

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

85075

PREFABRİKE YAPILARDA, YAPI KABUĞUNUN  
İSİSAL KONFOR AÇISINDAN İNCELENMESİ VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ

Mimar Zeynep Pelin PINAR

F.B.E. Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Fiziği Programında  
Hazırlanan

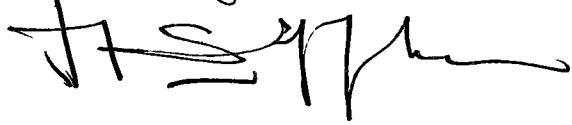
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Gülay ZORER GEDİK

Y. DOÇ. DR. GÜLAY ZORER GEDİK

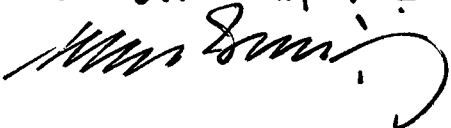


Prof. Müjgan Şerephanoglu Sözen



İSTANBUL, 1999

Prof. Dr. MURAT ERİC



T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

85075

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ .....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. GİRİŞ .....	1
2. YAPI KABUĞU ve ISISAL KONFOR.....	4
2.1 Yapı Kabuğundan Isı Geçişi .....	4
2.2 Isısal Konfor Etkenleri.....	5
2.2.1 İç etkenler.....	5
2.2.2 Dış etkenler .....	6
2.3 Yapı Kabuğundan Nem Geçişi.....	7
3. PREFABRİKE YAPININ TANIMI, SINIFLANDIRILMASI ve YAPI KABUĞU OLUŞUMU.....	9
3.1 Prefabrike Yapının Tanımı.....	9
3.2 Prefabrike Yapının Sınıflandırılması.....	9
3.2.1 Taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre yapılan sınıflandırma .....	9
3.2.2 Taşıyıcı sistem malzemesine göre yapılan sınıflandırma.....	13
3.3 Prefabrike Yapı Kabuğu Oluşumu .....	14
3.3.1 Prefabrike beton dış duvar elemanları .....	15
3.3.2 Prefabrike ahşap dış duvar elemanları .....	18
3.3.3 Prefabrike çelik dış duvar elemanları .....	19

4.	PREFABRİKE YAPI KABUĞU KESİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
4.1	Değerlendirme Süreci	21
4.1.2	Değerlendirme ölçütleri	21
4.2	Prefabrik Yapı Kabuğu Kesitlerinin Belirlenmesi	22
4.2.1	Duvar kesitlerinin iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma kontrolü hesabında izlenen yol	23
4.2.1.1	İç yüzey sıcaklığı hesabı ve grafik yöntem	23
4.2.1.2	Yoğuşma kontrolü hesabı ve grafik yöntem	24
4.2.1.3	Dış hava sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesi	25
4.2.1.4	İç hava sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesi	26
4.3	Yapı Kabuğu Kesitlerinin İç Yüzey Sıcaklığı ve Yoğuşma Kontrolü Hesabı	27
4.4	Yapı Kabuğu Kesitlerinin Değerlendirilmesi	132
4.4.1	Genel değerlendirme	144
5.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	146
	KAYNAKLAR	149
	EKLER	
Ek 1	Antalya, Diyarbakır, Erzurum ve İstanbul Yörelerine ait Dış Hava Sıcaklığı Eğrileri	150
Ek 2	Antalya, Diyarbakır, Erzurum ve İstanbul Yörelerine ait Dış Hava Nemliliği Eğrileri	154
Ek 3	Isı Geçirgenlik Katsayıları	158
Ek 4	Buhar Geçirgenlik Katsayıları	159
Ek 5	Yüzeysel Isı Geçirgenliği Katsayıları	160
Ek 6	760 mm Basınçta Doymuş Nemli Havanın Sıcaklık Fonksiyonunda Su buharı basıncı, Su içeriği, Isı içeriği	161
	ÖZGEÇMİŞ	162

## SİMGE LİSTESİ

$\lambda$	Isı geçirgenlik katsayısı (kcal / mh <sup>°C</sup> )
h	Yüzeysel ısı geçirgenliği (kcal / m <sup>2</sup> h <sup>°C</sup> )
1/h	Yüzeysel ısı direnci
r	Isısal direnç (m <sup>2</sup> h <sup>°C</sup> / kcal)
R	Toplam ısı direnci (m <sup>2</sup> h <sup>°C</sup> / kcal)
K	Isı iletme katsayısı (1/R) (kcal / m <sup>2</sup> h <sup>°C</sup> )
e	Gereç kalınlığı (m)
DS	Dış sıcaklık (°C)
İS	İç sıcaklık (°C)
İYS	İç yüzey sıcaklığı (°C)
$\Theta$	İç yüzey sıcaklığı ile hacmin iç hava sıcaklığı arasındaki ayırım (°C)
D.B.B	Doymuş buhar basıncı (mmHg)
G.B.B	Gerçek buhar basıncı (mmHg)
$\Pi$	Buhar geçirgenlik katsayısı (g / m.h.mmHg)
$\rho$	Buhar direnci (e/ $\Pi$ ) (m <sup>2</sup> .h mmHg / g)



**Çalışmalarında yol gösteren, yakın ilgi ve desteğini hiç esirgemeyen tez danışmanım Sayın Yrd. Doç Dr. Gülay Zorer Gedik'e içtenlikle teşekkür ederim**

## ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de üretilen, prefabrike yapılarda taşıyıcı sistemi oluşturan veya taşıyıcı olmayan prefabrike dış duvar elemanları, ısısız konfor yönünden incelenip değerlendirilmiştir. Amaç, ülkemizde üretilen prefabrike dış duvar elemanlarının, iç yüzey sıcaklığı açısından, farklı bölgelerde, ısısız konfor ihtiyacını sağlayıp sağlamadıklarını araştırmak ve değerlendirmektir.

Belirlenen bu amaca yönelik olarak yapılan tez çalışması, beş ana bölüm ve eklerden oluşmaktadır.

Bölüm 1’de Giriş başlığı altında, endüstriyel yapı üretiminin önemine değinilmiş, prefabrike dış duvar elemanlarının sahip olması gereken özellikler belirtilmiş ve yapı fiziği ilkelerine uygun olarak düzenlenmesinin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, daha önce benzer bir konuda yapılan çalışmadan kısaca bahsedilmiş ve çalışmanın amacı ile kullanılan yöntem açıklanmıştır.

Bölüm 2’de Isısız konfor etkenlerinin yapı kabuğu ile ilişkisi anlatılmıştır.

Bölüm 3’de Prefabrike yapının tanımı yapılmış, prefabrike yapıların, iki ayrı şekilde sınıflandırılması gösterilmiş ve prefabrike yapı kabuğu oluşumu, malzemeye bağlı olarak gruplar altında değerlendirilmiştir.

Bölüm 4’de Belirlenen yapı kabuğu kesitlerinin değerlendirme süreci ve değerlendirme ölçütleri açıklanmış ve kesitlerin iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma kontrolü hesabında izlenen yol anlatılmıştır. Devamında, yapı kabuğu kesitleri iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma yönünden incelenmiş ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bölüm 5’de Tez kapsamında yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve öneriler getirilmiştir.

Ekler bölümünde ise, hesap yapılan 4 yöreye ait dış hava sıcaklığının ve nemliliğinin değişim eğrilerini gösteren grafikler ve bazı çizelgelere yer verilmiştir

## ABSTRACT

In this study, prefabric external wall elements, produced in Turkey, comprising the sustaining system in prefabric buildings or non-sustaining wall elements, from the point of thermal comfort, have been examined and evaluated.

The aim in this study, is to investigate and evaluate, from the point of internal surface heat, if the prefabric external wall elements produced in our country, provide the need of thermal comfort, in different areas, or not.

The thesis study, made directing this aim, comprises of five main sections and appendixes.

In Section 1, under the headline of Introduction, the importance of industrial building construction, the specialties of which the external wall elements should bear and the importance of their arrangement in accordance with the structural physics principles, have been touched on. Furthermore, the study made before on a similar subject, has been discussed in short and the aim of the study and the method being used have been explained.

In Section 2, the thermal comfort elements' relationship with the structural shell has been explained.

In Section 3, the characterisation of the prefabric building has been explained, the classification prefabric buildings, in two different forms, have been shown and the formation of prefabric shell, depending on material, has been evaluated under groups.

In Section 4, the evaluation period and the criterions of the determined building shell sections have been explained and the steps being followed during the control calculation of the internal surface heat and the condensation of the section have been described. Additionally, the building shell sections, from the point of internal surface heat and condensation, have been examined and evaluated, in comparison.

In Section 5, a general evaluation of the results obtained from the studies made within the scope of the Thesis has been made and suggestions have been given.

In the Section Appendixes, on the other hand, graphics showing the difference curves of the outdoor air temperature and humidity of the 4 regions where the calculations have been made and some tables are presented.

## 1 GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla, toplumların ihtiyaçları her geçen gün çoğalmaktadır. Hızla artan bu ihtiyaçlar mevcut üretim sistemlerini rasyonelleştirerek, teknolojileri yenileyerek, kısacası daha çok üreterek karşılanabilmektedir.

“Ekonomik” ve “çok tekrarlanır (yoğun)” üretim, endüstriyel üretim olarak tanımlanmaktadır. Yapıda endüstrileşme, ham maddelerden bitmiş ürüne (yapıya) geçiş sürecinde, malzeme, emek ve zamanın en rasyonel yani en az ve en iyi biçimde kullanımını sağlamak üzere alınacak tedbirlerin tamamını kapsar. Amaç daha az iş gücü ve daha kısa sürede, daha kaliteli ve daha ekonomik bir yapı üretimini gerçekleştirmektir.

Endüstriyel yapı üretiminde, yapı, parçalara ayrılarak, parçaların üretimleri fabrikalara yöneltilir ve parçalar sonradan yapı şantiyesinde birleştirilmek üzere seri olarak imal edilir. Bu üretim tekniğine “prefabrikasyon” denir. Diğer bir deyişle prefabrikasyon; yapıyı oluşturan elemanların önceden fabrikalarda yoğun olarak üretilip stoklanmasıdır.

Yapı kabuğu ögesi olan prefabrike dış duvar elemanları her türlü doğa etkilerine açıktır. Ayrıca iç ve dış ortamların sıcaklık ve bağıl nem farklılıkları sonucu oluşan boyutsal değişiklikler ve deformasyonların etkisi altındadır. Bu sebeple, bir prefabrike dış duvar elemanından beklenenler;

- mekanik, kimyasal etkenlere, dona ve yangına dayanıklı olması,
  - yağmur ve rüzgara karşı geçirimsizlik sağlayabilmesi,
  - yeterli ısı geçirgenlik direncine sahip olması,
  - duvar kesitinde gizli yoğuşma veya iç yüzeyde görünür yoğuşma olayının olmaması,
  - gerekli ses yalıtımını sağlaması,
  - duvar ve fugalarda ısı köprülerinin olmaması
- şeklinde sıralanabilir.

Prefabrike dış duvar elemanlarının kuruluş şeklini belirleyen iki önemli faktör; yapı fiziğine bağlı kurallar dizisi ve elemanların statik açıdan yüklendikleri görevlerdir. Yapı

fiziği açısından elemanı oluşturan çeşitli katmanların birbirlerine göre konumları, ısı ve buhar geçirgenlik özellikleri önemlidir. Kesit içinde gizli yoğuşmanın önlenmesi için ilke olarak, duvarı oluşturan katmanların buhar geçirgenlik dirençlerinin içten dışa doğru azalması ve dış duvarın sıcak tutulması gerekir. Bunun için, ısı yalıtım katmanının duvar dış yüzeyinde veya dış yüzeye yakın düzenlenmesi uygundur.

İnsanın, yapı kabuğu ile sınırlanan bir iç hacimde fiziksel ve zihinsel veriminin daha yüksek, fizyolojik ve psikolojik açılarından daha sağlıklı olması, uygun fizik ortam koşullarının sağlanması ile mümkün olabilir. Bu koşullardan biri de hava sıcaklığı, nem oranı, hava devinimleri, ortalama ışımsal sıcaklık gibi öğelerin oluşturduğu ısısal konfordur. Yapı kabuğunun ısısal direncinin uygun değerinde olması, yapı içi hava sıcaklığının ve yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklıklarının ısısal konfor açısından gerekli düzeyde tutulmasını sağlar. Yapılan araştırmalara göre, yapı kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hacmin hava sıcaklığı arasındaki fark, konfor koşulları yönünden  $\leq \pm 3$  °C sınırlarında olmalıdır.

Yapılan literatür araştırmasında “Türkiye’de Üretilen Hazır Cephe Elemanlarının İklim Kontrolü Performansları Açısından Çeşitli Yörelerde Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi” konulu bir teze rastlanmıştır. Bu çalışmada, ele alınan firmaların ürettikleri prefabrike dış duvar elemanlarının toplam ısı geçirme katsayılarından hareketle, gerçek atmosfer koşulları için ; yönlendiriliş durumuna, saydam bileşen türüne, cephe elemanının rengine ve ele alınan şehire bağlı olarak optimum saydamlık oranı değerleri belirlenmiştir. Prefabrike dış duvar elemanları, güneş ışınımının ısıtıcı etkisi de hesaba katılarak gerçek atmosfer koşullarına göre değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Türkiye’de üretilen, yapı kabuğu ögesi olarak prefabrike yapılarda taşıyıcı sistemi oluşturan veya taşıyıcı olmayan prefabrike dış duvar elemanları ele alınmıştır. Amaç, ülkemizde üretilen prefabrike dış duvar elemanlarının, iç yüzey sıcaklığı açısından farklı bölgelerde, ısısal konfor ihtiyacını sağlayıp sağlamadıklarını araştırmak ve değerlendirmektir. Ayrıca, belirlenen 14 adet kesit için, 4 farklı iklim tipini temsil eden 4 şehrin Ocak ayına ait ortalama dış sıcaklık ve bağıl nem değerlerine göre yoğuşma

kontrolü yapılmış ve uygulamada yararlanılması istenmiştir. İç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde ve yoğuşma kontrolünde hesap ve grafik yöntem kullanılmıştır. Hesaplamalarda kapalı atmosfer koşulları (sabit iç ve dış sıcaklıklar) kabul edilmiştir. Alınan iç hava sıcaklık ve nem konfor değerleri, konut ve benzeri yapılar için uygun olan değerlerdir.



## 2. YAPI KABUĞU ve ISISAL KONFOR

### 2.1 Yapı Kabuğundan Isı Geçişi

Yapı ile birlikte oluşan, iç ve dış mekanları birbirinden ayıran yapı ögelerinin tümü yapı kabuğu olarak tanımlanır (Kitapçı, 1991). Yapı kabuğu, iç ve dış çevre arasındaki ısı alışverişini büyük oranda etkiler. Isı, sıcak ortamdan soğuk ortama doğru yayılır. Isı akışı tamamen önlenemez ancak etkilenebilir.

Isının yayılması üç farklı şekilde gerçekleşir:

- İletim (kondüksiyon); maddede, ısının molekülden moleküle geçerek yayılması şeklidir. Maddenin ısı iletkenliğini belirtir.
- Taşınım (konveksiyon); sıvı ve gaz olan maddelerde, kütlelerin küçük parçalarının yer değiştirmesiyle oluşur. Bu harekete ısı akımı denir.
- Işınım (radyasyon); ısı enerjisinin, ışığa benzer doğrusal ışınlar (elektromanyetik titreşimler) biçiminde, farklı ısıya sahip iki kütleden, daha sıcak olandan daha soğuk olana geçişiyle oluşur. Bu şekilde yayılma, maddesel ortamın varlığına bağlı değildir (Şerefhanoglu, 1981).

Hacim içindeki havanın sıcaklığını belirleyen ısı enerjisi taşınım yoluyla yapı kabuğu yüzeylerine (daha soğuk ortama) taşınır. Kişiden ise ısı kaybı büyük oranda ışınım yoluyla gerçekleşir. Yapı kabuğunun dolu alanlarından ısı geçişi, iletim, arada hava tabakası bulunan katmanlı kesitlerde de iletim ve taşınım yolu ile olur.

Yapı kabuğunda iletim yolu ile meydana gelen ısı geçişi olayı, yapı kabuğu elemanını oluşturan katmanların kalınlığına ( $e$ ) ve iç yapı özelliklerine bağlı ısı geçirgenlik katsayısına ( $\lambda$ ) bağlıdır. Isı geçirgenlik katsayısı, homojen bir gerecin, denge şartları altında, iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı  $1^{\circ}\text{C}$  olduğu zaman 1 saatte  $1\text{m}^2$  alan ve bu alana dik yönde  $1\text{m}$  kalınlığından geçen ısı miktarıdır. Birimi  $\text{kcal} / \text{mh}^{\circ}\text{C}$  ( $\text{W/mK}$ ) dir. Isı iletimi iç yapı ile ilişkili olduğu için, birim ağırlığı az olan malzemelerde ısı geçirgenlik katsayısının düşük olduğu görülür. Her malzemenin iç yapı özelliklerine bağlı olarak farklı ısı geçirgenlik katsayıları vardır (Eriç, 1994).

## 2.2 Isısal Konfor Etkenleri

### 2.2.1 İç etkenler

Bir iç mekanda ısısal konfor duygusu farklı etkenlere bağlıdır. Bunların bir bölümü,

- iç yüzey sıcaklıkları,
- havanın sıcaklığı,
- nemlilik,
- hava devinimleri,

gibi ölçülebilen etkenlerdir.

Yapı kabuğu iç yüzey sıcaklıkları birbirinden farklı öğelerden oluşur. İç duvarlar, dış duvarlar, pencereler, döşeme ve tavan öğelerinin iç yüzey sıcaklıkları birbirine yakın veya uzak olabilir. Konforun oluşması için bu sıcaklıkların birbirine mümkün olduğunca yakın ve konfor sınırlarında olması istenir. İnsan ile onu saran yapı kabuğu arasında ışınlama yolu ile sürekli ısı alışverişi söz konusudur. Yapılan araştırmalara göre iç hacmin sıcaklığı ile yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı arasındaki fark  $\leq \pm 3$  °C sınırları arasında olursa, kişi için ortalama ışınlama sıcaklık açısından konfor oluşur. Yüzeyleri aynı sıcaklıkta olmayan gerçek bir yapı kabuğu içinde, bu kabukla ışınlama alışverişi yapan kişi, tüm iç yüzeyleri aynı sıcaklıkta olan sanal bir kara kabuğun içinde olduğu zaman, bu kara kabuk ile de aynı oranda ışınlama alışverişi yapıyorsa, kara kabuğun iç yüzey sıcaklığına ortalama ışınlama sıcaklık denir (Şerefhanoglu, 1981).

İç ortamın hava sıcaklığı, yapı kabuğunun ve kişilerin taşınım yoluyla ısı alışverişinde önem taşır. Hava sıcaklığının konfor değeri, kişilerin etkinlik düzeyine ve giysilerin yalıtım değerine göre saptanır. İnsan ısı üreten bir canlı olduğu için, kişilerin etkinlik biçimleri ve giysilerin türü (hafif giysi veya normal giysi gibi) farklılaştıkça, konfor değerleri de değişir (Şerefhanoglu, 1981).

Havanın içerisinde bulunan su buharına nem denir. Sıcaklığa bağlı olarak havanın taşıyabileceği nem miktarı değişir. Örneğin sıcaklık düştükçe havanın taşıyabileceği nem

miktarında azalma, sıcaklık arttıkça nem miktarında artma görülür. Bağıl nem, belirli sıcaklıktaki bir havanın içindeki su buharı miktarının aynı sıcaklıkta aynı ölçüdeki havada bulunabilecek en yüksek su buharı miktarına oranıdır ve % olarak belirtilir. Bağıl nemin % 50 ile % 60 arasındaki değerleri normal olarak tanımlanır. Yüksek sıcaklıklarda, bağıl nemin düşük değerleri konforu oluşturur (kuru, sıcak iklimler). Bağıl nemin yüksek değerleri ise yüksek sıcaklıklarda konfor sınırları dışında kalır. Çünkü sıcak havada doymuş nem, fizyolojik olarak (terleme ile) serinlemeyi önlediği için konforu olumsuz yönde etkiler (Şerefhanoglu, 1981).

Hava devinimleri, sıcak hava koşullarında vücut yüzeyinden buharlaşmayı hızlandırdığı için (fizyolojik serinleme) hoş a gider. Soğuk hava koşullarında ise, ısıtılmış hacimlerde konforsuzluk oluşturur ve hacmin sıcaklığını arttırmayı gerektirir. Hava devinimlerine duyarlılık kişiden kişiye değişir. Genellikle hızı 0.10 m/sn'den az olan devinim havasızlık hissi oluşturur. 0.25 - 0.50 m/sn değerleri arasında ise hoş a gider (Şerefhanoglu, 1981).

### 2.2.2 Dış etkenler

Dış çevrenin sıcaklığı, nemi, rüzgarlar ve güneşin ışınım etkisi yapı kabuğunu etkiler. Dolayısıyla yapı içi ısıl konforu da etkileyen bu etkenler sıcak ve soğuk hava koşullarında ayrı ayrı değerlendirilir. Dış hava sıcaklığı yapı yüzeyini ısıtır ve ısı, iletim yolu ile iç yüzeye geçer. Yapı kabuğunun kalınlığı, alanı, kullanılan malzemelerin niteliği, iç- dış sıcaklık ayrımı ve zaman bu ısı geçişinde önem taşır. Kabuğun kalınlığının artması ve / veya ısı direncinin yüksek olması geçen ısıyı azaltır. Alanın büyümesi ve iç - dış sıcaklık ayrımının artması büyük oranda ısının geçmesine neden olur (Şerefhanoglu, 1981).

Yapı kabuğunun dolaysız güneş ışınimleri ile ısınmasında, bulunduğu bölge, yön ve yüzeyinin ışınimlara karşı yutma çarpanı etkilidir. Soğuk hava koşullarında, dolaysız güneş ışınimleri yapı kabuğundan ısı kazancı sağlaması nedeniyle olumludur. Güneş ışınimleri yapı kabuğu dış yüzeyini ısıtır. Isının bir bölümü iletim yolu ile iç yüzeye geçer ve iç hacime taşınım ve ışınım yolu ile yayılır (Şerefhanoglu, 1981).

Rüzgarlar taşınım (konveksiyon) akımlarıdır. Soğuk hava koşullarında, rüzgar, yapı kabuğundan daha çok ısı kaybına yol açar. Bu olay yapma ısıtma yükünü artırır. Sıcak hava koşullarında ise, yapı kabuğu yüzeyinde biriken ısıyı dağıtır ve iç yüzeye geçen ısının azalmasını sağlar. Bu ısısal konforu olumlu yönde etkiler (Şerefhanoglu, 1981).

### 2.3 Yapı Kabuğundan Nem Geçişi

Yapı kabuğundan nem geçişi,

- kılcalık yolu ile,
  - buhar difüzyonu yolu ile
- olmak üzere iki şekilde gerçekleşir.

Yapı gereçlerinin bünyesinde, bulunduğu çevre havasının nemliliğine bağlı olarak, belirli miktarda nem bulunur. Bu nem, malzemenin higroskopik denge nemi veya pratik nemliliği olarak adlandırılır. Gerecin yapısındaki kılcal kanallarda, kapiler basınç etkisi ile nem hareket eder. Bu yolla geçen nem miktarı genellikle çok az olduğundan, kabuktan geçen nem miktarının hesaplanmasında ihmal edilir. Ancak eleman herhangi bir nedenle su ile temas ettiği halde, kılcal geçiş çok önemlidir (Kavas, 1997).

Gazlar yüksek basınç bölgelerinden alçak basınç bölgelerine doğru hareket ederler. Yapı kabuğunun birbirinden ayırdığı iç ve dış ortamın hava sıcaklığı değerine bağlı olarak, bu ortamlara ait buhar basınçları farklı değerler verir. Hava basınçları arasındaki fark, hava içerisinde bulunan su buharının hareket etmesine yol açar. Bu harekete difüzyon denir. Her yapı gerecinde sıcak ortamdan soğuk ortama doğru buhar difüzyonu gerçekleşir. Yapı kabuğundan su buharının, fiziksel bir değişikliğe uğramadan sürekli geçişi sağlıklı bir olaydır (Kavas, 1997; Anon 1997).

Su buharı, yapı kabuğu içerisinde sıcak ortamdan soğuk ortama doğru ilerlerken, bağıl nem sürekli artar ve bir noktada %100'e ulaşabilir (Çiğ Noktası). Bu noktada, havada bulunan su buharı, belirli miktarda havadan ayrılıp yoğuşarak, kesit içinde sıvı haline gelir. Bu olaya gizli yoğuşma denir. Gerecin yüzeyinde oluşan yoğuşma ise görünür yoğuşma olarak adlandırılır. Cam ve seramik yüzeylerde açıkça görülebilir.

Yapı kabuğunu oluşturan malzemelerin ısı geçirgenlik katsayıları ( $\lambda$ ), kesit içinde oluşan yoğuşma sonucu değişikliğe uğrar. Örneğin organik esaslı malzemelerde, ısı geçirgenlik katsayıları, nemin ağırlıkça her %1 artışında %1.25 oranında yükselir. Dolayısıyla bir yapı kabuğu bileşeni için yoğuşma etkisi gözönüne alınmadan yapılan iç yüzey sıcaklığı hesabı sağlıklı sonuçlar vermemektedir (Eriç,1994). Ayrıca yoğuşma sonucu nem, aşağıdaki zararlara yol açar:

- nemlenen yapı kabuğu elemanının ısı geçirgenliğinin artması nedeniyle, yapma ısıtma için daha fazla enerji tüketilmesi gerekir.
- nemli yapı kabuğu rutubetli iç ortama neden olarak konfor koşullarını olumsuz yönde etkiler
- nem, harç, beton, tuğla gibi inorganik kökenli gözenekli malzemelerde eritme türü korozyona; metallerde elektrokimyasal korozyona; ahşap gibi organik kökenli malzemelerde ise mantar oluşumuna ve çürümeye yol açar.

Bu zararların şiddeti, yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik gösterir.

### **3. PREFABRİKE YAPININ TANIMI, SINIFLANDIRILMASI ve YAPI KABUĞU OLUŞUMU**

#### **3.1 Prefabrike Yapının Tanımı**

Atölye veya fabrikalarda seri olarak üretilen yapı elemanlarının, yapıyı kısmen (sadece taşıyıcı sistem ) veya bütünü ile ( taşıyıcı sistem + yapı kabuğu ) oluşturmak üzere, yapı şantiyesinde, birbirine monte edilmesiyle oluşturulan yapı türüdür.

#### **3.2 Prefabrike Yapıların Sınıflandırılması**

Prefabrike yapıların sınıflandırılması taşıyıcı sisteme bağlı olarak iki farklı şekilde yapılabilir:

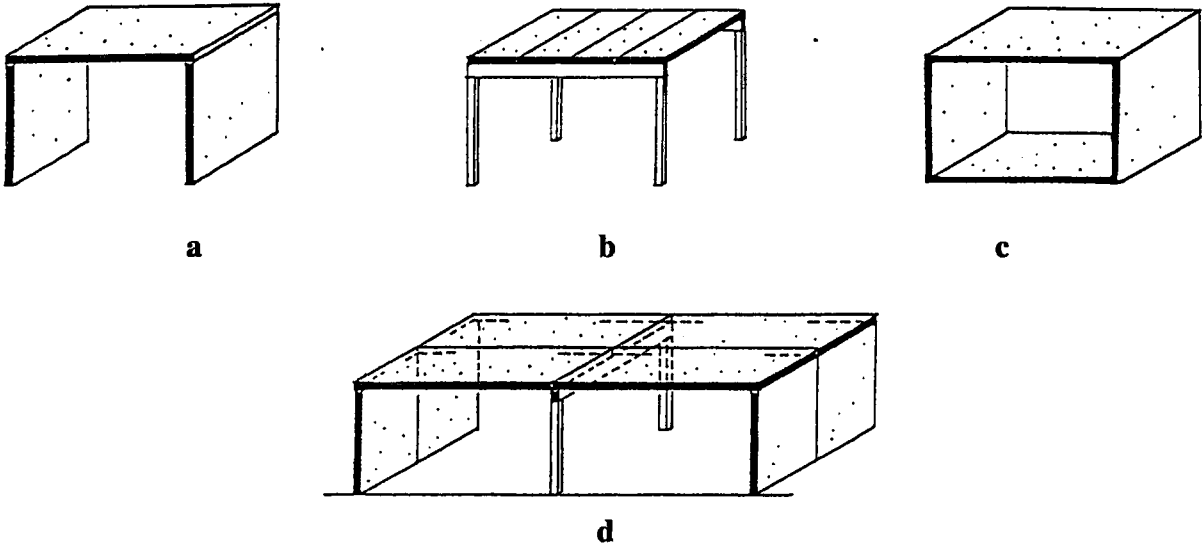
- Taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre yapılan sınıflandırma
- Taşıyıcı sistem malzemesine göre yapılan sınıflandırma

Prefabrike yapılar öncelikle taşıyıcı sistem kuruluşuna (yapım sistemlerine) göre sınıflandırılmıştır. Taşıyıcı sistem malzemesine göre yapılan sınıflandırma birinci sınıflandırmanın bir alt grubu olarak düşünülebilir. Bu sınıflandırma, prefabrike yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılan başlıca üç malzeme olan beton, ahşap ve çeliğin uygulanabileceği yapım sistemlerini açıklamaktadır.

##### **3.2.1. Taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre yapılan sınıflandırma**

Bu sınıflandırma dört ana grupta toplanabilir:

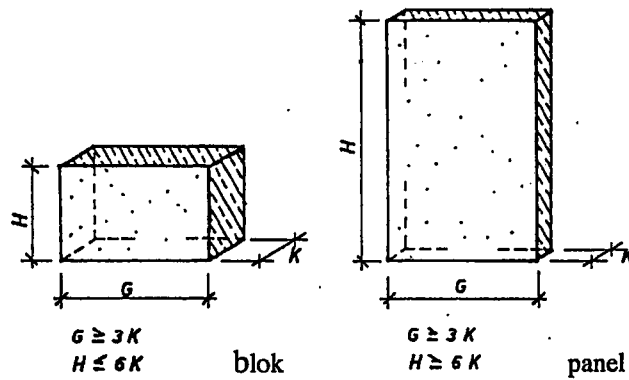
- a. Taşıyıcı duvar perdeli sistemler
- b. İskelet sistemler
- c. Hücre sistemler
- d. Karma sistemler (Şekil 3.1)



Şekil 3.1 Prefabrike yapım sistemleri (Ayaydın, 1987)

#### a. Taşıyıcı duvar perdeli sistemler

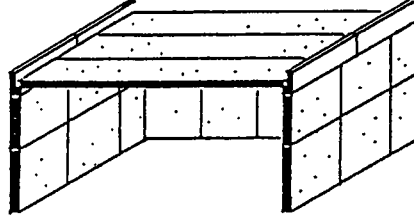
Taşıyıcı duvar ve döşeme bileşenleriyle kurulan bu sistemlerde, taşıma ve bölme işlevleri aynı eleman tarafından karşılanmaktadır. Kat yüksekliğinin 1/3'ü veya 1/2'si boyunda olan duvar elemanlarına "büyük boy duvar bloğu", kat yüksekliğinde olanlara ise "duvar panosu" veya "duvar paneli" denilmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Blok ve panel arasındaki boyutsal fark (Ayaydın, 1987)

#### a1 Büyük duvar bloklü sistemler

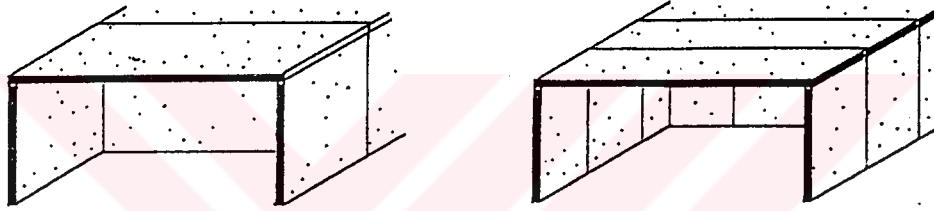
Elemanları, kat yüksekliğinin 1/3'ü veya 1/2'si boyunda olan sistemlerdir. (Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Büyük duvar bloklı sistemler (Ayaydın, 1987)

## a2. Panel sistemler

Elemanları kat yüksekliğinde olan sistemlerdir. Panel sistemler de kendi içinde küçük (dar ve orta) ve büyük boy panelli sistemler olmak üzere ikiye ayrılır. Dar panel 30 - 80 cm genişlikte; orta boy panel 100 - 180 cm genişliğinde; büyük boy panel ise 200 cm'den büyük genişlikte olur (Şekil 3.4).



Büyük boy panelli sistemler

Küçük boy panelli sistemler

Şekil 3.4 Panel sistemler (Ayaydın, 1987)

## b. İskelet sistemler

İskelet sistemlerde taşıma ve bölme işlevleri ayrı ayrı elemanlarca yerine getirilir. Duvarlar taşıyıcı değildir. Taşıyıcı strüktür kolon, kiriş, çerçeve gibi doğrusal elemanlarla oluşturulur.

### b1 Kolon - kiriş sistemleri

Yapı yüklerinin döşemelerden kirişler aracılığıyla kolonlara aktarıldığı sistemlerdir.

### b2 Kolon - döşeme sistemleri

Yüklerin döşemeler aracılığı ile doğrudan kolonlara iletildiği sistemlerdir.

### b3 Çerçeve sistemler

Taşıyıcı elemanları çerçeveler ve döşeme panellerinden oluşan; yüklerin döşemelerden çerçevelere iletiildiği sistemlerdir (Sey ve Tapan, 1987).

### **c. Hücre sistemler**

Sistemin ana ögesi monolitik bağlanmış hücre elemanıdır. Bu elemanlar kendi içinde taşıyıcıdır.

#### **c1 Kapalı hücre (tam hücre) sistemler**

Mekan birimlerinin tek hücreyle oluştuğu sistemlerdir.

#### **c2 Açık hücre (yarım hücre) sistemler**

Mekan biriminin birden çok sayıda hücre elemanından oluştuğu veya bir mekanı çevreleyen yüzeylerden bazılarının açık olduğu sistemlerdir (Sey ve Tapan, 1987).

### **d. Karma sistemler**

Farklı yapı sistemlerinden oluşan sistemlerdir.

#### **d1. İskelet + hücre sistemler**

Taşıyıcı sistemin kısmen hücre, kısmen çubuk elemanlarla oluşturulduğu sistemlerdir.

#### **d2. Panel + hücre sistemler**

Taşıyıcı sistemin kısmen hücre, kısmen panel elemanlarla oluşturulduğu sistemlerdir.

#### **d3. Panel + iskelet sistemler**

Taşıyıcı sistemin kısmen düşey paneller, kısmen çubuk elemanlarla oluşturulduğu sistemlerdir (Sey ve Tapan, 1987).

Çizelge3.1 Prefabrik yapıların taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre sınıflandırılması

Prefabrike Yapım Sistemleri			
Taşıyıcı duvar perdeli sistemler	İskelet sistemler	Hücre sistemler	Karma sistemler
Büyük duvar bloklü sistemler	kolon - kiriş sistemleri	Kapalı hücre sistemler	İskelet + hücre sistemler
Panel sistemler	Kolon - döşeme sistemleri	Açık hücre sistemler	Panel + hücre sistemler
büyük panel küçük panel			
	çerçeve sistemleri		Panel + iskelet sistemler

### 3.2.2. Taşıyıcı sistem malzemesine göre yapılan sınıflandırma

Prefabrike yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılan başlıca üç tür malzeme ahşap, çelik ve betondur. Buna göre, bu sınıflandırma üç ana grupta toplanabilir.

- a. Prefabrike beton yapılar
- b. Prefabrike ahşap yapılar
- c. Prefabrike çelik yapılar

a. Prefabrike beton yapılar, taşıyıcı sistemin kuruluş şekline göre üç ana grupta toplanabilir:

- Taşıyıcı duvar perdeli sistemler
- İskelet sistemler
- Hücre sistemler

Yukarıdaki sistemlerin açıklanması Bölüm 3.2.1’de olduğu gibidir.

b. Prefabrike ahşap yapılar iki ana grupta toplanabilir :

- Yığma sistem
- İskelet sistem
- Yığma sistem

Masif ahşap kütüklerin üstüste konulması veya taşıyıcı ahşap panellerin biraraya getirilmesiyle oluşturulur.

- İskelet sistem

Yapının iskeleti ahşap dikme ve kirişlerle kurulmakta ; duvar panelleri bu iskelete monte edilmektedir.

c. Prefabrike çelik yapılar iki ana grupta toplanabilir:

- İskelet sistem
- Hücre sistem
- Bu sistemde yapının iskeleti (kolonlar ve kirişler) çelik putrellerle oluşturulur.
- Hücre sistemde mekan birimleri tek hücreyle oluşturur. Bir yerden kolaylıkla sökülüp başka bir yere takılabilir. Duvarlar ısı yalıtımlı, içte alçıpan, dışta trapez sac kaplamadır.

Çizelge 3.2 Prefabrike yapıların taşıyıcı sistem malzemesine göre sınıflandırılması

Prefabrike		
beton yapılar	ahşap yapılar	çelik yapılar
Taşıyıcı duvar perdeli sistem	yığma sistem	iskelet sistem
İskelet sistem	iskelet sistem	Hücre sistem
Hücre sistem		

### 3.3 Prefabrike Yapı Kabuğu Oluşumu

Modern yapı tekniği uygulaması öncesi taşıyıcılık işlevi gereği oldukça kalın yapılan duvarlar, hem yeterli ısı yalıtımı sağlayabilmekte hem de buhar dirençleri düşük olan malzemelerle (taş, tuğla) yapıldıkları için su buharı akışı duvar içinde yoğunlaşma olmaksızın gerçekleşebilmekteydi. Gelişen yapı teknolojileri paralelinde uygulanan modern konstrüksiyon yöntemleriyle, duvarların taşıyıcılık işlevlerinin kaldırılması sonucunda, duvar kalınlıkları incelmeye başlamış ve ısı geçirgenlik dirençleri önemli oranda azalmıştır. Su buharı, difüzyon esnasında ısı geçirgenlik direnci düşük olan duvarlarda kolaylıkla yoğunlaşma sıcaklığının altına inerek kesit içinde su haline gelmekte veya bazı durumlarda duvar iç

yüzeyinde yoğuşarak görünür yoğuşmaya neden olmaktadır. Günümüzde duvarların ısı geçirgenlik dirençlerinin yükselmesi, dolayısıyla iç mekanda ısısal konforun sağlanması ve duvar kesitinde yoğuşmanın önlenmesi amacıyla duvarlar çok katmanlı olarak yapılmakta ve ısı yalıtım gereçleri uygulanmaktadır (Göksal, 1995).

Çok katmanlı olarak yapılan ve ısı yalıtımı kullanılan duvarlarda, katmanların yanlış düzenlenmeleri, duvar yüzeylerinde çatlama, sıva ve boya kabarmaları, nemlenme ve küflenme gibi yoğuşma zararlarını ortaya çıkarır. Yapı fiziği açısından, duvarı oluşturan katmanların birbirine göre konumları, buhar geçirgenlik ve ısı yalıtım özellikleri çok önemlidir.

Isısal konfor gereği yapı elemanlarında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri, bünyelerinde su ve nem bulundurmadıkları sürece özelliklerini koruyabilirler. Su ve nem, ısı yalıtım malzemeleri içindeki kılcal hava kanalları veya gözenekleri doldurarak, malzemenin ısı geçirme direncini büyük ölçüde azaltır. Yoğuşarak yapı elemanlarına zarar veren su buharının kesit içinde yoğuşmasının önlenmesi için duvarı oluşturan katmanların buhar dirençlerinin içten dışa doğru azalması ve dış duvarın sıcak tutulması gerekir. Bunun için, yapı fiziği açısından doğru olan uygulama ısı yalıtım katmanının duvar dış yüzeyinde düzenlenmesidir. Böylelikle yakıt tüketiminde de tasarruf sağlanmış olur. Katmanların birbirine göre konumları doğru düzenlenmiş çok katmanlı bir dış duvar elemanı prefabrik olarak tek parça halinde bir aşamada üretilebilmektedir. Aşağıda prefabrik beton, ahşap ve çelik dış duvar elemanlarının kuruluş biçimleri açıklanmaktadır.

### **3.3.1 Prefabrik beton dış duvar elemanları**

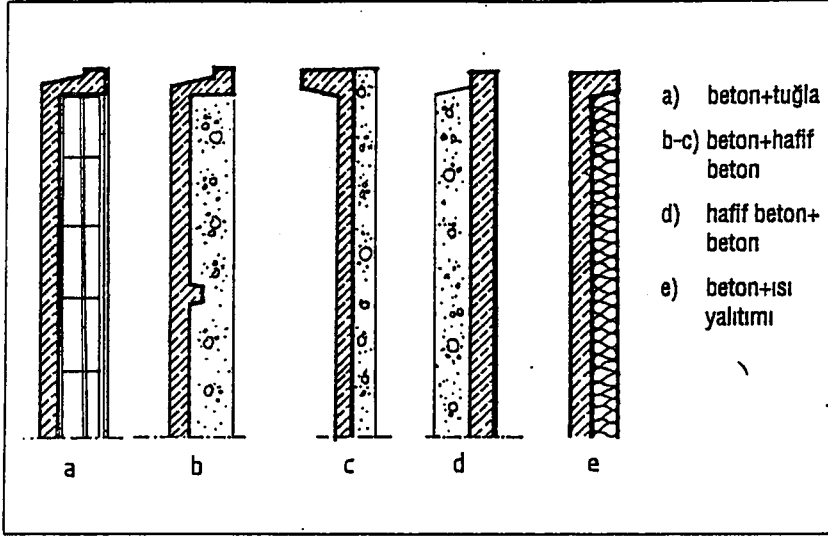
Prefabrik beton dış duvar elemanları,

- a. Tek katmanlı,
- b. Çift katmanlı,
- c. Çok katmanlı,

olmak üzere üç grup altında değerlendirilebilir.

a. Tek katmanlı dış duvar elemanları, yüzeyleri sıvalı hafif beton ya da dolu kesitli olarak normal betondan üretilebilir. Isı yalıtımının sağlanabilmesi için, özellikle hafif betondan üretilen tek katmanlı elemanların gerekli kalınlığa ve homojen bir yapıya sahip olmaları gerekir. Yoğunluğu az, gözenekli yapı gereçlerinin ısı geçirme direncini, gözenekler içindeki durgun hava oluşturur. Gözeneklerin büyüklüğü ve dağılımları ısı geçirme direncini etkiler. Düzenli dağılmış küçük hava gözenekleri olan bir yapı gerecinin ısı geçirgenliği, düzensiz dağılmış büyük gözenekleri olan bir gerece göre daha azdır. Küçük gözenekli bir yapı gerecinde ise, düzensiz dağılmış gözenekler kılcal emme olayına neden olabilir. Yapı elemanı nemlenir ve sonuçta ısı geçirgenliği artar. Tek katmanlı hafif beton elemanların , üretimin kolay, elemanların hafif olması ve ısı dirençlerinin yüksek olması gibi avantajlarının yanısıra, suya karşı sıva veya koruyucu boya ile önlem alma zorunluluğu gibi dezavantajları vardır (Göksal, 1995).

b. Çift katmanlı dış duvar elemanlarında amaç, panelin ısı geçirgenlik direncinin artırılmasıdır. Katmanlar “ beton + tuğla”, “beton + hafif beton” , “hafif beton + beton” ve “beton +ısı yalıtımı” şeklinde düzenlenebilir (Şekil 3.5). Ancak, katmanları oluşturan malzemelerin nem ve ısı geçişi ile ilgili farklı fiziksel özellikleri ve malzemelere etki eden farklı ısı tesirleri nedeniyle katmanlar ayrışabilir. Ayrıca, nervürle yapılan bağlantılarda ısı köprüleri oluşması ile kesit içinde yoğunlaşma oluşabilir. Her iki katmanın beton olması durumunda, katmanlar arası yoğunlaşma, hafif betonun ıslanması ve ısı geçirgenliğinin artmasına neden olabilir. Bunun önlenmesi amacıyla dış tabakada vantilasyon kanalları düzenlenerek veya delikler bırakılarak yoğunlaşma suyunun dışarı atılması sağlanabilir Bu tip duvar kuruluşlarında yaygın olan uygulama, beton tabakasına ısı yalıtım gereci uygulanmasıdır. Isı yalıtımı içte düzenlenen bir duvar kuruluşu yapı fiziği gerekleri açısından yetersizdir (Göksal, 1995). Şekil 3.5.e’de görüldüğü gibi ısı yalıtımı iç katman tarafından sağlanır ve dış katmanın ısı depolama kapasitesi çok azdır. Bu nedenle, yoğunlaşmanın önlenmesi amacıyla gerekli görüldüğü halde buhar kesici katmanın ısı yalıtım katmanının iç yüzünde düzenlenmesi gerekir.



Şekil 3.5 Çift katmanlı duvar kuruluşlarına örnekler (Göksal, 1995)

c. Çok katmanlı dış duvar elemanlarında her katmanın görevi ayrıdır. Taşıma, koruma ve yalıtım işlevleri farklı katmanlar tarafından yerine getirilir. Bu bileşenler “sandviç panel” olarak tanımlanır. Sandviç paneller, dış ve iç beton katmanların kendi aralarında kabul edilen çalışma prensiplerine göre ikiye ayrılır:

c.1 Birlikte çalışmanın sağlandığı paneller

c.2 Ayrı çalışan taşıyıcı katmanlı paneller

c.1 Birlikte çalışmanın sağlandığı panellerde iç ve dış beton katmanları birbirine ya sık donatı veya hem donatı hem de beton yardımıyla bağlandığı için, bu iki katman arasında ısı köprüsü oluşmaktadır. Bu nedenle, bu tür panellerde ısı geçirgenlik direnci (R) %30 oranında azaltılmalıdır. İç beton tabakanın ısı yalıtım katmanı ile birleştiği yüzde yoğuşma olasılığı yüksektir. Bu problem, ısı yalıtım katmanının iç yüzüne buhar kesici katman konularak önenebilir, ancak her durumda yoğuşma suyunun dışarı atılması zorlaşır. En önemli sakıncalarından biri de farklı ısı tesirleri nedeniyle panelin dışa doğru bükülmesidir. (Barka ve Zorbozan, 1994)

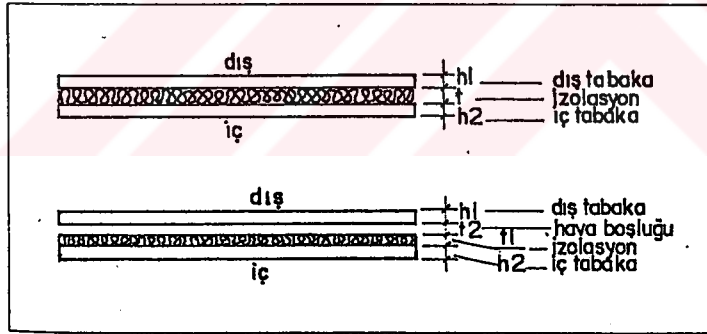
c.2 Ayrı çalışan taşıyıcı katmanlı sandviç paneller, taşıyıcı katman, izolasyon, dış koruyucu katman ve gerektiğinde hava boşluklu olmak üzere üç veya dört katmandan oluşur (Şekil3.6). Yapıyı dış etkenlere karşı koruyan dış katman, brüt beton, tekstürlü, fırçalanmış

veya kum püskürtülmüş yüz, seramik, tuğla, taş kaplamalı ya da agrega (waschbeton) yüzeyli olarak çok çeşitli görünüş olanağı verir. Duvar kesitinde yoğuşma olmaksızın buhar geçişinin sağlıklı bir şekilde sağlanabilmesi için hava boşluklu sandviç panel düzenlenmesi yoluna gidilebilir. Panel katmanları sırasıyla,

- koruyucu dış katman (60 - 80 mm),
- havalandırma boşluğu (40 -60 mm),
- ısı yalıtım katmanı (40 - 90 mm),
- taşıyıcı iç katman (80 -160 mm),

şeklinde düzenlenir.

Koruyucu katman ile taşıyıcı katman arasında beton ve donatı bağlantısı yoktur. İki katman birbirine paslanmaz çeliklerden kalınlıkları minimum olan bağlayıcı elemanlar ile bağlanmıştır. Böylece ısı köprüsü minimuma indirilmiştir. Bu yüzden ısı hesaplarında, ısı geçirgenlik direnci %5 kadar düşürülebilir. Birlikte çalışan panellerde görülen dışa bükülme ön katmanın taşıyıcı katmana bağlantılarının azlığı ve bağlantı özellikleri nedeniyle en az seviyeye indirilmiştir (Barka ve Zorbozan, 1994).



Şekil 3.6 Sandviç panel kuruluşları (Barka ve Zorbozan, 1994).

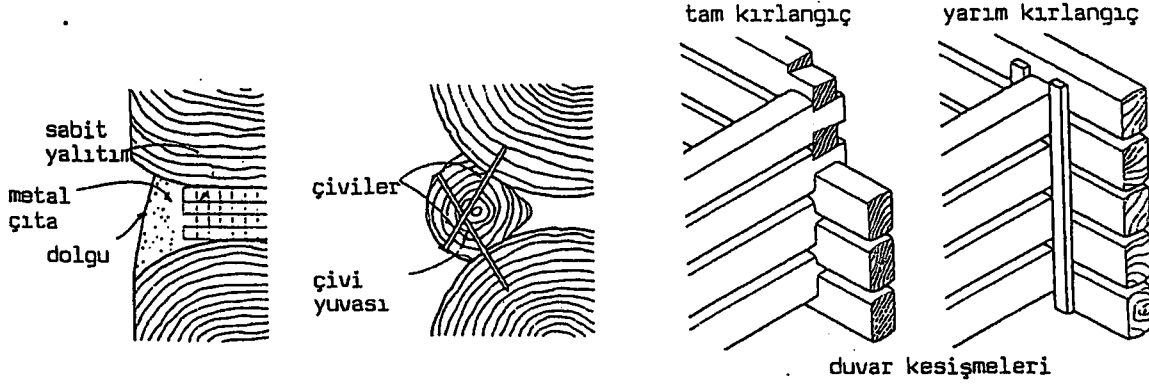
### 3.3.2 Prefabrike ahşap dış duvar elemanları

Prefabrik ahşap dış duvar elemanları,

- Tek katmanlı,
- Çok katmanlı

olmak üzere iki grup altında değerlendirilebilir.

a. Tek katmanlı ahşap eleman olarak kullanılan masif ahşap kütükler, ormanlarda özel olarak yetiştirilmiş ağaçlardan elde edilen ürünlerdir. Özel kesim ve biçiminden dolayı su ve neme karşı dirençleri yüksektir. Birleşim yüzeylerinin çift oluklu olması, iyi kenetlenme sağlar. Bu oluklara ses ve ısı yalıtım ürünleri yerleştirilmektedir (Şekil 3.7) (Avlar, 1995).



Şekil 3. Prefabrike ahşap yağma duvar ayrıntıları (Avlar, 1995)

b. Çok katmanlı ahşap duvar elemanları, ahşap iskelet duvar sistemi ve panel sistem olmak üzere iki şekilde kurulur. Ahşap iskelet sistemde duvar iskeleti 60cm aralıklı dikmeler ve bunları alttan ve üstten bağlayan yatay elemanlardan oluşur. Duvar iskeletinde dikmeler ve bağlantılar arası taş yünü veya cam yünü ile doldurulmaktadır. Duvar dış yüzeyi kontrplak, iç yüzeyi ise alçıpan v.b. gibi bir malzemeyle kaplanır. Dış cephe kaplaması olarak, direkt kontrplak üzerine uygulanabilen ahşap kaplamalar (düz veya yalı baskısı gibi türlü boyut ve profilde) kullanılır. Isı yalıtımını olumsuz yönde etkileyen hava sızıntılarını (rüzgarla oluşan) önlemek amacıyla, dış cephe kaplamasının arkasında, kontrplağa tespit edilen bitüm emdirilmiş karton veya fibrocem veya benzeri bir malzeme kullanılır. Yoğuşmanın önlenmesi amacıyla iç yüzeye (iç yüzey kaplamasının arkasına) buhar kesici uygulanır. Panel sistemde, duvar elemanları, iki yüzeyi yapay ahşap levhalı, arada ısı yalıtım malzemesi olmak üzere özel kalıplarla tek aşamada üretilmektedir (Avlar, 1995)

### 3.3.3 Prefabrike çelik dış duvar elemanları

Prefabrike çelik paneller çok katmanlı olarak üretilmektedir. Paneller iskelet duvar sistemi ve panel sistem olmak üzere iki şekilde kurulur. İskelet sistemde panel konstrüksiyonu çelik putrellerle oluşturulur. Panel, dış yüzü trapez saç kaplama, arada ısı yalıtımı ve iç yüzde

alçıpan olmak üzere kurulur. Yoğuşmanın önlenmesi amacıyla dış yüzde, saç kaplamanın arkasında hava boşluğu bırakılabilir.

Panel sistemde, panel iki yüzü trapez saç kaplama, arada polistren ısı yalıtımı şeklinde kurulur ve özel kalıplarla tek aşamada üretilir.



## 4. PREFABRİKE YAPI KABUĞU KESİTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 4.1 Değerlendirme Süreci

Bu çalışmanın konusunu oluşturan prefabrike yapı kabuğu elemanlarının değerlendirme süreci, yapı kabuğu kesitlerinin ısı ve nem özellikleri açısından başarısını denetleyen bir süreçtir.

Yapı kabuğu kesitlerinin ısı açısından başarısı, ısısal direncinin yüksek olması dolayısıyla iç yüzey sıcaklıklarının ısısal konfor açısından gerekli düzeyde tutulması anlamına gelir. Yapı kabuğunun iç yüzey sıcaklığı, yapı içi ısısal konforu etkileyen en önemli öğelerden biridir. İç yüzey sıcaklıklarının konfor sınırlarında ( $\leq \pm 3$  °C) olması, yapı kabuğunun ısısal direncinin yeterli olduğunu gösterir. Ayrıca; yapı kabuğunun iç yüzeyinde ve kesit içinde yoğuşma olasılıklarının da incelenmesi, kesitlerin başarısını değerlendirme sürecinin önemli bir aşamasıdır. Su buharı akışının kesit içinde yoğuşma olmaksızın gerçekleşmesi gerekir. Aksi durumda yapı kabuğu nemlenir ve yapı kabuğunun ısısal direnci hızla azalır.

Bu açıdan, tez çalışmasının değerlendirme sürecinde, belirlenen yapı kabuğu kesitleri;

- yoğuşma,
  - iç yüzey sıcaklıkları,
- açısından denetlenmiştir.

#### 4.1.1 Değerlendirme ölçütleri

İç yüzey sıcaklıkları açısından kesitlerin değerlendirilmesi, “ hacmin kuru termometre sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklıkları ayırımı  $\leq \pm 3$  °C olduğunda, ortalama ışımsal sıcaklık açısından konfor oluşur ” ölçütüne göre yapılmıştır. Belirlenen yapı kabuğu kesitlerinin iç yüzey sıcaklıkları, kabul edilen bu sınır değerlere göre değerlendirilmiştir.

Yoğuşma açısından değerlendirme, “ kesit içinde doymuş buhar basıncı değerleri, gerçek buhar basıncı değerlerinin üzerine çıktığı durumda, kesitte yoğuşma görülür ” ölçütüne göre yapılmıştır.

Değerlendirmede, gerek iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde gerek yoğuşma kontrolünde hesap ve grafik yöntem kullanılmıştır. Hesaplamalar soğuk hava koşullarında, sabit rejimde ısı ve buhar akışı ilkelerine göre yapılmıştır.

#### 4.2 Prefabrike Yapı Kabuğu Kesitlerinin Belirlenmesi

Türkiye’de prefabrike yapı kabuğu elemanı üreten firmalardan

- Çimentaş,
- Eston,
- Paysa,
- Tepe İnşaat,
- Uran Ahşap,
- Üçe,
- Yapı Merkezi,
- Zenon

firmalarının ürettikleri prefabrike dış duvar elemanları incelenip değerlendirilecektir (Çizelge4.1). Bu firmaların seçilmesindeki faktörler, Türkiye’nin prefabrik yapı elemanları üreten başlıca firmaları arasında olmaları ve ürettikleri dış duvar elemanlarının malzeme ve kesit oluşumu bakımından birbirinden farklı olmasıdır.

Sözkonusu bazı firmaların ürettikleri prefabrike duvar elemanları, yalın halde uygulanamamaktadır. Bu elemanlara şantiye montajından sonra iç-dış sıva, ısı yalıtımı uygulaması gibi bazı uygulamalar gerekmektedir. Yapılan iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma kontrolü hesapları, kesitlerin uygulanan biçimleri için yapılan hesaplardır. Uygulama biçimleri üretici firmaların uyguladıkları veya elemanları satın alan kişilerin uyguladıkları biçimlerdir. Çizelge 4.1 ve 4.3’de kesitler üretildikleri biçimde sınıflandırılmıştır.

Elemanları oluşturan malzemelere ait ısı geçirgenlik katsayısı ( $\lambda$ ) değerleri üretici firmaların kataloglarından, olmadığı durumda ise TS 825/Mart 1989'dan temin edilmiştir.

Çizelge 4.1 Firmaların ürettikleri prefabrike dış duvar elemanlarına ait özellikler

Firma adı	Eleman türü	Katman sayısı		
		Tek katmanlı	Çift katmanlı	Çok katmanlı
Çimentaş	Gazbeton			
Eston	Beton			
Paysa	Çelik			
Tepe İnşaat	Beton			
Uran Ahşap	Ahşap			
Üçe	Ahşap			
Yapı Merkezi	Beton			
Zenon	Çelik			

#### 4.2.1 Duvar kesitlerinin iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma kontrolü hesabında izlenen yol

##### 4.2.1.1 İç yüzey sıcaklığı hesabı ve grafik yöntem

Duvar kesitlerinin iç yüzey sıcaklığı hesabında izlenen yol;

- Kesitlerdeki malzemelerin yoğunluklarına göre ısı geçirgenlik katsayılarının ( $\lambda$ ) belirlenmesi,
- Kesitteki kalınlıklarına ( $e$ ) göre gereçlerin ısısal dirençlerinin ( $r$ ) bulunması ( $r=e/\lambda$ ),
- Kesitin toplam ısı direncinden ( $R$ ), ısı iletme katsayısının ( $K$ ) hesaplanması ,  
( $R=1/h$  dış+ $r_1+r_2+r_3+\dots+1/h$  iç), ( $K=1/R$ )
- $K$  değerine ve iç - dış sıcaklık ayırımına göre, iç yüzey sıcaklığı ile hacmin iç hava sıcaklığı arasındaki ayırımın ( $\Theta$ ) belirlenmesi

biçimindedir.

$$[ \Theta = \dot{I}S \text{ (iç sıcaklık)} - \dot{I}YS \text{ (iç yüzey sıcaklığı)} ] [ \dot{I}YS = \dot{I}S - \Theta ]$$

$$[ \Theta = K/ h \text{ (iç } t - \text{ dış } t) ] \text{ (Şerefhanoğlu, 1983, 1997)}$$

Bir yapı elemanının hava ile temasta bulunan yüzeyindeki sıcaklık derecesi, hava moleküllerinin ısıyı taşımaları (taşıma olayı) sonucu belli bir katsayıya ( $h$ ) bağlı olarak değişir. Yüzeysel ısı geçirgenliği katsayıları ( $h$ ), çeşitli yer ve durumlara göre farklı değerlere sahiptir (EK 5)(Eriç, 1994). Yüzeysel ısı geçirgenliği için 'h dış yüzey'  $20 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$  ; 'h iç yüzey'  $7 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$  alınmıştır. Bu değerler, toplam ısı direncine ( $R$ ),  $1/h_{iç}$  ve  $1/h_{dış}$  olarak eklenir. İç yüzey sıcaklığı hesabının aşamaları her kesit için çizelgeler üzerinde gösterilmiştir.

Bir sonraki aşamada kesit katmanlarındaki sıcaklık değerlerini belirlemek amacı ile ısı grafiği

çizilmiştir. Isı grafiğinin;

- dikey ekseninde (y ekseninde) 4.2.1.3 ve 4.2.1.4 'de belirlenen sıcaklık değerleri
- yatay ekseninde (x ekseninde) ise iç yüzey sıcaklığı hesabında bulunan katmanlara ait ısısal direnç ( $r$ ) değerleri

ölçekli olarak (birbirleriyle orantılı) gösterilmiştir (Şerefhanoglu, 1997).

#### 4.2.1.2 Yoğuşma kontrolü hesabı ve grafik yöntem

Duvar kesitlerinin yoğuşma kontrolü hesabında izlenen yol;

- Isı grafiği ile elde edilen ara katmanların sıcaklık değerlerine göre doymuş buhar basıncı (D.B.B) değerlerinin belirlenmesi, (EK 6)
  - Malzeme özelliğine bağlı olan buhar geçirgenlik katsayılarının ( $\Pi$ ) bulunması, (EK 4)
- Gereç kalınlığı ( $e$ ) ve buhar geçirgenlik katsayılarına ( $\Pi$ ) bağlı olarak buhar dirençlerinin ( $\rho$ ) hesaplanması ( $\rho=e/\lambda$ ), biçimindedir.

Bu aşamalar çizelgeler üzerinde gösterilmiştir (Şerefhanoglu, 1997).

Kesit katmanlarının gerçek buhar basınçlarının (G.B.B) bulunması amacıyla;

- hesap yapılan yörenin iç ve dış hava sıcaklığına ait doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve bağıl nem değerine bağlı olarak iç ve dış ortamın gerçek buhar basınçları (G.B.B) bulunur.

- yatay ekseninde buhar dirençlerinin ( $\rho$ ) (kendi içinde orantılı olarak ),
- düşey ekseninde ise alt ve üst sınır değerleri olarak iç ve dış ortamın G.B.B.değerlerinin yer aldığı G.B.B değişim grafiği çizilmiştir.
- grafikten, yatay eksenindeki buhar direnç ( $\rho$ ) değerlerine bağlı olarak düşey ekseninde, katmanlardaki gerçek buhar basıncı (G.B.B) değerleri bulunur (Şerefhanoglu, 1997)

Ölçekli duvar kesiti üzerine işaretlenen D.B.B. ve G.B.B. değerleri ile oluşan grafiklerde, kesitte yoğuşma olan bölgeler gösterilmiştir (G.B.B değerleri D.B.B değerlerinin üzerine çıktığında kesitte yoğuşma görülür).

#### 4.2.1.3 Dış hava sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesi

Türkiye'nin, ısısal tasarım gereksimleri açısından, iklim tiplerini 4 ana grupta (sıcak-nemli, sıcak-kuru, soğuk, ılıman) toplamak uygundur. Hesaplamalar, bu 4 tipik iklim bölgesini temsil eden Antalya, Diyarbakır, Erzurum ve İstanbul yöreleri için yapılmıştır. Tübitak (1995) tarafından, gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenen ve T.C Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan dış hava sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak hazırlanan grafikler bu 4 yöreye ait, her ayın her gününe ve her günün her saatine ait dış hava sıcaklığı değerlerini göstermektedir (EK 1.1-1.4). Tübitak'ın bu çalışmasında 1981-90 yılları arasındaki ölçüm sonuçları gözönüne alınmıştır. Soğuk hava koşullarını karakterize eden ay ve günün 21 Ocak olduğu kabul edildiği için, iç yüzey sıcaklığı hesaplarında, 4 yörenin 21 Ocak gününe ait sabah saatlerindeki (06.00-12.00) ortalama dış sıcaklık değeri esas alınmıştır (Çizelge 4.2).

Tübitak (1995) tarafından, yörelere ait dış hava nemliliği değerlerini gösteren grafikler, T.C Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nde, 1981-90 yılları arasında gerçek atmosfer koşullarına göre yapılmış olan ölçüm sonuçlarından alınarak hazırlanmıştır (EK 2.1-2.4). Bu 10 yıllık ortalama değerler her ayın her gününe ve her saatine ait değerler şeklindedir. Yoğuşma kontrolü hesaplarında, 4 yörenin 21 Ocak gününe ait sabah saatlerindeki (06.00-12.00) ortalama dış hava nemlilik değeri esas alınmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Dört yöreye ait dış sıcaklık ve bağıl nem değerleri

Yöre	Dış Sıcaklık	Bağıl nem
Antalya	10 °C	%75
Diyarbakır	2 °C	%78
Erzurum	-8 °C	%76
İstanbul	4 °C	%79

#### 4.2.1.4 İç hava sıcaklık ve nem değerlerinin belirlenmesi

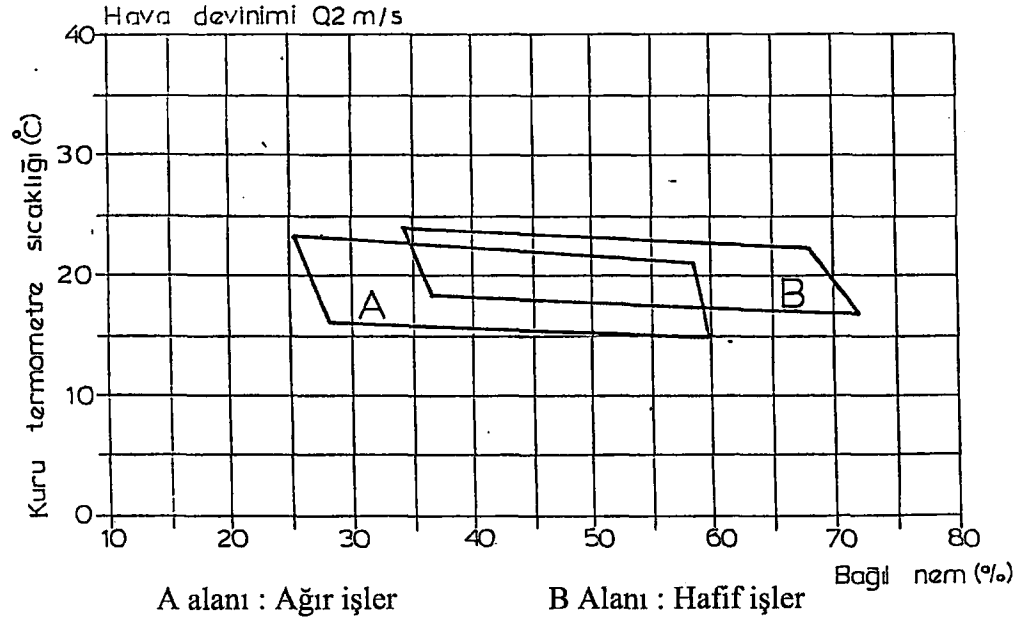
Yapılan araştırmalara göre elde edilen konfor sıcaklıkları değerleri;

- yapıların ısıtılmasında harcanan yakıt sorunu,
- soğuk hava koşullarında iç hava sıcaklık değerinin yüksek tutulmasının yapı kabuğunda yoğuşma olasılığı

gözönünde tutularak saptanmış ve buna göre değişik dış sıcaklık değerleri için değişen iç sıcaklık değerleri +16°C,+18 °C, +20 °C, +22 °C olarak belirlenmiştir (Şerefhanoglu, 1983). Bu çalışma için, iç sıcaklık konfor değeri +20 °C olarak kabul edilmiştir.

Isısal konfor koşullarına bağlı olarak iç hava bağıl nem değeri %60 olarak saptanmıştır.

(Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Sıcaklık, bağıl nem, etkinlik düzeyi ve belirli hava devinimine bağlı olarak konfor bölgesi (Şerefhanoglu, 1997)

### 4.3 PrefabrikeYapı Kabuğu Kesitlerinin İç Yüzey Sıcaklığı ve Yoğuşma Kontrolü Hesabı

İncelenen 14 adet duvar kesiti Çizelge 4.3'de üretildikleri biçimde, 4.4'de ise uygulanan biçimlerinde gösterilmiştir.

Grafik yardımıyla duvar katmanlarındaki gerçek buhar basıncı (G.B.B) değerlerini bulabilmek için, 4.2.1.3 ve 4.2.1.4'de belirlenen iç ve dış hava sıcaklık ve o sıcaklıklara ait doymuş buhar basıncı (D.B.B) değerlerine bağlı olarak 4 yöre için, iç ve dış ortamın G.B.B değerleri aşağıda hesaplanmıştır.

#### Antalya için:

D.S : +10 °C

B.N: %75

D.B.B: 9.21 mmHg

G.B.B:  $9.21 \cdot \%75 = 6.91$  mmHg

#### Diyarbakır için:

D.S: +2°C

B.N: %78

D.B.B: 5.29

G.B.B;  $5.29 \cdot \%78 = 4.13$  mmHg

#### Erzurum için :

D.S: -8 °C

B.N: %76

D.B.B: 2.33 mmHg

G.B.B:  $2.33 \cdot \%76 = 1.78$  mmHg

#### İstanbul için:

D.S: +4 °C

B.N %79

D.B.B: 6.10

G.B.B:  $6.10 \cdot \%79 = 4.82$  mmHg

İ.S: +20

B.N: %60

D.B.B: 17.53 mmHg

G.B.B:  $17.53 \cdot \%60 = 10.52$  mmHg

İ.S: İç sıcaklık

D.S: Dış sıcaklık

B.N: Bağıl nem

D.B.B: Doymuş buhar basıncı G.B.B: Gerçek buhar basıncı

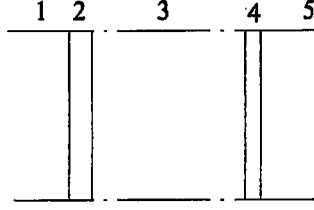
Çizelge 4,3 Belirlenen prefabrik elemanların üretim biçimleri

Firma adı	Kesit No	Eleman tanımı	Eleman malzemeleri (Dış-iç)	Kalınlık (cm)	Taşıyıcı özelliği
Çimentaş	1	Gazbeton panel	1Gazbeton	20	taşıyıcı duvar
Çimentaş	2	Gazbeton panel	1 Gazbeton	30	taşıyıcı duvar
Eston	3	Betonarme panel	1Beton	12	Dolgu duvar
Eston	4	Betonarme panel	1Beton	20	taşıyıcı duvar
Eston	5	Betonarme sandviç panel	1Beton 2Polüretan köpük 3Beton	12	Dolgu duvar
Paysa	6	Trapez galvanize sac panel	1Trapez sac 2Cam yünü 3Betopan	6	Dolgu duvar
Tepe İnşaat	7	Betonarme panel	1Beton	12	Dolgu duvar
Uran Ahşap	8	Ahşap panel	1Ahşap lambri 2Su kontrplağı 3Cam yünü 4Buhar kesici 5Alçıpan	15	Dolgu duvar
Uran Ahşap	9	Lamine kütük	1Ahşap	17	taşıyıcı duvar
Üçe	10	Ahşap panel	1Betopan 2Polistren köpük 3Alçıpan	7	Dolgu duvar
Yapı Merkezi	11	Boşluklu beton blok	1Beton	19	taşıyıcı duvar
Yapı Merkezi	12	Betonarme sandviç panel	1Koruma betonu 2Polistren köpük 3boşluklu beton	22	Dolgu duvar
Zenon	13	Çelik hasırlı polistren köpük panel	1çelik hasır + polistren köpük	11	Dolgu duvar

Çizelge 4,4 İncelenen prefabrik elemanların uygulanış biçimleri

Firma adı	Kesit No	Eleman malzemeleri (Dış-İç)	Firma adı	Kesit No	Eleman malzemeleri (Dış-İç)
Çimentaş	1	2 Çimento sıvası 3cm 3 Gazbeton 20cm 4 Alçı sıva 2cm	Uran Ahşap	9	2 Ahşap 17cm
Çimentaş	2	2 Çimento sıvası 3cm 3 Gazbeton 20cm 4 Alçı sıva 2cm	Üçe	10	1 Betopan 1cm 2 Polistren köpük 5cm 3 Alçıpan 1,2cm
Eston	3	2 Beton 12cm 3 Isı yalıtımı 3cm 4 Çimento sıvası 2cm	Yapı Merkezi	11a	2 Beton 19cm 3 Perlitli sıva 2cm
Eston	4	2 Beton 20cm 3 Isı yalıtımı 3cm 4 Çimento sıvası 2cm	Yapı Merkezi	11b	2 Beton 19cm 3 Isı yalıtımı 2,5cm 4 Çimento sıvası 2cm
Eston	5	2 Beton 4cm 3 Poliüretan köpük 4cm 4 Beton 4cm	Yapı Merkezi	12	2 Koruma betonu 5cm 3 Polistren köpük 5cm 4 boşuklu beton 12cm
Paysa	6	2 Trapez saç 0,55mm 3 Cam yünü 5cm 4 Betopan 1cm	Zenon	13	2 Çimento sıvası 3cm 3 çelik hasır + polistren köpük 11cm 4 Çimento sıvası 3cm
Tepe İnşaat	7	2 Beton 12cm 3 Hava boşluğu 1cm 4 Isı yalıtımı 3cm 5 Alçıpan 1,2cm			
Uran Ahşap	8	2 Ahşap lambri 2,5cm 3 Su kontrplağı 1,5cm 4 Cam yünü 10cm 5 Buhar kesici 6 Alçıpan 1,2cm			

### Kesit (No1) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Çimento sıvası, 3cm  
3 Gazbeton, 20cm  
4 Alçı sıva, 2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Dış sıva	1,2	0,03	r2=0,025
3	Gazbeton	0,19	0,20	r3=1,052
4	Alçı sıva	0,6	0,02	r4=0,033
5	1/h : 1/7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.303 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.767 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} (\text{tiç-tdış}) \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.110 (\text{tiç-tdış})$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	1,1	18,9
<b>Diyarbakır</b>	2	20	2	18
<b>Erzurum</b>	-8	20	3,1	16,9
<b>İstanbul</b>	4	20	1,8	18,2

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No1) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10,4	9,46	—	—	—
2	10,6	9,59	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	18,6	16,08	0,20	0,015	$\rho_3=13,33$
4	18,9	16,38	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

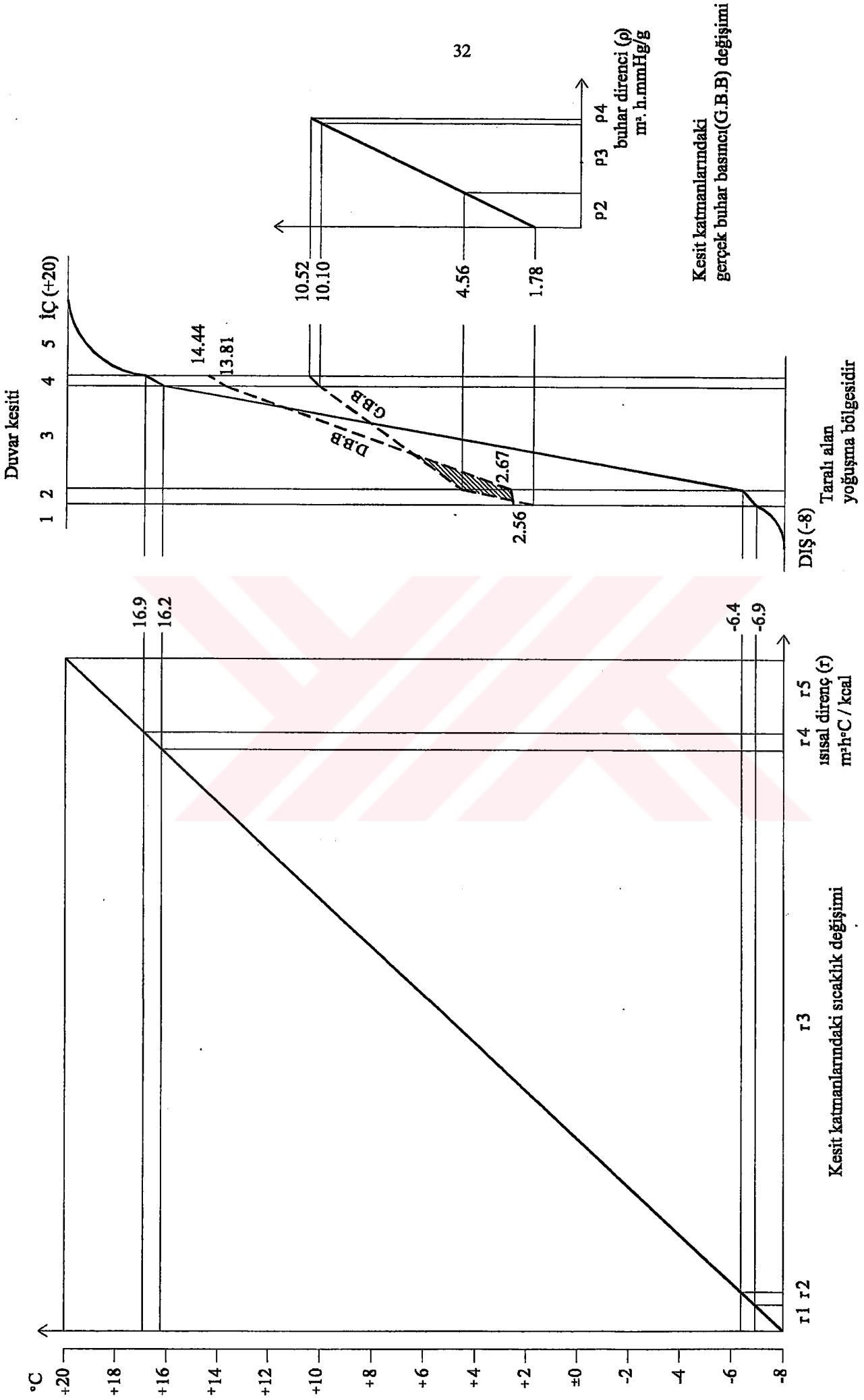
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2,8	5,61	—	—	—
2	3,2	5,77	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	17,6	15,10	0,20	0,015	$\rho_3=13,33$
4	18	15,48	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53	—	—	—

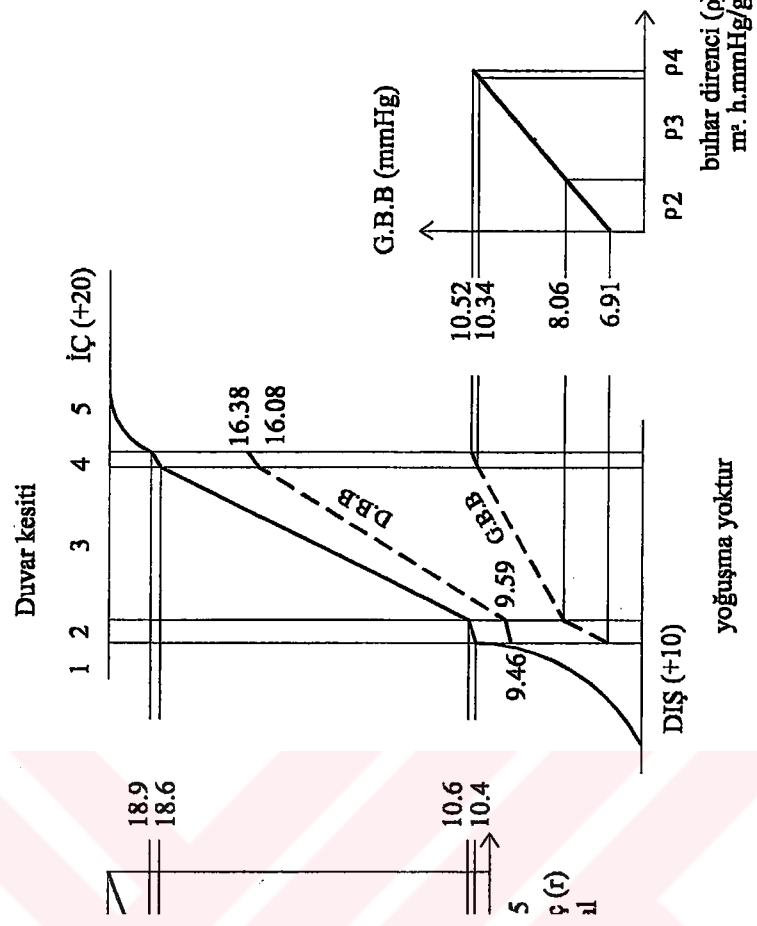
Erzurum yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-6,9	2,56	—	—	—
2	-6,4	2,67	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	16,2	13,81	0,20	0,015	$\rho_3=13,33$
4	16,9	14,44	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53	—	—	—

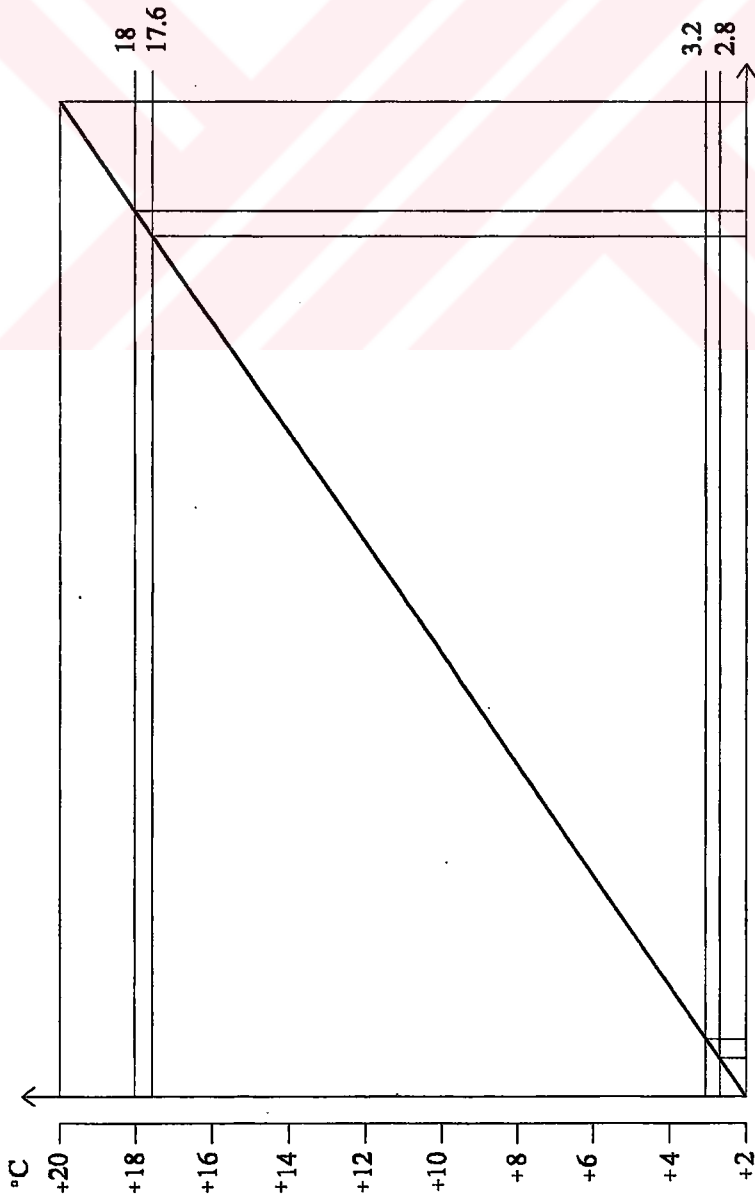
İstanbul yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4,6	6,36	—	—	—
2	4,9	6,50	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	17,8	15,29	0,20	0,015	$\rho_3=13,33$
4	18,2	15,68	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53	—	—	—

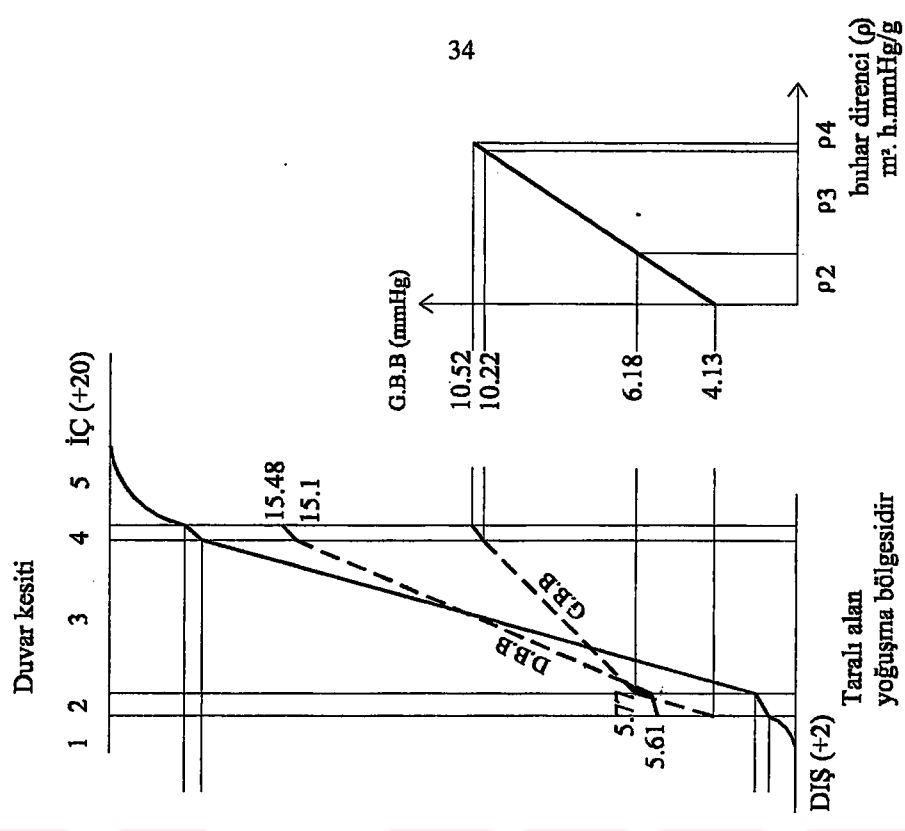




Bin Yoğuşma Kontrolü



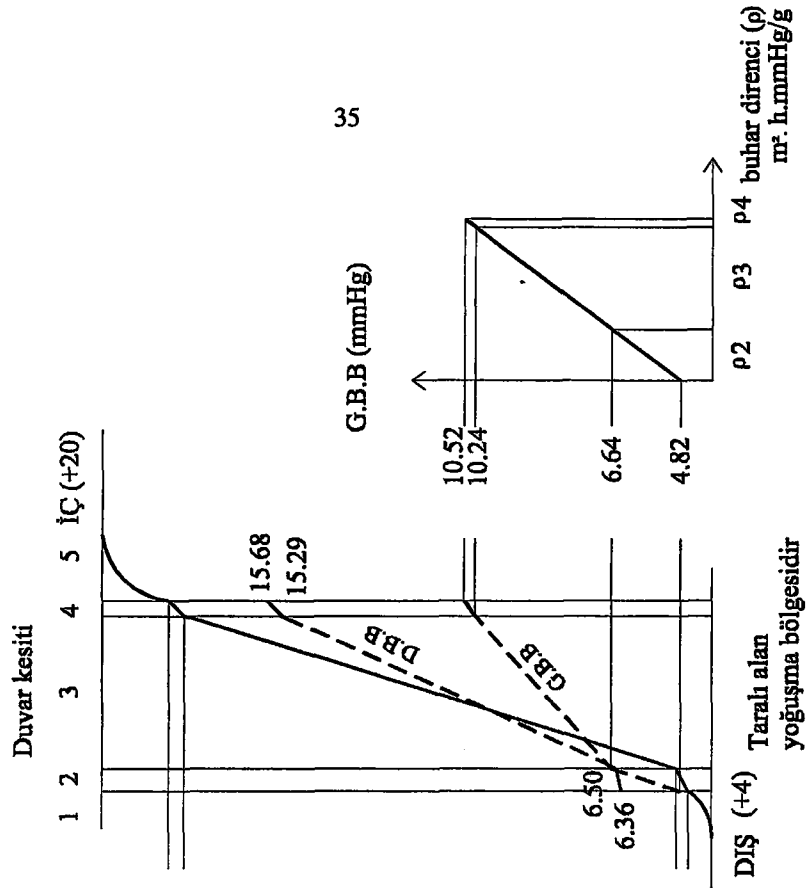
Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi



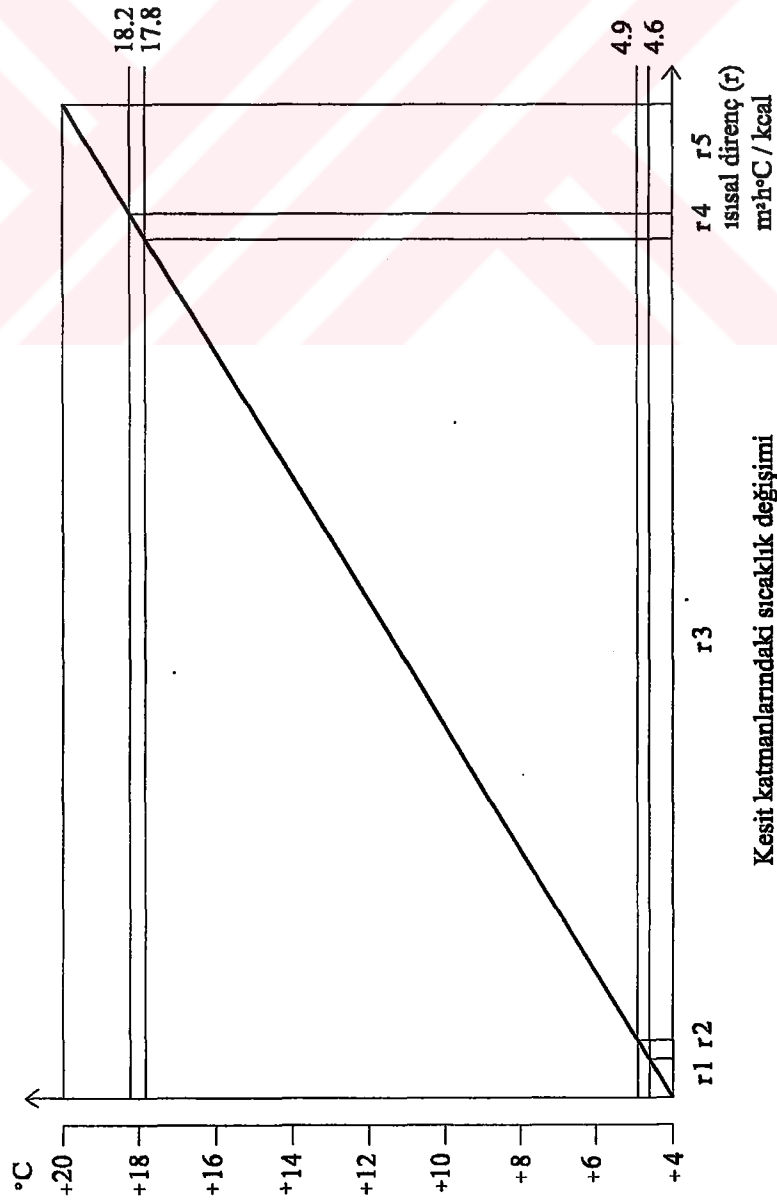
Kesit katmanlarındaki gerçek buhar basıncı (G.B.B) değişimi

Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 1) için Yoğuşma Kontrolü

taralı alan yoğuşma bölgesidir

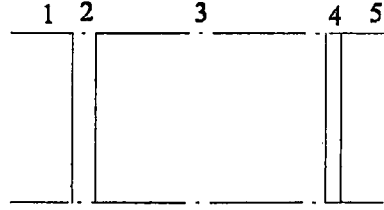


Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değişimi



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 1 ) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No2) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Çimento sıvası, 3cm
- 3 Gazbeton, 30cm
- 4 Alçı sıva, 2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Dış sıva	1,2	0,03	r <sub>2</sub> =0,025
3	Gazbeton	0,19	0,30	r <sub>3</sub> =1,580
4	Alçı sıva	0,6	0,02	r <sub>4</sub> =0,033
5	1/h : 1/7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.831 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.546 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \text{ (}\Theta \text{ Konfor Değeri } \leq \pm 3^\circ\text{C)}$$

$$= 0.078 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	0.8	19.2
Diyarbakır	2	20	1.4	18.6
Erzurum	-8	20	2.2	17.8
İstanbul	4	20	1.3	18.7

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No2) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21			
1	10.3	9.34			
2	10.4	9.46	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	19.0	16.48	0,30	0,015	$\rho_3=20.00$
4	19.2	16.69	0,02	0,025	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53			

Diyarbakır yöresi için

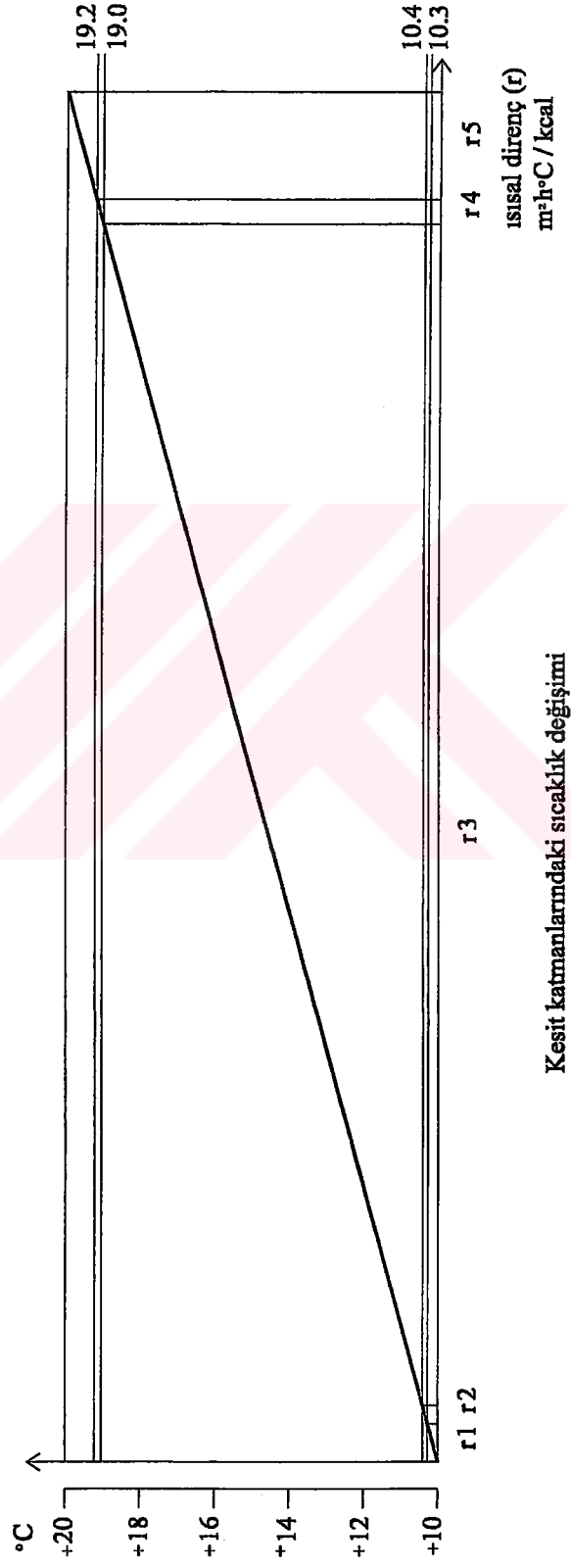
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29			
1	2.5	5.49			
2	2.7	5.57	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	18.3	15.78	0,30	0,015	$\rho_3=20.00$
4	18.6	16.08	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53			

Erzurum yöresi için

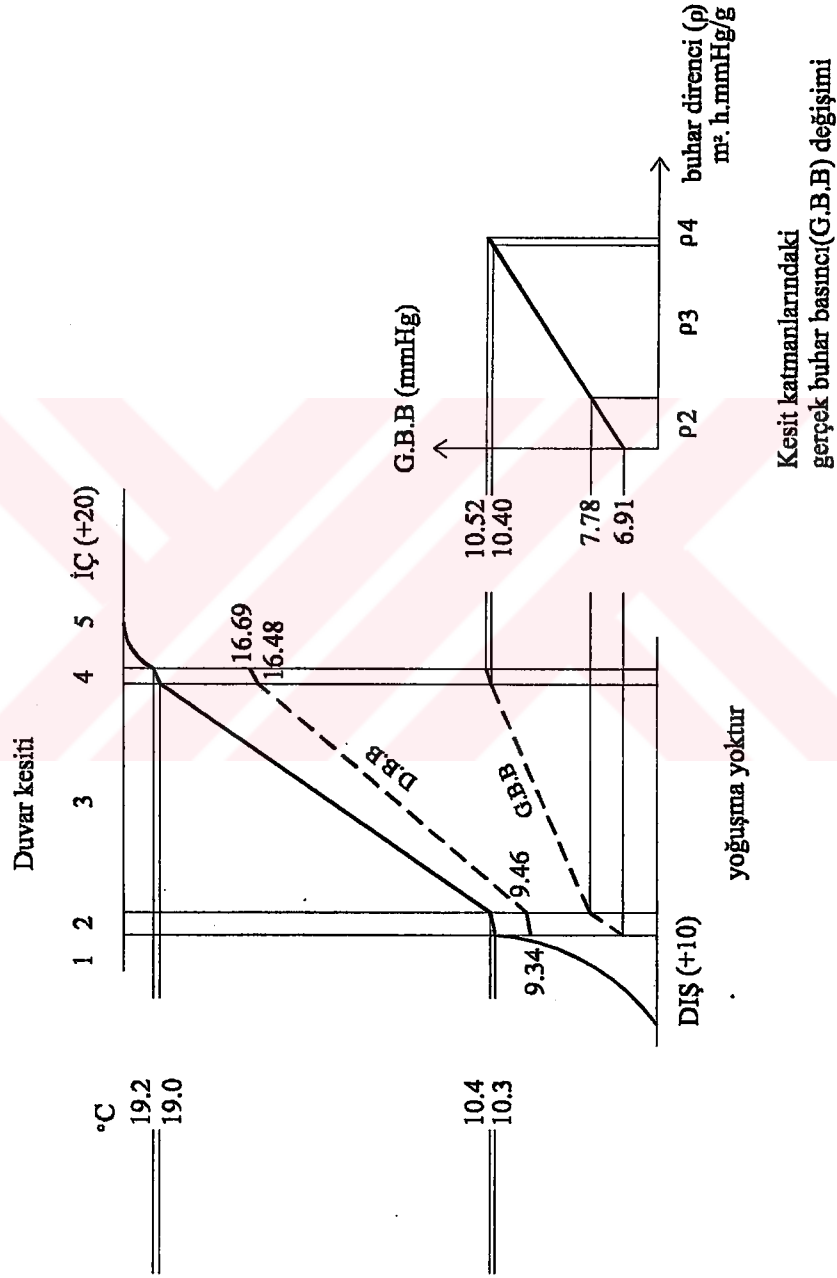
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33			
1	-7.2	2.50			
2	-6.9	2.56	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	17.3	14.82	0,30	0,015	$\rho_3=20.00$
4	17.8	15.29	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53			

İstanbul yöresi için

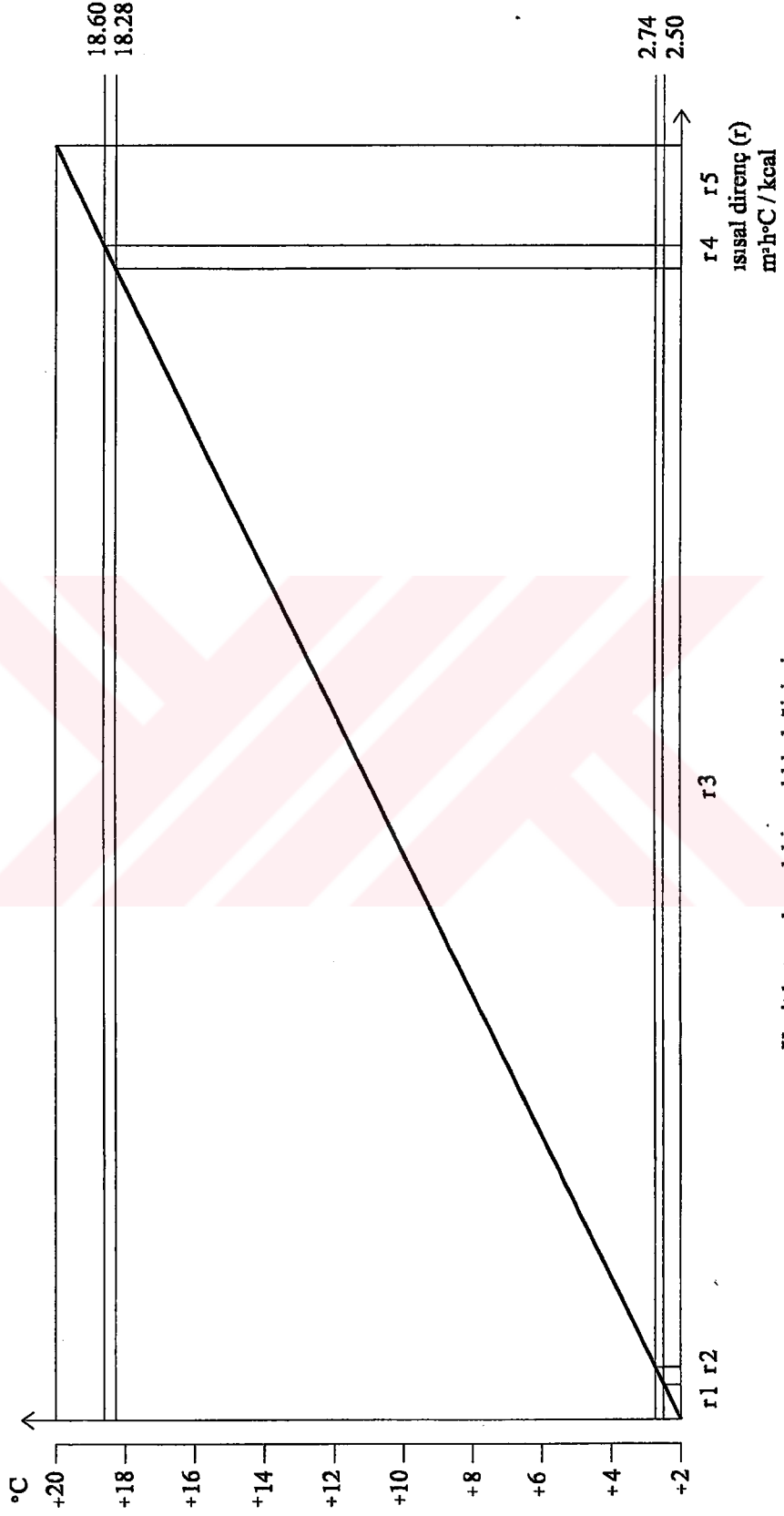
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10			
1	4.4	6.23			
2	4.7	6.41	0,03	0,0045	$\rho_2=6,67$
3	18.5	15.98	0,30	0,015	$\rho_3=20.00$
4	18.8	16.28	0,02	0,025	$\rho_4=0,8$
İç	20	17,53			



Antalya Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü

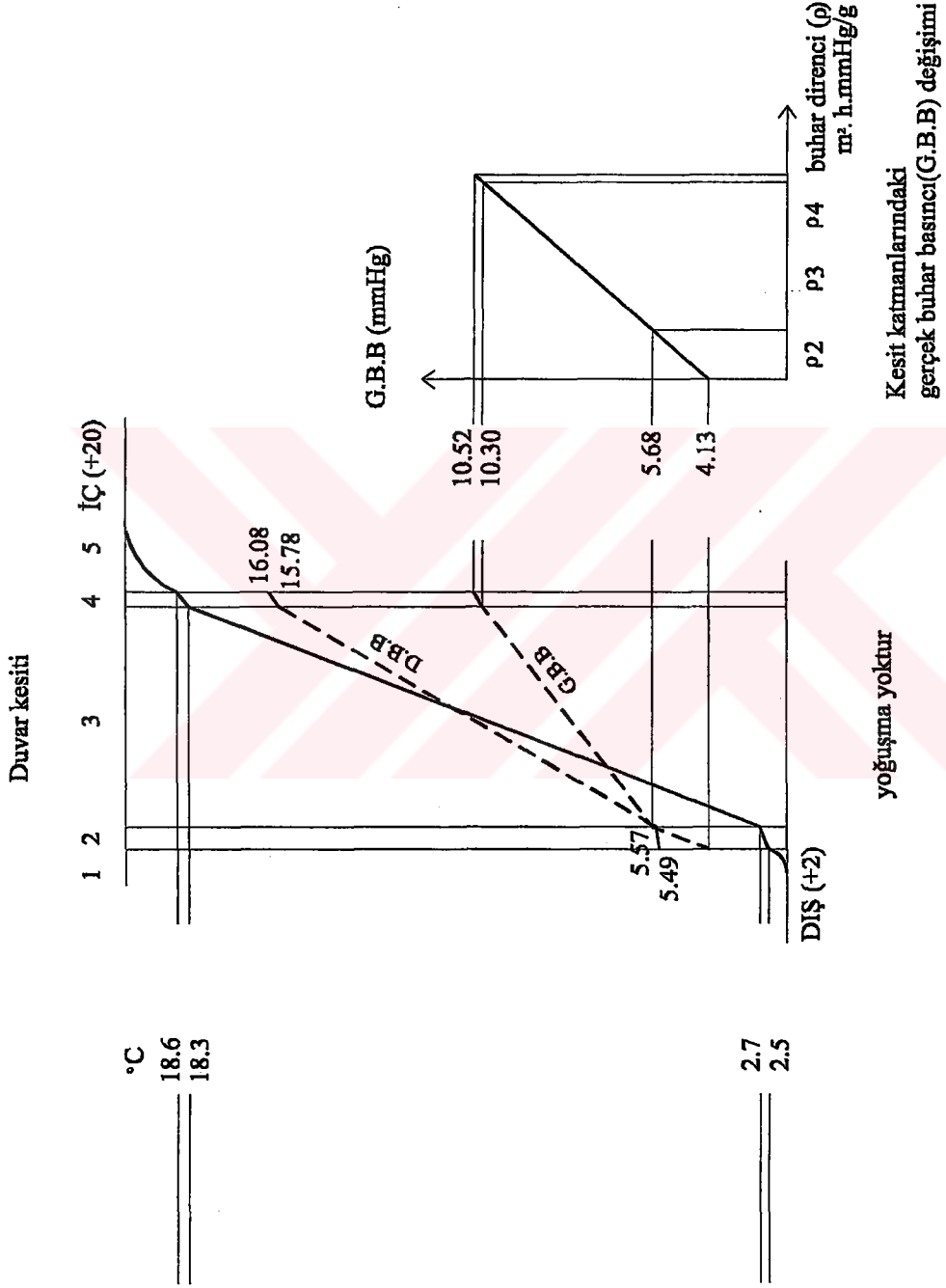


Antalya Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü

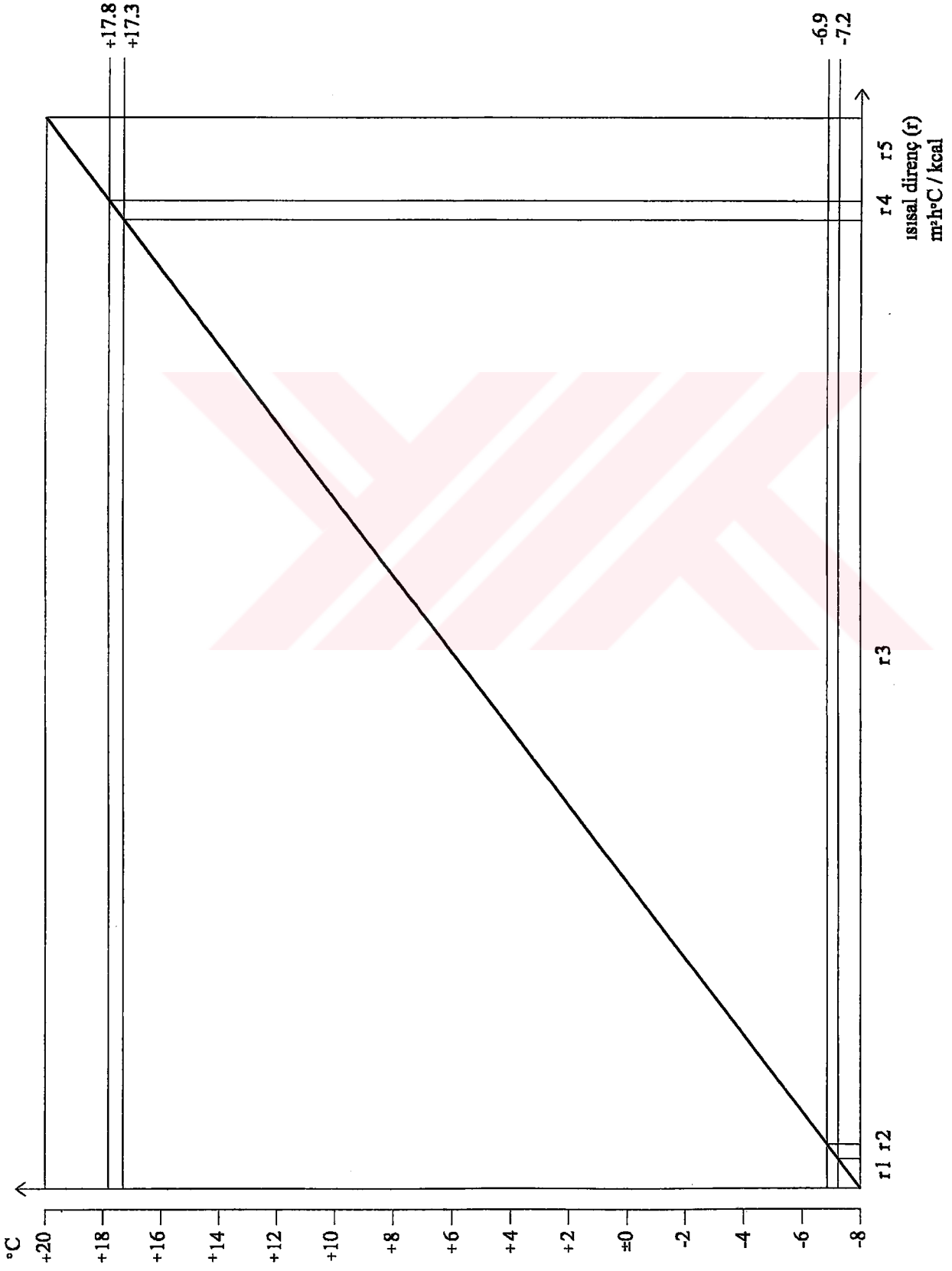


Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi

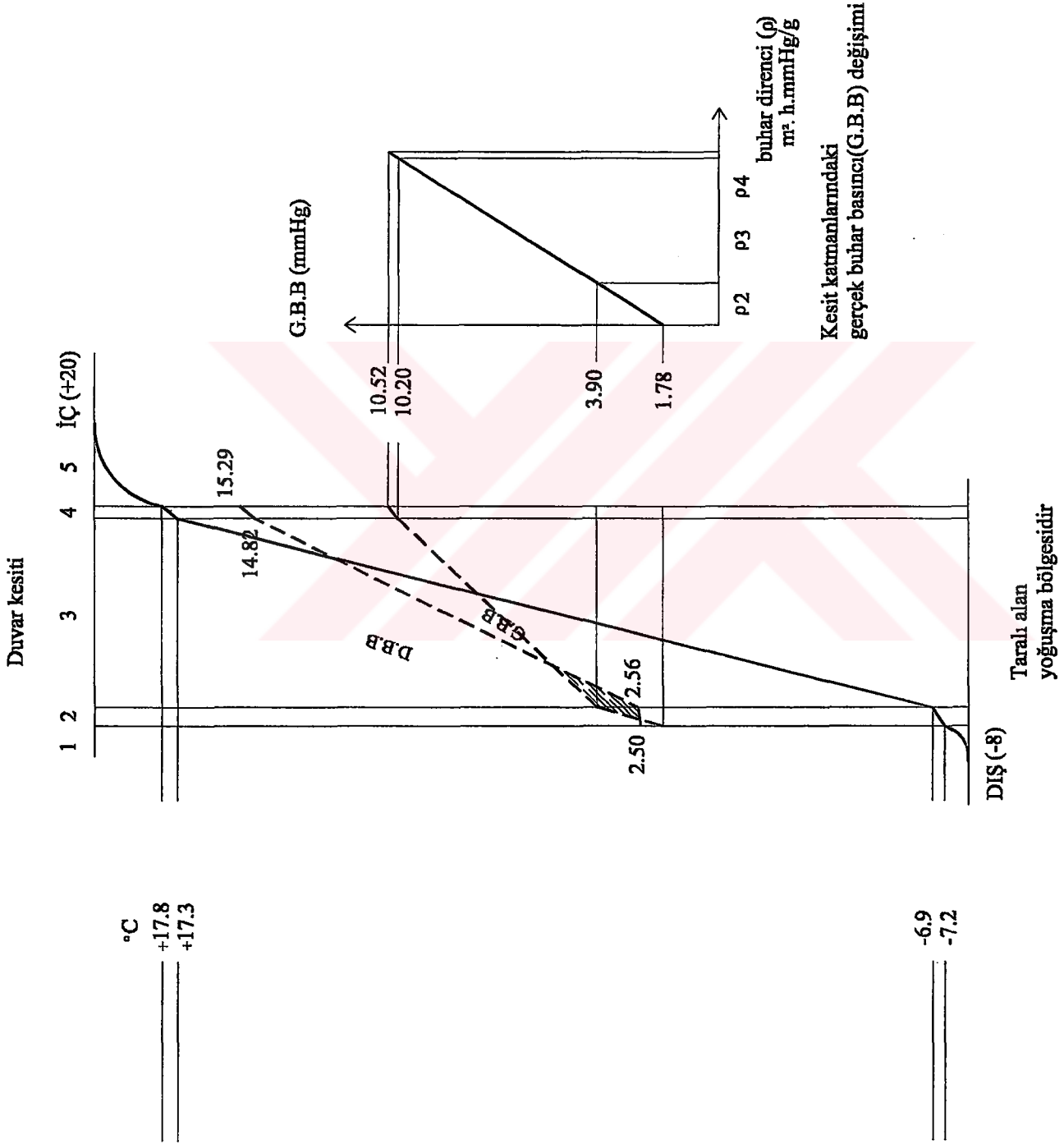
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü

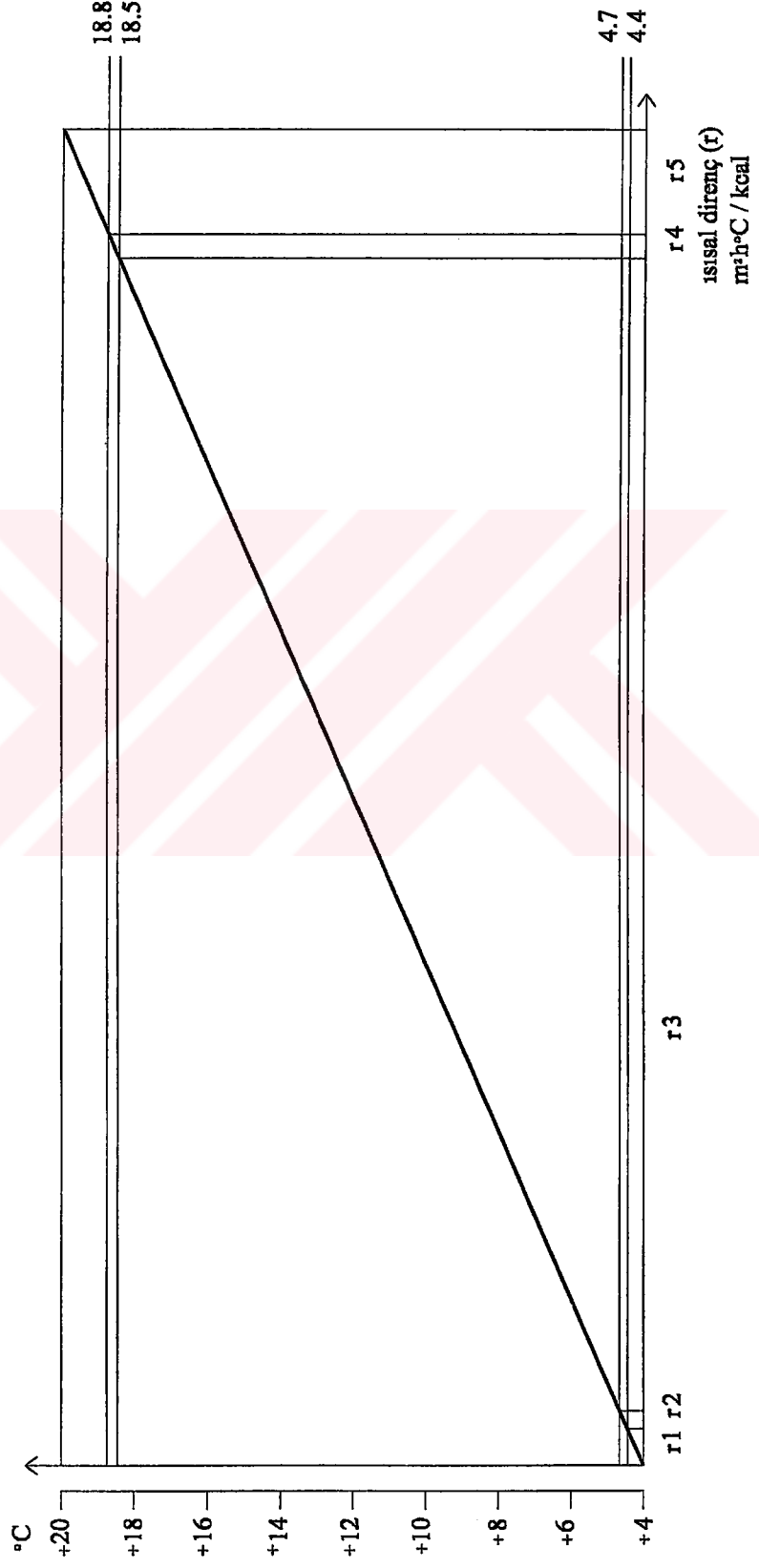


Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü

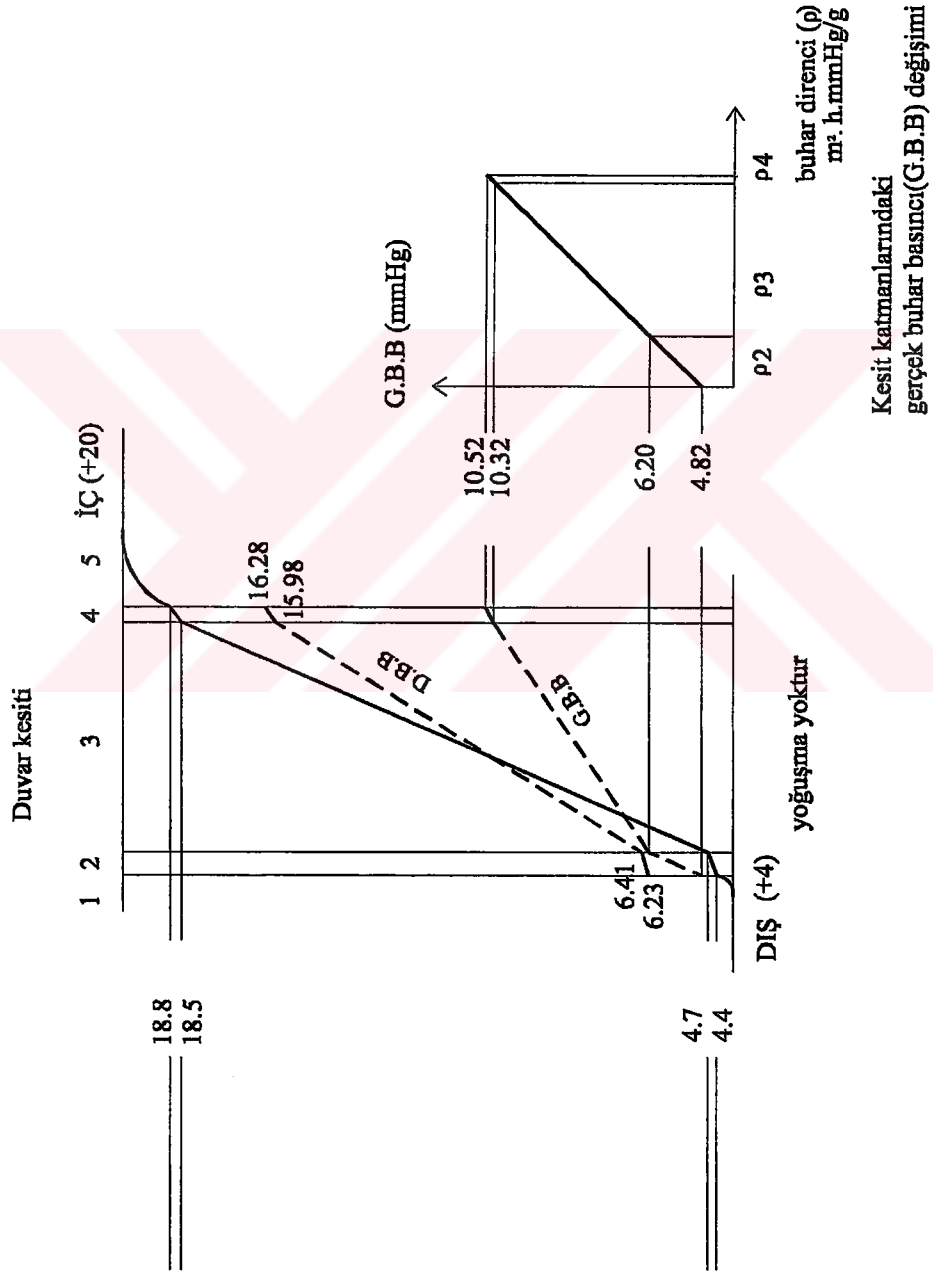


Erzurum Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü



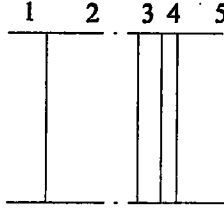


İstanbul Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 2) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No3) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Beton panel, 12 cm  
3 Poliüretan sert köpük, 3cm  
4 Çimento sıvası, 2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Beton panel	1,80	0,12	r2=0,067
3	Isı yalıtımı	0,03	0,03	r3=1,000
4	Çimentosıvası	1.20	0,02	r4=0,017
5	1/h : 1/7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.277 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.783 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \text{ (}\Theta \text{ Konfor Değeri } \leq \pm 3^\circ\text{C)}$$

$$= 0.112 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	1.1	18.9
Diyarbakır	2	20	2.0	18
Erzurum	-8	20	3.1	16.9
İstanbul	4	20	1.8	18.2

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

## Kesit (No3) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21			
1	10.4	9.46			
2	10.9	9.78	0,12	0.003	$\rho_2=40.00$
3	18.7	16.18	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18.9	16.38	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53			

Diyarbakır yöresi için

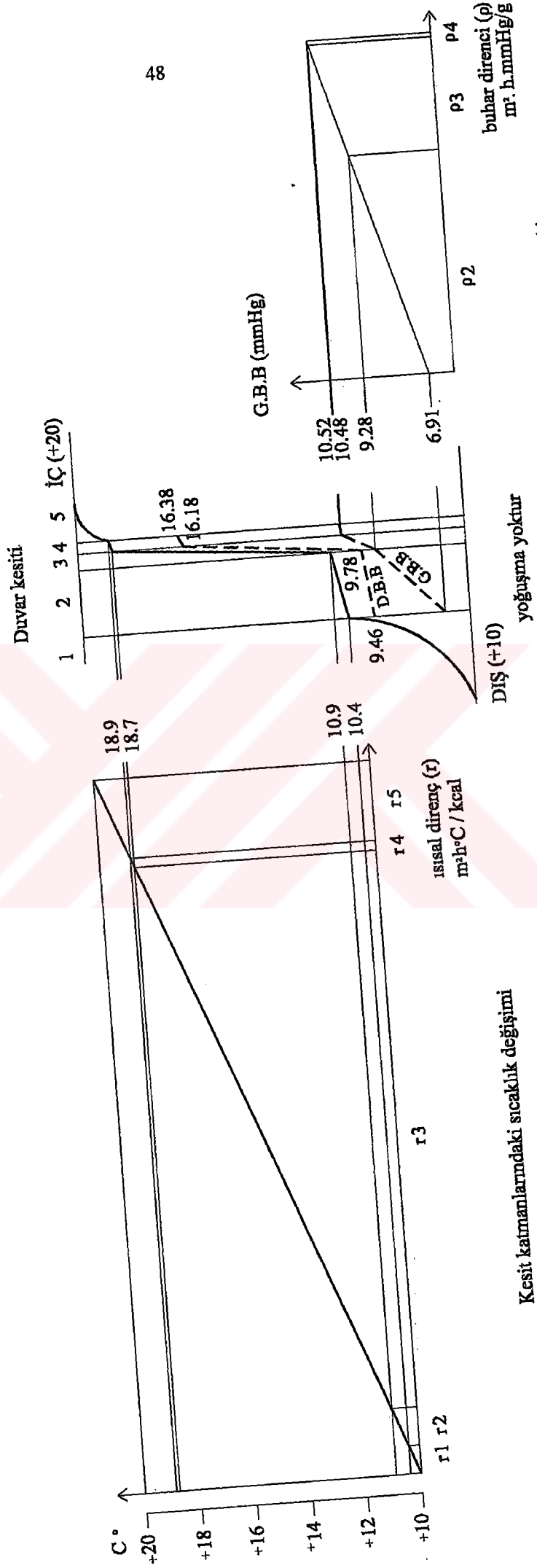
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29			
1	2.7	5.57			
2	3.7	5.98	0,12	0.003	$\rho_2=40.00$
3	17.7	15.20	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18	15.48	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53			

Erzurum yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33			
1	-6.9	2.56			
2	-5.4	2.91	0,12	0.003	$\rho_2=40.00$
3	16.5	14.08	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	16.9	14.44	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53			

İstanbul yöresi için

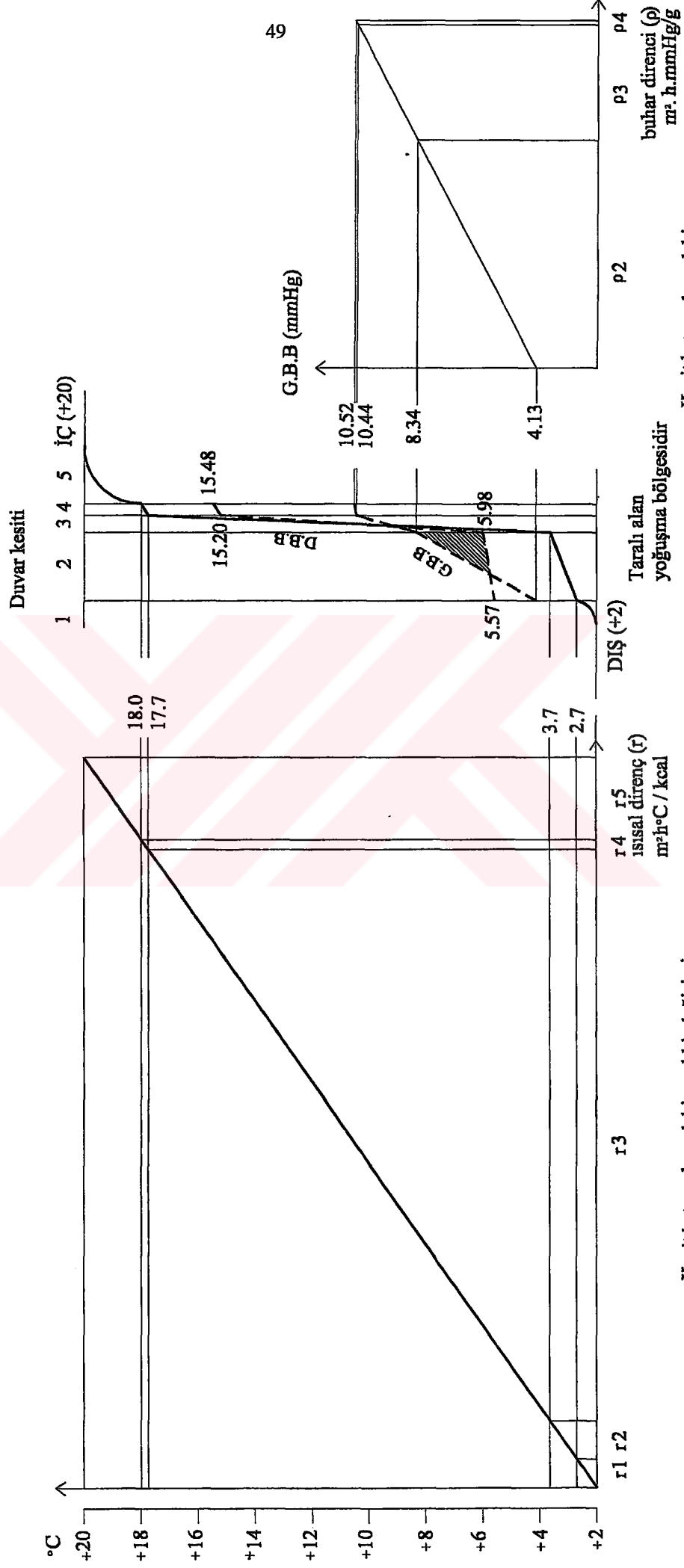
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10			
1	4.6	6.36			
2	5.5	6.78	0,12	0.003	$\rho_2=40.00$
3	18	15.48	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18.2	15.68	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53			



Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi

Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değişimi

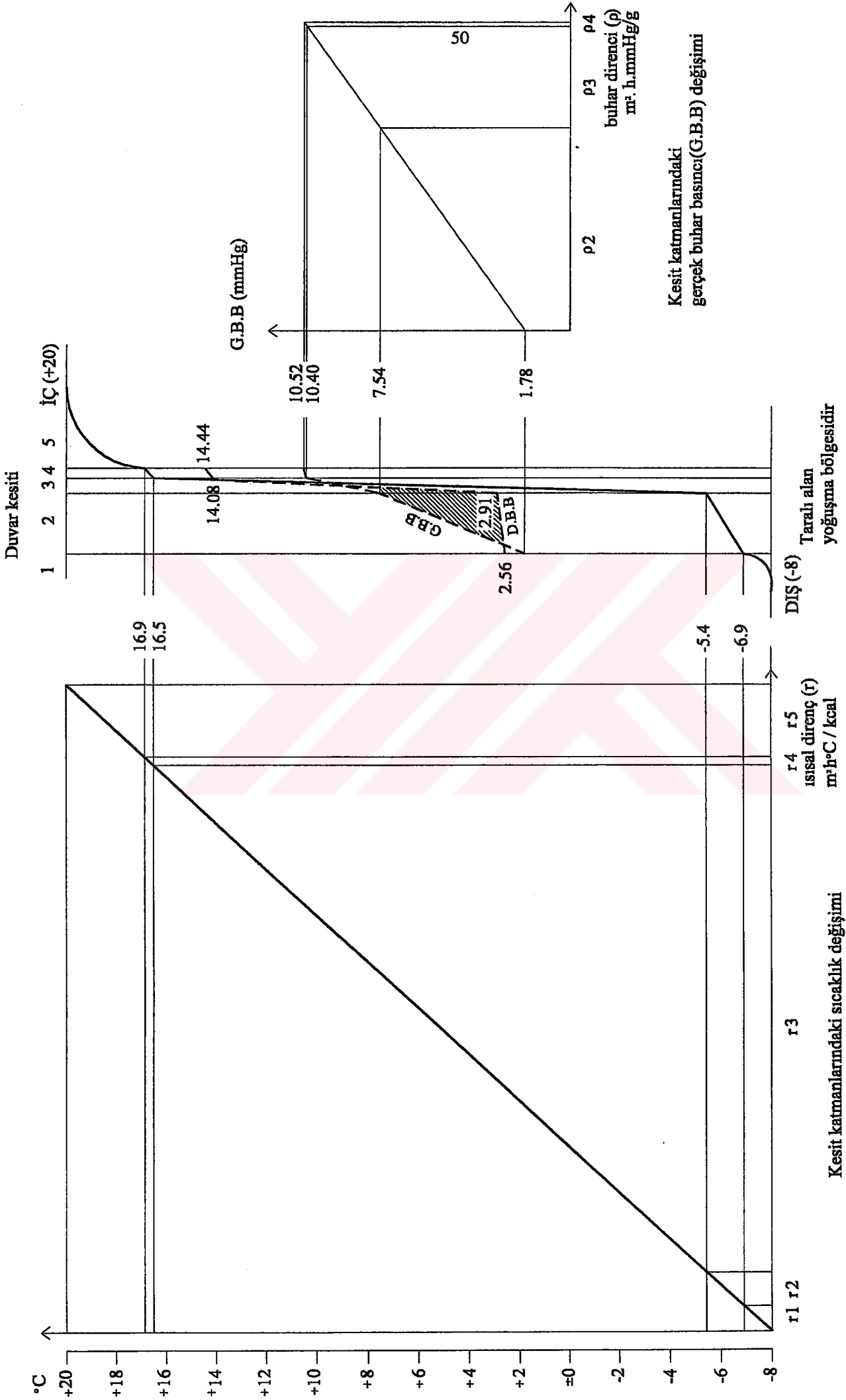
Antalya Yöresine ait Kesit (No 3) için Yoğuşma Kontrolü

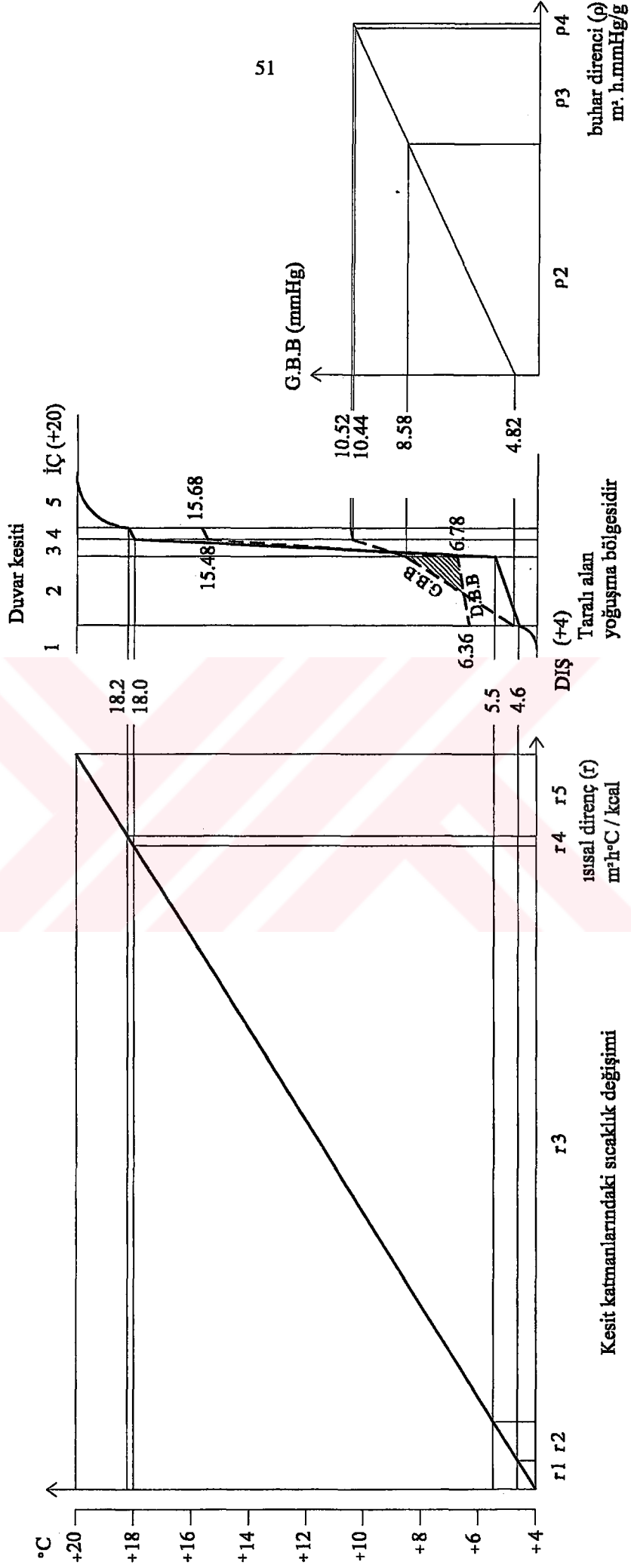


Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değışimi

Kesit katmanlarındaki sıcaklık değışimi

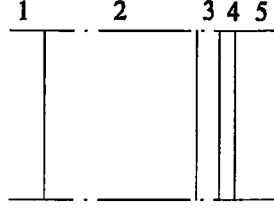
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 3) için Yoğuşma Kontrolü





İstanbul Yöresine ait Kesit (No3) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No4) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Beton panel, 20cm
- 3 Poliüretan sert köpük, 3cm
- 4 Çimento sıvası, 2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Beton panel	1,80	0,20	r2=0,111
3	Isı yalıtımı	0,03	0,03	r3=1,000
4	Çimentosıvası	1.20	0,02	r4=0,017
5	1/h : 1/ 7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.321 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.757 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.108 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	1.1	18.9
<b>Diyarbakır</b>	2	20	1.9	18.1
<b>Erzurum</b>	-8	20	3.0	17.0
<b>İstanbul</b>	4	20	1.7	18.3

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

İYS : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No4) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.4	9.46	—	—	—
2	11.2	9.91	0,20	0.003	$\rho_2=66.67$
3	18.8	16.28	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18.9	16.38	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

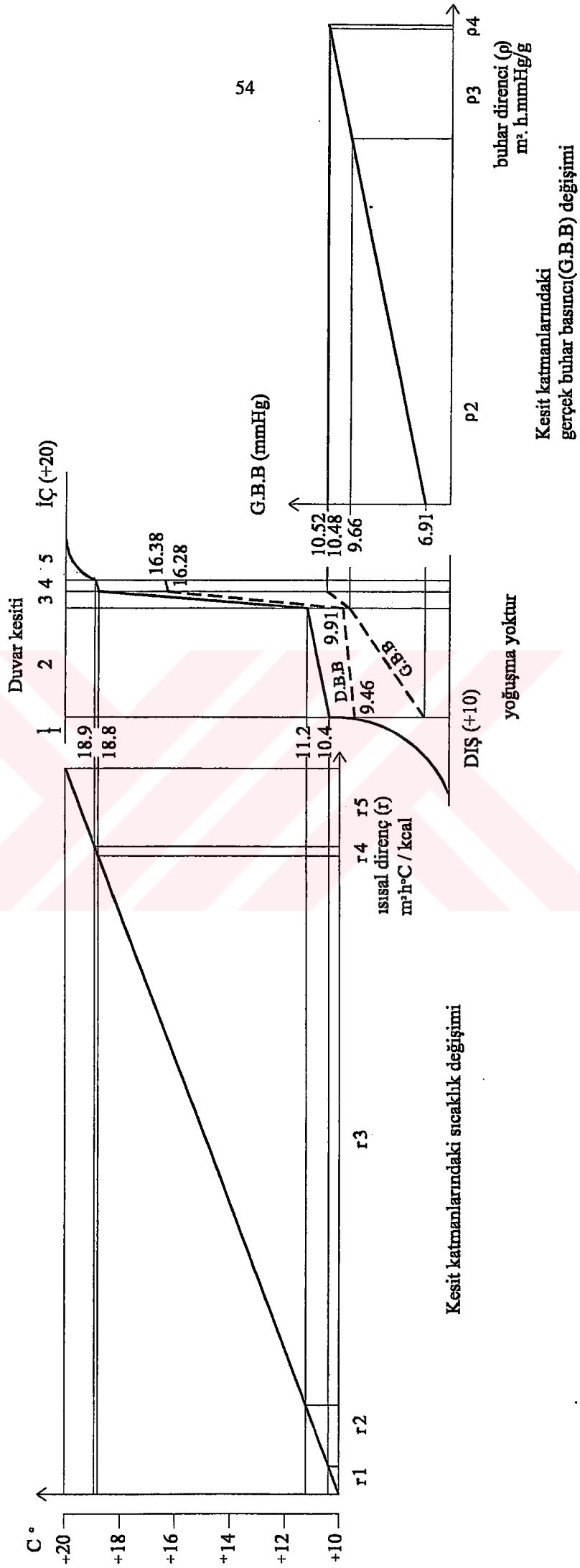
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.7	5.57	—	—	—
2	4.2	6.19	0,20	0.003	$\rho_2=66.67$
3	17.8	15.29	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18.1	15.58	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53	—	—	—

Erzurum yöresi için

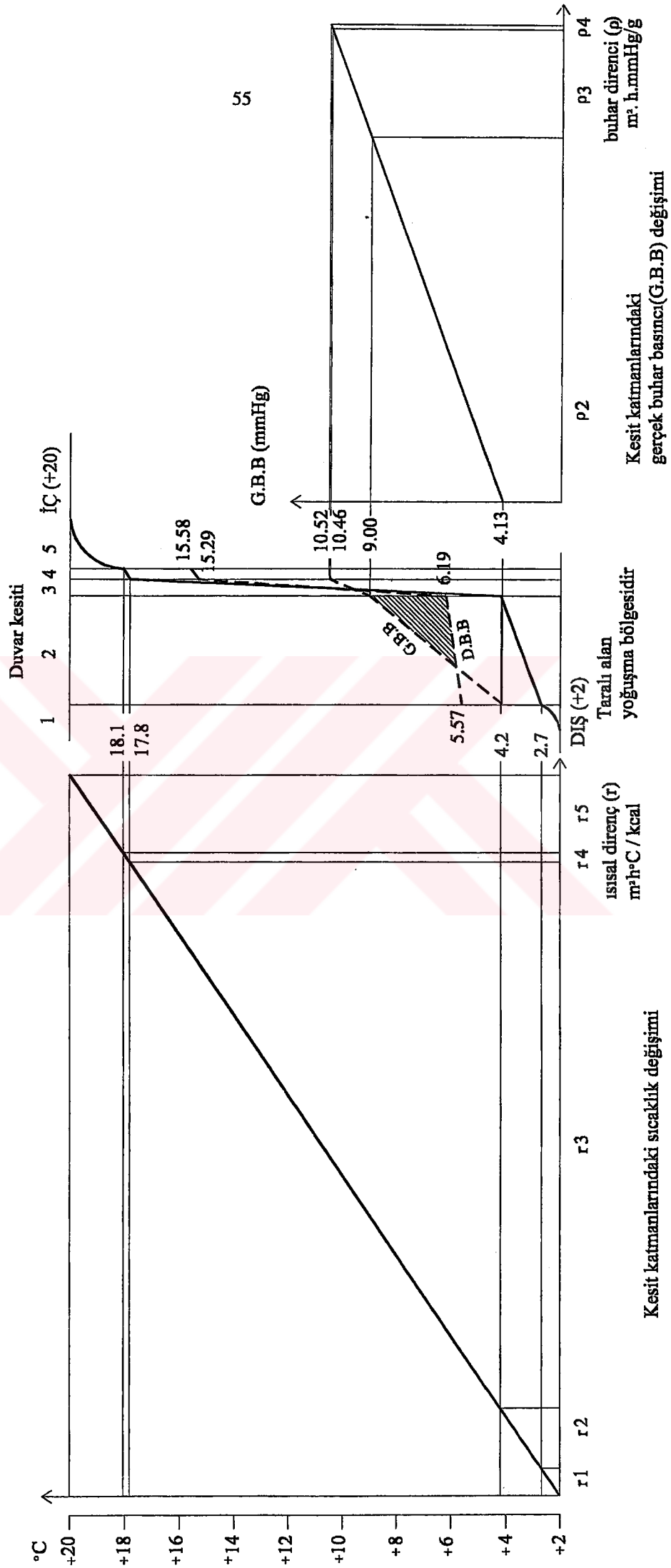
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-6.9	2.56	—	—	—
2	-4.6	3.12	0,20	0.003	$\rho_2=66.67$
3	16.6	14.17	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	17.0	14.53	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

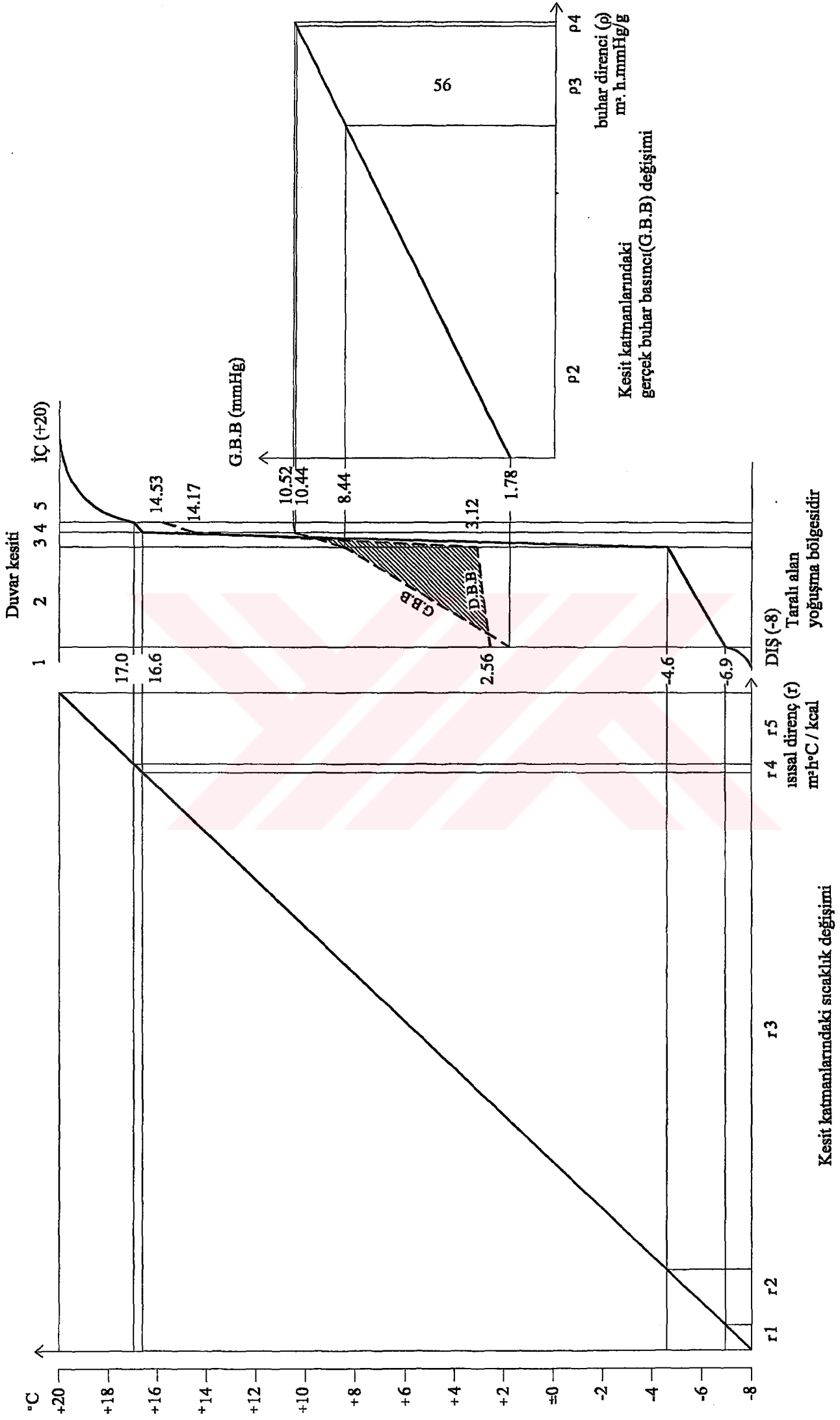
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.6	6.36	—	—	—
2	6.0	7.01	0,20	0.003	$\rho_2=66.67$
3	18.1	15.58	0,03	0.0014	$\rho_3=20.00$
4	18.3	15.78	0,02	0.0045	$\rho_4=0,80$
İç	20	17,53	—	—	—



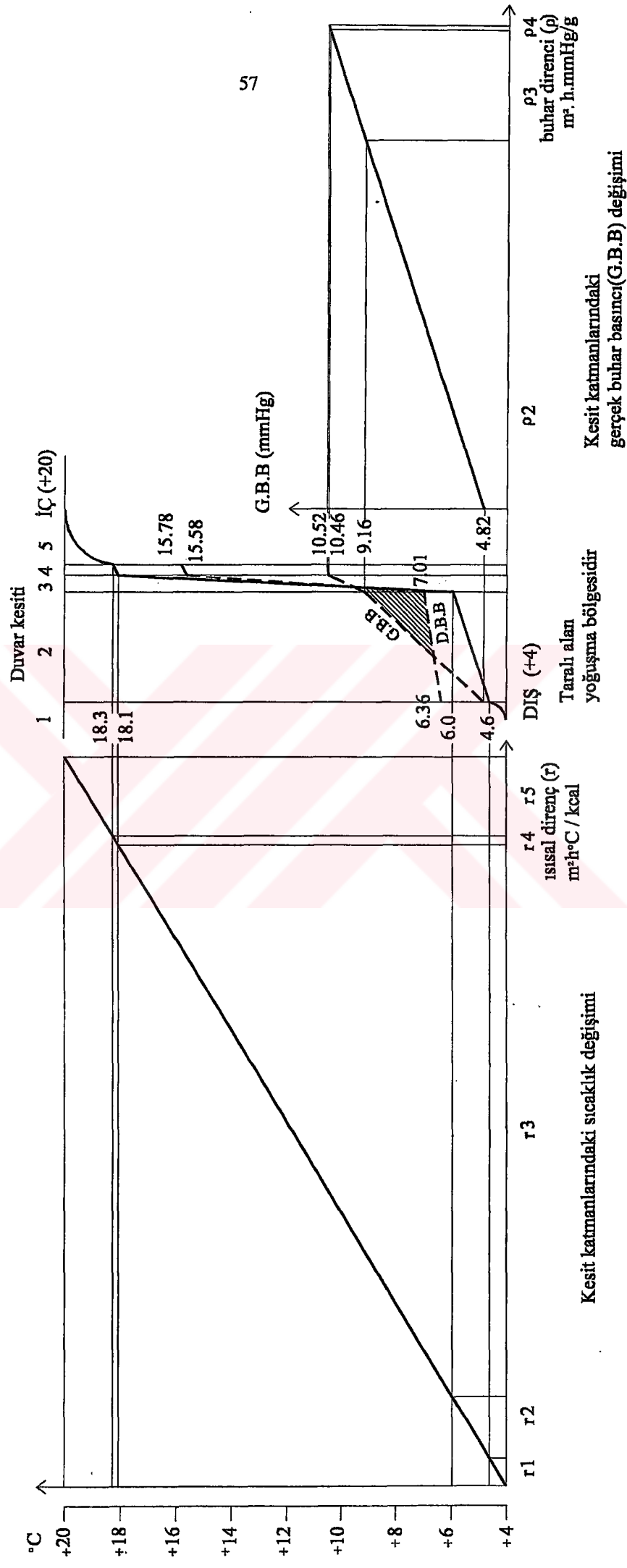
Antalya Yöresine ait Kesit (No 4) için Yoğuşma Kontrolü



Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 4) için Yoğuşma Kontrolü

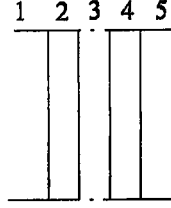


Erzurum Yöresine ait Kesit (No 4) için Yoğuşma Kontrolü



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 4) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 5) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Beton katman, 4cm  
3 Poliüretan sert köpük, 4cm  
4 Beton katman, 4cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Beton katman	1,50	0,04	r2=0,027
3	Isı yalıtımı	0,03	0,04	r3=1,333
4	Beton katman	1,50	0,04	r4=0,027
5	1/h : 1/7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.580 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal} \quad R^{**} = R - R.\%30 = 1.106$$

$$K = 1/R^{**} = 0.904 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.129 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait  $\Theta$ ' ve  $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	$\dot{I}S$ (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	1.3	18.7
<b>Diyarbakır</b>	2	20	2.3	17.7
<b>Erzurum</b>	-8	20	3.6	16.4
<b>İstanbul</b>	4	20	2.1	17.9

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : ısısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

$\dot{I}S$  : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

\*\* Bakınız Bölüm 3.3.1 c1

## Kesit (No5) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.3	9.40	—	—	—
2	10.5	9.53	0.04	0.003	$\rho_2=13.33$
3	18.9	16.38	0.04	0.0014	$\rho_3=28.57$
4	19.1	16.59	0.04	0.003	$\rho_4=13.33$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

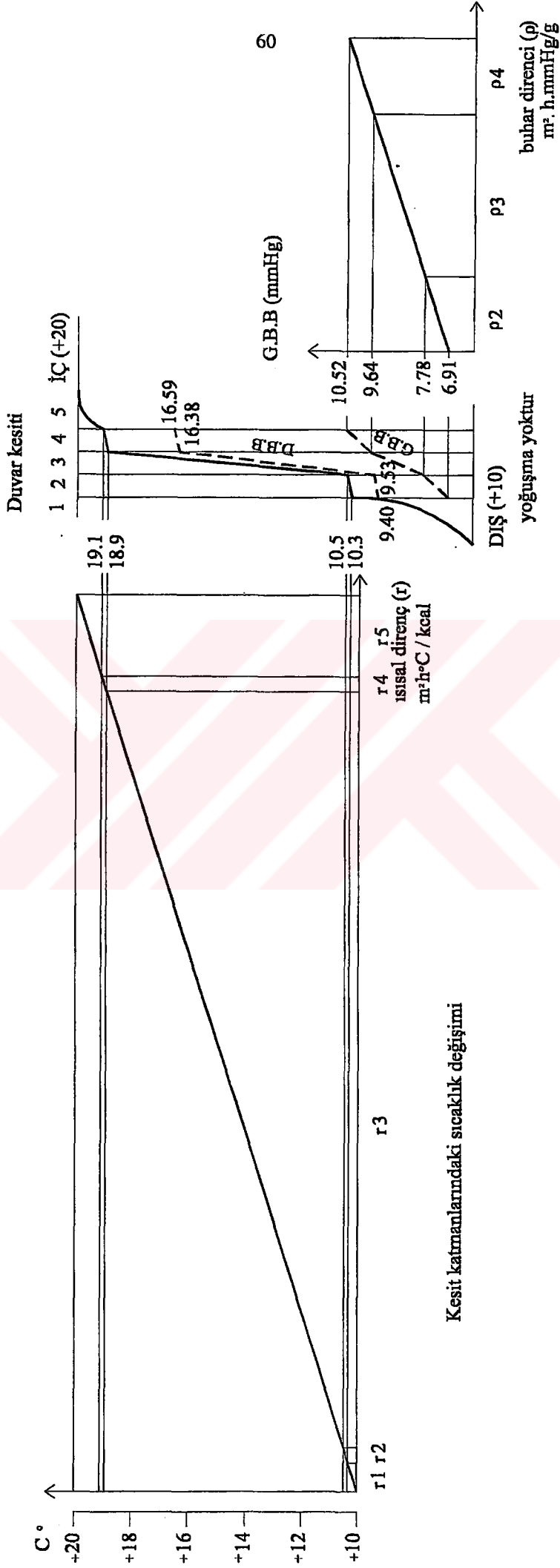
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.6	5.53	—	—	—
2	2.9	5.65	0.04	0.003	$\rho_2=13.33$
3	18.1	15.58	0.04	0.0014	$\rho_3=28.57$
4	18.4	15.88	0.04	0.003	$\rho_4=13.33$
İç	20	17,53	—	—	—

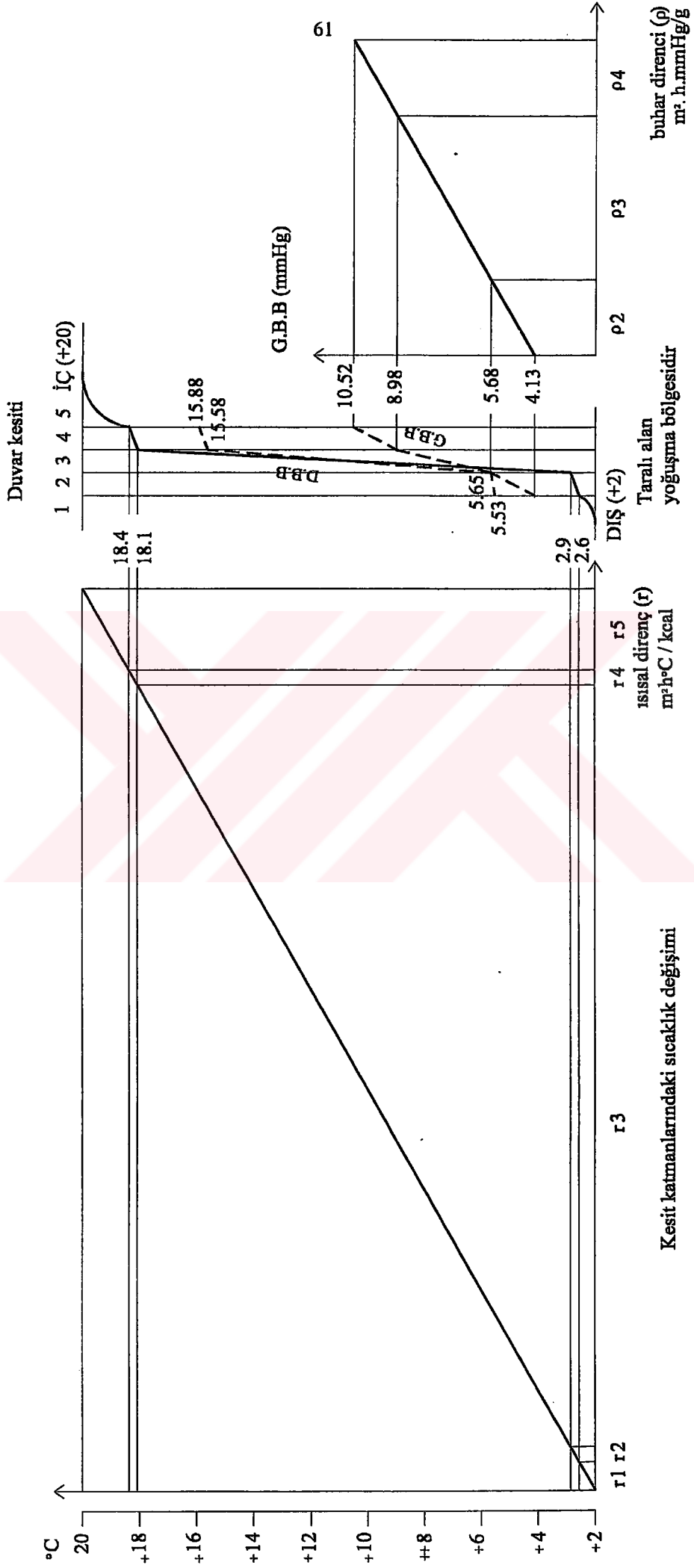
Erzurum yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-7.1	2.52	—	—	—
2	-6.6	2.63	0.04	0.003	$\rho_2=13.33$
3	17.0	14.53	0.04	0.0014	$\rho_3=28.57$
4	17.5	15.00	0.04	0.003	$\rho_4=13.33$
İç	20	17,53	—	—	—

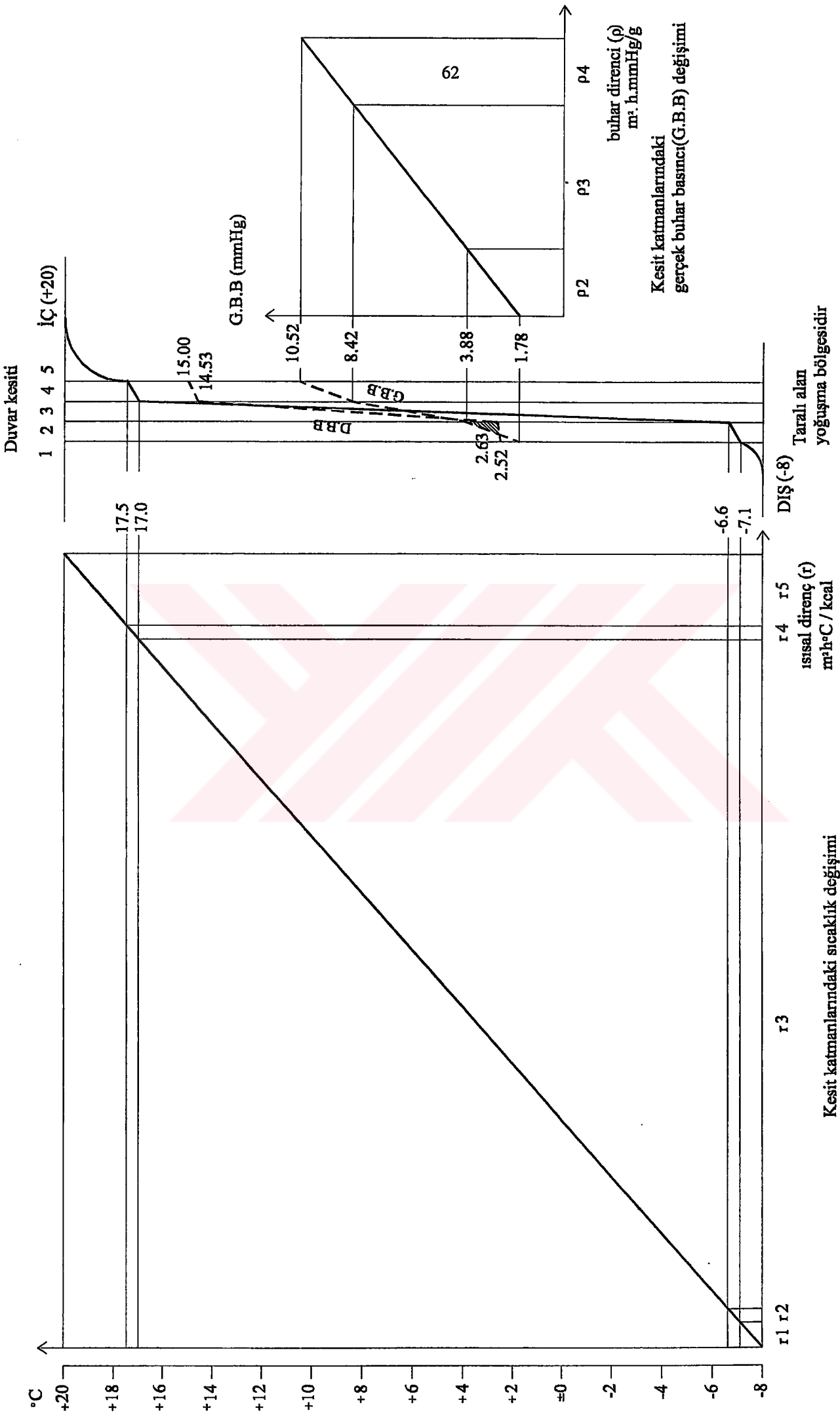
İstanbul yöresi için

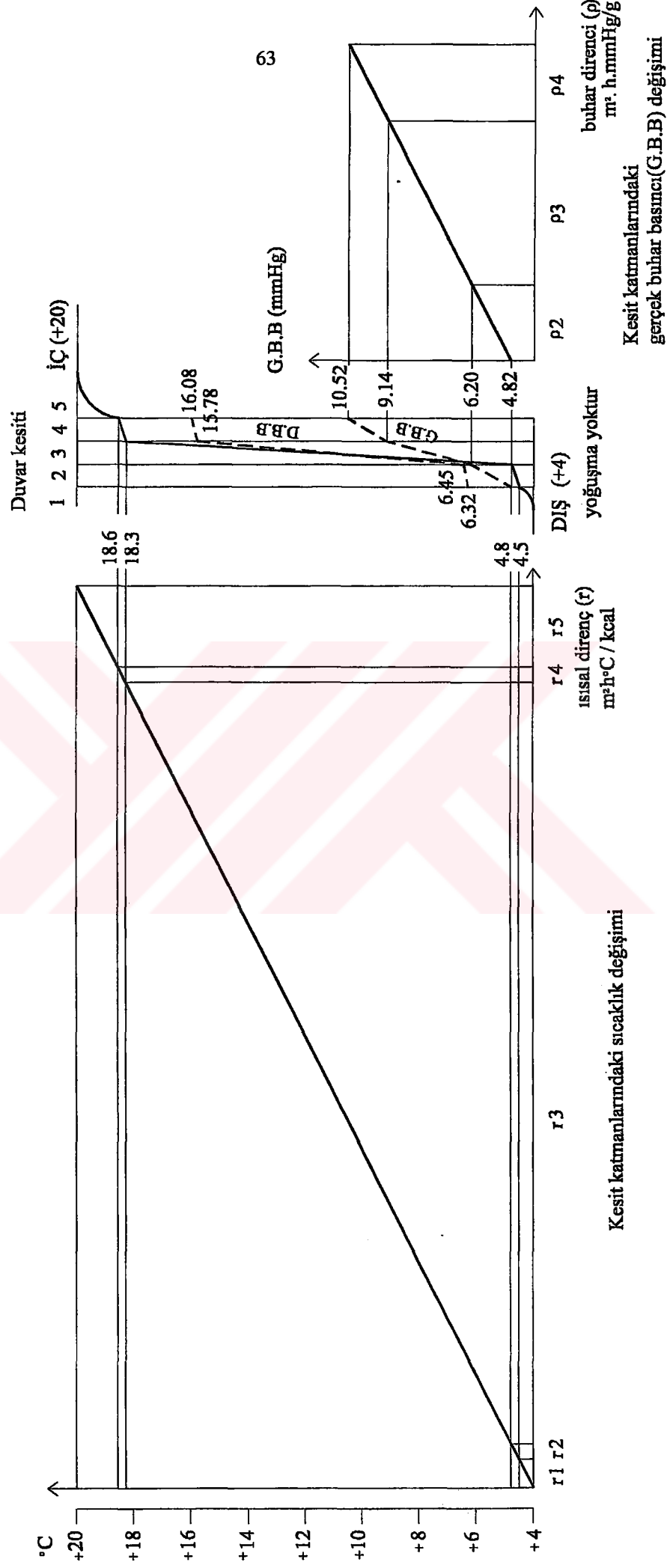
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.5	6.32	—	—	—
2	4.8	6.45	0.04	0.003	$\rho_2=13.33$
3	18.3	15.78	0.04	0.0014	$\rho_3=28.57$
4	18.6	16.08	0.04	0.003	$\rho_4=13.33$
İç	20	17,53	—	—	—





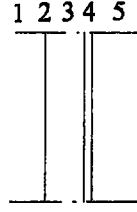
Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değişimi





İstanbul Yöresine ait Kesit (No 5) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 6) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Trapez oluklu  
galvanize sac, 0.55mm  
3 Cam yünü , 5cm  
4 Betopan (çimentolu lif levha), 1cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h <sub>dış</sub> : 1/20	20	—	0,050
2	Galvanize sac	35	0,00055	r <sub>2</sub> =0.000
3	Isı yalıtımı	0,035	0,05	r <sub>3</sub> =1,430
4	Betopan	0.24	0,01	r <sub>4</sub> =0,042
5	1/h <sub>iç</sub> : 1/ 7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.665 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$$

$$K = 1/R = 0.601 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.086 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait 'Θ' ve 'İYS' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	Θ (°C)	İYS (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	0.9	19.1
<b>Diyarbakır</b>	2	20	1.5	18.5
<b>Erzurum</b>	-8	20	2.4	17.6
<b>İstanbul</b>	4	20	1.4	18.6

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

İYS : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No 6) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.3	9.40	—	—	—
2	—	—	0.00055	0	$\rho_2 = \infty$
3	18.9	16.38	0.05	0.032	$\rho_3 = 1.56$
4	19.1	16.59	0.01	0.0015	$\rho_4 = 6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

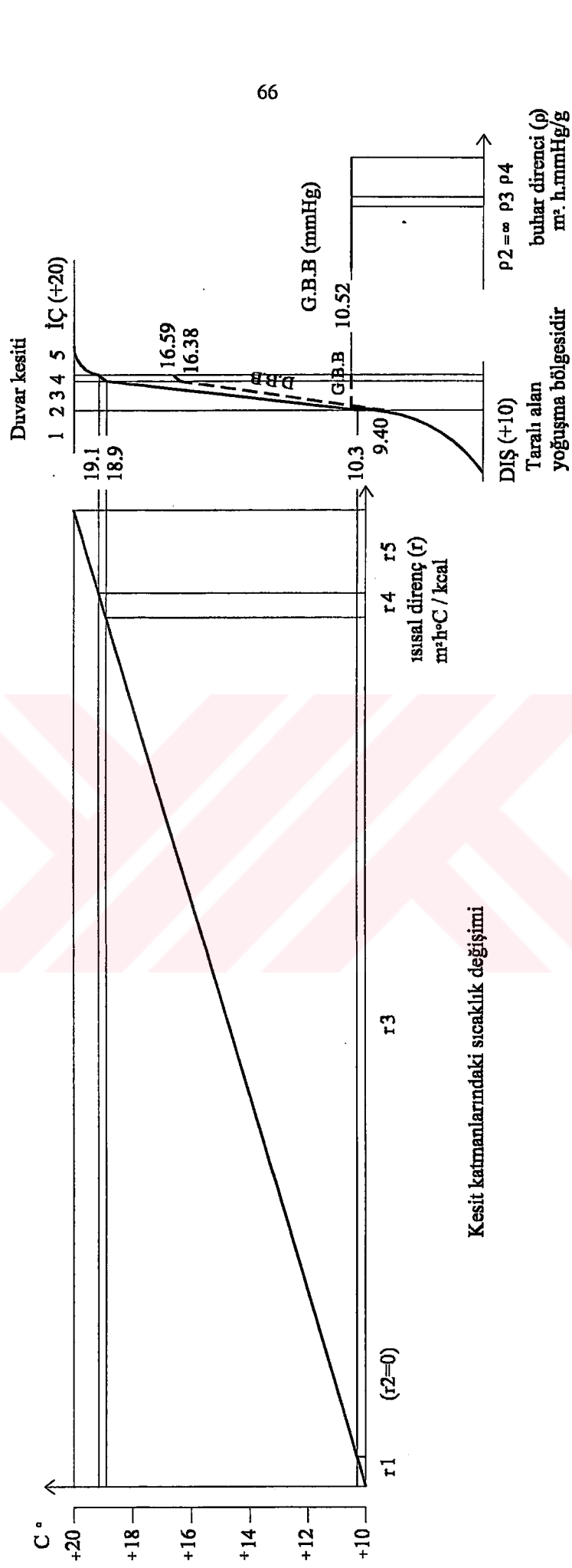
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.5	5.49	—	—	—
2	—	—	0.00055	0	$\rho_2 = \infty$
3	18.0	15.48	0.05	0.032	$\rho_3 = 1.56$
4	18.5	15.98	0.01	0.0015	$\rho_4 = 6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

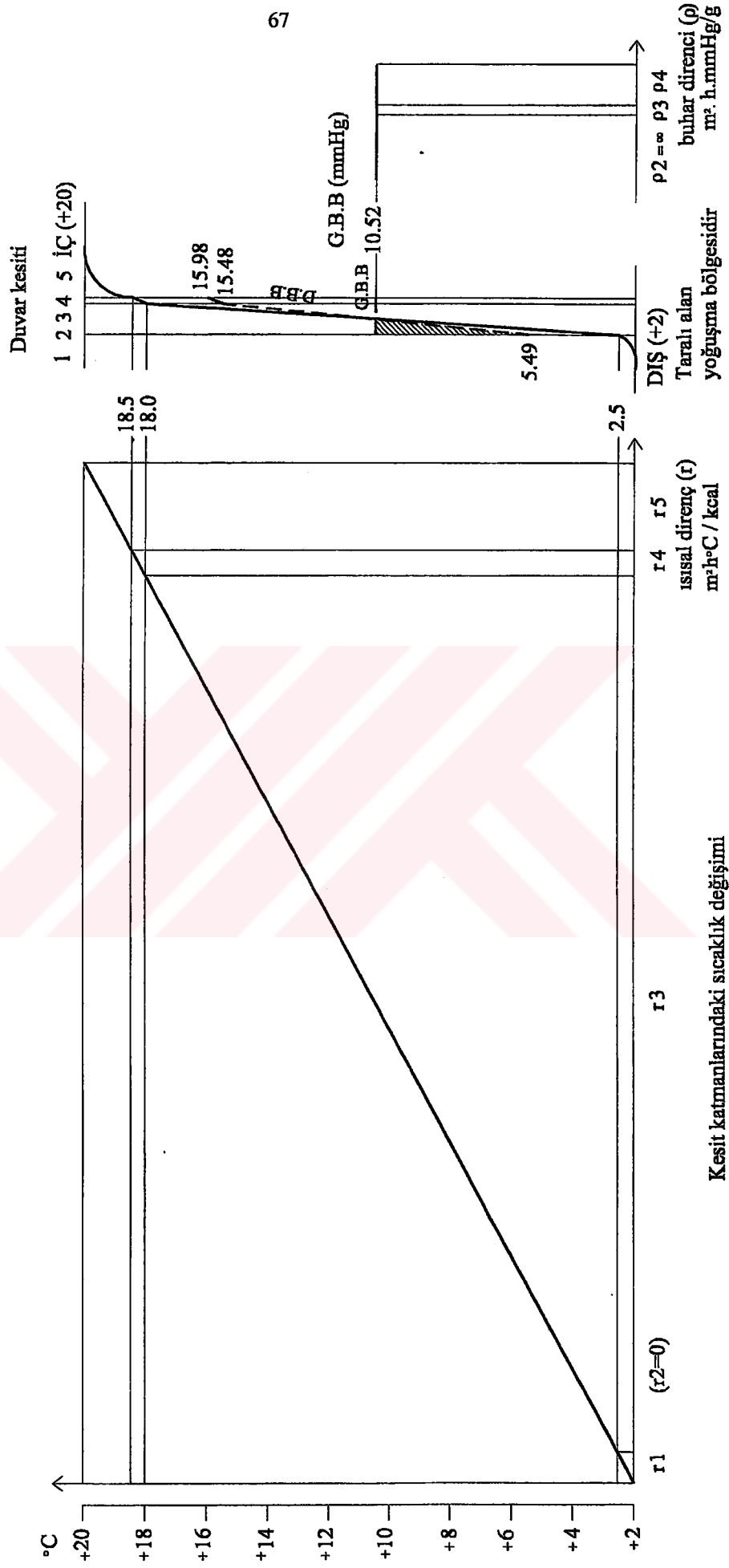
Erzurum yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-7.2	2.50	—	—	—
2	—	—	0.00055	0	$\rho_2 = \infty$
3	16.9	14.44	0.05	0.032	$\rho_3 = 1.56$
4	17.6	15.10	0.01	0.0015	$\rho_4 = 6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

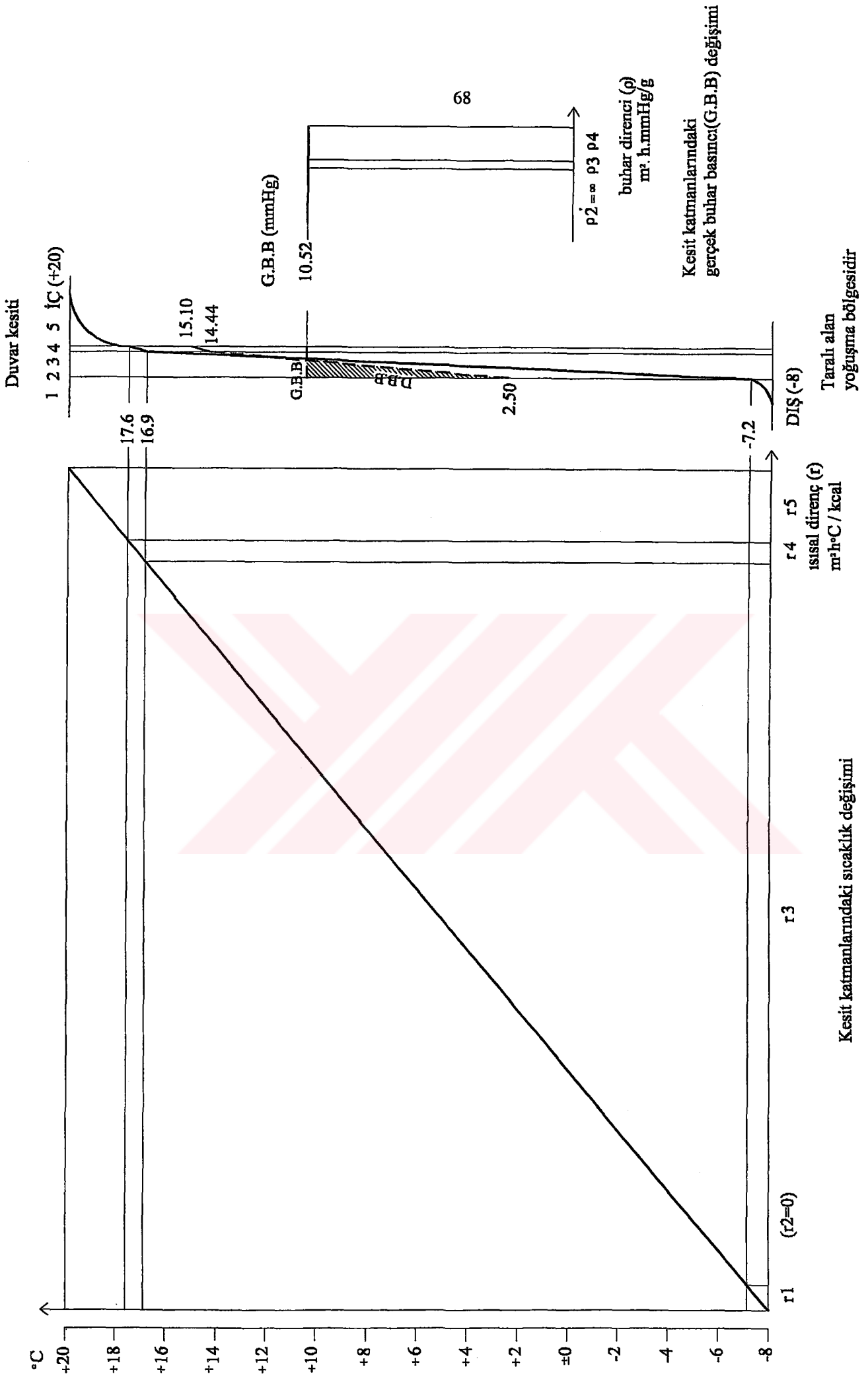
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.5	6.32	—	—	—
2	—	—	0.00055	0	$\rho_2 = \infty$
3	18.2	15.68	0.05	0.032	$\rho_3 = 1.56$
4	18.6	16.08	0.01	0.0015	$\rho_4 = 6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

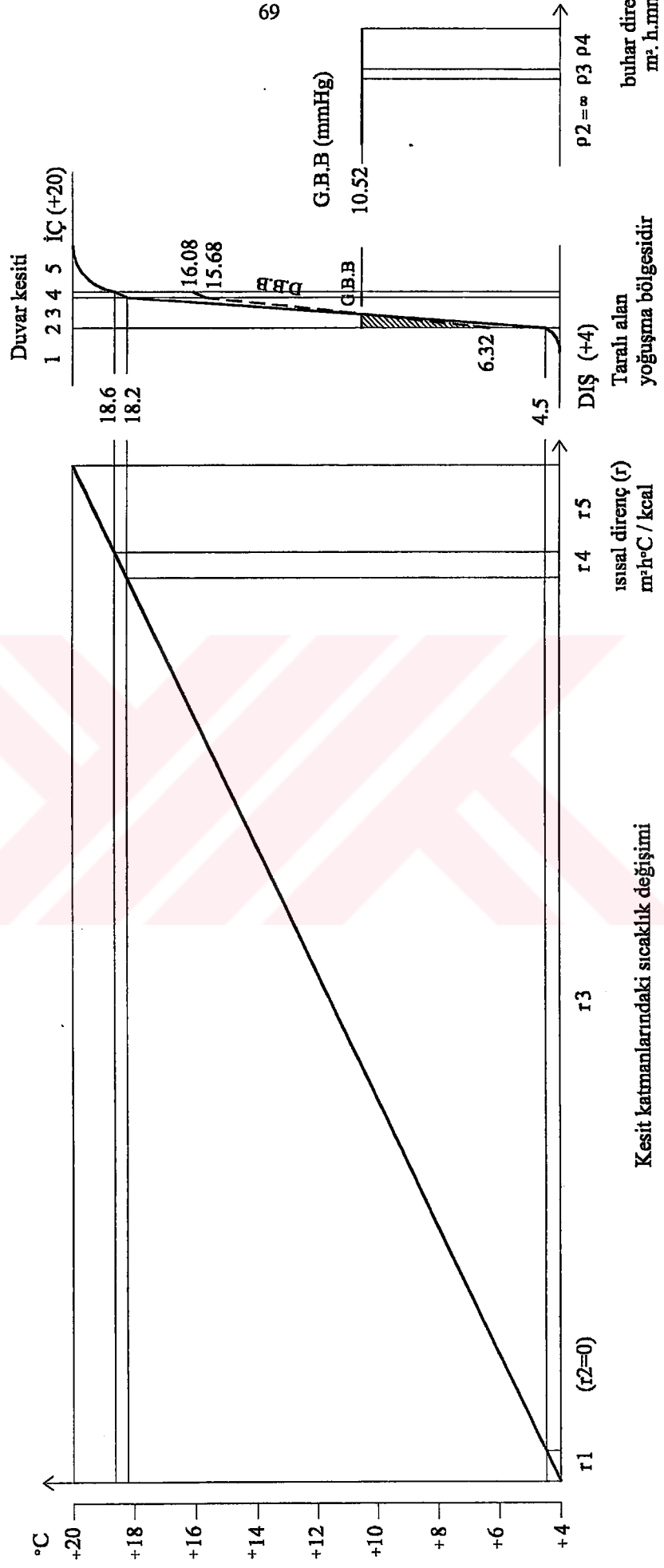




Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değişir

Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 6) için Yoğuşma Kontrolü

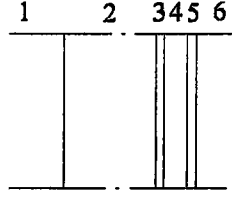




Kesit katmanlarındaki  
gerçek buhar basıncı(G.B.B) değişimi

İstanbul Yöresine ait Kesit (No 6) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 7) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Beton panel, 12cm  
 3 Hava boşluğu, 1cm  
 4 Polistren sert köpük, 3cm  
 5 Alçıpan, 1.2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/hdış : 1/20	20	—	0,050
2	Beton panel	1.80	0.12	r2=0.067
3	Hava boşluğu	0.07	0.01	r3=0.143
4	Isı yalıtımı	0.034	0.03	r4=0.882
5	Alçıpan	0.18	0.012	r5=0.067
6	1/h iç : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.352 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.740 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri } \cong \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.106 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	1.1	18.9
Diyarbakır	2	20	1.9	18.1
Erzurum	-8	20	3.0	17.0
İstanbul	4	20	1.7	18.3

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No 7) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.3	9.40	—	—	—
2	10.9	9.78	0.12	0.003	r2=40.00
3	11.9	10.45	0.01	0.085	r3=0.12
4	18.4	15.88	0.03	0.0014	r4=21.43
5	18.9	16.38	0,012	0,02	r5=0,60
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / P$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5.29	—	—	—
1	2.7	5.57	—	—	—
2	3.6	6.00	0.12	0.003	r2=40.00
3	5.5	6.78	0.01	0.085	r3=0.12
4	17.2	14.72	0.03	0.0014	r4=21.43
5	18.1	15.58	0,012	0,02	r5=0,60
İç	20	17,53	—	—	—

### Kesit (No 7) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

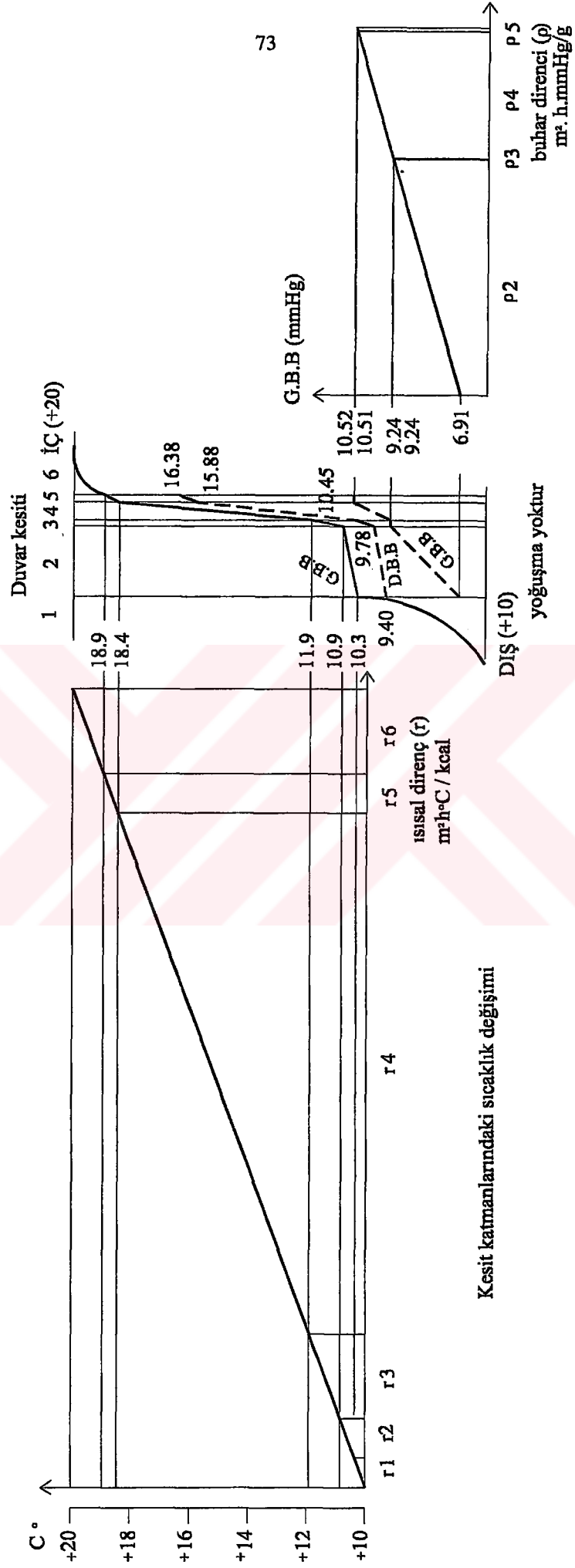
Erzurum yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

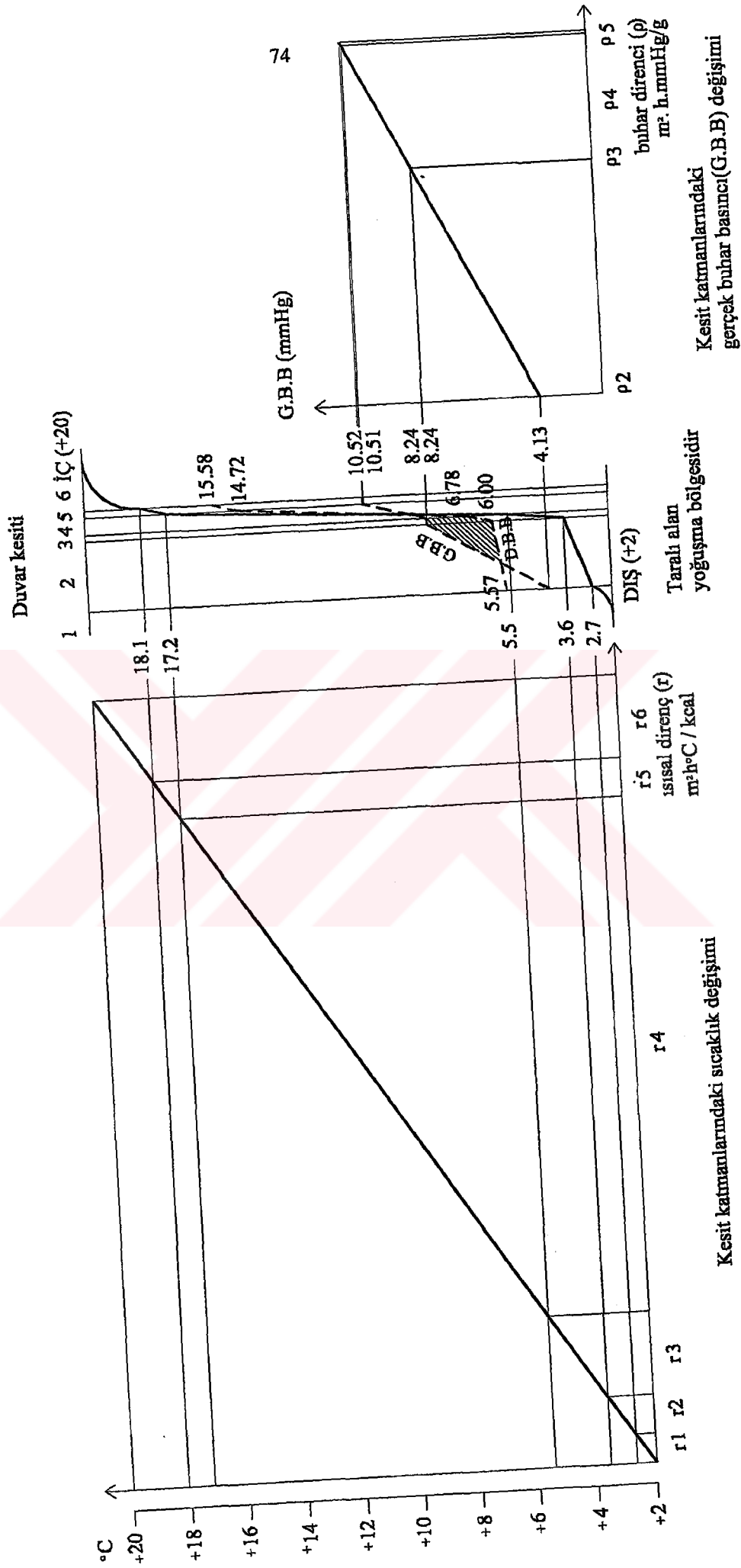
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / P$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2.33	—	—	—
1	-7.0	2.54	—	—	—
2	-5.6	2.86	0.12	0.003	r2=40.00
3	-2.6	3.69	0.01	0.085	r3=0.12
4	15.7	13.38	0.03	0.0014	r4=21.43
5	17.0	14.53	0,012	0,02	r5=0,60
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

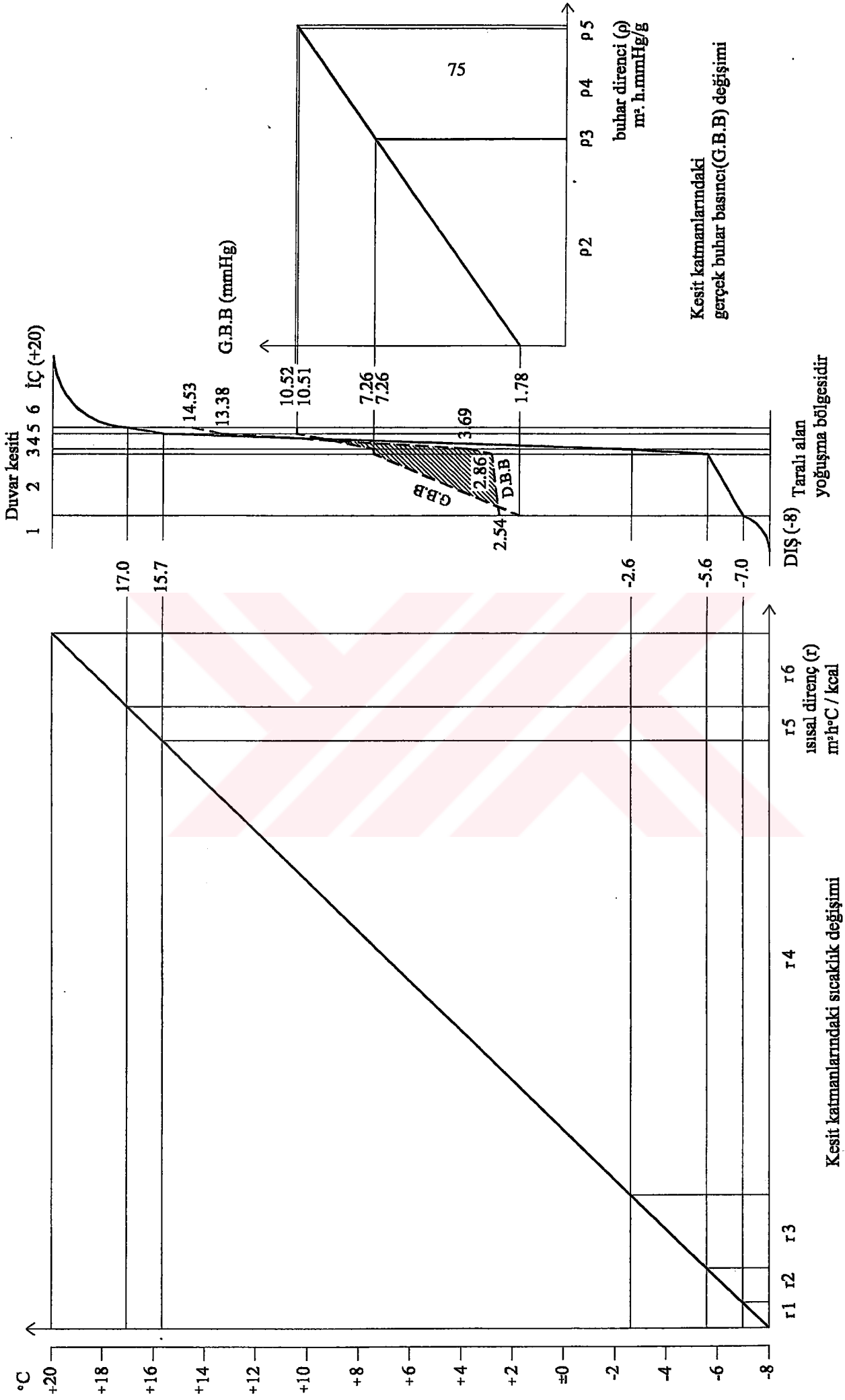
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / P$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6.10	—	—	—
1	4.6	6.36	—	—	—
2	5.4	6.73	0.12	0.003	r2=40.00
3	7.1	7.56	0.01	0.085	r3=0.12
4	17.5	15.00	0.03	0.0014	r4=21.43
5	18.3	15.78	0,012	0,02	r5=0,60
İç	20	17,53	—	—	—



Antalya Yöresine ait Kesit (No 7) için Yoğuşma Kontrolü



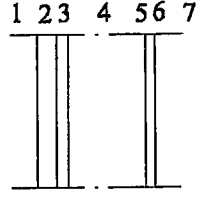
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 7) için Yoğuşma Kontrolü



Erzurum Yöresine ait Kesit (No 7) için Yoğuşma Kontrolü



### Kesit (No 8) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Ahşap lambri, 2.5cm
- 3 Su kontrplağı, 1.5cm
- 4 Cam yünü, 10cm
- 5 Buhar kesici
- 6 Alçıpan, 1.2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20	—	0,05
2	Ahşap lambri	0,17	0,025	r2=0,147
3	Su kontrplağı	0,13	0,015	r3=0,115
4	Cam yünü	0,035	0,10	r4=2,857
5	Buhar kesici	0.18	0.0005	r5=0.003
6	Alçıpan	0,18	0,012	r6=0,067
7	1/h : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + 1/h_{iç}$$

$$= 3.382 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.296 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.042 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	0.4	19.6
Diyarbakır	2	20	0.8	19.2
Erzurum	-8	20	1.2	18.8
İstanbul	4	20	0.7	19.3

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

## Kesit (No 8) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış 1	10	9,21	—	—	—
	10.1	9.27	—	—	—
2	10.6	9.59	0,025	0,0011	$\rho_2=22,73$
3	10.9	9.78	0,015	0,0007	$\rho_3=21,43$
4	19.4	16.90	0,10	0,032	$\rho_4=3,13$
5	19.6	17.11	0,0005	0,000	$\rho_5= \infty$
6	19.6	17.11	0,012	0,02	$\rho_6=0,60$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış 1	2	5.29	—	—	—
	2.3	5.41	—	—	—
2	3.0	5.69	0,025	0,0011	$\rho_2=22,73$
3	3.6	5.94	0,015	0,0007	$\rho_3=21,43$
4	18.9	16.38	0,10	0,032	$\rho_4=3,13$
5	19.2	16.69	0,0005	0,000	$\rho_5= \infty$
6	19.2	16.69	0,012	0,020	$\rho_6=0,6$
İç	20	17,53	—	—	—

### Kesit (No 8) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

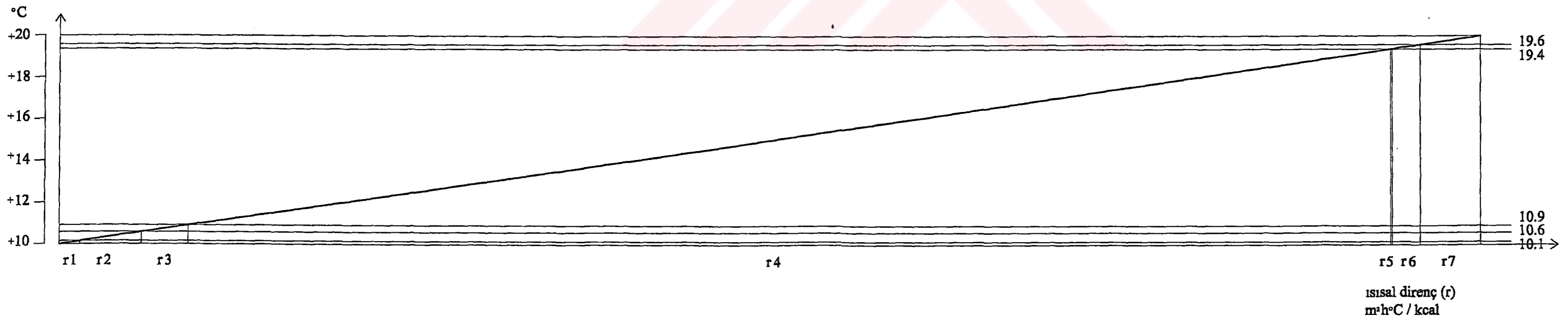
Erzurum yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2.33			
1	-7.6	2.41			
2	-6.4	2.67	0,025	0,0011	$\rho_2=22,73$
3	-5.4	2.91	0,015	0,0007	$\rho_3=21,43$
4	18.3	15.78	0,10	0,032	$\rho_4=3,13$
5	18.8	16.28	0,0005	0,000	$\rho_5=\infty$
6	18.8	16.28	0,012	0,02	$\rho_6=0,6$
İç	20	17,53			

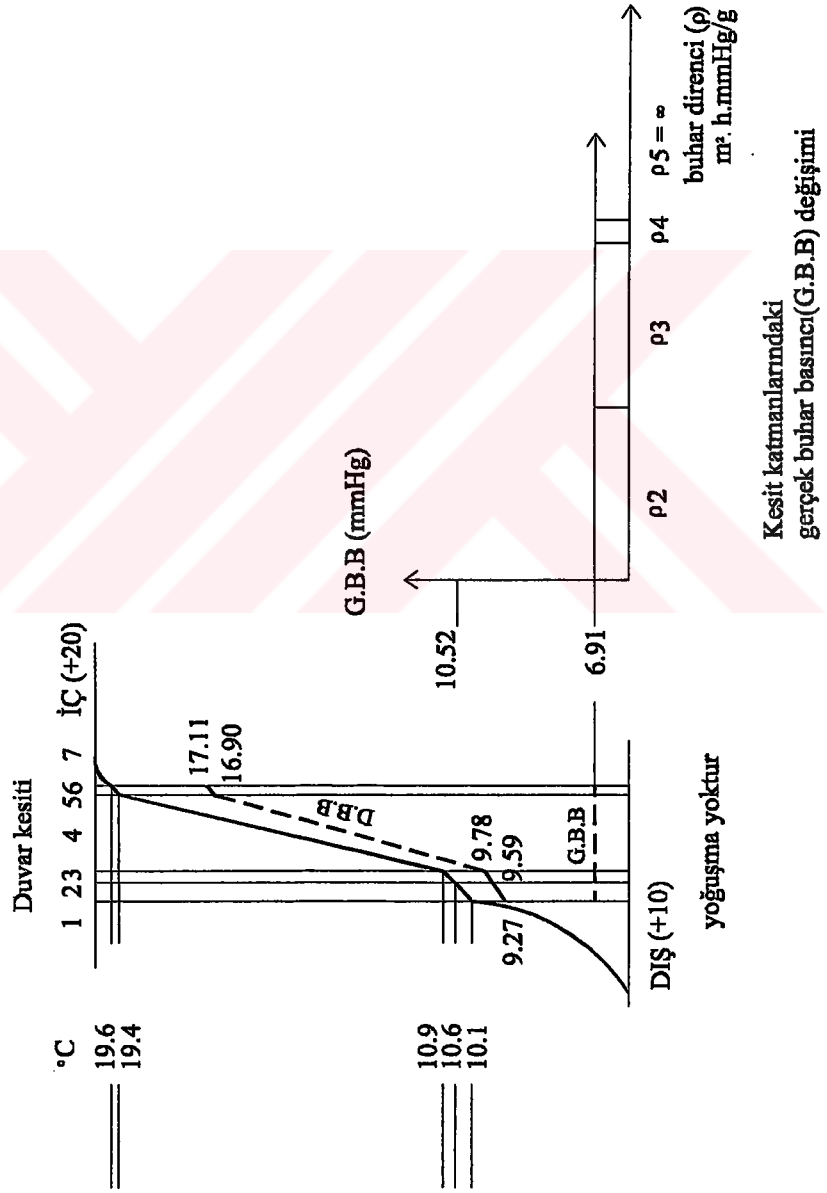
İstanbul yöresi için

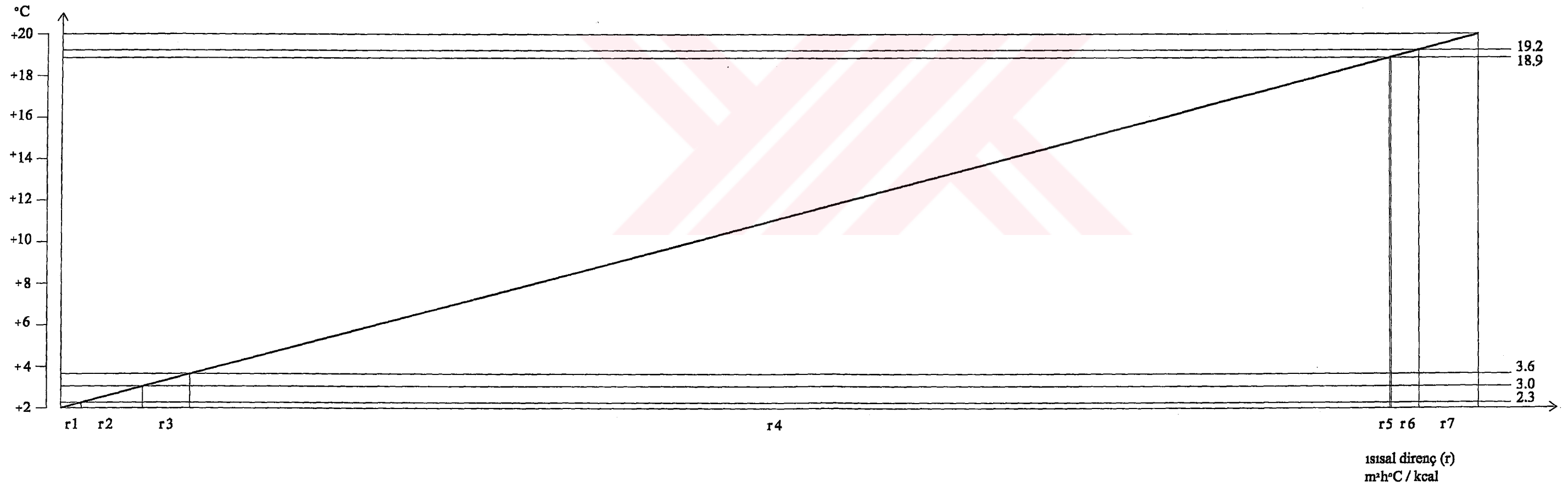
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6.10			
1	4.2	6.19			
2	4.9	6.50	0,025	0,0011	$\rho_2=22,73$
3	5.5	6.78	0,015	0,0007	$\rho_3=21,43$
4	19.0	16.48	0,10	0,032	$\rho_4=3,13$
5	19.3	16.80	0,0005	0,000	$\rho_5=\infty$
6	19.3	16.80	0,012	0,02	$\rho_6=0,6$
İç	20	17,53			



Antalya Yöresine ait Kesit (No 8) için Yoğuşma Kontrolü

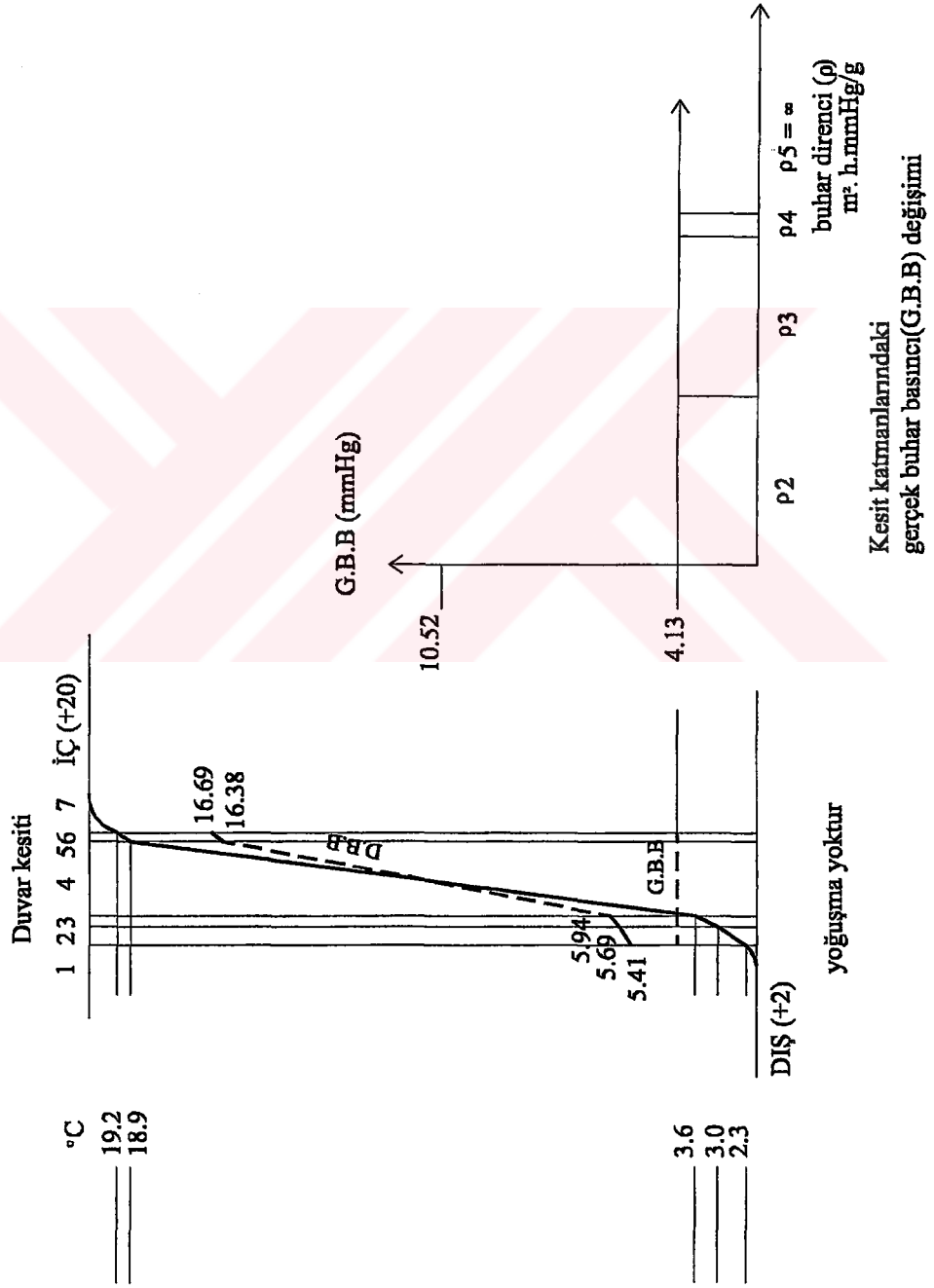
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

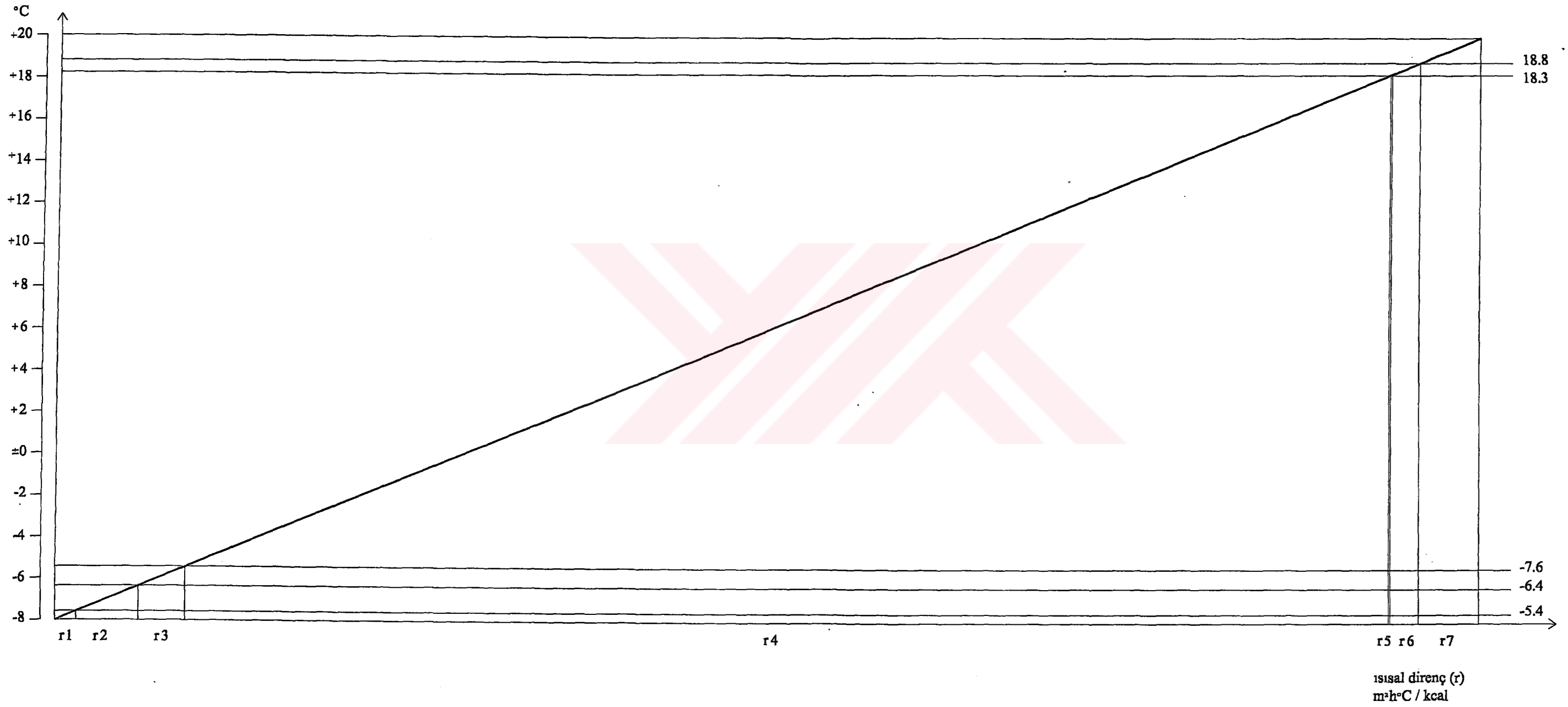


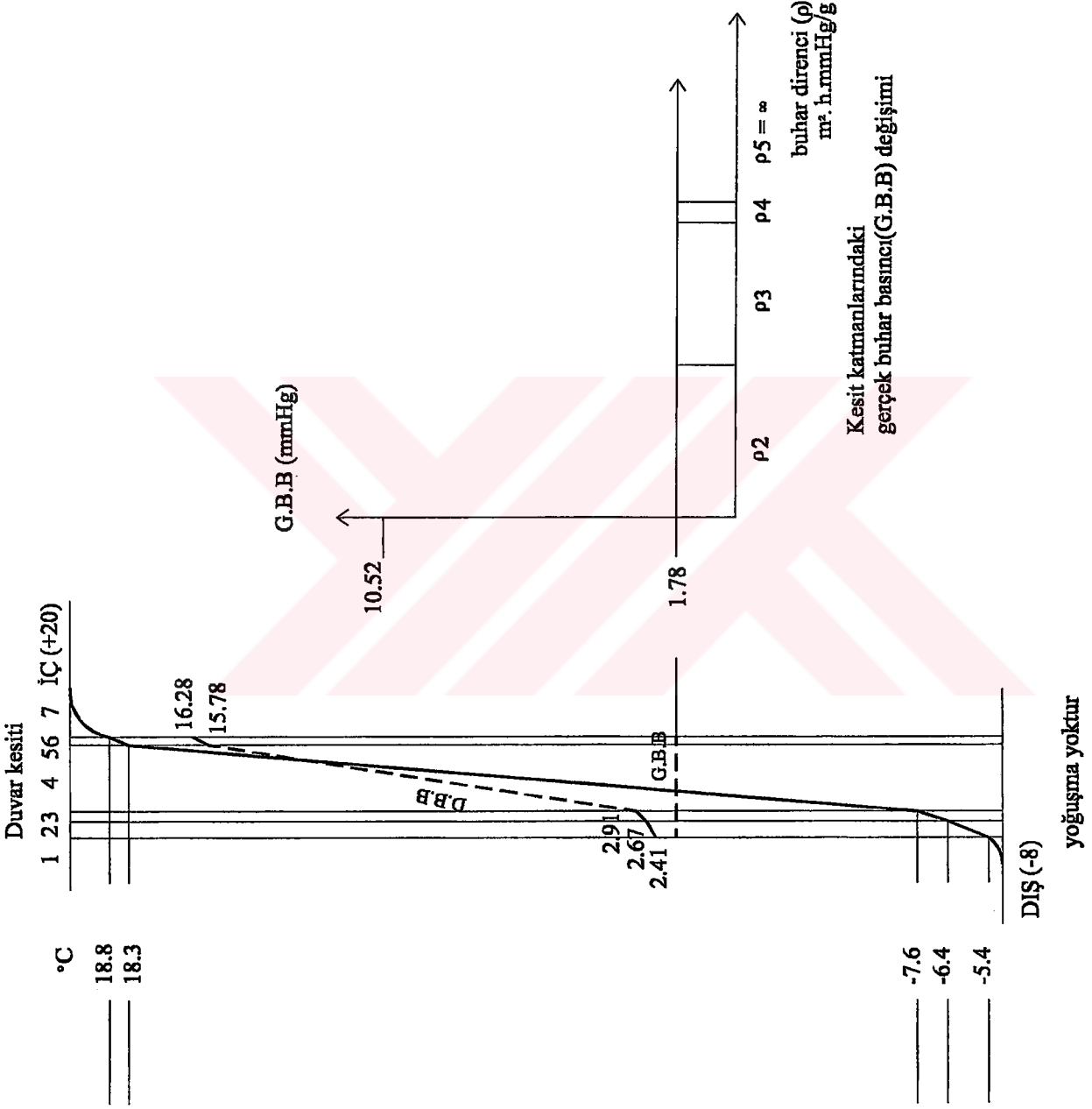


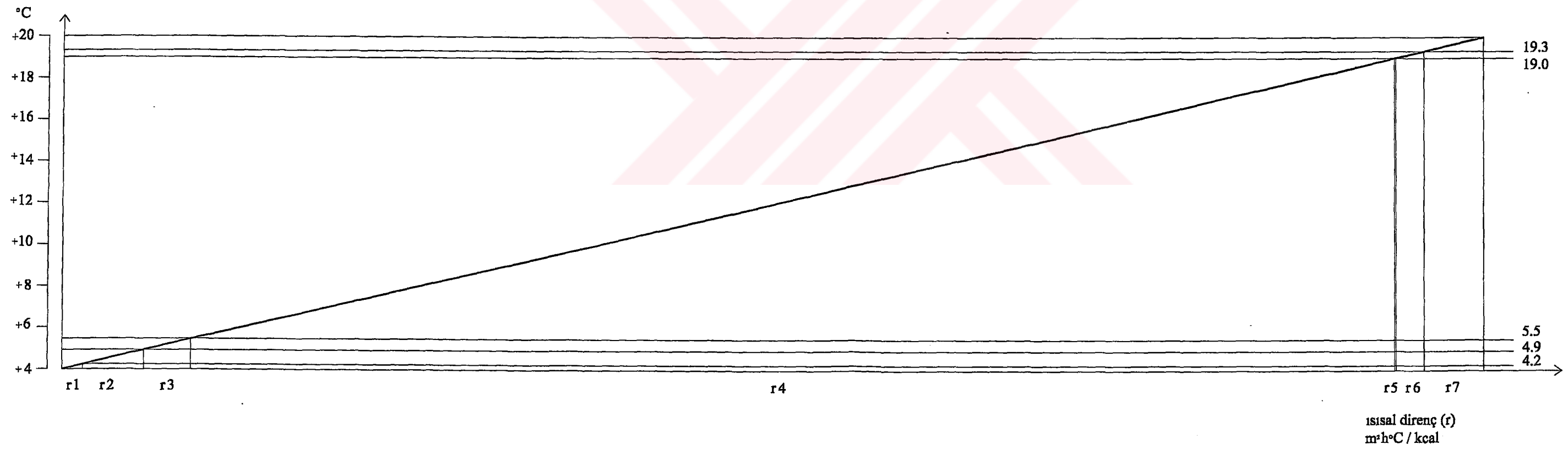
Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi

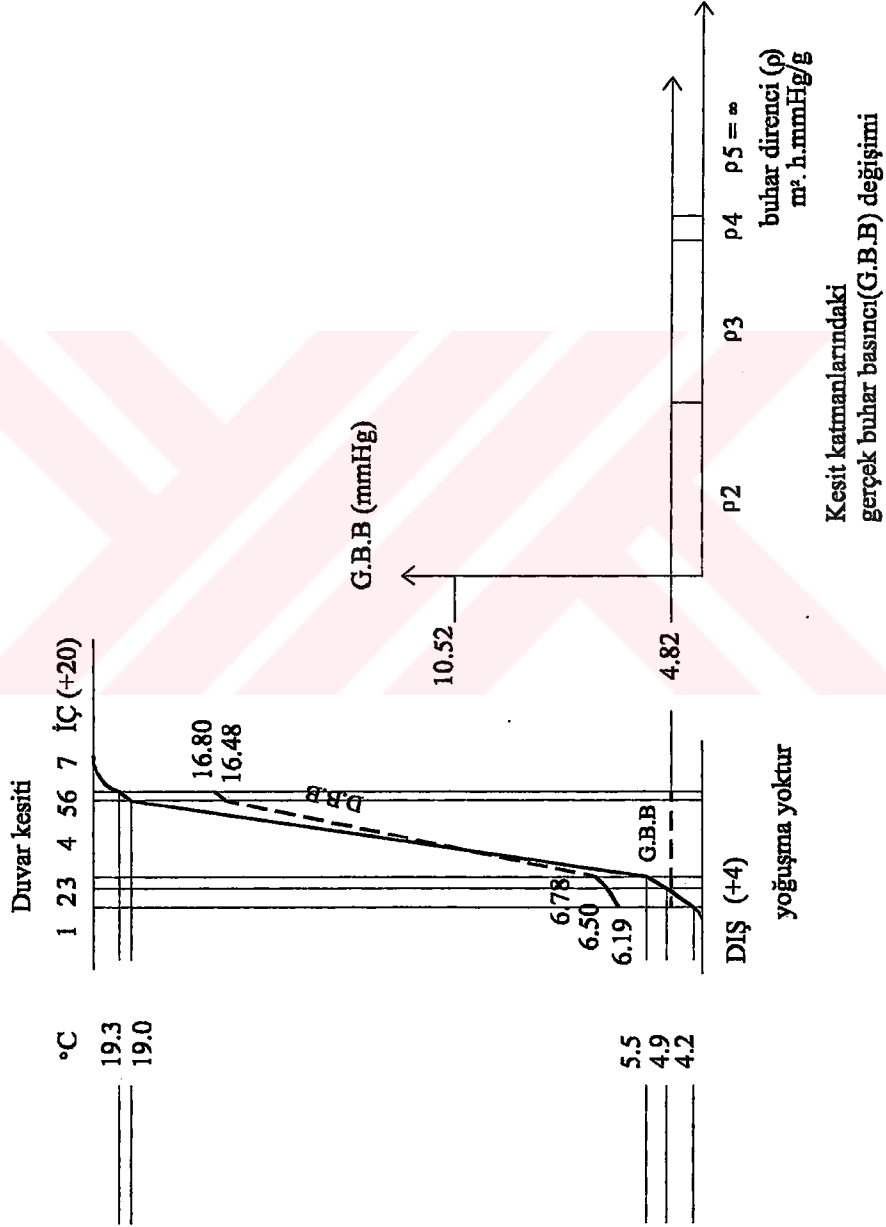
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 8) için Yoğuşma Kontrolü



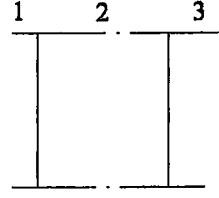








### Kesit (No 9) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



2 Ahşap (masif kütük)

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (mh°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20		0,050
2	Ahşap kütük	0,12	0,17	$r_2=1,417$
3	1/h : 1/7	7		0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + 1/h_{iç}$$

$$= 1.610 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.621 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.089 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	$\dot{I}S$ (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	0.9	19.1
Diyarbakır	2	20	1.6	18.4
Erzurum	-8	20	2.5	17.5
İstanbul	4	20	1.4	18.6

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

$\dot{I}S$  : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

### Kesit (No 9) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

$\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9.21	—	—	—
1	10.3	9.40	—	—	—
2	19.1	16.59	0,12	0,0011	$\rho_2=109,10$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

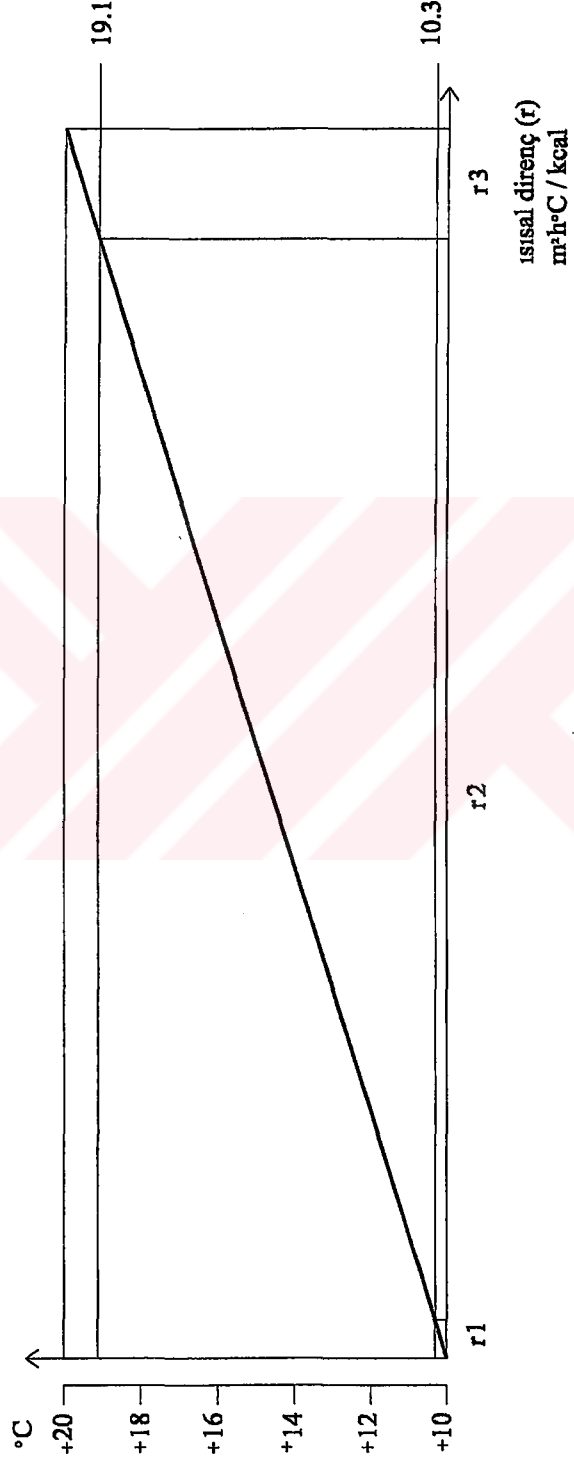
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.6	5.53	—	—	—
2	18.4	15.88	0,12	0,0011	$\rho_2=109,10$
İç	20	17,53	—	—	—

Erzurum yöresi için

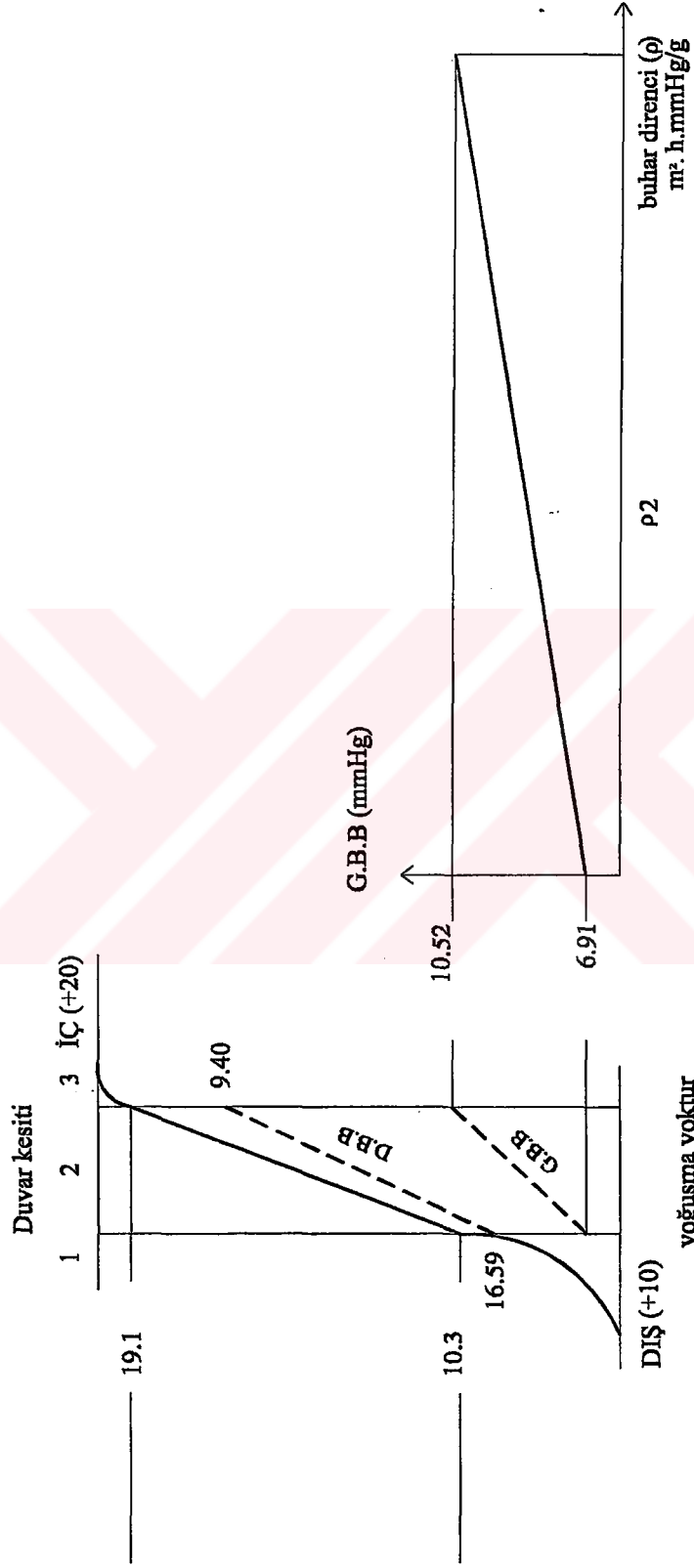
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2.33	—	—	—
1	-7.1	2.52	—	—	—
2	17.5	15.00	0,12	0,0011	$\rho_2=109,10$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

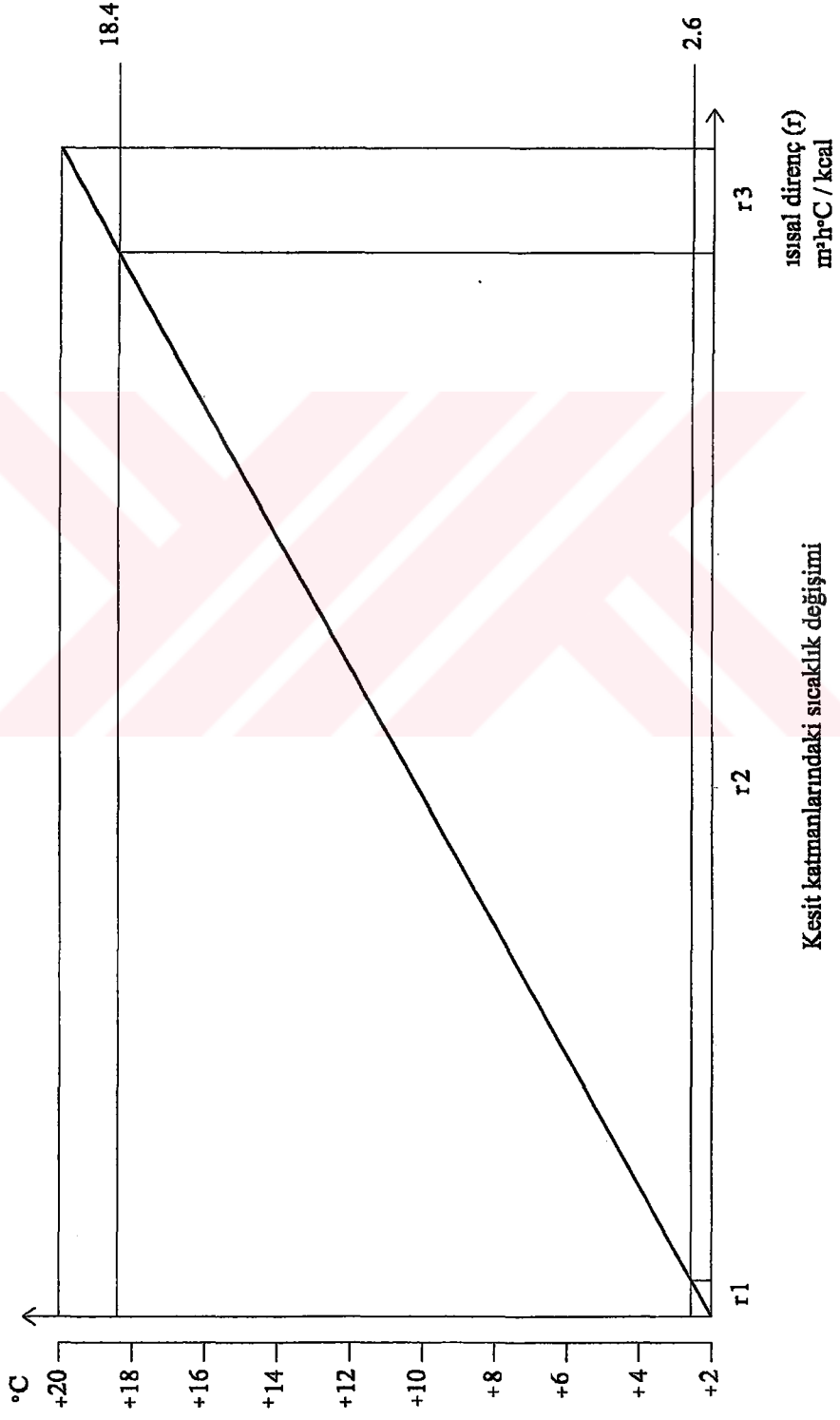
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6.10	—	—	—
1	4.5	6.32	—	—	—
2	18.6	16.08	0,12	0,0011	$\rho_2=109,10$
İç	20	17,53	—	—	—



Antalya Yöresine ait Kesit (No 9) için Yoğuşma Kontrolü



Antalya Yöresine ait Kesit (No 9) için Yoğuşma Kontrolü



18.4

2.6

r3

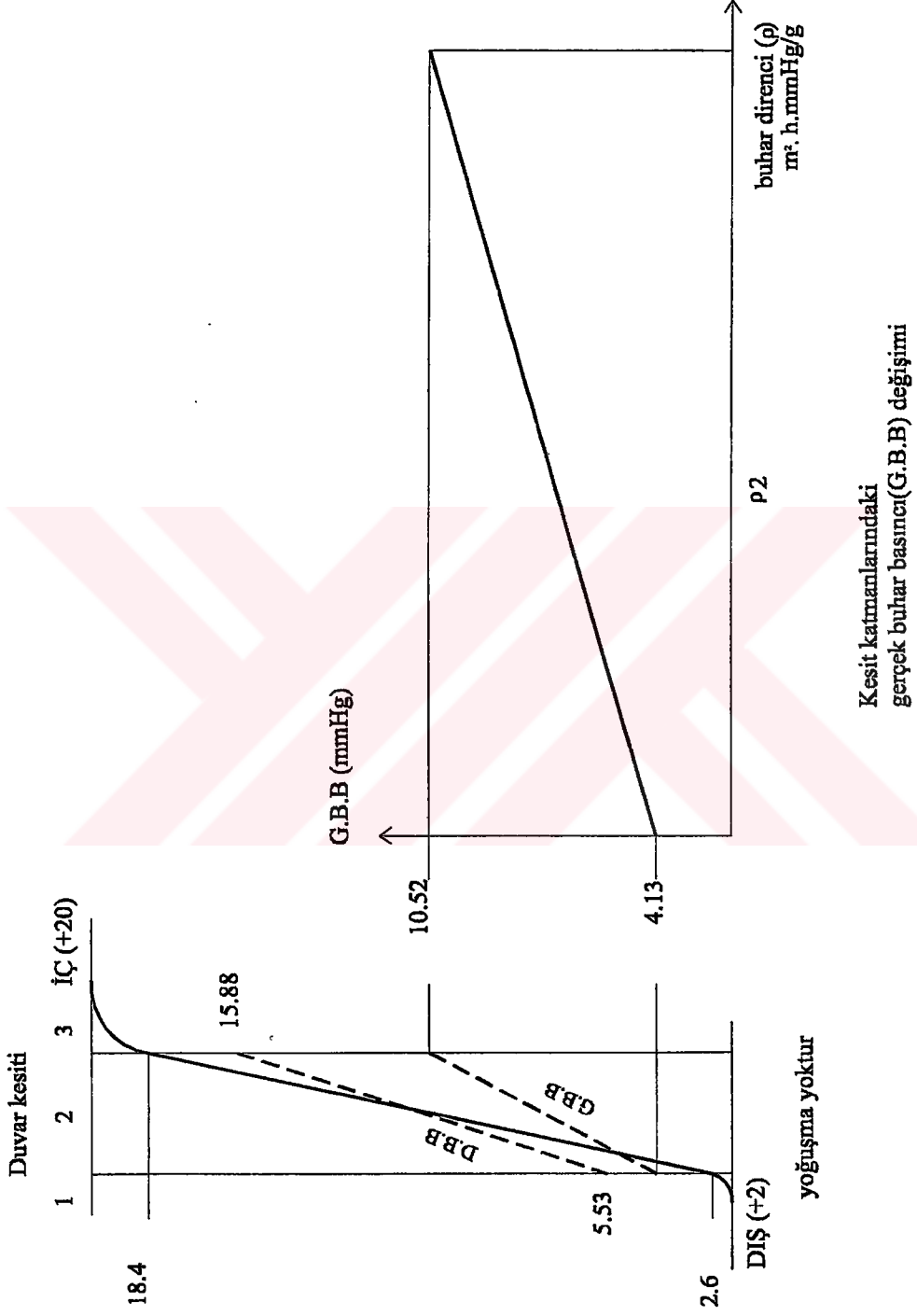
Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi

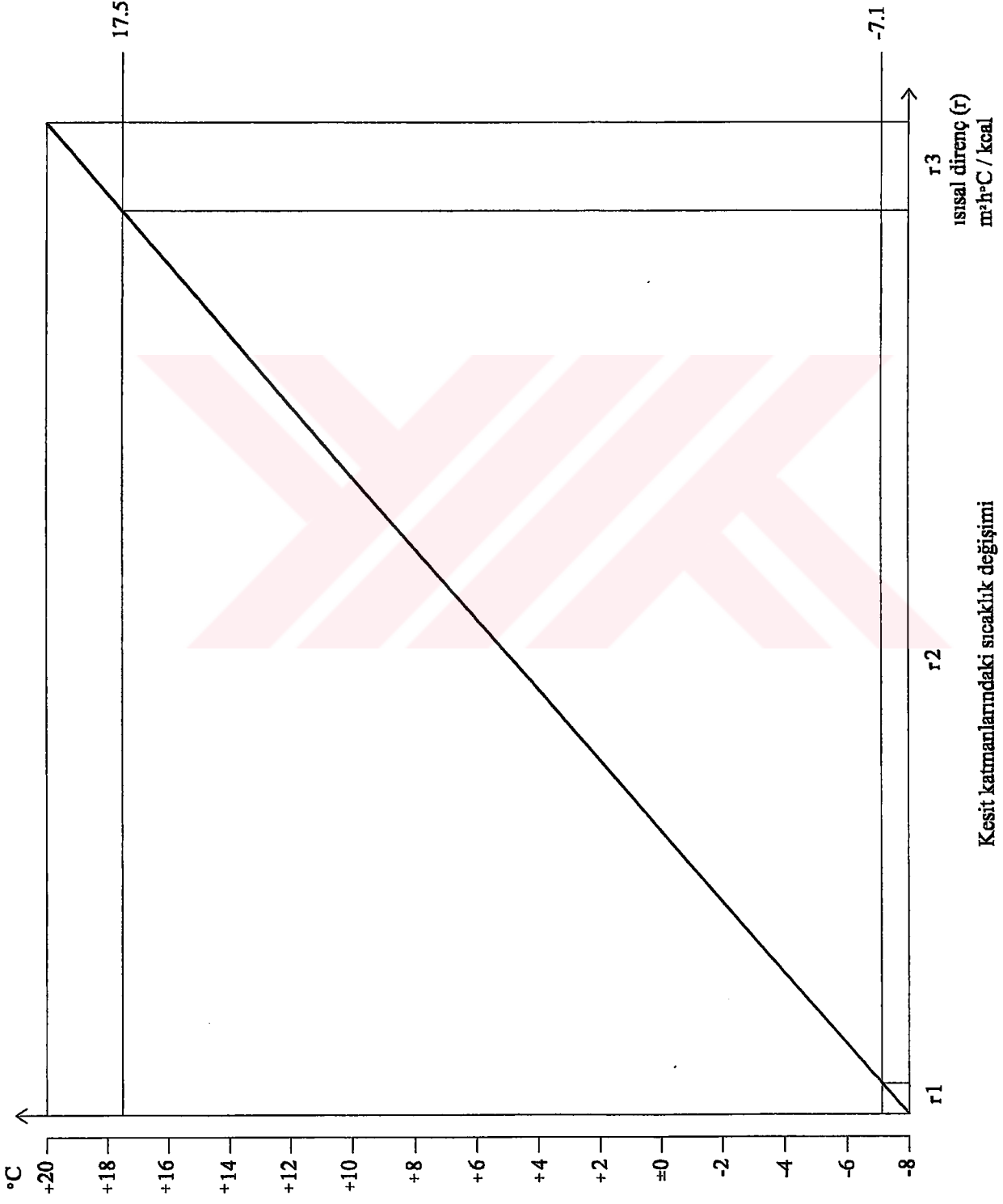
r2

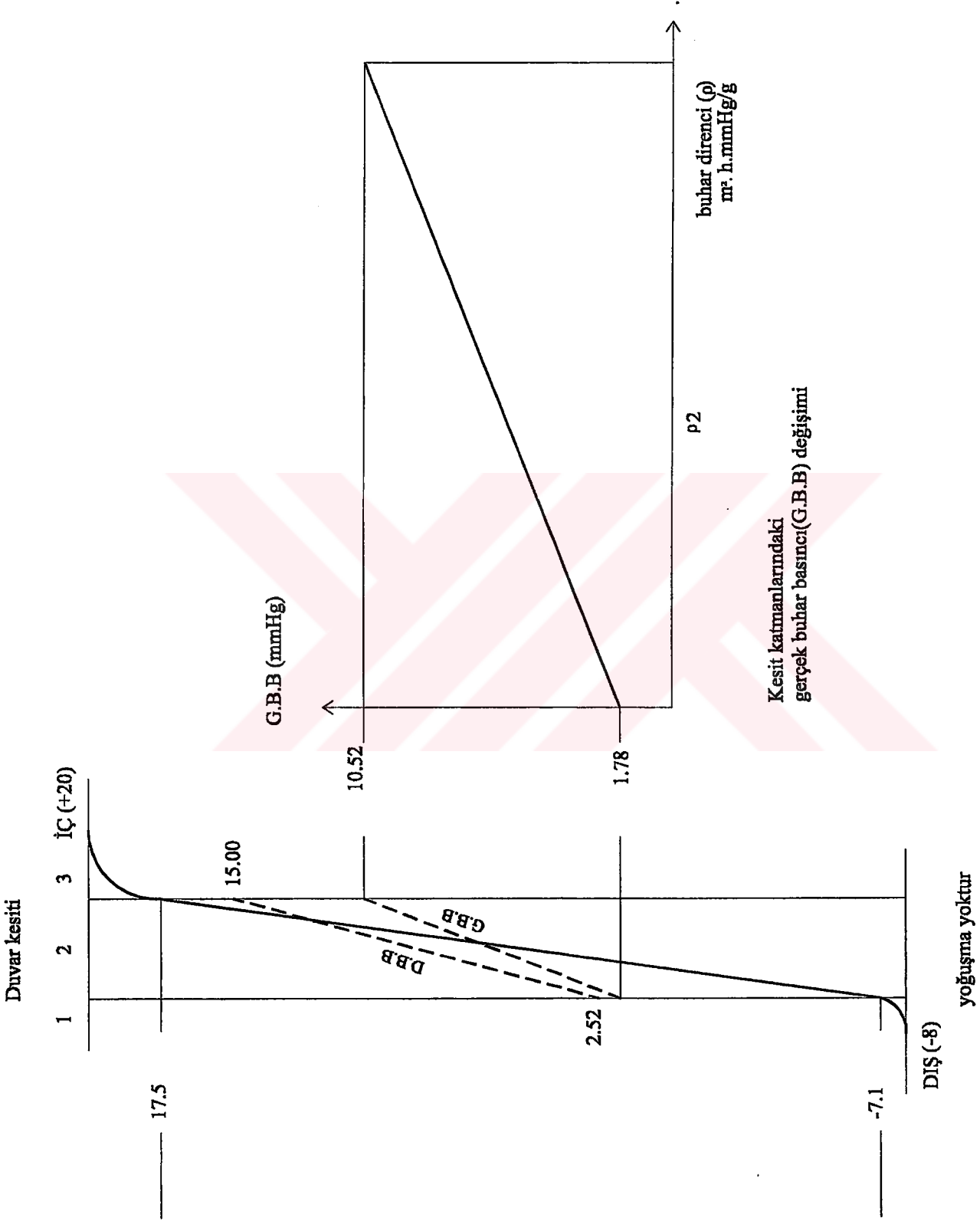
r1

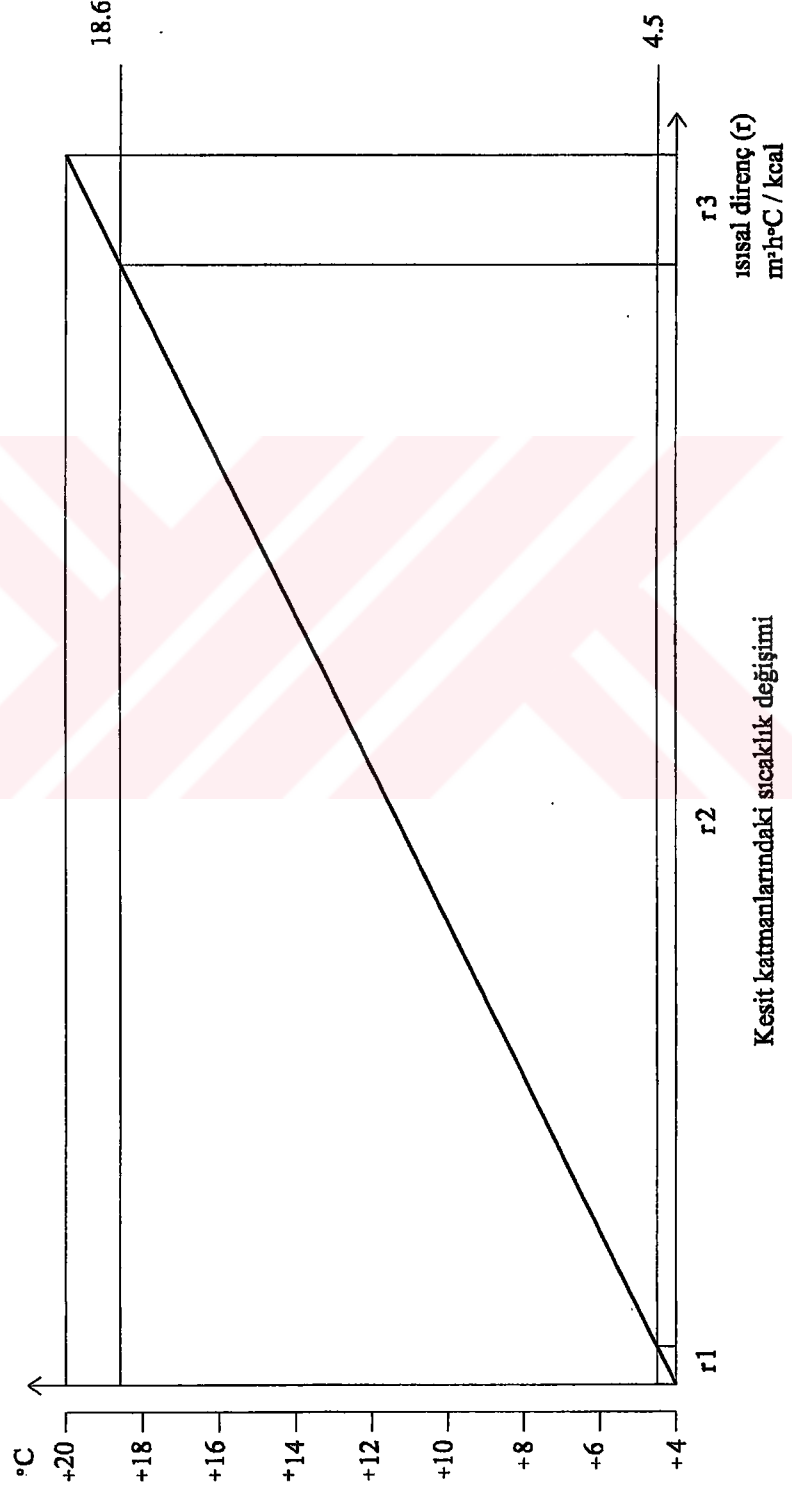
1500

Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 9) için Yoğuşma Kontrolü

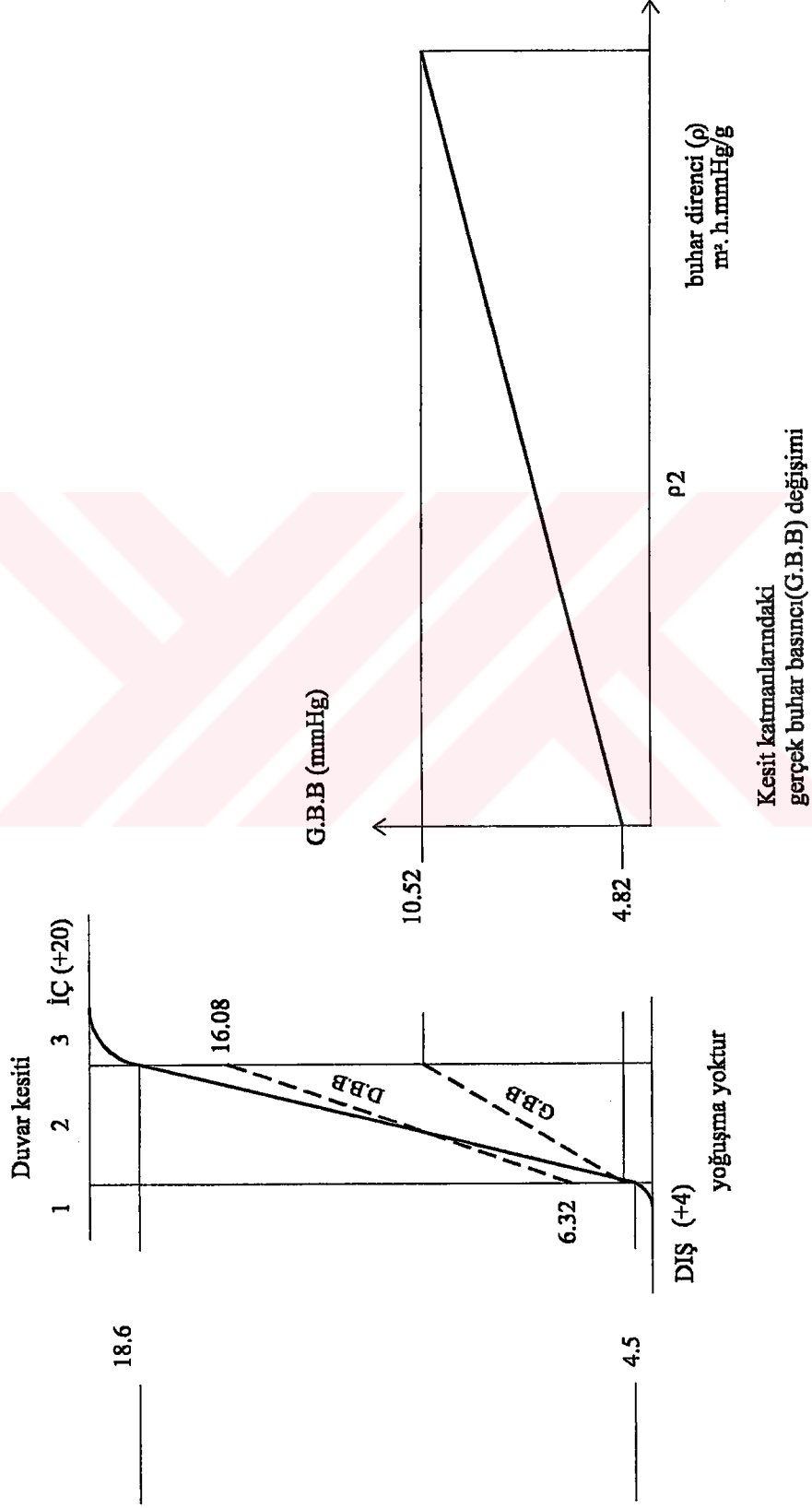






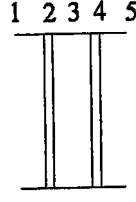


İstanbul Yöresine ait Kesit (No 9) için Yoğuşma Kontrolü



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 9 ) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 10) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Beton (çimentolu lif levha), 1cm  
 3 Polistren sert köpük, 5cm  
 4 Alçıpan (alçı levha), 1.2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/hdış : 1/20	20	—	0,050
2	Betopan	0.24	0.01	r2=0.042
3	Isı yalıtımı	0,034	0,048	r3=1.412
4	Alçıpan	0.18	0,012	r4=0.067
5	1/hiç : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/hdış + r2 + r3 + r4 + 1/hiç$$

$$= 1.714 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.583 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/hiç ( \text{tiç}-\text{tdış} ) \quad ( \Theta \text{ Konfor Değeri } \cong \pm 3^\circ\text{C} )$$

$$= 0.083 ( \text{tiç}-\text{tdış} )$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	0.8	19.2
Diyarbakır	2	20	1.5	18.5
Erzurum	-8	20	2.3	17.7
İstanbul	4	20	1.3	18.7

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

## Kesit (No 10) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.3	9.40	—	—	—
2	10.6	9.59	0.01	0.0015	$\rho_2=6.67$
3	18.6	16.08	0.048	0.0014	$\rho_3=34.29$
4	19.0	16.48	0.012	0.02	$\rho_4=0.60$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

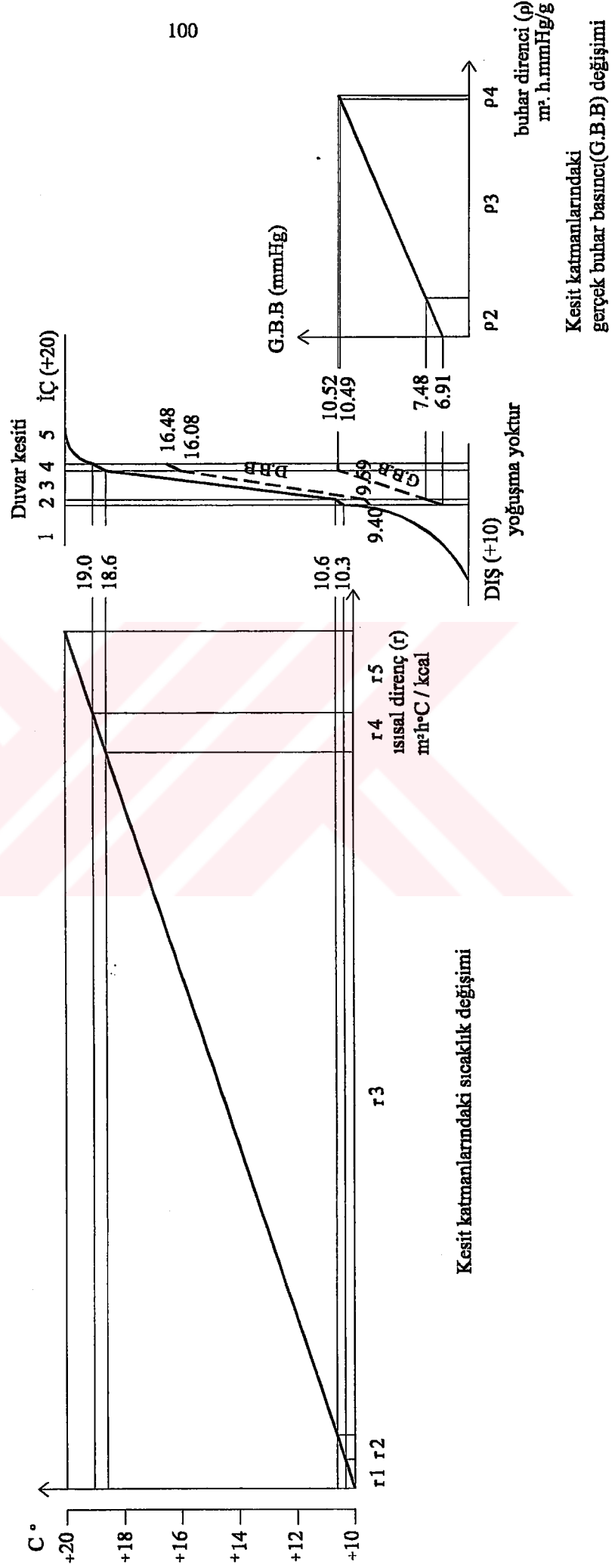
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.6	5.53	—	—	—
2	3.1	5.73	0.01	0.0015	$\rho_2=6.67$
3	17.5	15.00	0.048	0.0014	$\rho_3=34.29$
4	18.3	15.78	0.012	0.02	$\rho_4=0.60$
İç	20	17,53	—	—	—

Erzurum yöresi için

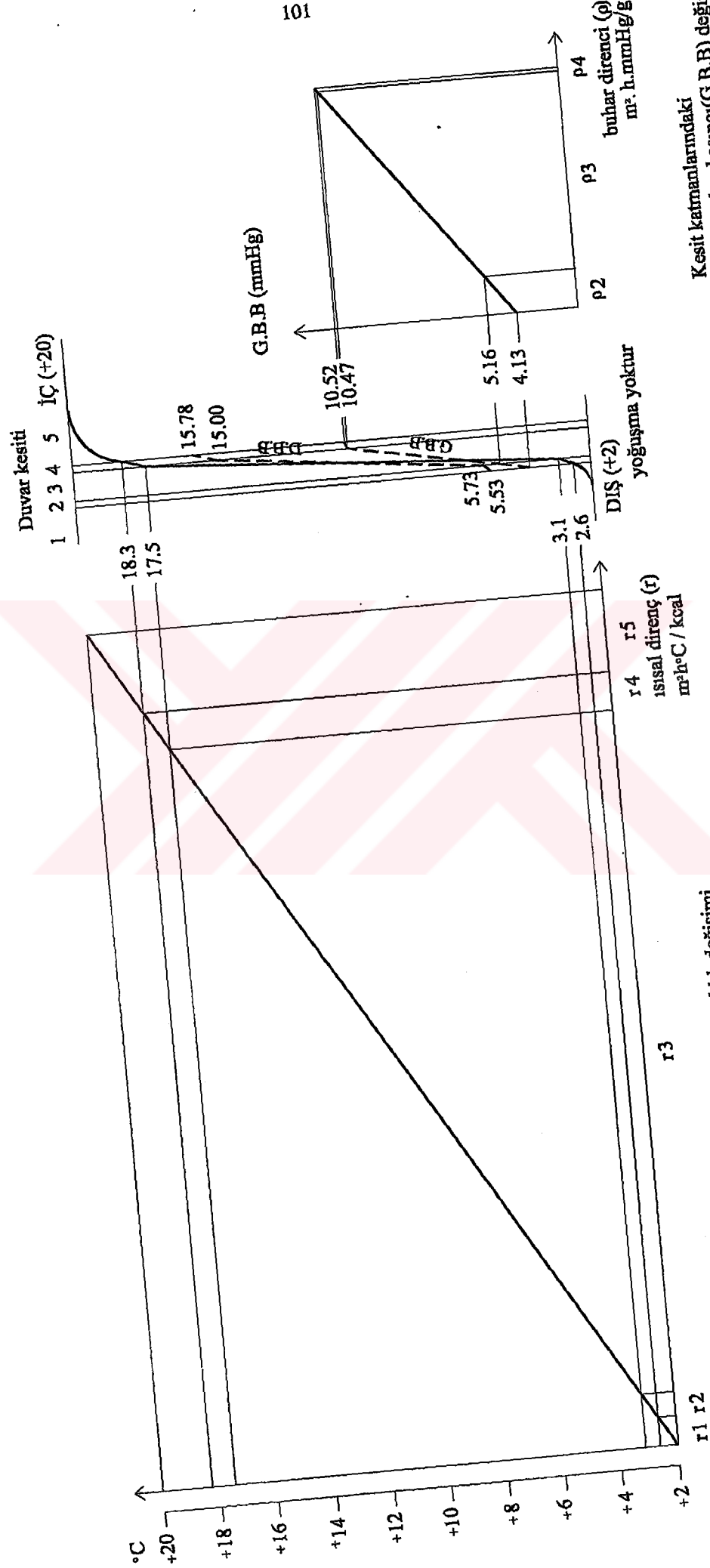
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-7.2	2.50	—	—	—
2	-6.3	2.69	0.01	0.0015	$\rho_2=6.67$
3	16.0	13.63	0.048	0.0014	$\rho_3=34.29$
4	17.3	14.82	0.012	0.02	$\rho_4=0.60$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

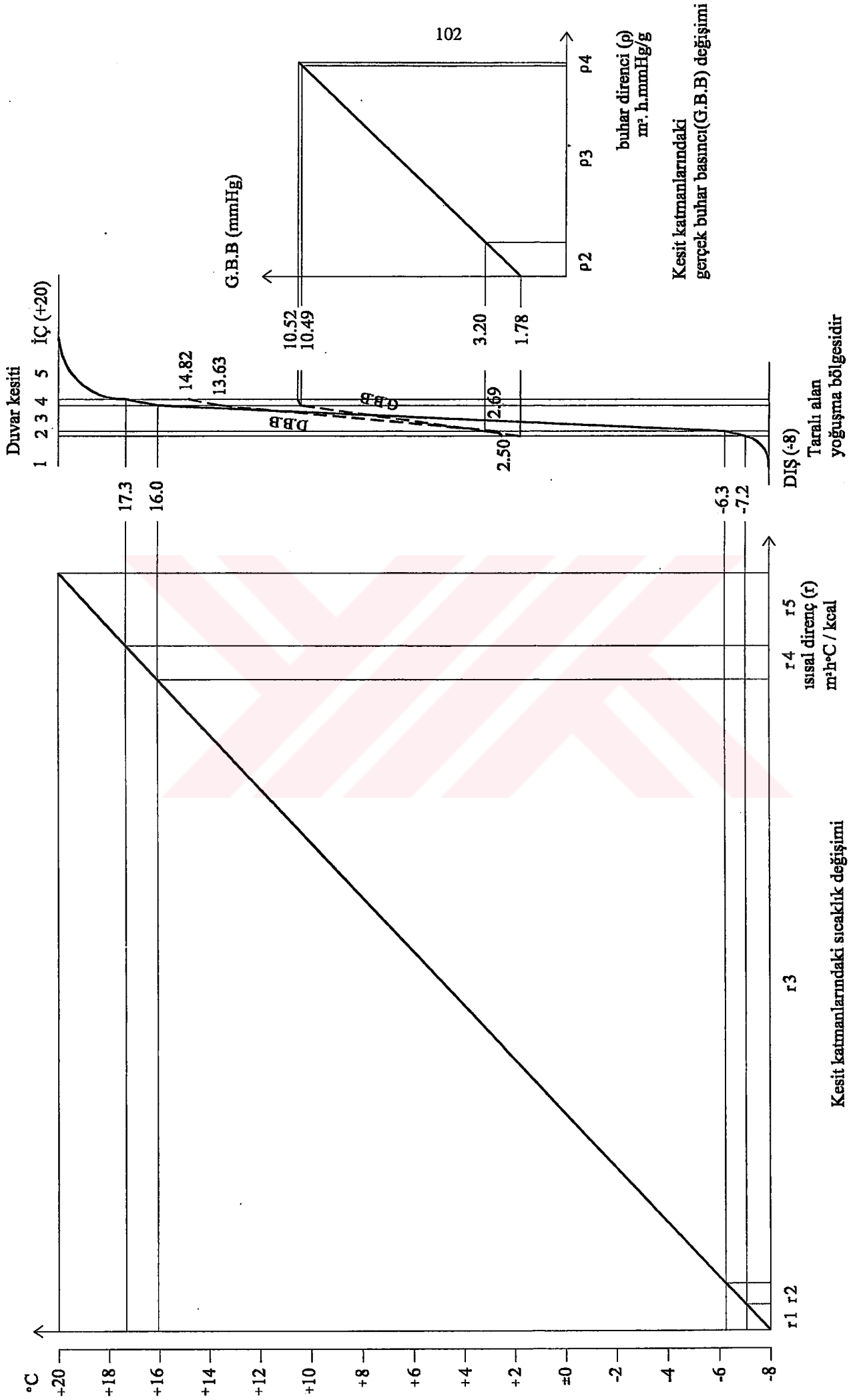
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.5	6.32	—	—	—
2	5.0	6.54	0.01	0.0015	$\rho_2=6.67$
3	17.8	15.29	0.048	0.0014	$\rho_3=34.29$
4	18.5	15.98	0.012	0.02	$\rho_4=0.60$
İç	20	17,53	—	—	—

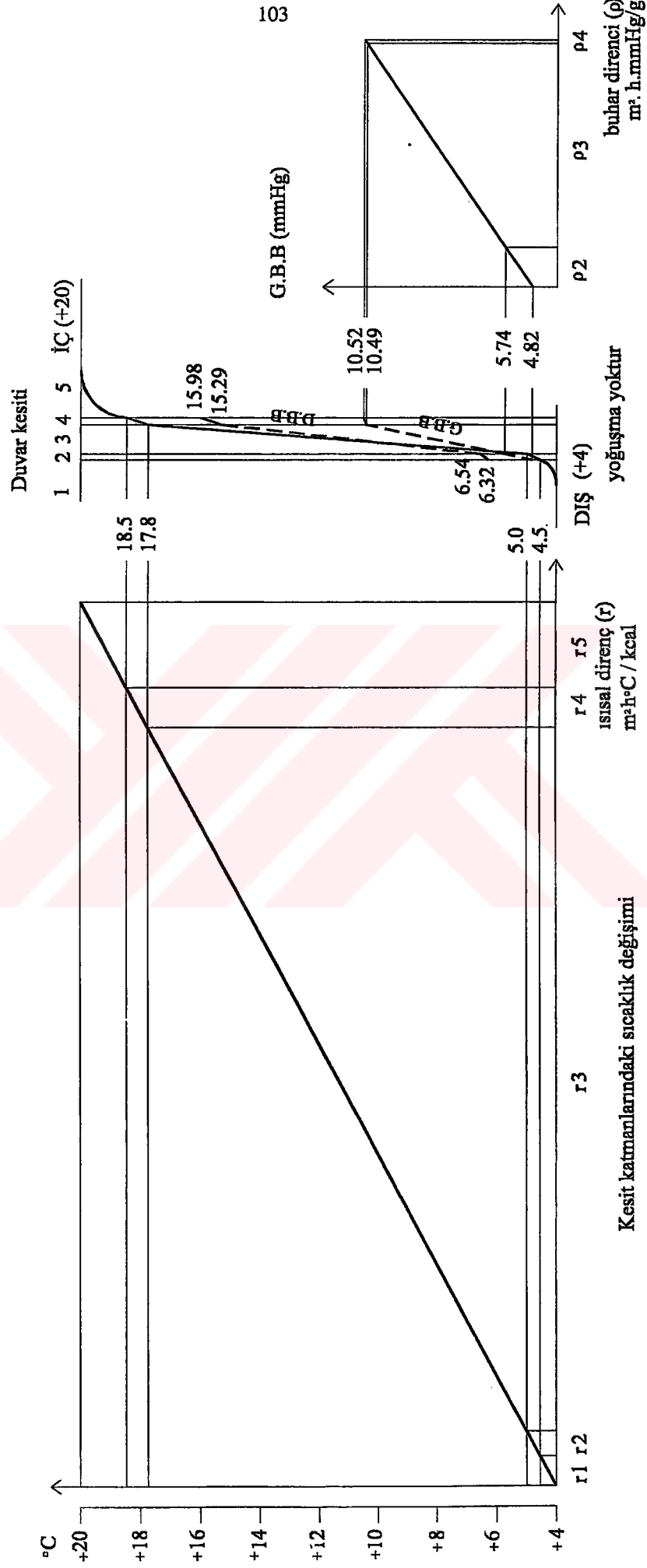


Antalya Yöresine ait Kesit (No 10) için Yoğuşma Kontrolü



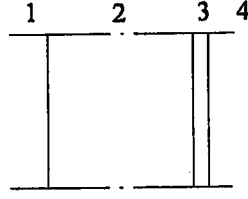
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 10) için Yoğuşma Kontrolü





İstanbul Yöresine ait Kesit (No10) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 11a) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



2 Boşluklu beton blok, 19cm  
3 Perlitli sıva, 2cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h : 1/20	20	—	0,05
2	Boşluklu beton	0,83	0,19	$r_2=0,229$
3	Perlitli sıva	0,25	0,020	$r_3=0,08$
4	1/h : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + 1/h_{iç}$$

$$= 0.502 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 1.992 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.285 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait  $\Theta$ ' ve  $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	2.9	17.1
<b>Diyarbakır</b>	2	20	5.1	14.9
<b>Erzurum</b>	-8	20	8.0	12
<b>İstanbul</b>	4	20	4.6	15.4

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : ısısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

## Kesit (No 11a) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9.21	—	—	—
1	11.0	9.84	—	—	—
2	15.6	12.87	0,19	0,015	$\rho_2=12,67$
3	17.20	14.72	0,02	0,0045	$\rho_3=4,44$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

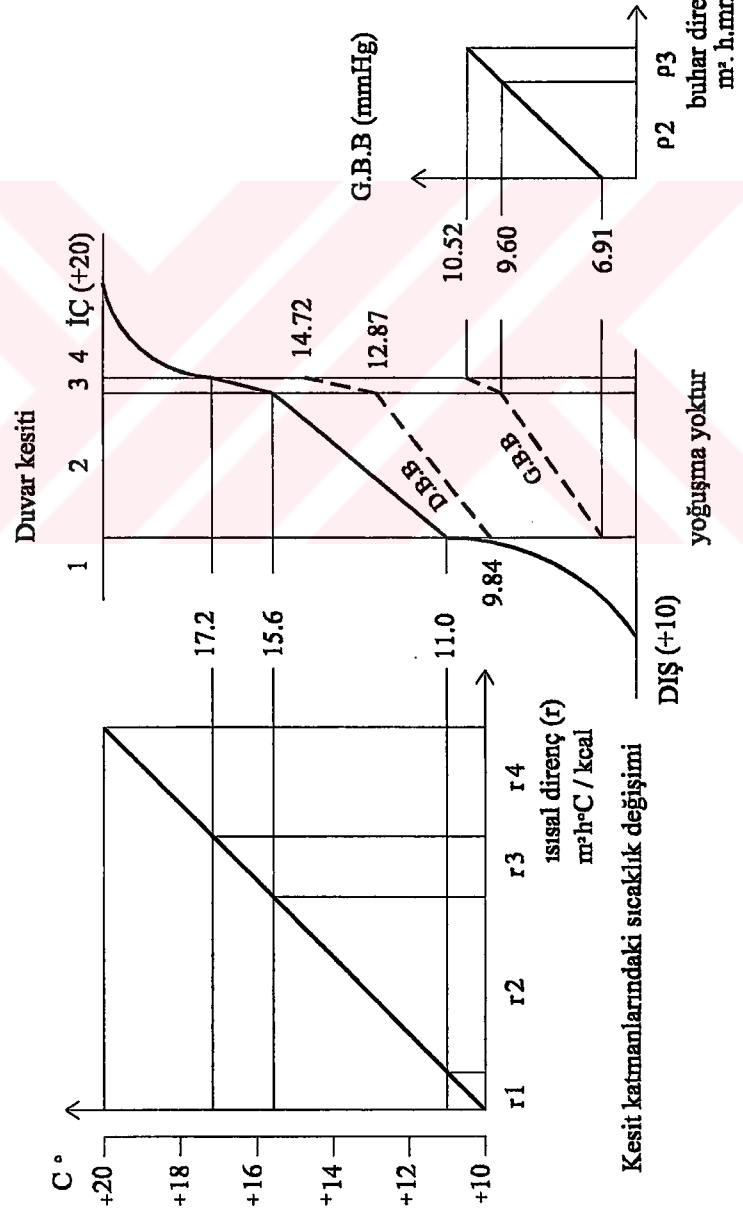
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5.29	—	—	—
1	3.80	6.02	—	—	—
2	12.0	10.52	0,19	0,015	$\rho_2=12,67$
3	14.9	12.71	0,02	0,0045	$\rho_3=4,44$
İç	20	17,53	—	—	—

Erzurum yöresi için

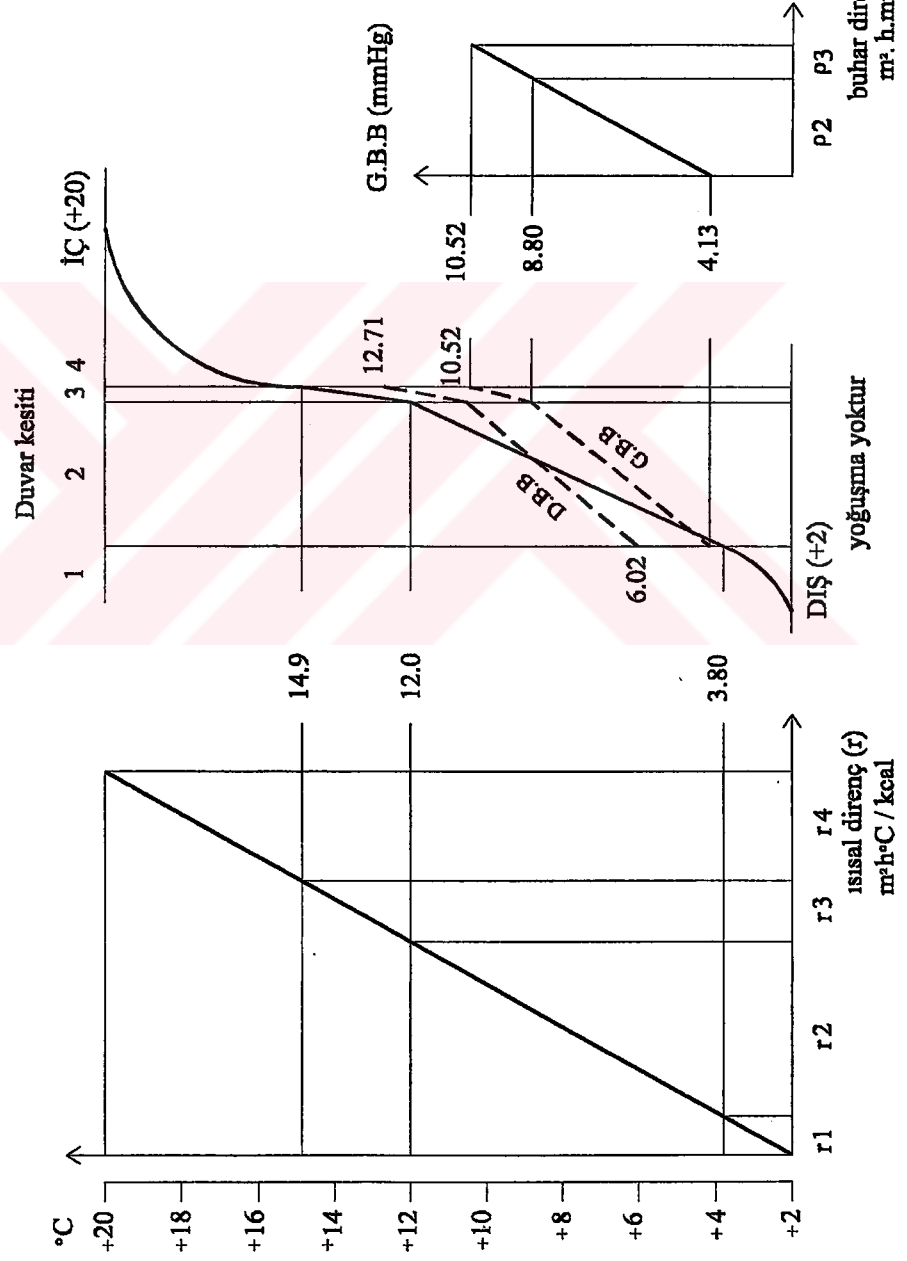
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-5.2	2.96	—	—	—
2	7.6	7.83	0,19	0,015	$\rho_2=12,67$
3	12.0	10.52	0,02	0,0045	$\rho_3=4,44$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

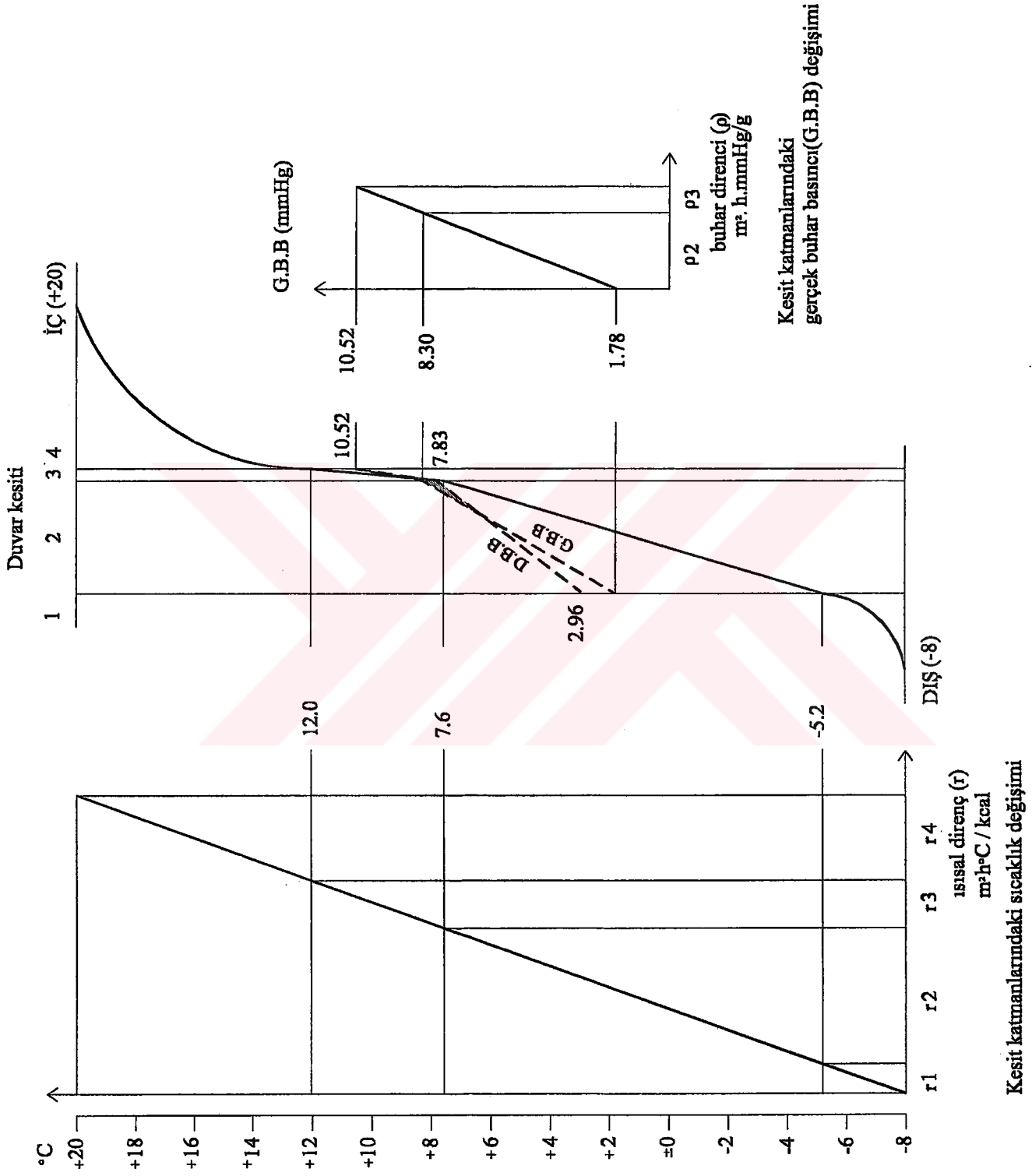
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6.10	—	—	—
1	5.6	6.82	—	—	—
2	12.9	11.16	0,19	0,015	$\rho_2=12,67$
3	15.4	13.13	0,02	0,0045	$\rho_3=4,44$
İç	20	17,53	—	—	—

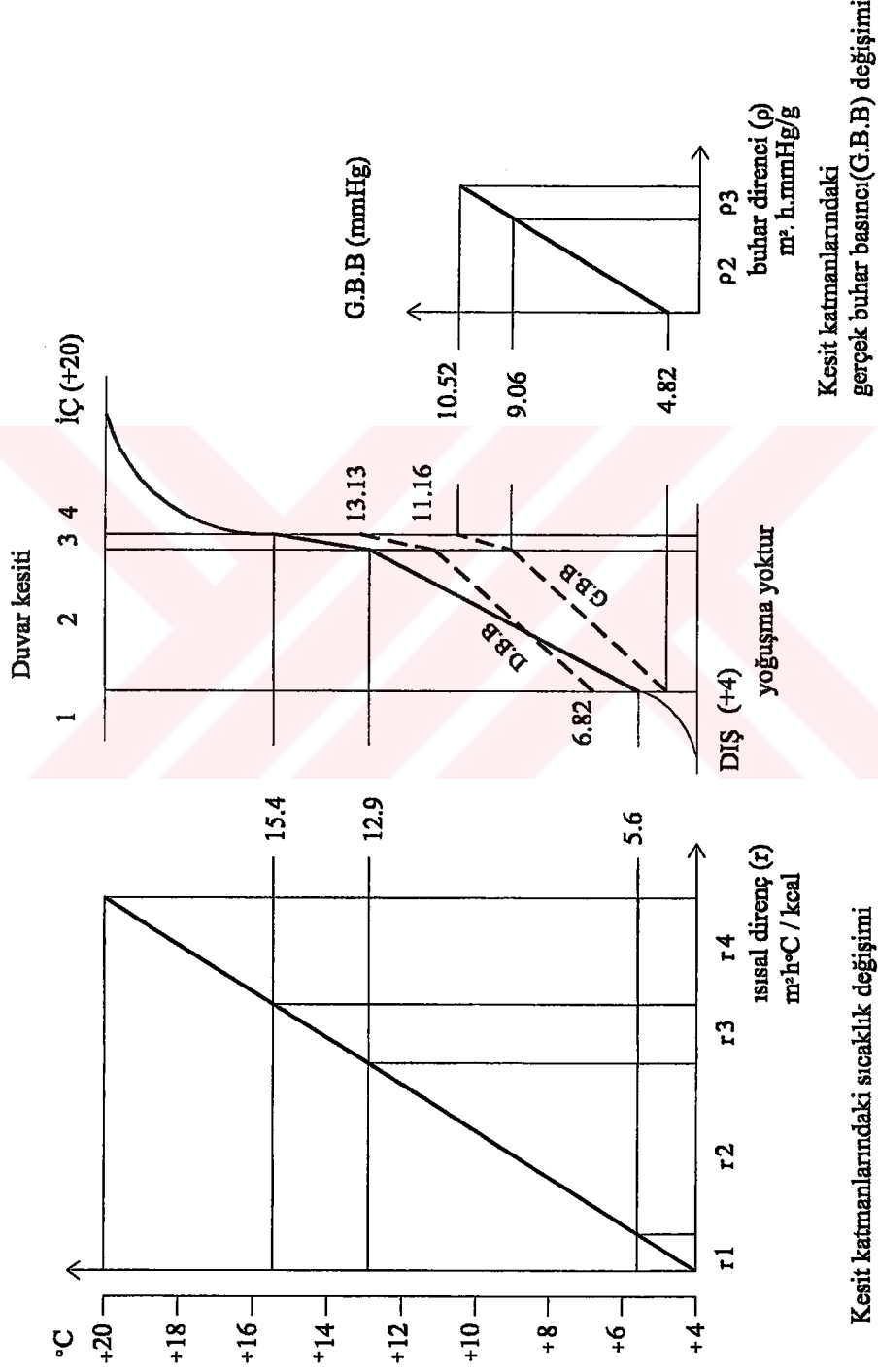


Antalya Yöresine ait Kesit (No 11a) için Yoğuşma Kontrolü

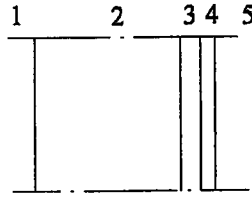


Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 11a) için Yoğuşma Kontrolü





### Kesit (No 11b) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Boşluklu beton blok, 19cm  
3 Polistren sert köpük, 2.5cm  
4 Çimento sıvası, 2cm

Katmanlara ilişkin ısıl direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/hdış : 1/20	20	—	0,050
2	Boşluklubeton	0.83	0.19	r2=0.229
3	Isı yalıtımı	0,034	0.025	r3=0.735
4	Çimento sıvası	1.20	0.02	r4=0.02
5	1/hiç : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/hdış + r2 + r3 + r4 + 1/hiç$$

$$= 1.177 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$$

$$K = 1/R = 0.850 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/hiç \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.121 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait ' $\Theta$ ' ve ' $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	1.2	18.8
<b>Diyarbakır</b>	2	20	2.2	17.8
<b>Erzurum</b>	-8	20	3.4	16.6
<b>İstanbul</b>	4	20	1.9	18.1

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

## Kesit (No 11b) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.4	9.46	—	—	—
2	12.4	10.80	0.19	0.015	$\rho_2=12.67$
3	18.6	16.08	0.025	0.0014	$\rho_3=17.86$
4	18.8	16.28	0.02	0.0045	$\rho_4=4.44$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

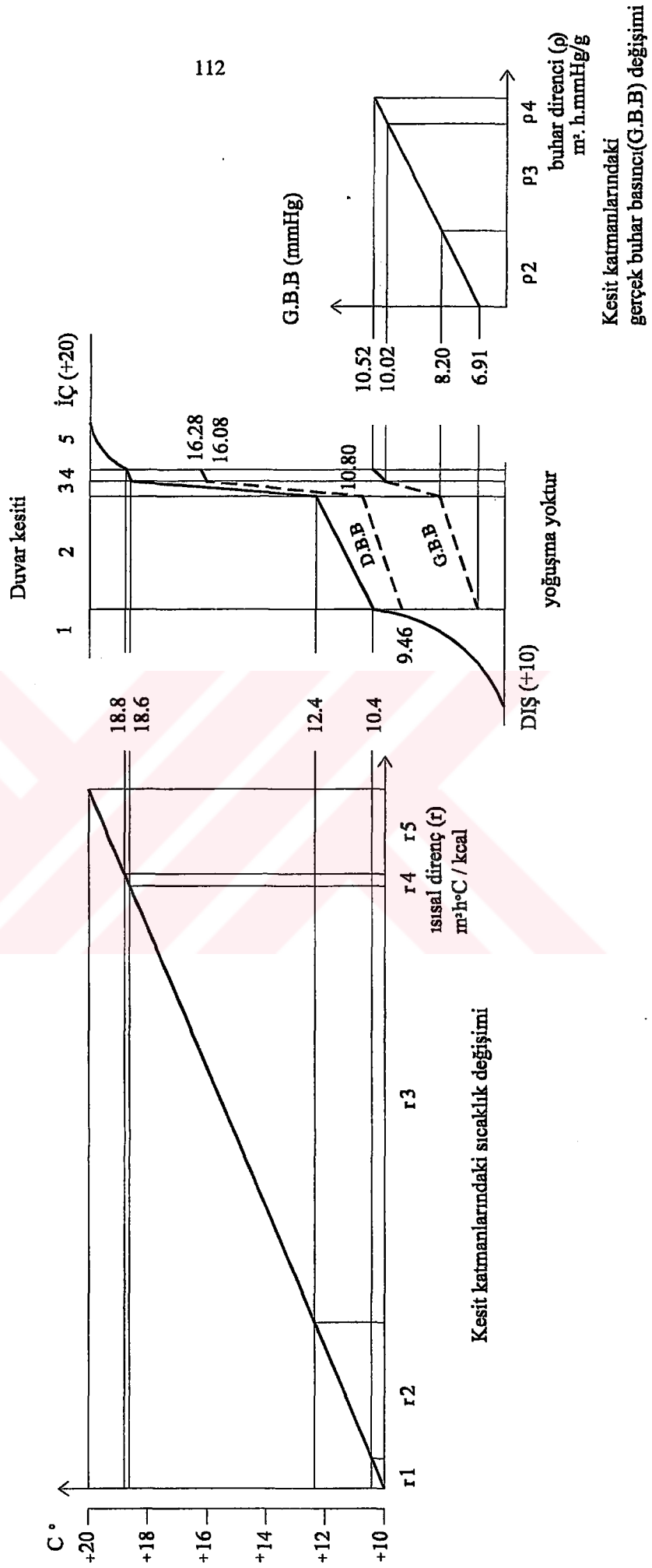
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.8	5.61	—	—	—
2	6.3	7.16	0.19	0.015	$\rho_2=12.67$
3	17.5	15.00	0.025	0.0014	$\rho_3=17.86$
4	17.8	17.80-6.8	0.02	0.0045	$\rho_4=4.44$
İç	20	17,53-1.4	—	—	—

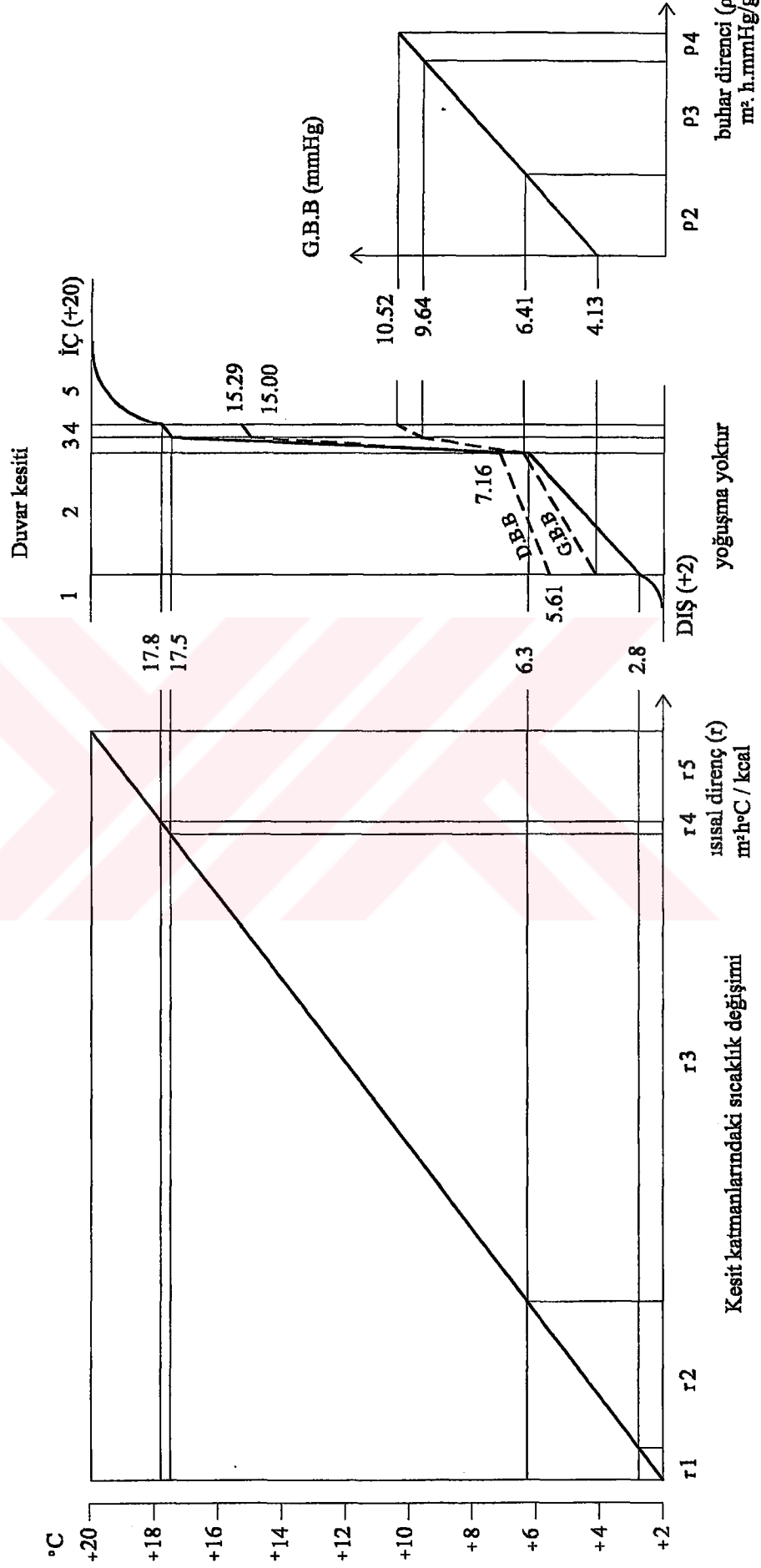
Erzurum yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-6.8	2.58	—	—	—
2	-1.4	4.08	0.19	0.015	$\rho_2=12.67$
3	16.1	13.72	0.025	0.0014	$\rho_3=17.86$
4	16.6	14.17	0.02	0.0045	$\rho_4=4.44$
İç	20	17,53	—	—	—

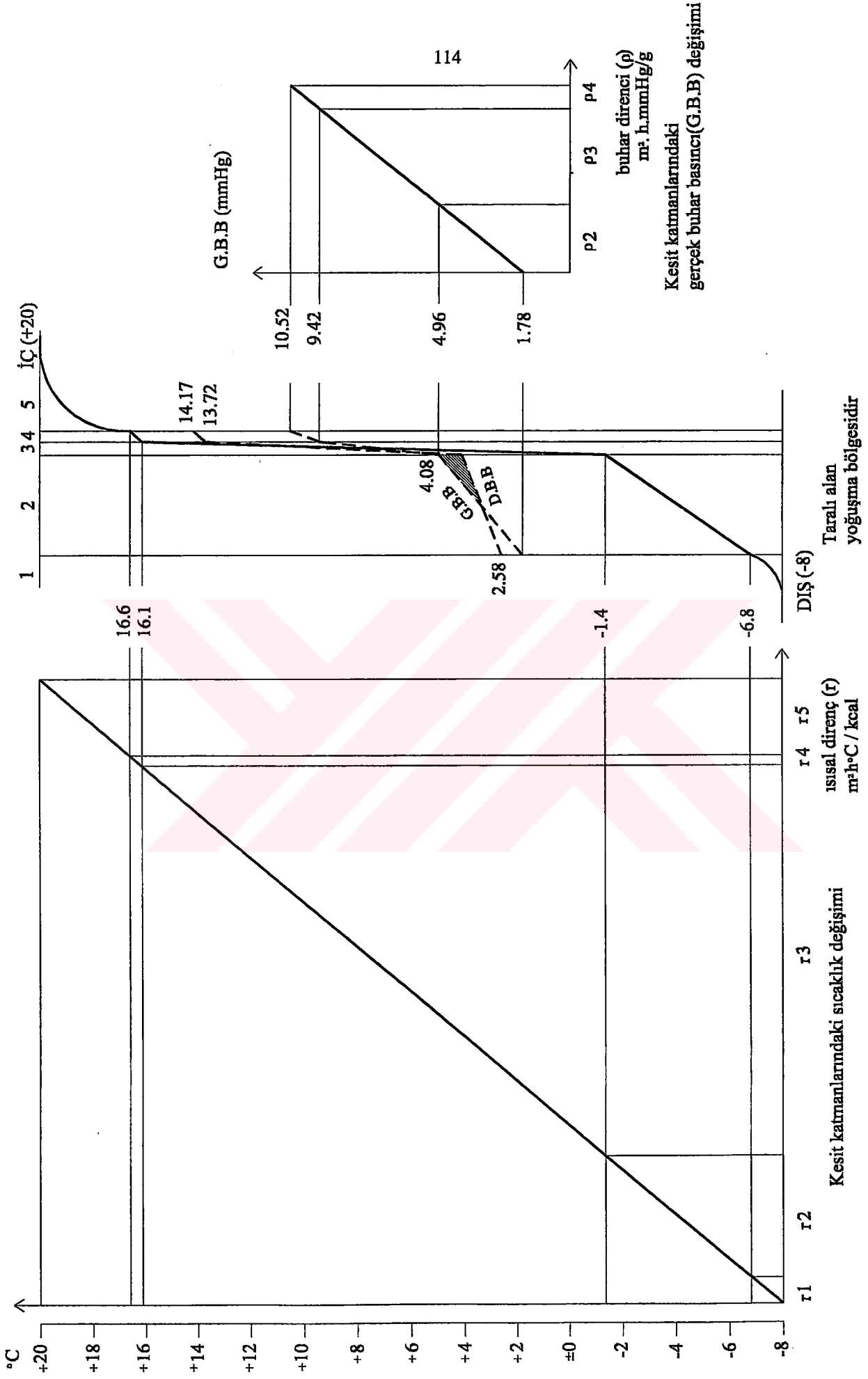
İstanbul yöresi için

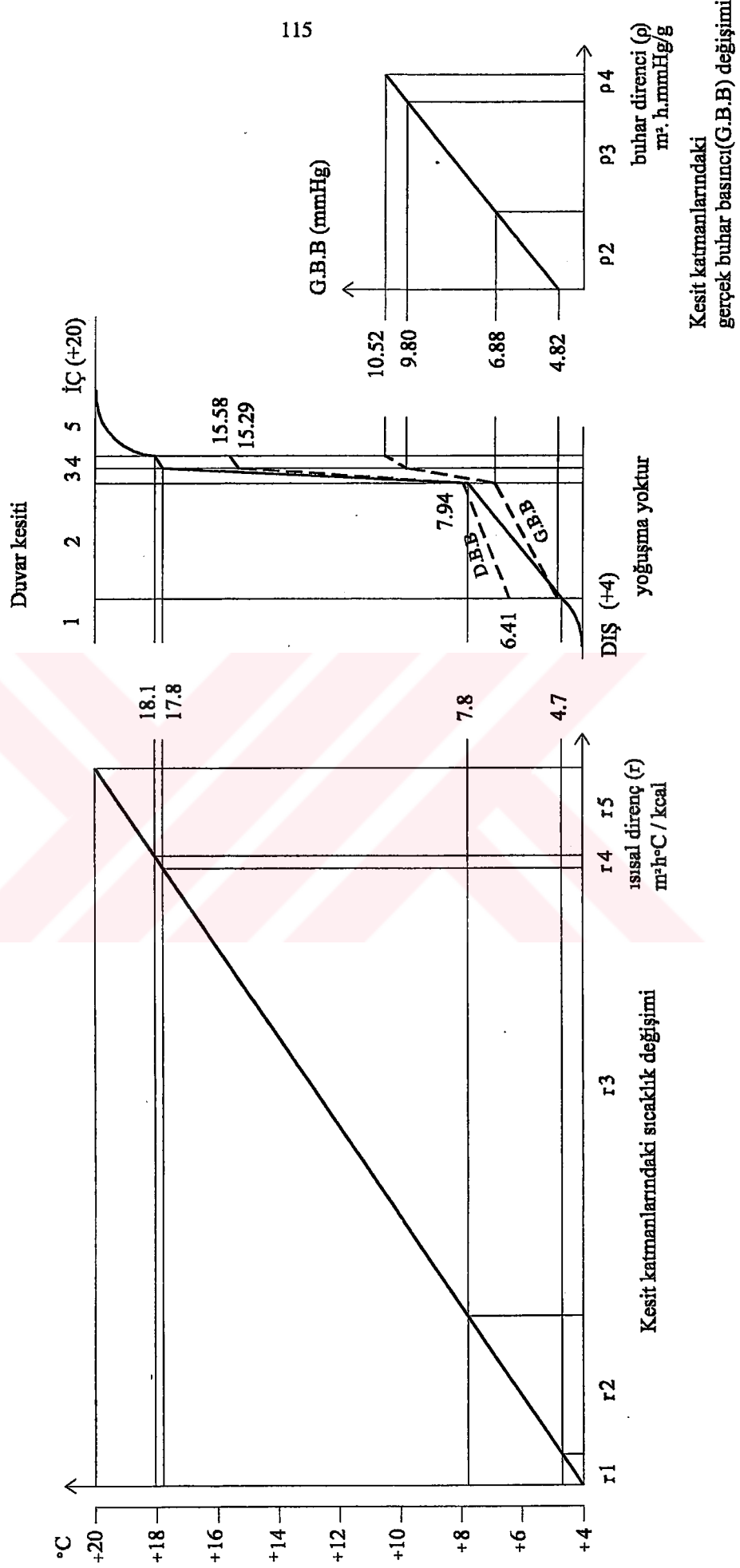
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.7	6.41	—	—	—
2	7.8	7.94	0.19	0.015	$\rho_2=12.67$
3	17.8	15.29	0.025	0.0014	$\rho_3=17.86$
4	18.1	15.58	0.02	0.0045	$\rho_4=4.44$
İç	20	17,53	—	—	—





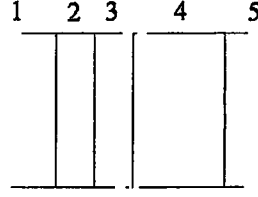
Duvar kesiti





İstanbul Yöresine ait Kesit (No 11b) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 12) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Koruma betonu, 5cm  
3 Poliüretan sert köpük, 5cm  
4 Boşluklu beton panel, 12cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/hdış : 1/20	20	—	0,050
2	Korumabeton.	1.50	0.05	r2=0.033
3	Isı yalıtımı	0,030	0.05	r3=1.667
4	Boşluklubeton	0.79	0.12	r4=0.152
5	1/h iç : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 2.045 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal} \quad R'^{*} = R - R \cdot \%5 = 1.943$$

$$K = 1/R'^{*} = 0.515 \text{ kcal/ m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri } \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.074 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait  $\Theta$ ' ve  $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	$\dot{I}S$ (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
Antalya	10	20	0.7	19.3
Diyarbakır	2	20	1.3	18.7
Erzurum	-8	20	2.1	17.9
İstanbul	4	20	1.2	18.8

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : ısısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

$\dot{I}S$  : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

\*\* Bakınız Bölüm 3.3.1 c2

## Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.2	9.34	—	—	—
2	10.4	9.46	0.05	0.003	$\rho_2=16.67$
3	18.6	16.08	0.05	0.0014	$\rho_3=35.71$
4	19.3	16.80	0.12	0.015	$\rho_4=8.00$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

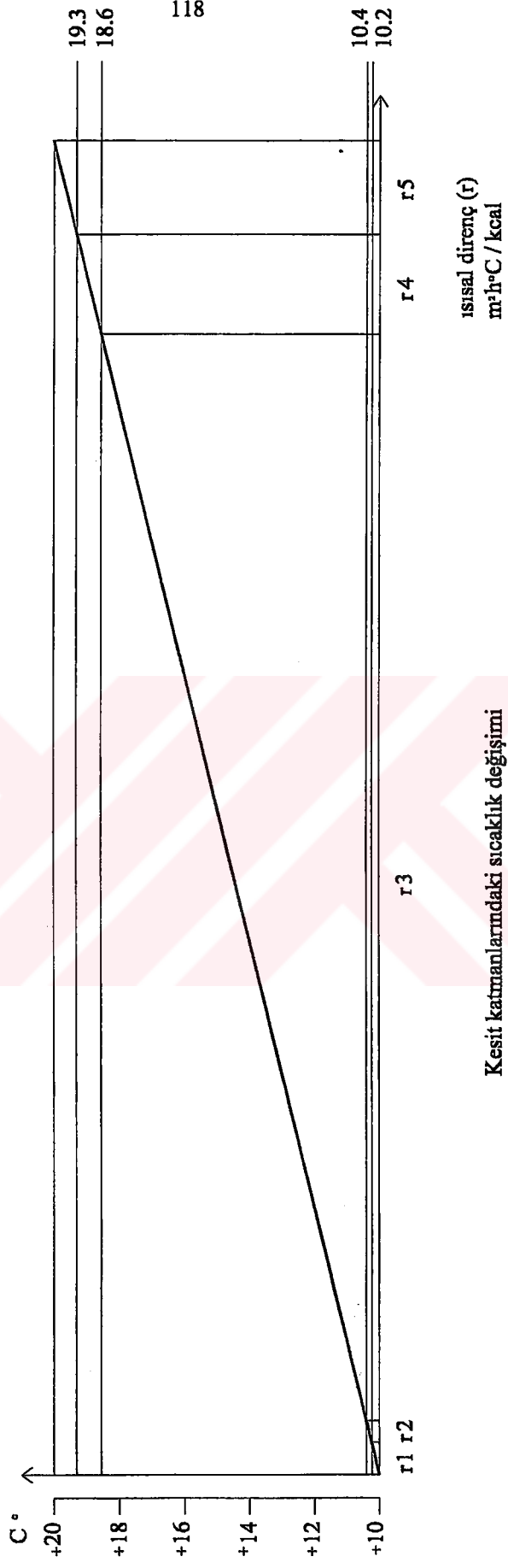
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.4	5.45	—	—	—
2	2.7	5.57	0.05	0.003	$\rho_2=16.67$
3	17.4	14.91	0.05	0.0014	$\rho_3=35.71$
4	18.7	16.18	0.12	0.015	$\rho_4=8.00$
İç	20	17,53	—	—	—

Erzurum yöresi için

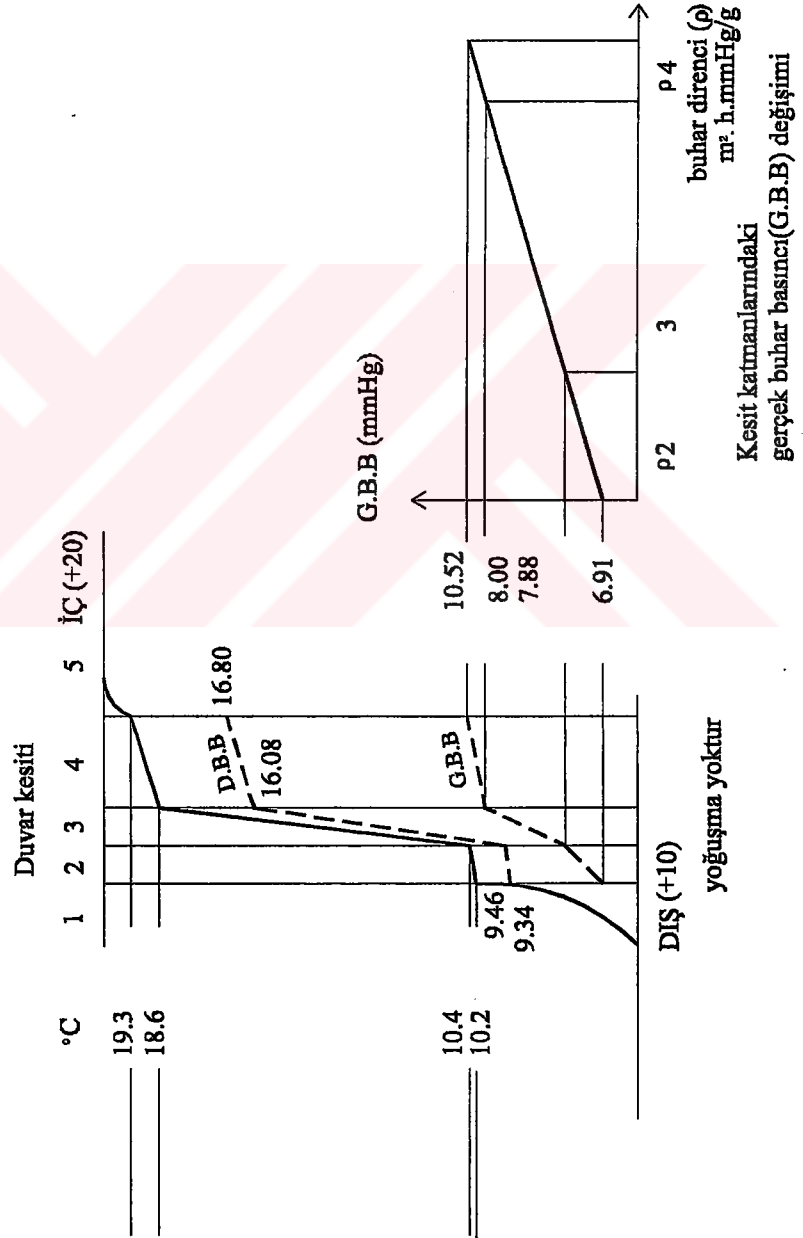
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-7.3	2.48	—	—	—
2	-6.9	2.56	0.05	0.003	$\rho_2=16.67$
3	16.0	13.63	0.05	0.0014	$\rho_3=35.71$
4	18.0	15.48	0.12	0.015	$\rho_4=8.00$
İç	20	17,53	—	—	—

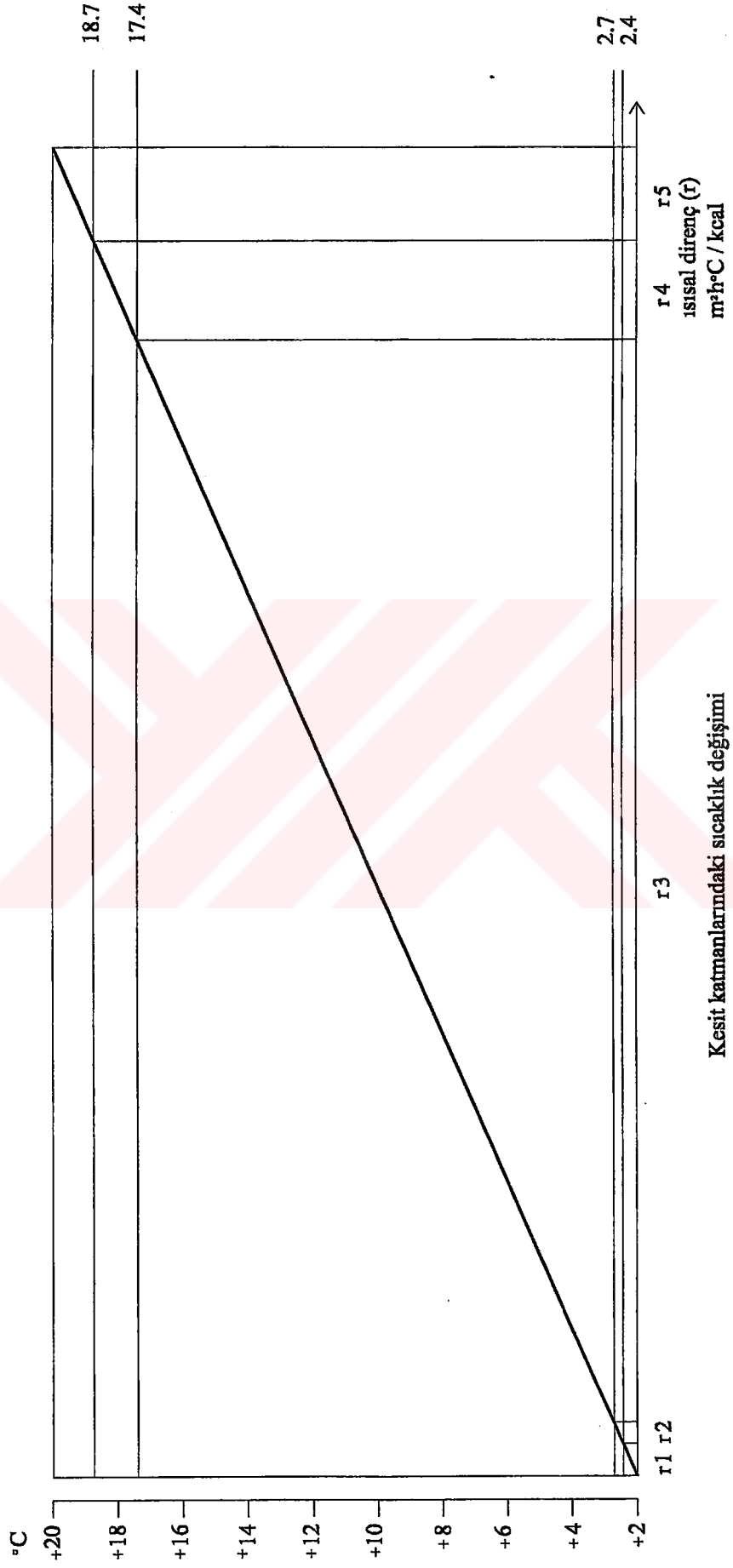
İstanbul yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.4	6.28	—	—	—
2	4.7	6.41	0.05	0.003	$\rho_2=16.67$
3	17.7	15.20	0.05	0.0014	$\rho_3=35.71$
4	18.9	16.38	0.12	0.015	$\rho_4=8.00$
İç	20	17,53	—	—	—

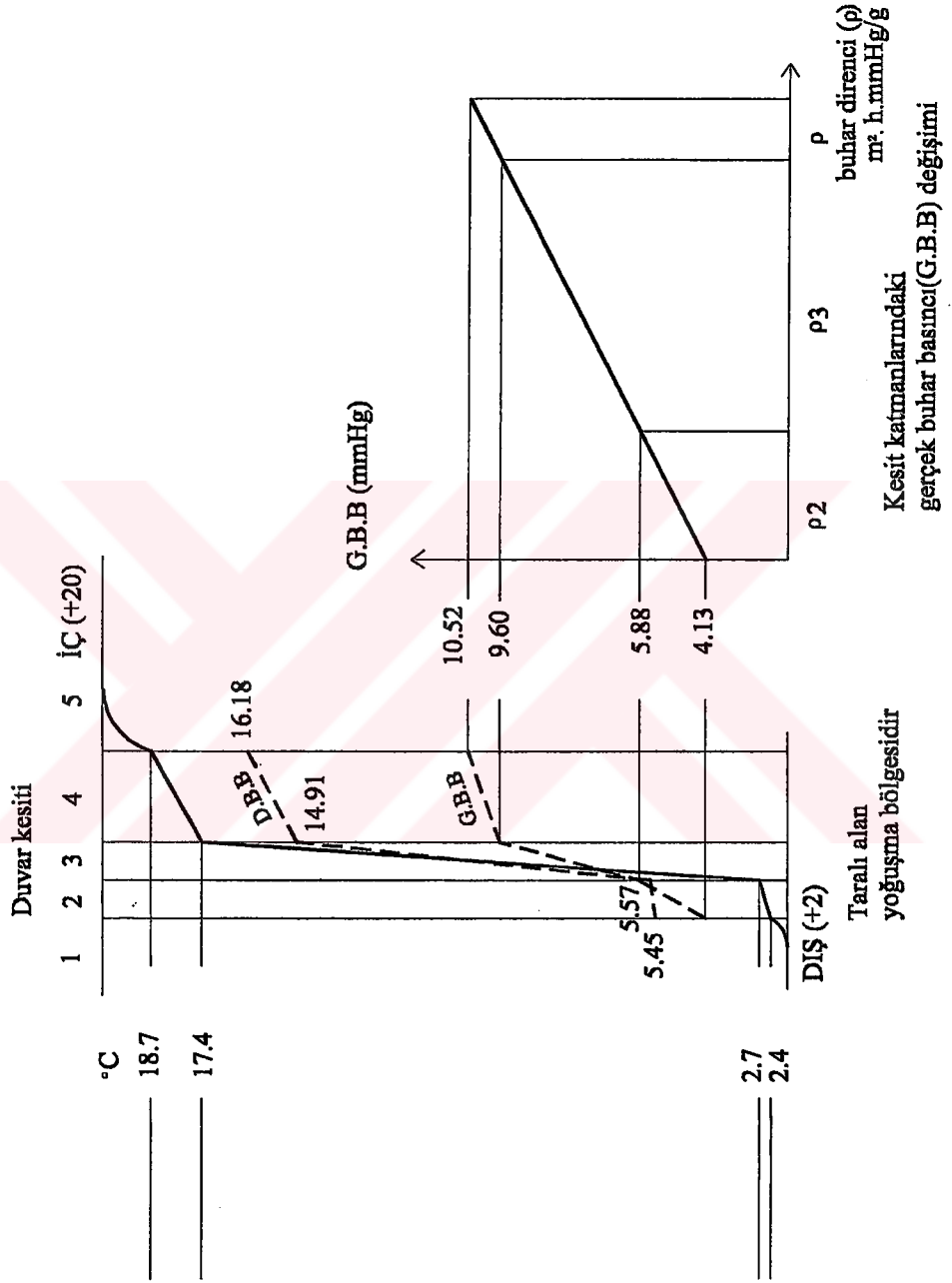


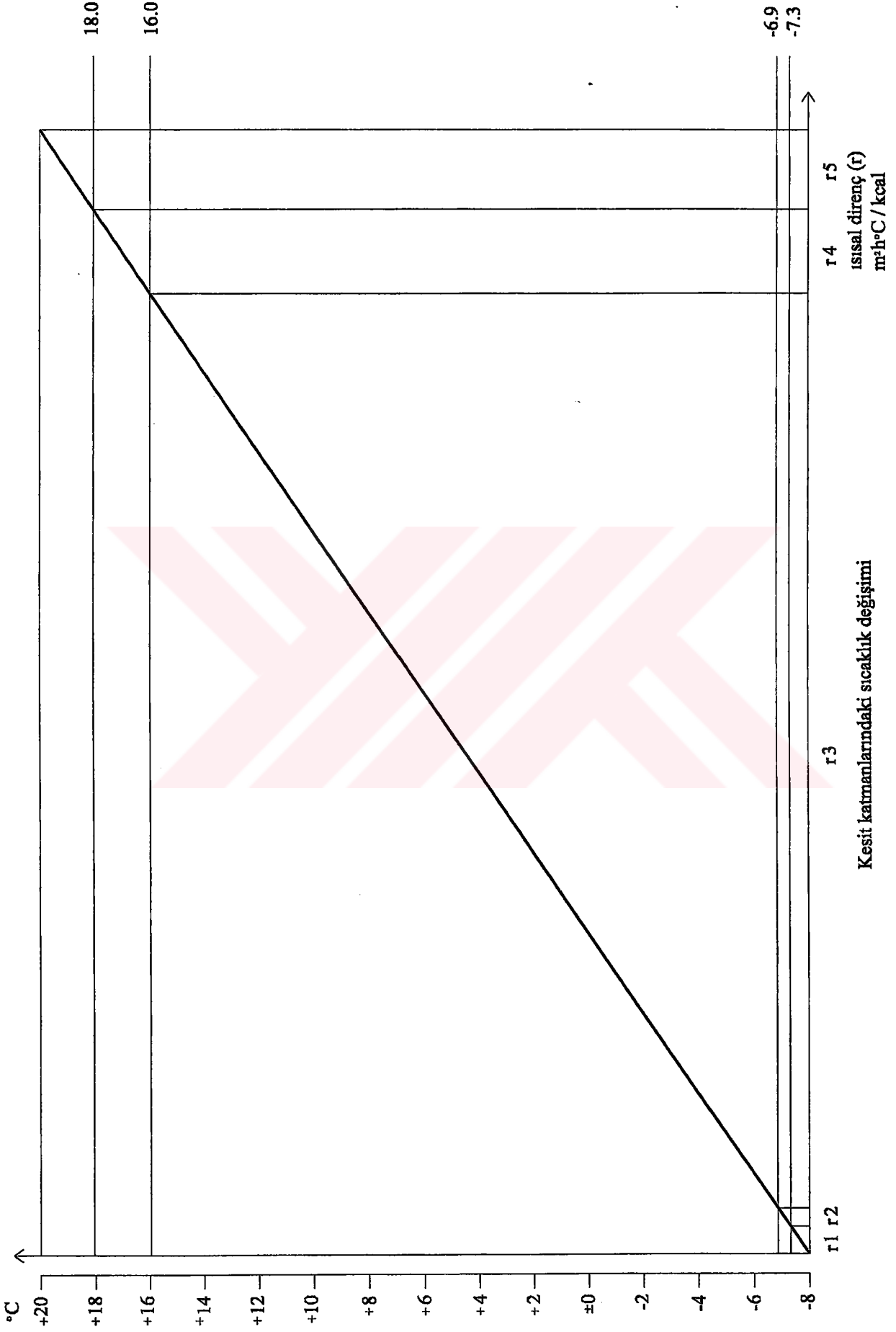
Antalya Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü



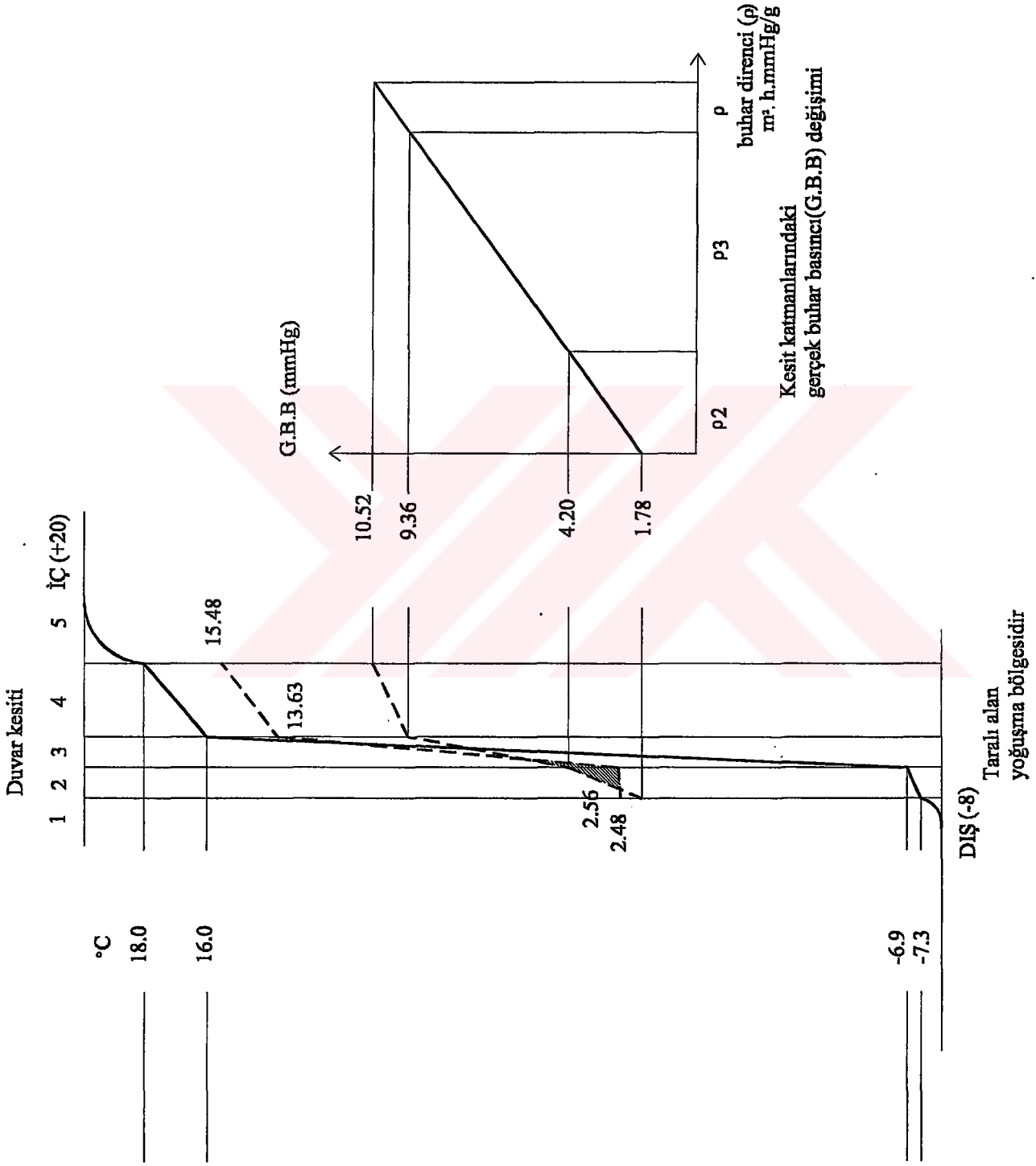


Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü

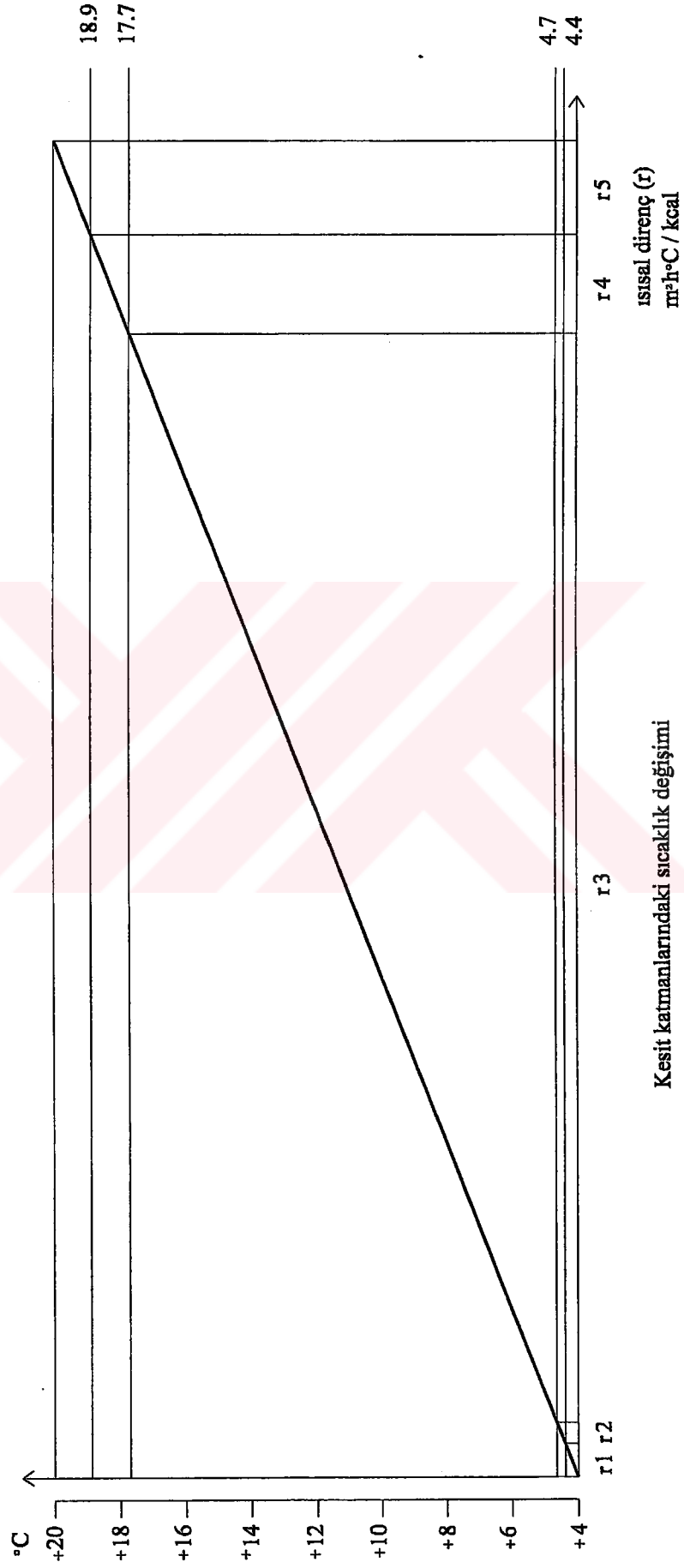




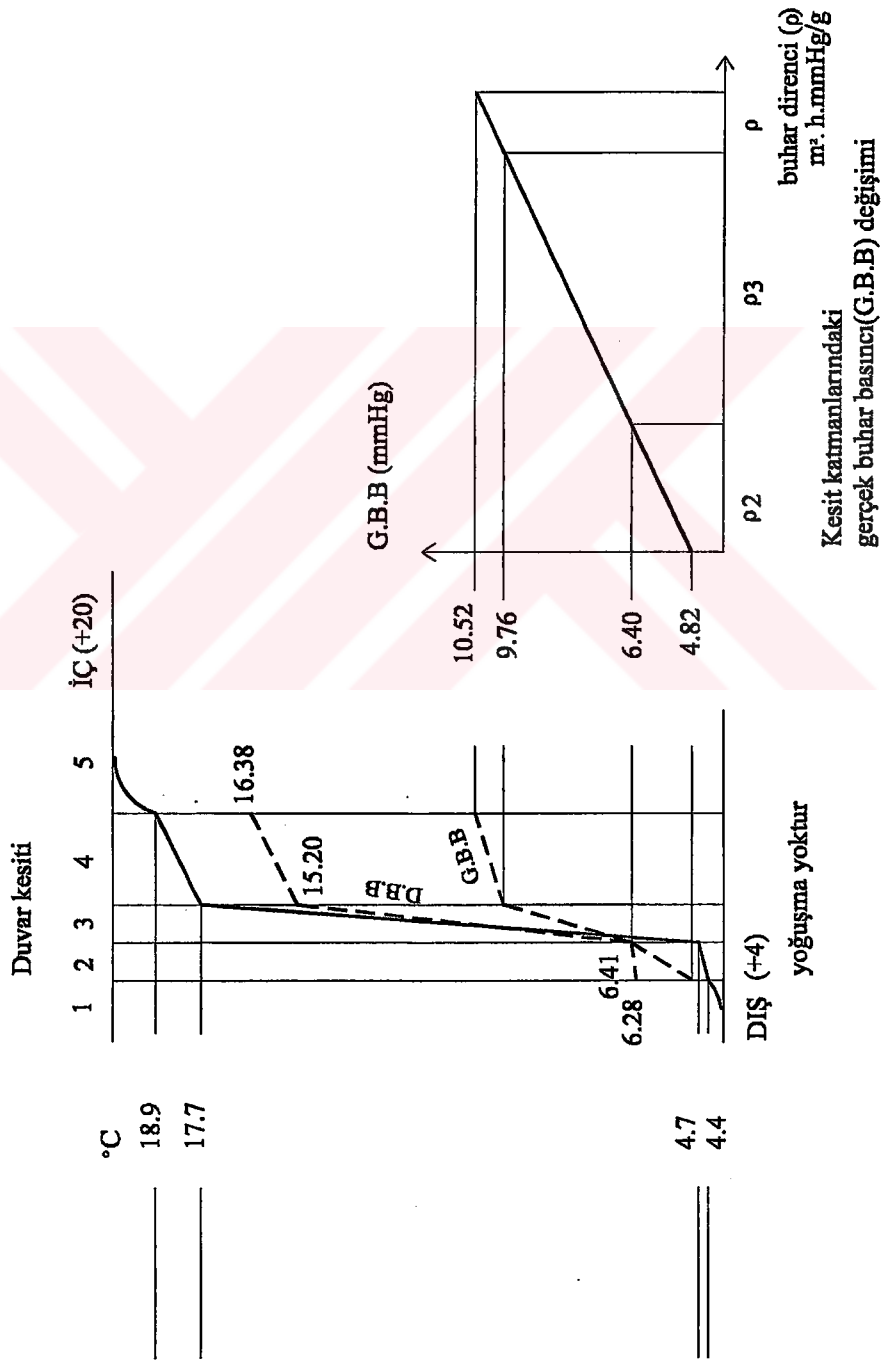
Erzurum Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü



Erzurum Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü

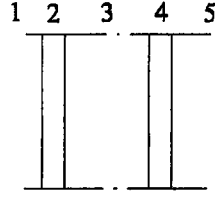


İstanbul Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 12) için Yoğuşma Kontrolü

### Kesit (No 13) için İç Yüzey Sıcaklığı Hesabı



- 2 Çimento sıvası, 3cm  
3 Çelik hasırlı polistren levha, 11cm  
4 Çimenro sıvası, 3cm

Katmanlara ilişkin ısısal direnç değerleri

No	Katmanlar	$\lambda$ (kcal/mh°C)	kalınlık e(m)	$r = e/\lambda$ (m <sup>2</sup> h°C/kcal)
1	1/h <sub>dış</sub> : 1/20	20	—	0,050
2	Çimentosıvası	1.20	0.03	r <sub>2</sub> =0.025
3	Polistrenlevha	0,034	0.11	r <sub>3</sub> =3.235
4	Çimentosıvası	1.20	0.03	r <sub>4</sub> =0.025
5	1/h <sub>iç</sub> : 1/7	7	—	0,143

$$R = 1/h_{dış} + r_2 + r_3 + r_4 + 1/h_{iç}$$

$$= 3.478 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal} \quad R'^{**} = R - R \cdot \%5 = 3.304$$

$$K = 1/R'^{**} = 0.303 \text{ kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$\Theta = K/h_{iç} \text{ (tiç-tdış)} \quad (\Theta \text{ Konfor Değeri} \leq \pm 3^\circ\text{C})$$

$$= 0.043 \text{ (tiç-tdış)}$$

Yörelere ait  $\Theta$ ' ve  $\dot{I}YS$ ' değerleri

Yöre	DS (°C)	İS (°C)	$\Theta$ (°C)	$\dot{I}YS$ (°C)
<b>Antalya</b>	10	20	0.4	19.6
<b>Diyarbakır</b>	2	20	0.8	19.2
<b>Erzurum</b>	-8	20	1.2	18.8
<b>İstanbul</b>	4	20	0.7	19.3

$\lambda$  : Isı geçirgenlik katsayısı

$r$  : Isısal direnç ,  $R$  : Toplam ısı direnci

DS : Dış sıcaklık

İS : İç sıcaklık

$\dot{I}YS$  : İç yüzey sıcaklığı

\*\* Bakınız Bölüm 3.3.1 c2

## Kesit (No 13) için Yoğuşma Kontrolü Hesabı

Katmanlara ilişkin doymuş buhar basıncı (D.B.B) ve buhar dirençleri ( $\rho$ )

Antalya yöresi için

 $\pi$  = buhar geçirgenlik katsayısı

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	10	9,21	—	—	—
1	10.1	9.27	—	—	—
2	10.2	9.34	0.03	0.0045	$\rho_2=6.67$
3	19.5	17.00	0.11	0.0014	$\rho_3=78.57$
4	19.6	17.11	0.03	0.0045	$\rho_4=6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

Diyarbakır yöresi için

No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	2	5,29	—	—	—
1	2.3	5.41	—	—	—
2	2.4	5.45	0.03	0.0045	$\rho_2=6.67$
3	19.1	16.59	0.11	0.0014	$\rho_3=78.57$
4	19.3	16.80	0.03	0.0045	$\rho_4=6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

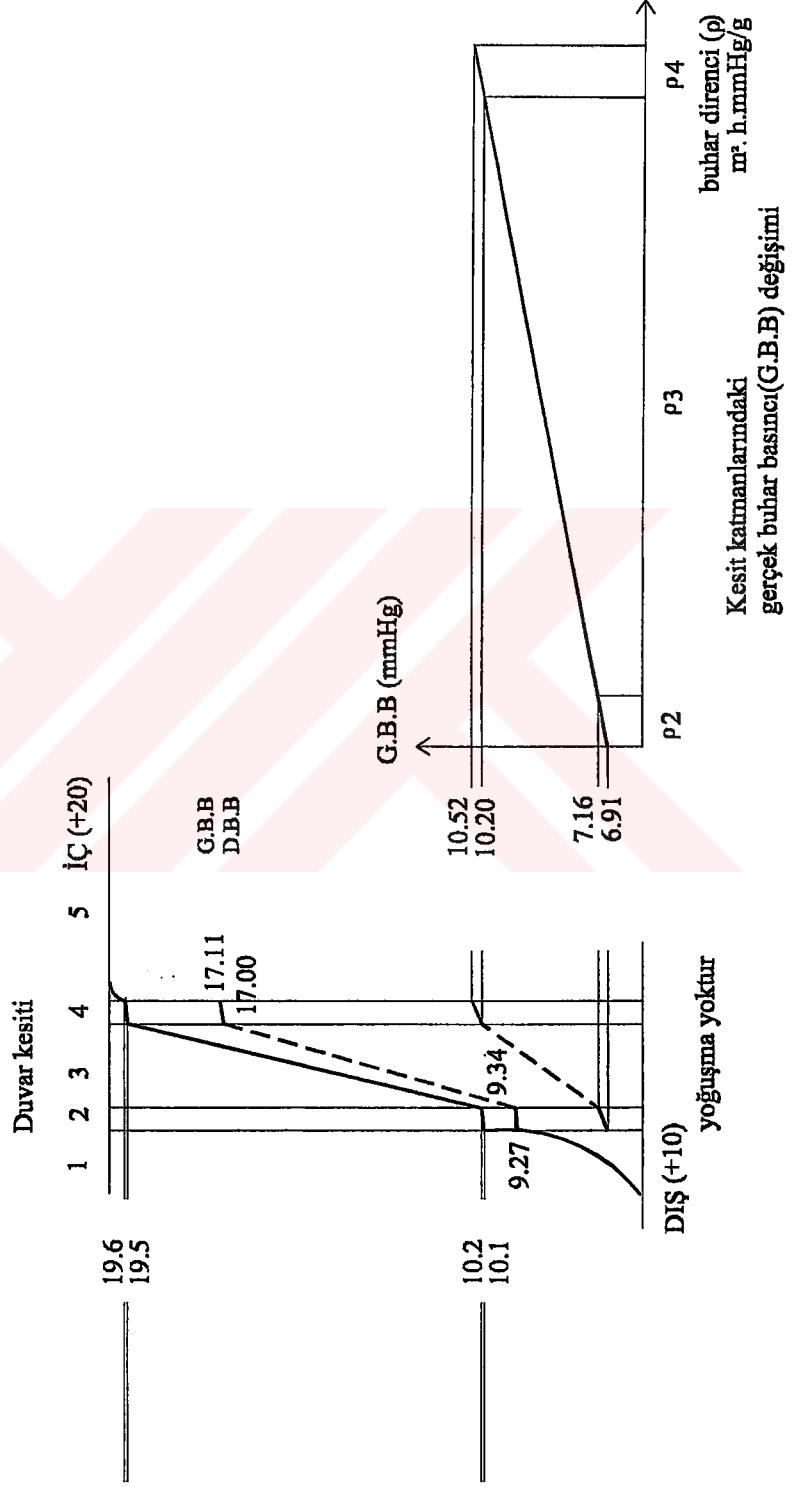
Erzurum yöresi için

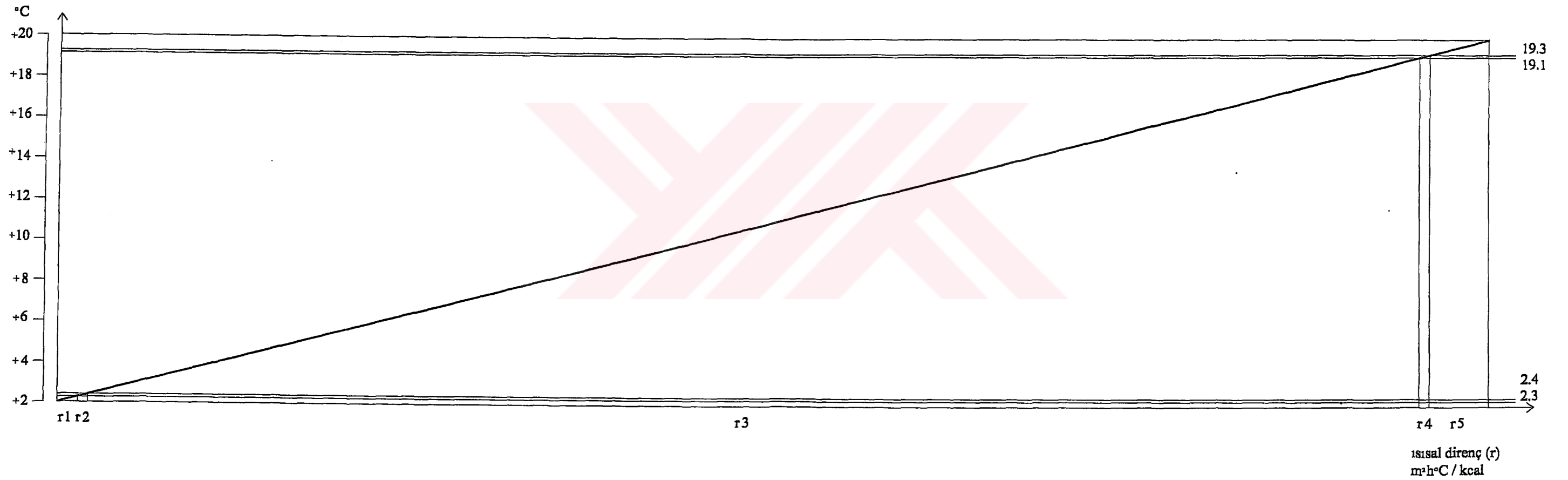
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	-8	2,33	—	—	—
1	-7.6	2.41	—	—	—
2	-7.4	2.46	0.03	0.0045	$\rho_2=6.67$
3	18.6	16.08	0.11	0.0014	$\rho_3=78.57$
4	18.8	16.28	0.03	0.0045	$\rho_4=6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

İstanbul yöresi için

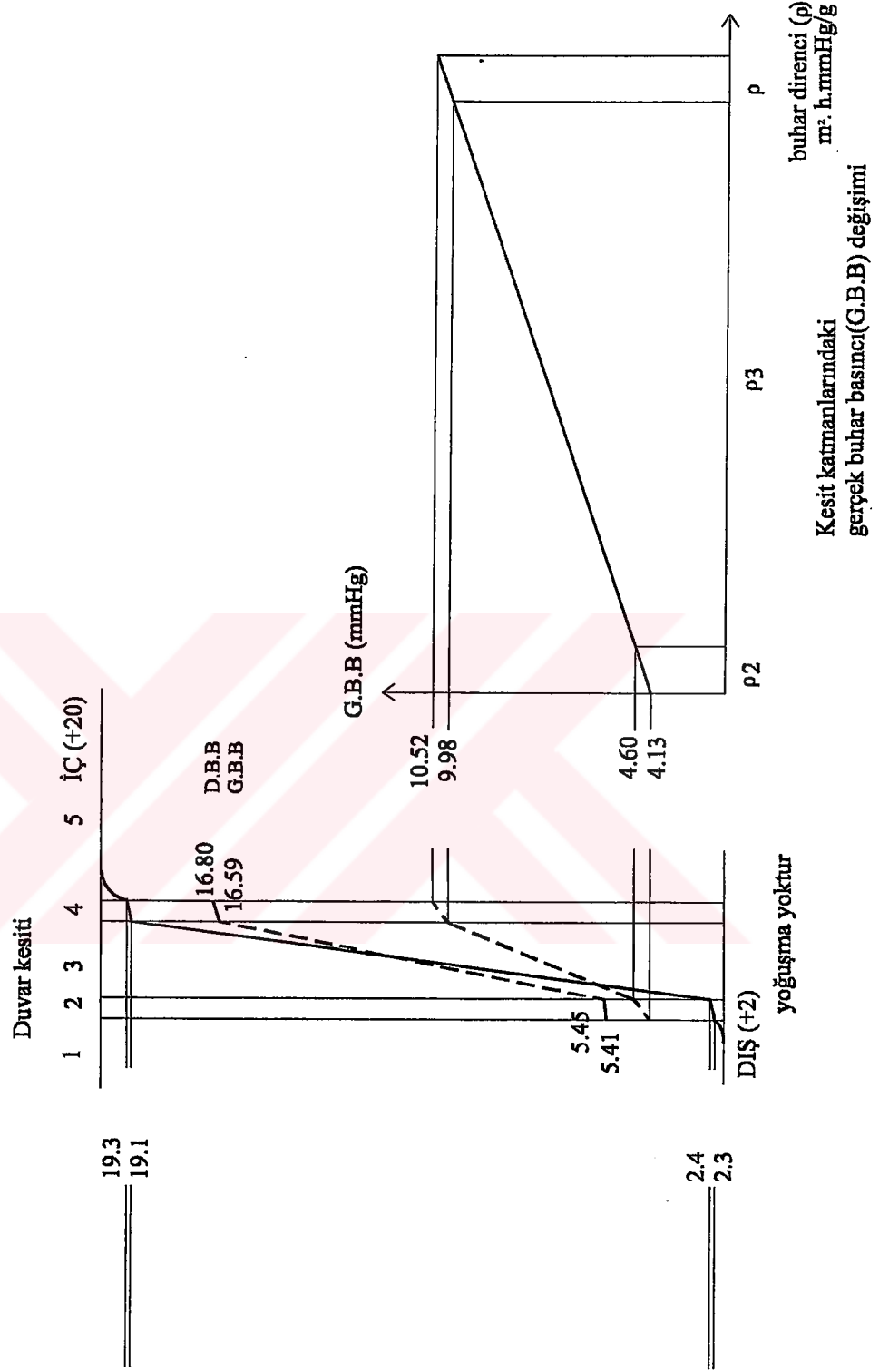
No	Katmanlardaki sıcaklıklar (°C)	D.B.B (mmHg)	Kalınlık-e- (m)	$\Pi$ (g/m.h.mmHg)	$\rho = e / \Pi$ (m <sup>2</sup> .h.mmHg/g)
Dış	4	6,10	—	—	—
1	4.2	6.19	—	—	—
2	4.3	6.23	0.03	0.0045	$\rho_2=6.67$
3	19.2	16.69	0.11	0.0014	$\rho_3=78.57$
4	19.3	16.80	0.03	0.0045	$\rho_4=6.67$
İç	20	17,53	—	—	—

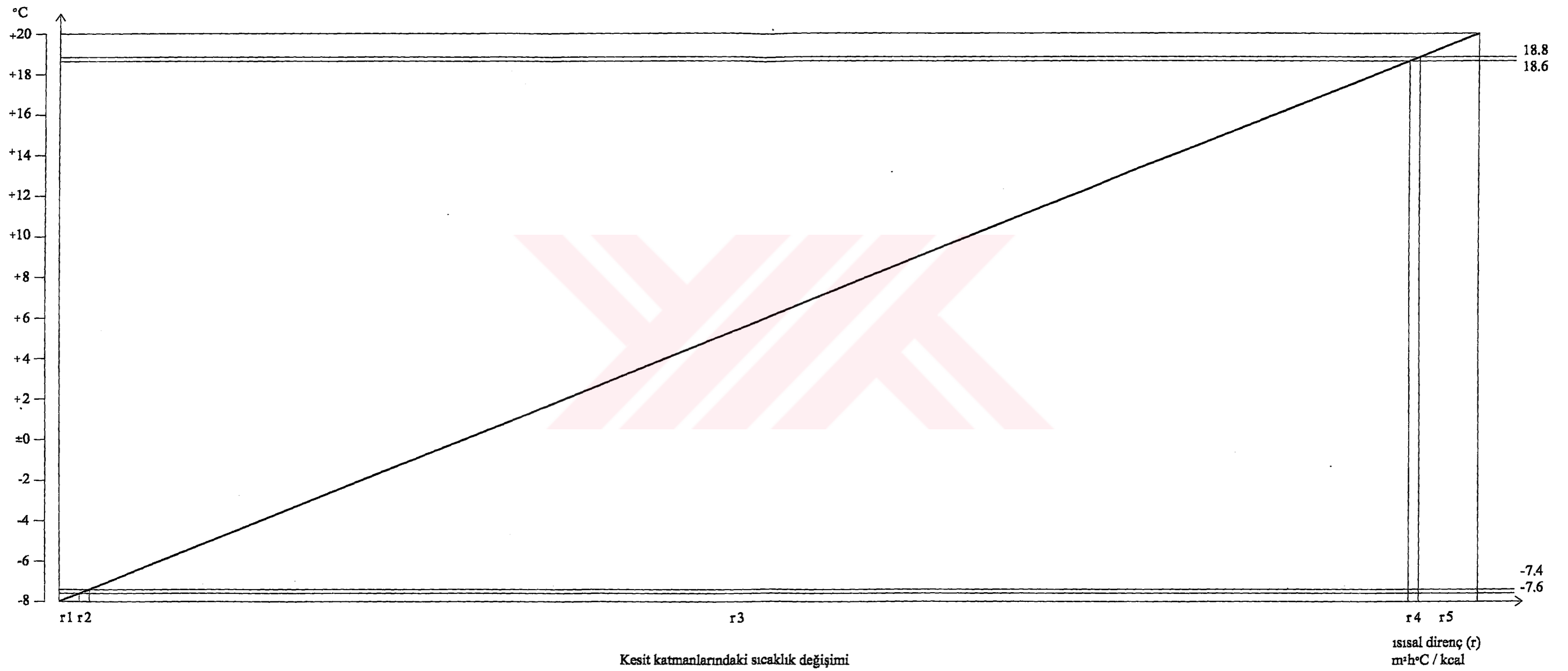




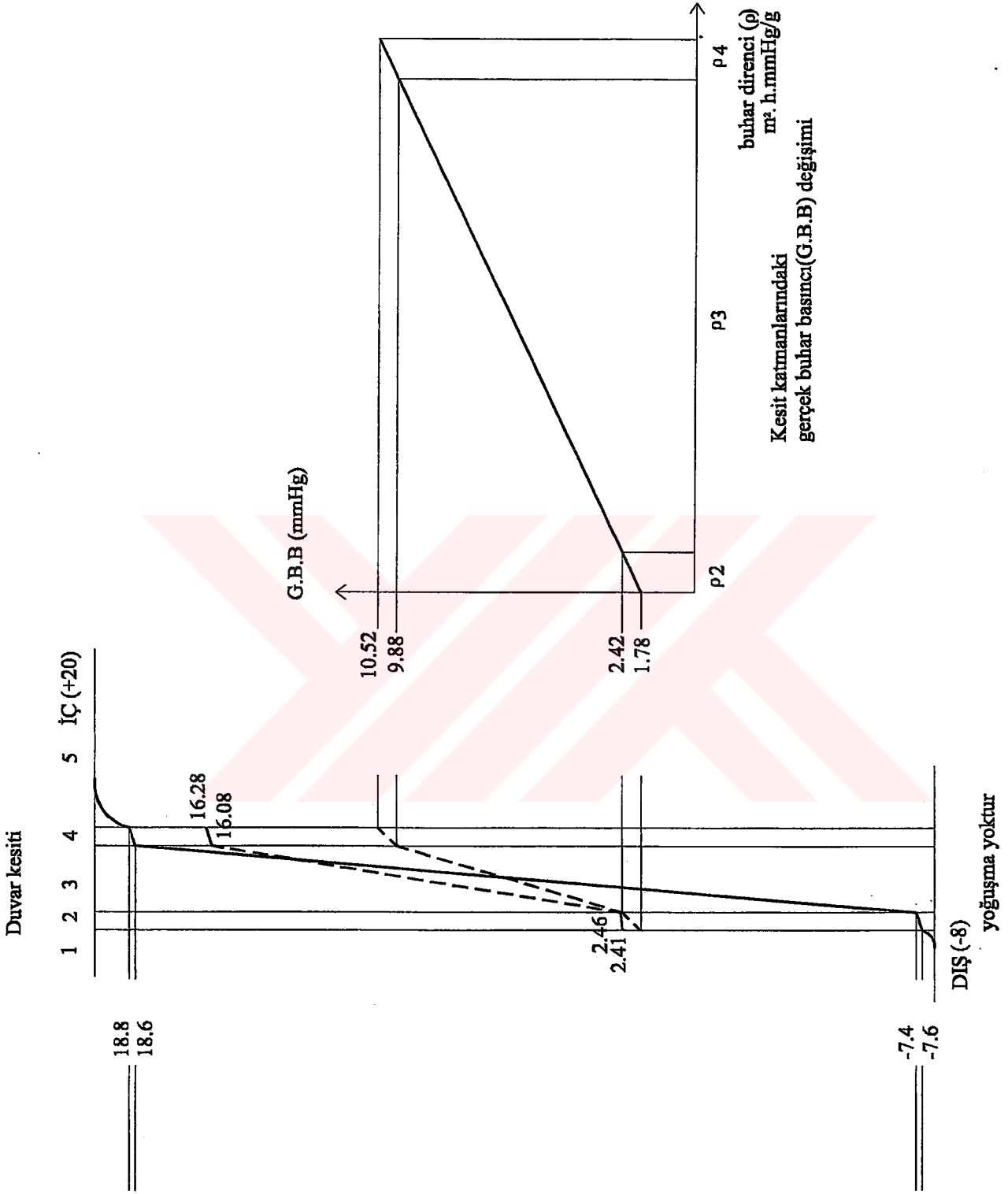


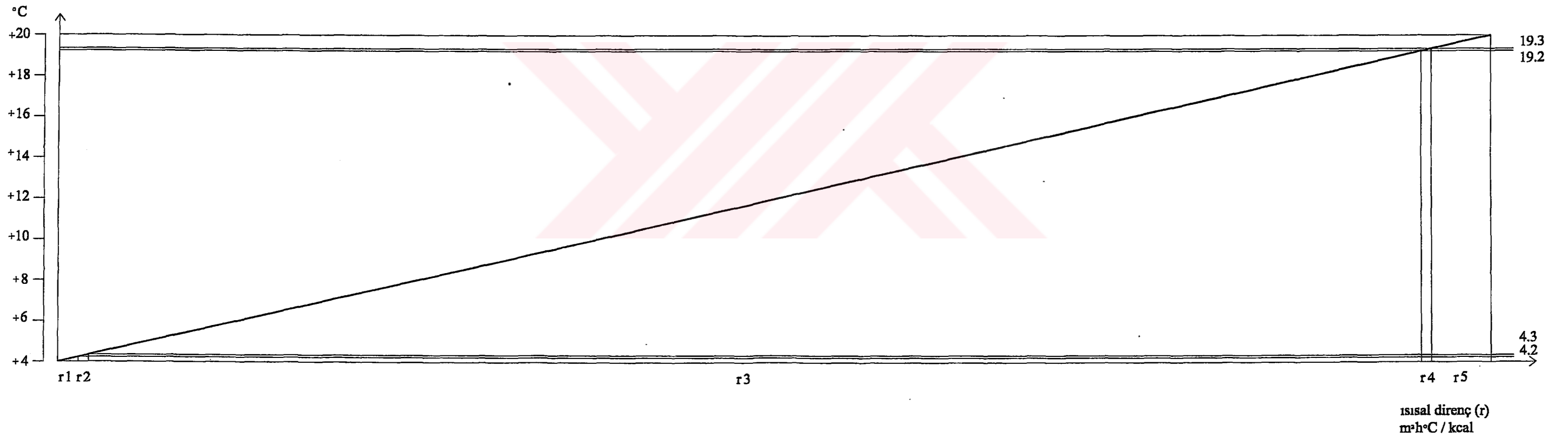
Diyarbakır Yöresine ait Kesit (No 13) için Yoğuşma Kontrolü





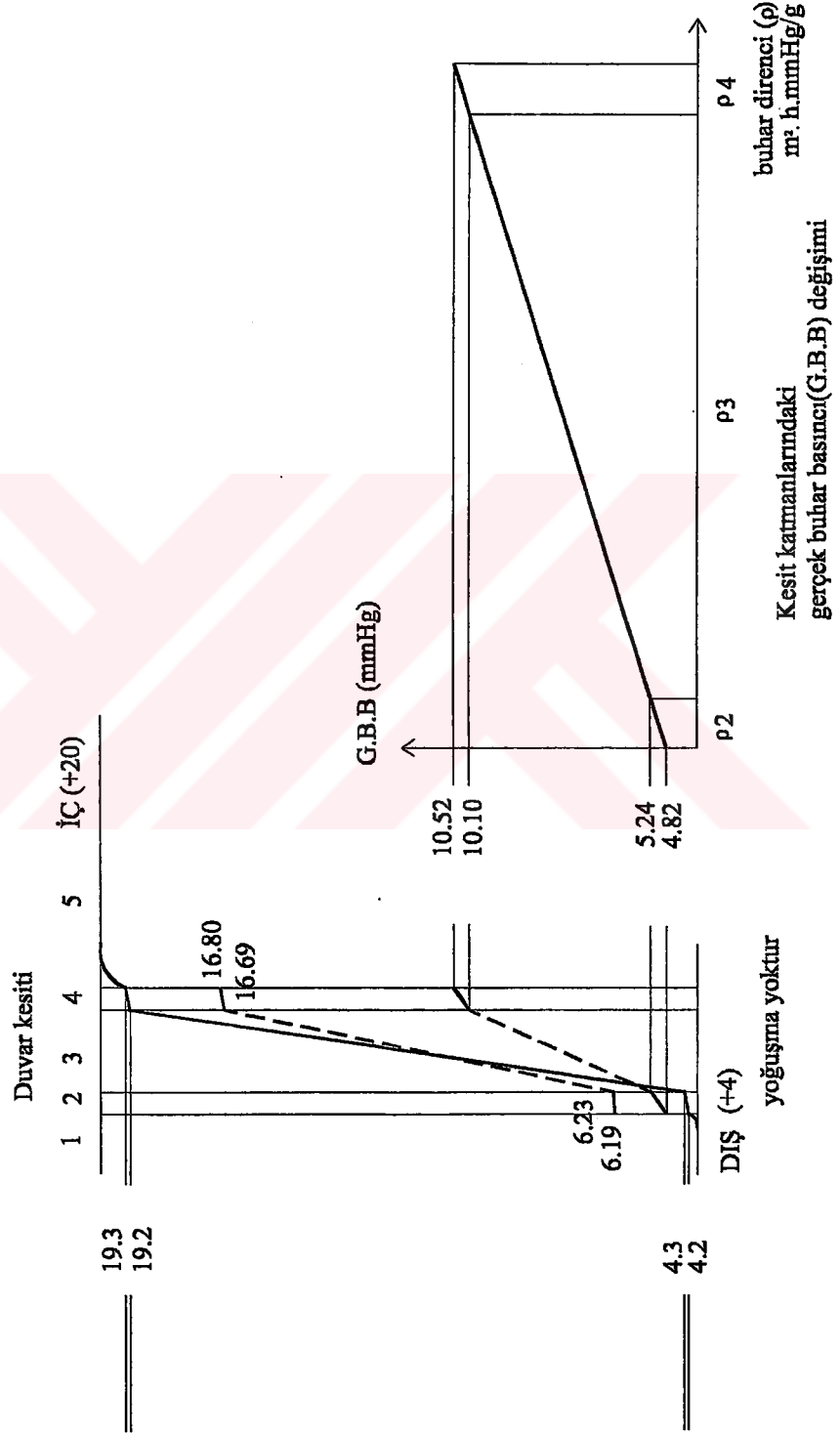
Erzurum Yöresine ait Kesit (No 13) için Yoğuşma Kontrolü





Kesit katmanlarındaki sıcaklık değişimi

İstanbul Yöresine ait Kesit (No 13) için Yoğuşma Kontrolü



İstanbul Yöresine ait Kesit (No 13) için Yoğuşma Kontrolü

#### 4.4 Yapı Kabuğu Kesitlerinin Değerlendirilmesi

İç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma açılarından 4 farklı iklim tipini temsil eden 4 yörede incelenen 14 adet kesit 2 aşamada değerlendirilmiştir:


- 1.aşamada, tüm kesitlerin, hesap yapılan 4 yöre için çıkan iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma hesabı sonuçları Çizelge 4.5 'de açıklanmıştır.
- 2.aşamada kesitler iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma açılarından yörelere göre değerlendirilmiş ve yoğuşma görülen kesitlerde yoğuşma nedenleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.5 Kesitlerin iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma hesabı sonuçları

Kesit No	Antalya	Diyarbakır	Erzurum	İstanbul
<b>No1</b>	Gazbeton panel (20cm) tek katmanlı			
İYS				
Yoğ				
<b>No2</b>	Gazbeton panel (30cm) tek katmanlı			
İYS				
Yoğ				
<b>No3</b>	Beton panel (12cm) çift katmanlı içten ısı yalıtım			
İYS				
Yoğ				
<b>No4</b>	Beton panel (20cm) çift katmanlı içten ısı yalıtım			
İYS				
Yoğ				
<b>No5</b>	Beton sandviç panel (12cm) çok katmanlı			
İYS				
Yoğ				
<b>No6</b>	Saç panel (6cm) çok katmanlı			
İYS				
Yoğ				
<b>No7</b>	Beton panel (12cm) çok katmanlı içten ısı yalıtım			
İYS				
Yoğ				
<b>No8</b>	Ahşap panel (15cm) çok katmanlı			
İYS				
Yoğ				

 İYS olumsuz

 yoğ. var

 İYS olumlu,  
yoğ. yok

<b>No9</b>	Masif ahşap kütük (17cm)	tek katmanlı		
İYS				
Yoğ				
<b>No10</b>	Betopan panel (7cm)	çok katmanlı		
İYS				
Yoğ				
<b>No11a</b>	Boşluklu beton blok (19cm)	tek katmanlı		
İYS				
Yoğ				
<b>No11b</b>	Boşluklu beton blok (19cm)	çift katmanlı içten yalıtım		
İYS				
Yoğ				
<b>No12</b>	Beton sandviç panel (22)	çok katmanlı		
İYS				
Yoğ				
<b>No13</b>	Çelik hasırlı polistren köpük panel	tek katmanlı		
İYS				
Yoğ				

İYS: İç yüzey sıcaklığı

Θ : İç sıcaklık - İç yüzey sıcaklığı

D.B.B: Doymuş buhar basıncı

G.B.B: Gerçek buhar basıncı

• 2.Aşama

Kesitler yörelere göre; Erzurum (-8 °C) - Diyarbakır (+2 °C) - İstanbul (+4 °C) - Antalya (+10 °C) sıralamasında değerlendirilmiştir.

**Kesit (No1) Gazbeton panel (20cm) Tek katmanlı**

‘Θ’ değeri, Erzurum yöresi hariç, diğer yörelerde olumlu sonuç vermiştir. Erzurum yöresinde kesitin ısısal direnci İYS açısından ısısal konforu sağlamada yetersiz kalmıştır.

Erzurum, yoğuşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Gazbeton dış yüzeyinde ve dış sıva kesitinde yoğuşma görülmektedir. Dış yüzde, malzeme sınırındaki sıcaklığın oldukça düşük olmasından dolayı D:B:B eğrisi G:B:B eğrisinin altında kalmıştır ve bu bölgede yoğuşma

meydana gelmiştir. Bu durum gazbetonun nemlenmesine ve ısı geçirgenlik direncinin düşmesine neden olur.

Diyarbakır'da, dış sıva ile gazbeton arası, noktasal bir bölgede yoğunlaşma görülmektedir. Bu yörede, hava sıcaklığının Erzurum'a göre yüksek olması nedeniyle yoğunlaşma bölgesi alanı oldukça küçülmüştür.

İstanbul'da, yoğunlaşma açısından kritik nokta vardır. G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi, dış sıva ile gazbeton arasındaki noktada birbirine değmektedir. Dış sıcaklığın +4 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğunlaşma görülebilir.

### **Kesit (No2) Gazbeton panel (30cm) Tek katmanlı**

Erzurum'da, gazbeton panelin kalınlığının artmasıyla, kesitin ısısal direnci yükselmiş ve 'Ø' değeri olumlu sonuç vermiştir.

Erzurum, yoğunlaşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Gazbeton dış yüzeyinde ve dış sıva kesitinde yoğunlaşma görülmektedir, fakat alanı No1'e göre küçülmüştür. Gazbeton panelin dış yüzündeki sıcaklık derecesi 20cm kalınlığındaki panele göre daha az olduğu için, o noktadaki G.B.B değeri daha düşük çıkmıştır. Dolayısıyla, G.B.B eğrisinin D.B.B eğrisinin üzerine çıktığı yoğunlaşma alanı küçülmüştür.

Diyarbakır'da, yoğunlaşma açısından kritik nokta vardır. G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi, dış sıva ile gazbeton arasındaki noktada birbirine değmektedir. Dış sıcaklığın +2 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğunlaşma görülebilir.

### **Kesit (No3) Beton panel (12cm) Çift katmanlı içten ısı yalıtım**

'Ø' değeri, Erzurum yöresi hariç, diğer yörelerde olumlu sonuç vermiştir. Erzurum yöresinde, kesitin ısısal direnci, İYS açısından ısısal konforu sağlamada yetersiz kalmıştır.

Erzurum, yoğunlaşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Beton kesitin içinde ve ısı yalıtım katmanının dış yüzünde, büyük bir alanda, yoğunlaşma görülmektedir. Beton katmanının soğuk

bölgede kalması ve sıcaklığın ısı yalıtım katmanından sonra ani olarak düşmesi, bu bölgede

G.B.B eğrisinin D.B.B eğrisinin üzerine çıkmasına neden olmuştur. Bir diğer deyişle, bu bölgedeki bağıl nem, çığ noktasına (Bağıl nem:%100) ulaşmış ve su buharı kesit içinde yoğuşmuştur.

Diyarbakır, yoğuşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Erzurum yöresinde olduğu gibi, aynı bölgede ve aynı nedenlerle, fakat daha küçük bir bölgede yoğuşma görülmektedir. Dış sıcaklığın yükselmesi ile kesit katmanlarındaki sıcaklıklar artmış ve daha az miktarda su buharı kesit içinde yoğuşmuştur.

İstanbul yöresi de yoğuşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Yoğuşma, aynı bölgede ve aynı nedenlerle, fakat Diyarbakır yöresinde olduğundan daha küçük bir bölgede görülmektedir.

#### **Kesit (No 4) Beton panel (20cm) Çift katmanlı içten ısı yalıtım**

Erzurum'da, beton panelin kalınlığının artmasıyla, kesitin ısısal direnci yükselmiş ve 'Θ' değeri olumlu sonuç vermiştir.

Yoğuşma, Erzurum, Diyarbakır ve İstanbul yörelerinde No3'de olduğu gibi, aynı bölgede ve aynı nedenle fakat daha büyük alanlarda görülmektedir. Kesit kalınlığının artmasıyla, iç yüzde, malzeme sınırlarındaki sıcaklıklar artmıştır. Sıcaklıkların artması, o bölgelerdeki G.B.B değerlerini yükseltmiştir. Dolayısıyla, yoğuşma alanları büyümüştür.

Antalya'da ise, aynı bölgede, G.B.B eğrisi ile D.B.B eğrisi birbirine çok yaklaşmıştır. Dış sıcaklığın +10 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğuşma görülebilir.

#### **Kesit (No 5) Beton sandviç panel (12cm) Çok katmanlı ısı yalıtım ortada**

'Θ' değeri, Erzurum yöresi hariç, diğer yörelerde olumlu sonuç vermiştir. Erzurum yöresinde, kesitin ısısal direnci, İYS açısından ısısal konforu sağlamada yetersiz kalmıştır.

Erzurum, yoğuşma açısından olumsuz sonuç vermiştir. Isı yalıtımı dış yüzeyi ile beton katmanı içinde yoğuşma görülmektedir. Yoğuşma alanı No3 ve No4'e göre oldukça küçüktür. Dış beton katmanının kalınlığının oldukça az (4cm) olması nedeniyle ısı yalıtımının dış yüz sınırındaki sıcaklık düşük çıkmıştır. Dolayısıyla, dış beton katmanındaki G.B.B değerlerinin de düşük olması yoğuşma alanını küçültmüş, yoğuşmaya uğramadan kesiti geçen su buharı miktarı artmıştır.

Diyarbakır yöresinde, yoğuşma açısından kritik nokta vardır. G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi, dış beton katman ile ısı yalıtımı arasındaki noktada birbirine değmektedir. Dış sıcaklığın +2 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğuşma görülebilir.

#### **Kesit (No 6) Saç panel (6 cm) Çok katmanlı ısı yalıtım ortada**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır.

4 yörede de yoğuşma bölgesi görülmektedir. Buhar direnci '0' olan bir malzemenin dış yüzde kullanılması, kesit dış yüzünde - ısı yalıtım katmanı içinde yoğuşmaya neden olmaktadır. Çünkü, D.B.B değerleri sıcaklığın düşmesiyle birlikte dışa doğru azalırken, G.B.B değerleri değişmemektedir. Yörelere ait dış sıcaklık derecesi düştükçe yoğuşma alanı büyümektedir.

#### **Kesit (No 7) Beton panel (6 cm) Çift katmanlı içten ısı yalıtım**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır. No 3 ile karşılaştırıldığında, iç kaplama malzemesi olarak, sıva yerine, ' $\lambda$ ' değeri daha düşük olan alçıpan kullanılması ve ısı yalıtım malzemesinin arkasındaki hava boşluğu, kesitin toplam ısı direncini arttırmıştır.

Erzurum, Diyarbakır ve İstanbul yörelerinde yoğuşmanın görülmesi No3 'deki nedenlerle aynıdır.

**Kesit (No 8) Ahşap panel (15 cm) çok katmanlı**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır.

Kesitlerde, 4 Yörede de yoğuşma görülmemektedir. Katmanların yapı fiziği ilkelerine uygun olarak düzenlenmesiyle, kesit içinde yoğuşma meydana gelmemektedir. Duvar iç yüzeyinde düzenlenen buhar kesici katman, su buharını kesit içine girmeden engellemekte ve yoğuşma olasılığını ortadan kaldırmaktadır.

**Kesit (No 9) Masif ahşap kütük (17 cm) tek katmanlı**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır.

Kesitlerde, 4 Yörede de yoğuşma görülmemektedir. Ahşabın, ısısal direnci yüksek, organik esaslı ve nefes alan bir malzeme olması nedeniyle, su buharı, kesit içinden, yoğuşmaya uğramadan geçebilmekte ve ' $\Theta$ ' değeri konfor sınırları altına inmemektedir.

**Kesit (No 10) Betopan panel (7 cm) çok katmanlı**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır.

Erzurum yöresinde, ısı yalıtım katmanının dış yüzünde oldukça küçük (noktasal) bir alanda yoğuşma görülmektedir. Soğuk iklime sahip bir yörede, yoğuşma alanının küçük çıkması, büyük miktarda su buharının, kesit içinden, yoğuşmaya uğramadan geçebildiğini göstermektedir. Dış katmanın ince oluşu, o malzemenin buhar direncinin düşük çıkmasına; bu durum ise, yoğuşma alanının küçülmesine neden olmaktadır.

**Kesit (No 11a) Boşluklu beton blok (19 cm) tek katmanlı**

' $\Theta$ ' değeri, Antalya yöresi hariç, diğer 3 yöre için olumsuz sonuç vermektedir. Kesitin ısısal direnci, 3 yöre için, İYS açısından ısısal konforu sağlamada yetersiz kalmaktadır.

Erzurum yöresi hariç, diğer yörelerde yoğunlaşma görülmemektedir. Bu yörelere ait D.B.B eğrisi ile G.B.B eğrisi birbirine paralel gitmektedir. Katmanlara ait sıcaklıkların düşük çıkması G.B.B değerlerindeki düşük olması, su buharının, kesit içinden yoğunlaşmaya uğramadan geçebilmesini sağlamaktadır.

Erzurum yöresinde, iç yüzeyde- perlitli sıvanın dış yüzünde oldukça küçük bir alanda yoğunlaşma görülmektedir. Bu bölgede, beton blok kesitinin iç ve dış yüzündeki sıcaklık ayrımı diğer yörelere göre fazla olduğu için, G.B.B eğrisi D.B.B eğrisinin üzerine çıkmıştır.

**Kesit (No 11b) Boşluklu beton blok (19 cm) çift katmanlı içten ısı yalıtım**

İçten ısı yalıtım uygulaması ile No11a'ya göre kesitin toplam ısısal direnci yükselmiş, Erzurum yöresi hariç, diğer yöreler için İYS açısından ısısal konfor sağlanmıştır. Erzurum yöresi için, kesitin toplam ısısal direnci, ısısal konforu sağlamada yeterli olmamıştır.

Erzurum yöresi hariç, diğer yörelerde No 11a'da olduğu gibi yoğunlaşma görülmemektedir. D.B.B eğrileri ile G.B.B eğrileri No 11a'ya göre birbirine yaklaşmış ancak G.B.B eğrisi, D.B.B eğrisinin üzerine çıkamamıştır.

Erzurum yöresinde No 11a'da görülen yoğunlaşma bölgesi, bu kesitte alan olarak biraz daha büyümüştür. Çünkü beton bloğun iç yüzündeki sıcaklık derecesi, ısı yalıtım katmanından dolayı daha düşük çıkmıştır. Bu durumda, D.B.B değeri düşmüş ve G.B.B eğrisinin D.B.B eğrisinin üzerine çıktığı yoğunlaşma alanı büyümüştür ve kesit içinde daha büyük miktarda su buharı yoğunlaşmıştır.

**Kesit (No 12) Beton sandviç panel (22 cm) çok katmanlı ısı yalıtım dış yüze yakın**  
' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır. ' $\Theta$ ' değerinin Erzurum yöresi için No5'e göre olumlu çıkmasının nedeni, ısı yalıtım katmanının dış yüze yakın olmasıyla, taşıyıcı beton katmanın (12cm) sıcak tarafta kalması, ve bu nedenle İYS değerinin daha yüksek çıkmasıdır.

Erzurum yöresinde, ısı yalıtım katmanının dış yüzünde-dış beton katmanının içinde yoğuşma görülmektedir. Bu yoğuşma alanı, No 5'e göre daha büyük çıkmıştır. Çünkü, ısı yalıtım ve dış beton katmanının dış yüzündeki sıcaklıklar daha düşük çıkmış ve bu bölgedeki D.B.B değerleri düşmüştür. Buna karşın, ısı yalıtım katmanının kalınlığının artması ile buhar direnci de artmış ve G.B.B değerleri bu bölgede yükselmiştir. Bu durumda G.B.B eğrisinin D.B.B eğrisinin üzerine çıktığı yoğuşma alanı büyümüştür.

Diyarbakır yöresinde, aynı bölgede, Erzurum yöresinde olduğundan çok daha küçük bir alanda yoğuşma görülmektedir. İç - dış sıcaklık farkının azalmasıyla, bölgedeki G.B.B değeri azalmıştır ve yoğuşma bölgesi küçülmüştür.

İstanbul'da, yoğuşma açısından kritik nokta vardır. G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi, ısı yalıtım katmanının dış yüzündeki noktada birbirine değmektedir. Dış sıcaklığın +4 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğuşma görülebilir.

#### **Kesit (No 13) Çelik hasırlı polistren köpük panel (11 cm) tek katmanlı**

' $\Theta$ ' değeri, 4 yörede de olumlu sonuç vermiştir. Kesitin ısısal direnci, 4 yöre için İYS açısından ısısal konforu sağlamaktadır.

4 yörede de yoğuşma bölgesi görülmemektedir. Yörelerde, dış hava sıcaklığı hesap değeri düştükçe, kesit içindeki G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi birbirine yaklaşmaktadır. Erzurum'da, en düşük hava sıcaklığı hesap değerine sahip yörede G:B:B eğrisi ile D:B:B eğrisi birbirine dış sıva iç yüzeyinde değmektedir (kritik nokta). Dış sıcaklığın -8 °C'nin altına düşmesi durumunda, o bölgede yoğuşma görülebilir.

Kesitlerde yoğuşma alanı oluşmamasının nedeni, dış katmanın (sıva, 3cm) buhar direncinin, malzeme kalınlığının da az olması nedeniyle, düşük olmasıdır. Böylece, su buharı, yoğuşma olasılığının yüksek olduğu bölgeden, yoğuşmadan geçebilmektedir.

#### 4.4.1 Genel değerlendirme

- Tek katmanlı kesitler

Tek katmanlı kesitlerden, 20 cm kalınlığındaki gazbeton paneller Erzurum yöresinin temsil ettiği soğuk iklimde, İYS açısından ısısal konforu sağlamada yetersiz kalmaktadır. 30cm kalınlıktaki gazbeton paneller ise soğuk iklim için yeterli ısısal direnci oluşturmaktadır.

20ve 30cm kalınlığındaki gazbeton panellerde, Diyarbakır ve Erzurum yörelerinin iklim tiplerinde yoğuşma görülmektedir.

Tek katmanlı çelik hasırlı polistren köpük paneller, 4 iklim tipi için de, İYS ve yoğuşma açısından olumlu sonuç vermiştir. Panel kesitinin buhar direncinin gazbeton panele göre yüksek olması, polistren köpük katmanının sınırlarındaki G.B.B değerlerinin D.B.B değerlerinin altında çıkmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, kesit içinde G.B.B eğrisi D.B.B eğrisinin üzerine çıkmamakta ve kesitlerde yoğuşma görülmemektedir.

Tek katmanlı masif ahşap kütükler 4 iklim tipi için de hem İYS açısından hem de yoğuşma açısından olumlu sonuç vermiştir.

- Çift katmanlı kesitler

Çift katmanlı, içten ısı yalıtımlı kesitler İYS açısından ısısal konforu sağlamada başarılı olurken yoğuşma açısından başarısız kesitlerdir. Sıcak iklim (Antalya) hariç, diğer iklim tiplerinde, kesit içinde, büyük alanlarda yoğuşma görülmektedir. İçten ısı yalıtım uygulaması ile duvar kesitleri soğuk bölgede kalmakta ve kesit içinde, dış hava sıcaklığı düştükçe, yoğuşma alanları büyümektedir. Yoğuşma, kesitlerin ısısal direncini azaltmaktadır.

Çift katmanlı, içten ısı yalıtımlı kesitlerde kesit kalınlığının artması, İYS değerini olumlu yönde etkilerken, kesit içindeki yoğuşma alanının büyümesine neden olmaktadır.

- Çok katmanlı kesitler

Çok katmanlı beton sandviç paneller, İYS açısından ısısal konforu sağlamada başarılıdır. Yoğuşma açısından ise, içten ısı yalıtımlı çift katmanlı kesitlere göre daha olumlu sonuçlar vermektedir. Sıcak tarafta kalan kesit kalınlığı arttığı için yoğuşma alanları küçülmüştür.

Çok katmanlı düzenlenen ahşap paneller, İYS ve yoğuşma açısından, ısısal konfor ihtiyacını, 4 iklim tipi için de karşılamaktadır. Panelleri oluşturan katmanların birbirine göre konumlarının, yapı fiziği ilkelerine uygun olarak düzenlenmesi, sonuçların olumlu çıkmasını sağlamıştır.

Çok katmanlı betopan paneller, İYS ve yoğuşma açısından, ısısal konfor ihtiyacını, 4 iklim tipi için de karşılamaktadır. Isı yalıtım malzemesi ile dış katman (betopan) arasında, yoğuşma olasılığının olduğu bir bölgede, yoğuşmanın görülmemesinin nedeni, betopan kesitinin ince oluşu (1cm) dolayısıyla buhar direncinin düşük oluşudur. Böylece, su buharı, yoğuşmaya uğramadan kesiti geçebilmektedir.

Çok katmanlı çelik saç paneller, 4 iklim tipi için İYS açısından ısısal konforu sağlamakla birlikte, 4 iklim tipinde de, kesit içinde yoğuşma görülmektedir. Bu durum, buhar kesici katmanın duvar dış yüzeyinde düzenlenmesinin, yapı fiziği ilkelerine ters düştüğünü ve bu uygulamanın sakıncalı olduğunu göstermektedir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, prefabrik yapı kabuğu olarak, 8 firmaya ait, 14 adet kesit, 4 iklim tipi (sıcak-nemli, sıcak-kuru, ılıman, soğuk) için, iç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma yönünden incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirme sonucunda şu sonuçlara varılmıştır:

- Tek katmanlı prefabrik dış duvar kuruluşlarında, gazbeton paneller, farklı iklim tipleri için gerekli kalınlıklar etüd edilirse, iç yüzey sıcaklığı açısından ısısal konforun sağlanmasında başarılı olmaktadır. Yoğuşma açısından ise, soğuk iklimlerde, tek katmanlı olarak olumlu sonuç vermemektedir. Panellerin dış yüzey bölgelerinde, yoğuşma meydana gelmektedir.

Boşluklu beton bloklar iç yüzey sıcaklığı açısından ısısal konforun sağlanmasında, sıcak-nemli iklim tipi hariç, olumsuz sonuç vermiştir. İç yüzeyleri perlitli sıvalı tek katmanlı olarak ısısal dirençleri yeterli gelmemektedir. Fakat, kesitlerde, beton blok elemanların buhar dirençlerinin az olması nedeniyle yoğuşma görülmemektedir.

- Çift katmanlı paneller, ülkemizde, üretimin kolay olması nedeniyle, genelde tek katmanlı olarak üretilmekte ve montajdan sonra, içten ısı yalıtım uygulanmaktadır. Bu uygulama yapı fiziği ilkelerine ters düşmektedir. Isı geçirgenlik direnci yüksek olan katmanların dış yüzeye, buhar geçirgenlik direnci yüksek olan katmanların ise iç yüzeye yerleştirilmesi gerekmektedir. Böylece, su buharının yoğuşması sonucu ısı yalıtımının nemlenmesi önlenmiş ve duvarın ısı depolama kapasitesi artmış olur.

İçten ısı yalıtımlı, çift katmanlı beton paneller, sıcak iklim yöresi Antalya hariç, diğer 3 iklim tipini temsil eden yörelerde yoğuşma açısından olumsuz sonuç vermektedir. Kesit içlerinde, büyük alanlarda, yoğuşma görülmektedir. Bu paneller, iç yüzey sıcaklığı açısından ısısal konforu sağlamakla beraber, kesit içlerindeki yoğuşma sonucu, ısısal dirençleri azalacak ve ısısal konforun sağlanmasında yetersiz kalacaklardır.

Çok katmanlı beton sandviç paneller, iç yüzey sıcaklığı açısından ısısal konforu sağlamaktadır. Isı yalıtımının, ortada veya dış yüzeye yakın yer almasıyla, iç beton katmanın ısı depolama kapasitesi artmıştır. Böylece, dış beton katman ile ısı yalıtımı arasında oluşan yoğuşma alanları küçülmüştür.

- İç yüzey sıcaklığı ve yoğuşma açısından, 4 iklim tipinde de olumlu sonuç veren kesitler,
  1. Ahşap panel (Kesit No 8)
  2. Masif ahşap kütük (Kesit No 9)
  3. Çelik hasırlı polistren köpük panel (Kesit No 13)

Ahşabın nefes alan ve ısısal direnci yüksek bir yapı malzemesi olması ve ahşap panelin katmanlarının yapı fiziği ilkelerine uygun düzenlenmesiyle Kesit No8 ve No9, bu çalışmanın en başarılı sonuç veren kesitleri olmuştur.

Kesit No 13 ise, sadece Erzurum yöresinde, yoğuşma açısından 'kritik nokta' oluşturmasından dolayı, 2. başarılı kesit olmuştur.

Çalışmanın, yoğuşma açısından en başarısız kesiti, 4 iklim tipinde de olumsuz sonuç veren, çelik sac panel (Kesit No6) olmuştur. Buhar geçirgenlik katsayısı '0' olan bir malzemenin dış yüzde kullanılması, 4 iklim tipinde de, kesit içinde yoğuşmanın oluşmasına neden olmuştur.

Öneriler :

Ülkemizde yaygın olarak uygulanan içten ısı yalıtımlı veya çekirdek ısı yalıtımlı sandviç panellerin kesit içlerinde meydana gelen yoğuşma olayı sonucunda ısısal dirençleri azalmakta ve paneller,ısısal konfor açısından beklenen performansı gösterememektedirler. Bu durum, yapma ısıtma yükü için daha fazla enerji tüketilmesini gerektirmektedir. Ancak, özellikle içten ısı yalıtımlı panellerin, üretiminin kolay ve daha ekonomik olmasından dolayı yapı sahipleri veya uygulayıcıları tarafından gerekli etüdler yapılmadan tercih edilmesi, ısı yalıtımı konusunda bilinçli olmadığımızı göstermektedir.

Yapı kabuğu kesitinde yoğuşma olmaksızın, su buharı geçişinin sağlıklı bir şekilde sağlanabilmesi için koruyucu dış tabaka ile ısı yalıtımı arasında hava boşluğu düzenlenmesi yoluna gidilebilir. Hava boşluklu sandviç panellerde, minimum 4 cm genişliğinde ve dış hava ile bağlantılı olması gereken hava tabakasının görevi su buharını dışarı atmaktır. Hava boşluklu sandviç panel uygulamaları, özellikle Avrupa ülkelerinde ve soğuk iklimlerde geniş uygulama alanına sahiptir.

Soğuk hava koşullarında, kesit içinde yoğuşma olasılığının yüksek olduğu içten ısı yalıtımlı veya çekirdek ısı yalıtımlı panellerde, kesit içinde yoğuşmayı önlemek üzere alınacak bir diğer tedbir, duvar elemanının iç yüzeyine buhar kesici uygulanmasıdır. Bu sayede, su buharının kesit içine girmesi ve orada yoğuşması önlenmiş olur.

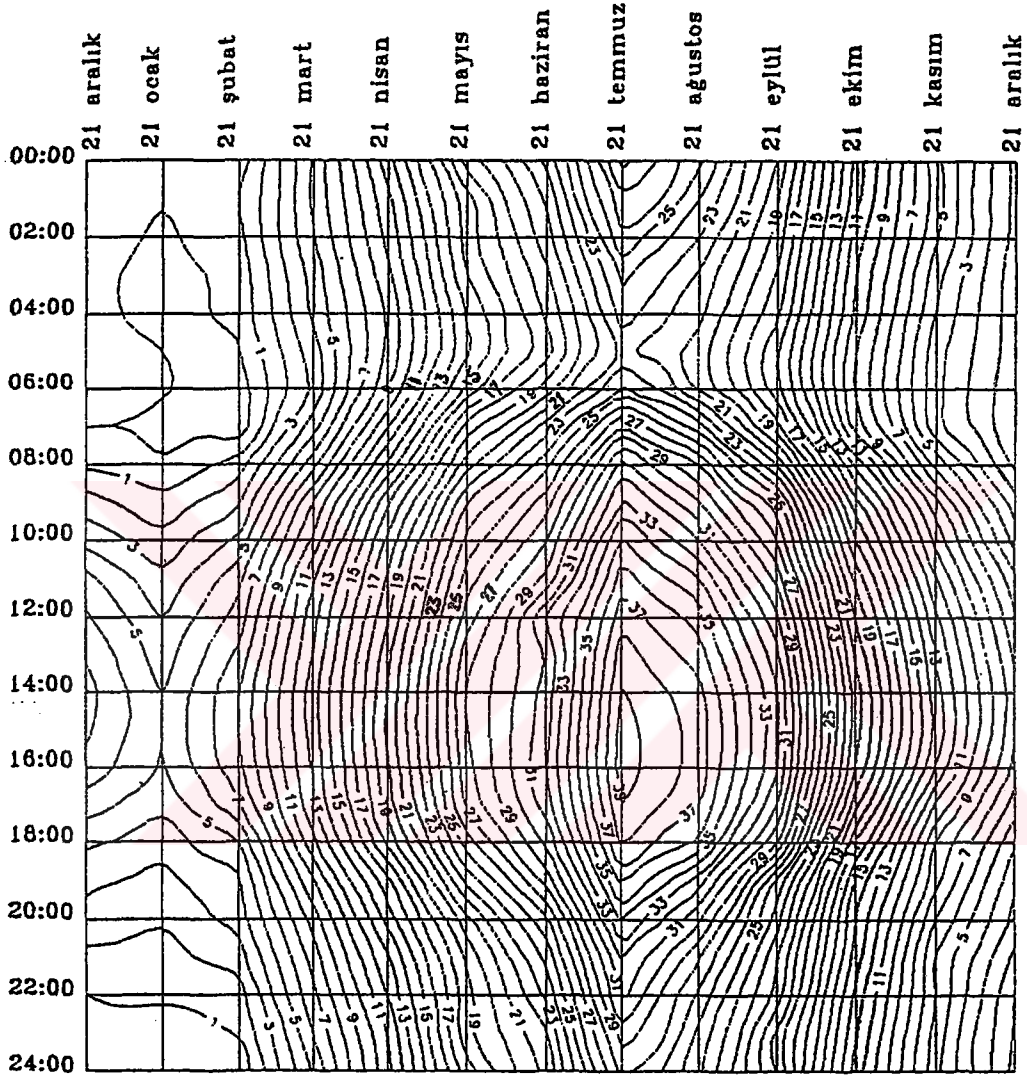
Dış ortamın sürekli değişen iklim koşullarının dengelendiği, insan sağlığı için en uygun ısı ve nem kontrolünün sağlandığı bir iç mekanın oluşturulması, bilinçli bir ısı yalıtım uygulaması ile gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKLAR

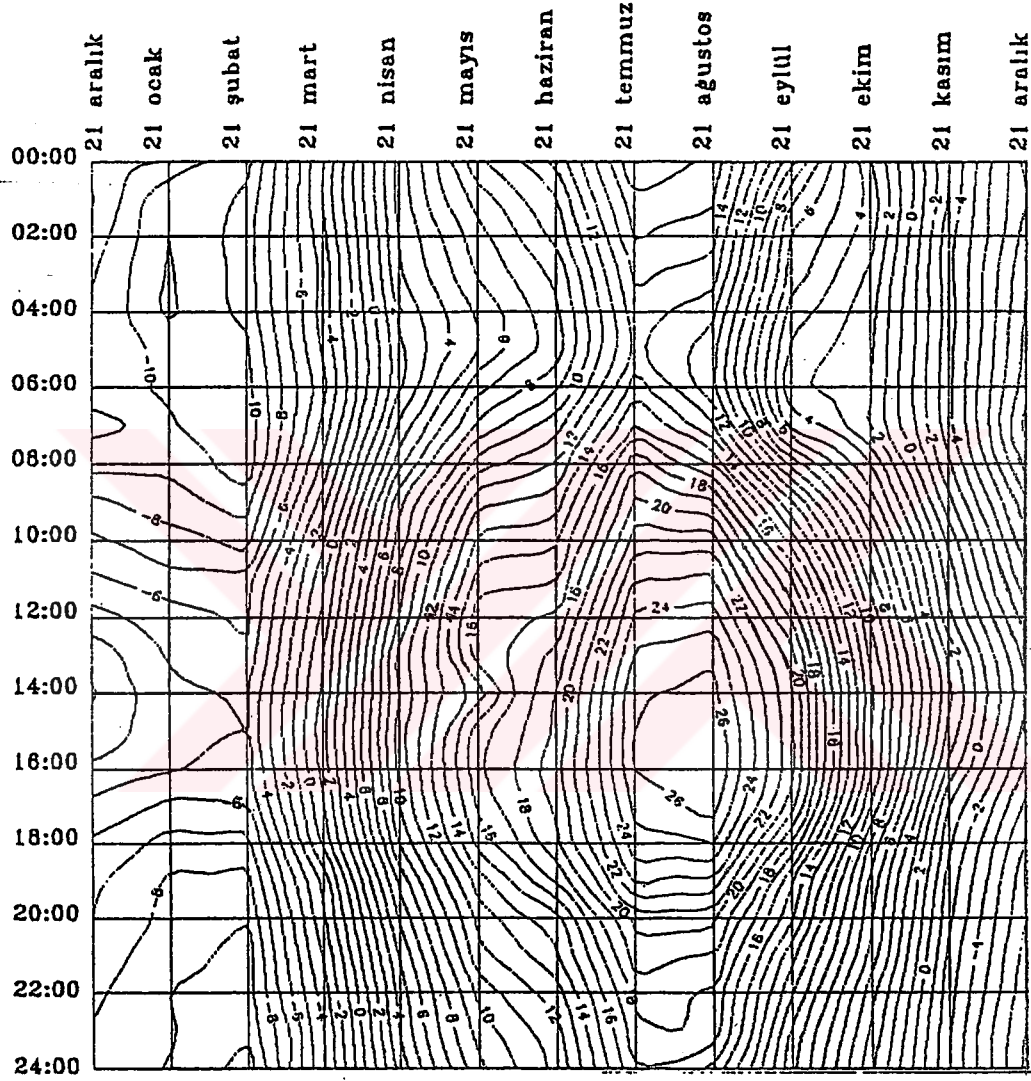
- Avlar, E., (1995), Türkiye'deki Konut Açığının Giderilebilmesinde Ön yapımlı Ahşap Konut Üretiminin Uygulanabilirliği Yönünde Bir Model Araştırması, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Anon, (1995), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Tübitak İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu, Proje No: INTAG 201, İstanbul.
- Anon, (1989), TS 825 Binalardda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları 825/Mart
- Anon, (1990), "Prefabrikasyon Nedir", Prefabrike Betonarme Yapı Üreten Kuruluş Mensupları Birliği Kataloğu
- Anon, (1997), Çimentoş-Gazbeton Tasarım ve Uygulama El Kitabı, İzmir.
- Barka, A.G. ve Zorbozan, M., (1995), "Büyük Boyutlu Sandviç Cephe Panelleri ve Tasarım İlkeleri", Beton Prefabrikasyon Dergisi, (31): 5-9
- Eriç, M., (1994), Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul
- Erk, E. P., (1990), Türkiye'de Üretilen Hazır Cephe Elemanlarının İklim Kontrolü Performansları Açısından Çeşitli Yörelerde Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Göksal, T., (1994) "Beton Hazır Cephe Eleman Kuruluşları ve Uygulama Örnekleri", Beton Prefabrikasyon Dergisi, (34): 9-15
- Kavas, E., (1997), Doğu Anadolu Bölgesinde Isı Korunumlu Duvar Kesitleri Oluşturulması ve Yoğuşma Kontrolü - Erzurum Örneği, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Sey, Y. ve Tapan, M., (1987), Toplu Konut Üretiminde Türkiye'de ve Yabancı Ülkelerde Uygulanan Yapım Sistemleri Tanıtma Kataloğu, Tübitak, YAE Yayın No: U7
- Sirel, Ş., (1973), Yapı Fiziği Ders Notları
- Şerefhanoglu, M., (1983), Soğuk Hava Koşullarında Yapıların Dış Duvarlarının İç Yüzey Sıcaklıklarının Belirlenmesi ve Isısal Konfor Yönünden Değerlendirilmesi, Y.T.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, İstanbul
- Şerefhanoglu, M., (1981), Yapılarda Isısal Konfor ve Cam Yüzeyler, Y.T.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, İstanbul
- Şerefhanoglu, M., (1997), "Isı-Nem" Yüksek Lisans Ders Notları
- Zorer, G., (1992), Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri, Y.T.Ü. Yapı Fiziği Bilim Dalı Yayınları, 264, İstanbul.



EK 1.2 : Diyarbakır yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri (Tübitak, 1995)



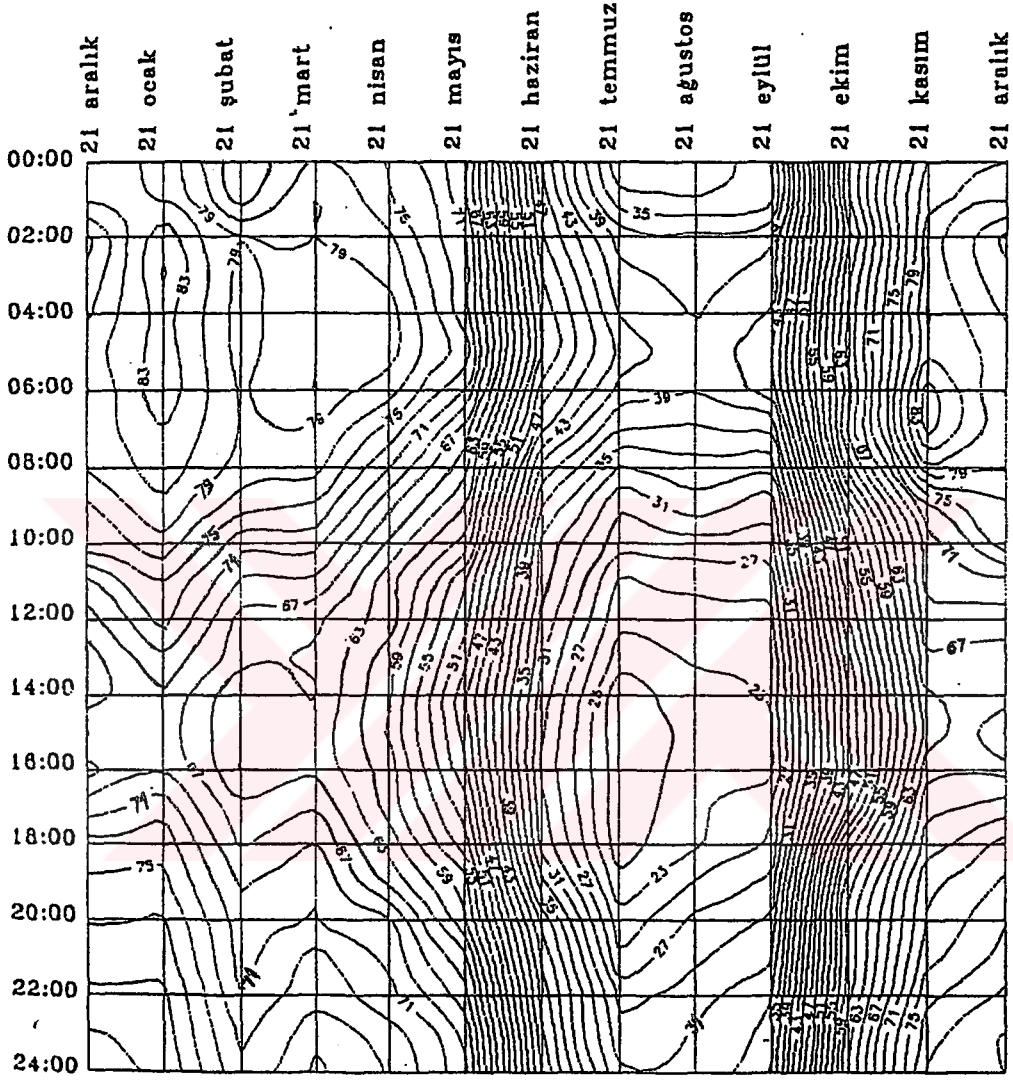
EK 1.3 : Erzurum yöresine ait dış hava sıcaklığı değişim eğrileri (Tübitak, 1995)





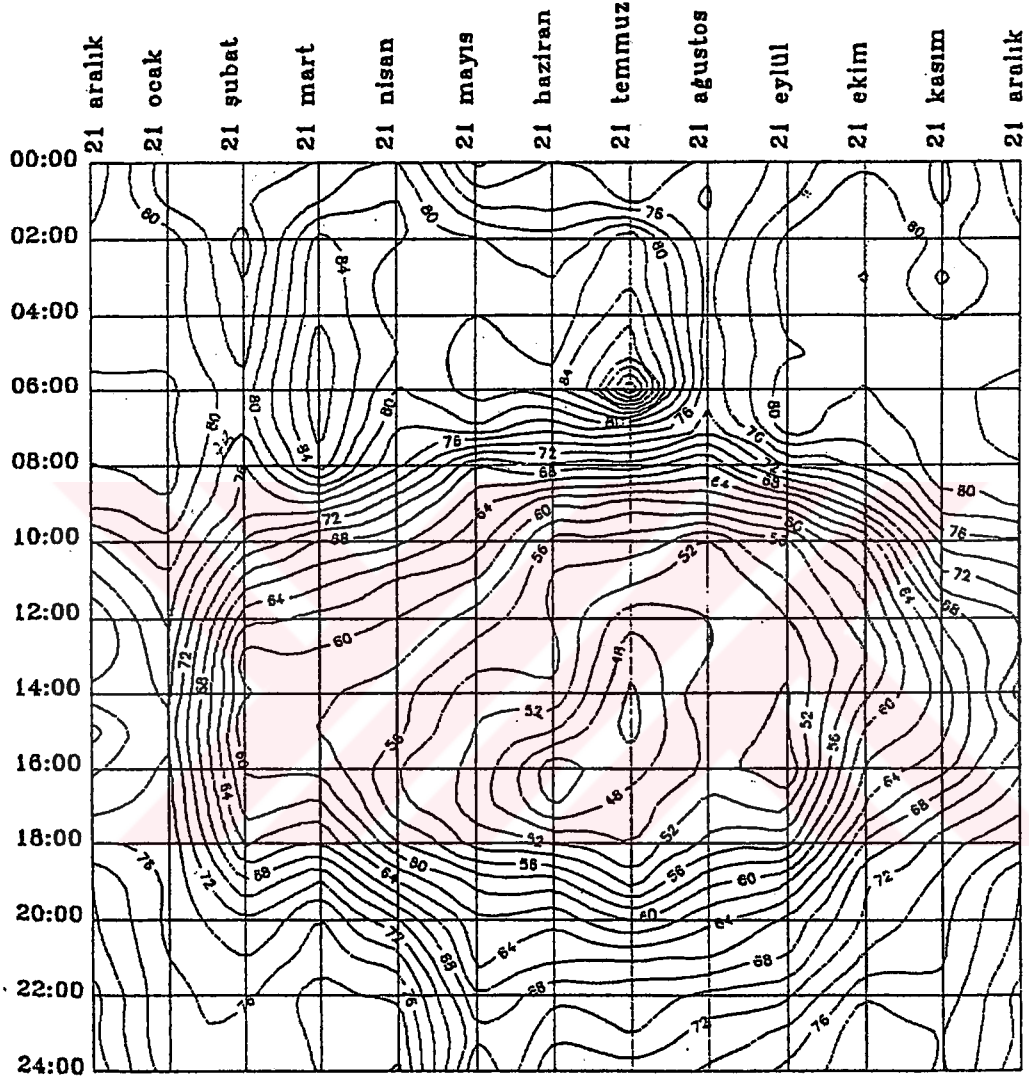


EK 2.2: Diyarbakır yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri (Tübitak, 1995)





EK 2.4 : İstanbul yöresine ait dış hava nemliliği değişim eğrileri (Tübitak, 1995)



**EK 3 : Isı geçirgenlik katsayıları 'λ' (TS825, 1989; Firma katalogları)**

( Bir derece °C ısı farkı için, birim kalınlıkta (m) bir malzemenin birim yüzeyinden (m<sup>2</sup>), bir saatte geçen büyük kalori cinsinden)

MALZEME	Yoğunluk	Isı geçirgenlik katsayısı(λ)
	Kg / m <sup>3</sup>	kcal /mh°C
Cam yünü	20-200	0,035
Polistren sert köpük levha	≥ 15	0,034
Poliüretan sert köpük levha	≥ 30	0,030
Ahşap(çam, karaçam, köknar)	600	0,12
Ahşap(kayın, meşe dişbudak)	800	0,17
Kontrplak	800	0,13
Betopan	1100	0,24
Alçıpan	900	0,18
Normal beton(donatılı)	2400	1,80
Normal beton(donatsız)	2200	1,50
Çimento sıvası	2000	1,20
Alçı sıva	1600	0,60
Çelik	7800	35

**EK 4 : Buhar geçirgenlik katsayıları 'II' (Sirel, 1973)**

(1 mmHg basıncı ayırımı için, birim kalınlıkta (m) bir malzemenin birim yüzeyinden (m<sup>2</sup>), bir saatte geçen gram su cinsinden)

MALZEME	Yoğunluk	buhar geçirgenlik katsayısı (II)
	Kg / m <sup>3</sup>	g / m.h.mmHg
Cam yünü	20-200	0,032
sert köpük levhalar	20	0,0014
Ağaç		0,0007-0,0011
Kontrplak	800	0,0007
Betopan	1100	0,0015
Gazbeton	800	0,015
Alçıpan	900	0,02
beton	2400	0,003
Çimento sıvası	2000	0,0045
Alçı sıva	1600	0,025

**EK 5 : Yüzeysel ısı geçirgenliği ' h' (Kavas, 1997)**

Yüzeyle	(h)kcal/m <sup>2</sup> h°C
Yapı bölgelerinde dış yüzey	18-20
Açık bölgelerde dış yüzey	25
Düşey iç yüzey	7
Yatay iç yüzey(aşağıdan-yukarı)	7
Yatay iç yüzey(yukarıdan-aşağıya)	5
Köşeler, çok durgun yerler	4
Dolu dış yüzeyler	0

**EK 6 : 760 mm basınçta doymuş nemli havanın sıcaklık fonksiyonunda su buharı basıncı 'f', su içeriği 'x', ısı içeriği 'i' (Sirel, 1973)**

t °C	f mmHg	x g/kg	I kcal/kg	t °C	f mmHg	x g/kg	i kcal/kg
-8	2,33	1,91	-0,79	7	7,51	6,21	5,4
-7	2,54	2,08	-0,45	8	8,05	6,65	5,9
-6	2,76	2,27	-0,1	9	8,61	7,13	6,33
-5	3,01	2,47	0,26	10	9,21	7,63	6,97
-4	3,28	2,69	0,64	11	9,84	8,15	7,53
-3	3,57	2,94	1,03	12	10,52	8,75	8,14
-2	3,88	3,19	1,41	13	11,23	9,35	8,74
-1	4,22	3,47	1,82	14	11,99	9,97	9,36
0	4,58	3,78	2,25	15	12,79	10,6	9,98
1	4,93	4,07	2,66	16	13,63	11,4	10,7
2	5,29	4,37	3,08	17	14,53	12,1	11,4
3	5,69	4,7	3,52	18	15,48	12,9	12,1
4	6,10	5,03	3,96	19	16,48	13,8	12,9
5	6,54	5,40	4,42	20	17,53	14,7	13,7
6	7,01	5,79	4,9				

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 10.11.1971

Doğum yeri Ankara

Lise 1984-1990 Türk Maarif Koleji , K.K.T.C.

Lisans 1991-1996 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fak.  
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 1996-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri  
Enstitüsü  
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği Programı

Çalıştığı kurumlar 1994-1998 Can Çakmakçıoğlu Mimarlık Bürosu  
1998-1999 İnci Öcal Mimarlık Bürosu