

100607

TC. YENİ YÜZ YIL
DOĞURMA

**YAPI ELEMANLARINDA ISI ve BUHAR GEÇİŞİNİN SAYISAL ve
DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Erhan ÇORAP

100601

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 Mayıs 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 17 Haziran 1999**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Taner DERBENTLİ

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Yılmaz ÖZTÜRK

Doç. Dr. Cem PARMAKSIZOĞLU

Taner Derbentli
Y. Öztürk
Cem Parmaksızoğlu

HAZİRAN 1999

ÖNSÖZ

Bu konuda çalışmaya beni yönlendiren ve yöneten, en yoğun olduğu zamanlarda bile yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Taner Derbentli'ye ve tüm öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle bugünlere gelmemi sağlayan sevgili anneme ve babama teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca deneysel çalışmam sırasında ihtiyacım olan her imkanı sağlayan İzocam A.Ş.'ne de çok teşekkür ederim.

31 Mayıs 1999, İstanbul

Erhan ÇORAP



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. YAPI ELEMANLARINDA ISI GEÇİŞİ ve BUHAR DİFÜZYONU İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER	6
2.1 Isı geçişi	6
2.2 Isı geçişi hesaplamasında kullanılan bağıntılar	7
2.3 Yapılarda Nemin Esasları	8
2.3.1 Havada su buharının özellikleri	10
2.3.1.1. Malzemelerin bozulması	11
2.3.1.2. Isı geçişine nemin etkisi	12
2.3.1.3. Hava kaçaklarının önemi	13
2.4 Buhar difüzyonu	14
2.4.1 Duvardan su buharı geçişi	14
2.4.2 Duvar da yoğuşma olayı	22
2.5 Buhar difüzyonu hesaplamasında kullanılan bağıntılar	25
2.6 Buhar kesicilerin fonksiyon ve özellikleri	25
2.6.1. Buhar kesicilerin sınıflandırılması	25
3. ISI GEÇİŞİ ve BUHAR DİFÜZYONUNUN DENEYSEL İNCELENMESİ	27
3.1 Deney odası	28
3.2 Tablolar	30
4. SAYISAL İNCELEME	32

4.1 Bilgisayar Programında incelenen duvar tipleri ve tanıtımı	32
4.2 Programın tanıtımı	34
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	38
5.1 Sıcaklık - basınç grafikleri ve hesaplar	39
5.2 Öneriler	104
KAYNAKLAR	108
EK I Program Listesi	110
EK II Örnek duvar tipleri için program çıktıları	114
EK III Ekonomik Analiz	168
ÖZGEÇMİŞ	177

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Terleme olmaması için müsaade edilebilen en fazla soğuma dereceleri.....	9
Tablo 2.2. Malzemelere ait geçirim ve difüzyon direnç katsayısı değerleri.....	20
Tablo 3.1. Deney odasında kullanılan malzemelerin teknik özellikleri.....	27
Tablo 3.2. Deney odası ölçüm sonuçları.....	29
Tablo 3.3. Deney odası ölçüm sonuçları.....	30
Tablo 3.4. Deney odası ölçüm sonuçları.....	30
Tablo 3.5. Deney odası ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 3.6. Deney odası ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 3.7. Deney odası ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 3.8. Deney odası ölçüm sonuçları.....	31
Tablo 5.1. Program datalarında kullanılan malzemelerin teknik özellikleri.....	38
Tablo 5.2. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	73
Tablo 5.3. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	73
Tablo 5.4. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	74
Tablo 5.5. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri	74
Tablo 5.6. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.	75
Tablo 5.7. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri	75
Tablo 5.8. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	76
Tablo 5.9. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri	76
Tablo 5.10. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	77

Tablo 5.11.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	77
Tablo 5.12.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	78
Tablo 5.13.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	78
Tablo 5.14.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	79
Tablo 5.15.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	79
Tablo 5.16.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	80
Tablo 5.17.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	80
Tablo 5.18.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	81
Tablo 5.19.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	81
Tablo 5.20.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	82
Tablo 5.21.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	82
Tablo 5.22.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	83
Tablo 5.23.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	83
Tablo 5.24.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	84
Tablo 5.25.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	84
Tablo 5.26.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	85
Tablo 5.27.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	85
Tablo 5.28.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	86
Tablo 5.29.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	86
Tablo 5.30.	Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	87
Tablo 5.31.	Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri.....	87
Tablo A.1.	Örnek binada kullanılan malzemelerin teknik özellikleri.....	169

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: Tek elemanlı bir duvar ve buhar geçiş parametreleri.....	16
Şekil 2.2	: Tek malzemeden yapılmış duvarda teras çatı yalıtımı.....	22
Şekil 2.3	: Buhar kesici tabaka bulunması halinde basınç dağılımı.....	23
Şekil 2.4	: Tek elemanlı bir duvar ve buhar geçiş parametreleri.....	24
Şekil 3.1	: Örnek olarak hazırlanan taşıyıcılı sandviç ve yalın duvar.....	27
Şekil 3.2	: Deney Odası.....	29
Şekil 3.3	: Deney Odası termal kamera fotoğrafı.....	29
Şekil 4.1	: Sandviç duvar.....	32
Şekil 4.2	: Gazbeton duvar.....	33
Şekil 4.3	: Yalın duvar.....	33
Şekil 4.4	: Yapı elemanının kontrol hacimlerine bölünmesi.....	34
Şekil 4.5	: Programın blok akış diagramı.....	35
Şekil 5.1	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	73
Şekil 5.2	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	74
Şekil 5.3	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	75
Şekil 5.4	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	76
Şekil 5.5	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	77
Şekil 5.6	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	78
Şekil 5.7	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	79
Şekil 5.8	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	80
Şekil 5.9	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	81

Şekil 5.10	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	82
Şekil 5.11	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	83
Şekil 5.12	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	84
Şekil 5.13	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	85
Şekil 5.14	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	86
Şekil 5.15	: Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı.....	87
Şekil 5.16	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	88
Şekil 5.17	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	89
Şekil 5.18	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	90
Şekil 5.19	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	91
Şekil 5.20	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	92
Şekil 5.21	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	93
Şekil 5.22	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	94
Şekil 5.23	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	95
Şekil 5.24	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	96
Şekil 5.25	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	97
Şekil 5.26	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	98
Şekil 5.27	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	99
Şekil 5.28	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	100
Şekil 5.29	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	101
Şekil 5.30	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	102
Şekil 5.31	: Gün içinde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri.....	103

SEMBOL LİSTESİ

M	: Geçirim	$\text{ng/sm}^2\text{Pa}$
R_v	: Buhar Geçirim Direnci	$\text{m}^2\text{sPa/ng}$
P	: Geçirgenlik	ng/smPa
R_T	: Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci	$\text{m}^2 \text{ K/w}$
T_i	: İç Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$
T_d	: Dış Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$
T	: Sıcaklık	$^{\circ}\text{C}$
Q	: Isı Geçişi	w
$\dot{m}_i$	: yoğuşma suyu kütlesi	gr/m^2
$\dot{m}_d$	: buharlaşma suyu kütlesi	gr/m^2
$\dot{m}$	: Difüzyon akış yoğunluğu	$\text{kg/m}^2\text{h}$
Δt	: Sıcaklık farkı	$^{\circ}\text{C}$
δ	: çözünürlük	$\text{kmol/m}^3 \text{ bar}$
C_i	: Konsantrasyon	kmol /m^3
D	: Difüzyon katsayısı	m^2/s
R_b	: Su buharı gaz sabitesi	J/ kg k
U	: Isıl geçirgenlik katsayısı	$\text{w/m}^2\text{k}$
U_D	: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı	$\text{w/m}^2\text{k}$
U_P	: Pencerenin ısıl “ “	$\text{w/m}^2\text{k}$
U_T	: Tavanın ısıl “ “	$\text{w/m}^2\text{k}$
U_t	: Zeminde oturup tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı	$\text{w/m}^2\text{k}$
$V_{\text{brüt}}$	: Binanın brüt hacmi	m^3
ρ	: Havanın yoğunluğu	kg/m^3
μ	: Su buharı difüzyon direnci kat sayısı	
ϕ	: Bağlı nem	
η_{ay}	: kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü	
$\phi_{\text{g,ay}}$	: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı	W

λ_h	: Isıl iletkenlik hesap değeri	W/m.K
$\phi_{i,ay}$	: Aylık ortalama iç ısı kazancı	W
$1/U$	: Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci	$m^2.K/W$
$1/\Lambda$	: Isıl geçirgenlik direnci	$m^2.K/W$
$1/\Delta$	: Su buharı difüzyon direnci	$m^2.h.Pa/kg$
$1/\alpha_d$	: dış yüzey ısı iletim direnci	$m^2.K/W$
$1/\alpha_i$	: İç yüzey ısı iletim direnci	$m^2.K/W$
A	: Yapı elemanlarının toplam alanı	$m^2.K/W$
A_D	: Dış duvar alanı	m^2
A_d	: Dış hava ile temas eden tabanın/döşemenin alanı	m^2
A_{dstc}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı	m^2
A_i	: i yönündeki toplam pencere alanı	m^2
A_n	: Bina kullanım alanı	m^2
A_p	: Pencere alanı	m^2
A_T	: Tavan alanı	m^2
A_t	: Taban/döşeme ısısı	m^2
A_{top}	: Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplamı	m^2
c	: Havanın özgül ısısı	J/kgK
d	: Yapı bileşeninin kalınlığı	m
$g_{\perp}$	: Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü	
$g_{i,ay}$	: i yönündeki saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü	
H	: Binanın özgül ısı kaybı	W/K
H_h	: Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	W/K
H_i	: İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı	W/K
$\dot{I}_{i,ay}$	: i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ısınımı şiddeti	W/m ²
KKO_{ay}	: Kazanç / kayıp oranı	
n_{50}	: İç ve dış ortamlar arasında 50 Pa basınç farkı varken hava değişim sayısı	
n_h	: Hava değişim sayısı	h^{-1}

p	: Kısmi su buharı basıncı	Pa
p_d	: Yapı bileşeninin dış yüzeyiyle temas halinde olan havanın su buharı kısmi basıncı	Pa
p_i	: Yapı bileşeninin oda içindeki yüzeyiyle temas halindedeki havanın su buharı kısmi basıncı	Pa
p_s	: T sıcaklığındaki, doymuş su buharı basıncı	Pa
p_{sv}	: Doymuş su buharı basıncı	Pa
q	: Isı akış yoğunluğu	W/m ²
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Joule
$Q_{yıl}$	: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı	Joule
$r_{i,ay}$	: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü	
S_d	: Su buharı difüzyonu eş değer hava tabakası kalınlığı	m
t	: Zaman, (saniye olarak bir ay = 86400 x 30)	s

YAPI ELEMANLARINDA ISI ve BUHAR GEÇİŞİNİN SAYISAL ve DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET

Duvar ve pencerelerde bugüne kadar buhar geçişi ve yoğuşma ile ilgili yapılan çalışmalar sürekli rejimde çözümlemeyle sınırlı kalmıştır. Oysa dış ortam sıcaklık değerinin sürekli değişmesi sürekli rejimde ısı ve buhar geçişi kabulunun hatalı olmasına yol açabilir.

Bu çalışmada, yapı elemanlarında ısı ve buhar geçişini geçici rejimde bir boyutlu olarak modelleyen bir program (algoritma) yazılmıştır. Sayısal modelden elde edilecek sonuçları doğrulayabilmek için bir deney düzeneği tasarlanılmış ve gerçekleştirilmiştir.

Sayısal ve deneysel incelemenin sonuçlarından yararlanılarak yurdumuzun değişik iklim bölgelerinde değişik yapı elemanları için, hangi koşullarda yoğuşmanın gerçekleştiği, değişik iklim bölgelerinde, değişik çalışma koşullarında yoğuşmayı önlemek için alınabilecek önlemler belirlenmiş, alınacak önlemlerin ekonomikliği de bir örnek ekonomik analiz hesabıyla irdelenmiştir.

Bu amaçla tespit edilen dört iklim bölgesinde en çok kullanılan duvar tipleri belirlenmiş, örnek çalışmalar belirlenen bu duvar tiplerine göre yapılmıştır.

Camyünü ve taşıyünü gibi mineral yünler nefes alan malzemeler oldukları için bünyelerinde yoğuşma sonucu biriken suyu kuruma mevsiminde buharlaşma yoluyla tekrar dışarı verebilmektedirler. Binalarda ısı konforu sağlama ve uzun vadede sağlayacağı ekonomik kazanç ve yangın güvenliği nedeniyle mineral yünlü tuğla duvarlar tercih edilmelidir.

İyi kaliteli bir buhar kesici buhar difüzyonu ile yaratılan yoğuşmayı ortadan kaldırabilir. Fakat, mükemmel bir buhar kesici bile, bir hava akımı ile kısa devre edilebiliyorsa, çok az yararlıdır. Bundan dolayı yoğuşmaya karşı ilk savunma ısı yalıtımlı ve sızdırmaz konstrüksiyon ile bina yapısı içerisinde nemli havanın kontrolüdür.

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL ANALYSIS OF HEAT AND VAPOR TRANSFER THROUGH CONSTRUCTION MATERIALS

SUMMARY

Previous work on the transmission of heat and vapour in walls is limited to the steady state case. However, this assumption is not always valid since the outside air temperatures vary continuously.

In this thesis, a computer code which models the one dimensional problem for the unsteady case is presented. In order to verify the results from the computer code, an experiment set up was designed and experiments were done.

For four different climatic conditions and three different wall types, the numerical model was used to determine the transient temperatures and saturation pressures in the building component and determine whether or not condensation occurs. According to these results, means of preventing condensation were specified.

Minerals like glasswool and rockwool are preferred as insulating materials, because they allow “breathing”, in other words allow air flow through them. Therefore the condensed moisture has a chance to evaporate again. For this reason brick walls with mineral wool insulation should be preferred. This is justified on economic grounds as well as from the view point of comfort.

A good quality vapour retarder may prevent condensation in building elements due to vapour diffusion. However even a small leak in the retarder will upset this effect. Therefore the first step towards preventing condensation should be to control moisture within the room.

1. GİRİŞ

Yapıların dış ortama bakan duvar ve pencerelerinin iç yüzeylerinde soğuk günlerde yoğuşma olabilmektedir. Bu olgu hem yapı elemanına verdiği zarar hem de konfor açısından sakınca oluşturmaktadır. Duvar ve pencerelerin iç yüzeylerinde yoğuşma, iç ortamın nemine ve iç yüzey sıcaklığına bağlıdır. Yüzey sıcaklığı çığ noktası sıcaklığının altına düştüğü zaman yoğuşma başlar. Yapı bileşenleri bünyesindeki rutubetlenme de genellikle ısı akımı ile birlikte olan buhar akımı sonucunda meydana gelmektedir.

Bu tezin amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu arttırmayı ve enerji ihtiyacının ve buhar difüzyonu neticisinde oluşacak yapı elemanı içindeki yoğuşma miktarının hesaplanması sırasında kullanılacak standard hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir. Ayrıca, yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu tezde açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını ve iç yüzeylerde terlemeye yapı elemanı içinde de yoğuşmaya karşı tasarım seçeneğini belirlemeyi amaçlamaktadır.

Duvar ve pencerelerde bugüne kadar ısı iletimi ile ilgili yapılan çalışmalar sürekli rejimde çözümlemeyle sınırlı kalmıştır. Oysa dış ortam sıcaklık değerinin sürekli değişmesi sürekli rejimde ısı ve buhar geçişi kabulünün hatalı olmasına yol açabilir.

Pedersen ve Courville [1] rutubetin düşük miktarlarda bile yapının yıllık ısı performansına olumsuz etkilerini önce deney düzeneği kurarak ve bilgisayar programıyla bir boyutlu olarak hesaplamışlardır.

Wijesundera [2], deney düzeneği kurarak başlangıçta izolasyon malzemesinde bulunan rutubet dağılımının ısı transferine etkisini ve izolasyonda ne zaman, hangi bölgede yoğunlaşma meydana geldiğini ölçmüştür.

Wolde ve Rose [3], rutubetin insan ve bina üzerindeki zararlarından ve bu zararları kontrol altına alma stratejilerinden bahsetmiş ve rutubet oluşumunda başlıca rolü bina konstrüksiyonunun oynadığını belirtmiştir.

Daha önce yapılan araştırmalarda, araştırmacılar sadece buhar difüzyonu ve rutubetin zararlarından veya yalnızca yalıtımlı ve yalıtımsız yapılarıdaki ısı geçişinden bahsetmişler deneysel ve sayısal çalışmalarını sürekli rejimde bir boyutlu olarak aynı yapı elemanında düşünmüşlerdir.

Hem rutubet hem de ısı geçişini deney düzeneğiyle inceleyip, bilgisayar programıyla sayısal çözümü yapıp, tablo ve grafiklerle analitik çözümle olan benzerlik ve farklar belirtilmemiştir.

Bu çalışmada, yapı elemanlarında ısı ve buhar geçişini geçici rejimde bir boyutlu olarak modelleyen bir program (algoritma) yazılmıştır. Sayısal modelden elde edilecek sonuçları doğrulayabilmek için bir deney düzeneği tasarlanılmış ve gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizde en çok kullanılan duvar tipleri olan; yalıtımlı sandviç duvar (styrapor' lu ve mineral yünlü), gazbeton duvar ve yalnızca iç sıva, tuğla ve dış sıvadan oluşan yalın duvar ele alınmıştır. Ayrıca gün içinde gece-gündüz arasındaki sıcaklık aralığı arttırılarak 24 saatlik periyotta günün hangi zamanlarında yoğunlaşma olacağı hangi zaman aralığında buharlaşma olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Yine bir öneri olarak, yapı elemanı içinde yoğunlaşmayı engellemek için iç yüzeye buhar kesici konularak basınç eğrileri incelenmiş ve buhar kesicinin fonksiyonu gözlemlenmiştir.

Hazırlanan sonuç grafiklerinde, doymuş buhar basıncı, kısmi buhar basıncı ve 4 saatte bir alınan sonuçlara göre çizdirilen basınç eğrileri yer almaktadır.

Isı geçişi ve buhar difüzyonu dolayısıyla duvarlardaki terleme olayını canlı gözlemek ve farklı yapı elemanlarının buhar difüzyonuna karşı davranışlarını inceleyip karşılaştırma yapmak için Gebze’de bulunan İzocam fabrikası Uygulama Merkezi’nde bir deney odası hazırlanmıştır.

Hazırlanan deney odasının duvarları 2m. yüksekliğinde 1.60m. eninde olup bir yalın (yalıtımsız) duvar ve bir de sandviç duvar arası taşıyünü ile yalıtılmış duvardan oluşmaktadır. Deney sırasında kullanılan ölçüm cihazı 12 termocouple kapasitesine sahip, otomatik olarak 2 şer saniye aralıklı tüm 12 noktadaki sıcaklık değerlerini okuyup ekranda gösterebilen bir cihazdır.

Yalıtımlı sandviç duvarda her bir yapı elemanının orta noktasına gelecek ve içinden thermocouple geçecek şekilde 3 tane ince kanal açılmış ve bu kanallardan plastik korum kılıfları içine konulan thermocouple lar geçirilip sabitlenmiştir. Isı köprüsü oluşmasını engellemek için kanal giriş delikleri dökme taşıyünüyle tıkanmıştır. Aynı işlem yalıtımsız yalın duvar a da uygulanmış olup 2 tane kanal açılmıştır. Bu kanallar tuğlanın 4 cm. ve 10 cm. içine gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

Ölçümlerin sağlıklı ve gerçeğe yakın olması açısından deney odasının yan duvarlarına pencere konmuş infiltrasyon kayıplarının önlenmesi için kapı ve pencere bağlantı elemanları özenle monte edilmiştir. Tüm ölçümler yılın en soğuk günlerine denk getirilmeye çalışılarak şubat ayında tamamlanmıştır.

Deney düzeneği içinde incelenen yayınlarda , Salmon, Silberstein ve Kumaran [4], kurdukları deney düzeneğinde sıcak ve soğuk levhaların arasına yerleştirdikleri camyünü ile ısı geçişini ve camyünü nün ısıl direncinin kalınlık ve sıcaklıkla nasıl değiştiğini ölçmüşlerdir.

Hokoi ve Kumaran [5], ısı ve rutubet geçişini deneysel ve analitik yöntemlerle bir boyutlu olarak incelemişler ve yine sıcak ve soğuk tabakalar arasına camyünü koyup, camyünün sıcak taraftaki yüzeyine az miktarda su serpiştirerek ısı ve buhar geçişinin tanımlamasını gama-spektrometresi kullanarak yapmışlardır.

Ayrıca izolasyon malzemesi kullanılan ve ısı geçişinin ölçüldüğü deney düzenekleri hakkında bilgi edinmek için, International Standart ISO 8302 ve ISO 8301 incelenmiştir. Termo elemanlar, sıcak ve soğuk levhalar gibi deney düzeneğinde kullanılan malzemeler bunların uymak zorunda olduğu değerler ve kalibrasyon işlemi hakkında gerekli bilgiler edinilmiştir. [6,7]

Sayısal ve deneysel incelemenin sonuçlarından yararlanılarak yurdumuzun değişik iklim bölgelerinde değişik yapı elemanları için hangi koşullarda yoğuşmanın gerçekleştiği, değişik iklim bölgelerinde, değişik çalışma koşullarında yoğuşmayı önlemek için alınabilecek önlemler belirlenmiş, alınacak önlemlerin ekonomikliği de bir örnek ekonomik analiz hesabıyla irdelenmiştir.

Çeşitli tabakalardan yapılmış dış yapı bileşenlerinde (duvarlar ve döşemeler), tabakaların hatalı tertibi, bileşenin ısı yalıtma yeteneğini azaltan yoğuşma olayının meydana gelmesine yol açabilir. Yapı bileşenleri bünyesinde meydana gelecek yoğuşma olayı bileşenin ısı geçirgenlik direncini azaltacağı gibi binada hasarlara da yol açabilir. Yapı bileşenleri içinde yoğuşma olayının hangi şartlar altında gerçekleştiğini gözlemlemek için kontrol hacmi formülasyonuna göre bir bilgisayar programı yazılmıştır. Bu amaçla tespit edilen dört iklim bölgesinde en çok kullanılan duvar tipleri belirlenmiş, örnek çalışmalar belirlenen bu duvar tiplerine göre yapılmıştır.

Binalarda ısı konforu sağlama ve uzun vadede sağlayacağı ekonomik kazanç ve yangın güvenliği nedeniyle mineral yünlü tuğla duvarlar tercih edilmelidir.

Katı malzemelerin ısı iletkenliği malzemenin gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklük ve dağılım durumuna, malzemeyi meydana getiren maddelerin ısı iletkenliklerine ve barındırdığı rutubet miktarına bağlıdır.

Düzenli dağılmış, çok küçük hava gözenekleri olan bir yapı malzemesinin ısı iletkenliği, düzensiz dağılmış, büyük gözenekli bir malzemeye göre daha azdır. Fakat, bazı hallerde küçük gözeneklerin uygun olmayan dağılımı ve birbiri ile bağlantılı olması kılcal emme olayını yaratarak malzemenin rutubetlenmesini kolaylaştırır.

Örneğin; gaz beton yapı elemanlarında zemin nemi duvarlardan kılcal yolla yükselerek ıslaklığa yol açar.

Enerji kaynaklarımızın azlığı, enerji maddeleri üreten ülkelerin fiyatları büyük ölçüde ellerinde tutmaları, ülkeler arasındaki gruplaşmalar ve enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar gözönüne alınarak belirlenecek Ulusal Enerji Tasarruf Politikası çerçevesinde kapsamlı enerji tasarruf önlemlerinin alınması faydalı olacaktır.

Ülkemiz birincil enerji kaynakları bakımından kendine yeterli değildir. Ne kadar öz kaynaklarımızı seferber etsek de tükettiğimiz enerjinin yarısından fazlası ithal edilmektedir. Artan enerji giderlerine karşı alınacak ilk ve en önemli tedbir “ Var olan enerjiyi korumaktır” . Bunun da yolu ısı yalıtımından geçmektedir.

Sıcaklık etkilerinden yeterince korunma hacmi çevreleyen yapı bileşenlerinin yüzeylerinde su buharı yoğunlaşmasını da önler, bileşenlerde sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu hareketleri küçültür ve böylece yapıda bu olaydan ileri gelebilecek zararları önleyerek, yakıt giderlerini azaltmakla birlikte, binanın bakım ve onarım giderlerini de azaltır.

Bunların yanısıra gelişen ve büyüyen ülkemiz ile birlikte gerek enerji kaynaklarımızın her geçen gün azalması gerekse bunun doğal bir sonucu olarak giderek artan bir şekilde kirlenen ve tahrip olan çevre karşısında çaresiz kalınmakta, artan enerji giderleri karşısında zorlanılmaktadır. Gerek kendi halkımızın sağlığı ve doğal kaynaklarımızın kalıcılığı gerekse dünya ile uyum mecburiyetimiz çerçevesinde yapılacak çalışmaların en önemlisi yukarıda da belirtildiği gibi enerji tasarrufudur.

2. YAPI ELEMANLARINDA ISI GEÇİŞİ ve BUHAR DİFÜZYONU İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

2.1 ISI GEÇİŞİ

Yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan daha düşük sıcaklıktaki bir ortama enerji aktarımına ısı geçişi denir. Isının farklı sıcaklıktaki iki ortamda birinden diğerine geçmesi halinde gözönüne alınan iki ortamın arasında kalan ortamları da geçmesi söz konusudur. Örneğin, sıcak bir odadan daha düşük sıcaklıktaki dış havaya duvardan geçen ısı duvarın iç sıvasını, tuğla kısmını ve dış sıvasını geçmesi gerekir. Geçen ısı büyüklüğü sıcaklık farkı yanında, yüzeye, zamana ve ortamların fiziksel özelliklerine bağlıdır. Isı geçişi elektrik akımına benzetilebilir. Her iletken, akım geçişine nasıl bir direnç gösterirse ısı transferi (ısı geçişi) sırasında her malzeme bünye özelliğine bağlı bir direnç gösterir. Buna bağlı olarak ısı geçişi yavaş veya hızlı olur.

Isının geçtiği ortamlar gaz veya sıvı akışkanlar ile katı cisimler olabilir. Isı geçişi, iletim (kondüksiyon), taşınım (konveksiyon) ve ışıyım (radyasyon) olmak üzere üç yolla gerçekleşebilir.

Katı cisimlerde ısı enerjisinin bir molekülden diğerine aktarılması ile meydana gelen ısı geçişine ısı iletimi denilmektedir. Gaz veya sıvı akışkanlarda moleküllerin makroskobik hareketleri sonucu olan ısı geçişine ise, ısı taşınımı adı verilir. Katılar ile sıvı veya gaz halindeki akışkanların, ışığın dalga boyundan daha büyük olan elektromanyetik dalgalar aracılığıyla aldıkları veya verdikleri ısıya da ısı ışıyımı denilir.

Isının iletim yoluyla geçtiği ortamdaki sıcaklıkların zamanla değişmesi hali zamana bağlı rejim, zamanla sabit kalması hali ise sürekli rejim olarak adlandırılır. [8]

2.2 ISI GEÇİŞİ HESAPLAMALARINDA KULLANILAN BAĞINTILAR

Bu tezde yapılan ısı kaybı hesaplamalarında; katı cisimlerde ısı enerjisinin bir molekülden diğerine aktarılması ile meydana gelen ısı geçiş şekli olan ısı iletimi incelenmiştir.

Isı iletimini düzenleyen temel yasa Fourier yasasıdır ve şöyle ifade edilir “ Bir doğrultuda, bu doğrultuya dik birim alandan birim zamandaki iletimle ısı geçişi (ısı akısı) bu doğrultudaki sıcaklık gradyeni ile orantılıdır.”

Buna göre, bir n doğrultusundaki ısı akısı q_n olmak üzere

$$q_n = Q_n/A = -\lambda \partial T/\partial n \quad (2.1)$$

şeklinde yazılır. Bağıntıda yer alan λ ; Isı iletkenliği olarak tanımlanmıştır. Bu değer homojen bir malzemenin sürekli rejimde birbirine paralel iki yüzeyin sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğunda birim zamanda birim alan ve bu alan dik yöndeki birim kalınlıktan (1 m) geçen ısı miktarıdır. Birimi : (W/m.K)' dir.

Isı geçirgenlik katsayısı (U), d(m) kalınlığındaki yapı bileşeninin (duvar, döşeme vb. gibi) her iki tarafından bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğunda, bileşenin birim alanından (1 m^2) birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır. Birimi : (W/m²K)' dir.

Isı geçirme direnci (R), ısı geçirme direnci, ısı geçirme katsayısının aritmetik tersidir. (1/U). Birimi : (m²K/W)' dir.

Yapı elemanının ısı iletim direnci şu formülle bulunur; [9]

$$R = 1/h_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + d_{\text{izo.}}/k_{\text{izo.}} + d_3/\lambda_3 + 1/h_d \quad (2.2)$$

h_i = İç yüzeysel ısı iletim katsayısı (W/m²K)

h_d = Dış yüzeysel ısı iletim katsayısı (W/m²K)

Bir yapı elemanının 1 m²'sinin 1 saatteki ısı kaybını bulmak için aşağıdaki bağıntı kullanılır:

$$Q = U.A.(T_i - T_d) \quad (2.3)$$

Bu formülde yer alan ifadeler;

Q = Isı geçişi (W)

U = Isı geçirme katsayısı (W/ m²K)

A = Isı geçiş yüzey alanı (m²)

T_i = İç sıcaklık (°C)

T_d = Dış sıcaklık (°C)

2.3 YAPILARDA NEMİN ESASLARI

Havanın içinde buhar halinde bulunan su, sıcaklığa bağlı olarak kendisini hissettirir ve günlük hayatımızda rutubet olarak adlandırdığımız husus ile de yakından ilgilidir.

Havanın içinde buhar halinde bulunabilecek maksimum su miktarı sıcaklığa bağlı olarak değişir. İnsanların barınması için binaların çoğunda bağıl nem %30 ilanı %50 arasındaki bölge içerisindeydir. Diğer binalar ve ameliyathane ve yoğun bakım odaları gibi sağlık tesislerinin bazılarında daha yüksek bağıl nem istenebilir.

Havadaki su buharının, yapı fiziği yönünden tehlikeli olabilmesi için, bir yüzeyde veya yapı elemanı içinde su haline dönüşmesi gerekmektedir. Bu olay, havanın konveksiyon veya difüzyon ile yer değiştirmesi sonucu, sıcaklığı daha düşük ortamlara transferi ile ortaya çıkar. Bu durum terleme ve yoğuşma olarak adlandırılır..

Çiğ Noktası Sıcaklığı: Havada bulunan su buharı miktarının, havanın soğuması sonucunda, doyma su buharı miktarına eşit olduğu sıcaklıktır.

Terleme: Havanın içindeki su buharının temas ettiği yüzeyin sıcaklığı, yoğuşma noktası sıcaklığının -çiğ noktası sıcaklığının- altına düştüğü zaman yüzeyde terleme - su zerrecikleri birikintisi- başlar. Başka bir deyişle, yüzey sıcaklığı temas ettiği ortamın %100 bağıl nemine sahip olduğu olduğu sıcaklığın altına düştüğü anda terleme olmaktadır.

Kısaca su buharının yapı elemanlarının yüzeyinde yoğuşmasına terleme denir. Yeterli bir ısı yalıtımı yapıldığında bu olay rahatlıkla önlenabilir.

Yoğuşma: Yapı elemanlarının içinde meydana gelen, ilk oluşumda göz ile farkedilmeyen su birikimidir. Eğer bu su birikimi zamanla kuruyabiliyor veya yapı elemanı bünyesinden fiziksel olaylar sonucu atılabiliyorsa bir tehlike arz etmez. Şayet yoğuşma sonucu oluşan su miktarı belli bir ölçüyü (DIN 4108 Bölüm 3'e göre, 2 aylık yoğuşma periyodu ve üç aylık kuruma periyodu içinde yapı katmanı içinde yoğuşan su miktarı $< 1\text{kg/m}^2$ olmalıdır) geçmekte ise bunun için, gerekli ön tedbirlerin alınması lazımdır.

Tablo 2.1 Muhtelif nemlilikte havanın terleme olmaması için müsaade edilebilen en fazla soğuma dereceleri [10]

İç Sıcaklık $T_i (^{\circ}\text{C})$	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
-20	0,5	1,1	1,7	2,3	2,9	3,7	4,5	5,2	6,0	7,0
-15	0,6	1,2	1,7	2,5	3,0	3,8	4,6	5,4	6,3	7,3
-10	0,6	1,2	1,8	2,5	3,2	3,9	4,7	5,7	6,6	7,6
-8	0,6	1,2	1,8	2,5	3,3	4,0	4,8	5,7	6,7	7,7
-6	0,6	1,3	1,9	2,6	3,3	4,1	4,9	5,8	6,8	7,9
-4	0,6	1,3	1,9	2,6	3,4	4,1	5,0	5,9	6,9	8,0
-2	0,6	1,3	1,9	2,6	3,4	4,2	5,1	6,0	7,0	8,1
0	0,6	1,3	1,9	2,7	3,4	4,2	5,1	6,0	7,1	8,1

2	0,7	1,5	2,2	3,0	3,7	4,6	5,4	6,4	7,4	8,5
4	0,7	1,5	2,3	3,1	4,0	4,9	5,5	6,7	7,8	8,9
6	0,7	1,5	2,3	3,2	4,0	5,1	5,9	7,0	8,1	9,2
8	0,7	1,5	2,3	3,2	4,1	5,1	6,2	7,3	8,5	9,5
10	0,8	1,6	2,4	3,3	4,2	5,2	6,3	7,4	8,6	9,9
12	0,8	1,6	2,4	3,3	4,3	5,3	6,3	7,5	8,8	10,1
14	0,8	1,6	2,5	3,4	4,3	5,4	6,5	7,6	8,9	10,3
16	0,8	1,7	2,5	3,5	4,4	5,5	6,6	7,8	9,1	10,4
18	0,8	1,7	2,5	3,5	4,5	5,6	6,7	7,9	9,2	10,6
20	0,8	1,7	2,6	3,6	4,6	5,6	6,8	8,0	9,3	10,8
22	0,8	1,7	2,6	3,6	4,6	5,7	6,9	8,1	9,4	11,0
24	0,9	1,8	2,7	3,7	4,7	5,8	7,0	8,2	9,6	11,0
26	0,9	1,8	2,7	3,7	4,8	5,9	7,1	8,4	9,8	11,2
28	0,9	1,8	2,7	3,8	4,9	6,0	7,2	8,5	9,9	11,4
30	0,9	1,8	2,8	3,8	4,9	6,1	7,3	8,6	10,1	11,6
35	0,9	1,9	2,9	4,0	5,1	6,3	7,6	9,0	10,5	12,0
40	1,0	2,0	3,0	4,1	5,3	6,5	7,8	9,3	10,7	12,4
45	1,0	2,1	3,0	4,3	5,5	6,8	8,1	9,6	11,2	12,8
50	1,0	2,1	3,2	4,4	5,7	7,0	8,4	9,9	11,5	13,3

Yukarıdaki şekiller yüzeylerde görülür yoğuşmanın meydana geleceği iç bağıl nem ve dış sıcaklık seviyelerinin kombinasyonlarını göstermektedir. Duvar yüzey sıcaklıkları, ısı köprüleri ve sirkülasyonun mevcudiyeti veya oda havasının tabakalaşması gibi diğer faktörler ile değiştiğinden, gösterilen değerler sadece bir tahmindir. Yoğuşma, yeterince soğuk herhangi bir noktada meydana gelecektir ve homojen olmayan duvar üzerinde görülür yoğuşmanın kontrolü için iç izafi nem seviyelerindeki sınır genellikle ortalama U-faktörlerden çıkartılandan daha düşüktür. [10]

2.3.1. HAVADA SU BUHARININ ÖZELLİKLERİ

Su buharı, havayı oluşturan diğer gazlar gibi aynı hacmi işgal eden bir gaz olup, onlar gibi bağımsız hareket eder. Hava akışına karşı veya onunla birlikte hareket eder ve

kendine has fiziksel kanunlara uyar. Su molekülü çok küçük olup özellikle buhar halinde iken çok hareketlidir. Çapı yaklaşık 0.3×10^{-1} milyon mm kadardır. Dolayısıyla suyun en küçük çatlaklardan veya deliklerden kolayca geçmesine şaşmamak gerekir. Atmosfer, kuru hava ve su buharı karışımıdır. Verilen herhangi bir sıcaklık ve bağıl nem için, havadaki su buharı özgül buhar basıncını belirler; daha öncede söz edildiği gibi, nem hava veya malzeme içerisinde, yüksek buhar basıncındaki noktadan daha düşük buhar basıncındaki noktaya doğru yayılır. [11]

Çok kullanılan çeşitli bina malzemeleri, birbiri ile irtibatlı veya irtibatsız çok sayıda küçük boşluklara sahiptirler. Bunlar bütün olarak, su molekülleri için yabancı olmayan büyük bir iç yüzey alanı gösterirler. Moleküler çekim kuvvetleri, su moleküllerini yüzeyde tutar, fakat bu kuvvet moleküler boyutların mesafesi arttıkça çok hızlı azalır. Çevre atmosferi ile denge durumunda, tutulan su miktarı ve film kalınlıkları kabaca, bağıl nem ile orantılıdır. Düşük nem değerlerinde, su moleküllerinin oluşturduğu yüzey filmi sadece bir molekül kalınlığında olabilir; orta nemlerde çok moleküllü filmler oluşabilir ve %100 değerine yakın bağıl nemlerde film kalınlığı o kadar büyük olur ki malzeme içindeki küçük boşluklar tamamen, daha büyük boşluklar ise kısmen doldurulabilir. Doyma şartlarında malzemedeki bütün boşluklar doldurulmuş olabilir. [12]

2.3.1.1 Malzemelerin bozulması

Mutfak ve banyoların dış duvar tarafındaki tavan-duvar köşelerinde önceleri nemlenme, arkasından küflenme ve daha sonra da kararma oluşur. Küflenme ve kararmayı yapan, yüksek nisbi nemlilikte yaşayabilen küçük bakterilerdir. Fakat hiç banyo yapılmayan, yemek pişmeyen bir mekan olan yatak odalarında nem, ev halkını tedirgin eden bir rol oynayarak yaşam konforunu olumsuz yönde etkileyebilir. Bunun nedeni oldukça basittir: insan uyurken ve hiç bir iş yapmazken dahi çevresindeki havaya su buharı verir. Pencereleri sıkıca kapatılmış yatak odasında akşamdan sabaha kadar insanın yaydığı nisbi nemliliğin artması kaçınılmazdır. Böylece bir mekanın hava cereyanının az olduğu bölgelerinde (köşelerde) yeterli nisbi nemliliği bulan bakteriler hemen yerleşip çoğalmaya başlarlar. [13]

Aşırı neme maruz malzemeler, fiziksel değişmelerin (donma neticesi dökülmeler), kimyasal değişmelerin (paslanma) veya biyolojik değişmelerin (ahşabın çürümesi) neden olduğu tersinir performans eksikliği veya tersinmez bozukluklar gösterebilir. Suyun varlığı yoğuşmaya, çatı ve pencere akmalarına, zeminden kılcal akışa veya bunların birkaçının oluşmasına neden olabilir.

Kış süresince duvar boşlukları içinde yoğuşma olabileceği halde, dış yüzeydeki pencere ve bağlantılar etrafından veya çatıdaki buzlardan içeri su sızmadıkça, ilkbahardaki normal kuruma nedeniyle, ahşap çerçeve elemanlarının nem içeriği, genellikle %25-30 seviyesinin altına düşer. Sonuç olarak, duvarların daha yavaş kuruyan malzeme ile dolu olmadığı durumlarda, çatı iskeleti veya örtüsündeki çürüme ve bozulmalar duvar konstrüksiyonundakinden daha fazladır. [12]

2.3.1.2 Isı Geçişine Nemin Etkisi

Yaş cisimlerin ısı iletkenlikleri kuru olanlarındakinden daha yüksektir, zira su havadan yaklaşık 20 kat daha iletkendir. Nem arttıkça hem suyun havadan daha iletken olması, hem de cisim içerisindeki sıcaklık gradyanı yüzünden sıcak yerde buharlayan suyun soğuk yerde yoğuşması sonucu entalpi taşınması nedeniyle iletkenlik artar.

Örnek olarak, düz bir çatıda, soğuk gecelerde, nem yukarı doğru taşınır ve yalıtımın üst kısımlarında yoğuşur. Ertesi günkü ısınmada, sıcaklık döner ve nem aşağıya doğru taşınarak ısıyı nakleder. Bu entalpi taşınımı neticesinde hareket, yalıtımın gözenekliliğine bağlıdır. Kapalı hücreli yalıtımlarda, taşınım yavaştır, buna karşılık gözenekli yalıtımlarda, nem ısı geçişine büyük katkıda bulunur.

Ayrıca yapı malzemesinin içinde yoğuşma olması sonucu ısı iletkenlik artar ve bunun sonucunda yoğuşmanın kinetiği hızlanır. Olayı daha ayrıntılı düşünecek olursak; örneğin bir sandviç duvarda iki tuğla arasında bulunan yalıtım malzemesinin içinde meydana gelebilecek bir yoğuşma yalıtım malzemesinin ısı iletkenliğini artıracak ve

sürekli rejim olarak yapılan kabullerde bulunan yoğuşma kütesinin daha üzerinde bir değer ortaya çıkar.

Soğuk havalarda sıcaklık dönüşleri durur ve etkin kuvvetler sadece bir yönde, şöyle ki, düz çatı yalıtımı halinde yukarı doğrudur. Bu konu üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki nem içeriğinin hacimce %1 artışı için, enerji taşınımında %3-5 civarında, yaklaşık doğrusal bir artış olur. Örnek olarak, hacimce %5 nem içerikli bir yalıtım, kuru yalıtımdan %15-25 daha fazla enerji taşınımına sahiptir. [14]

2.3.1.3 Hava Kaçaklarının Önemi

Bir duvar içerisinde direkt bir yoldan hızlıca geçen hava, dış hava ile karışıp seyreltilene kadar, yoğuşma için yeterince soğutulmayabilir. Yalıtımın soğuk tarafında daha uzun bir yoldan akan hava (örnek olarak, damlama deliklerinden çıkmak için bir hava boşluğundan aktığında) bir soğuk örtü veya kaplamanın arkasında su bırakabilir.

Duvar veya çatı içinde buhar difüzyonu veya hava cereyanı ile bırakılan suyun izafi miktarı kesin olarak hesaplanamaz. Şartların bir durumunda, buhar kesicisiz bir duvar içerisinde buhar difüzyonu ile bırakılan suyun altı veya yedi kat fazlası su hava kaçakları sonucu bırakılabilir.

İyi kaliteli bir buhar kesici buhar difüzyonu ile yaratılan yoğuşmayı ortadan kaldırabilir. Fakat, mükemmel bir buhar kesici bile, bir hava akımı ile kısa devre edilebiliyorsa, çok az yararlıdır. Bundan dolayı yoğuşmaya karşı ilk savunma sızdırmaz konstrüksiyon ile bina yapısı içerisinde nemli havanın kontrolüdür.

Buhar difüzyonuna yüksek dirençli iki tabaka arasına giren su, tekrar kuruma olmadığında konstrüksiyona zarar verebilir. Sonuç olarak, çift buhar kesici suyun girmesine müsaade eden eksiklikleri ile başlatılan problemleri şiddetlendirir. Duvarlar ve çatılar girecek herhangi bir suyun, havalandırma ile veya dışarıya drenaj ile veya suya dayanımlı bir yere çıkartılabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

2.4 BUHAR DİFÜZYONU

Atmosferi oluşturan hava, muhtelif gazlardan ve belirli bir oranda su buharından oluşan bir karışımdır. Havadaki su buharı, rutubet olarak adlandırılır. Havanın sıcaklığı arttıkça bünyesinde gaz olarak muhafaza edebileceği su buharı miktarında fazlalaşır. Doyma hali dediğimiz miktara ulaştığında su buharı havada gözükür hale gelir ve temas ettiği yüzeyleri ıslatmaya başlar.

Birbirinden duvar ile ayrılmış bulunan oda ve dış ortamı gözönüne alalım. Oda ve dış ortamın barometrik basınçları aynı olmakla beraber sıcaklıkları farklı bulunabilir. Örneğin, kış aylarında oda sıcaklığı $+20^{\circ}\text{C}$ ve dış ortam sıcaklığı -3°C olduğu zaman iç ortamdaki su buharının kısmi basıncı, soğuk olan dış ortamdaki su buharının kısmi basıncından daha büyüktür. İki ortamı ayıran duvarın her iki yanındaki su buharının kısmi basınçlarının farklı olması sebebiyle yüksek kısmi basınç tarafından (sıcak taraftan) düşük kısmi basınç tarafına (soğuk tarafa) doğru duvarın gözeneklerinden su buharı moleküllerinin geçişi meydana gelir.

Molekül geçişi her iki ortamdaki kısmi basınçlar eşit oluncaya kadar devam eder. Bu olaya örnek olarak, soğuk hava depolarında yaz aylarında dış ortamdan içeri doğru ve evlerde kış aylarında odalardan dış ortama doğru olan su buharı geçişi gösterilebilir. Bu olgu buhar difüzyonu olarak adlandırılır. Su buharı geçişinin sıcaklık farkından değilde kısmi basınç farkından kaynaklandığı vurgulanmaktadır. İç ve dış ortam sıcaklıkları aynı olsa da buhar difüzyonu gerçekleşebilir.

Anlatılan su buharı moleküllerinin geçişi olayı - buhar geçişi- buhar difüzyonu olarak adlandırılır. [15]

2.4.1 Duvardan su buharı geçişi

Su buharı geçirgenlik katsayısı, P ile gösterilir ve su buharı geçişine müsaade eden maddenin bir özelliğidir. Geçirgenlik katsayısı psikrometrik şartlarla değiştiği zaman, yerel veya özgül geçirgenlik katsayısı (ng/s.m.Pa.) veya (kg/s.m.Pa) birimlerinde, belirli bir şarttaki özelliği tanımlar. (Pa) birimi ile gösterilen su buharı basınç farkıdır.

Su buharı geçirgenliği, M . Belirli iki paralel yüzey arasındaki bir cismin, birim alanı başına iki yüzey arasındaki buhar basıncı farkında geçen su buharı miktarı olup, ($\text{ng/s.m}^2.\text{Pa}$) birimi ile verilmektedir.

Su buhar direnci, R_v . Geçirgenliğin tersi olarak tanımlanır. Bu büyüklük nem akışına direnci ifade etmekte olup, ($\text{Pa.m}^2.\text{s/ng}$) birimindedir.

Isı geçişiyle kütle geçişi birbirine çok benzemektedir, şöyle ki; ısı geçişi sıcaklığın yola bağlı treviyken, kütle geçişi de konsantrasyonun yola bağlı türevidir.

$$Q = U \cdot A \cdot dT/dx \quad (2.4)$$

$$m_{\text{diff.}} = D \cdot A \cdot dC/dx \quad (2.5)$$

Katı kısmın i yüzeyindeki gaz parçacıklarının konsantrasyonu, gaz parçacıklarının kısmi basıncıyla orantılıdır ve aşağıdaki şekilde ifade edilebilir;

$$C_{i,\text{katı kısım}} = \delta \cdot p_{i,\text{gaz kısım}} \quad (2.6)$$

Burada,

δ : Çözünürlük ($\text{kmol/m}^3\text{bar}$)

$C_{i,\text{katı kısım}}$: Konsantrasyon (kmol/m^3)

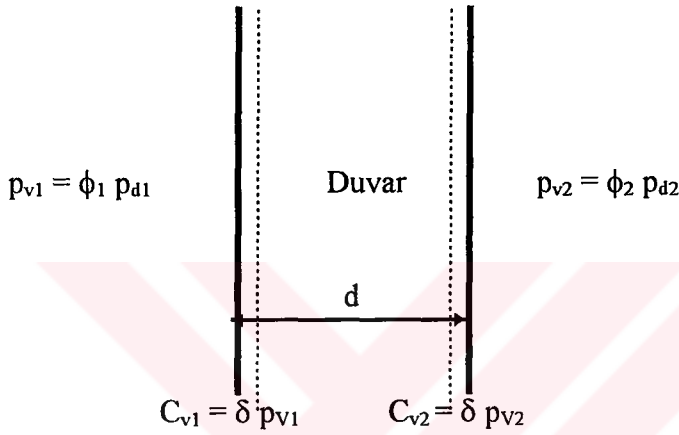
$p_{i,\text{gaz kısım}}$: Kısmi gaz basıncı (bar)' dır.

Gazın bir katı cisim içerisine penetre edebilme özelliği olan permeabilite (kmol/s.bar.m) de;

$$P = \delta \cdot D_{AB} \quad (2.7)$$

şeklinde gösterilebilir. Burada;

D_{AB} = A gazının B katısı içindeki Difüzyon katsayısı olup, birimi m^2/s ' dir.



Şekil 2.1 Tek elemanlı bir duvar ve buhar geçiş parametreleri [16]

Tekrar buhar difüzyonu ile kütle akış denkleminde dönüp, konsantrasyon terimini geçirgenlik cinsinden yazacak olursak

$$m_{dif.} = - D_{AB} \cdot dC/dX \quad (2.8)$$

$$= - D_{AB} \cdot \delta \Delta p / \Delta x \quad (2.8.1)$$

(2.7) numaralı denklem, denklem (2.8.1) de yerine konulursa, (2.9) numaralı denklem kolaylıkla elde edilebilir.

$$= P (p_{v1} - p_{v2}) / d \quad (2.9)$$

$$(kmol/m^2s) = (kmol/s.bar.m) (bar/m)$$

Geçirim; geçirgenliğin buhar geçiş yönüne dik kalınlığa oranı olarak yazılabilir.

$$M=P/d \quad (\text{kmol /s.bar.m}^2) \quad (2.10)$$

Fick kanunu;

$$m_b = -P(dp_b/dz) \quad (2.11)$$

olarak geçirgenliğe bağlı şekilde de ifade edilebilir. Bu denklemde;

m_b : birim zamanda birim alandan yayılan buhar kütlesi

p : buhar basıncı

z : akış yolu boyunca mesafe

dp/dz : buhar basıncı gradyanı

P : geçirgenlik

anlamlandırılır.

Fick kanunu, Fourier ısı iletim denklemine çok benzer. Buharın bir malzeme içinden olan gerçek difüzyonu oldukça karmaşıktır; P katsayısı, basit bir değer olmayıp, bağıl nem ile sıcaklığın bir fonksiyonudur ve malzeme içinde akış yolu boyunca değişebilir.

Bununla beraber, P katsayısı, akış yolu boyunca değişen şartlara uygulanabilen ve buhar basıncı ile sıcaklıktan bağımsız olarak kabul edilebilen, ortalama bir geçirgenlik katsayısı olarak alınır

$$\Sigma m_b = P.A.t.(\Delta p/d) \quad (2.12)$$

şeklinde yeniden yazılabilir. Burada

Σm_b = geçen toplam buhar kütlesi, ng

A = akış yolunun kesit tesir alanı, m^2

t = geçişin sürdüğü zaman süresi, s

Δp = akış yolunun uçları arasındaki basınç farkı, Pa

d = akış yolu uzunluğu (veya deney parçası kalınlığı), m

anlamlandırılır. Gözönüne alınan bir malzeme veya belirtilen kalınlık, P değerinin gösterdiği birim kalınlıktan farklı ise (M/l) değerine eşit, M geçirim kullanılmalıdır. Bu durumda akış denklemi

$$\Sigma m_b = M A t \Delta p \quad (2.13)$$

olup, bu eşitlikteki M geçirim, ng/sm^2Pa birimindedir. Böylece buhar akısı

$$m_{dif.} = M (p_{v1} - p_{v2}) \quad (2.14)$$

şeklini alacaktır. [16]

Geçirim bazı kitaplarda genellikle $ng/m^2.Pa.s$ olarak tarif edilir. Bu denklemdaki ng . Nanogram olup 10^{-9} gram a eşittir.

Bir başka hesap yöntemi de yine Fick kanununa göre yapılan geçirim ve geçirim dirençlerinin değil de buhar difüzyon direnç katsayısının kullanıldığı bağıntılardır. Bu bağıntılara göre buhar difüzyon akısı aşağıda tarif edildiği şekilde hesaplanabilir.

Belirli bir buhar basınç gradyanı altında z yönünde geçen su buharı akısı

$$m_b = - (D/R_b T) . (dp_b/dz) \quad (2.15)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada b endisi buhar için kullanılmış olup D buharın hava içerisindeki difüzyon katsayısı (m^2/s), R_b su buharının gaz sabitesi ($460 J/kgK$), T sıcaklık (K), dp_b/dz z yönündeki buhar basınç gradyanı anlamındadır.

(2.15) bağıntısı, içerisinde dp_b/dz buhar basıncı gradyanı olan bir hava tabakası için verilmiştir. Difüzyonun yapıldığı yöndeki hava tabakası kalınlığı d ve buhar basıncı düşüşü ΔP_b olduğuna göre bu bağıntı

$$m_b = \Delta P_b / R_\delta \quad (2.16)$$

$$R_\delta = R_b T d / D \quad (2.17)$$

şeklinde yazılabilir. Burada R_δ , d kalınlığındaki hava tabakasının buhar difüzyonuna karşı direncini göstermektedir.

Su buharının bir katı cisim içerisinde difüzyonu halinde (2.16) bağıntısındaki R_δ değeri

$$R_\delta = R_b T d / D_k = R_b T d \mu / D \quad (2.18)$$

şeklinde ifade edilir. Buradaki μ difüzyon direnç katsayısı

$$\mu = D / D_k = (1 / D_k) / (1 / D) \quad (2.19)$$

eşitliği ile tanımlanmış olup D_k katı cisim içerisindeki su buharı difüzyon katsayısını gösterdiğine göre duvarın havaya göre difüzyon direnci anlamına gelmektedir. [14]

($d_1, d_2, \dots, d_n$) ve bunların su buharı difüzyon direnci katsayılarından ($\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$) formül (2.21) kullanılarak hesaplanır.

$$1/\Delta = 1.5 \cdot 10^6 \cdot (\mu_1 \cdot d_1 + \mu_2 \cdot d_2 + \dots + \mu_n \cdot d_n) \quad (2.21)$$

Böylece geçen buhar miktarı -buhar difüzyon akısı-

$$m = \frac{P_i - P_d}{1/\Delta} \quad \text{kg/m}^2\text{h} \quad (2.22)$$

Şeklinde olacaktır. [17]

Malzemelerin buhar difüzyonu geçirim direnci ve difüzyon direnç katsayısı değerlerinin yoğunlukla ne şekilde değiştiğini anlayabilmek amacıyla bir çalışma yapılmış ve bu yapılan çalışmanın sonuçlarından aşağıdaki tablo çıkarılmıştır.

Tablo 2.2 Bazı tipik malzemelere ait geçirgenlik, ve difüzyon direnç katsayısı değerleriyle bu değerlerin yoğunlukla ilişkisi. [18]

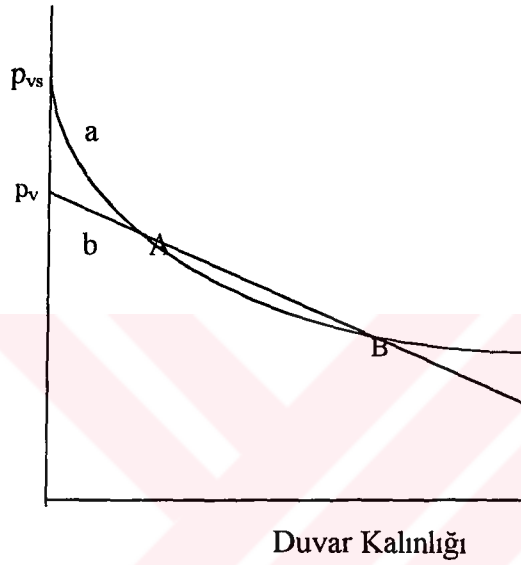
Malzeme Adı	Kalınlık (m)	Yoğunluk (kg/m ³)	Buhar Dif. Dir.	Geçirim (ng/s.m ² . Pa)	Ashrae (ng/s.m ² . Pa)
Beton (Donatılı - Donatısız)	1	2400-2200	70-150	2,645- 1,234	4,7 ^f
Kagir Tuğla (Düşey-Yatay Delikli)	0,1	1200-2000	5-10	39,5-185	46 ^f
Asbest Çimento Levha	0.003				229-458 ^d
İç Sıva	0.019	1400	20	518	630 ^e
Dış Sıva	0.019	2000	30	690	860 ^f
Alçı Duvar Levhası	0.0095	600-1200	(5-10) 8*	2592	2860 ^f
Kontrplak (TS 46)	0.0064	800	(50-400)	76.87	40 ^f
Çimento Harcı	0.1	2000	(15-35)	78	

			25*		
Alçı harcı-kireçli alçı harcı	0,1	1400	10	197	
Gaz Betonlar					
Gaz Beton Levhaları					
Normal derz kalınlığında ve normal harçla yerleştirilen levhalar	1	500-800	(5-10) 7*	28.1	
İnce derzli veya özel yapıştırıcı kullanarak yerleştirilen levhalar	1	500-800	(5-10) 8*	24.6	
Hafif betondan boşluklu duvarlar					
2 sıra boşluklu	0.1	500	5-10	394	
3 sıra boşluklu	0.1	600	5-10	328	
Kayın, meşe, dişbudak (TS 180)	0.1	800	40	49.2	
Yatık yongalı levhalar (TS 1617)	0.1	700	50-100	39.4	
Dik yongalı levhalar (TS 3482)	0.1	700	20	98.5	
Bitümlü Karton	0.01	1100	2000	9.85	
Alu-folyolu bitümlü pestil	0.009	900	100.000	0.22	
Polietilen folyo	0.01	1000	80000	0.246	
PVC örtü	0.01	1200	42000	0.47	
Styrapor (TS 7316)	1	18	(20-250) 30*	6,56	
Polistren Sert Köpük Levhalar (TS 2193)	1	30	(30-100) 45*	4,37	
Mineral Yünlü Yalıtım Malzemeleri (TS 901)	1	8-500	1-1.4	197	245
Cam Köpüğü Levhalar	1	100-500	10.000	0.02	

Mantardan Isı Yalıtım	1	80-160	10	19.8	
Levhaları (TS 304)					
Polietilen Folyo	0.00015	1000	42000		3.4 ^d

2.4.2. Duvarda Yoğuşma Olayı

Yukarıda söylenenlerin ışığında tek malzemeden yapılmış bir duvardaki sıcaklık dağılımına karşıt gelen doymuş buhar ve kısmi buhar basınç diyagramı oluşturulabilir.



Şekil 2.2 Tek malzemeden yapılmış duvarda buhar basıncı dağılımı (a. Doymuş buhar, b: Duvar içindeki buhar, AB: yoğuşma bölgesi)

Duvar yüzeyindeki difüzyon direnci çok küçük olduğundan iç ve dış ortamın buhar basınçları ile yüzeyinkiler aynı varsayılabilir. Duvar içindeki sıcaklık dağılımı bilindiğine göre bu sıcaklıklara karşıt gelen doymuş buhar basınçlarına ait eğri (a) kolaylıkla çizilir.

$$\frac{P_{vi} - P_{viy}}{R_{oi}} = \frac{P_{viy} - P_{vdy}}{R_{\delta}} = \frac{P_{vdy} - P_{vd}}{R_{od}} = \frac{P_{vi} - P_{vd}}{R_{top}} \quad (2.23)$$

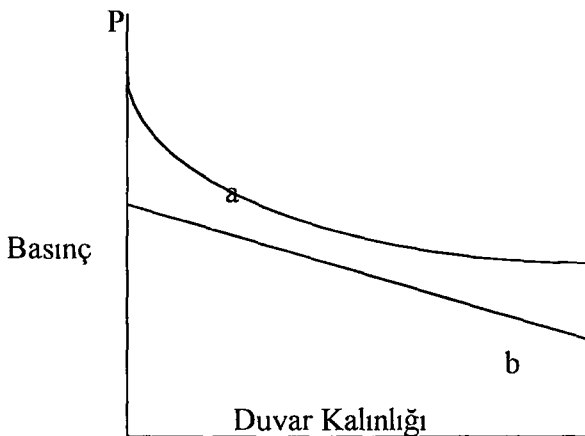
$$R_{top} = R_{oi} + R_{\delta} + R_{od} \quad (2.24)$$

$$P_{vi} = \varphi_i P''_{vi} , \quad P_{vd} = \varphi_d P''_{vd} \quad (2.25)$$

eşitlikleri yazılarak tıpkı ısı geçişinde ara sıcaklıkların hesabında yapıldığı gibi ara buhar basınçları hesaplanarak basınç eğrisi de çizilebilir. Burada p_{vs} doyma basıncı, φ bağıl nem, i , i_y , d_y , d endisleri sırası ile iç ortam, iç yüzey, dış yüzey, dış ortam anlamına gelmektedir. R_{oi} , R_{δ} , R_{od} iç film, duvar ve dış film buhar dirençleri olup (2.18) numaralı formülde belirtildiği şekilde hesaplanırlar.

Şekil 2.2 de görüldüğü gibi buhar eğrisi doymuş buhar eğrisini A ve B noktalarında kesmektedir. Dolayısıyla bu bölgede buhar basınçları doymuş buhar basınçlarını aştığından su buharı yoğunlaşmaktadır. Eğer duvarın sıcak yüzüne buhar kesici (tutucu) ince bir levha konmuş olsaydı sıcaklıklar aynı kalacağından doymuş buhar eğrisi değişmeyecek, fakat sıcak yüzeydeki buhar geçiş direnci çok artacağından buhar eğrisi Şekil 2.3 de görüldüğü gibi aşağıya inecek, böylece yoğunlaşma meydana gelmeyecektir.

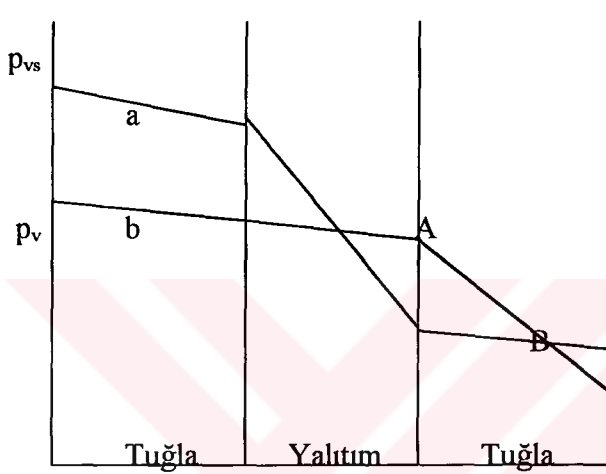
Duvar içerisinde çeşitli sıcaklıklardaki buhar doyma basınçları eğrisi, duvarın dış kısımlarına doğru kısmi buhar basınç eğrisi altına düşer (Şek.2.3) . Bu yüzden, belirli sıcaklık ve buhar basınçları ile akışın sürekliliği mümkün değildir ve yoğunlaşma meydana gelir. Çeşitli elemanlar için gözönüne alınan geçirgenlikler, belirtilmiş sıcaklıklar ve bağıl nemler ışığında yeniden incelenir ve eğer gerekiyorsa, daha uygun geçirgenlik değerleri kullanılarak, inceleme tekrar edilir.



Şekil 2.3 Sıcak yüzeyde buhar kesici tabaka bulunması halinde buhar basıncı dağılımı (a: Doymuş buhar, b: Duvar içindeki buhar)

İç yüzeye konan buhar kesicinin yoğuşma sorununa çözüm getirdiği açıkça görülmektedir. Ancak bu tabaka yerleştirilirken buharın girebileceği hiç bir açık nokta bırakılmamalıdır, ekler ona göre uygun yapılmalıdır. [14]

Arada bir yalıtkan madde içeren sandviç duvarlarda buhar basınç diyagramı aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.4 Yalıtılmış sandviç duvarda buhar basınç dağılımı (a: Doymuş buhar, b: Duvar içindeki buhar, AB: yoğuşma bölgesi) [19]

Görüldüğü gibi yalıtkan maddedeki hızlı sıcaklık düşmesi sonunda doymuş buhar basıncı azaldığından yoğuşma kolaylaşmaktadır. Yoğuşma yalıtkan madde içinde olduğunda yalıtkanlık kalmayacağından sıcak duvar yüzeyine bir buhar kesici yerleştirilebilir.

Yukarıdaki basınç diyagramlarından kolayca anlaşılabileceği gibi iç hava sıcaklığı ve bağıl nemi ne kadar yüksekse, dış hava sıcaklığı da ne kadar düşükse duvar içerisinde yoğuşma o kadar kolaylaşmaktadır. Duvarın sıcak yüzeyine buhar kesici tabaka koymak her ne kadar yoğuşma sorununa çözüm getirse de, yapı fiziki açısından yapı elemanlarının nefes alması gerekir. Bu yüzden, dış ortamla temas eden yapı elemanlarında ısı geçişine izin vermeyip, buhar difüzyonuna müsaade eden - camyünü veya taşıyünü gibi - gözenekli, elastik ve hafif yapı malzemeleri kullanılması daha uygundur.

2.5. BUHAR KESİCİLERİN FONKSİYON VE ÖZELLİKLERİ

Bir buhar kesici, buhar hareketini geciktiren fakat geçişini tam olarak durduramayan bir elemandır. Bina yapısında buhar kesici eleman, nemin sistem içinden akmasını ve dışarıya çıkmasını temin eder. Bununla beraber, nem akışına geçirgen olmayan bütün soğuk yüzeyler, buharı engelleyen ceketli bir sistem veya alüminyum folyo gibi buhar geçirmez bir yalıtım içermelidir. Örnek olarak, sürekli biçimde soğuk akışkan taşıyan borular için, dışarı nem çıkışı olmadığından, sistem içerisine taşınan nem orada kalacak ve er geç istenmeyen birikimlere neden olacaktır.

Herhangi bir buhar kesicisinin etkinliği, buhar geçirgenliğine, yerleştirilmesine ve yalıtım bölümündeki yerine bağlıdır. Buhar kesici, genellikle yüksek su buharı basıncına maruz yüzeylere veya yakınına yerleştirilir. Isıtma sistemi yapılan konutlarda, bu kısım çoğunlukla, yalıtım malzemesinin sıcak tarafıdır.

Bir buhar geçişini engelleyen malzeme, genellikle eklenme yerleri kaynaklı metal levha; pili yerleri sızdırmaz geniş kalın folyo, plastik boru veya geçirgenliği sıfır olan diğer elemanlardır.

2.5.1 Buhar kesicilerin sınıflandırılması

Su buharı kesiciler rijit, esnek veya kaplama malzemeleri olarak sınıflandırılır. Rijit kesiciler takviyeli plastik, alüminyum ve paslanmaz çeliği kapsamaktadır. Bu geciktiriciler genellikle yerinde mekanik olarak tutturulur ve bağlantılarda buhar sızdırmazlığı yapılır.

Esnek kesiciler metal folyo, lamine folyolar ve işlenmiş kağıtlar, kaplanmış keçeler ve kağıtlar, ve plastik film veya tabakalardır. Bu kesiciler rulo halinde veya bina malzemesinin (örnek olarak yalıtımın) bir parçası olarak temin edilirler. Bağlantıların sızdırmazlığı için yardımcı malzeme gerekir.

Kaplama şeklindeki hava ve buhar kesiciler, yarı akışkan veya mastik olabilir. Bunlara örnek olarak, boyalar (bazen yüzey kaplaması da denir), veya ısıtılınca eriyen tabaka malzemeler de dahil olmak üzere çeşitli sıcak eriyikler sayılabilir. [19]

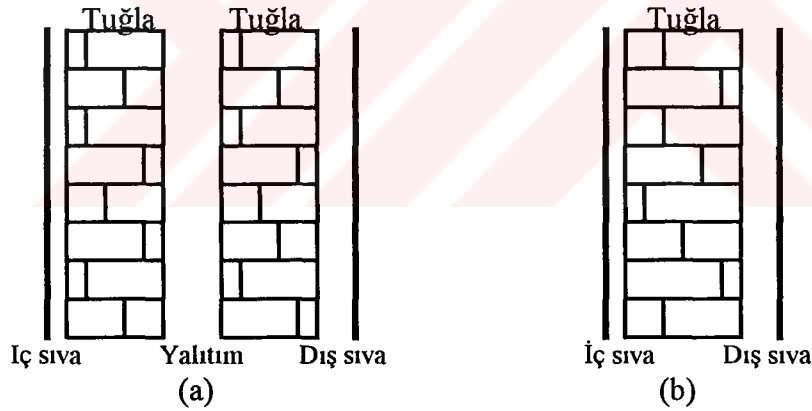


3. ISI GEÇİŞİ VE BUHAR DİFÜZYONUNUN DENEYSEL İNCELENMESİ

3.1 DENEY ODASI

Isı geçişi ve buhar difüzyonunu dolayısıyla duvarlardaki terleme olayını canlı gözlemlemek ve farklı yapı elemanlarının buhar difüzyonuna karşı davranışlarını inceleyip karşılaştırma yapmak için Gebze’de bulunan İzocam fabrikası Uygulama Merkezi nde bir deney odası hazırlanmıştır.

Hazırlanan deney odasının duvarları 2m. yüksekliğinde 1.60m. eninde olup bir yalın (yalıtımsız) duvar ve bir de sandviç duvar arası taşıyünü ile yalıtılmış duvardan oluşmaktadır. Hazırlanan duvarların boyutları aşağıda görülmektedir.



Şekil 3.1 Örnek olarak hazırlanan taşıyünlü sandviç (a) ve yalın duvar (b)

Tablo 3.1 Deney Odasında kullanılan malzemelerin teknik özellikleri

Malzeme Adı	Isı İletim Katsayısı (W/mK)	Geçirim (ng/m ² .s.Pa)	Kalınlık (m)
İç Sıva	0.87	518	0.02
Yalıtım (taşıyünü)	0.040	245	0.05
Delikli Tuğla (yalıtlımlı)	0.45	46	0.085
Delikli Tuğla (yalın)	0.45	46	0.19
Dış Sıva	1.40	690	0.03

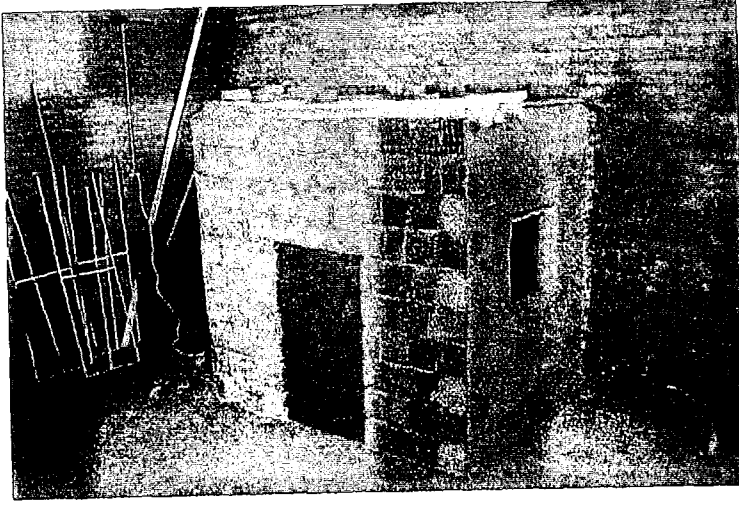
Deneyde kullanılacak ölçüm cihazlarıyla ilgili olarak, Teta, Testo ve Elimko firmalarıyla, Türk Standartları Enstitüsü ve Demirdöküm firmasıyla yazışmalar yapılmış ölçüm cihazlarının teknik özellikleri ve fiyatları öğrenilmiş olup, Aynı ölçüm cihazları sonuçta İ.T.Ü. tarafından temin edilmiştir.

Kullanılan ölçüm cihazı 12 termocouple kapasitesine sahip, otomatik olarak 2 şer saniye aralıklı tüm 12 noktadaki sıcaklık değerlerini okuyup ekranda gösterebilen bir cihazdır.

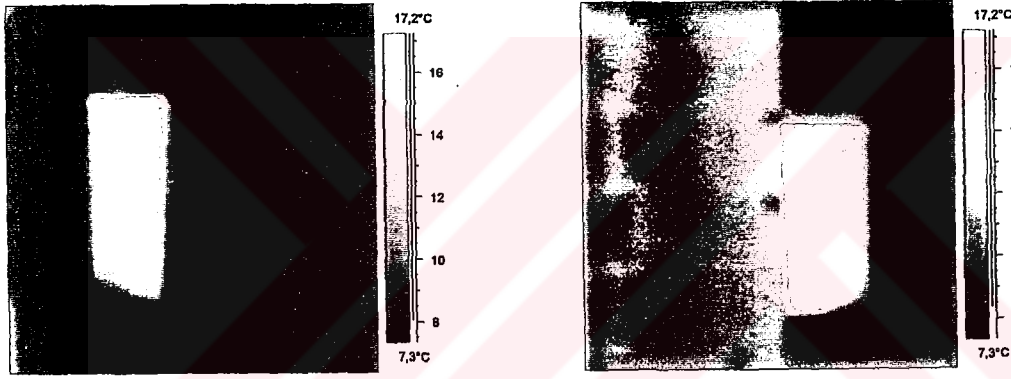
Yalıtımlı sandviç duvarda her bir yapı elemanının orta noktasına gelecek ve içinden thermocouple geçecek şekilde 3 tane ince kanal açılmış ve bu kanallardan plastik korunum kılıfları içine konulan thermocouple lar geçirilip sabitlenmiştir. Isı köprüsü oluşmasını engellemek için kanal giriş delikleri dökme taşıyünüyle tıkanmıştır. Aynı işlem yalıtımsız yalın duvara da uygulanmış olup 2 tane kanal açılmıştır. Bu kanallar tuğlanın 4 cm. ve 10 cm. içine gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

Ölçümlerin sağlıklı ve gerçeğe yakın olması açısından deney odasının yan duvarlarına pencere konmuş infiltrasyon kayıplarının önlenmesi için kapı ve pencere bağlantı elemanları özenle monte edilmiştir. Tüm ölçümler yılın en soğuk günlerine denk getirilmeye çalışılarak şubat ayında tamamlanmıştır. Her saat başı ölçü alınmış gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkı ve relatif dış rutubetin etkisinin gözlenmesi açısından 3 gece İzocam fabrikasının'da ikamet edilerek ölçümler tamamlanmıştır.

Ölçümler sırasında deney odası iç sıcaklığı 20-24 °C, dış hava sıcaklığında 0-16°C arasında değişmiştir. Deney odası kapısının açılıp kapandıkça iç ortam şartlarının değişeceği düşünülerek ölçüm cihazı bazı saatlerde otomatiğe alınmış odanın içine girmeden dış pencereden bakılarak değerler not edilmiştir. İç rutubeti ölçmek içinde giriş kapısı üstünden bırakılan boşluktan Testo firmasına ait rutubet ölçer cihazla iç ve dış izafi rutubet ile dış hava sıcaklığı ölçülmüştür.



Şekil 3.2 Deney odası



a.)

b.)

Şekil 3.3 Deney odası termal kamera fotoğrafı (a. yalıtımlı duvar b. yalın duvar)

3.2 DENEY ODASI ÖLÇÜM TABLOLARI

Aşağıdaki tablolarda her saat başı yapılan ölçümler sırasında alınan sonuçlar görülmektedir.

Tablo 3.2 Deney odası ölçüm sonuçları

7 Şubat 1998

Saat	Tortam (°C)	Tdış (°C)	Tiç tuğla (°C)	Tyalıtım (°C)	Tdıştuğla (°C)	$\Phi_{dış}$ (%)	$\Phi_{iç}$ (%)
16 ⁰⁰	21	9.5	19	16	11	65	62
17 ⁰⁰	22	8.5	19.5	17	11	70	64

Tablo 3.3 Deney odası ölçüm sonuçları

10 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{yalıtım} (°C)	T _{dış tuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
11 ³⁰	19	8.5	12	11	10	60	39
12 ³⁰	22	9.5	16	14	12	56	45
13 ³⁰	23	9.5	17	15	14	59	60
14 ⁴⁵	24	9.5	19.5	17	15	60	65
15 ⁴⁵	23	9.5	20.5	18	16	61	70
17 ⁰⁰	24	7.5	21	18.5	16	65	75

Tablo 3.4 Deney odası ölçüm sonuçları

14 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{yalıtım} (°C)	T _{dış tuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
14 ⁴⁵	21	12,5	16,5	16	12	50	40
16 ⁰⁰	22	10,5	18,5	15	12,5	55	41
17 ⁰⁰	23	8	19	16	12	58	44
18 ¹⁵	24	8	20	18	12	61	54
19 ⁴⁵	24	7,5	20	19	12,5	66	60
20 ⁰⁰	20	7,5	19,5	19	12,5	66	35
21 ²⁰	24	4,5	20	19,5	12	70	60
21 ³⁵	22,5	4,5	20	19,5	12	70	32
23 ⁰⁰	22,5	3	19,5	18	10	72	50
00 ⁴⁰	23	1,5	20	17,5	10	73	58

Tablo 3.5 Deney odası ölçüm sonuçları

5 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{dış tuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
10 ¹⁵	21	6,0	17,5	8,5	52	60
12 ⁴⁵	23	7,0	18,5	9,0	58	60
14 ¹⁵	24	7,0	18,5	14,0	59	60

Tablo 3.6 Deney odası ölçüm sonuçları

20 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{yalıtım} (°C)	T _{dıştuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
11 ³⁰	20	11	14	12	11	45	40
13 ²⁰	21	12,5	17	13	11,5	48	51
15 ³⁰	22	12	19	14	11,5	53,5	53,5
17 ³⁰	24,5	8	20,5	16	12	69	62
19 ³⁰	25	7,5	21	18	11,5	72	44
21 ⁰⁰	25	7	22	18	12	68,5	57
23 ⁰⁰	25	5	22	17,5	11	67	61
01 ⁰⁰	24	3	21,5	17,5	10	77	55

Tablo 3.7 Deney odası ölçüm sonuçları

21 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{yalıtım} (°C)	T _{dıştuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
11 ⁰⁰	22	10,5	17	15	11,5	35	40
12 ³⁰	23	12,5	19	16	13,0	40	34
14 ⁰⁰	25	14,0	22	18	14,5	37	31

Tablo 3.8 Deney odası ölçüm sonuçları

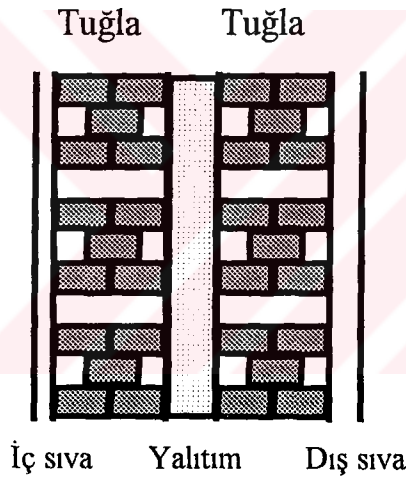
21 Şubat 1998

Saat	T _{ortam} (°C)	T _{dış} (°C)	T _{iç tuğla} (°C)	T _{dıştuğla} (°C)	Φ _{dış} (%)	Φ _{iç} (%)
14 ³⁰	25	14	20,5	16	37	31

4. SAYISAL İNCELEME

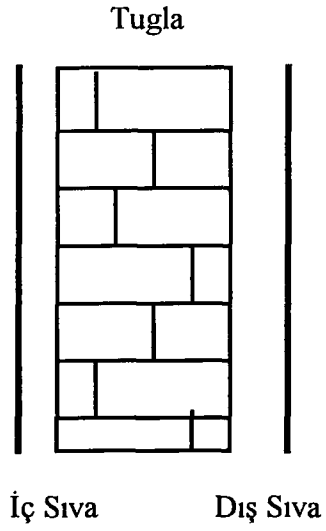
Ülkemiz 30 Ekim 1981 tarihli “Yapılarda Isı Yalıtımı ve Kuralları” adlı yönetmelik ile 3 iklim bölgesine ayrılmıştı. Daha sonra nisan 1998’de eski standart yeniden düzenlenerek yeni TS-825’e göre 4 iklim bölgesine ayrılmaktadır. Tespit edilen bu 4 iklim bölgesinde en çok kullanılan duvar tipleri belirlenmiş örnek sayısal çalışmalar belirlenen bu duvar tiplerine göre yapılmıştır.

A Tipi duvar: Yalıtımlı Sandviç Duvar. Bu duvar tipinde 8,5 cm’lik çift tuğla arasına yalıtım malzemesi olarak camyünü veya daha çok styrofor kullanılmaktadır.



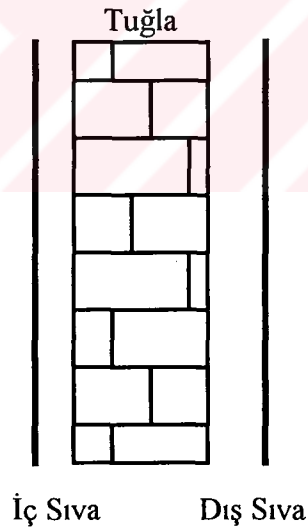
Şekil 4.1 Sandviç Duvar

B-Tipi duvar: Gazbeton duvar. Özellikle son yıllarda hızla yayılan bu tip duvarlarda. Delikli tuğla yerine, silisli bir agrega ve inorganik bir bağlayıcı madde (kireç/çimento) ile hazırlanıp belli bir basınç altında sertleştirilerek üretilen gazbeton kullanılmaktadır.



Şekil 4.2 Gazbeton Duvar

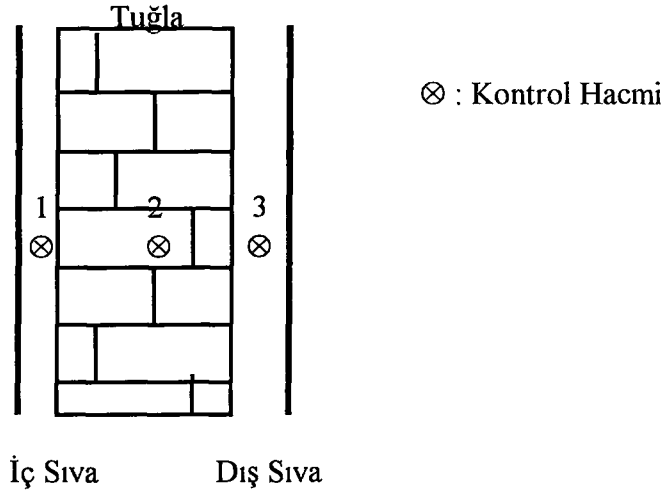
C-Tipi duvar: Yalın Duvar olarak tarif edilen iç ve dış sıvayla birlikte 19 cm. lik delikli tuğla'nın kullanıldığı özellikle I. ve II. İklim bölgelerinde çok sık kullanılan herhangi bir yalıtım malzemesi içermeyen duvar tipidir.



Şekil 4.3 Yalın Duvar

Bu çalışmada incelenen yapı elemanlarında günlük sıcaklık ve buhar basıncı değişimlerini incelemek amacıyla bir sayısal model geliştirilmiştir. Sayısal model geçici rejimde bir boyutlu ısı iletimini, Patankar [20] tarafından ayrıntıları verilen kontrol

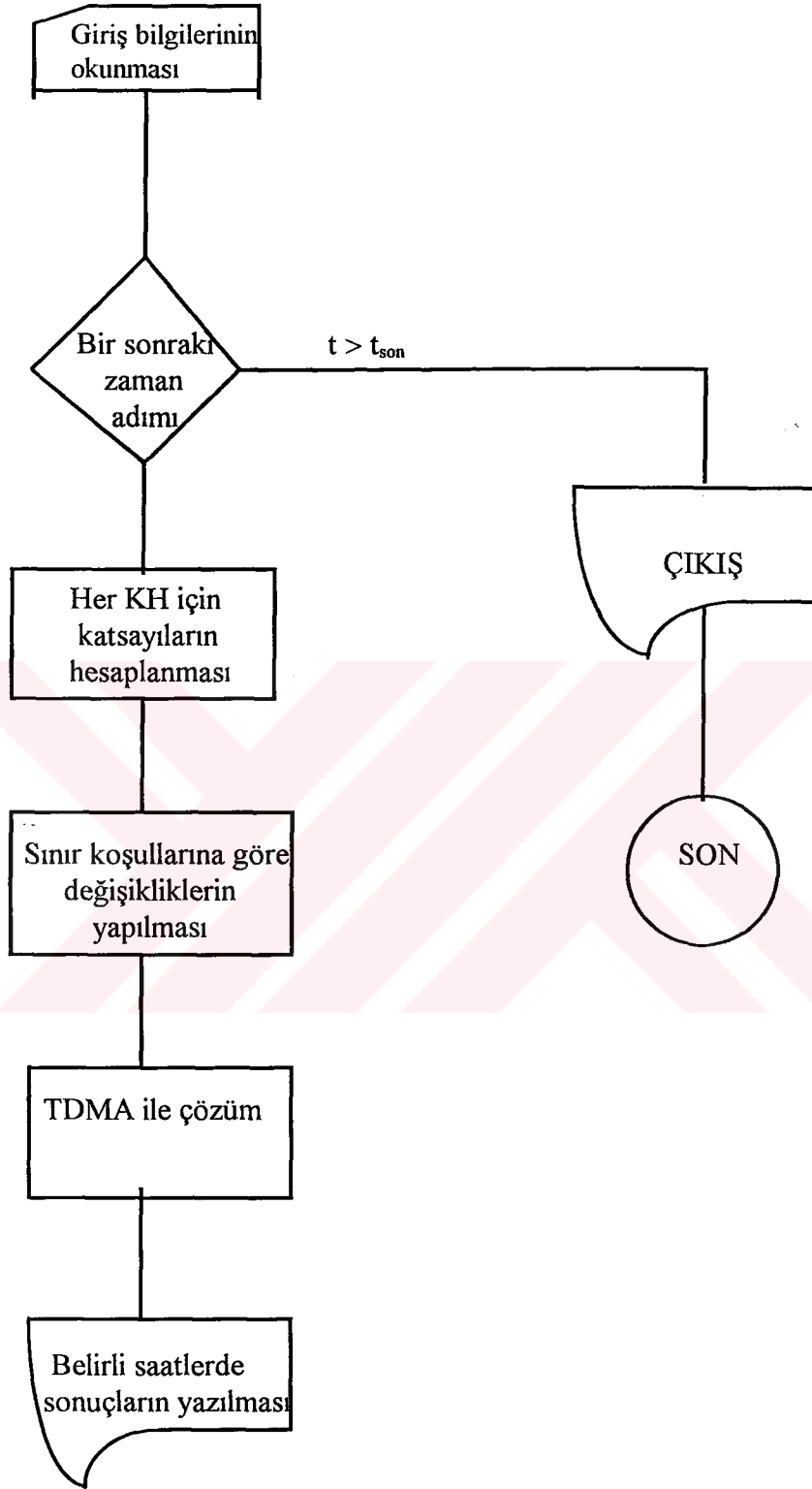
hacmi yöntemiyle çözmektedir. Yöntemde ilk olarak yapı elemanı Şekil 4.4 de gösterildiği gibi kontrol hacimlerine bölünmektedir.



Şekil 4.4 Yapı elemanının kontrol hacimlerine bölünmesi

Her kontrol hacminin ısı özellikleri (ısı iletim katsayısı, yoğunluğu, özgül ısısı) farklı olabilmektedir. Böylece değişik katmanlardan oluşan bir duvar incelenebilmektedir. Daha sonra her kontrol hacmi için ısı iletim denklemi ayrı bir biçimde yazılmaktadır. 2. Dereceden kısmi bir diferansiyel denklem olan geçici rejimde bir boyutlu ısı iletim denklemi böylece lineer cebirsel denkleme dönüşmektedir. Bu işlemin tüm kontrol hacimlerine uygulanması sonunda elde edilen lineer cebirsel denklem takımı program giriş bilgileri olarak, kontrol hacmi sayısını, iç ve dış sıcaklıklarla taşınım katsayılarını, zaman adımını, kontrol yüzeylerinin koordinatlarını ve kontrol hacimlerinin ısı özelliklerini okumaktadır. [21-22]

Programın çıkışı ise istenen zamanlarda yapı elemanı içindeki sıcaklık ve buhar basınçlarıdır. Giriş bilgileri, program çalıştırılmadan önce bir disk dosyasına yazılarak hazırlanmaktadır. Bu dosyanın ve çıkışın birer örneği Şekil 4.6 ve Şekil 4.7' de verilmiştir. Programın listesi ise EK 1 de verilmiştir.



Şekil 4.5 Programın blok akış diagramı



Şekil 4.6 Program Çıktısı

```

YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA
3 120 60.0 24.0 8.0 22.0 86400.0
0.0 20.0 210.0 240.0
0.870 1800.0 800.0 18.6
0.920 2000.0 800.0 9.5
1.400 2000.0 800.0 -3.0
-6.0 -6.0 -7.0 -8.0 -8.0 -8.0 -8.0 -7.0 -6.0 -6.0 -5.0 -4.0
-3.0 -3.0 -2.0 -2.0 -2.0 -3.0 -3.0 -4.0 -4.0 -5.0 -5.0 -6.0

```

Yukarıda girdi.dat olarak yer alan program dosyası içerisinde yapı elemanı içindeki malzemelerin teknik özellikleri bulunmaktadır. Örneğin; alt alta yer alan üç sütundan en soldaki sütunda malzemelerin ısı iletim katsayısı değerleri, sonra yoğunlukları ve onun yanındaki sütunda da her bir malzemenin özgül ısı' ları yer almaktadır.

En alt iki satırda da gün içinde ki dış sıcaklık değerleri görülmekte olup, en üst satırda, iç sıcaklık, iç ve dış taşınım katsayıları ve programın zaman adımları yer almaktadır.

Şekil 4.7 Program giriş dosyası

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan sayısal çalışmanın neticelerinden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Program sonuçlarından faydalanılarak elde edilen grafiklerden Şekil 5.1 ile 5-16 da Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri görülmektedir. Her dört saate bir alınan doymuş basınç eğrileriyle gün içinde hangi zaman aralıklarında yoğunlaşma hangi zaman aralıklarında buharlaşma olabileceği kolaylıkla belirlenebilmektedir.

Yine Şekil 5.17 ile 5.33 arasında da yapı malzemesi içindeki sıcaklık dağılım grafikleri görülmektedir. Aynı sayfada yer alan tablolarda da hesaplanan kısmi ve doyma basıncı eğrileri yer almaktadır.

Aşağıda yer alan tablo 5.1 de hesaplamalarda ve programın giriş dosyasında kullanılan malzemelerin teknik özellik değerleri yer almaktadır.

Tablo 5.1 Program datalarında kullanılan malzemelerin teknik özellikleri

Malzeme Adı	Kalınlık (m)	Isı İletim Katsayısı (W/mK)	Su Buharı Direnci (Pa.m ² .s/ng)	Isıl Direnç (m ² K/W)
İç Sıva	0.02	0.87	0.00167	0.023
Delikli Tuğla (sandviç)	0.085	0.45	0.0184	0.188
Delikli Tuğla (yalın)	0.19	0.45	0.041	0.420
Yalıtım (camyünü)	0.05	0.040	0.0002	1.25
Gazbeton ^(*)	0.19	0.19	0.0073	1.0
Dış Sıva	0.03	1.40	0.0018	0.021

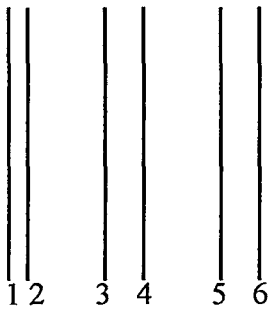
(*) : [23]'den.

Program sonuçlarına göre yapı elemanları tek tek incelenmiş, geçici rejimde yapılan hesaplamalar ile bir gün boyunca değişen dış sıcaklığa göre yapı elemanı içinde hangi zaman dilimlerinde yoğuşma hangi zamanlarda buharlaşma gerçekleştiği incelenmiştir.

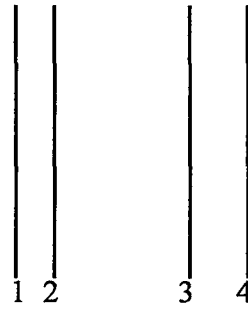
Doğru bir karşılaştırma yapmak için her duvar tipi farklı iklim bölgelerine göre seçilen farklı dış sıcaklık değerlerine uygulanmıştır. Aynı iç ve dış ortam şartlarına sahip farklı tip duvarlarda yoğuşma miktarları hesaplanmış yoğuşma olması muhtemel durumlar ve yoğuşmaya etki eden parametreler (sıcaklık ve rutubet değerleri gibi) belirlenmiştir.

Yapılan tüm hesaplamalarda iç ve dış sıcaklık için iki farklı sıcaklık değerleri kullanılmıştır. İç sıcaklık değerleri 20 °C ve 24°C, iç bağıl nem de tüm ölçümlerde 0.50 sabit olarak alınmıştır. Dış sıcaklık ortalama değeri -5 °C ve -9 °C, dış bağıl nem de yine tüm ölçümlerde 0.70 olarak alınmıştır. Aynı iç ve dış ortam şartlarına sahip farklı tip duvarlarda yoğuşma miktarları hesaplanmış yoğuşma olması muhtemel durumlar ve yoğuşmaya etki eden parametreler (sıcaklık ve nem değerleri gibi) belirlenmiştir.

Her bir duvar tipi için yapılan hesaplamalarda sıcaklık ve basınç değerlerinin karşısında yer alan 1,2,3,...,6 gibi rakamlar yapı elemanı içindeki düğüm noktalarının yerlerini göstermektedir.



Sandviç duvar için



Gazbeton ve Yalın duvar için

5.1. HESAPLAR

SANDVİC DUVAR

VERİLER: İÇ ORTAM ŞARTLARI: $T_{iç} = 24^{\circ}\text{C}$ $\phi_{iç} = 0,5$ $P_v = 1492,5 \text{ Pa}$

$$P_{vs} = 2985 \text{ Pa}$$

DIŞ ORTAM ŞARTLARI: $T_{dış.ort} = -5^{\circ}\text{C}$ $\phi_{dış} = 0,7$ $P_{vs} = 401 \text{ Pa}$

$$P_v = 280,7 \text{ Pa}$$

Toplam Buhar Geçiş Direnci:

$$R_{v.TOP} = 0,0404 \text{ m}^2 \text{ Pa/ng}$$

Toplam Isı Geçiş Direnci

$$R_{T.TOP} = 1,67 + 0,198 = 1,862 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/w}$$

$$Q = U * A * \Delta T = 24 - (-5) = 29^{\circ}\text{C}$$

$$U = \frac{1}{R_{T.TOP}} = \frac{1}{1,862} = 0,537 \text{ W / m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 0,537 * 1 * 29$$

$$Q = 15,573 \text{ W}$$

	$T(^{\circ}\text{C})$	$P_{vs}(\text{Pa})$	$P_v(\text{Pa})$
1.	21,775	2580	1492,5
2.	21,416	2515	1445,10
3.	18,48	2125	893,2
4.	-1,0	562	887,2
5.	-3,92	441	335,3
6.	-4,24	430	280,7

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 562}{0,02018} = 46110,0 \text{ ng / m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{562 - 280,7}{0,02022} = 13911,96 \text{ ng / m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 46110,0 - 13911,96 = 92198,04 \text{ ng / m}^2 \text{ s}$$

Sürekli rejimde yoğuşma miktarı $\dot{m}_{yoğuşan} = 0,116 \text{ g/m}^2 \text{ h}$

24 saatte : 2,784 gr.

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

$$\underline{24^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 606,4}{0,02018} = 43909,8 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{606,4 - 0,7 * 368}{0,02022} = 17250,24 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{22^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 616,2}{0,02018} = 43424,18 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{616,2 - 0,7 * 401}{0,02022} = 16592,48 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{20^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 632}{0,02018} = 42641,22 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{632 - 0,7 * 437}{0,02022} = 16127,6 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{18^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 636,1}{0,02018} = 42438,05 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{636,1 - 0,7 * 476}{0,02022} = 14980,2 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{16^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 621,8}{0,02018} = 43146,68 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{621,8 - 0,7 * 517}{0,02022} = 12853,6 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{14^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 582,7}{0,02018} = 45084,24 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{582,7 - 0,7 * 517}{0,02022} = 10919,8 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{12^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 549,8}{0,02018} = 46714,56 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{549,8 - 0,7 * 476}{0,02022} = 10712,16 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{10^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 521,3}{0,02018} = 48126,85 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{521,3 - 0,7 * 401}{0,02022} = 11899,1 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{8^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 514,2}{0,02018} = 48478,69 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{514,2 - 0,7 * 401}{0,02022} = 11547,9 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{6^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 526,2}{0,02018} = 47884,04 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{526,2 - 0,7 * 310}{0,02022} = 15291,8 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{4^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 564,4}{0,02018} = 45991,08 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{564,4 - 0,7 * 310}{0,02022} = 17181,0 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\underline{2^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 584,3}{0,02018} = 45004,95 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{584,3 - 0,7 * 337}{0,02022} = 17230,46 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{iTOP} = 551323,03 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{dTOP} = 172586,34 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

24 saate geçici rejimde yoğuşma miktarı, $\dot{m}_{dTOP} = 378736,69 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s} = 1,363 \text{ gr} / \text{h}$

SAAT	m_i (ng/m ² s)	m_d (ng/m ² s)
24	43909.8	17250.24
22	43424.18	16592.48
20	42641.22	16127.6
18	42438.05	14980.2
16	43146.68	12853.6
14	45084.24	10919.8
12	46714.56	10712.16
10	48126.85	11899.1
08	48478.69	11547.9
06	47884.04	15291.8
04	45991.08	17181.0
02	45004.95	17230.46
TOPLAM	551323.03	172586.34

$m_i - m_d = 551323.03 - 172586.34 = 378736.69 \text{ ng/m}^2\text{s} = 1.363 \text{ gr/m}^2\text{h}$. Geçici rejimde bir günde yoğunlaşma miktarı olarak bulunmuş olur.

SANDVIÇ DUVAR

VERİLER: İÇ: $T_{iç} = 24^{\circ}\text{C}$ $\phi_{iç} = 0,5$ $P_v = 1492,5 \text{ Pa}$ $P_{vs}=2985\text{Pa}$

DIŞ: $T_{dişort.} = -9^{\circ}\text{C}$ $\phi_{diş} = 0,7$ $P_{vs} = 284 \text{ Pa}$ $P_v=199\text{Pa}$

$$Q = U * A * \Delta T \quad \Delta T = 24 - (-9) = 33^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 0,537 * 1 * 33 = 17,721 \text{ W}$$

	<u>T($^{\circ}\text{C}$)</u>	<u>P_{vs}(Pa)</u>	<u>P_v(Pa)</u>
1.	21,46	2580	1492,5
2.	21,05	2490	1439,0
3.	17,72	2010	849,88
4.	-4,43	430	843,47
5.	-7,76	320	254,35
6.	-8,13	300	200

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 430}{0,02018} = 52651,14 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{490 - 200}{0,02022} = 14342,23 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 52651,14 - 14342,23 = 38308,91 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{\text{yoğuşma}} = 0,137 \text{ gr/m}^2/\text{h}$$

24 saate ; 3,312 gr.

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 464,2}{0,02018} = 50956,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 464,9}{0,02018} = 50921,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 477,6}{0,02018} = 50292,36 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 480,8}{0,02018} = 50133,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 469,4}{0,02018} = 50698,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 439,3}{0,02018} = 52190,28 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 40,2}{0,02018} = 53632,31 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 390,9}{0,02018} = 54588,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 384,5}{0,02018} = 54905 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 393,8}{0,02018} = 54445,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 419,4}{0,02018} = 53176,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1492,5 - 457,5}{0,02018} = 51288,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{464,2 - 0,7.265}{0,02022} = 13956,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{464,9 - 0,7.289}{0,02022} = 13160,2 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{477,6 - 0,7.316}{0,02022} = 13866,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{480,8 - 0,7.344}{0,02022} = 12087,04 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{469,4 - 0,7.375}{0,02022} = 104747,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{439,3 - 0,7.375}{0,02022} = 10059,34 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{410,2 - 0,7.344}{0,02022} = 8620,1 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{390,3 - 0,7.344}{0,02022} = 9500,5 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{384,5 - 0,7.316}{0,02022} = 10014,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{393,8 - 0,7.265}{0,02022} = 11963,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{3,8 - 0,7.221}{0,02022} = 13229,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{457,5 - 0,7.242}{0,02022} = 14421,36 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

SAAT	M_i (ng/m ² s)	m_d (ng/m ² s)
24	50956,4	13956,4
22	50921,7	13160,2
20	50292,36	13866,4
18	50133,8	12087,04
16	50698,7	10474,7
14	52190,28	10059,34
12	53632,31	8620,1
10	54588,7	9500,5
8 ⁰⁰	54905,8	10014,8
6 ⁰⁰	54445,0	11963,4
4 ⁰⁰	53176,4	13229,4
2 ⁰⁰	51288,4	14421,36
TOP.	627299,85	140353,64

$\dot{m}_{\text{yoğuşma}} = 1,752 \text{ gr. (24 saatte)}$

SANDVİC DUVAR

<u>İÇ ORTAM:</u>	$T_{iç} = 20^0C$	$\phi_{iç} = 0,50$	$P_{vs} = 2340 P_a$	$P_v=1170P_a$
<u>DIŞ ORTAM:</u>	$T_{dış} = 0,70^0C$	$\phi_{dış} = 0,70$	$P_{vs} = 401 P_a$	$P_v=280,7P_a$

$$\Delta T = 20 - (-5) = 25^0CQ = 25 * 1 * 0,537 \quad Q = 13,425 W$$

	<u>T(⁰C)</u>	<u>P_{vs}(P_a)</u>	<u>P_v(P_a)</u>
1.	18,08	2070	1170
2.	17,77	2010	1133,24
3.	15,24	1736	728,21
4.	-1,53	540	723,8
5.	-4,05	435	318,77
6.	-4,33	415	280,7

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 540}{0,2018} = 31219,0ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_a = \frac{540 - 280,7}{0,02022} = 12823,93ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_a = 18395,06ng / m^2 s = 0,066gr / m^2 h$$

24 saate ; 1,584 gr.

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 575,4}{0,02018} = 29464,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 584,8}{0,02018} = 28973,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 605,9}{0,02018} = 27953,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 609,7}{0,02018} = 27769,11 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 595,9}{0,02018} = 28449,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 598,1}{0,02018} = 30322,1 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 522,1}{0,02018} = 32106,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 496,1}{0,02018} = 333946,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 489,7}{0,02018} = 3711,6 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 505,1}{0,02018} = 32948,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 539}{0,02018} = 31268,5 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 597,4}{0,02018} = 30872,1 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{575,4 - 0,7.368}{0,02022} = 15717,11 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{584,8 - 0,7.437}{0,02022} = 15039,56 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{605,9 - 0,7.476}{0,02022} = 14836,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{609,7 - 0,7.476}{0,02022} = 13674,5 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{605,9 - 0,7.517}{0,02022} = 12992,08 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{558,1 - 0,7.587}{0,02022} = 9703,26 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{522,1 - 0,7.476}{0,02022} = 9342,23 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{496,1 - 0,7.401}{0,02022} = 10652,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{489,7 - 0,7.401}{0,02022} = 11478,73 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{505,1 - 0,7.310}{0,02022} = 14248,27 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{539 - 0,7.310}{0,02022} = 15924,82 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{597,4 - 0,7.337}{0,02022} = 15385,75 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

SAAT	$\dot{m}_i$ (ng/m ² s)	$\dot{m}_a$ (ng/m ² s)
24	29464,8	15717,11
22	28999,0	15039,56
20	27953,42	14836,8
18	27765,11	13674,58
16	28449,0	12992,08
14	30322,1	9703,26
12	32106,0	9342,23
10	33394,45	10652,8
8 ⁰⁰	33711,6	11478,73
6 ⁰⁰	32948,4	14248,27
4 ⁰⁰	31268,5	15924,82
2 ⁰⁰	30872,1	15385,75
TOPLAM	367254,48 ng/m ² s	158996,0

$\dot{m}_{\text{yoğuşma}} = 0,75 \text{ gr. (24 saatte)}$

SANDVİC DUVAR

<u>İÇ ORTAM:</u>	$T_{iç} = 20^{\circ}\text{C}$	$\phi_{iç} = 0,5$	$P_{vs} = 2340 \text{ Pa}$	$P_v = 1170 \text{ Pa}$
<u>DIŞ ORTAM:</u>	$T_{dış} = -9^{\circ}\text{C}$	$\phi_{dış} = 0,7$	$P_{vs} = 284 \text{ Pa}$	$P_v = 198,8 \text{ Pa}$

$$\Delta T = 20 - (-9) = 29^{\circ}\text{C} \quad Q = 29 * 1 * 0,537 \quad Q = 15,573 \text{ W}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	17,775	2025	1170
2.	17,41	2005	1129,85
3.	14,48	1658	687,5
4.	-5,0	401	682,7
5.	-7,92	315	240,37
6.	-8,24	296	198,8

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 401}{0,2018} = 38107,03 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{401 - 198,8}{0,02022} = 10000,0 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 28107,036 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s} = 0,101 \text{ gr} / \text{m}^2 \text{ h}$$

24 saate ; 2,424 gr.

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 440,8}{0,02018} = 36134,78 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 441,7}{0,02018} = 36090,18 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 454,3}{0,02018} = 35465,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 457,9}{0,02018} = 35287,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 447,7}{0,02018} = 35792,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 420,4}{0,02018} = 37145,6 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 396,6}{0,02018} = 38325,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 380,1}{0,02018} = 39142,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 378,2}{0,02018} = 39236,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 398,8}{0,02018} = 38463,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 432,8}{0,02018} = 36531,2 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 490,68}{0,02018} = 36372,6 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{24.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{440,8 - 0,7.265}{0,02022} = 12799,2 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{22.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{441,7 - 0,7.289}{0,02022} = 12012,8 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{20.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{454,3 - 0,7.316}{0,02022} = 12636,0 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{18.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{457,9 - 0,7.344}{0,02022} = 11913,94 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{16.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{447,7 - 0,7.375}{0,02022} = 9401,58 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{14.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{420,4 - 0,7.375}{0,02022} = 8051,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{12.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{396,6 - 0,7.344}{0,02022} = 7947,5 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{10.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{380,1 - 0,7.344}{0,02022} = 8966,37 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{08.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{378,2 - 0,7.316}{0,02022} = 9703,26 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{06.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{393,8 - 0,7.265}{0,02022} = 11563,4 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{04.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{432,8 - 0,7.221}{0,02022} = 13982,18 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\underline{02.}^{00} \quad \dot{m}_d = \frac{490,6 - 0,7.242}{0,02022} = 13358,06 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

GEÇİCİ REJİMDE YOĞUŞMA MİKTARI

SAAT	$\dot{m}_i$ (ng/m ² s)	$\dot{m}_d$ (ng/m ² s)
24	36134,78	12799,20
22	36090,18	12012,85
20	35465,8	12636,00
18	35287,4	11913,94
16	35792,8	9401,58
14	37145,6	8051,4
12	38325,0	7947,5
10	39142,7	8966,37
8 ⁰⁰	39236,86	9703,26
6 ⁰⁰	38463,82	11963,4
4 ⁰⁰	36531,22	13892,18
2 ⁰⁰	36372,64	13358,06
TOPLAM	443988,8 ng/m ² s	132645,74 ng/m ² s

$\dot{m}_{\text{yoğuşma}} = 0,120 \text{ gr. (24 saatte)}$

SANDVİÇ DUVAR (BUHAR KESİCİLİ)

$$R_{V.TOP} = 0,588 + 0,0404 = 0,6284 \text{ m}^2 \text{sPa/ng}$$

$$\text{İÇ ORTAM: } T_{iç} = 24^0 \quad \phi_{iç} = 0,5$$

$$\text{DIŞ ORTAM: } T_{dış} = -5^0 \quad \phi_{dış} = 0,7$$

$$R_{T.Polietilen} = \frac{0,00025}{0,030} = 0,0083 \text{ W / m}^2 \text{ }^0 \text{C}$$

$$R_{T.TOP} = 0,0083 + 1,862 = 1,870 \text{ m}^2 \text{ }^0 \text{C/W}$$

$$Q = U * A * \Delta T \quad U = \frac{1}{1,870} = 0,534 \text{ W / m}^2 \text{ }^0 \text{C}$$

$$Q = 0,534 * 1 * (24 - (-5)) = 15,486 \text{ W}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	21,78	2620	1492,5
2.	21,65	2580	358,6
3.	21,30	2510	355,4
4.	18,38	2100	320,0
5.	-1,0	562	319,0
6.	-3,9	440	283,5
7.	-4,22	430	280,7

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 562}{0,608} = 1530,4 \text{ ng / m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{562 - 280,7}{0,0204} = 13789,2 \text{ ng / m}^2 \text{ s}$$

yoğuşma yoktur.

SANDVIÇ DUVAR

Gün içinde sıcaklık farkı var.

$$\underline{\text{İÇ:}} \quad T_{iç} = 24^{\circ}\text{C} \quad \phi_{iç} = 0,50 \quad P_{vs} = 2340 \text{ Pa} \quad P_v = 1170 \text{ Pa}$$

$$\underline{\text{DIŞ:}} \quad T_{dış} = 1^{\circ}\text{C} \quad \phi_{dış} = 0,70 \quad P_{vs} = 657 \text{ Pa} \quad P_v = 460 \text{ Pa}$$

$$\Delta T = 24 - 1 = 23^{\circ}\text{C} \quad Q = 23 * 1 * 0,537 \quad Q = 12,35 \text{ W}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	22,23	2680	1492,5
2.	21,95	2630	1449,8
3.	19,62	2280	980,0
4.	4,18	825	974,8
5.	1,85	695	504,5
6.	1,6	670	460

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5}{0,02018} = 33077,3 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{825,460}{0,02022} = 18051,4 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 0,054 \text{ gr} / \text{m}^2 \text{ h}$$

$$\dot{m}_{\text{yoğuşan}} = 1,296 \text{ gr. (24 saatte)}$$

GEÇİCİ REJİMDE YOĞ. MİKTARI

SAAT	$\dot{m}_i$ (ng/m ² s)	$\dot{m}_a$ (ng/m ² s)
24	3012.8	22596.4
22	27745.3	23377.8
20	26585	21003.9
18	26491.5	19228.4
16	27834.5	17888.2
14	317.39	9782
12	36298	7413
10	39737	11409.5
8 ⁰⁰	40797.8	1.5197.8
6 ⁰⁰	40084.2	18689.4
4 ⁰⁰	37532.2	21226.5
2 ⁰⁰	35406	20578.6
TOPLAM	400374.3	208391.5

GAZBETON

24 ~(-5°C)

İÇ ORTAM:

$$T_{iç} = 24^{\circ}\text{C}$$

$$\phi = 0,5$$

$$P_v = 1492,5 \text{ Pa}$$

$$P_{vs} = 2985 \text{ Pa}$$

DIŞ ORTAM:

$$T_{dış} = -5^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_{dış} = 0,7$$

$$P_{vs} = 401 \text{ Pa}$$

$$P_v = 280,7 \text{ Pa}$$

$$0,192 = \frac{1}{7} + \frac{1}{20}$$

$$R_{V, TOP} = 0,01004 \text{ } 5\text{m}^2\text{Pa/ng}$$

$$R_T = 1,235$$

$$1,043 + 0,192 = 1,235 \text{ m}^2\text{C/W}$$

$$U = \frac{1}{1,235} = 0,809 \text{ W / m}^2\text{C}$$

$$Q = U * \Delta T = 0,809 * (24 - (-5))$$

$$Q = 22,652 \text{ W}$$

$$T_{dış} = -5^{\circ}\text{C}$$

$$P_{vs} = 401 \text{ Pa}$$

$$\phi_{dış} = 0,7$$

$$P_v = 280,7 \text{ Pa}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>	<u>P_{vs} * (P_a)</u>
1.	20,764	2410	1492,5	2527,8
2.	20,24	2360	1305,7	2334,8
3.	-2,412	490	442,9	525,9
4.	-2,86	465	280,7	443,3

$$\begin{aligned}\dot{m}_v &= \frac{1492,5 - 280,7}{0,01004} = 118187,25 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s} \\ &= 0,425 \text{ gr} / \text{m}^2 \text{ h} \quad \text{1 saatte}\end{aligned}$$

$$\dot{m}_{vy} = \frac{1492,5 - 490}{0,00888} = 112894,14 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{vb} = \frac{490 - 280,7}{0,00116} = 158706,89 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_{vb} > \dot{m}_{vy}$$

yoğuşma yoktur.

GAZBETON

24 ~(-9°C)

İÇ ORTAM: $T_{iç} = 24^0C$ $\phi_{iç} = 0,5$ $P_{vs} = 2895 P_a$ $P_v=1492,5 P_a$

DIŞ ORTAM: $T_{dış} = 1^0C$ $\phi_{dış} = 0,70$ $P_{vs} = 657 P_a$ $P_v=198,8 P_a$

$$Q = U * A * \Delta T = 0,809 * 1 * (24-(-9))=26,697 W$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs}(P_a)</u>	<u>P_v(P_a)</u>
1.	20,18	2370	1492,5
2.	20,13	2360	1289,0
3.	-6,567	358	348,3
4.	-7,1	330	198,8

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 358}{0,00888} = 127759,0 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d = \frac{358 - 198,8}{0,00116} = 137241,38 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d > \dot{m}_i$$

yoğuşma yoktur.

GAZBETON

24 ~(-5°C)

$$T_{iç} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{dış} = -5^{\circ}\text{C}$$

$$\phi_{iç} = 0,50$$

$$\phi_{dış} = 0,70$$

$$P_v = 1170 \text{ Pa}$$

$$P_{vs} = 401 \text{ Pa}$$

$$P_{vs} = 2340 \text{ Pa}$$

$$P_v = 280,7 \text{ Pa}$$

$$R_{V.TOP.} = 0,01004 \text{ m}^2\text{s Pa/ng}$$

$$R_T = 1,235 \text{ m}^2\text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

$$U = \frac{1}{1,235} = 0,809 \text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q = U * \Delta T = 0,809 * (24(-5)) = 20,225$$

	$T(^{\circ}\text{C})$	$P_{vs}(\text{Pa})$	$P_v(\text{Pa})$	$P_{vs}*(P_a)$
1.	17,11	1970	1170	2011,9
2.	16,64	1878	1030,05	1865,0
3.	-3,58	453	383,44	476,7
4.	-4,0	437	280,7	406,4

$$\dot{m}_v = \frac{1170 - 280,7}{0,01004} = 88575,7 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_{vy} = \frac{1170 - 453}{0,00888} = 80743,24 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_{vb} = \frac{453 - 280,7}{0,00116} = 148534,48 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_{vb} > \dot{m}_{vy}$$

yoğuşma yoktur.

GAZBETON

<u>İÇ ORTAM:</u>	$T_{iç} = 20^0C$	$\phi_{iç} = 0,50$	$P_{vs} = 2340 P_a$	$P_v=1170 P_a$
<u>DIŞ ORTAM:</u>	$T_{dış} = -9^0C$	$\phi_{dış} = 0,70$	$P_{vs} = 284 P_a$	$P_v=198,8 P_a$

$$Q = 0,809 * 1 * 29 = 23,461 \text{ W}$$

$$\Delta T = 20 - (-9) = 29^0C$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (P_a)</u>	<u>P_v (P_a)</u>
1.	16,65	1878	1170
2.	16,11	1835	1017,16
3.	-7,35	330	311,0
4.	-7,82	320	198,8

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 330}{0,00888} = 94594,6 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d = \frac{330 - 198,8}{0,00116} = 113103,44 ng / m^2 s$$

yoğuşma yoktur.

Sabah 4⁰⁰ – 8⁰⁰ arası çok çok az miktarda yoğuşma var.

$$\underline{4^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 307,2}{0,00888} = 97162,16 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d = \frac{307,2 - 0,7 * 217}{0,00116} = 133879,3 ng / m^2 s$$

$$\underline{6^{00}} \quad \dot{m}_i = \frac{1170 - 297,2}{0,00888} = 98288,28 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d = \frac{297,2 * 0,7 * 217}{0,00116} = 125086,2 ng / m^2 s$$

GAZBETON
(Yüksek Sıcaklık Farkı)

<u>İÇ:</u>	$T_{iç} = 20^{\circ}\text{C}$	$\phi_{iç} = 0,50$	$P_{vs} = 2340 \text{ Pa}$	$P_v = 1170 \text{ Pa}$
<u>DIŞ:</u>	$T_{dış} = 1^{\circ}\text{C}$	$\phi_{dış} = 0,70$	$P_{vs} = 657 \text{ Pa}$	$P_v = 460,0 \text{ Pa}$

$$Q = U * \Delta T * A = 0,809 * 1 * (20 - 1) = 15,371 \text{ W}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	17,80	2030	1170
2.	17,44	1980	1058
3.	2,07	710	541,7
4.	1,75	687	460

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 710}{0,00888} = 51801,8 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

YALIN DUVAR

(20 ~ -5°C)

<u>İÇ ORTAM:</u>	$T_{iç} = 20^{\circ}\text{C}$	$\phi_{iç} = 0,50$	$P_{vs} = 2340 \text{ Pa}$	$P_v = 1170 \text{ Pa}$
<u>DIŞ ORTAM:</u>	$T_{dış} = -5^{\circ}\text{C}$	$\phi_{dış} = 0,70$	$P_{vs} = 401 \text{ Pa}$	$P_v = 280,7 \text{ Pa}$

$$Q = U * \Delta T * A = 1,526 * 1 * (20 - (-5)) = 38,15$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	14,55	1655	1170
2.	13,67	1540	1138
3.	-2,35	495	316
4.	-3,11	460	280,7

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 495}{0,0425} = 15882,35 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{495 - 280,7}{0,0018} = 119055,5 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

YALIN DUVAR

24 ~(-5°C)

İÇ ORTAM: $T_{iç} = 24^0C$ $\phi_{iç} = 0,50$
 $P_{vs} = 2985 P_a$ $P_v = 1492,5 P_a$

DIŞ ORTAM: $T_{dış} = -5^0C$ $\phi_{dış} = 0,70$
 $P_{vs} = 401 P_a$ $P_v = 280,7 P_a$

$$R_{V.TOP.} = 0,04438 \text{ sm}^2 P_a/ng$$

$$R_T = 0,463 + 0,192 = 0,655 \text{ sm}^2 P_a/ng$$

$$U = \frac{1}{0,655} = 1,526 W / m^2 C$$

$$Q = U * \Delta T = 1,526 * 1 * (24 - (-5)) = 44,254 W$$

	$T(^0C)$	$P_{vs}(P_a)$	$P_v(P_a)$
1.	17,678	2020	1492,5
2.	16,66	1900	1450
3.	-1,92	525	330,5
4.	-2,80	490	280,7

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 525}{0,0425} = 22764,7 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_a = \frac{525 - 280,7}{0,0018} = 135722,2 ng / m^2 s$$

Yapı elemanı içinde yoğuşma yoktur. Fakat iç yüzeylerde iç ortam ile olan sıcaklık farkından dolayı, terleme tehlikesi vardır.

YALIN DUVAR

(20 ~ -9°C)

İÇ ORTAM: $T_{iç} = 24^0C$ $\phi_{iç} = 0,50$ $P_{vs} = 2985 \text{ Pa}$ $P_v = 1492,5 \text{ Pa}$

DIŞ ORTAM: $T_{dış} = -9^0C$ $\phi_{dış} = 0,70$ $P_{vs} = 284 \text{ Pa}$ $P_v = 198,8 \text{ Pa}$

$$Q = U * \Delta T * A = 1,526 * 1 * (24 - (-9)) = 50,358 \text{ W}$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs} (Pa)</u>	<u>P_v (Pa)</u>
1.	16,8	1910	1492,5
2.	15,64	1770	1446
3.	-5,5	385	250
4.	-6,5	350	198,8

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 385}{0,0425} = 26058,8 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{385 - 198,8}{0,0018} = 103444,4 \text{ ng} / \text{m}^2 \text{ s}$$

YALIN DUVAR

(20 ~ -9°C)

<u>İÇ ORTAM:</u>	$T_{iç} = 20^0C$	$\phi_{iç} = 0,50$	$P_{vs} = 2340 P_a$	$P_v = 1170 P_a$
<u>DIŞ ORTAM:</u>	$T_{dış} = -9^0C$	$\phi_{dış} = 0,70$	$P_{vs} = 284 P_a$	$P_v = 198,8 P_a$

$$Q = U * A * \Delta T = 1,526 * A * (20 - (-9)) = 44,25$$

	<u>T(°C)</u>	<u>P_{vs}(P_a)</u>	<u>P_v(P_a)</u>
1.	13,678	1569	1170
2.	12,66	1474	1135,4
3.	-5,9	940	238,17
4.	-6,78	890	198,8

$$\dot{m}_i = \frac{1170 - 940}{0,0425} = 5411,76 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_d = \frac{940 - 198,8}{0,0018} = 411777,7 ng / m^2 s$$

$$\dot{m}_i > \dot{m}_d$$

yapı elemanı içinde yoğuşma yoktur. Fakat iç yüzeylerde terleme vardır.

SANDVİC DUVAR

(Deney Odası)

$$\text{İÇ ORTAM: } T_{iç} = 24^{\circ}\text{C} \quad \phi_{iç} = 0,5 \quad P_v = 1492,5 \text{ Pa}$$

$$P_{vs} = 2985 \text{ Pa}$$

$$\text{DIŞ ORTAM: } T_{dış.ort} = 3^{\circ}\text{C} \quad \phi_{dış} = 0,7 \quad P_{vs} = 541,8 \text{ Pa}$$

$$P_v = 774 \text{ Pa}$$

$$Q = U * A * \Delta T \quad \Delta T = 24 - 3 = 21^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 0,537 * 21 = 11.28 \text{ w}$$

	<u>T($^{\circ}\text{C}$)</u>	<u>P_{vs}(Pa)</u>	<u>P_v(Pa)</u>
1.	22,4	2710	1492,5
2.	22,14	2660	1453,2
3.	20,0	2340	1020,2
4.	5,9	910	1015,5
5.	3,78	800	582,5
6.	3,5	786	541,5

$$\dot{m}_i = \frac{1492,5 - 910}{0,02018} = 28865,21 \text{ ng} / \text{m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_d = \frac{910 - 541,8}{0,02022} = 18209,7 \text{ ng} / \text{m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 10652,5 \text{ ng} / \text{m}^2\text{s} = 0,038 \text{ g} / \text{m}^2\text{h}$$

Sürekli 24 saatte : 0912 gr

SAAT	$\dot{m}_i$ (ng/m ² s)	$\dot{m}_d$ (ng/m ² s)
2 ⁰⁰	32254	22166
4 ⁰⁰	33488	7646
6	32601	15000
8	30837,4	14891,2
10	28131,8	13368
12	24960,3	14213,6
14	21233	15474,7
16	23404	20267,0
18	24960,3	22626,1
20	25827,5	23630
22	28206,1	22917
24	299055,8	24550
TOP.	335809,2	33+748,6

$$\dot{m}_i - \dot{m}_d = 109060,6 \text{ ng/m}^2\text{s}$$

$$\dot{m}_i = 0,392 \text{ gr} * 2 = 0,784 \text{ gr.}$$

5.1 SICAKLIK ve BASINÇ GRAFİKLERİ

Program sonuçlarına göre yapı elemanları tek tek incelenmiş, geçici rejimde yapılan hesaplamalar ile bir gün boyunca değişen dış sıcaklığa göre yapı elemanı içinde hangi zaman dilimlerinde yoğunlaşma hangi zamanlarda buharlaşma gerçekleştiği incelenmiştir.

Doğru bir karşılaştırma yapmak için her duvar tipi farklı iklim bölgelerine göre seçilen farklı dış sıcaklık değerlerine uygulanmıştır. Aynı iç ve dış ortam şartlarına sahip farklı tip duvarlarda yoğunlaşma miktarları hesaplanmış yoğunlaşma olması muhtemel durumlar ve yoğunlaşmaya etki eden parametreler (sıcaklık ve rutubet değerleri gibi) belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre oluşturulan sıcaklık ve basınç grafikleri sayfa 73 ile sayfa 103 arasında yer almaktadır. Sıcaklık grafiklerinin bulunduğu sayfalarda yer alan iki tablodan “ Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri” bulunan tabloda basınç grafiklerinin çiziminde kullanılan değerler bulunmaktadır. Diğer tabloda ise “Yapı malzemesi içindeki sıcaklık” değişimini veren değerler yer almaktadır.

Sıcaklık eğrisine bakıldığı takdirde, yalıtım malzemesi içerisindeki hızlı sıcaklık düşmesi görülebilmektedir. Basınç eğrilerine bakılarakta günün hangi saatlerinde yoğunlaşma olduğu gözlenebilmektedir.

P_{vs}: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

P_v: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

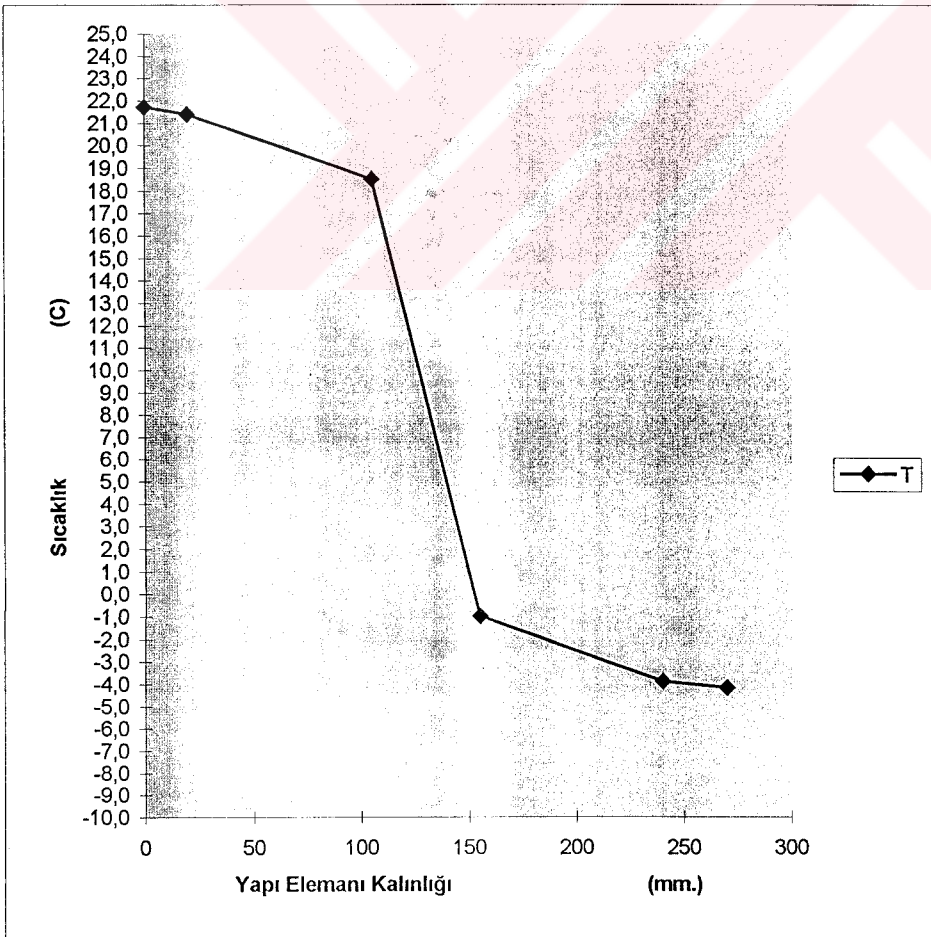
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.2. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>P_{vs}</i>	2580	2515	2125	562	441	430
<i>P_v</i>	1493	1445	893	887	335	281
<i>S₂₄</i>	2666	2588	2108	606	524	510
<i>S₂₀</i>	2665	2587	2115	632	478	448
<i>S₁₆</i>	2662	2583	2107	622	521	518
<i>S₁₂</i>	2667	2587	2090	550	464	469
<i>S₈</i>	2682	2606	2102	514	386	372
<i>S₄</i>	2704	2634	2149	564	371	329

Tablo 5.3. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	21,7	21,4	18,5	-1,0	-3,9	-4,2



Şekil 5.17. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

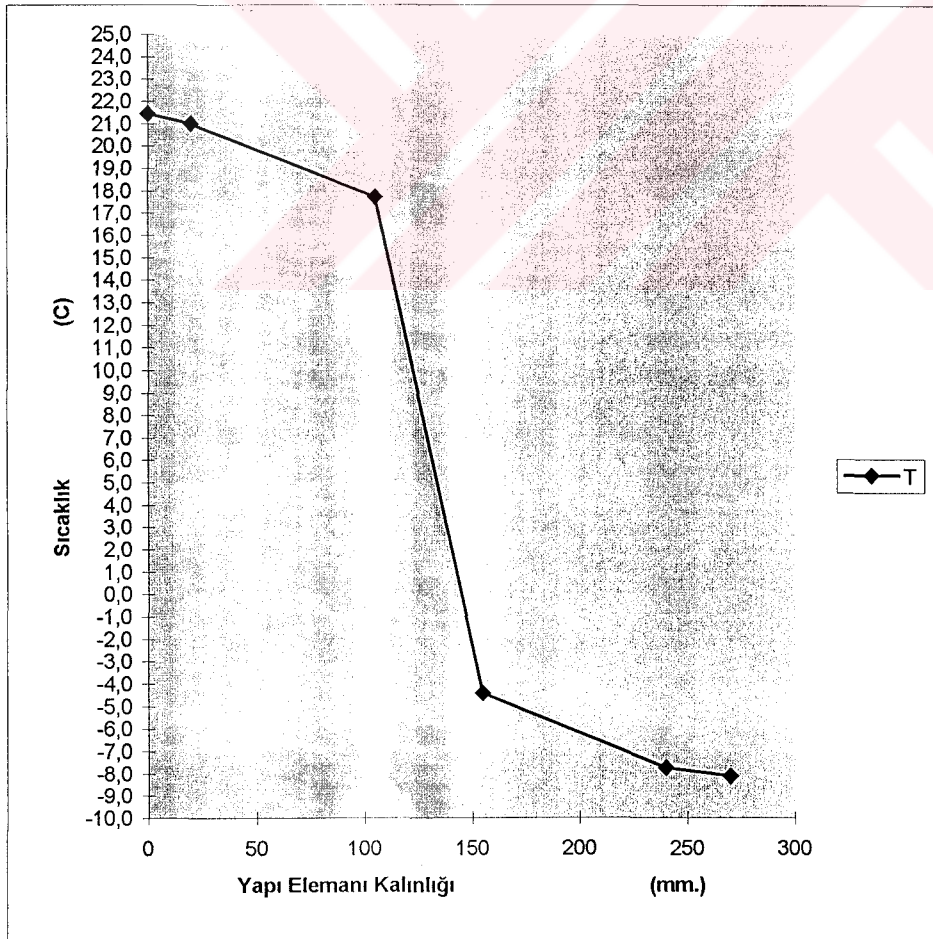
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.4. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>Pvs</i>	2580	2490	2010	430	320	300
<i>Pv</i>	1492,5	1439	849	843	254	200
<i>S24</i>	2624	2536	2007	464	439	420
<i>S20</i>	2625	2538	2014	477	344	320
<i>S16</i>	2624	2536	2010	469	376	371
<i>S12</i>	2632	2545	1999	410	333	335
<i>S8</i>	2653	2571	2018	384	276	262
<i>S4</i>	2687	2612	2077	419	263	232

Tablo 5.5. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	21,5	21,0	17,7	-4,4	-7,8	-8,1



Şekil 5.17. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

P_{vs}: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

P_v: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

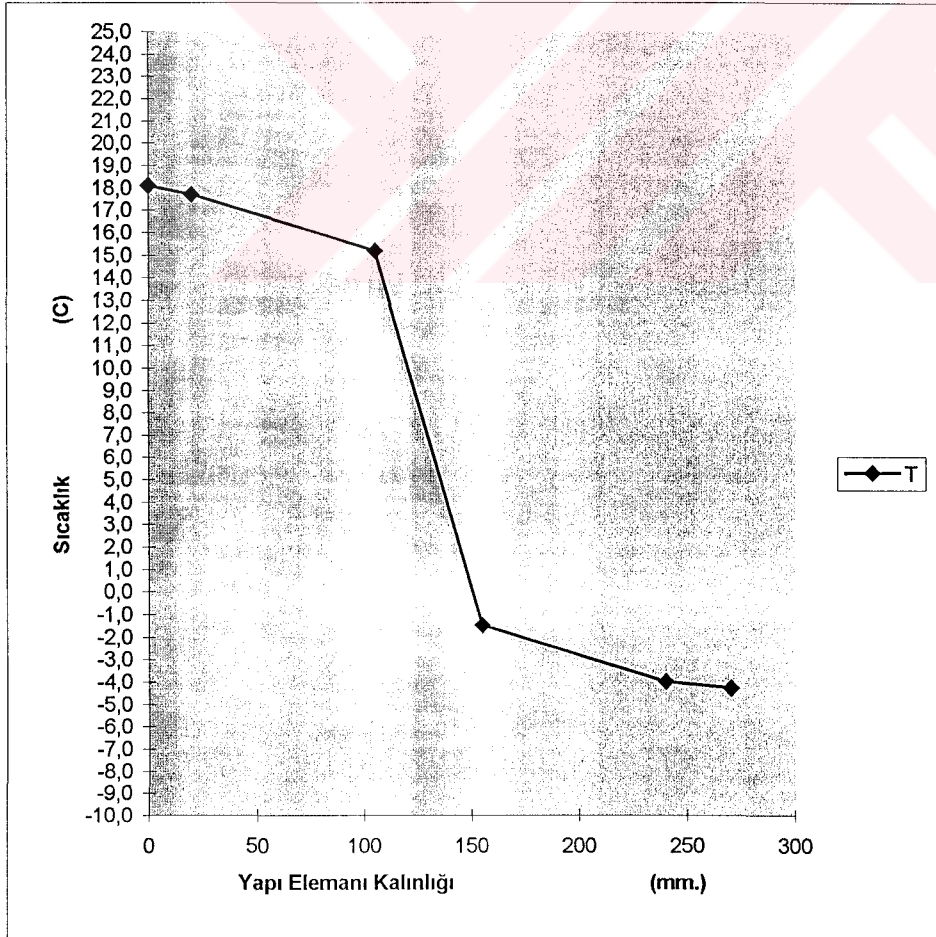
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.6. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>P_{vs}</i>	2070	2010	1736	540	435	415
<i>P_v</i>	1170	1133	728	723,8	318,7	280,7
<i>S₂₄</i>	2114,8	2059,4	1717,8	575,4	538,9	508,6
<i>S₂₀</i>	2113	2057,3	1722,5	605,9	473,5	446,7
<i>S₁₆</i>	2108,2	2051,5	1712,6	596	517	516
<i>S₁₂</i>	2107,8	2050,6	1694,2	522,1	455,9	467,5
<i>S₈</i>	2115	2059,2	1696	489,7	383,1	371
<i>S₄</i>	2124,5	2071	1723,5	539	369,2	327,2

Tablo 5.7. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	18,1	17,7	15,2	-1,5	-4,0	-4,3



Şekil 5.19. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

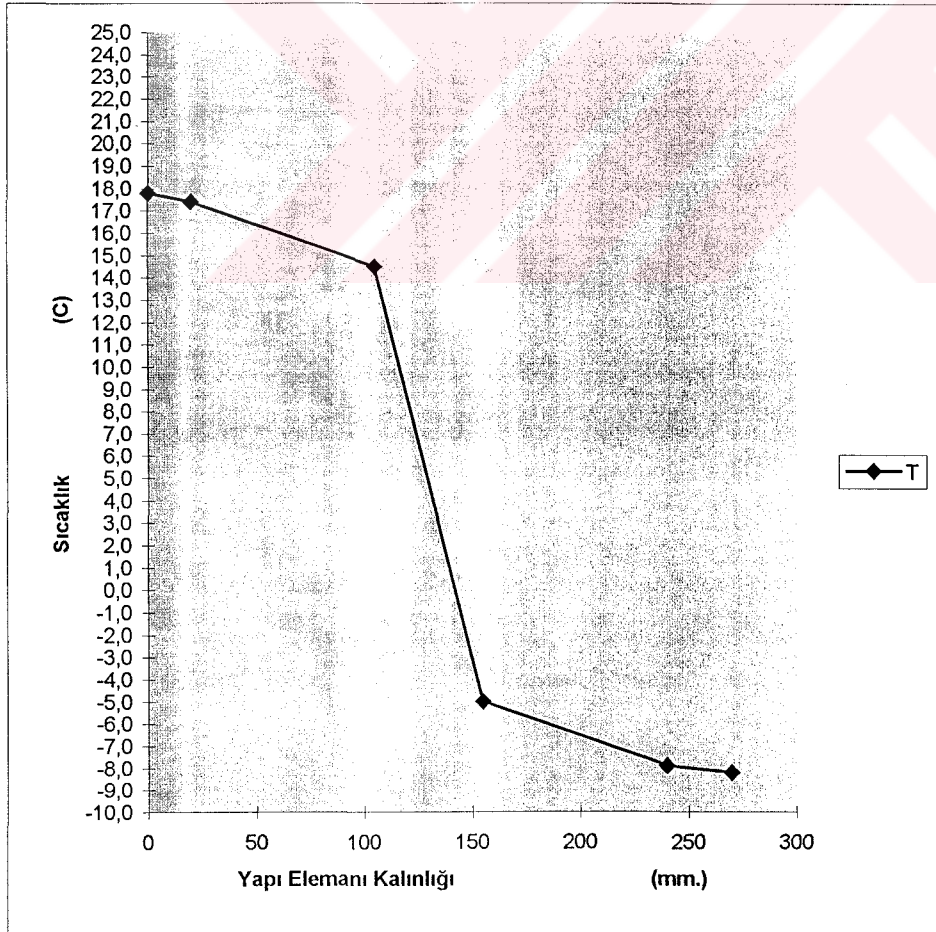
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.8. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>Pvs</i>	2025	2005	1658	401	315	296
<i>Pv</i>	1170	1129,8	687,5	682,7	240,4	198,8
<i>S24</i>	2082	2019	1636	440,8	435,7	515,4
<i>S20</i>	2082	2019,4	1641,6	454,3	341,3	319,6
<i>S16</i>	2080,3	2017,2	1636,5	447,7	373,8	370,6
<i>S12</i>	2084,2	2021,7	1625,6	396,6	331,9	334,6
<i>S8</i>	2097,7	2037,7	1637,7	378,2	277,7	262,9
<i>S4</i>	2115,3	2059,4	1680,3	432,8	270,1	234,3

Tablo 5.9. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	17,8	17,4	14,5	-5,0	-7,9	-8,2



Şekil 5.20. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

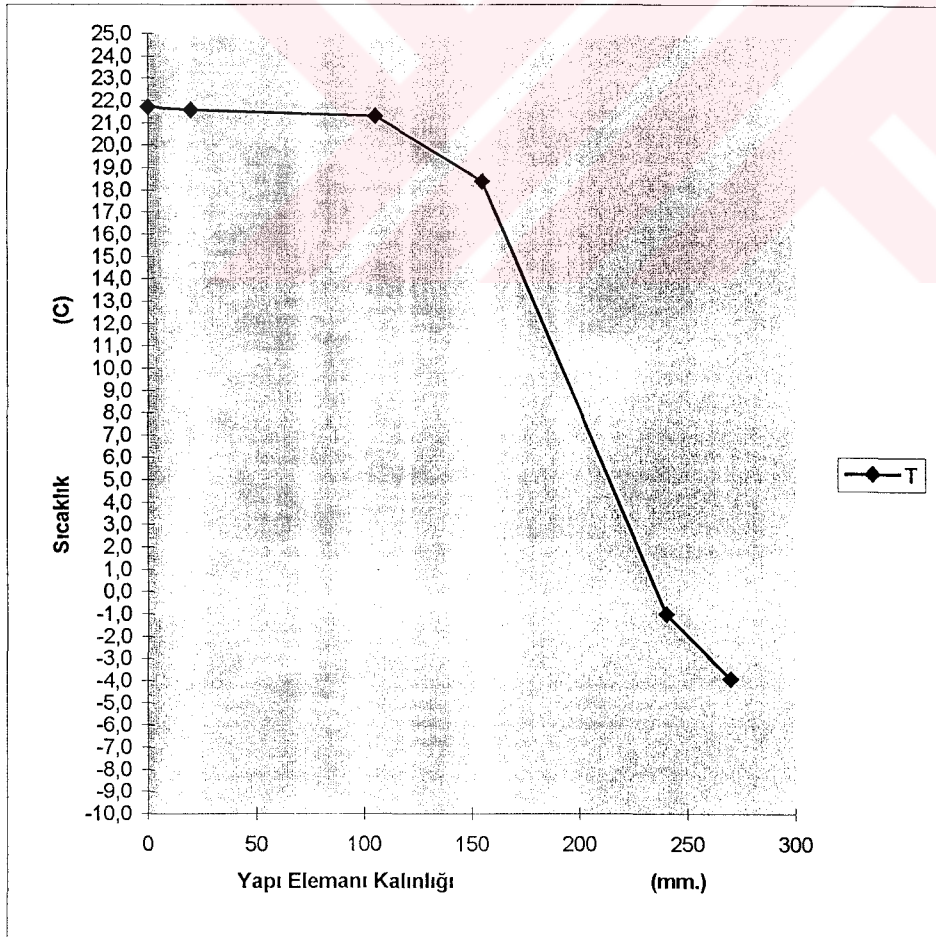
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.10. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>Pvs</i>	2620	2580	2510	2100	562	440
<i>Pv</i>	1492,5	358,6	355,4	320	319	283,5
<i>S24</i>	2668,3	2657,5	2571,2	635	605,7	523,5
<i>S20</i>	2668,1	2657,2	2571,1	2104,2	631,4	477,8
<i>S16</i>	2665,6	2654,6	2567,8	621,2	521,2	517,9
<i>S12</i>	2670,1	2659,3	2573,1	549,4	463,5	468,8
<i>S8</i>	2686,8	2676,6	2593,9	514	386,3	371,9
<i>S4</i>	2711,2	2701,7	2625	564,3	371,5	329,1

Tablo 5.11. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	21,7	21,6	21,3	18,4	-1,0	-3,9



Şekil 5.21. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

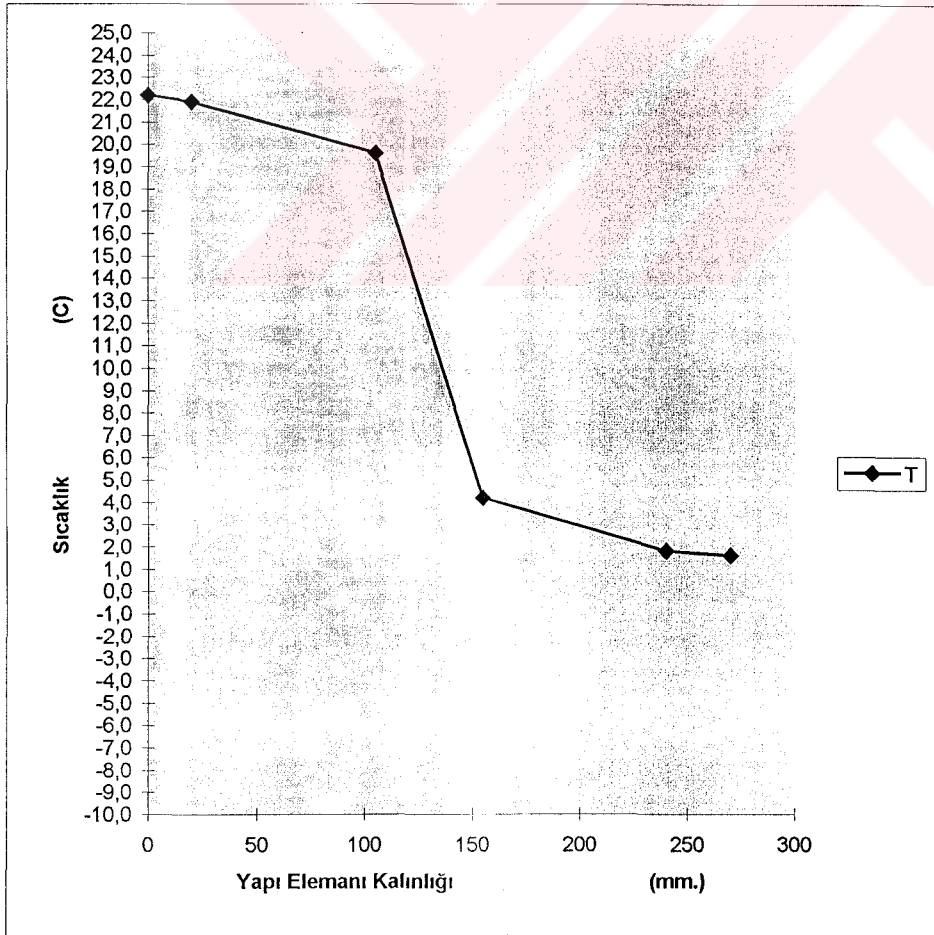
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.12. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>Pvs</i>	2680	2630	2280	825	695	670
<i>Pv</i>	1492,5	1449,8	980	974,8	504,5	460
<i>S24</i>	2731,3	2667,8	2275,4	884,6	680,8	632
<i>S20</i>	2723,3	2658,4	2280,1	956	800,4	769,7
<i>S16</i>	2708,5	2640,3	2252,4	930,8	867,8	875
<i>S12</i>	2699,8	2629	2197,6	760,3	764	827,3
<i>S8</i>	2707	2637,4	2183,6	669,2	533,2	518,3
<i>S4</i>	2718	2650,9	2218,4	735,1	523,5	466,5

Tablo 5.13. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	105	155	240	270
<i>T</i>	22,2	21,9	19,6	4,2	1,8	1,6



Şekil 5.22. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

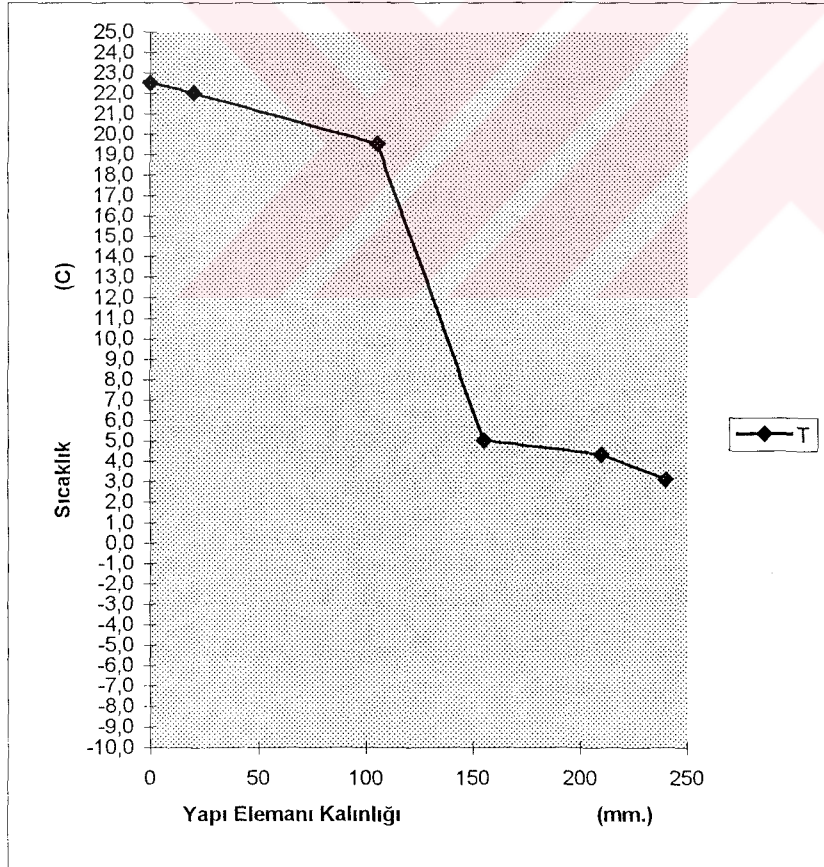
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.14. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

X(mm.)	0	20	105	155	210	240
Pvs	2710	2660	2340	910	800	786
Pv	1492.5	1453.2	1020.2	1015.2	582.5	541.8
S24	2746.8	2686.5	2298.3	889.8	697.3	621
S20	2748.3	2688.6	2319	971.3	805.4	771
S16	2743.2	2682.8	2323.8	1020.2	735.8	648.9
S12	2730	2665.4	2295.7	988.8	946.2	878.8
S8	2723.5	2658.2	2259.5	870.2	789	800.3
S4	2724	2658.6	2247.7	816.7	675.6	657.1

Tablo 5.15+B38. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

X(mm.)	0	20	105	155	210	240
T	22,5	22,0	19,5	5,0	4,3	3,1



Şekil 5.23. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

P_{vs} : Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

P_v : Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

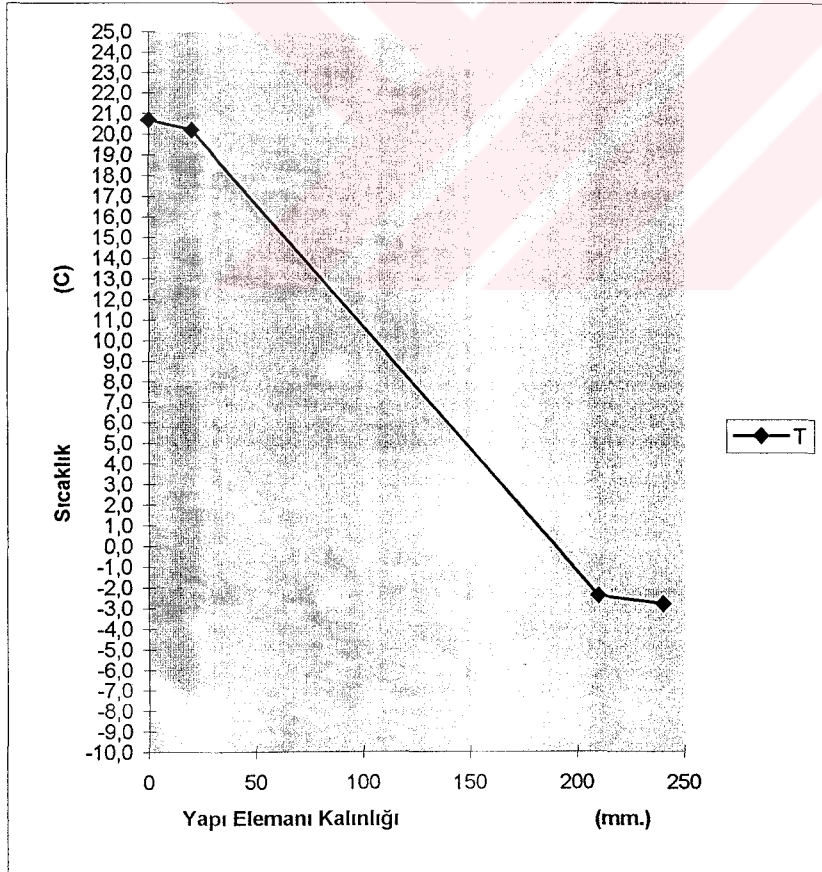
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.14. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
P_{vs}	2410	2360	490	465
P_v	1492,5	1305,7	442,9	280,7
S_{24}	2517,9	2313,7	674,9	614
S_{20}	2527,8	2324,8	525,9	443,3
S_{16}	2534,4	2335,1	608,4	523,2
S_{12}	2540,6	2343,1	594	490,7
S_8	2580,8	2392,5	457,6	373,8
S_4	2682,2	2529,1	420,7	319

Tablo 5.17. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
T	20,7	20,2	-2,4	-2,8



Şekil 5.24. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

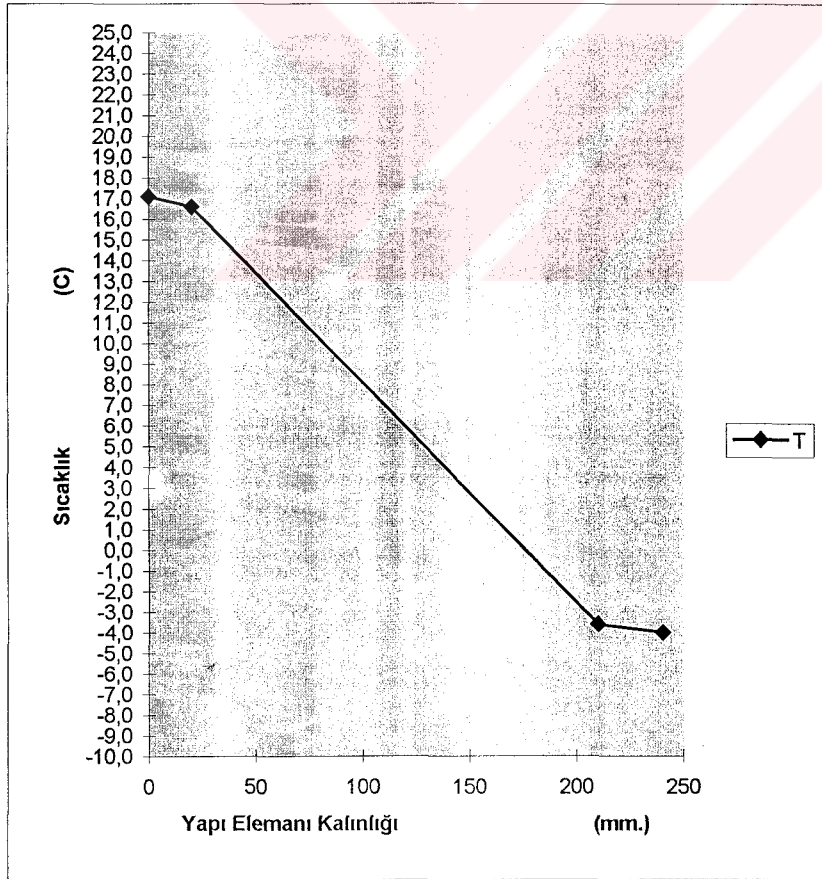
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.18. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>Pvs</i>	1970	1878	453	437
<i>Pv</i>	1170	1030	383	280,7
<i>S24</i>	2011	1866,2	659,5	612,8
<i>S20</i>	2016,6	1872,1	512,8	442,4
<i>S16</i>	2017,7	1874,7	586,8	522,1
<i>S12</i>	2015,4	1871,4	570,8	489,5
<i>S8</i>	2035,6	1895,1	440,7	372,6
<i>S4</i>	2096,2	1976,7	400,8	317,7

Tablo 5.19. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>T</i>	17,1	16,6	-3,6	-4,0



Şekil 5.25. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

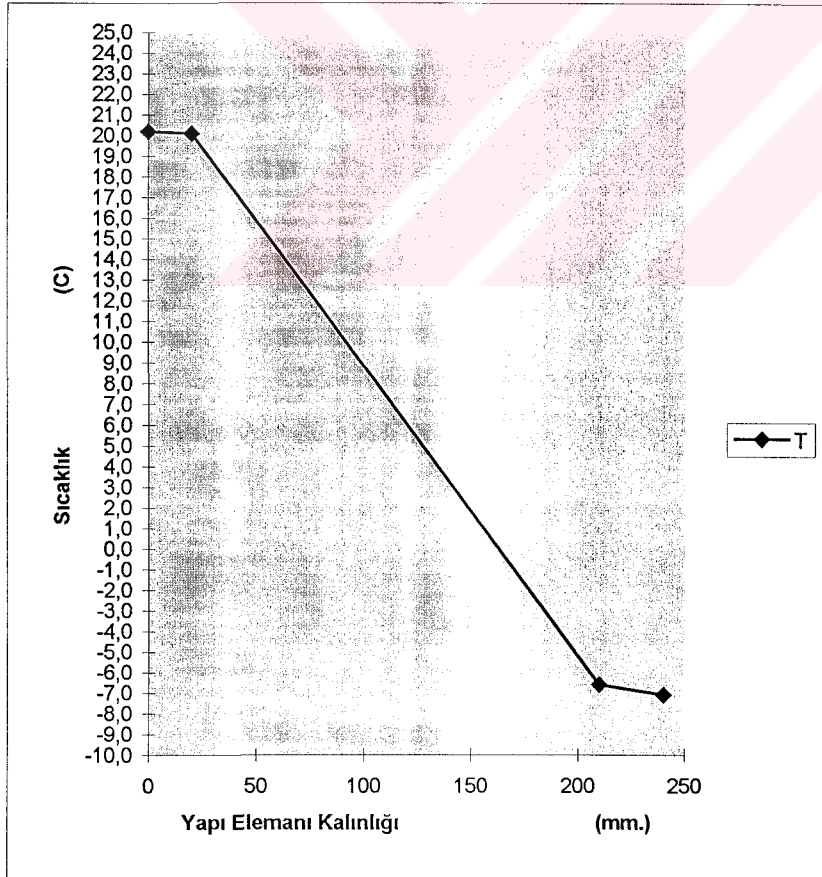
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.20. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
P_{vs}	2370	2360	358	330
P_v	1492,5	1289	348,3	198,8
S_{24}	2449	2218	572,3	571
S_{20}	2464,7	2238,3	385,9	316,6
S_{16}	2472,7	2250,2	445,9	375,2
S_{12}	2485,4	2265,2	409,9	342,6
S_8	2539,1	2333,5	339,7	264
S_4	2655,8	2490,2	313,9	226,1

Tablo 5.21. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
T	20,2	20,1	-6,6	-7,1



Şekil 5.26. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa) :

Pv: Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

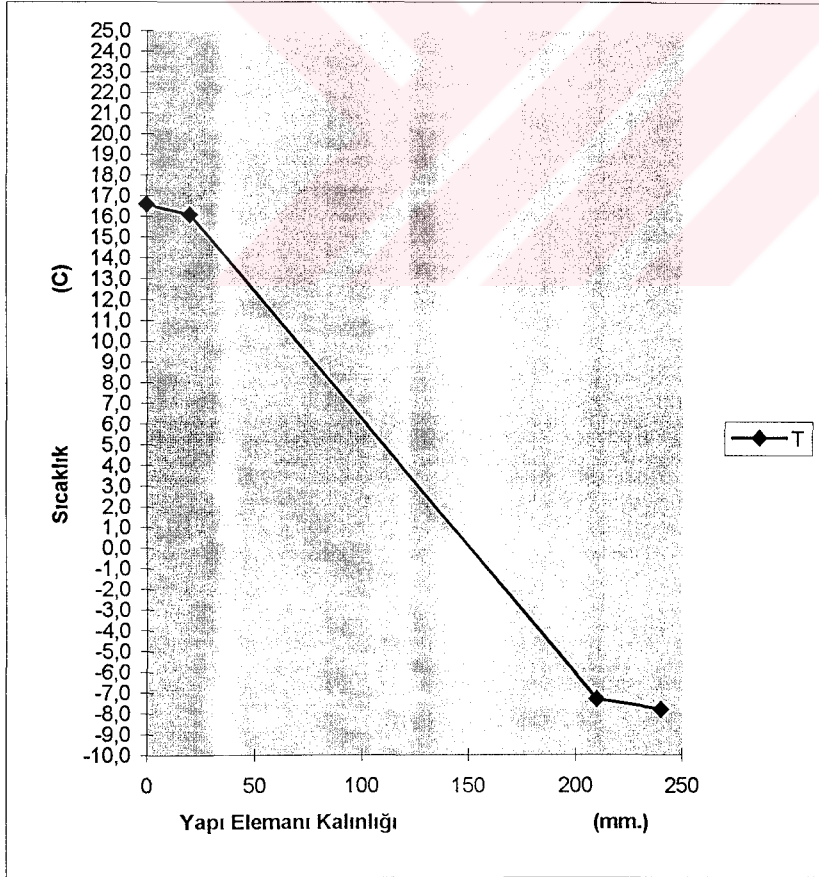
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.22. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>Pvs</i>	1878	1835	330	320
<i>Pv</i>	1170	1017,2	311	198,8
<i>S24</i>	1958,4	1792,6	559,9	570
<i>S20</i>	1971,7	1809,5	376,9	316
<i>S16</i>	1978,9	1820,2	435,9	374,5
<i>S12</i>	1990,3	1834	400,7	342
<i>S8</i>	2036,3	1893,2	332,1	263,5
<i>S4</i>	2137,5	2029,7	307,2	225,7

Tablo 5.23. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>T</i>	16,6	16,1	-7,3	-7,8



Şekil 5.27. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

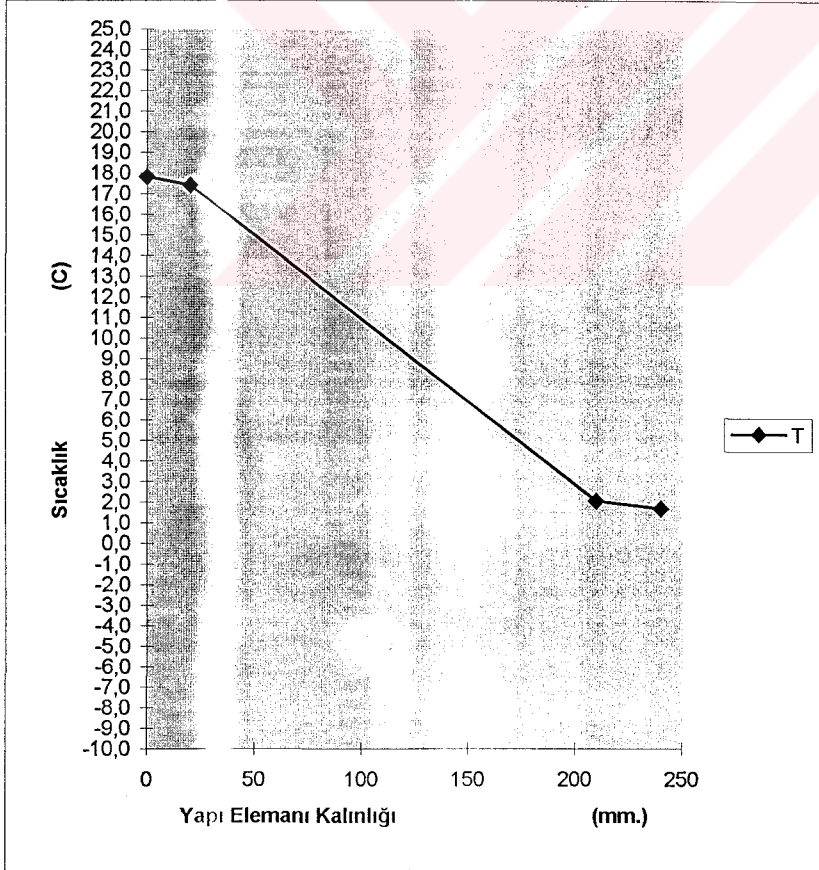
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.24. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>Pvs</i>	2030	1980	710	687
<i>Pv</i>	1170	1058	541,7	460
<i>S24</i>	2096,3	1982,3	691,3	617,5
<i>S20</i>	2108,7	2001,5	832,5	762,8
<i>S16</i>	2105,2	1998,5	948,3	882,3
<i>S12</i>	2092	1978,5	904,5	865,5
<i>S8</i>	2121,3	2013,8	610,4	520,5
<i>S4</i>	2208,4	2133,5	570,2	448,7

Tablo 5.25+B41. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>T</i>	17,8	17,4	2,1	1,7



Şekil 5.28. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

P_{vs} : Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

P_v : Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

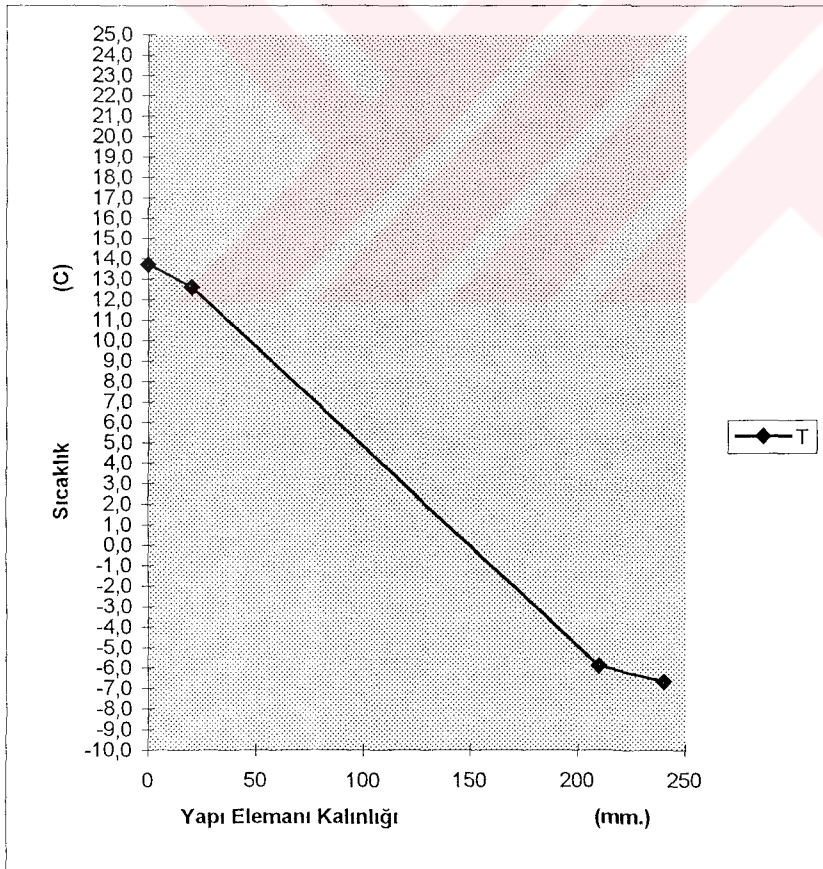
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.30. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
P_{vs}	1569	1474	940	890
P_v	1170	1135,4	238,17	198,8
S_{24}	1314,3	1179,7	560,8	548,8
S_{20}	1333,6	1199,4	388,8	326,1
S_{16}	1335,2	1201,8	441,5	383,5
S_{12}	1328,9	1194,6	406,9	351,7
S_8	1373,3	1240,8	343,8	276,1
S_4	1505,5	1382,6	323,8	239

Tablo 5.3+B451. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
T	13,7	12,6	-5,9	-6,7



Şekil 5.31. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

P_{vs} : Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

P_v : Kısmi Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

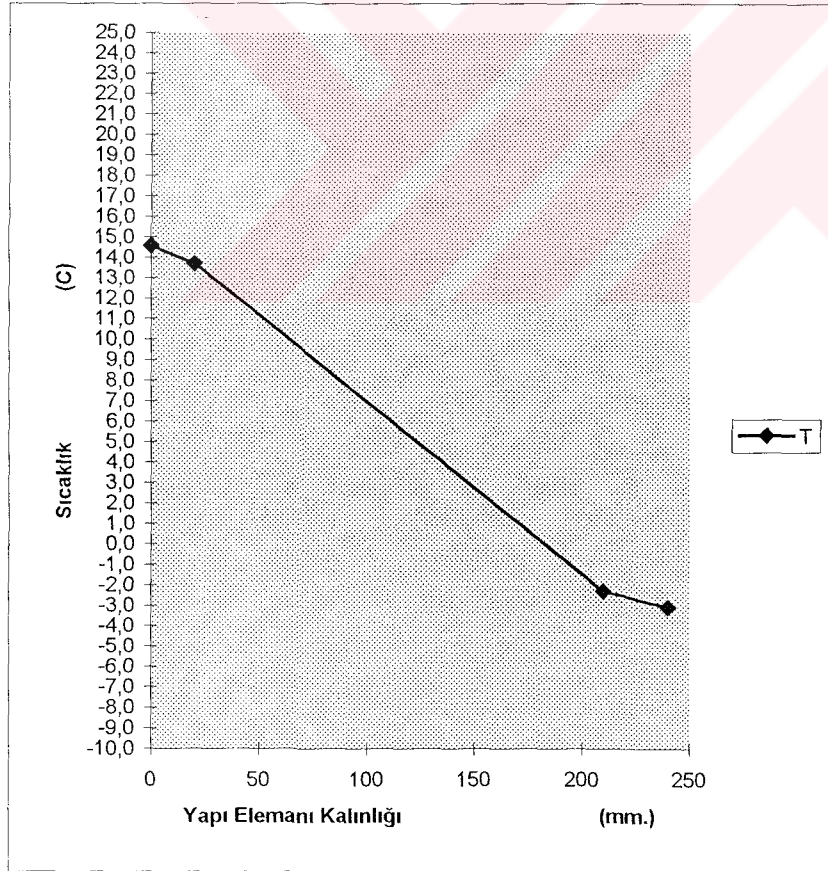
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.32. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
P_{vs}	1655	1540	495	460
P_v	1170	1138	316	280,7
S_{24}	1425,6	1299,4	619,7	602,7
S_{20}	1444,7	1319,9	525,6	453,6
S_{16}	1440,1	1315,5	597,8	531,4
S_{12}	1422,4	1295,9	549,4	488
S_8	1450,6	1325,2	457,1	385,3
S_4	1555,1	1438	428	334,1

Tablo 5.33+B41. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

$X(mm.)$	0	20	210	240
T	14,6	13,7	-2,3	-3,1



Şekil 5.32. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

Pvs: Doyma Basıncı eğrisi değerleri (Pa)

Pv: Kısmi Basınç eğrisi değerleri (Pa)

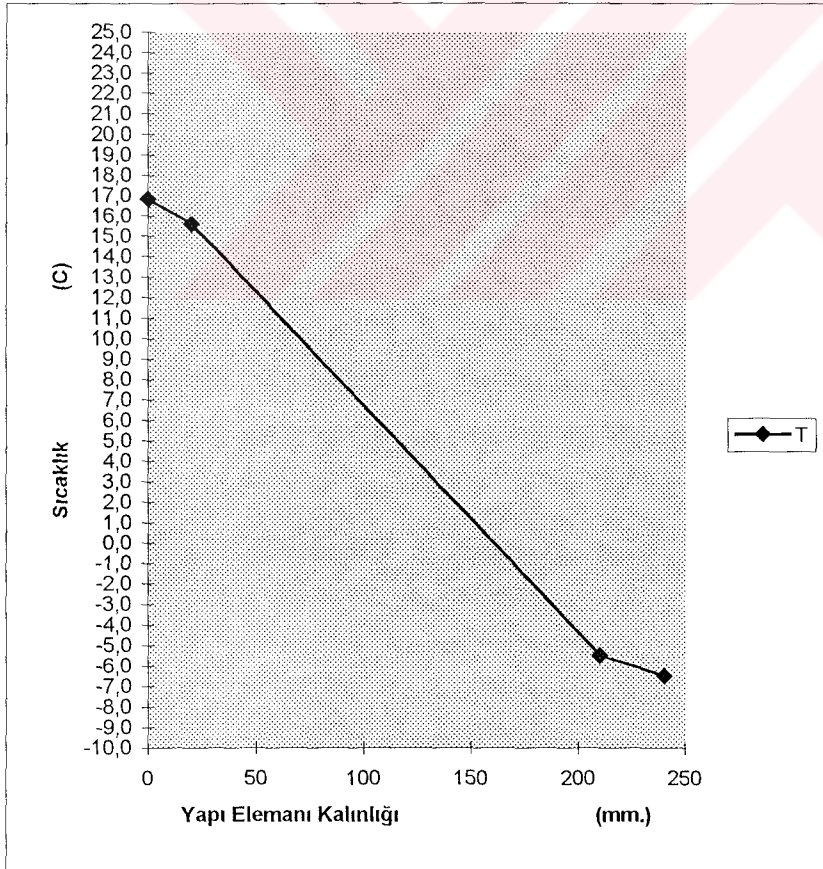
S : Saatlik basınç eğrileri değerleri (Pa)

Tablo 5.28. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>Pvs</i>	1910	1770	385	350
<i>Pv</i>	1492,5	1446	251	198,8
<i>S24</i>	1569,8	1390,6	575,4	562
<i>S20</i>	1592	1413,1	399,7	329,4
<i>S16</i>	1593,5	1415,3	453,5	385,8
<i>S12</i>	1585,2	1406	418	353,8
<i>S8</i>	1635,5	1457,8	353,3	277,8
<i>S4</i>	1786,8	1618	333,8	240,5

Tablo 5.29. Yapı malzemesi içindeki sıcaklık değerleri

<i>X(mm.)</i>	0	20	210	240
<i>T</i>	16,8	15,6	-5,5	-6,5

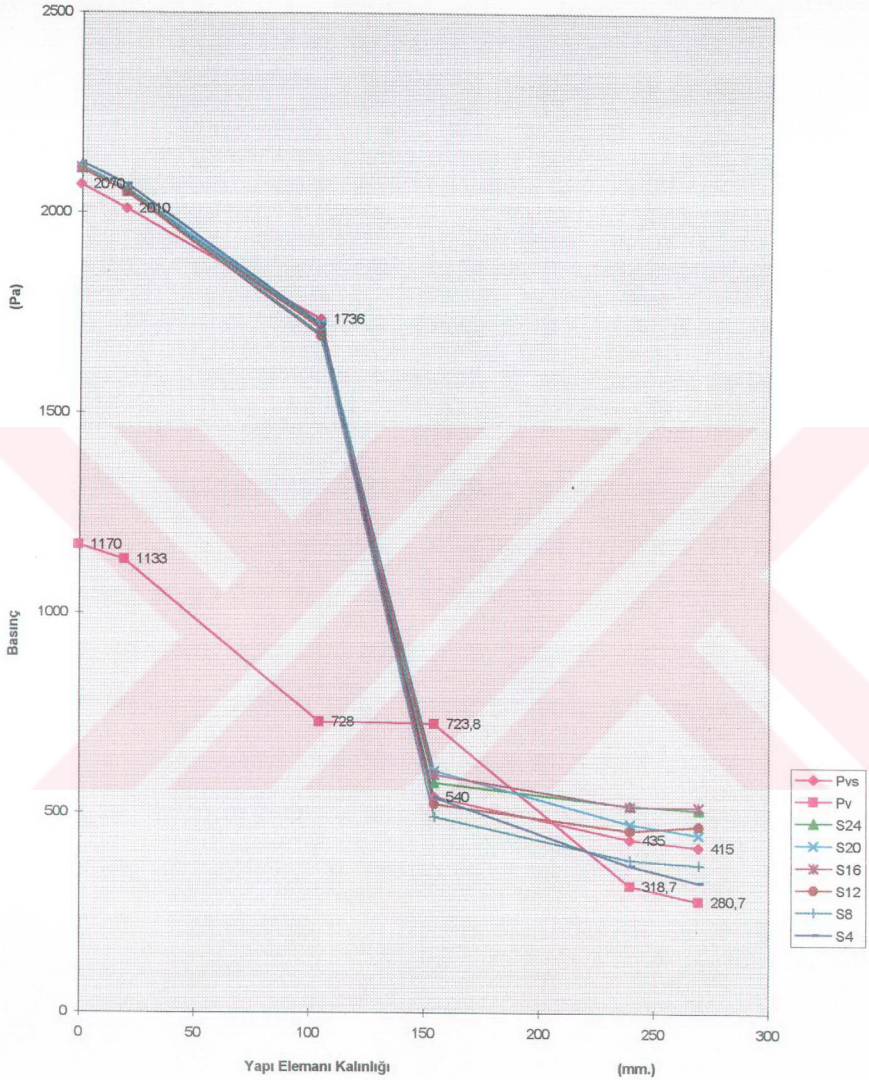


Şekil 5.30. Sürekli rejime göre yapı elemanı içindeki sıcaklık dağılımı

SANDVIÇ DUVAR

Tiç = 20 C

Tdiş = -5 C

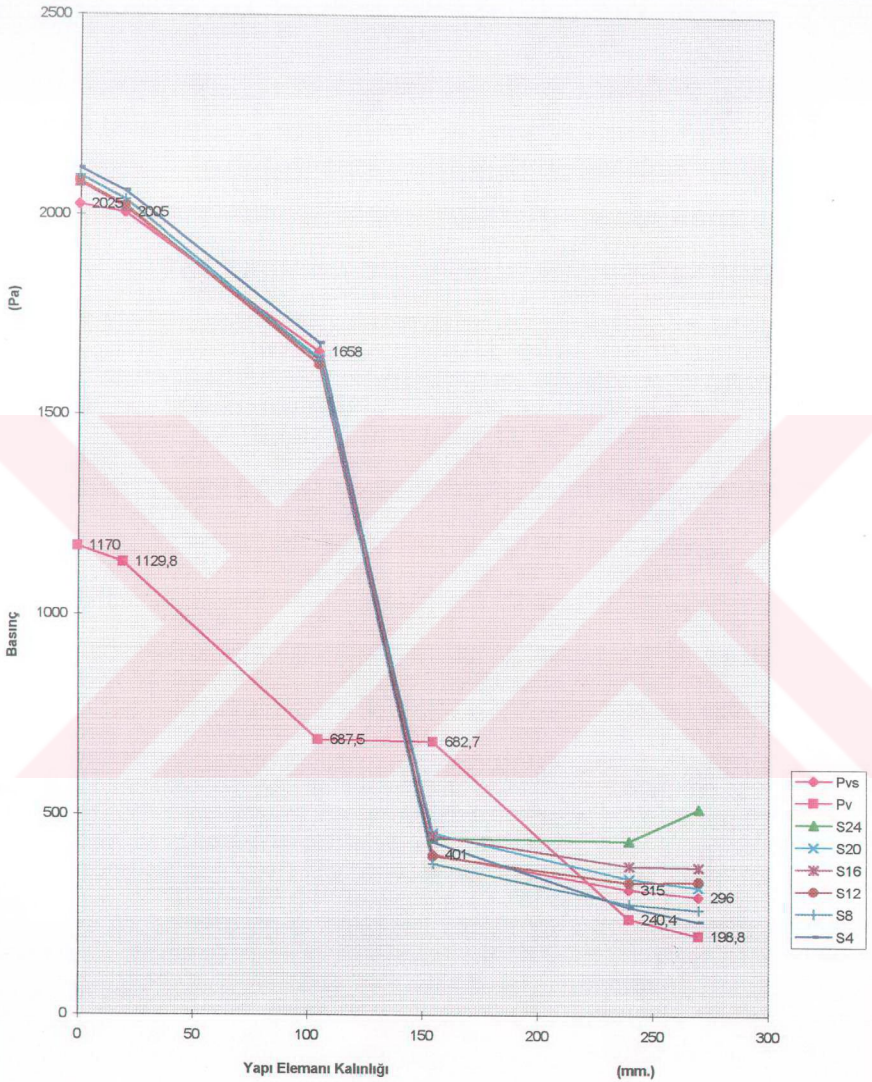


Şekil 5.1. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

SANDVIÇ DUVAR

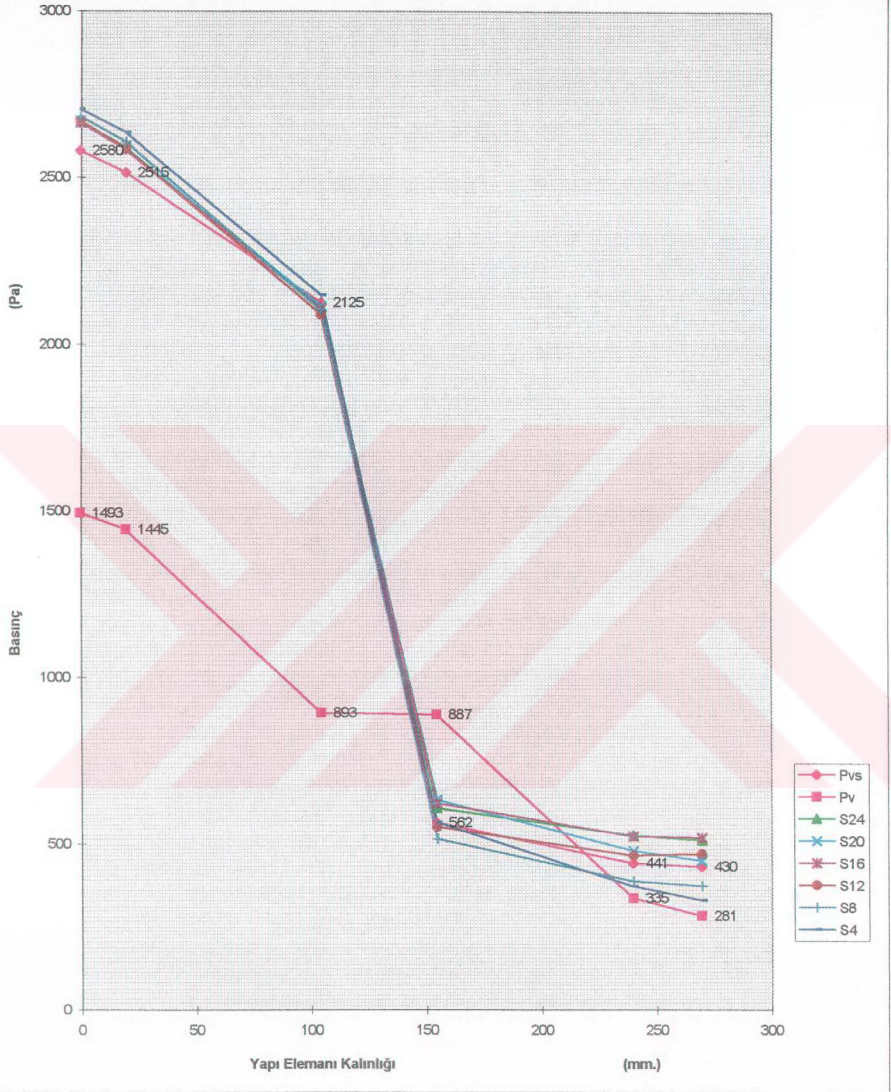
Tiç = 20 C

Tdiş = -9 C



Şekil 5.2. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

SANDVIÇ DUVAR
 $T_i = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_d = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$

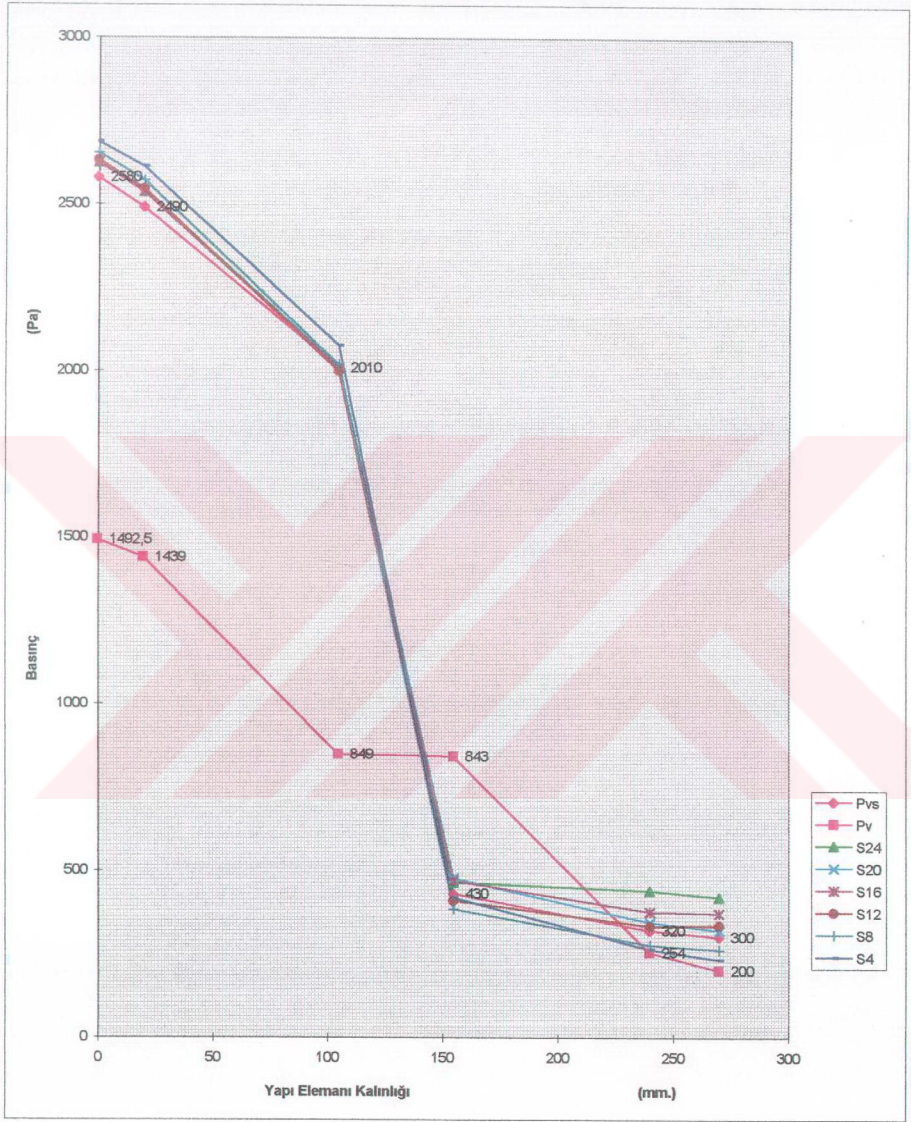


Şekil 5.3. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

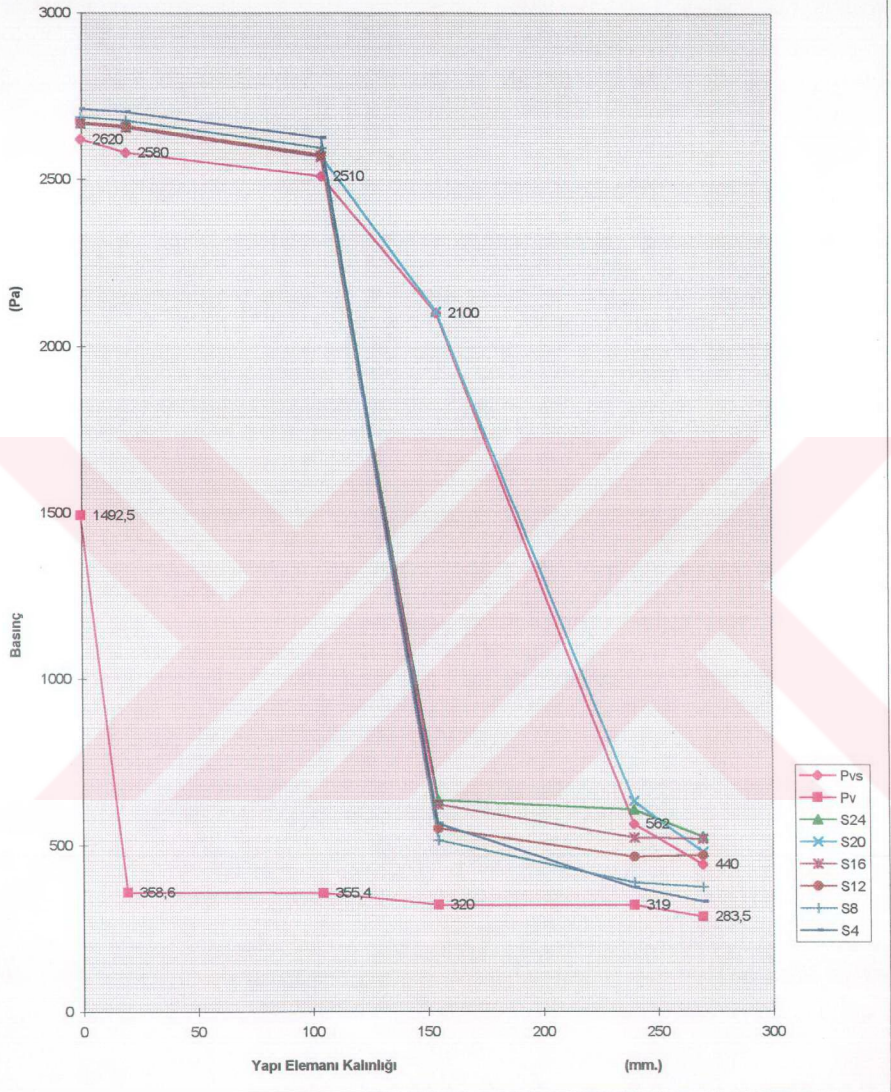
SANDVIÇ DUVAR

Tiç = 24 C

Tdiş = -9 C

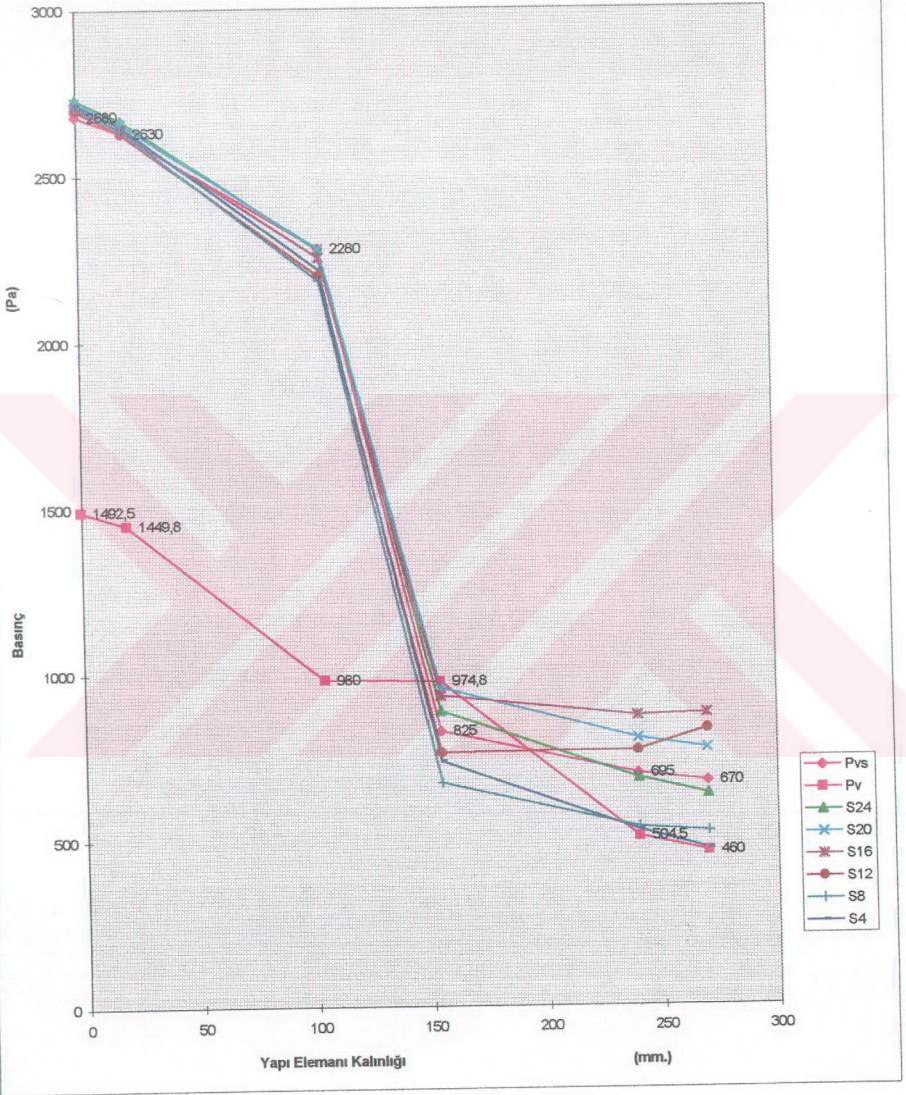


Şekil 5.4. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri



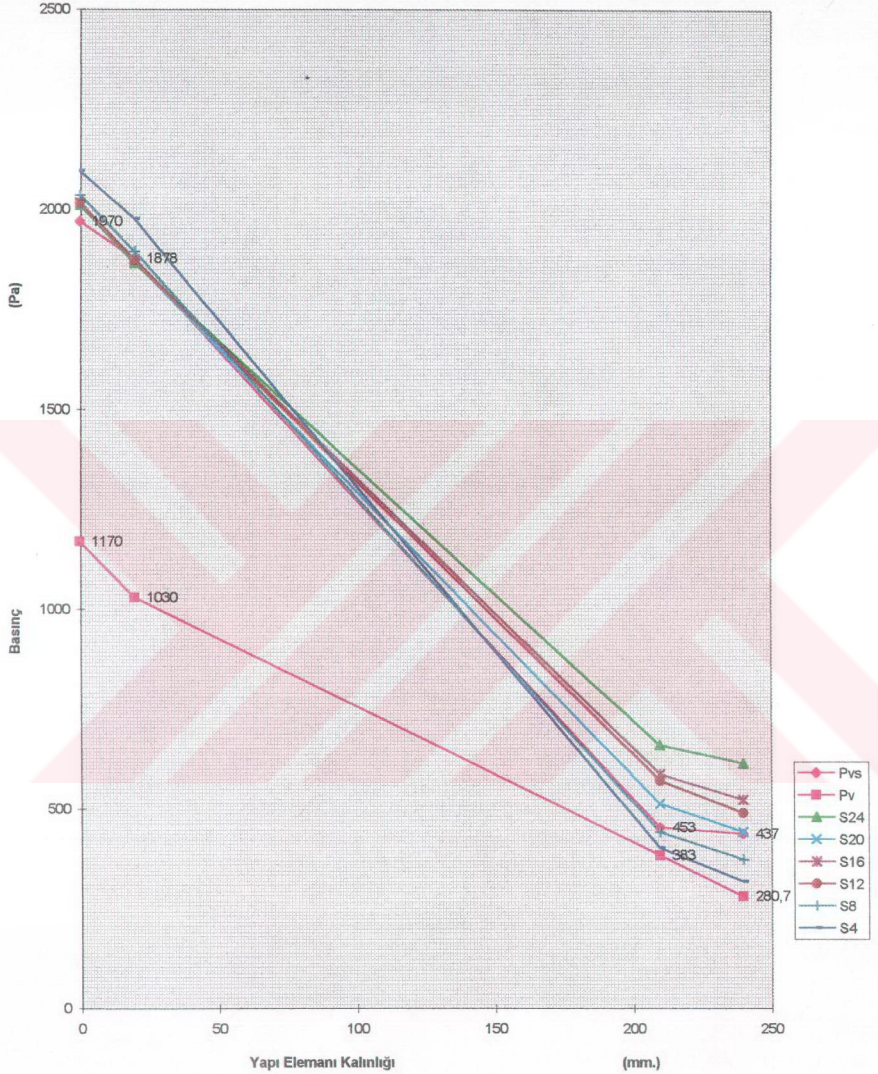
Şekil 5.5. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

SANDVIÇ DUVAR
(Yüksek sıcaklık farkında)



Şekil 5.6. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

GAZBETONLU DUVAR
T_{iç} = 20 C
T_{dış} = -5 C

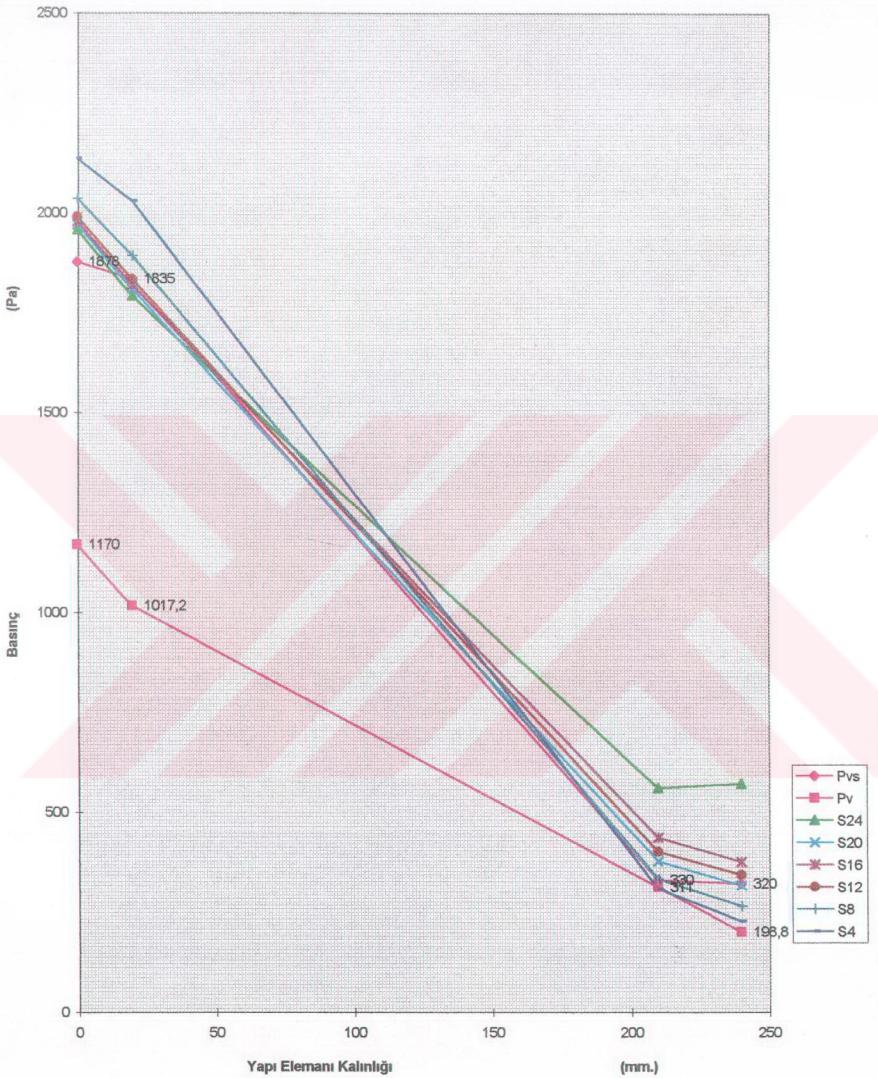


Şekil 5.8. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

GAZBETONLU DUVAR

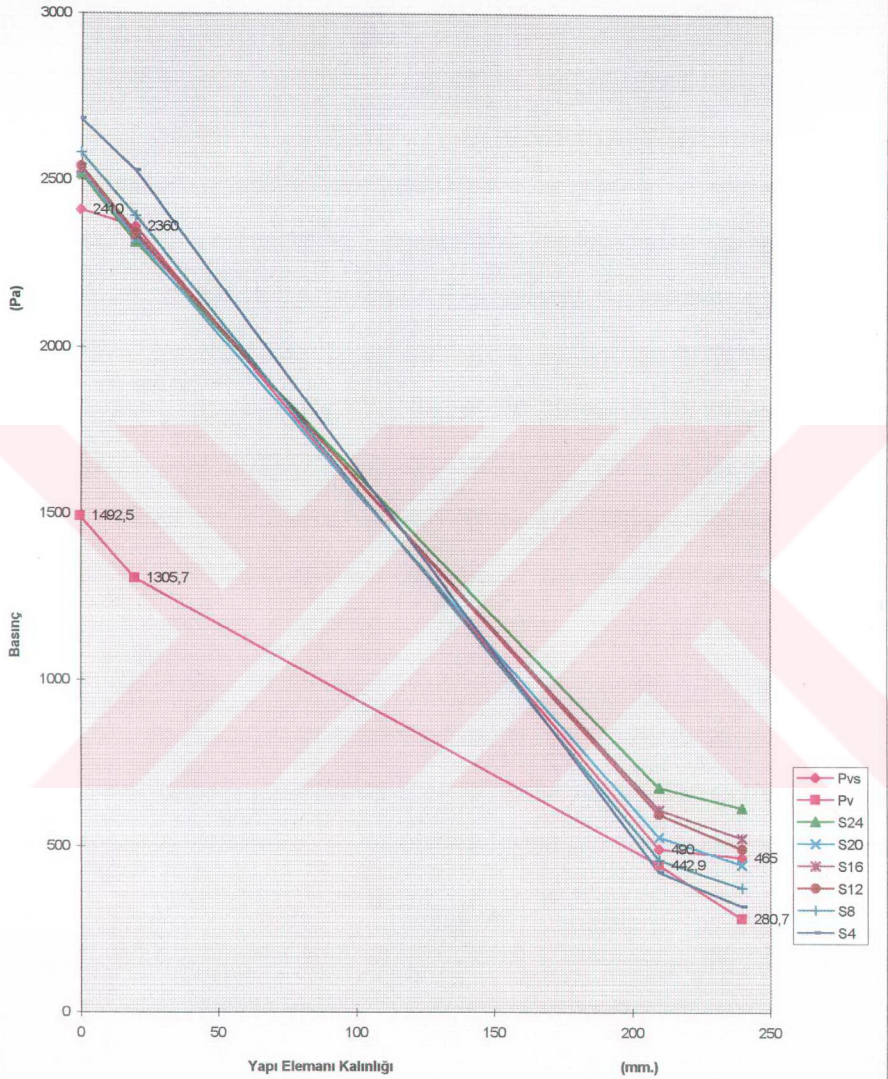
Tiç = 20 C

Tdiş = -9 C



Şekil 5.9. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

GAZBETONLU DUVAR

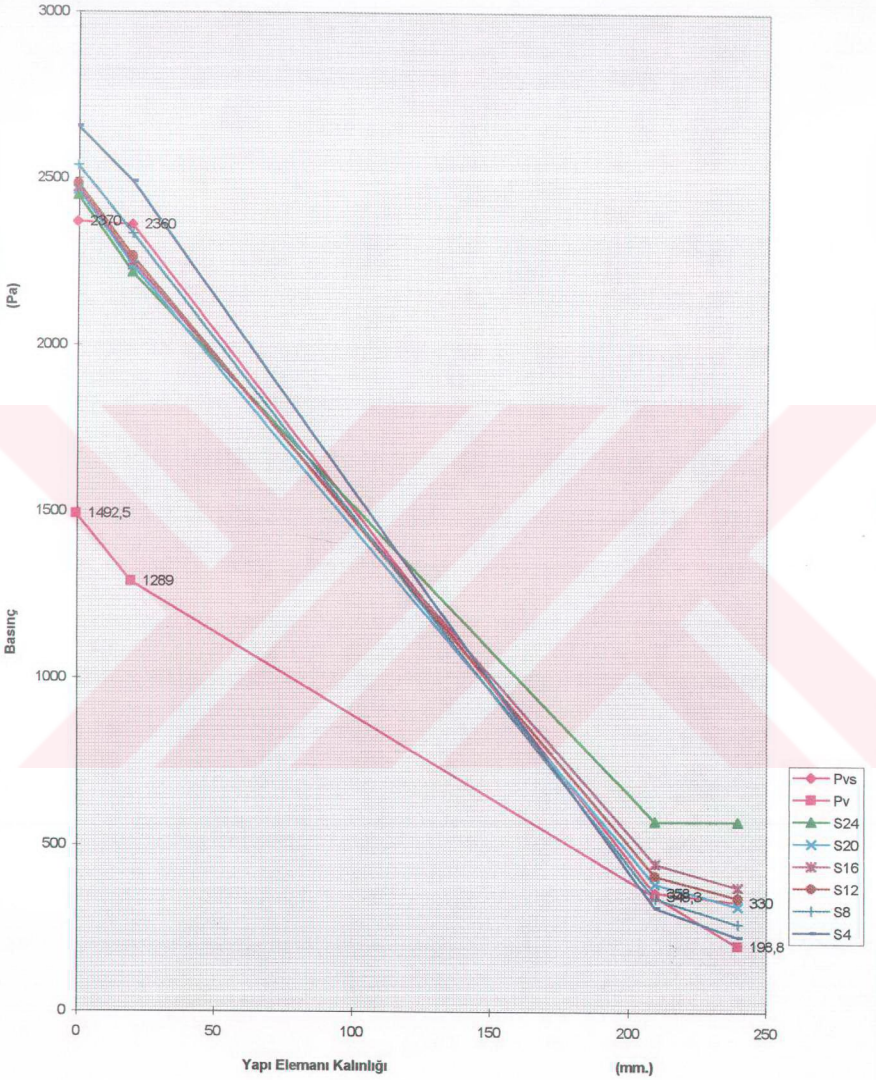
T_{iç} = 24 CT_{dış} = -5 C

Şekil 5.10. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

GAZBETONLU DUVAR

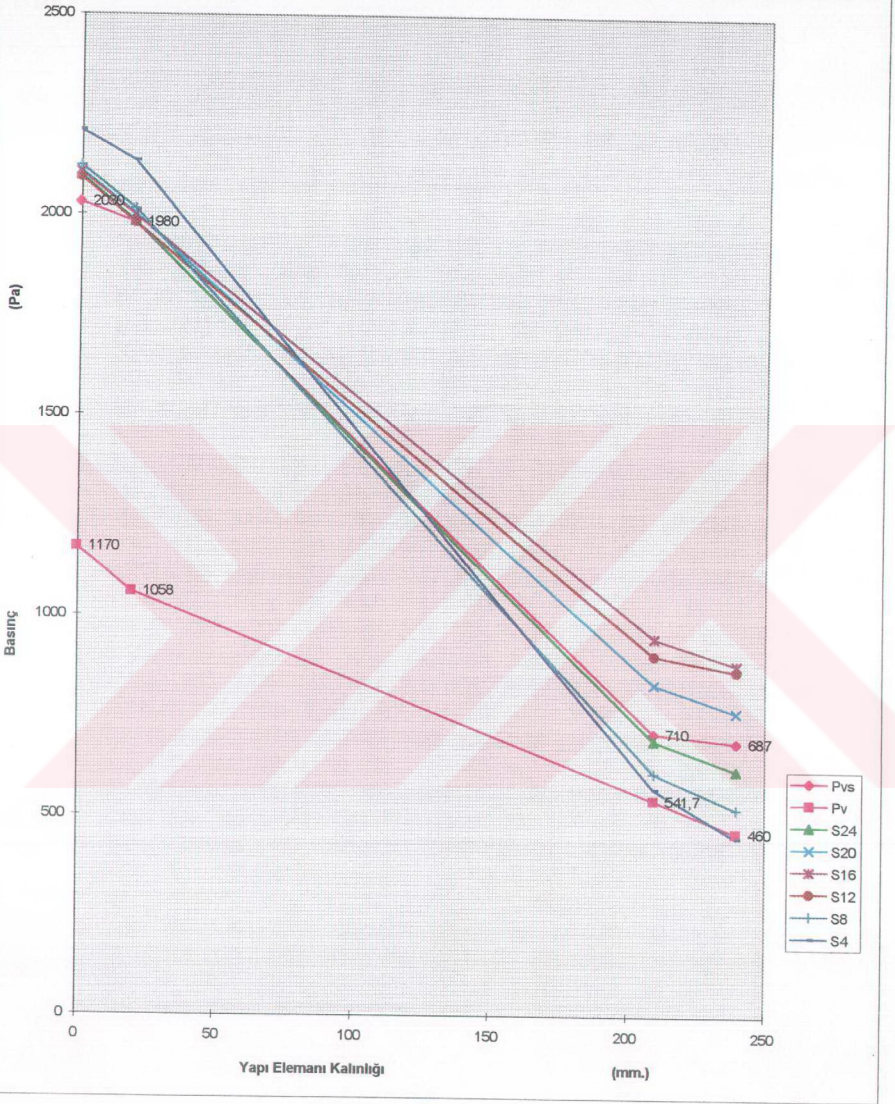
Tiç = 24 C

Tdiş = -9 C



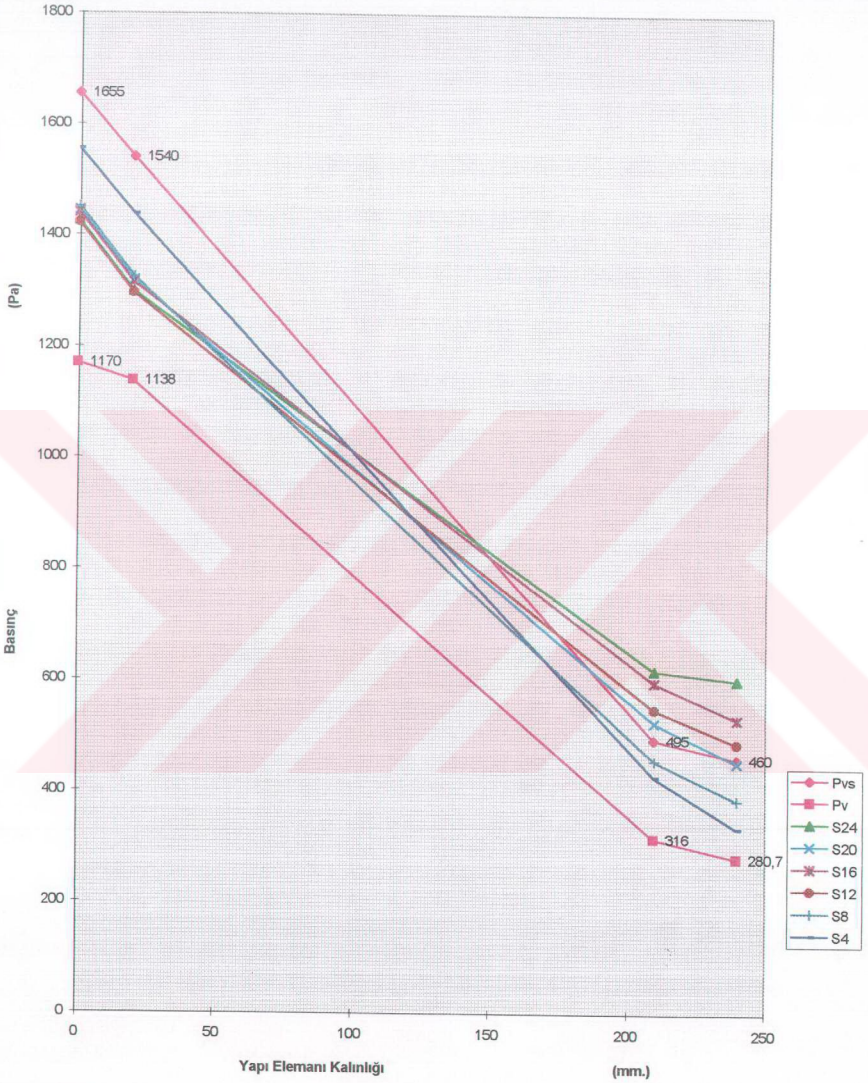
Şekil 5.11. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

SANDVIÇ DUVAR
(Yüksek sıcaklık farkında)



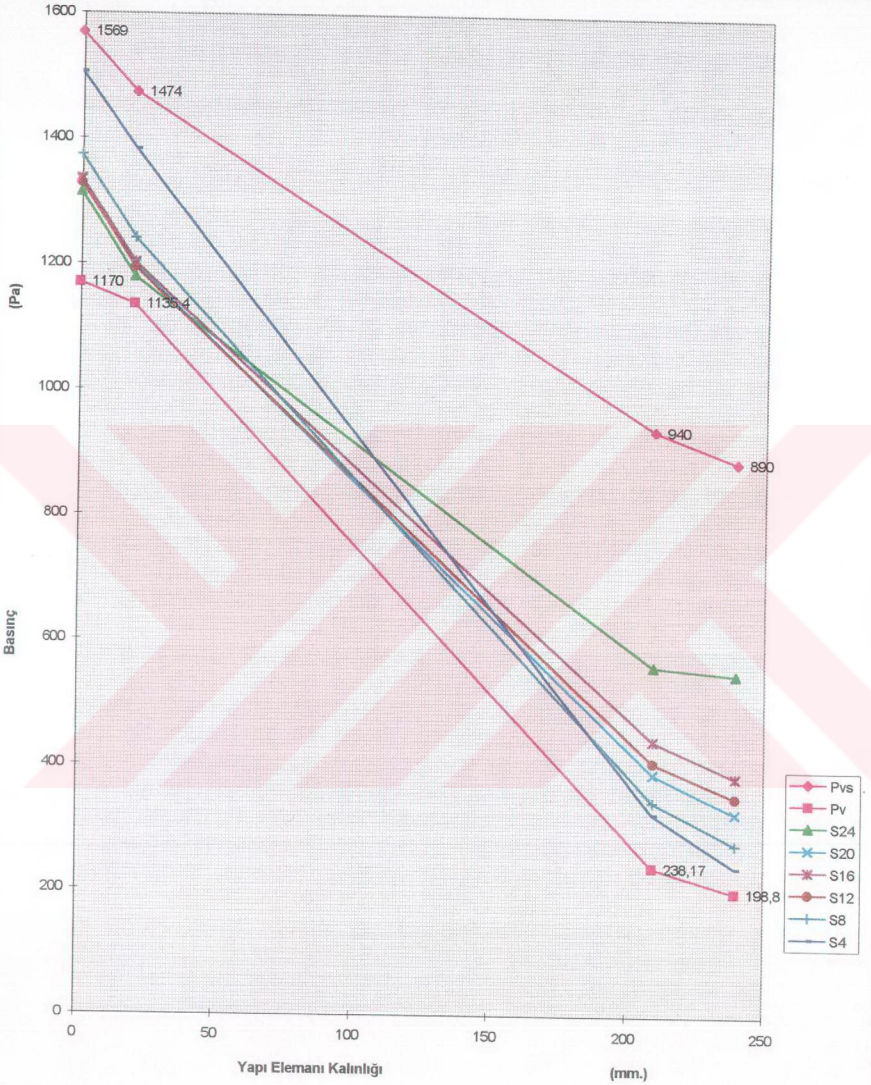
Şekil 5.12. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

YALIN DUVAR
 T_{iç} = 20 C
 T_{dış} = -5 C



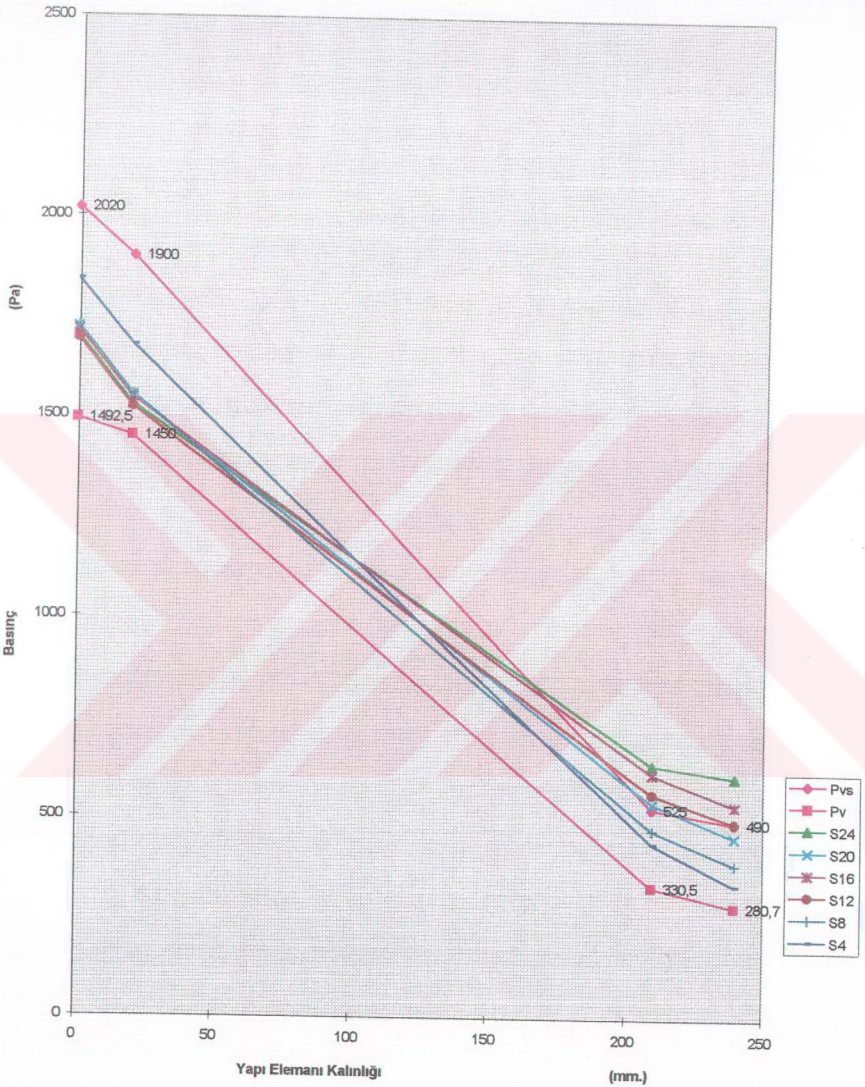
Şekil 5.13. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

YALIN DUVAR
 $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $T_d = -9\text{ }^{\circ}\text{C}$



Şekil 5.14. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

YALIN DUVAR ,
 $T_{iç} = 24 \text{ C}$
 $T_{dış} = -5 \text{ C}$

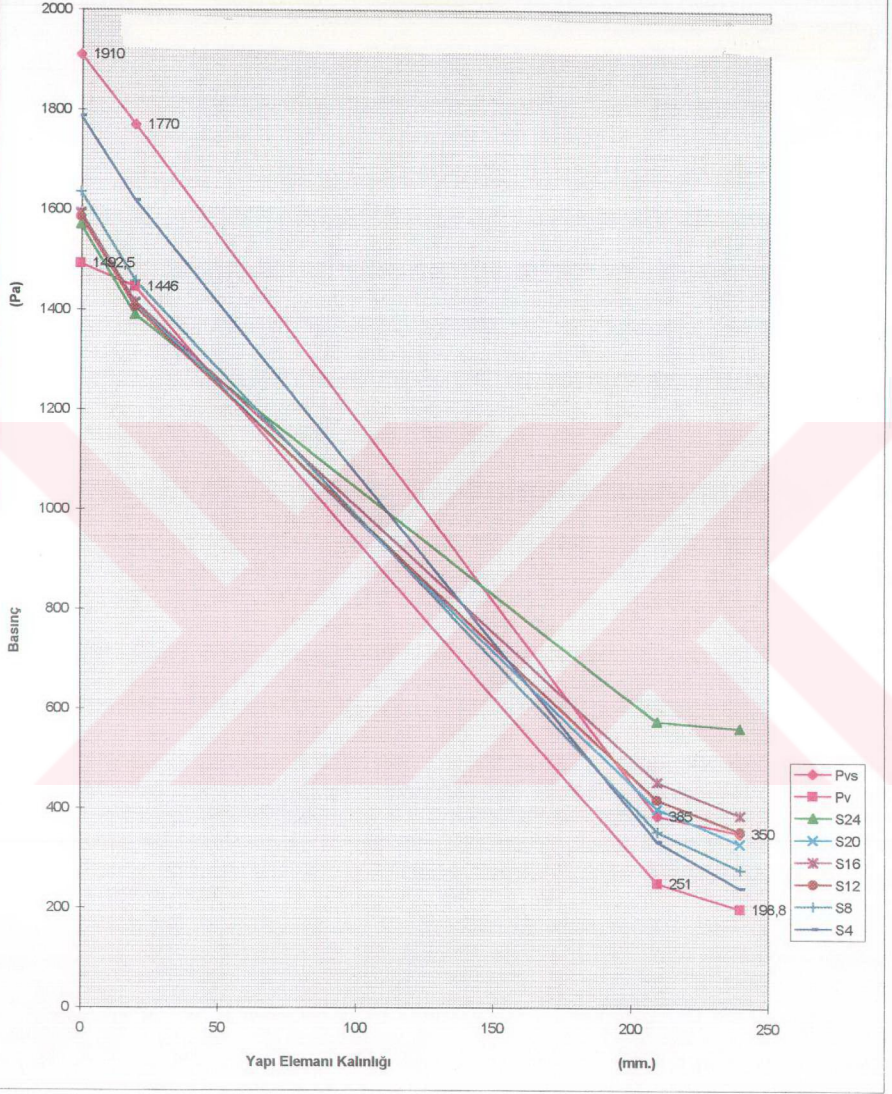


Şekil 5.15. Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

YALIN DUVAR

Tiç = 24 C

Tdiş = -9 C



Şekil 5.16 Gün içinde değişen saatlerde doyma basıncı ve kısmi basınç eğrileri

5.2 ÖNERİLER

Bilgisayar programından elde edilen verilerden yararlanılarak incelenen her bir duvar tipi için 24 saatlik süre içinde yapı elemanı içerisindeki yoğuşma miktarları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalardan aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

A-1 Mineral yünlü sandviç duvar: Yalıtım malzemesinin ısı direnci yüksek olmakla birlikte gözenekler nedeniyle buhar difüzyonuna direnci azdır. Başka bir deyişle yalıtım malzemesinde sıcaklıkların hızlı düşüşü dolayısıyla doymuş buhar basınç eğrisi aşağı doğru çekilirken difüzyon direncinin azlığı buhar basınç eğrisini yukarı doğru itmekte, böylece yoğuşma bölgesi daha çok yalıtım malzemesi içerisinde yer almaktadır. Yoğuşmanın asıl sebebinin iki tuğla arasındaki yalıtkan malzemesindeki hızlı sıcaklık düşmesi olduğu söylenebilir.

Fakat camyünü ve taşıyünü gibi mineral yünler nefes alan malzemeler oldukları için bünyelerinde yoğuşma sonucu biriken suyu kuruma mevsiminde buharlaşma yoluyla tekrar dışarı verebilmektedirler. Binalarda ısı konforu sağlaması ve uzun vadede sağlayacağı ekonomik kazanç ve yangın güvenliği nedeniyle mineral yünlü tuğla duvarlar tercih edilmelidir.

A-2 Straforlu sandviç duvar: İki tuğla arasındaki styrafordaki hızlı sıcaklık düşmesi neticesinde meydana gelen yoğuşma suyu straforun yalıtım özelliğini kötüleştirmektedir. Üretim esnasında straforun içine konulan şişirici gaz, zamanla havaya yayılmaktadır. Straforun içinden çıkan ve yalıtım özelliğini de iyileştiren şişirici gaz yerine buhar difüzyonu neticesinde giren buhar yoğuştuğu zaman kuruma periyodunda yoğuşma suyunun bir kısmını dışarı verse bile bu miktar yeterli olmamaktadır. Her geçen yıl sürekli tekrarlanan bu olay sonucunda zamanla strafor yalıtım özelliğini yitirebilmektedir.

Strafor tipi malzemelerin ancak bir buhar kesici tabaka ile birlikte kullanılmasına izin verilmelidir.

A-3 Buhar kesicili sandviç duvar: Yukarıda açıklanan durumları engellemek için sıcak yüzeye yani odanın iç yüzeyine bir buhar kesici tabaka konularak kısmi basınç eğrisi, doyma basıncı eğrisinin altına çekilebilir. Yani yalıtım malzemesinin içine nüfuz edecek buhar miktarı böylece en aşağı düzeye indirilebilir.

İzmir veya İstanbul gibi nispeten ılıman iklime sahip illerimizde olmasa bile, Erzurum, Kars gibi soğuk illerimizde buhar kesici tabaka kullanılması yapı elemanı içerisindeki terlemeyi engellemek açısından bir zorunluluktur.

B-Tipi duvar: Gazbeton duvarlarda yapılan incelemeler sonucunda buhar difüzyonuna karşı çok önemli bir dezavantaje rastlanılmamıştır. Fakat gazbetonların yüzeylerinin çok az pürüzlü ve düzgün oluşu sıva tutmalarına engel olmaktadır. İç ve özellikle dış sıvada oluşacak çatlak ve yarıklardan su sızması muhtemeldir. Ayrıca gözeneklerin düzensiz dağılımından dolayı zemin suyunun kapiler yolla yukarılara çıkması yani yapı elemanı içinde yükselip, taşınması bu tip yapı malzemelerinin en kötü özelliğidir. Gazbeton duvarların işçiliğine çok dikkat edilmeli, özellikle son kat ve dekoratif sıvaları dikkatlice uygulanmalıdır.

C-Tipi duvarlar: Yalın duvarda geçici ve sürekli rejimde yapılan analitik ve sayısal incelemelerde yoğunlaşmanın tuğla içinde fakat az miktarda olduğu görülmüştür. Ancak iç yüzeyin soğuk olması sonucu zamanla köşe noktalarından başlayarak binaların iç yüzeylerinde terleme, mantar ve küf olduğu gözlenmiştir. Isıl konfor açısından iç ortam ile duvar iç yüzeyi arasındaki sıcaklık farkının en fazla 3 °C olması gerekmektedir. Halbuki ölçülen deney sonuçları ve analitik hesaplamalar yalın duvarlarda iç yüzey sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farkın çok daha fazla olduğunu göstermektedir.

Yukarıda açıklanan duvar tiplerindeki sıcaklık ve basınç dağılımları ve buhar geçişi ile ısı iletimleri kontrol hacmi formülasyonuna göre yazılan bir bilgisayar programıyla incelenmiştir. İnceleme farklı iklim bölgelerinden seçilen dış hava koşulları gözönüne alınarak yapılmıştır.

Doğru bir karşılaştırma yapmak için her duvar tipi farklı iklim bölgelerine göre seçilen farklı dış sıcaklık değerlerine uygulanmıştır. Aynı iç ve dış ortam şartlarına sahip farklı tip duvarlarda yoğuşma miktarları hesaplanmış yoğuşma olması muhtemel durumlar ve yoğuşmaya etki eden parametreler (sıcaklık ve rutubet değerleri gibi) belirlenmiştir.

Program sonuçlarına göre yapı elemanları tek tek incelenmiş, geçici rejimde yapılan hesaplamalar ile bir gün boyunca değişen dış sıcaklığa göre yapı elemanı içinde hangi zaman dilimlerinde yoğuşma hangi zamanlarda buharlaşma gerçekleştiği incelenmiştir.

Dış duvar iç yüzey sıcaklığı, odanın rutubet değerine karşı gelen çığ noktası sıcaklık değerinin altına düştüğünde yoğuşma başlamaktadır. Bunu engellemek için odayı havalandırmak veya duvar iç yüzey sıcaklığını çığ noktası sıcaklık değerinin üzerinde tutmak gerekir. Deney odasında yapılan ölçümlerde izolasyonlu (taşıyünlü sandviç) duvarda duvar yüzeyinin sıcaklık değeri ile ortam sıcaklığı arasında 3 -4 derecelik bir fark olduğu. Halbuki aynı şartlardaki yalın duvarda bu farkın 8-9 derecelere çıktığı görülmüştür. Uygun olmayan şartlarda, özellikle çok soğuk havalarda ve nisbi rutubetin yüksek olduğu hallerde, yapı bileşenlerinin iç yüzünde yoğuşma meydana gelmesi tehlikesine karşı yapı bileşenleri yeterli bir ısı yalıtıma sahip olmalıdır. Yapı fiziği yönünden yapı elemanlarının nefes alması gerekmektedir.

Yani, yapı elemanları; ısı geçişine izin vermemeli fakat buhar difüzyonuna müsaade etmelidir. Yapı elemanı içinde yoğuşma sonucu oluşan suyun standartlara göre (DIN 4108 Bölüm 3) 1000 gr/m² den küçük olması gerekir. Buradan görüldüğü gibi; mineral yünlü izolasyon malzemeleri buhar difüzyonuna müsaade ettikleri için, bünyelerinde yoğuşma sonucu oluşacak su, kuruma mevsiminde kolaylıkla dışarı atılabilmektedir.

Hacim içindeki rutubet miktarı (bağıl nem) azaltılmalıdır. (örneğin iyi bir havalandırma temini ile) Duvar ve döşemelerde, sıcak tarafta, soğuk tarafta yer alanlardan daha yüksek buhar geçirim direnci olan malzemelere yer verilmeli veya sıcak tarafa buhar kesici koyulmalıdır. İstanbul veya İzmir gibi nispeten daha ılık iklime sahip bölgelerde kuruma (buharlaşıma) periyodu uzun olduğu için buhar kesici çok fazla gerekme de Erzurum gibi soğuk iklim bölgelerinde yer alan illerimizde yapılacak konutlarda dış duvarların iç yüzeylerinde buhar kesici uygulanması daha zorunludur.

İyi kaliteli bir buhar kesici buhar difüzyonu ile yaratılan yoğuşmayı ortadan kaldırabilir. Fakat, mükemmel bir buhar kesici bile, bir hava akımı ile kısa devre edilebiliyorsa, çok az yararlıdır. Bundan dolayı yoğuşmaya karşı ilk savunma ısı yalıtımlı ve sızdırmaz konstrüksiyon ile bina yapısı içerisinde nemli havanın kontrolüdür.

KAYNAKLAR

- [1] Pederson, C.R. ve Courville, G.E., 1991, A computer analysis of the annual thermal performance of a roof system with, slightly wet fibrous glass insulation under transient conditions, Journal of thermal insulation, October 15, s. 110-134
- [2] Wijesundera, N.E., 1996, Effect of initial moisture distribution on the transient heat flow through wet porous insulations, journal of thermal insulation, April, 19, s. 348-365
- [3] Ten Wolde, A. ve Rose, W.B., 1996, Moisture control strategies for the building envelope, journal of thermal insulation, January, 19, s. 206-213
- [4] Salmon, D., Silberstein A. ve Kumaran, K., 1995, Report on Inter-Laboratory comparison of guarded hot plate measurements, journal of thermal insulation, January, 18, s. 289-300
- [5] Hokoi, S. ve Kumaran, M.K., 1993. Experimental and analytical investigations of simultaneous heat and moisture transport through glass fiber insulation, journal of thermal insulation, January, 16, s. 263-291
- [6] ISO 8301, 1991. Thermal insulation-determination of steady state thermal resistance and related properties-Heat flowmeter apparatus
- [7] ISO 8302, 1991. Thermal insulation-determination of steady state thermal resistance and related properties-Guarded hot plate apparatus
- [8] Dağsöz, A.K., 1990., Isı geçişi transferi s.1-61, Emre matbaacılık, İstanbul
- [9] Öztürk, A.ve Yavuz, H., 1995. Uygulamalarla ısı geçişi s. 14-57, Çağlayan kitabevi, İstanbul
- [10] İzocam A.Ş. Özel Yayını., 1974, Isı, ses, teknik izolasyon, İstanbul
- [11] Binyıldız, E., 1997, Nem transferi ve suyun yapıya etkileri, İzolasyon Dünyası, 8, s. 49-55
- [12] ASHRAE Fundamentals Handbook, Bölüm 20, 1997 Haziran
- [13] Çakı, Y., 1997. Kuzey duvarlarında görülen nemlenmenin nedenleri ve önlenmesi, Belediye, Mayıs, 110

- [14] Onat, K., 1992, Yapılarda ısı yalıtımının önemi, Termas teknik yayınları, Aralık 7, s.1-33
- [15] Dağsöz, A.K., 1991., Yapılarda ısı yalıtımı ve buhar geçişi, Emre matbaacılık, s. 147-174, İstanbul
- [16] Çengel, Y.A., 1998. Heat transfer a pratical approach, s. 623-680, WCB Mc Graw-Hill, Nevada
- [17] TS-825, 1998. Binalarda ısı yalıtımı kuralları, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara
- [18] ASHRAE Fundamentals Handbook, Isı ve su buharı geçişi özellikleri, Bölüm 22, 1998 Temmuz
- [19] ASHRAE Fundamentals Handbook, Isı yalıtımı ve buhar kesiciler-Uygulamalar, Bölüm 21, 1998 Temmuz
- [20] Patankar.S.V., 1980., Numerical heat transfer and fluid flow, Hemisphere publishing corp., Washington,
- [21] Durgun, İ., 1991. Yapılarda geçici rejimde ısı transferi ve soğutma yükü hesabı, Yüksek lisans tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] Mutlu, İ., 1989. Isı iletiminin nümerik hesabı, Yüksek lisans tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] Borhan, B., 1990, Ytong el kitabı-1, 5. Baskı, Teknik Yayın No:1



EKI

```
C *****
C ANA PROGRAM
C *****
CHARACTER*50 BASLIK
DIMENSION TDIS(100)
COMMON/BLOK1/N,NA1,NA2,NE1,KODK,KODU,TIME,DTIME,TSON,IFREK,ISW
COMMON/BLOK2/XF(42),XG(41),EK(41),RHO(41),CP(41)
COMMON/BLOK3/TO(41),T(41),TF(41),PD(41),A(41),B(41),C(41),D(41)
)
COMMON/BLOK4/BASLIK
OPEN(9,FILE='CIKTI.DAT',STATUS='UNKNOWN')
OPEN(8,FILE='GIRDI.DAT',STATUS='OLD')
ISW=1
TIME=0.0
C *** GIRIS BILGILERININ OKUNMASI *****
READ(8,100)BASLIK
100 FORMAT(A50)
READ(8,110)NE1,IFREK,DTIME,TIC,HIC,HDIS,TSON
110 FORMAT(I4,I6,4F6.1,F10.1)
N=NE1+1
NA1=N+1
NA2=N+2
READ(8,120)(XF(I),I=1,N)
120 FORMAT(10F6.1)
DO 2 I=1,N
XF(I)=XF(I)/1000.0
2 CONTINUE
DO 4 I=1,NE1
READ(8,130)EK(I),RHO(I),CP(I),T(I)
130 FORMAT(F8.3,3F8.1)
4 CONTINUE
READ(8,140)(TDIS(K),K=1,24)
140 FORMAT(12F5.1)
C *** SIFIR KONTROL HACIMLARININ EKLENMESI *****
XF(NA2)=XF(N)
DO 5 L=1,N
I=N-L+2
XF(I)=XF(I-1)
5 CONTINUE
EK(NA1)=EK(NE1)
RHO(NA1)=RHO(NE1)
CP(NA1)=CP(NE1)
T(NA1)=T(NE1)
DO 6 L=2,N
I=N-L+2
EK(I)=EK(I-1)
RHO(I)=RHO(I-1)
CP(I)=CP(I-1)
T(I)=T(I-1)
6 CONTINUE
DO 8 I=1,NA1
8 XG(I)=0.5*(XF(I+1)+XF(I))
C *** DEGISMEN IC SINIR KOSULU *****
DXEP=XG(2)-XF(2)
DXWM=XF(NA1)-XG(N)
B(1)=EK(2)/DXEP
```

```

A(1)=B(1)+HIC
C(1)=0.0
D(1)=HIC*TIC
C *****
IF(DTIME.LT.1.0E10)CALL CIKIS
ISAY=0
C *** ZAMAN CEVRIMI *****
10 TIME=TIME+DTIME
ISAY=ISAY+1
KF=ISAY/IFREK
KMOD=ISAY-KF*IFREK
DO 20 I=2,N
DELTAX=XF(I+1)-XF(I)
DXEM=XF(I+1)-XG(I)
DXEP=XG(I+1)-XF(I+1)
DXWM=XF(I)-XG(I-1)
DXWP=XG(I)-XF(I)
DENOM=(DXEM/EK(I)+DXEP/EK(I+1))
B(I)=1.0/DENOM
DENOM=(DXWM/EK(I-1)+DXWP/EK(I))
C(I)=1.0/DENOM
APNOT=RHO(I)*CP(I)*DELTAX/DTIME
D(I)=APNOT*T(I)
A(I)=B(I)+C(I)+APNOT
20 CONTINUE
C *** DEGISEN DIS KOSULLAR ICIN ENTERPOLASYON *****
ITIM=TIME
IVAR=ITIM/3600
BTIME=3600.0*IVAR
IX1=IVAR+1
IX2=IVAR+2
TFAKTOR=(TIME-BTIME)/3600.0
TD=TDIS(IX1)+TFAKTOR*(TDIS(IX2)-TDIS(IX1))
C(NA1)=EK(N)/DXWM
A(NA1)=C(NA1)+HDIS
B(NA1)=0.
D(NA1)=HDIS*TD
DO 33 I=1,NA1
TO(I)=T(I)
33 CONTINUE
34 CALL TDMA
IF(TIME.GE.TSON)GO TO 50
IF(KMOD.EQ.0)CALL CIKIS
GO TO 10
50 CALL CIKIS
STOP
END
C *****
SUBROUTINE TDMA
C *****
DIMENSION P(42),Q(42),FARK(21)
COMMON/BLOK1/N,NA1,NA2,NE1,KODK,KODU,TIME,DTIME,TSON,IFREK,ISW
COMMON/BLOK2/XF(42),XG(41),EK(41),RHO(41),CP(41)
COMMON/BLOK3/TO(41),T(41),TF(41),PD(41),A(41),B(41),C(41),D(41)
)
DATA FARK/-1.9,3.9,8.4,11.5,15.,17.8,18.2,

```



```

-19.4,20.7,21.9,23.1,10*21.5/
AKAT=42.6776
BKAT=-3892.7
CKAT=-9.48654
P(1)=B(1)/A(1)
Q(1)=D(1)/A(1)
DO 80 I=2,NA1
DENOM=A(I)-C(I)*P(I-1)
P(I)=B(I)/DENOM
Q(I)=(D(I)+C(I)*Q(I-1))/DENOM
80 CONTINUE
T(NA1)=Q(NA1)
N=NA1-1
DO 82 J=1,N
I=NA1-J
T(I)=P(I)*T(I+1)+Q(I)
82 CONTINUE
TF(1)=T(1)
TF(2)=T(1)
DO 83 I=2,NE1
XDIFA=XF(I+1)-XG(I)
XDIFB=XG(I+1)-XG(I)
TF(I+1)=T(I)+(XDIFA/XDIFB)*(T(I+1)-T(I))
83 CONTINUE
TF(NA1)=T(NA1)
TF(NA2)=T(NA1)
DO 86 I=1,NA1
TEMPC=TF(I)
TDOY=TEMPC+273.15
RESA=BKAT/(TDOY-AKAT)-CKAT
PDOY=1E6*EXP(RESA)
IF(TEMPC.GT.0.6)GO TO 84
IFARK=1.605-TEMPC
PDOY=PDOY-FARK(IFARK)
84 PD(I)=PDOY
86 CONTINUE
RETURN
END
*****
C
*
SUBROUTINE CIKIS
*****
C
*
CHARACTER*50 BASLIK
COMMON/BLOK1/N,NA1,NA2,NE1,KODK,KODU,TIME,DTIME,TSON,IFREK,ISW
COMMON/BLOK2/XF(42),XG(41),EK(41),RHO(41),CP(41)
COMMON/BLOK3/TO(41),T(41),TF(41),PD(41),A(41),B(41),C(41),D(41)
)
COMMON/BLOK4/BASLIK
TIMEH=TIME/3600.0
IF(ISW.EQ.0)GO TO 88
WRITE(9,250)BASLIK
250 FORMAT(3X,'PROBLEM : ',A50/)
WRITE(9,260)NE1
260 FORMAT(3X,'KONTROL HACMI SAYISI : 'I2/)
WRITE(9,270)

```

```

270 FORMAT(3X,'KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER'/)
WRITE(9,272)
272 FORMAT(3X,'KONTROL',3X,'XBAS',2X,'XSON',5X,'K',8X,'RHO',7X,
-'CP')
WRITE(9,274)
274 FORMAT(4X,'HACMI',4X,'(M)',3X,'(M)',3X,'(W/M-C)',3X,
-'(KG/M3)',2X,'(J/KG-C)')
DO 86 I=1,NA1
WRITE(9,280) I,XF(I),XF(I+1),EK(I),RHO(I),CP(I)
280 FORMAT(5X,I2,4X,F5.3,F6.3,F10.3,F10.1,F9.1)
86 CONTINUE
WRITE(9,282)
282 FORMAT(3X,/)
GO TO 92
88 WRITE(9,284) TIME,TIMEH
284 FORMAT(3X,'ZAMAN = ',F8.0,' SANIYE ',F6.1,' SAAT'/)
ISON=N/5
DO 90 I=1,ISON
KVAR=5*(I-1)
KBAS=KVAR+2
KSON=KVAR+6
WRITE(9,310) (XF(K),K=KBAS,KSON)
310 FORMAT(6X,'X (M)',3X,5F8.3)
WRITE(9,320) (TF(K),K=KBAS,KSON)
320 FORMAT(6X,'T (C)',3X,5F8.1)
WRITE(9,322) (PD(K),K=KBAS,KSON)
322 FORMAT(6X,'PD (Pa)',3X,5F8.1)
WRITE(9,330)
330 FORMAT(3X,/)
90 CONTINUE
KMOD=N-5*ISON
IF(KMOD.EQ.0)GO TO 92
KBAS=5*ISON+2
WRITE(9,310) (XF(K),K=KBAS,NA1)
WRITE(9,320) (TF(K),K=KBAS,NA1)
WRITE(9,322) (PD(K),K=KBAS,NA1)
WRITE(9,330)
92 ISW=0
RETURN
END

```

EK II

SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

7	120	60.0	24.0	8.0	22.0	86400.0					
0.0	20.0	105.0	108.0	152.0	155.0	240.0	270.0				
0.870	1800.0		800.0		22.0						
0.450	2000.0		800.0		21.0						
0.040	20.0		1200.0		18.0						
0.040	20.0		1200.0		4.0						
0.040	20.0		1200.0		-4.0						
0.450	2000.0		800.0		-5.0						
1.400	2000.0		800.0		-6.0						
-10.0	-10.0	-11.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-11.0	-10.0	-10.0	-9.0	-8
.0											
-7.0	-7.0	-6.0	-6.0	-6.0	-7.0	-7.0	-8.0	-8.0	-9.0	-9.0	-1
0.0											

PROBLEM : SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	18.4	17.6	-2.6
PD (Pa)	2706.5	2635.7	2117.8	2017.4	489.3

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.4	-8.7	-10.2
PD (Pa)	457.5	293.0	255.2

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.2	21.7	18.1	17.3	-3.6
PD (Pa)	2687.6	2612.5	2077.8	1975.9	449.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-4.4	-9.9	-11.4
PD (Pa)	419.4	263.1	232.4

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	17.8	17.0	-4.4
PD (Pa)	2669.7	2590.8	2043.2	1940.4	420.3

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.2	-10.2	-11.5
PD (Pa)	393.8	255.0	230.1

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.0	21.5	17.6	16.8	-4.7
PD (Pa)	2653.8	2571.6	2018.0	1915.8	411.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.5	-9.3	-9.9
PD (Pa)	384.5	276.4	262.5

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.9	21.4	17.5	16.7	-4.5
PD (Pa)	2641.0	2556.2	2003.7	1903.3	417.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.3	-8.7	-9.0
PD (Pa)	390.9	293.0	285.0

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.9	21.3	17.4	16.7	-3.9
PD (Pa)	2631.8	2545.3	1999.3	1901.7	439.3

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-4.7	-7.2	-7.2
PD (Pa)	410.2	333.2	334.9

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.5	16.7	-3.2
PD (Pa)	2626.4	2539.0	2002.6	1908.2	469.6

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.9	-6.3	-6.2
PD (Pa)	439.3	361.4	364.4

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.5	16.8	-2.4
PD (Pa)	2624.3	2536.8	2010.1	1918.4	496.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.2	-5.8	-5.9

PD (Pa) 469.4 376.5 371.4

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.6	16.8	-2.1
PD (Pa)	2624.4	2537.0	2014.9	1924.3	511.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.9	-6.2	-6.8
PD (Pa)	480.8	363.5	346.1

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.6	16.8	-2.2
PD (Pa)	2625.1	2537.9	2014.9	1924.0	508.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.0	-6.8	-7.6
PD (Pa)	477.6	344.3	320.4

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.5	16.8	-2.6
PD (Pa)	2625.2	2537.9	2010.6	1918.5	492.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.3	-7.6	-8.6
PD (Pa)	464.9	322.6	295.4

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	21.8	21.3	17.5	16.8	-2.6
PD (Pa)	2624.3	2536.7	2007.6	1915.2	491.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.3	-3.9	-2.0
PD (Pa)	464.2	439.6	516.7

SANDVIC DUVAR: IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

7	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	105.0	108.0	152.0	155.0	240.0	270.0					
0.870	1800.0		800.0		18.0							
0.450	2000.0		800.0		17.0							
0.040	20.0		1200.0		14.0							
0.040	20.0		1200.0		6.0							
0.040	20.0		1200.0		0.0							
0.450	2000.0		800.0		-1.0							
1.400	2000.0		800.0		-2.0							
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	

□



PROBLEM : SANDVIC DUVAR: IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIV

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.4	18.0	15.3	14.7	.2
PD (Pa)	2126.5	2073.8	1740.3	1679.4	622.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.3	-4.8	-6.2
PD (Pa)	597.4	409.0	362.5

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.4	18.0	15.1	14.5	-.9
PD (Pa)	2124.5	2071.0	1723.5	1659.4	567.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.4	-6.0	-7.4
PD (Pa)	539.0	369.2	327.2

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.4	18.0	15.0	14.4	-1.7
PD (Pa)	2120.1	2065.5	1707.3	1640.9	529.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.3	-6.4	-7.5
PD (Pa)	505.1	356.3	323.8

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	14.9	14.3	-2.0
PD (Pa)	2115.0	2059.2	1696.0	1629.1	516.6

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.6	-5.6	-6.0
PD (Pa)	489.7	383.1	371.0

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	14.8	14.2	-1.8
PD (Pa)	2110.6	2053.9	1691.7	1625.6	523.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.5	-4.9	-5.1
PD (Pa)	496.1	404.5	399.3

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.8	14.9	14.3	-1.3
PD (Pa)	2107.8	2050.6	1694.2	1630.1	550.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.9	-3.5	-3.2
PD (Pa)	522.1	455.9	467.5

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.8	14.9	14.4	-.5
PD (Pa)	2107.0	2049.9	1702.2	1640.5	582.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.1	-2.5	-2.2
PD (Pa)	558.1	494.1	507.4

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	15.0	14.5	.2
PD (Pa)	2108.2	2051.5	1712.6	1653.1	620.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.3	-2.0	-2.0

PD (Pa) 595.9 516.5 516.5

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	15.1	14.6	.5
PD (Pa)	2110.6	2054.5	1720.0	1661.3	634.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.0	-2.4	-2.8
PD (Pa)	609.7	496.7	482.0

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	15.1	14.6	.4
PD (Pa)	2113.0	2057.3	1722.5	1663.3	630.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.1	-3.1	-3.7
PD (Pa)	605.9	473.5	446.7

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	15.1	14.5	.1
PD (Pa)	2114.5	2059.1	1720.7	1660.4	615.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.5	-3.8	-4.6
PD (Pa)	584.8	443.5	412.7

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	15.1	14.5	-.1
PD (Pa)	2114.8	2059.4	1717.8	1656.7	605.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.7	-2.0	-1.1
PD (Pa)	575.4	518.9	558.6

SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

7	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	105.0	108.0	152.0	155.0	240.0	270.0					
0.870	1800.0		800.0		18.0							
0.450	2000.0		800.0		17.0							
0.040	20.0	1200.0		14.0								
0.040	20.0	1200.0		0.0								
0.040	20.0	1200.0		-2.0								
0.450	2000.0		800.0		-3.0							
1.400	2000.0		800.0		-4.0							
-10.0	-10.0	-11.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-11.0	-10.0	-10.0	-9.0	-8	
.0												
-7.0	-7.0	-6.0	-6.0	-6.0	-7.0	-7.0	-8.0	-8.0	-9.0	-9.0	-1	
0.0												



PROBLEM : SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.4	18.0	15.0	14.4	-2.0
PD (Pa)	2121.8	2067.7	1707.3	1640.0	517.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.6	-8.1	-10.0
PD (Pa)	490.6	307.7	258.9

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.9	14.7	14.1	-3.5
PD (Pa)	2115.3	2059.4	1680.3	1609.2	456.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-4.1	-9.6	-11.3
PD (Pa)	432.8	270.1	234.3

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.3	17.8	14.5	13.8	-4.5
PD (Pa)	2106.7	2048.7	1655.8	1582.3	416.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.2	-10.1	-11.4
PD (Pa)	393.8	258.4	231.0

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.2	17.7	14.3	13.6	-5.0
PD (Pa)	2097.7	2037.7	1637.7	1563.6	400.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.7	-9.3	-9.9
PD (Pa)	378.2	277.7	262.9

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.7	14.2	13.5	-4.9
PD (Pa)	2090.0	2028.4	1627.8	1554.6	402.6

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.7	-8.7	-9.0
PD (Pa)	380.1	292.8	285.0

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.2	13.5	-4.5
PD (Pa)	2084.2	2021.7	1625.6	1554.3	418.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-5.1	-7.3	-7.2
PD (Pa)	396.6	331.9	334.6

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.3	13.6	-3.7
PD (Pa)	2081.1	2018.0	1629.5	1560.5	445.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-4.4	-6.3	-6.2
PD (Pa)	420.4	359.3	363.8

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.3	13.7	-3.1
PD (Pa)	2080.3	2017.2	1636.5	1569.7	474.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.7	-5.9	-6.0

PD (Pa) 447.7 373.8 370.6

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.4	13.7	-2.8
PD (Pa)	2081.0	2018.2	1641.1	1575.1	484.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.4	-6.3	-6.8
PD (Pa)	457.9	360.6	345.3

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.4	13.7	-2.9
PD (Pa)	2082.0	2019.4	1641.6	1575.2	480.8

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.5	-6.9	-7.7
PD (Pa)	454.3	341.3	319.6

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.3	13.7	-3.2
PD (Pa)	2082.4	2019.8	1638.2	1570.9	468.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.9	-7.7	-8.6
PD (Pa)	441.7	319.6	294.5

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	18.1	17.6	14.3	13.7	-3.2
PD (Pa)	2081.9	2019.1	1636.0	1568.3	467.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-3.9	-4.0	-2.0
PD (Pa)	440.8	435.7	515.4

8	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0		
0.0	0.25	20.0	105.0	108.0	152.0	155.0	240.0	270.0
0.030		32.0	800.0		19.0			
0.870		1800.0	800.0		18.0			
0.450		2000.0	800.0		17.0			
0.040		20.0	1200.0		14.0			
0.040		20.0	1200.0		4.0			
0.040		20.0	1200.0		-0.0			
0.450		2000.0	800.0		-5.0			
1.400		2000.0	800.0		-6.0			

```

-10.0 -10.0 -11.0 -12.0 -12.0 -12.0 -12.0 -11.0 -10.0 -10.0 -9.0 -8
.0
-7.0 -7.0 -6.0 -6.0 -6.0 -7.0 -7.0 -8.0 -8.0 -9.0 -9.0 -10.0

```


PROBLEM : BUHAR KES~C~L~ SANDVIC DUVAR: POL~ET~LEN TABAKA, IC

KONTROL HACMI SAYISI : 8

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.030	32.0	800.0
2	.000	.000	.030	32.0	800.0
3	.000	.020	.870	1800.0	800.0
4	.020	.105	.450	2000.0	800.0
5	.105	.108	.040	20.0	1200.0
6	.108	.152	.040	20.0	1200.0
7	.152	.155	.040	20.0	1200.0
8	.155	.240	.450	2000.0	800.0
9	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
10	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.4	22.4	21.9	18.8	18.1
PD (Pa)	2723.1	2714.0	2640.4	2178.2	2089.7

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	.8	.1	-4.7	-6.2
PD (Pa)	645.9	617.3	410.5	362.9

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.4	22.3	21.8	18.6	17.9
PD (Pa)	2711.2	2701.7	2625.0	2145.5	2054.3

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	-.3	-.9	-5.9	-7.4
PD (Pa)	599.9	564.3	371.5	329.1

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.3	22.2	21.7	18.3	17.6
PD (Pa)	2698.7	2688.8	2608.9	2116.1	2023.2

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	-1.1	-1.8	-6.3	-7.5
PD (Pa)	559.6	526.0	360.2	324.6

T (C)	.9	.2	-1.9	-2.0
PD (Pa)	648.7	621.2	521.2	517.9

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.2	17.6
PD (Pa)	2666.7	2655.8	2569.3	2103.1	2021.4

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	1.2	.5	-2.3	-2.8
PD (Pa)	663.1	635.4	504.3	483.3

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.3	17.6
PD (Pa)	2668.1	2657.2	2571.1	2104.2	2022.0

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	1.1	.4	-3.0	-3.7
PD (Pa)	659.1	631.4	477.8	447.9

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.2	17.6
PD (Pa)	2668.8	2658.0	2571.9	2100.5	2017.1

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	.7	.1	-3.7	-4.6
PD (Pa)	643.1	615.5	447.6	413.8

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.2	17.5
PD (Pa)	2668.3	2657.5	2571.2	2095.9	2011.6

X (M)	.152	.155	.240	.270
T (C)	.5	-.1	-1.8	-1.0
PD (Pa)	635.0	605.7	523.5	560.0

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.2	22.1	21.6	18.2	17.5
PD (Pa)	2686.8	2676.6	2593.9	2094.9	2001.9

X (M)	.152	.155	.240	.270	
T (C)	-1.4	-2.1	-5.5	-5.9	
PD (Pa)	547.2	514.0	386.3	371.9	

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.1	21.6	18.1	17.4
PD (Pa)	2677.1	2666.5	2581.7	2083.6	1992.3

X (M)	.152	.155	.240	.270	
T (C)	-1.2	-1.9	-4.8	-5.0	
PD (Pa)	554.1	521.0	408.2	400.3	

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.1	17.4
PD (Pa)	2670.1	2659.3	2573.1	2081.8	1993.1

X (M)	.152	.155	.240	.270	
T (C)	-.6	-1.3	-3.3	-3.2	
PD (Pa)	578.2	549.4	463.5	468.8	

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.1	17.5
PD (Pa)	2666.4	2655.5	2568.6	2087.4	2001.8

X (M)	.152	.155	.240	.270	
T (C)	.1	-.5	-2.4	-2.2	
PD (Pa)	617.1	582.2	498.5	508.8	

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.000	.020	.105	.108
T (C)	22.1	22.0	21.5	18.2	17.6
PD (Pa)	2665.6	2654.6	2567.8	2096.9	2014.0

X (M)	.152	.155	.240	.270	
-------	------	------	------	------	--

```
7      120    60.0   24.0     8.0   22.0      86400.0  
0.0    20.0  105.0  108.0  152.0  155.0  240.0  270.0  
0.870   1800.0     800.0       22.0  
0.450   2000.0     800.0       21.0  
0.040      20.0   1200.0       18.0  
0.040      20.0   1200.0        4.0  
0.040      20.0   1200.0        3.5  
0.450   2000.0     800.0        2.0  
1.400   2000.0     800.0        1.5  
0.0 -1.0 -2.0 -3.0 -4.0 -5.0 -4.0 -3.0 -2.0 -1.0  1.0  3.0  
5.0  5.0  6.0  6.0  5.0  4.0  4.0  3.0  3.0  2.0  1.0  0
```

PROBLEM : SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.2	18.7	4.0
PD (Pa)	2720.4	2654.3	2233.8	2156.8	809.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	3.4	-.3	-1.4
PD (Pa)	778.0	597.4	540.7

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.1	18.5	3.2
PD (Pa)	2718.0	2650.9	2218.4	2138.8	766.6

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	2.6	-1.8	-3.3
PD (Pa)	735.1	523.5	466.5

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	21.9	18.9	18.3	2.2
PD (Pa)	2713.2	2644.9	2197.1	2114.1	714.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	1.6	-2.6	-3.7
PD (Pa)	683.8	490.5	448.8

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	18.8	18.2	1.9
PD (Pa)	2707.0	2637.4	2183.6	2099.9	700.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	1.3	-1.6	-2.0
PD (Pa)	669.2	533.2	518.3

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	18.8	18.2	2.3
PD (Pa)	2701.9	2631.3	2182.1	2100.4	721.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	1.7	.2	.6
PD (Pa)	690.6	619.8	637.5

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.8	18.9	18.4	3.6
PD (Pa)	2699.8	2629.0	2197.6	2120.9	791.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	3.1	3.1	4.3
PD (Pa)	760.3	764.0	827.3

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	19.1	18.6	5.2
PD (Pa)	2702.2	2632.4	2224.6	2153.9	883.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	4.7	4.6	5.5
PD (Pa)	852.3	849.1	902.3

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	19.2	18.7	5.4
PD (Pa)	2707.9	2639.5	2238.2	2168.3	899.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	4.9	1.5	.5

PD (Pa) 867.6 680.7 634.7

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	21.9	19.3	18.8	5.8
PD (Pa)	2712.8	2645.3	2249.5	2180.5	922.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.3	4.0	4.1
PD (Pa)	891.5	814.9	816.7

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.4	18.9	6.3
PD (Pa)	2718.0	2651.8	2264.3	2196.9	953.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.8	3.7	3.3
PD (Pa)	921.6	795.5	772.4

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.4	18.9	5.8
PD (Pa)	2722.8	2657.6	2265.4	2195.9	924.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.3	1.6	.5
PD (Pa)	892.7	686.7	635.0

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.4	18.9	5.5
PD (Pa)	2725.3	2660.3	2262.9	2191.7	901.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.0	1.7	.7
PD (Pa)	869.8	690.4	639.9

PROBLEM : SANDVIC DUVAR IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.4	18.8	5.0
PD (Pa)	2723.9	2658.8	2255.4	2182.5	873.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	4.5	.5	-.6
PD (Pa)	841.6	632.2	577.5

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.3	18.8	4.6
PD (Pa)	2724.0	2658.6	2247.7	2173.0	848.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	4.1	1.4	1.0
PD (Pa)	816.7	675.6	657.1

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.3	18.8	4.9
PD (Pa)	2723.1	2657.5	2250.3	2176.8	866.3

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	4.4	2.7	2.8
PD (Pa)	834.6	742.1	747.4

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.4	18.9	5.5
PD (Pa)	2723.5	2658.2	2259.5	2188.3	901.8

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.0	3.6	3.8
PD (Pa)	870.2	789.0	800.3

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	19.5	19.0	6.3
PD (Pa)	2725.7	2661.0	2275.2	2207.1	956.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.8	5.1	5.6
PD (Pa)	924.8	880.7	912.3

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.5	22.1	19.6	19.2	7.3
PD (Pa)	2730.0	2666.5	2295.7	2231.2	1020.3

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	6.8	6.2	6.7
PD (Pa)	988.8	946.2	978.8

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.5	22.1	19.8	19.4	8.3
PD (Pa)	2736.2	2674.2	2320.6	2259.9	1095.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	7.9	7.4	7.8
PD (Pa)	1064.0	1029.5	1059.1

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.5	22.2	19.8	19.4	7.7
PD (Pa)	2743.2	2682.8	2323.8	2260.5	1052.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	7.3	2.6	.9

PD (Pa) 1020.2 735.8 648.9

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.6	22.2	19.8	19.4	7.3
PD (Pa)	2746.6	2686.6	2320.4	2254.7	1020.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	6.8	4.3	3.5
PD (Pa)	988.8	829.2	786.1

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.6	22.2	19.8	19.3	7.0
PD (Pa)	2748.3	2688.6	2319.0	2252.1	1003.4

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	6.5	3.9	3.3
PD (Pa)	971.3	805.4	771.0

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.6	22.2	19.7	19.3	6.3
PD (Pa)	2748.6	2688.9	2309.3	2239.5	955.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.8	1.8	.6
PD (Pa)	923.3	696.4	637.4

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.6	22.2	19.7	19.2	5.8
PD (Pa)	2746.8	2686.5	2298.3	2226.5	922.2

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	5.3	1.9	.7
PD (Pa)	889.8	697.3	641.9

GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

3	120	60.0	24.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0		800.0		21.6							
0.190	600.0		800.0		18.5							
1.400	2000.0		800.0		-2.0							
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	

□



PROBLEM : GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.190	600.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	22.5	21.7	-3.0	-6.6
PD (Pa)	2736.9	2613.4	475.4	350.9

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	22.2	21.2	-4.4	-7.7
PD (Pa)	2682.2	2529.1	420.7	319.0

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.8	20.7	-4.7	-7.7
PD (Pa)	2624.5	2450.1	411.1	318.3

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.5	20.3	-3.4	-5.9
PD (Pa)	2580.8	2392.5	457.6	373.8

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.4	20.1	-2.7	-4.9
PD (Pa)	2552.6	2356.0	487.1	404.8

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.3	20.0	-.4	-2.6
PD (Pa)	2540.6	2343.1	594.0	490.7

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.3	19.9	-.2	-1.9
PD (Pa)	2536.2	2337.0	600.2	519.8

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.2	19.9	-.1	-1.8
PD (Pa)	2534.4	2335.1	608.4	523.2

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.2	19.9	-.9	-2.8
PD (Pa)	2532.6	2332.1	565.9	482.3

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.2	19.9	-1.8	-3.8
PD (Pa)	2527.8	2324.8	525.9	443.3

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.2	19.8	-2.7	-4.8
PD (Pa)	2520.3	2314.1	488.8	407.3

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.1	19.8	1.4	.1
PD (Pa)	2517.9	2313.7	674.9	614.0

GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA
3 120 60.0 24.0 8.0 22.0 86400.0
0.0 20.0 210.0 240.0
0.870 1800.0 800.0 20.6
0.190 600.0 800.0 18.5
1.400 2000.0 800.0 -6.0
-10.0 -10.0 -11.0 -12.0 -12.0 -12.0 -12.0 -11.0 -10.0 -10.0 -9.0 -8
.0
-7.0 -7.0 -6.0 -6.0 -6.0 -7.0 -7.0 -8.0 -8.0 -9.0 -9.0
-10.0
□



PROBLEM : GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.190	600.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	22.3	21.5	-6.4	-10.6
PD (Pa)	2709.9	2579.2	355.2	249.4

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	22.0	21.0	-7.9	-11.7
PD (Pa)	2655.8	2490.2	313.9	226.1

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.6	20.4	-8.2	-11.7
PD (Pa)	2589.7	2400.0	305.1	225.6

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.3	19.9	-7.0	-9.8
PD (Pa)	2539.1	2333.5	339.7	264.0

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	21.1	19.6	-6.3	-8.9
PD (Pa)	2505.5	2290.2	360.5	288.4

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.9	19.4	-4.7	-6.9
PD (Pa)	2485.4	2265.2	409.9	342.6

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.9	19.4	-3.9	-5.9
PD (Pa)	2476.0	2253.9	439.6	372.5

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.8	19.3	-3.7	-5.8
PD (Pa)	2472.7	2250.2	445.9	375.2

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.8	19.3	-4.6	-6.8
PD (Pa)	2470.0	2246.2	414.2	345.0

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.8	19.2	-5.5	-7.8
PD (Pa)	2464.7	2238.3	385.9	316.6

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.7	19.2	-6.3	-8.8
PD (Pa)	2456.8	2227.2	359.3	290.1

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	20.7	19.1	-.8	-.8
PD (Pa)	2449.0	2218.5	572.3	571.0

GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

3	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0		800.0		17.6							
0.190	600.0		800.0		13.5							
1.400	2000.0		800.0		-2.0							
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	

□



PROBLEM : GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.190	600.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.4	17.6	-3.7	-6.7
PD (Pa)	2126.8	2025.0	446.7	349.2

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.2	17.3	-5.0	-7.8
PD (Pa)	2096.2	1976.7	400.8	317.7

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.9	16.9	-5.2	-7.8
PD (Pa)	2061.6	1929.3	393.9	317.2

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.7	16.6	-3.9	-5.9
PD (Pa)	2035.6	1895.1	440.7	372.6

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-3.1	-4.9
PD (Pa)	2019.7	1874.7	471.0	403.6

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-.8	-2.6
PD (Pa)	2015.4	1871.4	570.8	489.5

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-.6	-2.0
PD (Pa)	2016.0	1872.0	577.9	518.6

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-.4	-1.9
PD (Pa)	2017.7	1874.7	586.8	522.1

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-1.3	-2.9
PD (Pa)	2018.7	1875.5	551.6	481.3

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.6	16.4	-2.1	-3.8
PD (Pa)	2016.6	1872.1	512.8	442.4

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.5	16.4	-3.0	-4.8
PD (Pa)	2011.9	1865.0	476.7	406.4

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.5	16.4	1.1	.0
PD (Pa)	2011.0	1866.2	659.5	612.8

GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

3	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0	800.0		18.6								
0.190	600.0	800.0		17.0								
1.400	2000.0	800.0		-4.0								
-10.0	-10.0	-11.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-11.0	-10.0	-10.0	-9.0	-8	
.0												
-7.0	-7.0	-6.0	-6.0	-6.0	-7.0	-7.0	-8.0	-8.0	-9.0	-9.0		
-10.0												

□

PROBLEM : GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.190	600.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	19.0	18.4	-6.7	-10.6
PD (Pa)	2200.4	2122.4	348.3	249.0

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.5	17.7	-8.1	-11.7
PD (Pa)	2137.5	2029.7	307.2	225.7

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.1	17.1	-8.5	-11.7
PD (Pa)	2079.6	1950.6	297.2	225.1

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.7	16.6	-7.3	-9.8
PD (Pa)	2036.3	1893.2	332.1	263.5

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.5	16.3	-6.6	-8.9
PD (Pa)	2007.7	1855.8	351.2	287.8

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.4	16.1	-5.0	-6.9
PD (Pa)	1990.3	1834.0	400.7	342.0

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.3	16.0	-4.2	-5.9
PD (Pa)	1982.0	1823.8	429.9	371.8

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.3	16.0	-4.0	-5.8
PD (Pa)	1978.9	1820.2	435.9	374.5

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.3	15.9	-4.9	-6.8
PD (Pa)	1976.3	1816.4	404.7	344.4

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.2	15.9	-5.8	-7.8
PD (Pa)	1971.7	1809.5	376.9	316.0

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.2	15.8	-6.6	-8.8
PD (Pa)	1965.0	1800.0	349.6	289.5

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	17.1	15.7	-1.1	-.8
PD (Pa)	1958.4	1792.6	559.9	570.0

GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA
3 120 60.0 20.0 8.0 22.0 86400.0
0.0 20.0 210.0 240.0
0.870 1800.0 800.0 19.6
0.190 600.0 800.0 18.5
1.400 2000.0 800.0 0.0
0.0 -1.0 -2.0 -3.0 -4.0 -5.0 -4.0 -3.0 -2.0 -1.0 1.0 3.0
5.0 5.0 6.0 6.0 5.0 4.0 4.0 3.0 3.0 2.0 1.0 0.0



PROBLEM : GAZBETON DUVAR IC SIVA,GAZBETON,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.190	600.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	19.4	19.1	1.2	-1.7
PD (Pa)	2263.0	2212.6	664.9	530.4

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	19.0	18.5	-.8	-3.7
PD (Pa)	2208.4	2133.5	570.2	448.7

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.7	17.9	-1.5	-3.9
PD (Pa)	2158.6	2063.7	537.8	441.7

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.4	17.6	.0	-1.9
PD (Pa)	2121.3	2013.8	610.4	520.5

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.2	17.3	2.2	1.0
PD (Pa)	2099.0	1985.2	714.2	652.9

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.2	17.3	5.5	4.9
PD (Pa)	2092.0	1978.5	904.5	865.5

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.2	17.3	6.6	6.0
PD (Pa)	2097.0	1986.8	975.1	933.4

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.3	17.4	6.2	5.2
PD (Pa)	2105.2	1998.5	948.3	882.3

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.3	17.5	5.2	4.1
PD (Pa)	2109.3	2003.1	883.7	818.2

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.3	17.5	4.3	3.1
PD (Pa)	2108.7	2001.5	832.5	762.8

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.3	17.4	2.8	1.2
PD (Pa)	2104.8	1995.1	747.6	665.9

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	18.2	17.3	1.7	.1
PD (Pa)	2096.3	1982.3	691.3	617.5

YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

3	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0	800.0		18.6								
0.920	2000.0	800.0		9.5								
1.400	2000.0	800.0		-3.0								
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	



PROBLEM : YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.920	2000.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.3	13.3	-3.0	-6.1
PD (Pa)	1638.8	1529.0	476.1	366.7

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.5	12.4	-4.3	-7.2
PD (Pa)	1555.1	1438.0	428.0	334.1

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.9	11.6	-4.6	-7.3
PD (Pa)	1493.0	1370.5	415.2	332.3

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.5	11.1	-3.4	-5.5
PD (Pa)	1450.6	1325.2	457.1	385.3

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.3	10.9	-2.8	-4.6
PD (Pa)	1428.6	1301.9	484.1	415.3

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.3	10.9	-7	-2.4
PD (Pa)	1432.2	1307.0	574.9	498.1

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.4	11.0	-.5	-1.7
PD (Pa)	1439.3	1314.5	585.0	528.5

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.5	11.1	-.3	-1.6
PD (Pa)	1448.5	1324.6	599.7	531.8

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.5	11.2	-1.0	-2.6
PD (Pa)	1453.2	1329.3	562.6	492.1

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.5	11.1	-1.8	-3.5
PD (Pa)	1449.7	1325.2	526.6	453.8

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.4	11.0	-2.6	-4.5
PD (Pa)	1439.8	1314.2	492.3	418.1

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.4	11.1	1.1	.2
PD (Pa)	1443.2	1319.3	661.1	620.7

YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

3	120	60.0	20.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0		800.0		16.6							
0.920	2000.0		800.0		9.5							
1.400	2000.0		800.0		-3.0							
-10.0	-10.0	-11.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-11.0	-10.0	-10.0	-9.0	-8	
.0												
-7.0	-7.0	-6.0	-6.0	-6.0	-7.0	-7.0	-8.0	-8.0	-9.0	-9.0		
-10.0												



PROBLEM : YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.920	2000.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.1	12.9	-6.1	-9.9
PD (Pa)	1609.0	1495.4	365.6	262.0

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.0	11.8	-7.5	-11.0
PD (Pa)	1505.5	1382.6	323.8	239.0

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	12.2	10.8	-7.9	-11.1
PD (Pa)	1427.3	1298.2	313.3	237.2

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.7	10.1	-6.8	-9.4
PD (Pa)	1373.3	1240.8	343.8	276.1

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.3	9.7	-6.3	-8.4
PD (Pa)	1342.3	1208.2	362.0	298.4

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.2	9.6	-4.8	-6.6
PD (Pa)	1328.9	1194.6	406.9	351.7

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.2	9.6	-4.1	-5.6
PD (Pa)	1328.9	1194.9	434.9	381.1

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.2	9.7	-3.9	-5.5
PD (Pa)	1335.2	1201.8	441.5	383.5

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.3	9.7	-4.6	-6.5
PD (Pa)	1338.0	1204.5	413.8	354.1

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.2	9.6	-5.4	-7.4
PD (Pa)	1333.6	1199.4	388.8	326.1

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.1	9.5	-6.2	-8.4
PD (Pa)	1323.4	1188.4	363.8	299.7

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	11.0	9.4	-1.0	-.6
PD (Pa)	1314.3	1179.7	560.8	578.8

YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

3	120	60.0	24.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	210.0	240.0									
0.870	1800.0	800.0		22.6								
0.920	2000.0	800.0		10.5								
1.400	2000.0	800.0		-3.0								
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	



PROBLEM : YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.920	2000.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	16.9	15.6	-2.7	-6.0
PD (Pa)	1936.9	1780.4	486.9	368.5

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	16.1	14.7	-4.0	-7.1
PD (Pa)	1840.4	1677.3	438.4	335.9

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.5	14.0	-4.3	-7.2
PD (Pa)	1770.8	1602.6	428.5	334.1

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.1	13.5	-3.1	-5.4
PD (Pa)	1723.3	1552.5	472.2	387.5

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.9	13.3	-2.5	-4.5
PD (Pa)	1699.1	1527.2	496.5	417.6

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.0	13.3	-.4	-2.3
PD (Pa)	1704.3	1534.3	595.1	503.9

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.0	13.4	-.1	-1.6
PD (Pa)	1713.5	1543.8	605.6	531.4

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.1	13.6	.1	-1.6
PD (Pa)	1724.8	1556.0	614.8	534.7

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.2	13.6	-.6	-2.5
PD (Pa)	1730.8	1562.0	577.1	494.9

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.2	13.6	-1.4	-3.4
PD (Pa)	1727.1	1557.7	540.4	456.4

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.1	13.4	-2.2	-4.4
PD (Pa)	1715.8	1545.3	508.5	420.6

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.1	13.5	1.5	.3
PD (Pa)	1720.0	1551.4	677.9	624.0

YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA
3 120 60.0 24.0 8.0 22.0 86400.0
0.0 20.0 210.0 240.0
0.870 1800.0 800.0 22.6
0.920 2000.0 800.0 10.5
1.400 2000.0 800.0 -3.0
-10.0 -10.0 -11.0 -12.0 -12.0 -12.0 -12.0 -11.0 -10.0 -10.0 -9.0 -8
.0
-7.0 -7.0 -6.0 -6.0 -6.0 -7.0 -7.0 -8.0 -8.0 -9.0 -9.0 -1
0.0



PROBLEM : YALIN DUVAR IC SIVA,TUGLA,DIS SIVA

KONTROL HACMI SAYISI : 3

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.210	.920	2000.0	800.0
4	.210	.240	1.400	2000.0	800.0
5	.240	.240	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	16.7	15.4	-5.8	-9.8
PD (Pa)	1911.5	1751.1	374.9	263.6

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	15.7	14.2	-7.2	-11.0
PD (Pa)	1786.8	1618.0	333.8	240.5

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.9	13.2	-7.6	-11.0
PD (Pa)	1697.3	1522.6	322.0	238.7

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.3	12.6	-6.5	-9.3
PD (Pa)	1635.5	1457.8	353.3	277.8

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	14.0	12.2	-5.9	-8.4
PD (Pa)	1600.3	1421.1	372.1	301.5

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.8	12.0	-4.5	-6.5
PD (Pa)	1585.2	1406.0	418.0	353.8

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.8	12.0	-3.7	-5.5
PD (Pa)	1585.7	1406.9	446.7	383.3

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.9	12.1	-3.5	-5.5
PD (Pa)	1593.5	1415.3	453.5	385.8

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.9	12.1	-4.3	-6.4
PD (Pa)	1597.0	1418.7	428.1	356.2

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.9	12.1	-5.0	-7.4
PD (Pa)	1592.0	1413.1	399.7	329.4

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.8	12.0	-5.8	-8.3
PD (Pa)	1580.4	1400.5	374.1	302.8

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.210	.240
T (C)	13.7	11.8	-.7	-.5
PD (Pa)	1569.8	1390.6	575.4	582.0

SANDVIC DUVAR: IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIVA

7	120	60.0	24.0	8.0	22.0	86400.0						
0.0	20.0	105.0	108.0	152.0	155.0	240.0	270.0					
0.870	1800.0		800.0		22.0							
0.450	2000.0		800.0		21.0							
0.040	20.0	1200.0		18.0								
0.040	20.0	1200.0		8.0								
0.040	20.0	1200.0		0.0								
0.450	2000.0		800.0		-1.0							
1.400	2000.0		800.0		-2.0							
-6.0	-6.0	-7.0	-8.0	-8.0	-8.0	-8.0	-7.0	-6.0	-6.0	-5.0	-4.0	
-3.0	-3.0	-2.0	-2.0	-2.0	-3.0	-3.0	-4.0	-4.0	-5.0	-5.0	-6.0	

□



PROBLEM : SANDVIC DUVAR: IC SIVA,TUGLA,YALITIM,TUGLA,DIS SIV

KONTROL HACMI SAYISI : 7

KONTROL HACIMLARINA ILISKIN OZELLIKLER

KONTROL HACMI	XBAS (M)	XSON (M)	K (W/M-C)	RHO (KG/M3)	CP (J/KG-C)
1	.000	.000	.870	1800.0	800.0
2	.000	.020	.870	1800.0	800.0
3	.020	.105	.450	2000.0	800.0
4	.105	.108	.040	20.0	1200.0
5	.108	.152	.040	20.0	1200.0
6	.152	.155	.040	20.0	1200.0
7	.155	.240	.450	2000.0	800.0
8	.240	.270	1.400	2000.0	800.0
9	.270	.270	1.400	2000.0	800.0

ZAMAN = 7200. SANIYE , 2.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.4	22.0	18.8	18.2	.8
PD (Pa)	2715.2	2647.1	2180.0	2091.4	646.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.1	-4.7	-6.2
PD (Pa)	617.3	410.5	362.9

ZAMAN = 14400. SANIYE , 4.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.3	21.9	18.6	17.9	-.2
PD (Pa)	2704.4	2633.7	2149.2	2057.7	600.1

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.9	-5.9	-7.4
PD (Pa)	564.4	371.5	329.1

ZAMAN = 21600. SANIYE , 6.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.2	21.8	18.4	17.7	-1.0
PD (Pa)	2692.7	2619.3	2121.4	2028.1	559.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.8	-6.3	-7.5
PD (Pa)	526.2	360.2	324.6

ZAMAN = 28800. SANIYE , 8.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.2	21.7	18.2	17.5	-1.3
PD (Pa)	2681.5	2605.7	2101.5	2008.1	547.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-2.1	-5.5	-5.9
PD (Pa)	514.2	386.4	371.9

ZAMAN = 36000. SANIYE , 10.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.2	17.4	-1.2
PD (Pa)	2672.3	2594.6	2091.4	1999.5	554.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.9	-4.8	-5.0
PD (Pa)	521.3	408.2	400.3

ZAMAN = 43200. SANIYE , 12.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.2	17.5	-.6
PD (Pa)	2665.8	2587.0	2090.6	2001.4	578.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-1.3	-3.3	-3.2
PD (Pa)	549.8	463.6	468.8

ZAMAN = 50400. SANIYE , 14.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.2	17.5	.2
PD (Pa)	2662.6	2583.4	2097.1	2010.9	617.7

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.5	-2.4	-2.2
PD (Pa)	582.7	501.7	508.8

ZAMAN = 57600. SANIYE , 16.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.3	17.6	.9
PD (Pa)	2662.3	2583.2	2107.3	2023.8	649.5

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.2	-1.9	-2.0

PD (Pa) 621.8 521.2 517.9

ZAMAN = 64800. SANIYE , 18.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.3	17.7	1.2
PD (Pa)	2663.8	2585.1	2114.2	2031.7	663.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.6	-2.3	-2.8
PD (Pa)	636.1	504.4	483.4

ZAMAN = 72000. SANIYE , 20.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.3	17.7	1.1
PD (Pa)	2665.6	2587.3	2115.6	2032.8	659.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.5	-2.9	-3.7
PD (Pa)	632.0	477.9	448.0

ZAMAN = 79200. SANIYE , 22.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.3	17.7	.8
PD (Pa)	2666.5	2588.4	2112.3	2028.1	644.0

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	.1	-3.7	-4.6
PD (Pa)	616.2	447.7	413.9

ZAMAN = 86400. SANIYE , 24.0 SAAT

X (M)	.000	.020	.105	.108	.152
T (C)	22.1	21.6	18.3	17.6	.5
PD (Pa)	2666.2	2587.9	2107.9	2022.8	635.9

X (M)	.155	.240	.270
T (C)	-.1	-1.8	-1.0
PD (Pa)	606.4	523.7	560.1

EK III

Örnek bina olarak II. İklim bölgesinde bulunan ve dıştan dışa 10 m. eninde, 15 m. boyunda, 11 m. yüksekliğinde 4 katlı bir konut örnek alınmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Öncelikle binadaki dış duvar, pencere, tavan, taban, alanları hesaplanır. Daha sonra yapı elemanlarının ayrı ayrı U değerleri hesaplanır.

Örnek bina duvarları yalıtımlı (camyünlü sandviç duvar) ve yalıtımsız (yalın duvar) olmak üzere iki farklı duvar tipi için incelenmiştir.

Malzeme Adı	Kalınlık (m) (d)	Isı iletim kts. (w/mk) (λ)	Buhar Dif. Dir. Kts.
İç sıva	0,02	0,87	15-20
Tuğla	0,19	0,450	10
Yalıtım	0,05	0,040	1
Dış sıva	0,03	1,4	25
Yarım tuğla	0,085	0,450	10

Duvarlar İçin “U” Hesabı

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\wedge} + \frac{1}{\alpha_d}}$$

$$U_{D,yaha} = \frac{1}{0,13 \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,19}{0,450} + \frac{0,03}{1,4} + 0,04}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,13$$

$$\frac{1}{\alpha_d} = 0,04$$

$$U_{D,yaha} = \frac{1}{0,13 + 0,023 + 0,422 + 0,021 + 0,04} = \frac{1}{0,636} = 1,572$$

$$U_{D,yahaltı} = \frac{1}{0,13 + 1,023 + 0,188 + \frac{0,05}{0,040} + 0,188 + 0,021 + 0,04}$$

$$U_{D,yahaltı} = \frac{1}{1,84} = 0,543 \text{ w / m}^2 \text{ k}$$

Tavanlar İçin “U” Hesabı

$$U_T = \frac{1}{0,13 + \frac{0,03}{1,40} + \frac{0,15}{1,30} + \frac{0,02}{0,870}}$$

$$U_T = \frac{1}{0,13 + 0,021 + 0,115 + 0,023}$$

$$U_T = \frac{1}{0,288} = 3,472 \text{ W / m}^2 \text{ k}$$

$$U_p = 2,8 \text{ W / m}^2 \text{ k}$$

$$U_t = \frac{1}{0,13 + \frac{0,15}{1,10} + \frac{0,03}{1,40} + 0,014} = \frac{1}{0,13 + 0,136 + 0,02 + 0,014} = \frac{1}{0,301}$$

$$U_t = 3,322 \text{ w/m}^2\text{k}$$

$$\sum AU = U_D A_D + U_P A_P + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + 0,5 V_{dus} A_{dus}$$

$$A_N = 0,32 \cdot V_{brüt} = 528 \text{ m}^2$$

$$V_{brüt} = 15 \cdot 10 \cdot 11 = 1650 \text{ m}^3$$

$$\text{Oda yüksekliği} < 2,60 \text{ m}$$

II. iklim bölgesinde

$$\text{Dış duvar alanı} \quad A_D = (10 \cdot 11 \cdot 2 + 15 \cdot 11 \cdot 2) - A_P \quad A_P = 40 \text{ m}^2$$

$$A_D = 510 \text{ m}^2$$

$$\text{Tavan alanı;} \quad A_T = 15 \cdot 10 = 150 \text{ m}^2$$

$$\text{Döşeme alanı;} \quad A_t = 15 \cdot 10 = 150 \text{ m}^2$$

$$A_{top} = 850 \text{ m}^2 \quad V_{brüt} = 15 \cdot 10 \cdot 11 = 1650 \text{ m}^3$$

Yalın Hal İçin;

İletimle olan Isı kaybı

$$H_i = 510 \cdot 2,232 + 40 \cdot 2,8 + 0,8 \cdot 150 \cdot 3,472 + 0,5 \cdot 150 \cdot 3,322$$

$$= 1138,32 + 112 + 416,64 + 249,15$$

$$= 1916,11 \text{ w/k}$$

$$\text{Havalandırma ile olan ısı kaybı } H_h = 0,33 \cdot \eta_h \cdot V_h \quad \cdot V_h = 0,8 \cdot V_{brüt}$$

$$H_h = 0,33 \cdot 1,0 \cdot (0,8 \cdot 1650) = 435,6 \text{ w/k}$$

$$H = H_i + H_h = 1916,11 + 435,6 = 2351,71 \text{ w/k}$$

Bina iç kazançları:

$$A_N . 5 = (0,32 \cdot V_{brüt}).5 = 2640 \text{ W} = \phi_{i,ay}$$

Güneş enerjisi kazançları:

Güneş enerjisi kazançlarının hesaplanması için binanın ayırık ve az katlı binaların bulunduğu bir yerleşim yerinde inşa edileceği, fakat ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmeye maruz kalacağı düşünülerek

$r_{i,ay} = 0,6$ değeri alınmıştır. (Değer TS 825'den seçilmiştir)

$$G_{i,ay} = g_{\perp} . 0,80 = 0,80 . 0,75 = 0,60$$

$$r_{i,ay} = 0,6$$

$$I_{güney} = 72 \text{ W/m}^2$$

$$I_{kuzey} = 26 \text{ W/m}^2$$

$$I_{batı/doğu} = 43 \text{ W/m}^2$$

$$A_{güney} = 20 \text{ m}^2$$

$$A_{kuzey} = 4 \text{ m}^2$$

$$A_{doğu} = 8 \text{ m}^2$$

$$A_{batı} = 8 \text{ m}^2$$

$$\phi_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot I_{i,ay} \cdot A_i$$

$$\phi_{g,ocak} = 0,60 . 0,60 (72.20+26.4+43.16)$$

$$\phi_{g,ocak} = 0,36 . (1440+104+688)$$

$$\phi_{g,ocak} = 0,36.2232 = 803,52 \text{ W}$$

$$KKO_{ocak} = (2640 + 803,52) / 2351,71 * (19 - 3,3) = \frac{3443,52}{36921,8} = 0,09$$

$$\eta_{ocak} = 1 - e^{-1/KKO_{ocak}} = 1 - e^{-11,11} = 0,99$$

$$\begin{aligned} Q_{ay} &= [H(T_i - T_d) - \eta_{ay} (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t \\ &= [(2351,71(19-3,3) - 0,99(3443,52))] \cdot 86400 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$Q_{ocak} = 86865299,42 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{subat}} = [H(T_i - T_d) - \eta_{\text{subat}}(\phi_{i,\text{ay}} + \phi_{g,\text{subat}})] \cdot t$$

$\phi_{g,\text{ay}}$: Her ay için değişir.

$$\phi_{g,\text{ay}} = 0,36 \cdot (84 \cdot 20 + 37,4 + 57,16)$$

$$\phi_{g,\text{ay}} = 986,4 \text{ W}$$

$$KKO_{\text{sub}} = (2640 + 986,4) / 2351,71 \cdot (19 - 4,5) = 0,098$$

$$\eta_{\text{sub}} = 1 - e^{-1/0,098} = 1 - e^{-10,20} = 0,99$$

$$Q_{\text{sub}} = 33331,711 \cdot 2592$$

$$Q_{\text{sub}} = 86395794,91 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{aralık}} = [2351,71(19 - 4,9) - 0,99(705,6 + 2640)] \cdot 86400 \cdot 30 \cdot 163 \Rightarrow Q_{\text{aralık}} = 77363338,46 \text{ kJ}$$

$$\phi_{g,\text{ay}} = 0,36 \cdot (64 \cdot 20 + 22,4 + 37,16)$$

$$= 705,6 \text{ W}$$

$$KKO_{\text{aralık}} = (2640 + 705,6) / 2351,71 \cdot (19 - 4,9) = 0,1$$

$$\eta_{\text{aralık}} = 1 - e^{-1/0,1} = 0,99$$

$$Q_{\text{aralık}} = 77363338,46 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{mart}} = \dots\dots\dots$$

$$\phi_{g,\text{ay}} = 0,36(95 \cdot 20 + 52,4 + 77,16)$$

$$\phi_{g,\text{ay}} = 1202,4 \text{ W}$$

$$KKO_{\text{mart}} = (2640 + 1202,4) / 2351,71 \cdot (19 - 7,2) = 0,137$$

$$\eta_{\text{mart}} = 1 - e^{-1/0,137} = 0,99$$

$$Q_{\text{mart}} = [2351,71 \cdot (19 - 7,2) - 0,99(2640 + 1202,4)] \cdot 2592$$

$$= 62068555,58 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{nisan}} = 2351,71 \cdot (19-12,6) -$$

$$\phi_{g,ay} = 1211,04$$

$$KKO_{\text{nisan}} = (2640+1211,04)/2351,71(19-12,6)=0,255$$

$$\eta_{\text{subat}} = 1 - e^{-1/0,255} = 0,98$$

$$Q_{\text{nisan}} = 29129970,12 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{kasım}} = 2351,71 \cdot (19-9,1)$$

$$\phi_{g,ay} = 0,36 \cdot (67.20+27.4+41.16)$$

$$\phi_{g,ay} = 757,44 \text{ W}$$

$$KKO_{\text{kasım}} = (2640+757,44)/2351,71 \cdot (19-9,1)=0,145$$

$$\eta_{\text{kasım}} = 1 - e^{-1/0,146} = 0,99$$

$$Q_{\text{kasım}} = 51628657,13 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{ekim}} = 2351,71 \cdot (19-14,1)$$

$$\phi_{g,ay} = 0,36 \cdot (82.20+40.4+59.16)$$

$$\phi_{g,ay} = 987,84$$

$$KKO_{\text{ekim}} = (2640+987,84)/2351,71 \cdot (19-14,1)=0,314$$

$$\eta_{\text{ekim}} = 1 - e^{-1/0,314} = 0,958$$

$$Q_{\text{ekim}} = 20860178,26$$

$$Q_{\text{YIL}} = \sum Q_{ay} = 336948455,4 \text{ kJ } [0,27810^{-3} \text{ kWh}] = \text{kWh } 115178,7 \text{ kWh/1,16}$$

$$Q_{\text{yalın,yıllık}} = 99292 \text{ kcal/h}$$

Yalıtımlı Hal İçin;

İç ısı kazancı, güneş enerjisi kazançları aynı'dır.

Yalnızca özgül ısı kaybı "H" değişir.

$$H = H_i + H_h$$

$$H_i = 510,0,517 + 40,2,8 + 0,8.150,3,472 + 0,5.150,3,322$$

$$H_i = 1041,46 \quad H_h = 435,6 \text{ W/k}$$

$$H = 1041,46 + 435,6$$

$$H = 1477,06 \text{ W/k}$$

$$Q_{\text{ocak}} = (1477,06 \cdot (19 - 3,3) - 3409) \cdot 2592$$

$$Q_{\text{ocak}} = 51271942,46 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{mart}} = 35316860,54 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{şubat}} = 46208190,53 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{nisan}} = 14620576,2 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{aralık}} = 45146279,23 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{kasım}} = 29184438,41 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{ekim}} = 9751423,543 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{yıl yal.}} = \sum Q_{\text{ay,yıl}} = 231499710,9 \text{ kJ} \cdot (0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}) = 64357 \text{ kWh} / 1,16 = 55480 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{yalıtımlı,yıllık}} = 55480 \text{ kcal/h}$$

$$Q_{\text{yalın,yıllık}} = 99292 \text{ kcal/h}$$

EKONOMİK ANALİZ

. güvenlik payı; 1,1 $Q_{\text{yalıtımlı}} = 61028 \text{ kcal/h}$

$$Q_{\text{yalın}} = 109221,2 \text{ kcal/h}$$

. 1 m² kazan yüzeyinin 8000 kcal/h ısı verdiği kabul edilerek apartmanda

Sandviç duvar (8,5+5,0+8,5) halinde gerekli kazan yüzeyi; 6,125 m²

Yalın duvar (19 cm delikli tuğla) halinde gerekli kazan yüzeyi; 10,0 m²

Büyüklüğünde kazan gerekmektedir.

. Kazan kapasitesindeki küçülmeyle fiat kazancı:

<u>Firma</u>	<u>Marka</u>	<u>Tipi-Modeli</u>	<u>Kapasite</u>	<u>Peşin Fiyatı</u> <u>KDV dahil</u>	
TERMOGAZ	ECOSTAR	EÇK-50	50.000	280.000.000 TL.	: SANDVIÇ DUVAR İÇİN
TERMOGAZ	ECOSTAR	EÇK-100	100.000	395.000.000 TL.	: YALIN DUVAR İÇİN

$$395 - 280 = 115. \text{ MİLYON TL.}$$

. Apartmanın ısıtılmasında Türk demir Döküm Fabrikasının 144.500 dökme dilimli kolonlu radyatör kullanıldığı kabul edilmiştir.

$$\text{Sandviç duvar için toplam radyatör sayısı} : \frac{49000}{103} = 476 \text{ adet.}$$

$$\text{Yalın duvar için toplam radyatör sayısı} : \frac{88598}{103} = 861 \text{ adet.}$$

. Radyatör yüzeyleri ve Paarsal değerleri

	<u>YÜZEY</u>	<u>TL.</u>
Sandviç (8,5+5+8,5)	476.0,21=100 m ²	1.400.000.000 TL.
Yalın (19 cm)	861.0,21=181 m ²	2.534.000.000. TL.

(•) 144/500 dökme dilimli kolonlu radyatör yüzeyi 0,210 m²

(••) 1 m² radyatör fiyatı (NİSAN 99) KDV dahil 1.400.000 TL.

. Senelik Fuel-Oil Sarfıyatı

$$G = \frac{Q.N.Z}{H_v.n_k} \text{ kg / yıl}$$

N = Yıllık (Gün)

Z = Günlük yakma süresi (saat)

H_v = Alt ısı değer (kcal/kg)

n_k = Kazan verimi

$$\text{Sandviç duvar (8,5+5,0+8,5)} \quad G = \frac{44545,36 * 180 * 10}{10.000 * 0,8} = 10022,7 \text{ kg}$$

$$\text{Yalın duvar (19 cm)} \quad G = \frac{80543,14 * 180 * 10}{10.000 * 0,8} = 18122,2 \text{ kg}$$

Fuel-Oil kalorifer yakıtı (İstanbul) : 88.600 TL./kg

Sandviç duvar yakıt harcaması : 88.600.10022,7 = 888.011.200 TL.

Yalın duvar yakıt harcaması : 88.600.18122,2 = 1.605.626.920 TL.

Fiyat Farkı = 717.615.720 TL. yılda.

Görüldüğü gibi konutlarda Isı yalıtımı yapılarak duvarların iç yüzeylerde terleme, ve buna bağlı olarak küf ve mantar oluşumu engellenebilmesi için yapılacak yalıtım masrafı daha ilk ısıtma sezonunda sağladığı enerji tasarrufuyla kendi kendisini amorti edebilmektedir. Isı yalıtımı yakıt giderlerini azaltmakla birlikte binanın bakım ve onarım giderlerini de azaltır.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında İzmir’ de doğan Erhan Çorap. 1990 yılında İzmir Atatürk Lisesi’nden, 1995 yılında da İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı Mühendisliği’ nden mezun olmuştur. 1996 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Programı’nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 1997 yılında İzocam A.Ş.de Teknik Koordinatörlük bölümünde çalışmaya başlamış, 1998 yılı içerisinde askerlik görevini yerine getirmiştir. Halen İzocam A.Ş. de satış sorumlusu olarak çalışmakta olup, bekardır.

