

SICAK İKLİM BÖLGELERİ İÇİN ENERJİ ETKİN KABUK ELEMANI
DİZAYNINDA KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Onur VOLKAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 24 Ocak 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 10 Şubat 1994

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Eşher BERKÖZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Zerrin YILMAZ

Prof.Dr. Mehmet KÜÇÜKDOĞU

ŞUBAT 1994

ÖNSÖZ

Dış iklimsel koşulların ekstrem değerleri nedeniyle yılın belirli dönemlerinde binalarda yapma ısıtma ve iklimlendirme gerekli olmaktadır. Dolayısıyla binalarda enerji harcamalarının önemli bir bölümünün, binaların yapma olarak ısıtılması ve iklimlendirilmesine yönelik olacağı açıktır. Enerji harcamalarını minimuma indirebilmek, kabuk elemanlarının pasif ısıtma ve iklimlendirme sistem öğeleri olarak dizaynlanmaları ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle, yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinden kabuk elemanının yönlendiriliş durumu, optik ve termofiziksel özellikleri, kabuk elemanından minimum ısı kaybı ve kazancını sağlayacak değerlerde olmalıdır.

Bu amaçla, bu tez çalışmasında sıcak iklim bölgeleri için enerji etkin kabuk elemanı dizaynında uygulanabilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir.

İstanbul, 1994

Onur VOLKAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KULLANIMINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER	2
2.1. İklimsel Konfor Gereksinmesi	3
BÖLÜM 3. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMUNU ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER	7
BÖLÜM 4. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	8
4.1. Fiziksel Çevresel Etkenler	8
4.2. Yapma Çevreye İlişkin Dizayn Değişkenleri	9
4.2.1. Kabuk Elemanının Yönlendiriliş Durumu	9
4.2.2. Bina Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri	10
BÖLÜM 5. SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMU AÇISINDAN BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM	12
5.1. Bina Kabuğu Termofiziksel Özelliklerine İlişkin İklimsel Konfor Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Isıtmanın İstendiği ve İstenmediği Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre Belirlenmesi	13
5.2. Isıtmanın İstendiği ve İstenmediği Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre İklimsel Konfor Açısından Uygun Olarak Belirlenen Termofiziksel Özelliklerin Tanımladığı Kabuk Alternatiflerinin Isıtmanın İstendiği ve İstenmediği Dönemlerde Gerçekleştirdikleri Performansların Belirlenmesi	23
5.3. Isıtmanın İstendiği ve İstenmediği Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre İklimsel Konfor Açısından Uygun Olarak Belirlenen Termofiziksel Özelliklerin Tanımladığı Kabuk Elemanlarının Isıtma ve İklimlendirme Enerjisi Korunumu Açısından Karşılaştırılmaları ve Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi	30
5.3.1. Yapma Isıtmanın ve İklimlendirmenin İstendiği Dönem Sürelerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması	32

5.3.2. Isıtma Yüğü Birim Maliyeti İle İklİmlendirme Yüğü Birim Maliyetinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması	33
5.3.3. Kaybedilen ve Kazanılan Isı Miktarları Değişim Grafiklerinin, Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi Amacıyla Analiz Edilmeleri ve Karşılaştırılmaları	35
5.4. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Belirlenmesi	36
5.5. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri İçin Yoğuşma Tahkikinin Yapılması ve Uygun Alternatiflerin Seçilmesi	37
BÖLÜM 6. UYGULAMA	
ÖNERİLEN YÖNTEMİN KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ İÇİN ENERJİ ETKİN BİNA KABUĞU DİZAYNINDA KULLANILACAK UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİ AMACIYLA UYGULANMASI	55
6.1. Isıtmanın İstendiğı ve İstenmediğı Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre İklİmsel Konfor Açısından Uygun Termofiziksel Özelliklerin Belirlenmesi	55
6.2. Isıtmanın İstendiğı ve İstenmediğı Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre İklİmsel Konfor Açısından Uygun Olarak Belirlenen Termofiziksel Özelliklerin Tanımladığı Kabuk Alternatiflerinin Isıtmanın İstendiğı ve İstenmediğı Dönemlerde Gösterdikleri Performansların Belirlenmesi	74
6.3. Isıtmanın İstendiğı ve İstenmediğı Dönemlere Ait Dış Dizayn Koşullarına Göre İklİmsel Konfor Açısından Uygun Olarak Belirlenen Kabuk Alternatiflerinin Isıtmanın İstendiğı ve İstenmediğı Dönemlerde Gösterdikleri Performansların Analiz Edilmesi ve Enerji Korunumu Açısından Termofiziksel Özelliklere İlişkin Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi	85
6.3.1. Yapma Isıtmanın ve İklİmlendirmenin İstendiğı Dönem Sürelerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması	86
6.3.2. Isıtma Yüğü Birim Maliyeti İle İklİmlendirme Yüğü Birim Maliyetinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması	88
6.3.3. Kaybedilen ve Kazanılan Isı Miktarları Değişim Grafiklerinin, Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi Amacıyla Analiz Edilmeleri, Karşılaştırılmaları ve Sonuçlar	88
6.4. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Belirlenmesi	116
6.5. Belirlenen Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri İçin Yoğuşma Tahkikinin Yapılması ve Uygun Alternatiflerin Seçilmesi	122

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	123
KAYNAKLAR	127
EKLER	129
ÖZGEÇMİŞ	134



ÖZET

Bu çalışmada sıcak iklim bölgelerinde enerji etkin kabuk elemanı dizaynında uygulanabilecek bir yaklaşım tanıtılmaktadır.

Yapılan çalışmada amaç, binalarda kullanılan yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin beraberinde getirdiği enerji harcamalarını minimuma indirebilmek için kabuk elemanlarının pasif sistem öğeleri olarak optimal performansa sahip olmalarının sağlanmasıdır. Bu nedenle enerji etkin kabuk elemanı dizaynında kullanılan yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinden kabuk elemanının yönlendiriliş durumu ve optik ve termofiziksel özellikleri bu amaç doğrultusunda incelenerek uygun "Değerler Kombinezonları" belirlenmektedir. Bu yaklaşım altı ana bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de, yapılan çalışmayla ilgili kısa bilgi verilerek, enerji etkin kabuk elemanı dizaynında etkili olan dizayn değişkenlerine ait ele alınan hedefler belirtilmektedir.

Bölüm 2'de, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi kullanımını zorunlu kılan faktörlerden başlıcası olan iklimsel konfor gereksinmesi incelenmektedir.

Bölüm 3'de, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunu zorunlu kılan faktörler kısaca açıklanmaktadır.

Bölüm 4'de, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda etkili olan fiziksel çevresel etkenler ve yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinden kabuk elemanının yönlendiriliş durumu ve optik ve termofiziksel özellikleri tanıtılmaktadır.

Bölüm 5'de, sıcak iklim bölgelerinde ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılabilecek yöntem açıklanmaktadır.

Bölüm 6'da ise 5. bölümde açıklanan yöntem Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) için enerji etkin bina kabuğu dizaynında kullanılabilecek değerlerin belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

Yöntemin uygulanması sonucunda hazırlanan grafik sistemler ve tablolar yardımıyla yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinden kabuk elemanının yönlendiriliş durumu ve optik ve termofiziksel özelliklerine ait uygun değerler kombinezonları belirlenmiştir.

SUMMARY

AN APPROACH FOR THE DESIGN OF THE ENERGY EFFICIENT BUILDING ENVELOPE FOR HOT REGIONS

In this study an approach which can be used in energy efficient building envelope design for hot regions is introduced. Building envelopes should be designed as optimum passive system elements which consume supplementary mechanical heating and climatization energy at the minimum level.

This study comprises six main chapters.

In chapter 1, a brief explanation related to energy efficient building envelope design is given.

In chapter 2, the main factors which make heating and climatization energy utilization compulsory (climatic comfort requirements) are examined.

In chapter 3, the factors which make energy conservation compulsory are shortly described.

In chapter 4, climatic factors effective on the determination of appropriate values of design parameters which are used in the definition of the building envelope as passive heating and climatization system element are classified.

The main climatic factors are;

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

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

- . orientation of building envelope,
- . thermophysical and solar radiation (optical) properties of the building envelope.

Orientation of building envelope is one of the most important factor affecting indoor climate as the solar radiation intensity on

the external surface of building elements varies with orientation.

Solar radiation properties of the building envelope are

- . absorptivity,
- . transmissivity,
- . reflectivity.

For opaque components transmissivity is not valid.

The main thermophysical properties of the building envelope are:

- . overall heat transfer coefficient and
- . transparency ratio.

In chapter 5, the method which can be used for the determination of the appropriate values of thermophysical properties for the hot regions from climatic comfort and energy economy standpoints, is introduced. The method consists of the following 5 main steps:

- o Determination of appropriate values of thermophysical properties for underheated and overheated periods separately from the climatic comfort standpoint.

- o Determination of the performances of the building envelope alternatives which have been defined as appropriate alternatives in achieving climatic comfort for each of the periods, by calculating hourly heat loss and heat gain amount per unit area of each alternative.

- o Comparison of the performances of the building envelope alternatives, which have been defined as appropriate alternatives in achieving climatic comfort for each of the periods, by basing on the heating and climatisation energy conservation in order to select appropriate values of thermophysical properties in respect to energy economy.

- o Development of the opaque component alternatives.

- o Evaluation of the opaque component alternatives from the standpoint of condensation risk.

1- Determination of appropriate values of thermophysical properties for underheated and overheated periods separately from the climatic comfort standpoint comprises the following sub-steps:

- Selection of the Design Days.

Instead of repeating calculations for each day of the underheated and overheated periods, it is convenient to choose a

representative design day for each of the periods. 21st of January and 21st of July are respectively the design days of underheated and overheated periods.

- Gathering Meteorological Data for the Design Days.

In order to predict the thermal behaviour of the building envelope, climatic variables, such as solar radiation data and variation of outdoor dry bulb temperature, should be taken into consideration under the "real sky" conditions.

- Selection of the Indoor Design Conditions.

It is known that inner surface temperature of a building envelope significantly affects the thermal comfort of occupants in a room.

The permissible limit value of inner surface temperature of a building envelope for each of the chosen design days can be estimated by using the following formulas:

$$t_{iyok} = t_i - \varepsilon \quad (\text{for underheated period})$$

$$t_{iyoy} = t_i + \varepsilon \quad (\text{for overheated period})$$

where

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

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

In order to determine the appropriate overall heat transfer coefficient value, it is necessary to choose the values of other design parameters, such as orientations, thermophysical properties of the transparent components in reference to window type, transparency ratios and the solar radiation properties of the opaque components.

- Calculation of Sol-Air Temperatures

Instead of analysing the effects of the solar radiation and the outdoor air temperature on the building envelope separately, it is recommended to use a fictitious temperature, called sol-air temperature, derived from the outdoor air temperature and the solar radiation. Sol-air temperatures for opaque and transparent components are calculated separately, because the solar radiation properties of opaque materials are different from those of transparent materials. Hourly values of sol-air temperatures influencing the opaque and transparent components are calculated in accordance with their solar radiation properties and orientations. Daily average values of sol-air temperatures for opaque and transparent components (t_{eog} and t_{ecg} , respectively) are the arithmetic mean of hourly values.

However, for overheated period, a high difference occurs between the average values of sol-air temperatures for day hours (24-hours) and for daylight hours because of the high solar radiation effect on the outer surface of the building envelope. Thus, thermo-physical properties, that will be determined according to daily average values, will be inadequate in achieving climatic comfort and energy economy.

Therefore, for overheated period, the average values of sol-air temperatures for daylight hours should be taken into consideration for the determination of the appropriate 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 transparency ratio should be equal to $(t_i - \epsilon)$ and $(t_i + \epsilon)$ for the design days of underheated and overheated periods respectively. This can be expressed by the following formulas:

$$t_{iyok} = t_{oigk}(1-x) + t_{cigk} \cdot x \quad (\text{for underheated period})$$

$$t_{iyoy} = t_{oi1y}(1-x) + t_{ci1y} \cdot x \quad (\text{for overheated period})$$

where

t_{iyok}, t_{iyoy} : the weighted average values of the inner surface temperatures of the building envelope for underheated and overheated periods, respectively, °C.

t_{oigk}, t_{oi1y} : the average values of inner surface temperatures of the opaque component for day hours (24-hours) of the design day of underheated period and for daylight hours of the design day of overheated period, respectively, °C.

t_{cigk}, t_{ci1y} : the average values of inner surface temperatures of the transparent component for day hours (24-hours) of the design day of underheated period and for daylight hours of the design day of overheated period, respectively, °C.

x : transparency ratio.

Since the types of the transparent components used in practice are limited by the available types of glass and frame, building designers may not have many alternatives for choosing the transparent component type. Therefore, it is recommended to select the type of the transparent component at the beginning of the design process and to calculate the inner surface temperature for the chosen type. Then, the permissible value of the inner surface temperature for the opaque component is determined in accordance with the inner surface temperature of the transparent component.

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

$$t_{ci} = t_i + [k_c(t_{ec} - t_i) - F_S \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y] / \alpha_i$$

where

- t_{ci} : hourly values of inner surface temperature for the transparent component, $^{\circ}\text{C}$.
 k_c : overall heat transfer coefficient of the transparent component, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $\text{W/m}^2\text{C}$.
 t_{ec} : sol-air temperature for the transparent component calculated for the design day, $^{\circ}\text{C}$.
 I_D, I_y : direct and diffuse solar radiation intensities on the transparent surface for the design day, respectively, $\text{kcal/m}^2\text{h}$, W/m^2 .
 τ_D, τ_y : transmissivity of the glass for direct and diffuse solar radiation, respectively.
 F_s : sunlit fraction of the transparent component surface.
 α_i : inner surface heat transfer coefficient, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $\text{W/m}^2\text{C}$.

The average values for day hours (24-hours) and daylight hours (t_{cig} and t_{ci1} , respectively) are the arithmetic means of the hourly values of inner surface temperatures for the hours taken into consideration.

After calculating the average values of inner surface temperatures of the transparent component for underheated and overheated periods, the permissible limit values of the inner surface temperatures of the opaque component for each of the period are determined as follows;

$$t_{oigk} = (t_{iyok} - t_{cigk} \cdot x) / (1 - x) \quad (\text{for underheated period})$$

$$t_{oi1y} = (t_{iyoy} - t_{ci1y} \cdot x) / (1 - x) \quad (\text{for overheated period})$$

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

The appropriate values of the overall heat transfer coefficient for underheated and overheated periods can be determined by using the following formulas:

$$k_{ok} = \frac{\alpha_i(t_i - t_{oigk})}{(t_i - t_{eogk})}$$

$$k_{oy} = \frac{\alpha_i(t_{oi1y} - t_i)}{(t_{eoiy} - t_i)}$$

where

- k_{ok}, k_{oy} : appropriate overall heat transfer coefficients of the opaque components for underheated and overheated periods, respectively, $^{\circ}\text{C}$.
 t_i : indoor air comfort temperature, $^{\circ}\text{C}$.
 α_i : inner surface heat transfer coefficient, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $\text{W/m}^2\text{C}$.

2- The performances of the building envelope alternatives, which have been defined as appropriate alternatives in achieving climatic comfort for each of the periods, can be determined by calculating hourly heat loss and heat gain amount per unit area of each alternative for underheated and overheated periods.

Hourly heat loss amounts per unit areas of building envelopes for underheated period can be calculated under steady state conditions by using the following equations:

$$q_{kk} = k_o(t_{ik} - t_{eogk})(1 - x_k) + k_c(t_{ik} - t_{ecgk}) \cdot x_k$$

$$q_{yk} = k_o(t_{ik} - t_{eogk})(1 - x_y) + k_c(t_{ik} - t_{ecgk}) \cdot x_y$$

where

- q_{kk}, q_{yk} : hourly heat loss amounts per unit areas of building envelopes which have been determined for the underheated and overheated periods, respectively, $\text{kcal/m}^2\text{h}$, W/m^2 .
- k_o, k_c : overall heat transfer coefficients of opaque and transparent components, respectively, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $\text{W/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$.
- t_{ik} : indoor air temperature, 22°C (for underheated period)
- t_{eogk}, t_{ecgk} : daily average sol-air temperatures of opaque and transparent components, respectively, for the design day of underheated period, $^\circ\text{C}$.
- x_k, x_y : required transparency ratios for underheated and overheated periods, respectively, by basing on the heat transfer coefficient of opaque component taken into consideration.

And, hourly heat gain amount per unit area of each alternative for overheated period can be calculated under steady state conditions by means of the following equations;

$$q_{ky} = k_o(t_{eoy} - t_{iy})(1 - x_k) + k_c(t_{eciy} - t_{iy}) \cdot x_k$$

$$q_{yy} = k_o(t_{eoy} - t_{iy})(1 - x_y) + k_c(t_{eciy} - t_{iy}) \cdot x_y$$

where

- q_{ky}, q_{yy} : hourly heat gain amounts per unit areas of building envelopes which have been determined for the underheated and overheated periods, respectively, $\text{kcal/m}^2\text{h}$, W/m^2 .
- t_{eoy}, t_{eciy} : the average sol-air temperatures of the opaque and transparent components, respectively, for daylight hours of the design day of the overheated period, $^\circ\text{C}$.
- t_{iy} : indoor air temperature, 25°C (for overheated period).

After the calculation processes, the variation graphics of hourly heat loss and heat gain per unit area are prepared separately for each combination of window type and opaque component absorptivity.

3- Building envelope alternatives, which have been defined as appropriate alternatives for each of the periods, are compared by basing on the heating and climatization energy conservation in order

to select the appropriate values for thermophysical properties of building envelope. These values define building envelope which performs at the optimum level from the energy economy standpoint.

The main criterion, which is used in selecting the appropriate values for each combination of window type, opaque component absorptivity and orientation, is given below;

"The building envelope that provides minimum heating and climatisation energy expenditure and minimum energy cost through a year, is qualified as the most appropriate one."

The sub-criteria used in selecting the optimum values are as follows:

- . Same opaque component detail should be applied to all the facades of the building because of the application simplicity.
- . Different opaque component details can be applied to each facade of the building.
- . Transparency ratio should be equal to 20% or greater than 20% in order to satisfy human needs for visual communication with the outside world.

4- Opaque component alternatives are developed by basing on the chosen k_0 and transparency ratio.

5- For all of the opaque component alternatives which have been developed, the condensation risk must be examined.

As the result of these calculations and evaluations, combinations of appropriate values for the thermophysical properties that define building envelope which performs at the optimum level in achieving climatic comfort, energy economy and elimination of the condensation risk, can be determined.

In chapter 6, the method, described in previous chapter is applied for Turkish Republic of Northern Cyprus (a hot-humid region), in order to determine the optimum values for thermophysical properties of the building envelope.

Finally, as the results of this thesis study, some graphic systems and tables are prepared. These graphic systems and tables include the combinations of appropriate values for thermophysical properties and opaque component details and provide architects great simplicity in the selection of appropriate building envelope.

BÖLÜM I. GİRİŞ

Binalarda yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanılması, enerji harcamalarında önemli rol oynamaktadırlar.

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarını minimum düzeyde tutmak kabuk elemanlarını enerji etkin olarak, diğer bir deyişle pasif ısıtma ve iklimlendirme sistem ögeleri olarak doğru bir şekilde tasarlamakla olanaklıdır.

Bu çalışmada, sıcak iklim bölgelerinde enerji etkin kabuk elemanı dizaynında kullanılabilecek ve enerji korunumu sürecinde etkili olan kabuk elemanının

- . yönlendiriliş durumu ve
- . optik ve termofiziksel özellikleri

gibi dizayn değişkenlerine ait uygun değerler kombinezonlarının belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından uygun dizayn değişkenleri değerleri kombinezonlarının belirlenmesinde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) pilot bölge olarak ele alınmış ve elde edilen sonuçlar, mimarlar tarafından kolaylıkla kullanılabilir duruma getirilmesi amacıyla, enerji korunumu yönetmeliği formatında derlenmişlerdir.

BÖLÜM 2. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KULLANIMINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

Enerji kullanımını zorunlu kılan faktörlerden başlıcası iklimsel konfor gereksinmesidir.

İç çevre söz konusu olduğunda, konfor durumunu, fizyolojik açıdan insanın iklimsel çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu iklimsel koşullar kombinezonu olarak tanımlamak olanaklıdır. Bina içinde konfor koşullarının gerçekleştiği durumlarda insanın fizyolojik, fiziksel ve zihinsel performansı maksimum düzeye ulaşır.

İklimsel konfor koşulları,

- . İç çevre için iklimsel konfor standartlarının saptanmasına,
 - . İklimsel açıdan konforlu olması ve enerji tüketiminde minimizasyon sağlaması öngörülen binalar için önerilebilecek dizayn kriterlerine ve
 - . Binaların 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 optimal iç 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 dizaynlanması sürecinin başlangıç aşamasını oluşturmalıdır [1, s.2.1].

2.1. İKLİMSEL KONFOR GEREKSİNİMİ

- . Hava sıcaklığı,
- . Yüzey sıcaklıkları,
- . Nemlilik,
- . Hava hareketi

gibi iklim elemanları iç iklim durumunun bileşenleridir. İklimsel konfor koşulları olarak, bu bileşenlerin yalnız belirli sınırlar arasında kalan değerleri geçerlidir (Şekil 2.1) [2, s.650].

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. Diğer bir deyişle bu koşullar insan sisteminin girdileridir. Bu koşulların ulaştığı değerlere bağlı olarak, insan iklimsel çevreye karşı fizyolojik ve duygusal tepkiler göstermekte ve insan performansı belirli düzeylere erişmektedir. Dolayısıyla, fizyolojik ve duygusal tepkiler ve insan performansı, belirli iklimsel etkiler altında işlevini yerine getiren insan sisteminin çıktıları olarak da nitelenebilirler. Fizyolojik tepkiler ve insan performansı objektif, duygusal tepkiler ise subjektif olarak ölçülebilen faktörlerdir. 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 kalması durumunun sağlandığı ve
- . İnsan performansının maksimize edildiği

iklimsel kombinezonlar, insan sistemi için optimal iklimsel girdiler olmaları nedeniyle, optimal iç iklimsel durum veya iklimsel konfor durumu olarak belirlenirler [1, s.2.2].

Optimal iç iklimsel durum, 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 performanslarının değerlendirilmesinde ve bu sistemlerin dizaynlanması sürecinde uygun sistem çözümlerinin seçiminde veya dizayn değişkenleri için uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılan kriterlere temel teşkil ederler. Bu nedenle, iç iklim durumuna ilişkin dizayn değerleri olarak alınır.

Sonuç olarak, iklimsel konfor koşullarının;

- . İnsan sistemi,
- . İç çevre iklim durumu,
- . Pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi,
- . Pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi dizaynlama süreci ile olan dörtlü ilişkisinden ötürü pasif ısıtma ve iklimlendirme sürecinde bağlayıcı bir karakter gösterdikleri vurgulanabilir [3, s.11].

Ancak iklimsel konfor koşulları, insan veya kullanıcıyı tanımlayan eylem türü ve giyeceklerin termal direnci gibi niteliklere bağlı olarak değişkenlik gösterirler. Bu nedenle, bina içinde sağlanması öngörülen iklimsel konfor koşullarının saptanabilmesi açısından, kullanıcının tanımlanması gerekli olmaktadır. Bina, tanımlı yapılan belirli bir kullanıcı grubu için optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak işlev görecektir. Mimarlık, şehircilik ve mühendislik çalışmalarında, iklimsel konfor koşullarının niceliksel anlamını çoğunlukla grafik sistemlerle yapılmaktadır. Bu grafik sistemlerin kurulmasında, hava sıcaklığı, hava nemliliği, yüzey sıcaklığı (veya ortalama radyant sıcaklık) ve hava hareketi hızı gibi iç iklim elemanları gibi değişkenler kullanılmaktadır.

Dolayısıyla bu adımda mimara düşen görev, daha önce belirlenen kullanıcı nitelikleri ve eylem türüne en uygun düşen konfor grafiğinin seçimidir.

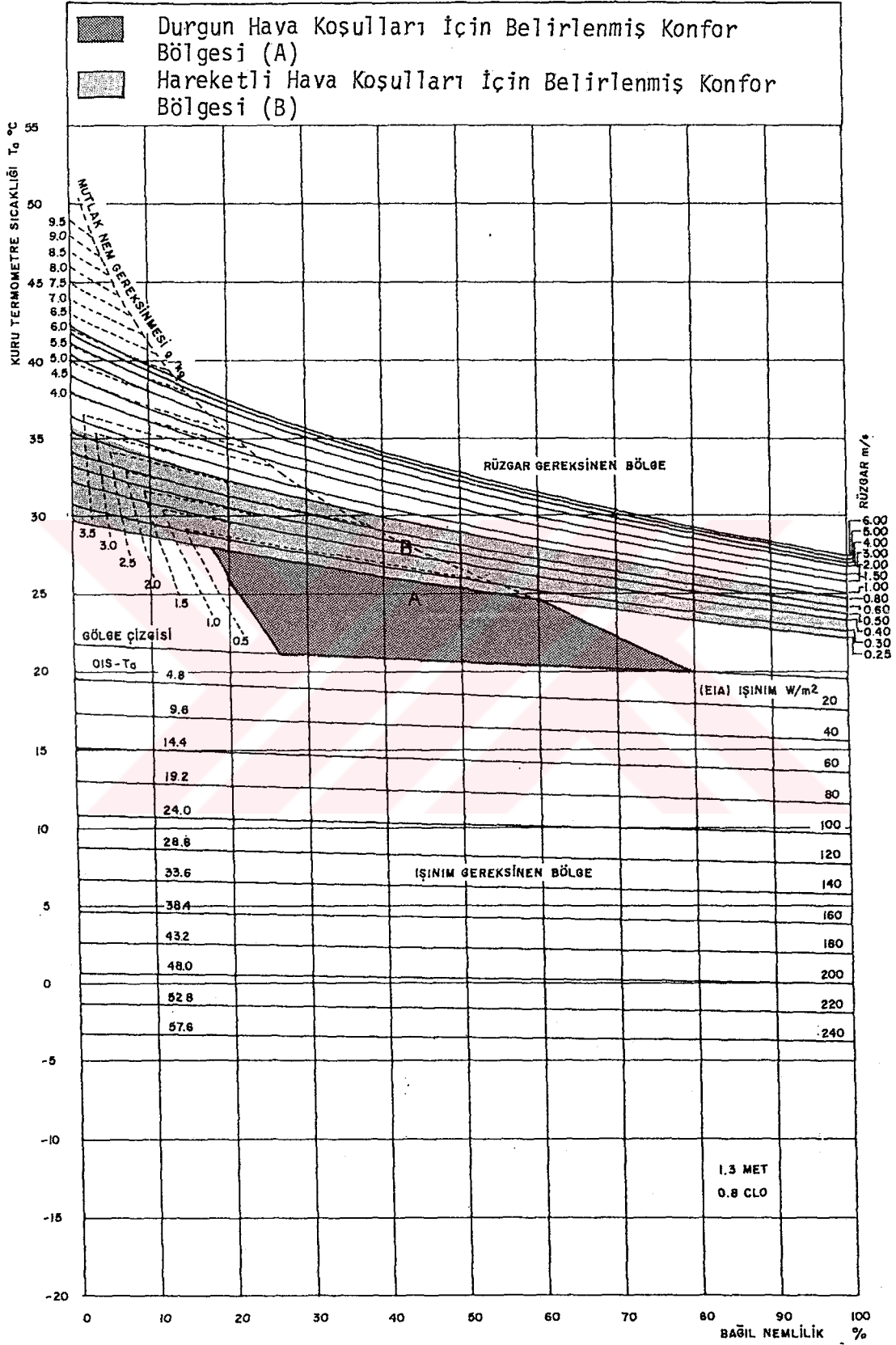
Şekil 2.1'de bioklimatik konfor grafiğinde bu grafik sistemlere bir örnek verilmiştir. Bu grafikte, insanın giysisi 0.8 clo birimlik ve eylem türü de 1.3 MET'lik bir standartta kabul edilmiştir. Bu eylem düzeyi ve standart en düşük "Yaşama Eylemi" (Living Activity) olarak tanımlanmıştır [1, s.2.2-2.3].

Koordinatlar olarak bağıl nemlilik ve kuru termometre sıcaklıklarının kullanılmasıyla hazırlanan grafikte en önemli öge gölge çizgisidir. Görüldüğü gibi, konfor grafiği gölge çizgisi tarafından iki ana gereksinme bölgesine ayırmaktadır. Gölge çizgisinin altında kalan bölge içinde yer alan iklimsel kombinezonlar, düşük hava sıcaklığı etkisinin karşılanabilmesi için güneş ısınımıyla pasif ısıtma ve yapma ısıtma gereksinmelerini belirlerler. Gölge çizgisinin üzerinde ise gerek durgun ve gerekse hareketli hava koşulları için belirlenmiş konfor bölgeleri yer almaktadır (A ve B bölgesi) [3, s.12-13]. Böylelikle belirlenen gereksinmelere göre gölge çizgisi altındaki bölge hacim içerisinde "Isıtmanın istendiği dönem" ve bu çizginin üzerindeki bölge de hacim içerisinde "Isıtmanın istenmediği dönem" koşullarını ortaya koymaktadır [1, s.2.2-2.3].

İç rüzgar gereksinmesinin 0.8 m/sn değerini aştığı koşullarda, iklimsel konfor durumunu yapma iklimlendirme ile sağlamak zorunluluğu söz konusudur. Ancak iç çevrede, üst sınır değeri 0.8 m/sn'nin altında kalan hızdaki iç rüzgarın (hava hareketinin) gerçekleşmesini sağlayacak dış rüzgar hızının var olduğu koşullarda doğal vantilasyon ile konfor durumunu sağlamak olanaklıdır. Dış rüzgar hızının gereksinme duyulan iç rüzgar hızını sağlamak açısından yetersiz olduğu durumlarda da yapma iklimlendirmeye yönelmenin gerekliliği açıktır.

Dolayısıyla, binalarda enerji kullanımını zorunlu kılan nedenlerin bir bölümünü, iklimsel konfor durumunun gerçekleştirilebilmesi amacıyla, binaların yılın belirli dönemlerinde yapma olarak ısıtılma ve iklimlendirilmeleri oluşturmaktadır.

Ancak binalarda, yapma ısıtma ve iklimlendirmeye gereksinme duyulan dönemlerin kısaltılabilmesi, bu dönemlerde belirlenecek ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin (ve de dolayısıyla yapma enerji kullanımının) azaltılması, binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak doğru dizaynlanması ile olanaklıdır [1, s.2.5].



Şekil 2.1. Bioklimatik Grafik

BÖLÜM 3. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMUNU ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

Nüfus artışı ve günümüzde kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açılarından öneminin anlaşılması nedenleriyle ısıtma ve iklimlendirme enerjisi gereksinmesinde görülen artışa karşın

- . Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının (kömür, petrol...) azalması ve dolayısıyla bu tür kaynakların maliyetinin artması,
- . Yapma ısıtma ve iklimlendirme süreci sonunda, dış havaya atılan kirleticilerin insan sağlığını bozan düzeye ulaşması,
- . Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin yükleyeceği maliyet,

yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu zorunluluk karşısında, çevre kirletmeyen ve üretim maliyeti minimum olan doğal enerji kaynaklarının kullanımı yeğlenmelidir.

Bu nedenlerle, özellikle

- . Güneş ışıınımı 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 düşünülmelidirler [1, s.3.1].

BÖLÜM 4. ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMUNDA ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER

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

Birinci grupta dış iklim koşulları gibi fiziksel çevresel etkenler, ikinci grupta ise yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenleri yer almaktadır [1, s.4.1].

4.1. FİZİKSEL ÇEVRESEL ETKENLER

Bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanları, iklimsel konforu etkileyen ve enerji korunumu sürecinde etkili olan fiziksel çevresel etkenler olarak ele alınabilir. Bunlar,

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

Bina dışı çevredeki iklim elemanlarının etkilerine bağlı olarak herhangi bir binanın içerisinde iklimsel konforun ek yapma enerji sistemlerine en az gereksinme duyularak gerçekleştirilebilmesi için, mimarın denetiminde olan değişkenlerin, diğer bir deyişle yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinin uygun değerlere sahip olmaları gerekmektedir [4, s.10-11].

Dış çevrede süregelen iklim durumu hava sıcaklığı, güneş ışıınımı, have nemliliği ve rüzgar gibi iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir. Dolayısıyla dış iklim durumu bu elemanlar aracılığıyla tanımlanır. Binalar, dış çevrede belirli iklim durumunun geçerli olduğu koşullarda pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak işlev görmek zorundadırlar. Dolayısıyla binalar, dış iklim koşullarının ulaştığı değerlere bağlı kalınarak pasif ısıtma ve

iklimlendirme sistemleri olarak dizaynlanmalıdırlar. Dış iklim koşulları yörelere göre değişim gösterdiklerinden, optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerini tanımlayan dizayn değişkenlerine ait değerler de yörelere göre değişim göstermelidirler.

4.2. YAPMA ÇEVREYE İLİŞKİN DİZAYN DEĞİŞKENLERİ

Bu çalışmada ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumunda rol oynayan yapma çevreye ilişkin başlıca dizayn değişkenleri olarak,

- . Kabuk elemanının yönlendiriliş durumu,
 - . Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri
- ele alınmıştır.

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 bir niteliğe sahiptirler. Bu niteliklerinden ötürü, sözkonusu değişkenler binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar. Binaların enerji etkin olarak dizaynlanmaları bu değişkenler için önerilecek uygun değerler aracılığıyla yapılabilir [1, s.4.2].

4.2.1. Kabuk Elemanının Yönlendiriliş Durumu

Güneş ışıınımı ve rüzgar gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterirler. Güneş ışıınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi yön (veya kabuk elemanlarının yönlendiriliş durumu)'e göre değişir ve dolayısıyla bu değişken aracılığıyla, iklimsel konfor gereksinmelerine bağlı olarak optimize edilebilirler.

Ayrıca, kabuk elemanlarının yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak iç mekanı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışıınımı yegınlığı ve dolayısıyla kabuğun birim alanından geçen ısı miktarı değişkenlik gösterir [3, s.106].

4.2.2. Bina Dış Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri

Pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, kabuğun

- . Güneş ışınoımına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ), yansıtıcılık (r) gibi optik ve
- . Toplam ısı geçirme katsayısı (k), saydamlık oranı (x) gibi ana termofiziksel

özellikleri ile yapılmaktadır. Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri şöyle tanımlanabilir.

Kabuğun güneş ışınoımına 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,

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

Bilindiği gibi, toplam ısı geçirme katsayısı 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.

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

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

Termofiziksel özelliklerin uygun değerlerinin belirlenmesinde, yöne göre değişim gösteren güneş ışıınımı yeğınliklerine dayanıldığından, sözkonusu uygun değerlerin de yönlere bağılı olarak değışkenlik göstereceğı açıktır [1, s.4.2-4.3].



BÖLÜM 5. SICAK İKLİM BÖLGELERİNDE ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMU AÇISINDAN BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM

Sıcak iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerin sürelerinin birbirine oldukça yakın olması nedeniyle kabuğun daha doğru ve dikkatli dizaynlanabilmesi açısından ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre iklimsel konforu sağlayacak bina kabuğuna ilişkin termofiziksel özellikler belirlenmeli ve bu özelliklerin tanımladığı kabuk alternatifleri içinden enerji korunumu açısından en uygun olanlar seçilmelidir.

Bu ilkeler ışığında, sıcak iklim bölgeleri için bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin hem iklimsel konfor hem de enerji korunumu açısından uygun değerler kombinezonlarının belirlenmesi amacıyla geliştirilen yöntemin içerdiği adımlar aşağıdaki gibidir:

- . Bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin iklimsel konfor açısından uygun değerler kombinezonlarının hem ısıtmanın istendiği dönem hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre ayrı ayrı belirlenmesi,
- . Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre iklimsel konfor açısından uygun olarak belirlenen termofiziksel özelliklerin tanımladığı kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde gerçekleştirdikleri performansların, birim alanlarından kaybedilen ve kazanılan ısı miktarlarına dayandırılarak belirlenmesi,
- . Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre iklimsel konfor açısından uygun olarak belirlenen termofiziksel özelliklerin tanımladığı kabuk elemanlarının ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından karşılaştırılmaları ve enerji ekonomisi açısından uygun değerler kombinezonlarının seçilmesi,

- . Opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinin belirlenmesi,
- . Opak bileşen katmanlaşma alternatifleri için yoğunlaşma tahkikinin yapılması ve uygun alternatiflerin seçilmesi.

5.1. BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN İKLİMSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN DEĞERLER KOMBİNEZONLARININ ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE BELİRLENMESİ [5, s.2.2-2.9]

Bina kabuğunun enerji korunumunda etkili olan ve bir yönetme-likle kontrol edilmesi öncelikle uygun bulunan termofiziksel özellik-leri; 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 ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından optimal performans gösteren bina kabuğunun belirlenmesinde izlenecek yol; öncelikle saydam bileşeni oluşturan cam ve doğrama türünün seçilmesi, seçilen saydam bileşen türünün opak ve termofiziksel özelliklerine, saydamlık oranına ve kabuk elemanının baktığı yöne bağlı olarak opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının izin verilebilir maksimum değerinin belirlenmesidir.

Kapalı bir mekanda iç yüzey sıcaklıkları, iklimsel konfor ve enerji ekonomisi 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:

I. Dizayn Günlerinin Seçilmesi:

Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemleri karakterize eden dizayn günleri seçilmeli ve hesaplamalar bu günlere ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır. Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden gün 21 Ocak, ısıtmanın istenmediği dönemi karakterize eden gün ise 21 Temmuz'dur.

II. Dış Dizayn Koşullarının Belirlenmesi:

Seçilen dizayn günleri için güneş ışınımı, 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.

III. İç Dizayn Koşullarının Seçilmesi:

İklimsel konfor açısından bir hacimdeki iç yüzey sıcaklıkları iç hava sıcaklığı kadar önemlidir. Kabuk iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından belirli bir değere sahip olması gerektiği bilinmektedir.

Isıtmanın istendiği dönem için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri,

$$t_{iyok} = t_i - \epsilon \quad (5.1)$$

bağıntısıyla, ısıtmanın istenmediği dönem için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından sınır değeri ise,

$$t_{iyoy} = t_i + \epsilon \quad (5.2)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

t_{iyok}, t_{iyoy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

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

ϵ : iklimsel konfor açısından bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, 3°C [6, s.298]

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

Bu adımda, kabuk elemanlarının baktırılabilceği yönlerin, ka-
buğun saydamlık oranının değişim alan ve aralıklarının, pencere doğ-
raması ve cam türünün ve opak bileşenlerin renklerine bağı olarak
yutuculuk katsayılarının seçilmesi gerekir.

V. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması:

Binayı etkileyen sıcaklık, sadece bina dışı çevre kuru termo-
metre sıcaklığı değildir. Genellikle gündüz saatleri için söz konusu
olabilecek, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileri, dış dizayn sı-
caklığı olarak sol-air sıcaklıkların kullanılmasıyla birleşik olarak
ele alınmaktadır. Sol-air sıcaklıkların değerleri, hava sıcaklığı ve
güneş ışıınımı yeğlilikleri yanı sıra, kabuk bileşenin optik özellikle-
rine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayı-
sına da (k_c) bağıdır. Kabuk elemanının (veya elemanı oluşturan opak
ve saydam bileşenlerin) optik özelliklerinin seçimi mimara bırakıldı-
ğından sol-air sıcaklıklar bir ölçüde mimarın kontrolu altındadırlar.

Güneş ışıınımı yeğliliğinin yöne göre değişim göstermesi nede-
niyle, kabuk bileşenlerini etkileyen sol air sıcaklıklar da, bileşe-
nin yönlendiriliş durumuna (veya baktığı yöne) bağı olarak değişken-
lik göstermektedir. Dolayısıyla, iç dizayn sıcaklıkları olarak kon-
for sıcaklıklarının alındığı koşullarda

iç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın konforsuzluk ya-
ratmayacak sınırlar arasında tutulabilmesi

açısından, sol-air sıcaklıklara bağı olarak belirlenecek uygun ter-
mofiziksel özelliklerin de yönlerle göre değişim göstereceği açıktır.
Opak ve saydam kabuk bileşenlerinin güneş ışıınımına karşı davranışla-
rı farklı olduğundan bu bileşenleri etkileyen sol-air sıcaklıklar ay-
rı ayrı hesaplanmalıdır.

a- Opak Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması:

Opak bileşenin yüzeyini, güneş ışıınımı yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir [7, s.25.4], [8, s.342], [9].

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_T \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (5.3)$$

Burada,

t_d : dış hava sıcaklığı, °C

I_T : opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınımı şiddeti, W/m^2 , $kcal/m^2h^\circ C$

Toplam güneş ışıınımı şiddeti, direkt ve yaygın ışıınım şiddetlerinin toplamına eşittir. Bileşenin gölgede olduğu durumlar için ise, direkt ışıınımın değeri sıfır olarak alınacaktır.

a_o : opak bileşenin güneş ışıınımına karşı yutuculuğu, boyutsuz.

α_d : dış yüzeysel ısı iletim katsayısı, $kcal/m^2h^\circ C$.

Günlük ortalama sol-air sıcaklık ise aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanır [7, s.25.4].

$$t_{eog} = \left(\sum_{i=1}^{24} (t_{eo})_i \right) / 24 \quad (5.4)$$

Ancak sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istenmediği dönemde, güneş ışıınımının var olduğu saatlerde (gündüz saatleri) güneş ışıınımı şiddetinin oldukça yüksek düzeyde olmasından ötürü, bu saatlerde kabuk bileşenlerini etkileyen sol-air sıcaklıklarla güneş ışıınımının var olmadığı saatlerdeki (gece saatleri) sol-air sıcaklıklar arasında büyük farklar oluşmaktadır. Dolayısıyla günlük ortalama sol-air sıcaklık değerleri ile ışıınımlı saatlerdeki sol-air sıcaklık değerleri arasında da büyük farklar oluşmaktadır. Bu nedenle, opak bileşenleri etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenecek termofiziksel özelliklerin tanımlayacağı kabuk elemanları ışıınımlı saatlerde (özellikle öğle saatlerinde) iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından yetersiz kalacağından, ısıtmanın istenmediği dönemde iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından uygun

termofiziksel özellikler "gündüz saatleri ortalama değerleri" ele alınarak belirlenecektir.

Gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklıklar hesap yapılan ışıınımlı saatlerdeki sıcaklıkların aritmetik ortalaması olup, aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir.

$$t_{e01} = \left(\sum_{i=j}^k (t_{e01}) \right) / n \quad (5.5)$$

j : ele alınan dizayn gününde güneşin doğduğu saat

k : ele alınan dizayn gününde güneşin battığı saat

n : ışıınımlı alan saatler sayısı

b- Saydam Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması:

Saydam bileşenin tek cam veya çift cam tabakasından oluşması durumuna göre, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir [10, s.75-91].

$$t_{ecI} = t_d + I_d \left(\frac{a_d}{\alpha_d} + \frac{\tau_{dI}}{k_{cI}} \right) + I_y \left(\frac{a_y}{\alpha_d} + \frac{\tau_{yI}}{k_{cI}} \right) \quad (5.6)$$

$$t_{ecII} = t_d + I_D \left[\frac{\tau_{12D}}{k_{cII}} + \frac{a_{dD}}{\alpha_d} + a_{iD} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] + I_y \left[\frac{\tau_{12y}}{k_{cII}} + \frac{a_{dy}}{\alpha_d} + a_{iy} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] \quad (5.7)$$

t_{ecI}, t_{ecII} : 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) ışıınımlı yeğınlıkleler, kcal/m²h

k_{cI}, k_{cII} : saydam bileşenin sırasıyla tek ve çift camlı olması durumlarında toplam ısı geçirme katsayısı, kcal/m²h°C

α_d : dış yüzeyse1 ısı iletim katsayısı, kcal/m²h°C

- α_s : çift cam tabaka arasındaki havanın kondüktansı, kcal/m²h°C
- a_D, a_y : tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışınoımına karşı yutuculuğu, boyutsuz
- τ_D, τ_y : tek cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışınoımına karşı geçirgenliği, boyutsuz
- τ_{12D}, τ_{12y} : çift cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ışınoımına karşı geçirgenliği, boyutsuz
- a_{dD}, a_{dy} : çift tabakalı camda, dıştaki tabakanın direkt ve yaygın ışınoıma karşı yutuculuklarının içteki tabakadan etkileneerek aldıkları değlerler, boyutsuz
- a_{iD}, a_{iy} : Çift tabakalı camda, içteki tabakanın direkt ve yaygın ışınoıma karşı yutuculuklarının dıştaki tabakadan etkilenerek aldıkları değlerler, boyutsuz.

Günlük ortalama sol-air sıcaklık ve gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık ise, opak bileşenler için yapılan hesaplamalara benzer olarak aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanır.

$$t_{ecg} = \left(\sum_{i=1}^{24} (t_{ec})_i \right) / 24 \quad (5.8)$$

$$t_{ec1} = \left(\sum_{i=j}^k (t_{ec})_i \right) / n \quad (5.9)$$

t_{ecg}, t_{ec1} : sırasıyla saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama ve gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklıklar, °C

j : ele alınan dizayn gününde güneşin doğduğu saat

k : ele alınan dizayn gününde güneşin battığı saat

n : ışınoımlı saatler sayısı.

Bilindiği gibi sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışınoımının var olduğu saatlerde (gündüz saatleri) saydam kabuk bileşenlerini etkileyen sol-air sıcaklıklarla, güneş ışınoımının var olmadığı saatlerdeki (gece saatleri) sol-air sıcaklıklar arasında büyük farklar oluşmaktadır. Bu nedenle, günlük ortalama sol-air sıcaklık değlerleri ile ışınoımlı saatlerdeki sol-air sıcaklık değlerleri arasında da büyük farklar oluşmasından ötürü, saydam bileşenleri etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenecek termofiziksel özelliklerin tanımlayacağı kabuk elemanları

iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından yetersiz kalacağından, ısıtmanın istenmediği dönemde uygun termofiziksel özellikler gündüz saatleri için ortalama değerler ele alınarak belirlenirler.

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

Bina kabuğu, opak ve saydam bileşenlerden oluştuğuna göre, bu bileşenlerin ısıtmanın istendiği dönemde günlük ortalama iç yüzey sıcaklıkları, saydamlık oranına bağlı olarak

$$t_{iyok} = t_{oigk} (1-x) + t_{cigk} \cdot x \quad (5.10)$$

bağıntısını gerçekleştirecek değerlerde olmalıdır.

t_{iyok} : ısıtmanın istendiği dönemde kabuk elemanına ait ağırlıklı ortalama iç yüzey sıcaklığı (günlük ortalama), °C

(Bu bağıntıda yer alan t_{iyok} değişkenine ait değer opak ve saydam bileşenlerden oluşan kabuk elemanına ait konfor koşulu olarak verilen iç yüzey sıcaklığıdır ve III. adımda belirlenmiştir.)

t_{oigk} : ısıtmanın istendiği dönemde opak bileşenin iklimsel konfor açısından izin verilebilir günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C

t_{cigk} : ısıtmanın istendiği dönemde saydam bileşenin günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C

Isıtmanın istenmediği dönemde uygun termofiziksel özellikler gündüz saatleri için ortalama değerlere bağlı olarak belirlendiğinden, bu dönemde opak ve saydam bileşenlerin gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklıkları aşağıdaki bağıntıyı gerçekleştirecek değerlerde olmalıdır.

$$t_{iyoy} = t_{oiyy} (1-x) + t_{ciyy} \cdot x \quad (5.11)$$

t_{iyoy} : ısıtmanın istenmediği dönemde kabuk elemanına ait ağırlıklı ortalama iç yüzey sıcaklığı (gündüz saatleri için ortalama), °C

(Bu bağıntıda yer alan t_{iyoy} değişkenine ait değer III. adımda belirlenmiştir.)

t_{o1y} : ısıtmanın istenmediği dönemde opak bileşenin iklimsel konfor açısından izin verilebilir gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$

t_{ci1y} : ısıtmanın istenmediği dönemde saydam bileşenin gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$

Saydam bileşenler için gözönünde bulundurulabilecek seçenek sayısı sınırlı olduğundan, önce saydam bileşen türü belirlenerek bu bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları (t_{ci1g} , t_{ci1y}) hesaplanmalı, ve buna bağlı olarak opak bileşenler için izin verilebilen iç yüzey sıcaklığı sınır değeri (t_{o1g} , t_{o1y}) belirlenmelidir.

Ele alınan bir saatte saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları cam türüne bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir*.

$$t_{ci} = t_i + [k_c(t_{ec} - t_i) - (F_s \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y)] / \alpha_i \quad (5.12)$$

t_{ci} : saydam bileşenin herhangi bir andaki iç yüzey sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$

k_c : saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

I_D, I_y : saydam bileşeni ele alınan anda etkileyen direkt ve yaygın güneş ışıınımı yoğunlukları, $\text{kcal/m}^2\text{h}$

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

F_s : camın engeller tarafından gölgelenmemiş alanının tüm cam alanına oranı

α_i : iç yüzey ısı iletkenlik katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, $^{\circ}\text{C}$

t_{ec} : saydam bileşeni ele alınan saatte etkileyen sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

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

$$q_c = k_c (t_{ec} - t_i) \quad [3, \text{s.99}]$$

$$q_c = \alpha_i (t_{ci} - t_i) + F_s \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y \quad [8, \text{s.338-339}]$$

bağıntıların sağ tarafları birbirine eşitlenir ve t_{ci} 'ni belirleyecek şekilde düzenlenirlerse (5.12) eşitliği elde edilir.

Saydam bileşenin günlük ortalama ve gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklıkları hesap yapılan saatlerdeki sıcaklıkların ortalamaları olup aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanır.

$$t_{cig} = \left(\sum_{i=1}^{24} (t_{ci})_i \right) / 24 \quad (5.13)$$

$$t_{ci1} = \left(\sum_{i=j}^k (t_{ci})_i \right) / n \quad (5.14)$$

t_{cig}, t_{ci1} : sırasıyla saydam bileşenin günlük ortalama ve gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklıkları, °C

j : ele alınan dizayn gününde güneşin doğduğu saat

k : ele alınan dizayn gününde güneşin battığı saat

n : ışınlı saatler sayısı.

Seçilen saydam bileşen türüne göre, saydam bileşen iç yüzey sıcaklıklarının ısıtmanın istendiği döneme ait dizayn gününe (21 Ocak) ilişkin günlük ortalama değerleri ve ısıtmanın istenmediği döneme ait dizayn gününe (21 Temmuz) ilişkin gündüz saatleri için ortalama değerleri yukarıda verilen bağıntılar yardımıyla hesaplandıktan sonra, opak bileşenlerin ısıtmanın istendiği dönemde günlük ortalama ve ısıtmanın istenmediği dönemde gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklıklarının iklimsel konfor açısından izin verilebilen sınır değerleri seçilen saydamlık oranına da dayandırılarak aşağıdaki bağıntılar aracılığıyla hesaplanabilir.

$$t_{oigk} = (t_{iyok} - t_{cigk} \cdot x) / (1 - x) \quad (\text{ısıtmanın istendiği dönem}) \quad (5.15)$$

$$t_{oi1y} = (t_{iyoy} - t_{ci1y} \cdot x) / (1 - x) \quad (\text{ısıtmanın istenmediği dönem}) \quad (5.16)$$

$$t_{iyok} = t_i - \epsilon$$

$$t_{iyoy} = t_i + \epsilon \quad (\epsilon = 3^\circ\text{C}) \quad [6, \text{s.298}]$$

VII. Opak Bileşenin İstenen Toplam Isı Geçirme Katsayısının Belirlenmesi:

Isıtmanın istendiği dönemde opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı, iklimsel konfor açısından izin verilebilir opak bileşen günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı ve günlük ortalama sol-air sıcaklığına bağlı olarak

$$k_{ok} = \frac{\alpha_i (t_i - t_{oigk})}{(t_i - t_{eogk})} \quad (5.17)$$

bağıntısıyla, ısıtmanın istenmediği dönemde ise, iklimsel konfor açısından izin verilebilir opak bileşen gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklığı ve gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklığına bağlı olarak

$$k_{oy} = \frac{\alpha_i (t_{oiiy} - t_i)}{(t_{eoiy} - t_i)} \quad (5.18)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

k_{ok}, k_{oy} : opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının sırasıyla ısıtmanın istendiği dönemde ve ısıtmanın istenmediği dönemde iklimsel konfor açısından izin verilebilir maksimum değeri, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

t_{oigk}, t_{oiiy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği dönemde opak bileşenin iklimsel konfor açısından izin verilebilir günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı ve ısıtmanın istenmediği dönemde opak bileşenin iklimsel konfor açısından izin verilebilir gündüz saatleri için ortalama iç yüzey sıcaklığı, $^\circ\text{C}$

t_{eogk}, t_{eoiy} : ele alınan yönlendiriliş durumunda opak bileşeni sırasıyla ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününde etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık ve ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününde etkileyen gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık, $^\circ\text{C}$

5.2. ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE İKLİMSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN OLARAK BELİRLENEN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİN TANIMLADIĞI KABUK ALTERNATİFLERİNİN ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERDE GERÇEKLEŞTİRDİKLERİ PERFORMANSLARIN BELİRLENMESİ

Bölüm 5.1'de açıklanan yöntemin uygulanması sonucunda ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin değerler kombinezonları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin değerler kombinezonlarının farklılık gösterecekleri açıktır (Bkz. Bölüm 6.2, Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9). Bu şekillerde de görüldüğü gibi aynı pencere türü, opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu kombinezonu için opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) sabit tutulduğunda, ısıtmanın istendiği dönem koşulları için bu k_0 değeri ile kullanılabilecek saydamlık oranı değeri, ısıtmanın istenmediği dönem koşulları için söz konusu k_0 değeri ile kullanılabilecek saydamlık oranı değerinden farklıdır. Aynı şekilde saydamlık oranı sabit tutulduğunda ise, ısıtmanın istendiği dönem koşulları için bu saydamlık oranı değeri ile kullanılabilecek k_0 değeri, ısıtmanın istenmediği dönem koşulları için söz konusu saydamlık oranı değeri ile kullanılabilecek k_0 değerinden farklıdır.

Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bu iki takım termofiziksel özellikler kombinezonları iklimsel konfor açısından ele alındıkları dönemler için uygun olarak belirlenmişlerdir. Ancak sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen termofiziksel özellikler kombinezonları ile ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen termofiziksel özellikler kombinezonlarından hangisine dayanılarak kabuk dizaynının yapılması gerektiği konusuna açıklık kazandırılmalıdır.

Bu duruma açıklık kazandırabilmek açısından,

- . ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen termofiziksel özelliklerin tanımladığı kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde gösterdikleri

performansların birim alanlarından kaybedilen ve kazanılan ısı miktarlarına dayandırılarak belirlenmesi ve

- . ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen termofiziksel özelliklerin tanımladığı kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde gösterdikleri performansların birim alanlarından kaybedilen ve kazanılan ısı miktarlarına dayandırılarak belirlenmesi

gerekmektedir.

Böylelikle ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin iklimsel konfor açısından uygun değerler kombinezonları, ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu için, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından karşılaştırılarak, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 ve saydamlık oranı kombinezonları seçilebilmektedir.

Ancak dizayn aşamasında uygulanabilir, enerji korunumu açısından en uygun kombinezonlar seçilirken,

- . opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) opak bileşen katmanlaşma detayının oluşturulabilmesi için $0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'e eşit ve $0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den büyük olması ve
- . saydamlık oranının %20'ye eşit ve %20'den büyük olması [11, s.L.7-L.9]

koşullarını sağlamak gerekir.

Ele alınan her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu (a_0) kombinezonu için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre 5.1. bölümünde açıklanan yöntemle belirlenen k_0 değişkenine ilişkin değişim alanı içinden mümkün olduğu kadar çok sayıda k_0 değeri ele alınarak, bu k_0 değerleri ile, farklı yönlendiriliş durumlarında bu k_0 değerlerinin her biri için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ilişkin gerekli saydamlık oranı değerlerinin oluşturduğu kombinezonların tanımladığı çok sayıda kabuk

alternatifi için ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ilişkin ısı kaybı ve kazancı hesapları yapılabilir.

Isı kaybı ve kazancı miktarları gerçek atmosfer koşulları için dengeli rejime dayandırılarak aşağıda açıklanan şekilde hesaplanabilirler:

I- Gerçek atmosfer koşullarında, kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarlarının hesaplanması:

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarları, bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin 5.1. bölümünde açıklanan yöntemin uygulanması sonucunda belirlenen değerlerine bağlı olarak ve ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününe (21 Ocak) ilişkin günlük ortalama sol-air sıcaklıkların dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığı koşullarda aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir [3, s.127].

$$q_{kk} = k_o(t_{ik}-t_{eogk})(1-x_k) + k_c(t_{ik}-t_{ecgk}) x_k \quad (5.19)$$

$$q_{yk} = k_o(t_{ik}-t_{eogk})(1-x_y) + k_c(t_{ik}-t_{ecgk}) x_y \quad (5.20)$$

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerin dizayn günlerine ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen iklimsel konfor açısından uygun kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, $kcal/m^2h$

k_o : opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $kcal/m^2h^{\circ}C$

t_{ik} : ısıtmanın istendiği döneme ilişkin iç hesap sıcaklığı, $^{\circ}C$
(Ele alınan bir yöre için, ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününe ilişkin günlük ortalama bağıl nemlilik değeri Şekil 2.1'de yer alan Bioklimatik Konfor Grafiğinde apsisler eksenine işaretlenerek bu noktadan düşey doğru çizilir. Bu düşey doğru ile gölge çizgisinin kesiştiği noktanın ordinatı o yöre için ısıtmanın istendiği döneme ilişkin iç hesap sıcaklığını verecektir.)

- x_k, x_y : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler için, ele alınan pencere türü, opak bileşen yutuculuğu, yönlendiriliş durumu ve k_0 değerine göre gerekli saydamlık oranları.
- t_{eogk} : ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününde opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$
- t_{ecgk} : ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününde saydam bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

II- Gerçek atmosfer koşullarında, kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan ısı miktarlarının hesaplanması:

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarları, bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin 5.1. bölümünde açıklanan yöntemin uygulanması sonucunda belirlenen değerlerine bağlı olarak ve ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününe (21 Temmuz) ait gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklıklar dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığında aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilirler [3, s. 127].

$$q_{ky} = k_0(t_{eoy} - t_{iy})(1 - x_k) + k_c(t_{ecy} - t_{iy}) x_k \quad (5.21)$$

$$q_{yy} = k_0(t_{eoy} - t_{iy})(1 - x_y) + k_c(t_{ecy} - t_{iy}) x_y \quad (5.22)$$

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerin dizayn günlerine ilişkin dış dizayn koşulları ele alınarak belirlenen iklimsel konfor açısından uygun kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan ısı kazancı miktarları, $\text{kcal/m}^2\text{h}$

k_0 : opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$

t_{iy} : ısıtmanın istenmediği döneme ilişkin iç hesap sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$
(Ele alınan bir yöre için, ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününe ilişkin günlük ortalama bağıl nemlilik değeri Şekil 2.1'de yer alan Bioklimatik Konfor Grafiğinde apsisler eksenine işaretlenerek bu noktadan düşey doğru çizilir. Bu

düşey doğru ile Konfor Bölgesinin üst sınır çizgisinin kesiştiği noktanın ordinatı o yöre için ısıtmanın istenmediği döneme ilişkin iç hesap sıcaklığını verecektir.)

x_k, x_y : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler için ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0), pencere türü (k_c) ve k_0 değerine göre gerekli saydamlık oranları

t_{e01y} : ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününde opak bileşeni etkileyen gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık, °C

t_{ec1y} : ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününde saydam bileşeni etkileyen gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık, °C

Bölüm 5.1'de ısıtmanın istenmediği dönem için, bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin iklimsel konfor açısından uygun değerler kombinezonları gündüz saatleri için ortalama değerlere dayandırılarak belirlenmiştir. Bu yüzden kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan ısı miktarları da sol-air sıcaklıklara ilişkin gündüz saatleri için ortalama değerlere bağlı olarak hesaplanır. Bunun nedeni, günlük ortalama sol-air sıcaklıklara göre hesaplanacak ısı kazancı miktarlarının, günlük ortalama sol-air sıcaklık değerleri ile güneş ışınımının var olduğu saatlerde yüzeyleri etkileyen yüksek düzeydeki sol-air sıcaklıklar arasındaki büyük farktan ötürü, gündüz saatlerinde oluşan ısı kazancı miktarlarından oldukça düşük seviyede olması ve bu miktarlara göre oluşturulacak ek yapma iklimlendirme sistemlerinin iklimsel konforun sağlanması açısından büyük ölçüde yetersiz kalmasıdır.

Bilindiği gibi, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıklar, yönler göre farklılık göstermektedirler. Ayrıca aynı sol-air sıcaklıklara dayanan opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) ve saydamlık oranı kombinezonlarının da yönler göre değişkenlik gösterdiği 5.1.bölümünün V. adımında belirlenmişti. Dolayısıyla, bu değerlere göre belirlenen ısı kayıpları ve kazançlarının da yönler göre değişkenlik gösterecekleri açıktır [12, s.23].

Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin hem ısıtma enerjisi korunumu hem de iklimlendirme enerjisi korunumu açısından kolaylıkla karşılaştırılabilirlikleri açısından, bu kabuk alternatiflerine

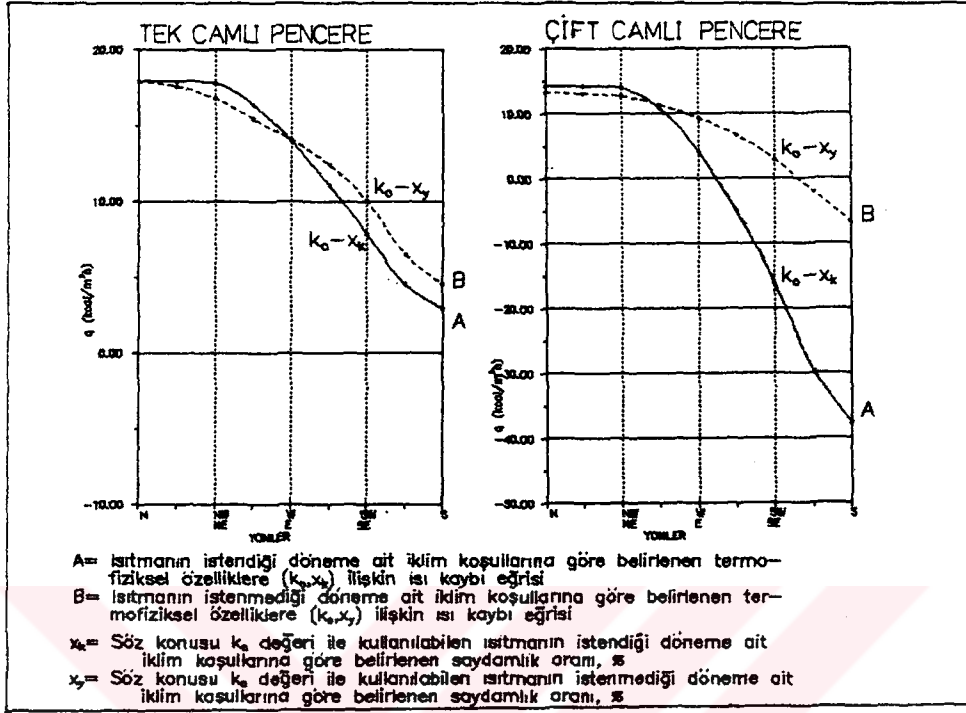
ilişkin ısıtmanın istendiği dönem için hesaplanan günlük ortalama ısı kaybı değerleri ile ısıtmanın istenmediği dönem için hesaplanan gündüz saatleri için ortalama ısı kazancı değerlerinden yararlanılarak, Şekil 5.1 ve 5.2'de şematik olarak verilmiş olan grafikler her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu kombinezonu için hazırlanmıştır.

Şekillerde aynı k_0 değerini içeren farklı kabuk kombinezonlarının gerçekleştirdiği ısı kaybı veya ısı kazancı miktarlarının yön ve saydamlık oranına bağlı olarak değişim eğrileri görülmektedir. Ele alınan her bir k_0 değeri için, yönler bağli olarak

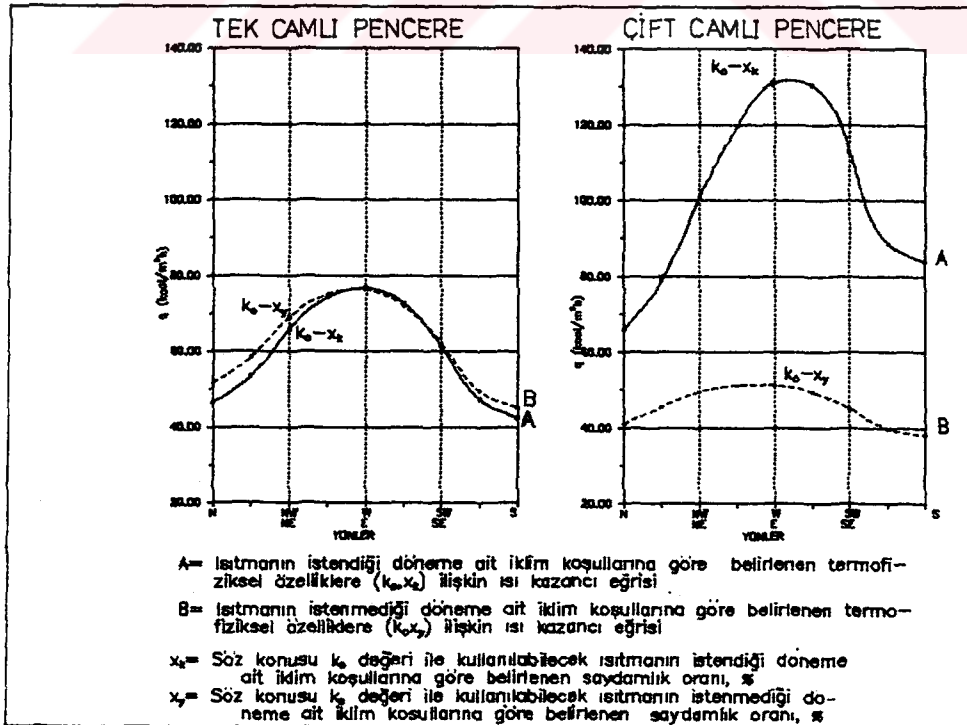
- . sözkonusu k_0 değeri ile birlikte ısıtmanın istendiği dönemde kullanılabilecek saydamlık oranı değerlerine (x_k) dayandırılarak belirlenen ısı kaybı veya kazancı değişimini gösteren bir eğri (—) ve
 - . sözkonusu k_0 değeri ile ısıtmanın istenmediği dönemde kullanılabilecek saydamlık oranı değerlerine (x_y) dayandırılarak belirlenen ısı kaybı veya kazancı değişimini gösteren bir eğri (---)
- çizilmiştir.

Bu grafiklerde, yönler apsisler ekseninde, ısı kaybı veya kazancı değerleri ordinatlar ekseninde yer almaktadır. Saydamlık oranları ise yön doğrultusu ile her bir k_0 değeri için, ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarına ilişkin eğrinin kesişme noktasında ve ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarına ilişkin eğrinin kesişme noktasında yazılmaktadır.

Bilindiği gibi, ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu kombinezonu için k_0 sabit tutulmak şartıyla, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanına ilişkin k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonu ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanına ilişkin k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonu farklılık göstermektedirler (Bkz. Bölüm 6.2, Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9). Dolayısıyla saydamlık oranının farklılaşmasından ötürü,



Şekil 5.1. Tek ve çift camlı pencere türleri için şematik ısı kaybı-
 k_0 eşdeğer eğrileri



Şekil 5.2. Tek ve çift camlı pencere türleri için şematik ısı kazancı-
 k_0 eşdeğer eğrileri

. ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanından oluşan ısı kaybı miktarının, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanından oluşan ısı kaybı miktarından farklı olacağı (Şekil 5.1) ve

. ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanından oluşan ısı kazancı miktarının, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanından oluşan ısı kazancı miktarından farklı olacağı (Şekil 5.2)

açıktır.

5.3. ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE İKLİSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN OLARAK BELİRLENEN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİN TANIMLADIĞI KABUK ELEMANLARININ ISITMA VE İKLİMLENDİRME ENERJİSİ KORUNUMU AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMALARI VE ENERJİ EKONOMİSİ AÇISINDAN UYGUN DEĞERLER KOMBİNEZONLARININ SEÇİLMESİ

Her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu için, Bölüm 5.2.a ve b'de açıklanan şekilde hesaplanan kabuk elemanının birim alanından kaybedilen ve kazanılan ısı miktarları ve yapma ısıtmanın istendiği dönem süresi ile yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresi dönemlik enerji tüketiminin belirleyicileridirler.

Yıllık enerji tüketimi maliyetinin belirleyicisi ise dönemlik enerji tüketimi miktarları ve tüketim türüne (ısıtma enerjisi veya iklimlendirme enerjisi) bağlı olarak değişen enerji birim maliyetidir.

Bu tartışmalar sonucunda, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesinde aşağıdaki ana kriter belirlenebilir:

Yıl içinde minimum ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimi (minimum ısı kaybı ve minimum ısı kazancı) ve minimum enerji maliyeti gerçekleştirilmesini sağlayan ve iklimsel konfor açısından uygun

olan termofiziksel özellikler kombinezonları enerji ekonomisi açısından optimaldir.

Ancak, ana kritere ek olarak,

- uygulama pratikliği açısından binanın farklı yönlere bakan tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) sabit tutulması,
- mimara daha büyük esneklik getirmesi açısından ana malzeme sabit tutulmak şartıyla binanın farklı yönlere bakan cephelerinde farklı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) değişken olabileceği ve
- iç ve dış mekan bağıntısının kurulmasında kullanıcıya psikolojik açıdan konforsuzluk verdiği için saydamlık oranının %20 ve %20'den büyük olması [11, s.L.7-L.9].

alt kriterlerine uygun olarak termofiziksel özellikler kombinezonları belirlenmelidir.

Yukarıdaki tartışmalar ışığında, Bölüm 5.1'de gerçek atmosfer koşullarına göre her bir dönem için iklimsel konfor açısından uygun olarak belirlenen optik ve termofiziksel özellikler kombinezonlarından enerji ekonomisi açısından da uygun olanların seçilmesinde uygulanan yaklaşım aşağıdaki adımları kapsamaktadır:

- . Yapma ısıtmanın ve iklimlendirmenin istendiği dönem sürelerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması,
- . ısıtma yükü birim maliyeti ile iklimlendirme yükü birim maliyetinin belirlenmesi ve karşılaştırılması ve
- . kaybedilen ve kazanılan ısı miktarları değişim grafiklerinin, enerji ekonomisi açısından uygun değerler kombinezonlarının seçilmesi amacıyla analiz edilmeleri ve karşılaştırılmaları.

5.3.1. Yapma Isıtmanın Ve İklimlendirmenin İstendiği Dönem Sürelerinin Belirlenmesi Ve Karşılaştırılması

Ele alınan yöre için meteoroloji genel müdürlüğünden elde edilen 5-10 yıllık hava sıcaklıklarının ortalamaları hesaplanarak, bu değerler yıllık sıcaklık değişimi tablosu şeklinde hazırlanır. Dış hava sıcaklığı değişim tablosunda, apsisler ekseninde aylar ve ayın günleri, ordinatlar ekseninde ise gün saatleri yer almaktadır. Her ayın gün saatlerine ait dış hava sıcaklığı değerlerinden yararlanılarak, eşdeğer sıcaklığa sahip noktalar belirlenir. Eşdeğer sıcaklık noktalarının birleştirilmesiyle zamana bağlı olarak, eşdeğer sıcaklıklara ait eğriler oluşturulur (Şekil 5.3).

Bu çalışmada ısıtma süresinin belirlenmesine temel olan dış hava sıcaklığı olarak, ülke genelinde geçerliliği sağlanmış olan Türk Standartlarının verdiği değerler alınmıştır. Ele alınan yöre için dış hava sıcaklığı değişim tablosunda Türk Standardı 2754'ün [13, s. 18-28] ısıtma süresinin başlangıç ve bitişini belirleyen dış hava sıcaklığı değerine sahip eğriler esas alınır. Sözü edilen dış hava sıcaklığı eğrilerinin sınırladığı ve bu eğrilerin değerlerinden daha düşük sıcaklıkların yer aldığı gün ve saatler bütünü yapma ısıtma sistemlerinin çalıştırılmasının öngörüldüğü dönemi, diğer bir deyişle yapma ısıtmanın istendiği dönem süresini belirler [14, s.32].

İklimlendirme süresinin belirlenmesinde Şekil 2.1'deki "Bioklimatik Konfor Grafiği"nde görülen "Durgun Hava Koşulları İçin Konfor Bölgesi"nin üst sınırını belirleyen 0.25 m/sn rüzgar hızı eğrisi esas alınmıştır. Her ayın 21. günlerine ait 5-10 yıllık saatlik ortalama dış hava sıcaklığı ve bağıl nemlilik değerleri ele alınarak "Bioklimatik Konfor Grafiği"nden hacim içerisinde istenen rüzgar hızları (V_{ist}) doğal vantilasyonun var olduğu koşullarda iç hava sıcaklığı ve nemliliğinin, dış hava sıcaklığı ve nemliliğine çok yakın değerlerde olacağı varsayımı yapılarak belirlenir. Bu değerlerden yararlanılarak elde edilen 0.25 m/sn rüzgar hızı değerine sahip noktaların sıcaklık değişim tablosuna işlenerek birleştirilmeleri sonucunda 0.25 m/sn rüzgar hızına ait eğri sıcaklık değişim tablosunda oluşturulur. Bu eğrinin sınırladığı ve bu eğrinin değerlerinden daha yüksek sıcaklıkların yer aldığı gün ve saatler bütünü durgun iç hava

koşullarında yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresini belirler (Şekil 5.4).

Kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları ve ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı miktarları ile birlikte dönemlik enerji tüketiminin belirleyicisi olan yapma ısıtmanın istendiği dönem süresi ile yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresinden hangisinin daha uzun sürdüğü ve birbirlerine olan oranları belirlenir.

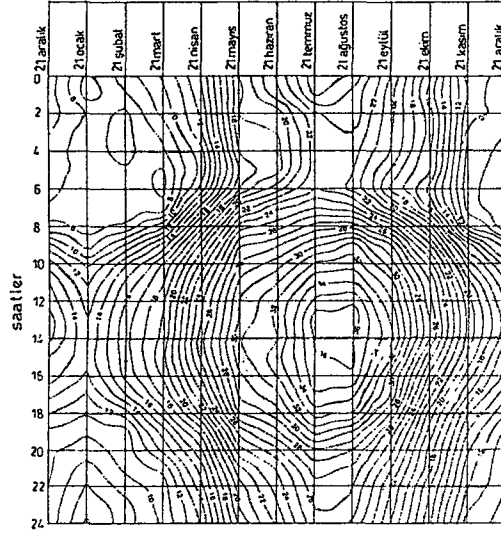
5.3.2. Isıtma YÜKÜ Birim Maliyeti ile İklimlendirme YÜKÜ Birim Maliyetinin Belirlenmesi Ve Karşılaştırılması

Her bir dönem için dönemlik enerji tüketimi maliyetlerinin karşılaştırılabilmesi için, dönem süresine ek olarak her bir dönem için enerji tüketimi maliyetinin belirleyicisi olan ısıtma yükü birim maliyeti ile iklimlendirme yükü birim maliyeti arasındaki oran belirlenmelidir.

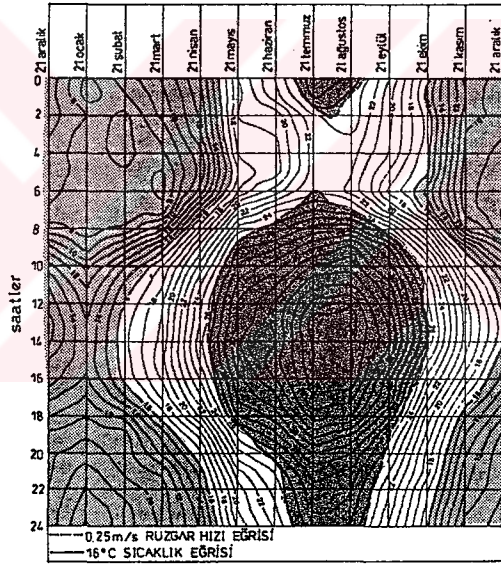
Böylece,

- . yapma ısıtmanın istendiği dönem süresi ile yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresinin birbirlerine olan oranlarına ve
- . ısıtma yükü birim maliyeti ile iklimlendirme yükü birim maliyetinin birbirlerine olan oranlarına

bağlı olarak, ısıtma enerjisi korunumu ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından karşılaştırılan kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen saatlik ısı miktarları değerleri ile ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan ısı miktarları değerlerinden hangisinin uygun termofiziksel özellikler kombinasyonlarının belirlenmesinde daha etkili olacağı kolaylıkla belirlenebilmektedir.



Şekil 5.3. Dış Hava Sıcaklığının Yıllık Değişimi



Şekil 5.4. Yapma Isıtmanın İstendiği Dönem Süresi () ve Yapma İklimlendirmenin İstendiği Dönem Süresi ()

5.3.3. Kaybedilen Ve Kazanılan Isı Miktarları Değişim Grafiklerinin, Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi Amacıyla Analiz Edilmeleri Ve Karşılaştırılmaları

Bölüm 5.2'de açıklandığı gibi hazırlanan ve her bir pencere türü (k_c) ve opak bileşen yutuculuğu (a_o) için farklı yönlendiriliş durumlarında;

- . ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarlarını (q_{kk} , q_{yk} , kcal/m²h) ve
- . ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarlarını (q_{ky} , q_{yy} , kcal/m²h)

gösteren grafikler, "yıl içinde minimum ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimi (minimum ısı kaybı ve minimum ısı kazancı) ve minimum enerji maliyeti gerçekleştirilmesini sağlayan ve iklimsel konfor açısından uygun olan termofiziksel özellikler kombinezonları enerji ekonomisi açısından optimaldir" ana kriteri uyarınca analiz edilebilir ve her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_o) ve yönlendiriliş durumu kombinezonu için farklı kombinezonlar birbirleriyle karşılaştırılarak uygun k_o -saydamlık oranı kombinezonları seçilebilir.

Grafiklerin analiz edilmeleri ve farklı kombinezonların birbirleriyle karşılaştırılmaları süreci aşağıdaki alt adımları içermektedir:

- o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması,
- o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması,

- o Isıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performanslar ile ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların Bölüm 5.2'de ele alınan tüm opak bileşen toplam ısı geçirme katsayıları (k_0) için karşılaştırılmaları,
- o Binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması alt kriteri öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi ve
- o Binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayı uygulanması alt kriteri öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi.

5.4. OPAK BİLEŞEN KATMANLAŞMA ALTERNATİFLERİNİN BELİRLENMESİ

Önceki adımların uygulanması sonucunda, saydamlık oranının %20'den düşük olamayacağı kriteri gözönüne alınarak her bir pencere türü, opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu için enerji ekonomisi açısından uygun olarak belirlenen cephe elemanlarına ilişkin opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) değerleri ele alınarak, bu k_0 değerlerine dayandırılan mümkün olduğu kadar çok sayıda opak bileşen katmanlaşma alternatifi geliştirilebilir. Katmanlaşma alternatiflerinin belirlenmesinde aşağıdaki temel bağıntıdan yararlanılabilir [7, s.22.2].

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_d} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad (5.23)$$

k_0 : opak bileşenin (katmanlaşmanın) toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

α_d, α_i : dış ve iç yüzeyel ısı iletkenlik katsayıları, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

d_1, d_2, d_3 : katman kalınlıkları, m

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$: katmanları oluşturan malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları, $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$

1,2...n : katmanları niteleyen indisler (veya katman numarası)

Eşitliğe k_0 değerleri bilinenler olarak yerleştirildiğinde, bu değerleri gerçekleştirilen çok sayıda opak bileşen katmanlaşma alternatifleri malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarına dayanılarak, katman malzemesinin türü, katman kalınlığı ve katmanların sıralanma düzeni değiştirilerek üretilebilir.

5.5. OPAK BİLEŞEN KATMANLAŞMA ALTERNATİFLERİ İÇİN YOĞUŞMA TAHKİKİNİN YAPILMASI VE UYGUN ALTERNATİFLERİN SEÇİLMESİ [5, s.2.11-2.21]

Bilindiği gibi yoğuşma tahkiki hesapları, 1959'dan beri GLAZER yöntemine göre yapılmaktadır. Glazer yönteminde kullanılacak dış sınır koşulları ise ülkemizde 1970 yılında Yalçın Tezcan tarafından yayınlanmış yöntem ile hesaplanabilmektedir [15, s.1-88].

Söz konusu yöntem, hesaplamaların bir bölümünün bilgisayarla yapılmasını olanaklı kılan analitik yöntemle desteklenerek uygulanmıştır. Uygulanan bu yöntemle göre opak kabuk bileşenlerinde yoğuşma tahkiki hesapları aşağıdaki adımları içermektedir:

I. İç Dizayn Koşullarının Belirlenmesi:

İç dizayn koşulları, konfor koşullarına bağlı olarak 5.1. bölümünün III. adımında açıklandığı gibi belirlenebilmektedir. Kış (ısıtmanın istendiği dönem) için belirlenen iç dizayn koşulları yaz için de geçerli kabul edilmiştir.

II. Kritik Sıcaklığın Bulunması:

Her kabuk elemanı, bağlı olduğu iç çevre koşullarına göre, belirli bir dış sıcaklıkta yoğuşmaya uğrar veya yoğuşma bitip buharlaşma başlar. Yapı elemanındaki yoğuşma tehlikesini etkileyen bu dış çevre sıcaklığına kritik sıcaklık denir [16, s.402-407]. Kritik sıcaklığın belirlenmesinde bilgisayar programından yararlanılmaktadır. Programda Y.Tezcan tarafından verilen t_k/Z_k (kritik sıcaklık/yoğuşma periyodu) diyagramlarındaki en yüksek ve en düşük dış sıcaklık değerleri olan 22°C ve -10°C alınmaktadır, ele alınan her opak bileşen alternatifi için 22°C 'den başlayarak 0.5 derecelik azaltımlarla -10°C 'ye kadar, her sıcaklık derecesinde yoğuşma olup olmadığı kontrol

edilmekte ve hangi dış sıcaklıkta bileşenin yoğuşmaya uğradığı belirlenmektedir. Bunun için sözü edilen her dış sıcaklık değerinde bileşeni oluşturan katmanlar arasındaki sıcaklıklar, bu sıcaklıklara bağlı olarak doymuş buhar basınçları ve kısmi buhar basınçları hesaplanır. Bunların hesaplanması programda belirli adımları oluşturmaktadır.

a) Opak Kabuk Bileşenini Oluşturan Katmanlar Arasındaki Sıcaklıkların Hesaplanması:

Bilindiği gibi dengeli rejimde bir cismin iki yüzü arasında oluşan ısı akımı miktarı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır:

$$q = \frac{\lambda}{d} (t_1 - t_2) \quad (5.24)$$

q : ele alınan cismin iki yüzü arasında oluşan ısı akımı miktarı, kcal/m²h

λ : ele alınan cismin ısı iletkenlik değeri, kcal/mh⁰C

d : ele alınan cismin kalınlığı, m

t₁, t₂: ele alınan cismin iki yüzündeki sıcaklıklar, ⁰C

Burada (λ/d) elemanın ısı geçirgenliğini belirler. Çok katmanlı kabuk bileşenlerinde ise (Şekil 5.5) durum buna paralel olarak gelişmekte ve çeşitli katmanların toplam ısı geçirgenlik değerleri,

$$\Lambda = \frac{\lambda_1}{d_1} + \frac{\lambda_2}{d_2} + \frac{\lambda_3}{d_3} + \dots + \frac{\lambda_n}{d_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{d_i} \quad (5.25)$$

bağıntısı ile ifade edilmektedir.

Λ : opak bileşeni oluşturan katmanların toplam ısı geçirgenliği, kcal/m²h⁰C

λ : opak bileşeni oluşturan katmanların ısı iletkenlikleri, kcal/mh⁰C

d : opak bileşeni oluşturan katmanların kalınlıkları, m

Belirli iç ve dış hava koşullarında kabuk elemanının toplam ısı geçirme katsayısı,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (5.26)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

k : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

$1/\Lambda$: opak bileşeni oluşturan katmanların ısı geçirgenlik direnci, $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$

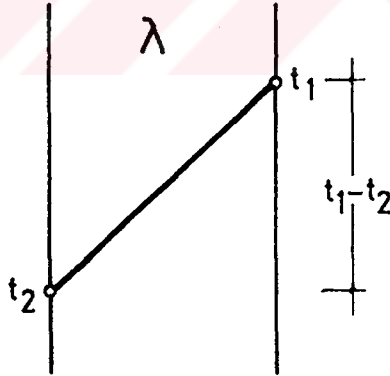
α_i : iç yüzeysel ısı iletim katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

α_d : dış yüzeysel ısı iletim katsayısı, $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Bu bilgilerden hareketle büyüklüğü belirli bir alandan (A, m^2), belirli bir zaman aralığında (Z, h), gerçekleşen toplam ısı kaybı (Q, kg),

$$Q = k(t_i - t_d) \cdot A \cdot Z \quad (5.27)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir (Şekil 5.6).

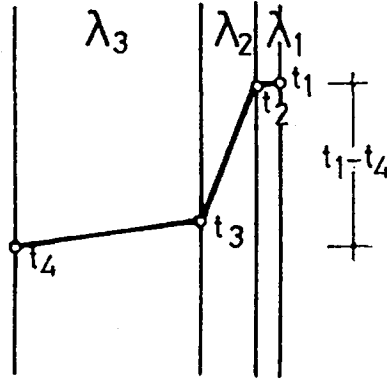


Şekil 5.5. Bir Cismin İki Yüzü Arasında Oluşan Isı Akımı

Opak bileşeni oluşturan katmanlar arasındaki t_1, t_2, t_3, t_4 sıcaklıkları da

$$t_1 = t_i - \left(\frac{1}{\alpha_i}\right) Q \quad (5.28)$$

$$t_2 = t_1 - \left(\frac{d_1}{\lambda_1}\right) Q \quad (5.29)$$



Şekil 5.6. Opak Kabuk Bileşeninin İki Yüzü Arasında Oluşan Isı Akımı

$$t_3 = t_2 - \left(\frac{d_2}{\lambda_2}\right) Q \quad (5.30)$$

$$t_4 = t_3 - \left(\frac{d_3}{\lambda_3}\right) Q \quad (5.31)$$

$$t_d = t_4 - \left(\frac{1}{\alpha_d}\right) Q \text{ (kontrol)} \quad (5.32)$$

bağıntılarıyla kolayca hesaplanabilir.

b) Su Buharı Akımları, Kısmi Buhar Basınçları ve Doymuş Buhar Basınçlarının Hesaplanması:

Isı akımına paralel olarak difüzyon yoluyla meydana gelen buhar akımı ise, belirli koşullardaki yapı bileşeninde şu şekilde hesaplanır.

$$k_B = \frac{1}{\frac{1}{\beta_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\delta} + \frac{1}{\beta_d}} \quad (5.33)$$

k_B : bileşenin toplam buhar geçirme katsayısı, l/h

β_i, β_d : iç ve dış yüzeysel buhar geçirme katsayısı, l/h

δ : bileşeni oluşturan katmanların su buharı geçirme katsayısı, m/h

Birim alandan birim zamanda geçen toplam su buharı miktarı ise,

$$g = k_B (p_i - p_d) \quad (5.34)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

g : birim alandan birim zamanda geçen toplam buhar miktarı, $\text{kg/m}^2\text{h}$

p_i : iç havanın gerçek buhar basıncı, kg/m^2

p_d : dış havanın gerçek buhar basıncı, kg/m^2

Burada p_i ve p_d aşağıdaki bağıntılardan yararlanılarak hesap edilir.

$$p_i = \psi_i \cdot P_{si} \quad (5.35)$$

$$p_d = \psi_d \cdot P_{sd} \quad (5.36)$$

P_{si}, P_{sd} : iç ve dış hava sıcaklıklarına bağlı olan doymuş buhar basınçları, kg/m^2

ψ_i, ψ_d : iç ve dış havanın bağıl nemliliği, %

Isı akımına paralel olarak ara katmanlar için de, [17, s.32]

$$P_1 = P_i \quad (5.37)$$

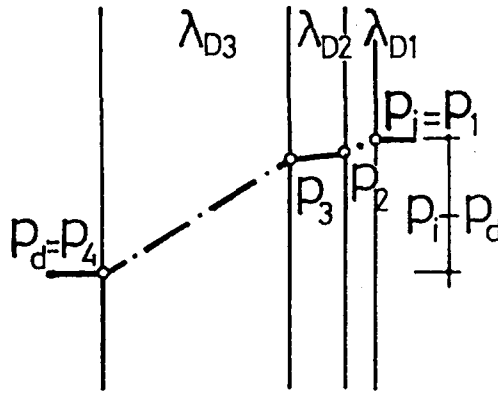
$$P_2 = P_1 - \left(\frac{d_1}{\delta_1}\right) g \quad (5.38)$$

$$P_3 = P_2 - \left(\frac{d_2}{\delta_2}\right) g \quad (5.39)$$

$$P_4 = P_3 - \left(\frac{d_3}{\delta_3}\right) g \quad (5.40)$$

$$P_d = P_4 \quad (5.41)$$

bağıntılarıyla yazılabilir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Opak Kabuk Bileşenin İki Yüzü Arasında Oluşan Su Buharı Akımı

Opak kabuk bileşeninden buhar geçişi söz konusu olduğunda, $1/\beta_i$ ve $1/\beta_d$ ile ifade edilen yüzeysel buhar geçirme dirençleri bileşen içerisindeki d/δ dirençlerine oranla çok küçük olduğundan ihmal edilebilir. Bileşenin katmanlarını oluşturan malzemelerin su buharı geçirme katsayıları, difüzyon direnç faktörlerine bağlı olarak,

$$\delta = \frac{1}{\mu \cdot N} \quad (5.42)$$

bağıntısı aracılığıyla hesaplanabilir [18, s.17-36].

μ : opak bileşeni oluşturan malzemelerin buhar difüzyon direnci, boyutsuz

N : havanın difüzyon direnci, h/m

Atmosferik basınç ve sıcaklığa bağlı olarak değişim gösteren bu katsayının sabit varsayılabilceği bilinmektedir. 760 mm Hg atmosfer basıncında ve $\pm 0^\circ\text{C}$ 'de (5.42) bağıntısı nümerik olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir [16, s.41].

$$\delta = \frac{6.25 \times 10^{-6}}{\mu} \quad (5.43)$$

Yukarıda verilen (5.33) bağıntısı δ değerleri yerine konarak, yüzeysel buhar geçirme dirençleri ihmal edilerek ve basınç farkları ile çarpılırsa bileşenden geçen toplam su buharı miktarı (g) elde edilir:

$$g = \frac{P_i - P_d}{d_1\mu_1 + \dots + d_n\mu_n} \cdot \frac{1}{N} \quad (5.44)$$

Benzer şekilde 5.38, 5.39, 5.40, 5.41 bağıntıları da yeniden düzenlenirse,

$$P_2 = P_1 - (d_1\mu_1 N) g \quad (5.45)$$

$$P_3 = P_2 - (d_2\mu_2 N) g \quad (5.46)$$

$$P_4 = P_3 - (d_3\mu_3 N) g \quad (5.47)$$

bağıntıları elde edilir.

Yukarıdaki bağıntılarda verilen $d\mu$ çarpımı, malzemenin kalınlığı ile difüzyon direnç faktörünün çarpımıdır ve eşdeğer difüzyon direnci olarak ifade edilir:

$$p_e = d\mu \quad (5.48)$$

p_e : eşdeğer difüzyon direnci, m veya cm

(Bu araştırmada eşdeğer difüzyon direnci (cm) cinsinden, buhar miktarı da ($\text{gr}/\text{m}^2\text{h}$) olarak kabul edilecektir.)

$$g = \text{gr}/\text{m}^2\text{h}$$

p_e = cm olarak verilmiş, bu durumda

$$N = \frac{\text{h.kg}}{\text{cm.gr}} \text{ verilmiştir ve}$$

hesaplarda $1/N = 0.625$ olarak alınmıştır [16, s.41].

Opak kabuk bileşeninin katmanları arasında hesaplanan sıcaklık değerlerine bağlı olarak doymuş buhar basınçları (P_s) ise aşağıdaki bağıntıdan yararlanılarak hesap edilir:

$$P_s = a(b + \frac{t}{100^\circ\text{C}})^n \quad (5.49)$$

P_s : opak bileşeni oluşturan ara katmanlardaki doymuş buhar basınçları, kg/m^2

a,b,n ise aşağıdaki değerleri alan sabitlerdir [19, s.43].

$$0^\circ\text{C} < t < 30^\circ\text{C} \quad a = 288.68 (P_a)$$

$$b = 1.098$$

$$n = 8.02$$

$$-30^\circ\text{C} < t < 0^\circ\text{C} \quad a = 4.689 (P_a)$$

$$b = 1.486$$

$$n = 12.30$$

Doymuş buhar basınçları kg/m^2 cinsinden alındığından yukarıdaki bağıntıda paskal cinsinden çıkan sonuçlar kg/m^2 'ye çevrilmiştir. Burada açıklanan bağıntılardan elde edilen hesaplar sonucu bulunan kısmi buhar basınçlarıyla doymuş buhar basınçları karşılaştırılır. Kısmi buhar basıncı, doymuş buhar basıncından büyükse ele alınan dış sıcaklıkta bileşen yoğuşmaya uğramaktadır. Bu dış sıcaklık kritik sıcaklık olarak program çıktısında yer alır. Programa girdi olarak

. iç ve dış bağıl nemlilik değerleri,

. opak bileşeni oluşturan katmanların ısı iletkenlik değerleri, buhar difüzyon dirençleri,

verilir. Çıktı olarak da,

. ele alınan bileşen için kritik sıcaklık değeri ve

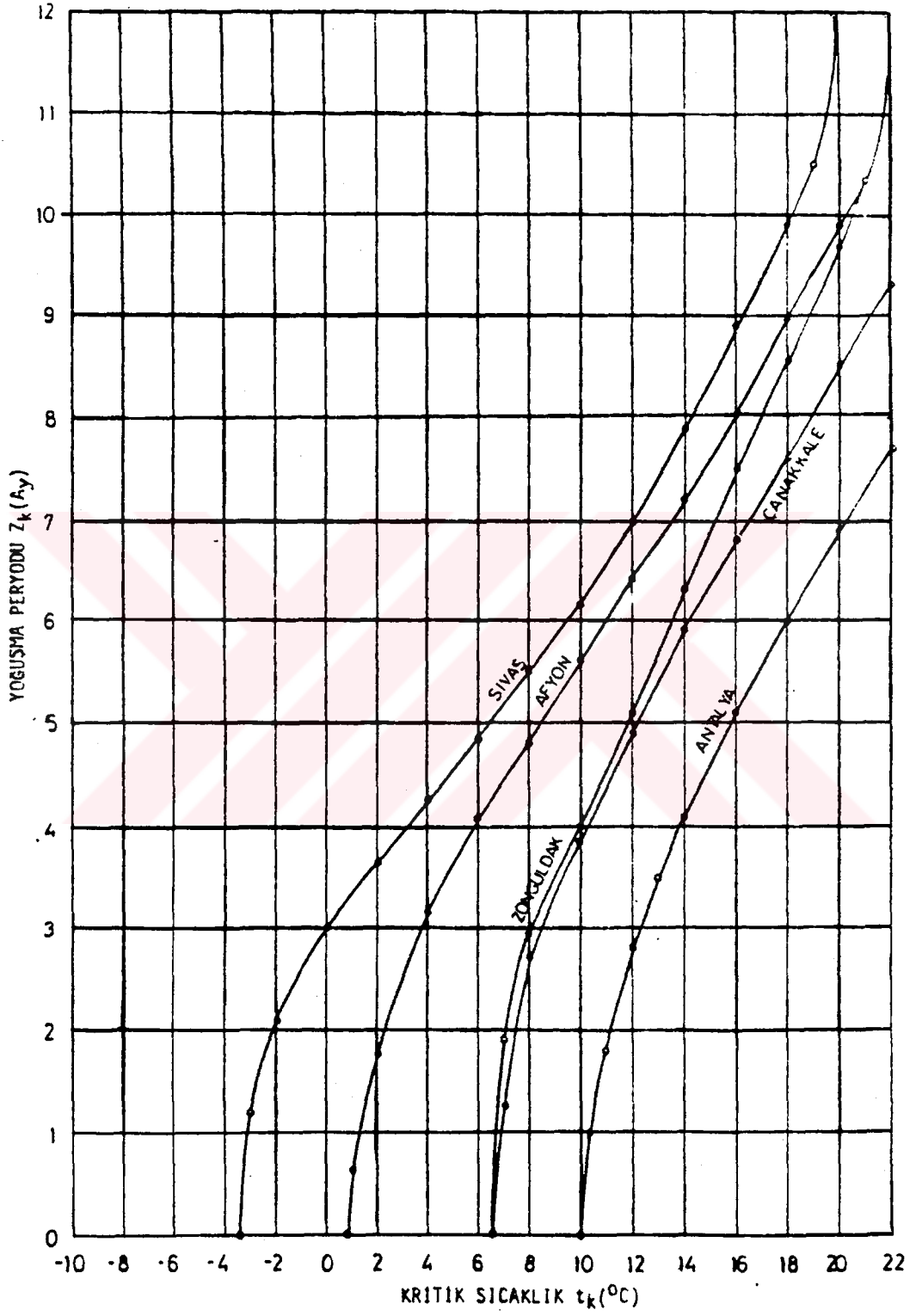
. bu kritik sıcaklıkta ele alınan yörede söz konusu bileşen için yoğuşmanın olup olmayacağı alınır.

III. Yoğuşma Peryodunun Belirlenmesi:

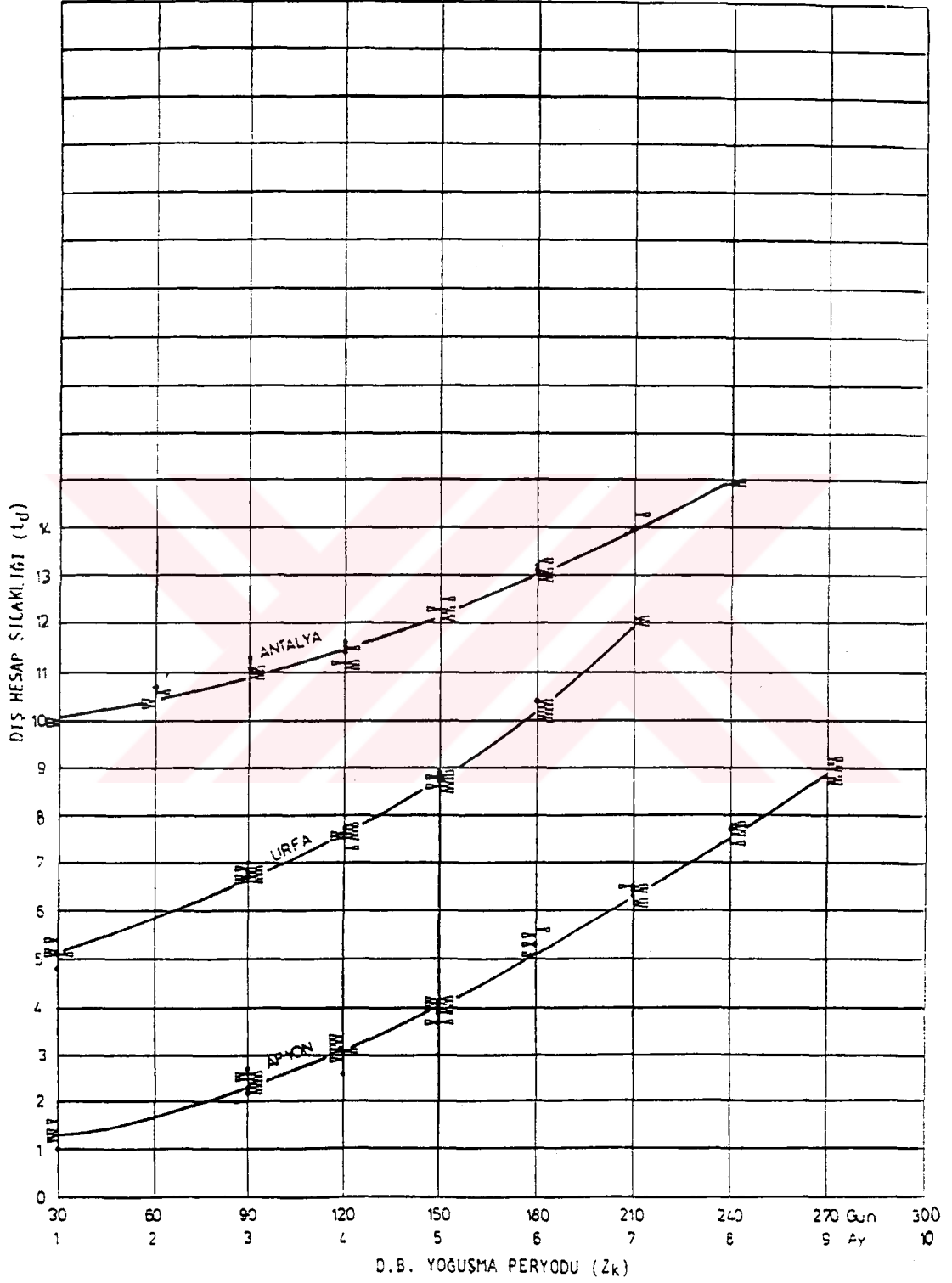
Bulunan kritik sıcaklık ele alınan yörede yoğuşma çıkıyorsa o yöreye ait (Z_k/t_k) diyagramına işlenir (Şekil 5.8) [15, s.30]. Kritik sıcaklıktan çıkılan dikin eğriyi kestiği ordinatta yoğuşma periyodu (Z_k) ay olarak okunur. Yoğuşma periyodunun 12 aydan farkı buharlaşma periyodudur.

IV. Kış İçin Dış Hesap Sıcaklığı ve Nemliliğinin Bulunması:

(Z_k/t_d) diyagramından (Şekil 5.9) [15, s.33], ilgili yöreye ait olanı bulunur. Apsisde, yukarıda bulunan yoğuşma periyodu aranır.



Şekil 5.8. Sivas, Afyon, Zonguldak, Çanakkale ve Antalya için (t_k/Z_k) Diyagramları [15, s.30]



Şekil 5.9. Antalya, Urfa, Afyon için (Z_k/t_d) Diyagramları [15, s.33]

Çıkılan dikin, ilgili eğriyi kestiği ordinatta kış dış hesap sıcaklığını (t_d) verir. (Z_k/Ψ_d) diyagramından (Şekil 5.10) [15, s.51] ilgili olanı üzerinde benzer şekilde kesiksiz çizgi halindeki eğri-den kışlık dış nemlilik (Ψ_d) bulunur.

V. Yaz İçin Dış Hesap Sıcaklığı ve Nemliliğinin Bulunması:

($ZB/t'd$) diyagramından (Şekil 5.11) [15, s.39] buharlaşma periyodu aracılığıyla yazlık dış hesap sıcaklığı ($t'd$) bulunur. ($ZB/\Psi'd$) diyagramlarında (Şekil 5.10) [15, s.51] bu sefer kesikli çizgi halindeki eğrilerden yazlık dış nemlilik ($\Psi'd$) bulunur.

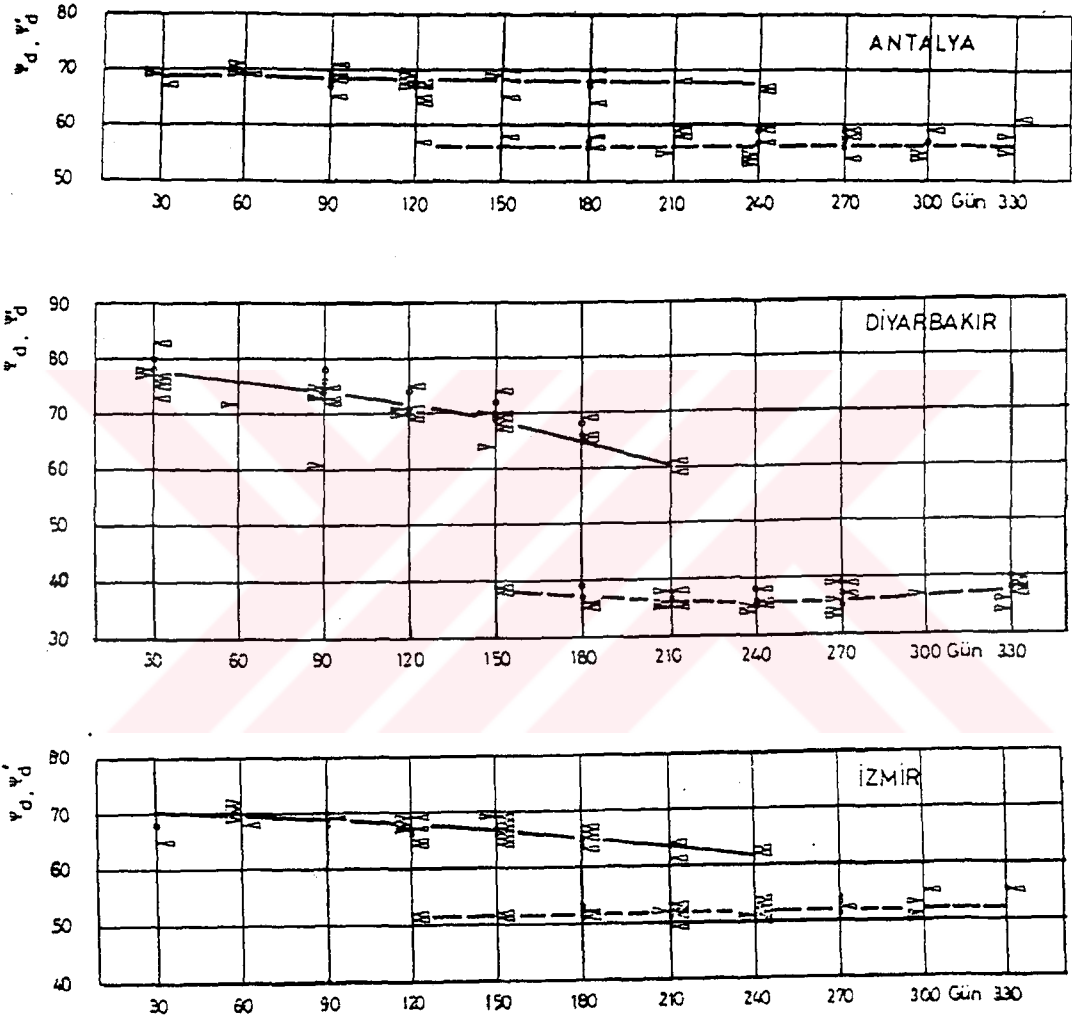
VI. Difüzyon Grafiklerinin Hazırlanması:

Yukarıda okunan tüm değerler her bileşen ve yoğunlaşmanın olduğu, yöre için tablo halinde hazırlanır. Tablolardaki bilgiler bilgisayara verilerek o bileşen için ara katmanlardaki sıcaklık değerleri, kısmi buhar basınçları ve doymuş buhar basınçları çıktı olarak alınır. Çıktı olarak alınan değerlere göre difüzyon grafikleri çizilir. Bu grafiklerde apsiste eşdeğer difüzyon dirençleri ordinatta basınçlar yer alır. Eşdeğer difüzyon dirençlerine bağlı olarak sıralanan katmanlara doymuş buhar basıncı değerleri ile (P_i) ve (P_d) değerleri işlenerek kış doymuş buhar basıncı eğrileri ve kış efektif kısmi buhar basıncı eğrisi çizilir.

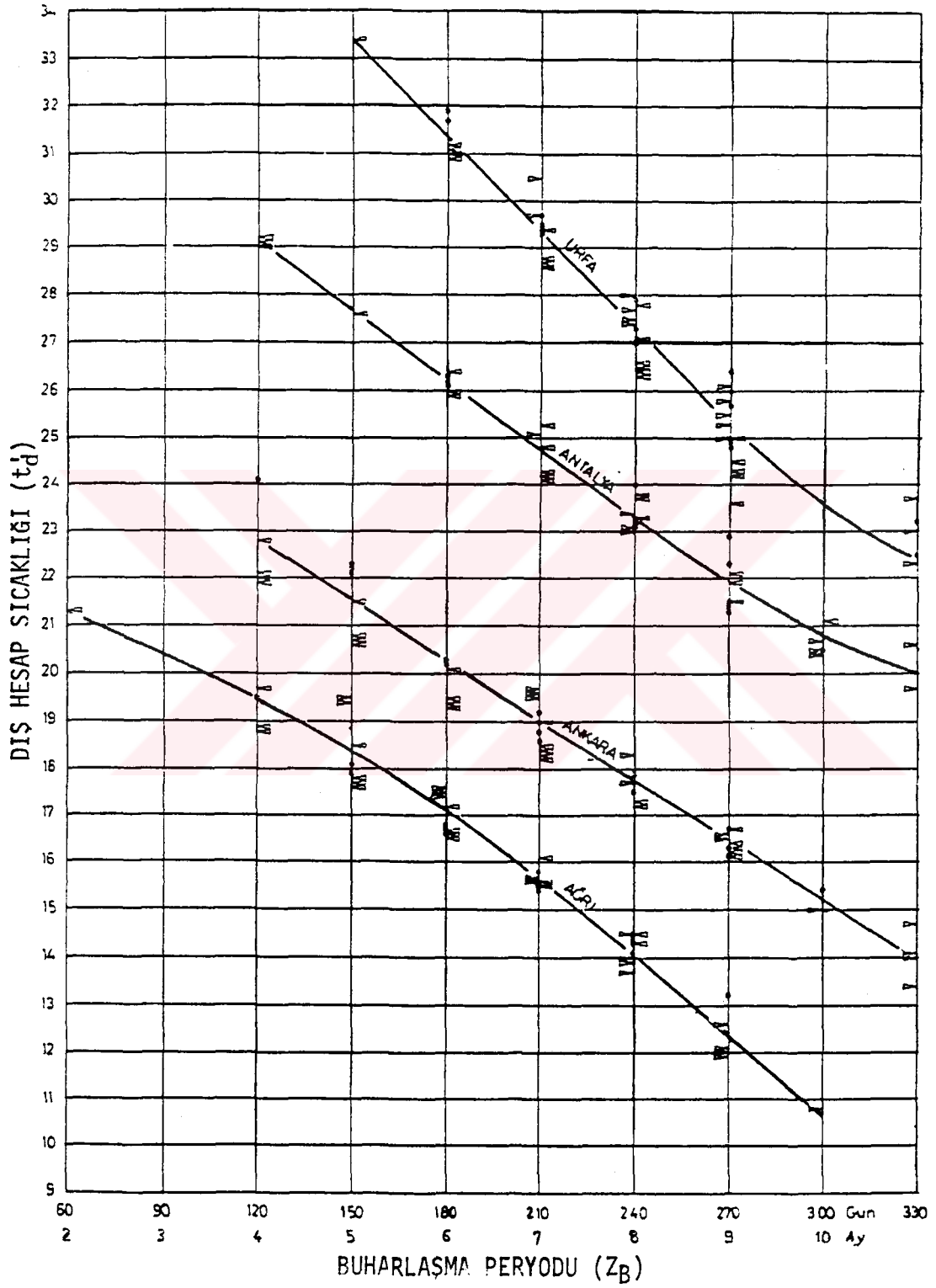
- Düz bir doğru halinde çizilmek istenen kısmi buhar basıncı eğrisi doymuş buhar basıncı eğrisini kesmiyorsa, bu eğri gerçekten efektiftir. Bu durumda yoğunlaşma olmuyor demektir. Eleman yoğunlaşma kontrolü açısından yeterli denebilir.

- Düz bir doğru halinde çizilmek istenen kısmi buhar basıncı eğrisi doymuş buhar basıncı eğrisini keserse, bu durumda eğri sanalıdır. Yani kısmi buhar basıncı eğrisi gerçekte böyle değildir. Efektif eğriyi elde etmek için, (P_i) ve (P_d)'den doymuş buhar basıncı eğrisine teğetler çizilir. Değme noktası (veya alanı) yoğunlaşma sınırını (veya bölgesini) işaret eder.

Yoğunlaşma sınırını (veya bölgesini) bulduktan sonra yaz koşullarına göre yaz doymuş buhar basıncı çizilir. Kışın yoğunlaşma olan



Şekil 5.10. Antalya, Diyarbakır, İzmir için (Z_K/Ψ_d) ve (Z_B/Ψ'_d) Diyagramları [15, s.51]



Şekil 5.11. Urfa, Antalya, Ankara ve Ağrı için (Z_B/t_d) Diyagramları
[15, s.39]

sınırdaki doyma basıncı değerinden iç ve dış yüzeylerdeki buhar basıncı değerlerine ulaşan doğrular, yaz efektif kısmi buhar basıncı eğrisini meydana getirir. Bu doğrular düz olarak gidemiyorlarsa, kırıldıkları yerlerde yaz yoğuşması meydana geliyor demektir. Başka bir deyişle, katmanlar arasında nem aktarması olmaktadır.

VII. Mevsimlik Yoğuşma Miktarının Hesaplanması:

Aşağıdaki bağıntıların yardımıyla giren buhar miktarı (g_i), çıkan buhar miktarı (g_d) saatlik yoğuşma miktarı (g_k) ile mevsim boyu biriken yoğuşma miktarı hesaplanır [15, s.67].

$$g_i = \frac{P_i - P_{xi}}{\rho_i} \quad (5.50)$$

$$g_d = \frac{P_{xd} - P_d}{\rho_d} \quad (5.51)$$

$$g_k = g_i - g_d \quad (5.52)$$

$$G_K = g_k \cdot Z_k \quad (5.53)$$

g_i : giren buhar miktarı, $\text{gr/m}^2\text{h}$

g_d : çıkan buhar miktarı, $\text{gr/m}^2\text{h}$

g_k : saatlik yoğuşma miktarı, $\text{gr/m}^2\text{h}$

Z_k : yoğuşma periyodu, h

G_K : kış mevsimi toplam yoğuşma miktarı, gr/m^2

P_i : iç havanın gerçek buhar basıncı, kg/m^2

P_d : dış havanın gerçek buhar basıncı, kg/m^2

P_{xi} : yoğuşma iç sınırındaki doymuş buhar basıncı, kg/m^2

P_{xd} : yoğuşma dış sınırındaki doymuş buhar basıncı, kg/m^2

ρ_i : içteki katmandan yoğuşma iç sınırına kadar olan eşdeğer difüzyon dirençleri toplamı

ρ_d : dıştaki katmandan yoğuşma dış sınırına kadar olan eşdeğer difüzyon dirençleri toplamı

VIII. Kritik Yoğuşma Miktarı İle Karşılaştırma:

Her yapı bileşeni için izin verilebilecek yoğuşma miktarları önerilmek istenmektedir. Bu konuda henüz kesin bir sonuç alınamamış olmasına rağmen, şimdilik Schüle'nin ampirik değerlerini kullanmak adet olmuştur [16, s.163-164].

Sıcak çatılarda kritik miktar $G_k = 50 \text{ gr/m}^2$

Sıcak duvarlarda kritik miktar $G_k = 500 \text{ gr/m}^2$

Yukarıda elde edilen yoğuşma miktarı, bu değerlerle karşılaştırılır:

Kriter I: $G_k > G_k$ ise bileşen yetersizdir. Tedbir almak gereklidir.

$G_k < G_k$ ise bileşenin yeterli olup olmadığı söylenemez. İkinci kritere bakılır.

IX. Doyma Miktarı İle Karşılaştırma:

Kabuk elemanında yoğuşma, meydana geldiği katmanın pratik nemliliğini muhakkak ki arttıracaktır. Ancak, bu nemin, malzemenin doyma nemliliğinin üstüne çıkmaması istenir.

0 halde izin verilebilecek yoğuşma nemi bileşenin (daha doğru-su katmanın) pratik ve doyma nemlilikleri arasındaki farktır.

$$\Delta\Psi = \Psi_s - \Psi_p \text{ (\%M)} \quad (5.54)$$

Bu değerler, Eichler tarafından hazırlanmış olan Tablo 5.1'den alınabilir [13, s.69]. (%M) veya (%V) olarak verilen değerler, gr/m^2 birimine aşağıdaki gibi çevrilir:

$$\Delta G = \frac{d\gamma\Delta\Psi M}{10} \text{ gr/m}^2 \quad (5.55)$$

Burada $\Delta\Psi M = (\%M)$ 'dir.

γ : yoğunluk, kg/m^3

d : kalınlık, cm 'dir.

Sınırsal yoğuşmaya uğrayan katman kalınlığı olarak

- . 5 cm'e kadar ısı yalıtım katmanlarında tüm kalınlık,
- . Gözenekli (gaz beton vb.) betonlarda 2 cm,
- . Tuğla ve diğer (beton, sıva, alçı vb.) kapiler malzemelerde 5 cm,
- . Soğuk hava depolarındaki geniş (15 cm-25 cm) ısı yalıtımında 3 cm,
- . Higroskopik malzemelerde ise 5 cm,

alınması Eichler tarafından tavsiye edilmektedir [15, s.68].

İşte bu şekilde bulunan, izin verilebilecek nem farkı ile hesaplanan yoğuşma miktarı karşılaştırılır.

Kriter II: $G_K > \Delta G$ ise, bileşen yetersizdir. Tedbir almak gereklidir.

$G_K < \Delta G$ ise, bileşenin yeterli olup olmadığı söylenemez.

Üçüncü kritere bakmak için, yaz buharlaşma miktarı hesaplanır.

X. Mevsimlik Buharlaşma Miktarının Hesaplanması:

Aşağıdaki bağıntıların yardımıyla mevsim boyu buharlaşan nem miktarı hesaplanır. Bulunan değere (G_B) yaz mevsimi difüzyon bilançosu da denir.

$$g_i' = \frac{P_{sxi}' - P_i}{P_i} \quad (5.56)$$

$$g_d' = \frac{P_{sxd}' - P_d'}{P_d'} \quad (5.57)$$

$$g_B = g_i' + g_d' \quad (5.58)$$

$$G_B = g_B \cdot Z_B \quad (5.59)$$

g_i' : içeri buharlaşan miktar, gr/m^2h

g_d' : dışarı buharlaşan miktar, gr/m^2h

P_{sxi}' : iç buharlaşma sınırındaki doymuş buhar basıncı, kg/m^2

P_{sxd}' : dış buharlaşma sınırındaki doymuş buhar basıncı, kg/m^2

P_i' : iç buhar basıncı, kg/m^2

P_d' : dış buhar basıncı, kg/m^2

Tablo 5.1. Yapı ve Isı İzolasyon Malzemelerinde, İzin Verilebilecek İlave Nem Miktarları ($\Delta\Psi$)

(Eichler'den)		
Malzeme	Yoğunluk (kg/m ³)	$\Delta\Psi$ (%M)
Dış duvarlarda tuğla	1800	
Normal nemli mekanlar		2,5
Çok nemli, ıslak mekanlar		2,0
Düşey delikli tuğla	1600	2,4
	1800	2,8
Beton ve betonarme	>2200	1,7
	2000	2,0
	1800	2,5
Tuğla kırığı beton	1700	2,5
Yüksek fırın bimsi ile katı	1600	2,5
maddeli hafif beton	1400	2,5
	1200	2,2
Gaz, köpük ve kombine	1200	6,5
gözenekli beton	1000	8,0
	800	10,0
Dış kaplama betonu	2000	2,0
Dış sıva		
Dış sıva, çimento harçlı	2000	2,5
Dış sıva, kireç/çimento harçlı	1800	2,8
İç sıva		
İç sıva, kireç/çimento harçlı	1600	3,0
İç sıva, kireç/alçı harçlı	1400	4,0
İç sıva, alçı harçlı	1200	4,0
Yumuşak ahşap	500	12,0
Ahşap yününden hafif yapı levhaları	420	8,0
Odun lifi levhaları	200..400	12,0
Ahşap betonu	500	6,0
Mineral lifli şilteler	100..200	6,0
Bitkisel lifli şilteler	250	6,0
Mantar levhalar	300	5,0
Turp levhaları	250	12,0
Fırın cürufu	800..1000	5,0
Kum (dolgu malzemesi olarak)	1700	3,0
Polistirol köpük levhaları	15	20
	25	12
	40	11
Poliüretan köpük levhaları	20	20
	35	20
Fenol reçinesi köpük levhaları	70	7
	110	6,6
P.V.C. Köpük levhaları	130	6,0
Formaldehid köpük levhaları	15	20
	25	12
	35	10
	150	8

- g_B : saatlik buharlaşma miktarı, gr/m^2h
 Z_B : buharlaşma peryodu, h
 G_B : yaz mevsimi toplam yoğuşma miktarı, gr/m^2

XI. Yıllık Bilançonun Belirlenmesi:

Kışın biriken yoğuşma neminin yazın buharlaşabilmesi istenir. Böylece, bileşende kümülatif bir nem birikmesi olmaz. Bunun için mevsimlik miktarlar, birbiriyle karşılaştırılır.

Kriter III: Yıllık bilanço yoğuşma göstermemelidir.

$$G_{YDB} = G_K - G_B < 0$$

$G_K < G_B$ ise, yoğuşma kontrolü yönünden bileşen yeterlidir.

$G_K > G_B$ ise bileşen yetersizdir. Tedbir almak gereklidir [5, s.2.11-2.21].

BÖLÜM 6. UYGULAMA

ÖNERİLEN YÖNTEMİN KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ İÇİN ENERJİ ETKİN KABUK DİZAYNINDA KULLANILACAK UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİ AMACIYLA UYGULANMASI

5. Bölümde açıklanan, sıcak iklim bölgelerinde bina kabuğuna ilişkin dizayn değişkenlerine ait uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılan yöntem, ele alınan pilot yöre Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) için uygulanmıştır.

Bu bölümde, örnek uygulama çalışmasında yapılan kabuller ve elde edilen sonuçlar anlatılmıştır.

6.1. ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE İKLİMSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİN BELİRLENMESİ

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

o Yöntem, düşey konumda olan cephe elemanlarına ait uygun "termofiziksel ve optik özellikler kombinezonlarını" belirlemek amacıyla uygulanmıştır.

o Uygulamada K.K.T.C.'ne ait meteorolojik veriler kullanılmıştır.

o Isıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü 21 Ocak, ısıtmanın istenmediği dönemin karakteristik günü 21 Temmuz olarak alınmıştır.

o Dış dizayn koşulları: Uygulama "gerçek atmosfer koşulları" için yapılmıştır.

Gerçek atmosfer koşullarında direkt güneş ışıının etkisi bulutluluk, atmosferik kirlilik, coğrafi konum ve atmosferin geçirgenliği gibi faktörlere dayanılarak ele alınmıştır.

Ocak ve Temmuz aylarının 21. günleri için K.K.T.C.'ne ait beş yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları değerleri Şekil 6.1'de gösterilmiştir [20]. Hesaplarda kullanılan beş yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları bu şekilde alınmıştır. Ayrıca tüm ayların 21. günleri için 7., 14., ve 21. saatlerine ait beş yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları ve bağıl nemlilik değerleri Tablo 6.1'de görülmektedir [20].

Ocak ve Temmuz ayları için aylık ortalama günlük global güneş ışıını değerleri ise sırasıyla 8.79 Mj/m²gün ve 24.24 Mj/m²gün'dür [20].

o İç Dizayn Koşulları: İç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasında konforsuzluk yaratmayacak fark değeri $\epsilon = 3^{\circ}\text{C}$ olarak kabul edilmiştir [6, s.298]. Konutlarda iç hava sıcaklığı konfor değeri (t_i),

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

ısıtmanın istendiği dönemde eleman iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri,

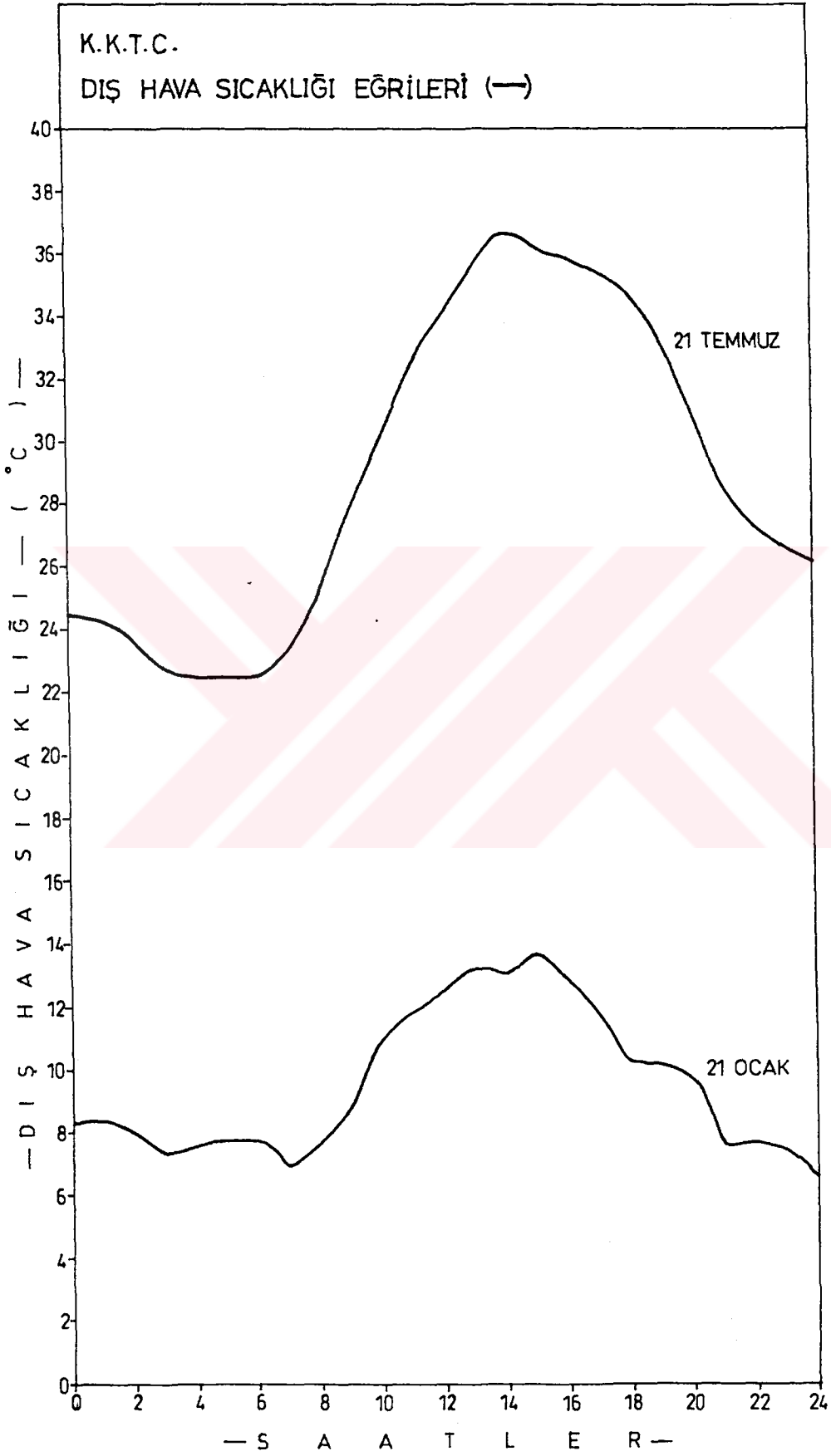
$$t_{iyok} = 22 - 3^{\circ}\text{C}$$

ısıtmanın istenmediği dönemde eleman iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri,

$$t_{iyoy} = 22 + 3^{\circ}\text{C}$$

olarak alınmıştır [6, s.298].

o Hesaplarda opak kabuk bileşeninin dış yüzeyinin açık renklere boyanmış olabileceği düşünülerek, opak dış yüzeylerin güneş ışıınına karşı yutuculuğu $a_0 = 0.40$ olarak alınmıştır [21, s.17].



Şekil 6.1. Beş Yıllık Ortalama Dış Hava Sıcaklıkları Değişimi

Tablo 6.1. Dış hava sıcaklığı (°C) ve bağıl nemlilik (%) değerleri

YÖRE ADI: K.K.T.C.				Rasat Periyodu: 5 yıl		
Dış İklim Elemanları	Dış Hava Sıcaklığı, °C			Dış Bağıl Nemlilik, %		
Günler	7	14	21	7	14	21
21 OCAK	6.89	12.90	7.58	79.60	51.20	73.20
21 ŞUBAT	7.16	16.72	10.16	78.80	45.40	67.80
21 MART	7.24	19.38	11.28	80.00	43.20	73.40
21 NİSAN	14.56	25.78	15.44	61.40	25.40	64.40
21 MAYIS	21.44	30.94	21.72	53.60	27.40	50.60
21 HAZİRAN	23.78	31.98	24.14	54.00	31.40	58.00
21 TEMMUZ	23.10	36.61	28.90	86.00	28.20	57.40
21 AĞUSTOS	24.22	36.02	26.82	63.20	30.60	65.20
21 EYLÜL	20.26	33.26	23.10	53.00	26.80	66.20
21 EKİM	15.82	26.88	18.44	79.60	35.80	68.60
21 KASIM	9.66	20.56	12.42	83.40	44.00	76.40
21 ARALIK	7.90	16.24	10.18	90.60	60.00	82.60

o Mimarlara daha fazla sayıda opak ve saydam cephe bileşeni kombinezonu sunabilmek amacıyla, saydam bileşenlerin (pencere) türü açısından uygulamanın mümkün olduğu kadar geniş tutulması uygun bulunmuştur. Piyasada yaygın olarak üretilen pencere türlerini kapsayacak şekilde saydam bileşenler olarak;

- Ahşap tek camlı pencere, $k_C = 4.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Ahşap özel birleştirilmiş (iki cam arası 6mm) çift camlı pencere, $k_C = 2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Metal tek camlı pencere, $k_C = 5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Metal çift camlı pencere, $k_C = 3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

ele alınmıştır [22, s.20].

Pencerelerde kullanılan her bir cam tabakasının kalınlığı 3mm' dir.

Camın kırılma indisi : 1.526 ve

Sönüm katsayısı : 0.040 1/m'dir [23, s.9-13].

o Cephe elemanlarının 22.5 derecelik değişim aralığı ile 16 farklı yöne baktıkları varsayılmıştır.

o Hesaplarda saydamlık oranı değişim alanı %0 ile %60 arasında alınmıştır.

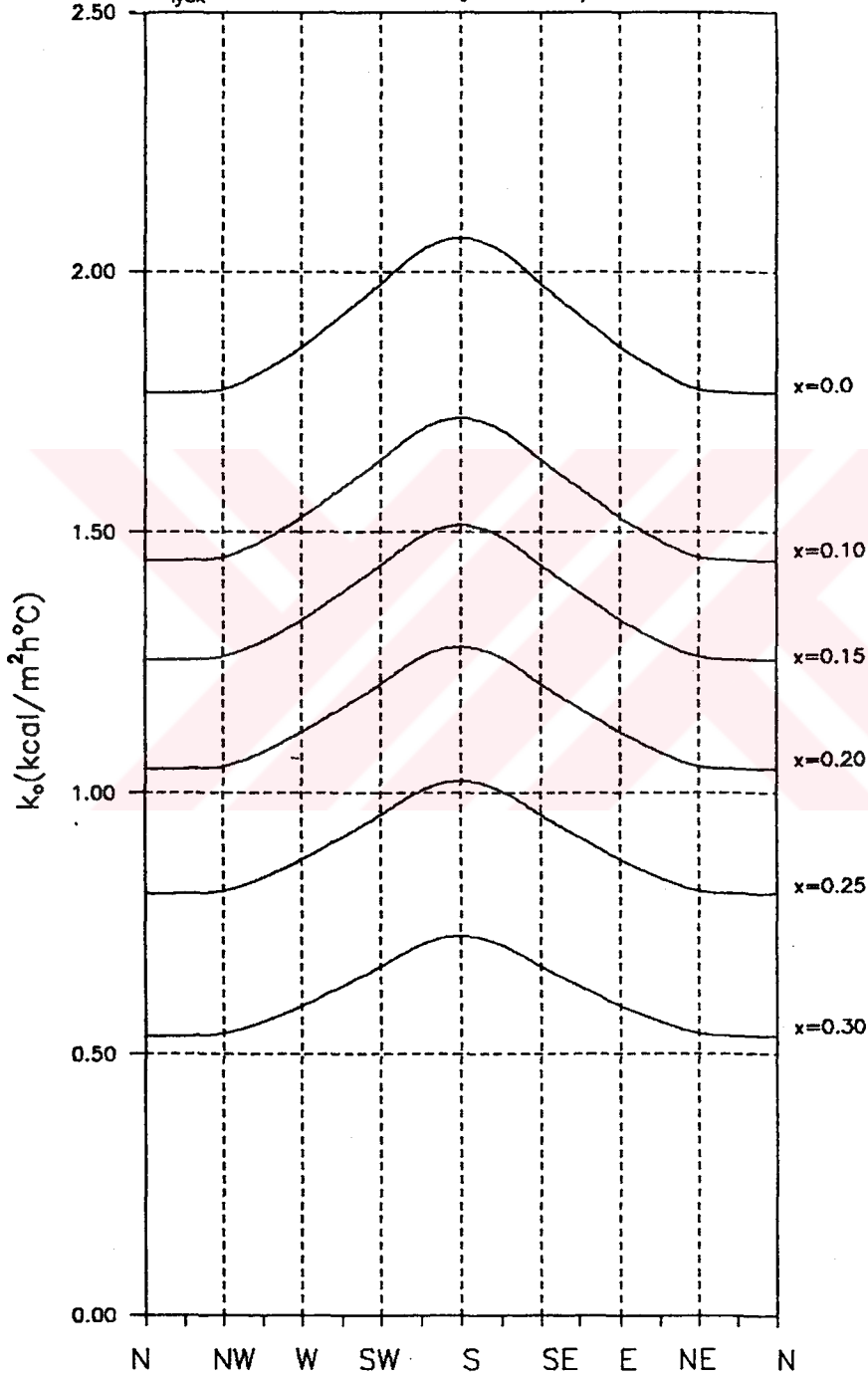
Bölüm 5.1'de açıklanan yöntemin "Gerçek atmosfer koşulları" için ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen cephe elemanlarına ilişkin iklimsel konfor açısından uygun opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) ve saydamlık oranı kombinezonlarını belirlemek amacıyla uygulanmasının sonuçları Şekil 6.2-6.5'de verilmiştir. Isıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre, gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık değerleri ve günlük ortalama sol-air sıcaklık değerlerine bağlı olarak cephe elemanlarına ilişkin termofiziksel özellikleri (k_0 - saydamlık oranı) belirlemek amacıyla uygulanmasının sonuçları ise sırasıyla Şekil 6.6-6.9 ve Şekil 6.10-6.13'de toplanmıştır. Şekil 6.6-6.13'den görüldüğü gibi ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününe ait günlük ortalama sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenmiş k_0 değerleri, gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklık değerlerine bağlı

21 OCAK

K.K.T.C.
EĞİM=90°
 $a_o=0.40$
 $t_i=22^\circ\text{C}$
 $t_{\text{hyok}}=22-3=19^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHSAP TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.2. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 OCAK

K.K.T.C.

EGİM=90°

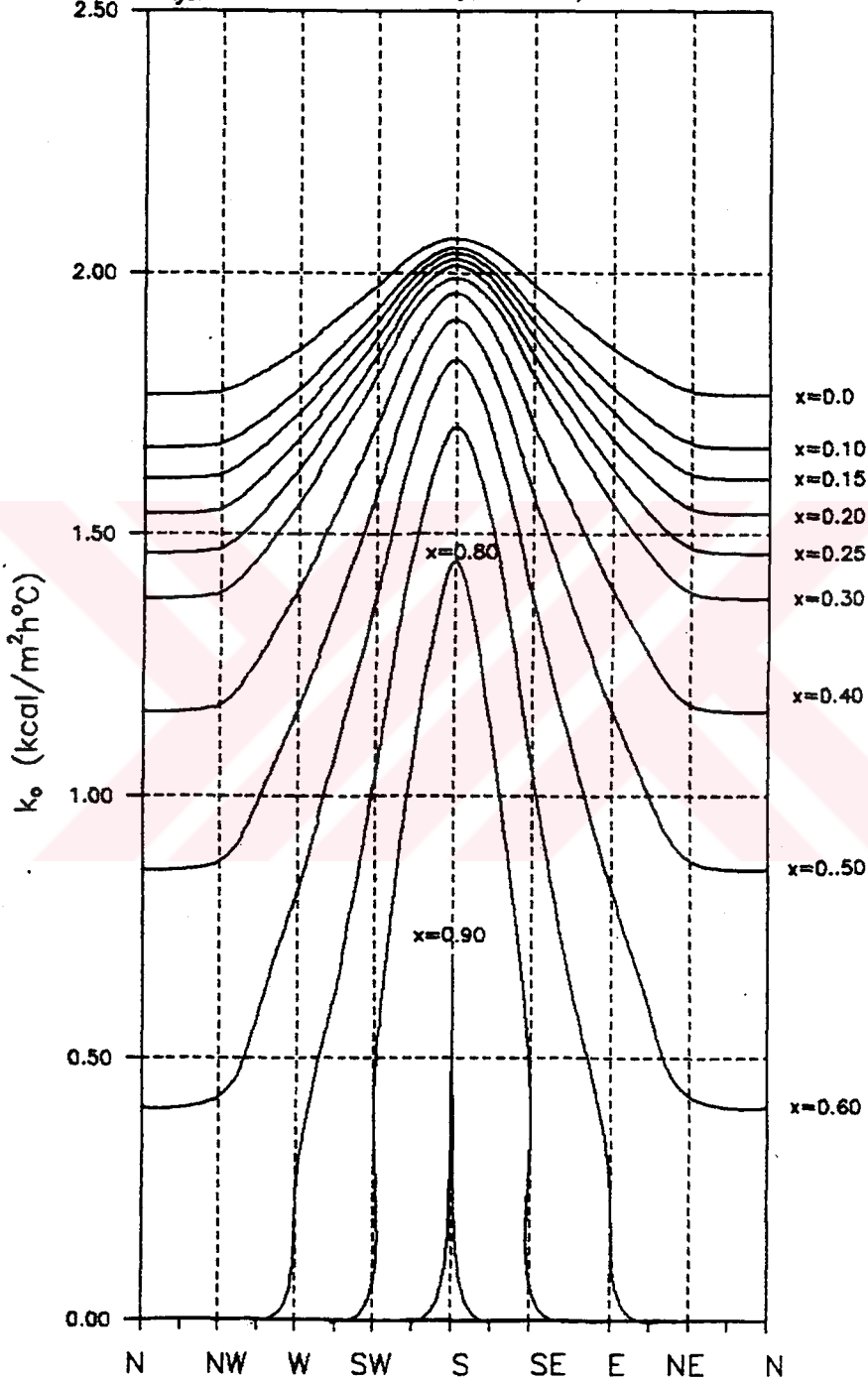
$a_o=0.40$

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

$t_{\text{yok}}=22-3=19^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHŞ.ÖZ.BİRL.ÇİFT. CAMLI PEN.
 $k_g=2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.3. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 OCAK

K.K.T.C.
EĞİM=90°

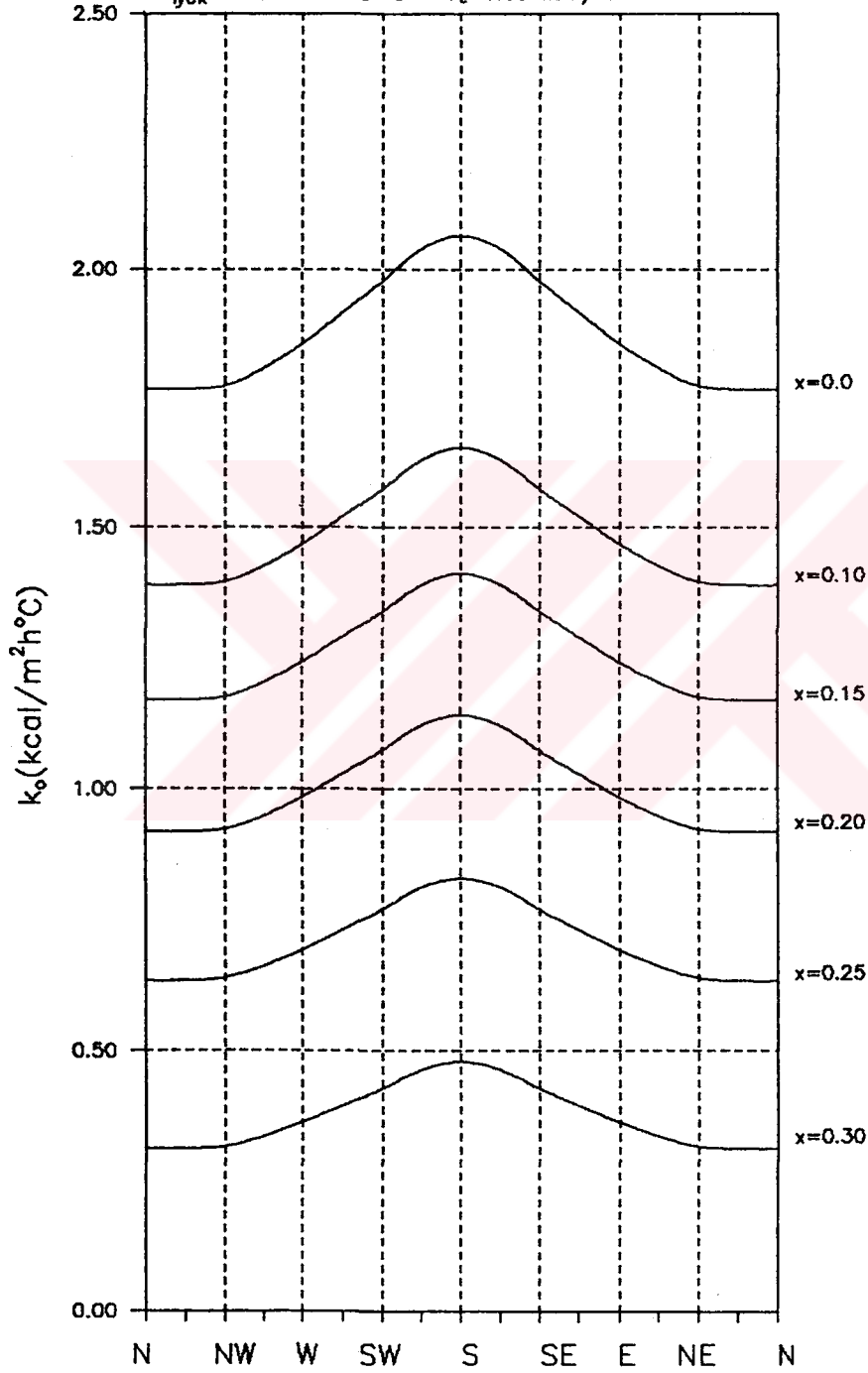
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{\text{hök}}=22-3=19^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.4. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 OCAK

K.K.T.C.
EĞİM=90°

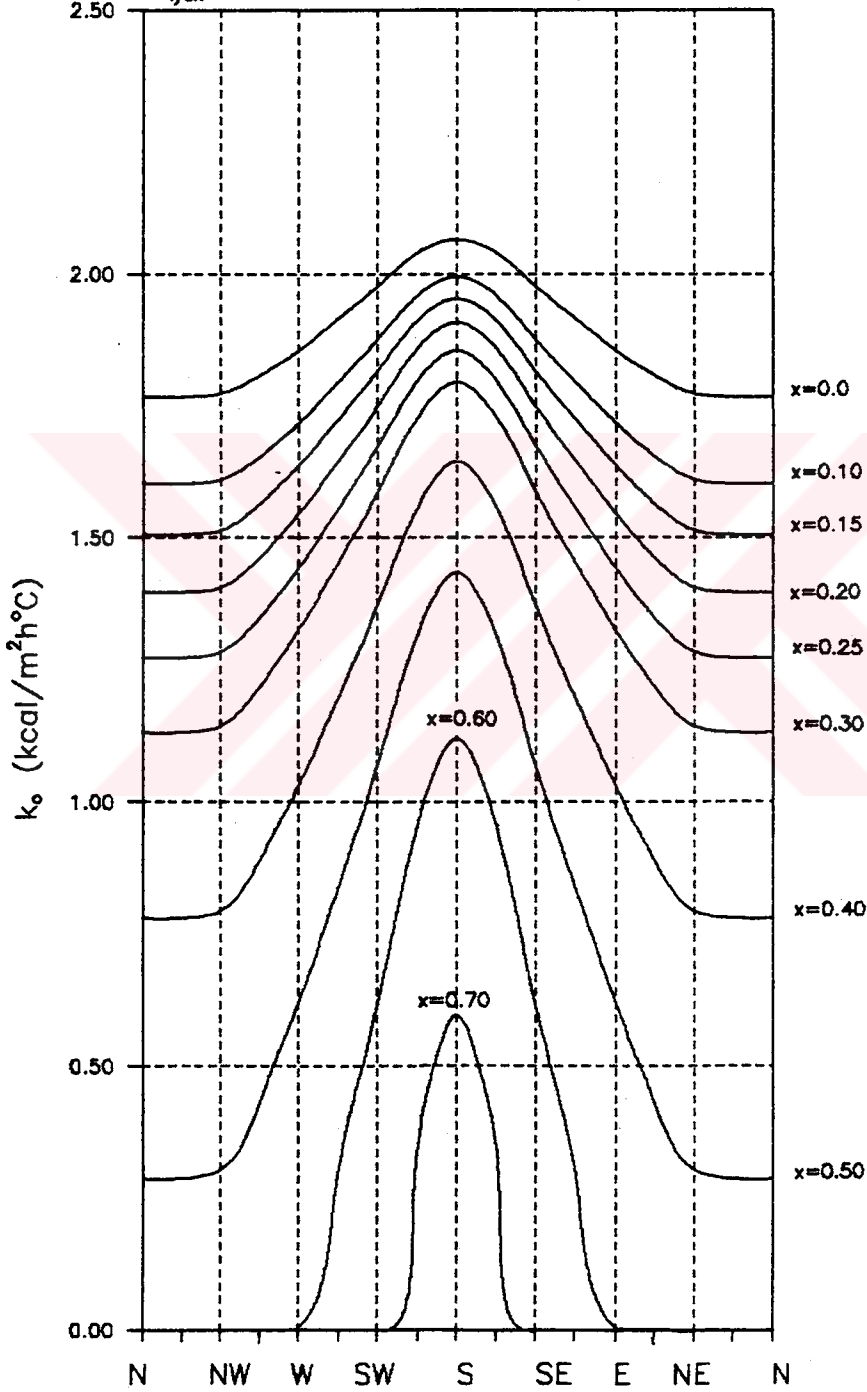
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{\text{yak}}=22-3=19^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL ÇİFT CAMLI PEN.
 $k_c=3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.5. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (gündüz saatleri için ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EGİM=90°

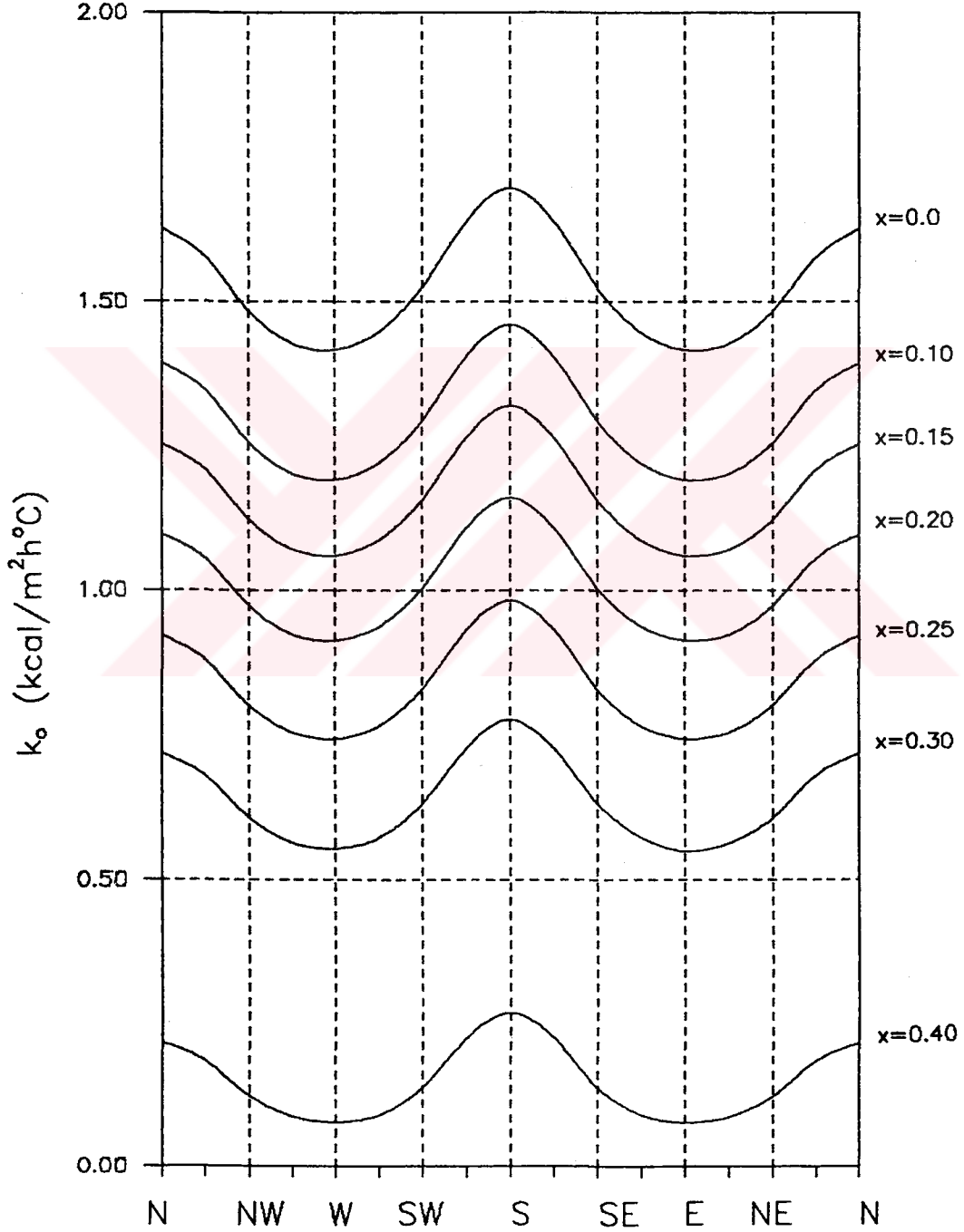
$a_o=0.40$

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

$t_{i\text{yoy}}=22+3=25^{\circ}\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHŞAP TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$



Şekil 6.6. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (gündüz saatleri için ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EGİM=90°

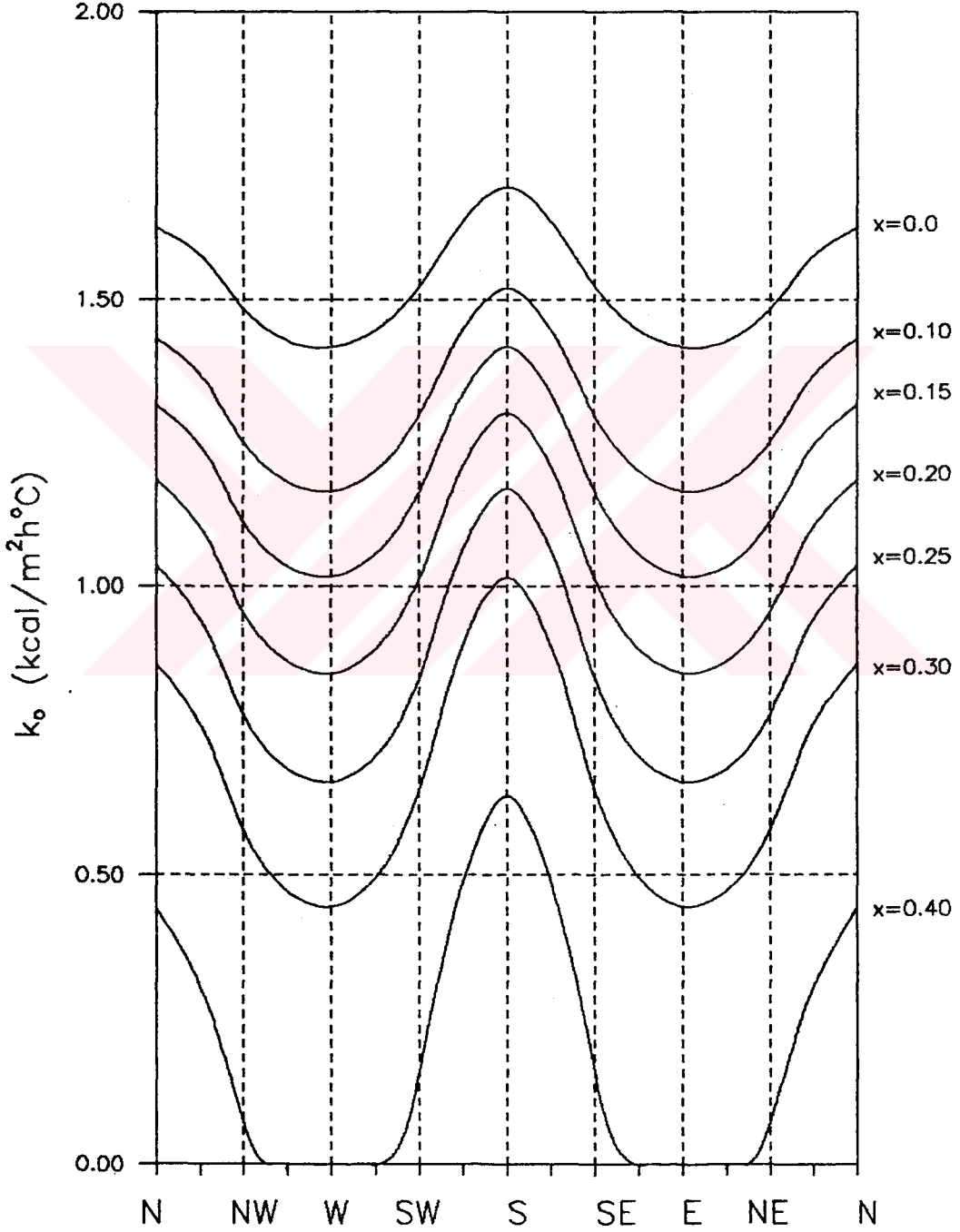
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{iyoy}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHŞ.ÖZ.BİRL.ÇİFT CAMLI PEN.
 $k_c=2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.7. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (gündüz saatleri için ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EĞİM=90°

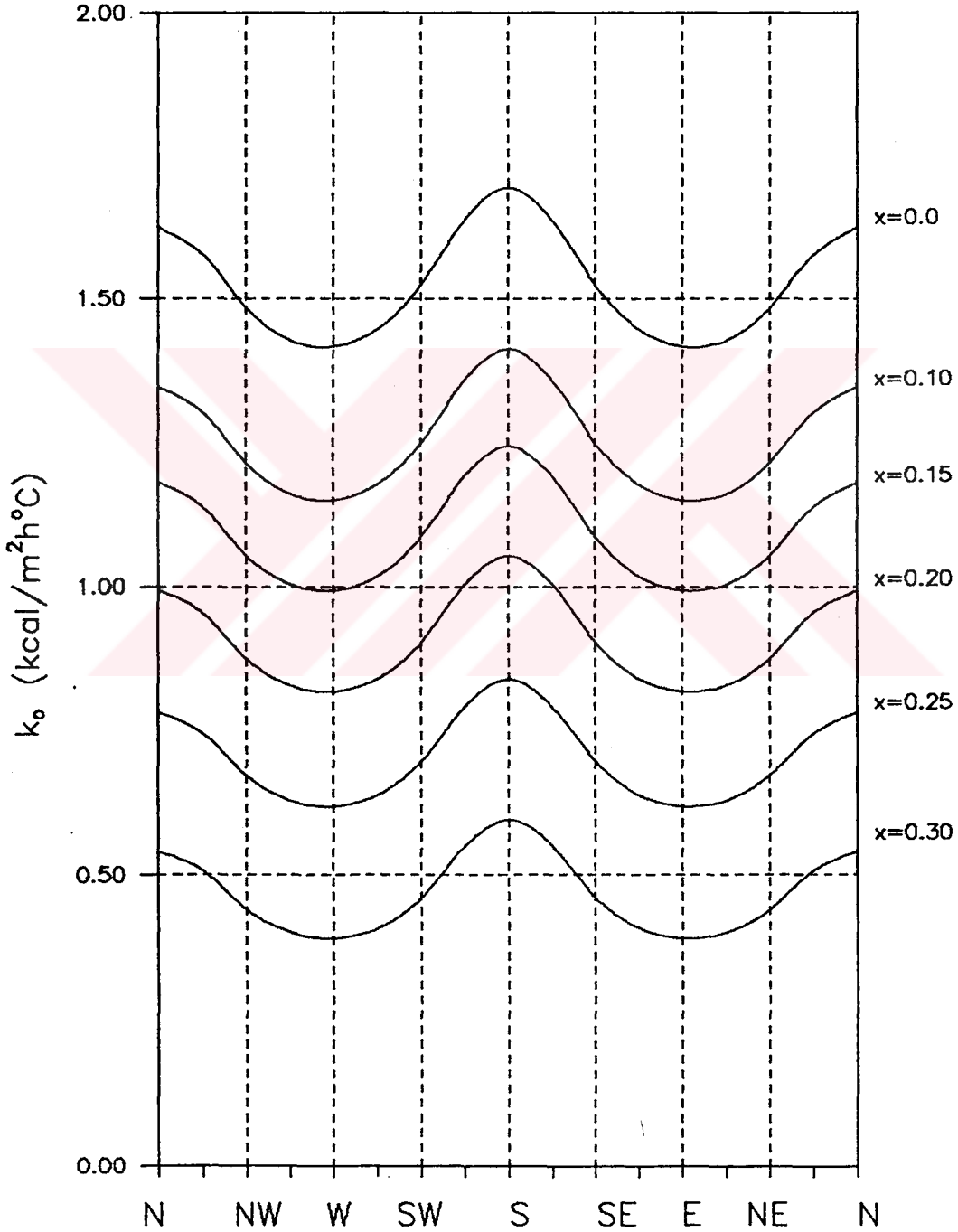
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{iyoy}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.8. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (gündüz saatleri için ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.

EĞİM=90°

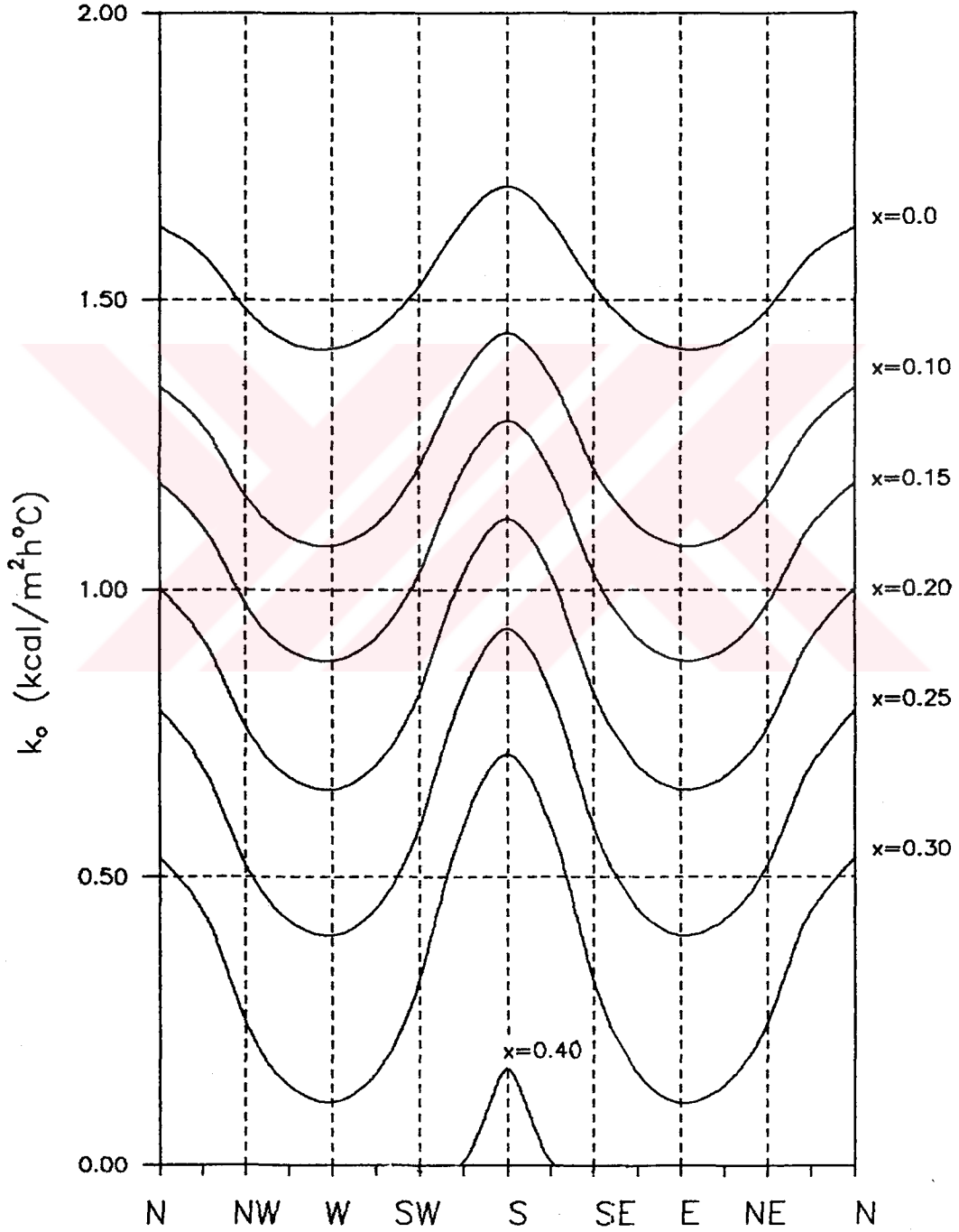
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{iyoy}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL ÇİFT CAMLI PEN.
 $k_o=3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



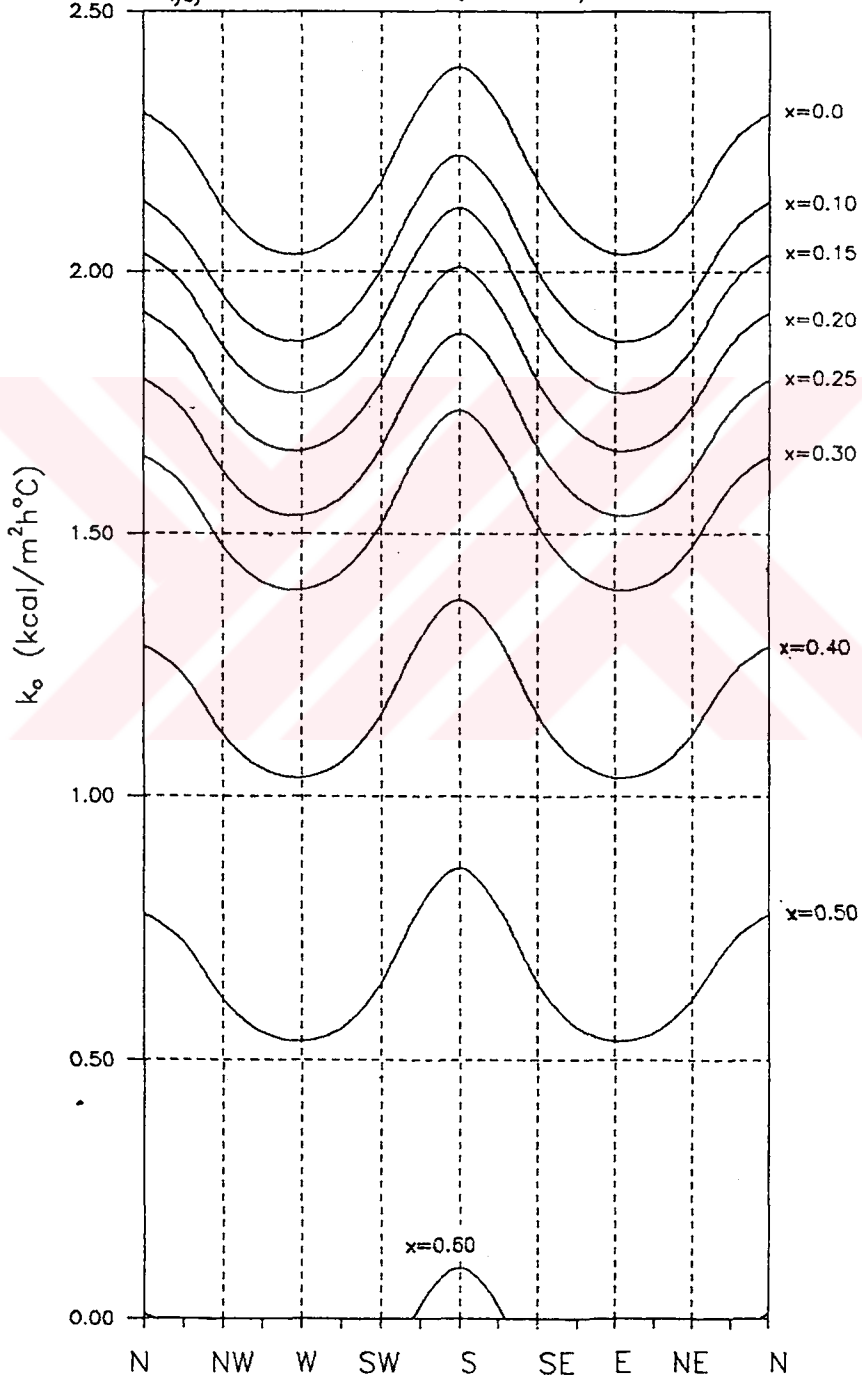
Şekil 6.9. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (günlük ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EGİM=90°
 $\alpha_o=0.40$
 $t_i=22^\circ\text{C}$
 $t_{i\text{yoy}}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHŞAP TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.10. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (günlük ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EGİM=90°

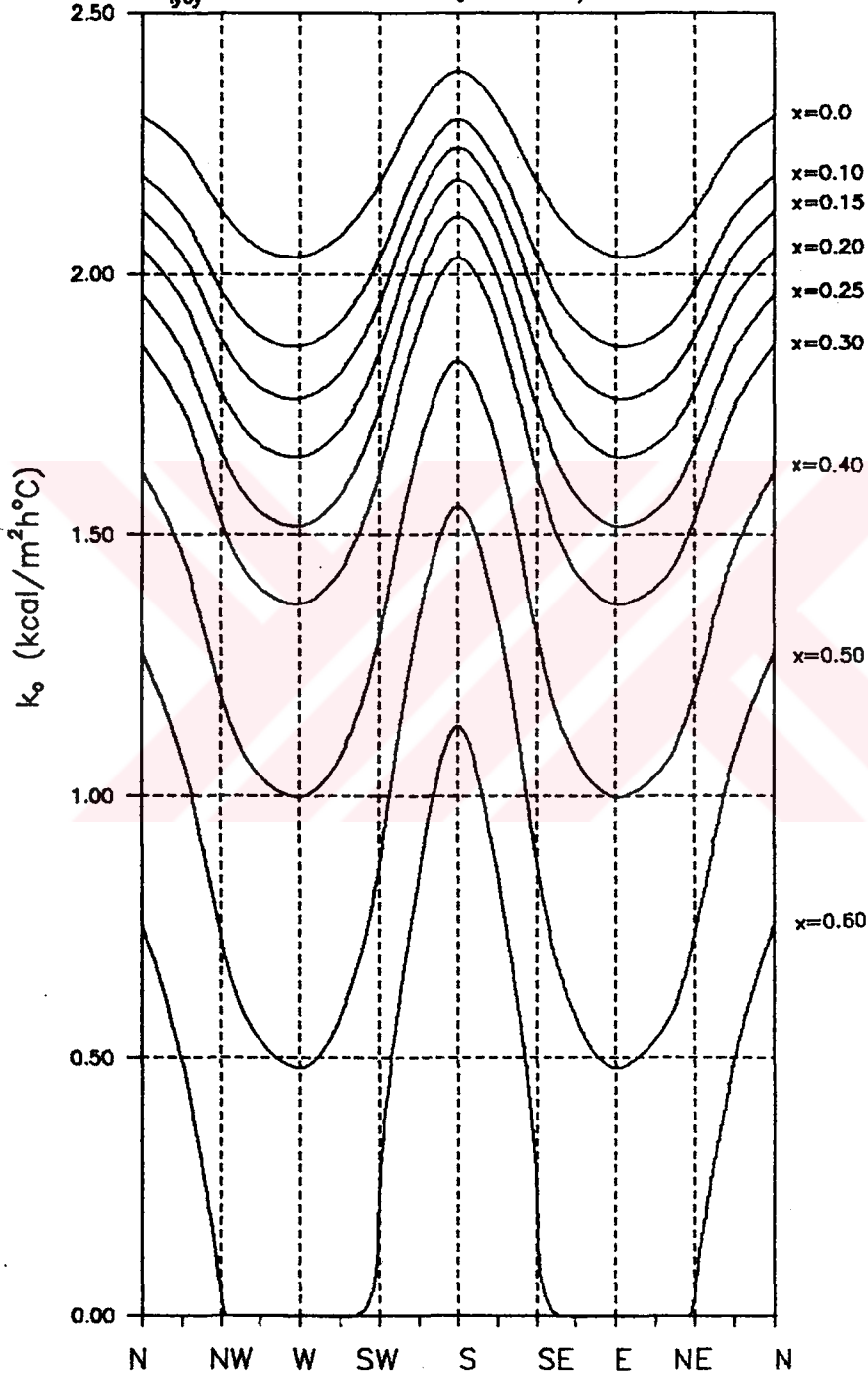
$\alpha_o=0.40$

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

$t_{\text{boy}}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

AHS.ÖZ.BİRL.CİFT ÇAMLI PEN.
 $k_g=2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



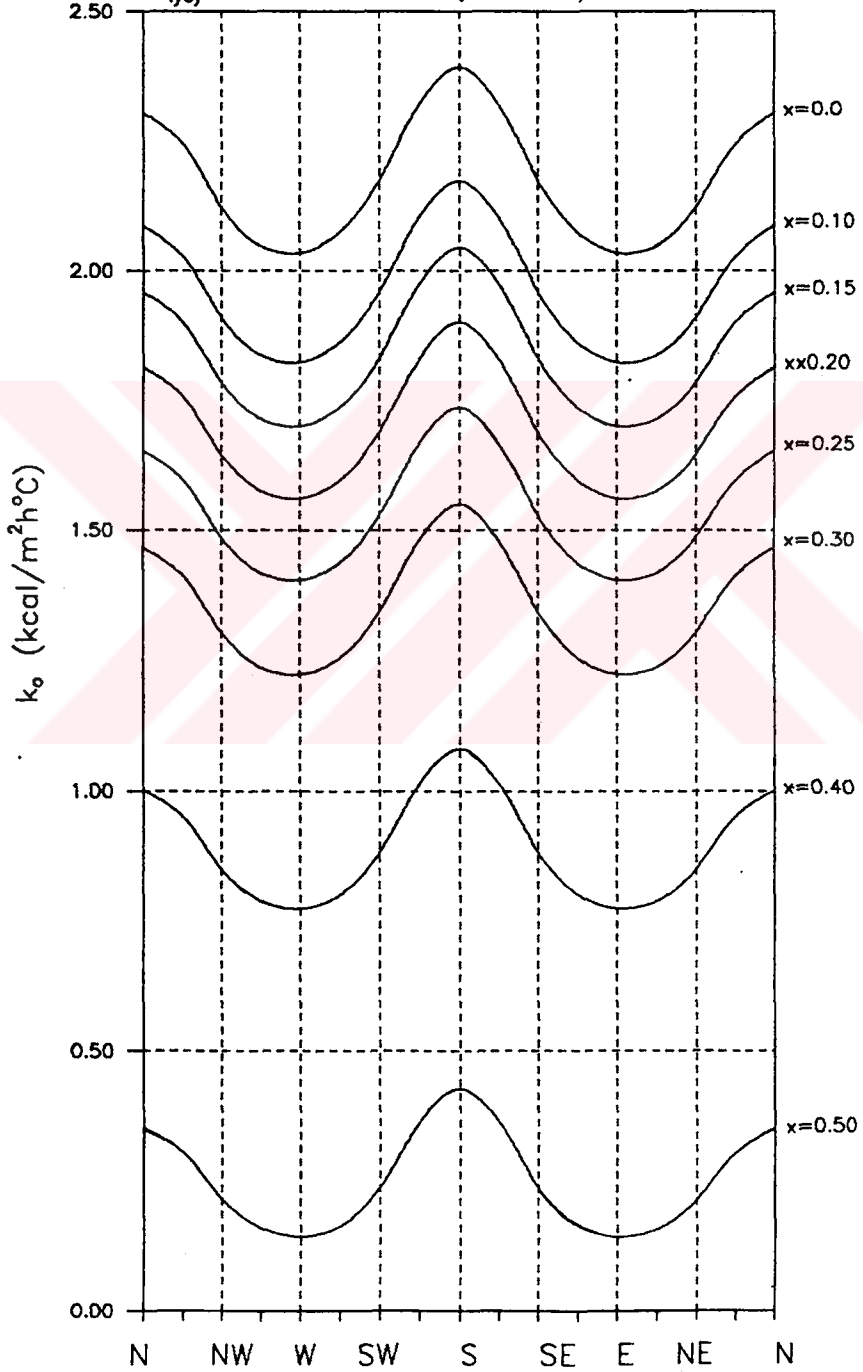
Şekil 6.11. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (günlük ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.
EGİM=90°
 $\alpha_o=0.40$
 $t_i=22^\circ\text{C}$
 $t_{iyoy}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL TEK CAMLI PENCERE
 $k_e=5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.12. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

21 TEMMUZ (günlük ortalama değerler alınmıştır.)

K.K.T.C.

EGİM=90°

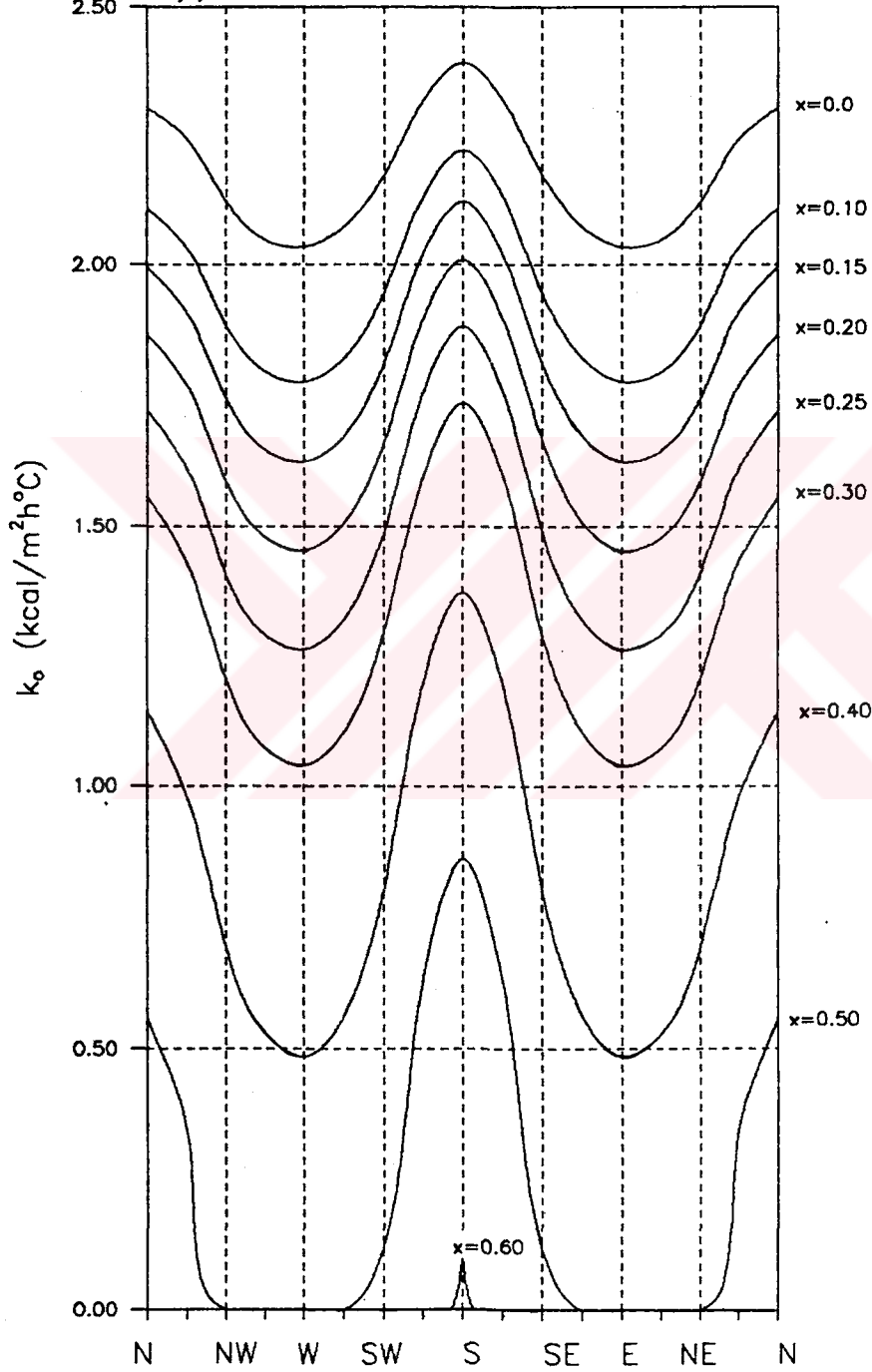
$a_o=0.40$

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

$t_{iyoy}=22+3=25^\circ\text{C}$

GERÇEK ATMOSFER KOŞULLARI
SAYDAMLIK ORANI (x)
EŞDEĞER EĞRİLERİ

METAL ÇİFT CAMLI PENCERE
 $k_c=3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.13. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (x) Eşdeğer Eğrileri

olarak belirlenen k_0 değerlerinden oldukça yüksektir. Buna sebep, sıcak iklim bölgelerinde ısıtmanın istenmediği dönemde, güneş ışıının var olduğu saatlerde güneş ışıını şiddetinin oldukça yüksek düzeyde olmasından ötürü, bu saatlerde kabuk elemanını etkileyen sol-air sıcaklıklarla (özellikle saydam bileşenin geçirgenlik özelliğinden dolayı, saydam bileşeni etkileyen sol-air sıcaklıklarla) günlük ortalama sol-air sıcaklıklar arasında büyük farklar oluşmasıdır. Böylelikle günlük ortalama sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenen termofiziksel özelliklere (k_0 - saydamlık oranı) ilişkin değerler ışıınımlı saatlerde iklimsel konfor açısından gerekli değerlerden çok daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle ısıtmanın istenmediği dönemde gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları iklimsel konfor açısından uygun kombinezonlar olarak seçilmektedir.

Şekillerde yer alan grafik sistemin analizinden anlaşıldığı gibi iklimsel konforu sağlayan kabuk dizaynını tanımlayan çok sayıda "termofiziksel ve optik özelliklere ait değerler kombinezonunu" belirlemek olanaklıdır.

Grafikler, ordinatlar ekseninde opak bileşen (duvar) toplam ısı geçirme katsayısı (k_0 , kcal/m²h°C), apsisler ekseninde ise yön yer alacak şekilde düzenlenmişlerdir. Hem ısıtmanın istendiği hem de ısıtmanın istenmediği dönem için olmak üzere her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu kombinezonu için ayrı bir grafik sistem hazırlanmıştır. Grafikler üzerinde her bir saydamlık oranı için ayrı bir eğri yer almaktadır. Şekiller aracılığıyla sıcak ve nemli bir iklime sahip K.K.T.C. için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenmiş iklimsel konforu sağlayan çok sayıda

- Opak bileşen yutuculuğu,
- Pencere türü,
- Saydamlık oranı,
- Opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve
- Yön

kombinezonları okunabilir.

Şekillerin kullanımında izlenen yol aşağıdaki gibi özetlenebilir:

I- Opak bileşen rengi (veya yutuculuğu, a_0) ve pencere türüne bağlı olarak kullanılacak grafik seçilir.

II- Elemanın baktığı yön mimar tarafından avan proje aşamasında belirlenmiş olacağına göre, bu yön için geçerli olan saydamlık oranı ve opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı kombinezonları belirlenir.

Söz konusu yön apsiler eksenini üzerinde işaretlenmeli ve bu noktadan çıkan düşey doğru (apsisi söz konusu yön olan noktaların geometrik yeri) çizilmelidir.

III- Bu düşey doğru ile ele alınan pencere türüne ait saydamlık oranı eğrilerinin kesişme noktaları belirlenir.

IV- Her bir kesişme noktasının ordinatı, o saydamlık oranı ile birlikte söz konusu yön, pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu için uygun k_0 değerini verecektir.

Görüldüğü gibi aynı yön için birden fazla saydamlık oranı ve k_0 kombinezonu belirlemek olanaklıdır.

Şekillerin incelenmesi sonucunda gerçek atmosfer koşullarında, iklimsel konfor açısından, saydamlık oranı ve k_0 kombinezonunun

- Yön,
- Pencere türü ve
- Opak bileşen rengine

bağlı olarak değişim gösterdiği açıklık kazanmaktadır [5, s.3.1-3.5].

6.2. ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE İKLİMSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN OLARAK BELİRLENEN TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİN TANIMLADIĞI KABUK ALTERNATİFLERİNİN ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERDE GÖSTERDİKLERİ PERFORMANSLARIN BELİRLENMESİ

Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9'da yer alan grafik sistemlerden de görüldüğü gibi ele alınan her bir pencere türü (k_c) ve opak bileşen yutuculuğu (a_0) için ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen termofiziksel özellikler (k_0 , x_k) kombinezonları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen termofiziksel özellikler (k_0 , x_y) kombinezonları farklılık göstermektedirler. Opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) sabit tutulduğunda, ısıtmanın istendiği dönem ile ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı değerleri; saydamlık oranı değeri sabit tutulduğunda ise ısıtmanın istendiği dönem ile ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 değerleri değişmektedir.

Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bu iki takım termofiziksel özellikler kombinezonlarının her ikisi de belirlendikleri dönem için iklimsel konfor açısından uygun üst sınır değerlere sahiptirler. Ancak sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen termofiziksel özelliklere ilişkin değerler kombinezonları ile ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen termofiziksel özelliklere ilişkin değerler kombinezonlarından hangisine dayanılarak kabuk dizaynının yapılması gerektiğine karar verilmelidir.

Bu konuya açıklık kazandırabilmek açısından, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen termofiziksel özelliklere ilişkin değerler kombinezonlarının tanımladığı kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde gösterdikleri performansların belirlenmesi, diğer bir deyişle kabuk alternatiflerinin birim alanlarından ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde oluşan ısı kaybı ve kazancı miktarlarının hesaplanması gerekmektedir.

Böylelikle, ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_o) ve yönlendiriliş durumu için, ısıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin değerler kombinezonları ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumu açısından karşılaştırılarak, hem iklimsel konfor hem de enerji korunumu açısından uygun k_o -saydamlık oranı kombinezonları seçilebilmektedir.

K.K.T.C. için iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından uygun k_o -saydamlık oranı kombinezonlarını seçebilmek amacıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarından oluşan ısı kaybı ve kazancı miktarları Bölüm 5.2.I ve II'de açıklanan şekilde hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda Bölüm 6.1'de gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ait değerler kullanılmıştır.

Isı kayıpları ve kazançları hesaplarında ele alınan kabuk alternatiflerinin belirlenmesinde kullanılan dizayn değişkenleri değerlerine ilişkin değişim alan ve aralıkları aşağıdaki gibi alınmıştır:

- Yönlendiriliş Durumu: 22.5° aralıkla 16 yönlendiriliş durumu.
- Opak Bileşene Ait Toplam Isı Geçirme Katsayısı (k_o): 0.50, 0.75, 1.00 ve 1.25 kcal/m²h⁰C (Ele alınan her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu için Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9'da sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_o değişim alanlarını gösteren grafiklerden uygulanabilir k_o değerleri seçilmiştir.)
- Opak Bileşen Yutuculuğu (a_o): 0.40
- Pencere Türü [23, s.20]: Ahşap tek camlı pencere.... k_c = 4.50 kcal/m²h⁰C
Ahşap özel birleştirilmiş (iki cam arası 6mm) çift camlı pencere.... k_c = 2.80 kcal/m²h⁰C
Metal tek camlı pencere... k_c =5.00 kcal/m²h⁰C
Metal çift camlı pencere (iki cam arası 6mm) k_c = 3.40 kcal/m²h⁰C

- Saydamlık Oranı : Ele alınan dizayn ayı için, $k_0 = 0.50, 0.75, 1.00$ ve $1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olduğunda seçilen pencere türü, opak bileşen yutuculuğu ve yönlendiriliş durumuna göre gerekli saydamlık oranları (Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9'dan elde edilmişlerdir.)
- İç Hesap Sıcaklığı : Isıtmanın istendiği dönem için.... $t_{ik} = 22^\circ\text{C}$
Isıtmanın istenmediği dönem için.... $t_{iy} = 25^\circ\text{C}$

Yukarıda belirtilen dizayn değişkenlerine dayanarak, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının birim alanlarından gerçek atmosfer koşullarında, ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarları ($q_{kk}, q_{yk}, \text{kcal/m}^2\text{h}$), dış hesap sıcaklığı olarak ısıtmanın istendiği dönemin dizayn gününe (21 Ocak) ilişkin günlük ortalama sol-air sıcaklıklar alınarak hesaplanmıştır. Hesaplara ait sonuçlar bu kombinezonların ısıtma ekonomisi açısından kolaylıkla karşılaştırılabilmesi için, Bölüm 5.2'de açıklanan şekilde ele alınan her bir pencere türü (k_c) ve opak bileşen yutuculuğu kombinezonu için Şekil 6.14-6.17'de yer alan grafiklerde derlenmiştir.

Aynı kombinezonların gerçek atmosfer koşullarında birim alanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarları ($q_{ky}, q_{yy}, \text{kcal/m}^2\text{h}$), dış hesap sıcaklığı olarak ısıtmanın istenmediği dönemin dizayn gününe (21 Temmuz) ait gündüz saatleri için ortalama sol-air sıcaklıklar alınarak hesaplanmış ve ele alınan kabuk alternatiflerinin iklimlendirme enerjisi korunumu açısından kolaylıkla karşılaştırılabilmesi için sonuçlar Şekil 6.18-6.21'de verilmiştir.

Şekillerde yer alan grafik sistemler aracılığıyla ele alınan her bir pencere türü (k_c) ve opak bileşen yutuculuğu için, farklı yönlendiriliş durumlarında ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarından oluşan ısı kaybı veya kazancı miktarları değerleri okunabilmektedir.

Söz konusu grafik sistemlerin apsisler ekseninde yönler, ordinatlar ekseninde ise kabuk elemanlarından oluşan günlük ortalama

21 OCAK

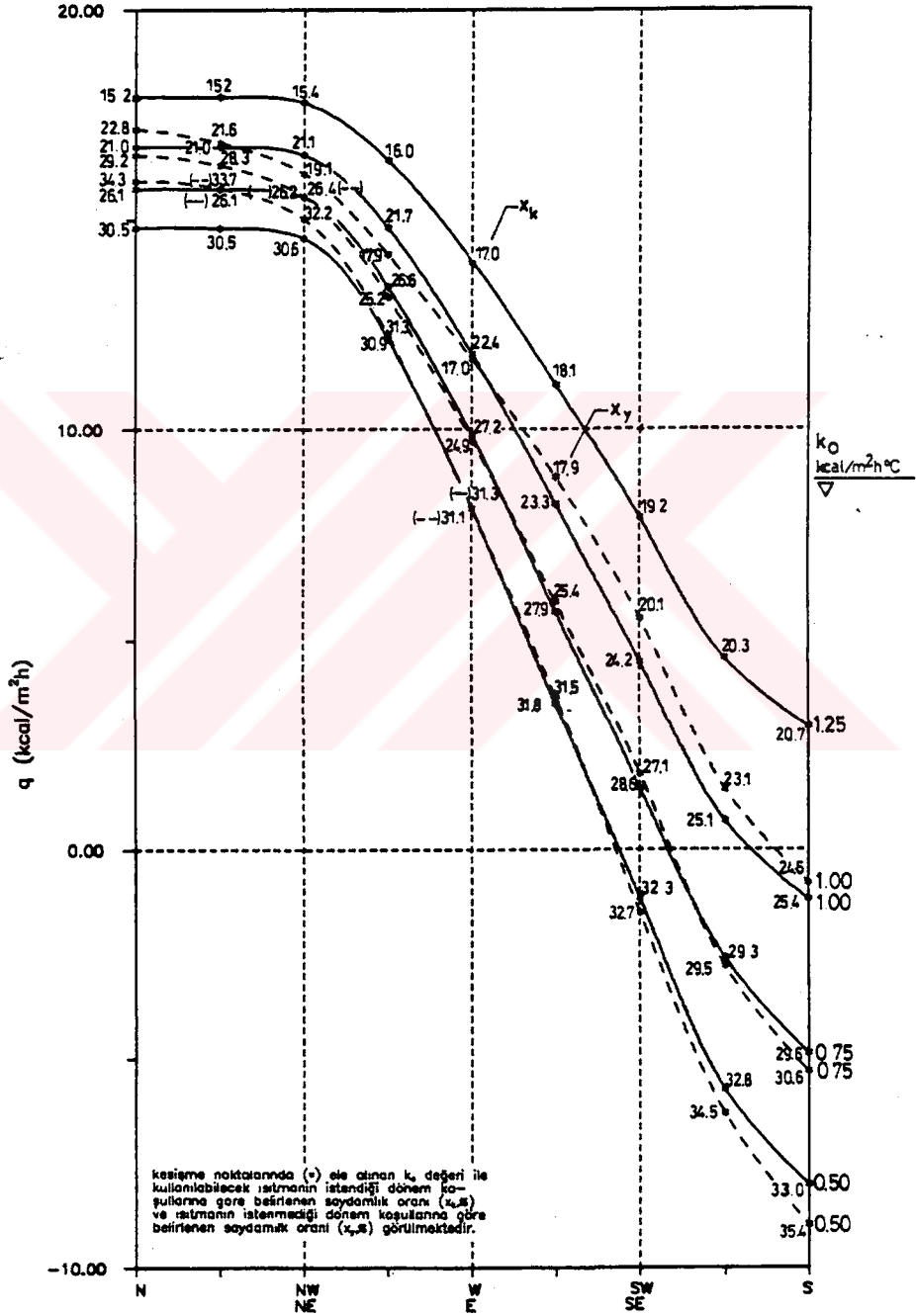
K.K.T.C.

$a_0=0.40$

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

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarı $q_{10,q_{20}} \text{ kcal/m}^2\text{h}$ - k_0 e göre eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu (—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

AHSAP TEK CAMLI PENCERE
 $k_0=4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.14. Isıtmanın İstendiği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi

21 OCAK

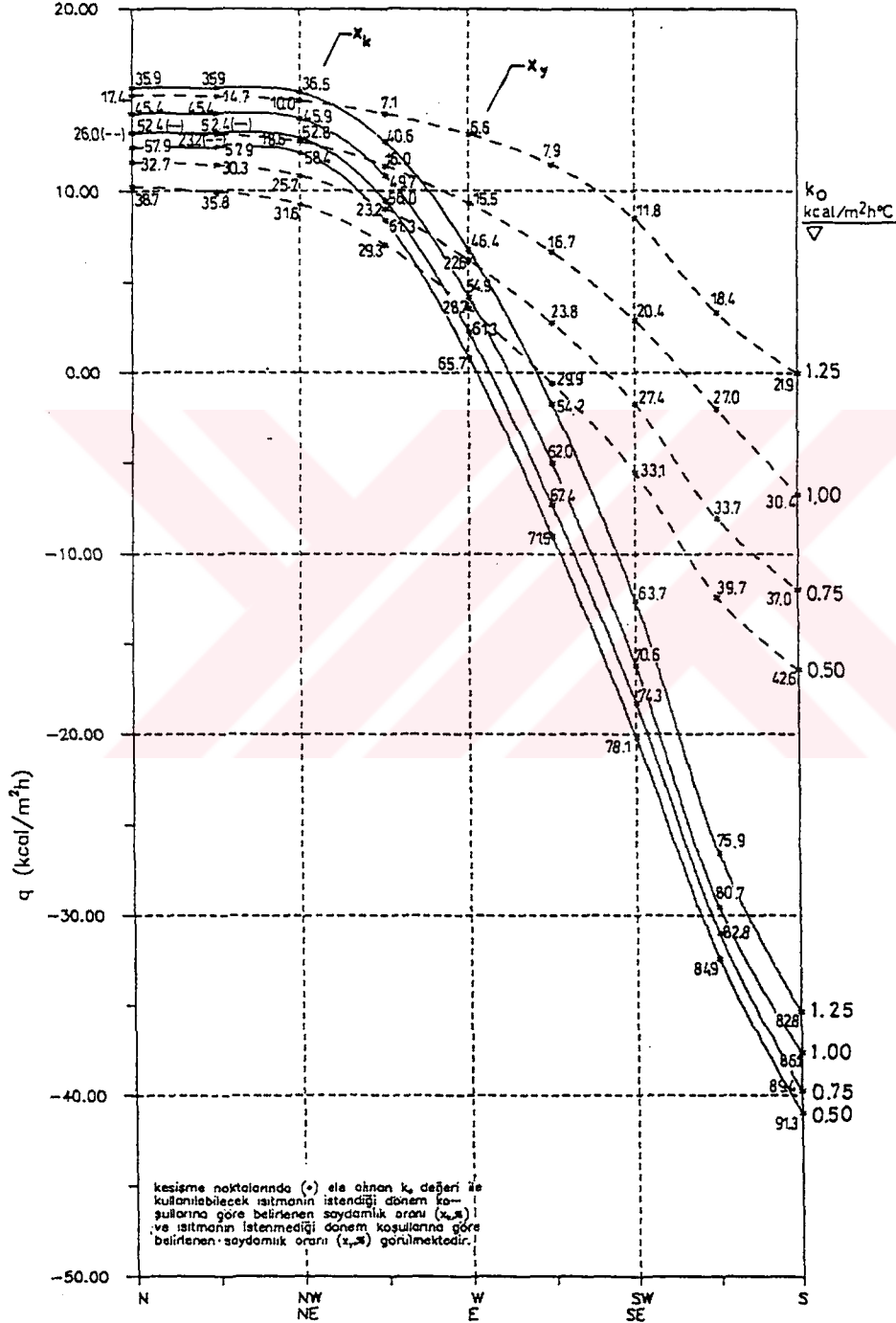
K.K.T.C.

$a_0=0.40$

$t_{ik}=22^\circ\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarı ($Q_{k,0}$, kcal/m²h) - k_0 eşdeğer eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu (—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

AHSAP ÖZ.BİRLİĞİT CAMLI PENCERE
 $k_0=2.80$ kcal/m²h⁰C



Şekil 6.15. Isıtmanın İstendiği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi

21 OCAK

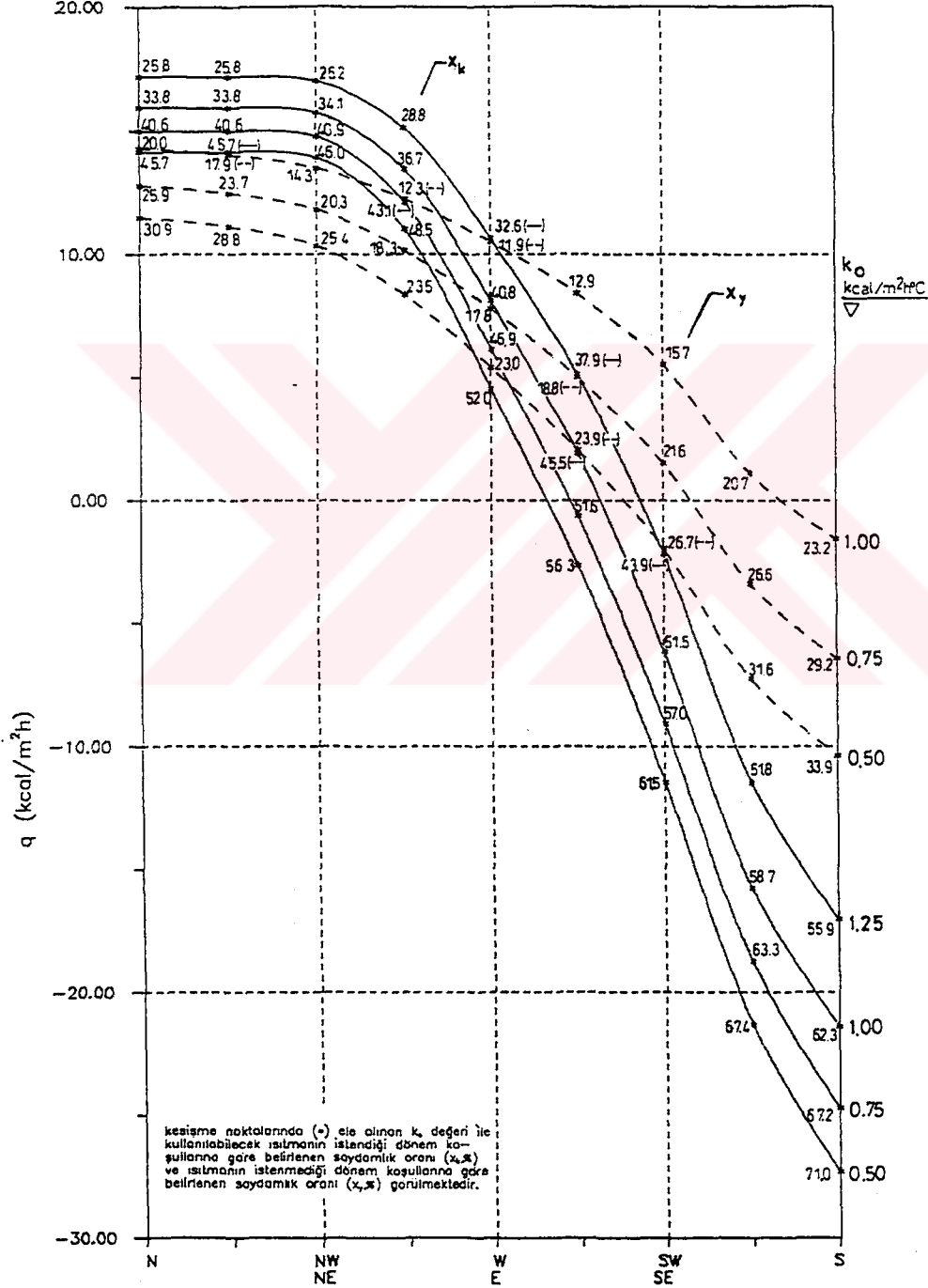
K.K.T.C.

$a_o = 0.40$

$t_{ik} = 22^\circ\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarı ($Q_{k, q_{k, \text{kcal/m}^2\text{h}}$) - k_o eşdeğer eğrileri
Isıtmanın istendiği dönem kabuğu (—)
Isıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

METAL ÇİFT CAMLI PENCERE
 $k_o = 3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.17. Isıtmanın istendiği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi

21 TEMMUZ

K.K.T.C.

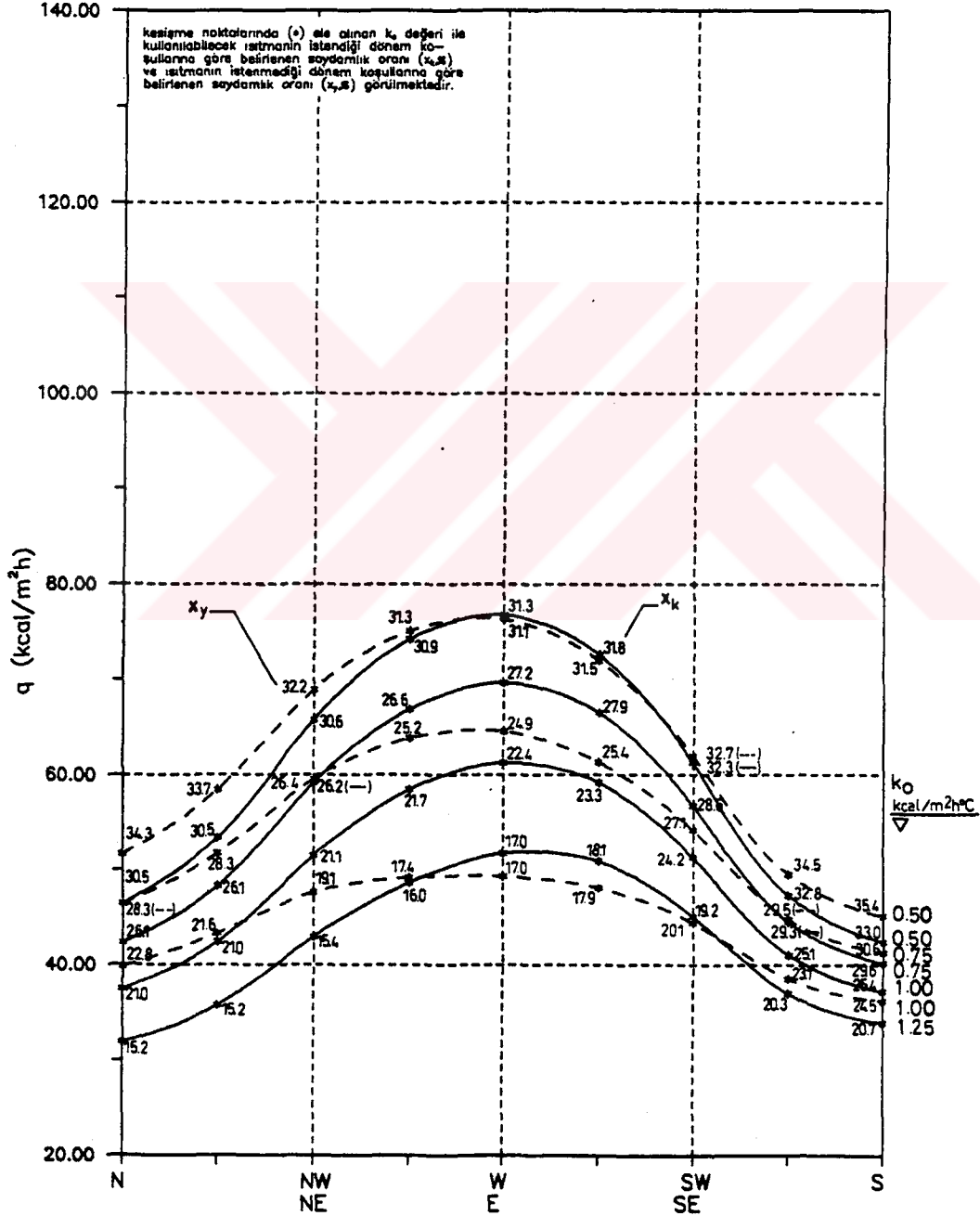
$a_o=0.40$

$t_{iy}=25^{\circ}\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kaybı miktarı (q_w, q_{wy} kcal/m²h) - k_o eşdeğer eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu (—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

AHŞAP TEK CAMLI PENCERE

$k_o=4.50$ kcal/m²h°C



Şekil 6.18. Isıtmanın istenmediği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kazanılan Gündüz Saatleri İçin Ortalama ısı Miktarları Değişimi

21 TEMMUZ

K.K.T.C.

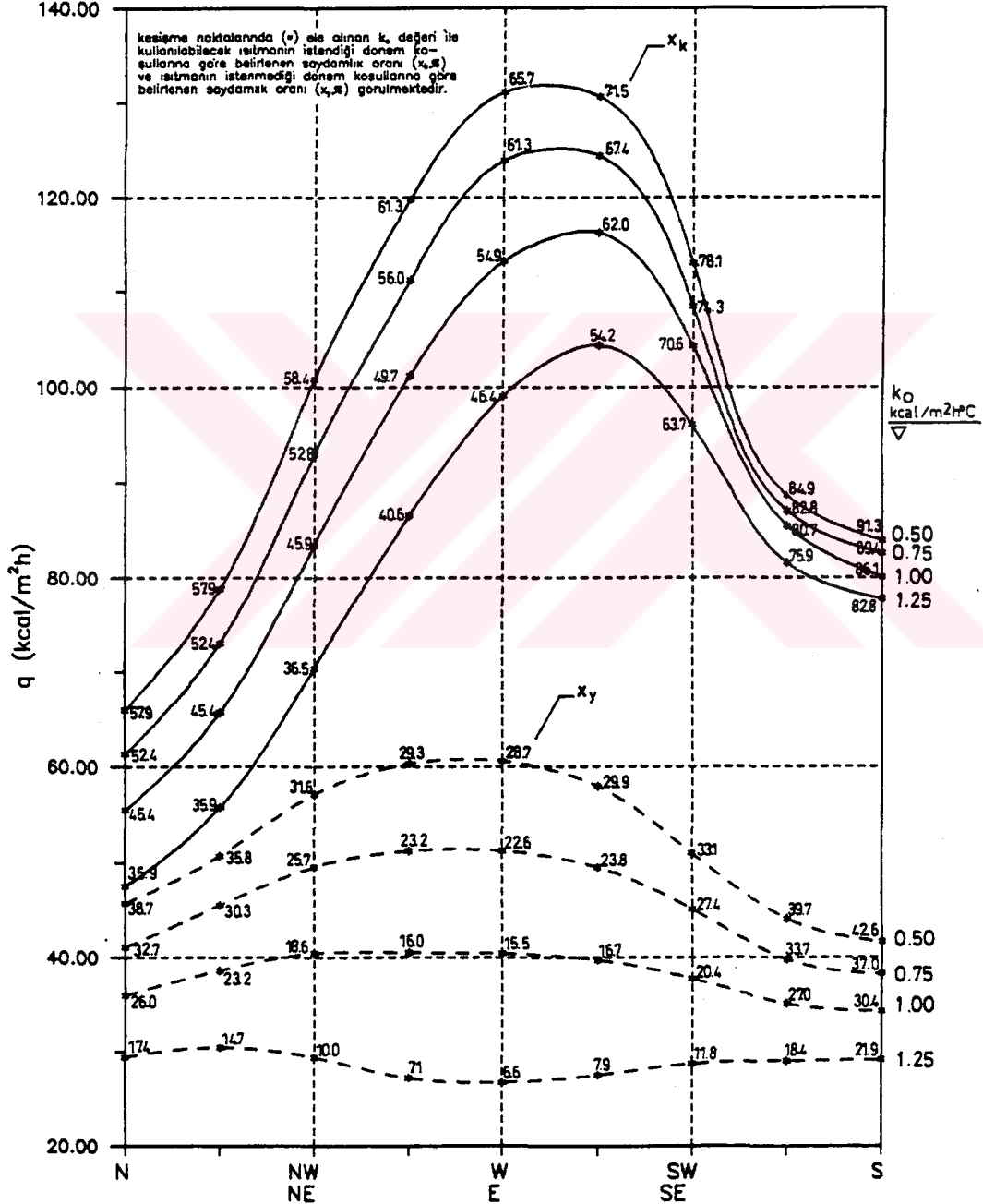
$a_o=0.40$

$t_{iy}=25^\circ\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarı ($q_{w,q}$, kcal/m²h) - k_o eşdeğer eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu (—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

AHŞAP ÖZ.BİRLİĞİT CAMLI PEN.

$k_o=2.80$ kcal/m²h°C



Şekil 6.19. Isıtmanın istenmediği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kazanılan Gündüz Saatleri İçin Ortalama ısı Miktarları Değişimi

21 TEMMUZ

K.K.T.C.

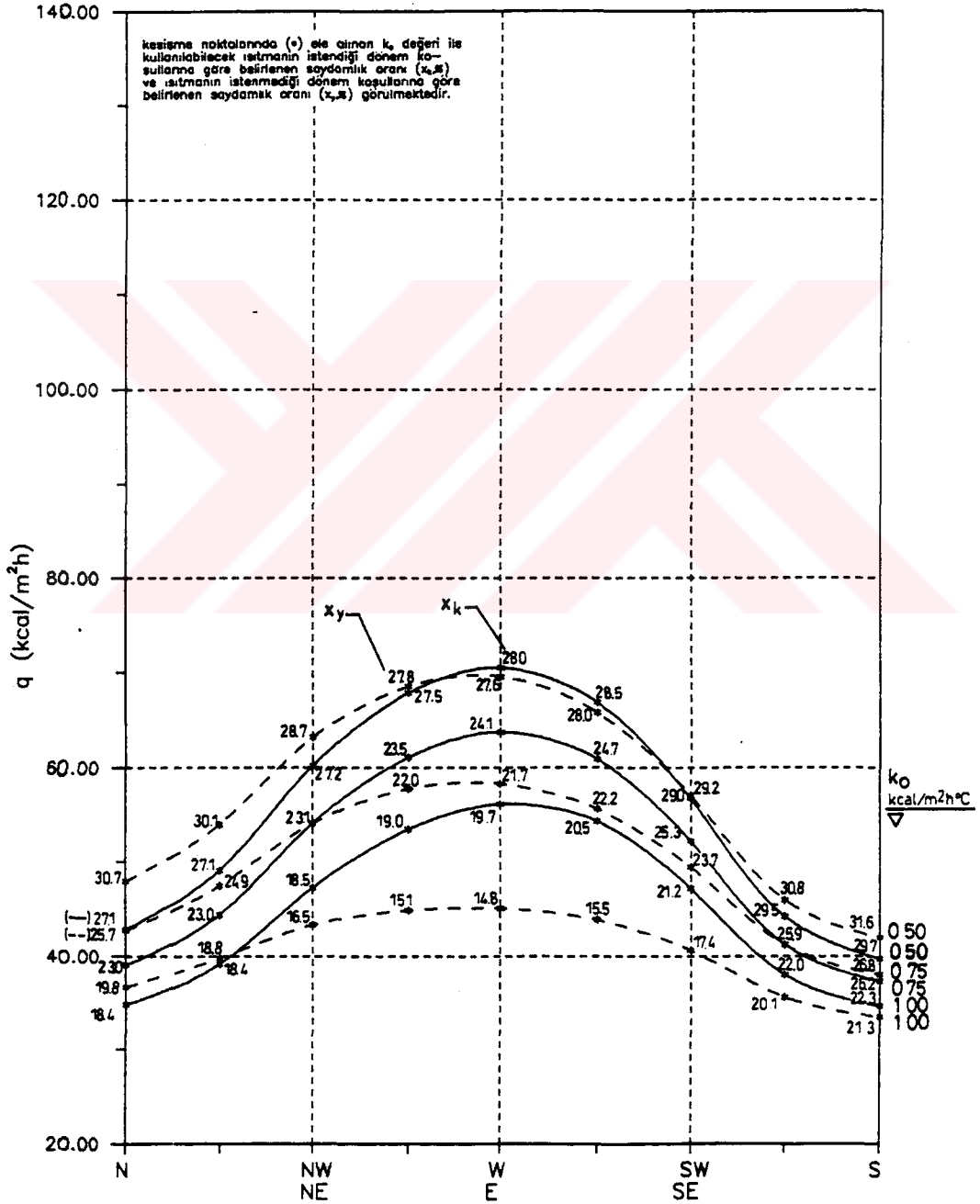
$a_o=0.40$

$t_{iy}=25^{\circ}\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarı ($q_w, q_{wy}, \text{kcal/m}^2\text{h}$)— k_o eşdeğer eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu(—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu(---)

METAL TEK CAMLI PENCERE

$k_o=5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$



Şekil 6.20. Isıtmanın İstenmediği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kazanılan Gündüz Saatleri İçin Ortalama ısı Miktarları Değişimi

21 TEMMUZ

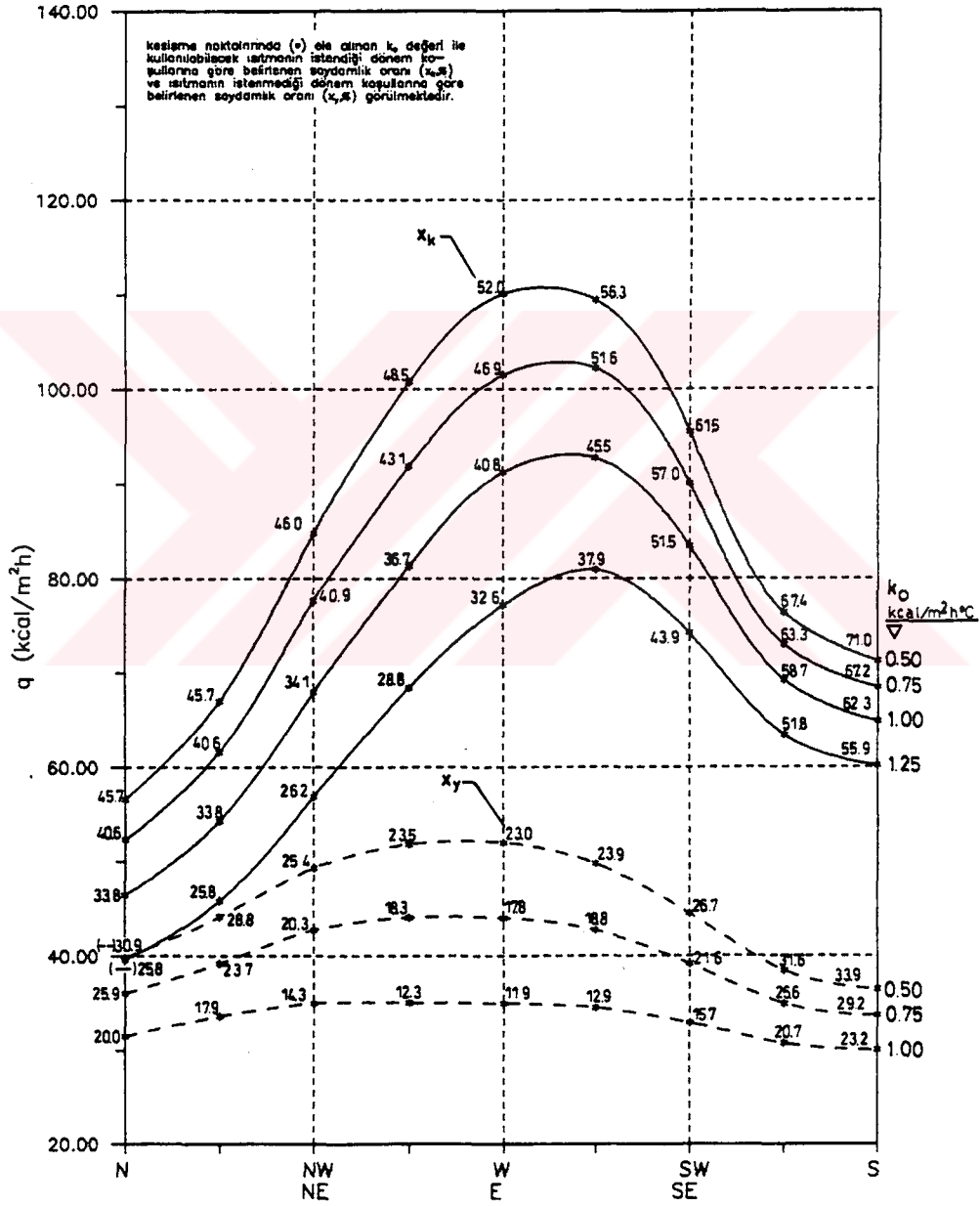
K.K.T.C.

$a_o=0.40$

$t_{iy}=25^{\circ}\text{C}$

Gerçek atmosfer koşullarına göre, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarı ($q_{w,q_{yy}}$, kcal/m²h) - k_o eşdeğer eğrileri ısıtmanın istendiği dönem kabuğu (—) ısıtmanın istenmediği dönem kabuğu (---)

METAL ÇİFT CAMLI PENCERE
 $k_o=3.40$ kcal/m²h°C



Şekil 6.21. Isıtmanın istenmediği Dönemde Kabuk Elemanının Birim Alanından Kazanılan Gündüz Saatleri İçin Ortalama ısı Miktarları Değişimi

saatlik ısı kaybı değerleri (Şekil 6.14-6.17) veya gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı değerleri (Şekil 6.18-6.21) yer almaktadır. Grafikler üzerinde her bir k_0 değeri için, bu k_0 değerine ilişkin ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarına dayanılarak elde edilen, ve söz konusu k_0 değerine ilişkin ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarına dayanılarak elde edilen iki ayrı eğri bulunmaktadır.

Ele alınan her bir k_0 değeri için, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin ısı kaybı veya kazancı eğrisi (—) ile kabuk elemanın baktığı yönü belirten noktadan çizilen düşey doğrunun kesişme noktasında (*) ısıtmanın istendiği dönem koşulları için söz konusu k_0 değeri ile kullanılabilir saydamlık oranı değeri (x_k , %); ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin ısı kaybı veya kazancı eğrisi (---) ile kabuk elemanın baktığı yönü belirten noktadan çizilen düşey doğrunun kesişme noktasında (*) ise ısıtmanın istenmediği dönem koşulları için söz konusu k_0 değeri ile kullanılabilir saydamlık oranı değeri (x_y , %) yer almaktadır. Böylelikle aynı k_0 değeri için ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonu ile ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonuna ilişkin iki farklı ısı kaybı veya kazancı değerini ordinatlar ekseninden okumak mümkündür.

6.3. ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERE AİT DIŞ DİZAYN KOŞULLARINA GÖRE İKLİMSEL KONFOR AÇISINDAN UYGUN OLARAK BELİRLENEN KABUK ALTERNATİFLERİNİN ISITMANIN İSTENDİĞİ VE İSTENMEDİĞİ DÖNEMLERDE GÖSTERDİKLERİ PERFORMANSLARIN ANALİZ EDİLMESİ VE ENERJİ EKONOMİSİ AÇISINDAN UYGUN DEĞERLER KOMBİNEZONLARININ SEÇİLMESİ

Bölüm 5.3'te açıklanan yöntem K.K.T.C. için enerji ekonomisi açısından uygun kabuk elemanlarının belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

Yapılan uygulamada, Bölüm 6.2'de ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu kombinasyonu için hesaplanan, kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ve ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan ısı miktarlarına ilişkin değerler alınmıştır (Şekil 6.14-6.17 ve Şekil 6.18-6.21).

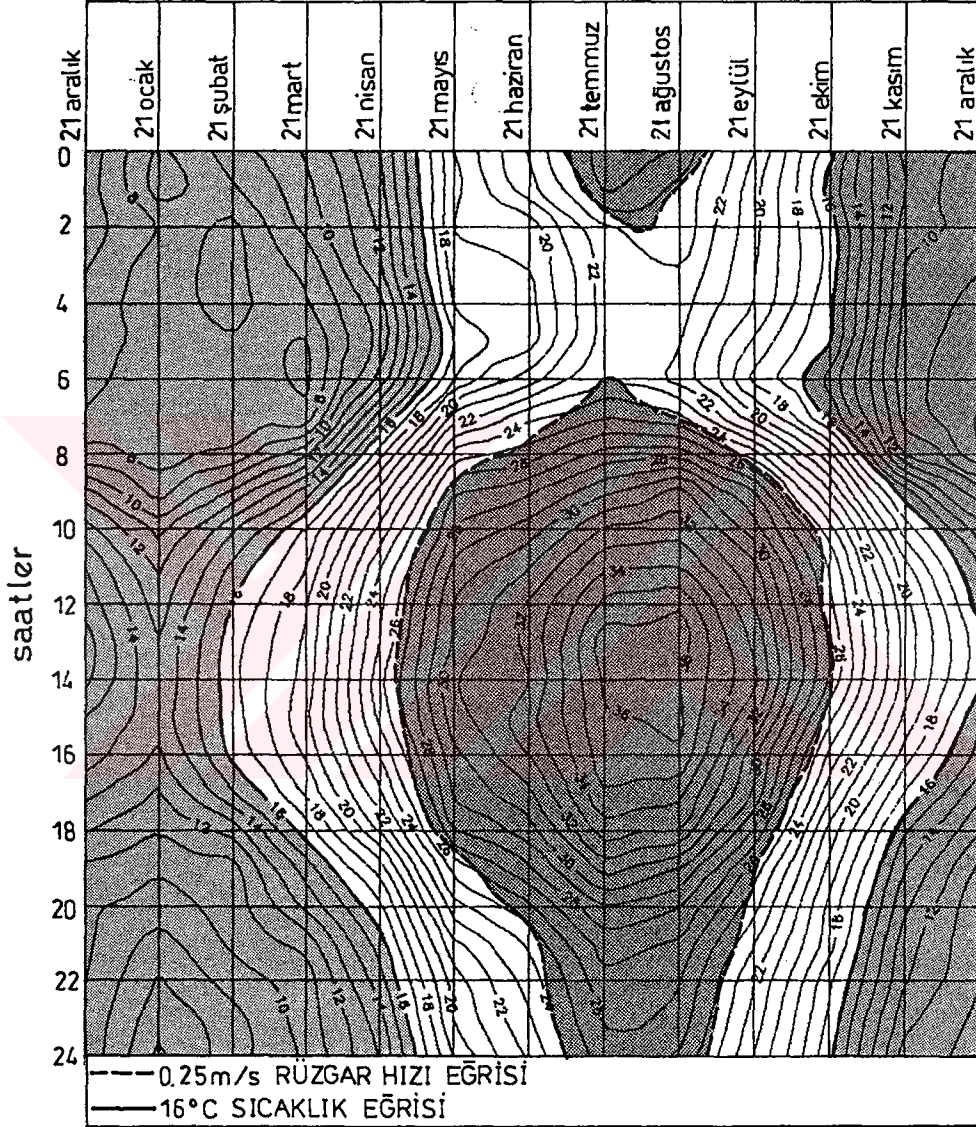
6.3.1. Yapma Isıtmanın Ve İklimlendirmenin İstendiği Dönem Sürelerinin Belirlenmesi Ve Karşılaştırılması

Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen ve kazanılan saatlik ısı miktarları ile birlikte dönemlik enerji tüketiminin belirleyicisi olan yapma ısıtmanın istendiği dönem süresi ve yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresi 5.3.1. bölümünde açıklanan şekilde belirlenmiştir (Şekil 6.22).

Yapma ısıtmanın istendiği dönem süresinin belirlenmesine temel olarak, K.K.T.C. ile benzer bir iklime sahip Antalya yöresi için TS 2754'de [13, s.18] verilmiş olan dış hava sıcaklığı, 16°C , esas alınmıştır.

Yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresi ise, K.K.T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden [20] elde edilen her ayın 21. günlerine ait 5 yıllık dış hava sıcaklığı ve bağıl nemlilik ortalamalarına ilişkin değerlerden yararlanılarak belirlenmiştir.

Şekil 6.22'de yeralan dış hava sıcaklığı yıllık değişim tablosundan görüldüğü gibi, konutlarda saat 7:00 ve 0:00 saatleri arasında yapma ısıtma veya iklimlendirme sistemlerinin çalıştırılacağı koşulu gözönüne alındığında yapma iklimlendirmenin ve ısıtmanın istendiği dönem sürelerinin uzunluğu birbirine oldukça yakın olmasına rağmen, yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresi daha uzun olmaktadır. Söz konusu şekil aracılığıyla, yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresinin yapma ısıtmanın istendiği dönem süresine oranı 1.15 olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.22. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti İçin Yapma Isıtmanın İstendiği Dönem Süresi () ve Yapma İklimlendirmenin İstendiği Dönem Süresi ()

6.3.2. Isıtma Yüğü Birim Maliyeti İle İklİmlendirme Yüğü Birim Maliyetinin Belirlenmesi Ve Karşılaştırılması

Her bir dönem için enerji tüketimi maliyetinin belirleyicisi olan ısıtma yüğü birim maliyeti ile iklİmlendirme yüğü birim maliyeti (TL/kcal) kullanılan sistem türüne göre değişmesine rağmen Yüksek Makina Mühendisi Kevork Çilingiroğlu'nun deneyimleri sonucunda iklİmlendirme yüğü birim maliyetinin ısıtma yüğü birim maliyetinin 4 katı olduğu belirlenmiştir.

6.3.3. Kaybedilen Ve Kazanılan Isı Miktarları Değişim Grafiklerinin, Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Değerler Kombinezonlarının Seçilmesi Amacıyla Analiz Edilmeleri, Karşılaştırılmaları Ve Sonuçlar

5.3.bölümünde verilen ana kriter ve alt kriterlere dayanılarak her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu kombinezonu için yapılan analizler, karşılaştırmalar ve varılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:

I - AHŞAP TEK CAMLI PENCERE

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

$$a_0 : 0.40$$

$$k_0 : 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(Bu k_0 değerleri, Şekil 6.2 ve Şekil 6.6'da verilen ve sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 değişim alanları içerisinde seçilmiştir. Isıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarında, $k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değeri tüm yönlerde, %20'den düşük saydamlık oranı verdiği için ele alınmamıştır.)

Saydamlık oranı: Bu koşullarda, farklı yönlendiriliş durumlarına göre, ısıtmanın istendiği dönem ve istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranları (x_k, x_y)(Şekil 6.2 ve Şekil 6.6'dan elde edilmişlerdir.)

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.14):

- Isıtmanın istendiği dönemde SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde, hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen ve aşağıda verilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarında ısı kazancı oluşmaktadır.

. Yön: SW ve SE

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%32.7$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%32.8$$

. Yön: SSW ve SSE

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%34.5$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%32.8$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%29.5$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%29.3$$

. Yön: S

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%35.4$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%33.0$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%30.6$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%29.6$$

$$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%25.4$$

$$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%24.5$$

- Ele alınan her bir k_0 değeri için, tüm yönlerde, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı (veya kazancı) miktarları (q_{kk} ile q_{yk} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) arasındaki farklar oldukça düşük düzeydedir.

Ancak farklı k_0 değerleri için, hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısı kayıpları (veya kazançları) arasındaki fark, k_0 değerinin farklılaşmasından ötürü özellikle SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde daha belirgin hale gelmektedir.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, ısı kaybı oluşan yönlerde, k_0 değeri yükseldikçe ısı kaybı artmakta, ısı kazancı oluşan yönlerde ise, k_0 değeri yükseldikçe ısı kazancı azalmaktadır.

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.18):

- Ele alınan her bir k_0 değeri için, bazı yönlerde ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydımlık oranı (x_k) kombinezonlarının, bazı yönlerde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydımlık oranı (x_y) kombinezonlarının daha düşük düzeyde ısı kazancı verdikleri görülmektedir.

- Ayrıca, ele alınan her bir k_0 değeri için WNW, W, WSW, SW, SE, ESE, E ve ENE yönlerinde, ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk alternatifleri ile ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısı kazancı miktarları arasındaki farklar k_0 değeri büyüdükçe artmakta, N, NNW ve NNE yönlerinde ise azalmaktadır.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_0 değeri büyüdükçe kabuk elemanlarından oluşan ısı kazancı miktarları azalmaktadır.

o Bu grupta ele alınan kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performanslar ile ısıtmanın istenmediği

dönemde gösterdikleri performanslar karşılaştırıldığında, ele alınan tüm k_0 değerleri için, kabuk alternatiflerinin birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarlarının (q_{kk} , q_{yk} , kcal/m²h) karşılanması için gerekli olan enerji tüketimi, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarlarının (q_{ky} , q_{yy} , kcal/m²h) karşılanması için gerekli olan enerji tüketiminden tüm yönlerde daha düşük düzeydedir (Şekil 6.14 ve Şekil 6.18).

o Binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.14 ve Şekil 6.18):

$k_0 = 1.00$ kcal/m²h⁰C olması durumunda, N, NNW, NW, WNW, W, WSW, ESE, E, ENE, NE ve NNE yönlerinde ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarının, SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının saydamlık oranının %20'nin üzerinde olması koşulunu sağladıkları ve ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı verdikleri görülmektedir.

Isıtmanın istendiği dönemde ise, ısı kaybı oluşan yönlerde, $k_0 = 1.25$ kcal/m²h⁰C değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarından daha düşük ısı kayıpları vermektedirler. Buna rağmen, $k_0 = 0.50$ ve 0.75 kcal/m²h⁰C değerini içeren hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, ısı kaybı oluşan yönlerde, $k_0 = 1.00$ kcal/m²h⁰C değerini içeren ve ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı veren kombinezonlar ile $k_0 = 0.50$ ve 0.75 kcal/m²h⁰C değerlerini içeren hem ısıtmanın istendiği hem de ısıtmanın istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarları

arasındaki farklar, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarları arasındaki farklardan daha düşük düzeydedir. Bölüm 6.3.1. ve 6.3.2'deki belirlemeler sonucunda, ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_o) ve yönlendiriliş durumu kombinezonu için, enerji ekonomisi açısından karşılaştırılan kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen saatlik ısı miktarları arasındaki farkın ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan saatlik ısı miktarları arasındaki farka oranı 4×1.15 'den daha düşük olduğu tüm koşullar için, kabuk elemanlarından kazanılan ısı miktarları arasındaki farkı karşılamak için gerekli olan enerji harcamalarının daha yüksek değerlerde olacağı açıktır. Bundan ötürü $k_o = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, N, NNW, NW, WNW, W, WSW, ESE, E, ENE, NE ve NNE yönlerinde ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_o -saydamlık oranı kombinezonları, SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_o -saydamlık oranı kombinezonları, binanın tüm yönlerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadırlar (Tablo 6.2).

o Binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanabileceği öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_o -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.14 ve Şekil 6.18):

SSW, S ve SSE yönlerinde, $k_o = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenmiş kombinezonların tanımladıkları kabuk elemanları, saydamlık oranının %20'den düşük olamayacağı koşulunu sağlamakta ve $k_o = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenmiş kabuk kombinezonlarından ısıtmanın istenmediği dönemde daha düşük ısı kazancı vermektedirler. Isıtmanın istendiği dönemde ise, ısı kaybı oluşan yönlerde daha yüksek ısı kaybı vermektedirler.

Ancak, SSW, S ve SSE yönlerinde, $k_o = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre

Tablo 6.2. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Tüm Cephelerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0)- Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.

a_0 : 0.40

k_c : 4.50 kcal/m²h°C - AHŞAP TEK CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_0 (kcal/m ² h°C)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	21.00	21.00	21.10	21.70	22.40	23.30	-	-
	x_y	-	-	-	-	-	20.10	23.10	24.50
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	16.75	16.75	16.56	14.83	11.81	8.21	-	-
	q_{yk}	-	-	-	-	-	5.52	1.44	-0.80
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	37.47	42.45	51.49	58.49	61.25	59.19	-	-
	q_{yy}	-	-	-	-	-	44.48	38.57	36.25

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayısı (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan günlük saatleri için ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h°C

belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonları ile $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar ve ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan ısı kazancı miktarları arasındaki farklar hemen hemen eşittir. Bundan ötürü, SSW, S ve SSE yönlerinde $k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonları, enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadır.

Farklı yönlere bakan cephelerde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanması alt kriteri öngörüldüğünde enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları Tablo 6.3'de görülmektedir.

II - AHŞAP ÖZEL BİRLEŞTİRİLMİŞ ÇİFT CAMLI PENCERE

$$k_c = 2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$a_0 = 0.40$$

$$k_0 = 0.50, 0.75, 1.00 \text{ ve } 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

(Bu k_0 değerleri, Şekil 6.3 ve Şekil 6.7'de verilen ve sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 değişim alanları içerisinden seçilmişlerdir.)

Saydamlık oranı: Bu koşullarda, farklı yönlendiriliş durumlarına göre, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler için gerekli saydamlık oranları (x_k, x_y)(Şekil 6.3 ve Şekil 6.7'den elde edilmişlerdir.)

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performansın analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.15):

Isıtmanın istendiği dönemde WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerinde hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği

Tablo 6.3. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Farklı Yönlere Bakan Tüm Cephelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.

a_0 : 0.40

k_c : 4.50 kcal/m²h⁰C - AHŞAP TEK CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_0 (kcal/m ² h ⁰ C)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	21.00	21.10	21.70	22.40	23.30	-	20.30	20.70
	x_y	-	-	-	-	-	20.10	-	-
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	16.75	16.75	16.56	14.83	11.81	-	4.57	2.92
	q_{yk}	-	-	-	-	-	5.52	-	-
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	37.47	42.45	51.49	58.49	61.25	59.19	37.03	33.94
	q_{yy}	-	-	-	-	-	44.48	-	-

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilir, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{ky} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan günlük saatleri için ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h⁰C

döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen ve aşağıda verilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarında ısı kazancı oluşmaktadır.

. Yön: WSW ve ESE

$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%71.5$
$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%29.9$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%67.4$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%62.0$
$k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%54.2$

. Yön: SW ve SE

$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%78.1$
$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%33.1$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%74.3$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%27.4$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%70.6$
$k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%63.7$

. Yön: SSW ve SSE

$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%89.9$
$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%39.7$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%82.8$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%33.7$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%80.7$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%27.0$
$k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%75.9$

. Yön: S

$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%91.3$
$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%42.6$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%89.4$
$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%37.0$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%86.1$
$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%30.4$
$k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%82.8$

- Ele alınan her bir k_0 değeri için, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı

(x_k) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarından oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar N, NNW, NW, WNW, W, E, ENE, NE ve NNE yönlerinde, daha yüksek sol-air sıcaklıkların yüzeyleri etkilediği WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerine oranla daha düşük düzeydedir.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_0 değeri yükseldikçe, ısı kaybı oluşan yönlerde ısı kayıpları artmakta, ısı kazancı oluşan yönlerde ise ısı kazançları azalmaktadır.

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.19):

- Ele alınan her bir k_0 değeri için, tüm yönlerde, ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk alternatiflerinden daha düşük düzeyde ısı kazancı oluştuğu görülmektedir.

- Ayrıca, ele alınan tüm k_0 değerleri için, tüm yönlerde ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonları daha düşük ısı kazancı vermektedir.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_0 değeri büyüdükçe, kabuk elemanlarından oluşan ısı kazancı miktarları tüm yönlerde azalmaktadır.

o Ele alınan kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performanslar ile ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performanslar karşılaştırıldığında, ele alınan tüm k_0 değerleri için, kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarlarının (q_{kk} , q_{yk} , $kcal/m^2h$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketimi,

ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarlarının (q_{ky} , q_{yy} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketiminden tüm yönlerde daha düşük düzeydedir (Şekil 6.15 ve Şekil 6.19).

o Binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.15 ve Şekil 6.19):

$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanları tüm yönlerde %20'nin üzerinde saydamlık oranı vermekte ve bu kabuk elemanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı oluşmaktadır.

Isıtmanın istendiği dönemde ise, ısı kaybı oluşan yönlerde, $k_0 = 1.00$ ve $1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarından daha düşük düzeyde ısı kaybı vermektedirler. Buna rağmen, N, NNW, NW, WNW, ENE, NE ve NNE yönlerinde $k_0 = 0.75$ ve $1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren, N, NNW, NW, NE ve NNE yönlerinde ise, $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenmiş k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarından daha yüksek düzeyde ısı kaybı vermektedirler. $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenmiş kabuk kombinezonlarından ise, ısı kaybı oluşan tüm yönlerde daha yüksek düzeyde ısı kaybı vermektedirler.

Ancak, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları ile söz konusu kombinezonların tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarları arasındaki farklar, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarları arasındaki farklara oranla oldukça düşüktür. Bölüm 6.3.1 ve 6.3.2'deki belirlemelerden anlaşılacağı gibi, ele alınan her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve

yönlendiriliş durumu kombinezonu için, enerji ekonomisi açısından karşılaştırılan kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen saatlik ısı miktarları arasındaki farkın ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan saatlik ısı miktarları arasındaki farka oranı 4×1.15 'den daha düşük olduğu tüm koşullar için, kabuk elemanlarından kazanılan ısı miktarları arasındaki farkı karşılamak için gerekli olan enerji harcamalarının daha yüksek değerlerde olacağı açıktır.

Diğer bir deyişle söz konusu koşullarda, ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı veren k_0 -saydımlık oranı kombinezonu, enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezon olacaktır. Bundan ötürü, ele alınan tüm yönlerde $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonları, binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadır (Tablo 6.4).

o Binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayı uygulanabileceği öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydımlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.15 ve Şekil 6.19):

N, NNW, SW, SSW, S, SSE, SE ve NNE yönlerinde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydımlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanları saydımlık oranının %20'den düşük olmayacağı koşulunu sağlamakta ve $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenmiş kabuk kombinezonlarından ısıtmanın istenmediği dönemde daha düşük ısı kazancı vermektedirler. Isıtmanın istendiği dönemde ise, ısı kaybı oluşan N, NNW, SW, SE ve NNE yönlerinde daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, bu yönlerde, $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydımlık oranı (x_y) kombinezonları ile $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre

Tablo 6.4. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binaının Tüm Cephelerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam ısı Geçirime Katsayısı (k_0)- Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADL: K.K.T.C.

a_o : 0.40

k_c : 2.80 kcal/m²h°C - AHŞAP ÖZEL BİRLEŞTİRİLMİŞ ÇİFT CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_o (kcal/m ² h°C)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	-	-	-	-	-	-	-	-
	x_y	32.70	25.70	23.20	22.60	23.80	27.40	33.70	37.00
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yk}	11.59	10.84	9.02	6.19	2.76	-1.71	-8.06	-11.97
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yy}	41.08	49.56	51.24	51.26	49.51	45.08	39.78	38.27

x_k, x_y : ele alınan opak bilesen yutuculuğu (a_o) opak ve saydam bilesen toplam ısı geçirme katsayıları (k_o, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_o - saydamlık oranı kombinezonunun tanın-
dığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h
 q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_o saydamlık oranı kombinezonunun tanınla-
dığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı
miktarı, kcal/m²h°C

belirlenen k_0 -saydamlık (x_y) oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarından oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar, ısı kazancı miktarları arasındaki farklara oranla oldukça düşüktür. Bundan ötürü, N, NNW, SW, SSW, S, SSE, SE ve NNE yönlerinde $k_0 = 1.00$ kcal/m²h°C değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonları enerji ekonomisi açısından daha etkili olmaktadır.

Güney yönünde ise $k_0 = 1.25$ kcal/m²h°C olması durumunda, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı (x_y) %20'den büyük olmakta ve bu k_0 -saydamlık oranı kombinezonu, $k_0 = 0.75$ ve 1.00 kcal/m²h°C değerlerini içeren ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarından daha düşük ısı kazancı vermektedir.

Ayrıca, bu kombinezonun tanımladığı kabuk elemanından ısıtmanın istendiği dönemde ısı kazancı oluşmaktadır. Dolayısıyla, güney yönünde $k_0 = 1.25$ kcal/m²h°C değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonu, enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezon olmaktadır.

Yukarıdaki karşılaştırmalar sonucunda, binanın farklı cephelelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanması alt kriteri öngörüldüğünde enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları Tablo 6.5' de görülmektedir.

III - METAL TEK CAMLI PENCERE

k_c : 5.00 kcal/m²h°C

a_0 : 0.40

k_0 : 0.50, 0.75 ve 1.00 kcal/m²h°C

(Bu k_0 değerleri, Şekil 6.4 ve Şekil 6.8'de verilen ve sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 değişim alanları içerisinde seçilmişlerdir.)

Saydamlık oranı: Bu koşullarda, farklı yönlendiriliş durumlarına göre,

Tablo 6.5. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Farklı Yönlere Bakan Tüm Cephelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.

a_0 : 0.40

k_c : 2.80 kcal/m²h°C - AHŞ.ÖZEL BİR. ÇİFT CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_0 (kcal/m ² h°C)	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.25
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	-	-	-	-	-	-	-	-
	x_y	26.00	23.20	25.70	22.60	23.80	20.40	27.00	21.90
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yk}	13.24	13.09	10.84	9.02	2.76	2.88	-2.01	0.00
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yy}	36.02	38.63	49.56	51.24	49.51	37.77	35.12	29.18

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı-
ladiği kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımla-
dığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanan günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

ısıtmanın istendiği dönem ve ısıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranları (x_k , x_y)(Şekil 6.4 ve Şekil 6.8'den elde edilmişlerdir.)

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.16):

- Isıtmanın istendiği dönemde SSW, S ve SSE yönlerinde hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen ve aşağıda verilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarında ısı kazancı oluşmaktadır.

. Yön: SSW ve SSE

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%30.8$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%29.5$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%25.9$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%25.9$$

. Yön: S

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%31.6$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%29.7$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_y = \%26.8$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}, \quad x_k = \%26.2$$

- Ele alınan her bir k_0 değeri için, tüm yönlerde, ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı (veya kazancı) miktarları (q_{kk} ile q_{yk} , kcal/m²h) arasındaki farklar ihmal edilecek kadar düşük düzeydedir.

Ancak farklı k_0 değerleri için, hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına

göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısı kayıpları (veya kazançları) arasındaki fark, k_0 değerinin farklılaşmasından ötürü özellikle SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde, daha belirgin hale gelmektedir.

- I. ve II. grupta yeralan alternatiflerde olduğu gibi, hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatifleri için, ısı kaybı oluşan yönlerde, k_0 değeri yükseldikçe ısı kaybı artmakta, ısı kazancı oluşan yönlerde ise, k_0 değeri yükseldikçe ısı kazancı azalmaktadır.

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.20):

- Her bir k_0 değeri için, bazı yönlerde ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarının, bazı yönlerde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının daha düşük düzeyde ısı kazancı verdikleri görülmektedir.

- Ayrıca ele alınan her bir k_0 değeri için, WNW, W, WSW, SW, SE, ESE, E ve ENE yönlerinde, ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk alternatifleri ile ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısı kazancı miktarları arasındaki farklar, k_0 değeri büyüdükçe artmakta, N, NE ve NW yönlerinde ise azalmaktadır.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_0 değeri büyüdükçe kabuk elemanlarından oluşan ısı kazancı miktarları azalmaktadır.

o Ele alınan kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performanslar ile ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performanslar karşılaştırıldığında, ele alınan tüm k_0

değerleri için, kabuk alternatiflerinin birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarlarının (q_{kk} , q_{yk} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketimi, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarlarının (q_{ky} , q_{yy} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketiminden tüm yönlerde daha düşük düzeydedir (Şekil 6.16 ve Şekil 6.20).

o Binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.16 ve Şekil 6.20):

$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, N, NNW, NW, S, NE ve NNE yönlerinde ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonları, WNW, W, WSW, SW, SSW, SSE, SE, ESE, E ve ENE yönlerinde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları saydamlık oranının %20'den düşük olamayacağı koşulunu sağlamakta ve ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı vermektedirler.

İklimlendirme enerjisi korunumu açısından uygun olan bu kombinezonlar, ısıtmanın istendiği dönemde ısı kaybı oluşan yönlerde, $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenmiş k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarından ve N, NNW ve NNE yönlerinden $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenmiş k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarından daha düşük ısı kaybı vermektedirler. Buna rağmen, $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, ısı kaybı oluşan tüm yönlerde ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından ve NW, WNW, W, WSW, SW, SE, ESE, E, ENE ve NE yönlerinde ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı veren k_0 -saydamlık oranı

kombinezonları ile $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan ısı kazancı miktarları arasındaki farklara oranla oldukça düşük düzeydedir. Bundan ötürü, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, N, NNW, NW, S, NE ve NNE yönlerinde ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonları, WNW, W, WSW, SW, SSW, SSE, SE, ESE, E ve ENE yönlerinde ise, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları, aynı opak bileşen detayının tüm cephelerde uygulanması alt kriteri gözönüne alındığında enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadır (Tablo 6.6).

o Binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanabileceği öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.16 ve Şekil 6.20):

WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerinde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları, saydamlık oranının %20'den düşük olamayacağı koşullunu sağlamakta ve $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, WSW, SW, SSW, SSE, SE ve ESE yönlerinde ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından ve güney (S) yönünde ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonundan ısıtmanın istenmediği dönemde daha düşük ısı kazancı vermektedirler. Buna rağmen, ısıtmanın istendiği dönemde daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, söz konusu yönlerin her birinde, $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları ile $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği

Tablo 6.6. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Tüm Cephelerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0)- Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.												
a_0 : 0.40												
k_c : 5.00 kcal/m ² h ⁰ C – METAL TEK CAMLI PENCERE												
YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S			
k_0 (kcal/m ² h ⁰ C)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75			
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	23.00	23.10	-	-	-	-	-	-	26.20		
	x_y	-	-	22.00	21.70	22.20	23.70	25.90	-	-		
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	16.33	16.33	16.14	-	-	-	-	-	-1.90		
	q_{yk}	-	-	-	13.95	10.89	7.54	3.97	-0.01	-		
Isıtmanın istenmediği dönemde kazanan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	39.09	44.43	54.10	-	-	-	-	-	37.37		
	q_{yy}	-	-	-	57.76	58.30	55.62	49.40	41.24	-		

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendiriliş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımladığı kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanan günlük saatleri için ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h⁰C

dönemde oluşan saatlik ısı kaybı miktarları arasındaki fark ve ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan saatlik ısı kazancı miktarları arasındaki fark oldukça yakın değerlerdedir.

Bundan ötürü, WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerinde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonları enerji ekonomisi açısından daha etkin olmaktadır.

SSW, S ve SSE yönlerinde ise, $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları %20'nin üzerinde saydamlık oranına sahip olmakta ve ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı vermektedirler. Buna rağmen ısıtmanın istendiği dönemde söz konusu yönlerde, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından ve $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak söz konusu yönlerin her birinde, bu kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan saatlik ısı kaybı miktarları arasındaki fark, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan ısı kazancı miktarları arasındaki farka oranla oldukça düşüktür. Bundan ötürü, SSW, S ve SSE yönlerinde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadır.

Yukarıdaki karşılaştırmalar sonucunda, opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) yöne göre değişebileceği alt kriteri öngörüldüğünde enerji ekonomisi açısından en uygun olarak seçilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları Tablo 6.7'de görülmektedir.

Tablo 6.7. Saydamlık Oranı ≥ 20 Kosulunu Sağlayan ve Binanın Farklı Yönlere Bakan Tüm Cephelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.

a_0 : 0.40

k_c : 5.00 kcal/m²h°C - METAL TEK CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_0 (kcal/m ² h°C)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	23.00	23.10	-	-	20.50	21.20	-	-
	x_y	-	-	22.00	21.70	-	-	20.10	21.30
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	16.33	16.33	16.14	-	9.78	6.49	-	-
	q_{yk}	-	-	-	13.95	10.89	-	3.78	1.88
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	39.09	44.43	54.10	-	54.32	47.17	-	-
	q_{yy}	-	-	-	57.76	58.30	-	35.61	33.54

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılacak, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı-
dığı, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı-
dığı, kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

IV - METAL ÇİFT CAMLI PENCERE

$$k_c : 3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}$$

$$a_0 : 0.40$$

$$k_0 : 0.50, 0.75, 1.00 \text{ ve } 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}$$

(Bu k_0 değerleri, Şekil 6.5 ve Şekil 6.9'da verilen ve sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 değişim alanları içerisinde seçilmişlerdir. Isıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarında, $k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}$ değeri tüm yönlerde, %20'den düşük saydamlık oranı verdiği için ele alınmamıştır.)

Saydamlık oranı: Bu koşullarda, farklı yönlendiriliş durumlarına göre, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler için gerekli saydamlık oranları (x_k, x_y)(Şekil 6.5 ve Şekil 6.9'dan elde edilmişlerdir.)

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarının ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.17):

- Isıtmanın istendiği dönemde WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerinde hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen ve aşağıda verilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarında ısı kazancı oluşmaktadır.

. Yön: WSW ve ESE

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%56.3$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%51.6$$

. Yön: SW ve SE

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%61.5$$

$$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_y = \%26.7$$

$$k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%57.0$$

$$k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%51.5$$

$$k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^0\text{C}, \quad x_k = \%43.9$$

. Yön: SSW ve SSE

$k_o = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%67.4$
$k_o = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%31.6$
$k_o = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%63.3$
$k_o = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%26.6$
$k_o = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%58.7$
$k_o = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%51.8$

. Yön: S

$k_o = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%71.0$
$k_o = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%33.9$
$k_o = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%67.2$
$k_o = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%29.2$
$k_o = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%62.3$
$k_o = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_y = \%23.2$
$k_o = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$,	$x_k = \%55.9$

- Ele alınan her bir k_o değeri için, ısıtmanın istendiği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_o -saydımlık oranı (x_k) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları ile ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_o -saydımlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanlarından N, NNW, NW, WNW, W, E, ENE, NE ve NNE yönlerinde oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar, daha yüksek sol-air sıcaklıkların yüzeyleri etkilediği WSW, SW, SSW, S, SSE, SE ve ESE yönlerinde oluşan ısı kaybı (veya kazancı) miktarları arasındaki farklara oranla daha düşük düzeydedir.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_o değeri yükseldikçe, ısı kaybı oluşan yönlerde ısı kayıpları artmakta, ısı kazancı oluşan yönlerde ise ısı kazançları azalmaktadır.

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performansların analizi ve karşılaştırılması (Şekil 6.21):

- Ele alınan her bir k_o değeri için, tüm yönlerde, ısıtmanın

istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk alternatiflerinden daha düşük düzeyde ısı kazancı olduğu görülmektedir.

- Ayrıca, ele alınan tüm k_0 değerleri için, kuzey yönü hariç tüm yönlerde, ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları daha düşük düzeyde ısı kazancı vermektedirler. Sadece kuzey yönünde, ısıtmanın istendiği dönem koşullarına göre belirlenen $k_0 = 1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ - $x_k = \%25.8$ kombinezonu, ısıtmanın istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ - $x_y = \%30.9$ kombinezonundan daha düşük ısı kazancı vermektedir.

- Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanları için, k_0 değeri büyüdükçe, kabuk elemanlarından oluşan ısı kazancı miktarları tüm yönlerde azalmaktadır.

o Bu grupta ele alınan kabuk alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gösterdikleri performanslar ile ısıtmanın istenmediği dönemde gösterdikleri performanslar karşılaştırıldığında, ele alınan tüm k_0 değerleri için, kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarlarının (q_{kk} , q_{yk} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketimi, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı kazancı miktarlarının (q_{ky} , q_{yy} , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) karşılanması için gerekli olan enerji tüketiminden tüm yönlerde daha düşük düzeydedir (Şekil 6.17 ve Şekil 6.21).

o Binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.17 ve Şekil 6.21):

$k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları saydamlık oranının $\%20$ 'den düşük olamayacağı koşulunu sağlamakta ve ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı vermektedirler.

Isıtmanın istendiği dönemde ise bu kombinezonlar, SW, SSW, S, SSE ve SE yönlerinde ısı kazancı, N, NNW, NW, WNW, ENE, NE ve NNE yönlerinde minimum ısı kaybı vermektedirler. Buna rağmen, W, WSW, ESE ve E yönlerinde $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenmiş kabuk kombinezonlarından ve WSW, ESE yönlerinde $k_0 = 0.75$ ve $1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk kombinezonlarından daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, söz konusu yönlerde, $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları ile $k_0 = 0.50, 0.75$ ve $1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istendiği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_k) kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan günlük ortalama saatlik ısı kaybı miktarları arasındaki farklar oldukça düşük düzeyde olmasına rağmen, $k_0 = 0.50, 0.75$ ve $1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren kabuk kombinezonları ısıtmanın istenmediği dönemde oldukça yüksek düzeyde ısı kazancı vermektedirler.

Dolayısıyla, binanın tüm cephelerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde, $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları, enerji ekonomisi açısından en uygun kombinezonlar olmaktadır (Tablo 6.8).

o Binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanabileceği öngörüldüğünde, enerji ekonomisi açısından uygun k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının seçilmesi (Şekil 6.17 ve Şekil 6.21):

N, NNW, NW, SW, SSW, S, SSE, SE, NE ve NNE yönlerinde $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonlarının tanımladığı kabuk elemanları, saydamlık oranının %20'den düşük olamayacağı koşulunu sağlamakta ve $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren

Tablo 6.8. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Tüm Cephelerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0)- Saydamlık Oranı Kombinasyonları

YÖRE ADI: K.K.T.C.

a_0 : 0.40

k_c : 3.40 kcal/m²h°C - METAL ÇİFT CAMLI PENCERE

YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S
k_0 (kcal/m ² h°C)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	-	-	-	-	-	-	-	-
	x_y	30.90	28.80	25.40	23.50	23.00	23.90	26.70	31.60
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yk}	11.48	11.11	10.33	8.34	5.39	2.04	-1.96	-7.25
Isıtmanın istenme- diği dönemde ka- zanılan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	-	-	-	-	-	-	-	-
	q_{yy}	39.87	44.15	49.32	51.83	52.01	49.78	44.49	38.43
									36.45

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı-
ladığı kabul elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımla-
dığı kabul elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanılan günlük saatleri için ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h°C

ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kabuk elemanlarından ısıtmanın istenmediği dönemde daha düşük ısı kazancı vermektedirler. Buna rağmen, ısıtmanın istendiği dönemde, ısı kaybı oluşan yönlerde daha yüksek ısı kaybı vermektedirler.

Ancak, ısı kaybı oluşan tüm yönlerde, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları ile $k_0 = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklar, ısıtmanın istenmediği dönemde oluşan ısı kazancı miktarları arasındaki farklara oranla oldukça düşüktür. Dolayısıyla N, NNW, NW, SW, SSW, S, SSE, SE, NE ve NNE yönlerinde, $k_0 = 0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı (x_y) kombinezonları enerji ekonomisi açısından daha etkili olmaktadır.

SSW, S ve SSE yönlerinde ise, $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumunda, ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre belirlenen saydamlık oranları (x_y) %20'nin üzerinde olmakta ve bu k_0 -saydamlık oranı kombinezonları, $k_0 = 0.50$ ve $0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kombinezonlardan ısıtmanın istenmediği dönemde daha düşük ısı kazancı vermektedirler. Isıtmanın istendiği dönemde ise, güney (S) yönüne bakan cephede ısı kazancı oluşmaktadır. SSW ve SSE yönlerine bakan cephelerde oldukça düşük düzeyde ısı kaybı ($1.11 \text{ kcal/m}^2\text{h}$) oluşmasına rağmen, $k_0 = 0.50$ ve $0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen kombinezonlardan daha yüksek ısı kayıpları vermektedirler.

Ancak, söz konusu yönlerde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları ile $k_0 = 0.50$ ve $0.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerlerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladıkları kabuk elemanlarının ısı kayıpları arasındaki farklar, ısıtmanın

istenmediği dönemde oluşan ısı kazançları arasındaki farklara oranla oldukça düşük düzeydedir. Bundan ötürü, SSW, S ve SSE yönlerinde $k_0 = 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ değerini içeren ısıtmanın istenmediği döneme ait iklim koşullarına göre belirlenen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları enerji ekonomisi açısından en uygun olmaktadır.

Yukarıdaki karşılaştırmalar sonucunda, binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanması öngörüldüğünde enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen k_0 -saydamlık oranı kombinezonları Tablo 6.9'da görülmektedir.

6.4. OPAK BİLEŞEN KATMANLAŞMA ALTERNATİFLERİNİN BELİRLENMESİ

Opak bileşen katmanlaşma alternatifleri, 5.4. Bölümünde verilen (5.23) no'lu .

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_d} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

bağıntısı ve TS825'de verilen yapı malzemeleri ısı iletkenlik katsayılarına dayanılarak geliştirilmiştir [22, s.6-14]. Bölüm 6.3'de her bir pencere türü, opak bileşen yutuculuğu (a_0), ve yönlendiriliş durumu için seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) değerlerine bağlı olarak geliştirilen örnek katmanlaşma alternatifleri Tablo 6.10-6.13'de derlenmişlerdir. Tablolardan görüldüğü gibi opak bileşen ana malzemesi olarak yapım sektöründe yaygın olarak kullanılan farklı kalınlıklara ve özelliklere sahip beton, delikli tuğla ve hafif gaz betonu ele alınmıştır.

Tablo 6.10-6.13'de $k_0 = 0.50, 0.75, 1.00$ ve $1.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumlarında opak bileşeni oluşturan katmanlara ait malzemelerin, TS825'deki sıra numaraları, kalınlıkları, birim ağırlıkları ve malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları görülmektedir.

Tablo 6.9. Saydamlık Oranı ≥ 20 Koşulunu Sağlayan ve Binanın Farklı Yönleri Bakan Tüm Cephelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Öngörüldüğünde Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları

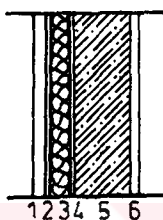
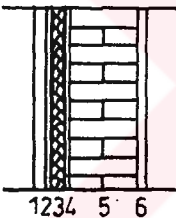
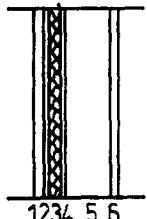
YÖRE ADI: K.K.T.C.											
a_0 : 0.40											
k_c : 3.40 kcal/m ² h°C - METAL ÇİFT CAMLI PENCERE											
YÖNLER	N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S		
k_0 (kcal/m ² h°C)	1.00	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00		
SAYDAMLIK ORANI (%)	x_k	-	-	-	-	-	-	-	-		
	x_y	20.00	23.70	20.30	23.50	23.00	21.60	20.70	23.20		
Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{kk}	-	-	-	-	-	-	-	-		
	q_{yk}	14.29	12.46	11.81	8.34	5.39	1.51	1.11	-1.58		
Isıtmanın istenmediği dönemde kazanan ısı miktarı (kcal/m ² h)	q_{ky}	-	-	-	-	-	-	-	-		
	q_{yy}	31.52	39.21	42.76	51.83	52.01	39.13	30.75	30.02		

x_k, x_y : ele alınan opak bileşen yutuculuğu (a_0) opak ve saydam bileşen toplam ısı geçirime katsayıları (k_0, k_c) ve yönlendirilmiş durumu ile kullanılabilecek, sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen saydamlık oranı, %

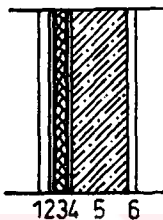
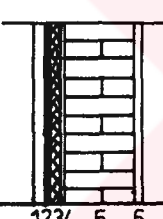
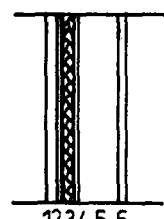
q_{kk}, q_{yk} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 - saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı - ısıtma kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

q_{ky}, q_{yy} : sırasıyla ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönem koşullarına göre belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinasyonunun tanımı - ısıtma kabuk elemanının birim alanından ısıtmanın istenmediği dönemde kazanan günlük ortalama saatlik ısı miktarı, kcal/m²h

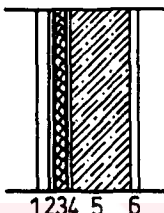
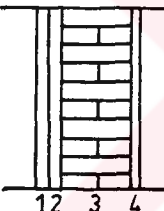
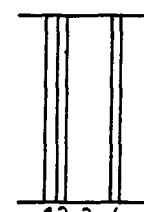
Tablo 6.10. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri

$k_0 = 0.50 \text{ kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$						
BETON		DETAY NO: 1	TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.055
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Beton	5.1.2	2400	1.80	0.12
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
DELİKLİ TUĞLA DUV.		DETAY NO: 2	TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	>15	0.034	0.04
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Delikli Tuğla Duvar	7.1.4	1000	0.39	0.19
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
GAZ BETON		DETAY NO: 3	TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.037
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Gaz Beton (g35)	7.3.1	600	0.21	0.12
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02

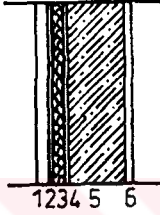
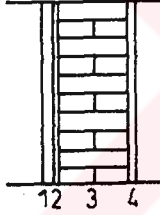
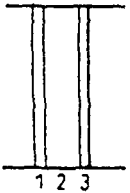
Tablo 6.11. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri

$k_0 = 0.75 \text{ kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$						
BETON		DETAY NO: 4	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.0325
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Beton	5.1.2	2400	1.80	0.12
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
DELİKLİ TUĞLA DUV.		DETAY NO: 5	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.0175
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Delikli Tuğla Duvar	7.1.4	1000	0.39	0.19
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
GAZ BETON		DETAY NO: 6	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.015
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Gaz Beton (g35)	7.3.1	600	0.21	0.12
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02

Tablo 6.12. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri

$k_0 = 1.00 \text{ kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$						
BETON	 1234 5 6	DETAY NO: 7				
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		3- Sentetik Köpük	10.2.1	≥15	0.034	0.0225
		4- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5- Beton	5.1.2	2400	1.80	0.12
		6- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
DELİKLİ TUĞLA DUV.	 12 3 4	DETAY NO: 8				
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.03
		3- Delikli Tuğla Duvar	7.1.4	1000	0.39	0.19
		4- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02
GAZ BETON	 12 3 4	DETAY NO: 9				
		1- Dış Sıva	4.2	2000	1.20	0.03
		2- Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700	0.11	0.02
		3- Gaz Beton (g35)	7.3.1	600	0.21	0.12
		4- İç Sıva	4.1	1800	0.75	0.02

Şekil 6.13. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri

$k_0 = 1.25 \text{ kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$						
BETON		DETAY NO: 10				
		1- Dış Sıva				
		2- Rende Talaşı Levha				
		3- Sentetik Köpük				
		4- Rende Talaşı Levha				
		5- Beton				
		6- İç Sıva				
		TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m	
		4.2	2000	1.20	0.03	
		8.2.2.1	700	0.11	0.005	
		10.2.1	≥15	0.034	0.015	
		8.2.2.1	700	0.11	0.005	
		5.1.2	2400	1.80	0.12	
		4.1	1800	0.75	0.02	
DELİKLİ TUĞLA DUV.		DETAY NO: 11				
		1- Dış Sıva				
		2- Rende Talaşı Levha				
		3- Delikli Tuğla Duvar				
		4- İç Sıva				
			TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
			4.2	2000	1.20	0.03
	8.2.2.1	700	0.11	0.01		
	7.14	1000	0.39	0.19		
	4.1	1800	0.75	0.02		
GAZ BETON		DETAY NO: 12				
		1- Dış Sıva				
		2- Gaz Beton (g ³⁵)				
		3- İç Sıva				
			TS B25 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh [°] C	KALINLIK (d) m
			4.2	2000	1.20	0.03
			7.3.1	600	0.21	0.12
	4.1	1800	0.75	0.02		

6.5. BELİRLENEN OPAK BİLEŞEN KATMANLAŞMA ALTERNATİFLERİ İÇİN YOĞUŞMA TAHKİKİNİN YAPILMASI VE UYGUN ALTERNATİFLERİN SEÇİLMESİ

Tablo 6.10-6.13'de verilen opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinin yoğuşma tahkiklerinin yapılabilmesi için, yoğuşma periyodunun belirlenmesi, kış ve yaz için dış hesap sıcaklığı ve nemliliğinin bulunmasında gerekli olan şekiller K.K.T.C. için mevcut değildir. Bu nedenle K.K.T.C.'ne en yakın iklimsel özellikleri taşıyan Antalya'ya ait şekiller kullanılabilir.

Antalya yöresi için ele alınan opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinde yapılan yoğuşma tahkiklerine ait sonuçlar K.K.T.C. için de kullanılmıştır.

Bu şekilde ele alınan opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinin tümünde yoğuşma olmadığı ve uygulanabilecekleri saptanmıştır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sıcak ve nemli bir iklime sahip olan Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) için, hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre bina kabuğu termofiziksel özelliklerine (opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı) ilişkin iklimsel konfor açısından uygun değerler kombinezonları belirlenerek bu kombinezonlar arasından enerji harcamalarını minimize edenler seçilmiştir.

Ayrıca bu değerlerin mimarlar tarafından kolaylıkla kullanılabilmesi amacıyla

o Hem ısıtmanın istendiği döneme hem de ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre her bir pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu kombinezonu için iklimsel konfor açısından uygun olarak belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin değerler kombinezonlarını içeren grafikler (Şekil 6.2-6.5 ve Şekil 6.6-6.9);

o Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait dış dizayn koşullarına göre iklimsel konfor açısından uygun olarak belirlenen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) ve saydamlık oranı kombinezonlarının tanımladığı kabuk alternatiflerine ilişkin

- . ısıtmanın istendiği dönemde birim alanlarından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları değişim grafikleri (Şekil 6.14-6.17) ve
- . ısıtmanın istenmediği dönemde birim alanlarından kazanılan gündüz saatleri için ortalama saatlik ısı miktarları değişim grafikleri (Şekil 6.18-6.21);

o Ana kriter uyarınca,

- . binanın tüm yönlerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması ve

. binanın farklı yönlerle bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanabileceği

alt kriterlerinin her birisi için enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonlarını içeren tablolar (Tablo 6.2-6.9) ve

o Her bir pencere türü, opak bileşen yutuculuğu ve yönlendiriliş durumu kombinezonu için seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) değerlerine bağlı olarak geliştirilen opak bileşen katmanlaşma alternatiflerini ve katmanlara ait malzemelerin TS825'deki sıra numaralarını, kalınlıklarını, birim ağırlıklarını ve malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarını içeren tablolar (Tablo 6.10-6.13)

hazırlanmıştır.

Ele alınan yöre için hazırlanan söz konusu grafik sistemler ve tablolar incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

o İklimsel konfor açısından uygun bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde ve ısı kaybı ve kazancı hesaplarında kabuk elemanının opak bileşen yutuculuğu (a_0), yönlendiriliş durumu ve kullanılan pencere türü (k_c) büyük önem taşımaktadır.

Tek bir yönlendiriliş durumu için iklimsel konfor açısından uygun birden fazla kabuk alternatifi söz konusu olmasına rağmen enerji harcamalarını minimize eden tek bir kabuk alternatifi söz konusudur.

o Her bir pencere türü (k_c), opak bileşen yutuculuğu (a_0) ve yönlendiriliş durumu için iklimlendirme enerjisi korunumu açısından en uygun olan, diğer bir deyişle ısıtmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancı veren opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonu enerji ekonomisi açısından en uygun kabuk elemanını tanımlamaktadır.

o Doğrama türünün sabit tutulması durumunda, hangi yöne bakan cephelerde tek veya çift camlı pencerelerin daha uygun olacağı sonuçlarının mimara verilmesi amacıyla tek camlı pencere ile çift camlı

pencerenin, opak bileşen yutuculuğu (a_0)= 0.40 için, enerji harcamaları açısından karşılaştırılmaları yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Ahşap tek camlı pencere ($k_c = 4.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ile ahşap özel birleştirilmiş çift camlı pencere ($k_c = 2.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) için,

. binanın tüm yönlerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması alt kriterine göre enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonları karşılaştırıldığında, N, NNW, NNE, S, SSW ve SSE yönlerinde ahşap tek camlı pencere, NW, NE, WNW, ENE, E, W, WSW, ESE, SW ve SE yönlerinde ahşap özel birleştirilmiş çift camlı pencere kullanılması,

. binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanması alt kriterine göre enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonu karşılaştırıldığında ise tüm yönlerde ahşap özel birleştirilmiş çift camlı pencere kullanılması

enerji harcamalarını minimize ettiği görülmektedir (Tablo A.1-A.2).

- Metal tek camlı pencere ($k_c = 5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ile metal çift camlı pencere ($k_c = 3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) için, hem binanın tüm yönlerinde aynı opak bileşen detayının uygulanması alt kriterine hem de binanın farklı yönlere bakan cephelerinde, ana malzeme sabit tutulmak şartıyla, farklı opak bileşen detayının uygulanması alt kriterine göre enerji ekonomisi açısından uygun olarak seçilen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonları karşılaştırıldığında, tüm yönlerde metal çift camlı pencere kullanımının enerji harcamalarını minimize ettiği görülmektedir (Tablo A.3-A.4).

Yapılan çalışmada, mimara bilimsel bir yaklaşımla ele alınan dizayn değişkenlerinin,

- . kabuk elemanının yönlendiriliş durumu ve
- . kabuk elemanı optik ve termofiziksel özellikleri

gibi, binaların ısıtma ve iklimlendirme yüklerini nasıl etkiledikleri anlatılmak istenmiştir. Bu tezin amacı, mimara, enerji yönetiminin önemini ve söz konusu dizayn değişkenlerine ait değerlerle enerji ekonomisi arasındaki ilişkinin bilincini kazandırmaktır. Çalışmada yer alan bölüm ara sonuçları imar yönetmeliklerine konulacak enerji korunumuna ilişkin ek maddeler formatında hazırlanmıştır.



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] BERKÖZ, E., Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1983.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] GIVONI, B., Man, Climate And Architecture, Elsevier Publishing Company Limited, London, 1969.
- [7] ANON, ASHRAE Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York, 1977.
- [8] THRELKED, J.L., Thermal Environmental Engineering, 2.Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1970.
- [9] HARKNESS, E.L., MEHTA, M.L., Solar Radiation Control in Buildings, Applied Science Publishers Ltd., London, 1978.
- [10] 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.
- [11] MILBANK, N.O., COLLINS, J.B., The Conflict Between Daylight and Overheating in Temperate Climates, CIE Symposium, İstanbul, 1973.
- [12] AK, F., Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Birimi Dizaynında Uygulanabilecek Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, Şubat 1993.

- [13] ANON, Türk Standartları 2754, Kalorifer Kazanları İşletme, Muayene, Bakım ve Tasarımı Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Nisan 1977.
- [14] KOCAASLAN, G., Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, Haziran 1991.
- [15] TEZCAN, Y., Türkiye'nin Çeşitli Mikroklimatik Yöreleri İçin, Sıcak Yapı Elemanlarının Kondansasyon Kontrolü Hesaplarında Kullanılacak Dış Çevre Şartları, TÜBİTAK, Yayın no. a40, Mart 1979.
- [16] TEZCAN, Y., Sıcak Yapı Elemanlarının Kondansasyon Kontrolü Hesaplarında Kullanılabilecek Dış Sınır Şartları ve Periyotlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1970.
- [17] KAFESÇİOĞLU, R., SUNGURUĞLU, İ., DİRİK, D., Su Geçirimsizliği Sorunu ve Fibrocam, Cam Elyaf Teknik Yayınları.
- [18] WIESE, G., Wasserdampfdiffusion, B.G. Teubner, Stuttgart, 1975.
- [19] YÜCESOY, L., Bina Dış Kabuğunda Yoğuşma ve Buharlaşıma Miktarları ile Isı İletkenliğine Etkilerinin Belirlenmesi İçin Grafik Yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1985.
- [20] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 1986-1992 arası yıllara ait Meteorolojik Veriler.
- [21] BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., Aydınlatma Ders Notları, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi,
- [22] ANON, Türk Standartları 825, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Mart 1989.
- [23] DERİŞ, N., ÇİNGİ, E., Türkiye'de Üretilen Pencere Camının Geçiş Katsayısı, Güneş, C.1, No.1, 1980.



EKLER

EK, A

Tablo A.1. Aynı Doğrama Malzemesine Sahip Pencere Türleri İçin, Binanın Tüm Yönlerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Alt Kriterine Göre Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_o) ve Saydamlık Oranı Kombinezonları Karşılaştırıldığında Enerji Harcamalarını Minimize Eden Kombinezonlar (■).

YÖRE ADI:K.K.T.C. a _o :0.40		DOĞRAMA MALZEMESİ AHŞAP									
YÖNLER		N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S	
AHŞAP TEK CAMLI PENCERE k _c =4.50kcal/m ² h°C	k _O ,kcal/m ² h°C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerek- li saydamlık o- ranı , %	21.00	21.00	21.10	21.70	22.40	23.30	—	—	—	
	Isıtmanın isten- mediği dönem için gerekli saydam- lık oranı, %	—	—	—	—	—	—	20.10	23.10	24.50	
AHŞ OZEL BİRL. ÇİFT CAMLI PENCERE k _c =2.80 kcal/m ² h°C	k _O , kcal/m ² h°C	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerek- li saydamlık o- ranı, %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Isıtmanın istenme- diği dönem için gerekli saydam- lık oranı, %	32.70	30.30	25.70	23.20	22.60	23.80	27.40	33.70	37.00	

Tablo A.2. Aynı Doğrama Malzemesine Sahip Pencere Türleri İçin, Binanın Farklı Yönlere Bakan Cephelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Alt Kriterine Göre Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısı (k_o) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları Karşılaştırıldığında Enerji Harcamalarını Minimize Eden Kombinasyonlar (■).

YÖRE ADI:K.K.T.C. a _o :0.40		DOĞRAMA MALZEMESİ AHŞAP									
Y Ö N L E R		N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S	
AHŞAP TEK CAMLI PENCERE K _f =4.50 kcal/m ² h°C	k _O ,kcal/m ² h°C	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	x _k	21.00	21.10	21.70	22.40	23.30	—	20.30	20.70	
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	x _y	—	—	—	—	—	20.10	—	—	
AHŞ OZEL BİRL. ÇİFT CAMLI PENCERE K _f =2.80 kcal/m ² h°C	k _O ,kcal/m ² h°C	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.25	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	x _k	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	x _y	26.00	23.20	25.70	23.20	22.60	23.80	20.40	27.00	21.90

Tablo A.3. Aynı Doğrama Malzemesine Sahip Pencere Türleri İçin, Binanın Tüm Yönlerinde Aynı Opak Bileşen Detayının Uygulanması Alt Kriterine Göre Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısı (k_0) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları Karşılaştırıldığında Enerji Harcamalarını Minimize Eden Kombinasyonlar (■).

YÖRE ADI : K.K.T.C. a_0 : 0.40		DOĞRAMA MALZEMESİ : METAL										
Y Ö N L E R		N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S		
METAL TEK CAMLI PENCERE $k_f = 5.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	$k_0, \text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75		
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı, %	23.00	23.00	23.10	—	—	—	—	—	26.20		
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı, %	—	—	—	22.00	21.70	22.20	23.70	25.90	—		
METAL ÇİFT CAMLI PENCERE $k_f = 3.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	$k_0, \text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı, %	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı, %	30.90	28.80	25.40	23.50	23.00	23.90	26.70	31.60	33.90		

Tablo A.4. Aynı Doğrama Malzemesine Sahip Pencere Türleri İçin, Binanın Farklı Yönlere Bakan Cephelelerinde, Ana Malzeme Sabit Tutulmak Şartıyla, Farklı Opak Bileşen Detayının Uygulanabileceği Alt Kriterine Göre Enerji Ekonomisi Açısından Uygun Olarak Seçilen Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_o) ve Saydamlık Oranı Kombinasyonları Karşılaştırıldığı Enerji Harcamalarını Minimize Eden Kombinasyonlar (■).

YÖRE ADI :K.K.T.C. a ₀ :0.40		DOĞRAMA MALZEMESİ :METAL									
YÖNLER		N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S	
TEK CAMLI PENCERE METAL k _f = 5.00 kcal/m ² h°C	k ₀ , kcal/m ² h°C	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	23.00	23.00	23.10	—	—	20.50	21.20	—	—	
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	—	—	—	22.00	21.70	—	—	20.10	21.30	
ÇİFT CAMLI PENCERE METAL k _f = 3.40 kcal/m ² h°C	k ₀ , kcal/m ² h°C	1.00	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.75	1.00	1.00	
	Isıtmanın istendiği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Isıtmanın istenmediği dönem için gerekli saydamlık oranı , %	20.00	23.70	20.30	23.50	23.00	23.90	21.60	20.70	23.20	

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Lefkoşa'da doğan Onur Volkan, ilk eğitimi Şehit Ertuğrul ilkokulu'nda, orta eğitimi ise 1987 yılında Lefkoşa, Türk Maarif Koleji'nde tamamladı. Aynı yıl başladığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1991 yılında mezun olup, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı.

