerçekleştirilen gazbetonun özellikleri ve sınıfı, üretim sonucu malzeme yapısına göre belirlenmektedir. Bu bölümde gazbetonun özelliklerinden sadece fiziksel, mekânîk ve dayanıklılık özellikleri ele alınmaktadır.

3.3.1 Gazbetonun Fiziksel Özellikleri

Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardı olan TS 453'e uygun olarak üretimi gerçekleştirilen gazbetonun fiziksel özellikleri aşağıda incelenmiştir.

3.3.1.1 Gazbetonun Malzeme Yapısı

Gazbeton, üretiminde de (Bkz. 3.2) gözlemlendiği gibi gözenekli bir yapıya sahiptir. Gözenek oranı, boyutu ve dağılımı gazbetonun özelliklerini etkileyen önemli faktörlerdir. Bu gözeneklerin boyutları, 0.5 mm ile 0.15 mm arasında değişir. Ayrıca; bu makro gözenekler, mikro gözeneklerle çevrelenmiştir. Gözenek oranı, Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi, %88 ile % 73 arasında değişiklik gösterir. Gazbetondaki katı maddenin oranı ve özelliği, boşlukların oranı, boyutu, dağılımı ve birbiri ile ilişkisi, malzemenin başta birim hacim ağırlığı olmak üzere, su emme, ısı iletimi gibi fiziksel özelliklerini; basınç dayanımı, sünme dayanımı, eğilme dayanımı gibi mekânîk özelliklerini ve donma-çözülme etkisine dayanıklılık, kimyasal etkenlere karşı dayanıklılık gibi dayanıklılık özelliklerini etkiler (Borhan, 1990a).

Gazbeton üretiminde gözenekleştirici katkı maddesi olarak kullanılan alüminyum tozunun oranı, ayarlanarak istenilen fiziksel özellikte malzeme üretilebilmektedir.

Çizelge 3.1 Gözenekli yapının malzeme sınıflarına göre değiştiğini gösteren porozite oranları(Borhan, 1990a)

Birim Hacim Ağırlık Sınıfı	Porozite Oranı %
0,4	85 ~ 88
0,5	81 ~ 85
0,6	77 ~ 85
0,7	73 ~ 77
0,8	~ 73

3.3.1.2 Gazbetonun Malzeme Rengi ve Yüzey Yapısı

Gazbeton yapı malzemelerinin rengi, üretiminde kullanılan silisli hammaddenin cinsine göre değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda malzeme, beyaz, gri ya da pembe renkte olabilmektedir. Ülkemizde kurulan üretim tesisleri, kuvarsit yataklarının olduğu yerlerde bulunduğundan, kullanılan kuvarsit ve katkı maddeleri nedeni ile malzeme rengi beyaz ya da kirli beyazdır.

Malzeme yüzeyi ise, kesme makinesinde kullanılan çelik tellerin özelliğine göre, düz ya da çizgili pürüzlü olmaktadır. Donatılı plak elemanlar ise, kesim yöntemleri nedeni ile, her zaman düz yüzeyli; duvar blokları ise, kullanım yerine göre düz ya da çizgili yüzeyli olmaktadır.

3.3.1.3 Gazbetonun Özgül Ağırlığı

Gazbetonun ölçülen boşluksuz özgül ağırlığı, 2.60 kg/dm^3 'tür.

3.3.1.4 Gazbetonun İşlenebilme Özelliği

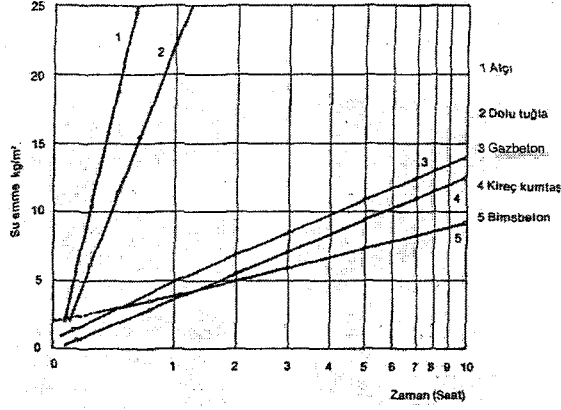
Gazbeton gözenekli yapısı nedeni ile ahşap gibi testere ile kesilebilir, rendelenebilir ve matkap ile delinerek kanal açılıp çivi çakılabilir. Ayrıca, özel uygulamalar için kullanılan spiral biçimli çiviler, sahip oldukları yüksek çekme direnci nedeni ile donatılı elemanlarda da kullanılır. Bu uygulamalarda dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, montaj sırasında taşıyıcı olmayan donatılı plakların kesilmemesidir. Ancak; donatılı elemanlarda kesme işlemi yapılacak ise; bu kesilen kısımların pasa karşı korunmalarına da dikkat edilmesi gerekir.

3.3.1.5 Gazbetonda Su Emme – Kuruma

Yapay taşların bünyesinde oluşan kılcal çatlaklar, bu malzemelerin su emmesine neden olmaktadır. Bu kılcal çatlaklar, üretim hataları sonucu oluşanlar hariç; açığa çıkan üretim suyunun bünyeden atılırken oluşturduğu çatlaklardır.

Üretim sırasında karışıma giren suyun, çok az bir kısmı da, bir takım kimyasal bağlantılar

nedeni ile bünyede kalmaktadır. Serbest kalan diğer kısım ise, buharlaşma ile bünyeden atılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre; atılan suyun miktarı betonda üretim suyunun yaklaşık olarak %82'si, tuğlada %100'ü, gazbetonda ise %50'sidir (Borhan, 1990a).



Şekil 3.2 Yapı malzemelerinde kılcal su emme (Borhan, 1990a)

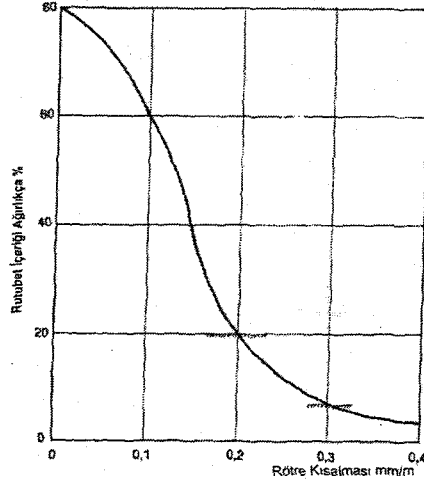
Bünyede oluşan kılcal çatlakların yoğunluğu; açığa çıkan suyun miktarına bağlı olduğu kadar, bunun bünyeden atılış hızına da bağlıdır. Diğer bir ifadeyle; kuruma hızı ne kadar hızlı olursa, oluşan kılcal çatlaklar da o kadar yoğun olacaktır.

Gazbetonu oluşturan bileşenlerin, eksotermik kimyasal tepkimeler sonucu özelliklerini kaybederek yeni mineraller içermesi beklenir. Bu oluşum, kurutma ve pişirme gibi yöntemlerle değil, uzun süreli doymuş su buharı kürü ile gerçekleşir.

Üretimin son aşaması olan buhar kürü sırasında gazbetonda oluşan kılcal çatlakların çok zayıf olması, su emmenin de o oranda düşük olmasını beraberinde getirmektedir. Diğer bir ifadeyle; gazbetonun gözenekli yapısı, suya karşı basınç uygulamakta ve bu nedenle suyun emilimi çok düşük olmaktadır. Buna karşın; diğer malzemelerde oluşan kılcal kapilerliğe direnç gösterecek karşı basınç bulunmadığı için, bu malzemelerin su emmeleri çok daha yüksek olmaktadır (Borhan, 1990a).

3.3.1.6 Gazbetonun Hacim Sabitliği

Gazbeton, diğer yapay taşlar gibi, yapısında bulunan rutubet oranına bağlı olarak hacim değişikliğine uğramaktadır. Hacim değişikliği, kuruma süresince oluşan hacim küçülmesi ve nemlenme süresince oluşan hacim büyümesi şeklinde görülmektedir. Betonda yapılan deneylerde olduğu gibi, gazbetonda da malzemeden yapılan 4x4x16 cm boyutlarındaki prizmaların suya doymun durumları ile denge rutubeti arasındaki hacim değişikliği hesaplanmaktadır.



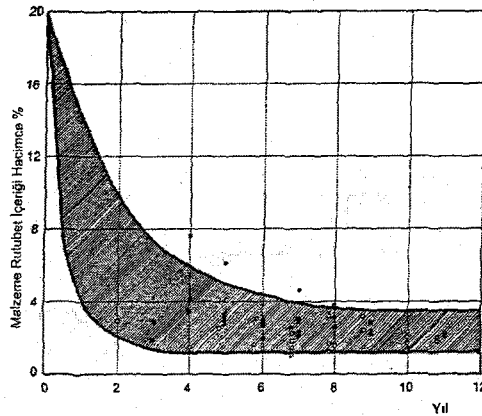
Şekil 3.3 Kuruma-hacim sabitliği ilişkisi (Borhan, 1990a)

TS 453'e göre malzemenin otoklavdan çıktığındaki rutubeti (ağırlıkça %20'si) ile denge rutubeti (ağırlıkça %3,5'i) arasındaki hacim değişmesi, 0,5 mm/m olarak sınırlandırılmıştır. Ülkemizdeki üretimin standart hacim değişmesi ise 0,15 mm/m olarak gözlemlenmiştir.

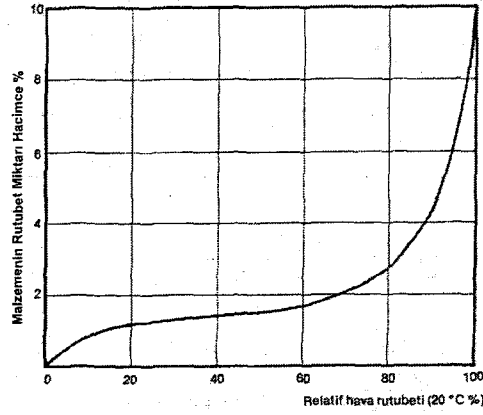
3.3.1.7 Gazbetonun Denge Rutubeti

Yapı malzemelerinin bir çoğunun başlangıçta içerdiği üretim, nakliye ve inşaat (uygulama) rutubeti, zaman içinde bünyeden atılarak, belirli bir rutubet düzeyinde, sabit hale gelir. Malzemenin bu rutubet düzeyine, "denge rutubeti" ya da "pratik denge rutubeti oranı" denir.

Yapılan araştırmalara göre; gazbetonun denge rutubeti ile başlangıçta içerdiği rutubet arasında, malzeme kuru birim hacim ağırlığı ve ortamın rölatif hava rutubetine bağlı olarak; diğer malzemelere oranla, farklılıkların daha az olduğu görülmektedir (Borhan, 1990a).



Şekil 3.4 Gazbetondan yapılmış dış duvar ve çatıların zamana bağlı kurumması (Borhan, 1990a)



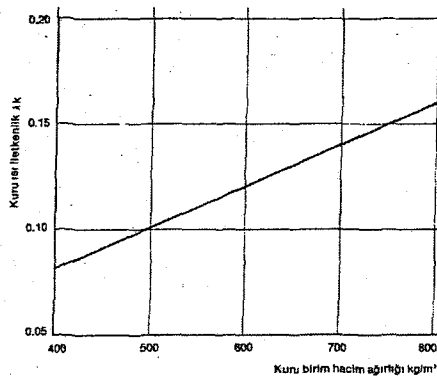
Şekil 3.5 Rölatif hava rutubeti-denge rutubeti ilişkisi (Borhan, 1990a)

3.3.1.8 Gazbetonun Isı İletkenliği

Gazbetonda bulunan ve yapısının % 80 kadarını oluşturan mikro ve makro gözenekler, bu yapı ürününe çok düşük bir ısı iletkenlik değeri sağlamaktadır. Gazbetonda ısı iletkenlik değeri, malzeme kuru birim hacim ağırlığına ve rutubet miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Borhan, 1990a).

Çizelge 3.2 Kuru birim hacim ağırlığı – ısı iletkenlik değeri ilişkisi (Borhan, 1990a)

Kuru Birim Hacim Ağırlığı kg/m^3	Isı İletkenlik Değeri λ $\text{k Kcal/m.h}^\circ\text{C}$
300	0,070
400	0,080
500	0,10
600	0,12
700	0,14
800	0,16



Şekil 3.6 Kuru birim hacim ağırlığı-ısı iletkenlik ilişkisi (Borhan, 1990a)

3.3.1.9 Gazbetonun Isıl Genleşmesi

Gazbetonun ısı genleşme katsayısı α , t 20 °C ile 100 °C arasında 0,008 mm/m°C'dir. Bu değer, betonun genleşme katsayısından daha düşüktür (Borhan, 1990a).

3.3.1.10 Gazbetonda Özgül Isı

Gazbetonun özgül ısı katsayısı c, malzemenin denge rutubeti durumunda (ağırlıkça %2-5) 0,24 Kcal/kg.°C ile 0,26 Kcal/kg.°C arasında değişiklik göstermektedir (Borhan, 1990a).

3.3.1.11 Gazbetonun Ergime Sıcaklığı

Gazbeton yapı ürünlerinde yanma olmamaktadır. Ancak; bu ürünler, 1000 °C civarında sinterleşmeye; 1100-1200 °C civarında ise ergimeye başlamaktadır (Borhan, 1990a).

3.3.1.12 Gazbetonun Isı Nüfuz Katsayısı

Gazbetonun ve bazı yapı malzemelerinin ısı nüfuz katsayıları b, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

c = Malzeme Özgül Isısı Kcal/kg°C

λ = Isı İletkenlik Değeri kcal/mh°C

δ = Birim Hacim Ağırlığı Kg/m³

$$b = \sqrt{c \cdot \lambda \cdot \delta} \text{ (Kcal/m}^2\text{h}^{1/2}\text{°C)} \quad (3.4)$$

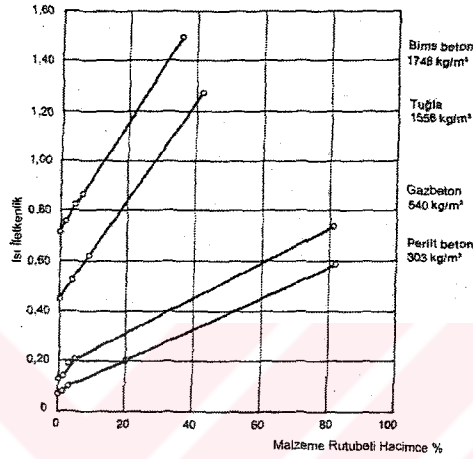
Çizelge 3.3 Çeşitli malzemelerin ısı nüfuz katsayıları (Borhan, 1990a'dan uyarlanmıştır)

Malzeme	Isı nüfuz Katsayısı Kcal/m ² h ^{1/2} °C
Gazbeton	4-7
Mantar	1-2
Ahşap	4-8
Tuğla	9-16
Beton	20-30

Gözenekli ya da boşluklu yapı malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri, gözeneklerinde veya boşluklarında bulunan su miktarına bağlı olarak, hızlı bir değişkenlik gösterir. Bunun nedeni, suyun, katı cisimlere göre, ısıyı 20 kat daha çok iletmesidir. Bu sebeple, yapı malzemelerinin en düşük ısı iletkenlik değerleri, malzemelerin tam kuru olduğu durumlarda belirlenirken; en yüksek ısı iletkenlik değerleri ise, malzemelerin tüm boşluklarının su ile dolduğu durumlarda

belirlenir (Borhan, 1990a).

Doğal şartlar altında, gazbetonun bazı boşluklarında daima hava kalacağından; tüm boşlukların su ile dolması, diğer bir ifade ile, malzeme bünyesinde bulunan su miktarının, malzeme porozitesine eşit ya da yakın hale gelmesi, mümkün olamamaktadır. Bu nedenle, gazbetonun en yüksek ısı iletkenlik değeri, ancak laboratuvar şartlarında, malzemeye vakum uygulanarak, tüm havanın bünyeden boşaltılması ve bu boşlukların su ile doldurulması ile belirlenmektedir.



Şekil 3.7 Isı iletkenlik (λ) ve malzeme rutubeti ilişkisi (Borhan, 1990a)

3.3.1.13 Gazbetonun Soğuma Katsayısı

Yapı malzemelerinde ısı depolama değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

∂ = Malzeme Birim Hacim Ağırlığı (Kg/m^3)

d = Malzeme Kalınlığı (m)

c = Malzeme Özgül Isısı ($\text{Kcal/kg}^\circ\text{C}$)

Δt = Malzeme ile ortamın sıcaklık farkı ($^\circ\text{C}$)

$$W = \partial \cdot d \cdot c \cdot \Delta t \quad (\text{Kcal/m}^2) \quad (3.5)$$

Soğuma, malzemede depolanan ısının transferi olup, malzemenin ısı iletkenlik değeri ile orantılıdır. Buna göre soğuma katsayısı:

$$A = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\partial \cdot d \cdot c \cdot \Delta t}{\Delta t} = \frac{\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal/m}^2 \cdot \text{C} \cdot \text{h}} = h_{\text{soğuma}} \quad (3.6)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Soğuma katsayısı büyüdükçe, malzemede o oranda soğuma olur. Bu nedenle, iç ortam ve dış ortam arası ısı değişiklikleri, daha az hissedilir (Borhan, 1990a).

Çizelge 3.4 30 cm kalınlığındaki bazı malzemelerin soğuma katsayıları (Borhan, 1990a)

Malzeme	Soğuma k.s./saat
Demir	2
Sentetik sünger	18
Beton	25
Tuğla	53
Gazbeton G1	89
Gazbeton G2	88
Gazbeton G3	88
Gazbeton G4	83
Gazbeton G6	82

3.3.1.14 Gazbetonda Isı Depolama

Yapı malzemeleri, ısınma sırasında ısıyı depo etmektedir. Isı depolama özelliği, malzeme kuru birim hacim ağırlığı ve malzeme özgül ısısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Yapılarda ısı, özellikle kış aylarında, tüm yapı elemanları, taşıyıcı sistem, ev eşyası vb. tarafından depolanmaktadır. Bu nedenle, Schüle'ye göre, yapı dış kabuğunun ısı depolama niteliği, fazla önemsenmemelidir. Ancak; yapı dış kabuğunun, ısı depolama niteliğine bağlı olarak, yeterli ısı geçirgenlik direncine sahip olması, ısınma kesildiğinde, ısınma sırasında depolanmış olan ısıdan, uzun süre yararlanılması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, hazırlanmış olan ısı yönetmelikleri, hafif malzemelerle yapılan dış duvarların, ısı depolama niteliklerinin azaldığı oranda ısı geçirgenlik dirençlerinin arttırılarak, yapının ısıtma kesitlerinde depolanan ısıdan, daha uzun süre yararlanılmasını sağlamaktadır (Borhan, 1990a).

Isı depolama niteliğinin, sürekli ısıtılan yapılarda, enerji tasarrufu açısından pratik bir önemi yoktur. Ancak; yapı dış kabuğunun ısı ataletinin yeterli olması, dış ortamdaki ısı değişimlerinin, yapı dış kabuğu tarafından dengelenebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, yapının iç elemanlarının minimum ısı depolama niteliğinde olması da, iç ortamdaki ani ısı değişimlerinin dengelenebilmesi nedeni ile istenilen bir özelliktir.

Yapı dış kabuğunun güneş etkisinde kaldığı yaz aylarında ise; her zaman ölçülebilen 70°C~80°C arasındaki sıcaklıklarda, dış kabuğu oluşturan taş, tuğla, beton vb. gibi yapı malzemelerinin yüksek ısı depolama özelliğinde düşük ısı ataletine sahip olması, önemli bir

sorun oluşturmaktadır. Dış kabukta gündüz depolanan ısı, dış kabuğu oluşturan bu malzemelerin ısı iletmeleri sonucu korunamamaktadır. Bu nedenle, özellikle geceleri, yapı iç ortamı hızla ısınmaktadır (Borhan, 1990a).

Yaz aylarında dış kabukta depolanan güneş ısısı, iç ve dış ortam sıcaklıklarının eşit olması nedeni ile gece eşit olarak iç ve dış ortama geri dönmektedir. Kış aylarında ise, dış ortam sıcaklığının dış duvar sıcaklığından, dış duvar sıcaklığının da iç ortam sıcaklığından düşük olması sonucu, dış kabukta depolanan ısıtma ısısı, iç ortama dönemeyip dış ortama kaçmaktadır. Bu açıdan, yapı dış kabuğunun yüksek ısı depolama niteliğinde olması, enerji kaybına yol açmaktadır. Bu sorun, tuğla, beton, briket vb. gibi yüksek ısı depolama niteliğine sahip tek katman duvarların soğuk yüzeylerine yalıtım uygulanması ile giderilmektedir. Ancak bu yalıtım uygulaması, yapı dış kabuğunun kış aylarında güneş ışıması ile pasif enerjiden yararlanma olanağını ortadan kaldırmaktadır.

Çizelge 3.5 Bazı dış duvarlarda yaz aylarında 1 saat süresince depolanacak ısı miktarı W (Kcal/m²) $\Delta t = 40^{\circ}\text{C}$ (Borhan, 1990a'dan uyarlanmıştır)

Malzeme	ρ kg/m ³	d m	C Kcal/kg ^o C	W Kcal/m ²
Styropor	100	0,20	0,33	264
Gazbeton	400	0,20	0,22	704
Ahşap	500	0,20	0,40	1600
Delikli Tuğla	1000	0,20	0,20	1600
Beton	2400	0,20	0,22	4224
Taş	3000	0,20	0,22	5280

3.3.1.15 Gazbetonun Isı Ataleti

Yaz aylarında, özellikle yapay iklimlendirme yapılamayan yapılarda, iç ortam şartları bütünüyle dış kabuğun fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, dış kabuğu oluşturan yapı malzemelerinin ısı ataleti, iç ortam konfor koşullarını belirleyen önemli bir özelliktir. Isı ataletini oluşturan ana kavramlar, salınım frenlemesi ve faz gecikmesidir.

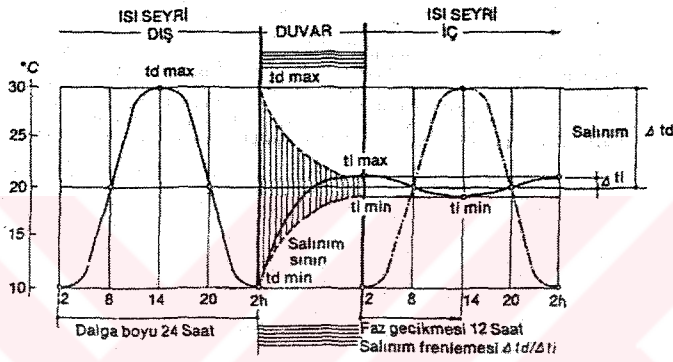
Dış duvar yüzeyindeki gece ve gündüz arasındaki sıcaklık salınımları, malzemenin ısı iletkenlik değerine ve ısı depolama niteliğine bağlı olarak, belirli bir süre gecikme ve frenleme ile duvar iç yüzeyine ulaşmaktadır.

Salınım frenlemesi, dış salınım/iç salınım oranı olarak ifade edilmektedir. Konfor koşullarının sağlanması açısından, bu oranın mümkün olduğunca büyük olması istenmektedir (Borhan, 1990a).

Faz gecikmesi ise; duvar dış yüzeyindeki bir ısı dalgasının, duvar iç yüzeyinde oluşması için

gereken zaman aralığıdır. Faz gecikme süresinin, yaklaşık 12 saat olması istenmektedir. Bu sürede, duvar iç yüzey sıcaklığı, günün en sıcak saatinde en düşük düzeye inmekte; gecenin en serin saatinde ise, en yüksek düzeye çıkmaktadır.

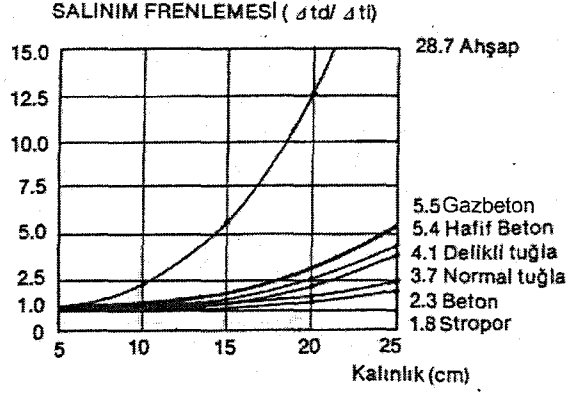
Yaz aylarında yapı dış kabuğunun ısı ataletinin yüksek olması nedeni ile, dış ortamda konfor şartlarının yeterince sağlanabilmesi için, dış kabuğu oluşturan yapı malzemelerinin ısı depolama ve ısı iletkenlik değerinin belirli bir uyum içerisinde olması gerekmektedir. Örneğin; en yüksek ısı depolama özelliğine sahip olan beton ile en yüksek ısı geçirgenlik direncine sahip olan styropor, bu özelliklerinin uyum içerisinde olmaması nedeni ile, ısı ataleti açısından aynı düşük değerlere ulaşmaktadır.



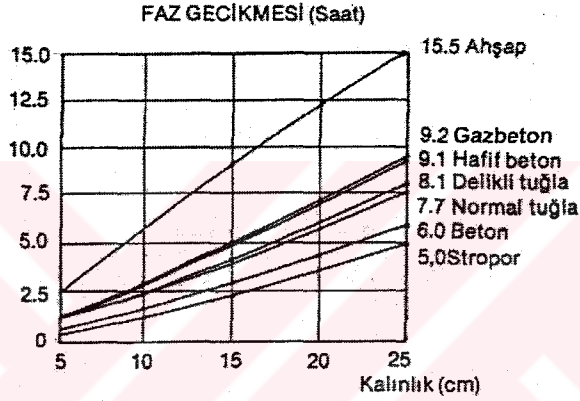
Şekil 3.8 Dış kabukta salınım frenlemesi ve faz gecikmesi (Borhan, 1990a)

Beton dış duvarlar, yüksek ısı depolama özelliğine sahip olmasına karşın, ısı geçirgenlik direncinin çok düşük olması nedeni ile, bir yarım periyot süresince depoladıkları yüksek ısıyı, diğer yarım periyot süresince koruduğundan, ısı dengeli olarak verilememektedir. Bunun sonucunda da, beton vb. malzemelerle yapılan yapıların iç ortamında, yaz aylarında, gecenin ilk yarım periyodunda, sıcaklık değeri yüksek olmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinde ise, ısı geçirgenlik direnci her ne kadar yüksek olsa bile, ısı depolama nitelikleri çok düşük olduğundan, ikinci yarım periyotta malzemenin vereceği ısı kalmamaktadır.

Isı depolama özelliği ile ısı geçirgenlik direncinin uyumlu olduğu malzemelerde, duvar ısı ataleti, yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ahşap bu malzemelerin başında gelmektedir. Kâgir malzemelerden gazbeton ve hafif beton, bu açıdan ahşaba en yakın malzemeler arasında yer almaktadır (Borhan, 1990a).



Şekil 3.9 Dış kabukta ısı ataleti (salınım frenlemesi) (Borhan, 1990a)



Şekil 3.10 Dış kabukta ısı ataleti (faz gecikmesi) (Borhan, 1990a)

3.3.2 Gazbetonun Mekânik Özellikleri

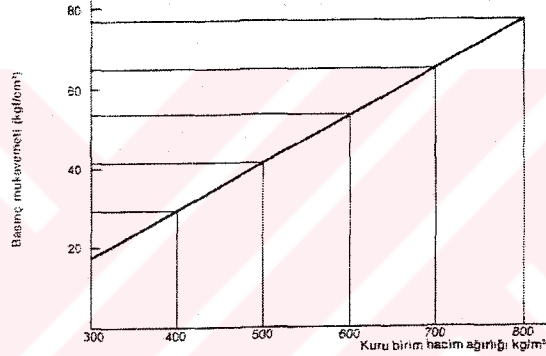
Gazbetonun mekânik özellikleri bağlı buldukları sınıf özelliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Buna göre donatılı yapı elemanları ile donatısız malzemelerin mekânik özellikleri farklıdır.

3.3.2.1 Gazbetonun Basınç Mukavemeti ve Kuru Birim Hacim Ağırlığı

TS 453'te gazbeton yapı malzemeleri, küp basınç mukavemetlerine göre sınıflandırılmaktadır. Malzeme kuru birim hacim ağırlığı, malzemenin 105 °C'de sabit sıcaklığa gelene kadar kurutularak tartılmasıyla elde edilmektedir. Malzeme basınç mukavemeti ise, malzemenin oluşturulan en az malzeme genişliğine eşit ya da en çok 10 cm boyutlarındaki küplerin belirli bir rutubet oranına (ağırlıkça %6 ± %2) ulaşana kadar (ağırlıkça %10) kurutulması ve daha sonra bu küplerin kırılması sonucu belirlenmektedir (Borhan, 1990a).

Çizelge 3.6 Gazbetonun sınıflarına göre basınç mukavemetleri ve birim hacim ağırlıkları (Borhan,1990a, Özgün, 2004, TS 453: 1988)

Sınıfı	Ortalama Asgari Değer kgf/cm ² (N/mm ²)	En Küçük Değer kgf/cm ² (N/mm ²)	Birim Hacim Ağırlık Sınıfı	Ortalama Birim Hacim Ağırlığı kg/dm ³	Sınıf İşareti	Kullanım Alanı	
G1	15 (1,5)	10 (1,0)	0,4	0,31 ile 0,40	G 1/0,4	Taşıyıcı olmayan B, A, YP, U, M ¹	
			0,5	0,41 ile 0,50	G 1/0,5		
G2	25 (2,5)	20 (2,0)	0,4	0,31 ile 0,40	G 2 /0,4		
			0,5	0,41 ile 0,50	G 2/0,5		
G3	35 (3,5)	30 (3,0)	0,5	0,41 ile 0,50	G 3/0,5		Taşıyıcı olan bloklar, plaklar ve elemanlar
			0,6	0,51 ile 0,60	G 3/0,6		
G4	50 (5,0)	40 (4,0)	0,6	0,51 ile 0,60	G 4/0,6		
			0,7	0,61 ile 0,70	G 4/0,7		
G6	75 (7,5)	60 (6,0)	0,7	0,61 ile 0,70	G 6/0,7		
			0,8	0,71 ile 0,80	G 6/0,8		



Şekil 3.11 Basınç mukavemeti-kuru birim hacim ağırlığı ilişkisi (Borhan, 1990a)

3.3.2.2 Gazbetonun Elastisite Modülü

Elastisite modülü, her malzemede olduğu gibi, gazbetonda da birim hacim ağırlığı ve küp basınç mukavemetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Gazbetonun elastisite modülü, kabarma yönünde ve gazbetonun 0,1 mm/m deformasyon bölgesinde, şu bağıntı ile hesaplanabilir (Borhan, 1990a):

E = Elastisite Modülü

r = Gazbeton kuru birim hacim ağırlığı kg/dm³

D = Küp basınç mukavemeti kg/dm³

¹ B: Blok, A: Asmolen, YP: Yalıtım Plakları, U: U Bloklar, M: Mıçır (TS 453)

$$E = 6000 \cdot \sqrt{r^3 \cdot D} \quad (3.7)$$

Çizelge 3.7 Gazbeton malzeme sınıflarının elastisite modülleri (Borhan, 1990a)

Kuru Birim Hacim Ağırlığı kg/m ³	Elastisite Modülü kg/cm ²
300	3800
400	7500
500	12500
600	20000
700	30000
800	42000

3.3.2.3 Gazbetonun Çekme Mukavemeti

Eksenel çekme durumunda, gazbeton çekme mukavemeti 0,09 D ~ 0,1 D olmak üzere, basınç mukavemetinin yaklaşık 1/10'u oranında ve 1,5 ~ 7,5 kg/cm² arasında değişiklik göstermektedir (Borhan, 1990a).

3.3.2.4 Gazbetonun Eğilmede Çekme Mukavemeti

Gazbetonun eğilmede çekme mukavemeti, basınç mukavemetinin yaklaşık olarak 1/9'u olup (0,11 D) 1,5-9 kg/cm² arasında değişiklik göstermektedir (Borhan, 1990a).

3.3.2.5 Gazbetonun Kayma Mukavemeti

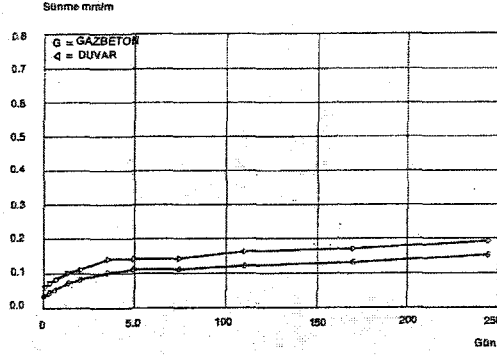
Gazbetonun kayma mukavemeti, hesaplamalara göre yaklaşık 0,11 D'dir (Borhan, 1990a).

Çizelge 3.8 Gazbeton malzeme sınıflarının kayma mukavemetleri (Borhan, 1990a)

Sınıfı	Kayma Mukavemeti kg/cm ² (τ)
G 2	0,8
G 3	0,8
G 4	1,2
G 6	1,2

3.3.2.6 Gazbetonda Malzeme Sünmesi

Gazbetonda da, beton vb. diğer yapay taşlarda görüldüğü gibi, devamlı yük altında sünme gerçekleşmektedir. Ancak; yapılan araştırmalara göre, gazbetonun sünme değeri ağır betonun sünme değerinden daha düşüktür. Ağır betonlarda gözlenen yüksek sünme değerinin nedeni, yük altında kristal değişimin olmasının yanı sıra, bünyede uzun süre kimyasal sertleşmenin de devam etmesidir. Buhar küründen geçirilen gazbetonda oluşan kimyasal sertleşme ise; otoklav çıkışında tamamlanmaktadır. Gazbetonun sünme katsayısı, bütün sınıflarda geçerli olduğu kabul edilen $\phi_s = 1,5$ 'tir (Borhan, 1990a).



Şekil 3.12 Taşıyıcı olan harçlı gazbeton duvarda sünme-zaman ilişkisi (Borhan, 1990a'dan uyarlanmıştır.)

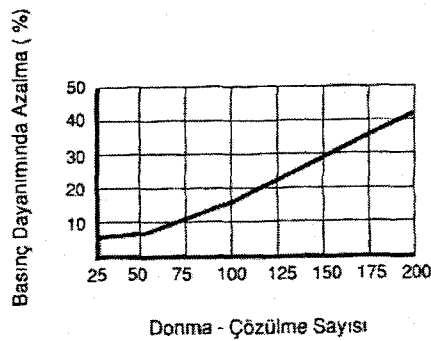
3.3.3 Gazbetonun Dayanıklılık Özelliği

Bir çok yapıda ısı yalıtımı malzemesi olarak kullanılan gazbetonun dayanıklılık özellikleri, bu yapı ürününün hangi koşullarda ne gibi davranışlar gösterdiğinin bilinmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada, gazbetonun dayanıklılık özellikleri, diğer özelliklerinde olduğu gibi, gözenekli yapısı dikkate alınarak incelenmiştir.

3.3.3.1 Gazbetonun Donma-Çözülme Etkisine Dayanıklılığı

Malzemelerin donma-çözülme etkisine dayanıklılığı, içerdiği rutubet oranına bağlıdır. Doğal şartlar altında, gazbetonun ulaşabildiği en yüksek rutubet miktarı hacmin %30-35'i kadardır.

Gazbetonun yapısındaki gözenekler, yani malzemedeki toplam boşluk miktarı, malzemenin birim hacim ağırlığına bağlı olarak hacminin yaklaşık %70-85'i kadardır. Bu orana göre, malzeme bünyesinde bulunan suyun dış ortam koşullarına bağlı olarak donmasıyla oluşan buz kristallerinin, her zaman genleşme olanağı bulabileceği bir kuru birim hacim bulunmaktadır. Bu durum, gazbeton için dona karşı bir güvence sağlamaktadır. Gazbetonda kritik rutubet oranının (hacmin %30'u) altında don oluşsa bile, malzeme zarar görmemektedir.



Şekil 3.13 Gazbetonun don mukavemeti (Çimentaş)

Özellikle, şiddetli yağışlar sonrası malzemede don oluşması halinde, gazbetonun keskin kenar, köşe ve profilleri suya doygun hale gelerek, kritik rutubet oranını aşabileceğinden, buralardaki don zararlı olabilmektedir. Bu nedenle, kış aylarında malzeme istifleniyor ise örtülmeli ya da bir yüzey kaplaması ile korunmalıdır. Ancak; bu zararlar gazbeton yüzeyinde, tuğla vb. malzemelerde olduğu gibi toplam kütleinin dağılması şeklinde değil de, tozlanma ve kabuk halinde dökülme şeklinde gerçekleşmektedir (Borhan, 1990a).

3.3.3.2 Gazbetonun Korozyona Karşı Korunması

Gözenekli yapıdaki her yapı malzemesi gibi, gazbeton da donatıların korozyonu açısından yeterli oranda koruyucu olamamaktadır. Bu özelliği nedeni ile, donatılı yapı elemanlarının donatıları, üretim alt başlığında da belirtildiği gibi (Bkz. 3.2), yönetmeliklere uygun olarak bitüm esaslı korozyon önleyicilerle kaplanmalıdır. Bitüm esaslı kaplamanın, etkili olabilmesi için, iki katman halinde ve en az 0.3 mm ile 0.6 mm kalınlığında uygulanması gerekmektedir. Aynı şekilde, gazbeton uygulamalarında kullanılacak çivi, cıvata vb. gibi diğer çelik parçalar da galvanizlenerek korozyona karşı korunmalıdır (Borhan, 1990a).

3.3.3.3 Gazbetonun Kimyasal Etkenlere Karşı Dayanıklılık

Gazbeton, silikat hidratlardan oluşan alkalik yapıya (pH=9,5~11,0) sahip bir yapı malzemesidir. Bu özelliği nedeni ile, asitlerden ve asit tuzlarından etkilenmektedir. Kimyasal yönden pasif özellik sergileyen gazbeton, yapıda beton, demir, ahşap vb. gibi diğer malzemelerle bir arada kullanıldığında zararlı bir etki göstermemektedir.

Eriyik ya da gaz halindeki kimyasal maddelerin gazbetona etkisi, yoğunluğuna, rölatif rutubete ve ortam sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Sülfürik asit, hidroklorik asit, asetik asit gazbetonun yapısına ve deniz suyunda bulunan asit tuzları, kloridler, sülfatlar ile nitratlar da donatıya zarar vermektedir. Bu nedenle özellikle deniz suyuna karşı gazbeton donatılı elemanlarının korunması gerekmektedir. Ortamda yoğun ve sürekli kimyasal maddelerin bulunması durumunda ise, gazbeton bu maddelere dayanıklı yüzey kaplamaları ile korunmalıdır (Borhan, 1990a).

3.3.3.4 Gazbetonun Suda Çözünmesi

Gazbeton, malzeme olarak, beton sınıfında yer almaktadır. Bu nedenle, malzeme mukavemetini sağlayan yapısındaki hidrosilikatlerin, suda çözünmedikleri görülmektedir. Ancak; üretime giren hammaddelerden kum, kireç, çimento suda çözünebilen tuzlar içerdiğinden; uygun olmayan koşullarda bu tuzlar malzeme yüzeyinde kristalleşerek

çiçeklenmeye neden olabilmektedir. Gazbetonda çiçeklenme, öncelikle eriyik tuz oranına değil de, yapısındaki kılcal su hareketine ve yüzeydeki kuruma hızına bağlıdır. Ancak; normal kuruma şartları altında, gazbeton yüzeylerinde belirgin oranda bir tuz çiçeklenmesi olduğu da gözlemlenmektedir (Borhan, 1990a).

3.4 Gazbetonun Sınıflandırılması

Gazbeton yapı ürünleri, daha önce de anlatıldığı gibi; taşıyıcı ya da donatılı olma özelliğine bağlı olarak kullanıldığı yere ve üretim şekline göre sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 3.9 Gazbetonun sınıflandırılması (Özgün,2004)

Donatı İçeriği	Taşıyıcılık	Gazbeton Yapı Ürünleri	Gazbeton Yapı Ürünlerinin Sınıfı
Donatısız	Taşıyıcı Olmayan	Harçlı Blok (H)	G2/0,4 veya G2/0,5
		Tutkallı Blok (T)	
		Isı Blok (IB)	
		Yalıtım Plakları (YP)	
		Asmolen Blok (A)	
		U Bloklar (UB)	
	Gazbeton Mıçırı (M)		
	Taşıyıcı Olan	Harçlı Blok (H)	G4/0,6
		Tutkallı Blok (T)	G4/0,7
		Isı Blok (IB)	G6/0,7 G6/0,8
Donatılı	Taşıyıcı Olmayan	Yatay Duvar El. (YD)	Açıklığa bağlı olarak; G3/0,5 G3/0,6 G4/0,6
		Düsey Duvar El.(DD)	
		Bölme Elemanlar (BE)	
		Hazır Duvarlar (HD)	
	Taşıyıcı Olan	Çatı Elemanları (Ç)	Açıklık ve anma yüküne bağlı olarak; G3/0,5 G3/0,6 G4/0,6
		Lentolar (L)	
		Döşeme Elemanları (D)	G4/0,6
		Düsey Duvar El. (DD) (300 cm'ye kadar açıklığı olan)	

3.4.1 Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Blokları

Aynı sınıfta yer alan gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı blokları, bir arada incelenmektedir.

3.4.1.1 Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Bloklarının Sınıf ve Özellikleri

Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının bir takım özellikleri, sınıflarına göre değişim göstermektedir.

Çizelge 3.10 Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının sınıflarına göre özellikleri

Sınıfı	G2	G4	G6
Ortalama basınç dayanımı kgf/cm ²	25	50	75
En küçük basınç dayanımı kgf/cm ²	20	40	60
Kuru birim hacim ağırlığı kg/m ³	400/500	600/700	700/800

Çizelge 3.11 Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının taşıyıcılık özelliklerine göre sınıflandırılması

Gazbeton Yapı Ürünü	Sınıf Tanımlaması	Taşıyıcılığı
Harçlı Blok (H)	G2/0,4 G2/0,5	Taşıyıcı olmayan (donatısız)
	G4/0,6 G4/0,7 G6/0,7 G6/0,8	Taşıyıcı olan (donatılı)
	G2/0,4 G2/0,5	Taşıyıcı olmayan (donatısız)
	G4/0,6 G4/0,7 G6/0,7 G6/0,8	Taşıyıcı olan (donatılı)
Isı Blok (IB)	G2/0,4 G2/0,5	Taşıyıcı olmayan (donatısız)
	G4/0,6 G4/0,7 G6/0,7 G6/0,8	Taşıyıcı olan (donatılı)

Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı blokları;

- Taşıyıcı olan ve taşıyıcı olmayan iç ve dış duvarların yapımında,
- Bodrum duvarlarının yapımında,
- Yangın duvarlarının yapımında,
- Hafif bölme duvarlarının yapımında
- Çift katman olan duvarların iç ısı yalıtım katmanlarının yapımında,
- Yüksek bacaların giydirilmesinde,
- Isı köprülerinin ortadan kaldırılmasında ve ısı yalıtımında (özellikle dış ortama açık beton hatıl ve kirişlerin yalıtılmasında)

kullanılmaktadır (Borhan, 1990b).

3.4.1.2 Gazbeton Harçlı, Tutkallı ve Isı Bloklarının Sınıfları ve Ölçüleri

Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının G2 sınıfı, ısı yalıtım değeri yüksek hafif bölme

duvar yapımında, G4 sınıfı, ısı yalıtım değeri yüksek taşıyıcı duvar yapımında, G6 sınıfı ise; “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” gereği, zemin kat dışında iki ya da daha fazla katı olan bodrumlu veya bodrumsuz yapıların, bodrum ve zemin katlarının taşıyıcı duvarlarının yapımında kullanılmalıdır.

Çizelge 3.12 Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı bloklarının sınıfları ve ölçüleri (Borhan, 1990b)

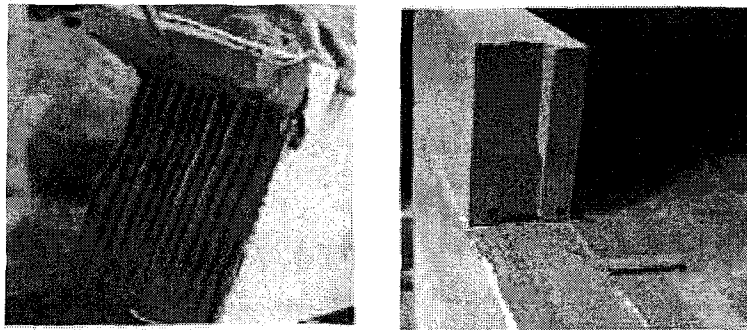
Sınıfı		G2	G4	G6
Uzunluk/Yükseklik cm	(H)	59/24, 29/24		49/24, 24/24
	(T), (I)	60/25, 30/25		50/25, 25/25
Kalınlık cm		7.5, 9, 10, 12.5, 15, 17.5, 19, 20, 22.5, 25, 27.5, 29, 30, 32.5, 35, 37.5, 39, 40, 42.5, 45, 47.5, 49, 50		

Gazbeton harçlı, tutkallı ve ısı blokları;

- Uzunluk / Yükseklik / Kalınlık için ± 3 mm tolerans ile üretilmektedir.



Şekil 3.14 Gazbeton harçlı blok uygulaması (Ytong,2001)



Şekil 3.15 Gazbeton tutkallı blok uygulaması (Ytong,2001)

3.4.2 Gazbeton Yalıtım Plakları

Gazbeton yalıtım plakları, boyutlarına ve kalınlıklarına bağlı olarak çeşitli şekillerde uygulanmaktadır.

3.4.2.1 Gazbeton Yalıtım Plaklarının Sınıf ve Özellikleri

Gazbeton yalıtım plakları, G2 sınıfında üretilip, bu sınıfın tüm özelliklerini taşır. Buna göre gazbeton yalıtım plakları;

- Isı yalıtımının yetersiz kaldığı, mevcut olan ya da yeni yapılacak olan dış duvarların yalıtımında,
 - Yatay ve düşey beton dış yüzeylerin yalıtılarak ısı köprülerinin ortadan kaldırılmasında,
 - Üzerinde gezilebilen yüzeylerin yalıtımında,
- kullanılır (Borhan, 1990b, Çimentaş).

3.4.2.2 Gazbeton Yalıtım Plaklarının Sınıfları ve Ölçüleri

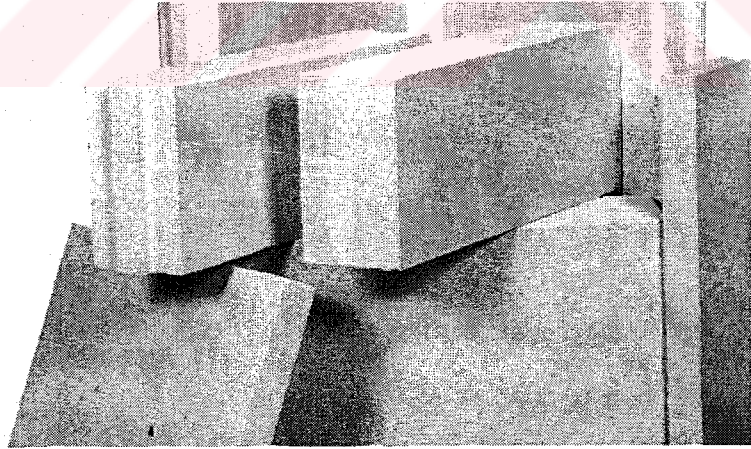
Gazbeton yalıtım plaklarının sınıflarına göre ölçüleri, Çizelge 3.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 Gazbeton yalıtım plaklarının sınıf ve ölçüleri

Sınıfı	Uzunluk/Genişlik cm	Kalınlık cm	Taşıyıcılığı
G2/0,4	60/30, 60/25	5, 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5,	Taşıyıcı olmayan
G2/0,5	60/50, 60/40	20	(donatısız)

Gazbeton yalıtım plakları;

- Uzunluk / Yükseklik / Kalınlık için ± 3 mm tolerans ile üretilmektedir.



Şekil 3.16 Gazbeton bloklar ve yalıtım plakları (Ytong,2001)

3.4.3 Gazbeton U Bloklar

Gazbeton U Bloklar, duvarlar içinde bulunması gereken, betonarme kesitli, hatıl, kolon veya kirişlerin yapımında ahşap kalıp yerine kullanılmaktadır. U blok uygulaması, farklı malzemelerin kullanımıyla oluşabilecek, ısı köprülerini ortadan kaldırmaktadır.

Özellikle gazbeton duvarlarda uygulanan U bloklar, duvar kesitinde kullanılan betonarme yüzeyler ile gazbetonun uyumunu da sağlamaktadır. Gazbeton U bloklar, hem harçlı hem de tutkallı olarak uygulanmaktadır (Ytong, 2001).

Yığma yapıların betonarme hatıllarının üretiminde ahşap kalıp yerine kullanılan U bloklar, dış ve iç duvar yüzeylerinde homojen bir satıh oluşumunu sağlamaktadır.

3.4.3.1 Gazbeton U blokların Sınıf ve Özellikleri

G2 sınıfında üretilen U bloklar;

- Yüksek duvarlarda, ara hatıl üretiminde,
- Çatı kalkan duvarlarının üst hatıl üretiminde,
- Baca üretiminde,
- Yağmur iniş borularının gizlenmesinde,
- Betonarme yüzeylerin gizlenmesinde,
- Yangın duvarları oluşturulmasında

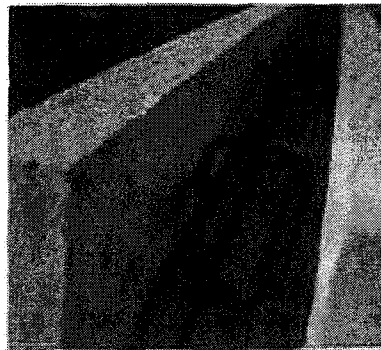
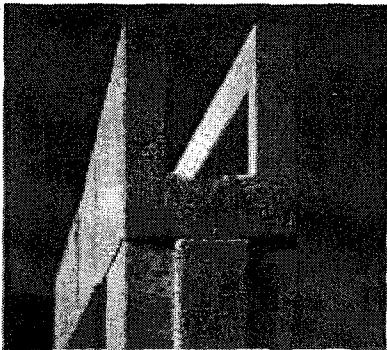
kullanılır (Borhan, 1990b).

3.4.3.2 Gazbeton U Blokların Sınıf ve Ölçüleri

G2 sınıfında üretilen U blokların sınıf ve ölçüleri, Çizelge 3.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.14 Gazbeton U blokların sınıf ve ölçüleri (Ytong, 2001'den uyarlanmıştır)

Sınıfı	Uzunluk/Yükseklik cm	Kalınlık cm	Taşıyıcılığı
G2/0,4 G2/0,5	60/25	17.5, 20, 22.5, 25, 27.5, 30	Taşıyıcı olmayan (donatısız)



Şekil 3.17 Gazbeton U bloklar (Ytong, 2001)

3.4.4 Gazbeton Kapı ve Pencere Lentoları

Gazbeton kapı ve pencere lentoları, boyutlarına ve kalınlıklarına göre, taşıyıcı olan duvarlarda ve taşıyıcı olmayan duvarlarda kullanılan lentolar, olarak sınıflandırılmaktadır.

3.4.4.1 Gazbeton Kapı ve Pencere Lentolarının Sınıf ve Özellikleri

Taşıyıcı olan duvarlarda ve taşıyıcı olmayan duvarlarda kullanılan gazbeton lentolar, uygulama alanlarına göre G3 ve G4 sınıfında üretilmektedir.

Çizelge 3.15 Gazbeton lentoların sınıfı ve özellikleri (Borhan,1990b)

Sınıfı	Ortalama Basınç Dayanımı kgf/cm ²	En Küçük Basınç Dayanımı kgf/cm ²	Kuru Birim Hacim Ağırlığı kg/m ³
G3	35	30	500

Gazbeton lentolar;

- Taşıyıcı olmayan dış duvarların 100 cm'ye kadar kapı ve pencere açıklıklarının geçilmesinde,
- 1800 kgf/m taşıma gücündeki iç ve dış duvarların 125 cm'ye kadar kapı ve pencere açıklıklarının geçilmesinde,

kullanılır.

3.4.4.2 Gazbeton Kapı ve Pencere Lentolarının Sınıf ve Ölçüleri

Lentonun mesnetlendiği duvarın taşıyıcılık özelliğine göre, gazbeton lentoların sınıfı, ölçüleri ve açıklık boyutları farklılık göstermektedir.

Çizelge 3.16 Gazbeton lentoların mesnetlendiği duvarın taşıyıcılıklarına göre sınıf ve ölçüleri (Özgün, 2004)

Sınıfı	Duvarın Taşıyıcılığı	Açıklık cm	Lento Uzunluğu cm	Lento Genişliği cm	Lento Yüksekliği cm
G3/0,5 G3/0,6 G4/0,6	Taşıyıcı	90	130	17,5, 20	24,9
		110	150	20, 24	
		135	175	24, 30	
		150	200	30, 36,5	
		175	225	24, 30, 36,5	
G3/0,5	Taşıyıcı Olmayan	101	125	7,5, 10,0, 11,5	

Gazbeton tutkallı ve ısı blok duvarlar için üretilen lentoların uzunluk/yükseklik boyutları, 125x25 cm olarak değişiklik göstermektedir. Daha kalın lento gereken durumlarda ise; çift

lento kullanılmaktadır. Örneğin;

$$2 \times 7.5 = 15 \text{ cm}$$

$$7.5 + 10 = 17.5 \text{ cm}$$

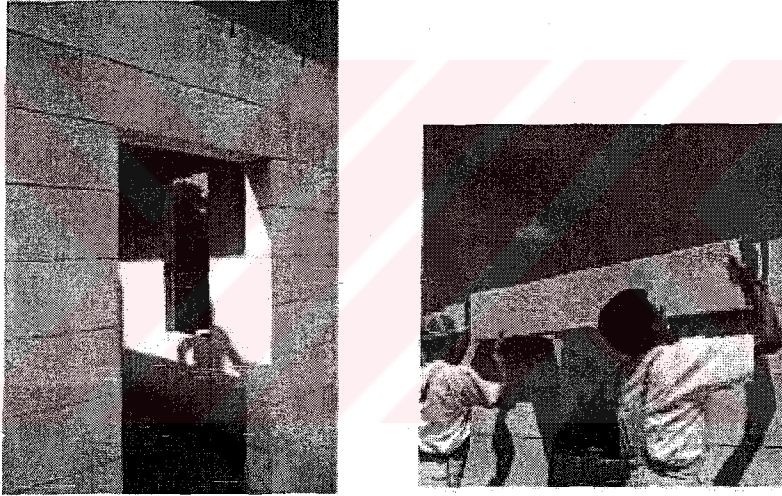
$$2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

$$2 \times 12.5 = 25 \text{ cm}$$

Gazbeton tutkallı ve ısı blok duvarlar için üretilen lentoların uzunluk/yükseklik boyutları, 200x50 cm vb., taşıyıcı duvarlarda kullanılan lento boyutlarına uygundur.

Harçlı, tutkallı ve ısı blok duvar uygulamalarında, gazbeton lentoları;

- Uzunluk / Yükseklik / Kalınlık için ± 3 mm tolerans ile üretilmektedir.



Şekil 3.18 Gazbeton Lento uygulamaları (Ytong, 2001)

3.4.5 Gazbeton Bölme Elemanları

Gazbeton bölme elemanları, iki farklı profil yapısı ile çeşitli boyutlarda üretilmektedir.

3.4.5.1 Gazbeton Bölme Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri

G3 sınıfında yer alan bölme elemanları, çelik donatılı olarak üretilmektedir. Bu sınıfın tüm özelliklerini taşıyan bölme elemanları, ticari yapıların, sanayi yapılarının ve konutların taşıyıcı olmayan hafif duvar uygulamalarında kullanılır. Bu duvarlar, gerektiğinde sökülebilen, kuru montajlı olarak da üretilmektedir.

3.4.5.2 Gazbeton Bölme Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri

Gazbeton bölme elemanları G3 sınıfında üretilip, bu sınıfın tüm özelliklerini taşımaktadır.

Çizelge 3.17 Gazbeton bölme elemanlarının sınıf ve ölçüleri (Ytong, 2001)

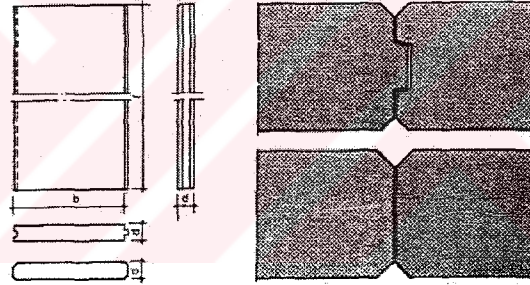
Sınıfı	Kalınlık cm	Uzunluk cm	Genişlik cm	Taşıyıcılığı
Açıklığa Bağlı Olarak; G3/0,5	7.5	300	60	Taşıyıcı olmayan (donatılı)
G3/0,6	10	400		
G4/0,6	12.5	500		

Gazbeton bölme elemanlarının üretimindeki boyut toleransı;

- Uzunluk / Kalınlık için ± 3 mm ve genişlik için ± 1.5 mm'dir.

3.4.5.3 Gazbeton Bölme Elemanlarının Profil Yapısı

Gazbeton bölme elemanları, verilen siparişe ve üretim planına uygun olarak, kılıcına pahlı veya pahsız, küt veya binili olarak üretilmektedir.



Şekil 3.19 Gazbeton bölme elemanlarının profil yapısı (Borhan,1990b)

3.4.6 Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanları

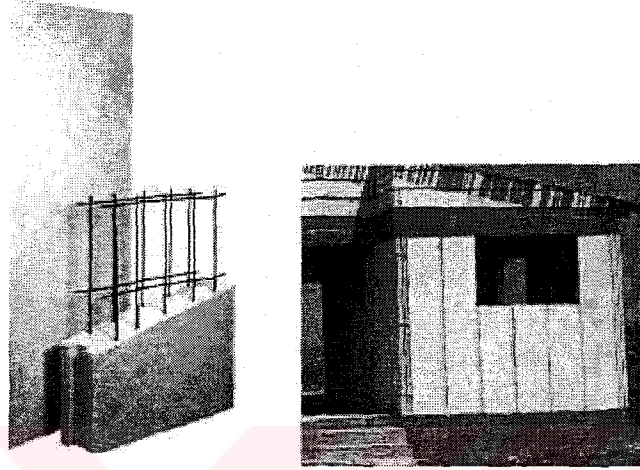
Taşıyıcı olmayan gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanları, G3 sınıfında üretilerek farklı profil yapılarıyla çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır.

3.4.6.1 Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri

G3 sınıfında yer alan gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanları, çift hasır çelik donatılı olarak üretilmektedir. Bu elemanlar;

- 90 kgf/m^2 ve gerekli durumlarda daha yüksek rüzgar yüküne dayanımlı dış duvarların yapımında,
- 600 cm açıklığa kadar, taşıyıcı olmayan, iç ve dış duvarların yapımında,

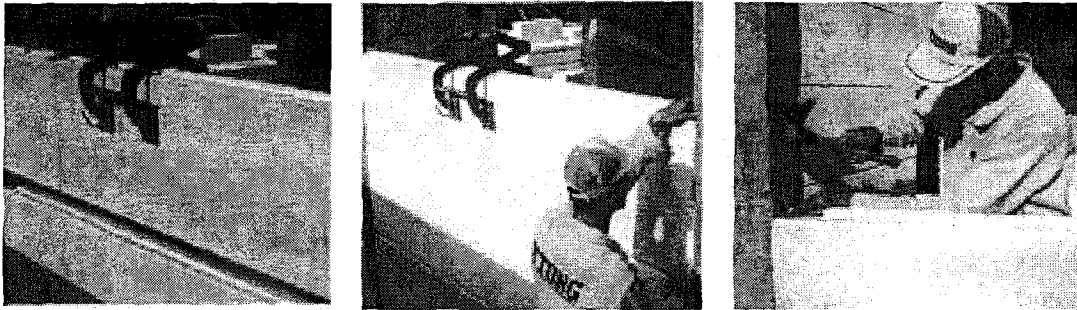
- Taşıyıcı olan betonarme ve çelik iskeletin giydirilmesinde,
 - Bölme duvarların yapımında,
 - Sanayi yapılarında ve ticari yapılarda örtü amaçlı,
 - Trapez kesitlerin oluşturulmasıyla cepheye hareket getirmek amaçlı,
- kullanılmaktadır. (Borhan,1990b)



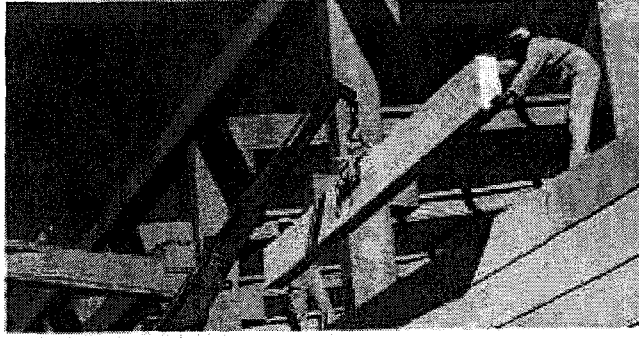
Şekil 3.20 Gazbeton düşey duvar elemanları (Ytong,2001)



Şekil 3.21 Gazbeton düşey duvar elemanlarının uygulanması (Ytong,2001)



Şekil 3.22 Gazbeton yatay duvar elemanlarının uygulanması (Ytong,2001)



Şekil 3.23 Gazbeton yatay duvar elemanlarının uygulanması (Ytong,2001)

3.4.6.2 Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri

Gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanlarının sınıf ve ölçüleri, Çizelge 3.18’de aktarılmıştır.

Çizelge 3.18 Gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanlarının sınıf ve ölçüleri (Borhan, 1990b)

Sınıfları	Kalınlık cm	En Fazla Uzunluk cm	Genişlik cm	Taşıyıcılıkları
Açıklığa Bağlı Olarak; G3/0,5 G3/0,6 G4/0,6	10	400	60	Taşıyıcı olmayan (donatılı)
	12.5 (10/15)	500		
	15 (12.5/17.5)	600		
	17.5 (15/20)	600		
	20 (17.5/22.5)	600		
	22.5 (20/25)	600		
	25	600		

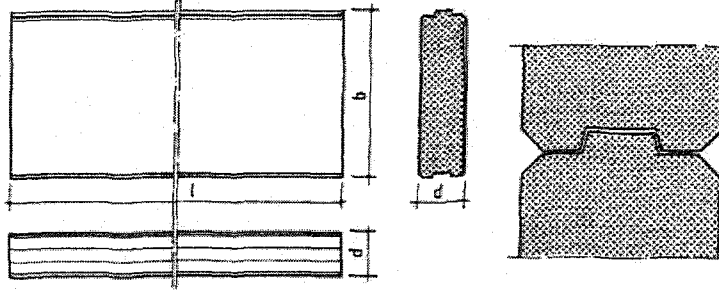
Çizelge 3.18’de yer alan parantez içerisindeki kalınlık boyutları, trapez kesitli elemanların en düşük ve en yükek kalınlık boyutlarını göstermektedir.

Gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanlarının üretimindeki boyut toleransı;

- Uzunluk / Kalınlık için $\pm 3\text{mm}$ ve genişlik için $\pm 1.5\text{ mm}$ ’dir.

3.4.6.3 Gazbeton Yatay Duvar ve Düşey Duvar Elemanlarının Profil Yapısı

Gazbeton yatay duvar ve düşey duvar elemanları bölme elemanları gibi, verilen siparişe ve üretim planına uygun olarak, kılıcına pahlı ve binili olarak üretilmektedir. Ayrıca; bu elemanlar yine siparişe göre trapez kesitli olarak da üretilmektedir.



Şekil 3.24 Gazbeton yatay ve düşey duvar elemanlarının uygulanması (Borhan, 1990b)

3.4.7 Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanları

Taşıyıcı olan gazbeton düşey duvar elemanları, diğer duvar elemanları gibi G3 sınıfında üretilerek farklı profil yapılarıyla çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır.

3.4.7.1 Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Özellikleri

Taşıyıcı düşey duvar elemanları;

- En çok 3 kata kadar konut yapımında,
- Hareketli yüklerin önemsenmediği iş yerlerinin taşıyıcı iç ve dış duvarlarının yapımında,
- Ateşe dayanımlı taşıyıcı duvar yapımında,
- Havalandırmalı dış duvarların iç yüzeylerinin yapımında

kullanılırken;

- Bodrum katlarda, taşıyıcı dış duvarların yapımında,
- Baca oluşturulmasında,
- Taşıyıcı olan dış duvarların subasman kotunun, zemin kotundan 30 cm'den az olduğu durumlarda

kullanılmamalıdır (Borhan, 1990b).

Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanlarının ısı geçirme, ısı iletkenlik, ses yalıtım değerleri ile statik hesap ağırlığı ve yangın dayanım sınıfı gibi bir çok özelliği, aynı olduğundan; uygulama detaylarına dikkat edilmesi gerekir.

3.4.7.2 Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Sınıf ve Ölçüleri

Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanlarının sınıfı ve uygulama ölçüleri şunlardır;

Çizelge 3.19 Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanlarının sınıf ve ölçüleri (Borhan, 1990b)

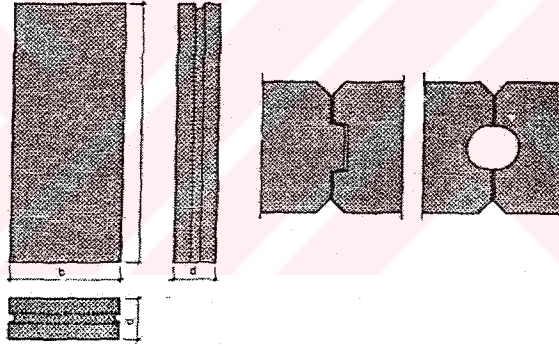
Sınıfı	Kalınlık cm	Uzunluk cm	Genişlik cm
G4/0,6	15	300	60
	17.5	300	
	20	300	
	22.5	300	
	25	300	

Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanlarının üretimindeki boyut toleransı;

- Uzunluk / Kalınlık için $\pm 3\text{mm}$ ve genişlik için $\pm 1.5\text{ mm}$ 'dir.

3.4.7.3 Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar Elemanlarının Profil Yapısı

Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanları da, diğer duvar elemanları gibi, verilen siparişe ve üretim planına uygun olarak, kılıcına pahlı veya pahsız olarak üretilmektedir. Ancak; bu duvar elemanları, diğer duvar elemanlardan farklı olarak, uygulama sistemine göre şerbet kanallı olarak ta üretilebilmektedir.



Şekil 3.25 Gazbeton taşıyıcı düşey duvar elemanların, binili ve şerbet kanallı profil yapısı (Borhan, 1990b)

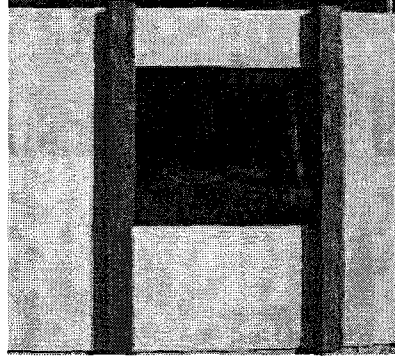
3.4.8 Gazbeton Hazır Duvarlar

Gazbeton hazır duvarlar, G3 ve G4 sınıfında ve betonarme yapılara uyumlu olarak üretilir.

3.4.8.1 Gazbeton Hazır Duvarların Sınıf ve Özellikleri

G3 ve G4 sınıfının özelliklerini taşıyan gazbeton hazır duvar elemanları, çift çelik hasır donatılı olarak üretilmektedir. Ayrıca bu elemanlara, yapıya monte edilebilmeleri amacı ile, yükseklikleri boyunca 2 adet bulon konulmaktadır. Hazır duvar elemanları, bu bulonlar aracılığı ile, taşıyıcıya rahatlıkla bağlanabilmekte ve kolaylıkla taşınabilmektedir. Bu elemanlar;

- Toplu konut inşaatlarında ve sanayi yapılarında, tek seferde 20 m²'ye kadar yapı cephesini örtmede,
- Kendi içinde taşıyıcı cephe örtüsü oluşturulmasında,
- Yüzey işleme yapılmış, kendinden ısı yalıtımlı yapı cephe örtüsünün oluşturulmasında kullanılmaktadır (Borhan, 1990b).



Şekil 3.26 Gazbeton hazır duvar uygulaması (Ytong,2001)

3.4.8.2 Gazbeton Hazır Duvarların Sınıf ve Ölçüleri

Diğer hazır elemanlar gibi G3 ve G4 sınıfında üretilen gazbeton hazır duvarların sınıfına bağlı boyut ve uygulama ölçüleri Çizelge 3.20'de aktarılmıştır.

Çizelge 3.20 Gazbeton hazır duvarların sınıf ve ölçüleri (Borhan, 1990b)

Sınıfı	Kalınlık cm	En Fazla Uzunluk cm	Yükseklik cm	Taşıyıcılığı
Açıklığa Bağlı	15	600	330	Taşıyıcı olmayan (donatılı)
Olarak;	20			
G3/0,5	25			
G3/0,6	30			
G4/0,6				

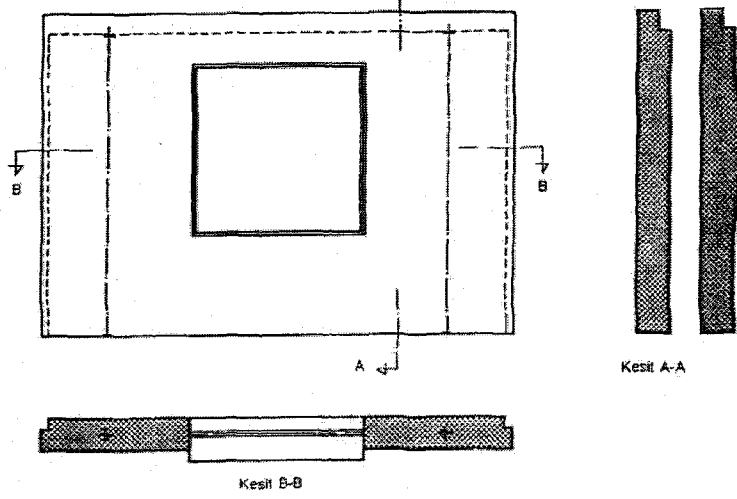
Gazbeton hazır duvar elemanlarındaki kapı ve pencere boşluklarının, elemanın toplam alanının % 40'ını geçmemesi gerekir. Ayrıca; bu boşlukların birbirlerine ve elemanın kenarlarına olan uzaklığı 50 cm'den az olmamalıdır.

Gazbeton hazır duvarların üretimindeki boyut toleransı büyük elemanların boyut toleransı ile aynıdır.

- Uzunluk / Yükseklik için ± 5 mm ve kalınlık için ± 3 mm.

3.4.8.3 Gazbeton Hazır Duvarların Profil Yapısı

Gazbeton büyük elemanların betonarme perde ve döşeme ile birleşim noktaları, ölçüleri betonarme yapıya uyan, standart profilli olarak üretilir. Ayrıca; kapı, pencere ve kasa profilleri de standart olarak üretilmektedir.



Şekil 3.27 Gazbeton hazır duvarların profil yapısı (Borhan, 1990b)

4. GAZBETON YAPI ÜRÜNLERİ İLE YAPILAN DIŞ DUVARLARDA BUHAR DİFÜZYONUNUN ETKİLERİ

İnsan vücudu, alınan besinlerin ve solunum sırasında giren oksijenin yardımı ile çevresine sürekli olarak ısı ve su buharı vermektedir. İnsanın kendini rahat hissetmesi ve fazla ısı depolamasına engel olmak için, enerjinin sürekli iletilmesi gerekmektedir. Bu sürekli iletim, hava hareketleri gibi dış ortam koşullarına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Fizik kurallarından da bilindiği üzere; vücuda temas eden hava ısınıp yukarı doğru çıkarak yerini soğuk havaya bırakır. Aynı kuraldan hareketle; taze hava, solunum yolu ile vücuda girip ısınarak dışarı çıkmaktadır; ayrıca mobilya ve diğer yapı elemanlarında da bu yolla ısı iletimi veya ışıma ile dışarıya ısı çıkışı olmakta, diğer bir ifade ile ısı kayıpları gerçekleşmektedir. Buna göre ısı kayıpları ve yüzdeleri :

- Buharlaşma=%22-32
- Isı İletimi=%26-30
- Işıma=%43'e kadar

şeklindedir.

En çok açığa çıkan ısı miktarı, ışıma yolu ile olmaktadır. Işıma yolu ile verilen ısı, içinde bulunulan hacmin sıcaklığından çok, hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzey sıcaklığına bağlıdır. İnsan vücudunda ışıma yolu ile, sadece ısı çıkışı olmayıp; ısı alımı da gerçekleşmektedir.

İnsan vücudunun ısısal konfor koşulları açısından rahat olduğu ortamlar, ışıma yolu ile ısınmanın gerçekleştiği ortamlardır. Bu ortamlarda, hava ısı birikimi oluşturacak kadar sıcak ise; ısısal konfor koşulları düşük olmaktadır. Örneğin; bağıl nemi yüksek olan sıcak ve nemli hava, terin buharlaşarak vücudun soğumasını önlediğinden; yorgunluk ve rahatsızlık hissi vermektedir (Baldaş ve Kantar, 1975).

Çizelge 4.1 Isısal konfor koşulları (Van Zuilen, Özer, 1972)

Oda Sıcaklığı	$t_i = 18-22 \text{ }^\circ\text{C}$
Bağıl Hava Nemi	$\phi_i = 35-70 \%$
Ortamdaki Hava Akış Hızı	$v \leq 25 \text{ cm/s}$

Isısal konfor koşulları açısından en uygun kapalı hacim;

- Döşeme ve duvar yüzeylerinin yüksek ısıya sahip olduğu,
- Işıma yolu ile fazladan ısı verilerek bir dengenin sağlandığı,
- Havanın serin olduğu,

ortamlardır.

Bu koşullarda kapalı hacim, rahatsız edici bir soğuma olmadan da havalandırılabilir. Isının hava sıcaklığına bağlı olduğu durumlarda ise; hava, öncelikle yüzeyleri ısıtacağından, yapılacak her türlü havalandırma, hissedilir bir hava kaybına neden olarak ışıma yönünden bir dengeye ulaşamamaktadır.

4.1 Hava ve Nem

Isısal konfor koşulları açısından insan vücudunu etkileyen birtakım olaylar, atmosferi çevreleyen ve yaşamımızı sağlayan havanın etkisiyle olmaktadır. Hava ayrıca, oda gibi kapalı bir hacimde, yapı bileşenleri ve yapı malzemelerinin katman veya gözeneklerinde ve dış ortamda bulunmaktadır. Havanın 0°C'de ve normal atmosfer basıncında özgül ağırlığı, 1,293 kg/m³'tür. Rastlanabilecek en küçük ısı iletkenlik değerine sahip olan gözenek şeklindeki havanın ısı iletkenlik değeri, 0,02-0,04 kcal/mh°C'dir. Isı iletkenlik değerleri 0,03 kcal/mh°C civarında olan ısı yalıtım malzemeleri, %95-98 oranında gözeneklerden oluşmaktadır. Katı cisimlerin hava ile dolu olan gözeneklerinde ısı iletimi;

- Havanın moleküler ısı iletkenliği,
- Havanın gözenek içinde dolaşımı,
- Gözenegin bir yüzeyinden diğerine ışıma,
- Gözeneklerdeki havanın yerine su dolması,
- Buhar difüzyonu,

şeklinde gerçekleşmektedir (Baldaş, Kantar, 1975).

Küçük gözeneklerin ışıma yolu ile iletkenlikleri çok düşük olup; hava dolaşımı gerçekleşmemektedir. Ancak; kapiler su emme sonucu, gözeneklerin su ile dolması veya buhar difüzyonu, bu ısı iletkenlik değerini yükseltmektedir.

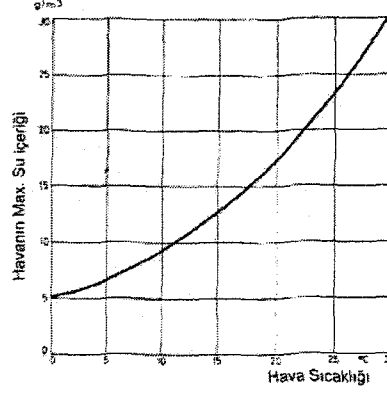
Büyük gözenekler ve kalın hava katmanları ise hava dolaşımına uygun olup; hava, bu katmanların sıcak tarafında yukarı doğru çıkarken, soğuk tarafında aşağı doğru inmektedir. Bu hava dolaşımı sırasında; soğuk yüzeylerde yoğuşma suyu oluşur. Oluşan yoğuşma suyu ise;

hava katmanlarının ısı iletkenlik değerlerinin, gözeneklerdeki havaya oranla 40 kat daha büyük değerler almasına neden olmaktadır. Bu nedenle hava, iyi bir yalıtım katmanı olmasının yanı sıra zararlı bir katman da olabilmektedir. Hava, yalıtım katmanı olarak kullanılacağı zaman, bu özelliği dikkate alınarak bir takım konstrüktif önlemlerle zararsız hale getirilmelidir.

Havada; birtakım gazların yanı sıra, sıcaklığa ve ortamdaki ısıl hareketlere bağlı olarak belirli oranlarda su buharı (nemi-rutubeti) bulunmaktadır. Birim hacim (1m^3) havadaki su buharı miktarı ise; mutlak nem f (gr/m^3) olarak tanımlanmaktadır. Havada bulunan mutlak nem, özellikle difüzyon hesaplarında önem kazanmaktadır. Çünkü, su buharı, bağlı neme göre değil, mutlak neme ve doygunluk oranına bağlı değişkenlik göstermektedir. Havanın su buharı alabilme kapasitesi, sıcaklığı ile beraber artış gösterirken; mutlak nemlilik miktarı, ortam sıcaklığına bağlı olarak değişim göstermemektedir. Ancak; ortam sıcaklığı belli bir noktaya düşünce havanın içinde bulundurduğu su buharının bir kısmı su, sis veya buz haline dönüşmeye başlamaktadır. Bu oluşuma neden olan kritik noktaya doyma noktası, bu noktada havada bulunan su buharı miktarına ise f_s doyma nemliliği adı verilir. Su buharının bu andaki basıncı ise P_s doyma basıncıdır. f_s ve P_s değerleri sıcaklıkla ilişkili olup, doğru orantılıdır. Ortamda gerçekleşecek değişim, sıcaklığın artışına bağlı olarak artmaktadır. Doyma nemliliğinin (f_s), mutlak nemliliğe (f) oranı ortamın bağlı nemini yüzde (%) olarak vermektedir ($\varphi=f_s/f$). Bağlı nem, belirli bir sıcaklıktaki havanın içinde bulunan su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta ve aynı miktarda ki havada bulunabilecek en yüksek su buharı miktarına oranının yüzde olarak ifadesidir (Baldaş ve Kantar, 1975).

$$\varphi = \frac{\text{Havada bulunan su buharı aę.}}{\text{Doymuş su buharı aę.}} \cdot 100 = \frac{G}{G_s} \cdot 100 \quad (4.1)$$

Ayrıca buhar doyma basıncının (P_s), gerçek buhar basıncına (P) oranı ($\varphi=P_s/P$) da aynı değeri vermektedir. Su buharının doygunluk miktarı, büyük ölçüde sıcaklıkla bağımlıdır (Şekil 4.1) (Özgür, 1982).



Şekil 4.1 Sıcaklığa bağlı olarak havanın içerdiği en yüksek su miktarı

Bağıl nem ϕ , havada bulunan su buharı miktarı W (gr/m^3), doymuluk miktarı W_s (gr/m^3), su buharı kısmi basıncı P (p_a) ve doyma basıncı P_s (p_a) arasında şu bağıntı vardır (Gösele ve Schüle, 1983);

$$\phi = \frac{W}{W_s} = \frac{P}{P_s} \quad (4.2)$$

Hava su buharı ile doymuş ise; sahip olduğu bağıl nem 1 (%100)'e eşittir.

4.2 Yapı Malzemelerinin Nemi

Yapı malzemeleri, üretim sistemleri ve depolanma koşullarına göre az veya çok oranda nem içermektedir. Nem; duvar, döşeme ve çatılarda küf, mantar vb. oluşumuna neden olabilmektedir. Küf ve mantarlar, bu yapı elemanlarında kötü bir görünüm oluşturan; aynı zamanda solunum yolları rahatsızlıklarına da zemin hazırlayan zararlı etkenlerdendir. Nemli dış duvar bileşenine sahip yapılarda kalorifer vb. gibi çeşitli ısıtma sistemleri ile bile uygun konfor koşulları elde edilememektedir. Bu nedenle, yapıların tasarımında asıl ele alınması gereken konu, kuru yapıların oluşturulması ve bu doğrultuda ürün seçimlerinin yapılmasının gerekliliğidir (Özgür, 1982).

Yapı malzemelerinde bulunan nem miktarı, ağırlıkça veya hacimce yüzde nem olarak verilmektedir. Ağırlıkça nem U_m , yüzde olarak şu şekilde hesaplanmaktadır;

G_F =Nemli Malzeme Ağırlığı

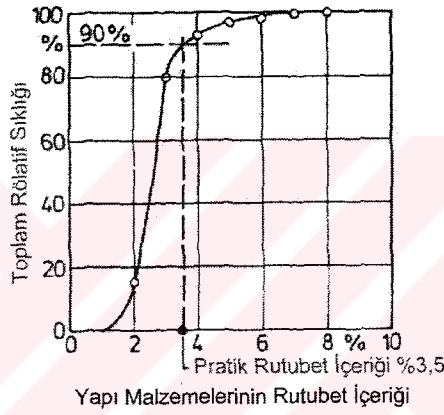
G_U =Kuru Malzeme Ağırlığı

$$U_m = \frac{G_F - G_{tr}}{G_{tr}} \quad (4.3)$$

Ağırlıkça nem U_m ve malzemenin kuru birim hacim ağırlığı (kg/m^3) değerlerinden hacimce nem (U_v) hesaplanır;

$$U_v = \frac{U_m \cdot P_R}{1000} \quad (4.4)$$

Yapı malzemelerinin içerdiği nem, ölçüm zamanına, yapı malzemesinin cinsine ve yapısına, çevre koşullarına ve uygulandığı birime (mutfak, banyo vb.) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Gösele ve Schüle, 1983).



Şekil 4.2 Yapı malzemelerinin nem içeriğinin tayini için; 45 konutta uygulanan gazbeton dış duvarlarının hacimce nem ölçümüne dayalı dağılım diyagramı (Gösele ve Schüle, 1983)

Çizelge 4.2 DIN 4108-Yapılarda Isı Yalıtımı Standartları'na göre yapı malzemelerinin nem içeriği (Gösele ve Schüle, 1983)

Malzeme	Nem İçeriği (U_v) Hacime % Olarak	Nem İçeriği (U_v) Ağırlıkça % Olarak
Tuğla	1,5	-
Kireç-Kumtaşı	5,0	-
Beton	3,5	-
Gazbeton	5,0	-
Hafif beton	5,0	-
Sentetik Köpükler	-	5

4.3 Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma

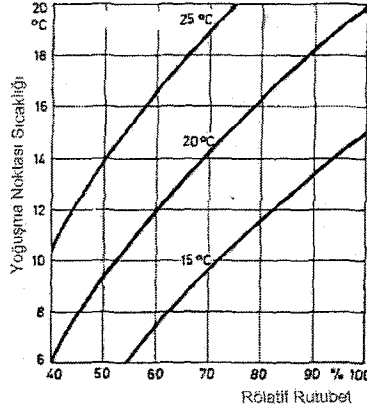
Bir yapının sınırladığı iç ortam termik koşullarının, bu ortamın işlevinin gerektirdiği konforu sağlamak üzere, sabit veya sabit sayılacak derecede az değişken olmasına karşın, dış ortam termik koşulları, mevsimlere göre değişkendir. Değişken termik koşullara bağlı olarak da yapıda bir ısı akışı gerçekleşir. Bu ısı akışı, iç ve dış ortamın sıcaklığına, bağıl nemine veya yapı kabuğunun niteliklerine bağlı olarak fiziksel olaylar ortaya koyar. Havada azot, oksijen, argon, karbondioksit ve %1 oranında asal gazlar (Ne, He, Kr, Xe) dışında değişken miktarda su buharı da bulunmaktadır (Özgür, 1982).

Hava dışında, yapı ürünlerinde ve bunlarla oluşturulan elemanların yapısında bulunan su buharı, yaşamsal konfor koşulları açısından zararlı sonuçlara neden olabilmektedir. Yapı ürünlerindeki su buharı hareketleri, bu ürünlerin özellikleri bakımından yapısal değişikliklere neden olmadığı sürece, buhar difüzyonu (nemsal akım) olarak tanımlanmaktadır (İlgaz,1979).

Yapı elemanlarındaki su buharı difüzyonu, elemanın her iki tarafındaki nemsal basınç farkı nedeni ile gerçekleşmektedir. Nemsal basınç farkları ile oluşan bu difüzyon, olması gereken sağlıklı bir olaydır. Bu olay, su buharının birikerek yoğuşması ile su haline gelmesine kadar geçerlidir (İlgaz,1979).

Sınırlayıcı nitelikte olan her yapı elemanında (duvarlar...v.b), genellikle sıcak ortamdaki soğuk ortama doğru, sürekli bir su buharı difüzyonu gerçekleşmektedir. Nemli havada sıcaklık düşüşü, bağıl nemin artmasına neden olmaktadır. Sıcaklık, bağıl nem %100 oluncaya kadar düşüş gösterdiğinde, su buharı havadan ayrılarak buhar fazı özelliğini kaybeder. Bunun sonucunda 4.1'de de anlatıldığı gibi su buharı, sisli yapısından ayrılarak yoğuşma suyunu oluşturur. Bu noktada ölçülen sıcaklık, yoğuşma noktası sıcaklığı (t_s) veya yoğuşma noktası olarak belirlenmektedir.

Yoğuşma noktası sıcaklığı, hava sıcaklığı ve su buharı içeriğine, diğer bir ifade ile; bağıl neme göre belirlenir. Yoğuşma noktası sıcaklığı hava sıcaklığına ne kadar yaklaşırsa; havada ölçülen nem o oranda artış gösterir. Hava için yoğuşma noktası sıcaklığı ile bağıl nem arasındaki bağıntı 15°C, 20°C ve 25°C için aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (Gösele ve Schüle, 1983).



Şekil 4.3 Havanın bağıl nemine bağlı olarak 15°C, 20°C ve 25°C’de yoğuşma noktası sıcaklığı eğrileri (Gösele ve Schüle, 1983)

Yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklığı, ortamdaki havanın yoğuşma noktası sıcaklığının altına düştüğünde; bu yüzeylerde yoğuşmuş su görülmektedir. Bir kabuk elemanının sınırladığı iç ortam sıcaklığı ve bağıl nemi belli ise; iç yüzeyde yoğuşmanın başlayacağı sıcaklık hesaplanabilmektedir:

$$t_i = 10^\circ\text{C}, \varphi_i = \%60 \Rightarrow P_i = 1228,1 \text{ N/m}^2 \cdot \%60 = 736,9 \text{ N/m}^2 \quad (4.5)$$

Oluşan bu buhar basıncı değerine bağlı olarak yoğuşmanın hangi sıcakta oluştuğu ise tablolardan yararlanılarak ($736,9 \text{ N/m}^2 \rightarrow 2,6^\circ\text{C}$ gibi) hesaplanır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Hava sıcaklığı-bağıl nem-yoğuşma noktası sıcaklıkları ilişkisi (Özgür, 1982)

Hava Sıcaklığı °C	Bağıl Neme Bağlı Terleme Sıcaklıkları										
	%50	%55	%60	%65	%70	%75	%80	%85	%90	%95	%100
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,2	-11,2	-10
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,6	-5
±0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	±0
+2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	+0,6	+1,3	+2,0
+4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4,0
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	+0,9	+1,9	+2,8	+3,6	+4,4	+5,2	+6,0
+8	-1,6	-0,4	+0,7	+1,8	+2,9	+3,9	+4,8	+5,6	+6,4	+7,2	+8,0
+10	+0,1	+1,4	+2,6	+3,7	+4,8	+5,8	+6,7	+7,6	+8,4	+9,2	+10,0
+12	+1,9	+3,2	+4,3	+5,5	+6,6	+7,6	+8,5	+9,5	+10,3	+11,2	+12,0
+14	+3,8	+5,1	+6,4	+7,5	+8,6	+9,6	+10,6	+11,5	+12,4	+13,2	+14,0
+16	+5,6	+7,0	+8,2	+9,4	+10,5	+11,5	+12,5	+13,4	+14,3	+15,2	+16,0
+18	+7,4	+8,8	+10,1	+11,3	+12,4	+13,5	+14,5	+15,4	+16,3	+17,2	+18,0
+20	+9,3	+10,7	+12,0	+13,2	+14,3	+15,4	+16,5	+17,4	+18,3	+19,2	+20,0
+22	+11,1	+12,5	+13,9	+15,2	+16,3	+17,4	+18,4	+19,4	+20,3	+21,2	+22,0
+25	+13,8	+15,3	+16,7	+17,9	+19,1	+20,2	+21,3	+22,3	+23,2	+24,1	+25,0
+30	+18,5	+19,9	+21,2	+22,8	+24,2	+25,3	+26,4	+27,5	+28,5	+29,2	+30,0
+35	+23,0	+24,5	+26,0	+27,4	+28,7	+29,9	+31,0	+32,6	+33,1	+34,1	+35,0
+40	+27,6	+29,2	+30,7	+32,1	+33,5	+34,7	+35,9	+37,0	+38,0	+39,0	+40,0

4.3.1 Yapı Elemanlarında Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma

Buhar difüzyonunun gerçekleştiği süre içerisinde, hem kapalı ortam hem de ortamı sınırlayan yapı elemanı açısından bir sorun söz konusu değildir. Ancak, bir yapı sistemi içerisinde yer alan her yapı ürünü, difüzyon olayına karşı farklı dirençler göstermektedir. Difüzyon dirençleri, nemsel akım yönünde, belli ölçülerle azalarak gelişen; diğer bir ifade ile bileşen içerisindeki su buharı miktarının sistem içerisinde yığılmalara uğramadan düzgün olarak dış ortama kadar ulaştığı yapı düzenlerinde, yoğuşma oluşumu açısından bir sorun oluşmamaktadır. Aynı şekilde tek katmandan oluşan yapı elemanlarında da, difüzyon dirençleri ne düzeyde olursa olsun bir sorunla karşılaşmamaktadır. Çünkü; kullanılan ürünün difüzyon direnci ile bağımlı olarak, tek katmanda gerçekleşen nem akışı, birden fazla üründe olmadığı için zararlı etkisi görülmemektedir.

Bileşendeki katman sayısı arttıkça, bu katmanlara ait difüzyon dirençlerinin, nem akışı yönünde belli ölçülerde artarak sıralanması, su buharının bileşen içerisinde uzun süre hapsedilmesi ya da yavaşlatılması anlamına gelmektedir. Sistemdeki bileşenlerin difüzyon dirençleri, standartlara uygun olup; yoğuşmaya neden olacak oranda büyük değil ise burada oluşacak nemsel akım sorunları da üzerinde durulacak büyüklükte değildir (İlgaz,1979).

Yukarıdaki anlatımlardan hareketle yoğuşma, hacmi sınırlayan kabuk elemanının iç ve dış yüzey sıcaklıklarının ortam sıcaklıklarından farklı olması sonucu oluşmaktadır. Bu fark ise iç ve dış ortamdaki hava hareketleri sonucu oluşan taşınım katsayılarından (α_i ve α_D) kaynaklanmaktadır. Bu değerler, hava hızına (v m/sn) bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

- Rüzgar etkisindeki bir dış duvar yüzeyinde;

$$\alpha_D = 9,5 v^{0,51} \quad (4.6)$$

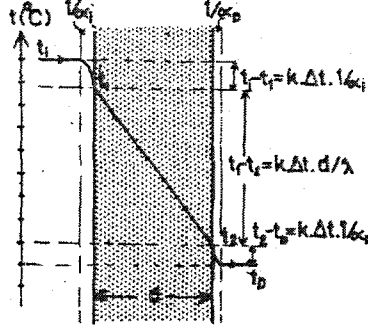
- Rüzgarsız bir duvar yüzeyinde ise;

$$\alpha_D = 6 v^{0,36} \quad (4.7)$$

bağıntıları kullanılarak katsayılar hesaplanmaktadır.

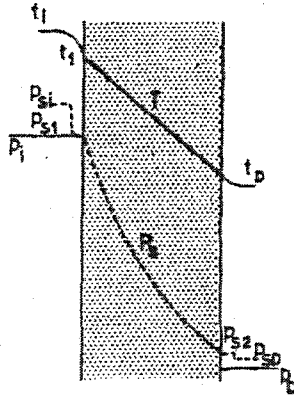
Pratik hesaplarda, hava hızı $v = 2$ m/sn kabul edilerek $\alpha_D = 20$ kcal/m²h°C (= 23,3 W/m²K) değeri kullanılmaktadır. Kapalı hacimlerde düşey elemanlarda (duvar); $\alpha_i = 7$ kcal/m²h°C (= 8,14 W/m²K) değeri kullanılmaktadır. Yatay elemanlarda (döşeme); aşağıdan yukarıya doğru $\alpha_i = 7$ kcal/m²h°C yukarıdan aşağıya doğru $\alpha_i = 5$ kcal/m²h°C (= 5,82 W/m²K) değerleri kullanılmaktadır. Sıcaklık düzeyinin düşük olduğu zamanlarda (kış aylarında) ise ısıtılan iç

hacimden dışa doğru ısı akışı olduğunda kabuğu; oluşturan elemanın iç yüzey sıcaklığı (t_i) ortam sıcaklığından (t_1) küçük olmaktadır ($t_i < t_1$). Aynı şekilde kabuğun dış yüzü, dış ortam sıcaklığından daha sıcak olacaktır ($t_2 > t_D$) (Baldaş ve Kantar, 1975).



Şekil 4.4 İç ve dış ortam koşullarına bağlı yapı kabuğunda gelişen ısı olaylar (Özgür, 1982)

Kesitte oluşan ısı akış debisi, iç ve dış ortam sıcaklıkları farkı ($\Delta t = t_i - t_D$), kesitin ısı iletkenliği ve iç - dış ortam hızlarının neden olduğu taşınım ile doğru orantılıdır. Isı akış debisi olan Q arttıkça, duvar gibi kabuk elemanların yüzey sıcaklıkları ile ortam sıcaklıkları arasındaki fark da artmaktadır. Bu olay sırasında, iç ortamın bağıl nemi değişiklik göstermediğinden; kabuk iç yüzeyinin sıcaklığı düştükçe, bağıl nemi yükselmektedir. Kabuk iç yüzeyinin sıcaklığı belirli bir değere düştüğünde, o sıcaklıktaki bağıl nem, %100'e ulaşarak yüzeyde su buharı yoğunlaşmaktadır. Diğer bir ifade ile; iç yüzey sıcaklığı t_i 'ye karşılık gelen doyma basıncı (P_{s1}) o noktadaki gerçek buhar basıncı ile çakışmaktadır. ($P = P_s$, ϕ ise; $\phi = \%100$ olması durumunda $P_i = P_{s1}$ olur) (Özgür, 1982).



Şekil 4.5 İç yüzey sıcaklığına karşılık gelen noktada oluşan gerçek buhar basıncı diyagramı

Tavan, duvar vb. düz yapı elemanlarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesaplarında, en

yüksek sıcaklık değeri 30°C alınarak; yapı elemanları yolu ile ısı geçişinin hesaplanmasına yarayan formül kullanılmaktadır;

G =Difüzyon yolu ile taşınan su miktarı (kg)

A =Yüzey (m^2)

T =Zaman (h)

p_1, p_2 =Yapı elemanlarının her iki yüzeyinde oluşan kısmi buhar basıncı (P_a)

k_D =Yapı elemanlarının su buharı geçirgenlik katsayısı (kg/m^2hPa)

$$G = k_D \cdot A \cdot (p_1 - p_2) \cdot t \quad (4.8)$$

$$I = \frac{G}{t} = k_D \cdot A \cdot (p_1 - p_2) \quad (4.9)$$

Yapı elemanlarında su buharı geçirgenlik katsayısı k_D , su buharı difüzyon itme katsayısı $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$, metre cinsinden eş değer hava katmanı kalınlık değeri S_1, S_2, \dots, S_n , artarda bulunan malzeme katmanlarında gerçekleşen buhar akımı ve yapı elemanlarının her iki yüzeyinde olan su buharı difüzyonu geçme katsayısı β_1, β_2 ilişkisi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır (Gösele ve Schüle, 1983).

$$k_D = \frac{1}{\frac{1}{\beta_1} + \frac{S_1}{\delta_1} + \frac{S_2}{\delta_2} + \dots + \frac{S_n}{\delta_n} + \frac{1}{\beta_2}} \quad (4.10)$$

Yukarıdaki bağıntıda yer alan S/δ ifadesi, su buharı difüzyon direnci olarak gösterilmektedir. Ayrıca bu değer, $1/\Delta$ ile gösterilerek şu şekilde de ifade edilmektedir;

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{S_1}{\delta_1} + \frac{S_2}{\delta_2} + \dots + \frac{S_n}{\delta_n} \quad (4.11)$$

Yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının buhar geçirgenliği üzerine yapılan birçok pratik hesaplarda, su buharı difüzyon geçiş dirençleri ($1/\beta_1$ ve $1/\beta_2$) ihmal edilerek su buharı difüzyonu geçirgenlik katsayısı k_D yerine buhar difüzyonu salıverme değeri Δ alınmaktadır (Gösele ve Schüle, 1983).

Su buharı difüzyon geçme katsayısı β , ortamdaki duvar ile hava sıcaklıklarının oranı ve hava hareketine bağlıdır. Bu büyüklüğün hesabında, çizelge 4.4'te gösterilen değerlere özellikle

dikkat edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.4 Bazı ortamların difüzyon geçme katsayıları (β) ve difüzyon geçme direnci ($1/\beta$)
(Gösele ve Schüle, 1983)

Ortam	β	$1/\beta$
Ortam Sıcaklığı 10°C ile 20°C arasında olan ve ortam ile duvar arasında 5°C ile 10°C arasında sıcaklık farkı olan birimler.	$12 \cdot 10^{-5}$	8300
Dış hava sıcaklığı -20°C ile 30°C arasında;	$34 \cdot 10^{-5}$	2900
Sakin havada	$63 \cdot 10^{-5}$	1600
Ortalama hava hareketi 5 m/s	$256 \cdot 10^{-5}$	390
Fırtınada 25 m/s		

Bir maddenin difüzyon davranışı sırasında yapısında gerçekleşen olayların fiziksel olarak tanımlanması için, difüzyon direnç katsayısı (μ) kullanılmaktadır. Bu değer bir malzeme katmanının difüzyon direncinin, aynı şartlar altında aynı kalınlıktaki hava katmanının difüzyon direncinden kaç kat büyük olduğunu göstermektedir. Difüzyon direnç katsayısı (μ) kuru ve iri gözenekli malzemelerin özelliklerinden olup, hesaplamalarda kullanılan δ ve Δ değerleri sıcaklık ve basınca bağlı olarak değişiklik göstermemektedir. Pratikte -20°C ile +20°C arasında karşılaşılan basınç etkisi hesaplamalara katılmamaktadır.

Bu açıklamalardan hareketle, su buharı difüzyon direnç katsayısı (μ) ile su buharı difüzyon direnci ($1/\Delta$) arasındaki bağıntı şu şekildedir;

$$\frac{1}{\Delta} = 1,5 \cdot 10^6 \cdot \mu \cdot s \cdot m^2 h P_a \quad (4.12)$$

Bir malzeme katmanının difüzyon özeliğinin hesaplanmasında ise, difüzyona denk hava katmanı kalınlığı, başka bir değer olup şu bağıntı ile hesaplanmaktadır;

$$S_a = \mu \cdot S \quad (4.13)$$

Ortaya çıkan sonuç, metre cinsinden ifade edilen hava katmanının kalınlığı olup; difüzyon direncini göstermektedir. Yapılan hesaplamalar sonucu, bazı malzemelerin difüzyon dirençleri aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.5 Bazı yapı ve yalıtım malzemelerine ait difüzyon direnç katsayısı kabul değerleri
(Gösele ve Schüle, 1983)

Malzeme	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı μ
Sıvalar, harclar	15/35
Beton	70/150
Gazbeton	5/10
Alçı plaklar	8
Tuğlalar	5/10
Alçı sıva, kirec alçı harcları	10
Asbest-cimento plaklar	20/50
Oğun yünü, hafif yapı	2/5
Kuru yoğunluğa bağlı olarak	20/50 – 40/100
Ekstrüde polistirol köpük	80/300

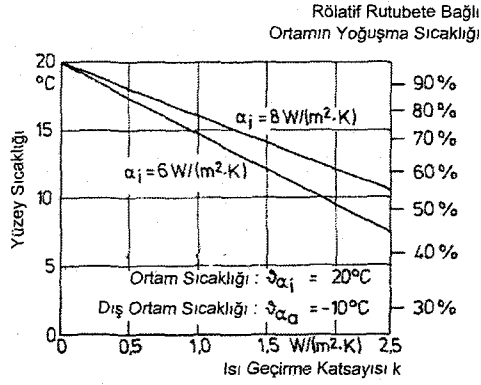
Çizelge 4.6 Bazı malzemelerin difüzyon değerlerine denk hava katmanı kalınlığı S_d (Gösele ve Schüle, 1983)

malzeme	Difüzyon Değerlerine Denk Hava Katmanı Kalınlığı $S_d = \mu \cdot s$ (m)
Polivinil klorür içerikli bovalar	2.5 – 8.3
Yağsız bağlavıcı bovalar	0.06 – 0.5
Kirec sıvalar	≈ 0.03
Yağlı levhalar	2.1 – 2.9

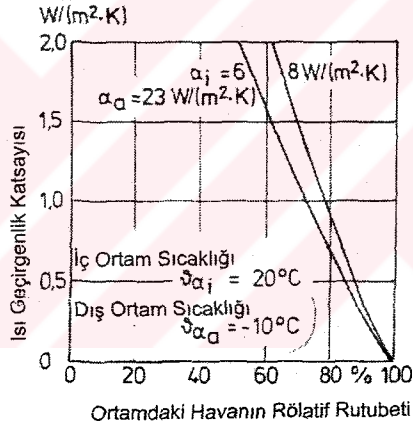
Yapılan hesaplamalarda, geçici bir süre için de olsa, yapı elemanları veya bileşenlerinin dış yüzeylerinde yoğuşma olmadığı düşünölmelidir. Eğer yüzeyler, yoğuşma oluşturacak özellikte ise; damla oluşmadan gerçekteşen yoğuşmalar, kabul edilebilir düzeyde sayılmaktadır. Ancak yoğuşmanın, ortam koşullarına bağlı olarak zaman içerisinde bileşen bünyesinde damla şeklinde depolanabilmektedir. Bu yoğuşma ve depolanma özelliği genelde sıva, ahşap vb. malzeme yüzeylerinde görölmektedir. Yüzeylerin ısıtılmasına devam edilmesi durumunda, alınan su tekrar ortama verilmektedir. Bu geri dönüşüm sonucu yapı elemanı serbest kalarak oluşan nem zararsız hale gelmektedir.

Yapıların herhangi bir bölümünde, hava neminin çok yüksek olduğu durumlarda, yoğuşma fazla olmaktadır. Bu bağlamda, özellikle ıslak hacimlerde (mutfak, banyo vb.), bu durum dikkate alınmalı ve hesaplar buna göre yapılmalıdır. Bu durumlarda bu birimlerde nemin yükselmemesi için yeterli havalandırma koşulları sağlanmalıdır.

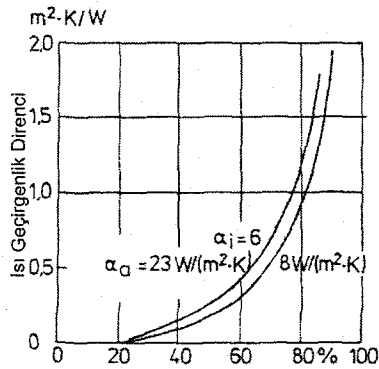
Yapılarda ısıtmanın devamlılığı halinde bir yapı elemanının yüzey sıcaklığı, ısı geçirgenlik direnci $1/\Lambda$, ısı geçirgenlik katsayısı k ve hava sıcaklığı her iki yüzeyden ölçülür.



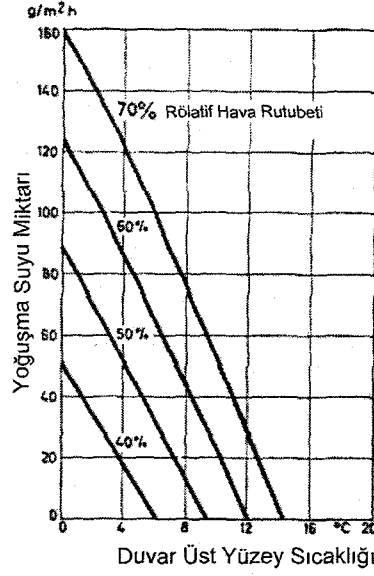
Şekil 4.6 Isı geçirgenlik katsayısı k – dış duvarların iç yüzey sıcaklığı ilişkisi (Gösele ve Schüle, 1983)



Şekil 4.7 Isı geçirgenlik katsayısı k – bağıl nem ilişkisi (Gösele ve Schüle, 1983)



Şekil 4.8 Isı geçirgenlik direnci $1/\Lambda$ – ortamdaki havanın bağıl nemi ilişkisi (Gösele ve Schüle, 1983)



Şekil 4.9 Isı geçirgenlik direnci $1/\Lambda$ – ortamdaki havanın bağıl nemi ilişkisi (Gösele ve Schüle, 1983)

Ortamların ısıtılması sırasında, duvar iç yüzeyleri için yapılan ölçümler, ısı tekniği açısından yeterli olurken; dış yüzeyler için yeterli olmamaktadır. Bu ölçümlere dayanarak, ortamdaki hava nemi yüksek olduğunda duvarlarda yavaş ısınma olduğu gözlemlenmektedir.

Yapılarda soğuk ve kapalı bölümler tekrar ısıtıldığında, ortamdaki hava sıcaklığı oldukça çabuk artarken; duvar, tavan vb. yüzeylerinin sıcaklığı ise daha yavaş artmaktadır. Ancak; duvar ve/veya tavan yüzeylerinin sıcaklığı, ortamdaki havanın yoğuşma noktası sıcaklığının altında ise; yüzeylerde yoğuşma oluşmaktadır. Ortamın tekrar ısıtılmaya başlanması ile, yüzeyler yeterli ısıya ulaştığında yoğuşma durmaktadır. Ortamın ısıtılmasına bağlı olarak; yapı elemanlarında yoğuşma oluşmaması için, bu elemanların, yeterli ısı yalıtım değerine sahip olmaları gerekmektedir (Gösele ve Schüle, 1983).

Bir yapı elemanı ile ilgili hesapların, en küçük ısı yalıtım sorunu olmaksızın yapılabilmesi için, belli bir sıcaklıkta yoğuşma suyu oluşumu giderilmelidir.

Yapı elemanının her iki yüzeyindeki hava sıcaklığı (v_{li} ve v_{li}), ortam havasının yoğuşma noktası sıcaklığı (t_s), kabul edilebilir en yüksek ısı geçirgenlik katsayısı (k_{max}) ve ısı geçirgenlik direncinin en küçük değeri $1/\Lambda$ ise;

$$k_{max} = \alpha_i \frac{v_{li} - t_s}{v_{li} - v_{la}} \quad (4.14)$$

$$\frac{1}{\Lambda_{\min}} = \frac{1}{\alpha_i} \cdot \frac{v_{li} - v_{la}}{v_{li} - t_s} - \left(\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} \right) \quad (4.15)$$

formülleri kullanılmaktadır.

Pratik hesaplamalarda, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısının değeri, iç yüzey için 6 W/m²K, dış yüzey için ise 23 W/m²K olduğu varsayılmaktadır. Bu değerler yukarıdaki formüle taşındığında;

$$k_{\max} = \frac{6 \cdot (v_{li} - t_s)}{(v_{li} - v_{la})} \quad (4.16)$$

$$\frac{1}{\Lambda_{\min}} = \frac{0,17 \cdot (v_{li} - v_{la})}{(v_{li} - t_s)} - 0,21 \quad (4.17)$$

değeri bulunmaktadır.

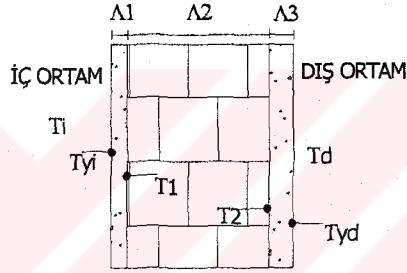
Dış sıcaklığı -10°C ve iç sıcaklığı 20°C olan bir odanın, bağıl hava nemine bağlı olarak dış duvarları için gerekli ısı geçirgenlik direnci 1/Λ_{min} ve izin verilen en yüksek ısı geçirgenlik katsayısı k_{max} şekil 4.6 ve şekil 4.7’de gösterilmiştir. Ayrıca bu grafiklerde, 1/Λ_{min} ve k_{max} için iç yüzeylerde yoğuşma suyu oluşumunun önlenmesi için gerekli değerler alınmıştır (Gösele ve Schüle, 1983).

4.3.2 Buhar Difüzyonu ve Yoğuşma Hesapları

Yapı ürünleri ve bunlarla oluşturulan, eleman ve bileşenlerde gerçekleşen buhar difüzyonu ve yoğuşma hesapları, birçok hesaplama metodunun yanı sıra, bu çalışmada, “Binalarda Isı Yalıtımı Standardı” olan TS 825’te yer alan formüller yardımı ile yapılmaktadır. Buna göre öncelikle, uygulanacak olan yapı elemanın sınırladığı iç ve dış ortam koşulları ile, bu elemanın kesitinde yer alacak bileşenlerin ve özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu özelliklerin Çizelge 4.7’de ki gibi bir tabloya aktarılması hesapların yapılmasını kolaylaştırmaktadır.

Çizelge 4.7 Yoğuşma ve buharlaşma hesapları için gerekli ortam verileri

	İç ortam koşulları	Dış ortam koşulları
Yoğuşma		
Sıcaklık (°C)	T_i	T_d
Bağıl nem (%)	φ_i	φ_d
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	P_{swi}	P_{swd}
Kısmi su buharı basıncı (Pa)	P_i	P_d
Yoğuşma periyodu (t_T -saat)	1440	
Buharlaşma		
Sıcaklık (°C)	T_i	T_d
Bağıl nem (%)	φ_i	φ_d
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	P_{swi}	P_{swd}
Kısmi su buharı basıncı (Pa)	P_i	P_d
Buharlaşma periyodu (t_V -saat)	2160	



Şekil 4.10 Üç bileşenli yapı elemanı kesiti

Hesapların yapılabilmesi için; Şekil 4.10'da örnek yapı elemanı kesiti oluşturulmuştur. Buna göre aşağıdaki çizelge, bu kesitteki bileşenlere göre düzenlenmiştir.

Çizelge 4.8 Yoğuşma ve buharlaşma hesapları için özet çizelge

Katman	Katman kalınlığı S (m)	Su buharı difüzyon direnci katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı Sd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λh (W/(m,k))	Yüzeysel ısı iletim direnci $1/\alpha$ (m^2K/W), malzeme ısı direnci $1/\Lambda$ (m^2K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı basıncı Psw (Pa)
İçeri ısı geçişi					$1/\alpha_i$	T_i	P_{swi}
						T_{yi}	P_{swyi}
1	S_1	μ_1	S_{d1}	λ_1	$1/\Lambda_1$	T_1	P_{sw1}
2	S_2	μ_2	S_{d2}	λ_2	$1/\Lambda_2$	T_2	P_{sw2}
3	S_3	μ_3	S_{d3}	λ_3	$1/\Lambda_3$	T_{yd}	P_{swyd}
Dışa ısı geçişi					$1/\alpha_d$	-	-
						T_d	P_{swd}
			ΣS_d		$\Sigma 1/U$		

Su buharı difüzyon direnci katsayısı μ , ısı iletkenlik hesap değeri λ ve yüzeysel ısı iletim direnci $1/\alpha$, TS 825'te de yer alan ilgili tablolardan elde edilmektedir. Tablolardan elde edilen bu değerlere göre kalınlığı bilinen malzemelerin su buharı direnç katsayıları ile çarpımı, difüzyon dengi hava tabakası kalınlığını vermektedir (Bkz. Formül 4.17). Malzeme ısı direnci, malzeme kalınlığı ve ısı iletkenlik hesap değeri arasında ise şu bağıntı vardır:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{S}{\lambda} \text{ m}^2 \text{ K/W} \quad (4.18)$$

q (W/m^2) ısı akış yoğunluğu ise; katmanlar arasındaki ve katmanların yüzeyindeki sıcaklığı hesaplamak için şu bağıntılardan yararlanır;

$$q = U.(T_i - T_d) \quad (4.19)$$

$$T_{yi} = T_i - \left(\frac{1}{\alpha_i} \cdot q\right) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.20)$$

$$T_1 = T_{yi} - \left(\frac{1}{\Lambda_1} \cdot q\right) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.21)$$

$$T_2 = T_1 - \left(\frac{1}{\Lambda_2} \cdot q\right) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.22)$$

$$T_{yd} = T_2 - \left(\frac{1}{\Lambda_3} \cdot q\right) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4.23)$$

Sıcaklık değerlerinin bulunmasından sonra, katmaların yüzeyindeki ve katmanlar arasındaki doymuş su buharı basınçlarının hesaplanması gerekmektedir.

$$P_{sw} = a \cdot \left(b + \frac{T}{100^\circ\text{C}}\right)^n \quad (4.24)$$

Formül 4.24'teki, a , b ve n TS 825'te de yer alan sabit sayılar olup; aşağıdaki değerler kullanılmaktadır;

$0 \leq T \leq 30 \text{ } ^\circ\text{C}$ için;

$a = 288,68 \text{ Pa}$, $b = 1,098$, $n = 8,02$

$-20 \leq T \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ için;

$a = 4,689 \text{ Pa}$, $b = 1,486$, $n = 12,30$

Bulunan bu değerler tabloda yerlerine konduktan sonra, ani sıcaklık ve basınç dūşüřü olan katman belirlenerek yoğuşma hesabı yapılır. Yoęuřan su miktarının (W_T) hesabı için;

$$W_T = t_T \cdot (\dot{I}_i - \dot{I}_d) \text{ kg/m}^2 \quad (4.25)$$

formülünden yararlanılır.

\dot{I} ($\text{kg/m}^2\text{h}$) akış yoğunluğu olup; iç ve dış ortam için şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\dot{I}_i = \frac{P_i - P_{sw}}{1/\Delta_i} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.26)$$

$$\dot{I}_d = \frac{P_{sw} - P_d}{1/\Delta_d} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.27)$$

Formül 4.12'de yer alan $1/\Delta_i$ hesabında kullanılan S_d değeri, yoğuşma oluşan yüzeye kadarki katmanların toplam değeri ile bulunur.

Bulunan değerlerin (Bkz. Formül 4.26, 4.27, 4.12) formül 4.25'te yerine konması ile, yapı elemanında oluşan yoğuşma suyu miktarı elde edilir. Elde edilen değer, TS 825'te de belirtilen 1 kg/m^2 'den küçük ise oluşan yoğuşma suyu miktarı az, büyük ise fazladır.

Yoğuşma suyu miktarının hesaplanmasından sonra bu miktarın yapı elemanı açısından zararlı olup olmadığının belirlenmesi için yapılması gereken bir diğer işlem ise; buharlaşma miktarının (W_V) hesabıdır.

$$W_V = t_V \cdot (\dot{I}_i - \dot{I}_d) \text{ kg/m}^2 \quad (4.28)$$

$$\dot{I}_i = \frac{P_{sw1} - P_i}{1/\Delta_i} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.29)$$

$$\dot{I}_d = \frac{P_{sw2} - P_d}{1/\Delta_d} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.30)$$

Bulunan değere bağlı olarak, buharlaşan su miktarı, yoğuşan su miktarından küçük ise yoğuşma zararlı, büyük ise yoğuşma zararsızdır.

Yapılan bu hesaplamalar ışığında Ek 2.1'de (Bkz. şekil Ek 2.1.28) aktarılan örneklerden, 800 kg/m^3 yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonun içten 2 cm kalınlıklı kireç-çimento esaslı sıva ve dıştan 3 cm kalınlıklı çimento esaslı sıva ile kaplanması sonucu

elde edilen dış duvarın buhar difüzyonu ve yoğuşma hesabı aşağıda aktarılmıştır. Bu hesaplamalarda iç ortam koşulları 22 °C sıcaklık, % 70 bağıl nem ve dış ortam koşulları -20 °C sıcaklık, % 80 bağıl nem alınmıştır.

Çizelge 4.9 Gazbeton dış duvarın yoğuşma ve buharlaşma hesapları için gerekli ortam verileri

	İç ortam koşulları	Dış ortam koşulları
Yoğuşma		
	22	- 20
Bağıl nem (%)	70	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2643	103
Kısmi su buharı basıncı (Pa)	1850	82
Yoğuşma periyodu (t_T -saat)	1440	
Buharlaşma		
	22	- 20
Bağıl nem (%)	70	80
Doymuş su buharı basıncı (Pa)	2643	103
Kısmi su buharı basıncı (Pa)	1850	82
Buharlaşma periyodu (t_V -saat)	2160	

Oluşturulan dış duvarın bilenenlerinin değerleri aşağıdaki özet çizelgede aktarılmıştır.

Çizelge 4.10 Gazbeton dış duvarın yoğuşma ve buharlaşma hesapları için özet çizelge

Katman	Katman kalınlığı S (m)	Su buharı difüzyon direnci katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı Sd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λh (W/(m,k))	Yüzeysel ısıl iletim direnci $1/\alpha$ (m^2K/W), malzeme ısıl direnci $1/\Lambda$ (m^2K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı basıncı Psw (Pa)
İçeri ısı geçişi					0,13	22	2643
						16,95	1934
Kireç-çimento esashı sıva	0,02	15	0,3	0,87	0,02	16,17	1848
800 kg/m ³ yoğunluklu gazbeton	0,2	5	1,0	0,23	0,87	- 17,63	129 ²
Çimento esashı sıva	0,03	15	0,45	1,4	0,02	-18,41	122
Dışa ısı geçişi					0,04	-	-
						-20	103
			$\Sigma Sd=1,75$		$\Sigma 1/U=1,8$		

² Ani sıcaklık ve basınç düşüşü, bu noktada gerçekleştiği için; hesaplar, bu değere göre yapılmıştır.

$$\Sigma 1/U \implies \Sigma U \cong 0,926 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (4.31)$$

Isı akış yoğunluğu q (W/m^2)'ya bağlı; katmanlar arasındaki ve katmanların yüzeyindeki sıcaklıklar aşağıda hesaplanmıştır;

$$q = 0,926 \cdot (22 - (-20)) \cong 38,892 \text{ W/m}^2 \quad (4.32)$$

$$T_{yi} = 22 - (0,13 \cdot 38,892) \cong 16,95^\circ\text{C} \quad (4.33)$$

$$T_1 = 16,95 - (0,02 \cdot 38,892) \cong 16,17^\circ\text{C} \quad (4.34)$$

$$T_2 = 16,17 - (0,87 \cdot 38,892) \cong -17,63^\circ\text{C} \quad (4.35)$$

$$T_{yd} = -17,63 - (0,02 \cdot 38,892) \cong -18,41^\circ\text{C} \quad (4.36)$$

Katmaların yüzeyindeki ve katmanlar arasındaki doymuş su buharı basınçlarının hesapları formül 4.24'e göre aşağıda yapılmıştır;

$$P_{s_{wyi}} = 288,68 \cdot \left(1,098 + \frac{16,95}{100^\circ\text{C}}\right)^{8,02} \cong 1934 \text{ Pa} \quad (4.37)$$

$$P_{s_{w1}} = 288,68 \cdot \left(1,098 + \frac{16,17}{100^\circ\text{C}}\right)^{8,02} \cong 1848 \text{ Pa} \quad (4.38)$$

$$P_{s_{w2}} = 4,689 \cdot \left(1,486 + \frac{-17,63}{100^\circ\text{C}}\right)^{12,30} \cong 129 \text{ Pa} \quad (4.39)$$

$$P_{s_{wyd}} = 4,689 \cdot \left(1,486 + \frac{-18,41}{100^\circ\text{C}}\right)^{12,30} \cong 122 \text{ Pa} \quad (4.40)$$

Ani sıcaklık ve basınç düşüşü gözlenen katman, doymuş su buharı basıncı değeri 129 Pa bulunan katman olarak belirlenir.

\dot{I} ($\text{kg/m}^2\text{h}$) akış yoğunluğu bulunarak, yoğuşma suyu miktarı hesaplanır;

$$\dot{I}_i = \frac{1850 - 129}{1,95 \cdot 10^6} \cong 882,56 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.41)$$

$$\dot{I}_d = \frac{129 - 82}{0,675 \cdot 10^{-6}} \cong 69,63 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2\text{h} \quad (4.42)$$

$$W_T = 1440 \cdot (882,56 - 69,63) \cdot 10^{-6} \cong 1,170 \text{ kg/m}^2 \quad (4.43)$$

Bu değer TS 825'te de belirlenen 1 kg/m^2 'den büyük olduğu için; oluşan yoğuşma suyu miktarı fazladır. Buharlaşan suyun miktarı ise; aşağıda hesaplanmıştır.

$$I_i = \frac{2643 - 1850}{1,95 \cdot 10^6} \cong 406,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \text{ h} \quad (4.44)$$

$$I_d = \frac{103 - 82}{0,675 \cdot 10^6} \cong 31 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \text{ h} \quad (4.45)$$

$$W_v = 2160 \cdot (406,6 - 31) \cdot 10^{-6} \cong 0,81 \text{ kg/m}^2 \quad (4.46)$$

Sonuç olarak, buharlaşan su miktarı, yoğuşan su miktarından kk olduğu için yoğuşma zararlıdır.

Yapı elemanlarında gerçekleşen buhar difüzyonu ve yoğuşma hesapları, yukarıdaki formüller yardımı ile yapıldığı gibi, farklı koşullarda farklı metotlarla da yapılabilmektedir. Bu çalışmada, hesapların uzun sürmesi nedeni ile, farklı yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda oluşan buhar difüzyonu ve yoğuşma hesapları, Gazbeton reticileri Birliği tarafından TS 825'e bağlı kalınarak hazırlanan "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0" kullanılarak yapılmıştır. Marmara Bölgesi için normal, yarı ağır ve ağır ortam koşullarında, gazbeton, perlitli beton ve tuğla ile yapılan dış duvarların buhar difüzyonu ve yoğuşma hesapları yapılarak Ek 2'de sunulmuştur. Buradan elde edilen veriler, beşinci bölümde tablolar oluşturularak aktarılmıştır.

4.4 Buhar Difüzyonunun Gazbetonun zelliklerine Etkileri

Gazbeton, tuğla, perlitli beton vb. yapı rnlerinin Marmara Bölgesi'nde yaz ve kiş ayları için ortalama ortam koşullarında buhar difüzyonu hesapları yapılmış; TS 825'e göre olumsuz etkilerin oluşmadığı belirlenmiştir. Ancak; ortalama iklim verilerinin dışında değerler alınarak yapılan hesaplamalarda (Ek 2) ise, zararlı etkilerin oluşabildiği ve buna bağlı olarak ta malzemelerin özelliklerinin etkilenebileceği gözlenmiştir. Bu bağlamda, buhar difüzyonu sonucu oluşan ortam koşullarının neden olduğu, yoğuşma ve yoğuşma suyunun gazbeton yapı ürünlerine etkileri malzeme özellikleri doğrultusunda irdelenmektedir.

4.4.1 Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Fiziksel zelliklerine Etkileri

Buhar difüzyonunun, "Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardı" olan TS 453'e uygun olarak üretimi gerçekleştirilen gazbetonun fiziksel özelliklerine etkileri, aşağıda incelenmiştir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Malzeme Yapısına Etkisi

Gazbeton üretiminde, gözenekleştirici katkı maddesi olarak kullanılan alüminyum tozunun oranı ayarlanarak istenilen fiziksel özellikte malzeme üretilebilmektedir. Gazbeton için malzeme yapısı, üretime girdi olan malzemelerin oranı ve üretim sistemine bağlı olarak makro gözeneklerden oluşmaktadır. Malzeme yapısını oluşturan makro gözenekler, malzeme sınıfına göre değişiklik göstermektedir. Üretim sırasında oluşan makro gözenekler, buhar difüzyonun oluşumuna izin veren ancak suyun geçişini engelleyen yapıda olup; buhar difüzyonu sonucu oluşabilecek yoğuşma suyundan etkilenmemektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Malzeme Rengine ve Yüzey Yapısına Etkisi

Gazbeton yapı malzemelerinin rengi, üretimde kullanılan silisli hammaddenin cinsine göre, diğer bir ifade ile kuvarsite bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bkz. 3.1.1.2). Malzemenin yoğun su ve su buharı ile karşılaşması ve bu su buharının yoğuşarak yapıdan atılamaması durumunda, malzeme yüzeyinde küflenmeler oluşabilmektedir. Ancak; bu küflenmeler, yoğuşmanın olduğu yüzeyde gerçekleşeceğinden, renk değişimi, malzemenin sadece o yüzeyinde görülmektedir. Bu nedenle, üretime bağlı olan malzeme rengi, buhar difüzyonu sonucu oluşan etkilerle değişiklik göstermeyip, bu etkilerin bir sonucu olan küflenme vb. ye bağlı olarak bölümsel değişiklik göstermektedir.

Gazbetonda yüzey yapısı ise, kesim tekniklerine göre düz ya da pürüzlü olmaktadır. Üretimde kullanılan tekniklere göre şekillenen malzeme yüzeyinde, yoğuşma suyu karşısında, fiziksel özellik olarak, genel anlamda bir değişim görülmemektedir. Ancak; kullanımda buhar difüzyonu etkisine bağlı olarak, yoğuşma suyunun yapıdan atılamaması sonucu, pürüzlü yüzeylerde kırılmalar, dökülmeler vb. oluşarak malzeme yüzeyinde ve yapısında değişiklik görülmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Özgül Ağırlığına Etkisi

Gazbetonun ölçülen boşluksuz özgül ağırlığı 2.60 kg/dm^3 'tür. Gazbetonun malzeme özelliği olan özgül ağırlık, buhar difüzyonu etkisi ile değişiklik göstermemektedir. Ancak; gazbetonun yapısında, yoğuşma sonucu bulunan su nedeni ile malzemenin tartılan ağırlığında kütleli artış oluşmaktadır.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun İşlenebilme Özelliğine Etkisi

Gazbeton gözenekli yapısı nedeni ile ahşap gibi testere ile kesilebilir, rendelenebilir ve matkap ile delinerek kanal açılıp çivi çakılabilir. Gazbetonda kesme işlemi, üretim sonrası ilk priz oluşması sonucu yapılabildiği gibi, malzeme otoklavdan çıkarıldıktan sonra da,

uygulamaya bağılı olarak, yapılabilmektedir. Bu bağlamda, gazbetonun işlenebilme özelliğinde yoğuşma suyu bağılı etkilenme görülmemekte, ancak; yüzeysel hasarlara bağılı olarak değişiklik görülmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonda Su Emme – Kurumaya Etkisi

Yapay taşların su emmesinin asıl sebebinin, bünyede oluşan kılcal çatlaklar olduğu bilinmektedir.

Gazbetonda sertleştirme işleminin, kurutma yöntemi ile değil de buhar küreyle yapılması nedeni ile üretim suyu bünyeden hızla atılmamaktadır. Üretimin son aşaması olan bu işleme, gazbetonda oluşan kılcal çatlaklar çok zayıf olmaktadır. Bu kılcal çatlakların zayıf olması da, su emmenin o oranda düşük olmasını beraberinde getirmektedir. Diğer bir ifade ile; gazbetonun gözenekli yapısı suya, karşı basınç uygulamakta ve suyun emilimi çok düşük olmaktadır. Buna karşı; diğer malzemelerde, kılcal kapilerliğe karşı koyacak bir karşı basınç olmadığı için, bu malzemelerin su emmeleri çok daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle, gazbetonda üretim sonrası su emme gözlenmemektedir. Ancak; gazbetonda diğer malzemelerde olduğu gibi uzun süreli yoğuşan su etkisi sadece malzeme yüzeyinde bozulmalar görülebilmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Hacim Sabitliğine Etkisi

Gazbeton, diğer yapay taşlar gibi, yapısındaki rutubet oranına bağılı olarak hacim değişikliğine uğramaktadır. Hacim değişikliği, kuruma süresince oluşan hacim küçülmesi ve nemlenme süresince oluşan hacim büyümesi şeklinde görülmektedir.

TS 453'e göre malzemenin otoklavdan çıktığındaki rutubeti (ağırlıkça %20) ile denge rutubeti (ağırlıkça %3,5) arasındaki hacim değişmesi 0,5 mm/m olarak sınırlandırılmaktadır. Üretim sonucu belirlenen bir diğer özellik olan hacim sabitliği ise, yoğuşma suyu veya don etkisi ile malzeme kütleindeki değişime bağılı olarak farklılık göstermektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Denge Rutubetine Etkisi

Denge rutubeti, yapı malzemelerinin birçoğunun başlangıçta içerdiği rutubetin zaman içinde atılarak belirli bir düzeyde sabit hale gelmesi şeklinde ifade edilmektedir. Gazbetonun denge rutubeti, yoğuşma suyu oluşumuna neden olabilecek, olumsuz koşulların uzun sürmesi sonucunda, malzemenin etkileşim süresi ve etkileşim koşuluna bağılı olarak değişim göstermektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Isı İletkenliğine Etkisi

Yapı malzemelerinin en düşük ısı iletkenlik değerleri tam kuru durumdayken belirlenir. En yüksek ısı iletkenlik değerleri ise malzemelerin tüm boşluklarının su ile dolduğu durumlarda gözlenir.

Gazbetonda yapısında bulunan mikro ve makro gözeneklerin, bu yapı ürününe çok düşük bir ısı iletkenlik değeri sağladığı bilinmektedir. Malzemedeki gözlenen ısı iletkenlik değeri, malzeme kuru birim hacim ağırlığına ve rutubet miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Dolayısıyla ısı yoğunlaşma suyunun zararlı boyutlara ulaştığı durumlarda, gazbetonun ısı iletkenlik değeri yükselerek malzeme ısı yalıtım özelliğini kaybetmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Isıl Genleşmesine Etkileri

Gazbetonun ısıl genleşmesi, ortamın sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Gazbetonun ısı iletkenlik değerinin, yoğunlaşma suyu etkisi ile artış gösterdiği bilinmektedir. Bu bilgidir hareketle; yoğunlaşma suyu etkisi ile, gazbetonun ısı tutuculuğu artmakta, bu da ortam sıcaklığına bağlı olan ısıl genleşme değerini etkilemektedir. Dolayısıyla, yoğunlaşma suyu etkisine bağlı olarak gazbetonun ısıl genleşmesinde değişim oluşmaktadır.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonda Özgül Isıya Etkisi

Gazbetonun üretim sonucu belirlenen özelliklerinden olan özgül ısı, malzemenin denge rutubetine bağlı olarak ölçülmektedir. Bu nedenle, yoğunlaşma suyu etkisi ile denge rutubetinin değişmesi durumunda, gazbetonun özgül ısı değeri değişiklik göstermektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Ergime Sıcaklığına Etkisi

Gazbeton yapı ürünlerinde yanma olmamaktadır. Ancak; bilindiği üzere gazbeton, 1000 °C civarında sinterleşmeye; 1100–1200 °C civarında ise erimeye başlamaktadır. Gazbetonun ergime sıcaklığı, üretim sonucu belirlenen bir özelliktir. Bu nedenle yoğunlaşma suyu etkisinde kalan, malzemenin ergime sıcaklığında değişiklik olmamakta, ancak; sinterleşme ve/veya ergime süresinde değişiklik olmaktadır.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Isı Nüfuz Katsayısına Etkisi

Gazbetonun ısı nüfuz katsayısı “b”, malzemenin özgül ısı ve ısı iletkenlik değerine bağlı olarak belirlenmektedir (Bkz. formül 3.4). Malzemenin yoğunlaşma suyu ya da dondan etkilenmesi sonucu malzemenin ısı iletkenlik değerine bağlı olarak, ısı nüfuz katsayısı da değişmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Soğuma Katsayısına Etkisi

Malzemelerde soğuma katsayısı da ısı nüfuz katsayısı gibi, malzeme yapısına ve ortam koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Soğuma katsayısı büyüdükçe malzemede o oranda soğuma olmakta; bu da iç ortamla dış ortam arası ısı değişikliklerinin daha az hissedilir olmasını ifade etmektedir. Malzemede depolanan ısının transferi olan soğuma, malzemenin ısı iletkenlik değeri ile orantılıdır. Dolayısı ile yoğuşma suyu sonucu ısı iletiminde değişiklik olabileceğinden; soğuma katsayısı da değişmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonda Isı Depolamaya Etkisi

Yapı elemanları ısınma sırasında ısıyı depo etmektedir. Isı depolama özelliği, malzemenin kuru birim hacim ağırlığı ve özgül ısısı ile orantılı olarak değişmektedir. Dolayısı ile yoğuşma suyu oluşumundan uzun süre etkilenen malzemede, ısı iletimi ve ısı depolama artacağından bu özellikte etkilenmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Isı Ataletine Etkisi

İç ortam şartları, özellikle yapay iklimlendirme yapılamayan yapılarda, bütünüyle dış kabuğun fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu açıdan dış kabuğu oluşturan yapı malzemelerinin ısı ataleti, iç ortam konfor şartlarını belirleyen önemli bir özelliktir. Isı depolama ve ısı iletkenlik değerlerinin uyum içerisinde olması, ısı ataletinin yüksek değerlerde olmasını ifade etmektedir.

Isı depolama ve ısı iletkenlik değerleri, ortamda bulunan suya bağlı olarak değişim gösterdiğinden ısı ataleti de yoğuşma suyu etkisi sonucunda değişmektedir.

4.4.2 Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Mekanik Özelliklerine Etkileri

Buhar difüzyonunun, gazbetonun mekanik özelliklerine etkisi, aşağıdaki özellikler bağlamında irdelenmiştir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Basınç Mukavemetine ve Kuru Birim Hacim Ağırlığına Etkisi

Malzeme kuru birim hacim ağırlığı ve buna bağlı olan basınç mukavemeti üretim sonrası malzeme yapısındaki rutubet değeri ile belirlenmektedir. Bu nedenle, malzemenin üretim özelliklerinden olan kuru birim hacim ağırlığı, sonradan oluşan yoğuşma etkisine göre değerlendirilmemektedir. Ancak; yüzeysel ıslanmaya bağlı olarak malzemenin kütleli ağırlığı artmaktadır.

Kuru birim hacim ağırlığı ile bağlantılı olan basınç mukavemeti ise, üretim sonrası ölçülen

değerleri içermektedir. Bu bağlamda, kullanım sırasında oluşan yoğuşma suyu hesaba katılmayarak, gazbetonun basınç mukavemetinde oluşabilecek değişim önemsenmemektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Elastisite Modülüne Etkisi

Elastisite modülü her malzemede olduğu gibi gazbetonda da birim hacim ağırlığı ve küp basınç mukavemete bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bkz. formül 3.4). Dolayısı ile üretim özelliği olan elastisite modülünün yoğuşma suyu etkisi ile göstereceği değişiklik önemsenmemektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Çekme Mukavemetine Etkisi

Gazbetonun çekme mukavemeti yoğuşma suyu etkisi ile, düşük bir oranda değişiklik göstermektedir. Ancak; oluşabilecek yapısal bozulmalara bağlı olarak, malzemenin basınç mukavemeti vb. özellikleri gibi, çekme mukavemetinde de önemli oranda düşüş görülmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Eğilmede Çekme Mukavemetine Etkisi

Gazbetonun eğilmede çekme mukavemetinde de, çekme mukavemetinde olduğu gibi; yoğuşma suyu etkisi ile düşük bir oranda değişiklik olmakta, ancak; oluşabilecek yapısal bozulmalara bağlı olarak, önemli oranda düşüş görülmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Kayma Mukavemetine Etkisi

Gazbetonun kayma mukavemetinin yoğuşma suyuna bağlı etkilenmesi ise; çekme, basınç ve eğilmede çekme mukavemetleri gibi yapısal bozulmalar sonucu görülmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonda Malzeme Sünmesine Etkisi

Gazbetonda da beton vb. yapay taşlarda olduğu gibi, devamlı yük altında sünme gerçekleşmektedir. Ağır betonun sünme değeri, gazbetonun sünme değerinden daha yüksektir. Gözlenen bu yüksek sünme değerinin nedeni, yük altında kristal değişimin olmasının yanı sıra, kimyasal sertleşmenin bünyede uzun süre devam etmesidir. Gazbetonda ise, kimyasal sertleşme, malzemenin otoklav çıkışında tamamlanmaktadır. Bu nedenle gazbetonun sünmesi, yoğuşma suyu etkisi ile basınç mukavemetine bağlı olarak değişim göstermekte, ancak; bu değişim önemsenmemektedir.

4.4.3 Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Dayanıklılık Özelliklerine Etkileri

Gazbetonun dayanıklılık özellikleri, diğer özelliklerinde olduğu gibi, malzemenin gözenekli yapısı dikkate alınarak incelenmiştir. Bu nedenle, buhar difüzyonunun etkileri de bu özellik dikkate alınarak irdelenmiştir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Donma-Çözölmeye Karşı Dayanıklılığına Etkisi

Malzemelerin don mukavemeti içerdığı rutubet oranına bağlıdır. Doğal şartlarda gazbetonun ulaşabildiği en yüksek rutubet miktarı, hacminin %30-35'i kadardır. Gazbetondaki gözenekler, malzeme bünyesinde, suyun etkisi ile, buz kristallerinin her zaman genleşme olanağı bulabileceği bir kuru birim hacmi ifade etmektedir.

Şiddetli yağışlar ve yoğunlaşma suyu oluşumu sonrasında, malzemede don olması durumunda gazbetonun keskin kenar, köşe ve profillerinde suya doygun durum oluşarak kritik rutubet oranı aşılabileceğinden zarar oluşmaktadır. Ancak; bu zararlar gazbetonda, tuğla vb. malzemelerde olduğu gibi toplam kütlede dağılımı şeklinde olmayıp; yüzeyde tozlanma ve kabuk halinde dökülme şeklinde görölmektedir. Bu nedenle kış aylarında malzeme istifleniyorsa örtölmeli ya da bir yüzey kaplaması ile korunmalıdır.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Korozyona Dayanıklılığına Etkisi

Gözenekli yapıdaki her yapı malzemesi gibi gazbeton da donatıların korozyonu açısından yeterli oranda koruyucu olamamaktadır. Bu nedenle, gazbeton donatılı ürünlerde bulunan donatılar bitömlenerek; donatı dışında kullanılan çivi, cıvata vb. malzemeler de galvanizlenerek kullanılmaktadır. Yoğunlaşma suyu veya don etkisinde kalarak yüzeyel aşınmalara uğrayan gazbeton yapı ürünlerindeki donatılar, zaman içerisinde suyun etkisi ile korozyona uğrayarak malzeme yapısına zarar vereceğinden, uygulamaya dikkat edilmesi gerekmektedir.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Kimyasal Maddelere Dayanıklılığına Etkisi

Silikat hidratlardan oluşan ve alkalik yapıya sahip olan gazbeton, asitlerden ve asit tuzlarından etkilenmemektedir. Ancak; eriyik ya da gaz halindeki kimyasal maddeler, bu maddelerin yoğunluğuna, ortamın rölatif rutubetine ve sıcaklığına bağlı olarak gazbetonu olumsuz etkileyebilmektedir. Sülfürik asit, hidroklorik asit ve asetik asit gazbetonun yapısına; deniz suyunda bulunan asit tuzları, kloridler, sülfatlar ile nitratlar ise donatıya zarar vermektedir. Bu nedenle, gazbeton donatılı elemanlarının, özellikle deniz suyuna karşı korunması gerekmektedir. Ortamda yoğun ve sürekli kimyasal maddelerin bulunması durumunda gazbeton bu maddelere dayanıklı yüzey kaplamaları ile korunmalıdır. Dolayısı ile yoğun su etkisinde kalan (yoğunlaşma suyu vb.) ve bu olumsuz koşullardan herhangi birine sahip olan gazbeton, daha kolay etkilenmekte ve malzemede yapısal sorunlar oluşmaktadır.

- Buhar Difüzyonunun Gazbetonun Suda Çözünmesine Etkisi

Gazbeton malzeme olarak beton sınıfında yer almaktadır. Bu nedenle malzemenin

mukavemetini sağlayan, yapısındaki hidrosilikatler, suda çözünmemektedir. Ancak; üretime giren hammaddeler (kum, kireç, çimento vb.), suda çözünebilen tuzlar içerdiğinde; uygun olmayan koşullarda, bu tuzlar malzeme yüzeyinde kristalleşerek çiçeklenmeye neden olabilmektedir. Çiçeklenme, gazbetonda eriyik tuz oranına bağlı olmayıp; yapısındaki kılcal su hareketine ve yüzeydeki kuruma hızına bağlıdır. Dolayısı ile difüzyon sonucu oluşabilecek yoğuşma suyu gibi yoğun su etkisinde kalan malzeme yüzeyinde, çiçeklenme haricinde küflenme gibi bozulmalar da görölmektedir.

4.5 Yapı Elemanlarında Yoğuşmanın Önlenmesi

Buhar difüzyonu sırasında, ortam koşullarına ya da yapısal bozukluklara bağlı olarak su buharının bir engelle karşılaşması sonucu oluşan yoğuşma suyu, ne çok fazla büyütölmeli ne de zararsızmış gibi düşünölmelidir. Günümüzde tek katmanlı dış duvar elemanları için, ağır ve yarı ağır ortam şartlarında bile buhar difüzyonu açısından herhangi bir sorunla karşılaşılmamaktadır (Ek 2) (Özer,1982).

Çok katmanlı kabuklarda ise; ayrı bir ısı yalıtım katmanı olduğu için sızdırma ve yoğuşma açısından tek katmanlı kabuklara oranla bir takım teknik sorunlar oluşmaktadır. Kabuk ve yalıtım katmanı ne kadar hafif ve ısı-nem depolama kapasitesi de ne kadar düşük olursa; sızdırma ve yoğuşma etkisiyle oluşan yüklemeler de o oranda yüksek olmaktadır. Bu nedenle; iç yüzeyde su oluşumunu tamamen ortadan kaldırmak amacı ile, ortalama bir nem kontrolü mümkün olmamaktadır (Özer,1982).

İç ortamdaki bağlı hava nemi ne kadar yüksek, yüzeylerin sıcaklığı ne kadar düşük ve hava sıcaklığı yoğuşma noktasının ne kadar altında olur ise yüzeylerde oluşan yoğuşma suyu miktarı o oranda yüksek olur.

Yeterli ısı yalıtım değerine sahip dış kabuk yapı elemanlarının iç yüzeylerinde genellikle nemin oluşmadığı görölmektedir. Ancak ne var ki; bu genelleme eleman içerisinde yoğuşma oluşmadığı anlamına gelmemektedir. Bu oluşum, yapısal zarar ve bozuklukların yanı sıra, ısı yalıtım değerinin düşerek, iç yüzeyde su birikmesine yol açabilmektedir. Bu olumsuzluğun nedeni, kabuğun katmanlarının, difüzyon dirençleri açısından yanlış seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Yoğuşma genellikle kapalı hacimlerin soğuk yüzeylerinde oluşmaktadır. Dış kabuk oluşturulurken; sıcak yüzü mümkün olduğu kadar sızdırmaz, soğuk yüzü ise gözenekli ürünlerden seçilmelidir. Buhar difüzyon hesapları da, bu seçimlerin doğru yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Özgür, 1982).

Difüzyon olayı ile ilgili en önemli sorun; uygulama sırasında ürünlerin dirençlerine göre yanlış konumlanması sonucu oluşabilecek yoğuşmalardır. Örneğin; düşük bir direnci aşan su buharı difüzyonu, hemen arkasındaki daha yüksek direnci aşamayabilir ya da aşmasında yavaşlama görülebilir. Her iki durumda da nemsel akımda etkisini giderek artıran bir yığılma oluşmaktadır. Bu durumda, yoğuşmanın önlenmesi için, yapı elemanının oluşumunda seçilen yapı malzemesinin ısı geçiş direncini artırmak genellikle yeterli olmaktadır. Difüzyon olayı, bu şekilde oluşurken; aynı yapı bileşeni içinde gelişen ısı akımında da değişiklikler görülebilmektedir. Buhar difüzyonu sağlıklı olarak sürdüğü sürece ısı akımının kararlılığının bozulup bozulmaması önemli sorunlar yaratmamaktadır. Ancak; ısı akımının kararlılığının korunması durumunda, bileşen içinde bir noktaya kadar yığılan su buharı miktarı o noktadaki sıcaklıklar için doyma düzeyine yaklaşmaktadır. Isıl akımın kararlılığının bozulması durumunda ise; genellikle bahsedilen sıcaklıklar için düşmeler görülmektedir. Bu sırada, sıcaklık değerleri, sistem içerisinde kısmen yığılmış su buharı düzeyi için yoğuşma sıcaklıklarından daha aşağılara kaymaktadır. Bu durum ise ani bir yoğuşmanın başlangıcına neden olmaktadır (Ilgaz,1979).

Sınırlayıcı olan yapı bileşenlerinden olan duvar yapısını, iç kesimde ıslatan bu tür bir olayla karşılaşmamak amacıyla;

- Su buharı difüzyonu mümkün olduğunca engellenmemelidir,
- Katmanlı duvarlarda; difüzyon dirençleri arası farklardan oluşacak engellemeler olmamalıdır. Diğer bir ifade ile difüzyon dirençleri, akım yönünde, kapalı ortamdan açık ortama doğru artarak değil, azalarak sıralanmalıdır,
- Duvar dış yüzeyi, zorunlu olarak, difüzyon direnci çok yüksek bir malzeme ile kaplanacak ise; duvar iç yüzeyinde, dış yüzeyin difüzyon direncinden çok daha yüksek difüzyon direnci olan bir malzeme kullanılmalıdır.

Bu uygulama yapılamıyorsa;

- Duvarı oluşturan diğer katmanların, nem deposu olmayacak ya da fiziksel özellikleri bakımından nem deposu olmaktan etkilenmeyecek türden seçilmesi gerekmektedir (Ilgaz,1979).

Yapının buharlaşarak kuruması sırasında da difüzyon gerçekleşmektedir. Gerek buharlaşma gerekse yoğuşma olayında, difüzyon dirençleri yavaşlatıcı etken olurken; difüzyonu başlatan kısmi buhar basınç farkları ise hızlandırıcı etken olmaktadır. Sistem içindeki basınç farkları, her bir katmana ait difüzyon dirençlerini ve sistemin toplam difüzyon direncini etkileyen

katsayılara bağılı olarak değişmektedir. Bu oluşumda dikkat edilmesi gereken nokta, katmanlara ait ısı geçirgenlik dirençlerinin dış kesime doğru artmasının, buhar difüzyon dirençlerinin ise dış kesime doğru azalmasının sağlanmasıdır.

Yapı malzemelerinde gerçekleşen buhar difüzyonu, olması beklenen ve istenen bir oluşumdur. Ancak; bu oluşum sırasında farklı sıcaklıklara ve malzeme yapısına bağılı olarak su buharı yoğuşmaktadır. Yoğuşma suyu oluşumunun önlenmesi için, gerekli ısı yalıtımının belirlenmesinde izlenmesi gereken yollar, aşağıdaki örnekle gösterilmektedir.

Örnek 1:

Bağılı ortam nemi %70 ve sıcaklık 25°C olan ve tam klimatize ortam koşullarına sahip bir fabrikada; dış sıcaklığın -20°C'ye kadar dışmesi durumunda, fabrikanın duvar yüzeylerinde yoğuşma suyunun önlenmesi için dış duvarların ısı geçirgenlik direnci 1/Λ ve ısı geçirgenlik katsayısı k'nın değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır (Gösele ve Schüle, 1983).

Çizelge 4.3'e göre %70 nem ve 25°C'de, ortam havasının yoğuşma noktası sıcaklığı, $v_0=19,1^\circ\text{C}$ 'dir. Buna göre 4.14 ve 4.15 formülleri kullanılarak;

$$k_{\max} = 6 \cdot \frac{(25 - 19,11)}{(25 + 20)} = 0,79 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K} \quad (4.47)$$

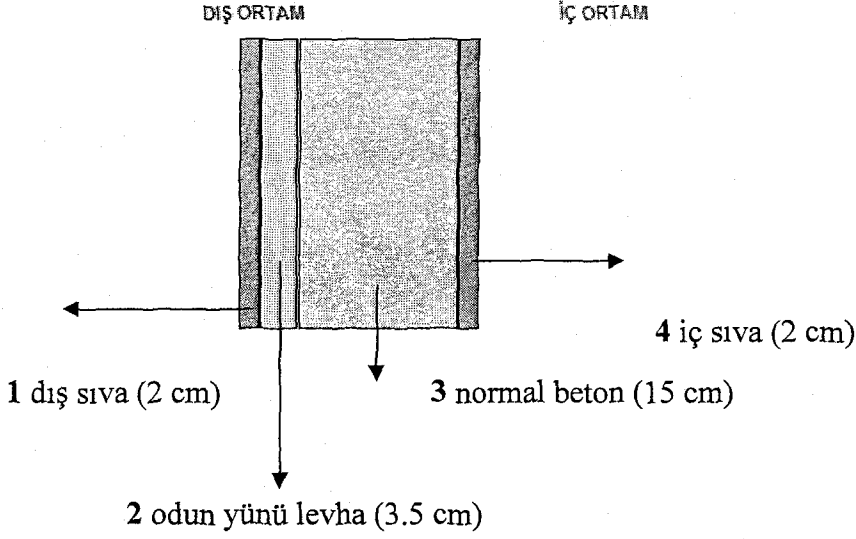
$$\frac{1}{\Lambda_{\min}} = \frac{(25 + 20)}{6 \cdot (25 - 19,11)} - 0,21 = 1,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K / W} \quad (4.48)$$

değerleri bulunur.

Su buharının yapı malzemelerinden geçişi ve ortam koşullarına göre oluşan su ve etkileri ise aşağıdaki örnekte gösterilmektedir.

Örnek 2:

15 cm kalınlıklı; dış yüzeyi 3,5 cm odun yünü ve her iki yüzeyi 2 cm sıva ile kaplı normal beton dış duvarın; iç yüzeyine etki eden hava sıcaklığı 20°C ve bağılı hava nemi %50, dış yüzeyine etki eden hava sıcaklığı -10°C ve bağılı hava nemi %80 alınmıştır.



Şekil 4.11 15 cm kalınlıklı normal betondan yapılan dıştan yalıtımlı dış duvar örneği

Yukarıdaki şekle göre, her bir katmanı oluşturan malzemelerin kalınlık değerleri S_1, S_2, S_3, S_4 ve difüzyon direnç katsayıları $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ olarak hesaplarda kullanılmaktadır. Buna göre Örnek 2’de uygulanan malzemelerin su buharı difüzyon direnç katsayıları μ_n ve su buharı difüzyon dirençleri $1/\Delta$ Çizelge 4.7’de verilmiştir (Gösele ve Schüle, 1983).

Çizelge 4.11 Örnek 2’de uygulanan malzemelerin su buharı difüzyon direnç katsayıları (μ_n) ve su buharı difüzyon dirençleri ($1/\Delta$) (Gösele ve Schüle, 1983)

Katman	Duvarda Uygulanan Malzeme	Kalınlık S_n (m)	Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı μ	Su Buharı Difüzyon Direnci ($1/\Delta$) (m^2hPa/kg)
1	Kirec sıvası	0.02	10	$0.3 \cdot 10^6$
2	Odun yünü	0.035	2	$0.015 \cdot 10^6$
3	Beton	0.15	70	$15.75 \cdot 10^6$
4	Alçı sıvası	0.02	10	$0.3 \cdot 10^6$
	Oluşturulan duvarın su buharı difüzyon direnci			$16,46 \cdot 10^6$

$1/\Delta = 16,46 \cdot 10^6 \text{ m}^2hPa/kg$ ise;

su buharı difüzyonu salıverme değeri;

$\Delta = 1/16,46 \cdot 10^6 \text{ m}^2hPa/kg \Rightarrow \Delta = 0,061 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2hPa$ olarak hesaplanır.

Çizelge 4.4’e göre buhar geçirgenlik direnci $1/\beta$ için şu değerler kullanılmaktadır;

$$\text{İç} \Rightarrow 1/\beta_i = 8300 \text{ m}^2\text{hPa}/\text{kg}$$

$$\text{Dış} \Rightarrow 1/\beta_d = 1600 \text{ m}^2\text{hPa}/\text{kg}$$

Buna göre, buhar geçirgenlik katsayısı 4.10 formülü kullanılarak hesaplanmaktadır;

$$k = \Delta = \frac{1}{(0,083 + 16,46 + 0,16) \cdot 10^6} = \frac{1}{16,56 \cdot 10^6} = 0,060 \cdot 10^{-6} \text{ kg} / \text{m}^2\text{hPa} \quad (4.49)$$

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Gazbeton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda, buhar difüzyonunun etkileri, Marmara Bölgesi'nde yaz ve kış koşulları için incelenmiş ve olumsuz sonuçlarla karşılaşılmamıştır. Ancak; bazı uygulamalarda, yarı ağır ve ağır ortam koşulları için yapılan incelemeler sonucunda, buhar difüzyonunun bir engel ile karşılaşması sonucunda oluşan yoğuşma suyunun, yapı elemanı olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu çalışmalar, gazbeton yapı ürünlerinin yanı sıra, tuğla ve perlitli beton yapı ürünleri de uygulanarak yapılmış ve elde edilen veriler çizelgeler ile aktarılmıştır.

Aynı yoğunlukta ve en kesitte seçilen bu üç yapı türünden elde edilen dış duvarların, buhar difüzyonu ve yoğuşma hesapları, aynı ortam koşullarında, uygulama sayısı, kıyaslama yapabilmek amacı ile, program kullanılarak artırılmıştır. Aşağıdaki çizelgeler, ortam koşullarına bağlı olarak yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen değerleri, yoğuşan ve buharlaşan su miktarları ile bunların etkilerini içermektedir.

Çizelge 5.1 Marmara Bölgesi için yaz aylarında ortalama 30°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m ²	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m ²	Yoğuşmanın Etkisi	
İç	Dış							
20°C ve %50 Bağıl Nem	30°C	800 kg/m ³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız	
			Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız	
			İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız	
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız	
	ve %80 Bağıl Nem	20°C	800 kg/m ³ yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 20 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			800 kg/m ³ yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarıs kumu içermeyen genişletilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
				Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız

Çizelge 5.2 Marmara Bölgesi için yaz aylarında ortalama 30°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 15°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m ²	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m ²	Yoğuşmanın Etkisi
İç	Dış						
15°C ve %50 Bağıl Nem	30°C	800 kg/m ³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
	ve %80 Bağıl Nem	800 kg/m ³ yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 20 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
	%80 Bağıl Nem	800 kg/m ³ yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarts kumu içermeyen genişletilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşmuyor	-	-	Zararsız

Çizelge 5.3 Marmara Bölgesi için kış aylarında ortalama -12°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m ²	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m ²	Yoğuşmanın Etkisi
İç	Dış						
20°C ve %50 Bağıl Nem	-12°C	800 kg/m ³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,500<1,000	1,432>0,500	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,175<1,000	0,797>0,175	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,195<1,000	0,739>0,195	Zararsız
	ve %80 Bağıl Nem	800 kg/m ³ yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 20 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,484<1,000	1,432>0,484	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,201<1,000	0,797>0,201	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,192<1,000	0,739>0,192	Zararsız
	%80 Bağıl Nem	800 kg/m ³ yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarts kumu içermeyen genişletilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,454<1,000	1,432>0,454	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,235<1,000	0,797>0,235	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,189<1,000	0,739>0,189	Zararsız

Çizelge 5.4 Marmara Bölgesi için kış aylarında ortalama -12°C ve %80 bağıl nem değerine sahip dış ortam ile 15°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m^2	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m^2	Yoğuşmanın Etkisi
İç	Dış						
15°C ve %50 Bağıl Nem	-12°C	800 kg/m^3 yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,285<1,000	1,082>0,285	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,096<1,000	0,576>0,096	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,093<1,000	0,576>0,093	Zararsız
	ve %80 Bağıl Nem	800 kg/m^3 yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 20 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,272<1,000	1,082>0,272	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,091<1,000	0,576>0,091	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,091<1,000	0,576>0,091	Zararsız
		800 kg/m^3 yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarts kumu içermeyen genişletilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,247<1,000	0,082>0,247	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,102<1,000	0,599>0,102	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,088<1,000	0,576>0,080	Zararsız

Çizelge 5.5 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0'ye göre en yüksek dış ortam değerlerinden -20°C ve %80 bağıl nem koşulları ile 20°C ve %50 bağıl nem değerine sahip iç ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m^2	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m^2	Yoğuşmanın Etkisi
İç	Dış						
20°C ve %50 Bağıl Nem	-20°C	800 kg/m^3 yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,670<1,000	1,362>0,670	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,345<1,000	0,764>0,345	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,295<1,000	0,668>0,295	Zararsız
	ve %80 Bağıl Nem	800 kg/m^3 yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 20 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,659<1,000	1,362>0,659	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,367<1,000	0,764>0,367	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,293<1,000	0,668>0,293	Zararsız
		800 kg/m^3 yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarts kumu içermeyen genişletilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız
			Sıvalı	Oluşuyor	0,640<1,000	1,362>0,640	Zararsız
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,396<1,000	0,764>0,396	Zararsız
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,291<1,000	0,668>0,291	Zararsız

Çizelge 5.6 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0'ye göre en yüksek dış ortam değerlerinden -20°C ve %80 bağıl nem ile en yüksek iç ortam değerlerinden 22°C ve %70 bağıl nem koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonu hesap sonuçları

Ortam Koşulları		Dış Duvarda Uygulanan Yapı Ürünü	Uygulama Şekli	Yoğuşma Suyu Oluşumu	Yoğuşma Suyu Miktarı kg/m ²	Buharlaşan Suyun Miktarı kg/m ²	Yoğuşmanın Etkisi	
İç	Dış							
22°C ve %70 Bağıl Nem	-20°C	800 kg/m ³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbeton (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil).	Yalın	Oluşmuyor	-	-	Zararsız	
			Sıvalı	Oluşuyor	1,169>1,000	0,946<1,169	Zararlı	
			İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,693<1,000	0,528<0,693	Zararlı	
			Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,657<1,000	0,582<0,657	Zararlı	
	%80	ve	800 kg/m ³ yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak uygulanan 23,5 cm kalınlıklı W sınıfı tuğla.	Yalın	Oluşmuyor	0,000>1,000	5,490>0,000	Zararsız
				Sıvalı	Oluşuyor	1,157>1,000	0,946<1,157	Zararlı
				İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,718<1,000	0,528<0,718	Zararlı
				Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,593<1,000	0,582<0,593	Zararlı
	%80	ve	800 kg/m ³ yoğunluklu 20 cm kalınlıklı kuvarts kumu içermeyen geliştirilmiş perlit betonundan dolu blok.	Yalın	Oluşmuyor	0,000<1,000	2,913>0,000	Zararsız
				Sıvalı	Oluşuyor	1,202>1,000	9,628>1,202	Zararsız
				İçten Yalıtımlı	Oluşuyor	0,750<1,000	0,528<0,750	Zararlı
				Dıştan Yalıtımlı	Oluşuyor	0,487<1,000	0,582>0,487	Zararsız

Buhar difüzyonu beklenen ve istenen bir oluşumdur. Ancak, bu oluşum sırasında farklı ortam koşullarına ve malzeme yapısına bağlı olarak su buharı yoğuşabilmektedir. Kullanılan programda, buhar difüzyonu etkisiyle yoğuşma oluşumunun belirlenmesi Glaser hesaplarına göre yapılmaktadır. Glaser hesaplarına göre buhar difüzyonu ve ortam koşullarına göre ürün yapısında oluşan suyun 1440 saatlik süre sonucunda 1,000 kg/m²'nin altında olması yoğuşma suyunun zararsız olduğunu ifade etmektedir. 1440 saatlik süre, kaynaklarda yoğuşma periyodu olarak anılmaktadır. Bu periyot sonucunda, yoğuşan su miktarının 1,000 kg/m²'ye göre değerlendirilmesi TS 825'te de yer almaktadır. Yoğuşma periyodu sonucu oluşan suyun zararlı olup olmadığı ise 2160 saatlik buharlaşma periyodu sonuçları ile belirlenmektedir. Yapılan buharlaşma periyodu hesaplarına göre, buharlaşabilen su miktarının yoğuşan su miktarından az olması yoğuşmanın zararlı olduğunu; çok olması ise yoğuşmanın zararsız olduğunu göstermektedir (Bkz. 4.3.2).

Yukarıdaki çizelgelerden elde edilen sonuçlara göre; oluşabilecek zararların, önceden bilinerek hem tasarım hem de uygulamada gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Öncelikle, kabuğu oluşturan katmanların difüzyon dirençlerinin bilinmesi ve sıcak yüzünde uygulanacak katmanın mümkün olduğu kadar sızdırmaz, soğuk yüzünde ise gözenekli ürünlerin uygulanması gerekmektedir. Bu uygulamaların doğru yapılabilmesi için; sistemde

gerçekleşen buhar difüzyonu hesapları büyük önem taşımaktadır. Ayrıca; buhar difüzyonunun, mümkün olduğunca engellenmemesi, katmanlı duvarlarda uygulanan malzemelerin difüzyon dirençlerinin, iç ortamdan dış ortama doğru azalması veya nem deposu olmayacak ya da fiziksel özellikleri bakımından nem deposu olmaktan etkilenmeyecek türden seçilmesi gerekmektedir. Diğer bir ifade ile; dikkat edilmesi gereken nokta, katmanlara ait ısı geçirgenlik dirençlerinin dış kesime doğru artarken, buhar difüzyon dirençlerinin dış kesime doğru azalmasının sağlanmasıdır.



KAYNAKLAR

- Altun, C., (1997), Buhar Difüzyonunun Dış Duvarların Nem ile İlgili ve Isıl Performansına Etkilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, İTÜ FBE, İstanbul.
- Anonim, (1988) TS 453: Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları, TSE, Ankara.
- Anonim, (1993) prEN 832: Thermal Performance of Buildings, CEN, Brussels.
- Anonim, (1998) TS 825: Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TSE, Ankara.
- Anonim, (2000), "Villalarda Isı, Ses ve Su Yalıtım Sorunları ve Çözümleri", 179:66-69.
- Arıoğlu, N., (1993), Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, Yayınlanmamış Doktora Tezi, YTÜ, İstanbul.
- Arıoğlu, N., (1995), "Yapı Dış Kabuğunun Oluşturulmasında Çevresel Etmenler-İşlevler-Özellikler ve İlişkileri", 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- Atmaca, M., (2001), "Yalıtım 2001 Kongresi İzlenimleri", İnşaat Mühendisleri Odası, 5:9-10.
- Avlar, E., (2000), Yapılarda Su ve Nem Korunumu, YTÜ, İstanbul.
- Balanlı, A. ve Öztürk, A., (1995), "Yapı Biyolojisi: Kavram ve Kapsam", Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İzmir.
- Balanlı, A. ve Öztürk, A., (1995), "Yapının İç ve Dış Çevresinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi", Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İzmir.
- Balanlı, A., (1997), Yapıda Ürün Seçimi, Yümfed, İstanbul.
- Baldaş, A. ve Kantar, F., (1975) Yapı Fiziki Yapıların Isıya Suya Sese Titreşimlere ve Yangına Karşı Korunumu, Sermet Matb., İstanbul.
- Başegmez, C., (2002), "Çelik Yapılarda Ytong Kullanımı", 200:38-41.
- Başgelen, N., (1993), Çağlar Boyunca Anadolu'da Duvar, Grafbas Matb. A.Ş., Ağustos 1993, İstanbul.
- Bayülgen, C., (1993) Çağdaş Strüktür Sistemleri, YTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Borhan, B., (1990a), Ytong El Kitabı 1, Türk Ytong San. A.Ş., İstanbul.
- Borhan, B., (1990b), Ytong El Kitabı 2, Türk Ytong San. A.Ş., İstanbul.
- Çimentaş, Çimentaş-Gazbeton Yapı Malzemeleri ve Yapı Elemanları.
- Çimentaş, Çimentaş-Gazbeton Yapı Elemanları.
- Dunn, P. ve Norsworthy, R., (2003), "Yalıtımın Altındaki Korozyonun Kontrolü (Çev., Z. Ceylan), Ağustos 2003, 43:32-42.
- Ertokat, N. ve Uçar, M., (1999), "Prefabrikasyonda Ytong", Dizayn Konstrüksiyon, 165:61-64.
- Ertokat, N., (2003), "Binalarda Enerji Verimliliği ve AB Ülkelerinde Yapılan Yeni Çalışmalar", 22. Enerji Tasarrufu Haftası Etkinlikleri, 23-24 Ocak 2003.

- Gazbeton Üreticileri Birliği (GÜB), (2000), Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2,0 , İstanbul.
- Göçer, C., (1997), Beton Esaslı Giydirmeye Cephe Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gösele, K. ve Schüle, W., (1983), Schall-Waerme-Feuchte, 7. Auflage 1983 (Neubearbeitete), Bauverlag GmbH. Weisbaden und Berlin. (Çev., T. Özgün).
- Halıcıoğlu, H., (2002), "Beton Mukavemetinin Dayanıklılığını Olumsuz Etkileyen Kimyasal Etkiler", 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 9-11 Ekim 2002, İstanbul.
- İlgaz, T., (1979), Yapı Düşey Dış Kabuklarının Isı Etkilerinden Korunması, Araştırma Projesi, KTÜ, Döner Sermaye İşletmeleri, Trabzon.
- İzocam, Isı-Ses-Yangın İzolasyon, Koç Yayın Grubu.
- Kafesçioğlu, R., (1984), "Yapıda Dış Kaplama ve Sorunlar", Yapı Dergisi, 56:36-39.
- Karakoç, H., Binyıldız, E. ve Turan, O., (1999), Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı, ODE Teknik Yayınları, No:620, Eylül 1999, İstanbul.
- Kuş, H., (2002), "Gözenekli Malzemelerden Yapılmış Dış Duvarlarda Kullanılan Su İtici Malzemelerin Uzun Dönem Performansı", 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 9-11 Ekim 2002, İstanbul.
- Künzel, H., Gazbeton (Çev., T. Özgün).
- Lufsky, K., (1980) Yapılarda Su İzolasyonu, Seyaş Yayınları, İstanbul.
- Özbilen, A., (1967), Hava Katmanlı Çift Duvar (Özellikleri ve Tuğla ile Uygulanışı), Seri.B: Teknik Yayınlar Sayı:3, Özaydın Matbaası, İstanbul.
- Özdemir, M., (2000), "Çağdaş Yapı Malzemesi : Gazbeton", 179:56-58.
- Özer, M., (1982), Yapılarda Isı-Su Yalıtımları, Özer Yayınları, İstanbul.
- Özgen, A. ve Sev, A., (2002), "Depreme Dayanıklı Yüksek Yapılarda Cephe Kaplamaları Tasarımı", Alüminyum Yapı Dergisi, 4:39-49.
- Özgür, Ü., (1982), Yapı Elemanlarında Su Buharı Etkisinin İncelenmesi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Özkan, E., (1976) Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, KTÜ, Trabzon.
- Reichel, W., Ytong Handbuch, Bauverlag, 1974, Berlin.
- Sarı, A., (1951) İkametgah Yapılarında Dış Duvarların Kıymetlerinin Mukayesesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Stulz, R. ve Mukerji, K., (1988), Appropriate Building Materials, Skat & IT Publications Ltd., UK.
- Şensoy, H., (1995), "Dış Kabukta Uygulama Sorunları", Yapıda Dış Kabuk Semineri, 23 Mart 1995, YEM, İstanbul.
- Taşdemir, C. ve Ertokat, N., (2002), "Gazbetonun Mekânîk ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Değerlendirme", 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, 9-11 Ekim 2002, İstanbul.

Türk Ytong San. A.Ş., (2002-2004) , Fabrika Gezileri, Pendik, İstanbul.

Tüz, Ö., (1996), Bina Cephelerindeki Hasarlar, Nedenleri ve Giderilme Yolları, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Weber, H., (2000), Das Poren Beton Handbuch/Planen und Bauen Mit System, Bauverlag, Hannover.

Yolsal, S., (2003), Dış Cephede Uygulanan Doğal ve Yapay Taş Plak Kaplamalarda Oluşan Sorunların İrdelenmesi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ytong, (2000), Ytong Konut Sistemi/Tasarım-Projelendirme Uygulama, Mayıs 2000, İstanbul.

Ytong, (2001), Doğru Seçim, Ekim 2001, İstanbul.

Ytong, (2002), Ytong Donatılı Elemanları, Şubat 2002, İstanbul.

Ytong, (2001), Ytong Blok Uygulamaları, Temmuz 2001, İstanbul.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.arkitera.com

[2] www.izoder.com

[3] www.ytong.com.tr

[4] www.cimentas.com.tr

EKLER

- Ek 1 Gazbeton Yapı Ürünlerinin Üretim Akışı
Ek 2 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2.0 Kullanılarak Yapılan Buhar Difüzyonu Hesapları
Ek 2.1 Gazbeton Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları
Ek 2.2 Tuğla Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları
Ek 2.3 Perlit Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları

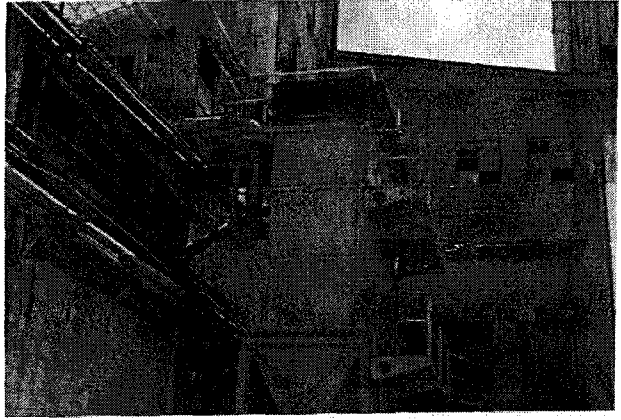
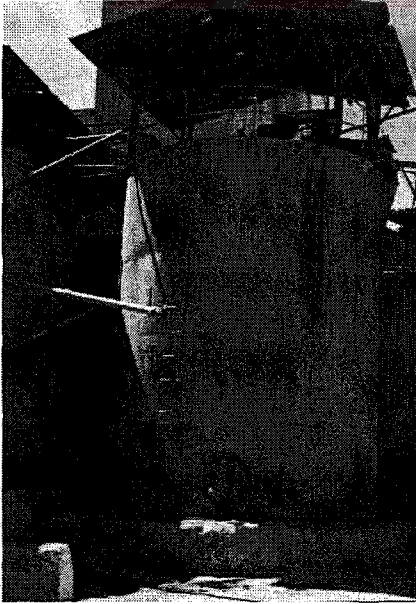


Ek 1 Gazbeton Yapı Ürünlerinin Üretim Akışı

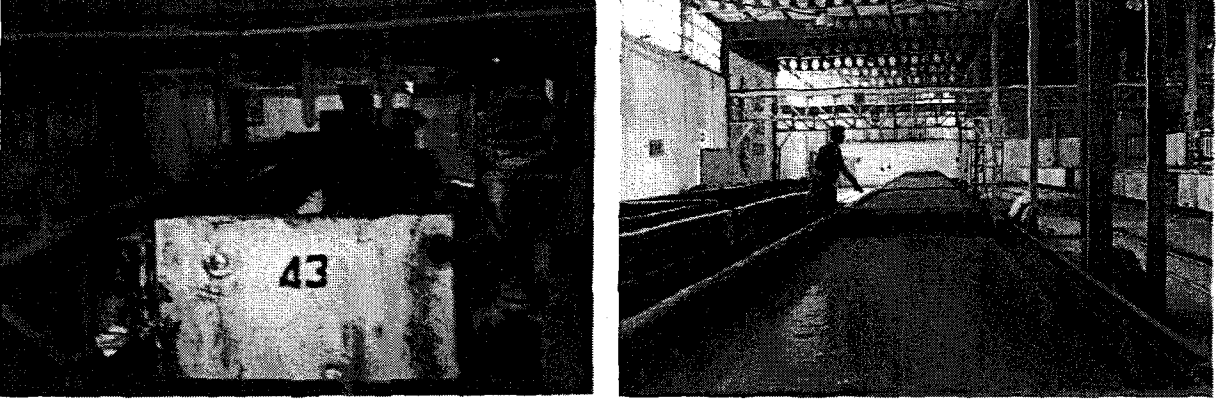
Gazbeton yapı ürünlerinin üretim akışı, Türk Ytong San. A.Ş. Pendik fabrikasında gözlemlenmiş ve aşağıdaki fotoğraflarla aktarılmıştır.



Şekil Ek 1.1 Kireç değirmenleri ve siloları



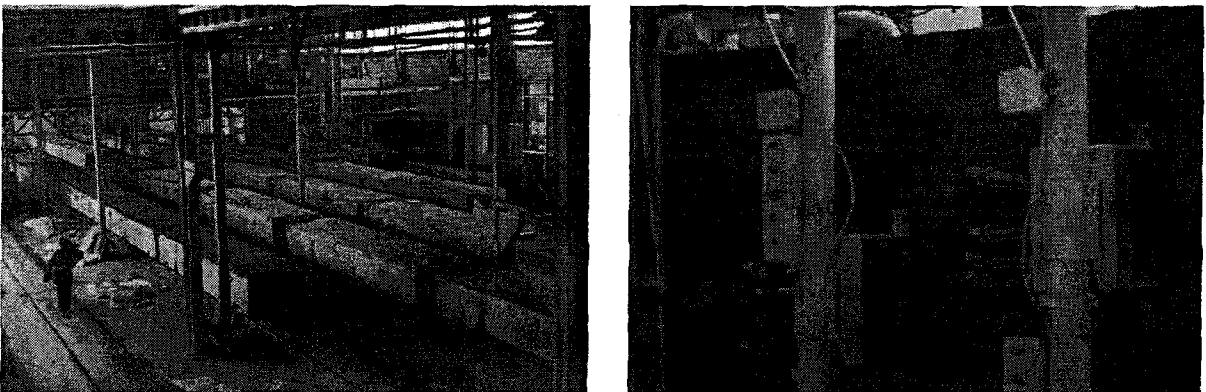
Şekil Ek 1.2 Karıştırıcılara ve değirmenlere bağlı silolar



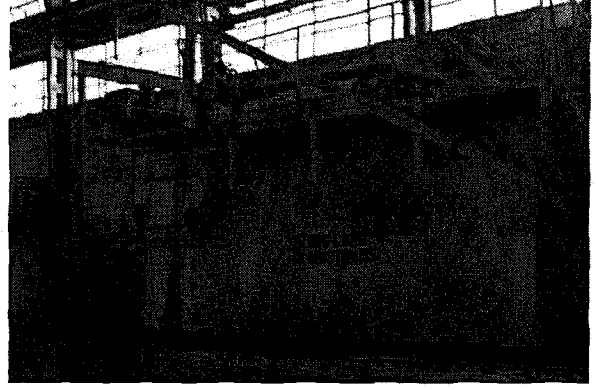
Şekil Ek 1.3 Karıştırılan gazbeton hamurunun formelere dökülmesi ve gerecin reaksiyonla kabarması



Şekil Ek 1.4 Gerecin ilk sertliğini alması için üzeri plastik şilte ile örtülmesi, gazbeton kalıpları (formeler) ve üretim treni



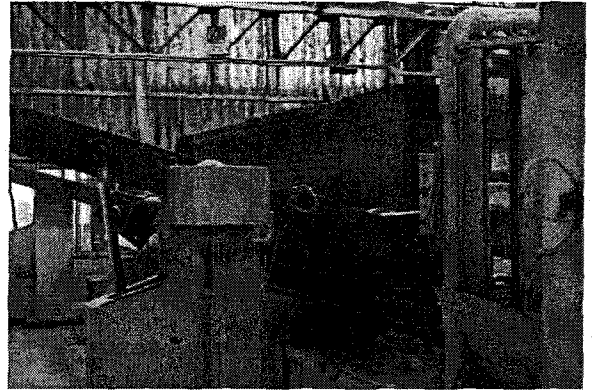
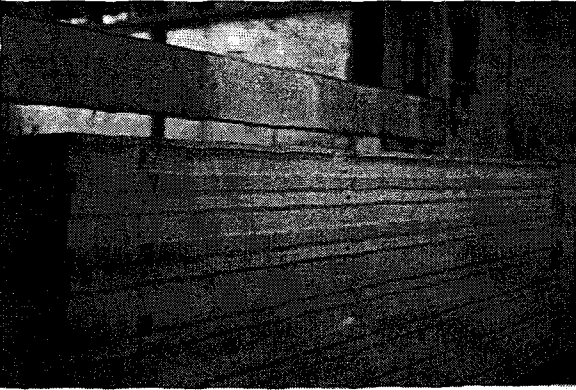
Şekil Ek 1.5 İlk sertliğini alan gazbetonun kesim birimine aktarılması



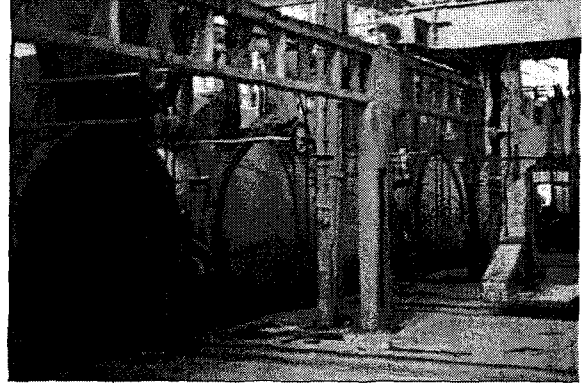
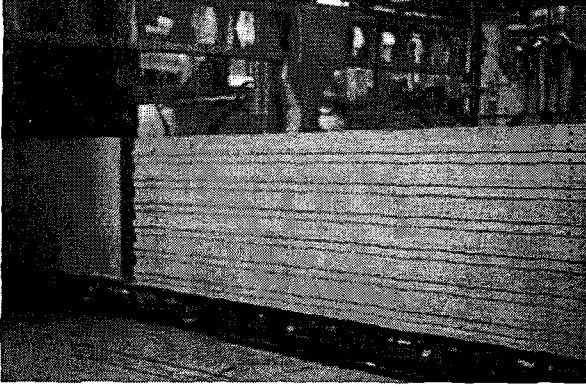
Şekil Ek 1.6 Kesim işleminin yapıldığı birim, kesme makinesi ve kesim işlemi sırasında oluşan artıkların su ile aktarıldığı çamur karıştırıcısı



Şekil Ek 1.7 Donatı elemanlarının hazırlandığı donatı dairesi ve çekme işleminin uygulanması



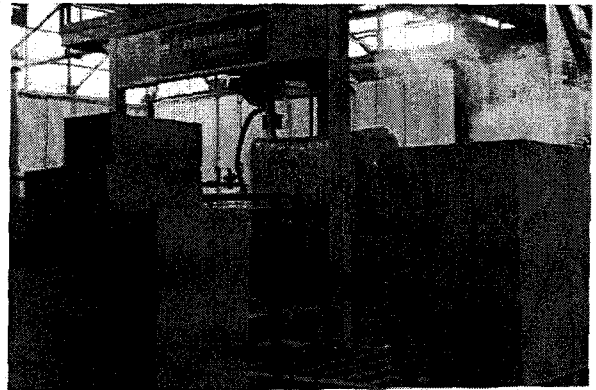
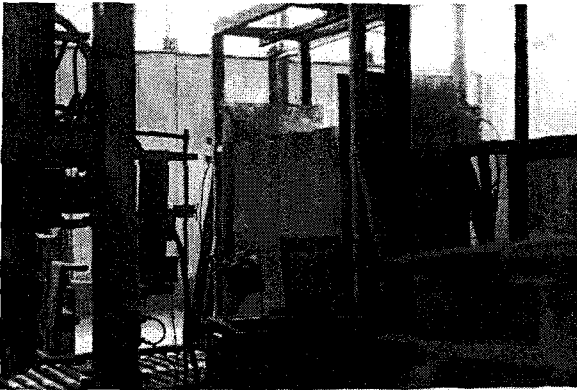
Şekil Ek 1.8 Kesim işlemi biten kalıpların otoklavların olduğu birime aktarılması



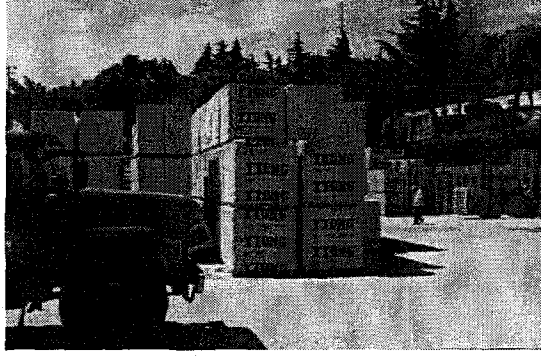
Şekil Ek 1.9 Kalıpların otoklavlara yerleştirilmesi ve otoklavların taşıyıcı sistemi



Şekil Ek 1.10 Ayırma ve ayıklama işlemi için kullanılan makineler ve bu işlemlerden geçirilen gazbetonların paketleme işlemi için gönderildikleri raylı sistem



Şekil Ek 1.11 Ayırma ve ayıklama işlemi biten kalıpların paletlere yerleştirilmesi ve vakumlama sistemiyle paketlenmesi



Şekil Ek 1.12 Gazbetonların istiflendiği açık stok sahası



Ek 2 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2.0 Kullanılarak Yapılan Buhar Difüzyonu Hesapları

Bu bölümde gazbeton da dahil olmak üzere; tuğla ve pelitli beton yapı ürünleri ile yapılan dış duvarlarda, farklı ortam koşullarında gerçekleşen buhar difüzyonunun etkileri, Gazbeton Üreticileri Birliği'nin (GÜB) TS 825'e bağlı olarak hazırlanmış olduğu, Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği Hesaplama Programı 2.0 kullanılarak incelenmiştir.

Hesaplamalar, Marmara Bölgesi'nin yıllık ortalama bağıl nem ve sıcaklık değerleri esas alınarak; yaz ve kış dönemleri için ve ağır ortam koşullarından birkaçı seçilerek yapılmış ve elde edilen sonuçlar, beşinci bölümde tablolarla aktarılmıştır.



Ek 2.1 Gazbeton Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları

Gazbetondan yapılmış dış duvarlar yalın, sıvalı, içten ve dıştan ısı yalıtımlı olmak üzere uygulanarak; gerçekleşen buhar difüzyonunun etkileri, Marmara Bölgesi'nde yaz ve kış dönemleri ile farklı ortam koşullarına göre incelenmiş sonuçları tablo ve grafikler ile aktarılmıştır.

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	3392
Buharlaşma Periyodu (saat)	2160	

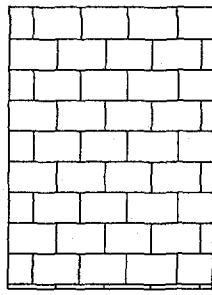
Giydirmeye cephe dış kaplaması var

Kapat Tamam

Şekil Ek 2.1.1 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık : cm

μ -Değeri :

EKLE Tümünü Sil

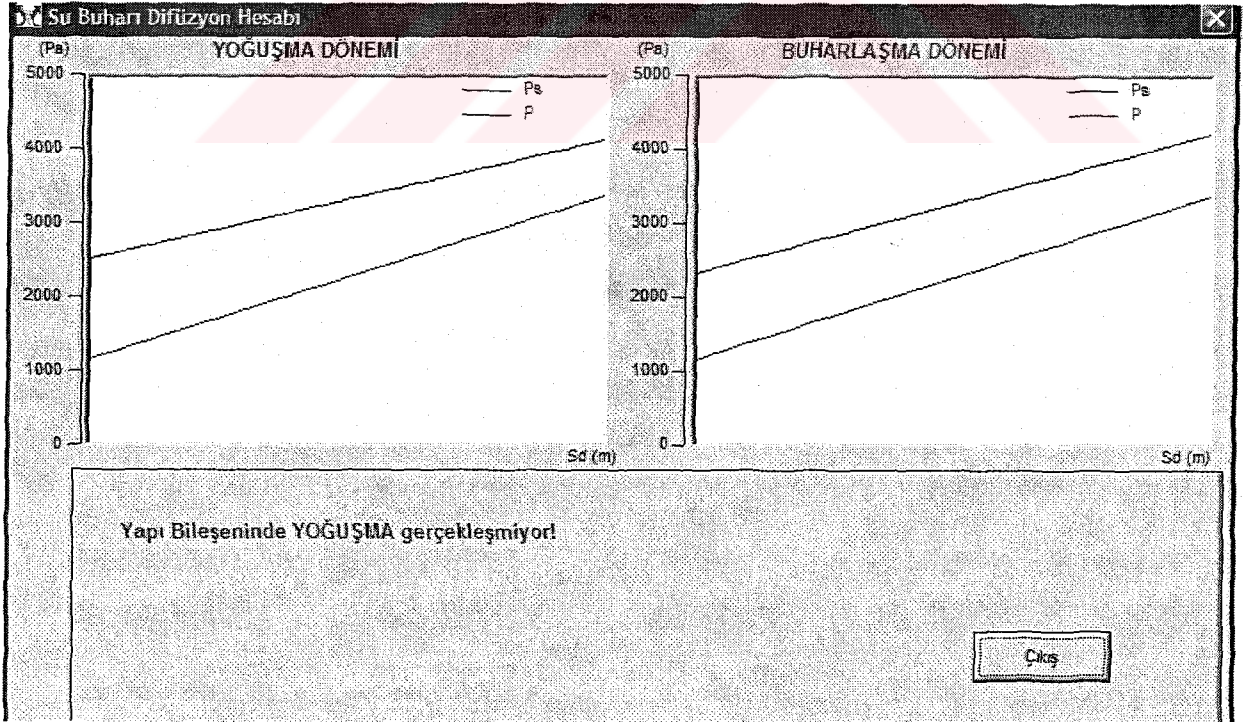
ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K
 Bileşenin Isı Geçirgenliği : 1,150 W/m²K
 İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K
 Toplam Isı Geçirime Katsayısı : 0,9e2 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.4.2	Çelik kapağı beton	600	0,14	
5.4.2	Çelik kapağı beton	700	0,17	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	400	0,14	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	500	0,16	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	600	0,19	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	
6	YAPI PLÂKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453'E UYGUN PLÂKLAR)			

Şekil Ek 2.1.2 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.2a Sistemde oluşan yoğunlaşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1 Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık : cm

μ-Değeri :

EKLE Değeri

SİL TOPLAM SİL

Yoğuşma Hesabı

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

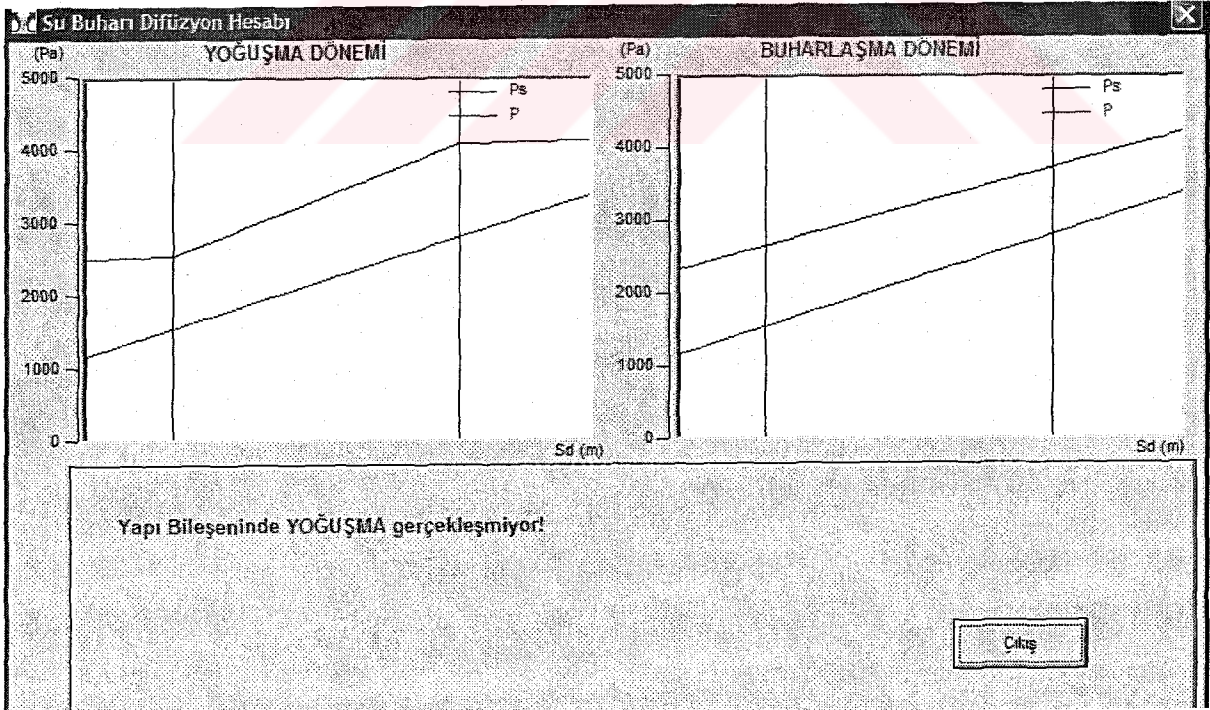
Bileşenin Isı Geçirgenliği : 1,094 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

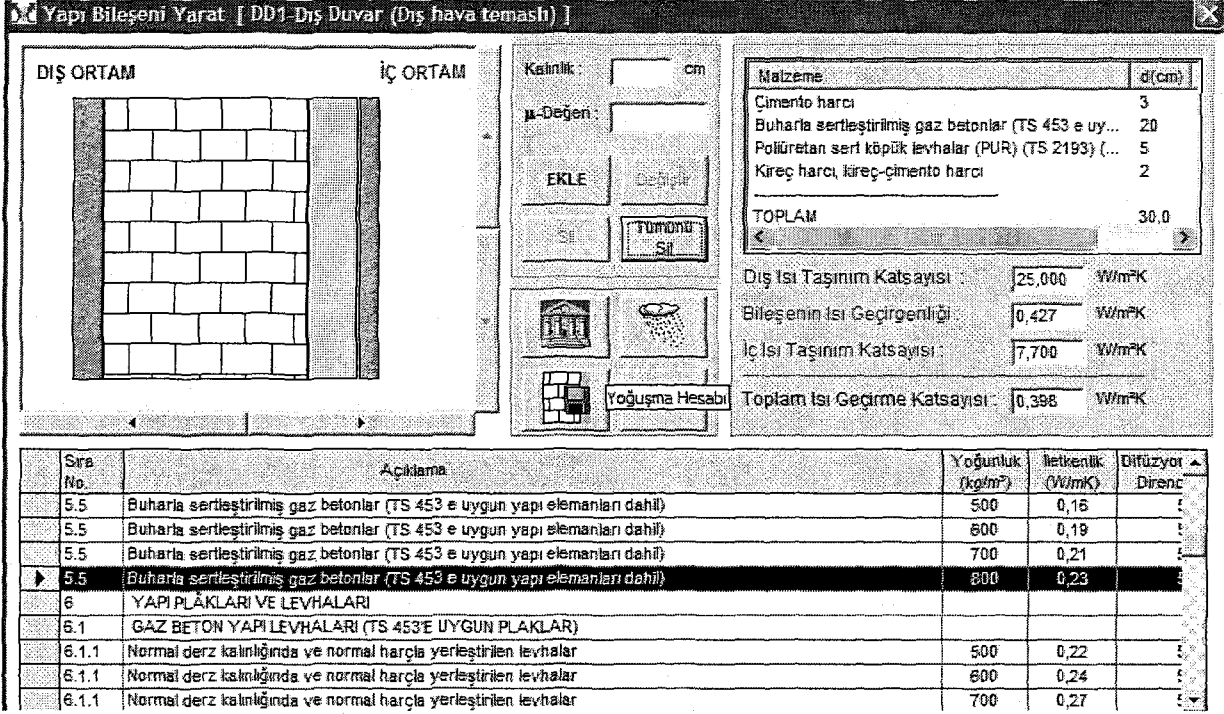
Toplam Isı Geçirime Katsayısı : 0,923 W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	500	0,16	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	600	0,19	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	
6	YAPI PLAKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453'E UYGUN PLAKLAR)			
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	500	0,22	
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	600	0,24	
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	700	0,27	

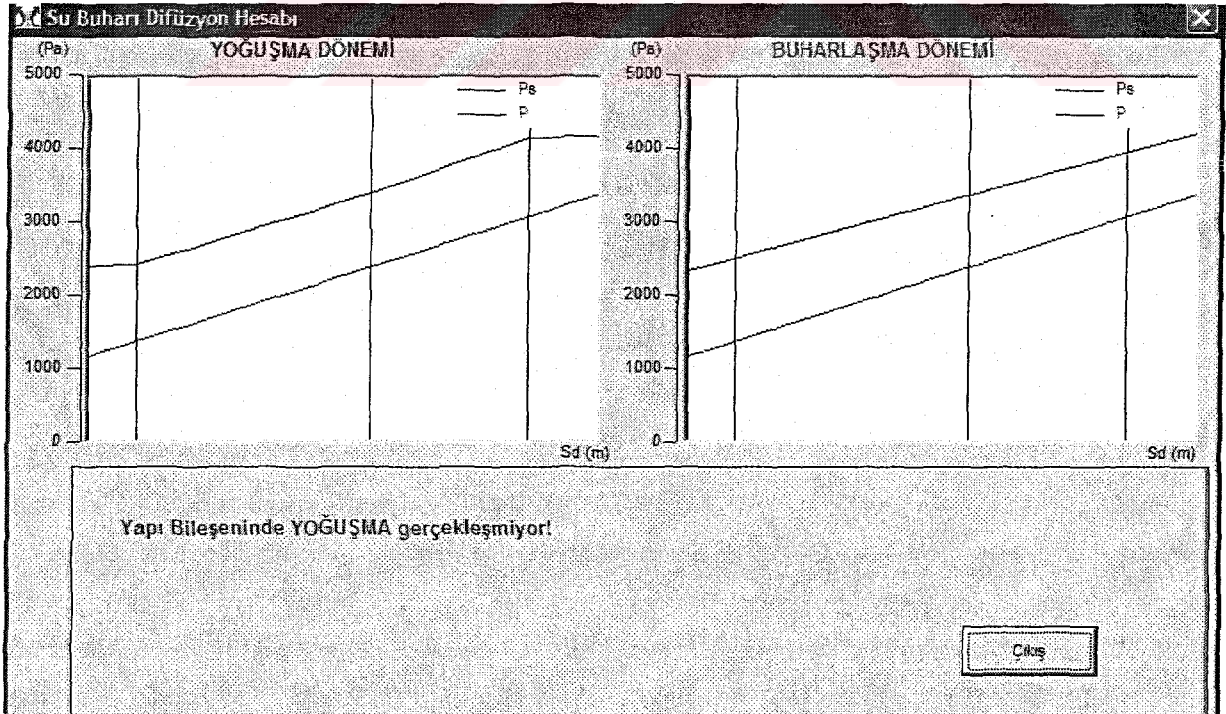
Şekil Ek 2.1.3 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



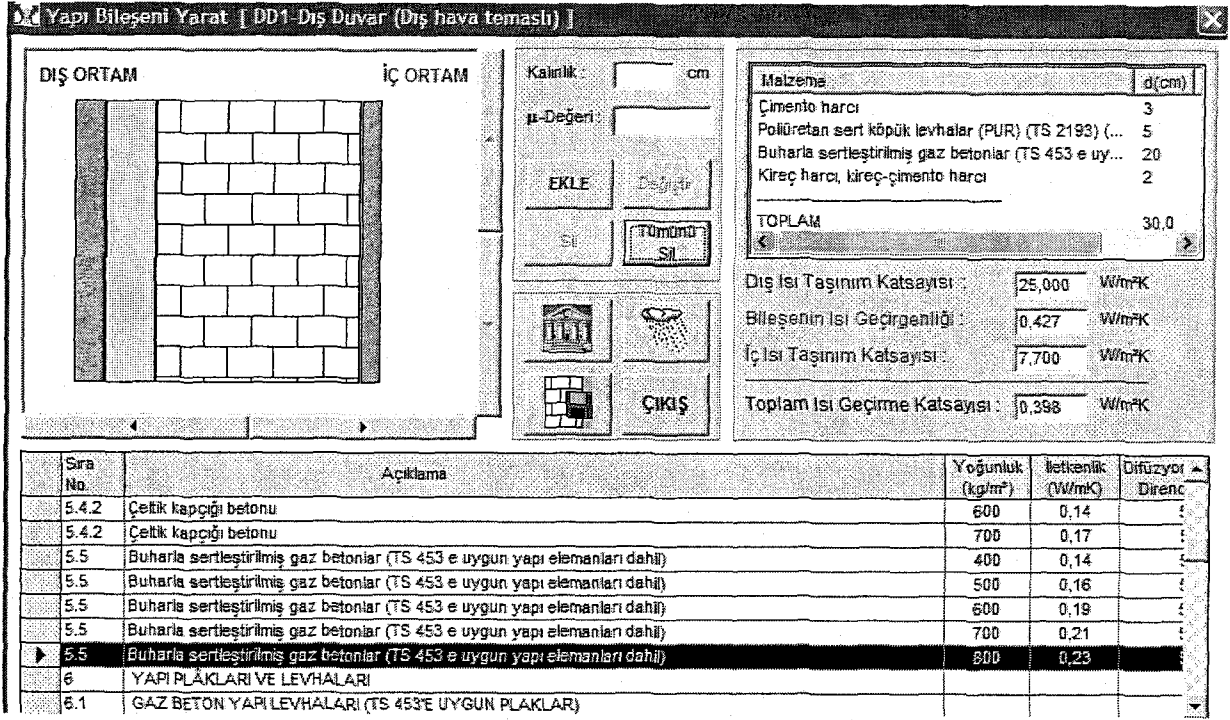
Şekil Ek 2.1.3a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



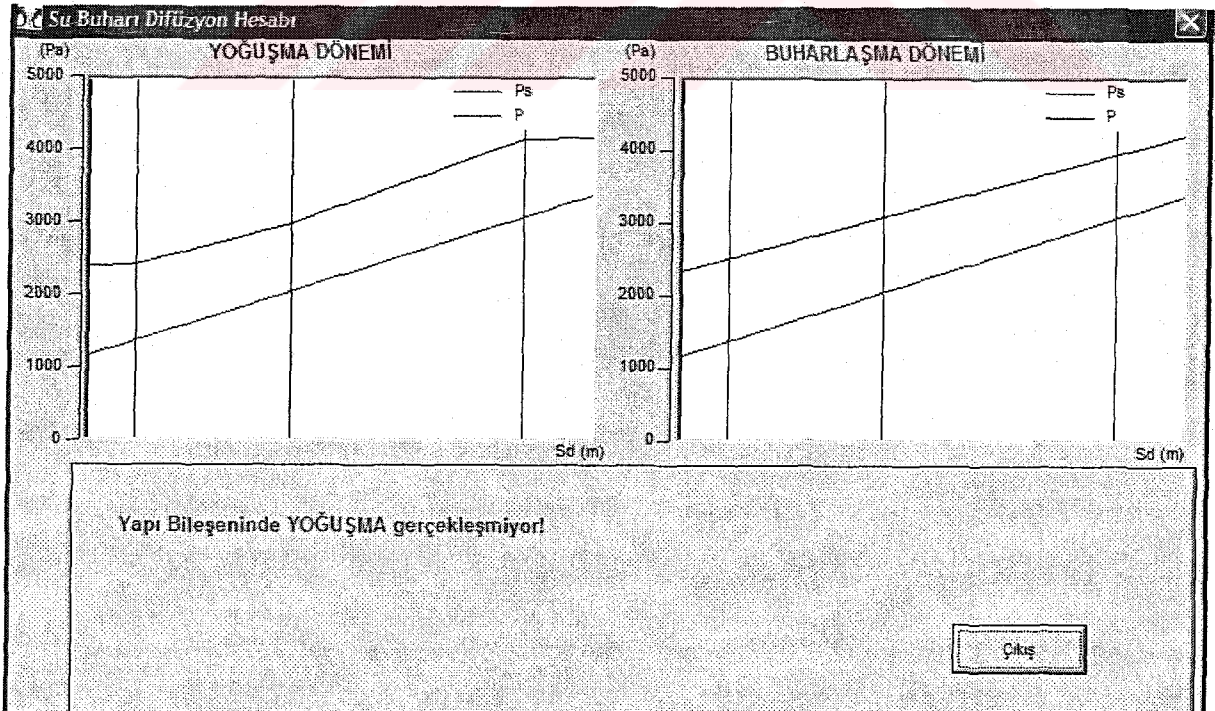
Şekil Ek 2.1.4 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.4a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



Şekil Ek 2.1.5 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.5a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Buharlaşma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.1.6 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

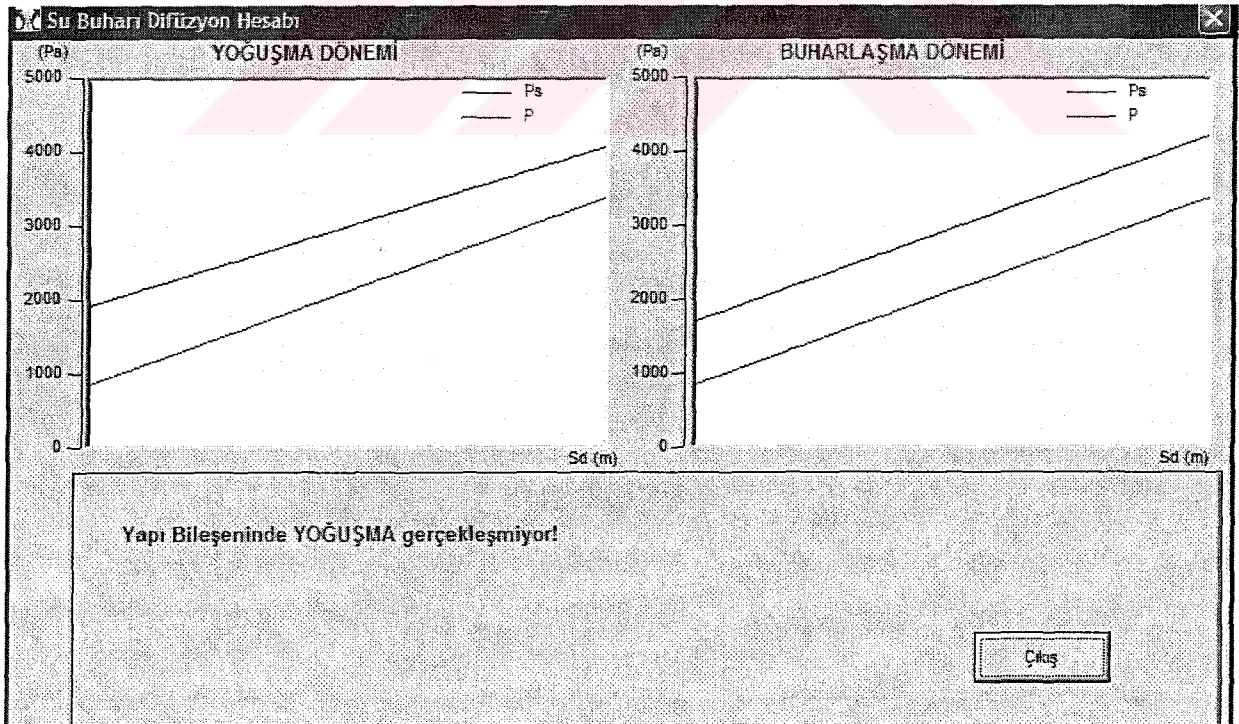
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.4.2	Çelik kapçığı betonu	600	0,14	1
5.4.2	Çelik kapçığı betonu	700	0,17	1
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	400	0,14	1
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	500	0,16	1
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	600	0,19	1
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	1
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	1
6	YAPI PLAKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453'E UYGUN PLAKLAR)			

Şekil Ek 2.1.7 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.7a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

Yİ

Tümümlü Sİ

Yoğuşma Hesabı

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Cimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Kireç harcı, kireç-cimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Diş Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

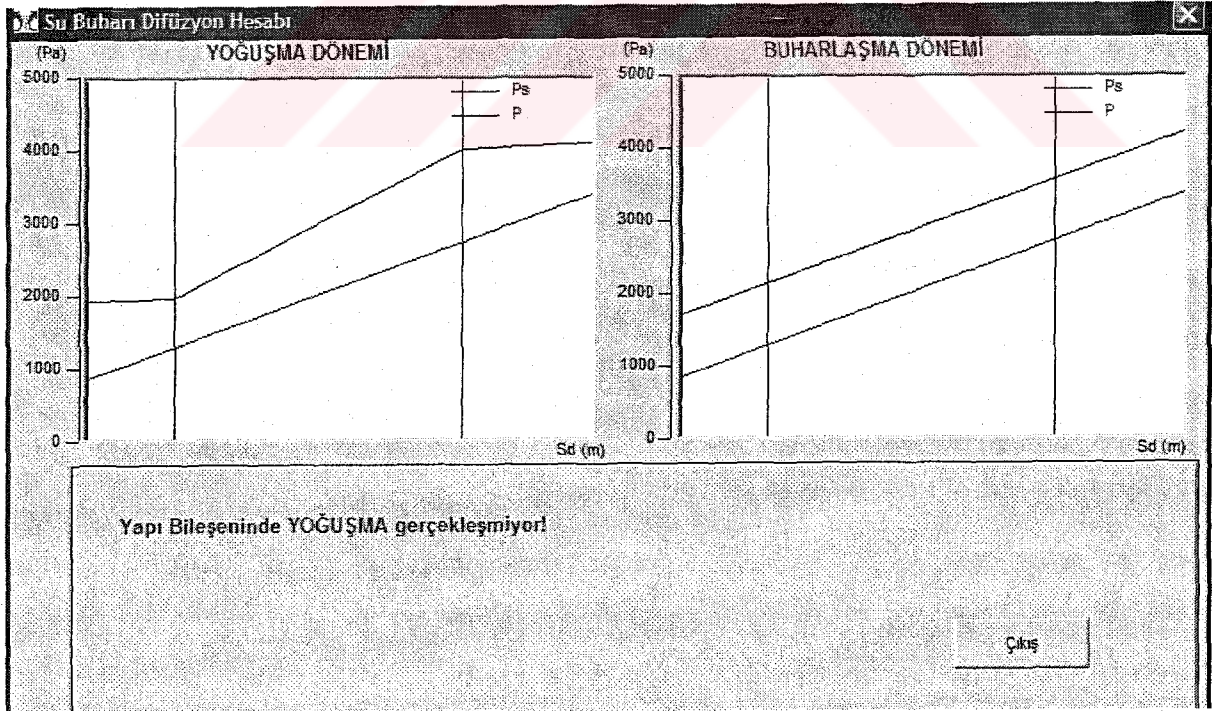
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,094 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,923 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	5
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	5
6	YAPI PLÂKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453E UYGUN PLÂKLAR)			
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	500	0,22	5
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	600	0,24	5
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	700	0,27	5
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	800	0,29	5
6.1.2	İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanılarak yerleştirilen levhalar	500	0,19	5

Şekil Ek 2.1.8 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.8a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1 Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değeri

SİL Tümüldü Sil

Yoğuşma Hesabı

Malzeme	d(cm)
Cimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

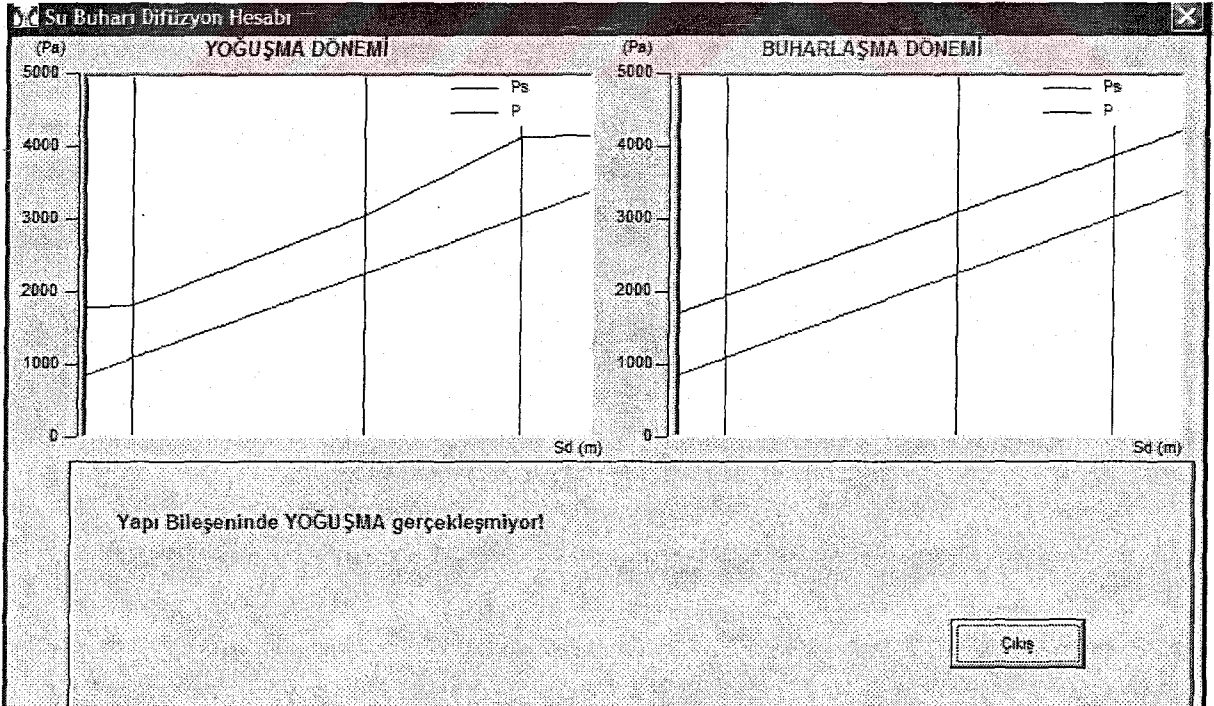
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0,427 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

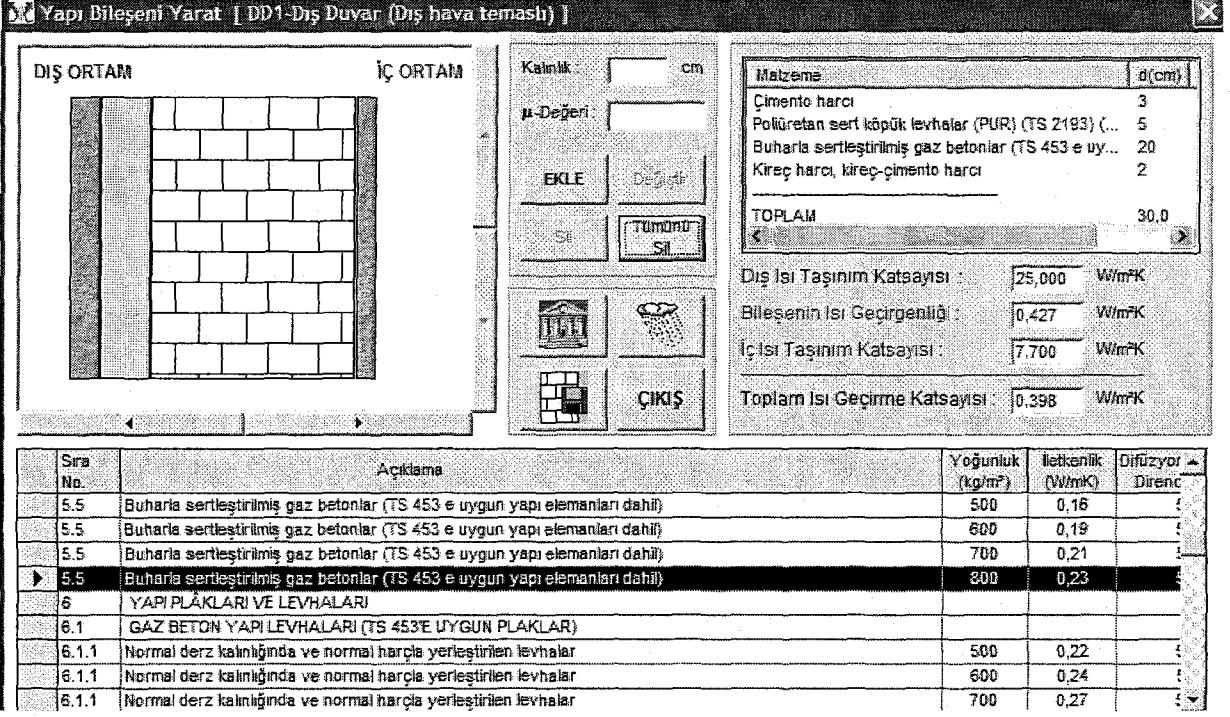
Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,398 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	500	0,16	5
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	600	0,19	5
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	5
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	5
6	YAPI PLÂKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453'E UYGUN PLÂKLAR)			
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	500	0,22	5
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	600	0,24	5
6.1.1	Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	700	0,27	5

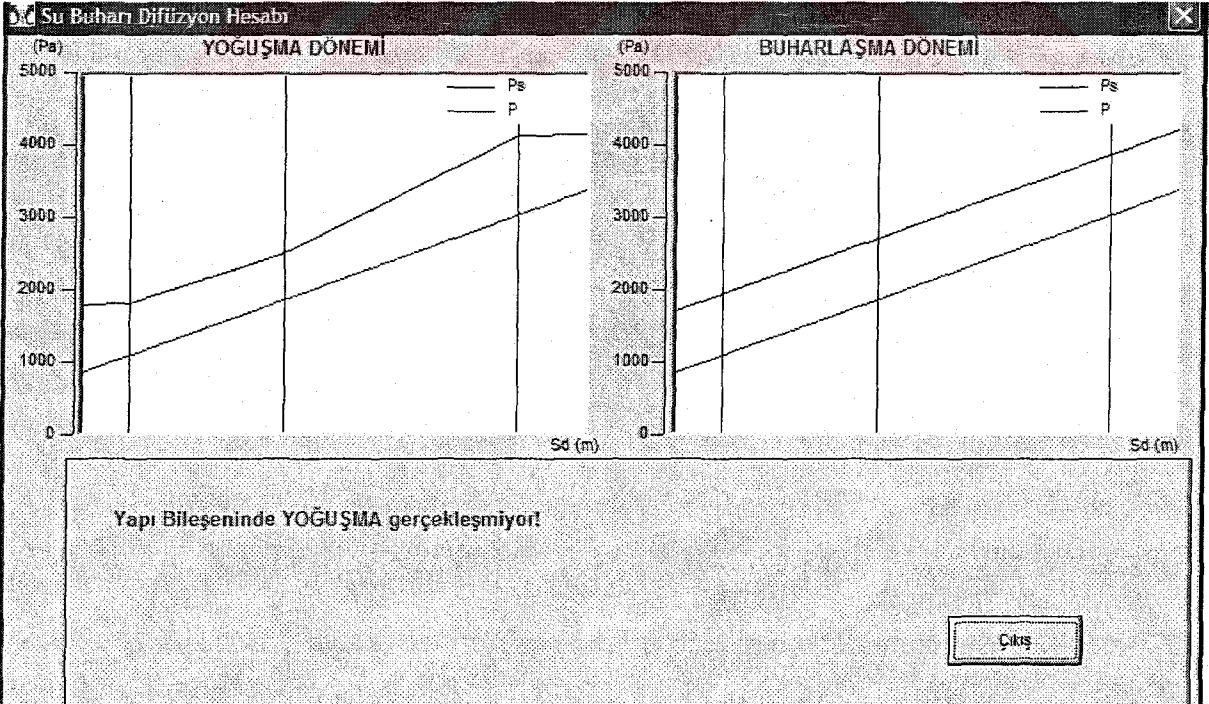
Şekil Ek 2.1.9 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.9a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



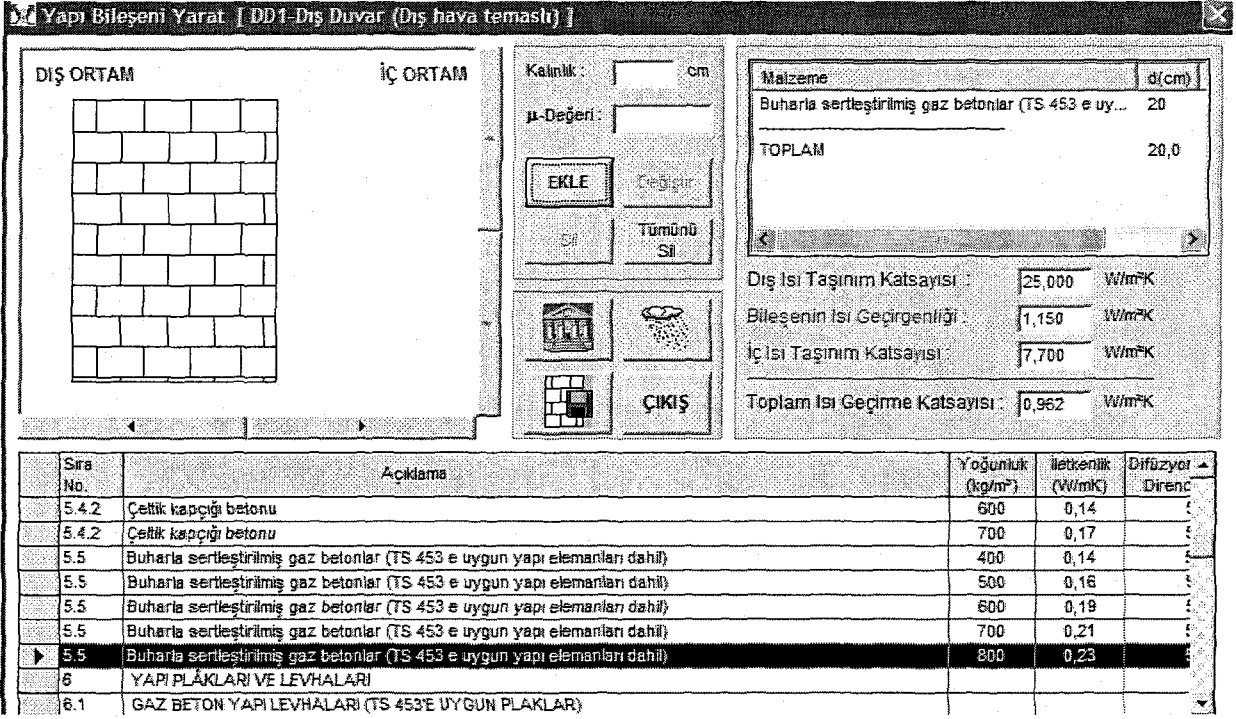
Şekil Ek 2.1.10 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



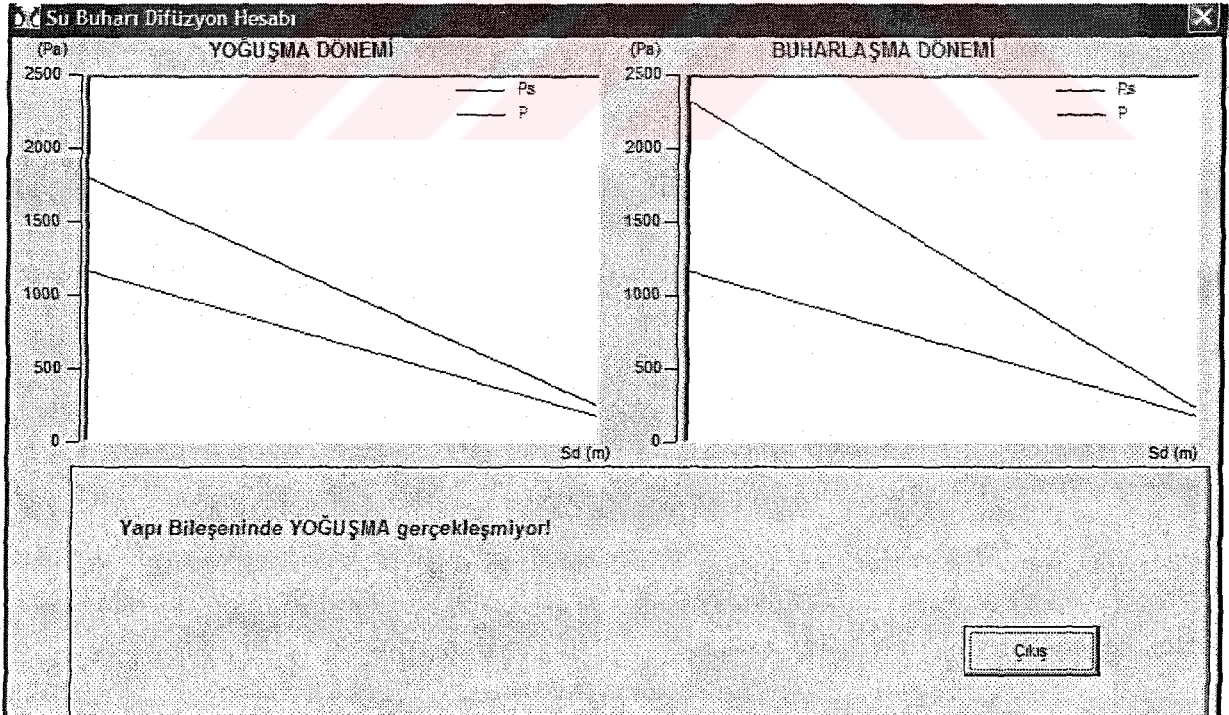
Şekil Ek 2.1.10a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gıydirme cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

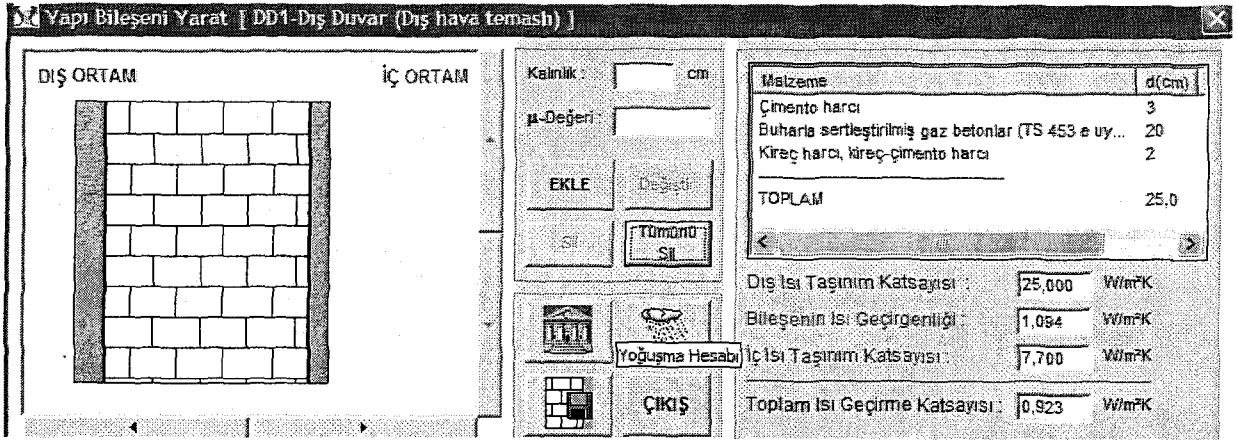
Şekil Ek 2.1.11 İç ve dış ortam sıcaklıkları



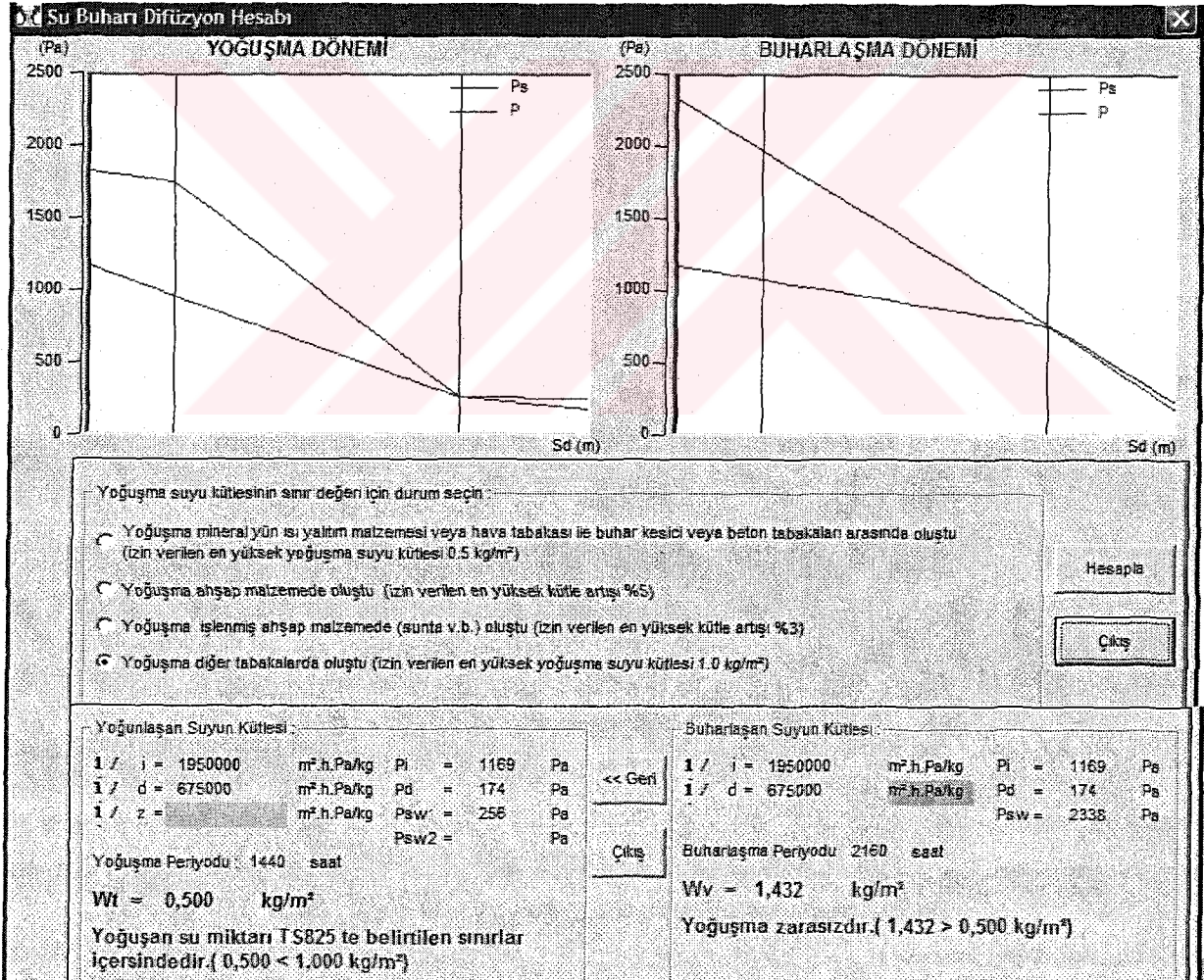
Şekil Ek 2.1.12 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.12a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



Şekil Ek 2.1.13 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.13a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

SİL

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

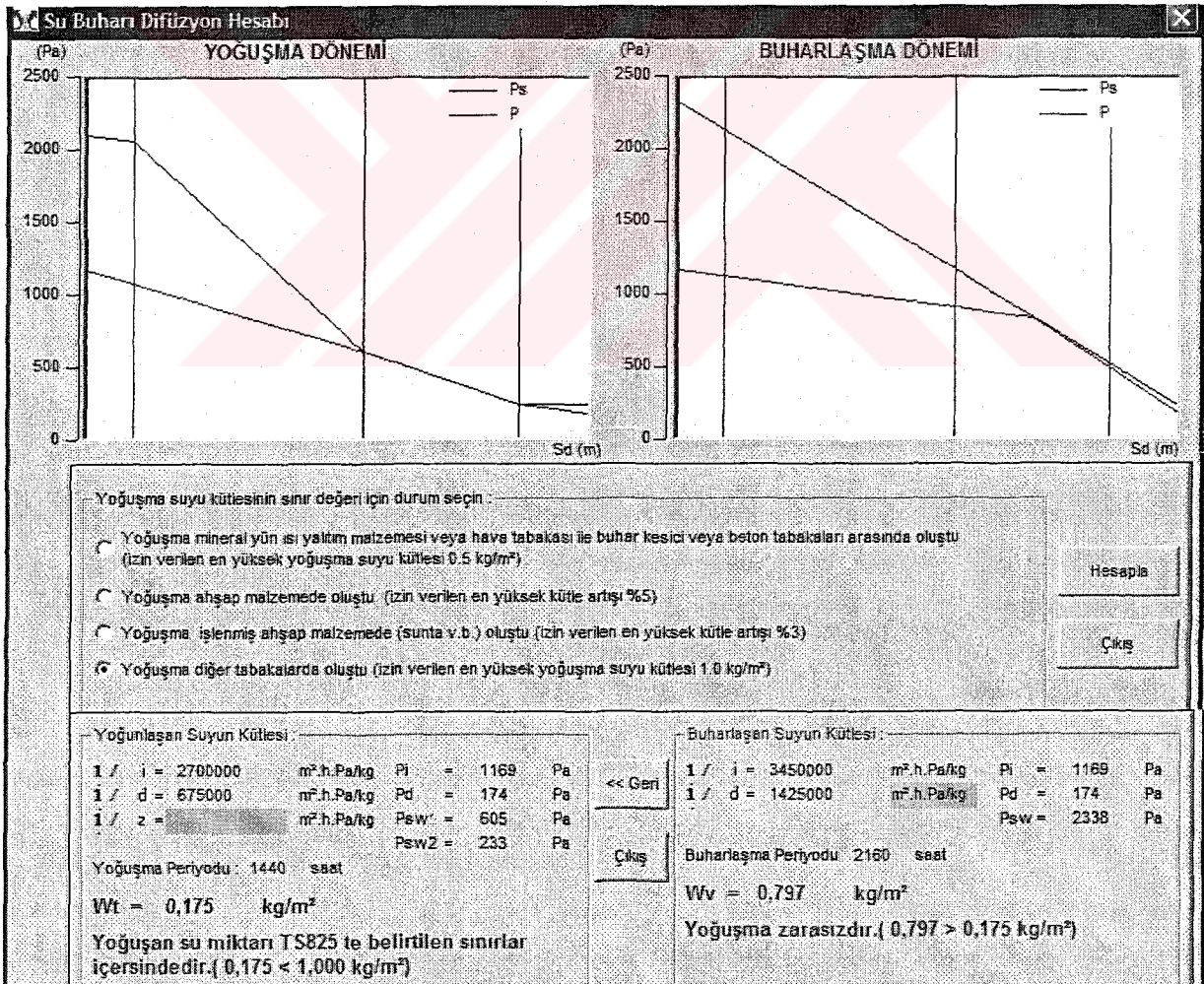
Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

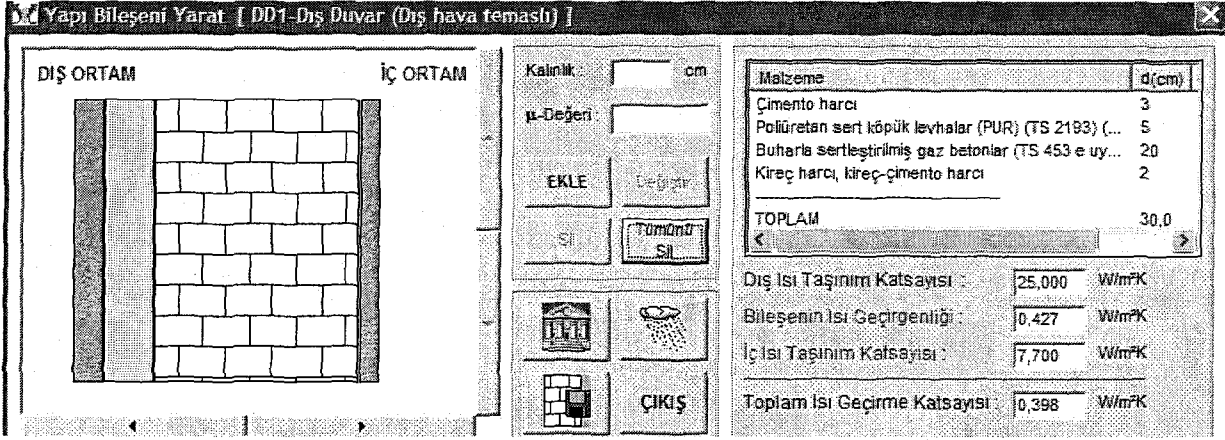
İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

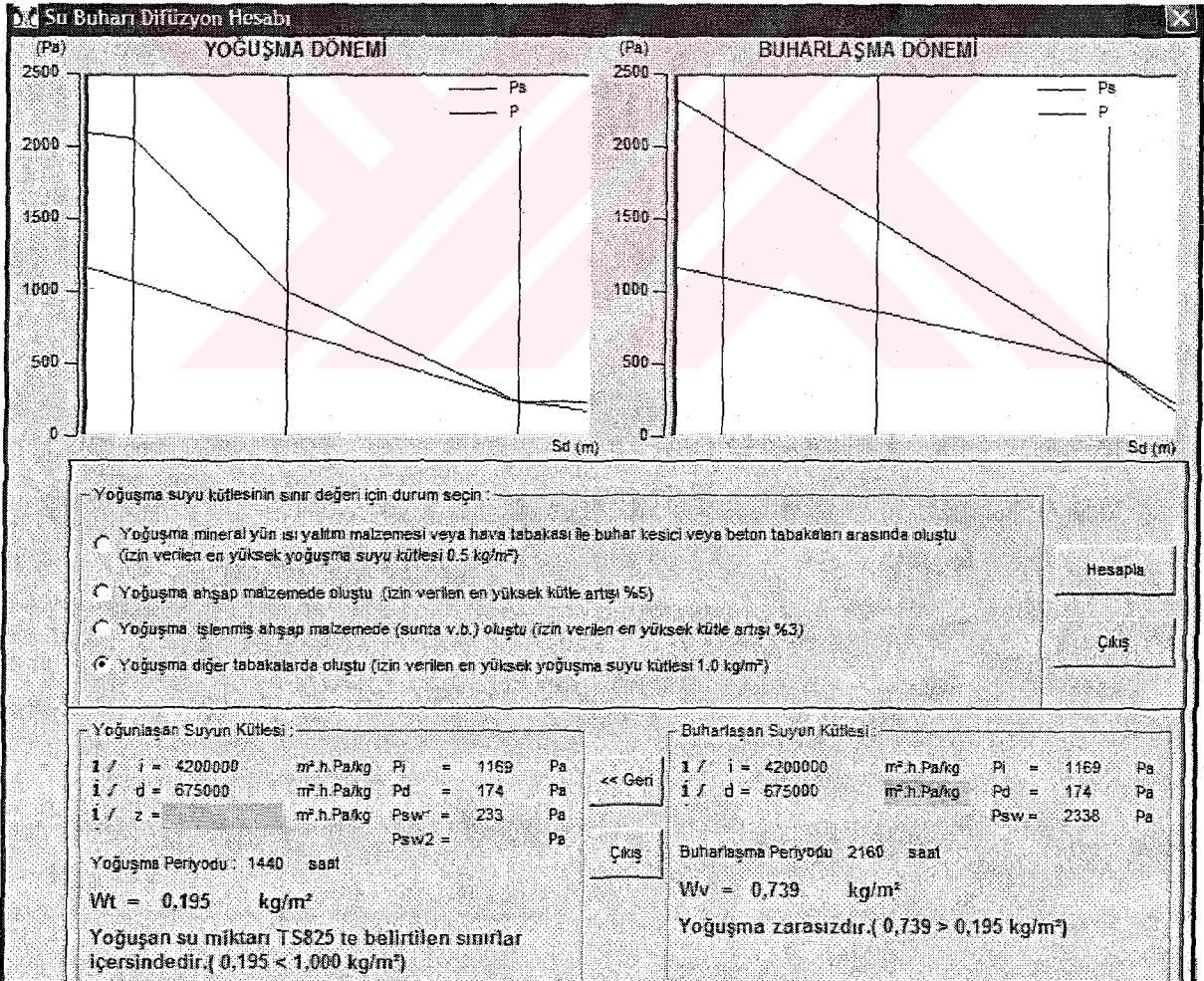
Şekil Ek 2.1.14 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.14a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



Şekil Ek 2.1.15 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.15a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.1.16 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık : cm

μ -Değeri :

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

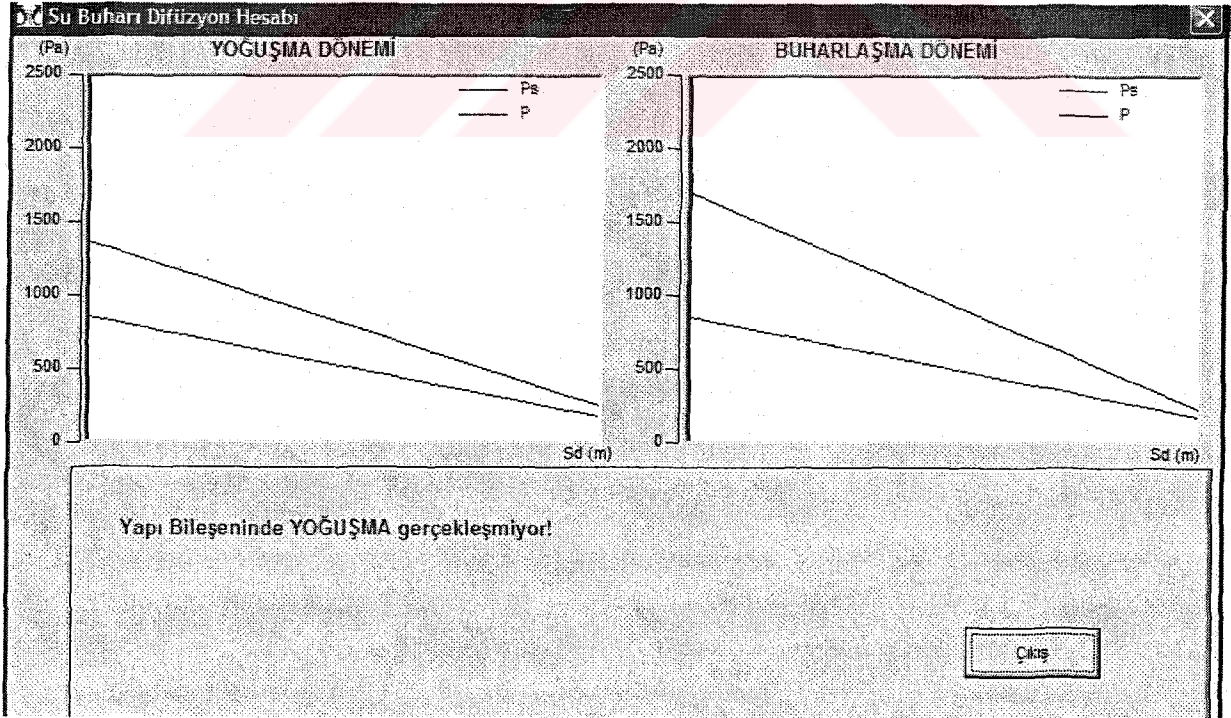
Bileşenin Isı Geçirgenliği : 1,150 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı : 0,962 W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
5.4.2	Çelik kappığı betonu	600	0,14	
5.4.2	Çelik kappığı betonu	700	0,17	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	400	0,14	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	500	0,16	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	600	0,19	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	700	0,21	
5.5	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	800	0,23	
6	YAPI PLÂKLARI VE LEVHALARI			
6.1	GAZ BETON YAPI LEVHALARI (TS 453'E UYGUN PLÂKLAR)			

Şekil Ek 2.1.17 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.17a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık : cm

μ -Değeri :

EKLE Dağıtır

Sİ TUMUNDU Sİ

Yığılma Hesabı

ÇIKIŞ

Malzeme	d(Cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25.0

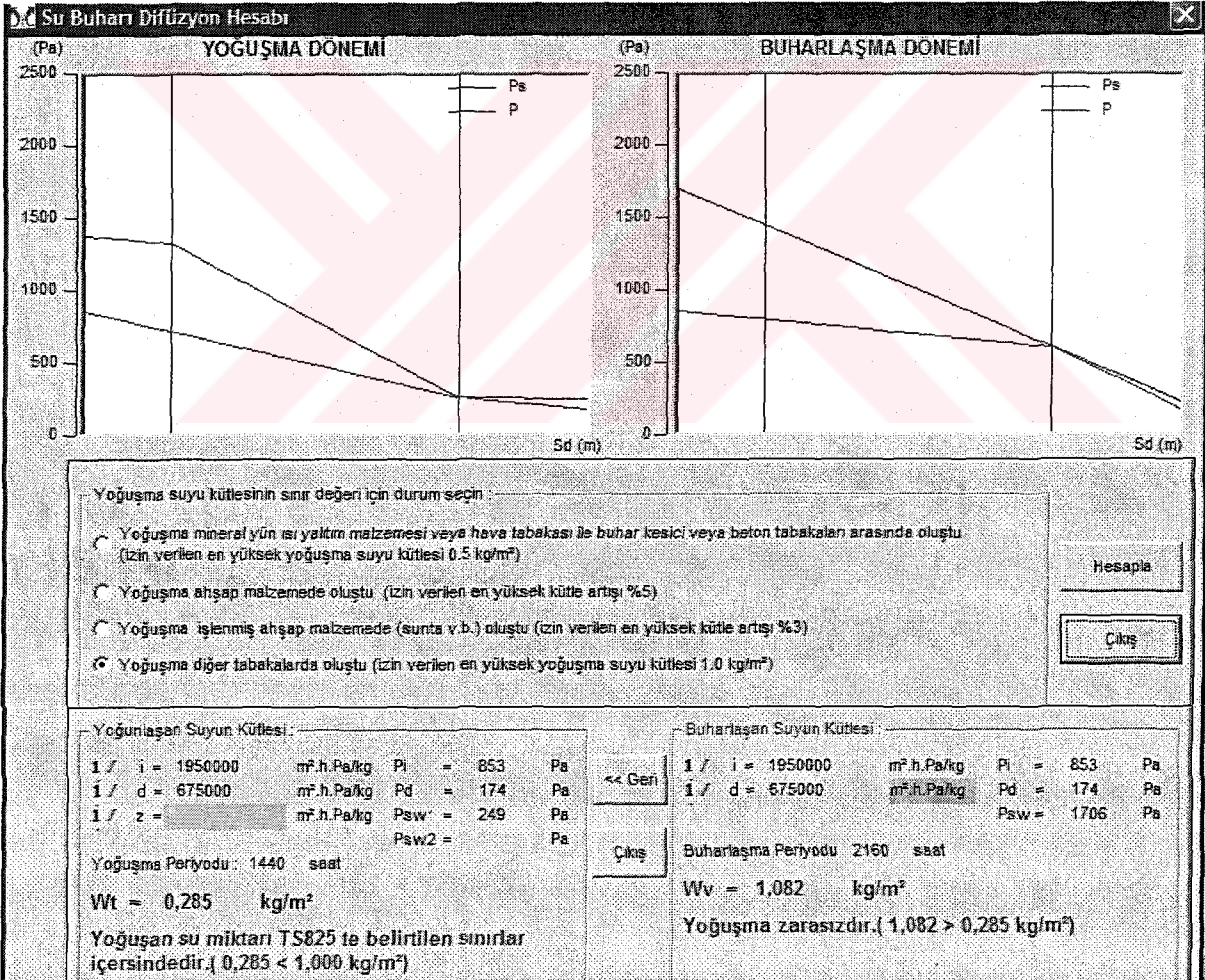
Dış Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : W/m²K

Şekil Ek 2.1.18 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.1.18a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

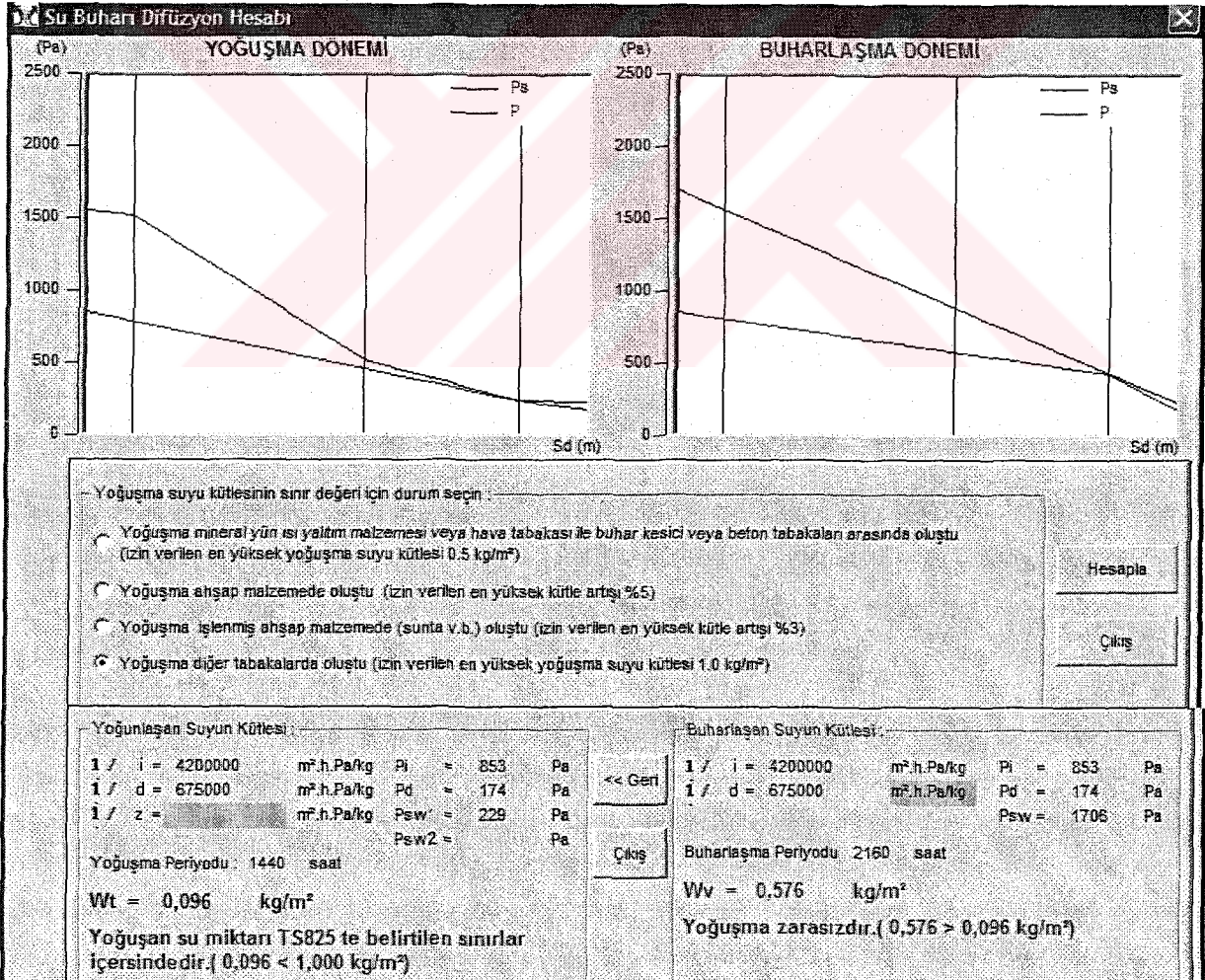
Diş Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : W/m²K

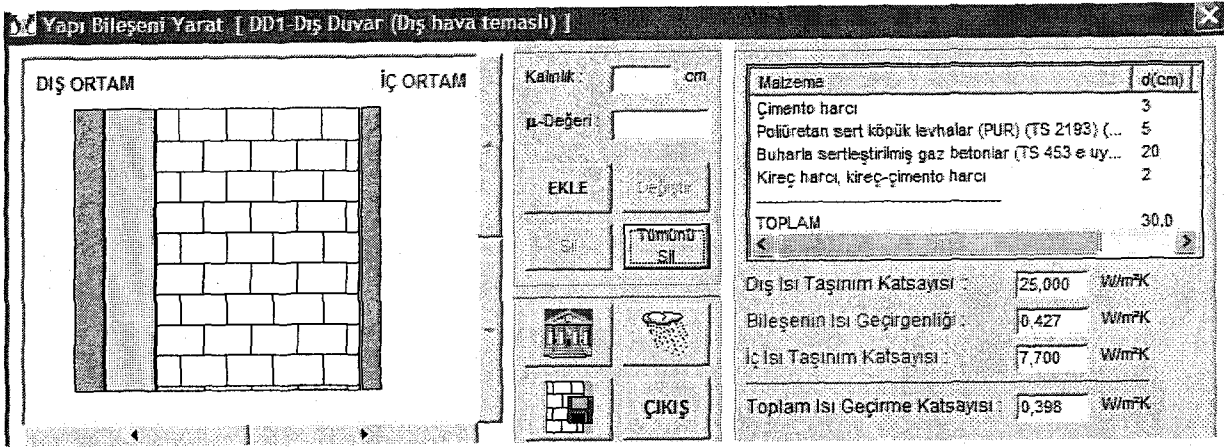
İç Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı : W/m²K

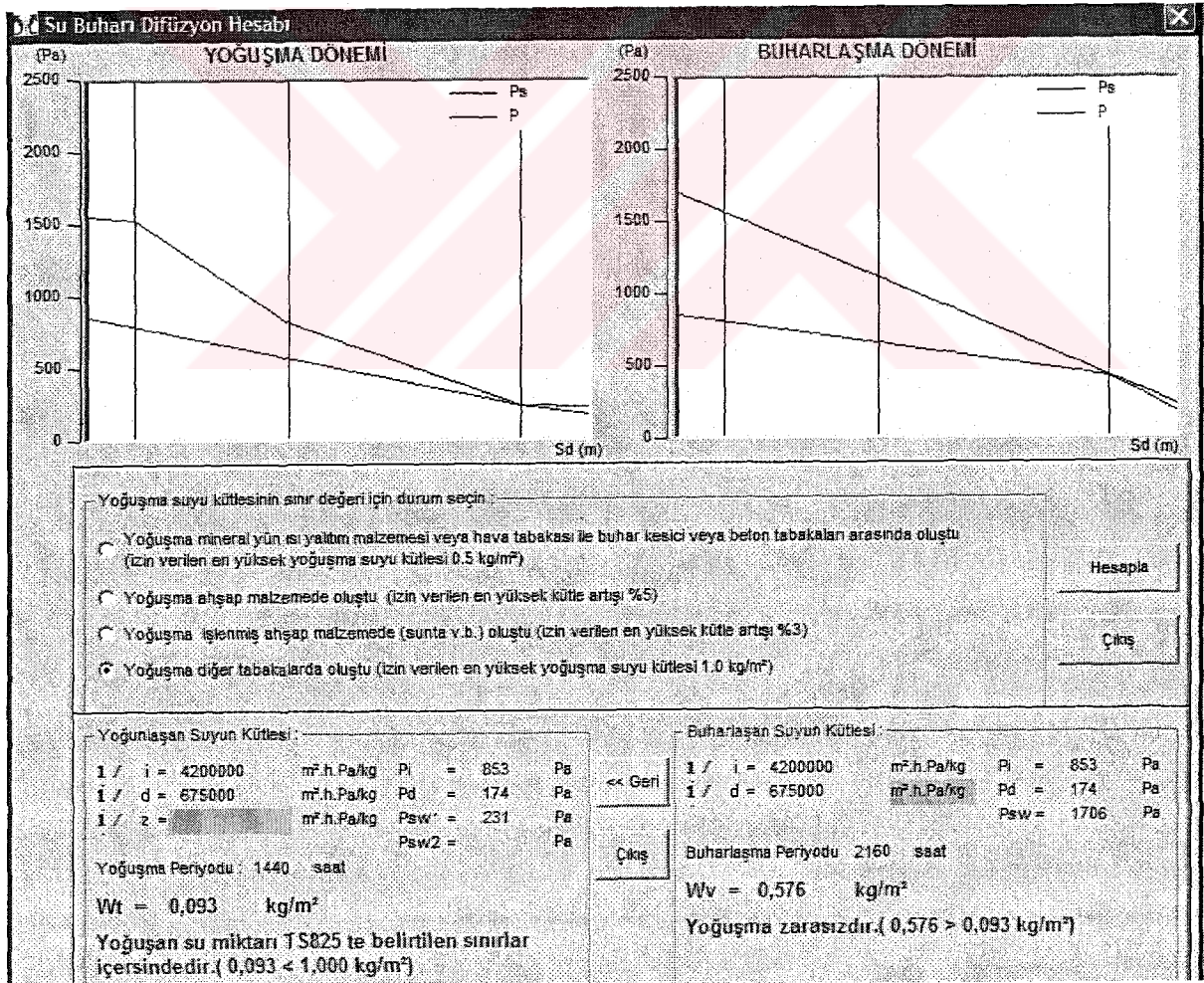
Şekil Ek 2.1.19 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.19a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



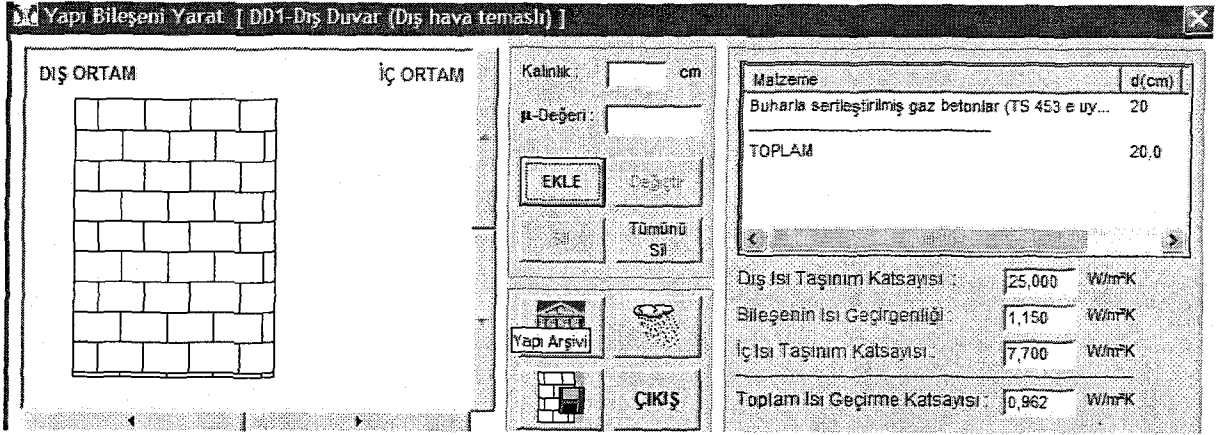
Şekil Ek 2.1.20 800 kg/m³ Yoğunluklu buharla sertleştirilen gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elamanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.1.20a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.1.21 İç ve dış ortam sıcaklıkları

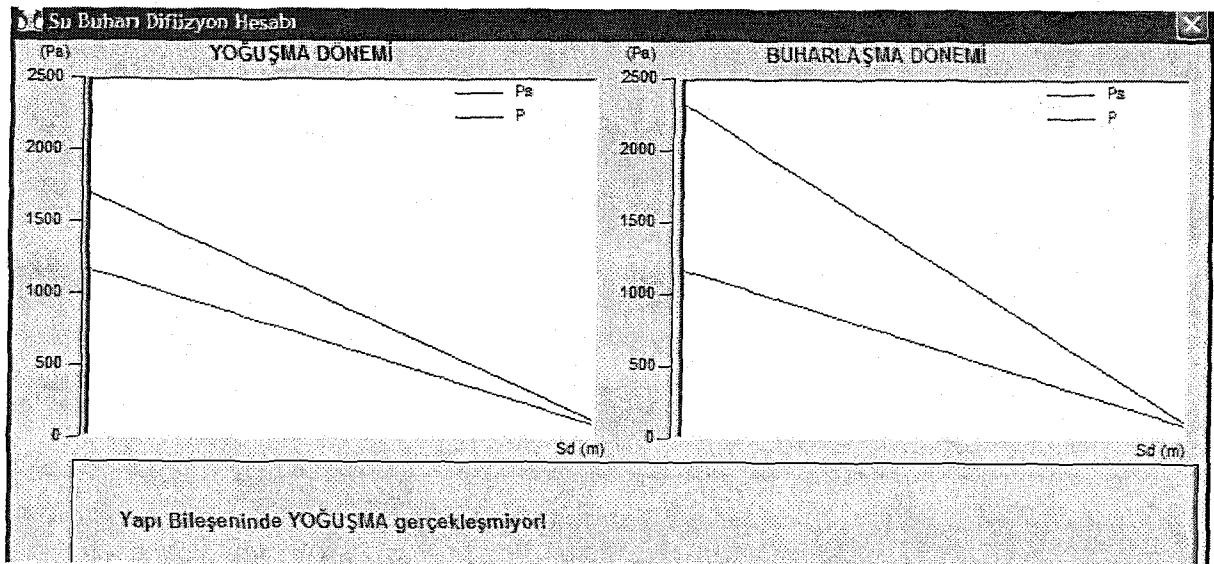


Şekil Ek 2.1.22 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulamaları

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Bu buharı difüzyon katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı Sd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h (W/mK)	Yüzeyel ısı iletim katsayısı, malzemenin ısı iletim katsayısı α/λ , 1 m. (m ² K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1 / 0.1	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (iç)					0,120	20,00	2,338
1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	15,00	1,706
1 / 0.2	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)						-13,46	119
							-20,00	103

$$\sum Sd = 1,000 \quad U = 0,962 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.1.22a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.22b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

U-Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

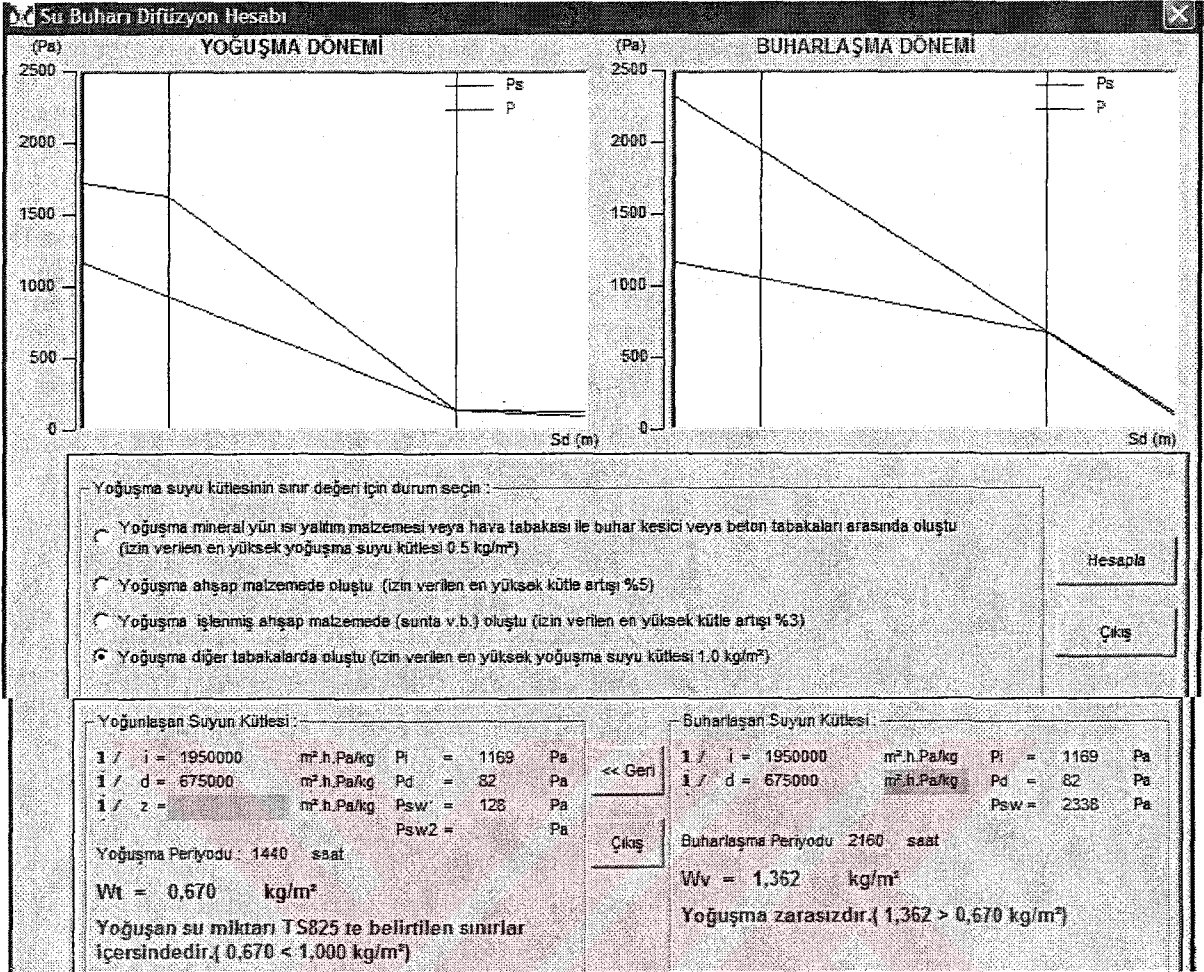
Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.1.23 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) sıvalı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	İç buharı difüzyon direnci katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı s _d (m)	İsıl iletkenlik hesap değeri λ _h (W/mK)	Yüzeyel ısıl iletim direnci malzemelerde ısıl direnç d / (λ _h · 14) (m²K/W)	İsılletkenlik T (°C)	Doymuş su buharı P _s (Pa)
1 / a.1	Yüzeyel ısıl iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	15,21	1,729
2	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	14,36	1,537
3	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-17,73	128
1 / a.4	Yüzeyel ısıl iletim katsayısı (dış)						-18,52	119
							-20,00	103

$$\sum s_d = 1,750 \quad U = 0,923 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.1.23a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.23b 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) sıvalı dış duvar uygulamasının yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: 5 cm

μ-Değeri: 30

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0,427 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,398 W/m²K

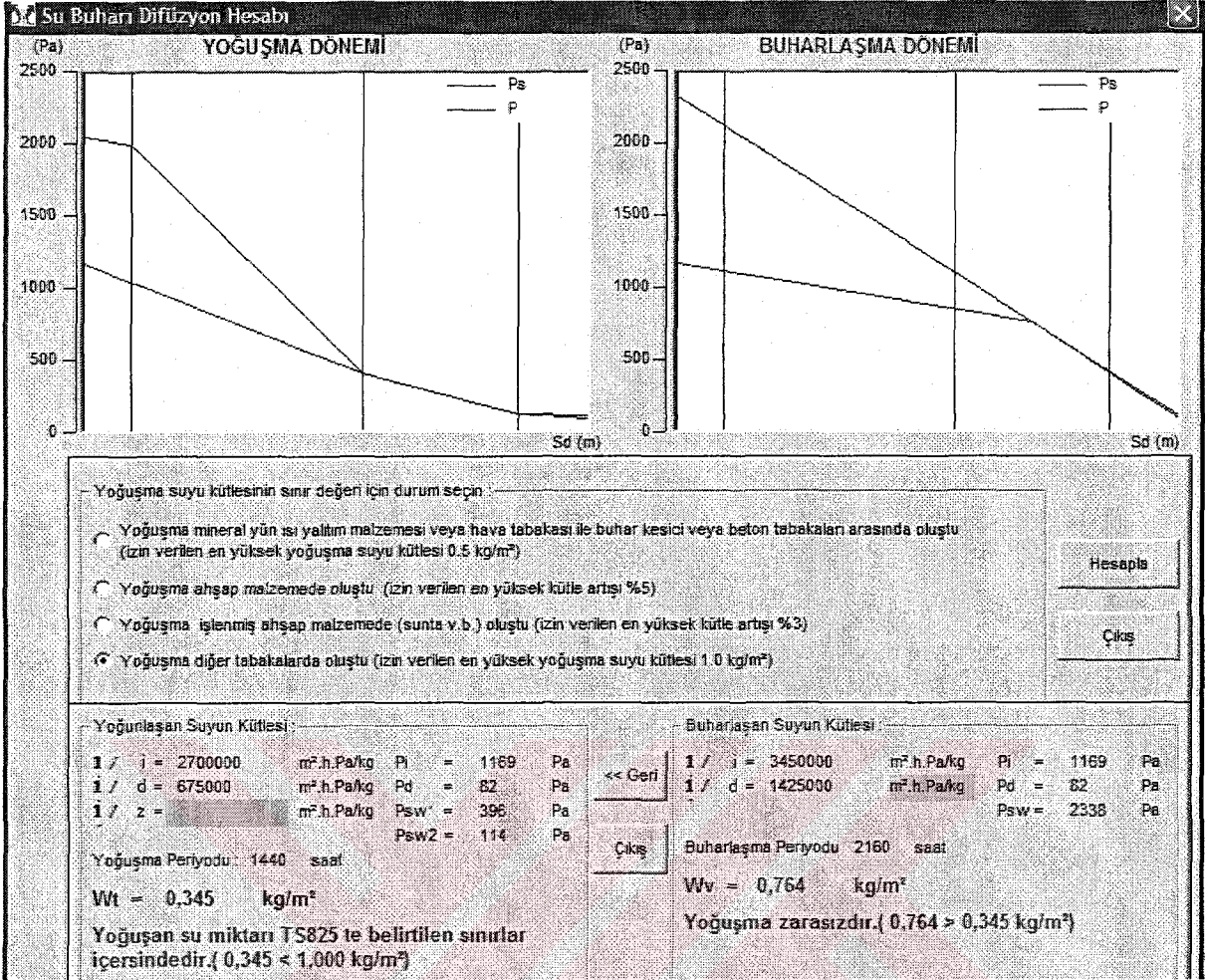
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Dırc
10.2.3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10991)	≥ 30	0,035	30
10.3	Fenol reçinesinden sert köpük levhalar	≥ 30	0,04	10
10.4	Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	8 - 500	0,04	100
10.5	Cam köpüğü levhalar	100 - 500	0,052	1000
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	80 - 160	0,04	10
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	> 160 - 250	0,05	30
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	> 250 - 500	0,055	30
10.7	Kamıştan hafif levhalar		0,058	10
10.7	Kamıştan hafif levhalar		0,058	10

Şekil Ek 2.1.24 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla içten yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	İç buharı difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı s _d (m)	İsıl iletkenlik hesap değeri λh (W/mK)	Yüzeysel ısı iletim direnç, malzemenin ısı iletim direnç d (R _s , 1/d _s) (m ² K/W)	İsıl iletkenlik T (°C)	Doğru buharı Ps (Pa)
1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	17,93	2,055
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10991)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	17,57	2,008
3	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	-5,18	395
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-19,02	113
1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-19,36	109
							-20,00	103

$$\sum s_d = 3,250 \quad U = 0,398 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.1.24a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.24b 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla içten yalıtımlı dış duvar uygulamasının yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE **Dışarı**

Sil **Tümünü Sil**

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...)	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: **25,000** W/m²K
 Bileşenin Isı Geçirgenliği: **0,427** W/m²K
 İç Isı Taşınım Katsayısı: **7,700** W/m²K
 Toplam Isı Geçirme Katsayısı: **0,398** W/m²K

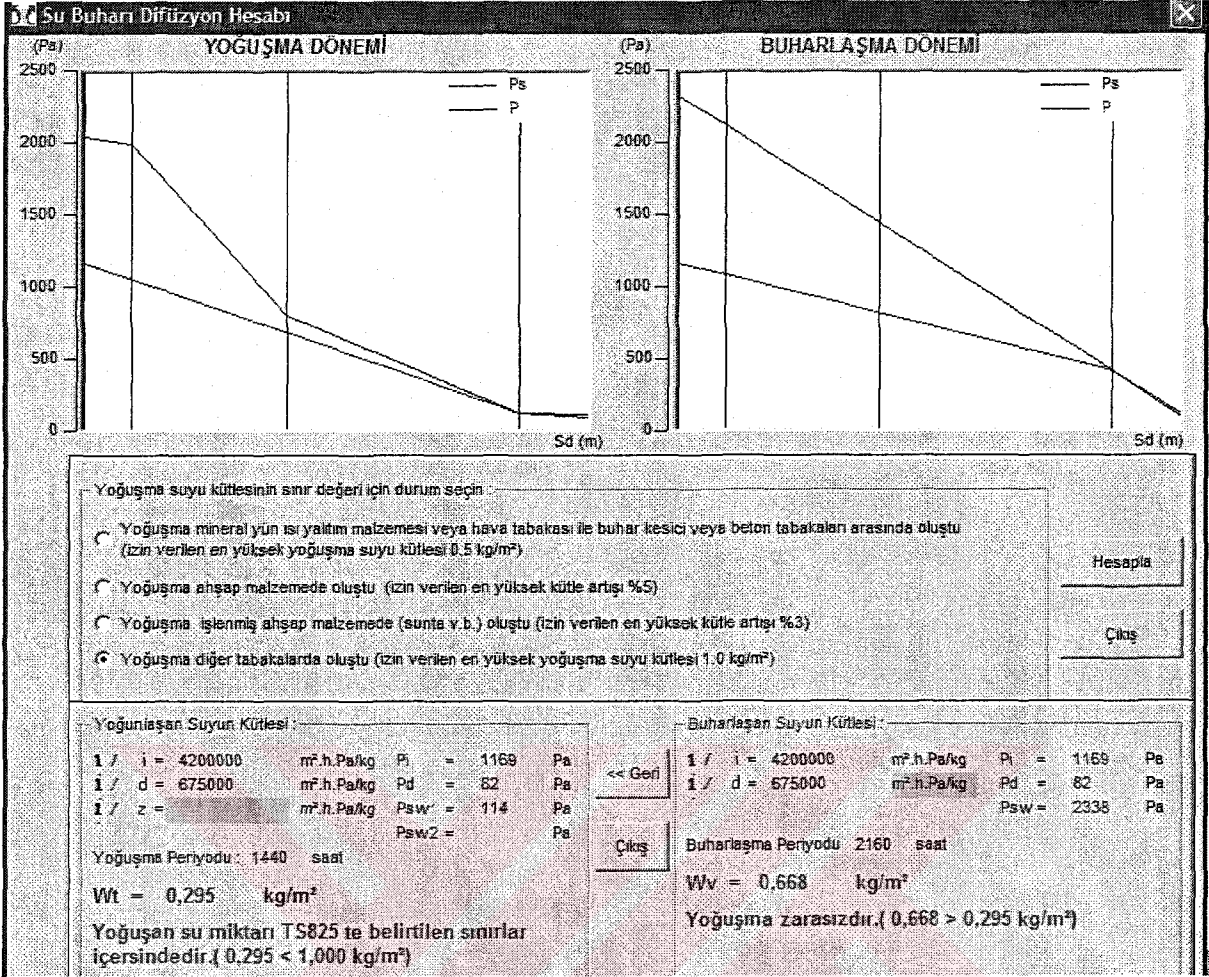
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Dirac
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.1.25 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla dıştan yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Isı bütürü difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı s_d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_b (W/mK)	Yüzeysel ısı iletim direnç malzemenin ısı iletim d/λ , 1 de (m ² .K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su bütürü P_s (Pa)
1.0.1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	17,93	2,055
2	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	17,57	2,008
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	3,72	798
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-19,02	113
1.0.2	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-19,36	109
							-20,00	103

$$\Sigma d = 3,290 \quad U = 0,308 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.1.25a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.25b 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla dıştan yalıtımlı dış duvar uygulamasının yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	

Giydirmeye cephe dış kaplaması var

Kapat Tamam

Şekil Ek 2.1.26 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

Tümüni Sil

Yapı Arşivi

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,150 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

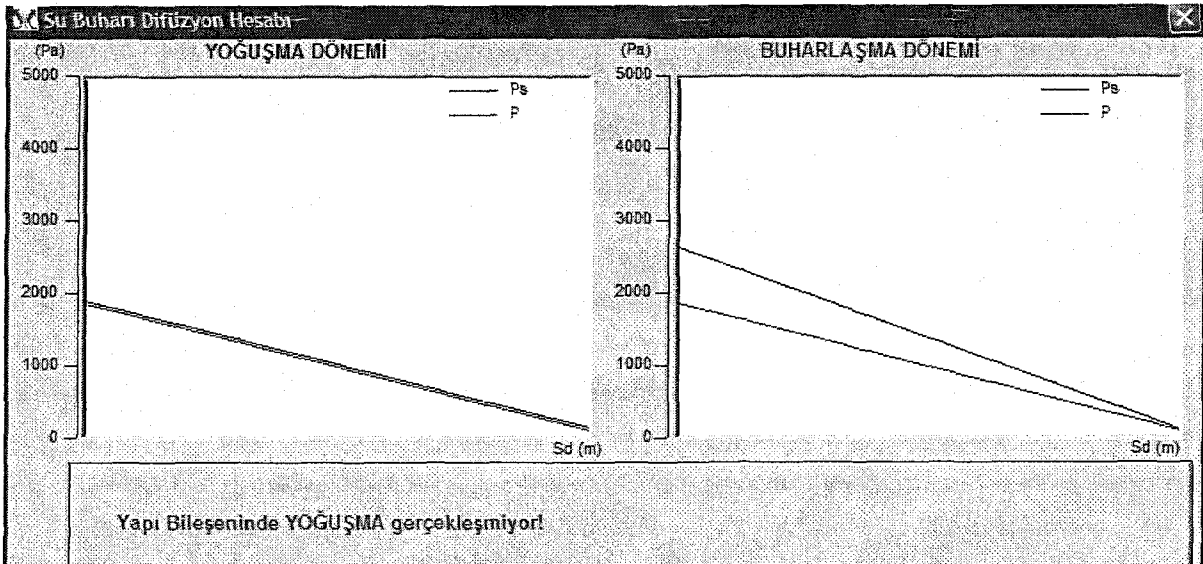
Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,962 W/m²K

Şekil Ek 2.1.27 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş gazbetonlarla (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulamaları

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Bu buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletim direnç, malzemenin ısı direnç d(λ, 1 cm)	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	Sd (m)	λ h (W/m ²)	(m ² K/W)	T (°C)	P _s (Pa)
1.01	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)					0,130	22,00	2.643
1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	16,75	1.902
1.02	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)						-16,33	120
							-20,00	103

$$\sum Sd = 1,000 \quad U = 0,962 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Şekil Ek 2.1.27a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.27b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE DEĞİŞTİR

SİL Tümüni SİL

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Diş Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,894 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,923 W/m²K

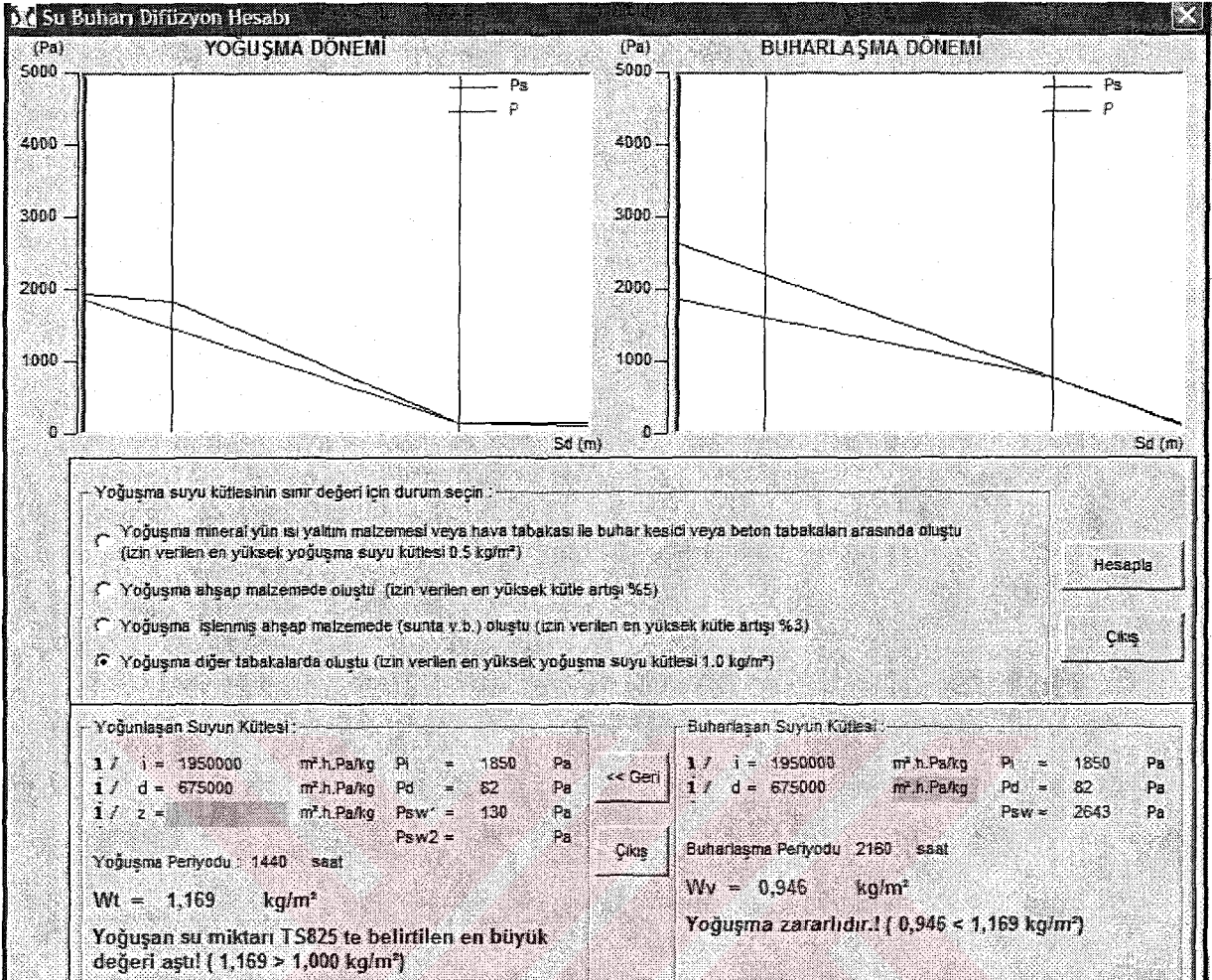
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	14
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	11
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	14

Şekil Ek 2.1.28 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) sıvalı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Isı buharı difüzyon direnci katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı δd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λh (W/mK)	Yüzeysel ısıl iletim direnci, malzemenin ısıl direnci $d(\lambda \cdot 10^3)$ (m ² K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1. No. 1	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2.643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,030	15,00	0,300	0,87	0,02	16,97	1.934
2	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	16,08	1.828
2	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-17,62	129
1. No. 2	Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)						-18,45	119
							-20,00	103

$\Sigma \delta d = 1,760$ $U = 0,523$ (W/m²K)

Şekil Ek 2.1.28a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.28b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1 Dış Duvar (Dış hava temaslı)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık : 5 cm

μ -Değeri : 30

EKLE Değiştir

Sil Tümüü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Diş Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,427 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : 0,398 W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Denc
10.2.3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	≥ 30	0,035	30
10.3	Fenol reçinesinden seri köpük levhalar	≥ 30	0,04	10
10.4	Mineral ve bitkisel lifli yalıtım malzemeleri (TS 901)	6 - 500	0,04	
10.5	Cam köpüğü levhalar	100 - 500	0,052	1000
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	80 - 160	0,04	10
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	160 - 250	0,05	30
10.6	Mantardan ısı yalıtım levhaları (TS 304)	250 - 500	0,055	30
10.7	Kamıştan hafif levhalar		0,058	
10.7	Kamıştan hafif levhalar		0,058	

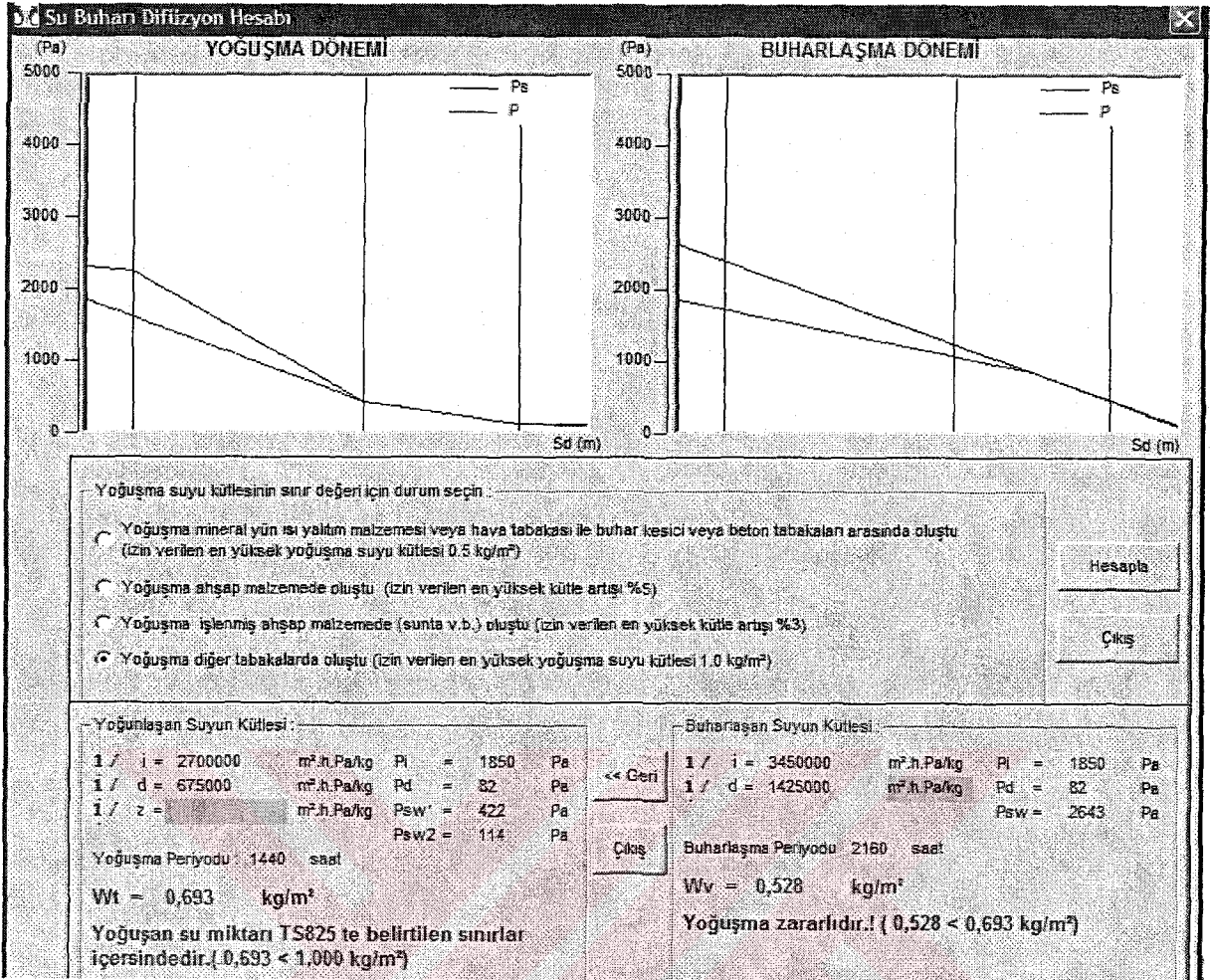
Şekil Ek 2.1.29 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla içten yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	En buharı difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı s_d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h (W/mK)	Yüzeyel ısı iletim direnç malzemenin ısı ilenim d/λ, 1 m (m ² .K/W)	İzotermik T (°C)	Doymuş su buharı P _s (Pa)
1.0.1	Yüzeyel ısı ilenim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2.643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	19,83	2.313
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	19,44	2.259
3	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	5,00	1,000	0,23	0,87	-4,44	421
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,97	114
1.0.4	Yüzeyel ısı ilenim katsayısı (dış)						-19,33	110
							-20,00	103

$$\sum s_d = 3,260$$

$$U = 0,398 \text{ (W/m}^2\text{.K)}$$

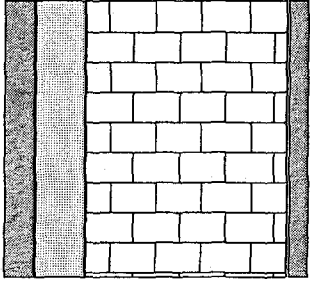
Şekil Ek 2.1.29a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.29b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uy...)	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

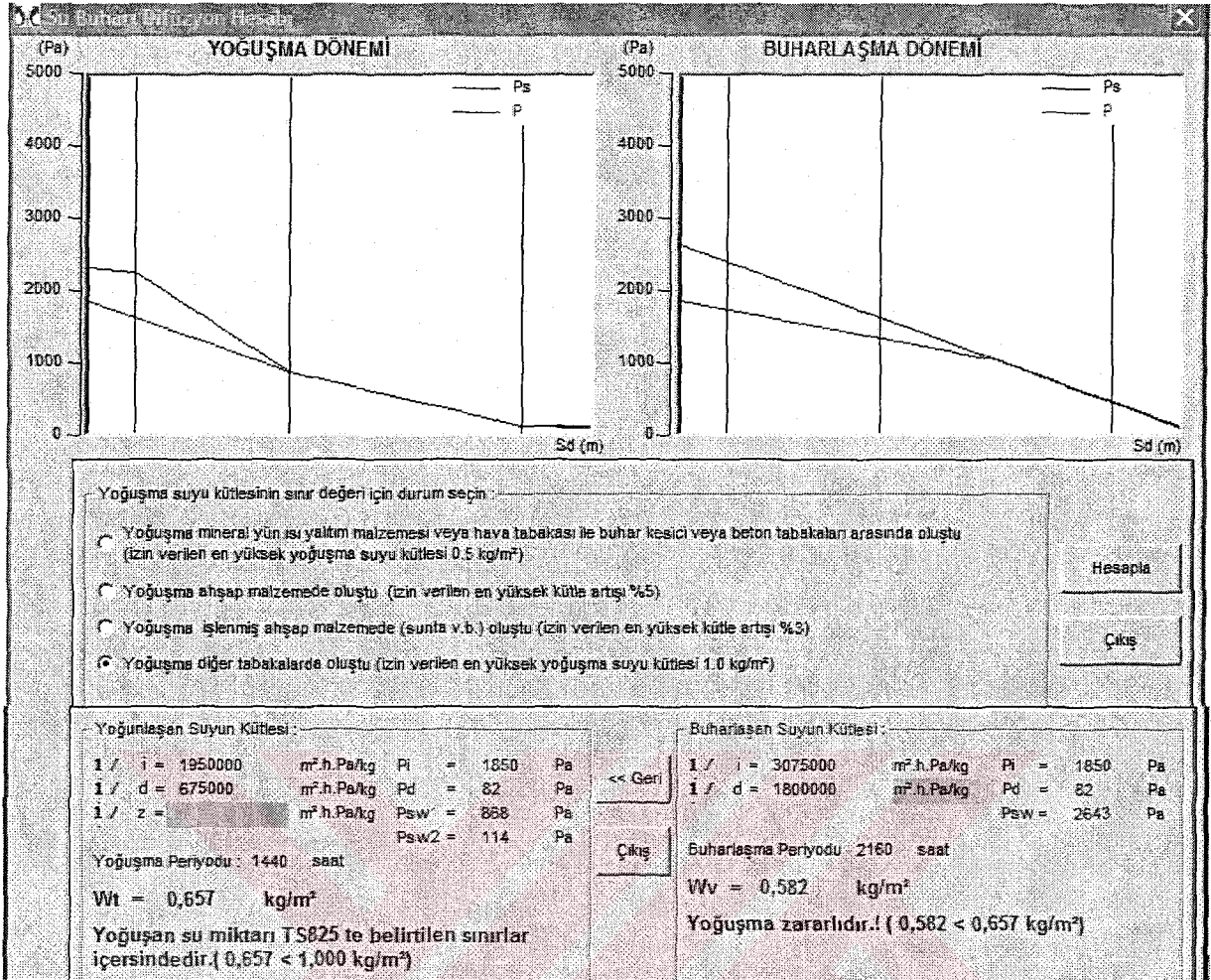
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Diffüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1300	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.1.30 800 kg/m³ yoğunluklu buharla sertleştirilmiş 20 cm kalınlıklı gazbetonların (TS 453'e uygun yapı elemanları dahil) 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla dıştan yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Isı buharı difüzyon katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isı iletkenlik hesap değeri	Yüzeyel ısı iletim katsayısı	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	ss (m)	λk (W/mK)	d/λk, 1/k (m ² K/W)	T (°C)	Ps (Pa)
1 / 0.1	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)					0,130	22,00	2,643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	19,83	2,313
2	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS 453 e uygun yapı elemanları dahil)	0,200	8,00	1,000	0,23	0,87	19,44	2,259
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	4,91	867
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,97	114
1 / 0.4	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (iç)						-19,33	110
							-20,00	103

$$\Sigma s_d = 3,260 \quad U = 0,398 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.1.30a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.1.30b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaştırma dönemi grafikleri ve hesapları

Ek 2.2 Tuğla Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları

Tuğla ile yapılan dış duvarlarda oluşan buhar difüzyonunun etkileri, yaz ve kış dönemleri ile farklı ortam koşullarına göre yalın, sıvalı, içten ve dıştan yalıtımlı uygulamalar olmak üzere hesapları da yapılarak tablo ve grafikleri ile verilmektedir.

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	3392
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	

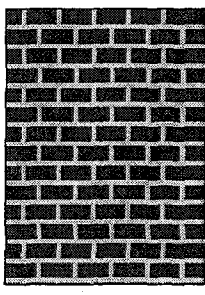
Gydırme cephe dış kaplaması var

Kapat Tamam

Şekil Ek 2.2.1 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

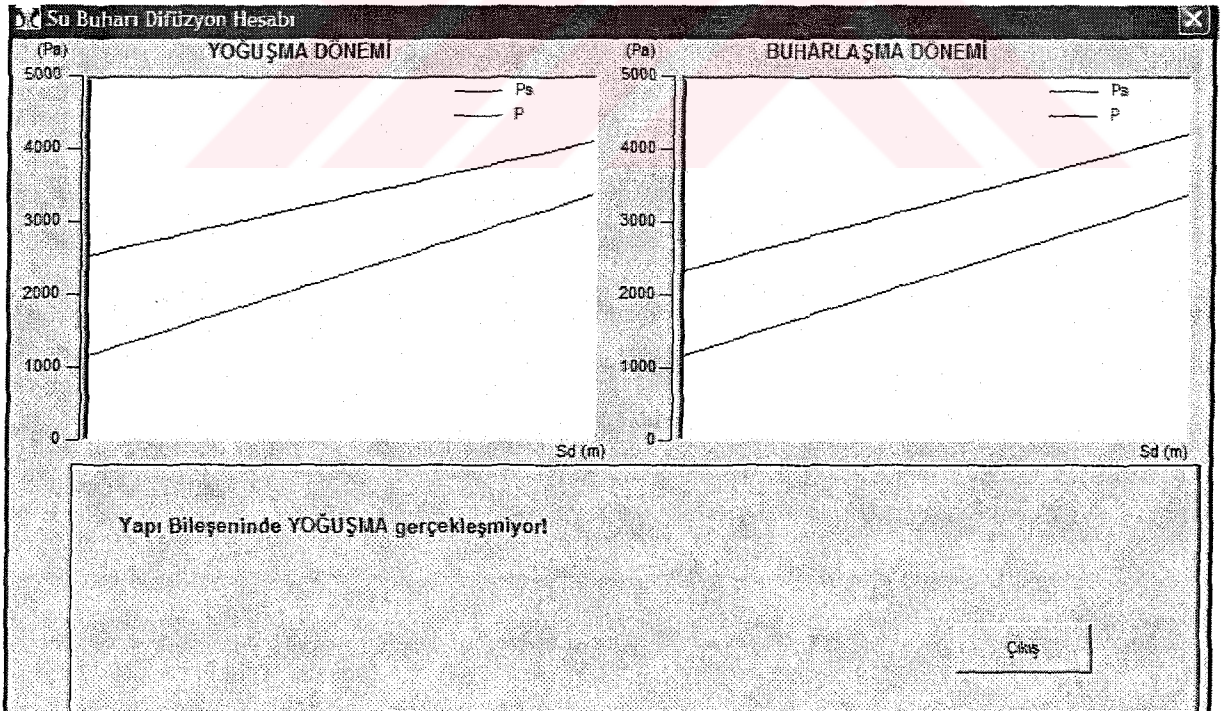
ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: **25,000** W/m²K
 Bileşenin Isı Geçirgenliği: **1,350** W/m²K
 İç Isı Taşınım Katsayısı: **7,700** W/m²K
 Toplam Isı Geçirime Katsayısı: **1,096** W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,39	
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,33	
7.1.5	DÜŞEY DELİKLİ HAFIF TUĞLALARLA DUVARLAR (TS 4377'YE UYGUN W SINIFI LAMBA ZİVANALI TUĞLALA)			
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	

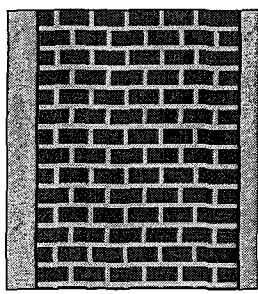
Şekil Ek 2.2.2 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.2a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

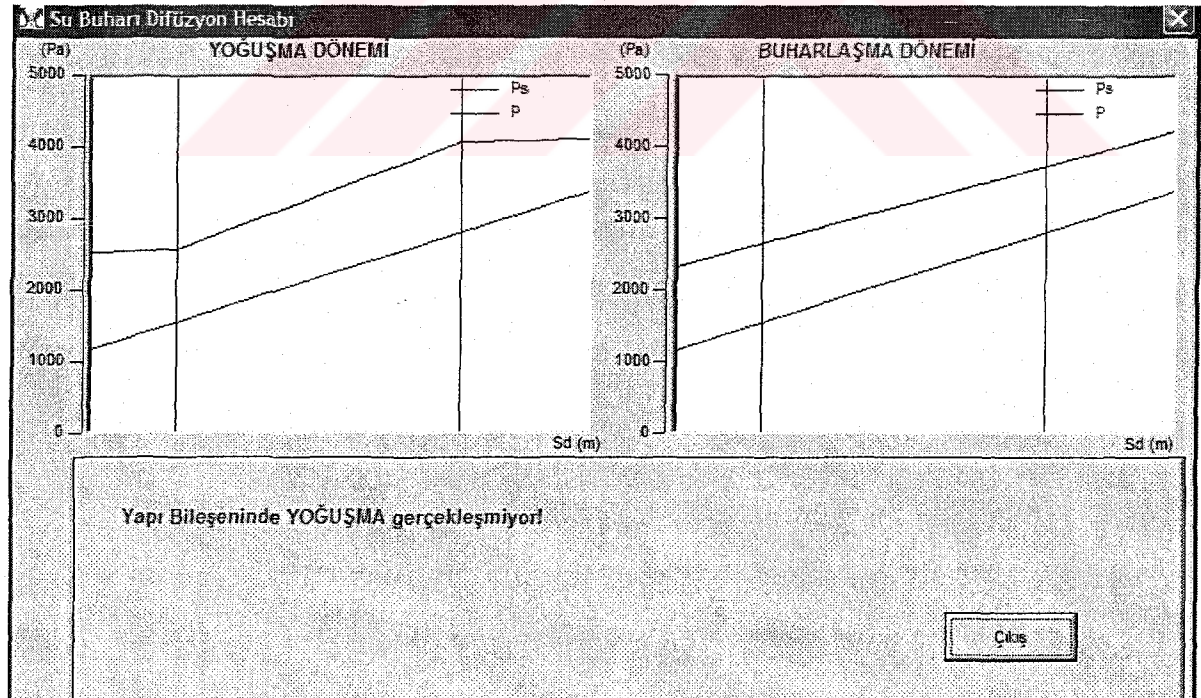
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,274 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,047 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

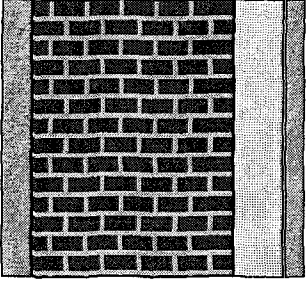
Şekil Ek 2.2.3 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.3a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal... 20	
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (... 5	
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

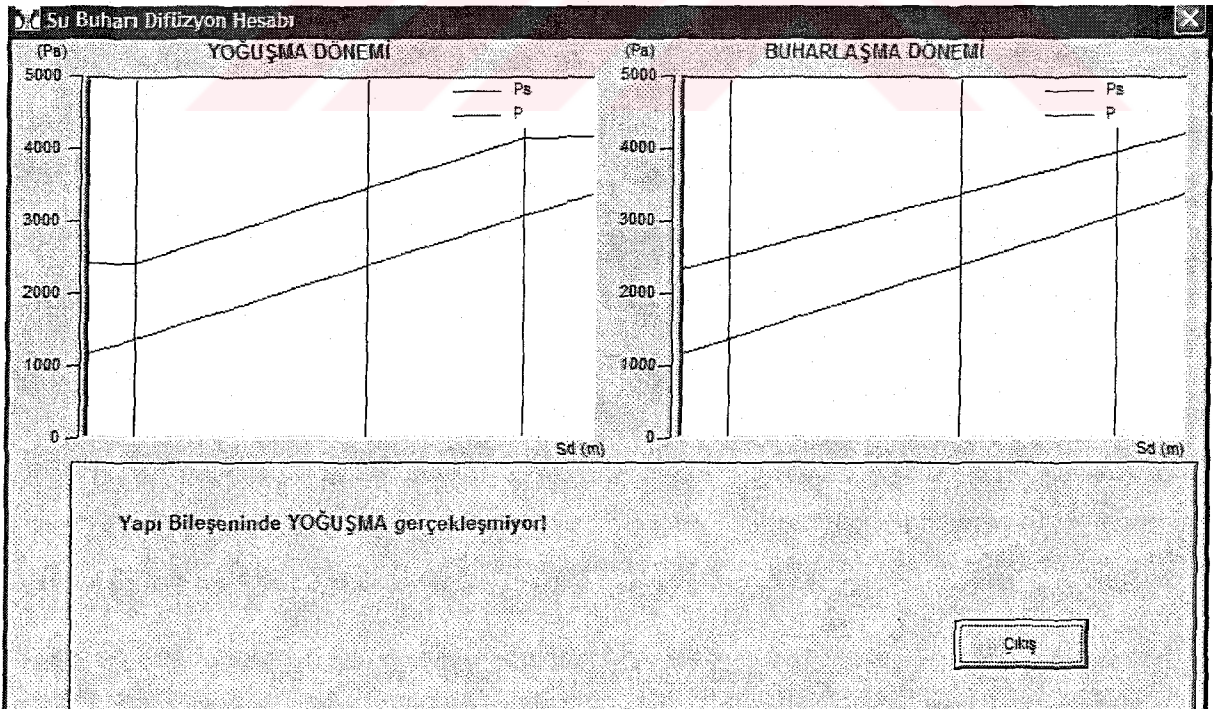
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

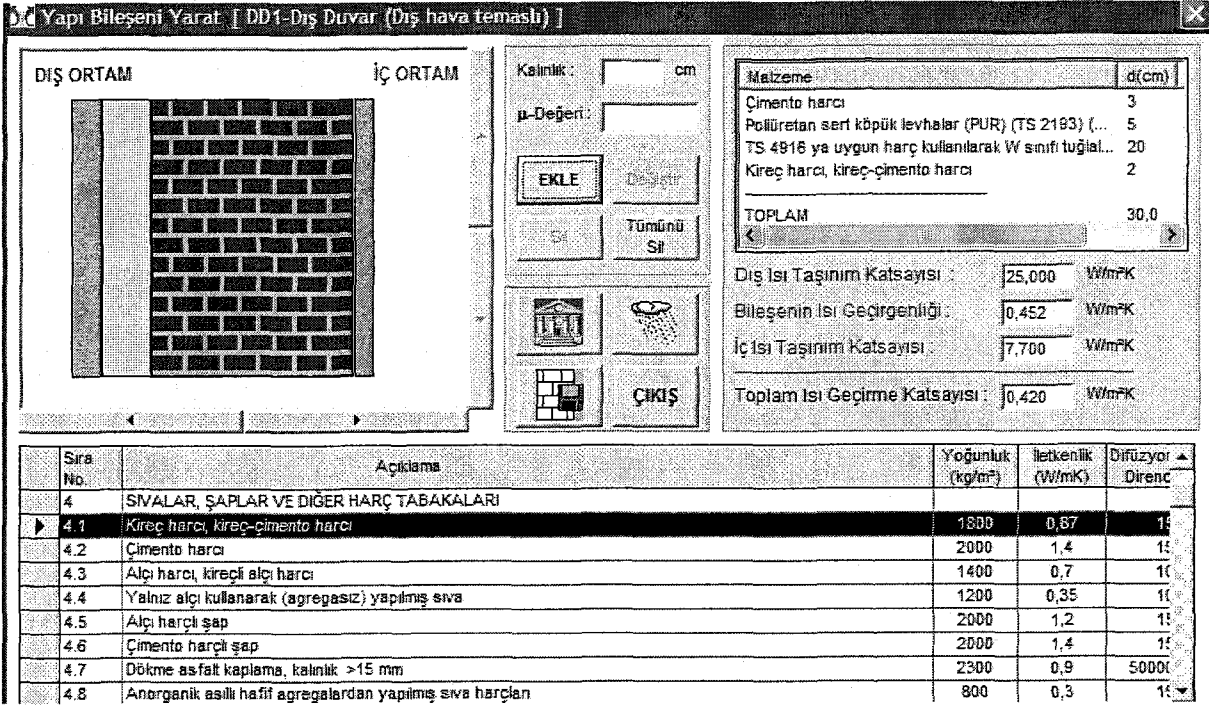
Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,67	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agresiz) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harcı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harcı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

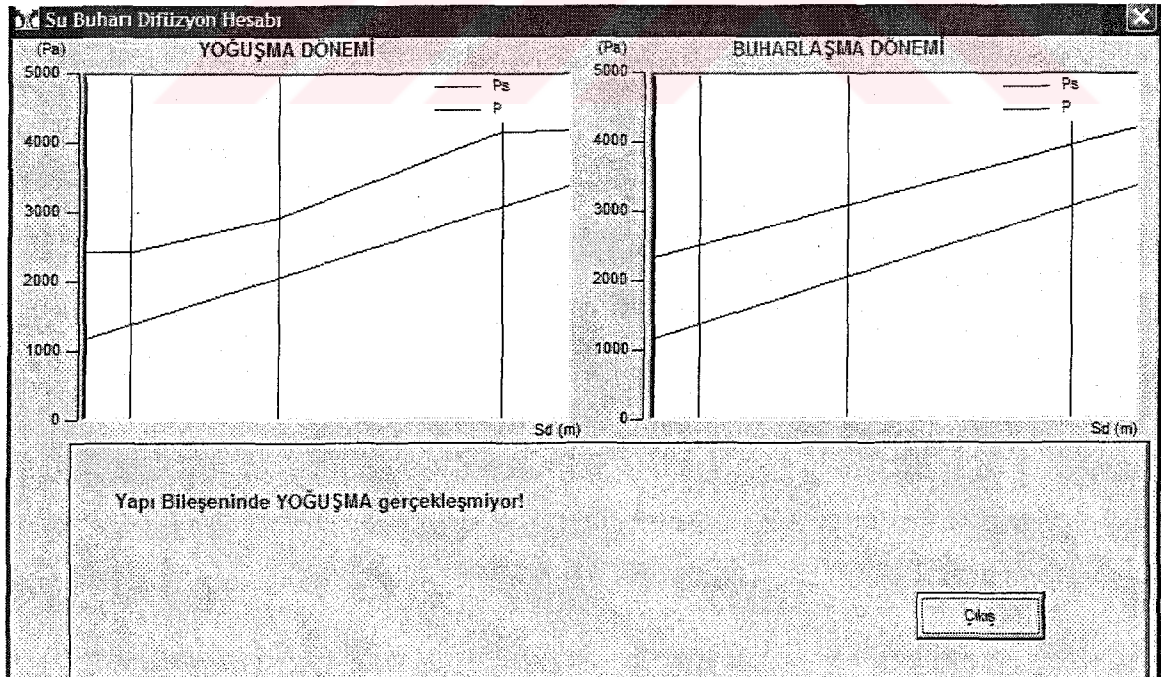
Şekil Ek 2.2.4 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.4a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



Şekil Ek 2.2.5 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



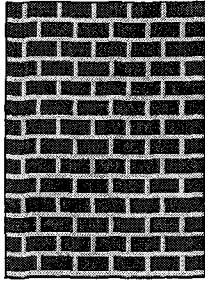
Şekil Ek 2.2.5a Sistemde oluşan yoğunlaşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input checked="" type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.2.6 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat | DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

ERLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

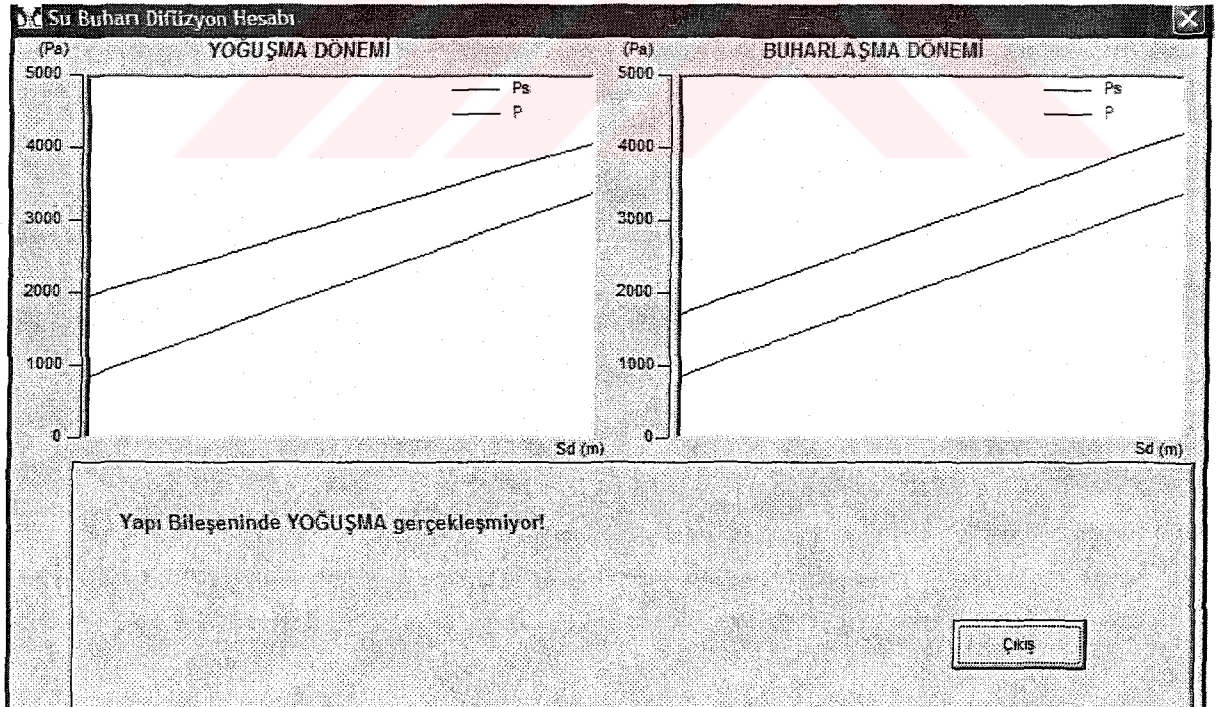
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,350 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

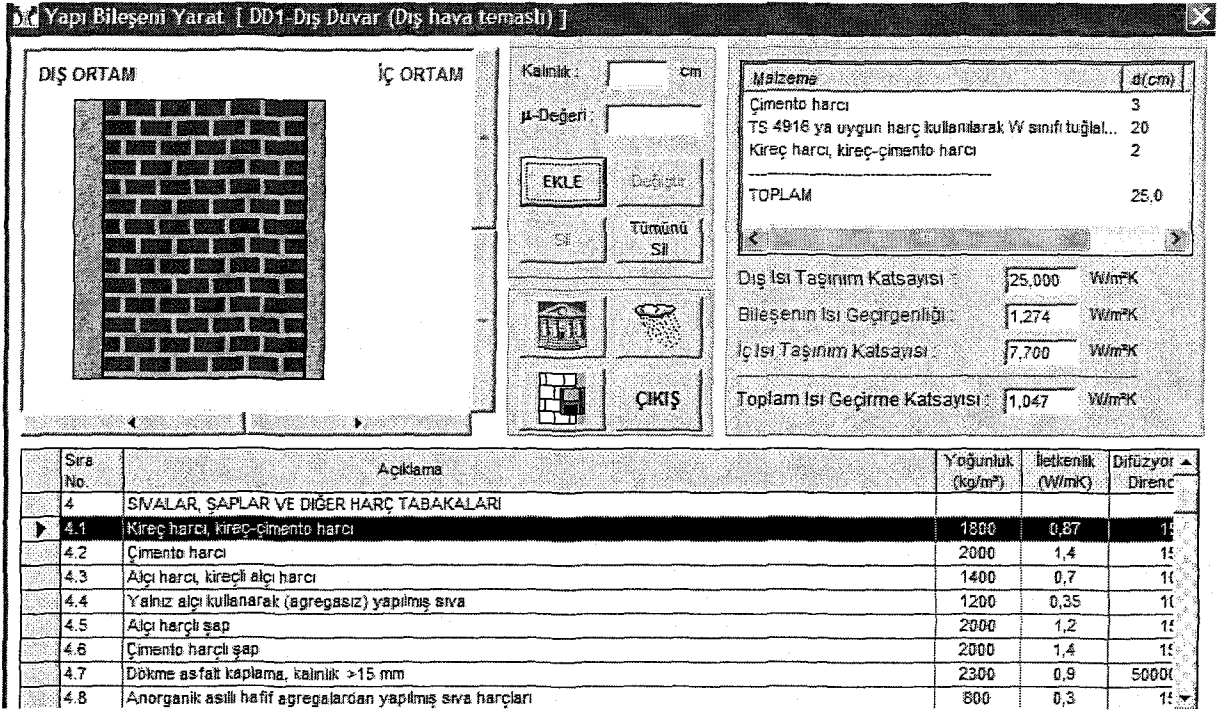
Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,098 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,39	!
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	!
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	!
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	!
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,33	!
7.1.5	DÜŞEY DELİKLİ HAFIF TUĞLALARLA DUVARLAR (TS 4377'YE UYGUN W SINIFI LAMBA ZIVANALI TUĞLALA			!
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	!
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	!
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	!

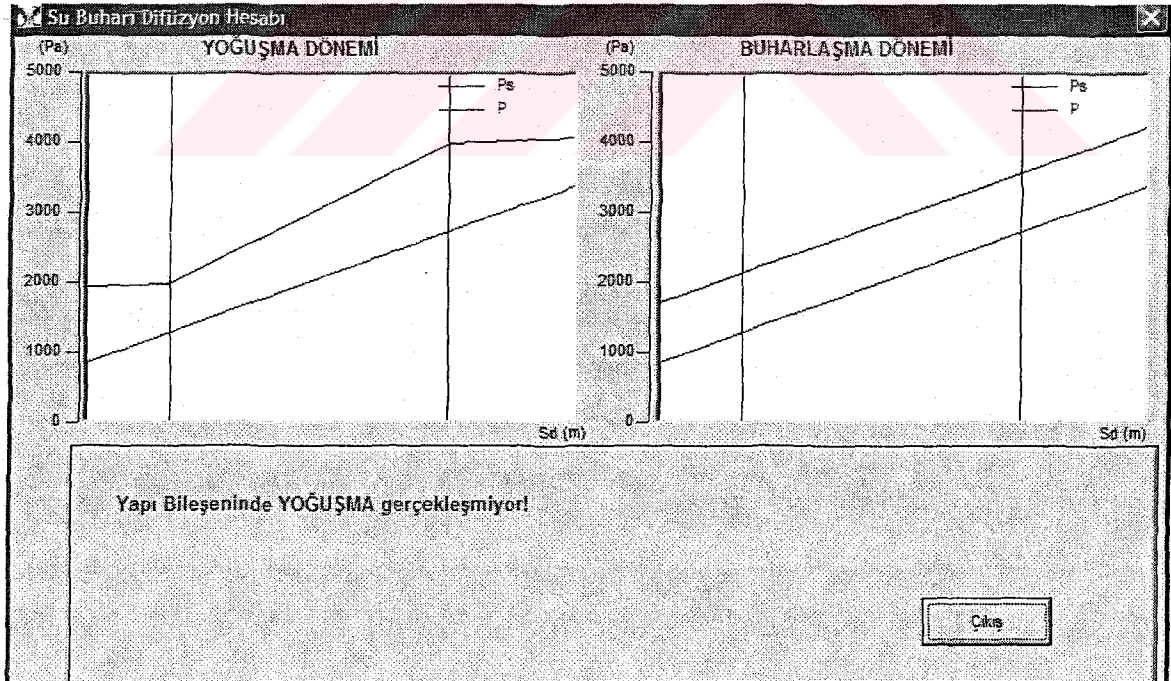
Şekil Ek 2.2.7 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



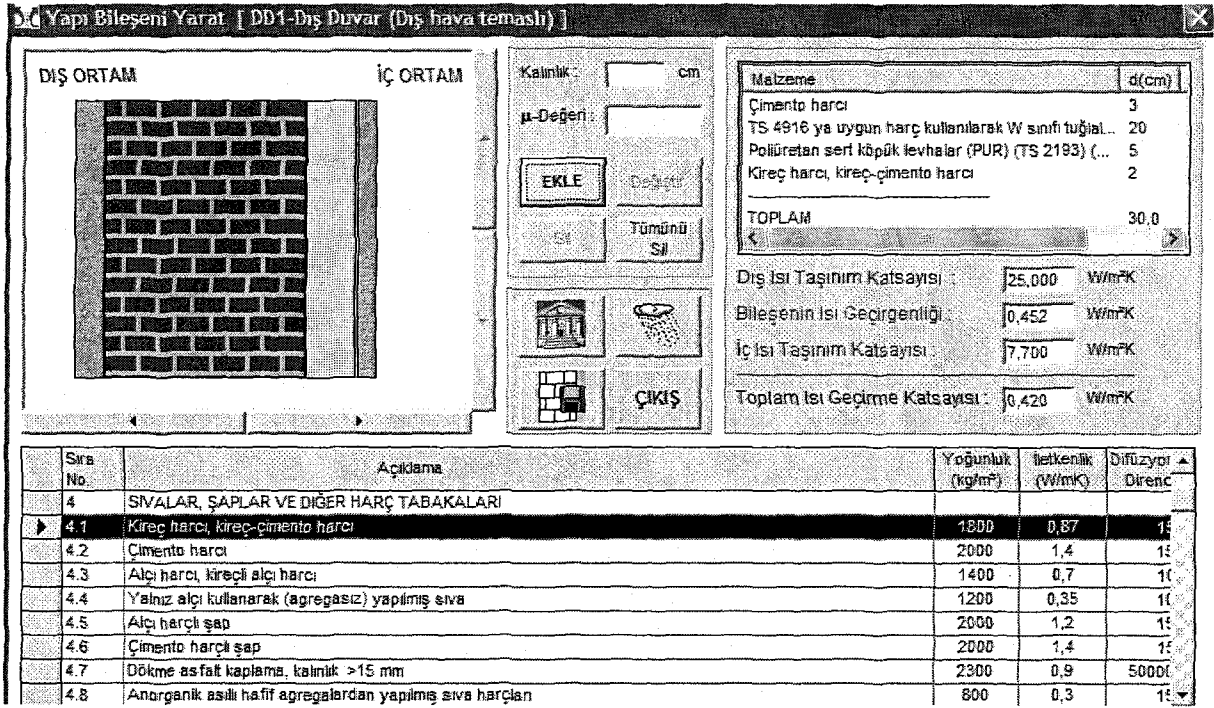
Şekil Ek 2.2.7a Sistemde oluşan yoğunlaşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



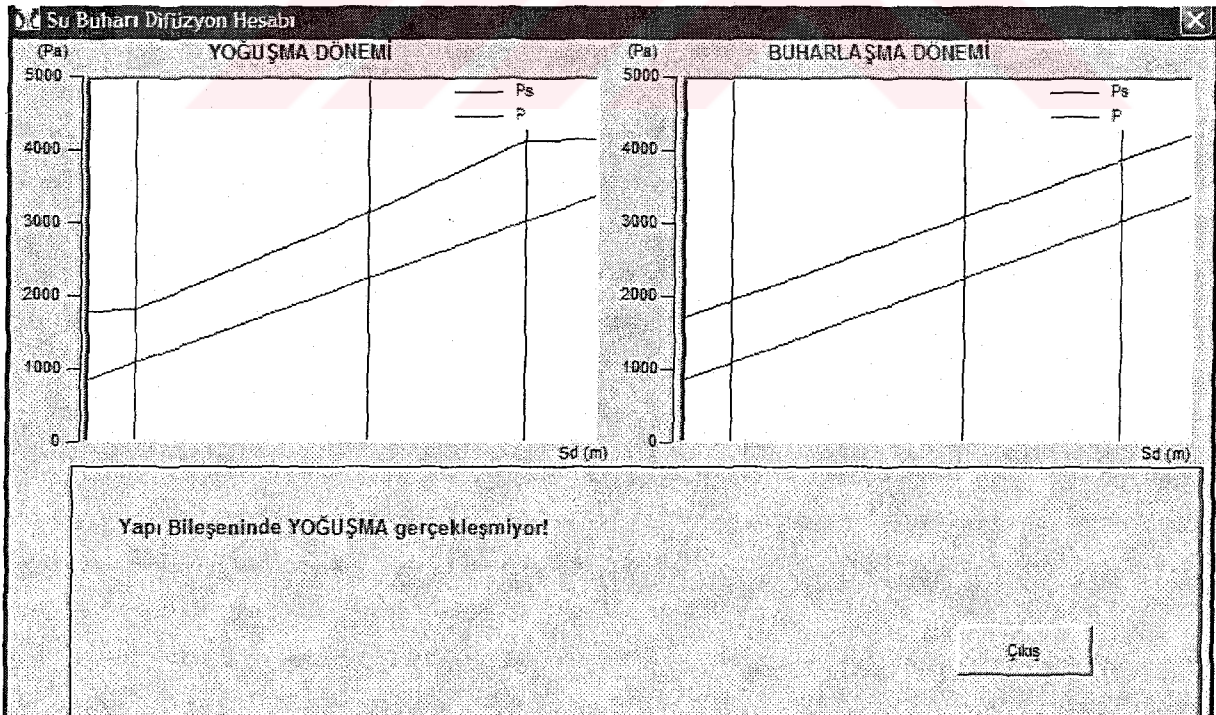
Şekil Ek 2.2.8 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.8a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



Şekil Ek 2.2.9 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.2.9a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava temaslı)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık : cm

μ-Değeri :

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAN	30,0

Diş Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

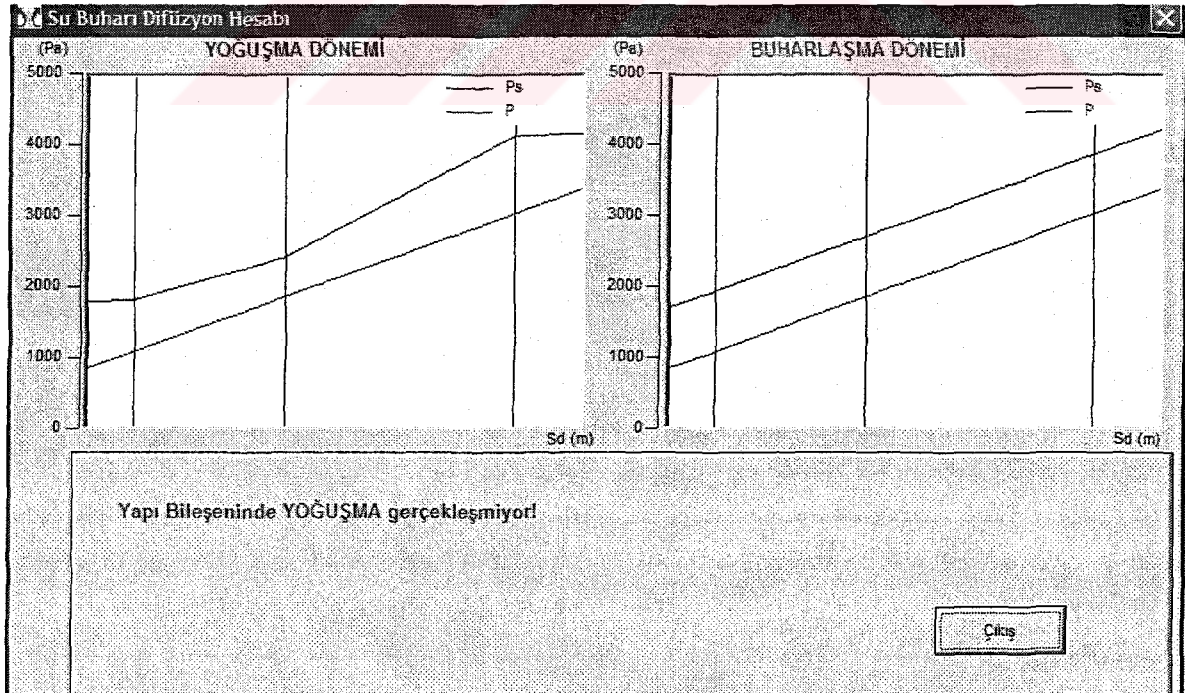
Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : 0,420 W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1200	0,87	1,37
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	1,43
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	1,00
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	1,00
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	1,67
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	1,43
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000,00
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	1,33

Şekil Ek 2.2.10 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



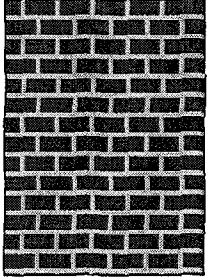
Şekil Ek 2.2.10a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gydırme cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.2.11 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM





İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

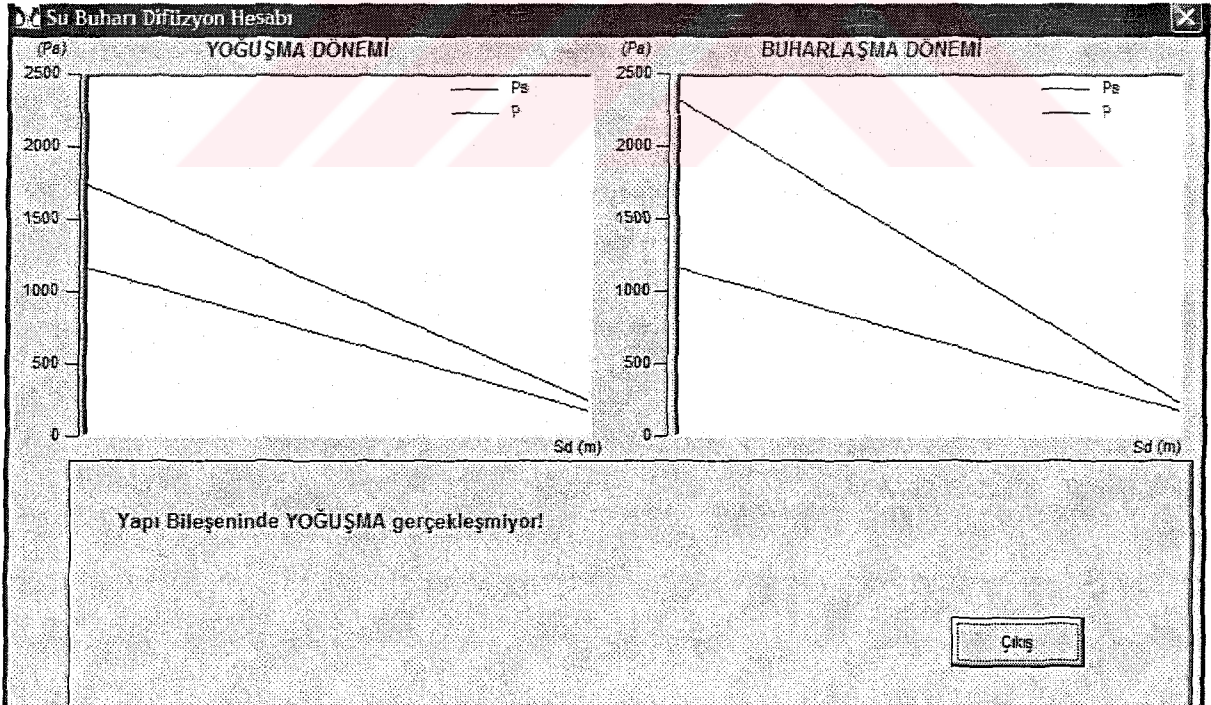
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,350 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: 1,098 W/m²K

Sıra No:	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,39	0,0025
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,00417
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,00370
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,00333
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,33	0,00303
7.1.5	DÜŞEY DELIKLI HAFIF TUĞLALARLA DUVARLAR (TS 4377'YE UYGUN W SINIFI LAMBA ZIVANALI TUĞLALAR)			
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,00417
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,00370
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,00333

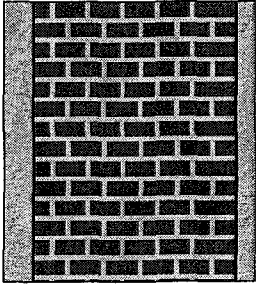
Şekil Ek 2.2.12 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.12a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava temaslı)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE **Değiştir**

Sil **Tümünü Sil**

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

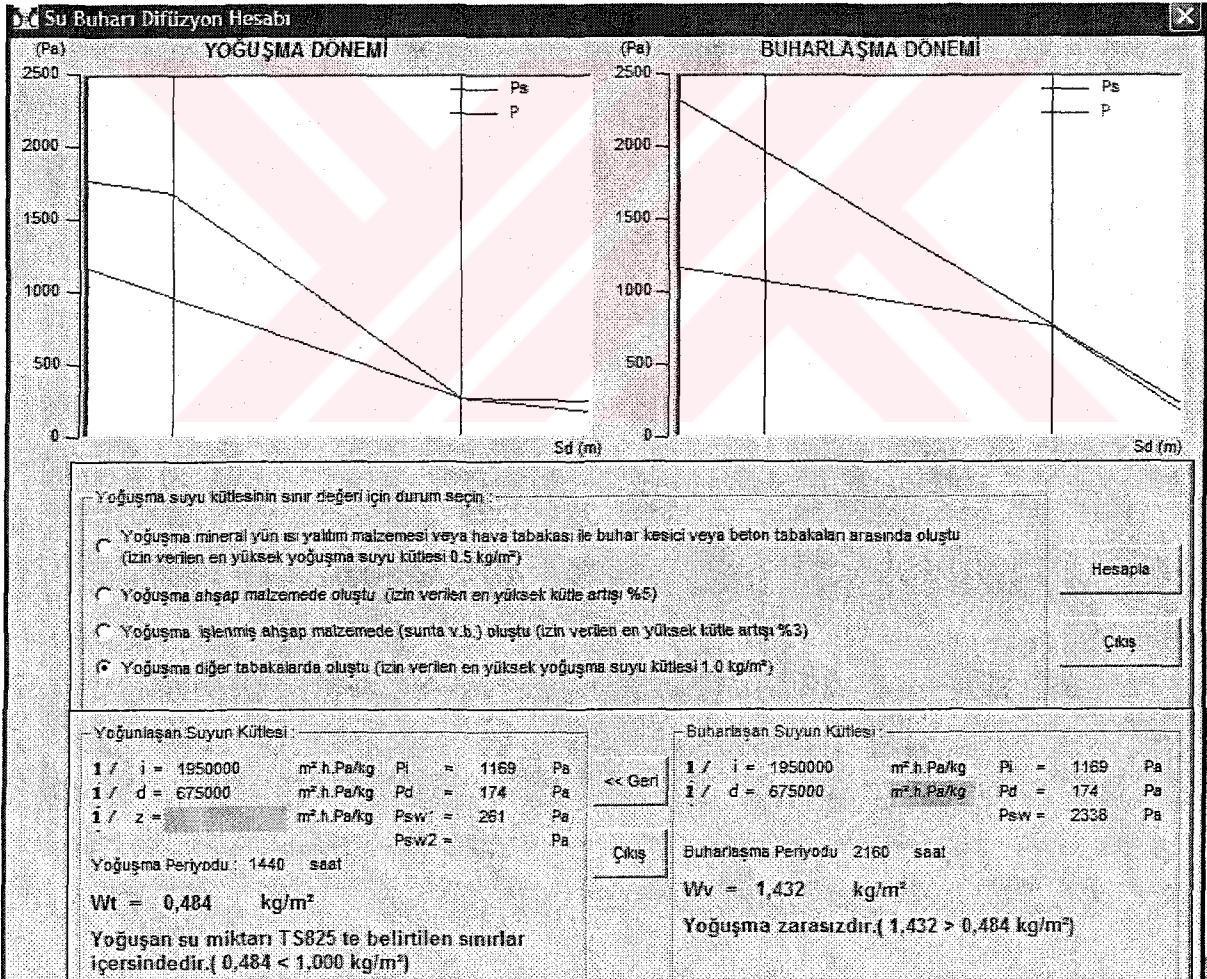
Diş Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

Şekil Ek 2.2.13 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.13a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat: [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

Çı Tümünlü Sı

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

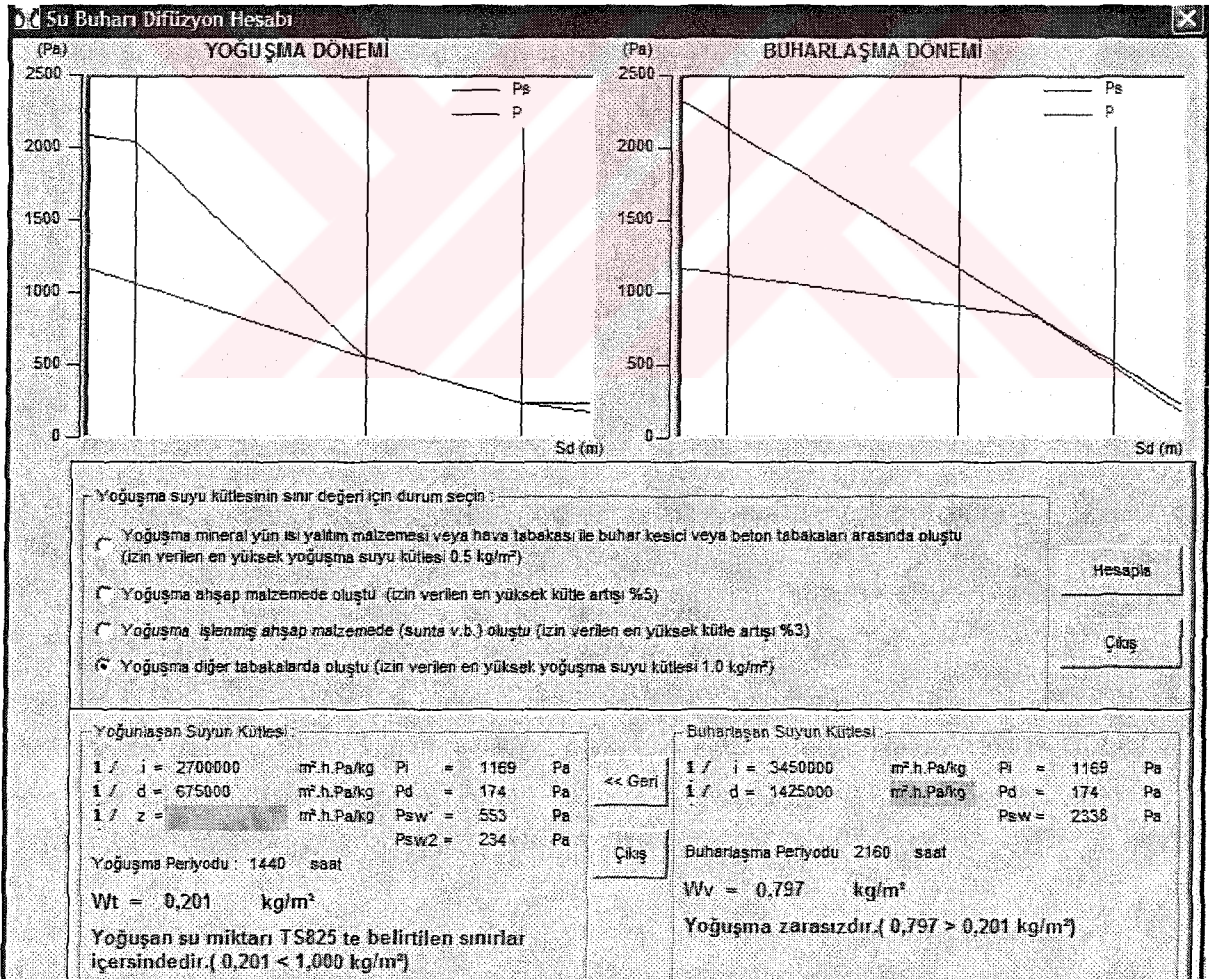
Diş Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : 0,420 W/m²K

Şekil Ek 2.2.14 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.14a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

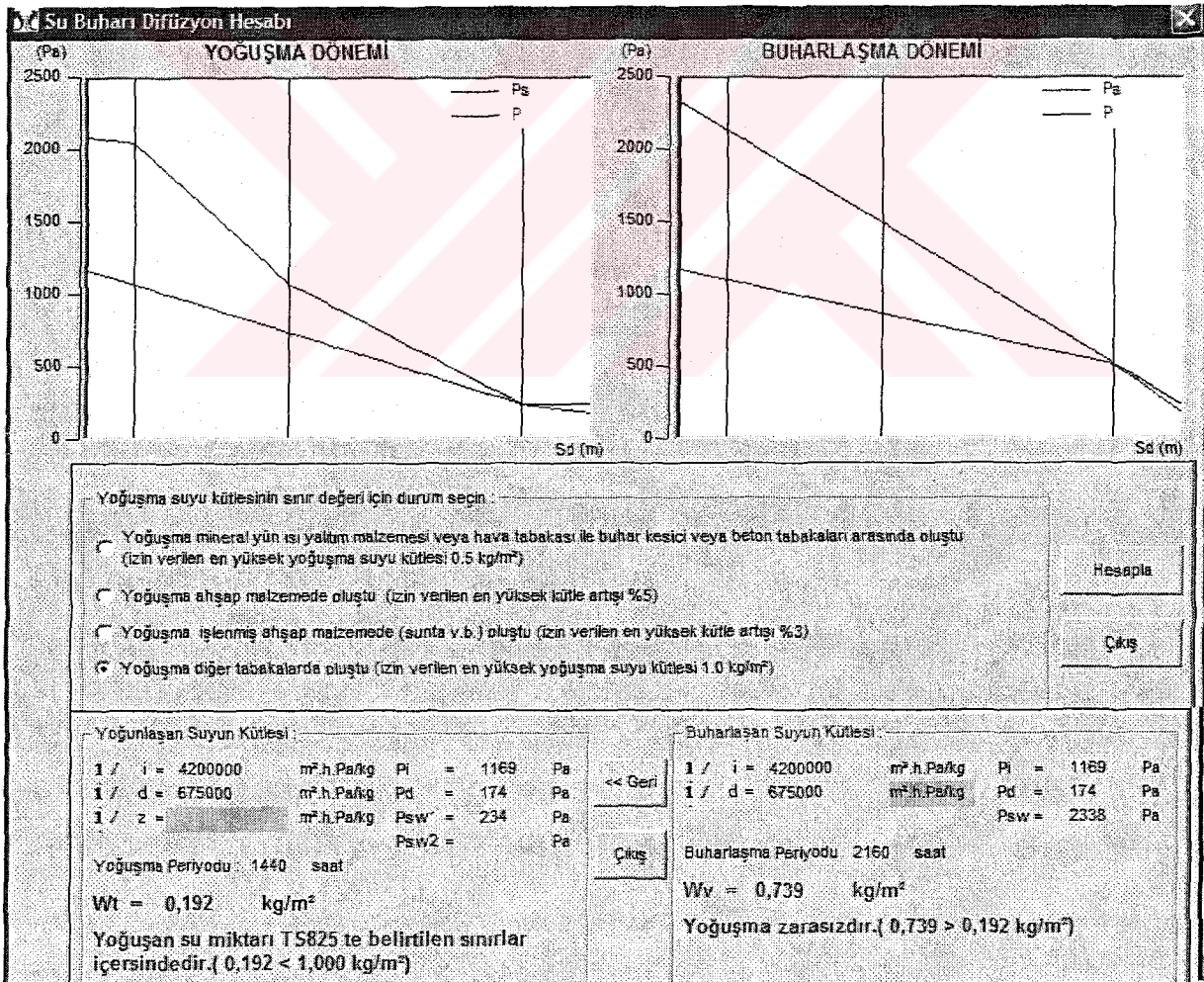
Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

Şekil Ek 2.2.15 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



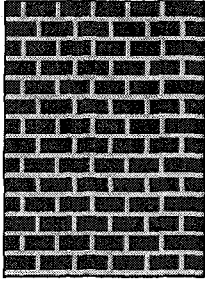
Şekil Ek 2.2.15a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gydırme cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.2.16 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

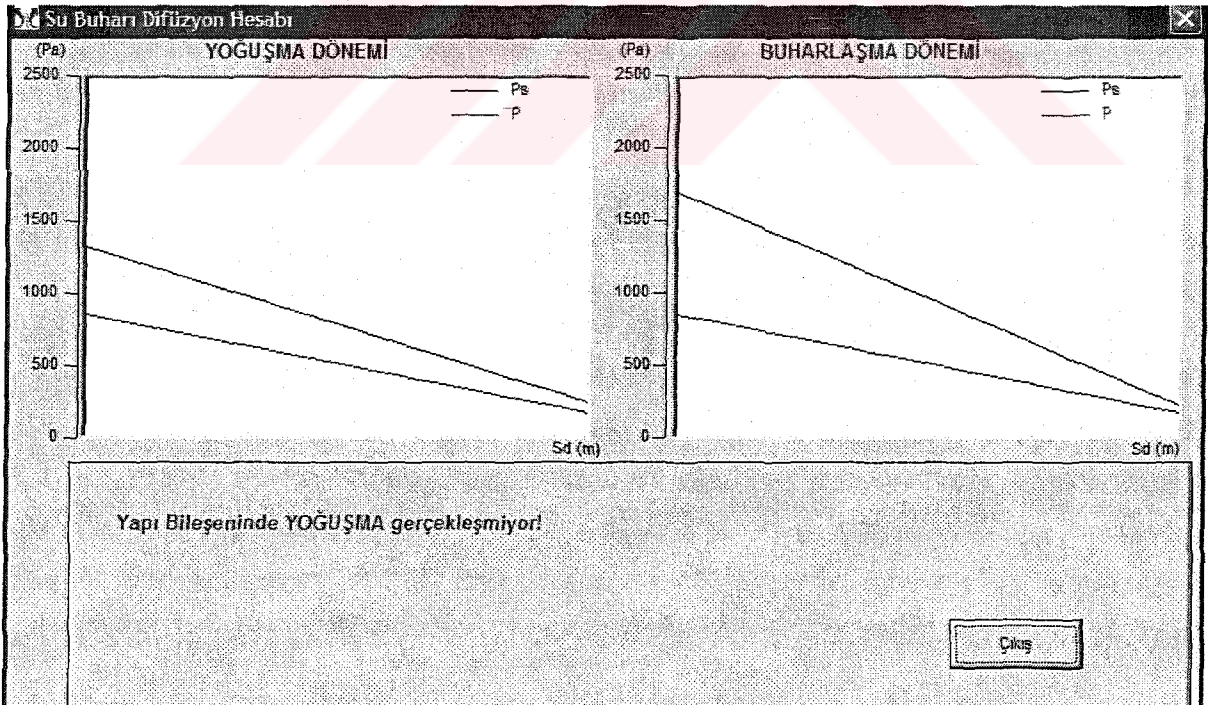
EKLE

Matzeme	d(cm)
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
TOPLAM	20,0

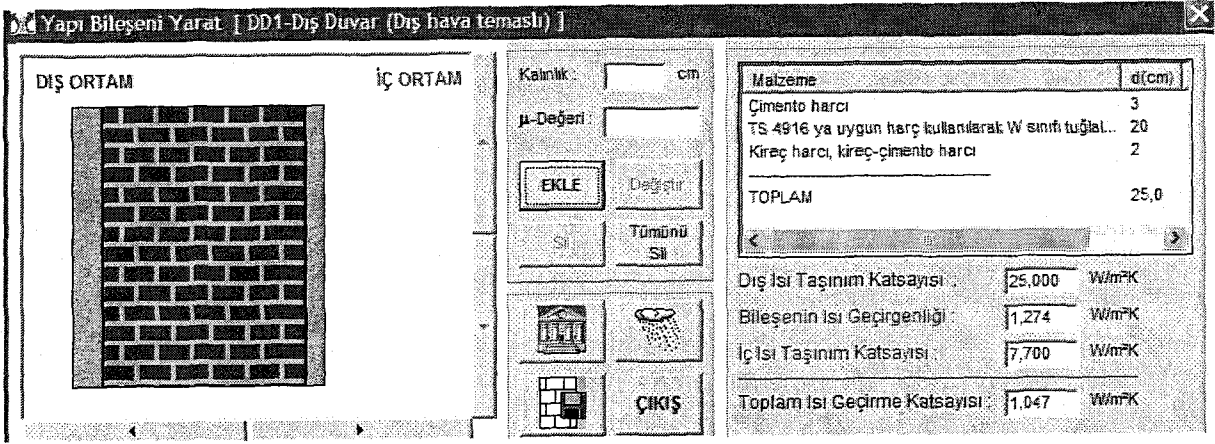
Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K
 Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K
 İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K
 Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,39	0,025
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,042
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,037
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,033
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,33	0,030
7.1.5	DÜŞEY DELİKLİ HAFIF TUĞLALARLA DUVARLAR (TS 4377'YE UYGUN W SINFI LAMBA ZVANALI TUĞLALAR)			
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,042
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,037
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lamba zvanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,033

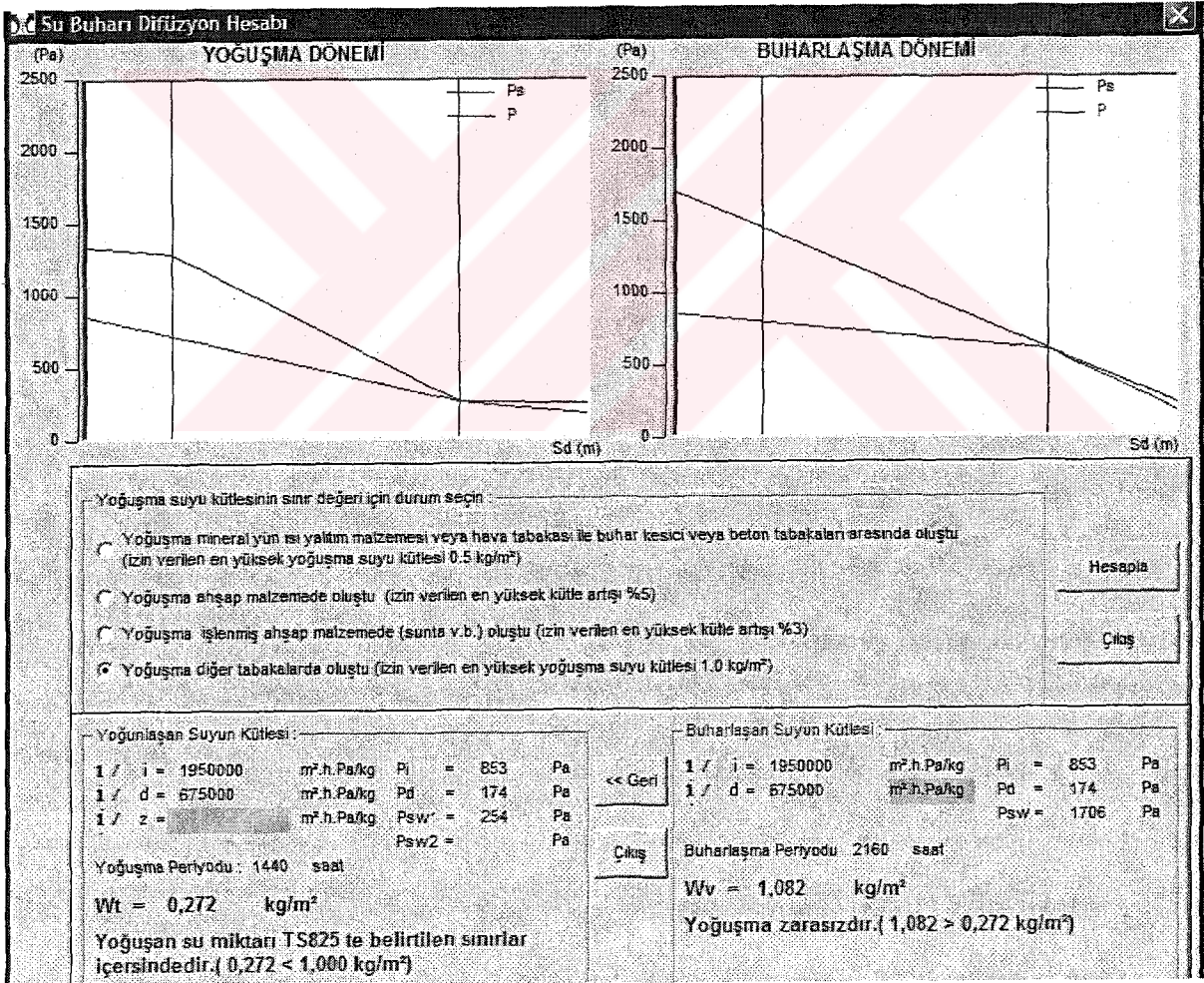
Şekil Ek 2.2.17 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması



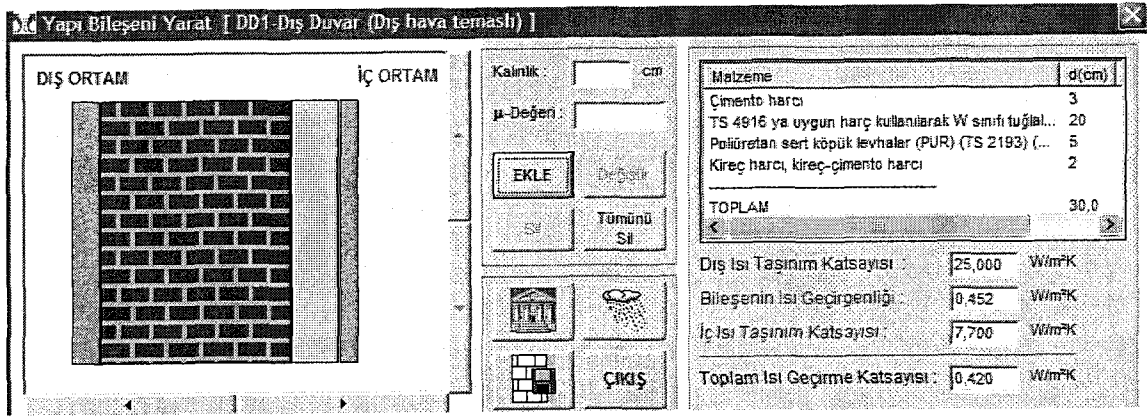
Şekil Ek 2.2.17a Sistemde oluşan yoğunlaşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



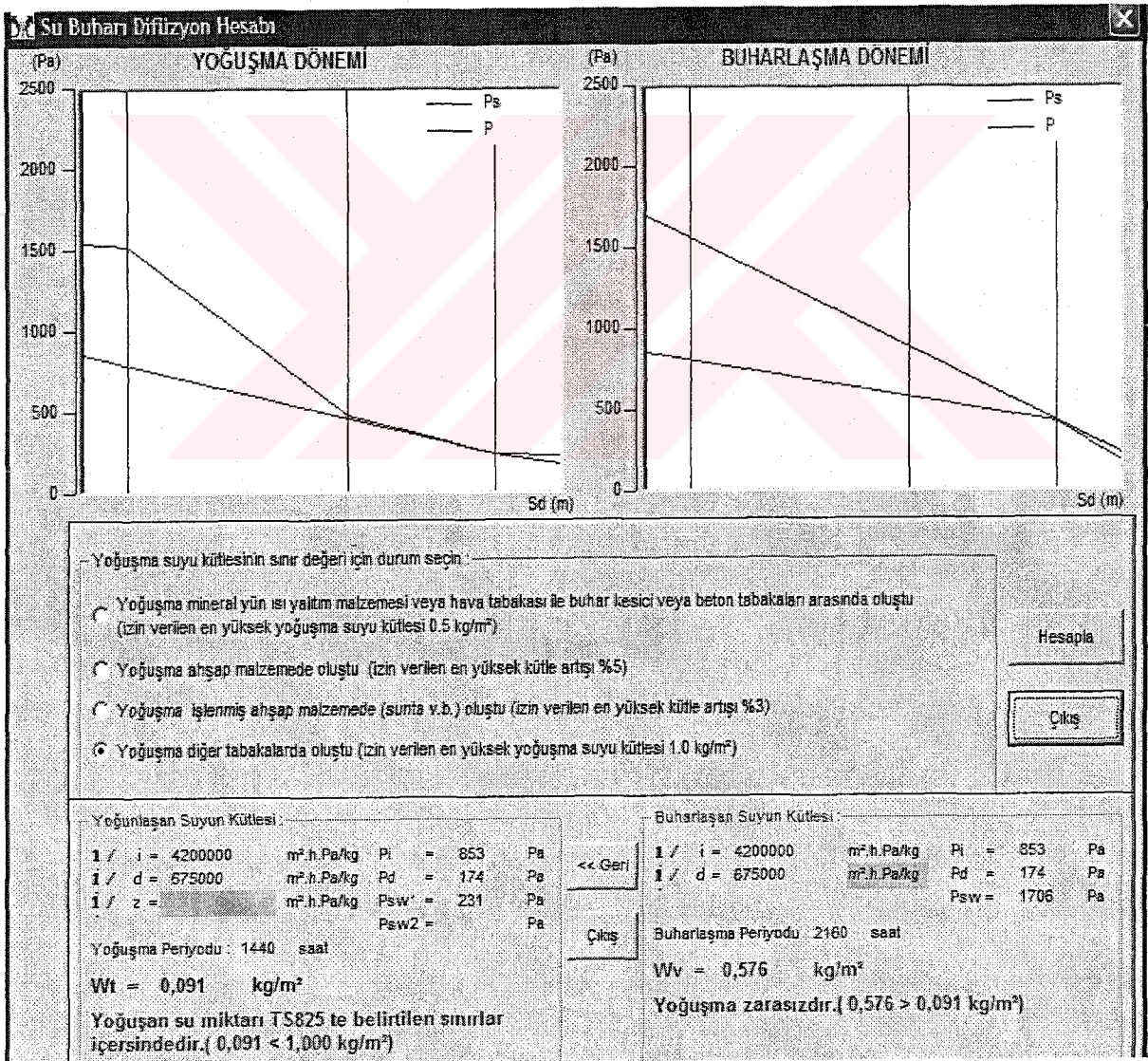
Şekil Ek 2.2.18 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.18a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



Şekil Ek 2.2.19 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.2.19a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık : cm

μ -Değeri :

EKLE **Değiştir**

Sil **Tümünü Sil**

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

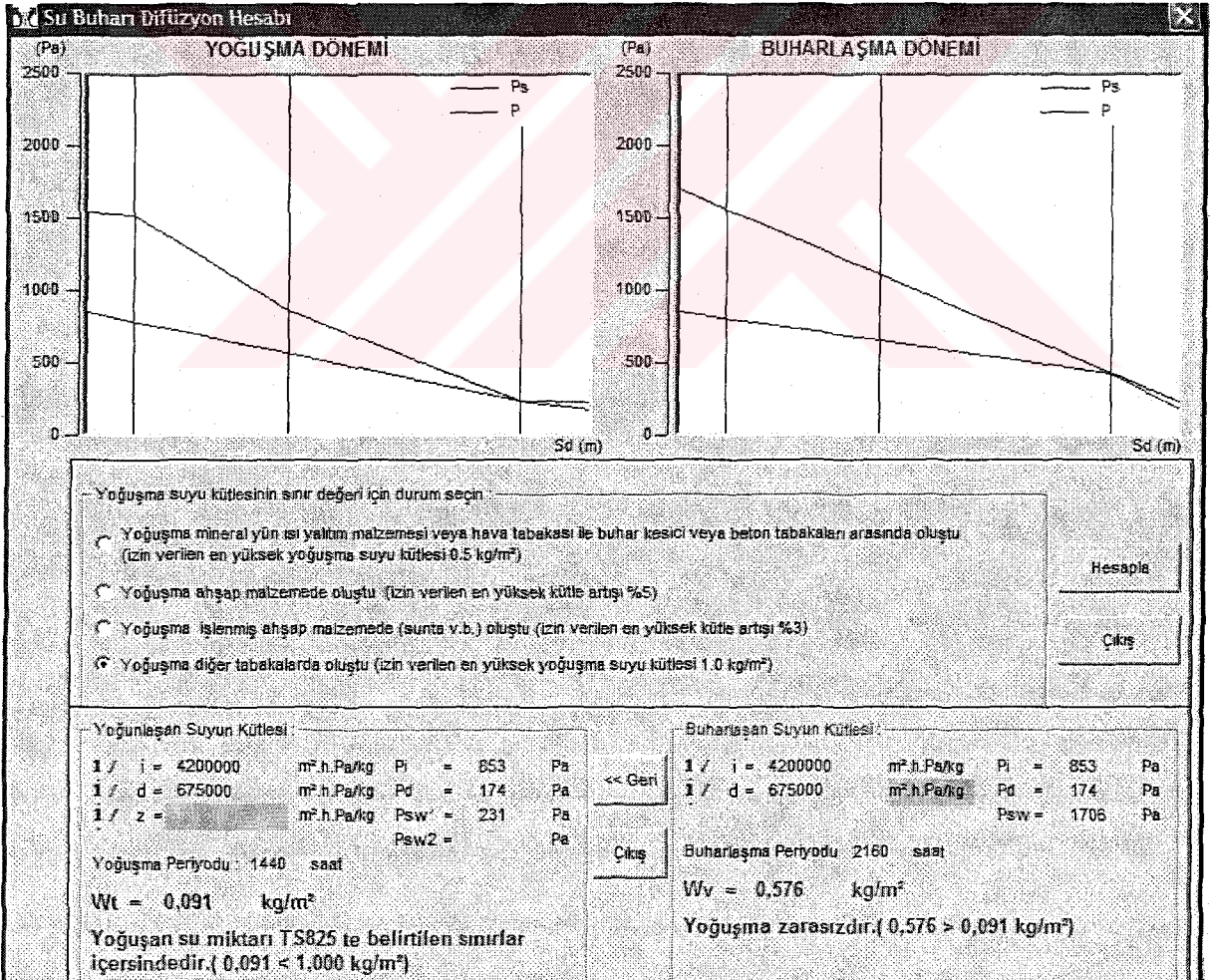
Diş Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı : 0,420 W/m²K

Şekil Ek 2.2.20 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması



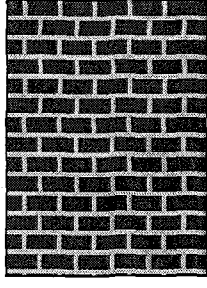
Şekil Ek 2.2.20a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gıydirme cephe dış kaplaması var		
<input type="button" value="Kapat"/> <input type="button" value="Tamam"/>		

Şekil Ek 2.2.21 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,360 W/m²K

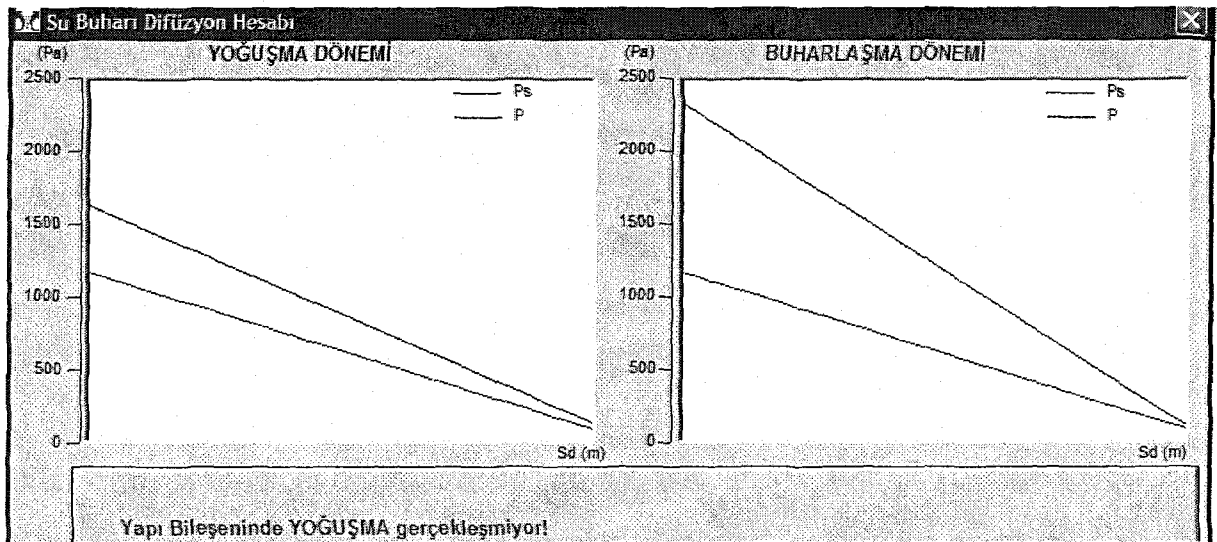
İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,088 W/m²K

Şekil Ek 2.2.22 İç ve dış ortam sıcaklıkları 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletim katsayısı	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	Sd (m)	λ (W/mK)	$d(\lambda \cdot 1m)$ (m ² K/W)	T (°C)	Ps (Pa)
1.00.1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2338
1	TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	14,30	1,630
1.00.2	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-18,24	122
							-20,00	103
		$\Sigma Sd =$		1,000	$U =$		1,088	(W/m ² K)

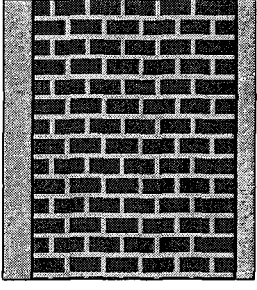
Şekil Ek 2.2.22a İç ve dış ortam sıcaklıkları yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.22b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değiştir

Sİ Tümünü Sİ

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Diş Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

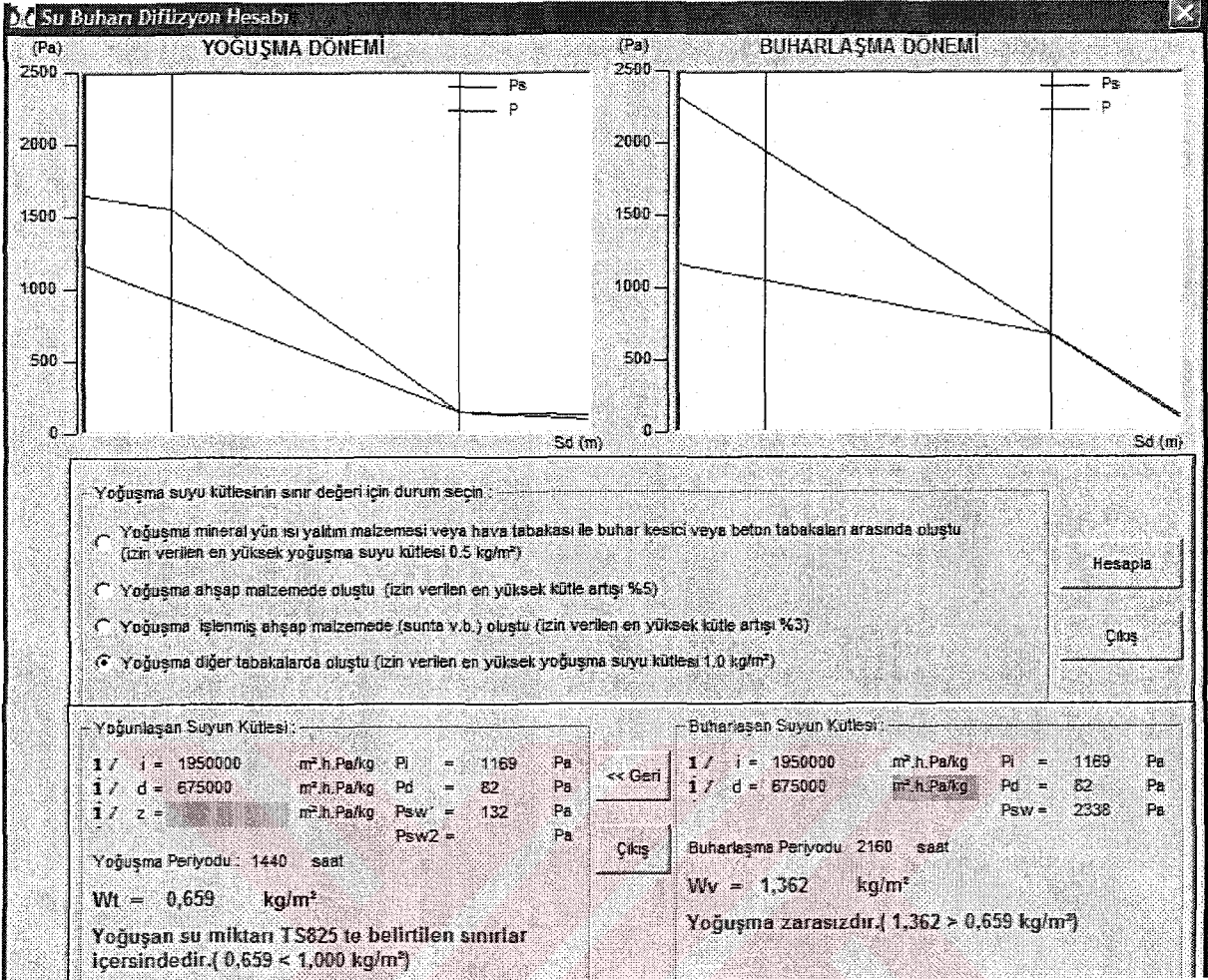
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SMALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökmne asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.2.23 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	İç buharı difüzyon direnci μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı δd (m)	İzol iletkenlik hesap değeri λd (W/mK)	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı α (m²K/W)	Israklık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1 (iç)	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	14,95	1,958
2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	13,60	1,958
3	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-17,43	132
1 (dış)	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı (dış)						-18,32	121
							-20,00	103

$$\sum \delta d = 1,750 \quad U = 1,047 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

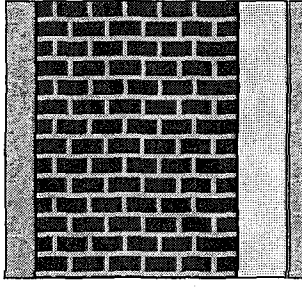
Şekil Ek 2.2.23a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.23b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

SİL Tümünü SİL

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal... 20	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0,452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,420 W/m²K

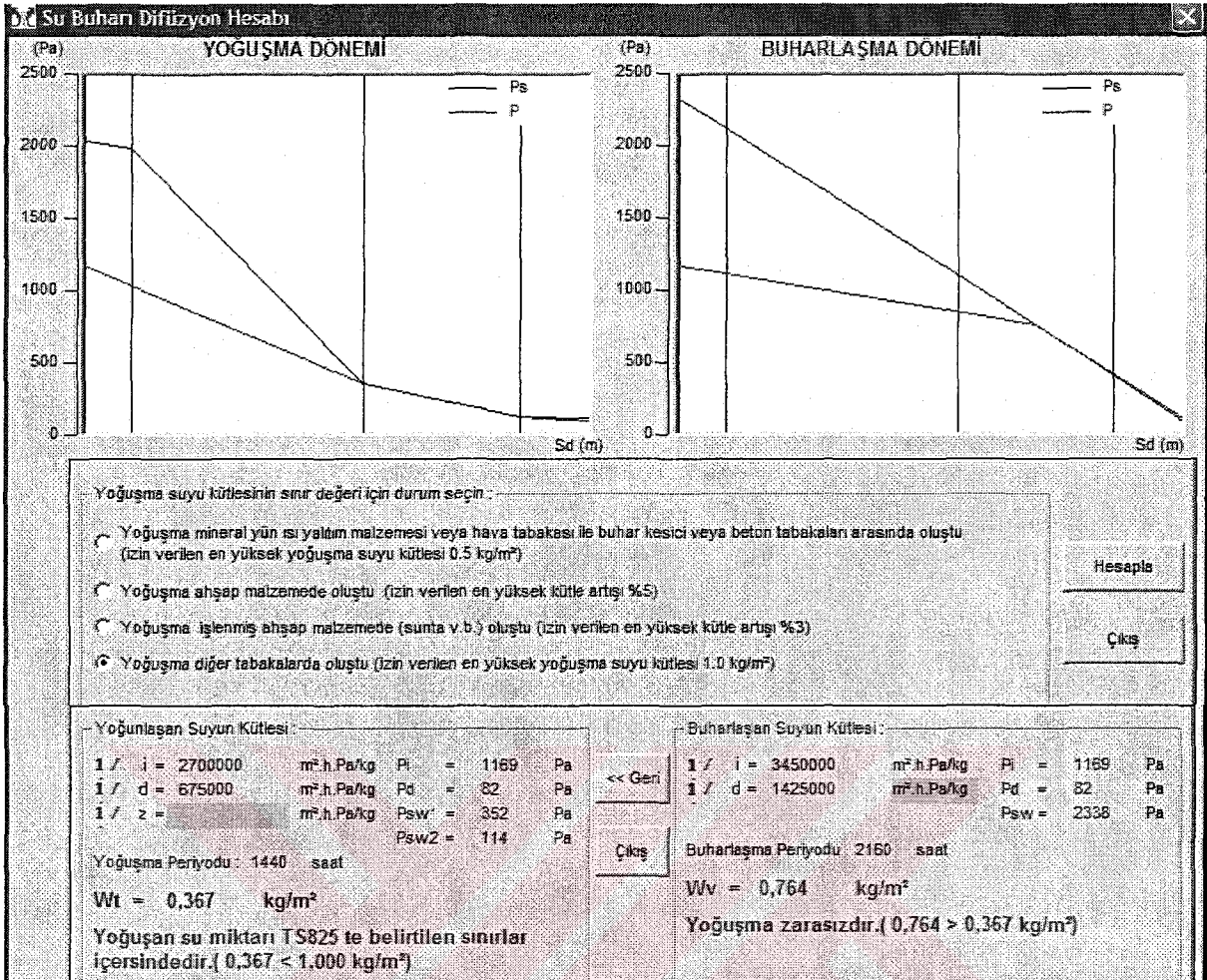
Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asilli hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.2.24 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	2 Tabaka kalınlığı d (m)	3 Isı buharı difüzyon direnci katsayısı μ	4 Difüzyon dengeli hava tabakası kalınlığı 3d (m)	5 Isıl İletkenlik hesap değeri λ (W/mK)	6 Yüzeysel ısı iletim direnci, malzemenin ısı iletim direnci d / λ (m ² ·K/W)	7 Isı birikimi T (°C)	8 Doymuş su buharı Ps (Pa)
1 (dış)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)					0,130	20,00	2.338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	17,82	2.041
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	17,43	1.992
3	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	-6,54	352
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,97	114
1 (iç)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)						-19,33	110
							-20,00	103

$$\sum 3d = 3,250 \quad U = 0,420 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

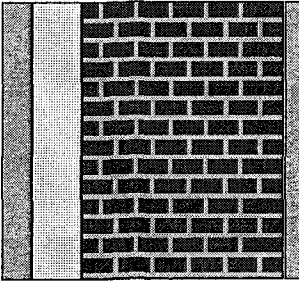
Şekil Ek 2.2.24a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.24b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğla...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25.000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0.452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7.700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: 0.420 W/m²K

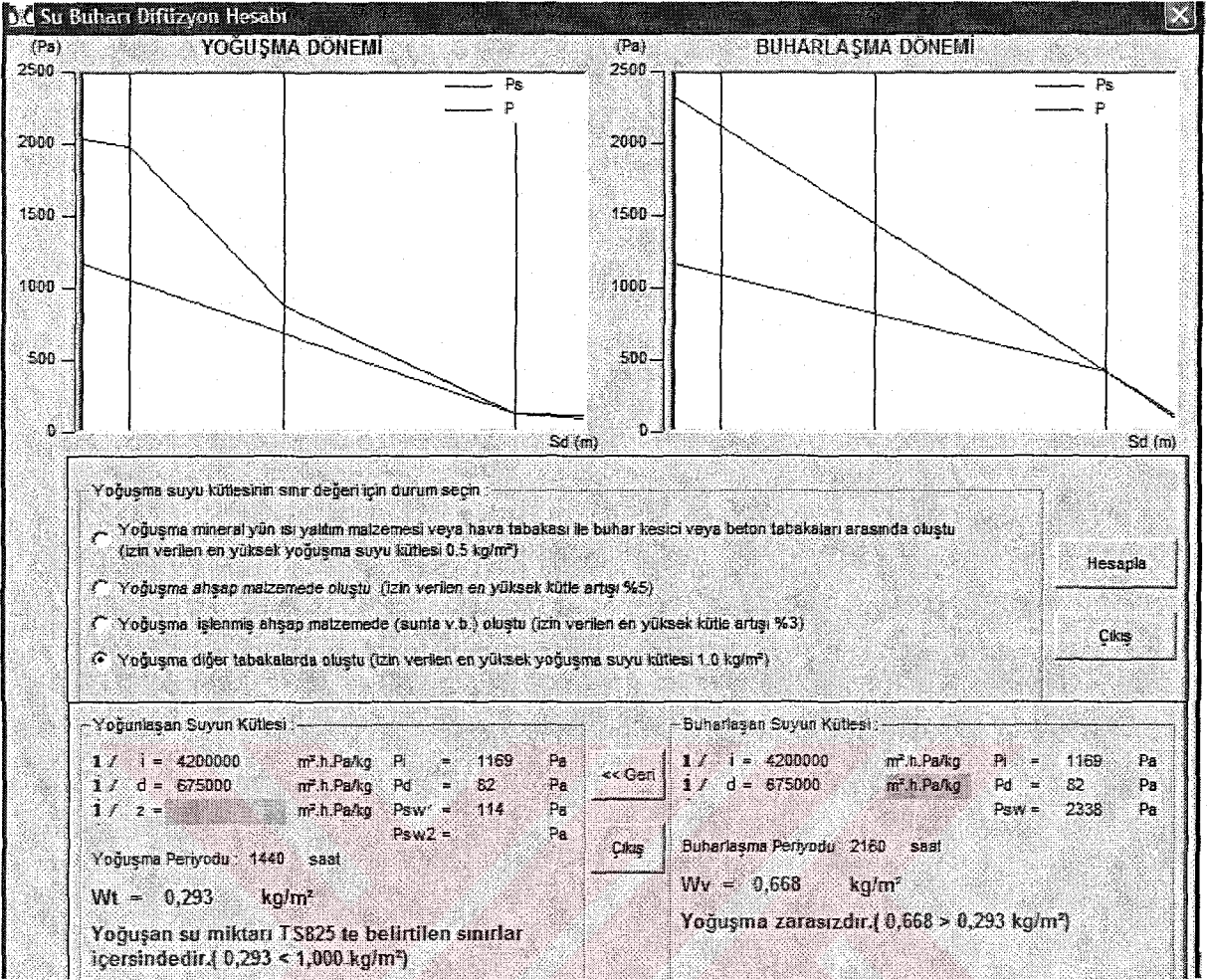
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	15
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	15
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.2.25 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile yalıtılmış dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı	İç Isı Taşınım Katsayısı	Difüzyon Direnci	İletkenlik	Yüzeysel ısı iletim katsayısı	Sıcaklık	Doğuş sıcaklığı
		d (m)	μ	sd (m)	λh (W/mK)	d (K . 1m) (m ² K/W)	T (°C)	Ps (Pa)
1 (dış)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)					0,130	20,00	2.338
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	18,00	0,300	0,87	0,02	17,82	2.041
2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	17,43	1.992
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	5,00	873
4	Çimento harcı	0,030	18,00	0,450	1,40	0,02	-18,97	114
1 (iç)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)						-19,33	110
							-20,00	103

$$\sum sd = 3,350 \quad U = 0,420 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.2.25a Yoğuşma çizelgesi



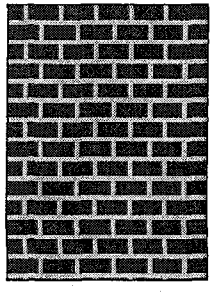
Şekil Ek 2.2.25b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gıdırme cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.2.26 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değiştir

Sil Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d (cm)
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla...	20
TOPLAM	20.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,350 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,098 W/m²K

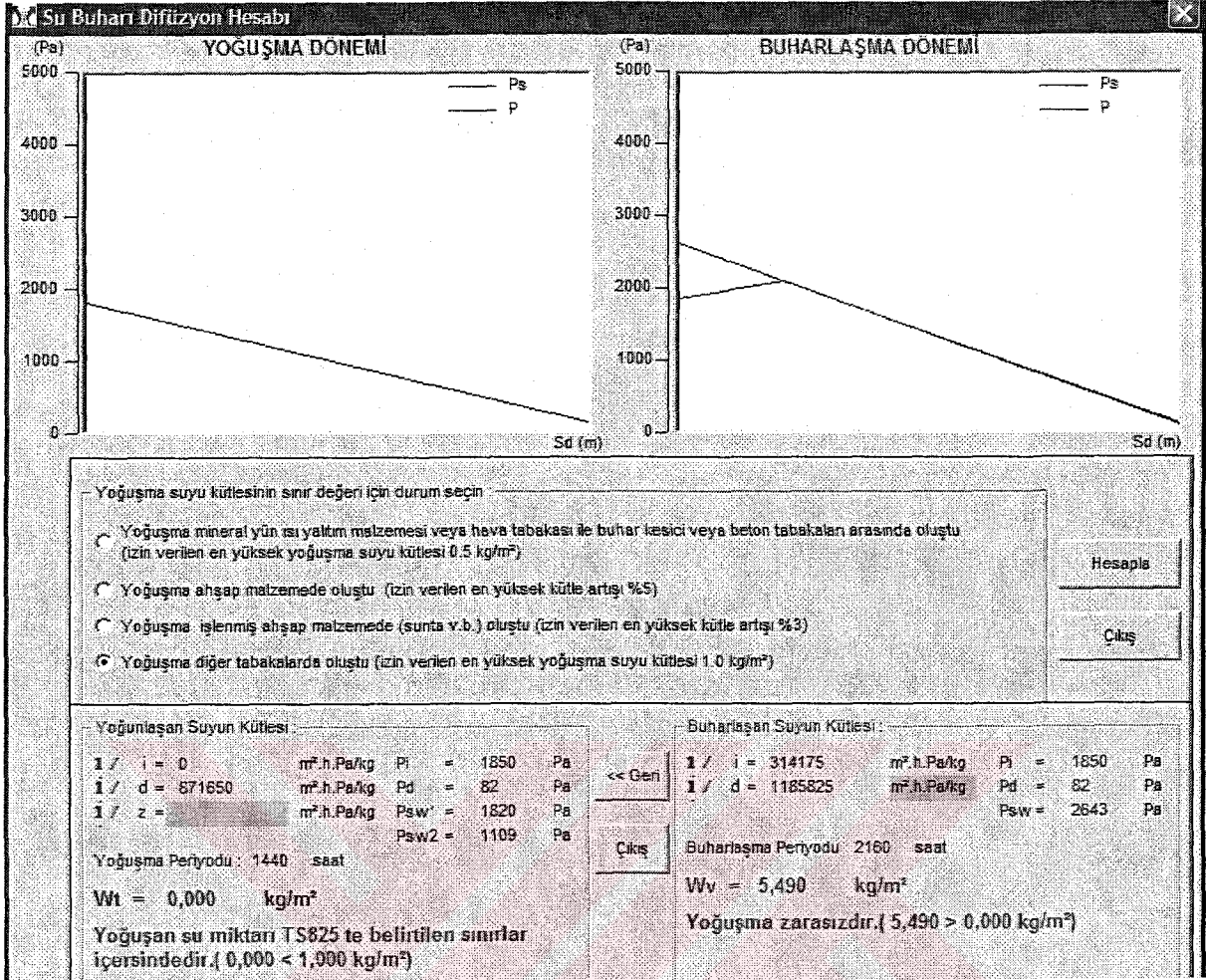
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Diffüzyon Direnci
7.1.4.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,39	0,256
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,417
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,370
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,333
7.1.4.2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	1000	0,33	0,303
7.1.5	DÜŞEY DELİKLİ HAFIF TUĞLALARLA DUVARLAR (TS 4377'YE UYGUN W SINFI LAMBA ZİVANALI TUĞLALA)			
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lâmba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	<700	0,24	0,417
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lâmba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	800	0,27	0,370
7.1.5.1	Normal harç kullanılarak W sınıfı lâmba zivanalı tuğlalarla yapılan duvarlar	900	0,30	0,333

Şekil Ek 2.2.27 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeyesel ısıtım direnç, malzemenin ısıtım direnç d/λ, 1/d	Isıcılık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
		d (m)	μ	sd (m)	λb (W/mK)	(m ² KA/W)		
1/0.1	Yüzeyesel ısıtım iletkenliği (iç)					0,130	22,00	2.643
1	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	3,00	1,000	0,27	0,74	18,01	1.820
1/0.2	Yüzeyesel ısıtım iletkenliği (dış)						-18,16	123
							-20,00	103

$$\Sigma sd = 1,000 \quad U = 1,098 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

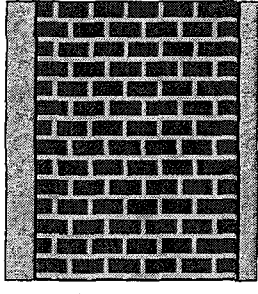
Şekil Ek 2.2.27a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.27a Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

Sİ Tümünü Sİ

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Cimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-cimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

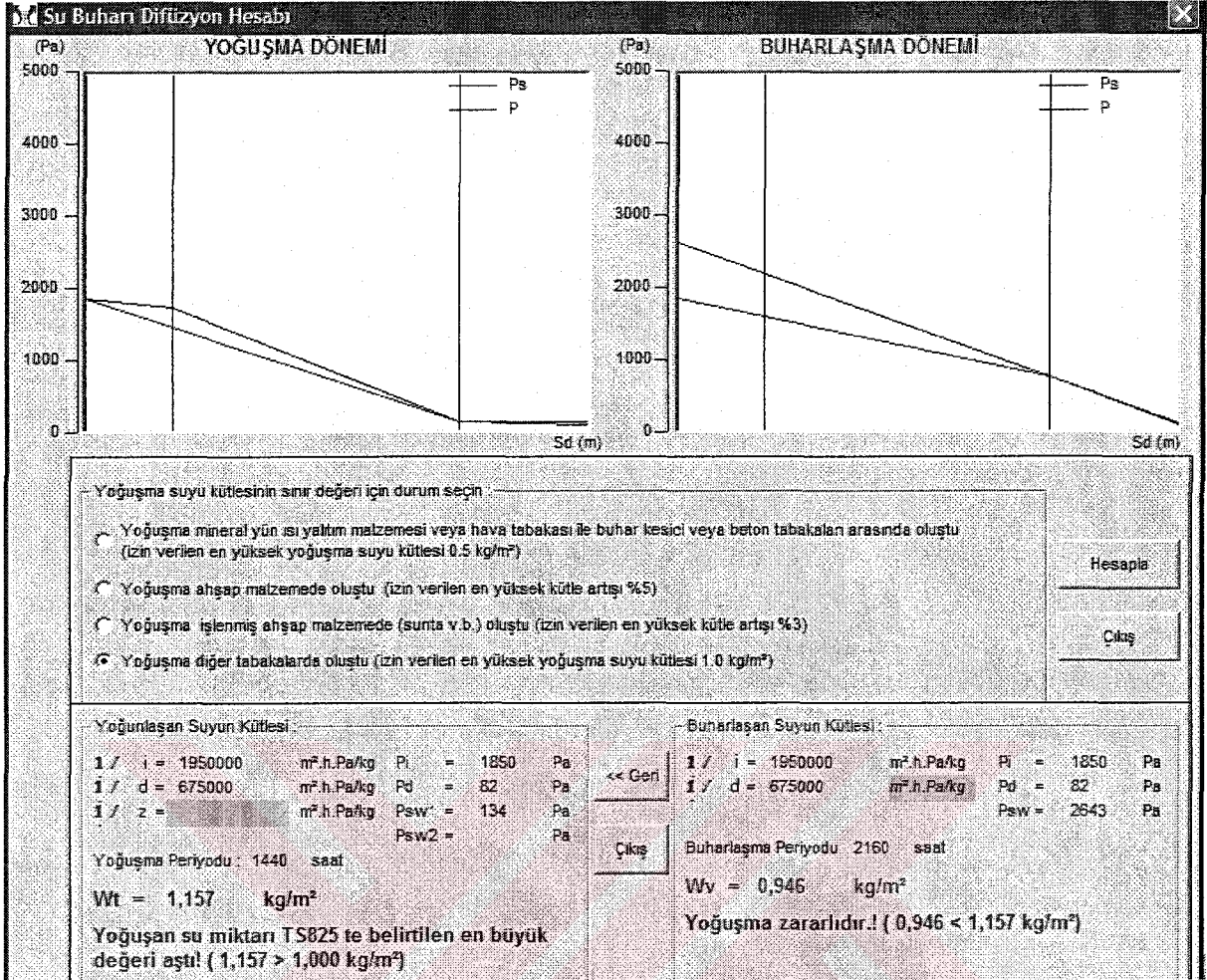
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-cimento harcı	1800	0,87	13
4.2	Cimento harcı	2000	1,4	14
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	14
4.6	Cimento harçlı şap	2000	1,4	14
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asitli hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	14

Şekil Ek 2.2.28 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı sıvalı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Bu buharı geçirgenlik katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeyssel ısıli iletim katsayısı	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d	μ	δ	λ	d/λ , 1/α	T	P _s
		(m)		(m)	(W/mK)	(m ² K/W)	(°C)	(Pa)
1/0.1	Yüzeyssel ısıli iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2,643
1	Kireç harcı, kireç-cimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	16,29	1,852
2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılmış duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	15,28	1,737
3	Cimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-17,30	133
1/0.4	Yüzeyssel ısıli iletim katsayısı (dış)						-19,24	122
							-20,00	103

$$\sum \delta = 1,760 \quad U = 1,047 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

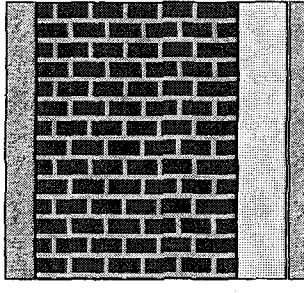
Şekil Ek 2.2.28a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.28b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

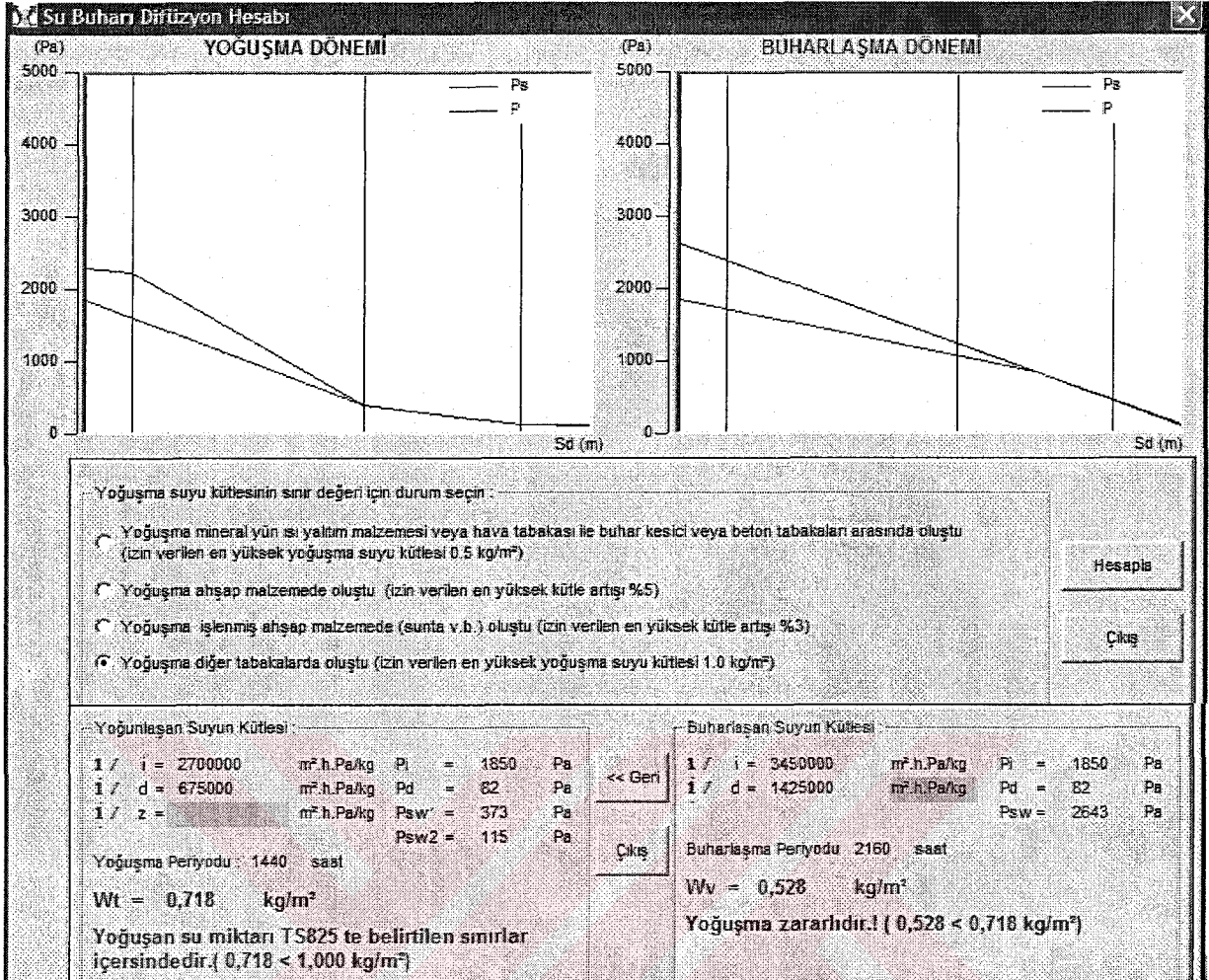
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.2.29 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Isı buharı difüzyon direnci katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı δd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_k (W/mK)	Yüzeysel ısı iletim direnci, malzemenin ısıl direnci d/λ_k (m ² ·K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı P_s (Pa)
1/0.1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,27	0,02	19,71	2,295
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10931)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	19,31	2,239
3	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	-5,87	373
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-12,92	114
1/0.4	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-19,30	110
							-20,00	103

$$\sum \delta d = 3,250 \quad U = 0,420 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

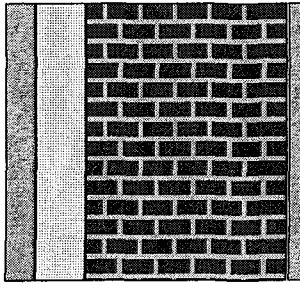
Şekil Ek 2.2.29a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.29b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE **Değiştir**

Sil **Tümünü Sil**

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlal...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0,452 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 0,420 W/m²K

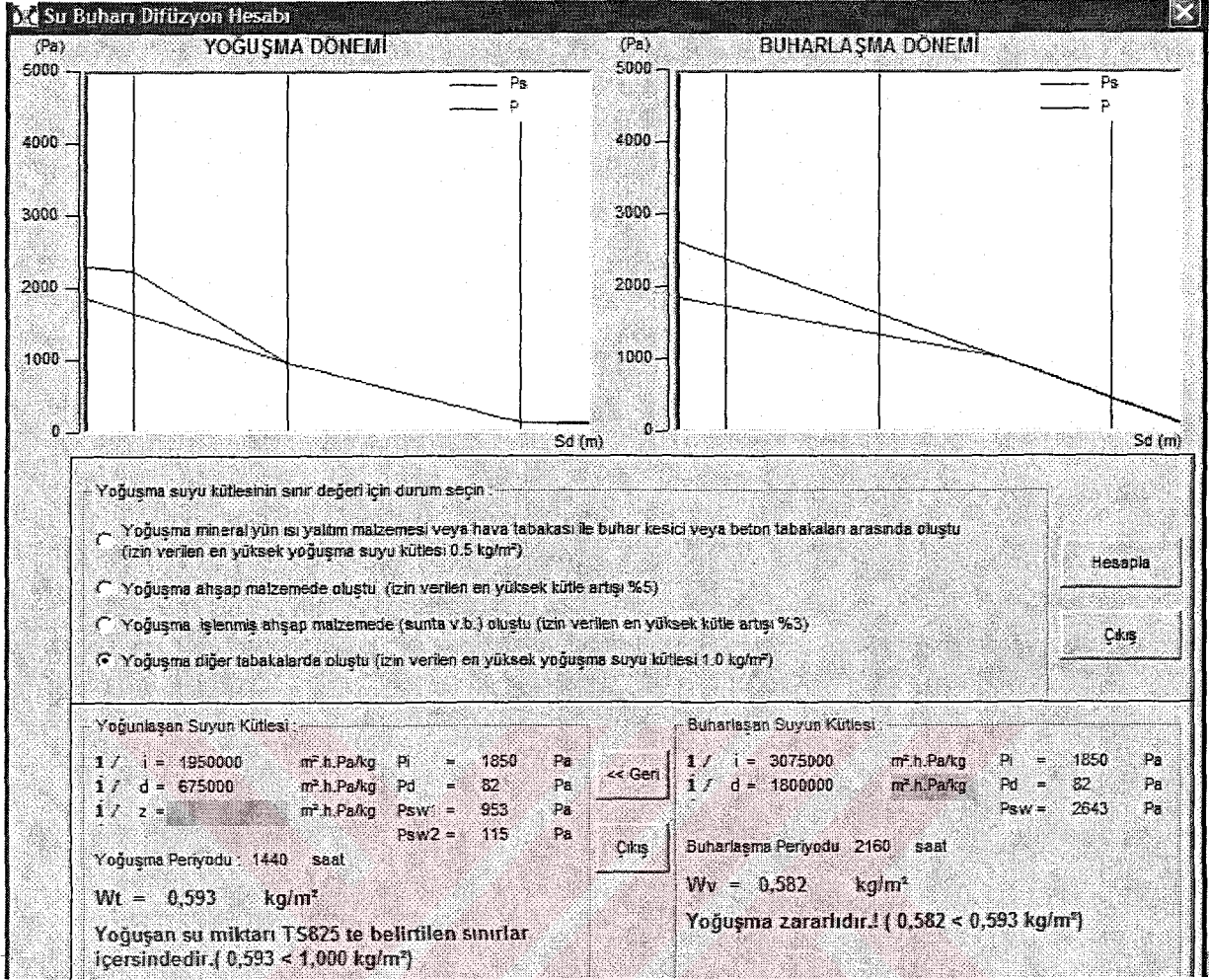
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	11
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	11
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	11
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	11
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	11
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	11
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	11

Şekil Ek 2.2.30 800 kg/m³ Yoğunluklu TS 4916'ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan 20 cm kalınlıklı dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Bu tabaka için iletkenlik değeri μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı İd (m)	İsıl iletkenlik hesap değeri λh (W/mK)	Yüzeysel ısı iletim direnci, malzemenin ısı iletim d.İd, 1/dk (m ² K/W)	Isısalık T (°C)	Doymuş su buharı Pt (Pa)
1 / a.1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2,643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	19,71	2,295
2	TS 4916 ya uygun harç kullanılarak W sınıfı tuğlalarla yapılan duvarlar	0,200	5,00	1,000	0,27	0,74	19,31	2,239
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10961)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	6,25	952
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,92	114
1 / a.2	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-19,30	110
							-20,00	103

$$\sum \mu = 3,268 \quad U = 0,420 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.2.30a Yoğuşma çizelgesi



Şekil Ek 2.2.30b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Ek 2.3 Perlit Yapı Ürünleri ile Yapılan Dış Duvarlarda Buhar Difüzyonu Hesapları

Tuğla ve gazbeton dışında günümüzde kullanılan diğer kagir malzemelerden olan perlitli beton ile yapılan dış duvarlarda gerçekleşen buhar difüzyonunun etkileri, diğer bölümlerde olduğu gibi, yaz ve kış dönemleri ile farklı ortam koşullarına göre yalın, sıvalı, içten ve dıştan ısı yalıtımlı uygulamalar üzerinde incelenerek tablo ve grafiklerle aktarılmaktadır. Bu hesaplamalarda ürün grupları için yoğunluklar, diğer ürünlerle karşılaştırma yapabilmek amacıyla belirtilen en yüksek değerlerde alınmıştır.

	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	3392
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	

Giydirmeye cephe dış kaplaması var

Kapat Tamam

Şekil Ek 2.3.1 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

SİL Tümünü SİL

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

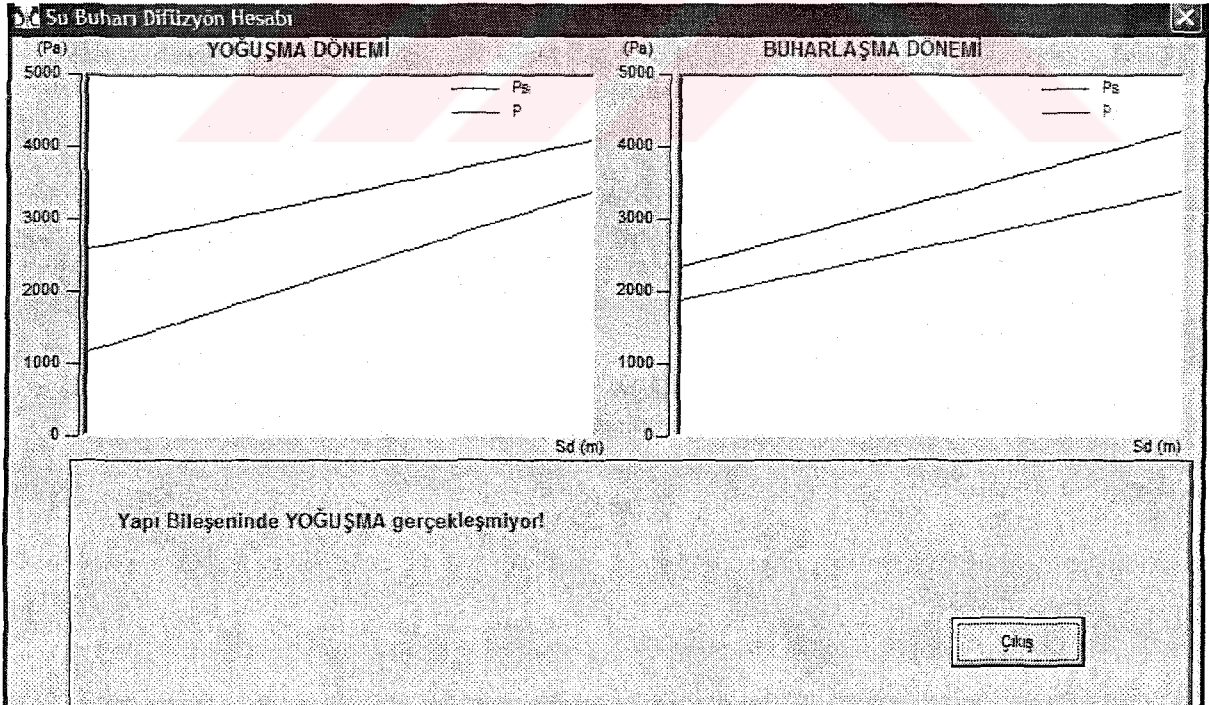
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	500	0,22	
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	600	0,24	
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			

Şekil Ek 2.3.2 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı yalın olarak oluşturulan dış duvarlar



Şekil Ek 2.3.2a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

SİL

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

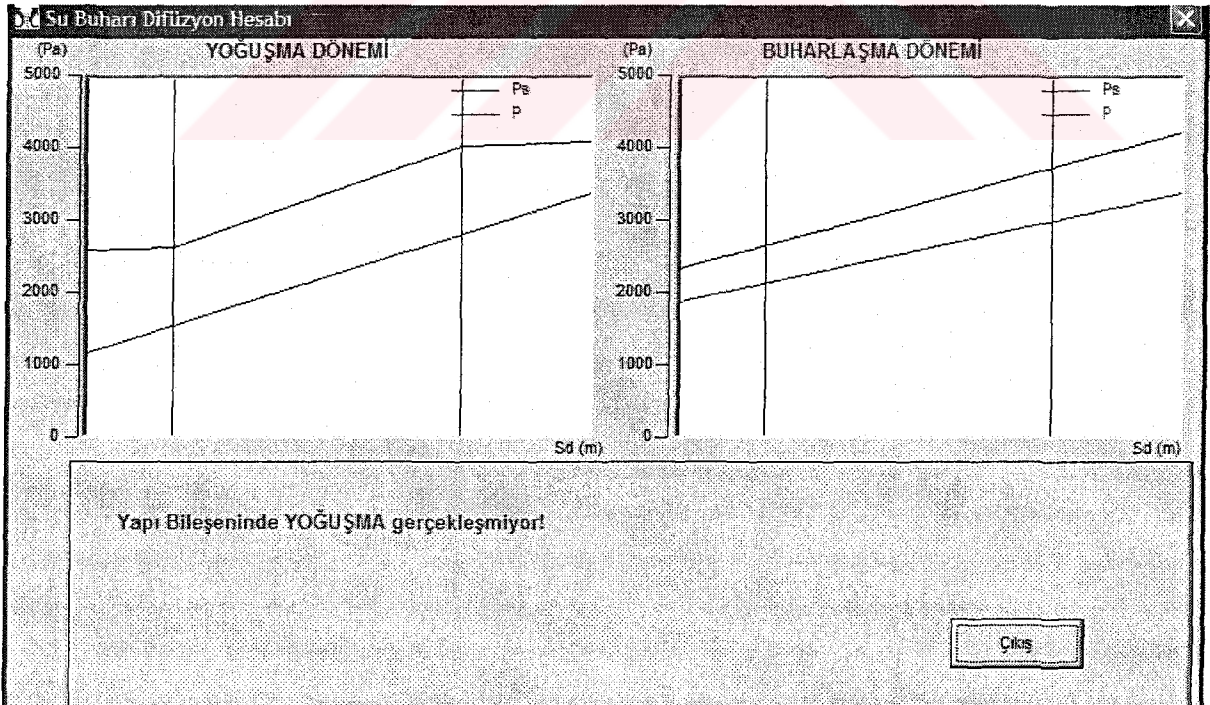
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	?
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	?
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	?
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,29	?
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	?
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	?
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARS KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	?

Şekil Ek 2.3.3 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı sıvalı olarak oluşturulan dış duvarlar



Şekil Ek 2.3.3a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık : cm

μ-Değeri :

EKLE

SİL

Malzeme	d(cm)
Cimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-cimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

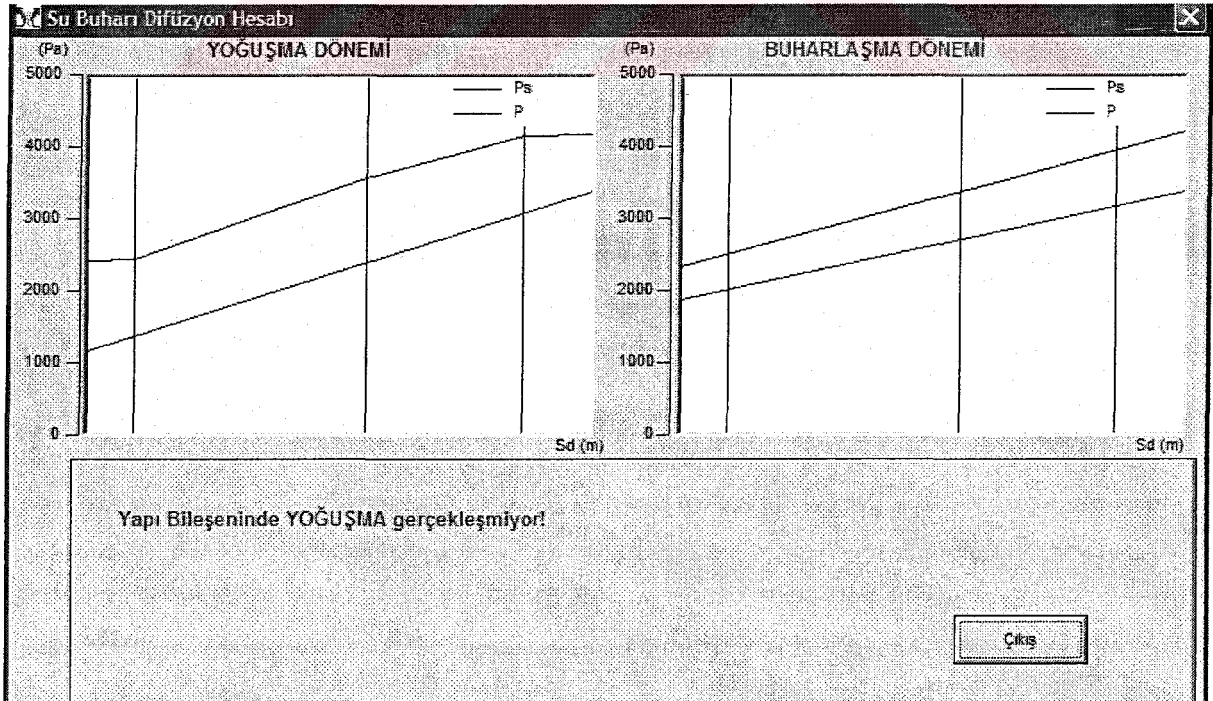
Bileşenin Isı Geçirgenliği : W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

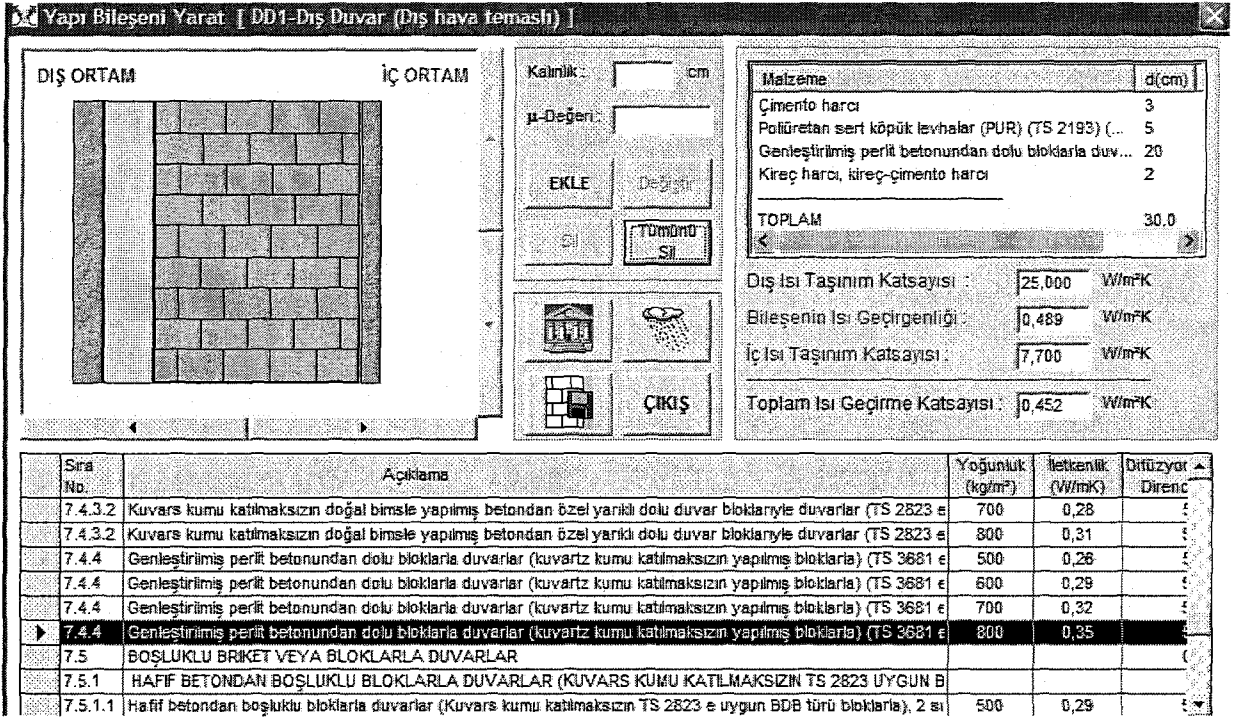
Toplam Isı Geçirime Katsayısı : W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katımsızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	1
7.4.3.2	Kuvars kumu katımsızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	1
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	1
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	1
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	1
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	1
7.5	BOŞLUKLU BRİKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			1
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVAR S KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			1
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katımsızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	1

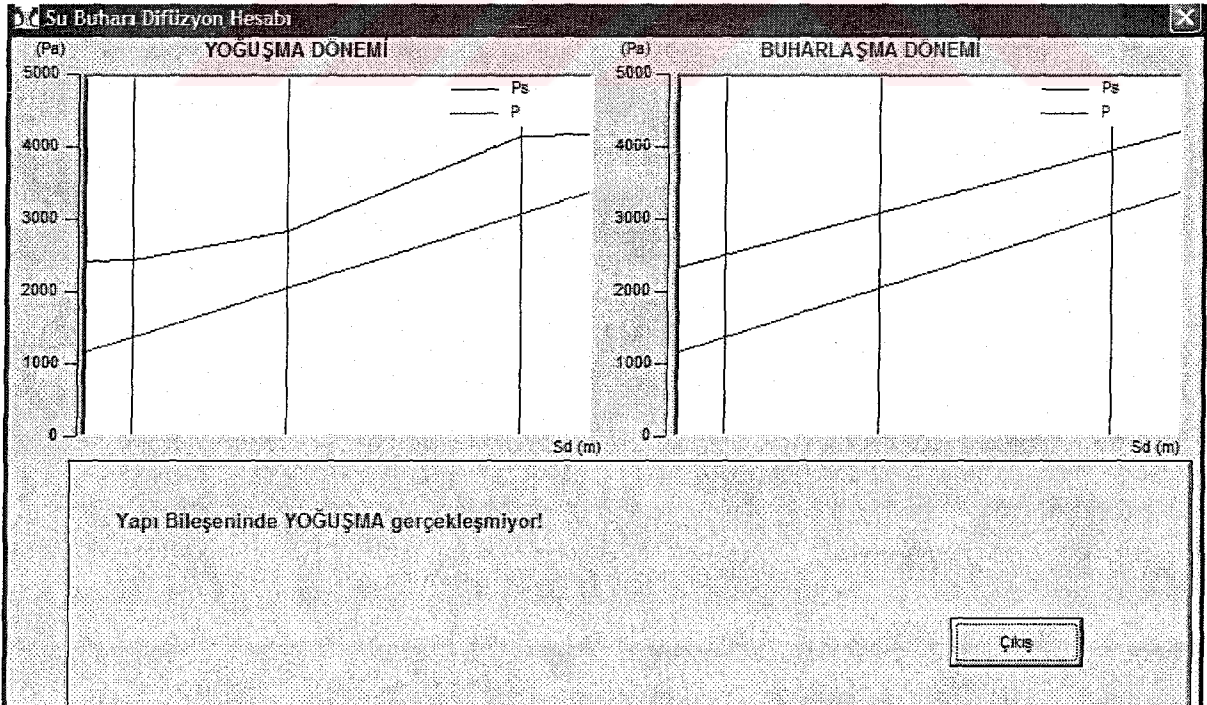
Şekil Ek 2.3.4 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katımsızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.4a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



Şekil Ek 2.3.5 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.5a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	15	30
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	4240
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	3392
Buharlaşma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
<input type="button" value="Kapat"/> <input type="button" value="Tamam"/>		

Şekil Ek 2.3.6 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değeri

Sİ Tümünü Sİ

Yoğuşma Hesabı

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

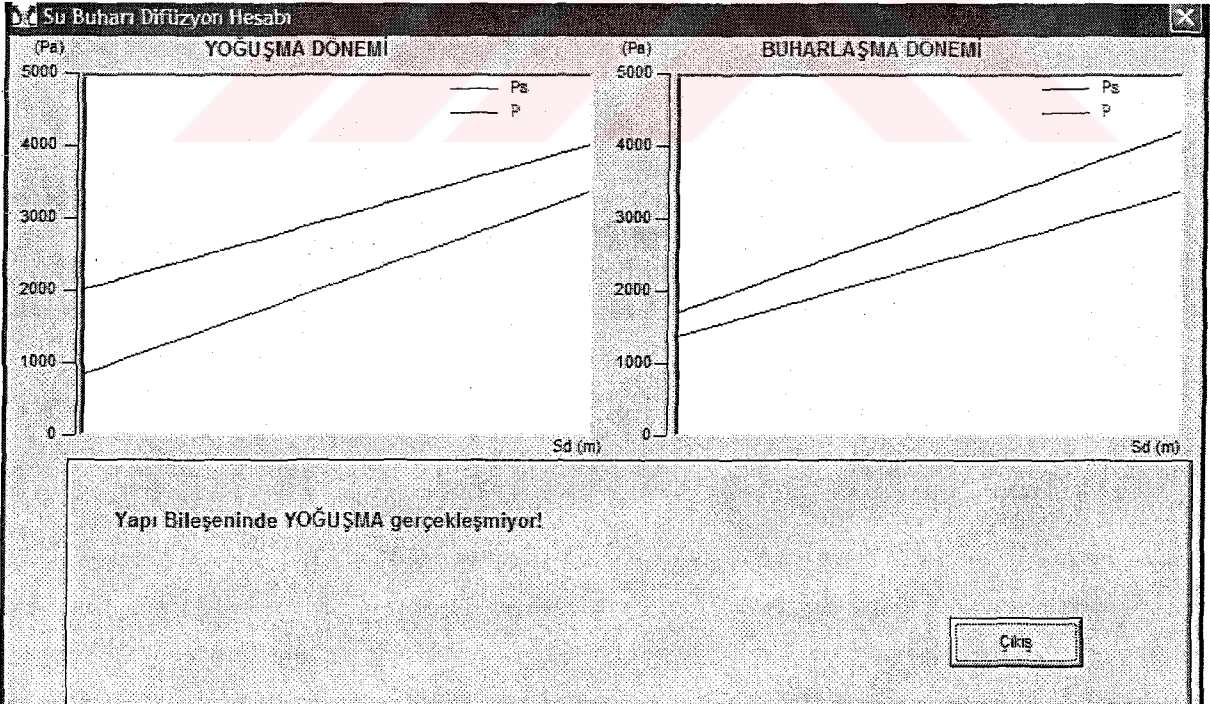
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,750 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: 1,349 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVAR S KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	

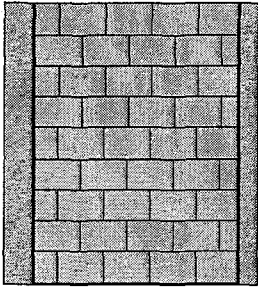
Şekil Ek 2.3.7 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı yalın olarak oluşturulan dış duvarlar



Şekil Ek 2.3.7a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

SİL TUMDUR SİL

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

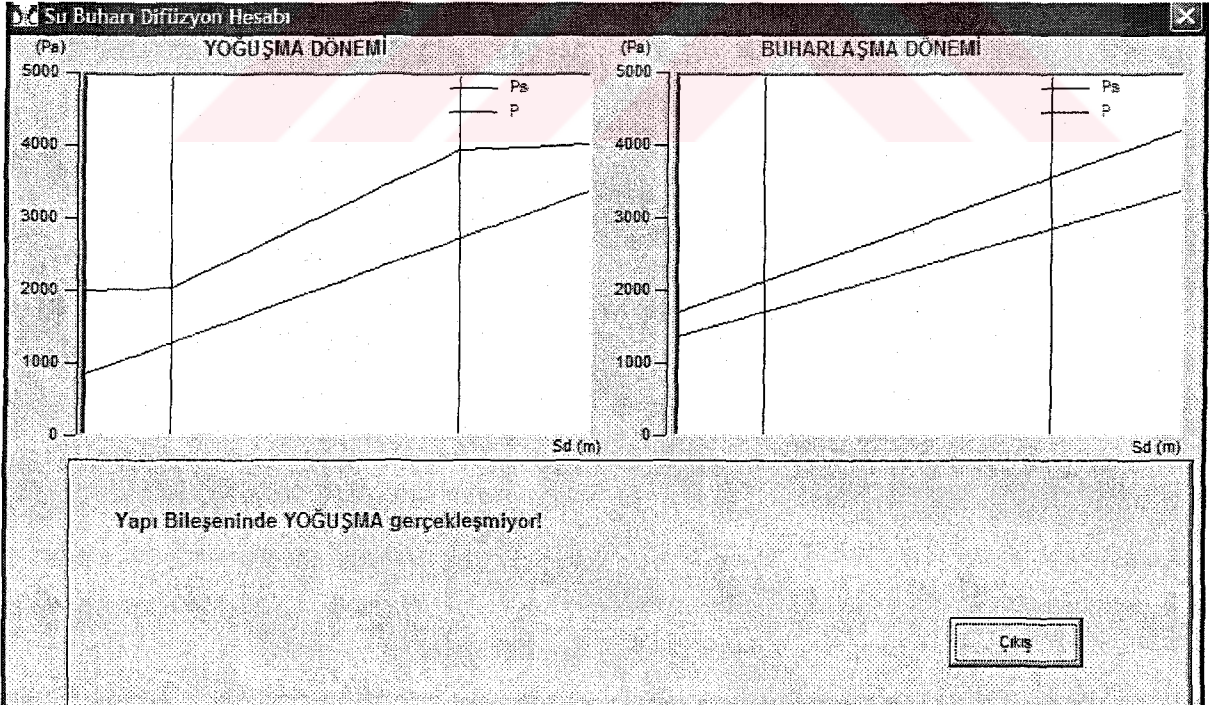
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betonun özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	600	0,24	£
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betonun özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	£
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betonun özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	£
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	£
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,28	£
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	£
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	£
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARS KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			

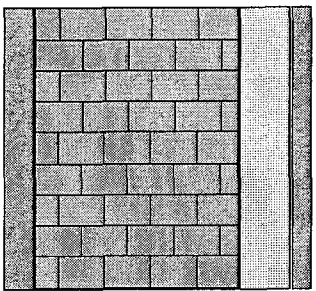
Şekil Ek 2.3.8 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı sıvalı olarak oluşturulan dış duvarlar



Şekil Ek 2.3.8a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

TÜMÜNÜ SİL

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

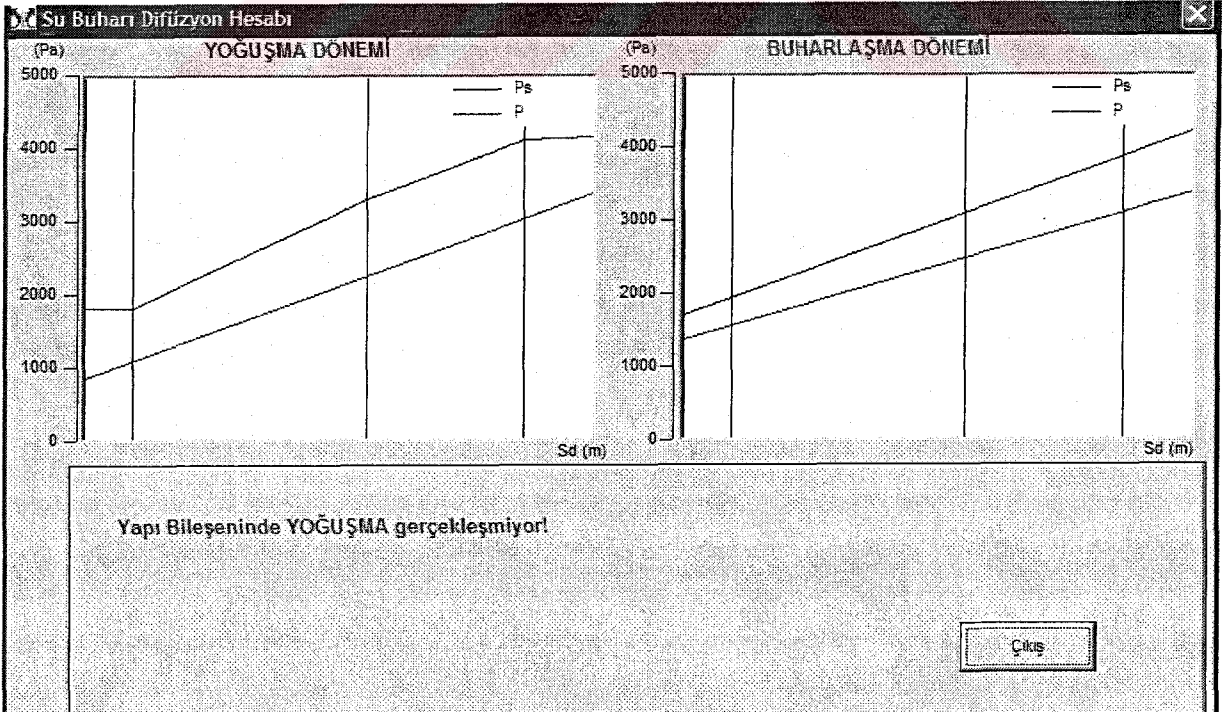
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katımsızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,24	
7.4.3.2	Kuvars kumu katımsızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	
7.4.3.2	Kuvars kumu katımsızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARSA KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			

Şekil Ek 2.3.9 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvartz kumu katımsızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.9a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE

SİL

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

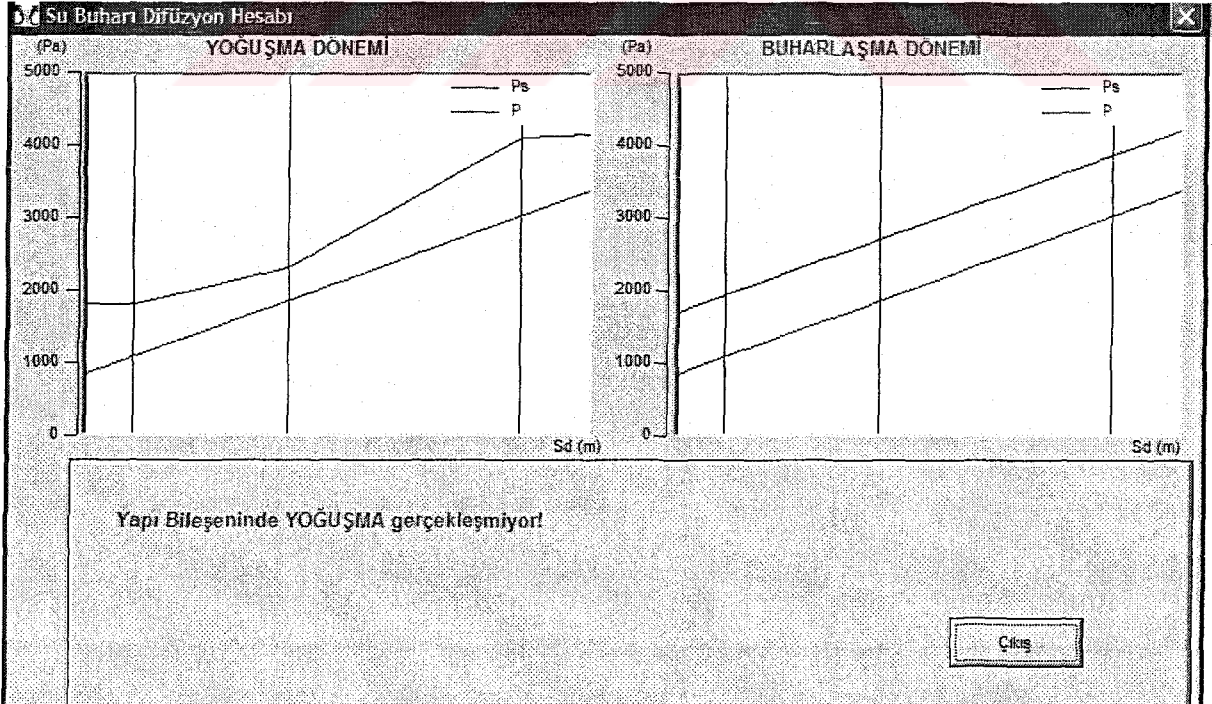
Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıkli dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	700	0,28	
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıkli dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRİKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVAR S KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN Bİ)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	

Şekil Ek 2.3.10 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.10a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2340	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1170	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Gıyirme cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.3.11 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık : cm

μ -Değeri :

EKLE

Malzeme	d(cm)
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

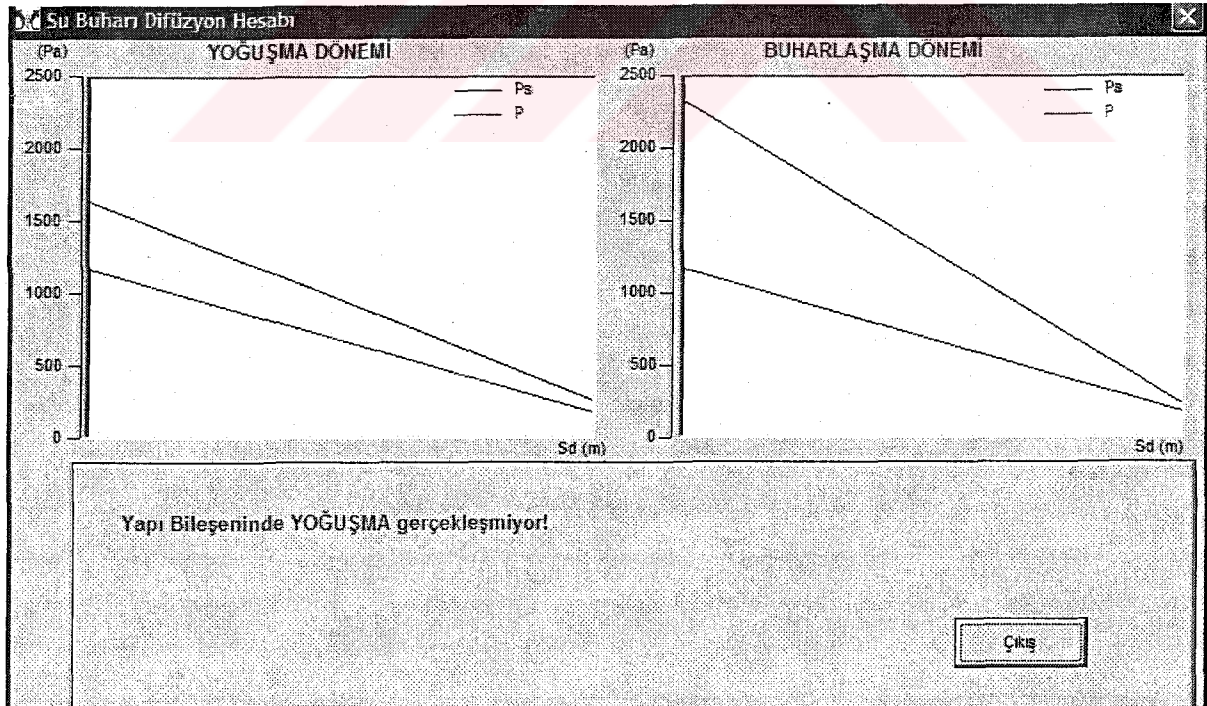
Bileşenin Isı Geçirgenliği : W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

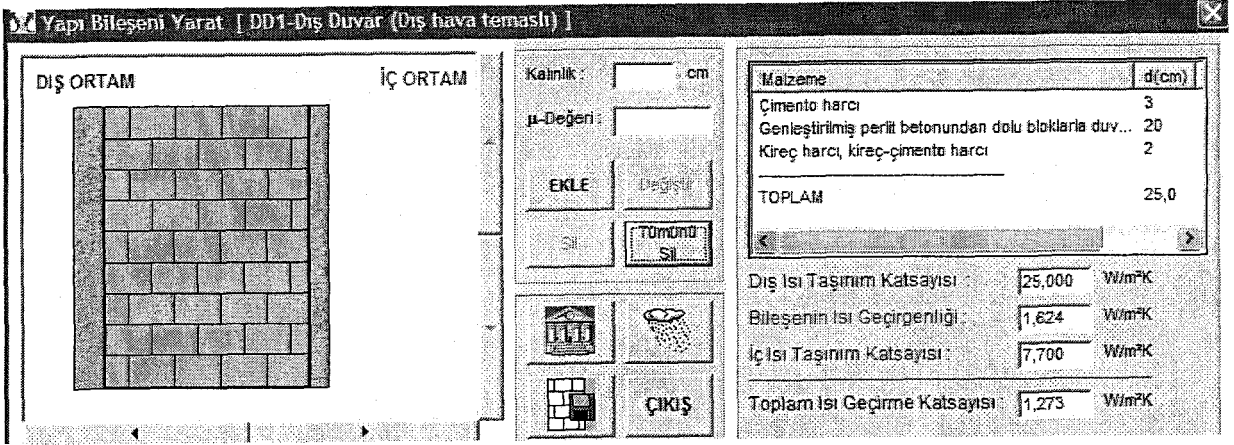
Toplam Isı Geçirme Katsayısı : W/m²K

Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e)	800	0,31	0,26
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	0,29
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	0,32
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	0,35
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRİKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARSA KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvarts kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	0,26
7.5.1.2	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvarts kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 3 sı	600	0,32	0,29

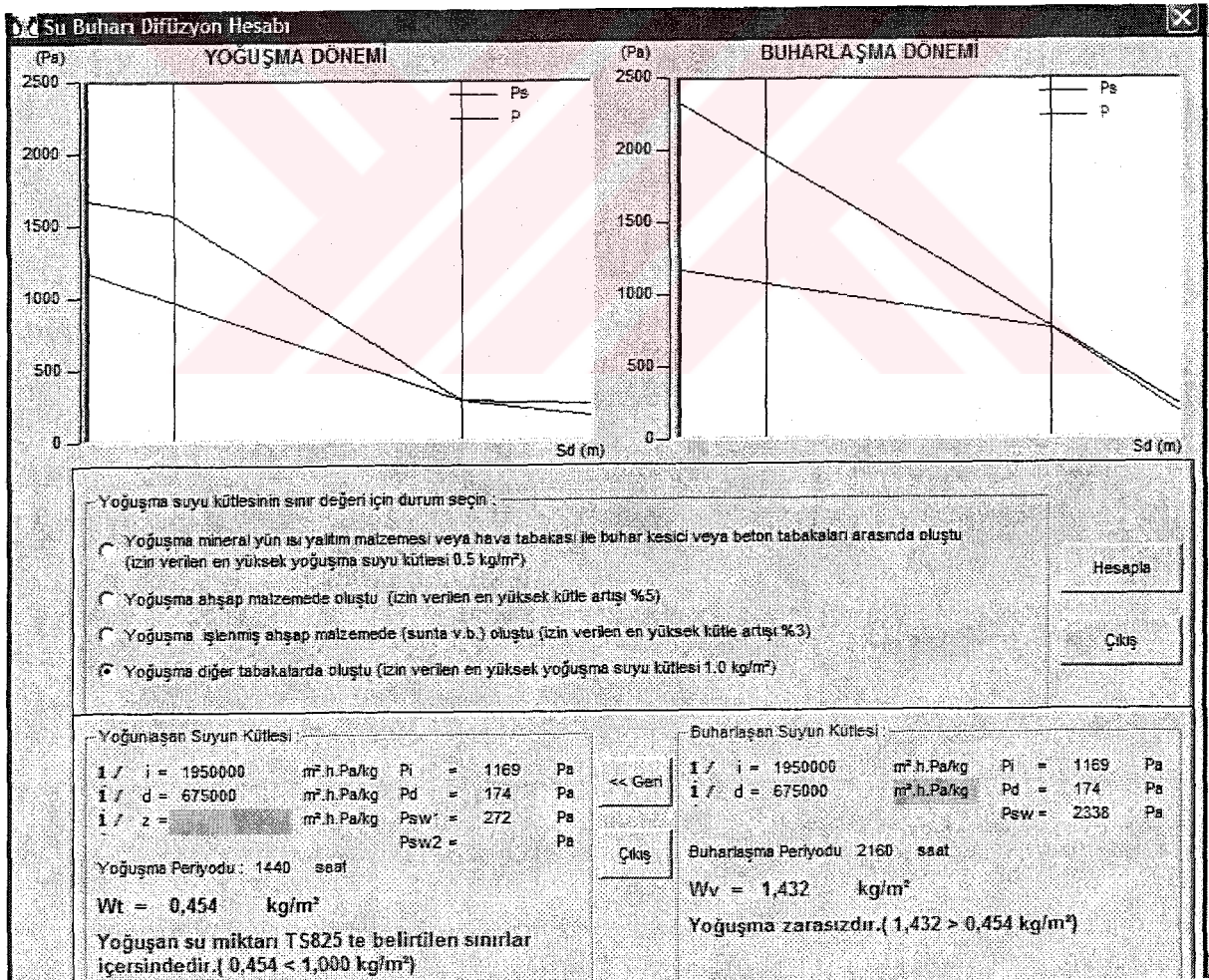
Şekil Ek 2.3.12 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı yalın dış duvar uygulaması



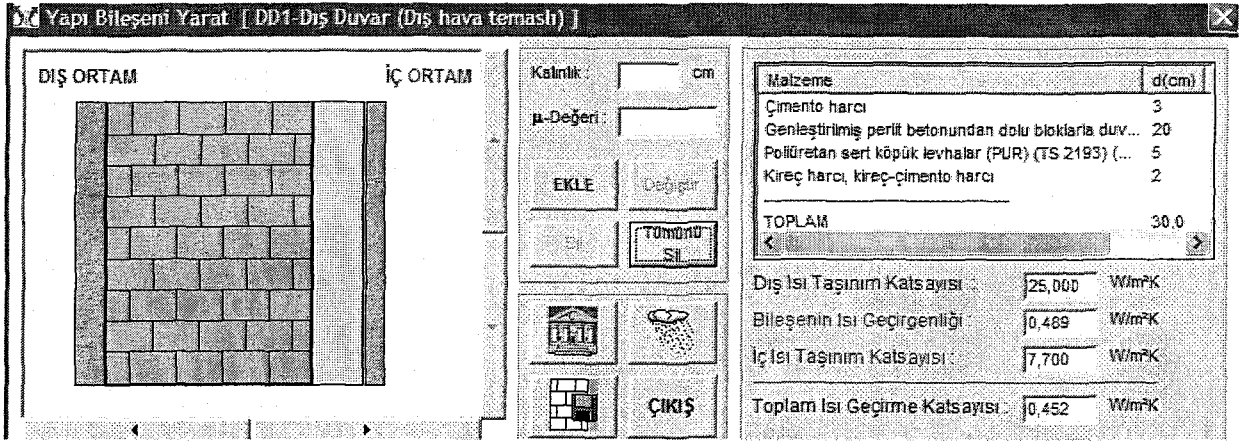
Şekil Ek 2.3.12a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri



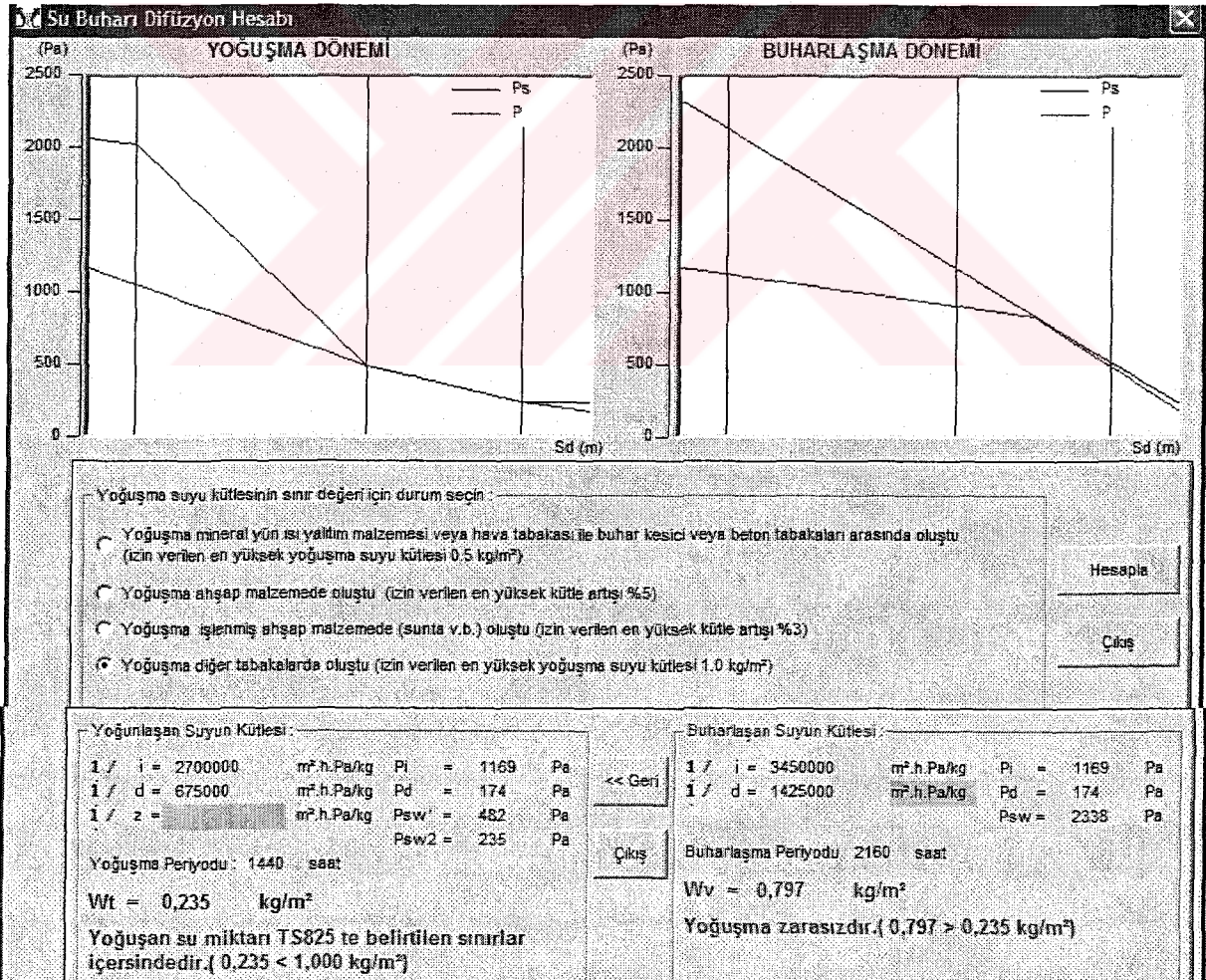
Şekil Ek 2.3.13 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı sıvalı olarak dış duvar uygulaması



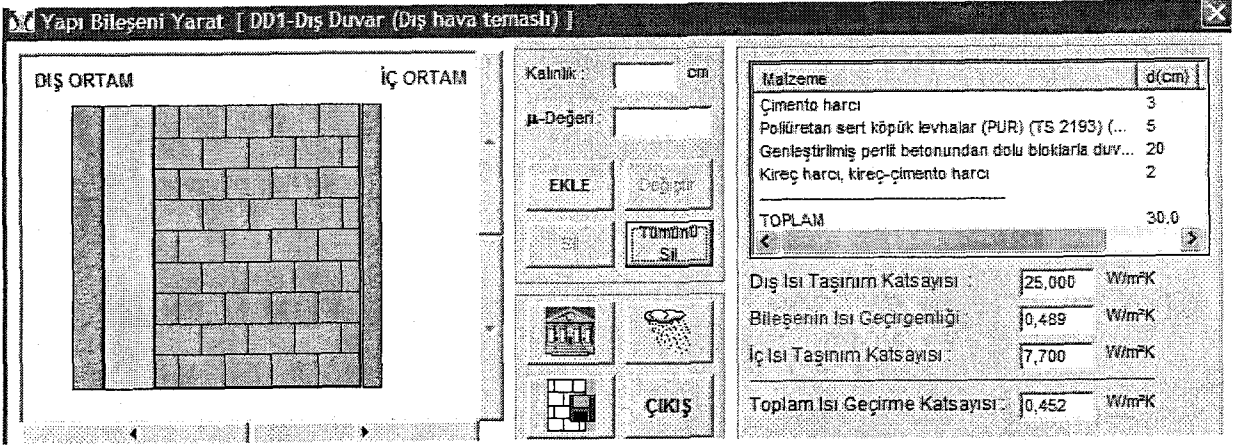
Şekil Ek 2.3.13a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



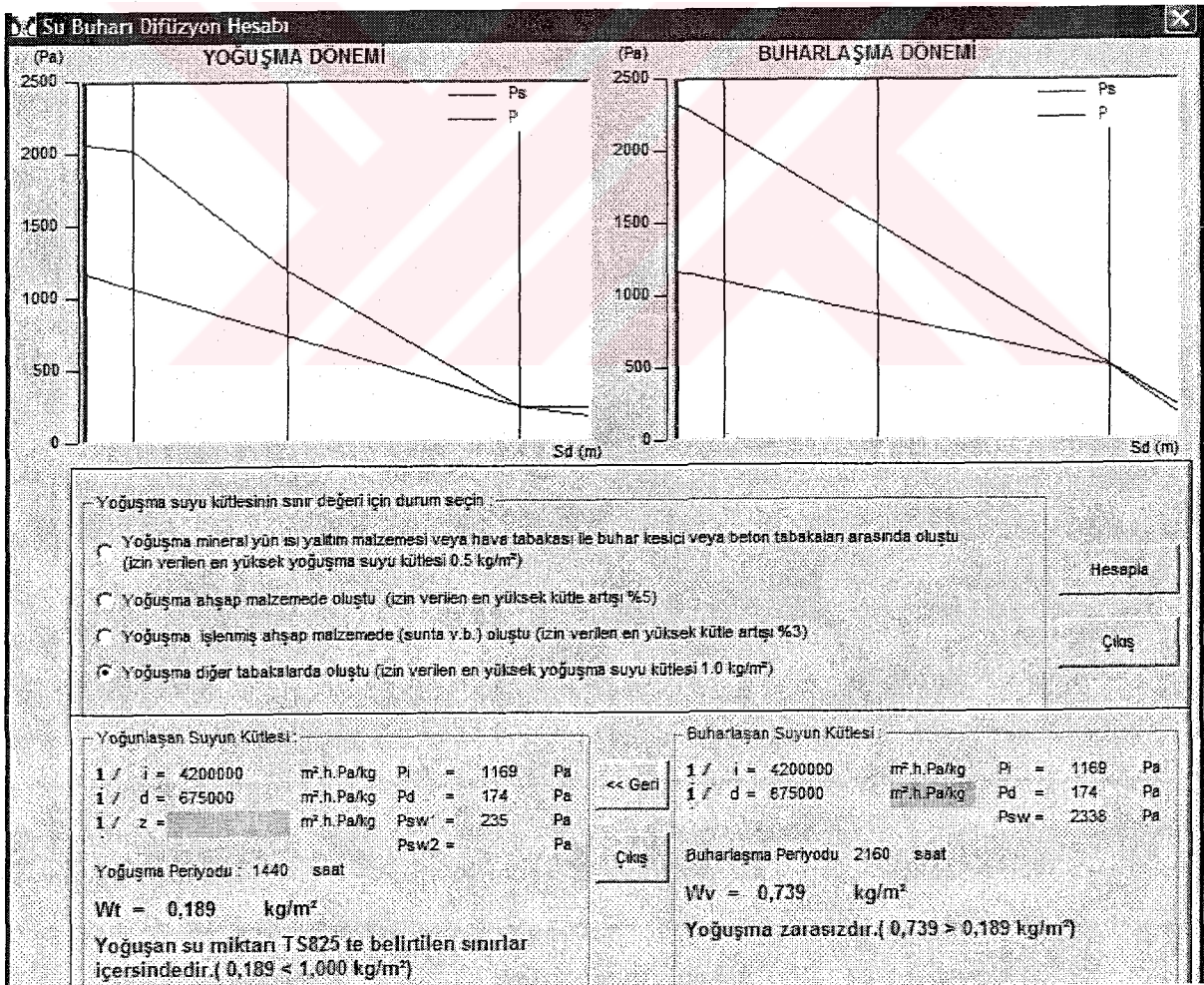
Şekil Ek 2.3.14 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.14a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



Şekil Ek 2.3.15 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.15a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	15	-12
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	1706	217
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	853	174
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
<input type="button" value="Kapat"/> <input type="button" value="Tamam"/>		

Şekil Ek 2.3.16 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM

İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değeri

Sİ Tümünü Sİ

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

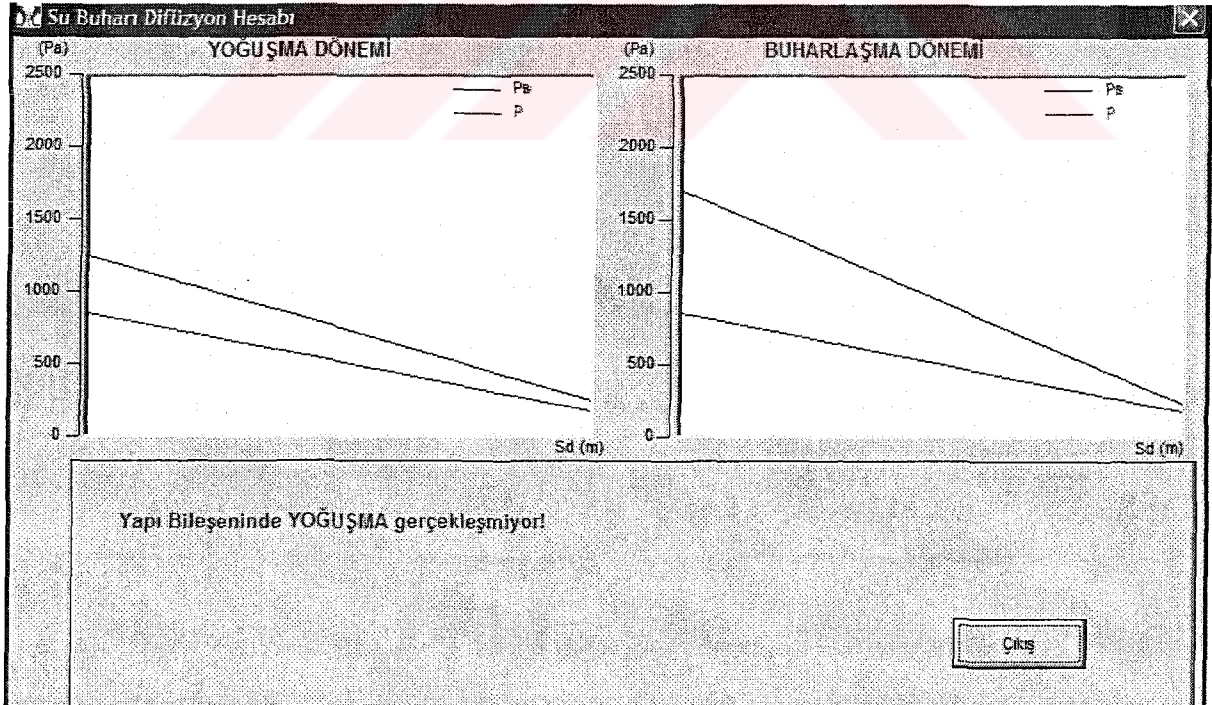
Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,750 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,349 W/m²K

Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e	600	0,24	!
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e	700	0,28	!
7.4.3.2	Kuvars kumu katılmaksızın doğal bimsle yapılmış betondan özel yarıklı dolu duvar bloklarıyla duvarlar (TS 2823 e	800	0,31	!
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e	500	0,26	!
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e	600	0,29	!
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e	700	0,32	!
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e	800	0,35	!
7.5	BOŞLUKLU BRİKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			(
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARS KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)

Şekil Ek 2.3.17 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı yalın dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.3.17a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM



İÇ ORTAM

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

SİL Tümünü Sil

Yoğuşma Hesabı ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

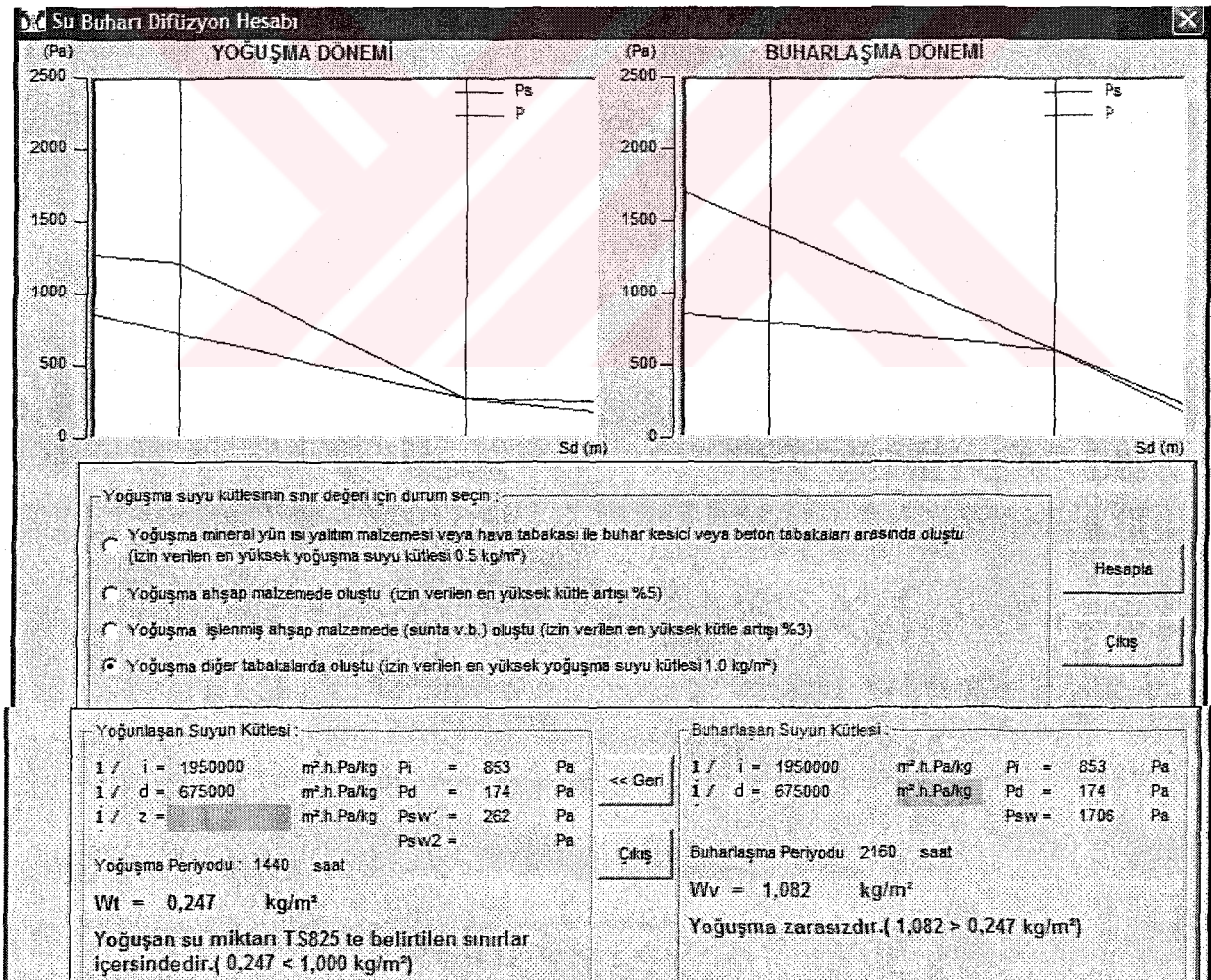
Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

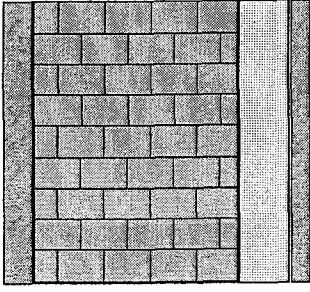
Şekil Ek 2.3.18 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı sıvalı olarak dış duvar uygulaması



Şekil Ek 2.3.18a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

Malzeme	d(cm)
Cimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, iğreç-cimento harcı	2
TOPLAM	30.0

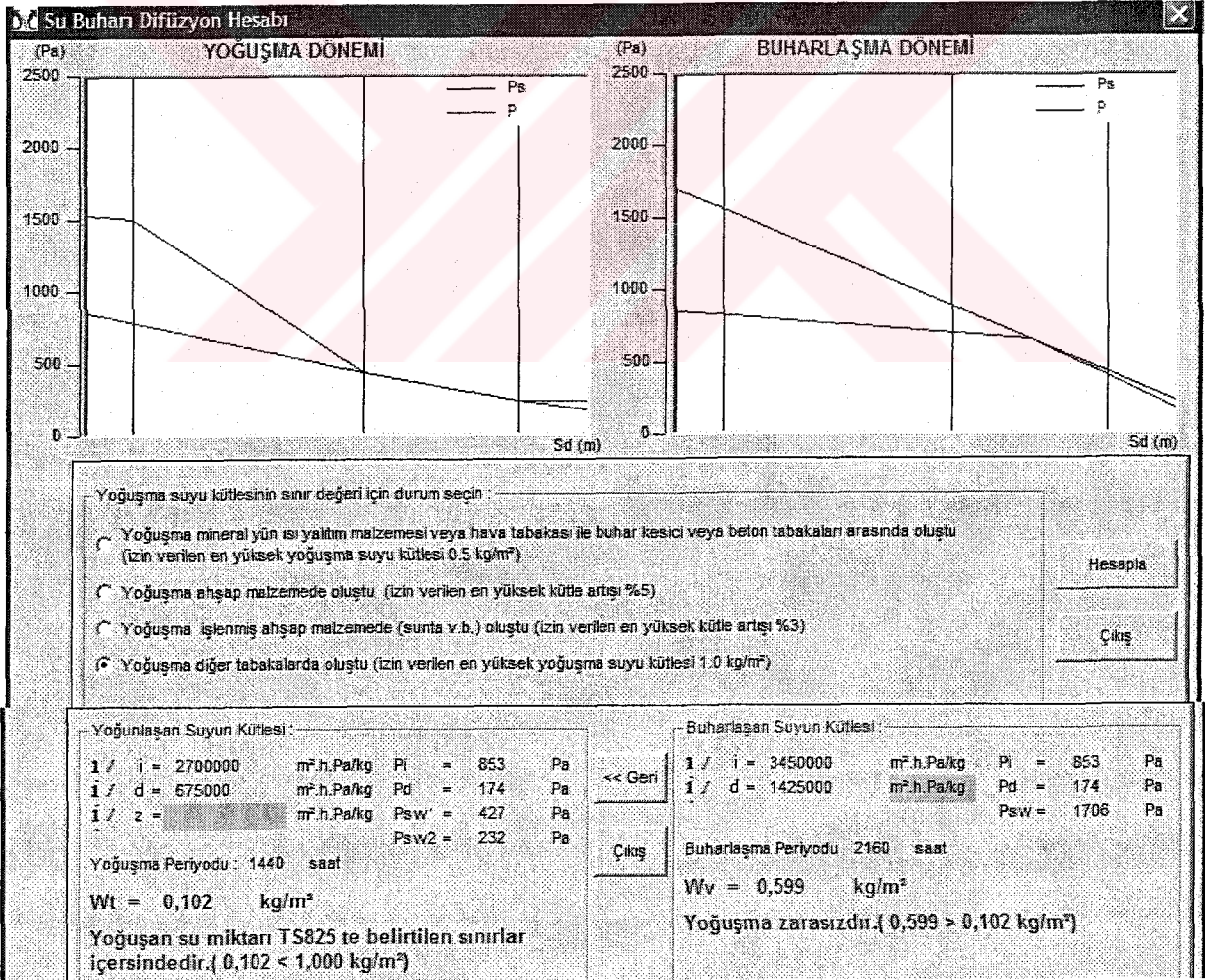
Dış Isı Taşınım Katsayısı : W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : W/m²K

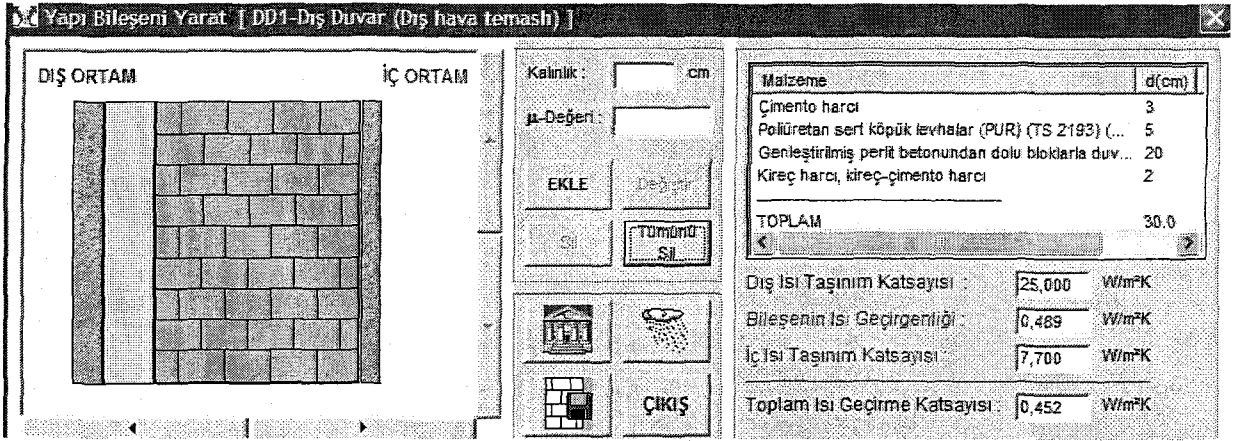
İç İsi Taşınım Katsayısı : W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : W/m²K

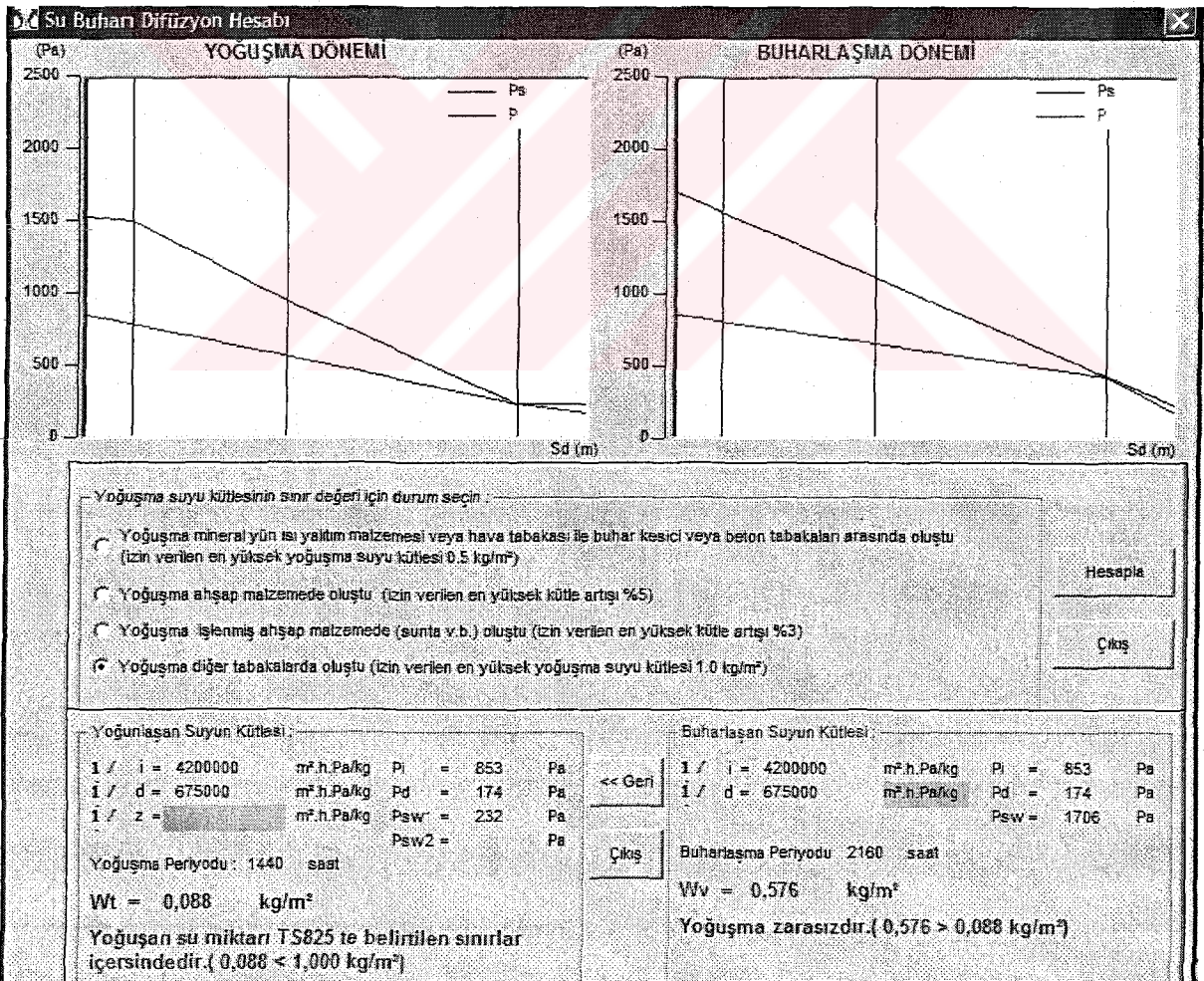
Şekil Ek 2.3.19 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve içten 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.19a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları



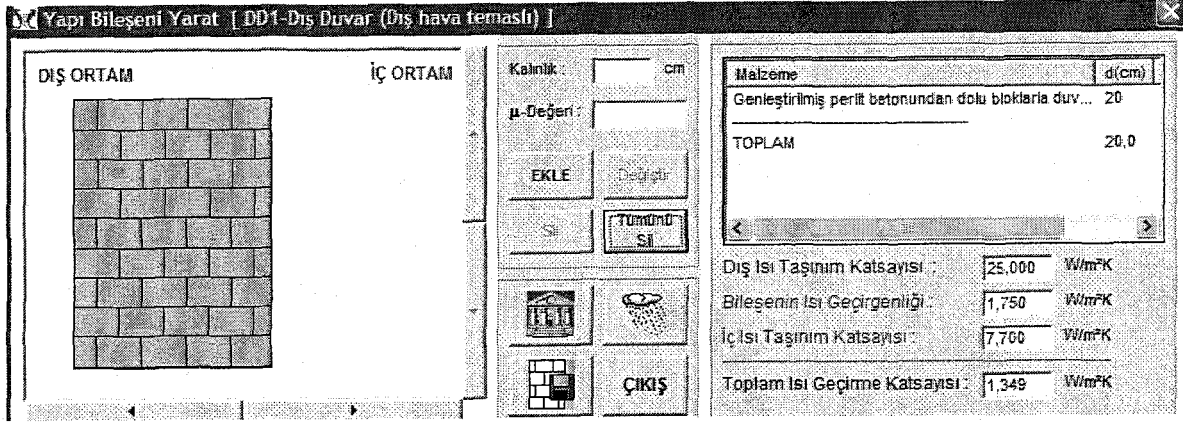
Şekil Ek 2.3.20 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) 20 cm kalınlıklı ve dıştan 5cm'lik poliüretan sert köpük levha ile dış duvar olarak uygulaması



Şekil Ek 2.3.20a Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (oC)	20	-20
Bağıl Nem (%)	50	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2338	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1169	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

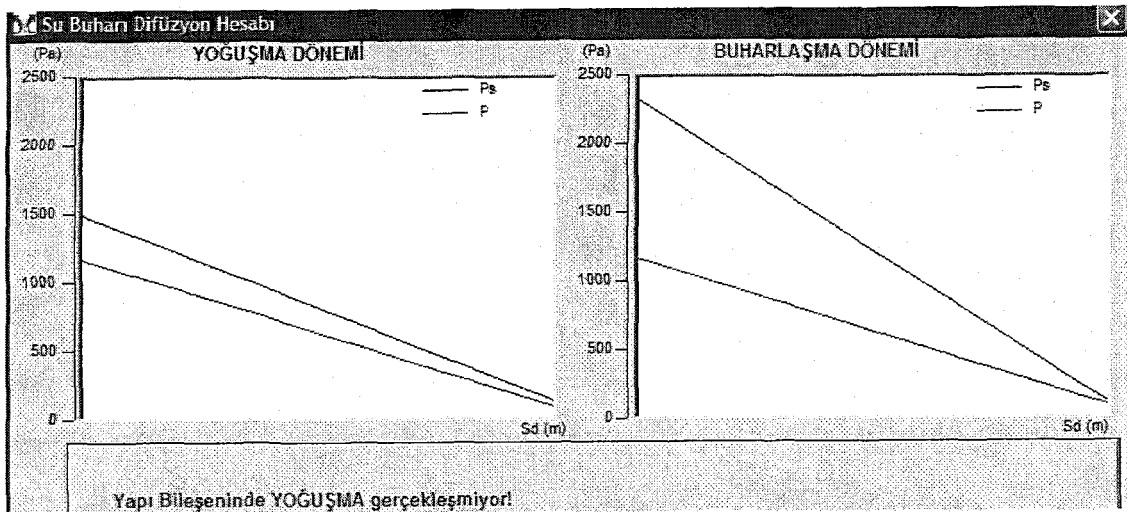
Şekil Ek 2.3.21 İç ve dış ortam sıcaklıkları



Şekil Ek 2.3.22 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 20 cm kalınlıklı dış duvar uygulamaları

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Bu buharı difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabaka kalınlığı Sd (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h (W/mK)	Yüzeyel ısı iletim direnç, malzeme ile ısı direnç $d/\lambda \cdot 10^3$ (m ² K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1. no.1	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (iç)					0,150	20,00	2.340
1	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun agregayla TS 406 ye uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	12,99	1.498
1. no.2	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)						-17,84	127
							-20,00	105
				$\sum Sd =$	1,000			
								$U =$ 1,349 (W/m ² K)

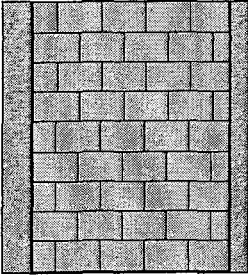
Şekil Ek 2.3.22a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.22b Yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,624 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: 1,273 W/m²K

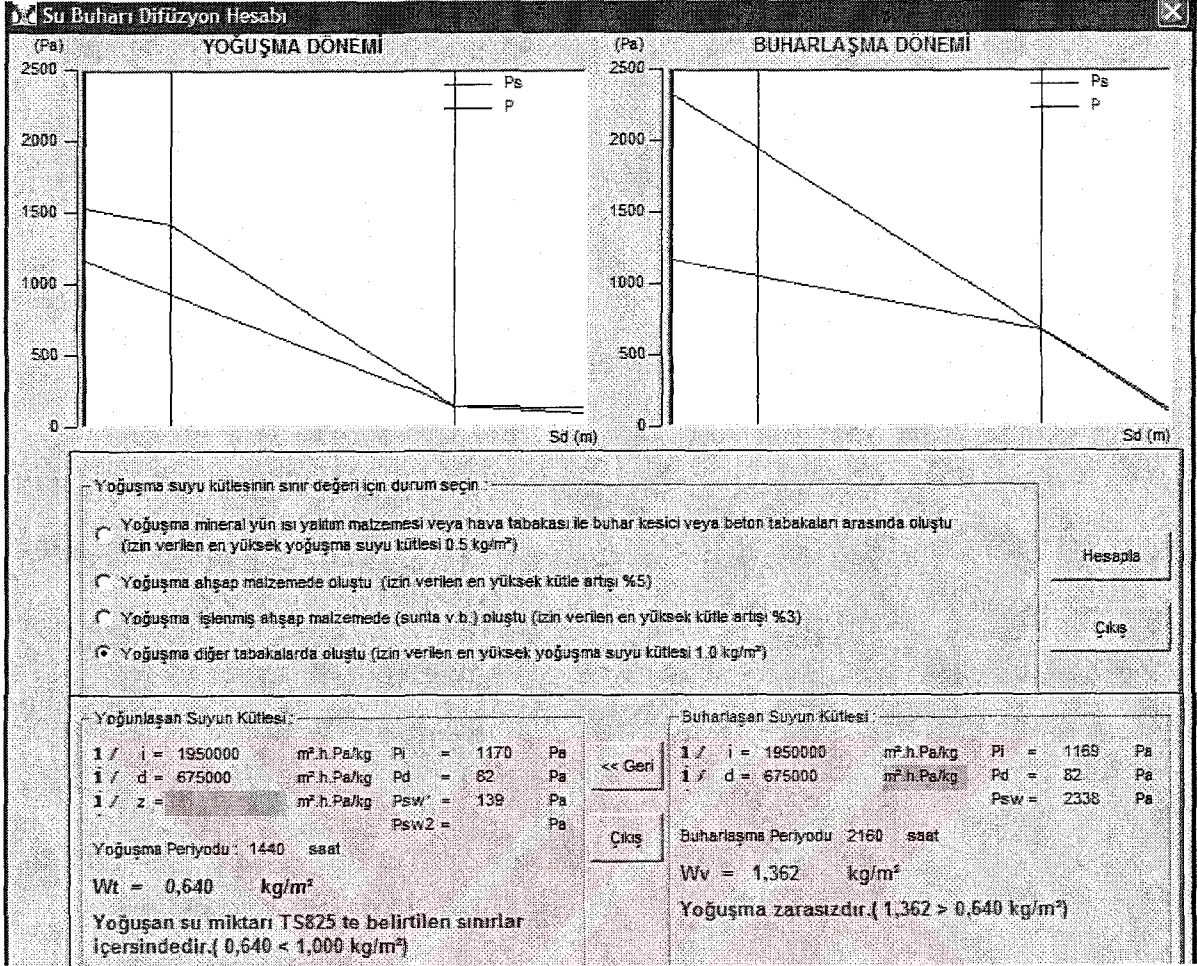
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Denc
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	15
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	15
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.3.23 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan sıvalı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Isı buharı difüzyon direnç katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletim direnç malzemenin ısı iletim d (λ . 1 d)	Isı sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	sd (m)	λh (W/mK)	(m ² K/W)	T (°C)	P _s (Pa)
1 / a	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,340
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	13,39	1,537
2	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3581 e uygun agregası TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	12,22	1,424
3	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-16,87	139
1 / a . e	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-17,95	125
							-20,00	103

$$\Sigma sd = 1,760 \quad U = 1,273 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

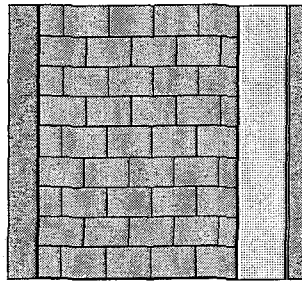
Şekil Ek 2.3.23a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.23b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değiştir

Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,489 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı : 0,452 W/m²K

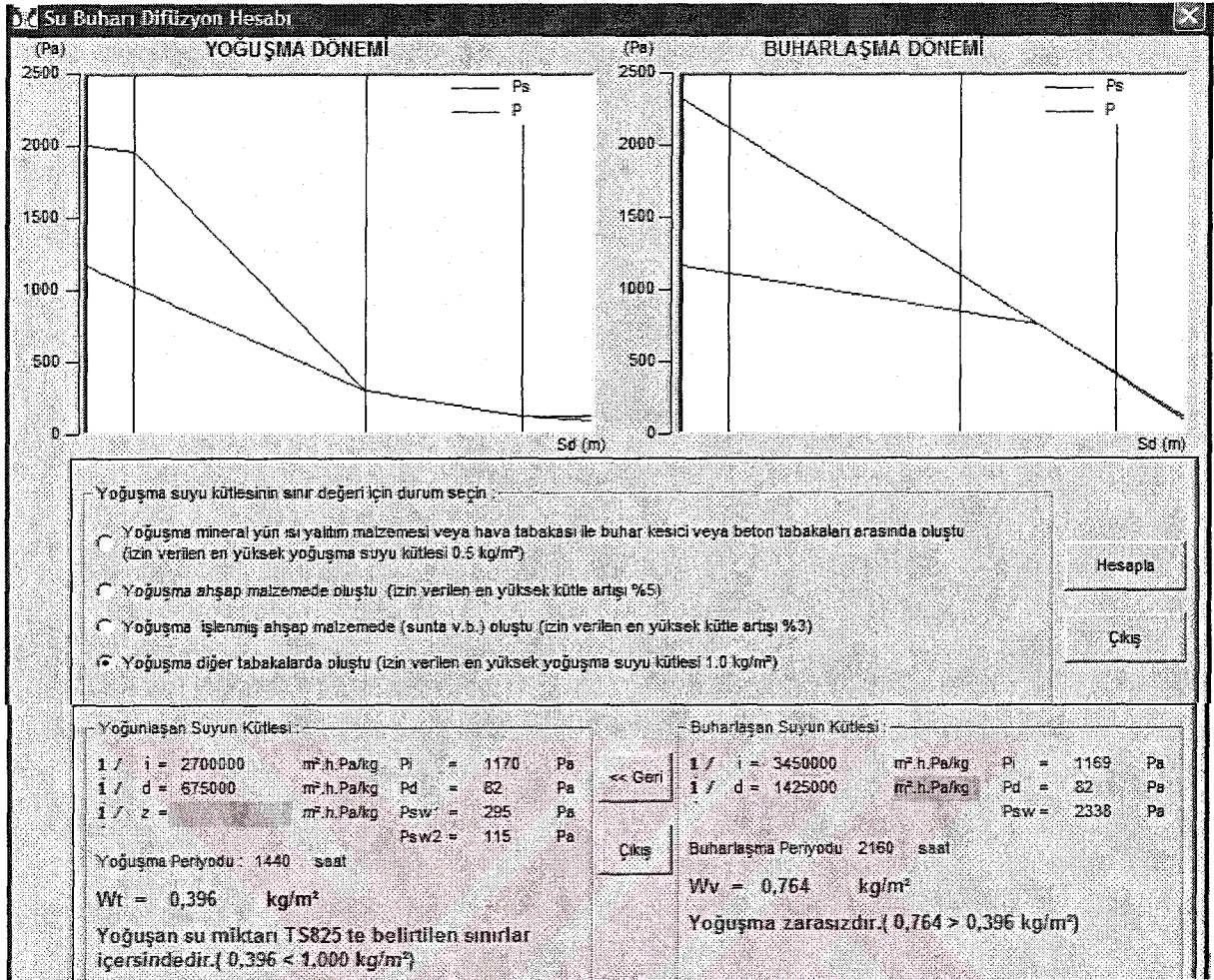
Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Diffüzyon Dirc.
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.3.24 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla içten yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	Sı buharı difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı s _d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ _h (W/mK)	Yükzeysel ısı iletim direnç malzemenin ısı direnç d _h (m ² ·K/W)	Buherlik T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1 (a.)	Yükzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,340
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	17,85	2,020
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10921)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	17,24	1,957
3	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun agregasız TS 405 ye uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	-6,57	284
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-15,89	115
1 (a.)	Yükzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-15,28	110
							-20,00	103

$$\Sigma s_d = 3,280 \quad U = 0,452 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.3.24a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.24b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Değiştir

TÜMÜNÜ SİL

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30.0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 0,489 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı: 0,452 W/m²K

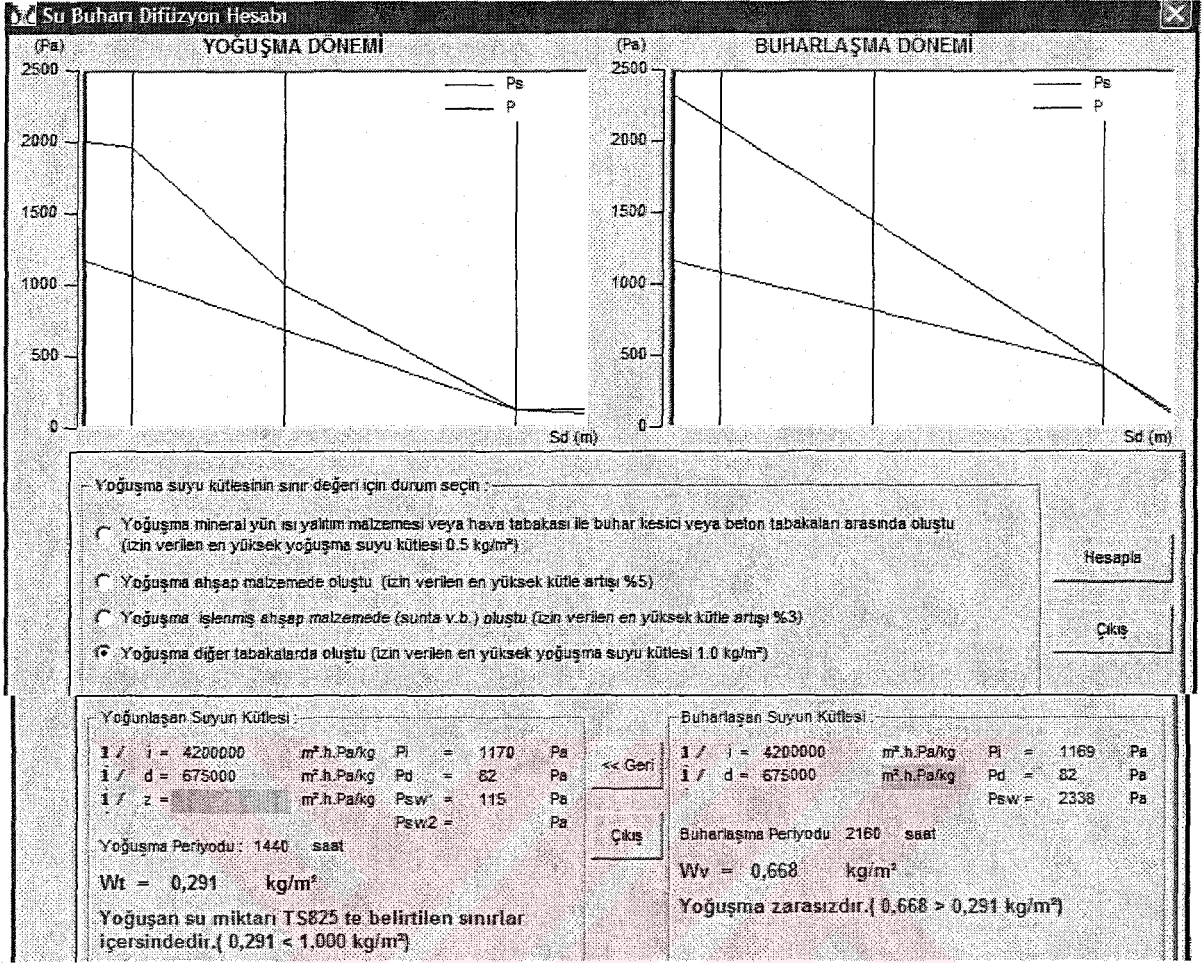
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRİKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARS KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	
7.5.1.2	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 3 sı	600	0,32	
7.5.1.3	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 4 sı	700	0,35	
7.5.1.4	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 5 sı	800	0,38	

Şekil Ek 2.3.25 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla dıştan yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Su buharı difüzyon direnci katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı	Sıcaklık	Doğru su buharı
		d (m)	μ	s_d (m)	λ (W/mK)	α (m ² /K/W)	T (°C)	P _s (Pa)
1.00	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı (iç)					0,130	20,00	2,340
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	17,65	2,020
2	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun) ayrıca TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	17,24	1,957
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10881)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	6,92	957
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-19,29	115
1.00	Yüzeysel ısıli iletim katsayısı (dış)						-19,29	110
							-20,00	103

$$\Sigma s_d = 3,280 \quad U = 0,452 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.3.25a Yoğuşma tablosu



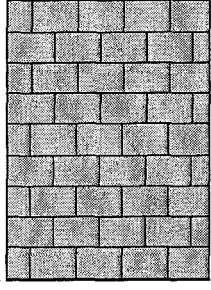
Şekil Ek 2.3.25b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

İklim Şartları		
	İç Ortam	Dış Ortam
Yoğuşma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Yoğuşma Periyodu (saat)	1440	
Buharlaştırma Periyodu		
Hava Sıcaklığı (°C)	22	-20
Bağıl Nem (%)	70	80
Doymuş Su Buharı Basıncı (Pa)	2643	103
Su Buharı Kısmi Basıncı (Pa)	1850	82
Buharlaştırma Periyodu (saat)	2160	
<input type="checkbox"/> Giydirmeye cephe dış kaplaması var		
Kapat		Tamam

Şekil Ek 2.3.26 İç ve dış ortam sıcaklıkları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değiştir

Çİ Tümü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar...	20
TOPLAM	20,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: 1,750 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: 1,349 W/m²K

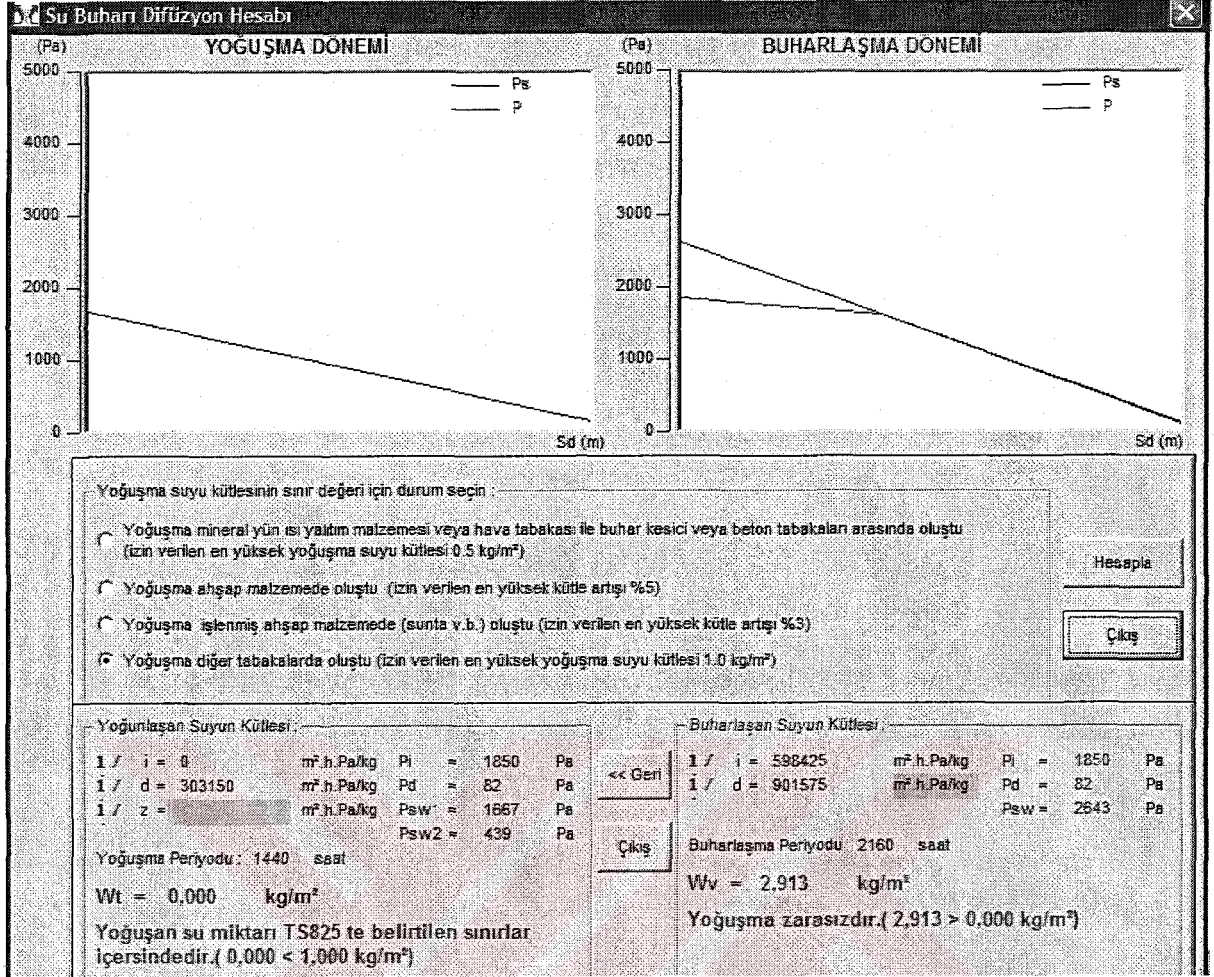
Sıra No	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnç
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	11
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	11
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	11
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	11
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	11
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	11
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	11
4.8	Anorganik asıllı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	900	0,35	11

Şekil Ek 2.3.27 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 20 cm kalınlıklı yalın dış duvar uygulamaları

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	İç buharı difüzyon direnç katsayısı	Ortalama hava-tabaka kalınlığı	Isıl iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletim direnç, malzemenin ısı direnç d/λ . 1.4	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	sd (m)	λh (W/mK)	d/λ . 1.4 (m ² K/W)	T (°C)	P _s (Pa)
1/a.1	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2,543
1	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun agregasız TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	14,54	1,867
1/a.2	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-17,73	128
							-20,00	103

$$\sum s_d = 1,000 \quad U = 1,349 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

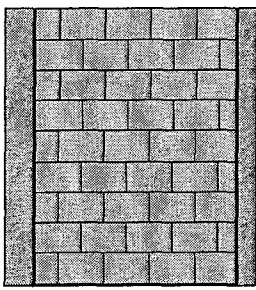
Şekil Ek 2.3.27a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.27b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat. [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ -Değeri:

EKLE Dış Sı

Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvar	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	25,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği: W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı: W/m²K

Toplam Isı Geçirme Katsayısı: W/m²K

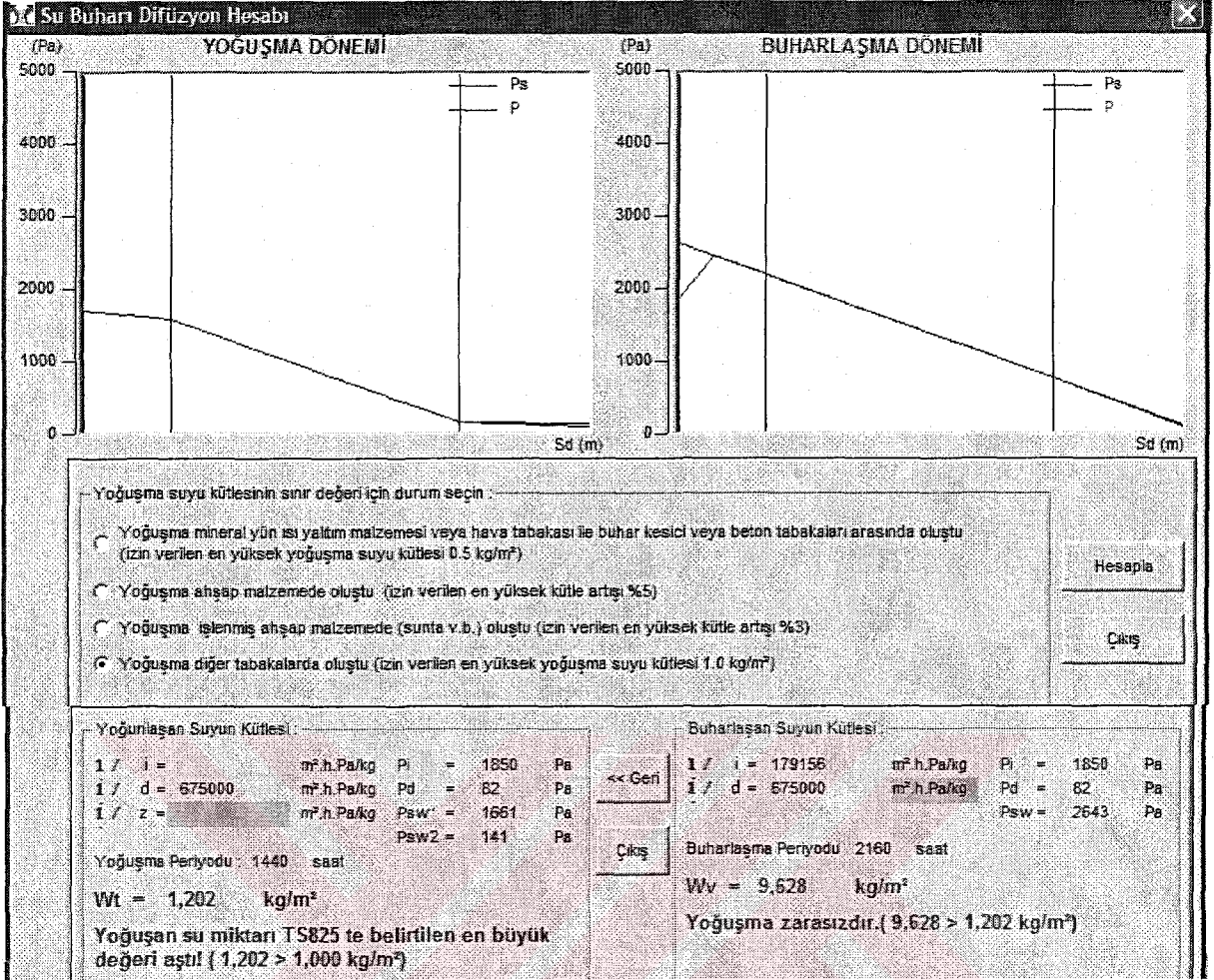
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Direnci
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1200	0,87	13,83
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15,00
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10,00
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10,00
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15,00
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15,00
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik asitli hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15,00

Şekil Ek 2.3.28 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan sıvalı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Bu tabakanın iletkenlik katsayısı	Difüzyon dengeli hava tabakası kalınlığı	Isıl İletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletim katsayısı	Sıcaklık	Doymuş su buharı
		d (m)	μ	δd (m)	λh (W/m ² K)	$d/\lambda \cdot 10^3$ (m ² K/W)	T (°C)	P _s (Pa)
1 (iç)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (iç)					0,130	22,00	2,643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	15,08	1,712
2	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3581 e uygun agregayla TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	5,00	1,000	0,35	0,57	13,83	1,582
3	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,72	141
1 (dış)	Yüzeysel ısı iletim katsayısı (dış)						-17,36	125
							-20,00	103

$$\sum \delta d = 1,760 \quad U = 1,273 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

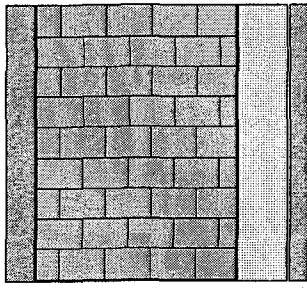
Şekil Ek 2.3.28a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.28b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DIŞ ORTAM **İÇ ORTAM**



Kalınlık: cm

μ-Değeri:

EKLE Değerler

Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,489 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirgenliği : 0,452 W/m²K

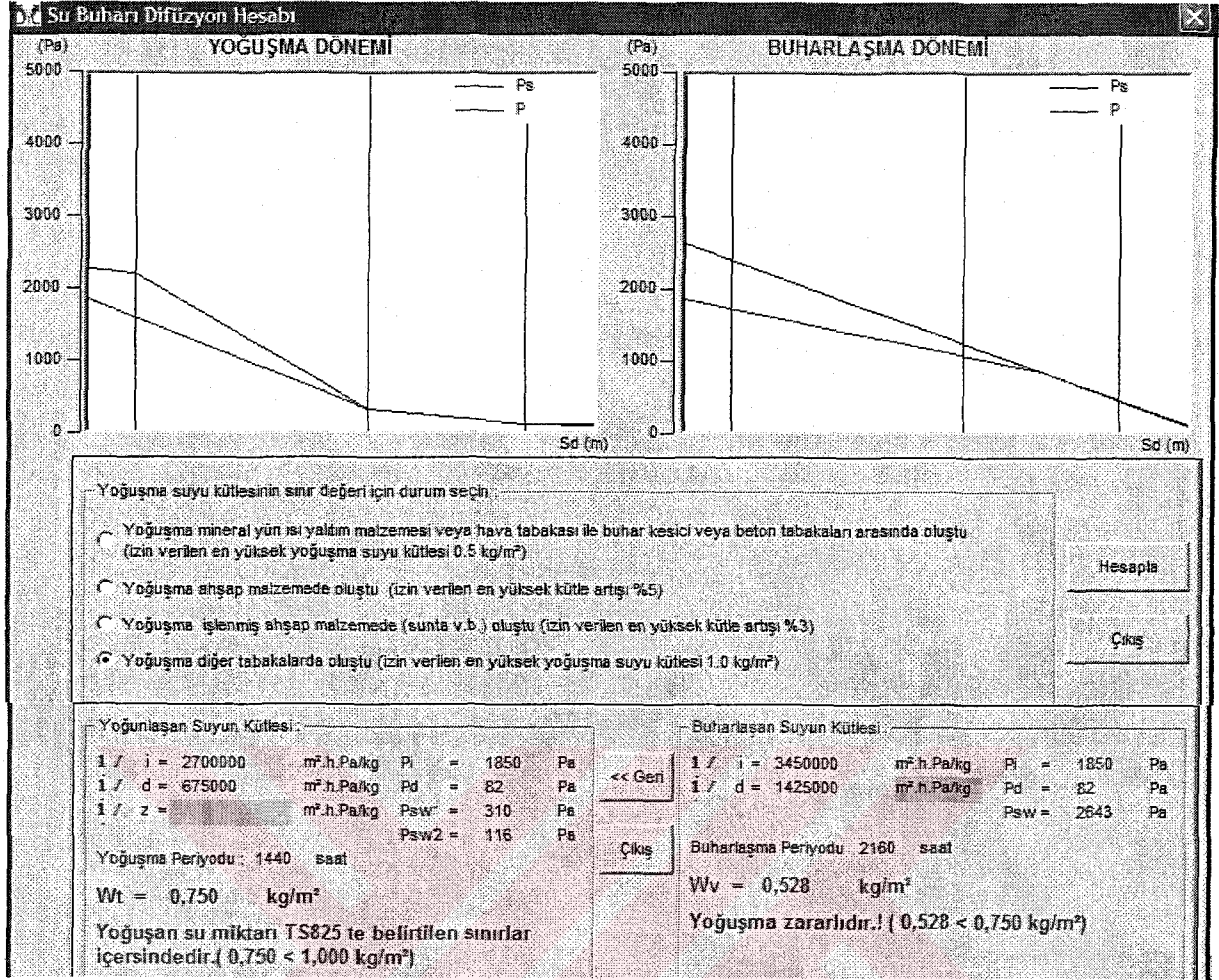
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Denc
4	SIVALAR, ŞAPLAR VE DİĞER HARÇ TABAKALARI			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	1800	0,87	15
4.2	Çimento harcı	2000	1,4	15
4.3	Alçı harcı, kireçli alçı harcı	1400	0,7	10
4.4	Yalnız alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	1200	0,35	10
4.5	Alçı harçlı şap	2000	1,2	15
4.6	Çimento harçlı şap	2000	1,4	15
4.7	Dökme asfalt kaplama, kalınlık >15 mm	2300	0,9	5000
4.8	Anorganik esaslı hafif agregalardan yapılmış sıva harçları	800	0,3	15

Şekil Ek 2.3.29 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla içten yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Tabaka	Tabaka kalınlığı	Isı buharı difüzyon direng katsayısı	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı	Isı iletkenlik hesap değeri	Yüzeysel ısı iletkenliği malzeme ile d/λ . 10 ⁴ (m ² /K ²)	İsoetlik	Doymuş buharı
		d (m)	μ	δd (m)	λ (W/mK)	d/λ . 10 ⁴ (m ² /K ²)	T (°C)	Pt (Pa)
1/a.1	Yüzeysel ısı iletken katsayısı (dış)					0,130	22,00	2,643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,020	15,00	0,300	0,87	0,02	19,54	2,272
2	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10981)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	19,10	2,011
3	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun agregayla TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	8,00	1,000	0,35	0,57	-8,00	210
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-18,83	115
1/a.2	Yüzeysel ısı iletken katsayısı (iç)						-19,24	111
							-20,00	103

$$\Sigma \lambda d = 3,280 \quad U = 0,452 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

Şekil Ek 2.3.29a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.29b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

Yapı Bileşeni Yarat [DD1-Dış Duvar (Dış hava teması)]

DİŞ ORTAM **İÇ ORTAM**

Kalınlık : cm

μ-Değeri :

EKLE Değiştir

Tümünü Sil

ÇIKIŞ

Malzeme	d(cm)
Çimento harcı	3
Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (...)	5
Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duv...	20
Kireç harcı, kireç-çimento harcı	2
TOPLAM	30,0

Dış Isı Taşınım Katsayısı : 25,000 W/m²K

Bileşenin Isı Geçirgenliği : 0,489 W/m²K

İç Isı Taşınım Katsayısı : 7,700 W/m²K

Toplam Isı Geçirime Katsayısı : 0,452 W/m²K

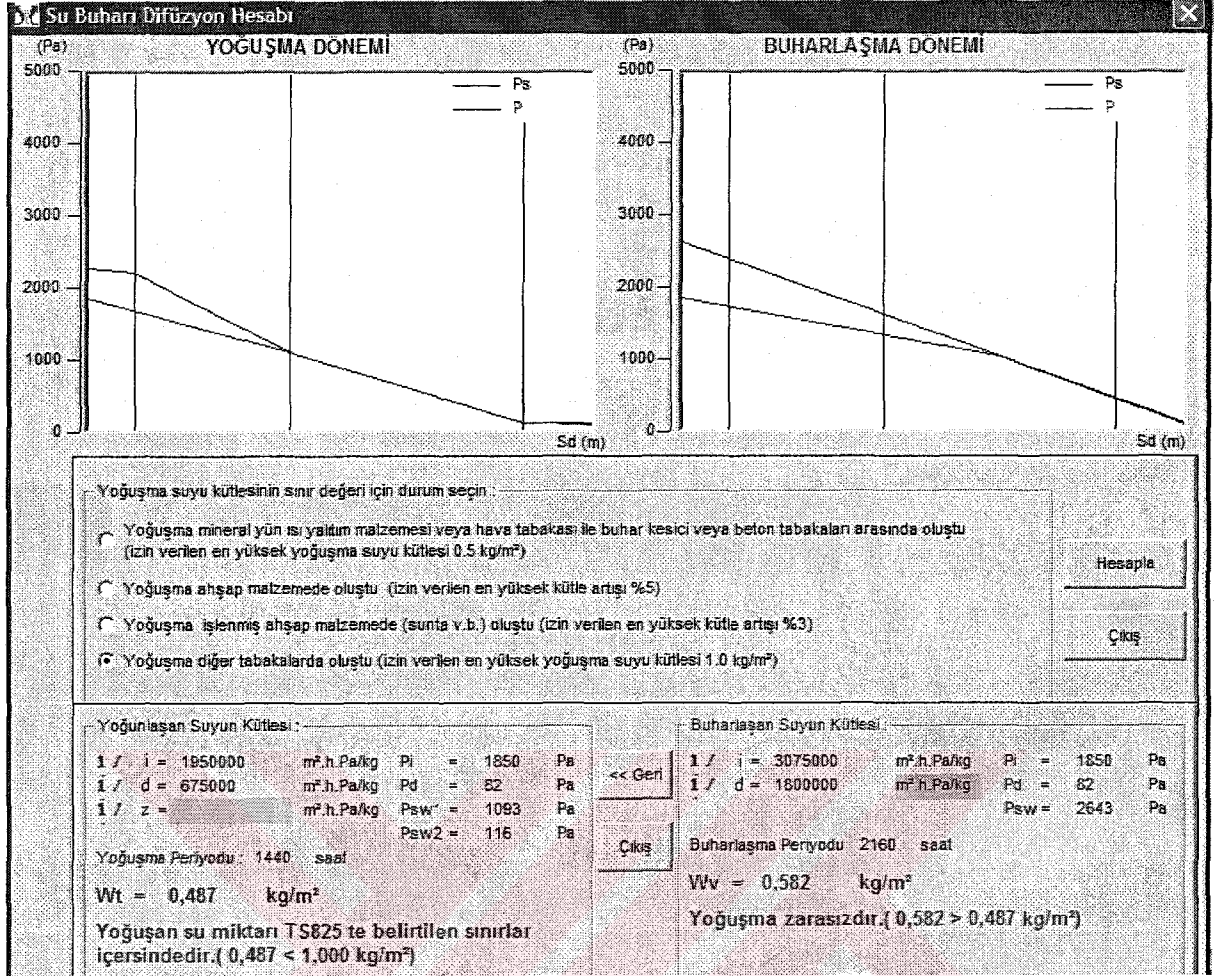
Sıra No.	Açıklama	Yoğunluk (kg/m ³)	İletkenlik (W/mK)	Difüzyon Denc
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	500	0,26	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	600	0,29	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	700	0,32	
7.4.4	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e)	800	0,35	
7.5	BOŞLUKLU BRIKET VEYA BLOKLARLA DUVARLAR			
7.5.1	HAFIF BETONDAN BOŞLUKLU BLOKLARLA DUVARLAR (KUVARS KUMU KATILMAKSIZIN TS 2823 UYGUN B)			
7.5.1.1	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 2 sı	500	0,29	
7.5.1.2	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 3 sı	600	0,32	
7.5.1.3	Hafif betondan boşluklu bloklarla duvarlar (Kuvars kumu katılmaksızın TS 2823 e uygun BDB türü bloklarla), 4 sı	700	0,35	

Şekil Ek 2.3.30 800 kg/m³ Yoğunluklu genleştirilmiş perlit betonundan (kuvarts kumu katılmaksızın yapılmış) dolu bloklarla yapılan 5 cm kalınlıklı poliüretan sert köpük levhalarla dıştan yalıtımlı dış duvar uygulaması

No.	Tabaka	Tabaka kalınlığı d (m)	2n bükürü difüzyon direnç katsayısı μ	Difüzyon dengi hava tabakası kalınlığı sd (m)	Isıl İletkenlik katsayısı değeri λh (W/mK)	Yüzeyel ısı iletim katsayısı değeri, malzemenin ısı iletim katsayısı d/λh (m ² K/W)	Sıcaklık T (°C)	Doymuş su buharı Ps (Pa)
1. no.	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)					0,130	22,00	2.643
1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,030	15,00	0,300	0,87	0,02	19,54	2.272
2	Genleştirilmiş perlit betonundan dolu bloklarla duvarlar (kuvartz kumu katılmaksızın yapılmış bloklarla) (TS 3681 e uygun agregası TS 406 ya uygun olarak yapılmış bloklarla)	0,200	3,00	1,000	0,35	0,57	19,10	2.211
3	Poliüretan sert köpük levhalar (PUR) (TS 2193) (TS 10324)	0,050	30,00	1,500	0,04	1,43	8,26	1.093
4	Çimento harcı	0,030	15,00	0,450	1,40	0,02	-13,33	115
1. no.	Yüzeyel ısı iletim katsayısı (dış)						-19,24	111
							-20,00	103

$$\sum sd = 3,260 \quad U = 0,452 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

Şekil Ek 2.3.30a Yoğuşma tablosu



Şekil Ek 2.3.30b Sistemde oluşan yoğuşma ve buharlaşma dönemi grafikleri ve hesapları

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 06.06.1979

Doğum yeri Adana

Lise 1993 – 1997

Adana Özel Yeni Lise – Lise Kısmı

Lisans 1997 – 2001

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2001 –

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2002 – Devam ediyor

YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi

