

46334

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DEĞERLENDİRME KURULU

TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI
MİKTARININ BİNA FORMUNA BAĞLI OLARAK
İRDELENMESİ İÇİN BİR MODEL ÖNERİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Semiha Selamet

Anabilim Dalı : MİMARLIK

Programı : YAPI BİLGİSİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Zerrin Yılmaz

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Eşher Berköz

Prof. Dr. Mehmet Küçükdoğu

HAZİRAN 1995

ÖNSÖZ

Dış iklimsel koşullar nedeniyle, binalarda ısıtmanın istendiği dönemlerde yapma ısıtma ve iklimlendirme, özellikle yapma ısıtma gerekli olmaktadır. Ancak enerji harcamalarını en aza indirebilmek için binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak dizaynlanması gerekir. Bu nedenle, yapma çevreye ilişkin önemli bir dizayn değişkeni olan bina formu, kabukta en az ısı kaybını gerçekleştirecek şekilde ele alınmalıdır.

Bu amaçla, bu çalışmada tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna bağlı olarak belirlenebilmesi için bir model geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın yürütülmesi süresince yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Zerrin Yılmaz 'a teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul , 1995

Semiha Selamet

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	viii
SUMMARY.....	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. BİNALARDA YAKIT TÜKETİMİNİ ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER.....	2
2.1. İklimsel Konfor Gereksinmesi.....	3
2.2. Doğal Yollarla Isıtmanın Yetersizliği.....	7
BÖLÜM 3. YAKIT TÜKETİMİNDE EKONOMİ SAĞLANMASINI (ENERJİ KORUNUMU) GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER	8
BÖLÜM 4. ENERJİ KORUNUMU SÜRECİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER.....	9
4.1. Fiziksel Çevresel Etkenler (İklimsel Değişkenler).....	9
4.1.1. Güneş Işınımı	9
4.1.2. Dış Hava Sıcaklığı.....	9
4.1.3. Dış Hava Nemliliği	9
4.1.4. Rüzgar.....	9
4.2. Yapma Çevreye İlişkin Etkenler (Dizayn Değişkenleri).....	10
4.2.1. Yer Seçimi (Yerin yönü, eğimi, bitki örtüsü).....	10
4.2.2. Binaların Yönlendiriliş Durumu.....	10
4.2.3. Bina Aralıkları.....	11
4.2.4. Bina Formu	11
4.2.5. Bina Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri.....	17
BÖLÜM 5. ENERJİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLAR.....	19
5.1. Türkiye ' de Isıtma Enerjisi Korunumu Konusundaki Yönetmelik ve Standartlar.....	20
5.1.1. Türkiye ' de Isıtma Enerjisi Korunumu Konusundaki Yönetmelik ve Standartların Karşılaştırılıp Değerlendirilmesi.....	23

5.2. Dış Ülkelerde Isıtma Enerjisi Korunumu Konusundaki Yönetmelik ve Standartlar.....	26
5.2.1. Dış Ülkelerde Isıtma Enerjisi Korunumu Konusundaki Yönetmelik ve Standartların Karşılaştırılıp Değerlendirilmesi...	32
BÖLÜM 6. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI MİKTARININ BİNA FORMUNA (V/A 'YA) BAĞLI OLARAK İRDELENMESİ İÇİN KULLANILABİLECEK BİR MODEL.....	34
6.1. Bina Kabuğu Termofiziksel Özellikleri İçin Uygun Değerler Kombinezonlarının Belirlenmesi	34
6.2. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Bina Alternatiflerinin Oluşturulması	42
6.3. Bina Kabuğunun Birim Alanından Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması.....	42
6.4. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması	43
6.5. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Farklı Bina Formlarına Bağlı Olarak Değişim Grafikleri Şeklinde Derlenmesi	44
6.6. Isı Kaybı Değişim Grafiklerinin Analiz Edilerek, Bina Formu (V/A) ve Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Isı Kaybı (Q) İlişkisinin Belirlenmesi.....	44
BÖLÜM 7. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI MİKTARININ BİNA FORMUNA (V/A ' YA) BAĞLI OLARAK İRDELENMESİ İÇİN ÖNERİLEN MODELİN SEÇİLEN ÖRNEK BİNA ALTERNATİFLERİ İÇİN UYGULANMASI : İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN BİR UYGULAMA	46
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	120

Şekil Listesi

Şekil 2.1. Bioklimatik Grafik.....	4
Şekil 4.1. Dikdörtgenler Prizması.....	13
Şekil 4.2. Binanın Doğal Zemin İle Temasta Bulunan Duvar ve Döşemeleri.....	13
Şekil 4.3. Dış Yüzey Alan Sayısının Altıdan Beşe İndirilmesi	14
Şekil 4.4. Kullanım Alanı - Dış kontur İlişkisi.....	15
Şekil 4.5. Aynı Kullanım Alanında Değişik Dış Kontur Boyları	16
Şekil 4.6. Aynı Dış Kontur Boyuna Sahip Değişik Kullanım Alanları.....	16
Şekil 7.1. - Şekil 7.28. Seçilen Taban alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri.....	50
Şekil 7.29. Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Farklı Taban Alanları İçin Değişim Grafiği.....	79

Tablo Listesi

Tablo 5.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı " Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği " nin Belirlediği $k_{m,max}$ Değerleri.....	21
Tablo 5.2. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı " Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği " nin Belirlediği $k_{D+p,max}$ Değerleri.....	22
Tablo 5.3. Pencere - Dış Duvar Ortalama Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değerleri.....	22
Tablo 5.4. Yapı Bileşenleri İçin Minimum Isı Geçirgenlik Dirençleri.....	23
Tablo 5.5. Almanya ' nın İklim Bölgelerine Göre Yapı Bileşenlerinin Minimum Isı Geçirgenlik Dirençleri.....	27
Tablo 5.6. Almanya İçin Binalarda Ortalama Isı Geçirme Katsayısının Maksimum Değerleri.....	28
Tablo 5.7. Almanya İçin Bina Dış Cephelerinin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri.....	29
Tablo 5.8. Danimarka ' da Tek Aile Evleri ...vb. Küçük Binalar İçin Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değerleri.....	30
Tablo 5.9. Danimarka ' da Küçük Binaların Dışında Kalan Diğer Binalar İçin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri.....	31
Tablo 5.10. İrlanda İçin Yapı Bileşenlerinin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri.....	31
Tablo 5.11. Bazı Kuzey Avrupa Ülkeleri ' nde Pencere Alanı / Oda Döşeme Alanı Oranı İçin Maksimum Değerler.....	32
Tablo 7.1. Opak ve Saydam Kabuk Bileşenini Etkileyen Sol-air Sıcaklık Değerleri.....	48
Tablo 7.2. Opak Bileşene Ait Toplam Isı Geçirme Katsayıları.....	48
Tablo A.1.- Tablo A.30. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması.....	86

Sembol Listesi

a_o : Opak bileşenin yutuculuk katsayısı.....	17
r_o : Opak bileşenin yansıtıcılık katsayısı.....	17
a_c : Saydam bileşenin yutuculuk katsayısı.....	17
r_c : Saydam bileşenin yansıtıcılık katsayısı.....	17
c : Saydam bileşenin geçirgenlik katsayısı.....	17
t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri.....	43
k_o : Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı.....	43
k_c : Saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı	43
x : Saydamlık oranı	43
t_{eo} : Opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık	43
t_{eco} : Saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık	43
q : Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları.....	43
Q : Tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları.....	44

ÖZET

Bu çalışmada, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna bağlı olarak belirlenebilmesi için bir yöntem önerilmiş ve bu yöntemin örnek binalar için uygulaması sunulmuştur. Binalarda kullanılan yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin getirdiği enerji harcamalarını en aza indirebilmek için, binaların mümkün olduğunca pasif sistemler olarak çalıştırılması gereklidir. Bu çalışma, en az yakıt tüketimini, diğer bir deyişle en az ısı kaybını gerçekleştirecek binaların dizaynında, bina formunun önemle ele alınması gerekli bir dizayn değişkeni olduğunu ortaya koymak üzere yapılmıştır. Bu çalışma, İstanbul bölgesi için uygulamasını da içeren sekiz ana bölüm ile eklerden oluşmaktadır.

Bölüm 1 'de, yapılan çalışmayla ilgili kısa bilgi verilerek amaç anlatılmaktadır.

Bölüm 2 'de, binalarda yakıt tüketimini zorunlu kılan faktörlerden iklimsel konfor gereksinmesi ve doğal yollarla ısıtmanın yetersizliği incelenmektedir.

Bölüm 3 ' de, yakıt tüketiminde ekonomi sağlanmasını (enerji korunumu) gerekli kılan faktörler açıklanmaktadır.

Bölüm 4 'de, enerji korunumu sürecinde etkili olan fiziksel çevresel etkenler ve yapma çevreye ilişkin etkenler anlatılmaktadır. Bu bölümde yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinden bina formunun kabuktaki ısı kayıplarına etkisi ve V/A ile Q (tüm kabuktan kaybedilen ısı miktarı) ilişkisinin incelenmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. V/A oranındaki V , binanın ısı kayıplarına karşı korunmuş hacmini, A ise toplam ısı kayıp alanını ifade etmektedir.

Bölüm 5 'de, Türkiye 'de ve dış ülkelerde ısıtma enerjisi korunumu konusundaki yönetmelik ve standartlar ele alınmakta ve bu yönetmelik ve standartların karşılaştırılıp değerlendirilmesine yer verilmektedir.

Bölüm 6 'da, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna (V/A 'ya) bağlı olarak irdelenmesi için kullanılabilecek yöntem açıklanmaktadır.

Bölüm 7 'de, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna bağlı olarak irdelenmesi için önerilen model seçilen örnek bina alternatiflerine göre, İstanbul bölgesi için uygulanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan yöntem sonucunda elde edilen ve V/A ile Q arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel bağıntı, binalarda ısıtma ekonomisi konusunda yapılacak bundan sonraki çalışmalarda uygun k_o , yön, saydamlık oranı ve V/A kombinezonlarının belirlenmesine ve ısıtma ekonomisinde rol oynayan bina formu gibi çok önemli bir dizayn değişkeninin de, bu tür çalışmalarda hesaba katılmasına olanak tanıyacaktır.

SUMMARY

A MODEL SUGGESTION FOR THE ANALYSIS OF HEAT LOSS THROUGH THE WHOLE BUILDING ENVELOPE DEPENDING ON THE BUILDING FORM

In this study, an analysis of total heat loss through the whole building envelope depending on the building form is introduced. Mechanical heating systems are necessary for certain periods of the year in buildings. Buildings should be designed as passive systems which consume mechanical heating energy at the minimum level during the occupancy period. Also building form is an important design parameter which is necessary to realise minimum heat loss.

This study consists of eight main chapters.

In the first chapter, the importance of the climatic comfort conditions that must be created in buildings and the importance of building form on heat loss through the whole building envelope are discussed.

One of the primary functions of a building is to provide the climatic comfort conditions. Provision of the climatic comfort conditions in certain periods of the year can be achieved through mechanical heating and climatisation systems that are being actived by various energy resources.

In order to prevent excess heat loss, buildings should be designed as passive heating and climatisation systems. As the most important component of the passive heating and climatisation systems, external walls have to be mentioned. As the building form is one of the most important components with respect to total heat loss of whole building, it has been taken into consideration in detail.

In the second chapter, the main factors which make energy utilization compulsory are examined (climatic comfort requirements and insufficiency of natural heating)

In the third chapter, the factors, which make energy conservation compulsory are given.

In the fourth chapter, climatic factors effective on the determination of optimal values of design parameters which are used in the definition of the built environment as passive heating system are classified.

The main climatic factors are;

- * solar radiation,
- * external air temperature,
- * relative humidity and,
- * air velocity.

Solar radiation and outdoor air temperature (dry bulb temperature) are two important factors in determination of the climate control performances, because of their heating effects. Therefore, these two factors must be taken into consideration together. Air humidity is mostly defined as relative humidity.

The indoor climatic elements are;

- * indoor air temperature,
- * mean radiant temperature,
- * indoor air humidity and
- * indoor air movement.

The optimum combinations of the values of these climatic components will supply;

- * the best health conditions for the users,
- * the maximized performance levels of the users,
- * pleasant climatic environment for the users.

The values of the indoor climatic components must be hold in certain values in order to ensure the climatic comfort conditions. These values may be found from the bioclimatic comfort chart.

A group of primary design parameters which are related to built environment and affective on energy conservation are as follows.

- * the selection of area
- * orientation of building,
- * building forms,
- * distance between buildings,
- * solar radiation and thermophysical properties of the building envelope.

Orientation of building is one of the most important factors effecting indoor climate, the solar radiation intensity on the internal surface of building elements varies with orientation.

Solar radiation properties of the building envelope are;

- * absorbtivity,
- * transmissivity,
- * reflectivity.

For opaque components transmissivity is not valid.

The main thermophysical properties of the building envelope are;

- * overall heat transfer coefficient,
- * transparency ratio.
- * time lag and
- * decrement factor.

Total heat loss or heat gain change with building form. Building form can be defined basing on the shape factor of the building, building height, roof type and roof slope. It is possible to determine a lot of building forms which yield same volume, but different facade area. Therefore, different building forms will have different heat loss. From this point of view, the relation between total heat loss (Q) and the proportion of building volume (V) and heat loss area (A), has been examined.

Buildings work as wind and sun obstructions for each other. The optimum value of the distance between buildings, changes with slope angle of the site, slope orientation, orientation of buildings and building heights.

In the fifth chapter, regulations and standards on the heat energy conservation in Turkey and abroad has been evaluated and compared.

In the sixth chapter, a model is proposed, in order to determine the amounts of daily average hourly heat loss through the whole building envelope depending on building forms.

This model comprises six main steps :

1. Optimum values of the thermophysical properties are determined. The method for the determination of the optimum values of the thermophysical properties, consists of three main steps:

- * Determination of the optimum values of the overall heat transfer coefficient for the opaque component
- * Development of the opaque component alternatives.
- * Evaluation of the opaque component alternatives from the standpoint of condensation risk.

Determination of the optimum values of the overall heat transfer coefficient for the opaque component comprises the following steps :

- Gathering the Regional Climatic Data
- Selection of the Design Days.

To minimize the supplementary mechanical energy demand, the optimum value of the overall heat transfer coefficient for the opaque components should be determined according to the climatic conditions of the predominant period of the region. Instead of the repeating the calculations for each day of the chosen predominant period it is convenient to choose a representative design day.

- Determination of the Indoor Design Conditions.

Indoor design conditions can be derived from the comfort conditions. The indoor climatic elements are air temperature, relative humidity, air velocity and inner surface temperatures.

The comfort values of the air temperature can be estimated by using the relationship between required value of the inner surface temperature (t_{iyo}) and the comfort value of the indoor air temperature (t_i). The following formula represents the relationship between surface and air temperatures, since it is proper to set the relationship between thermal comfort and building envelope.

$$t_{iyo} = t_i + \varepsilon$$

where,

ε : permissible limit value for the difference between inner surface temperature and the comfort value of indoor air temperature, °C.

- Selection of Variation Range and Intervals of the Design Parameters Affecting Indoor Climate.

- Computation of the Sol- Air Temperatures for Opaque and Transparent Components.

Hourly values of sol-air temperatures influencing the variously orientated opaque components and windows (t_{eo} and t_{ec} respectively) should be calculated separately.

Daily average sol-air temperature for opaque components (t_{eoo}) and windows (t_{eco}) are the arithmetic mean of hourly values.

- Calculating the Required Values of the Inner Surface Temperature of the Opaque Component.

The weighted average inner surface temperature of the opaque and transparent components relevant to the transparency ratio, should be equal to ($t_i - \varepsilon$) for the design days of underheated period. This can be expressed by the following formula :

$$t_{iyo} = t_{oio} (1 - x) + t_{cio} \cdot x$$

where,

t_{iyo} : required value of the inner surface temperature of building envelope, °C

x : transparency ratio

Hourly values of the inner surface temperature for the transparent component can be calculated by means of the following formula :

$$t_{ci} = t_i + \left\{ k_c (t_{ec} - t_i) - (F_s \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y) \right\} / \alpha_i$$

where,

t_i : required value of the inner surface temperature of the building envelope, °C

t_{ci} : hourly values of the inner surface temperature for the transparent component, °C

k_c : overall heat transfer coefficient of the transparent component, W/ m² C, Kcal/m² h° C

t_{ec} : sol-air temperature for window, °C

I_D , I_y : direct and diffuse solar radiation intensities on the surface, respectively, W/m², Kcal/m²h

τ_D , τ_y : transmissivity of the glass for direct and diffuse solar radiation, respectively

F_s : sunlit fraction of the transparent component surface

The daily average value (t_{cio}) is the arithmetic mean of the hourly values.

- Determination of the Optimum Values of the Overall heat Transfer Coefficient for the Opaque Component.

The optimum value of the overall heat transfer coefficient can be calculated by using the following equation;

$$k_o = \frac{\alpha_i (t_{cio} - t_i)}{(t_{eoo} - t_i)}$$

k_o : overall heat transfer coefficient of the opaque component, W/m²°C, kcal/m² h° C

t_{eoo} : daily average sol-air temperature for the opaque components, °C

t_i : comfort value for indoor air temperature, °C

2. Building alternatives are constituted depending on choosen floor area and V/A values.

3. Hourly heat loss per unit area of building envelope is calculated. Under the "real sky" conditions, the amounts of the hourly heat loss per unit area of building envelope can be calculated by basing on the sol-air temperatures.

This can be expressed by the following formula :

$$q = k_o (t_i - t_{eoo}) (1 - x) + k_c (t_i - t_{eco}) x$$

q : hourly heat loss per unit area of building envelope, W/m^2 , $kcal/m^2 h$
 k_o : overall heat transfer coefficient of the opaque component, $W/m^2°C$, $kcal/m^2 h°C$
 k_c : overall heat transfer coefficient of the transparent component, $W/m^2°C$, $kcal/m^2 h°C$
 t_i : comfort value for indoor air temperature, $°C$
 t_{eoo} : daily average sol-air temperature for the opaque components, $°C$
 t_{eco} : daily average sol-air temperature for the transparent components, $°C$

4. The total heat loss through the whole building envelope for varies building alternatives are calculated.

This can be expressed by the following formula :

$$Q = (q_1 \cdot A_1) + (q_2 \cdot A_2) + \dots + (q_n \cdot A_n) + (q_g \cdot A_t)$$

$q_1, q_2, \dots, q_n$: hourly heat loss per unit area of building envelope for different orientations of building, W/m^2 , $kcal/m^2 h$

$A_1, A_2, \dots, A_n$: facade areas for different orientations of building, m^2

q_g : hourly heat loss per unit area of roof component, W/m^2 , $kcal/m^2 h$

A_t : ceiling area, m^2

5. A graphical depiction of heat loss propagated through whole building envelope versus building form is given.

6. First, heat loss graphics are analysed and as result of this relationship between the building form and total heat loss is determined.

In the seventh chapter, the methods, described in previous chapters are applied for İstanbul region, in order to determine the appropriate values for design parameters related to built environment.

Finally, as the results of this study a graphic system and some formulas are proposed. These graphic system and formulas shows that the relation between total heat loss (Q) and the proportion of building volume (V) and heat loss area (A). We can say that building form is very important design parameter which is necessary to realise minimum heat loss. So, we should considered this relation in order to determine overall heat transfer coefficient of the opaque component.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Binalarda ısıtmanın istendiği dönemlerde yapma ısıtma gerekli olmaktadır. Ancak binaların dizaynlanması sürecinde, enerji harcamalarını en aza indirecek önlemlerin alınması gereklidir ve " bina formu " da en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve belirlenmesi gereken önemli bir dizayn değişkenidir. Bu çalışmada, bu konuda eldeki yönetmeliklerin yeterliliği araştırılmış, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna bağlı olarak belirlenebilmesi için bir yöntem önerilmiş ve yöntemin örnek binalar için uygulaması sunulmuştur.

Kullanıcıların sağlığının ve konforunun sürekli bir şekilde sağlanması, yapı içinde iklimsel konfor koşullarının gerçekleştirilmesi ile mümkündür. Yapı içi çevrede, istenen iç iklimsel koşulların sağlanabilmesi için, yılın belirli dönemlerinde, çeşitli enerji kaynaklarının kullanıldığı yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinden yararlanma yoluna gidilmektedir. Günümüzde giderek azalan enerji kaynaklarına karşın enerji ihtiyacının giderek artması ve hava kirliliği, mevcut enerji kaynaklarından en iyi şekilde yararlanmayı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle yapılarda yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerine düşen payı en az düzeye indirerek, enerji harcamaları da minimuma indirgenmelidir.

Bu çalışma, en az ısı kaybını, diğer bir deyişle en az yakıt tüketimini sağlayacak binaların dizaynında, eldeki yönetmeliklerin önerdiği yükümlülükleri ve yönetmeliğin istenen yakıt ekonomisini gerçekleştirmedeki yeterliliğini araştırmak, örnekler üzerinde değerlendirmek ve yönetmeliklerde bina formunun da önemle ele alınması gerekli bir dizayn değişkeni olduğunu ortaya koymak üzere yapılmıştır.

BÖLÜM 2. BİNALARDA YAKIT TÜKETİMİNİ ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

Binalarda yakıt tüketimini zorunlu kılan faktörler iklimsel konfor gereksinmesi ve doğal yollarla ısıtmanın yetersizliği olarak ele alınabilir.

Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullardır. Bina, kullanıcıların iklimsel konfor gereksinmesini optimum düzeyde gerçekleştirecek ve devamlılığını sağlayacak niteliklere sahip olmalıdır. Kullanıcıların duysal gereksinmelerinin sağlandığı, sağlığının korunduğu ve kullanıcı performansının, maksimum düzeye eriştiği iklim durumunu, iklimsel konfor durumu olarak tanımlayabiliriz (8).

İklimsel konfor koşulları ;

- * İç çevre için iklimsel konfor standartlarının saptanmasına,
- * İklimsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlaması öngörülen binalar ve yerleşme birimleri için önerilebilecek dizayn kriterlerine ve
- * Binaların ve yerleşme birimlerinin iklimsel konfor ve enerji tüketimi açılarından değerlendirilmesinde kullanılabilecek kriterlerin belirlenmesine temel teşkil ederler.

Dolayısıyla, iklimsel konfor koşulları, kullanılmakta olan bir binanın (veya yapma çevrenin) sağlaması gereken optimum iklim durumunu tanımlarlar. Amaç minimum ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre yaratmak olduğuna göre, iklimsel konfor koşullarının saptanması, böyle bir iç çevreyi sağlayacak binaların ve bu binaları içeren yerleşme birimlerinin dizaynlanması sürecinin başlangıç aşamasını oluşturmaktadır (1).

2.1. İKLİMSEL KONFOR GEREKSİNİMİ :

Doğal etkenler arasında önemli bir yer tutan iklimsel etkenler altında sağlanan iklimsel konfor durumu, insanın belli değerlerdeki hava sıcaklığı, yüzey sıcaklıkları, nem ve hava hareketleri gibi iklimsel değişkenler etkisi altında iken, konforsuzluk duymadığı durum olarak tanımlanabilir.

Konforu etkileyen değişkenler,

* Çevresel değişkenler

* Kişisel değişkenler

olmak üzere iki ana grupta toplanabilir.

Kapalı bir mekanda,

* İç hava sıcaklığı ,

* İç yüzey sıcaklıkları ,

* İç havanın nemi ve

* İç hava hareketi

gibi iklim elemanları, o mekanda iklimsel konforu etkileyen çevresel değişkenlerdir.

İklimsel konfor koşulları,

* Kullanıcının yaşına,

* Cinsiyetine,

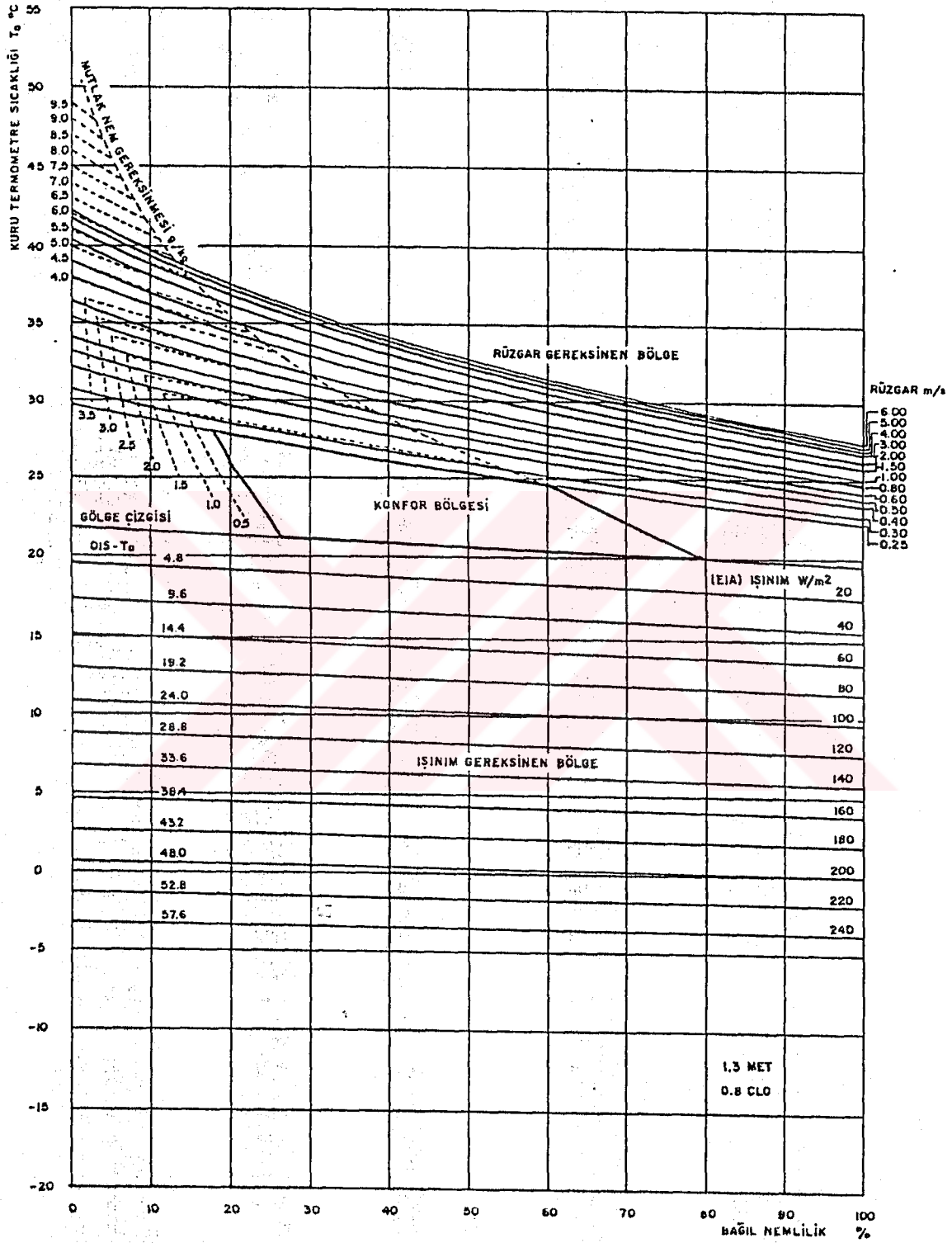
* Yaptığı eylemin şiddetine ve

* Giyeceklerin ısısal direncine

bağlı olarak değişim gösterirler. Kullanıcıya ilişkin bu parametreler, iklimsel konforu etkileyen kişisel değişkenlerdir. İklimsel konfor koşulları olarak, bu bileşenlerin yalnız belirli sınırlar arasında kalan değerleri geçerlidir (Şekil 2.1) , (2).

İç Hava Sıcaklığı : Çevre havasının kuru termometre sıcaklığı, insanın çevresiyle konveksiyon (taşınım) yoluyla yaptığı ısı alış-verişi miktarını etkileyen en önemli etkidir.

İç Yüzey Sıcaklıkları : Uzun dalga ısıtım insanın çevresiyle radyasyon yoluyla yaptığı ısı alış-verişi miktarını belirler. Açık mekanlarda güneş ısıtımının etkisi önemli iken, kapalı mekanlar için mekanı çevreleyen yüzeylerin sıcaklıklarına bağlı olarak ortaya çıkan ısıtım ısıtım ağırlık kazanmaktadır. Bu nedenle kapalı mekanlarda iç yüzey sıcaklıklarını temsil eden ortalama ısıtım sıcaklığı iklimsel konfor için en önemli iklim elemanlarından biridir.



Şekil 2.1. Bioklimatik Grafik

İç Havanın Nemi : Nemlilik iklimsel konforu etkileyen ikincil bir etkidir. Hava sıcaklığı ve ortalama ısıma sıcaklığı belirli sınırlarda kaldığı sürece bağıl nemliliğin değişimi iklimsel konforu fazla etkilememektedir. Vücudu çevreleyen havanın doymuşluk derecesine yakınlığını belirlediği için vücuttan buharlaşma ile ısı kaybında etkilidir.

İç Hava Hareketi : Bu iklim elemanı iklimsel konfor üzerinde etkili olmakla beraber özellikle kapalı mekanlar için fazla etkinliği olmayan ikincil bir etkidir. Yapı içinde izin verilebilen maksimum hava hareketi hızı 1.5 m/sn olarak belirlenmiştir. Vücuttan buharlaşma ve konveksiyonla ısı kaybedilmesinde, vücudun serinletilmesinde etkilidir (3).

Dış iklim koşullarının değişim alanına oranla, iklimsel konfor durumunu tanımlayan iklimsel koşullar kombinezonları değişim alanı daha dardır. Ancak, insan sağlığı ve konforunda sürekliliğin sağlanması için daha dar bir değişim alanı içinde yer alan iklimsel konfor koşullarının bina içinde gerçekleştirilmesi zorunludur.

İnsan tüm eylemlerini iklimsel koşulların etkisi altında gerçekleştirmek zorundadır. Bu koşulların ulaştığı değerlere bağlı olarak, insan iklimsel çevreye karşı fizyolojik ve duygusal tepkiler göstermekte, insan performansı belirli düzeylere erişmektedir. Çeşitli hava sıcaklığı, yüzey sıcaklıkları, nem ve hava hareketi hızı değerleri kombinezonları olarak, çok sayıda iklim durumu için, insana ilişkin bu faktörlerin ölçülmesi sonucunda;

- * İnsan (kullanıcı) sağlığı açısından fizyolojik tepkilerin optimal değerlerde olmasını olanaklı kılan,
- * İnsanın duygusal olarak iklimsel çevreden hoşnut olması durumunun sağlandığı ve
- * İnsan performansının maksimize edildiği

iklimsel kombinezonlar, insan sistemi için optimal iklimsel girdiler olmaları nedeniyle, optimal iç iklimsel koşullar veya iklimsel konfor koşulları olarak belirlenirler.

Optimal iç iklimsel koşullar, kullanılma süresince hangi grup iç iklimsel koşullar kombinezonlarını gerçekleştirmesi durumlarında, binanın optimal bir pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olma niteliğini kazanacağını belirlerler. Dolayısıyla, binaların optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak dizaynlanması sürecinin çıktısının özelliğinin ne olması gerektiğini ve bu sürecin amacını belirlerler. Yukarıda belirtilen

işlevlerinden ötürü, iklimsel konfor koşulları, pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin ve sistem öğelerinin performanslarının değerlendirilmesinde ve bu sistemlerin dizaynlanması sürecinde optimal sistem çözümlerinin seçiminde veya yapısal parametreler için optimal değerlerin belirlenmesinde kullanılan kriterlere temel teşkil ederler. Bu nedenle, iç iklim durumuna ilişkin dizayn değerleri olarak alınırlar.

Sonuç olarak iklimsel konfor koşullarının;

- * İnsan sistemi,
- * İç çevre iklim durumu,
- * Pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi ve
- * Pasif ısıtma ve iklimlendirme dizaynlama süreci

ile olan dörtlü ilişkisinden ötürü pasif ısıtma ve iklimlendirme sürecinde bağlayıcı bir karakter gösterdikleri vurgulanabilir (4).

Ancak, iklimsel konfor koşulları, insan ve kullanıcıyı tanımlayan eylem türü ve giyeceklerin ısısal direnci gibi niteliklere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu nedenle, bina içinde sağlanması öngörülen iklimsel konfor koşullarının saptanabilmesi açısından , kullanıcının tanımlanması gerekli olmaktadır. Bina, tanımı yapılan belirli bir kullanıcı grubu için optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak işlev görecektir. Mimarlık ve mühendislik çalışmalarında, iklimsel konfor koşullarının niceliksel anlatımı çoğunlukla grafik sistemlerle yapılmaktadır. Bu grafik sistemlerin kurulmasında, hava sıcaklığı, hava nemliliği, yüzey sıcaklığı (veya ortalama ışınsal sıcaklık) ve hava hareketi hızı gibi iç iklim elemanları niteliğindeki değişkenler kullanılmaktadır. Bu adımda mimara düşen görev, daha önce belirlenen kullanıcı nitelikleri ve eylem türüne en uygun düşen konfor grafiğinin seçimidir.

Şekil 2.1 ' deki bioklimatik konfor grafiğinde bu grafik sistemlere bir örnek verilmektedir. Bu grafikte insanın giysisi 0.8 Clo birimlik ve eylem türü de 1.3 met'lik bir standartta kabul edilmiştir. Önemli olan bu eylem düzeyi Prof. Lütfi Zeren tarafından konmuş ve standart en düşük "Yaşama Eylemi" (Living Activity) olarak tanımlanmıştır (5). Bu grafik aracılığıyla, gerek bina içi çevrede ve gerekse bina dışı çevrede, iklimsel koşullara bağlı olarak, insanın iklimsel gereksinimleri belirlenmiş olmaktadır. Belirlenen bu gereksinimler karşılandığı takdirde, insan konfordadır. Ancak bu grafikte elde edilebilecek tüm gereksinme değerleri, zamana ve yöreye bağlı değildir (1).

2.2. DOĞAL YOLLARLA ISITMANIN YETERSİZLİĞİ :

Dış iklimsel koşulların bölgelere ve zamana göre değişkenlik gösteren ekstrem değerleri nedeniyle ısıtmanın istendiği dönemin belirli bir bölümünde insanın ısı gereksinmesi ancak yapma ısıtmayla sağlanabilir. Isıtmanın istendiği dönemde (E.A.S.D.), dış hava sıcaklığı ile iç hava konfor sıcaklığı arasındaki fark değeri, ısıtma gereksinmesinin veya binanın ısı kaybının miktarını belirler.

Ayrıca, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenleri (Yerin yönü, eğimi ve bitki örtüsü, yönlendiriliş durumu, bina aralıkları, bina formu ve bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri) de ısıtma gereksinmesinin veya binanın ısı kaybı miktarının belirlenmesinde etkilidir.

Dış çevredeki belirli bir hava sıcaklığında, iç çevrede iç hava konfor sıcaklığı sağlanıyorsa, ısıtma gereksinmesi doğal olarak karşılanabiliyor demektir. En az sıcak devrede, iç ve dış hava sıcaklığı arasındaki farkın büyük olması nedeniyle, ısıtma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanması imkansız olmaktadır. Bu durumda yapma ısıtmanın zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Binalarda yapma ısıtma ve iklimlendirmeye gereksinme duyulan dönemlerin kısaltılabilmesi, bu dönemlerde belirlenecek ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin (dolayısıyla yapma enerji kullanımının) azaltılması binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak doğru dizaynlanması ile mümkündür. Dolayısıyla iklimle dengelenmiş bina dizaynında amaç, ısıtma gereksinmesinin doğal yollarla karşılanan payını maksimum düzeyde tutarak, ek yapma ısıtma gereksinmesini minimuma indirmektir (1).

BÖLÜM 3. YAKIT TÜKETİMİNDE EKONOMİ SAĞLANMASINI (ENERJİ KORUNUMU) GEREKLİ KILAN FAKTÖRLER

Yakıt tüketiminde ekonomi sağlanmasını gerekli kılan başlıca nedenler olarak;

- 1.Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının (kömür, petrol....) azalması ve dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetinin artması,
- 2.Yapma ısıtma ve iklimlendirme süreci sonunda dış havaya atılan kirleticilerin insan sağlığı için tehlikeli bir durum oluşturması,
- 3.Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyeti sayabiliriz.

Yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesi zorunluluğu karşısında, çevreyi kirletmeyen ve üretim maliyeti minimum olan doğal enerji kaynaklarının kullanımı tercih edilmelidir.

Bu nedenlerle, özellikle

- * Güneş ışıını ve hava sıcaklığı gibi ısı enerjisi sağlamada yararlanılabilecek ve de
 - * Rüzgar gibi serinletici niteliği olan
- iklimsel elemanların etkilerinin binalar aracılığıyla optimizasyonu gerekli olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel elemanlar pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemini aktive eden kaynaklar olarak düşünölmelidir (1).

BÖLÜM 4. ENERJİ KORUNUMU SÜRECİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

Enerji korunumu sürecinde etkili olan faktörler iki ana grupta ele alınabilirler.

1. Fiziksel çevresel etkenler (iklimsel değişkenler)
2. Yapma çevreye ilişkin etkenler (dizayn değişkenleri)

4.1. FİZİKSEL ÇEVRESEL ETKENLER (İKLİMSEL DEĞİŞKENLER) :

İklimsel konforu etkileyen ve enerji korunumu sürecinde etkili olan dış iklim elemanları, fiziksel çevresel etkenler olarak ele alınabilirler. Bunlar

- * Güneş ışıınımı,
- * Dış hava sıcaklığı,
- * Dış hava nemliliği ve
- * Rüzgar 'dır.

Bina dışı çevredeki iklim elemanlarının etkilerine bağlı olarak herhangi bir bina-
nın içerisinde iklimsel konforun ek yapma enerji sistemlerine en az gereksinme duyula-
rak gerçekleştirilebilmesi için, mimarın denetiminde olan değişkenlerin, diğer bir de-
yişle yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinin uygun değerlere sahip olmaları ge-
rekmektedir (5).

Dış çevrede süregelen iklim durumu hava sıcaklığı, güneş ışıınımı, hava nemliliği
ve rüzgar gibi iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir. Dolayısıyla dış
iklim durumu bu elemanlar aracılığıyla tanımlanır. Binalar, dış çevrede belirli bir iklim
durumunun geçerli olduğu koşullarda pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak
işlev görmek zorundadırlar. Dolayısıyla binalar, dış iklim koşullarının ulaştığı değerle-
re bağlı kalınarak pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak dizaynlanmalıdırlar.
Dış iklim koşulları yörelere göre değişim gösterdiklerinden, optimal pasif ısıtma ve ik-
limlendirme sistemlerini tanımlayan dizayn değişkenlerine ait değerler de yörelere göre
değişim göstermelidirler.

4.2. YAPMA ÇEVREYE İLİŞKİN ETKENLER (DİZAYN DEĞİŞKENLERİ) :

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin başlıca dizayn değişkenleri olarak;

- * Yer seçimi (Yerin yönü, eğimi, bitki örtüsü)
- * Binaların yönlendiriliş durumu
- * Bina aralıkları
- * Bina formu
- * Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri

ele alınabilir.

Dış iklim durumunun, iç çevre iklim koşullarının oluşumundaki etkililik derecesi bu parametrelerin değerlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu parametreler iç iklim durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicileri olmak gibi ortak niteliğe sahiptirler. Bu niteliklerinden ötürü, sözkonusu değişkenler binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar. Binaların optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak tanımlanmaları bu değişkenler için önerilecek uygun değerler aracılığıyla yapılabilir (1).

4.2.1. Yer Seçimi (Yerin yönü, eğimi, bitki örtüsü) :

Yerleşmenin arazideki konumu, yön, eğim ve bitki örtüsü yapma çevreye ilişkin dizayn değişkeni olarak ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda önemli rol oynar. Güneş ışıınının yapılara olan etkileri, yerleşmenin arazideki konumuna, yönlere, arazinin eğimine ve bitki örtüsüne bağlı olarak değişim göstermektedir. Arazi parçasının güneşlenme durumu, direkt güneş ışıını etkisinde olup olmaması, rüzgar alıp almaması gibi durumlarda kabuktan kaybedilen ısı miktarları yani ısıtma gereksinmesi miktarı farklı olacaktır. Dolayısıyla, binanın ısı kaybı miktarı belirlenirken bu parametrelerin etkileri gözönünde bulundurulmak zorundadır.

4.2.2. Binaların Yönlendiriliş Durumu :

Güneş ışıını ve rüzgar gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterirler. Güneş ışıınının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi yöne (veya binaların yönlendiriliş

değişim gösterir.

Bina formu,

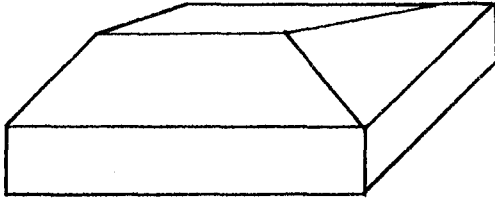
- * Biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı),
- * Bina yüksekliği,
- * Çatı türü (düz, beşik, kırma çatı),
- * Çatı eğimi,
- * Cephe eğimi

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir (4).

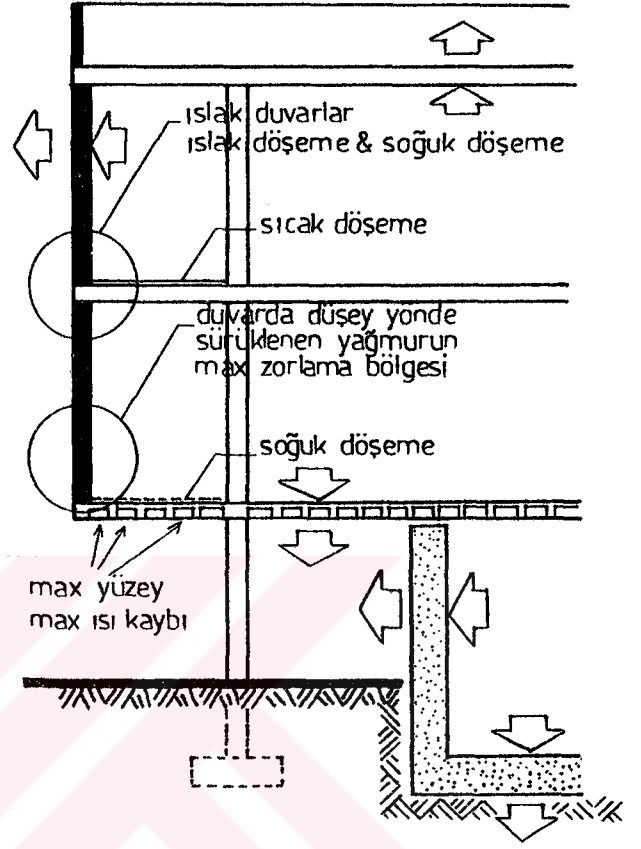
Bina formu en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve belirlenmesi gerekli bir dizayn değişkenidir. Binayı sınırlayan yapı elemanları toplam yüzey alanının henüz daha planlama döneminde olabildiği kadar az tutulması, dış ısı etkenlerin binaya sızma alanını küçültmesi bakımından önem taşır. Bu düşünüş; en idealden (küre) başlayıp basit üçgen prizmaya kadar uzanır. Küresel biçim, uygulama zorluğu yanında birden fazla ortamlar arası ilişki için pratik değildir. Çokyüzlülerin uygulanabilme olanağı küresel biçimlere göre nisbeten fazladır. Dikdörtgenler prizması çağdaş bina formunu, üçgen prizma ise bunun özel durumlarını oluşturmaktadır (Şekil 4.1).

Bilindiği üzere bir binayı doğal çevreden sınırlayan eleman, onun dış yüzeyini oluşturan,

- a) Çatı (ve çatı alanı üzerinde yer alan elemanlar)
 - b) Dış duvar (ve dış duvar üzerinde yer alan elemanlar)
 - c) Altında açık ya da yarı açık ortam barındıran döşemeler,
 - d) Binanın doğal zemin ile temasta bulunan duvar ve döşemelerinden oluşmaktadır
- (Şekil 4.2).



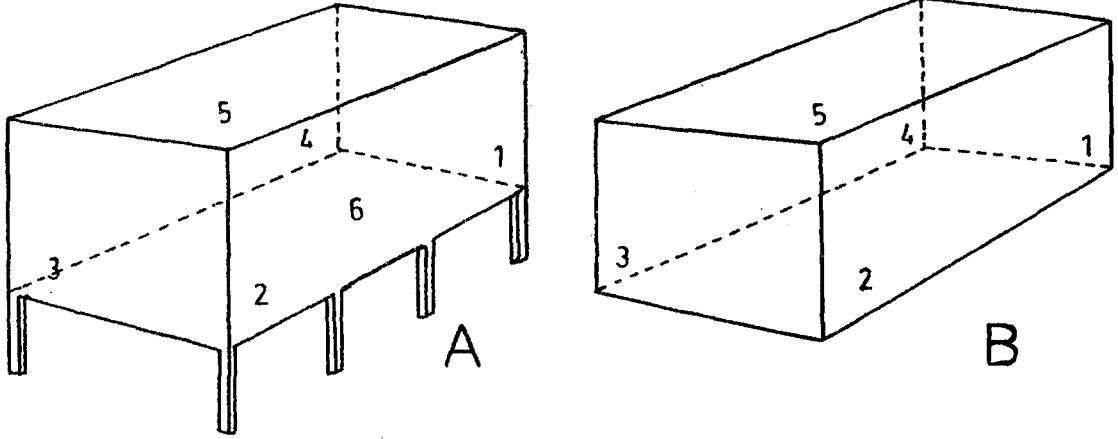
Şekil 4.1. Dikdörtgenler Prizması



Şekil 4.2.

O halde bu elemanların da kapalı ortamda aranan ideal formlardan birine (örn. dairesel, çokgen, dikdörtgen) uygun olması düşünülmelidir. Bunlardan, dairesel, üçgen ve aslında üçgenlerden oluşan çokgen konturlu planlamalar yapı pazarı ve çağdaş yapım tekniklerine (kalıp vb. sorunlar) bağlı olarak uygulama güçlükleriyle karşılaşmaktadır. Bu durumda, geriye bazı sakıncaların giderilmesi koşuluyla "dikdörtgenler prizması" kalmaktadır (6).

Dikdörtgenler prizmasının ısı korunumu yönünden en sakıncalı konumu, barındırdığı tüm dış yüzeylerin (toplam 6 yüzey) ısı korunumu yönünden sınırlayıcı eleman olması halidir (Şekil 4.3A).



Şekil 4.3. Dış Yüzey Alan Sayısının Altıdan Beşe İndirilmesi

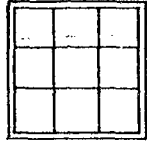
Binayı bu tür bir konumdan kurtarabildiğimiz oranda ısı korunumu açısından da ideal bir düzeye yaklaşacağımız açıktır. Altında yarı açık, daha da ötede " açık " ortam barındıran döşemeler planlamak sınırlayıcı eleman sayısını arttıracaktır. Zemin ile temasta bulunan duvar ve döşemelerin planlanması durumunda ise sınırlayıcı eleman sayısı 6 dan 5 e inecektir (Şekil 4.3B). Ayrıca ayırık düzende planlama yerine, yanyana ve üstüste bitişik konumdaki planlama, ısı korunumu açısından daha ideal bir yaklaşım olacaktır.

Bu duruma göre; her üç boyutta da bitişik düzen ortamlar barındıran çok katlı bina tasarımına doğru bir eğilim ısı korunumu açısından da olumlu bir eğilim olmaktadır. Aslında en üst katta yer alan ortamların üzerine kurulacak bir düzenle bu kata ait tavan döşemesi de sınırlayıcı bir eleman olmaktan çıkarılabilir.

Bir binanın bütünü için doğru bulunan bu kurallar dizisi sınırlayıcı yapıyı oluşturan gereçlerin iç yapısı ve yapım teknikleri için de (ısı korunumu açısından) aynen geçerlidir. İstenmeyen dış etkenlerden, örneğin aşırı uç sıcaklıklardan korunmak için minimum bir dış yüzey alanı gerekmektedir. Ancak sözkonusu alan ne kadar küçük tutulursa tutulsun gene de bir miktar ısı enerjisi (yürürlükteki sıcaklık farkına bağlı olarak) bu alandan dış ortama doğru çeşitli yollardan sızacak ve iç ortamlarla ilgili higrotermik konfor dengesini bozacaktır. İşte bu noktada, bozulan dengenin tekrar sağlanması herşeyden önce insan sağlığı açısından zorunlu olmaktadır. Bu amaca yönelik önlemler ise duruma göre; ısıtma, iklimlendirme veya havalandırma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle ısıtma ve iklimlendirme teknikleri, üretilen enerjinin en olumlu biçimde kullanılmasına yönelik olmak zorundadır. Buradaki " olumlu " deyiminden anladığımız; yapı için öngörülen ömür içinde, yapı sağlığı, insan sağlığı ve ekonomi

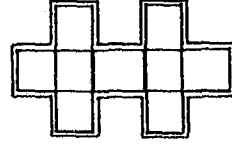
faktörlerine yönelik bir olumluluktur.

Genel tasarımla ilgili önemli bir faktör de bina dış konturlarının aşırı girintili ve çıkıntılı planlanmasıdır. Herbir girinti-çıkıntı bina dış yüzey alanını artıracığından ek bir ısı kaybı oluşturacaklardır. Binaların olabilen ölçüde kompakt planlanması ısı korunumu açısından büyük önem taşımaktadır.



alan: 9 birim
çevre: 12 birim

A



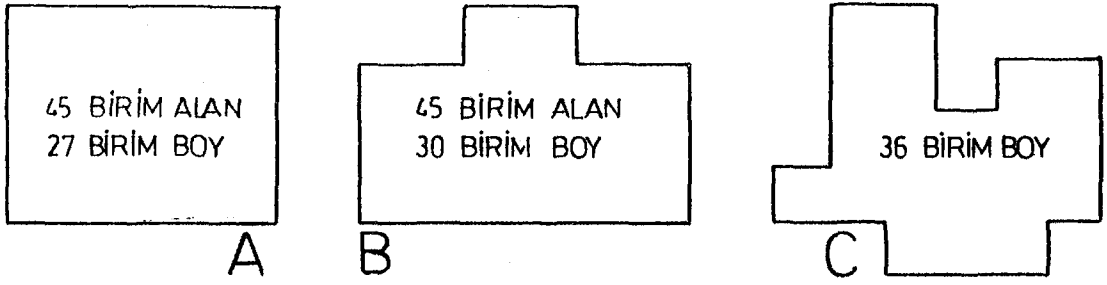
alan: 9 birim
çevre: 20 birim

B

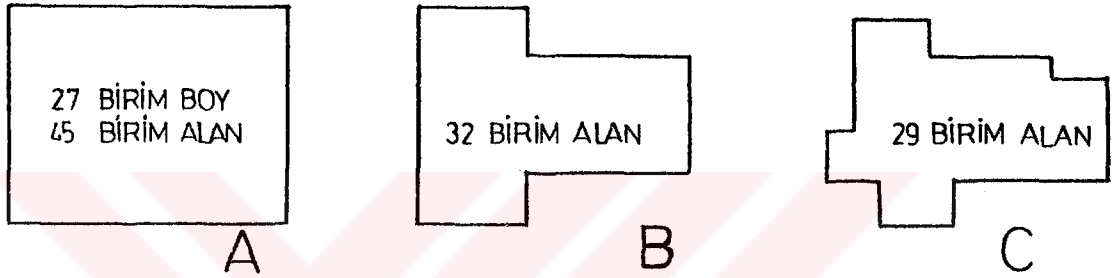
Şekil 4.4. Kullanım Alanı - Dış Kontur İlişkisi

Görüldüğü üzere birim alanlık basit bir örnekte dış konturda $20 - 12 = 8$ birim boyda yani $2/3$ oranında bir artma gelişebilmektedir (Şekil 4.4). Bu örnek geliştirildiğinde artma oranının $2/3$ misli değerlere ulaşabileceği, bunun ise eşdeğer bir ısı korunum düzeyi için $2/3$ misli enerji tüketimi anlamına geleceği açıktır. O halde binaların olabilen ölçüde kompakt planlanması ısı korunumu açısından büyük önem taşımaktadır.

Aynı sorun, toplam kullanım alanı nisbeten küçük olan bir kapalı ortam için de vardır. Örneğin 45 birim alanlık kullanım alanlı bir kapalı ortamda, alan aynı kalmak üzere, ısı kaybeden dış kontur 27 birim boydan 36 birim boya kolayca arttırılabilmektedir (Şekil 4.5). Bu durum; mevcut ısı kaybının $1/3$ oranında arttırılması demektir. Keza, 27 birim boy dış kontura sahip, dikdörtgen planlı bir kapalı ortamda, toplam kontur boyu aynı kalmak üzere, kapalı ortam toplam kullanım alanının azaltılması da mümkündür (Şekil 4.6). Burada ise aynı ısı korunum düzeyi için toplam $1/3$ oranında kullanım alanından kaybedilmektedir (6).



Şekil 4.5. Aynı Kullanım Alanında Değişik Dış Kontur Boyları



Şekil 4.6. Aynı Dış Kontur Boyuna Sahip Değişik Kullanım Alanları

Bu örneklerden de anlaşılacağı gibi, bina formunun toplam yüzey alanına bağlı olarak kabuktaki ısı kaybını nasıl etkilediği açıkça görülmektedir. Bina formu; biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi, cephe eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenlere bağlı olarak tanımlandığından, bu değişkenlerin de, en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve bina formunun oluşturulması gereklidir. Isı yalıtımından amaç ısı kaybını dolayısıyla yakıt sarfiyatını en aza indirmek olduğuna göre, en az yakıt sarfiyatını, konfor şartlarını temin edecek yapı tarzı ve elemanları yanında ısıtmaya harcanacak yakıt miktarı belirlemelidir. Aynı hacimli, farklı dış kontura yani farklı yüzey alanına sahip birden fazla bina formu belirlemek mümkündür. Buna bağlı olarak farklı formlardaki binaların kabuğundan kaybedilen ısı miktarı da farklı olacaktır. Bu noktada, binanın ısı kayıplarına karşı korunmuş hacmi (V) ile toplam ısı kayıp alanı (A) arasındaki oranın ele alınması ve V/A ile Q (Tüm kabuktan kaybedilen ısı kaybı) arasındaki ilişkinin incelenmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyişle, aynı hacmi çevreleyen farklı bina formlarını tanımlamada V/A oranları esas alınmalı ve en az ısı kaybını gerçekleştiren kabuğu belirlerken V/A ile Q arasındaki bağıntı kurulmalıdır. Yapının ısı kaybeden alanlarının maksimum ısı geçirme katsayısı da, toplam

ısı kayıp alanı A ve ısı kayıplarına karşı korunmuş hacim V olmak üzere V/A 'nın fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Aynı V/A oranını gerçekleştiren, fakat çatı tipi, çatı eğimi, boyut ve biçim olarak farklı değişken değerlerine sahip birden fazla bina belirlemek mümkündür. Boyut, biçim, çatı tipi, çatı eğimi gibi geometrik değişkenleri birbirinden farklı binalar için de istenen toplam ısı geçirme katsayıları (k_o) birbirinden farklı olacaktır. Binaların ısı kayıplarına neden olan tüm dizayn değişkenleri ele alınarak, en az ısı kaybını, dolayısıyla en az yakıt tüketimini gerçekleştiren binayı tanımlamada k_o ve V/A oranı arasındaki bağıntı kurulmalıdır. Böylece, binanın istenen toplam ısı geçirgenlik katsayısı V/A oranına göre belirlenmiş olacaktır.

4.2.5. Bina Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri :

Pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, kabuğun

- * Güneş ışınlamına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ) ve yansıtıcılık (r) gibi optik
- * Toplam ısı geçirme katsayısı (k), saydamlık oranı (x), zaman geciktirmesi (ϕ), genlik küçültme faktörü (f) gibi termofiziksel özellikleri ile yapılmaktadır.

Kabuğun güneş ışınlamına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ) ve yansıtıcılık (r) gibi optik özellikleri arasındaki bağıntılar, Opak bina yüzeyleri için,

$$a_o + r_o = 1$$

Saydam bina bileşenleri için,

$$a_c + r_c + \tau_c = 1 \text{ dir.}$$

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, opak kabuk bileşenleri için sözkonusu edilmektedirler. Bu özellikler bileşeni oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları (λ), kalınlıkları (d), yoğunlukları (ρ), özgül ısıları (c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin ($\rho \cdot c$) fonksiyonudurlar.

Zaman geciktirmesi, gün içinde, kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır.

Genlik küçültme faktörü ise gün içinde, ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına olan oranıdır şeklinde tanımlanmaktadır (1).

Toplam ısı geçirme katsayısı (k), bina kabuğunun gerek opak, gerekse saydam bileşenlerine ilişkin bir termofiziksel özelliktir ve farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1 m^2 alandan, bu alana dik doğrultuda, 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır. (13).

Saydamlık oranı ise, saydam ve opak yapı bileşenlerinden oluşmuş kabuk elemanlarına ilişkin bir özellik olup, saydam bileşen alanının, tüm kabuk alanına oranıdır.

Kabuk elemanının birim alanından yitirilen ve kazanılan ısı miktarları ve de dolaşısıyla iç iklim elemanları olan iç yüzey ve iç hava sıcaklıkları sözkonusu termofiziksel özelliklere bağlı olarak değişim gösterirler.

Termofiziksel özelliklerin uygun değerlerinin belirlenmesinde, yöne göre değişim gösteren güneş ışıınımı yeğınlıklerine dayanıldığından, sözkonusu uygun değerlerin de yönlere bağlı olarak değışkenlik göstereceğı açıktır (1).

BÖLÜM 5. ENERJİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLAR

Binaların yüklendiği başlıca işlevler arasında, pasif ısıtma, pasif iklimlendirme ve doğal aydınlatma işlevlerine değinmek olanaklıdır. Bu tür işlevleri yüklenmelerinden ötürü binalar gerek pasif ısıtma ve iklimlendirme ve gerekse doğal aydınlatma sistemleri olma niteliklerini de kazanmaktadırlar. Sözü edilen işlevleri optimal düzeyde yerine getiren binalar iklim ve doğal ışık kontrolunda optimal performans gösterirler. Dolayısıyla yapma ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerine minimum düzeyde destekleyici görev yüklenmesiyle istenen iç iklimsel ve görsel koşulları (konfor koşullarını) sağlarlar.

Yapma ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerine minimum düzeyde görev yüklenmesiyle, yapma enerji kaynaklarının kullanımının ve enerji harcamalarının minimuma indirgeneceği açıktır.

Enerji korunumu yönetmelikleri, bu tür niteliklere sahip binaları tanımlayan ve mimar/mühendis'e enerji korunumunu gerçekleştiren binaların dizaynlanmasında yol gösteren kriterlerin oluşturduğu bir bütün olarak ele alınmalıdırlar.

- Bu tanımlamadan anlaşılacağı gibi, enerji korunumu yönetmeliklerinin,
- a) yapma ısıtma, iklimlendirme ve aydınlatma enerjisine minimum düzeyde gereksinme duyulan binaları tanımlamak ve
 - b) bu tür binaların dizaynlanmasında yol gösterici olmak gibi iki ana işlevi yüklenmesi gerekliliği açıktır (1).

Günümüzde enerji harcamalarının önemli bir bölümünün binaların yapay olarak ısıtılmasına ayrılması, binalarda yapma ısıtmaya yönelik enerji harcamalarını kısıtlamayı zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada konu gereği, gerek ülkemizde, gerekse dış ülkelerde ısıtma enerjisi korunumu konusundaki yönetmelik ve standartlar ele alınmış ve incelenerek değerlendirilmiştir.

5.1. TÜRKİYE ' DE ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLAR

Ülkemizde; kullanıcıların iklimsel konfor koşullarını minimum yapma ısıtma enerjisi ile sağlayabilmek için, binaların dizaynlanmasında uyulması gereken kuralları saptayan çeşitli yönetmelik ve standartlar hazırlanmıştır. Bu bölümde bu konuda ülkemizde bugüne değin hazırlanmış olan mevzuat maddeleri incelenerek değerlendirilmiştir.

Türkiye ' de ısıtma enerjisi korunumu konusundaki yönetmelik ve standartlara en belirgin iki örnek olarak;

- * 1970 yılında uygulamaya konulan " TS 825 - Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları " standardı
- * 3 Kasım 1977 tarihinde yürürlüğe giren, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği " ni gösterebiliriz.
- * TS 825 - Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları :

Bu standart, Türkiye ' nin iklim bölgelerine ve yapı bileşenlerinin türüne bağlı olarak, bu bileşenlerin sahip olması gereken en az ısı geçirgenlik dirençlerini vermektedir. Bu standart, yapı bileşenlerinin en az ısı geçirgenlik dirençlerini yalnız opak bileşenler için vermiş olup, bu bileşenlerin baktığı yönü, eğimlerini, cephenin saydamlık oranlarını, cam türünü ve bina biçimini hesaba katmamıştır. Standardın gözönüne almadığı tüm bu değişkenler, binaların ısıtma gereksinmesi miktarının ve dolayısıyla tüketileceği yakıt miktarının belirlenmesinde etkili olmaktadır.

- * Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği :

Bu yönetmelik en az yapma ısıtma enerjisi gereksinmesi oluşturacak binaları, dış alanlarının ortalama toplam ısı geçirme katsayısı ile tanımlamaktadır. Yönetmeliğin, F/V oranlarına (binanın ısı kaybeden toplam alanının, bu alanın çevrelediği hacime oranı) ve dış dizayn sıcaklıklarına bağlı olarak üst sınırlarını belirlediği km değerleri Tablo 5.1' de verilmiştir.

Tablo 5.1. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı " Isıtma ve Buhar Tesislerinde
Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği " nin
Belirlediği $k_{m,max}$ Değerleri

F/V	+3 , -3	-6 , -9	-12 , -15 , -18	-21 , -24 , -27
0.195	1.60	1.50	1.35	1.20
0.20	1.55	1.45	1.30	1.15
0.25	1.40	1.30	1.16	1.05
0.30	1.30	1.20	1.07	0.95
0.35	1.20	1.10	1.00	0.90
0.40	1.15	1.05	0.95	0.85
0.45	1.10	1.00	0.91	0.82
0.50	1.05	0.95	0.87	0.78
0.55	1.00	0.92	0.84	0.76
0.60	0.97	0.89	0.81	0.73
0.65	0.93	0.86	0.78	0.70
0.70	0.91	0.84	0.76	0.68
0.75	0.89	0.81	0.74	0.67
0.80	0.87	0.78	0.72	0.65
0.85	0.84	0.77	0.70	0.63
0.90	0.83	0.76	0.69	0.62
0.95	0.82	0.75	0.68	0.61
1.00	0.81	0.74	0.67	0.60
1.05	0.80	0.73	0.66	0.59
1.10	0.78	0.71	0.65	0.58
1.15	0.77	0.70	0.64	0.57
1.20	0.76	0.69	0.63	0.56

Not: Ara değerler enterpolasyonla bulunur.

F : Binanın ısı kaybeden dış alanlarının (dış duvar, dış pencere ve kapı, çatı ve zemin) toplamını ifade eder.

$$F = F_D + F_p + F_{\varphi} + F_z$$

V : F alanlarının içinde kalan hacimi (m³) olarak ifade eder.

$$k_m = \frac{k_D.F_D + k_p.F_p + 0.8k_{\varphi}.F_{\varphi} + 0.5k_z.F_z}{F}$$

Yönetmeliğin dış dizayn sıcaklıklarına göre belirlediği pencere dış duvar ortalama toplam ısı geçirme katsayıları maksimum değerleri ise Tablo 5.2. 'de gösterilmektedir.

Tablo 5.2. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı " Isıtma ve Buhar Tesislerinde Ekonomi Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği " nin Belirlediği $k_{D+p, max}$ Değerleri

+3 , -3	-6 , -9	-12 , -15 , -18	-21 , -24 , -27
1.90	1.75	1.60	1.45

$$k_{D+p} = \frac{k_D.F_D + k_p.F_p}{F_D + F_p}$$

Bu yönetmelik daha sonraki yıllarda yürürlükten kalkarak yerini,

* 16 Ocak 1985 tarihinde, yeniden gözden geçirilmiş son durumuyla yürürlüğe giren, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 'nın Isı Korunumu Yönetmeliği ' ne (Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik) bırakmıştır. Bu son yönetmelik, Türkiye 'nin iklim bölgeleri için yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik dirençlerinin alt sınır değerlerini ve pencere-dış duvar ortalama toplam ısı geçirme katsayılarının üst sınır değerlerini belirlemiş ve Türkiye 'deki tüm binalarda bu değerlere uyulmasını zorunlu kılmıştır. Halen yürürlükte olan bu yönetmeliğin belirlediği değerler Tablo 5.3 ve Tablo 5.4 'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Pencere-Dış Duvar Ortalama Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değerleri

Bölgeler	k_{ort} (kcal/ m ² h°C)
1. Bölge	1.95
2. Bölge	1.30
3. Bölge	1.15

Tablo 5.4. Yapı Bileşenleri İçin Minimum Isı Geçirgenlik Dirençleri

	ISI 1.BÖLGE	GEÇİRGENLİK (m ² h°C/Kcal) 2.BÖLGE	DİRENCİ 3.BÖLGE
1. Dış duvarlar	0.47	0.70	0.92
2. Merdiven evi duvarları	0.25	0.40	0.50
3. Üzeri çatı ile örtülmüş tavanlar	1.20	1.50	2.40
4. Isıtılmayan bodrum ve bina girişleri, atelye vb. üzerindeki döşemeler	0.65	0.93	1.50
5. Zemine oturan döşemeler	0.65	0.93	1.50
6. Açık geçitler üzerindeki döşemeler	1.40	2.00	2.50
7. Düz çatı ve teras döşemeleri (yatay ve eğimli)	1.50	2.40	3.00
8. 300 kg/m ² 'den daha hafif duvarlar ve düz çatılar			
300 kg/m ²	0.47	0.70	0.92
200 kg/m ²	0.50	0.85	1.10
150 kg/m ²	0.55	1.00	1.30
100 kg/m ²	0.70	1.30	1.70
50 kg/m ²	1.00	1.80	2.30
20 kg/m ²	1.30	2.50	3.00

5.1.1. TÜRKİYE ' DE ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLARIN KARŞILAŞTIRILIP DEĞERLENDİRİLMESİ

1970 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan yönetmelik bugün yürürlükte olan yönetmeliğe göre, bina biçimini de gözönüne almış olmasından dolayı, belirli bir üstünlüğe sahiptir. Ancak sözkonusu bu eski yönetmelik incelendiğinde, aşağıda sıralanan eksiklik ve sakıncaların bulunduğu sonucuna varılabilir.

a) Bu yönetmelikte, " uyulması gereken koşullar " ele alınacak olursa; yakıt tüketiminde ekonomi sağlayan binaların tanımlanmasında yapma çevre parametreleri olarak binaya ve dış duvarlara ilişkin ortalama ısı geçirme katsayılarına (k_m ve k_{D+F}) ağırlık verildiği görülmektedir.

* Bu koşullar, Türkiye kadar güneşli olmayan ülkeler için hazırlanan aynı tür yönetmelik ve standartların hazırlanmasında uygulanan yöntemlere göre, Türkiye ' de tümüyle kapalı atmosfer koşullarının geçerli olduğu varsayımına dayanılarak hazırlanmıştır.

* Dolayısıyla, binalar ve dış duvarlar için önerilen ortalama ısı geçirgenlik katsayıları (k_m), binanın veya kabuk elemanının yönlendiriliş durumundan bağımsız olarak verilmişlerdir. Bu değerlerin hesaplanmasında, güneş radyasyonunun ısıtıcı etkisinin katkısı ele alınmamıştır. Herhangi bir F/V oranını gerçekleştiren bir binanın boyutlarının sabit kalması koşulunda, yönetmelik, her yönlendiriliş durumunda aynı k_m 'e sahip olmasını zorunlu kılmıştır. Bu durumda kapalı atmosfer koşullarında dış dizayn sıcaklığı alındığında; hava sıcaklığı yönden bağımsız olduğundan ötürü, her yönlendiriliş durumu için binanın yitireceği toplam ısı ve tüketeceği yakıt miktarı, eşit olarak belirlenebilir. Ancak, gerçekte, ısıtmanın istendiği devrenin belirli bir bölümünde, güneşli (berak) atmosfer koşulları geçerli olacaktır. Böylelikle ele alınan F/V oranı ve k_m değerini radyasyonunun yöne göre değişkenlik gösteren bir iklim elemanı olmasından ötürü, farklı yönlendiriliş durumlarında farklı miktarlarda ısı yitireceği ve farklı miktarlarda yakıt tüketimi gerektireceği açıktır.

* Ayrıca çatı elemanlarının eğimine referans verilmemektedir. Bu elemanları etkileyen güneş radyasyonunun şiddeti, yöne ek olarak, yapı elemanlarının eğimine bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir.

* Dış dizayn sıcaklıkları olarak, dış hava sıcaklıkları kullanılmıştır. Bölgelerin bulutluluk koşullarına bağlı olarak, güneş radyasyonunun da katkısını içeren dış dizayn sıcaklıklarının kullanılması, daha gerçekçi bir tutum olurdu.

b) F/V oranına, diğer bir söyleyişle, binaların birim hacmini çevreleyen yüzeylerin toplam alanına bağlı olarak k_m 'lerin gösterdiği değişkenlik, mantıksal açıdan uygun görülmeyle birlikte, değişkenlik derecelerinin hangi temel ilke veya artım formülünden hareketle önerildiğini anlamak, olanaksız görülmektedir.

c) F/V oranına bağlı olarak k_m değeri seçiminden sonra, cephelerden herhangi biri veya birkaçı için saydamlık oranı değerleri serbest bırakılırken, diğer cephelerin saydamlık oranlarının k_m 'i gerçekleştirecek şekilde serbestçe seçilenlere göre belirlenme zorunluluğu ortaya konulmaktadır.

Her cephede farklı hacimlerin yer aldığı düşünülecek olursa, bu hacimlerde gerçekleştirilmesi istenen iklimsel konfor koşulları açısından, bir cephenin baktığı yöne bağlı olarak, optimal saydamlık oranı ve k_D kombinezonlarının önerilmesi daha doğru olacaktır.

d) k_m ve K_{D+F} değerlerinin seçilmesinde kullanılmak üzere, Türkiye 'nin iklim koşullarına göre bölgelendirilmesi, yalnız soğuk günler ortalama sıcaklıklarına dayanılarak yapılmıştır.

e) Yönetmelikte yer alan değişkenlerin, simgeleri ve birimleri konusunda gerekli genişlikte bir açıklama verilmemiştir.

f) Yönetmeliğin uygulanmasında kullanılabilecek hesap yöntemlerine ilişkin herhangi bir bilgi verilmemektedir.

g) Yönetmelik, en soğuk günlerde dış hava sıcaklığı ortalaması -6 ve daha düşük olan bölgelerde pencerelerin çift veya çift camlı yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Her iklim bölgesinde, pencerelerin, opak cephe bileşeninin (duvar) toplam ısı geçirgenlik katsayısı ve saydamlık oranına bağlı olarak tek veya çift camlı yapılabilme esnekliğinin, ek bir yakıt tüketimini gerektirmeden, sağlanması olanaklıdır.

Türkiye 'de binalarda ısıtma enerjisi korunumu amacıyla hazırlanan ve halen yürürlükte olan yönetmelik değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir.

* Isıtma enerjisi korunumu yönetmelikleri için bölgelendirme fikrinin benimsenmesi durumunda Türkiye, hava sıcaklığı, güneş ışıınımı , rüzgar ve bağıl nemlilik gibi iklimsel etkenlere ve insana ilişkin konfor koşullarına bağlı olarak bölgelendirilmelidir. Yönetmelikteki bölgelendirme, aynı amaca yönelik olarak yapılmış bilimsel çalışmaların sonuçlarına ters düşmektedir. Dolayısıyla, yönetmelikte önerilen bölgelendirmenin hangi esasa dayanılarak yapıldığı anlaşılamamaktadır.

* Isıtma enerjisi korunumunu amaçlayan bir yönetmelikte ele alınması gereken yapma çevre değişkenleri olarak;

-binalar için seçilen yerin, eğim, yön ve yerörtüsü gibi özelliklerini,

-yerleşme dokusu veya sıklığını (bina yüksekliklerine bağlı olarak binalar arasındaki uzaklıklar),

-binaların yönlendiriliş durumunu,

-bina kabuğunun eğimini ve

-bina kabuğunun termofiziksel özelliklerini (saydamlık oranı, opak kabuk bileşenlerinin toplam ısı geçirme katsayıları, saydam kabuk bileşenlerinin toplam ısı geçirme katsayısı, pencere camının güneş radyasyonuna karşı geçirgenlik, yansıtıcılık ve emicilik katsayıları, opak yüzeylerin güneş ışımasını emicilik katsayıları)

sayabiliriz. Bu değişkenlerin hiç biri bir diğerinden bağımsız olarak düşünülemez. Diğer bir deyişle, bu değişkenlerden birinin ısıtma enerjisi korunumu ve iklimsel konfor sağlamada göstereceği performans, bir diğerinin alacağı değerle doğrudan ilişkilidir.

* Halbuki sözkonusu bu yönetmelikte, yapı bileşenlerine ve elemanlarına uygulanması istenen ısı geçirgenlik direnci ve toplam ısı geçirme katsayıları, bu elemanların baktığı yön, eğim ve cephenin saydamlık oranı gibi yapma çevre değişkenlerinden bağımsız olarak verilmiştir. Yönetmelikteki k ve $1/\Lambda$ değerlerinin, yön, eğim ve saydamlık oranından bağımsız olarak verilmiş olmaları, güneş radyasyonunun ısıtıcı etkisinin hesaba katılmamış olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu değerler Türkiye gibi güneşli bir ülke için, kapalı atmosfer koşullarına göre belirlenmişlerdir.

Ayrıca opak cephe bileşenleri için ısı geçirgenlik dirençlerinin, saydamlık oranından bağımsız olarak verilmeleri ve dolayısıyla ısı kontrolünün yapı elemanı (pencere + duvar kombinezonu) ölçeğinde değil de, yapı bileşeni (duvar) ölçeğinde ele alınması, bizi bu direnç değerlerinin insan sağlığı ve konforundan çok, opak yapı kabuğu bileşeninin sağlığında süreklilik sağlamaya yönelik olarak belirlendiği sonucuna götürebilir.

5.2. DIŞ ÜLKELERDE ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLAR

Bina içi çevrede, kullanıcıların iklimsel ve görsel konfor koşullarını minimum yapma ısıtma enerjisi ile sağlayabilmek için, çeşitli ülkelerde binaların dizaynlanmasında uyulması gereken yönetmelik ve standartlar hazırlanmıştır.

Çeşitli ülkelerde, ısıtma enerjisi korunumuna yönelik olarak hazırlanmış yönetmelik ve standartlar bina kabuğunu ele almakta ve genellikle opak kabuk bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısının üst sınır değerlerini veya ısı geçirgenlik direncinin alt

sınır değerlerini vermektedirler. Opak kabuk bileşeninin termofiziksel özelliklerini yön ve saydamlık oranından bağımsız olarak veren, dış ülkelere ait bu mevzuat maddeleri ülkelere göre gruplandırılıp çok kısa olarak aşağıda özetlenmiştir.

* Almanya 'da ısıtma enerjisi korunumu amacıyla hazırlanan standart, yapı elemanları için minimum ısı geçirgenlik dirençlerini belirlemiştir. Almanya 'nın iklim bölgelerine göre saptanan bu değerler Tablo 5.5 'de verilmektedir.

Tablo 5.5. Almanya 'nın İklim Bölgelerine Göre Yapı Bileşenlerinin Minimum Isı Geçirgenlik Dirençleri

Yaşanılan mekanları çevreleyen yapı bileşenleri		Minimum ısı geçirgenlik direnci (1/λ) , m²K/W		
		İklim bölgeleri		
		1	3	Not
Dış duvarlar		0.47	0.56	
Bölme duvarları	Merkezi ısıtmalı binalarda	0.07		
	Merkezi ısıtma olmayan binalarda	0.26		
Merdiven evi duvarları		0.26		
Bölme döşemeleri	Merkezi ısıtmalı binalarda	0.39		
	Merkezi ısıtma olmayan binalarda	0.17		
Yaşanılan mekanların zemine oturan döşemeleri		0.86		
Yaşanılmayan çatı arası döşemeleri		0.86		ortalama
		0.43		ısı köprüsünde
Bodrum döşemeleri		0.86		ortalama
		0.43		ısı köprüsünde
Yaşanılan mekanların dış havaya açık alt döşemeleri		1.72		ortalama
		1.29		ısı köprüsünde
Yaşanılan mekanların dış havaya açık üst döşemeleri		1.29		ortalama
		0.77		ısı köprüsünde
Hafif dış duvarlar,yaşanılmayan çatı arası döşemeleri ve yüzey ağırlığı 300 kg/m²'den az olan çatılar, Yüzey ağırlığı,kg/m²				
20		1.59	2.24	
50		1.21	1.72	
100		0.82	1.12	
150		0.56	0.77	
200		0.52	0.65	
300		0.47	0.56	

* Almanya 'da, yukarıda adı geçen standardın yanısıra, ısı korunumu amacıyla hazırlanan yönetmelik binanın ortalama toplam ısı geçirme katsayısının maksimum değerini binanın biçimine göre belirlemiştir. Bu yönetmeliğe göre belirlenen ısı geçirme katsayısının maksimum değerleri Tablo 5.6 'da görülmektedir.

Tablo 5.6. Almanya İçin Binalarda Ortalama Isı Geçirme Katsayısının Maksimum Değerleri

$F/V, m^{-1}$ Binanın toplam dış yüzey alanı ($\frac{\text{Binanın toplam dış yüzey alanı}}{\text{Binanın hacmi}}$)	Binanın Dış Yüzeylerinin Ortalama Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri $k_{m,max}, W/m^2.K$
≤ 0.24	1.40
0.30	1.24
0.40	1.09
0.50	0.99
0.60	0.93
0.70	0.88
0.80	0.85
0.90	0.82
1.00	0.80
1.10	0.78
≥ 1.20	0.77

Not : Ara değerler, $k_{m,max} = 0.61 + 0.19 \cdot 1/(F/V)$ W/m² -K bağıntısıyla hesaplanır.

Yukarıdaki tabloda maksimum değerleri verilen ortalama ısı geçirme katsayısı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanır.

$$k_m = \frac{k_W.F_W + k_F.F_F + 0.8 \cdot k_D.F_D + 0.5 \cdot k_G.F_G + k_{DL}.F_{DL}}{F_W + F_F + F_D + F_G + F_{DL}}$$

F_W : dış duvarların yüzey alanı , m²

F_F : pencerelerin yüzey alanı , m²

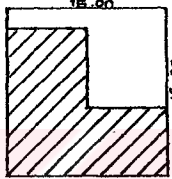
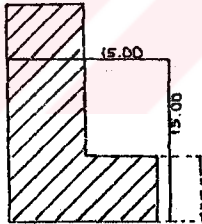
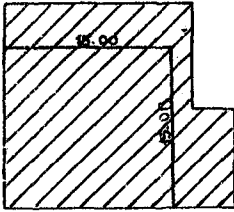
F_D : çatının yüzey alanı , m²

F_G : döşemenin yüzey alanı , m²

F_{DL} : dış havaya açık döşemelerin yüzey alanı , m²

Almanya 'daki bu yönetmelik, bina dış cephelerinin ortalama toplam ısı geçirme katsayılarının maksimum değerlerini bina biçimine bağlı olarak Tablo 5.7 'de göstermektedir.

Tablo 5.7. Almanya İçin Bina Dış Cephelerinin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri

Yapı Bileşeni	Bina Biçimi	Ortalama Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri - W/m^2-K
Dış Duvarlar (Pencere ve Camlı Dış Kapılar dahil)	Planı, kenar uzunluğu 15 m olan kare formu içinde kalan binalar 	$k_{m, W+F} \leq 1.45$
Dış Duvarlar	Planı, kenar uzunluğu 15 m olan kare formun dışına taşan binalar 	$k_{m, W+F} \leq 1.55$
Dış Duvarlar	Planı, kenar uzunluğu 15 m olan kare formunu çevreleyen binalar 	$k_{m, W+F} \leq 1.75$
Yaşanılmayan çatı arası mekanların döşemeleri ile, mekanları altta ve üstte dış hava ile ayıran döşemeler		$k_D \leq 0.45$
Bodrum döşemeleri ve benzer şekilde ısıtılmayan hacimleri ayıran duvar ve döşemeler		$k_G \leq 0.80$
Zemini bina ile ayıran döşeme ve duvarlar		$k_G \leq 0.90$

Bu tablodaki $k_{m,W+F}$ değeri, dış duvar-pencere ortalama ısı geçirme katsayısı olup,

$$k_{m,W+F} = \frac{k_W.F_W + k_F.F_F}{F_W + F_F}$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

* Danimarka 'da , tek aile evleri, yazlık evler.... gibi küçük binalar ve bu tip küçük binaların dışında kalan diğer binalar için yapı bileşenlerinin ısı geçirme katsayılarının maksimum değerleri ayrı yönetmeliklerce belirlenmiştir. Bu yönetmeliklere göre belirlenen ısı geçirme katsayılarının maksimum değerleri Tablo 5.8 ve Tablo 5.9 'da verilmektedir.

Tablo 5.8. Danimarka 'da Tek Aile Evleri ... vb. Küçük Binalar İçin Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değerleri

Yapı Bileşeni	Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değeri k_{max} , W/m ² , °C
Dış duvarlar Toplam yüzey ağırlığı , kg/m ² ≤ 100 > 100	0.30 0.35
Bodrum Dış Duvarları	0.40
Isıtılmayan Mekanlara Bitişik Bölme Duvarları ve Döşemeler	0.50
Bodrum Döşemeleri ve Havalandırılan Geçitler Üzerindeki Döşemeler	0.30
Tavan ve Çatılar	0.20
Saydam Kısım Olmayan Dış Kapılar	2.00
Pencereler, Çatı Pencereleri, Dış Kapıların Camlı Bölmeleri	2.90

Not : Bileşenin yüzey ağırlığı, içerisinde boşluk bulunan bileşenlerde, bileşenin sıcak taraftaki katmanları için hesaplanır ve eğer mümkünse bileşenin bu parçasının istenen k değerini sağlaması gerçekleştirilir.

Tablo 5.9. Danimarka 'da Küçük Binaların Dışında Kalan Diğer Binalar İçin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri

Yapı Bileşeni	Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değeri - k_{max} , W/m ² , °C
Dış duvarlar	
Toplam Yüzey Ağırlığı, kg/m ²	
≤ 100	0.30
> 100	0.40
10°C 'den daha düşük sıcaklıktaki mekanlara bitişik bölme duvarları	0.50
10-18°C arasında ısıtılan mekanlara bitişik bölme duvarları	0.80
Toprağa oturan döşemeler	0.30
Havalandırılan geçitler üzerindeki döşemeler	0.30
Dış geçitler üzerindeki döşemeler	0.20
Sıcaklığı 10°C 'den daha az olan mekanlara bitişik tavan ve döşemeler	0.40
Sıcaklığı 10-18°C olan mekanlara bitişik tavan ve döşemeler	0.60
Çatı ve tavan strüktürleri ve ısıtılmayan çatı arasına bitişik bölme duvarları	0.20
Camlı olmayan kapılar	2.00
Pencereler, çatı penceresi, cam duvarlar ve dış kapıların camlı bölmeleri	2.90

* İrlanda 'da ilgili yönetmelik, yapı bileşenleri için ısı geçirme katsayılarının maksimum değerlerini Tablo 5.10 'daki gibi belirlemiştir.

Tablo 5.10. İrlanda İçin Yapı Bileşenlerinin Isı Geçirme Katsayılarının Maksimum Değerleri

Yapı Bileşeni	Isı Geçirme Katsayısı Maksimum Değeri k_{max} , W/m ² , °C
Dış duvarlar	0.60
Çatılar	0.40
Toprağa oturan döşemeler	0.60
Dışa açık döşemeler	0.60

* Amerika Birleşik Devletleri 'nde enerji korunumu amacıyla hazırlanan standart, yeni yapılacak binalarda bina dış cephesinin ortalama ısı geçirme katsayısının maksimum değerlerini derece-gün 'e bağlı olarak belirlemiştir. Bina cephesi ortalama ısı geçirme katsayısı

$$k_{ort} = \frac{(k_{duvar} \times A_{duvar}) + (k_{pencere} \times A_{pencere}) + (k_{kapı} \times A_{kapı})}{A_{duvar} + A_{pencere} + A_{kapı}}$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

k : ısı geçirme katsayısı , W/m²°C

A : alan , m²

* Kuzey Avrupa Ülkeleri 'nin bazılarında konuyla ilgili yönetmelik ısıtma enerjisini korunumu açısından pencere alanının döşeme alanına oranı için üst sınır değer vermektedir. Bu değerler Tablo 5.11. 'de verilmiştir.

Tablo 5.11. Bazı Kuzey Avrupa Ülkeleri 'nde Pencere Alanı / Oda Döşeme Alanı Oranı İçin Maksimum Değerler

Ülke	Danimarka	Finlandiya	İzlanda
Pencere boşluğunun alanı			
≤	%15	%15	%20
Odanın döşeme alanı			

5.2.1. DIŞ ÜLKELERDE ISITMA ENERJİSİ KORUNUMU KONUSUNDAKİ YÖNETMELİK VE STANDARTLARIN KARŞILAŞTIRILIP DEĞERLENDİRİLMESİ

Dış ülkelerde ısıtma enerjisi korunumu konusundaki yönetmelik ve standartlar, tek tek analiz edilip değerlendirildiklerinde aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir.

Isıtma enerjisi korunumuna yönelik standartlar her ülkenin kendi iklim verilerine göre hazırlanmış ve genellikle bina kabuğunun toplam ısı geçirme katsayısının belirlenmesini amaçlamışlardır. Bazı ülkelerde ise, opak kabuk bileşeninden bağımsız olarak, saydam bileşen alanının odanın döşeme alanına oranının üst sınır değerleri verilmiştir.

Halbuki bilinmektedir ki; bir binada ısıtma enerjisi harcamalarını etkileyen yapma çevre değişkenlerinden hiçbirisi bir diğerinden bağımsız düşünülemez. Bu nedenle yörenin iklim koşulları ne olursa olsun, opak kabuk bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı (k_o) veya ısı geçirgenlik direnci ($1/\Lambda$), binanın yönlendiriliş durumundan, diğer binalara göre belirlenmiş olan konumundan, saydam bileşeninin türünden ve saydamlık oranından bağımsız olarak düşünülemez. Yukarıda adı geçen yönetmeliklerin hiçbirisi bütün bu parametreleri birarada ele almamıştır. Dolayısıyla, opak kabuk bileşeni için tek bir toplam ısı geçirme katsayısı veya ısı geçirgenlik direnci veren bu yönetmeliklerde, binanın yönü, konumu ve saydamlık oranına bağlı olarak mimara hiç bir esneklik hakkı tanınmamıştır. Bu nedenle yeni hazırlanacak yönetmeliğin, uygulama açısından hiç bir zorluk getirmeyecek bu tür bir esnekliği sağlaması gerekmektedir (1) , (12) , (13).



BÖLÜM 6. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI MİKTARININ BİNA FORMUNA (V/A ' YA) BAĞLI OLARAK İRDELENMESİ İÇİN KULLANILABİLECEK BİR MODEL :

4.2.4 bölümünde de açıklandığı gibi, bu çalışmada bina formu, bina hacminin, bu hacmi çevreleyen kabuk alanına oranı (V/A) ile tanımlanmıştır. Tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna (V/A ' ya) bağlı olarak irdelenmesi için önerilen yöntemin ana adımları aşağıdaki gibidir.

6.1. BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ İÇİN UYGUN DEĞERLER KOMBİNEZONLARININ BELİRLENMESİ

Bina kabuğunun enerji korunumunda etkili olan ve bir yönetmelikle kontrol edilmesi öncelikle uygun bulunan termofiziksel özellikleri; toplam ısı geçirme katsayısı ile saydamlık oranıdır.

Kabuk elemanının saydam bileşenlerinin optik ve termofiziksel özellikleri, piyasada üretilen cam ve doğrama türlerine bağlı olan belirli seçeneklerle sınırlıdır. Bu nedenle, ısıtma enerjisi korunumu açısından optimal performans gösteren bina kabuğunun belirlenmesinde izlenecek yol; öncelikle saydam bileşeni oluşturan cam ve doğrama türünün seçilmesi, seçilen saydam bileşen türünün optik ve termofiziksel özelliklerine, saydamlık oranına ve yöne bağlı olarak opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının izin verilebilir maksimum değerinin belirlenmesidir.

Kapalı bir mekanda iç yüzey sıcaklıkları, iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından iç hava sıcaklığı kadar önemli bir faktör olduğundan, opak kabuk bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının izin verilebilir maksimum değerinin belirlenmesinde gözönünde bulundurulacak ana ilke; opak ve saydam bileşenlerden oluşmuş bina kabuğunun ortalama iç yüzey sıcaklığının, iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değerlerini aşmamasıdır. Bu ilke ışığında geliştirilen yöntemin adımları aşağıdaki gibidir (7).

6.1.1. Dizayn Günlerinin Seçilmesi :

Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden dizayn günü seçilmeli ve hesaplamalar bu güne ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır. Ele alınan yörede ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemin süreleri ve iklim koşullarının şiddetleri karşılaştırılarak egemen olan dönem belirlenir. Pasif iklimlendirme çalışmalarında en az sıcak dönemi karakterize ayın Ocak, en sıcak dönemi karakterize eden ayın ise Temmuz olduğu bilinmektedir. Söz konusu ayların karakteristik günleri ise 21 Ocak ve 21 Temmuz olarak kabul edilmektedir. 21 Temmuz yaz dönencesiyle senenin en sıcak günü arasındaki orta tarih (21 Haziran ve 21 Ağustos), 21 Ocak kış dönencesiyle senenin en soğuk günü arasındaki orta tarih (21 Aralık ve 21 Şubat) olduğundan dizayn çalışmaları için karakteristik günler olarak bu günler kullanılmaktadırlar. Ancak özellikle sıcak-kuru ve sıcak-nemli iklim karakteri gösteren yörelerde, 21 Ocak ve 21 Temmuz günleri için hesap yapıp daha düşük olan termofiziksel özelliklere (yapı kabuğu toplam ısı geçir-me katsayısına ve saydamlık oranına) uyularak kabuk dizaynının yapılması, gerek ısıtma ve gerekse iklimlendirme enerjisi harcamalarını minimuma indirme açısından daha gerçekçi ve güvenilir bir tutumdur. Ilımlı ve soğuk iklim bölgelerinde 21 Ocak günü hesaplamaların dayandırılacağı gün olarak seçilmelidir.

6.1.2. Dış Dizayn Koşullarının Belirlenmesi :

Seçilen dizayn günü için güneş ışınlı, dış hava sıcaklığı gibi iklim elemanlarına ait değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmelidir. " Gerçek atmosfer koşulları " atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarını göz önüne alarak tanımlanan atmosfer koşullarıdır. Bu nedenle, bu gibi iklim elemanlarının değerleri, " T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü " arşivlerindeki ölçüm sonuçları derlenerek belirlenebilir.

6.1.3. İç Dizayn Koşullarının Seçilmesi :

İklimsel konfor açısından bir hacimdeki iç yüzey sıcaklıkları iç hava sıcaklığı kadar önemlidir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından belirli bir değere sahip olması gerektiği bilinmektedir. Kabuk eleman iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri,

$$t_{iyo} = t_i \pm \epsilon \quad (7.1)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

t_{iyo} : kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

t_i : iç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı) konfor değeri, °C

ϵ : iklimsel konfor açısından bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava konfor sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, °C

Soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği dönem baskın olduğu için, bu tür iklim türüne sahip yörelerde kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri,

$$t_{iyo} = t_i - \epsilon \quad (7.2)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

6.1.4. İklimsel Konforu Etkileyen ve Kabuk Dizaynında Rol Oynayan Diğer Yapma Çevreye İlişkin Dizayn Değişkenlerinin Değerlerinin Seçilmesi :

Bu adımda, kabuk elemanlarının baktırılabileceği yönlerin, kabuğun saydamlık oranının değişim alan ve aralıklarının, pencere doğraması ve cam türünün ve opak bileşenlerin dış yüzey renklerine bağlı olarak güneş ışıınımını yutuculuk katsayılarının seçilmesi gerekir.

6.1.5. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması :

Binayı etkileyen sıcaklık, sadece bina dışı çevre kuru termometre sıcaklığı değildir. Genellikle gündüz saatleri için sözkonusu olabilecek, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileri, dış dizayn sıcaklığı olarak sol-air sıcaklıkların kullanılmasıyla birleşik olarak ele alınmaktadır. Sol-air sıcaklıkların değerleri, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı yegînlikleri yanısıra, kabuk bileşeninin optik özelliklerine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısına da (k_c) bağlıdır. Kabuk elemanının (veya

elemanı oluşturan opak ve saydam bileşenlerin) optik özelliklerinin seçimi mimara bırakıldığından sol-air sıcaklıklar bir ölçüde mimarın kontrolü altındadırlar.

Güneş ışıını yegınlığının yöne göre değışim göstermesi nedeniyle, kabuk bileşenlerini etkileyen sol-air sıcaklıklar da, bileşenin yönlendiriliş durumuna (veya baktığı yöne) bağılı olarak değışkenlik göstermektedir. Dolayısıyla, iç dizayn sıcaklıkları olarak konfor sıcaklıklarının alındığı koşullarda

iç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın konforsuzluk yaratmayacak sınırlar arasında tutulabilmesi

açısından, sol-air sıcaklıklara bağılı olarak belirlenecek uygun termofiziksel özelliklerin de yönle göre değışim göstereceğı açıktır. Opak ve saydam kabuk bileşenlerinin güneş ışıınına karşı davranışları farklı olduğundan bu bileşenleri etkileyen sol-air sıcaklıklar ayrı ayrı hesaplanmalıdır (7).

a- Opak Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması :

Opak bileşenin yüzeyini, güneş ışıını yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağılı olarak, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir (8), (9), (10).

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_T \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (7.3)$$

Burada,

t_d : dış hava sıcaklığı, °C

I_T : opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıını şiddeti, W/m², Kcal/m²h
Toplam güneş ışıını şiddeti, direkt ve yaygın ışıını şiddetlerinin toplamına eşittir. Bileşenin gölgede olduğu durumlar için ise, direkt ışıının değeri sıfır olarak alınacaktır.

a_o : opak bileşenin güneş ışıınına karşı yutuculuğı, boyutsuz

α_d : dış yüzeyssel ısı iletim katsayısı, W/m²°C , Kcal/m² h °C

Günlük ortalama sol-air sıcaklık ise aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanır (8).

$$t_{eo} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{ei} \right) / 24 \quad (7.4)$$

b- Saydam Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması :

Saydam bileşenin tek cam veya çift cam tabakasından oluşması durumuna göre, herhangi bir anda etkili olan sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir (11).

$$t_{ecl} = t_d + I_D \left(\frac{a_D}{\alpha_d} + \frac{\tau_D}{k_{cl}} \right) + I_y \left(\frac{a_y}{\alpha_d} + \frac{\tau_y}{k_{cl}} \right) \quad (7.5)$$

$$t_{ecll} = t_d + I_D \left[\frac{\tau_{12D}}{k_{cll}} + \frac{a_{dD}}{\alpha_d} + a_{1D} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] + I_y \left[\frac{\tau_{12y}}{k_{cll}} + \frac{a_{dy}}{\alpha_d} + a_{1y} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] \quad (7.6)$$

t_{ecl} , t_{ecll} : sırasıyla tek ve çift cam tabakalı saydam bileşenleri herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklıklar , °C

t_d : dış hava sıcaklığı , °C

I_D , I_y : saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve toplam yaygın (yaygın gök yerden yansımış) ışıınım yoğunlukları , W/m² , Kcal/m² h

Bileşenin gölgede olması durumunda direkt ışıınım şiddetinin değeri sıfır olarak alınacaktır.

k_{cl} , k_{cll} : saydam bileşenin sırasıyla tek camlı ve çift camlı olması durumlarında toplam ısı geçirme katsayısı , W/m²°C , Kcal/m² h °C

α_d : dış yüzeysel ısı iletim katsayısı , W/m²°C , Kcal/m² h °C

α_s : çift cam tabaka arasındaki havanın kondüktansı , W/m²°C , Kcal/m² h °C

a_D , a_y : tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışıınımına karşı yutuculuğu , boyutsuz

τ_D , τ_y : tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışıınımına karşı geçirgenliği , boyutsuz

τ_{2D} , τ_{2y} : çift cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışınlamına karşı geçirgenliği , boyutsuz

a_{dD} , a_{dy} : çift tabakalı camda, dıştaki tabakanın direkt ve yaygın ışınlamaya karşı yutuculuklarının içteki tabakadan etkilenecek aldıkları değerler , boyutsuz

a_{iD} , a_{iy} : çift tabakalı camda, içteki tabakanın direkt ve yaygın ışınlamaya karşı yutuculuklarının dıştaki tabakadan etkilenecek aldıkları değerler , boyutsuz

Günlük ortalama sol-air sıcaklık ise, opak bileşenler için yapılan hesaplamadakine benzer olarak

$$t_{eco} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{ec} \right) / 24 \quad (7.7)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

6.1.6. Opak Bileşenin İç Yüzey Sıcaklığının İklimsel Konfor Açısından İzin Verilebilir Sınır Değerinin Hesaplanması :

Bina kabuğu, opak ve saydam bileşenlerden oluştuğuna göre bu bileşenlerin ve bileşenlerin oluşturduğu kabuk elemanının günlük ortalama iç yüzey sıcaklıkları, saydamlık oranına bağlı olarak

$$t_{iy} = t_{oio} \cdot (1-x) - t_{cio} \cdot x \quad (7.8)$$

bağıntısını gerçekleştirecek değerlerde olmalıdır.

t_{iy} : kabuk elemanına ait (ağırlıklı ortalama) günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı , °C
(Bu bağıntıda yer alan t_{iy} değişkenine ait değer opak ve saydam bileşenden oluşan kabuk elemanına ait, konfor koşulu olarak verilen , iç yüzey sıcaklığıdır ve (7.1) bağıntısı ile 3. adımda belirlenmiştir)

t_{oio} : opak bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı , °C

t_{cio} : saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı , °C

x : saydamlık oranı

Saydam bileşenler için gözönünde bulundurulabilecek seçenek sayısı sınırlı olduğundan, önce saydam bileşen türü belirlenerek bu bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları hesaplanmalı ve buna bağlı olarak opak bileşenler için günlük ortalama iç yüzey sıcaklığının izin verilebilir sınır değeri belirlenmelidir.

Saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları cam türüne bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir *.

$$t_{ci} = t_i + \left[k_c (t_{ec} - t_i) - (F_s \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y) \right] / \alpha_i \quad (7.9)$$

t_{ci} : saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı, °C

k_c : saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C, Kcal/m²h °C

I_D, I_y : saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve yaygın güneş ışınımı yoğunlukları, W/m², Kcal/m²h

τ_D, τ_y : camın direkt ve yaygın güneş ışınımına karşı geçirgenlikleri, boyutsuz

F_s : camın engeller tarafından gölgelenmemiş alanının tüm cam alanına oranı

α_i : iç yüzeysel ısı iletim katsayısı, W/m²°C, Kcal/m²h °C

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_{ec} : saydam bileşeni etkileyen sol-air sıcaklık, °C

Saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı ise, hesap yapılan saatlerdeki sıcaklıkların aritmetik ortalaması olup,

$$t_{cio} = \left(\sum_{i=1}^n t_{ci} \right) / 24 \quad (7.10)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

Seçilen saydam bileşen türüne göre, saydam bileşen iç yüzey sıcaklıklarının günlük ortalama değerleri hesaplandıktan sonra, opak bileşenlerin günlük ortalama iç yüzey sıcaklıklarının iklimsel konfor açısından izin verilebilen sınır değerleri seçilen saydamlık oranına da dayandırılarak aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir.

$$t_{oio} = (t_{iyo} - t_{cio} \cdot x) / (1 - x) \quad (7.11)$$

t_{oio} : opak bileşen günlük ortalama iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilen sınır değeri, °C

6.1.7. Opak Bileşenin İstenen Toplam Isı Geçirme Katsayısının Belirlenmesi :

Opak bileşenin istenen toplam ısı geçirme katsayısı, iklimsel konfor açısından izin verilebilir opak bileşen iç yüzey sıcaklığına bağlı olarak

$$k_o = \frac{\alpha_i (t_{oio} - t_i)}{(t_{eoo} - t_i)} \quad (7.12)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir **.

k_o : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının iklimsel konfor enerji korunumu açısından izin verilebilir maksimum değeri , $W/m^2^{\circ}C$, $Kcal/m^2 h^{\circ}C$

t_{eoo} : opak bileşeni ele alınan yönlendiriliş durumunda etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık , $^{\circ}C$

Hesaplanan bu değer aynı zamanda, opak kabuk bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısının enerji korunumu açısından izin verilebilir maksimum değeridir.

* Camdan ısı kazancı veya kaybı (q_c) , sol-air sıcaklığa veya cam iç yüzey sıcaklığına bağlı olarak iki farklı eşitlikle ifade edilebilir.

$$q_c = k_c (t_{ec} - t_i) \quad (4)$$

$$q_c = \alpha_i (t_{ci} - t_i) + F_s \cdot I_D \cdot \bar{\epsilon}_D + I_y \cdot \bar{\epsilon}_y \quad (9)$$

bağıntıların sağ tarafları birbirine eşitlenir ve t_{ci} ' ni belirleyecek şekilde düzenlenirlerse (7.9) eşitliği elde edilir.

** Opak bileşenden günlük ortalama saatlik ısı kaybı veya kazancı (q_o), opak bileşenin iç yüzey sıcaklığına ve opak bileşeni etkileyen sol-air sıcaklığa bağlı olarak, sırasıyla

$$q_o = \alpha_i (t_{oio} - t_i) \text{ ve}$$

$$q_o = k_o (t_{eoo} - t_i) \quad (9)$$

bağıntılarıyla belirlenebilir.

Her iki bağıntının sağ tarafı birbirine eşitlenir ve k_o ' yu hesaplayacak şekilde düzenlenirse (7.12) bağıntısı elde edilir.

6.2. SEÇİLEN TABAN ALANI VE V/A DEĞİŞİM ARALIKLARINA BAĞLI OLARAK BİNA ALTERNATİFLERİNİN OLUŞTURULMASI :

Bina formuna bağlı olarak bina alternatiflerinin oluşturulması için formu tanımlayan biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi değişkenlerin değişim alan ve aralıklarının belirlenmesi gerekir. Bu değişkenlerin alacağı değerler gözönünde bulundurularak, bina formunu tanımlamada esas alınan V/A değişkeninin değişim alan ve aralıklarına karar verilir. Bu çalışmada, bina formunun ısı kayıplarına etkisi incelendiğinden, öncelikle seçilen taban alanlarına bağlı olarak bu V/A oranlarını gerçekleştiren formlara sahip bina alternatiflerinin oluşturulması esas alınmıştır.

Bundan sonraki adımda ise, belirlenen V/A oranları için farklı taban alanına sahip farklı formlarda oluşturulan binaların tüm kabuk alanından kaybedilen ısı miktarlarının hesaplanması yer alacaktır.

6.3. BİNA KABUĞUNUN BİRİM ALANINDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ HESAPLANMASI :

Isıtma veya iklimlendirme enerjisinin tasarrufu açısından optimal performans gösteren bina, ısıtmanın istendiği dönemde bina kabuğu aracılığıyla dış çevreye toplam ısı kaybını, ısıtmanın istenmediği dönemde ise toplam ısı kazancını minimize eden binadır. Diğer bir deyişle, tüm bina kabuğundan kaybedilen veya kazanılan ısı miktarı pasif ısıtma veya iklimlendirme sistemi olarak optimal performans gösteren binayı tanımlamada kullanılabilecek en önemli göstergedir. Tüm bina kabuğundan kaybedilen veya kazanılan ısı miktarı bina kabuğunu oluşturan yapı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri ve güneş ışınlamına karşı optik özelliklerine bağlı olduğu kadar kabuğun yüzey alanına ve binanın yönlendiriliş durumuna da bağlıdır. Bina kabuğunun yüzey alanı ise bina taban alanının ve formunun fonksiyonudur. O nedenle, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tasarrufu açısından optimal performans gösteren binayı tanımlamak için, bina kabuğunun termofiziksel özelliklerine bağlı olarak uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu kombinezonlarının belirlenmiş olması gerekir.

Kabuk elemanı termofiziksel özelliklerinin belirlenmiş değerlerine (cephe elemanının baktığı yöne göre farklı opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve farklı saydamlık oranı kombinezonları) bağlı olarak kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları hesaplanabilir.

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, k_o , x , k_c değerlerine bağlı olarak ve günlük ortalama sol-air sıcaklıkların (t_{eo} , t_{eco}) dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığı koşullarda aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanabilir.

$$q = k_o (t_i - t_{eo}) (1 - x) + k_c (t_i - t_{eco}) x \quad (6.3)$$

q : Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2 , $kcal/m^2 h$

k_o : Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2 \cdot ^\circ C$, $kcal/m^2 h \cdot ^\circ C$

k_c : Saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2 \cdot ^\circ C$, $kcal/m^2 h \cdot ^\circ C$

t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri, $^\circ C$

x : Saydamlık oranı

t_{eo} : Opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, $^\circ C$

t_{eco} : Saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, $^\circ C$

Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıklar yönleri göre farklılık göstermektedirler. Dolayısıyla aynı sol-air sıcaklıklara dayanan uygun toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı değerleri de yönleri göre değişiklik göstermektedir (14).

6.4. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ HESAPLANMASI :

Binanın tüm kabuğundan gerçek atmosfer koşullarında kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, birim alandan ısı kayıplarının ait olduğu yöne bakan bina cephesi alanı ile çarpılması ve cephelerden kaybedilen ısı miktarlarının toplanması sonucunda elde edilebilir.

Ele alınan binaya bağlı olarak yönlendiriliş durumu ve bina formuna (biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimine) ait değişim alan ve aralıklarının belirlenmesi gerekir. Bu değişim alan ve aralıklarını belirlediğimiz bina alternatiflerine ait değişkenlerin oluşturduğu çok sayıdaki kombinezonun tanımladığı binalar için tüm bina kabuğundan, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak 'ta kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (Q) ;

$$Q = (q_1.A_1) + (q_2.A_2) + + (q_n.A_n) + (q_ç.A_t) \quad (6.4)$$

bağıntısıyla hesaplanır (14).

q_1 , q_2 , q_n: Binanın farklı yönlerle bakan her bir cephesi için kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2 , $kcal/m^2 h$

A_1 , A_2 , A_n: Binanın farklı yönlerle bakan her bir cephesine ait yüzey alanları, m^2

$q_ç$: Çatı elemanının (dam+tavan) birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, W/m^2 , $kcal/m^2 h$

A_t : Tavan alanı, m^2

6.5. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ FARKLI BİNA FORMLARINA BAĞLI OLARAK DEĞİŞİM GRAFİKLERİ ŞEKLİNDE DERLENMESİ :

6.2 bölümünde değişim alan ve aralığı belirlenen V/A oranlarına göre oluşturulmuş, farklı taban alanlarına ve farklı formlara sahip bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kayıplarının (Q) kolay karşılaştırılabilmesi açısından günlük toplam ısı kayıp miktarlarının V/A oranlarına bağlı olarak grafik şeklinde derlenmeleri gerekir.

V/A , Q ilişkisinin araştırılabilmesi için; apsisler ekseninde, bina kabuğunun günlük toplam ısı kaybı değerleri, ordinatlar ekseninde ise, V/A değerleri yer alacak şekilde grafik sistem oluşturulur. Farklı taban alanlarına sahip bütün formlar için değişim alan ve aralıkları belirlenen V/A değerleri ve bu bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kaybı değerlerinin grafik üzerinde, apsisler ve ordinatlar ekseninde yerleştirilip, eğrilerin oluşturulması ve karşılaştırmaya gidilmesi gerekir.

6.6. ISI KAYBI DEĞİŞİM GRAFİKLERİNİN ANALİZ EDİLEREK, BİNA FORMU (V/A) VE TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI KAYBI (Q) İLİŞKİSİNİN BELİRLENMESİ :

Farklı taban alanlarına ve farklı formlara sahip bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kayıp miktarlarının V/A oranlarına bağlı olarak grafik şeklinde derlenmelerin-

den sonra, bu grafikler karşılaştırılıp analiz edilerek V/A , Q (tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı kaybı) ilişkisi araştırılabilir.

Isı kaybı değişim grafikleri, farklı taban alanlarına ve farklı formlara bağlı olarak birbirleriyle karşılaştırılıp, analiz edildikten sonra uygun form ve V/A oranına karar verilmelidir. Grafikte çıkan eğrilerin denklemi bulunarak, buradan genel bir eğri denklemi elde edilip edilemeyeceği araştırılır.



BÖLÜM 7. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI MİKTARININ BİNA FORMUNA (V/A ' YA) BAĞLI OLARAK İRDELENMESİ İÇİN ÖNERİLEN MODELİN SEÇİLEN ÖRNEK BİNA ALTERNATİFLERİ İÇİN UYGULANMASI : İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN BİR UYGULAMA

Önerilen yöntem, İstanbul 'da yer aldığı düşünülen farklı formlara sahip binalar için uygulanmıştır. Bu bölümde, uygulama çalışmasında yapılan kabuller ve elde edilen sonuçlar anlatılmıştır.

7.1. İSTANBUL BÖLGESİ İÇİN BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE AİT UYGUN DEĞERLER KOMBİNEZONLARININ BELİRLENMESİ :

Yöntemin birinci adımının uygulanmasına ilişkin çalışmalar aşağıda verilen kabuller çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

* Dizayn gününün seçilmesi

İstanbul ' da E.A.S.D. (En az sıcak dönem) hakimdir. 21 Ocak E.A.S.D. ' in karakteristik günü olarak seçilmiştir (*) ve bu günün her saatine ait dış hava sıcaklıkları, on yıllık ölçümlere dayanan meteorolojik verilerden elde edilmişlerdir.

* Dış dizayn koşullarının belirlenmesi

Uygulama gerçek atmosfer koşulları için yapılmıştır. Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınmı değerleri meteorolojik verilere dayanılarak elde edilmiştir.

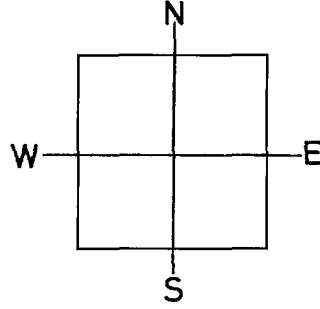
(*) 21 Ocak, kış dönencesi ile senenin en soğuk günü arasındaki (21 Aralık- 21 Şubat) orta tarih olduğu için E.A.S.D. in karakteristik günü olarak alınmıştır (7).

* İç dizayn koşullarının seçilmesi

Isı kayıp hesaplarında iç dizayn sıcaklığı olarak kullanılan iç hava konfor sıcaklığı değeri 22°C olarak alınmıştır (**).

* Binaların yönlendiriliş durumları için, değişim sınır ve aralıklarının seçilmesi

Mukayese yapabilmek için bütün binaların N , S , E , W doğrultusunda yerleştirildiği kabul edilmiş ve bu doğrultudaki ısı kayıpları hesaplanmıştır.



* Çevre binalara göre konumun belirlenmesi

Çevre binaların ele alınan binaya gölge atmadıkları kabul edilmektedir. Ayrıca ele alınan binaların kendi girinti ve çıkıntılarının attığı gölgeler de sadece dış cephe alanının (A) etkisini hesaba katabilmek açısından ihmal edilmiştir.

* Cephelere ait saydırlık oranlarının belirlenmesi

Ele alınan hacme ait bir cephe için saydırlık oranının % 20 ' den düşük olması, iç ve dış mekan bağıntısının kurulmasında kullanıcıya psikolojik açıdan konforsuzluk verdiğinden, % 20 ' den daha düşük saydırlık oranı kullanılmayacaktır. Dört cephenin de saydırlık oranının aynı olduğu kabul edilmektedir (% 20).

* Binaların pencerelerinde kullanılan doğramanın ve cam türünün seçilmesi

Bütün pencerelerin ahşap doğramalı ve tek camlı olacağı kabul edilmiştir.

* Opak yüzeylerin yutuculuk katsayılarının belirlenmesi

Opak kabuk bileşeninin dış yüzeyinin açık renge boyanmış olabileceği düşünülerek duvar yüzeylerinin yutuculuk katsayıları 0.40 olarak seçilmiştir.

(**) Seçilen binaların konut olduğu kabul edilmiştir. Konutlarda genellikle hafif şiddette eylem durumunda bulunmaktadır. Bu eylem şiddeti için E.A.S.D. de en yaygın kullanıma sahip iç hava konfor sıcaklığı 22°C dir (15).

* Kabuk elemanını etkileyen sol-air sıcaklıkların belirlenmesi

Opak ve saydam kabuk bileşenini etkileyen sol-air sıcaklıklar, bu bileşenlerin yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak ayrı ayrı hesaplanır. İstanbul için yapılan hesaplar sonucunda opak ve saydam kabuk bileşenini etkileyen sol-air sıcaklıkların yönlere göre dağılımı Tablo 7.1 ' de verilmiştir.

Tablo 7.1. Opak ve Sıydam Kabuk Bileşenini Etkileyen Sol-air Sıcaklık Değerleri (14)

Sol-air sıcaklıklar	S	E	N	W
$t_{eoo} (^\circ C)$	6.99	6.20	5.64	6.20
$t_{eco} (^\circ C)$	16.07	11.70	9.09	11.70

* Opak kabuk elemanlarının toplam ısı geçirgenlik katsayılarının seçilmesi

Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı (k_o , kcal/m²h°C) için $k_o > 0.40$ kcal/m²h°C alınmıştır. $K_o < 0.40$ olduğu durumlarda opak bileşen katmanlaşma detayını teşkil etmek güçleşmektedir. Cephelere ait duvarların toplam ısı geçirgenlik katsayıları yönlendiriliş durumu ve saydamlık oranına bağlı olarak belirlenmiştir. Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayıları Tablo 7.2 ' de verilmiştir.

Tablo 7.2. Opak Bileşene Ait Toplam Isı Geçirme Katsayıları (14)

	S	E	N	W
$k_o (kcal/m^2h^\circ C)$	0.484	0.451	0.428	0.451

V/A ' ya, Taban Alanlarına ve Kat Yüksekliğine Ait Kabullerin Yapılması :

* Seçilen V/A oranlarının değişim alan ve aralıklarının belirlenmesi

V/A oranları 1 'den başlayarak 0.5 arttırımla 5.5 'a kadar seçilmiştir.

* Seçilen taban alanlarının değişim alan ve aralıklarının belirlenmesi

20 , 50 , 100 , 200 , 300 , 400 ve 500 m² taban alanlı bina alternatifleri belirlenmiştir.

* Kat yüksekliğinin belirlenmesi

Kat yüksekliği 2.80 m olarak belirlenmiştir.

7.2. SEÇİLEN TABAN ALANI VE V/A DEĞİŞİM ARALIKLARINA BAĞLI OLARAK BİNA ALTERNATİFLERİNİN OLUŞTURULMASI :

Bina formuna bağlı olarak bina alternatiflerinin oluşturulması için formu tanımlayan biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi değişkenlerin değişim alan ve aralıkları şu şekilde belirlenmiştir.

* Bina biçimlerinin ve kat adedinin belirlenmesi

Farklı taban alanlarına sahip dikdörtgen, kare tabanlı, cepheleri girintili-çıkıntılı binalar ele alınmış ve bunların 10 katlı olduğu kabul edilmiştir.

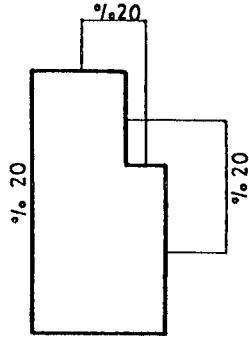
* Çatı alanının hesaba katılıp, katılmayacağına karar verilmesi

Az katlı binalarda, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları hesaplanırken, çatı yüzeyinden kaybedilen ısı miktarı ve dolayısıyla çatı tipi önem kazanmaktadır. Şöyle ki, buradaki çatı alanı, binanın dış yüzey alanı yanında ihmal edilemeyecek düzeydedir ve buradan kaybedilen ısı miktarı tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarını önemli ölçüde etkiler. Ancak, çok yüksek katlı binalar için bu durum sözkonusu değildir. 10 katlı bir binanın çatısından kaybedilen ısı miktarı, tüm cephe alanından kaybedilen ısı miktarı yanında ihmal edilebilir düzeydedir. Bu çalışma 10 katlı binalar için yapıldığından çatıdan kaybedilen ısı miktarı dikkate alınmamıştır. Isı kayıpları sadece düşey yüzeyler için hesaplanmıştır. V/A oranındaki A, bu çalışmada toplam dış cephe alanını, diğer bir deyişle bina hacmini çevreleyen düşey dış kabuk alanını ifade etmektedir.

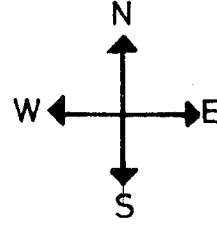
Seçilen taban alanlarına bağlı olarak, seçilen V/A oranlarını gerçekleştiren formlara sahip bina alternatifleri Şekil 7.1 ' de gösterilmiştir. Bu çalışmada bina formuna göre ısı kayıplarının değişimi incelendiğinden saydamlık oranı ve opak ve saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayıları, bütün formlar için sabit kabul edilmiştir.

7.3. KABUĞUN BİRİM ALANINDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ HESAPLANMASI :

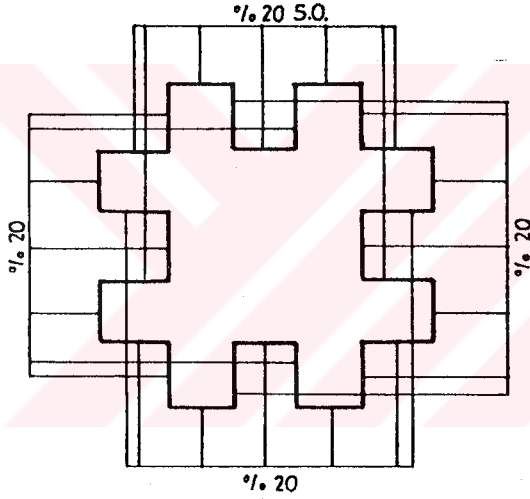
V/A 'nın 1 ile 5.5 arasında değişen değerlerine göre oluşturulmuş, farklı taban alanlarına ve farklı formlara sahip bina alternatiflerinin birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları kış koşulları için hesaplanmıştır. (6.3) no lu formül kullanılarak yapılan bu hesaplar ve sonuçları Ek A bölümünde verilmiştir.



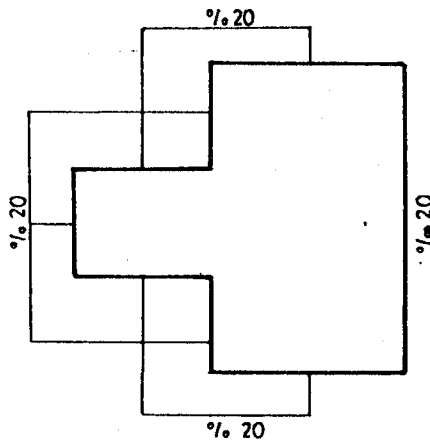
% 20 Saydırlık Oranı



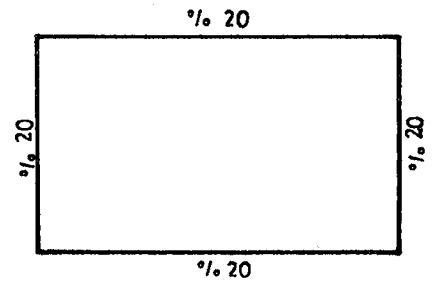
TABAN ALANI = 20 m²
V/A = 1



T.A. = 50 m²
V/A = 1



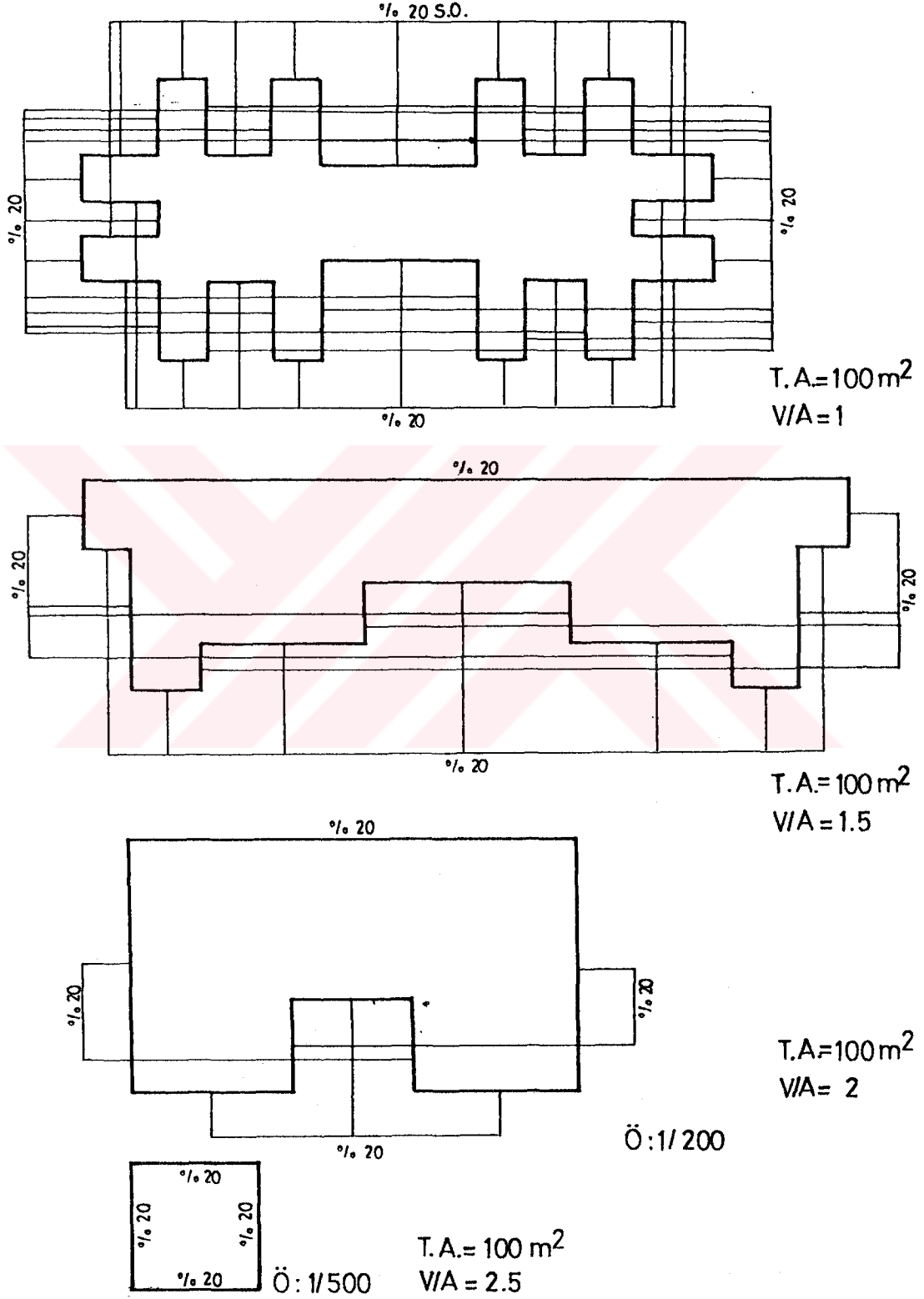
T.A. = 50 m²
V/A = 1.5



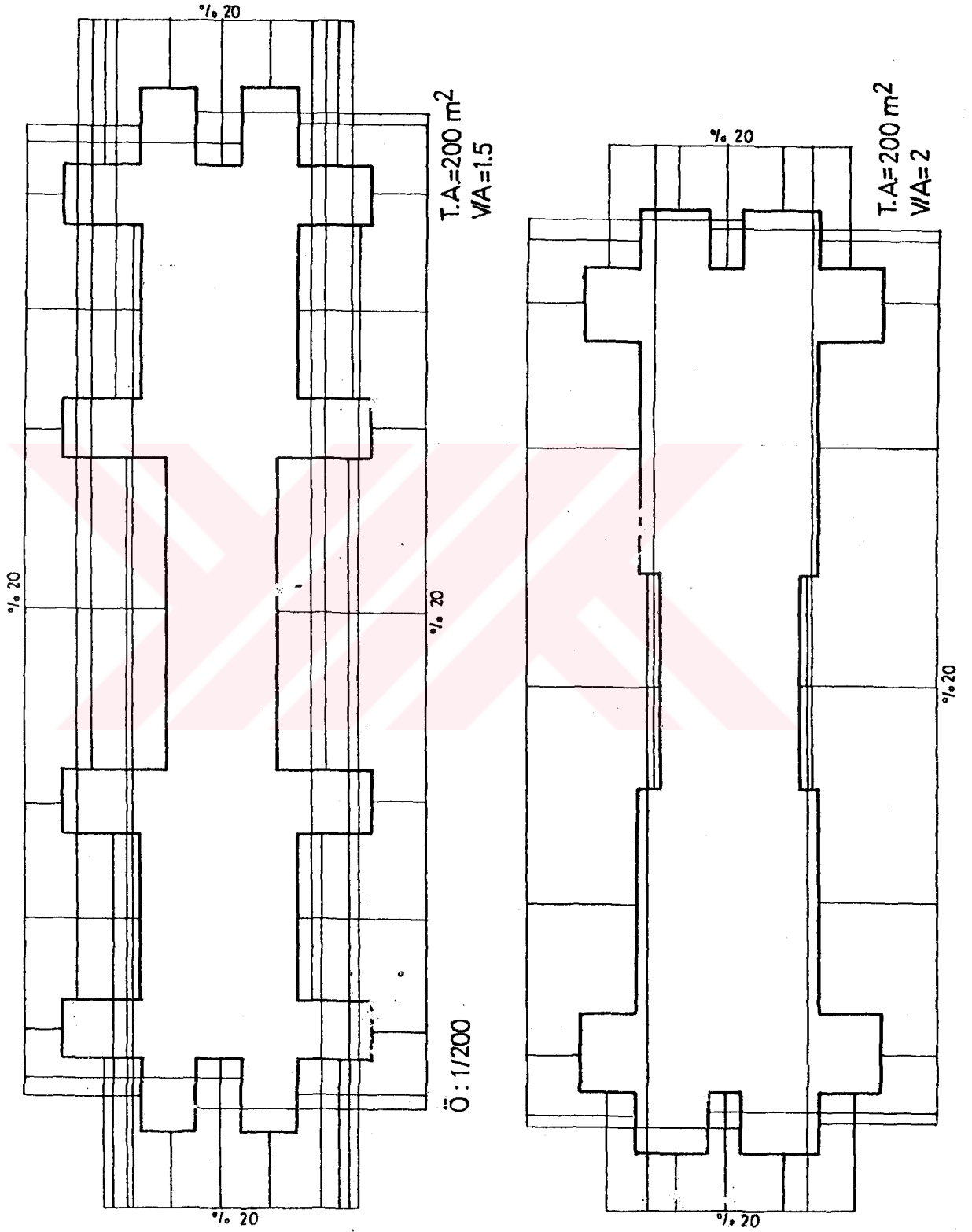
T.A. = 50 m²
V/A = 1.7

Ö : 1/200

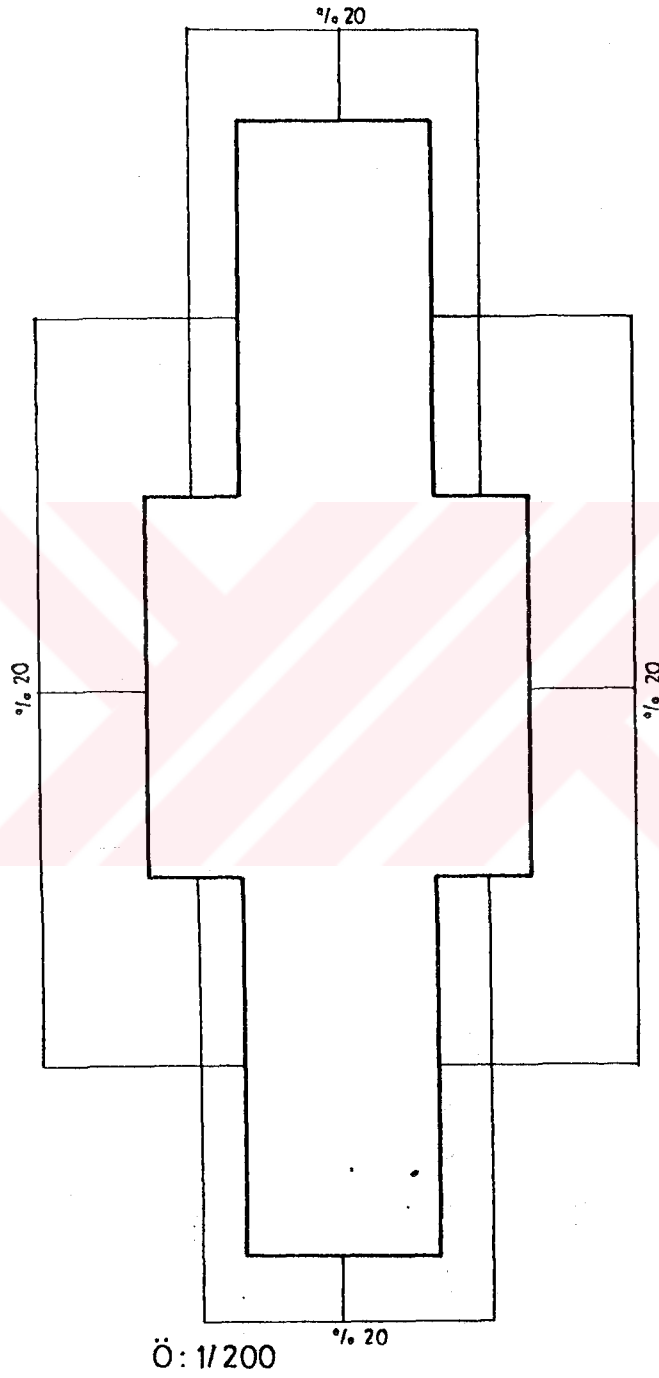
Şekil 7.1. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Sekil 7.2. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri

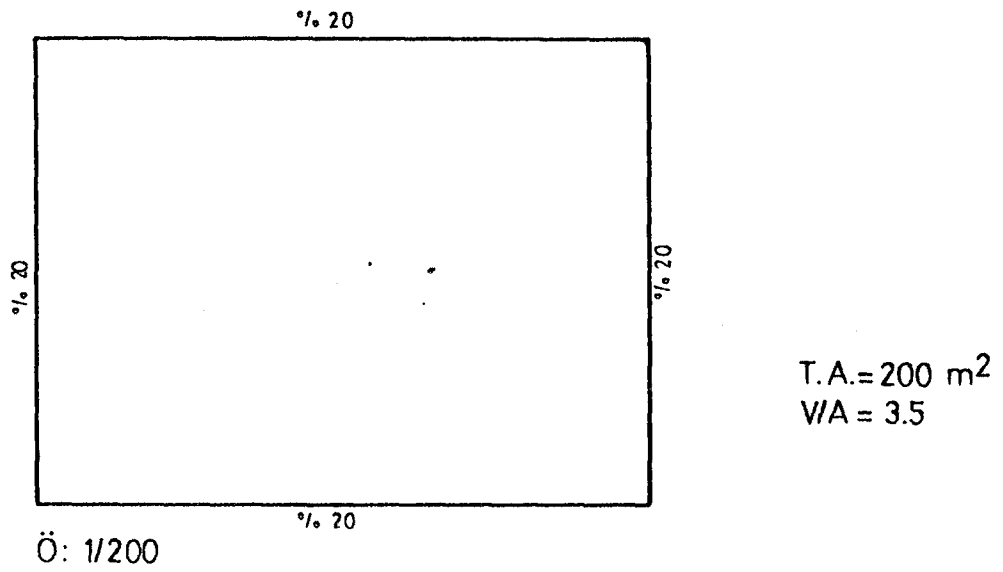
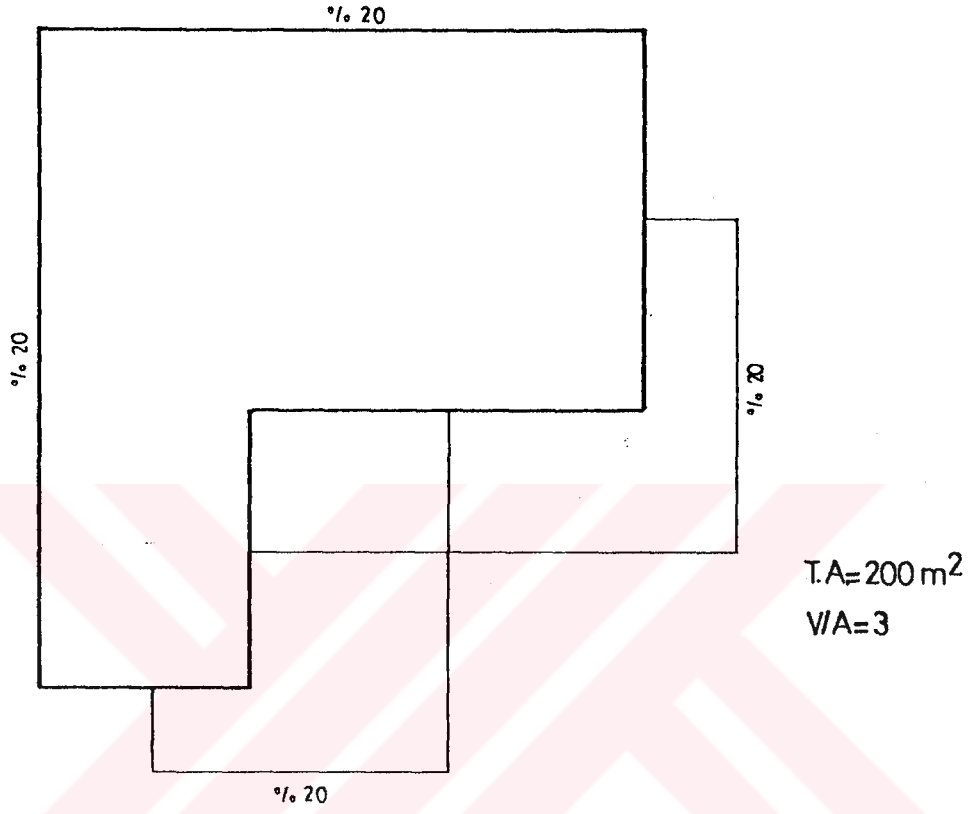


Şekil 7.3. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri

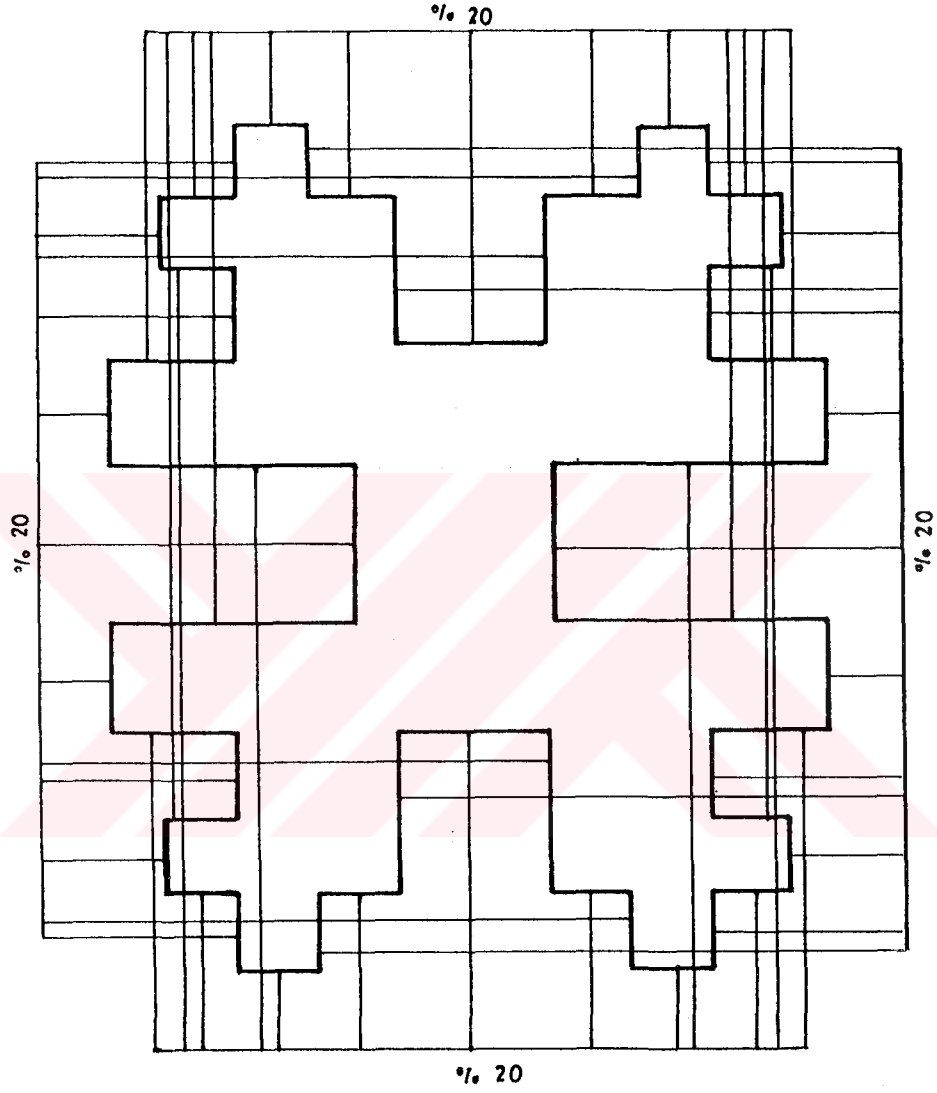


T.A.=200 m²
V/A=2.5

Şekil 7.4. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



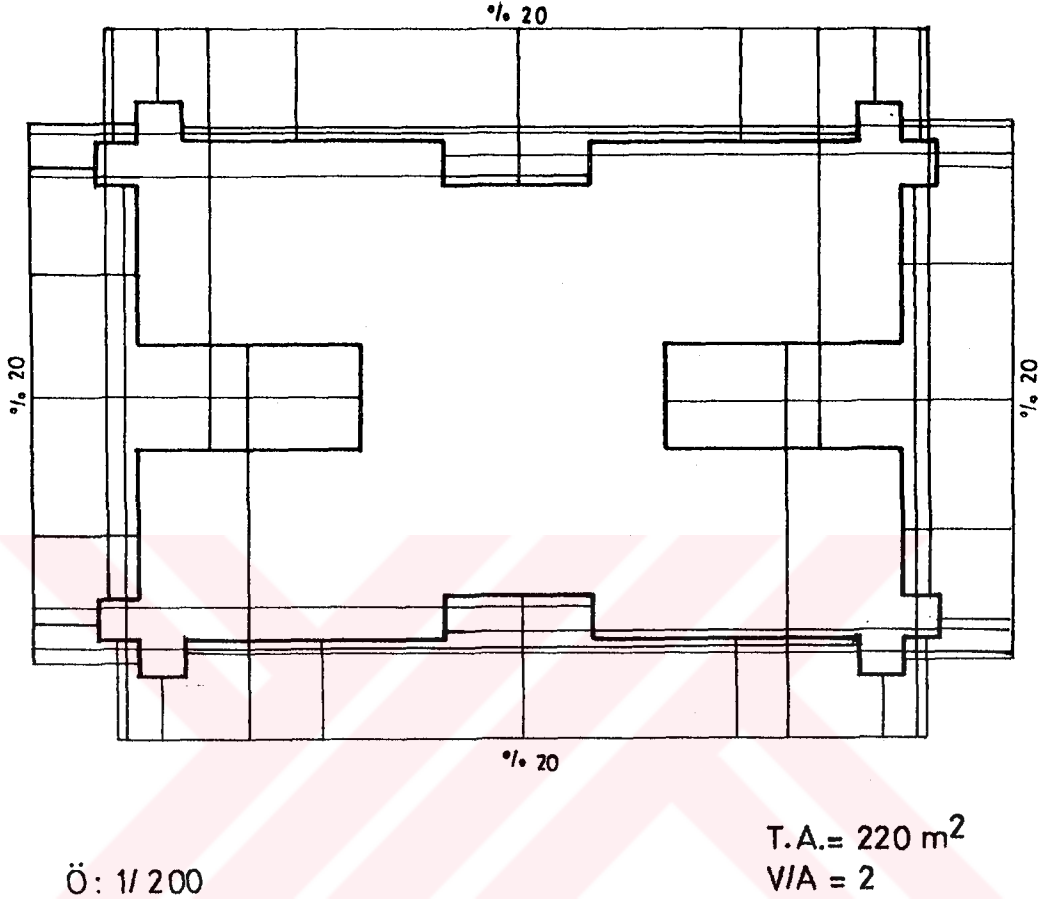
Şekil 7.5. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



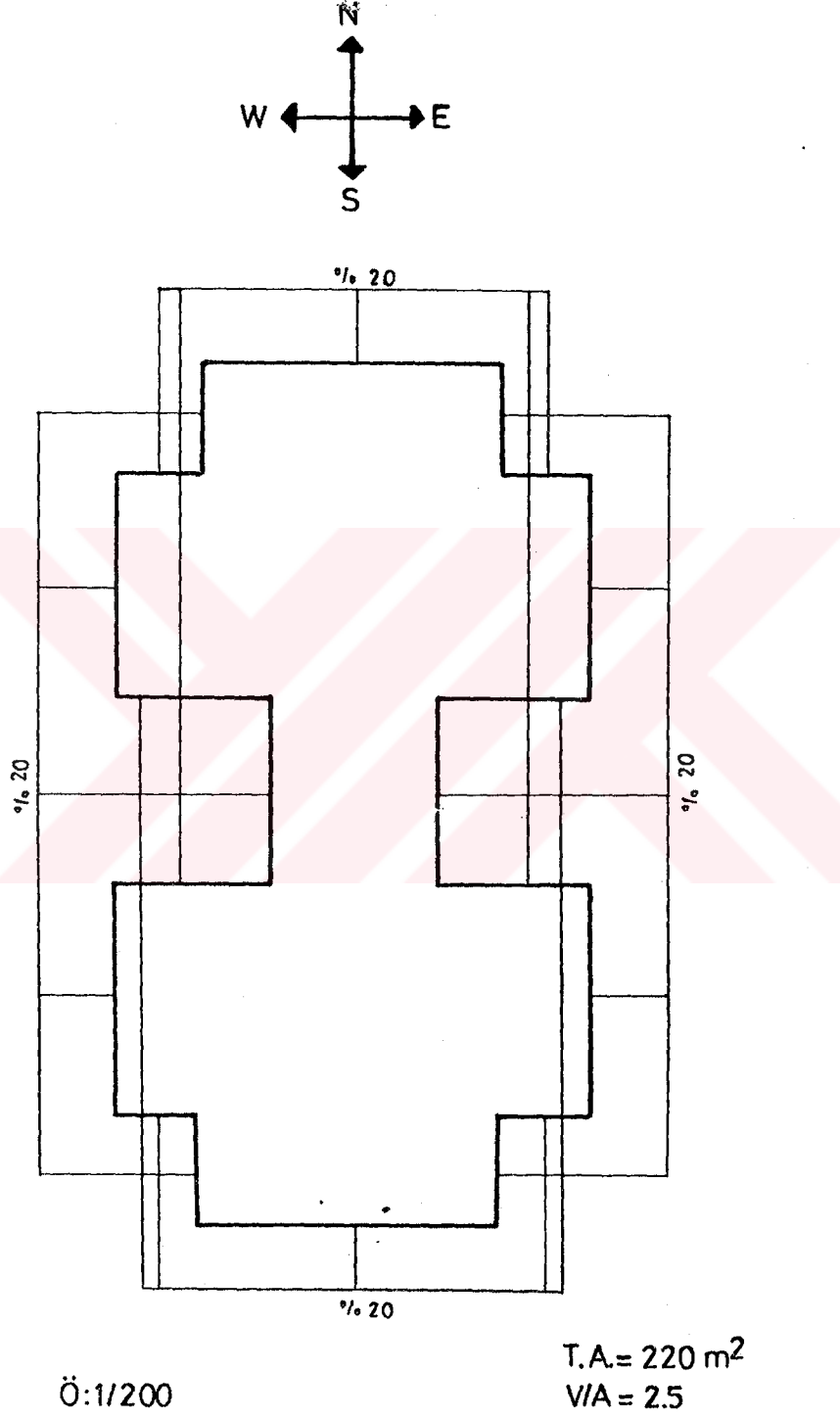
Ö : 1/200

T.A.= 220 m²
V/A = 1.5

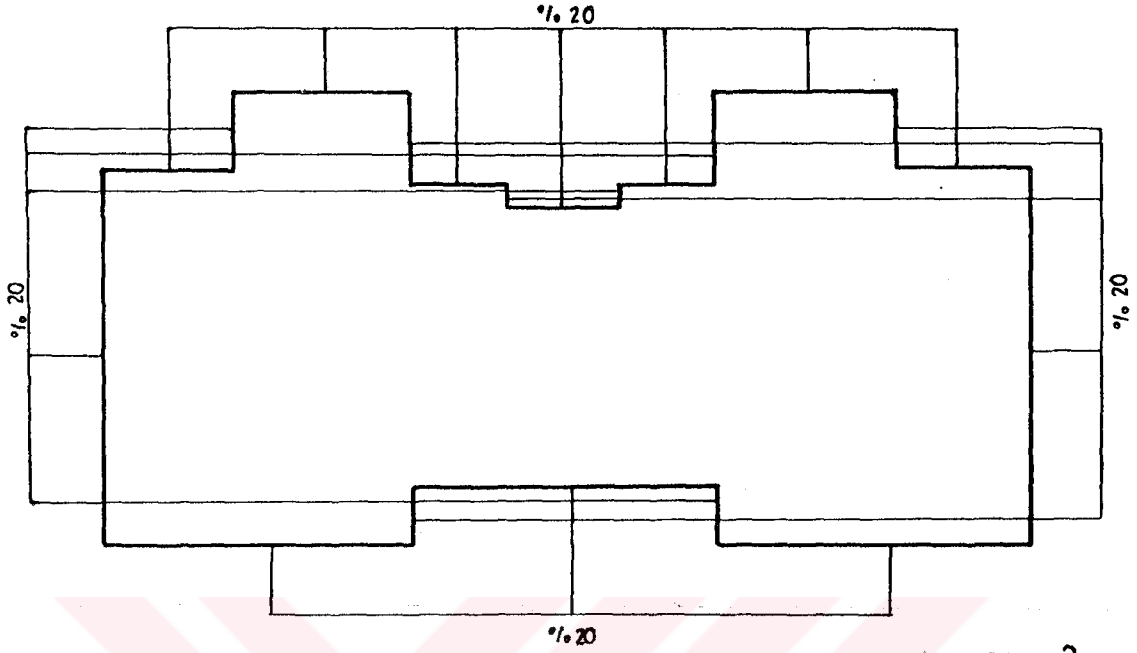
Sekil 7.6. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



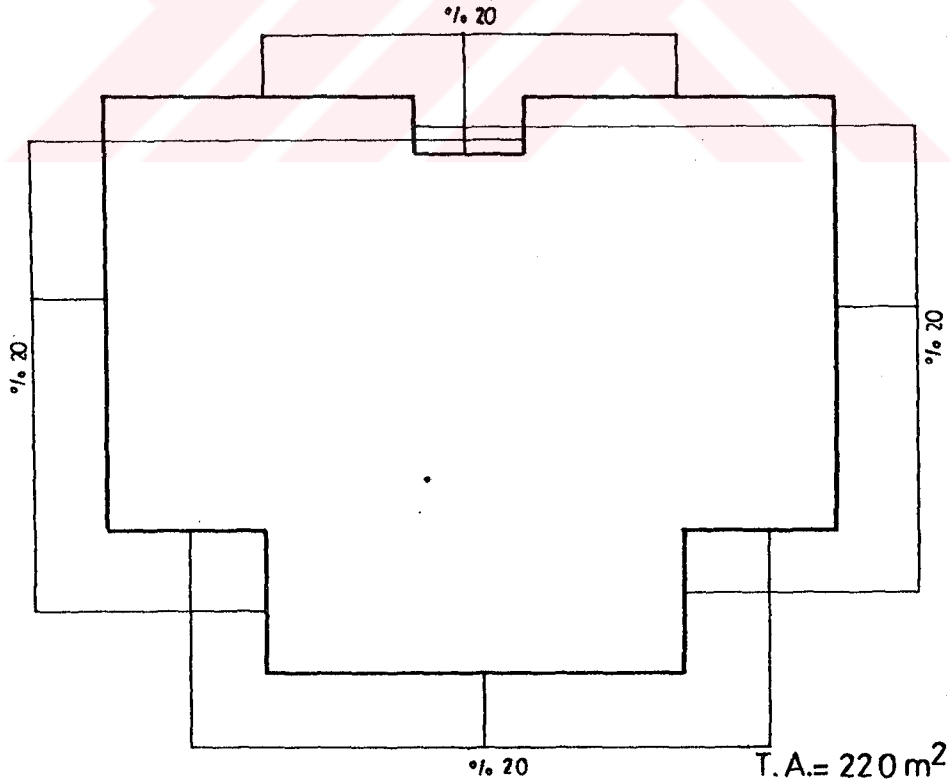
Şekil 7.7. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7.8. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri

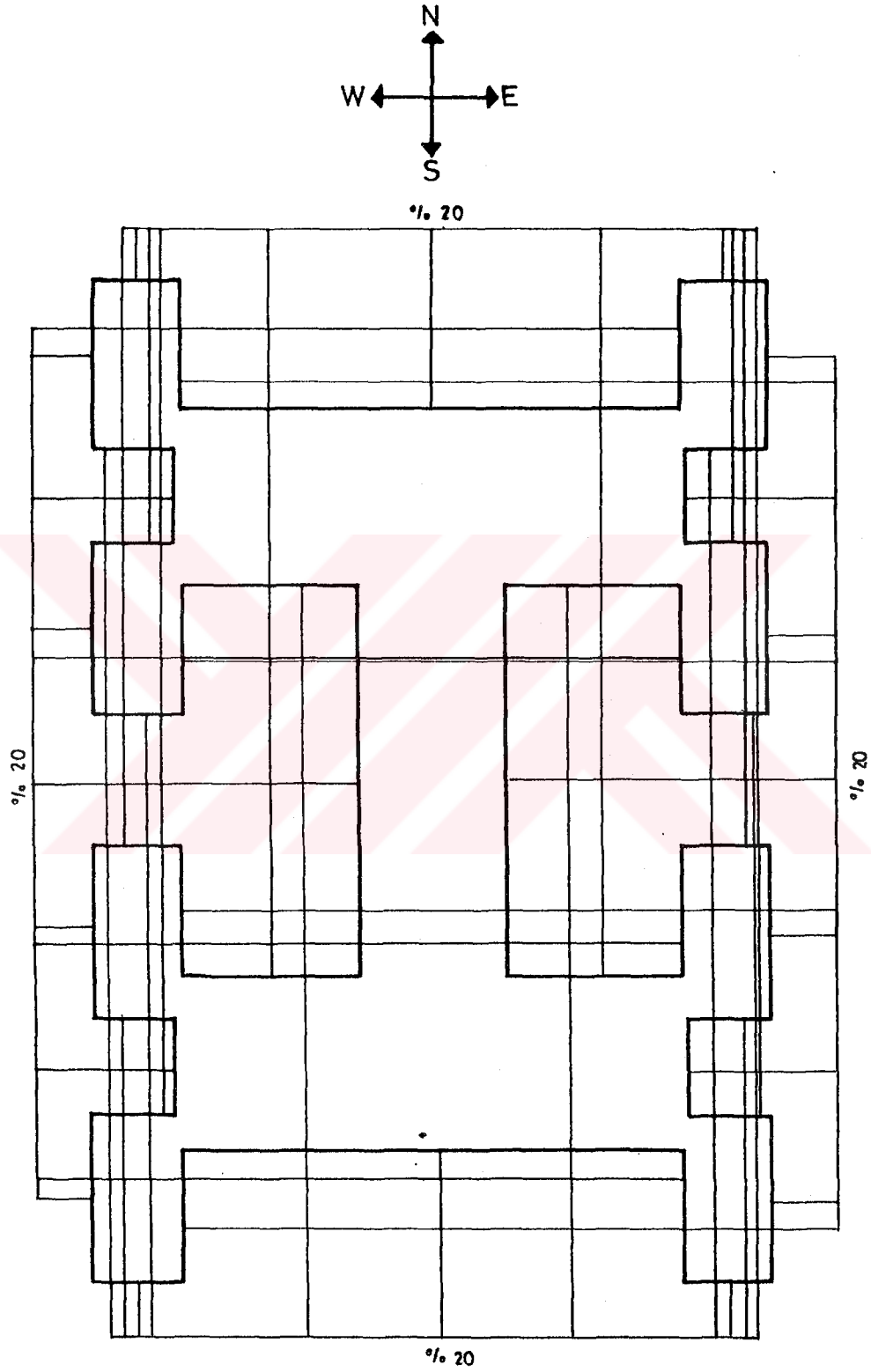


T.A.= 220 m²
V/A = 3



T.A.= 220 m²
V/A = 3.5

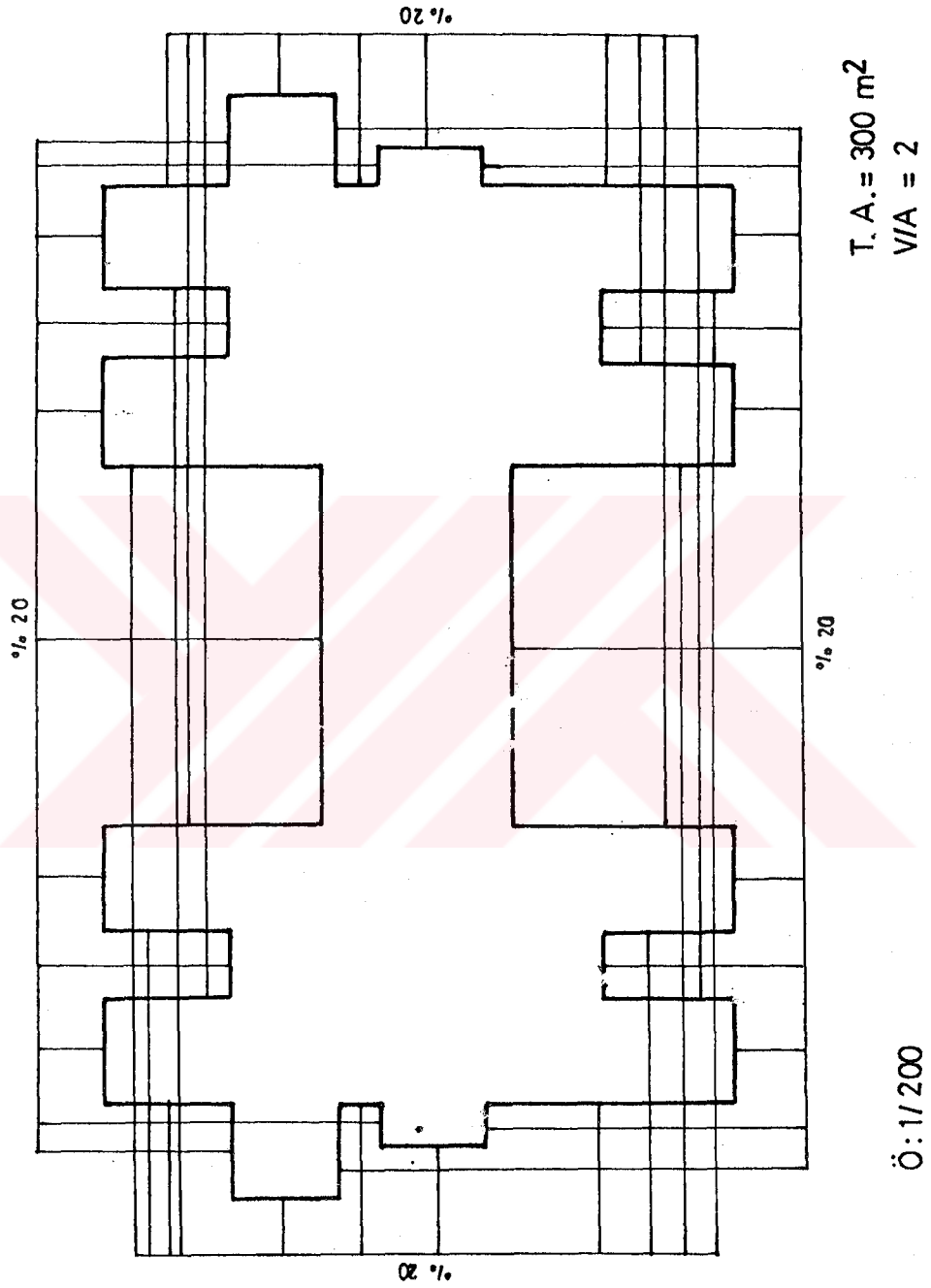
Şekil 7.9. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



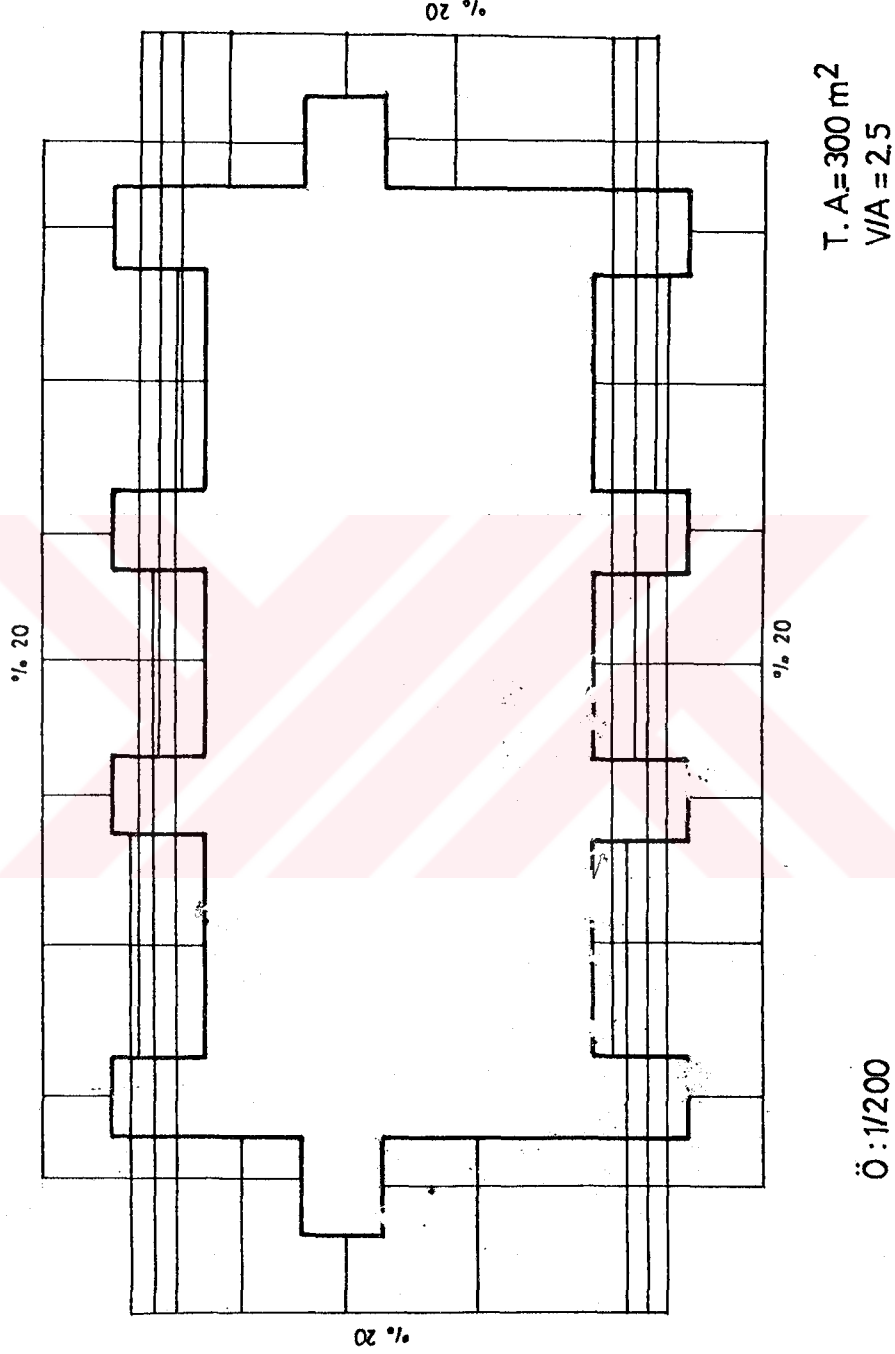
Ö : 1/200

T.A.=300 m²
V/A =1.5

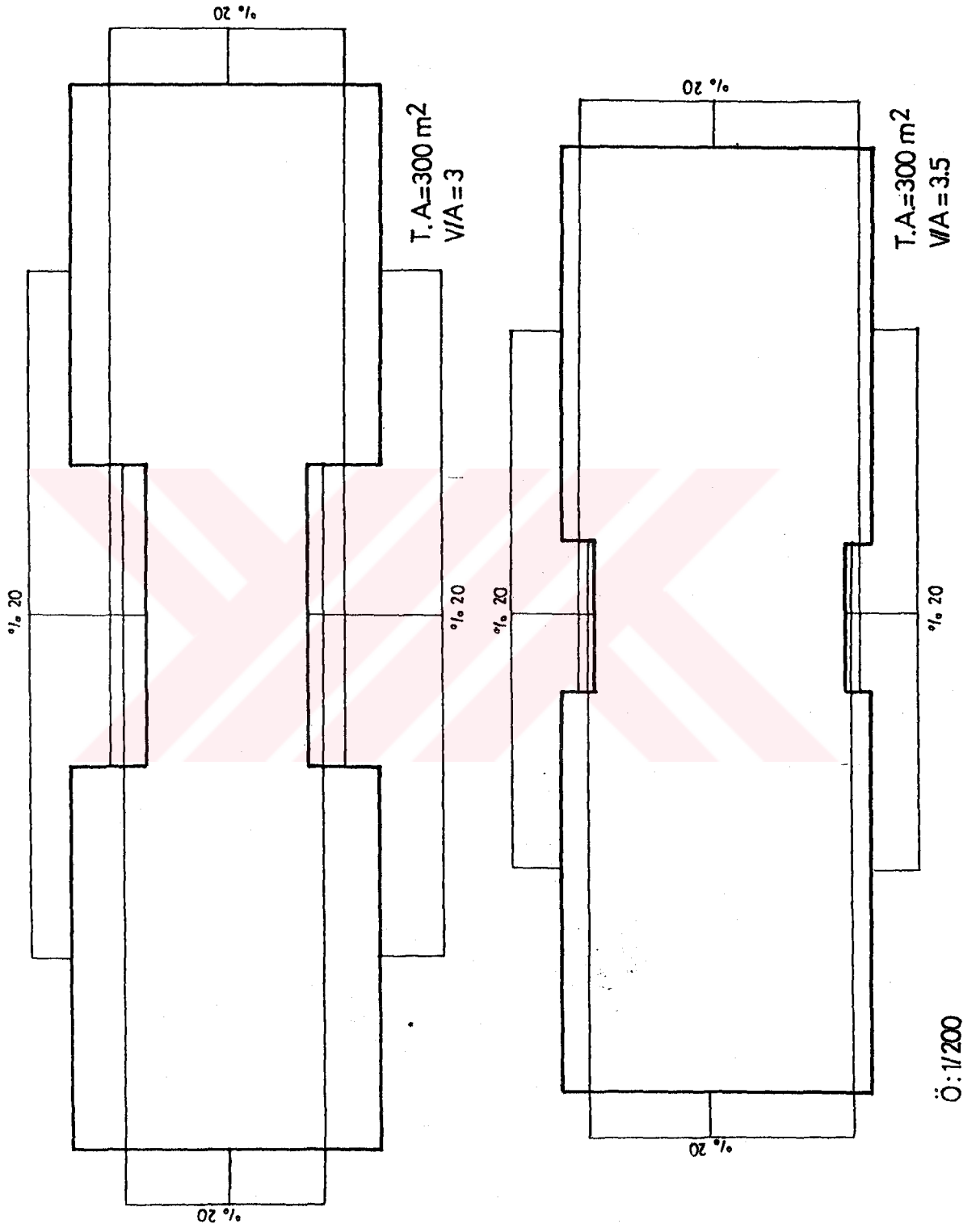
Şekil 7.10. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



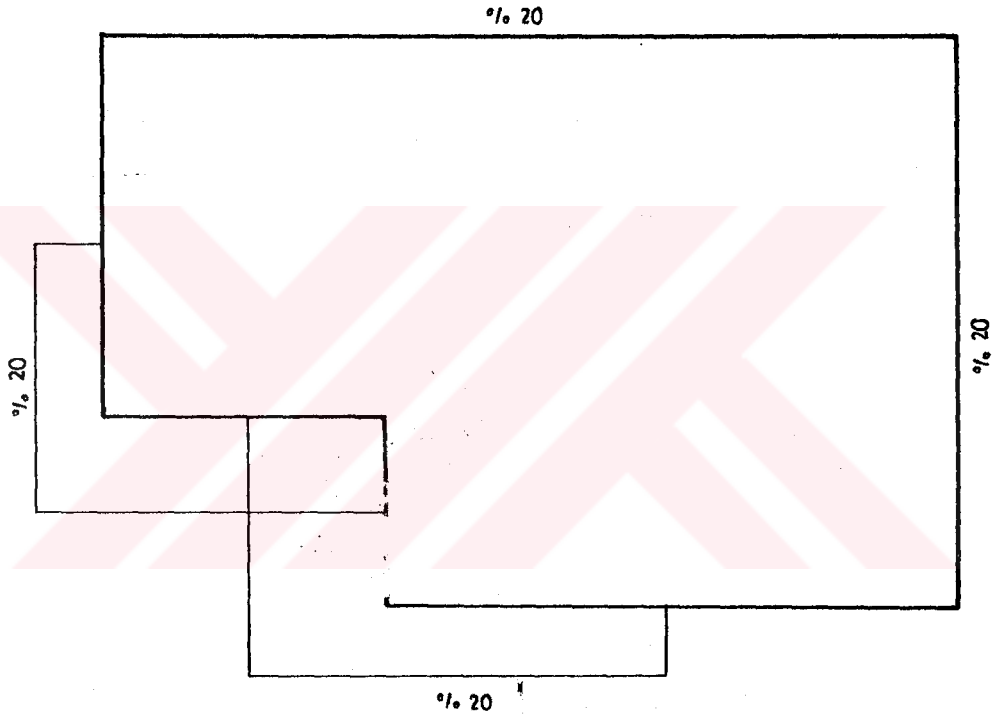
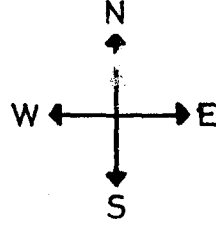
Şekil 7.11. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7.12. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



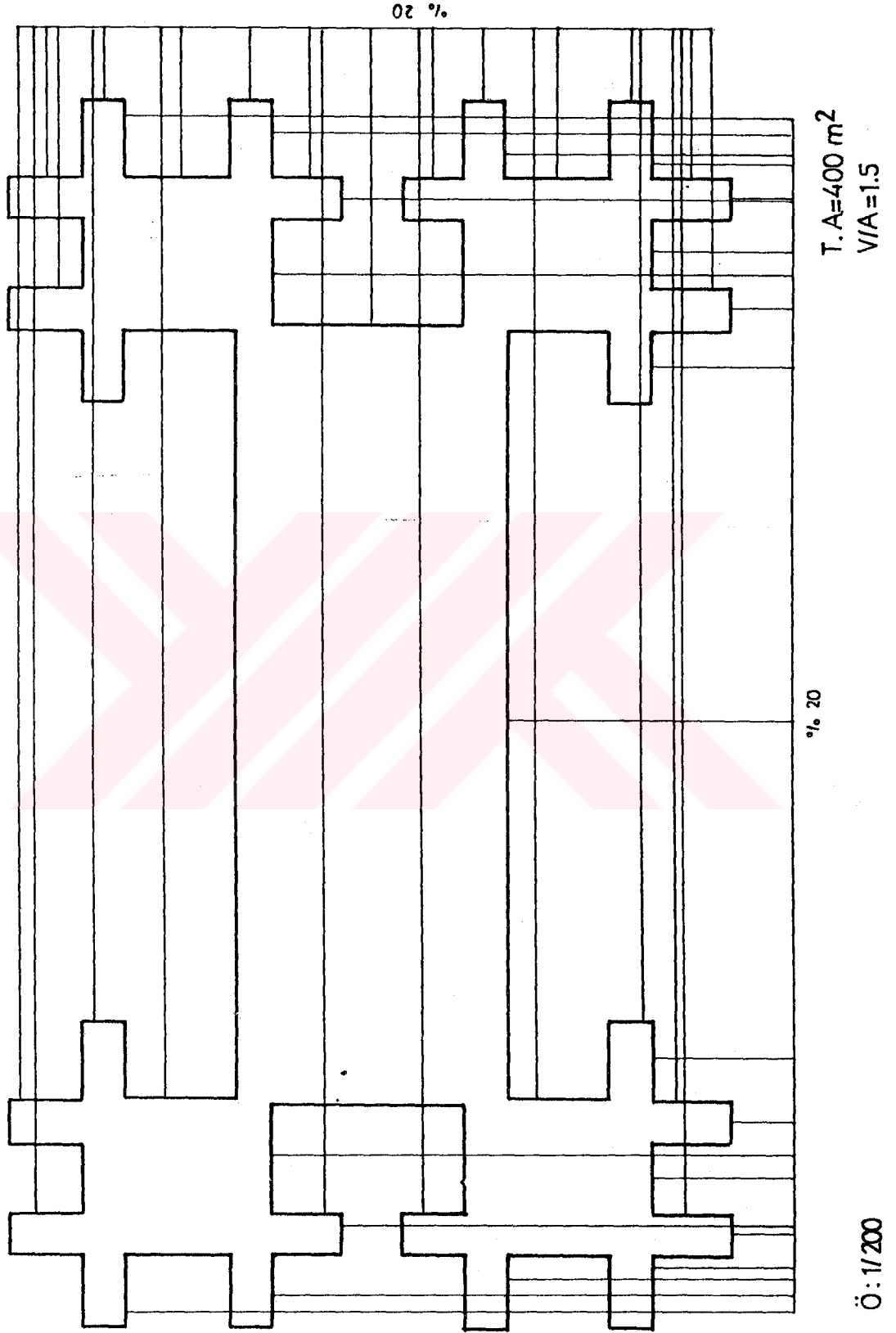
Şekil 7.13. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



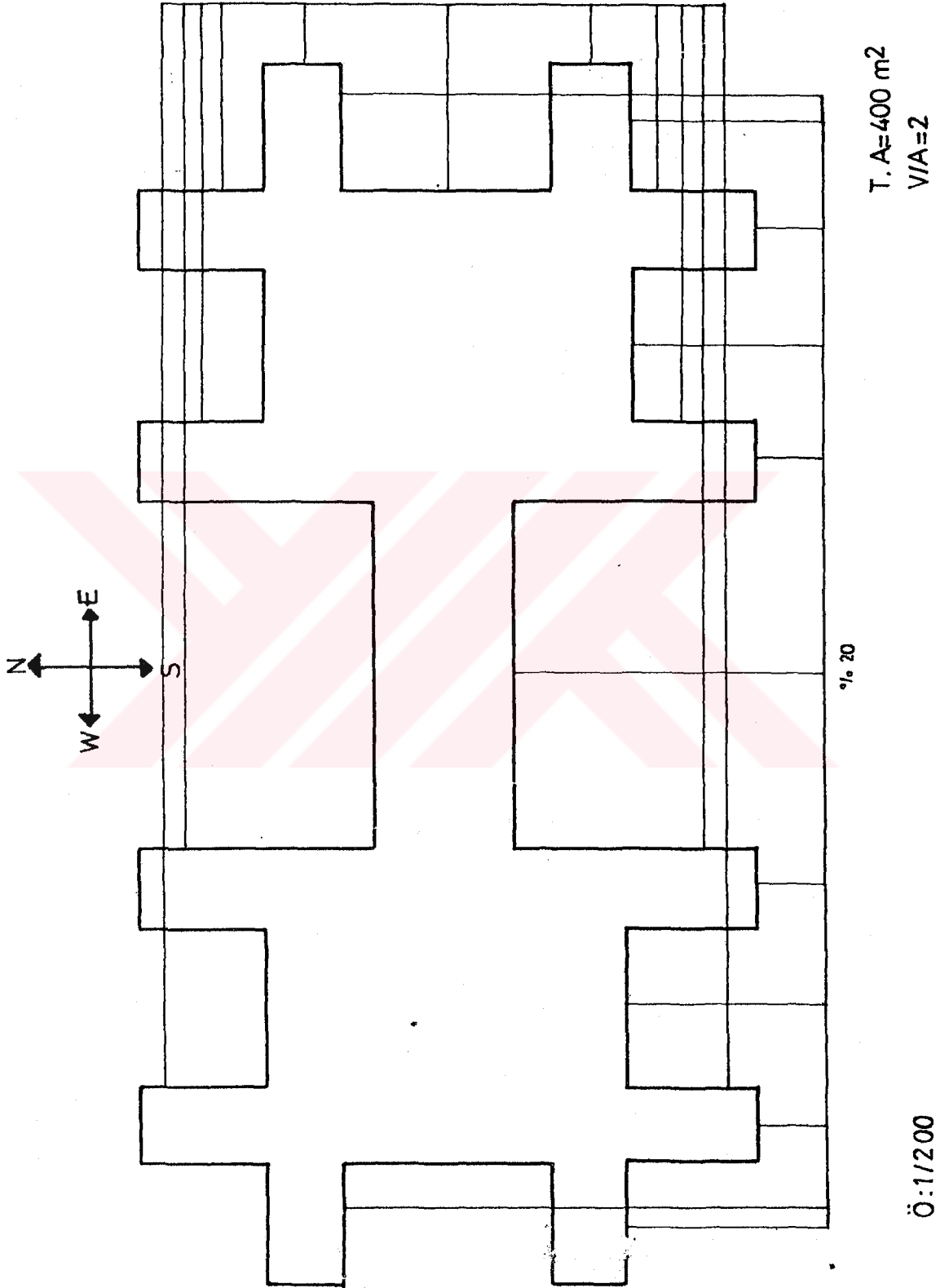
Ö: 1/200

T.Ä=300 m²
V/A=4

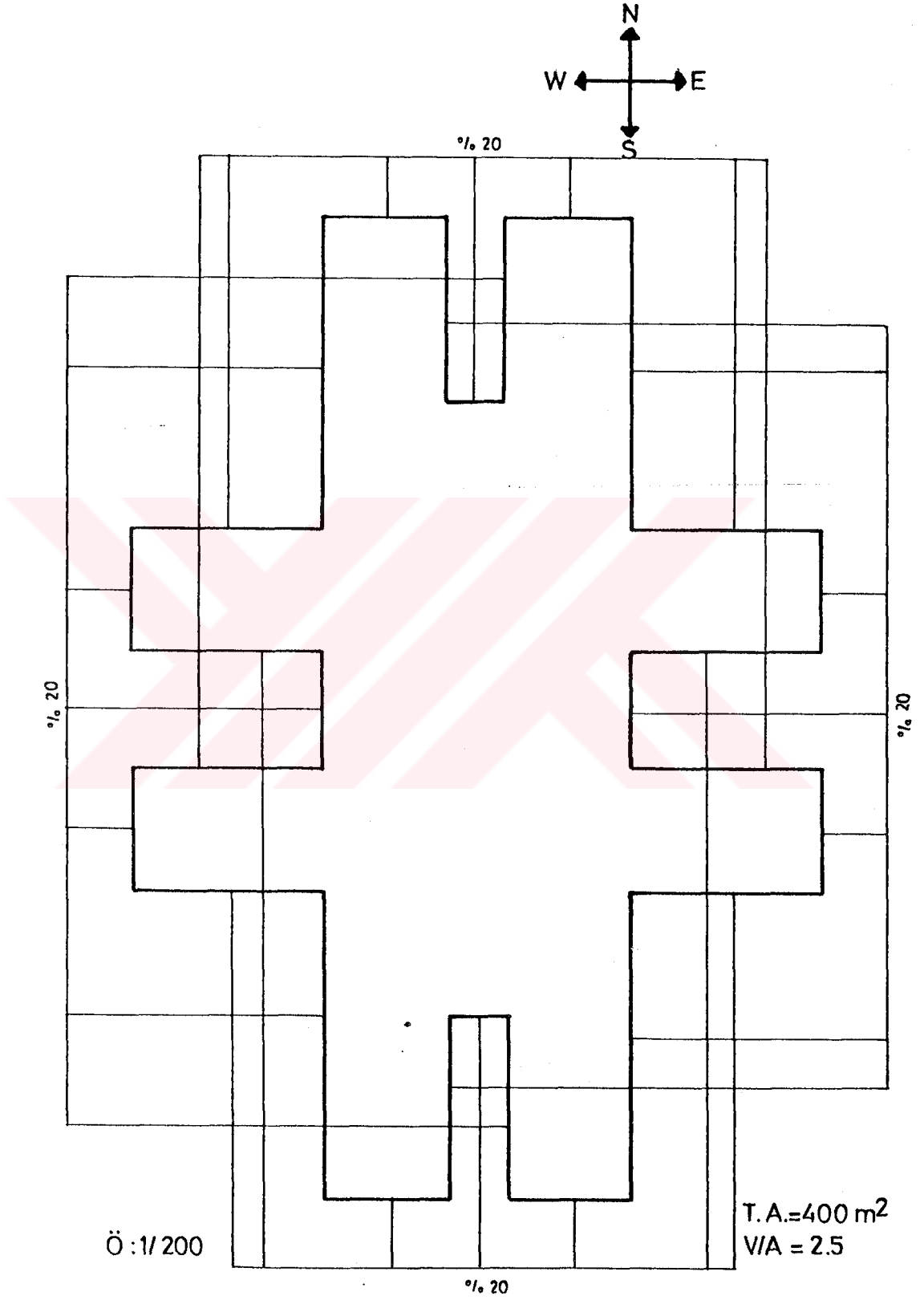
Şekil 7.14. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



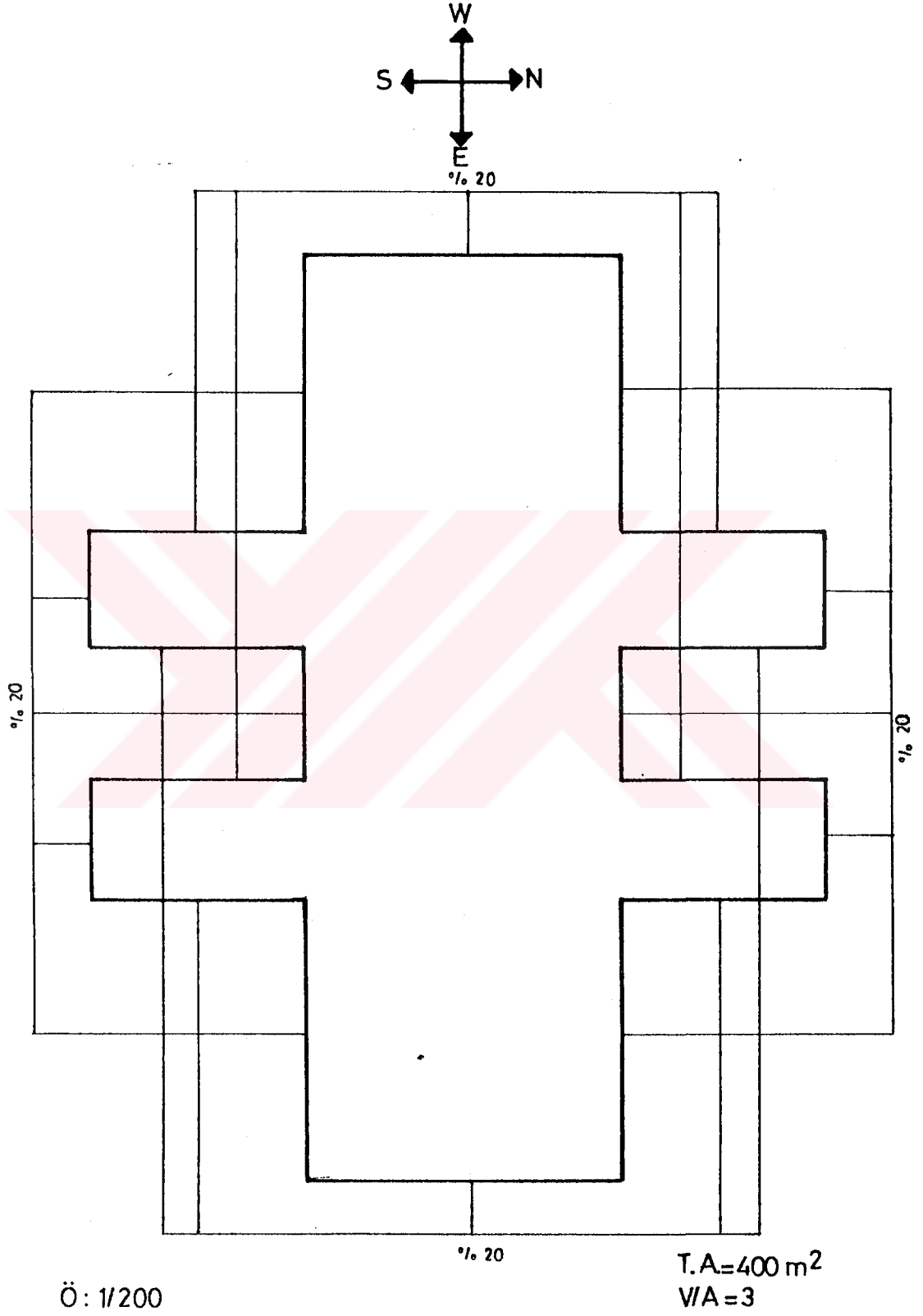
Şekil 7.15. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



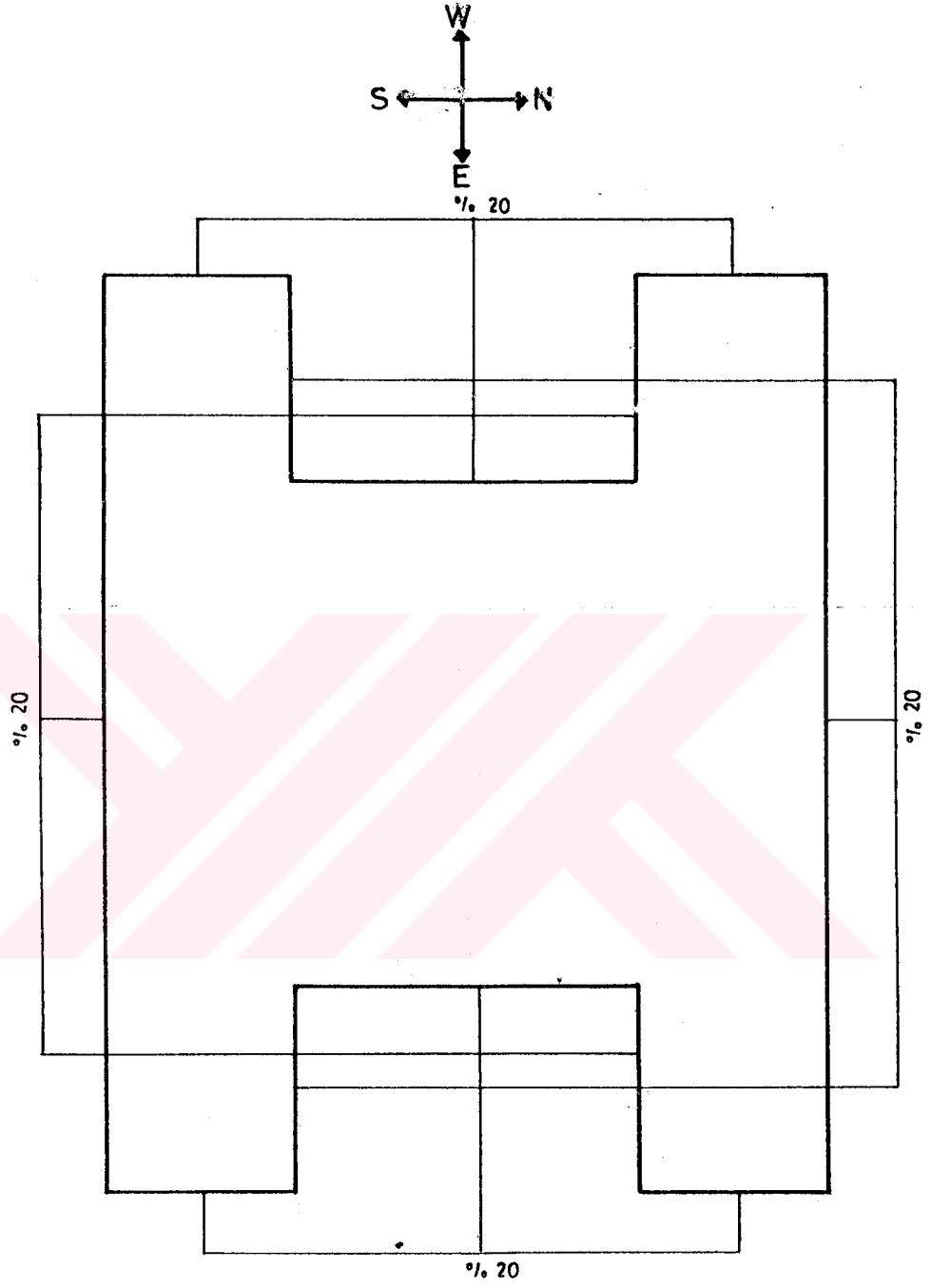
Şekil 7.16. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7.17. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Sekil 7.18. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri

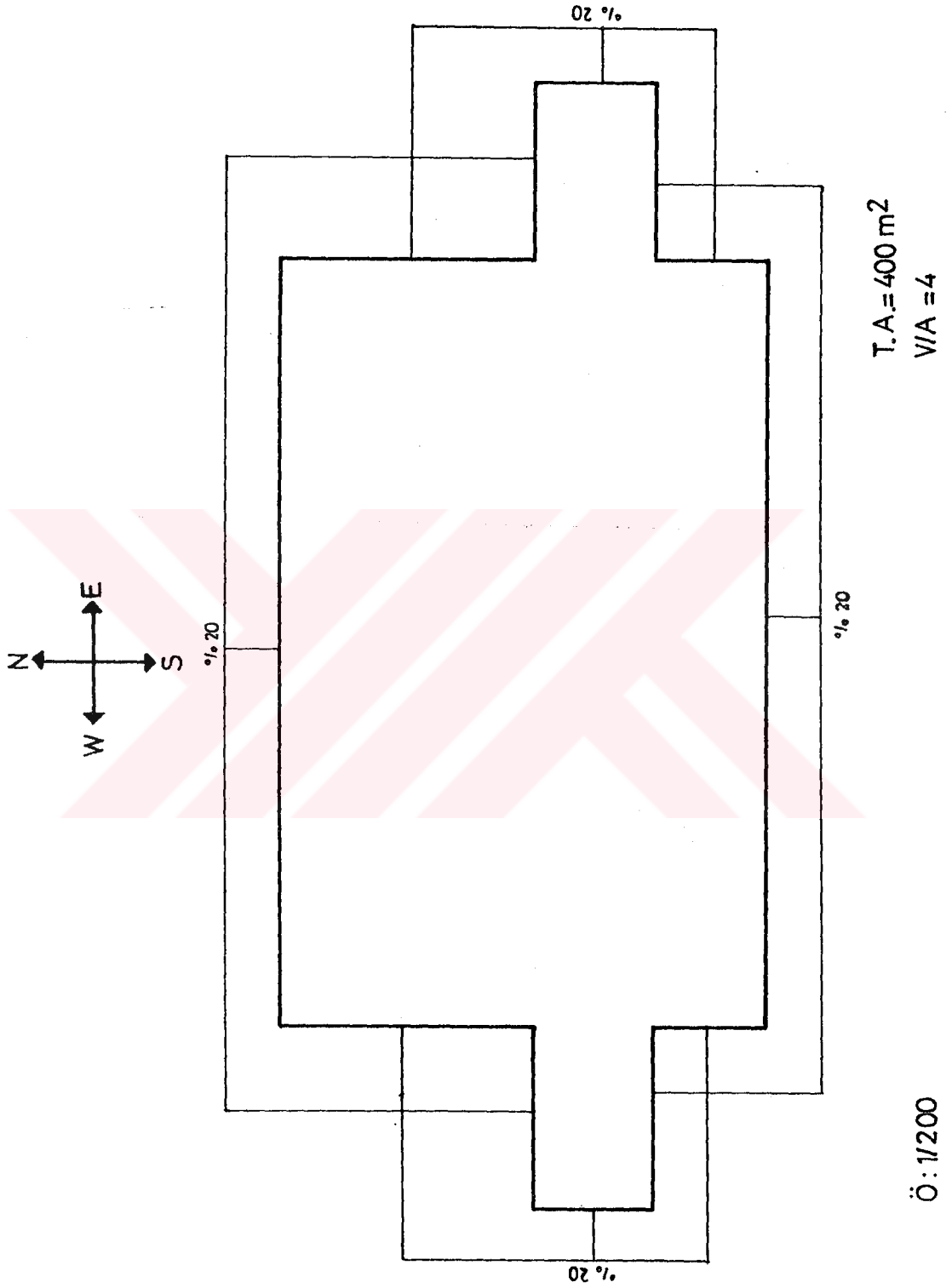


Ö : 1/200

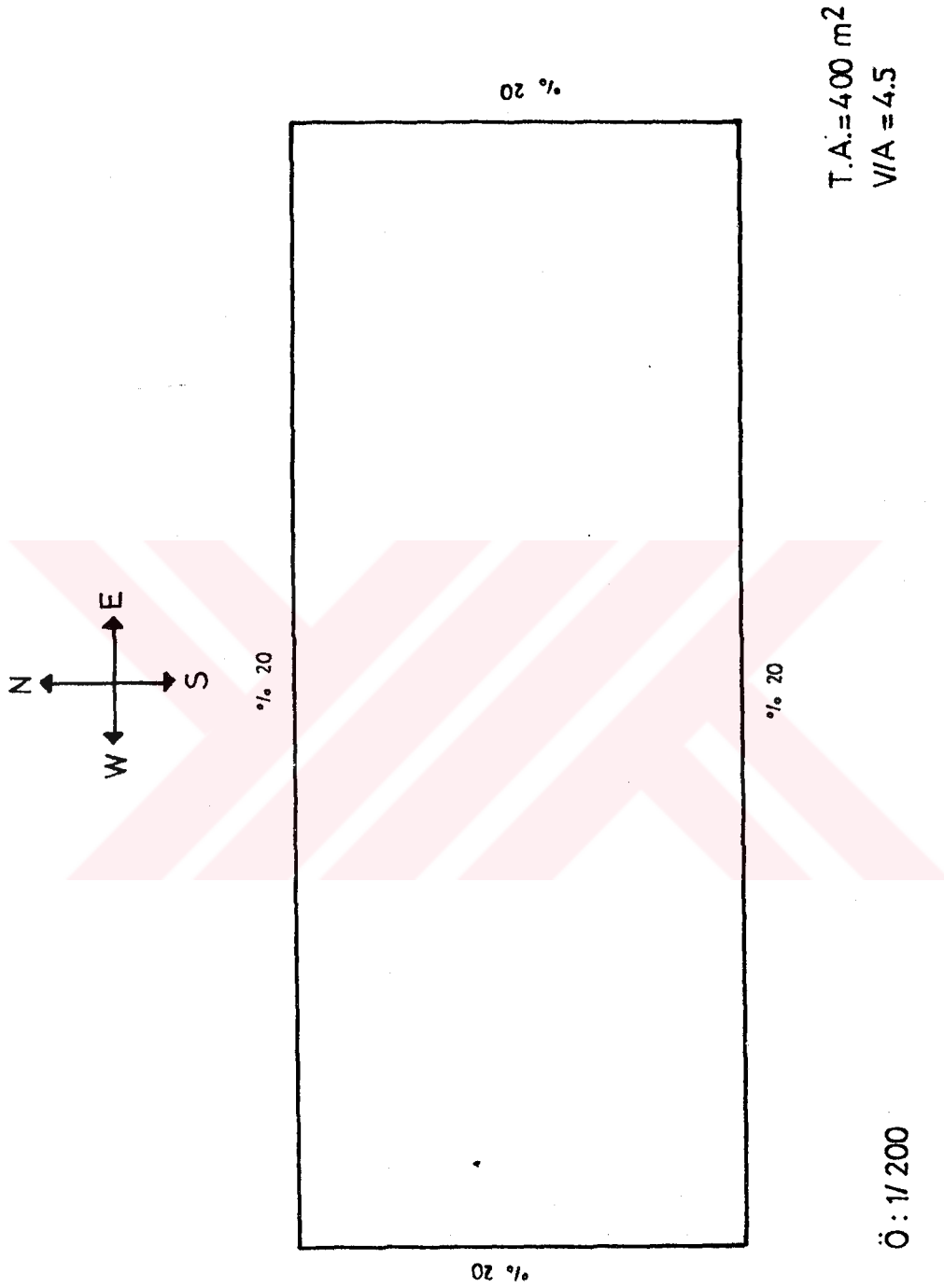
T.A.= 400 m²

V/A= 3.5

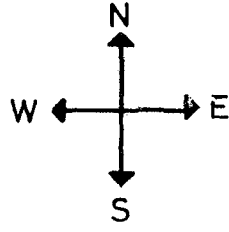
Şekil 7.19. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



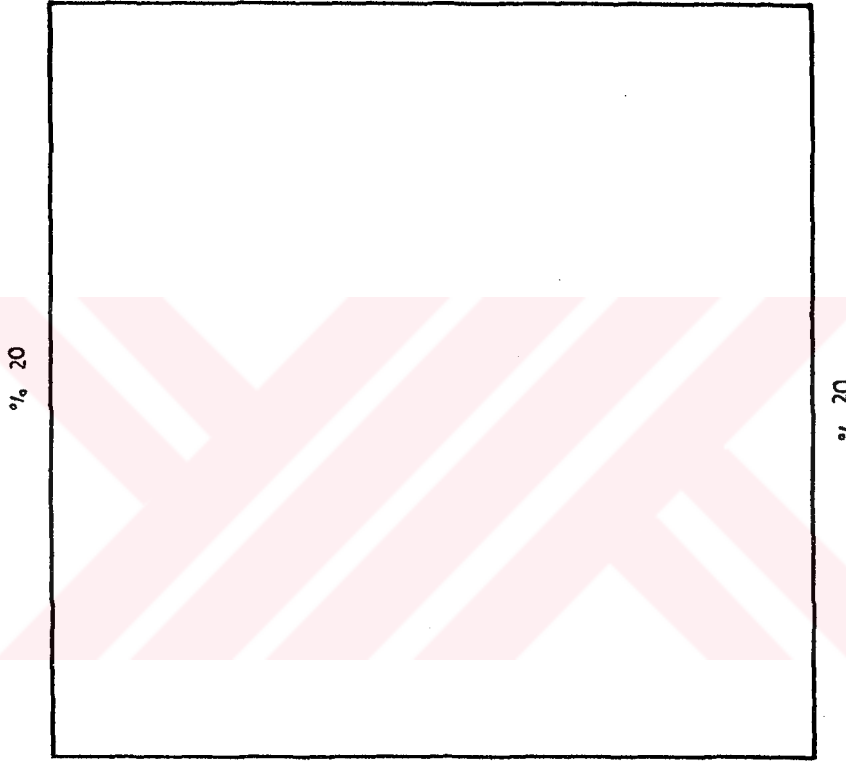
Sekil 7.20. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7. 21. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aratıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



% 20



% 20

% 20

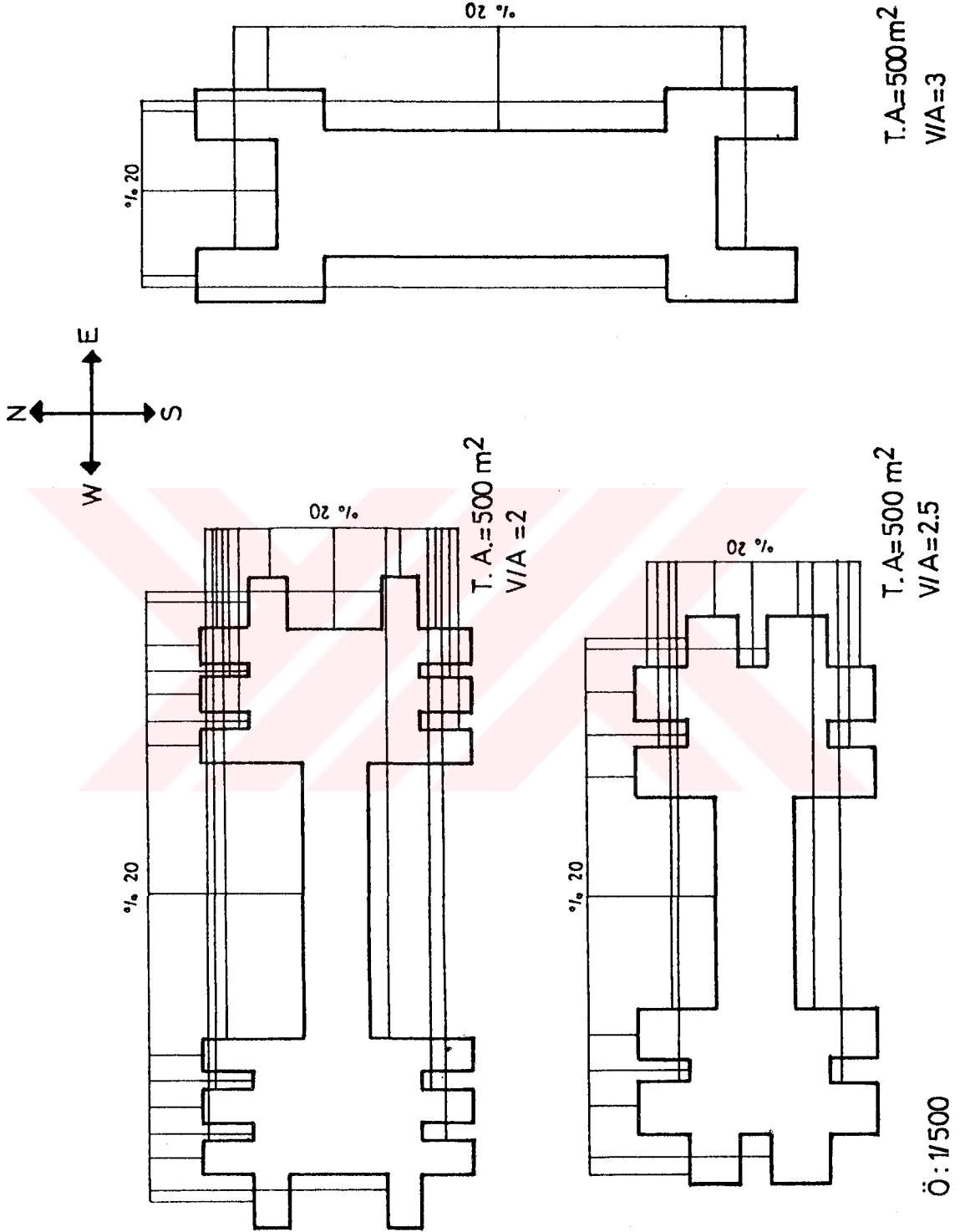
% 20

Ö : 1/200

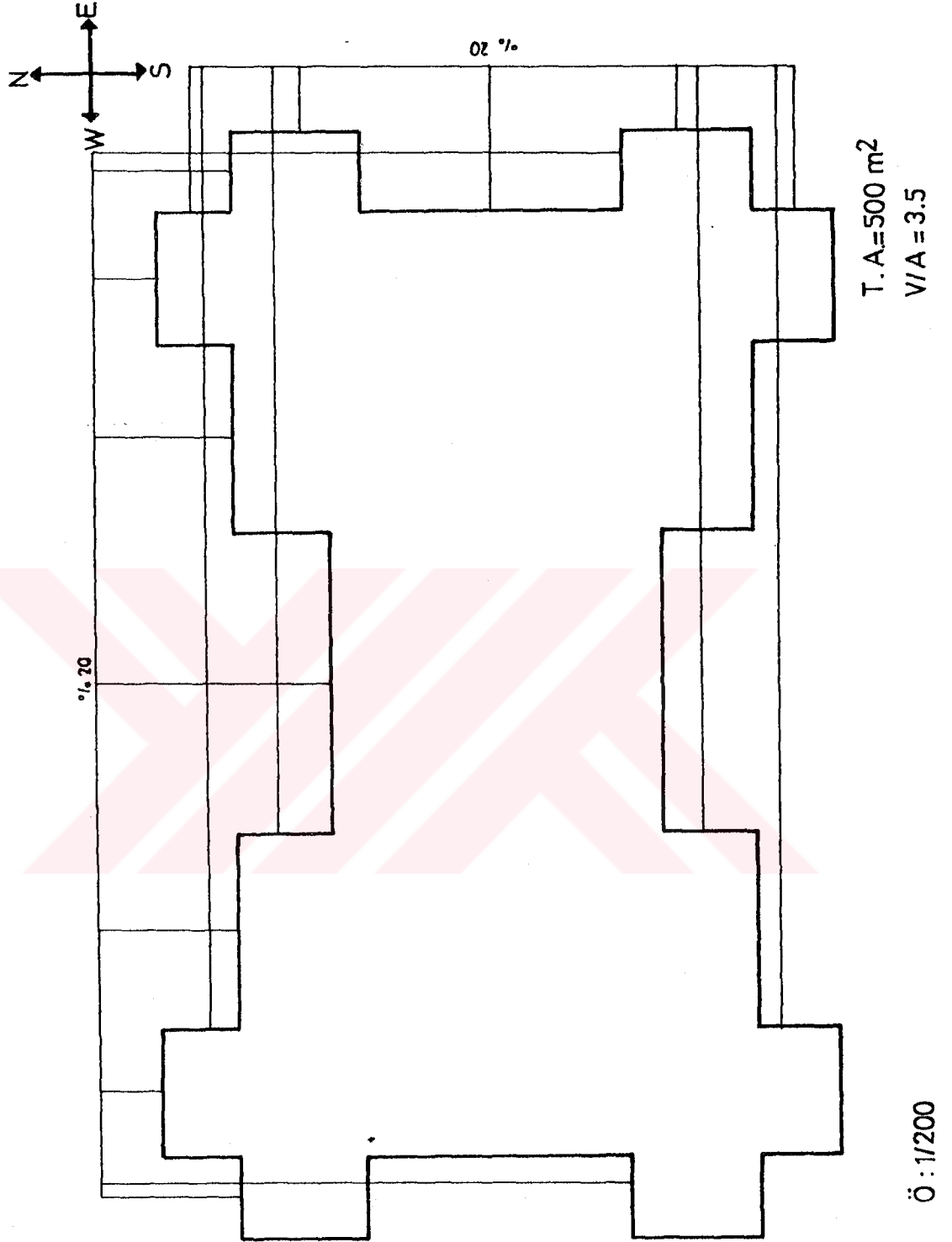
T. A. = 400 m²

V/A = 5

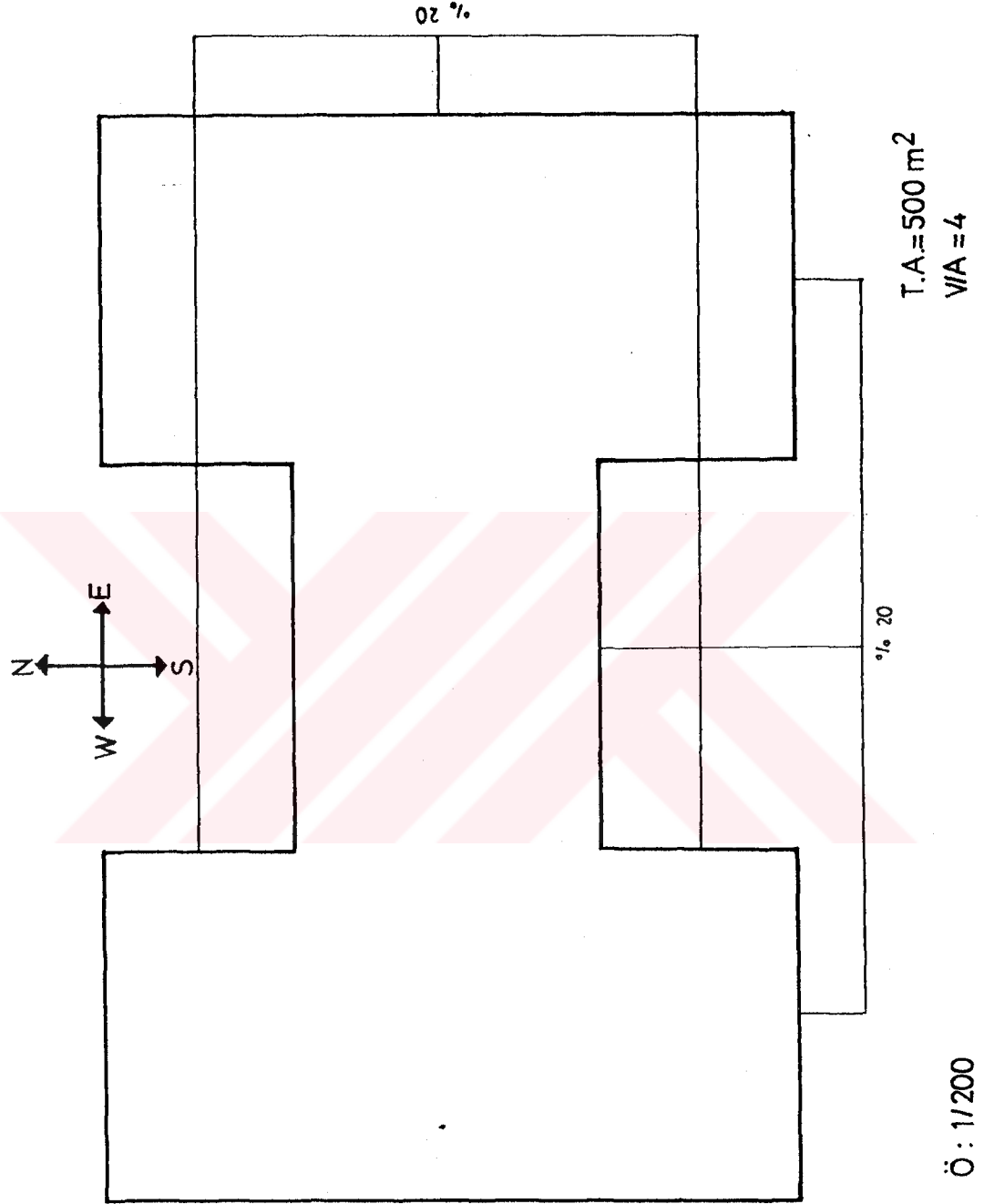
Sekil 7.22. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



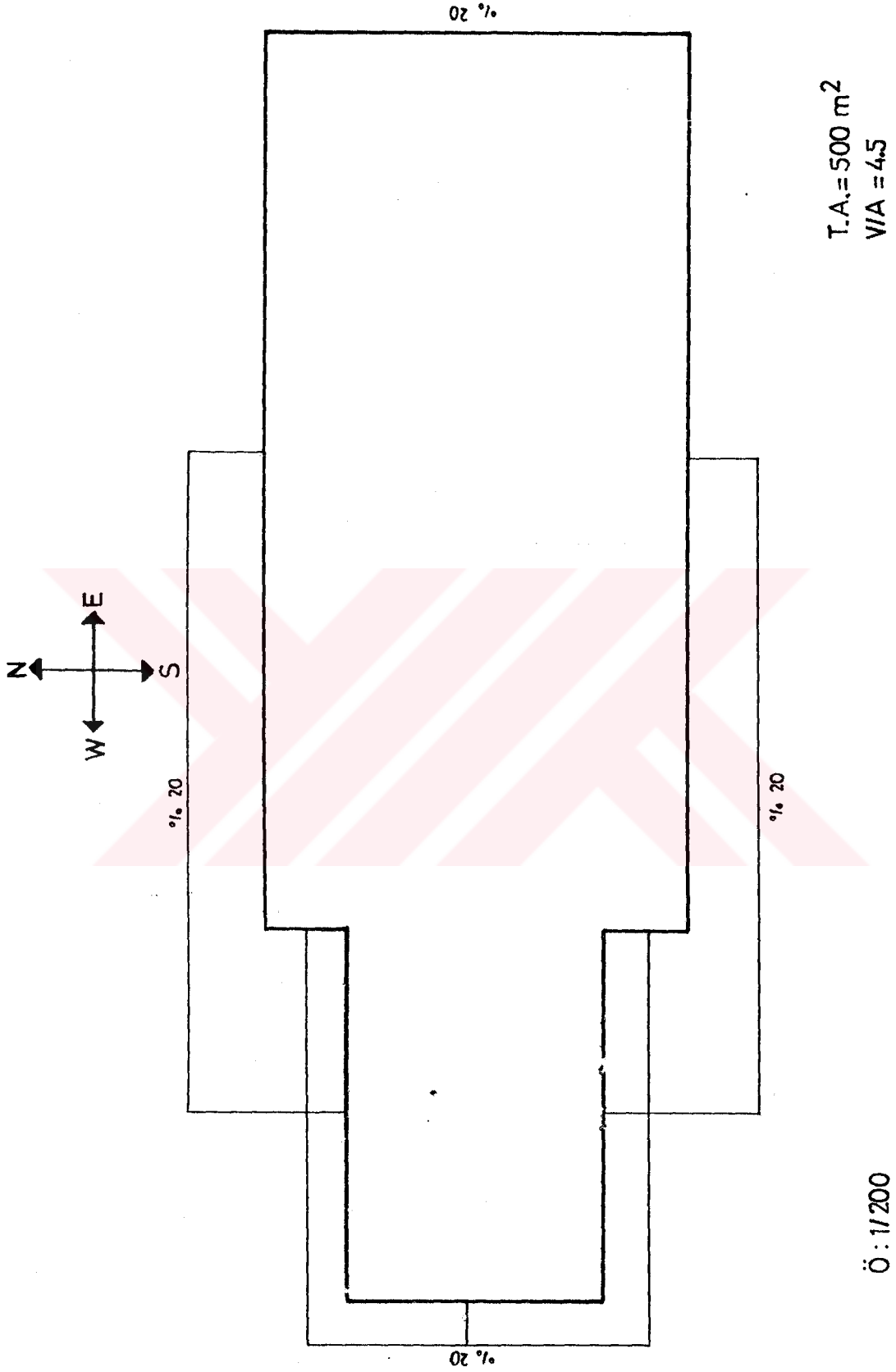
Şekil 7.23. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



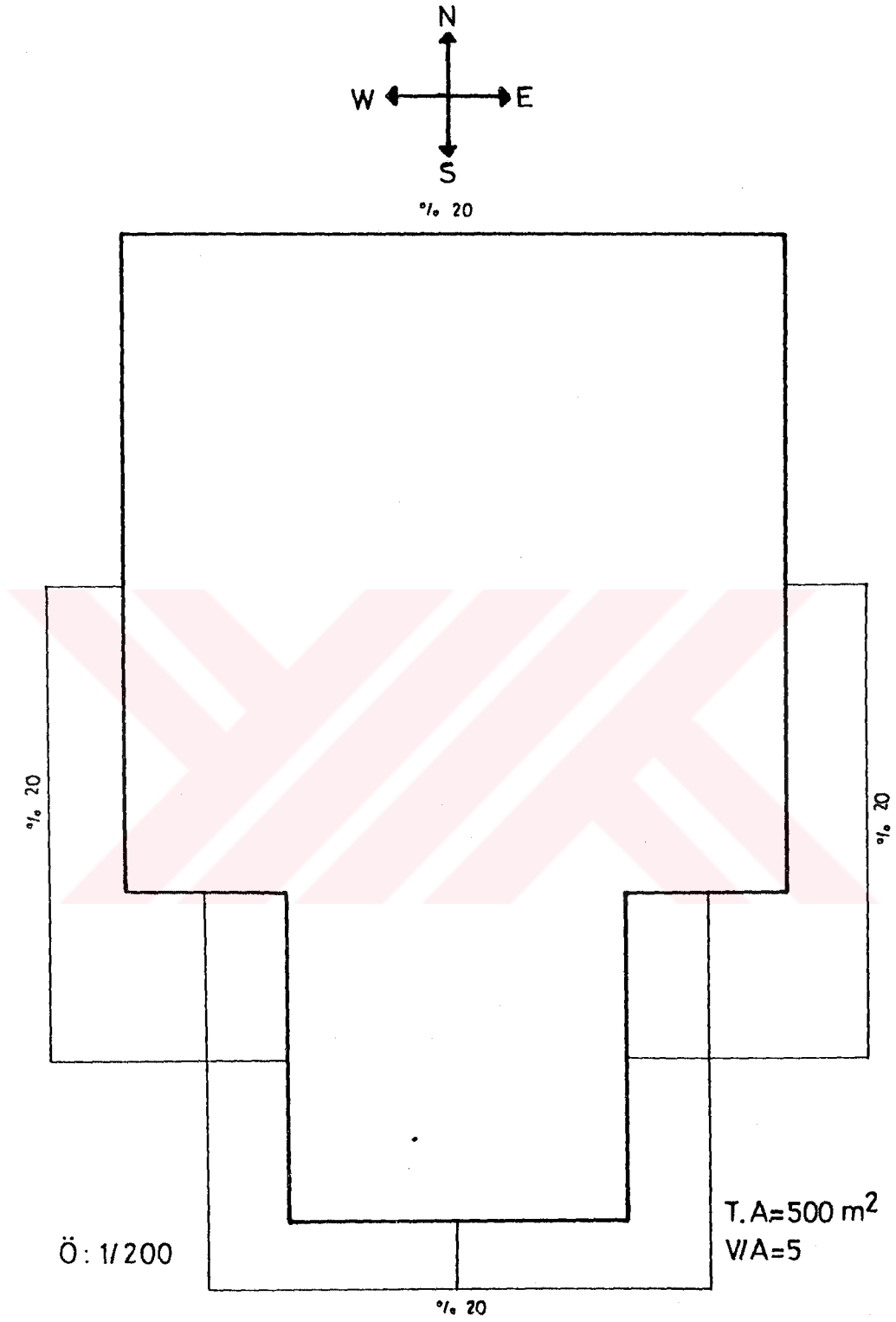
Şekil 7.24. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



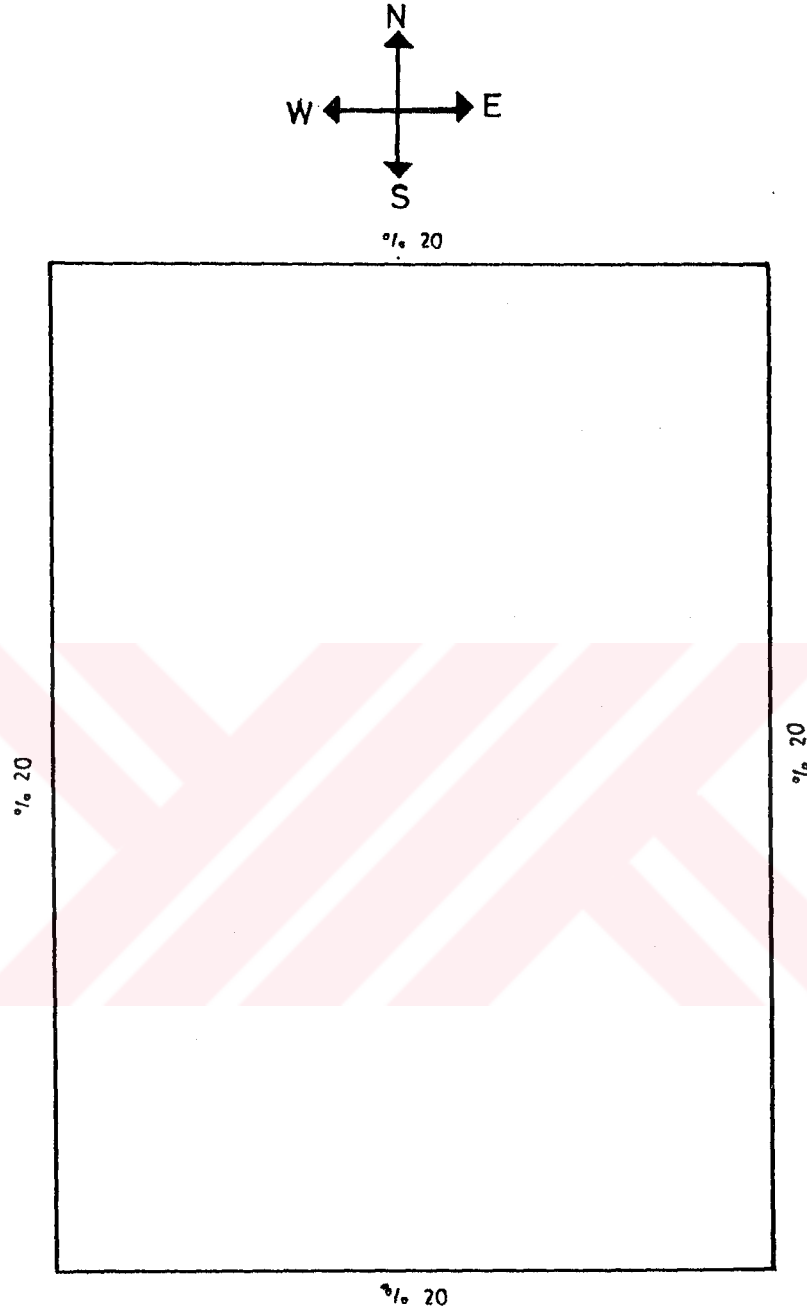
Şekil 7.25. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7.26. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Şekil 7.27. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri



Ö : 1/200

T. A=500m²
V/A=5.5

Şekil 7.28. Seçilen Taban Alanı ve V/A Değişim Aralıklarına Bağlı Olarak Oluşturulan Bina Alternatifleri

7.4. TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ HESAPLANMASI :

N , S , E , W doğrultusunda yönlendirilmiş, değişim alan ve aralıkları belirlenen bina alternatiflerine ait değişkenlerin oluşturduğu çok sayıdaki kombinezonun tanımlandığı binalar için tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak için hesaplanır. (6.4) no lu formül kullanılarak yapılan bu hesaplar ve sonuçları Ek A bölümünde verilmiştir.

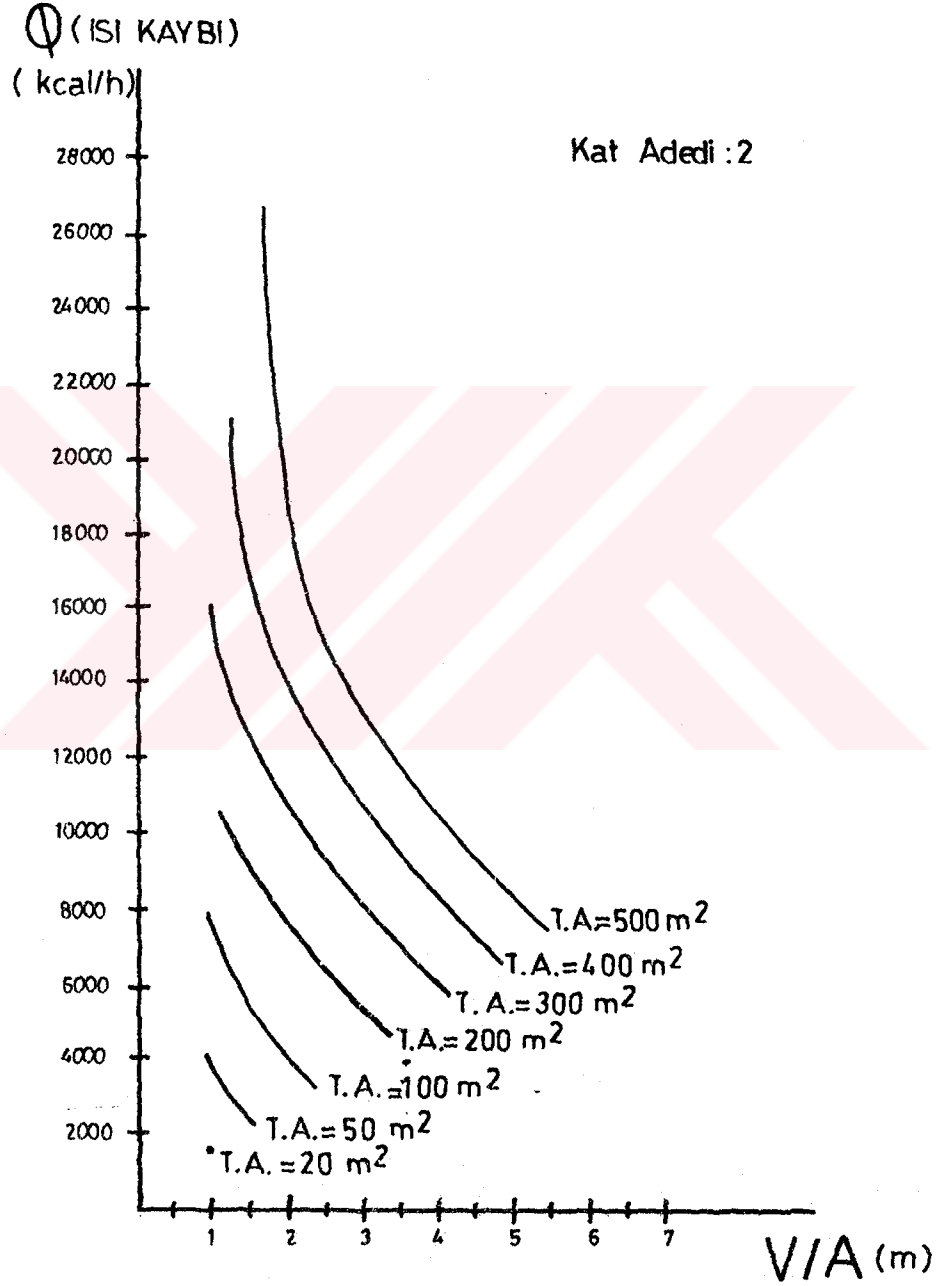
7.5. BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN GÜNLÜK ORTALAMA SAATLİK ISI MİKTARLARININ FARKLI BİNA FORMLARINA BAğLI OLARAK DEğİşİM GRAFİKLERİ şEKLİNDE DERLENMESİ :

V/A ' nın 1 ile 5.5 arasında değişen değerlerine göre oluşturulmuş, farklı taban alanlarına (20 , 50 , 100 , 200 , 220 , 300 , 400 , 500 m²) sahip bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kayıpları hesaplandıktan sonra, bina formu - ısı kaybı ilişkisini incelemek ve karşılaştırma yapabilmek amacıyla, günlük toplam ısı kayıp miktarları V/A oranlarına bağlı olarak grafik şeklinde derlenir. şekil 7.29 'da bu grafik görülmektedir. Farklı taban alanlarına sahip bütün formlar için, belirlenen V/A değerleri ordinatlar ekseninde; bu bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kaybı değerleri de apsisler ekseninde yer alacak şekilde grafik üzerinde yerleştirilip, eğriler oluşturulur.

7.6. ISI KAYBI DEğİşİM GRAFİKLERİNİN ANALİZ EDİLEREK, V/A , TÜM BİNA KABUĞUNDAN KAYBEDİLEN ISI KAYBI (Q) İLİşKİSİNİN BELİRLENMESİ

Farklı taban alanlarına ve farklı formlara sahip bina alternatiflerinin günlük toplam ısı kayıp miktarlarının V/A oranlarına bağlı olarak grafik şeklinde derlenmelerinden sonra, V/A , Q ilişkisini araştırmak için şekil 7.29 'daki grafik analiz edilmiştir. Bu analizden şu sonuçları elde edebiliriz.

Söz konusu grafikte çıkan eğrilerden de anlaşıldığı gibi V/A ile Q değeri arasında



Şekil 7.29. Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Farklı Taban Alanları İçin Değişim Grafiği

ters bir orantı oluşmaktadır. V/A oranı büyüdükçe, tüm kabuktan kaybedilen ısı miktarı (Q) azalmaktadır. Diğer bir deyişle, binanın dış yüzey alanı arttıkça tüm kabuktan kaybedilen ısı miktarı da artmaktadır.

Bina dış konturlarının aşırı girintili ve çıkıntılı planlanması bina dış yüzey alanını arttırdığından kabuktaki ısı kaybı da artacaktır. Bu nedenle, binaların mümkün olduğu ölçüde kompakt planlanması ısı korunumu açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, ele alınan binaların girinti ve çıkıntılarının binaya attığı gölgeler ihmal edilmektedir. Eğer bu girinti ve çıkıntılar binaya attığı gölgeler dikkate alınırsa tüm kabuktan kaybedilen ısı miktarının (Q) daha da artacağı gözönüne alınmalıdır.

Farklı taban alanlarına sahip bütün bina alternatiflerinin V/A , Q eğrilerinin değişimi birbirine benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla $V/A - Q$ ilişkisini matematiksel olarak ifade eden bir denklemin varlığı söz konusu olabilir.

Yapılan matematiksel hesaplar sonucunda şu denklemler elde edilmiştir.
 $y = Q$, $x = V/A$ değerini ifade etmektedir.

$$T. A. = 100 \text{ m}^2 \quad y = 1.64 x^2 - 8.99 x + 15.48$$

$$T. A. = 200 \text{ m}^2 \quad y = 1.12 x^2 - 8.69 x + 21.33$$

$$T. A. = 300 \text{ m}^2 \quad y = 1.43 x^2 - 11.95 x + 31.06$$

$$T. A. = 400 \text{ m}^2 \quad y = 1.25 x^2 - 12.47 x + 37.59$$

$$T. A. = 500 \text{ m}^2 \quad y = 1.09 x^2 - 11.89 x + 39.88$$

Yukarıda görülen bütün bu denklemleri

$$y = 1.3 x^2 - 8 x + 10 T.A. / 100 \quad \text{ya da}$$

$$Q = 1.3 (V/A)^2 - 8 V/A + T. A. / 10$$

şeklinde genel bir denkleme dönüştürebiliriz. Sonuçta varılan bu denklem $V/A - Q$ arasındaki ilişkiyi belirli bir yaklaşıklıkla ifade etmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, " bina formu " nun, binaların dizaynlanması sürecinde en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve belirlenmesi gereken önemli bir dizayn değişkeni olduğu gözönünde bulundurularak, bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarının bina formuna bağlı olarak belirlenebilmesi için bir yöntem önerilmiş ve bu yöntemin İstanbul bölgesi için uygulaması sunulmuştur.

Bina formu; biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve çatı eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenlere bağlı olarak tanımlandığından, bu değişkenlerin en az ısı kaybına yol açacak şekilde ele alınması ve bina formunun oluşturulması gereklidir.

Aynı hacime, fakat farklı dış yüzey alanına sahip birden fazla bina formu belirlemek olanaklıdır. Dış yüzey alanlarının farklı olmasına bağlı olarak farklı formlardaki binaların kabuğundan kaybedilen ısı miktarı da farklı olacaktır. Bu çalışmada aynı hacimi çevreleyen, farklı bina formlarını tanımlamada V/A (hacim / dış yüzey alanı) oranları esas alınmış ve en az ısı kaybını gerçekleştiren bina kabuğunu tanımlamada kullanılmak üzere V/A ile Q (ısı kaybı) arasındaki ilişki belirlenmiştir. Bu ilişkiyi yaklaşık olarak ifade etmek için kullanılabilecek matematiksel bir bağıntı da önerilmiştir. Bu bağıntıdan da görüldüğü gibi, tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarı bina formunu tanımlayan V/A oranının bir fonksiyonudur. Dolayısıyla, bina kabuğu toplam ısı geçirme katsayısının sınır değerleri belirlenirken, bina formunun da yön ve saydamlık oranı gibi önemle ele alınması gereken bir dizayn değişkeni olduğu açıkça görülmektedir. O nedenle, ısı korunumu konusundaki yönetmelikler yeniden ele alınmalı ve opak bileşen ısı geçirme katsayısının sınır değeri (k_o), yön ve saydamlık oranının yanı sıra bina formunu ifade eden V/A oranına da bağlı olarak belirlenmelidir.

Binalarda ısı korunumu amacıyla opak kabuk bileşeni ısı geçirme katsayısı bina formuna (V/A ' ya) göre belirlenirken, bu çalışma sonucunda önerilen matematiksel bağıntıdan yararlanılabilir. Bunun sonucunda, k_o değerleri için V/A oranına bağlı olarak bir düzeltme katsayısı elde edilebileceği gibi, k_o değerleri yön ve saydamlık

oranına bağılı olarak belirlendikten sonra V/A oranıyla ifade edilen bina formu için sınırlamalar da getirilebilir. Her iki durumda da $V/A - k_o$ ilişkisini istenen düzeyde sağlamak kaydıyla mimara dizayn esnekliği tanınmış olacaktır. Diğer bir deyişle mimar, bina formu ve binayı çevreleyen kabuğu oluşturmak için uygun k_o , saydamlık oranı, yön ve V/A kombinezonları kullanarak çok sayıda dizayn alternatifi üretebilir ve seçimini bu alternatifler arasından yapabilir.

Sonuç olarak diyebiliriz ki; bu çalışma sonucunda elde edilen ve V/A ile Q arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel bağıntı, binalarda ısıtma ekonomisi konusunda yapılacak bundan sonraki çalışmalarda uygun k_o , yön, saydamlık oranı ve V/A kombinezonlarının belirlenmesine ve ısıtma ekonomisinde rol oynayan bina formu gibi çok önemli bir dizayn değişkeninin de, bu tür çalışmalarda hesaba katılmasına olanak tanıyacaktır.



KAYNAKLAR

- (1) ZEREN, L., BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., OK, V., YILMAZ, Z., Türkiye 'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli 'ne İlişkin Çalışma, Araştırma Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1987.
- (2) ZEREN, L., ve diğerleri, New Bioclimatic Chart For Environmental Design, Portekiz, Proc. of International Congress on Building Energy Management, 1980.
- (3) YILMAZ, Z., " Sistemlerin İklimsel Konfor ve Enerji Tasarrufu Açısından Değerlendirilmeleri ", Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi ve Değerlendirilmesi, TÜBİTAK, YAE, Yayın No : u.6, Mayıs, 1987.
- (4) BERKÖZ, E., Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1983.
- (5) YILMAZ, Z., İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1983.
- (6) ILGAZ, T., Dış Duvarlarda Isı Korunumu, Ekim, 1979.
- (7) BERKÖZ, E., YILMAZ, Z., YILDIZ, E., KOCAASLAN, G., ALTUN, C., Türkiye 'nin Çeşitli İklim Bölgeleri İçin Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Optimum Kabuk Seçeneklerinin Belirlenmesi, İ.T.Ü. Yapı ve Deprem Uygulama - Araştırma Merkezi, İstanbul, Haziran 1989.
- (8) ANON, ASHRAE Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York, 1989
- (9) THRELKED, J.L., Thermal Environmental Engineering, 2. Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1970.

- (10) HARKNESS, E.L., MEHTA, M.L., Solar Radiation Control in Buildings, Applied Science Publishers Ltd., London, 1978.
- (11) MACKEY, C.O., WATSON, E.B., Summer Weather Data and Sol-air Temperature-Study of Data for New York City, ASHVE Transaction, C.51, No.1267, 1945.
- (12) Isı Yalıtım Yönetmeliği, Resmi Gazete, 15. 1. 1995.
- (13) Türk Standardı, TS 825, Nisan 1985.
- (14) BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., YILMAZ, Z. ve diğerleri, Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK - INTAG 201, Araştırma Raporu, 1995.
- (15) OLGYAY, V. "Design With Climate" Princeton University Press, Princeton, 1963.





EKLER

EK . A

Tablo A.1. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 20 m^2

$V = 112 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 112 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	18.00	38.00	18.00	38.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eco} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	200.52	568.86	309.78	568.86
		Q (kcal/h)	1648.02 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1.5 A = 74.66 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.2. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

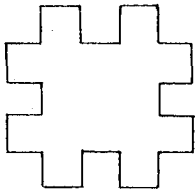
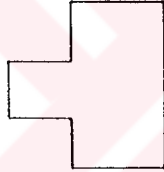
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 50 m²

V = 280 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 280 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	70.00	70.00	70.00	70.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	779.80	1047.90	1204.70	1047.90
		Q (kcal/h)	4080.30 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 186.66 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	48.72	44.80	48.72	44.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	542.74	670.65	838.47	670.65
		Q (kcal/h)	2722.51 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.7 A = 164.70 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	51.80	30.24	51.80	30.24
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	577.05	452.69	891.47	452.69
		Q (kcal/h)	2373.90 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 140 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.3. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 100 m^2

$V = 560 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 560 m^2		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m^2)	140.00	140.00	140.00	140.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} ($^{\circ}\text{C}$)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} ($^{\circ}\text{C}$)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q ($\text{kcal/m}^2\text{h}$)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1559.60	2095.80	2409.40	2095.80
		Q (kcal/h)	8160.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 373.33 m^2		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m^2)	132.72	53.92	132.72	53.92
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} ($^{\circ}\text{C}$)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} ($^{\circ}\text{C}$)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q ($\text{kcal/m}^2\text{h}$)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1478.50	807.18	2284.11	807.18
		Q (kcal/h)	5376.97 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 280 m^2		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m^2)	78.40	61.60	78.40	61.60
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} ($^{\circ}\text{C}$)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} ($^{\circ}\text{C}$)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q ($\text{kcal/m}^2\text{h}$)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	873.37	922.15	1349.26	922.15
		Q (kcal/h)	4066.93 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 224 m^2		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m^2)	56.00	56.00	56.00	56.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} ($^{\circ}\text{C}$)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c ($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} ($^{\circ}\text{C}$)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q ($\text{kcal/m}^2\text{h}$)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	623.84	838.32	963.76	838.32
		Q (kcal/h)	3264.24 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.3a. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 100 m²

V = 560 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 186.66 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.4. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

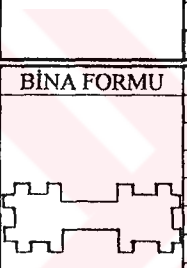
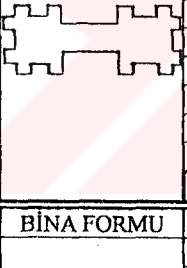
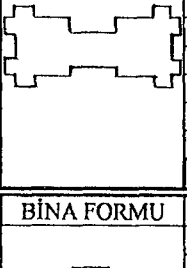
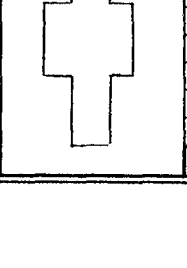
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 200 m²

V = 1120 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 1120 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	311.92	248.08	311.92	248.08
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	3474.78	3713.75	5368.14	3713.75
		Q (kcal/h)	16270.42 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 746.66 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	226.80	146.72	226.80	146.72
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2526.55	2196.39	3903.22	2196.39
		Q (kcal/h)	10822.55 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 560 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	198.24	81.76	198.24	81.76
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2208.39	1223.94	3411.71	1223.94
		Q (kcal/h)	8067.98 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 448 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	56.00	168.00	56.00	168.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	623.84	2514.96	963.76	2514.96
		Q (kcal/h)	6617.52 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.5. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_0 = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 200 m²

$V = 1120 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 373.33 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	89.60	97.16	89.60	97.16
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	998.14	1454.48	1542.01	1454.48
		Q (kcal/h)	5449.11 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 320 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	91.05	68.88	91.05	68.88
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1014.36	1031.13	1567.07	1031.13
		Q (kcal/h)	4643.69 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 280 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.6. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 220 m²

V = 1232 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 1232 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h ^o C)				
		t _{loo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h ^o C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 821.33 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	218.40	192.08	218.40	192.08
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{loo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2432.97	2875.43	3758.66	2875.43
		Q (kcal/h)	11942.49 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 616 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	201.60	106.40	201.60	106.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{loo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2245.82	1592.80	3469.53	1592.80
		Q (kcal/h)	8900.95 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 492.80 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	117.60	128.80	117.60	128.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{loo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1310.06	1928.13	2023.89	1928.13
		Q (kcal/h)	7190.21 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.7. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$n_o = 0.40$

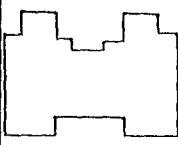
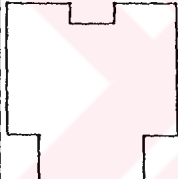
$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 220 m²

$V = 1232 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 410.66 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	125.44	80.92	123.20	80.92
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1397.40	1211.37	2120.27	1211.37
		Q (kcal/h)	5940.41 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3.5 A = 352 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	99.12	77.84	98.00	77.84
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1104.19	1165.26	1686.58	1165.26
		Q (kcal/h)	5121.29 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 4 A = 308 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.8. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

$V = 1680 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 1680 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 1120 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	257.60	302.40	257.60	302.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2869.66	4526.92	4433.29	4526.92
		Q (kcal/h)	16356.79 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 840 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	179.20	240.80	179.20	240.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1996.28	3604.77	3084.03	3604.77
		Q (kcal/h)	12289.85 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 672 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	168.00	168.00	168.00	168.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1871.52	2514.96	2891.28	2514.96
		Q (kcal/h)	9792.72 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.9. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

$V = 1680 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 560 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	196.00	84.00	196.00	84.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	2183.44	1257.48	3373.16	1257.48
		Q (kcal/h)	8071.56 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 480 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	173.60	67.20	173.60	67.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1933.90	1005.98	2987.65	1005.98
		Q (kcal/h)	6933.51 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 420 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	84.00	126.00	84.00	126.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	935.76	1886.22	1445.64	1886.22
		Q (kcal/h)	6153.84 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.30 A = 390.69 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	109.20	86.12	109.20	86.12
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	1216.50	1289.40	1879.40	1289.40
		Q (kcal/h)	5674.70 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.9a. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

$V = 1680 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 4.5 A = 373.33 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.10. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m^2

$V = 2240 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 2240 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leo (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 1493.3 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	420.00	326.76	420.00	326.76
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		leco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	4678.80	4891.59	7228.20	4891.59
		Q (kcal/h)	21690.18 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 1120 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	269.36	290.64	269.36	290.64
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		leco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	3000.67	4350.88	4635.68	4350.88
		Q (kcal/h)	16338.11 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 896 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	196.00	252.00	196.00	252.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		leco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	2183.44	3772.44	3373.16	3772.44
		Q (kcal/h)	13101.48 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.11. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m²

$V = 2240 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 746.66 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	168.00	204.96	168.00	204.96
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1871.52	3068.25	2891.28	3068.25
		Q (kcal/h)	10899.30 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 640 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	56.00	264.00	56.00	264.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	623.84	3952.08	963.76	3952.08
		Q (kcal/h)	9491.30 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 560 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	56.00	224.00	56.00	224.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	623.84	3353.28	963.76	3353.28
		Q (kcal/h)	8294.16 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.5 A = 497.77 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	179.20	70.00	179.20	70.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h ^o C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h ^o C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1996.28	1047.90	3084.03	1047.90
		Q (kcal/h)	7176.11 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.12. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m²

V = 2240 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5 A = 448 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	112.00	112.00	112.00	112.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1247.68	1676.64	1927.52	1676.64
		Q (kcal/h)	6528.48 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5.5 A = 407.27 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.13. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

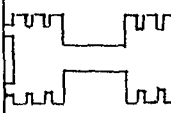
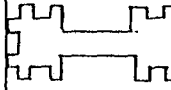
$k_c = 4.50 \text{ kcal/m }^2 \text{ h }^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m

V = 2800 m

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 2800 m	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m)				
		S.O. (%)				
		k_o (kcal/m ² h C)				
		t_{eo} (C)				
		k_c (kcal/m ² h C)				
		t_{co} (C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 1866.66 m		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m)	567.56	365.68	567.56	365.68
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{co} (C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	6322.61	5474.22	9767.70	5474.22
		Q (kcal/h)	27038.75 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 1400 m		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m)	323.12	376.88	323.12	376.88
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{co} (C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	3599.55	5641.89	5560.89	5641.89
		Q (kcal/h)	20444.22 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 1120 m		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m)	296.80	263.20	296.80	263.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k_o (kcal/m ² h C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t_{eo} (C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k_c (kcal/m ² h C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t_{co} (C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	3306.35	3940.10	5107.92	3940.10
		Q (kcal/h)	16294.47 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.14. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

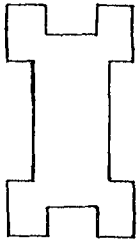
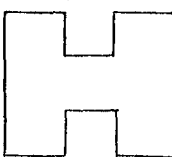
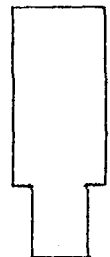
$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m²

V = 2800 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 933.33 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	126.00	340.76	126.00	340.76
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1403.64	5101.17	2168.46	5101.17
		Q (kcal/h)	13774.44 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	222.60	177.52	222.60	177.52
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	2479.76	2657.47	3830.94	2657.47
		Q (kcal/h)	11625.64 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 700 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	175.56	174.44	175.56	174.44
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1955.73	2614.66	3021.38	2614.66
		Q (kcal/h)	10199.83 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.5 A = 622.22 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	73.36	238.00	73.36	238.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	817.23	3562.86	1262.52	3562.86
		Q (kcal/h)	9205.47 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.15. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 2

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m²

V = 2800 m³

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
EDİRNE İKTİSADİ VE İŞLETİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5 A = 560 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	112.00	168.00	112.00	168.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1247.68	2514.96	1927.52	2514.96
		Q (kcal/h)	8205.12 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5.5 A = 509.09 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	105.00	149.52	105.00	149.52
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1169.70	2238.31	1807.05	2238.31
		Q (kcal/h)	7453.37 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 6 A = 466.66 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.16. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

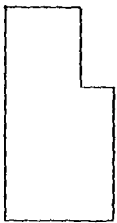
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 20 m²

V = 560 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 560 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	90.00	190.00	90.00	190.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{co} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	1002.60	2844.30	1548.90	2844.30
		Q (kcal/h)	8240.10 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1.5 A = 373.33 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{co} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{co} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{co} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.17. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

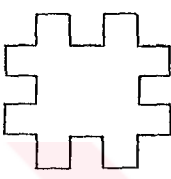
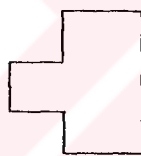
$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 50 m^2

$V = 1400 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 1400 m^2		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} (\text{m}^2)$	350.00	350.00	350.00	350.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} (^{\circ}\text{C})$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} (^{\circ}\text{C})$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q (\text{kcal/m}^2\text{h})$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	3899.00	5239.50	6023.50	5239.50
		Q (kcal/h)	20401.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 933.33 m^2		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} (\text{m}^2)$	242.76	224.00	242.76	224.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} (^{\circ}\text{C})$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} (^{\circ}\text{C})$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q (\text{kcal/m}^2\text{h})$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	2704.34	3353.28	4177.89	3353.28
		Q (kcal/h)	13612.55 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.7 A = 823.52 m^2		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} (\text{m}^2)$	259.00	151.20	259.00	151.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} (^{\circ}\text{C})$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} (^{\circ}\text{C})$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q (\text{kcal/m}^2\text{h})$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	2885.26	2263.46	4457.39	2263.46
		Q (kcal/h)	11869.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 700 m^2	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} (\text{m}^2)$				
		S.O. (%)				
		$k_o (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$				
		$t_{eo} (^{\circ}\text{C})$				
		$k_c (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$				
		$t_{eco} (^{\circ}\text{C})$				
		$q (\text{kcal/m}^2\text{h})$				
		$q \cdot A_{cep}$				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.18. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 100 m²

$V = 2800 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 2800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	700.00	700.00	700.00	700.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		teoo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	7798.00	10479.00	12047.00	10479.00
		Q (kcal/h)	40803.00 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 1866.6 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	663.60	269.64	663.60	269.64
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		teoo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	7392.50	4036.51	11420.55	4036.51
		Q (kcal/h)	26886.07 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 1400 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	392.00	308.00	392.00	308.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		teoo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	4366.88	4610.76	6746.32	4610.76
		Q (kcal/h)	20334.65 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 1120 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	280.00	280.00	280.00	280.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		teoo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	3119.20	4191.60	4818.80	4191.60
		Q (kcal/h)	16321.20 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.18a. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 100 m²

$V = 2800 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 933.33 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h ^o C)				
		teoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h ^o C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h ^o C)				
		teoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h ^o C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h ^o C)				
		teoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h ^o C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h ^o C)				
		teoo (°C)				
		kc (kcal/m ² h ^o C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.19. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_r = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

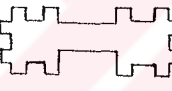
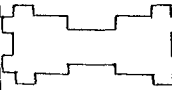
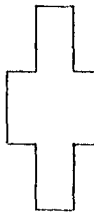
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 200 m²

V = 5600 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 5600 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	1559.60	1240.40	1559.60	1240.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	17373.94	18568.78	26840.71	18568.78
		Q (kcal/h)	81352.20 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 1.5 A = 3733.3 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	1134.00	733.60	1134.00	733.60
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	12632.76	10981.99	19516.14	10981.99
		Q (kcal/h)	54112.75 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 2800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	991.20	408.80	991.20	408.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	11041.96	6119.73	17058.55	6119.73
		Q (kcal/h)	40339.90 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 2240 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	280.00	840.00	280.00	840.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leo (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	3119.20	12574.80	4818.80	12574.80
		Q (kcal/h)	33087.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.20. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 200 m²

V = 5600 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 1866.6 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	448.00	485.80	448.00	485.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	4990.72	7272.42	7710.08	7272.42
		Q (kcal/h)	27245.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3.5 A = 1600 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	455.28	344.40	455.28	344.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	5071.81	5155.66	7835.36	5155.66
		Q (kcal/h)	23218.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 4 A = 1400 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.21. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 220 m²

V = 6160 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 6160 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 4106.6 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1092.00	960.40	1092.00	960.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	12164.88	14377.18	18793.32	14377.18
		Q (kcal/h)	59712.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 3080 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1008.00	532.00	1008.00	532.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	11229.12	7964.04	17347.68	7964.04
		Q (kcal/h)	44504.80 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 2464 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	588.00	644.00	588.00	644.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	6550.32	9640.68	10119.48	9640.68
		Q (kcal/h)	35951.10 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.22. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

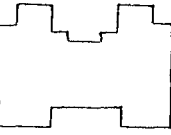
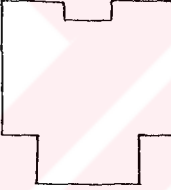
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 220 m²

V = 6160 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 2053.3 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	627.20	404.60	616.00	404.60
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leco (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	6987.00	6056.86	10601.36	6056.86
		Q (kcal/h)	29702.05 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 1760 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	495.60	389.20	490.00	389.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		ko (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		leco (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		kc (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		teco (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	5520.98	5826.32	8432.90	5826.32
		Q (kcal/h)	25606.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 1540 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		ko (kcal/m ² h [°] C)				
		leco (°C)				
		kc (kcal/m ² h [°] C)				
		teco (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)	35951.10 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.23. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

V = 8400 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 8400 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . Acep				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 5600 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	1288.00	1512.00	1288.00	1512.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	14348.32	22634.64	22166.48	22634.64
		Q (kcal/h)	81784.00 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 4200 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	896.00	1204.00	896.00	1204.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	9981.44	18023.88	15420.16	18023.88
		Q (kcal/h)	61449.30 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.5 A = 3360 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	840.00	840.00	840.00	840.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	9357.60	12574.80	14456.40	12574.80
		Q (kcal/h)	48963.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.24. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$\alpha_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

V = 8400 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 2800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	980.00	420.00	980.00	420.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eco} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	10917.20	6287.40	16865.80	6287.40
		Q (kcal/h)	40357.80 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 2400 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	868.00	336.00	868.00	336.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eco} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	9669.52	5029.92	14938.28	5029.92
		Q (kcal/h)	34667.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 2100 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	420.00	630.00	420.00	630.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eco} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	4678.80	9431.10	7228.20	9431.10
		Q (kcal/h)	30769.20 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.30 A = 1953.48 m ²		YÖN	S	E	N	W
		Acep (m ²)	546.00	430.70	546.00	430.70
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eco} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . Acep	6082.44	6447.57	9396.66	6447.57
		Q (kcal/h)	28374.00 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.24a. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 300 m²

V = 8400 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 4.5 A = 1866.60 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{ooo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{ooo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{ooo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{ooo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.25. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

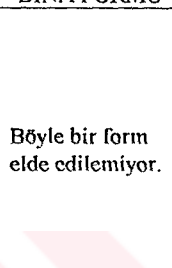
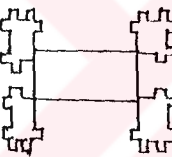
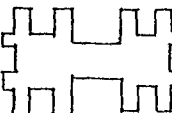
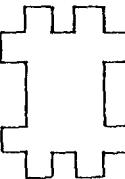
$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m²

$V = 11200 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 11200 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A = 1.5 A = 7466.6 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	2100.00	1633.80	2100.00	1633.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	23394.00	24457.98	36141.00	24457.98
		Q (kcal/h)	108450.90 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2 A = 5600 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1346.80	1453.20	1346.80	1453.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	15003.35	21754.40	23178.42	21754.40
		Q (kcal/h)	81690.55 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 2.50 A = 4480 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	980.00	1260.00	980.00	1260.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	10917.20	18862.20	16865.80	18862.20
		Q (kcal/h)	65507.40 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.26. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m²

V = 11200 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 3733.3 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	840.00	1024.80	840.00	1024.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	9357.60	15341.25	14456.40	15341.25
		Q (kcal/h)	54496.50 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 3200 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1041.60	560.00	1041.60	560.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	11603.42	8383.20	17925.93	8383.20
		Q (kcal/h)	46295.75 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 2800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	977.20	420.00	977.20	420.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	10886.00	6287.40	16817.61	6287.40
		Q (kcal/h)	40278.41 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.50 A = 2488.8 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	896.00	350.00	896.00	350.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	9981.44	5239.50	15420.16	5239.50
		Q (kcal/h)	35880.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.27. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^{\circ}\text{C}$

$a_o = 0.40$

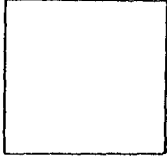
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 400 m²

V = 11200 m³

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5 A = 2240 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	560.00	560.00	560.00	560.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	6238.40	8383.20	9637.60	8383.20
		Q (kcal/h)	32642.40 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5.5 A = 2036.36 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

Tablo A.28. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

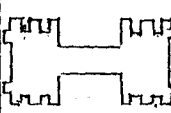
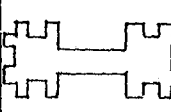
$k_c = 4.50 \text{ kcal /m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m

$V = 14000 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1 A = 14000 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h°C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h°C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 1.5 A = 9333.3 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	2837.80	1828.40	2837.80	1828.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h°C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h°C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	31613.09	27371.14	48838.53	27371.14
		Q (kcal/h)	135193.90 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 2 A = 7000 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1615.60	1884.40	1615.60	1884.40
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h°C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h°C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	17997.78	28209.46	27804.47	28209.46
		Q (kcal/h)	102221.18 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 2.5 A = 5600 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	1484.00	263.20	1484.00	263.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h°C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h°C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	16531.76	19700.52	25539.64	19700.52
		Q (kcal/h)	81472.40 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.29. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_i = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m²

$V = 14000 \text{ m}^3$

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 3 A = 4666.6 m ²		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} \text{ (m}^2\text{)}$	630.00	1703.80	630.00	1703.80
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} \text{ (}^\circ\text{C)}$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} \text{ (}^\circ\text{C)}$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q \text{ (kcal/m}^2 \text{ h)}$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	7018.20	25505.88	10842.30	25505.88
		Q (kcal/h)	68872.25 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 3.5 A = 4000 m ²		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} \text{ (m}^2\text{)}$	1113.00	887.60	1113.00	887.60
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} \text{ (}^\circ\text{C)}$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} \text{ (}^\circ\text{C)}$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q \text{ (kcal/m}^2 \text{ h)}$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	12398.82	13287.37	19154.73	13287.37
		Q (kcal/h)	58128.30 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4 A = 3500 m ²		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} \text{ (m}^2\text{)}$	877.80	872.20	877.80	872.20
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} \text{ (}^\circ\text{C)}$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} \text{ (}^\circ\text{C)}$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q \text{ (kcal/m}^2 \text{ h)}$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	9778.69	13056.83	15106.93	13056.83
		Q (kcal/h)	50999.25 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 4.5 A = 3111.10 m ²		YÖN	S	E	N	W
		$A_{cep} \text{ (m}^2\text{)}$	366.80	1190.00	366.80	1190.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		$k_o \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	0.484	0.451	0.428	0.451
		$t_{eo} \text{ (}^\circ\text{C)}$	6.99	6.20	5.64	6.20
		$k_c \text{ (kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C)}$	4.50	4.50	4.50	4.50
		$t_{eco} \text{ (}^\circ\text{C)}$	16.07	11.70	9.09	11.70
		$q \text{ (kcal/m}^2 \text{ h)}$	11.14	14.97	17.21	14.97
		$q \cdot A_{cep}$	4086.15	17814.30	6312.62	17814.30
		Q (kcal/h)	46027.35 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			

Tablo A.30. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması

İSTANBUL (21 OCAK)

$t_r = 22^\circ\text{C}$

$a_o = 0.40$

$k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Kat Adedi = 10

Kat Yüksekliği = 2.80 m

Taban Alanı = 500 m²

V = 14000 m³

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

V/A	BİNA FORMU	CEPHELER	CEPHE 1	CEPHE 2	CEPHE 3	CEPHE 4
V/A = 5 A = 2800 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	560.00	840.00	560.00	840.00
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	6238.40	12574.80	9637.60	12574.80
		Q (kcal/h)	41025.60 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 5.5 A = 2545.40 m ²		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)	525.00	747.60	525.00	747.60
		S.O. (%)	20.00	20.00	20.00	20.00
		k _o (kcal/m ² h [°] C)	0.484	0.451	0.428	0.451
		t _{eo} (°C)	6.99	6.20	5.64	6.20
		k _c (kcal/m ² h [°] C)	4.50	4.50	4.50	4.50
		t _{eco} (°C)	16.07	11.70	9.09	11.70
		q (kcal/m ² h)	11.14	14.97	17.21	14.97
		q . A _{cep}	5848.50	11191.57	9035.25	11191.57
		Q (kcal/h)	37266.90 kcal/h (Toplam Isı Kaybı)			
V/A = 6 A = 2333.30 m ²	Böyle bir form elde edilemiyor.	YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				
		YÖN	S	E	N	W
		A _{cep} (m ²)				
		S.O. (%)				
		k _o (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eo} (°C)				
		k _c (kcal/m ² h [°] C)				
		t _{eco} (°C)				
		q (kcal/m ² h)				
		q . A _{cep}				
		Q (kcal/h)				

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında İstanbul 'da doğan Semiha Selamet, Özel Eseniş Lisesi 'nden mezun olduktan sonra, 1988 -1992 yılları arasında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde lisans eğitimini tamamladı. Aynı yıl İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi 'nde Yüksek Lisans eğitimine başladı.

