

39400

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ETKİN KONUT VE YERLEŞME BİRİMİ
DİZAYNINDA UYGULANABİLECEK BİR YAKLAŞIM

39400

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Filiz AK

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 25 Ocak 1993

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Şubat 1993

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Eşher BERKÖZ

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Ahmet ALPHAN

Doç.Dr. Zerrin YILMAZ

SUBAT 1993

F.E. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

ÖNSÖZ

Dış iklimsel koşullar nedeniyle, binalarda ısıtmanın istendiği dönemlerde yapma ısıtma ve iklimlendirme, özellikle yapma ısıtma gerekli olmaktadır. Ancak, enerji harcamalarını minimuma indirebilmek için binaların ve yerleşme birimlerinin pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak dizaynlanması gerekir. Bu nedenle, yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenleri olan yönlendiriliş durumu, bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina formu ve bina aralıkları, tüm bina kabuğundan daha az ısı kaybına yol açacak şekilde dizaynlanmalıdır.

Bu amaçla, bu çalışmada enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında uygulanabilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir.

İstanbul, 1993

Filiz AK

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
SUMMARY	vi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. ENERJİ KULLANIMINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER	2
2.1. İklimsel Konfor Gereksinmesi	3
BÖLÜM 3. ENERJİ KORUNUMUNU ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER	8
BÖLÜM 4. ENERJİ KORUNUMU SÜRECİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER	9
4.1. Fiziksel Çevresel Etkenler	9
4.2. Yapma Çevreye İlişkin Dizayn Değişkenleri	10
4.2.1. Binanın Yönlendiriliş Durumu	10
4.2.2. Bina Kabuğu Optik ve Termofiziksel Özellikleri	11
4.2.3. Bina Formu	12
4.2.4. Bina Aralıkları	12
BÖLÜM 5. YAPMA ÇEVREYE İLİŞKİN DİZAYN DEĞİŞKENLERİNE AİT UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER	14
5.1. Bina Kabuğu Termofiziksel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yöntem	14
5.1.1. Bina Kabuğu Termofiziksel Özellikleri İçin Uygun "Değerler Kombinezonları"nın Belirlenmesi	14
5.1.2. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifle- rinin Belirlenmesi	26
5.1.3. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri İçin Yoğuşma Tahkikinin Yapılması ve Uygun Alternatiflerin Seçilmesi	27
5.2. Bina Kabuğu Termofiziksel Özelliklerine Bağlı Olarak Uygun Yönlendiriliş Durumu ve Bina Formu Kombinezonlarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yöntem	43
5.3. Uygun Bina Aralıklarının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yöntem	48
BÖLÜM 6. UYGULAMA GÜMÜŞHANE YÖRESİ İÇİN ENERJİ ETKİN KONUT VE YERLEŞME BİRİMİ DİZAYNINDA KULLANILABİLECEK UYGUN DEĞERLER	64
6.1. Uygun Bina Kabuğu Termofiziksel Özellikleri ve Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri	64

6.2. Uygun Yönlendiriliş Durumu ve Bina Formu Kombinezonları	104
6.3. Uygun Bina Aralıkları	130
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	145
KAYNAKLAR	147
EKLER	149
ÖZGEÇMİŞ	168



ÖZET

Bu çalışmada enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında uygulanabilecek ve bugüne kadar geliştirilmiş olan yöntemler tanıtılmaktadır.

Yapılan çalışmada amaç, binalarda kullanılan yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin beraberinde getirdiği enerji harcamalarını minimuma indirebilmek için, binaların ve yerleşme birimlerinin mümkün olabildiğince pasif sistemler olarak çalışmalarının sağlanmasıdır. Ayrıca, enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında kullanılan yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinin bu amaç doğrultusunda incelenerek uygun "Değerler Kombinezonları" belirlenmektedir. Bu çalışma, Gümüşhane yöresi için uygulamasını da içeren altı ana bölüm ile ekler bölümünden oluşmaktadır.

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

Bölüm 2'de, enerji kullanımını zorunlu kılan faktörlerden başlıcası olan iklimsel konfor gereksinmesi incelenmektedir.

Bölüm 3'de, enerji korunumunu zorunlu kılan faktörler kısaca açıklanmaktadır.

Bölüm 4'de, enerji korunumu sürecinde etkili olan fiziksel çevresel etkenler ve yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenleri yer almaktadır.

Bölüm 5'de, yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerine ait uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılabilecek olan ve bugüne kadar geliştirilmiş olan yöntemler açıklanmaktadır. Bu yöntemler;

- . Bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ait uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılabilecek yöntem,
- . Bina kabuğu termofiziksel özelliklerine bağlı olarak uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu kombinezonlarının belirlenmesinde kullanılabilecek yöntem,
- . Uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılabilecek yöntem

olarak sıralanmaktadır.

Bölüm 6'da, yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerinin belirlenebilmesi için 5.Bölümde açıklanan yöntemler, Gümüşhane yöresi için uygulanmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan yöntemler sonucunda hazırlanan grafik sistemler ve tablolar yardımıyla yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerine ait uygun değerlerin seçiminde büyük esneklik sağlanmaktadır.

SUMMARY

AN APPROACH FOR THE DESIGN OF THE ENERGY EFFICIENT BUILDING AND THE SETTLEMENT

In this study, an approach which can be used in energy efficient building and settlement design is introduced. Buildings and settlement units should be designed as optimum passive systems which consume supplementary mechanical heating and climatization energy at the minimum level during the occupancy period.

This study comprises six main chapters.

In chapter 1, a brief explanation of design parameters related to energy efficient building and settlement design is given.

In chapter 2, the main factors which make 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 optimal values of design parameters which are used in the definition of the built environment as passive heating system are classified.

The main climatic factors are;

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

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

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

Orientation of buildings is one of the most important factors effecting indoor climate, 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,
- . transparency ratio.

Total heat loss or heat gain change with building form. Building form can be defined basing on the shape factor of the building, building height, roof type and roof slope.

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

In chapter 5, the previous methods which have been used for the determination of the optimal values of design parameters are introduced.

1- The method for the determination of the optimum values of the thermophysical properties consists of 3 main steps:

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

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

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

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

- Determination of the Indoor Design Conditions.

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

The comfort values of air temperature can be estimated by using the relationship between required value of the inner surface temperature

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

$$t_{iyo} = t_i \pm \epsilon$$

where,

ϵ : permissible limit value for the difference between inner surface temperature and the comfort value of indoor air temperature, $^{\circ}\text{C}$.

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

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

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

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

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

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

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

where,

t_{iyo} : required value of the inner surface temperature of building envelope, $^{\circ}\text{C}$.

t_{oio} : daily average inner surface temperature of the opaque component, $^{\circ}\text{C}$.

t_{cio} : daily average inner surface temperature of the transparent component, $^{\circ}\text{C}$.

x : transparency ratio.

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

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

where,

t_{ci} : hourly values of the inner surface temperature for the transparent component, $^{\circ}\text{C}$.

k_c : overall heat transfer coefficient of the transparent component, $\text{W/m}^2\text{C}$, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$.

t_{ec} : sol-air temperature for window, $^{\circ}\text{C}$.
 I_D, I_y : direct and diffuse solar radiation intensities on the surface, respectively, W/m^2 , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$.
 τ_D, τ_y : transmissivity of the glass for direct and diffuse solar radiation, respectively.
 F_S : sunlit fraction of the transparent component surface.

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

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

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

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

k_o : overall heat transfer coefficient of the opaque component, $\text{W/m}^2\text{C}$, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$.
 α_i : inner surface heat transfer coefficient, $\text{W/m}^2\text{C}$, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$.
 t_{eoo} : daily average sol-air temperature for the opaque components, $^{\circ}\text{C}$.
 t_i : comfort value for indoor air temperature, $^{\circ}\text{C}$.

Evaluation of the various building envelope alternatives (combinations of k_o and transparency ratio) can be carried out by calculating the heat loss per unit area of each alternative and comparison of the heat loss amounts.

Hourly heat loss per unit area of building envelope can be calculated in two different ways.

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

b) In the second way of heat loss calculations are based on the outdoor air temperatures enforced by the Chamber of Mechanical Engineers.

After the comparison of the amounts of hourly heat losses, the combination of the values of thermophysical properties which provides the minimum heat loss is qualified as the most appropriate one.

For all opaque component alternatives which are developed by basing on the chosen k_o and transparency ratio combinations, the condensation risk should be examined.

As the result of these calculations and evaluations, combinations of appropriate values related to the thermophysical properties of the building envelope that indicate optimum performance in respect to achieving climatic comfort, energy conservation and elimination of the condensation risk, can be determined.

2- Determination of the appropriate building orientation and form combinations, the calculations of total heat loss through whole building envelope are executed;

a) Basing on the sol-air temperatures affective on the variously oriented façade elements.

b) Basing on outdoor air temperature values (-12°C for Gümüşhane region) enforced by the Chamber of Mechanical Engineers.

By comparing the amounts of daily average hourly heat loss through the whole building envelope for various building alternatives, the alternative which ensure the minimum heat loss can be determined. This alternative defines the building which performs as a passive heating system at the optimal level. And the values of design parameters which define this alternative are also can be considered as the components of the optimal combinations.

3- In the determination of the appropriate distances between buildings, the aim is maximization of the solar radiation affects. Accordingly, the distances between buildings must be equal to the maximum depth of the shaded area casted the neighbouring buildings.

In terms of the heating affect of solar radiation, the factors which are effective on the determination of the distances between buildings are;

- . Regional factors: The latitude and climatic conditions of the region under consideration.
- . Factors related to the buildings: The orientation and the height of the buildings.
- . Factors related to the site: The slope orientation and the slope angle.
- . Factors establishing the relationship between sun and building: Profile angle.

The appropriate distances between buildings are determined according to the depth of the shaded area on the ground. In cold and warm climatic regions, solar heat gain can be maximized by providing the direct solar radiation effects on building, during the day-time period.

The longer the distance between buildings the higher the direct solar radiation gain. When higher land prices taken into consideration for each orientation an appropriate distance between buildings should be determined for a more rational use of land by caring of human health and heating economy at the same time.

In chapter 6, the methods, described in previous chapters are applied for Gümüşhane region, in order to determine the appropriate values for design parameters related to built environment.

Finally, as the results of this thesis study some graphic systems and tables are proposed. These graphic systems and tables include the combinations of appropriate values for design parameters and provide architects great flexibility in the selection of appropriate values of design parameters related to the built environment.

BÖLÜM I. GİRİŞ

Binalarda yapma ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin kullanılması, enerji harcamalarına önemli bir katkı teşkil etmektedir.

Enerji harcamalarını minimum düzeyde tutmak için binaların ve yerleşme birimlerinin enerji etkin olarak (pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak) dizaynlanması gerekir.

Enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında, enerji korunumu sürecinde etkili olan

- . Binanın yönlendiriliş durumu,
- . Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri,
- . Bina formu ve
- . Bina aralıkları

gibi yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenleri için uygun değerler ele alınmalıdır.

Bu çalışmada, enerji etkin konut ve yerleşme birimi dizaynında kullanılacak olan dizayn değişkenlerine ait uygun değerler kombinezonları belirlenmiştir.

Bu değerlerin tüm mimarlar tarafından kolaylıkla kullanılır duruma getirilebilmesi için gerekli olan işlemler, örnek teşkil etmesi amacıyla ele alınan bir yörede (Gümüşhane) yapılarak sonuçlar düzenli bir şekilde derlenmiştir.

BÖLÜM 2. ENERJİ KULLANIMINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

Enerji kullanımını zorunlu kılan faktörlerden başlıcası iklimsel konfor gereksinmesidir.

Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar takımı olarak tanımlanabilir. Bina içinde konfor koşullarının gerçekleştiği durumlarda insanın fizyolojik, fiziksel ve entellektüel performansı maksimum düzeye erişir.

Konfor koşulları,

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

Dolayısıyla 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 ve bu binaları içeren yerleşme birimlerinin dizaynlanması sürecinin başlangıç aşamasını oluşturmaktadır [1, s.21].

2.1. İKLİMSEL KONFOR GEREKSİNİMİ

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

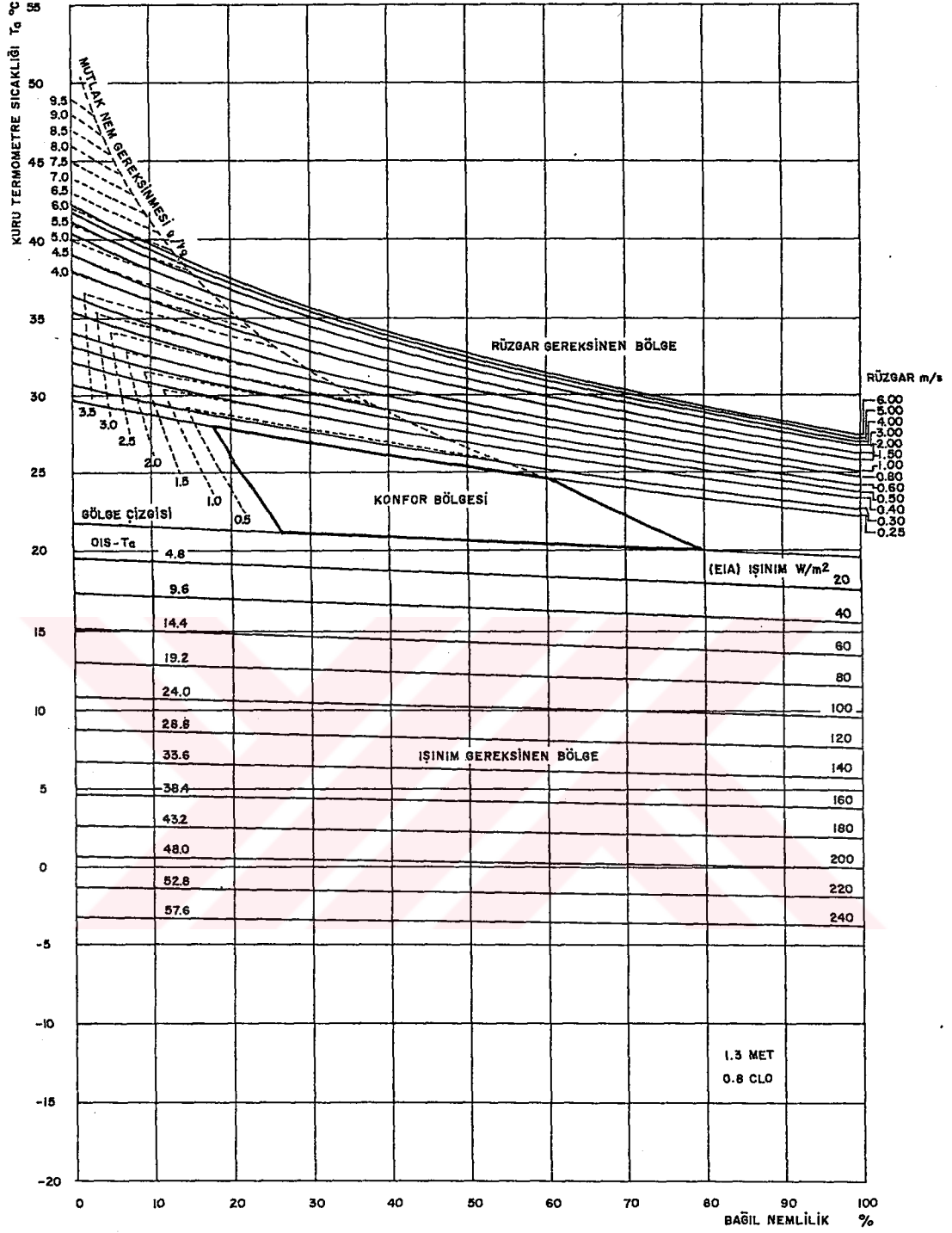
gibi iklim elemanları, iç iklim durumunun bileşenleridir. İklimsel konfor koşulları olarak, bu bileşenlerin yalnız belirli sınırlar arasında kalan değerleri geçerlidir (Şekil 2.1)[2, s.650]. İklimsel konfor koşulları kombinezonları, optimal iklim durumunu (Konfor Durumunu) tanımlarlar.

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 söyleyişle 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



Şekil 2.1. Bioklimatik Grafik.

olmaları nedeniyle, optimal iç iklimsel koşullar veya iklimsel konfor koşulları olarak belirlenirler [1, s.2.2].

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

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, tanımlanan belirli bir kullanıcı grubu için optimal pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak işlev görecektir. Mimarlık, şehircilik ve mühendislik çalışmalarında, iklimsel konfor koşullarının niceliksel anlatımı 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 niteliğindeki değişkenler kullanılmaktadır.

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

Şekil 2.1'de bioklimatik konfor grafiğinde bu grafik sistemlere bir örnek verilmektedir. Bu grafikte insanın giysisi 0.8 Clo birimlik ve eylem türü de 1,3 MET'lik bir standartta kabul edilmiştir. Önemli olan bu eylem düzeyi Prof. Lütfi Zeren tarafından konmuş ve standart en düşük "Yaşama Eylemi" (Living Activity) olarak tanımlanmıştır.

Koordinatlar olarak bağıl nemlilik ve kuru termometre sıcaklıklarının kullanılmasıyla hazırlanan grafikte en önemli öge gölge çizgisi'dir. Gölge çizgisi, grafiği iki ana bölgeye ayırır. Çizginin altındaki bölgede yeralan iklimsel koşullar kombinezonlarında insanın ısıya ve de dolayısıyla ısıtmaya gereksinmesi vardır. Çizginin üzerinde yeralan iklimsel koşullar kombinezonlarının gerçekleştiği durumlarda ise ana gereksinme "gölge"dir. Bu gereksinmenin karşılandığı belirli iklimsel koşullar kombinezonlarında konfor sağlanabilir. Bu bölge "Konfor Bölgesi" olarak tanımlanır. Diğer bir grup iklimsel koşullar kombinezonlarının geçerli olduğu durumlarda ise konfora ulaşabilmek için rüzgara, nemlendirmeye veya her ikisine birden gereksinme duyulmaktadır. Böylelikle belirlenen gereksinmelere göre, gölge çizgisi altındaki bölge "Isıtmanın istendiği dönem" ve bu çizgi üstündeki bölge de "Isıtmanın istenmediği dönem" koşullarını ortaya koymaktadır [1, s.2.2-2.3].

Isıtmanın istendiği dönem, yıl içinde insanın ısınmaya gereksinme duyduğu dönemdir.

Isıtmanın istenmediği dönem, insanın gölgeye ve bunun yanında bazen rüzgara, bazen neme, bazen de her ikisine birden gereksinme duyduğu dönemdir [4, s.8].

Genel anlamıyla görülüyor ki, bu grafik aracılığıyla, gerek bina içi çevrede ve gerekse bina dışı çevrede, iklimsel koşullara bağlı olarak, insanın iklimsel gereksinimleri belirlenmiş olmaktadır. Belirlenen bu gereksinimler karşılandığı takdirde, insan konfordadır.

Ancak, bu grafikte elde edilebilecek tüm gereksinme değerleri, zamana ve yöreye bağlı değildir.

Dış iklimsel koşulların bölgelere ve zamana göre değişkenlik gösteren ekstrem değerleri nedeniyle ısıtmanın istendiği dönemin belirli bir bölümünde insanın ısı gereksinmesi ancak yapma ısıtmayla sağlanabilir. Isıtmanın istenmediği dönemin belirli bir bölümünde ise, örneğin, iç rüzgar gereksinmesinin 0,8 m/sn değerini aştığı koşullarda, iklimsel konfor durumunu yapma iklimlendirme ile sağlamak zorunluluğu sözkonusudur. İç çevrede pasif iklimlendirme ile sağlanması öngörülen rüzgar hızının üst sınırı (hız olarak) 0,8 m/sn dir. Ancak bu sınırın altında kalan hızdaki iç hızların gerçekleşmesini sağlayacak hızda dış rüzgarın var olduğu koşullarda 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 (ısıtmanın istendiği dönem) 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].

BÖLÜM 3. ENERJİ 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 kirlleticilerin 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. ENERJİ KORUNUMU SÜRECİNDE 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 (hacim, bina, yerleşme birimi vb.) 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 içersinde 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, hava 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

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

- . Yönlendiriliş durumu (veya yön),
- . Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri,
- . Bina formu,
- . Bina aralıkları (Binaların yüksekliklerine bağlı olarak)

ele alınabilir.

Dış iklim durumunun, iç çevre iklim koşullarının oluşumundaki etkililik derecesi bu parametrelerin değerlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu parametreler iç iklim durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicileri olmak gibi ortak bir niteliğe sahiptirler. Bu niteliklerinden ötürü, sözkonusu değişkenler binaların pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar. Binaların ve yerleşme birimlerinin enerji etkin olarak dizaynlanmaları bu değişkenler için önerilecek uygun değerler aracılığıyla yapılabilir [1, s.4.2].

4.2.1. Binanın Yönlendiriliş Durumu

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

Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak, binayı çevreleyen kabuk elemanının dış yüzeyindeki güneş ışıınımı yeğinliği 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 ışınımına 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 ışınımına ilişkin yutuculuk (a), geçirgenlik (τ) ve yansıtıcılık (r) gibi optik özellikleri arasındaki bağıntılar, Opak bina yüzeyleri için,

$$a_0 + r_0 = 1$$

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 söz konusu termofiziksel özelliklere bağlı olarak değişim gösterirler.

Termofiziksel özelliklerin uygun değerlerinin belirlenmesinde, yöne göre değişim gösteren güneş ışınımı yeğinliklerine dayanıldığından, söz konusu uygun değerlerin de yönlerle bağlı olarak değişkenlik göstereceği açıktır [1, s.4.2-4.3].

4.2.3. Bina Formu

Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun formuna bağlı olarak

- . Binanın toplam dış yüzey alanı,
- . Farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları ve
- . Cephe ve çatı yüzeyleri alanları arasındaki oranlar

değişim gösterir.

Bina formu,

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

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir [3, s.106-108].

4.2.4. Bina Aralıkları

Binalar, aralarındaki uzaklıklara (aralıklara), yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışıınımı ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler.

Bu nedenle güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinden pasif ısıtma ve iklimlendirmede yararlanma veya kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışıınımı bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır. Güneş ışıınımının cepheleri en üst yeğinlikte etkilemesi istendiğinde, bina aralıkları komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır.

Güneşin gün boyunca cephelere göre açısal konumu yönleri bağı olarak değişim gösterdiğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstereceği açıktır.

Bina aralıklarının hakim rüzgar doğrultusundaki değişimi, bina cephelerini etkileyen rüzgar hızının değişimini getirir. Bu nedenle bina aralıkları, pasif iklimlendirme açısından rüzgardan yararlanma veya pasif ısıtma açısından korunma amacına bağlı olarak, bina cephesinin ne hızdaki bir rüzgar tarafından etkilenmesi gereğine göre belirlenmelidir.

Bu çalışmada; bina aralıkları, sadece güneş ışınımının ısıtıcı etkisi gözönüne alınarak belirlenmiştir [1, s.4.3-4.4].



BÖLÜM 5. YAPMA ÇEVREYE İLİŞKİN DİZAYN DEĞİŞKENLERİNE AİT UYGUN DEĞERLERİN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YÖNTEMLER

5.1. BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM

Bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem;

- . bina kabuğu termofiziksel özellikleri için uygun "değerler kombinezonları"nın belirlenmesi,
- . opak bileşene ait katmanlaşma alternatiflerinin geliştirilmesi ve
- . geliştirilen katmanlaşma alternatifleri için yoğunlaşma tahkiki yapılması ve yoğunlaşma olayının kabul edilebilen sınırlar altında kalmasına olanak veren katmanlaşma alternatiflerinin yapım sektöründe kullanılabilecek alternatifler olarak belirlenmesi

gibi üç ana adımdan oluşmaktadır [5, s.2.1].

5.1.1. Bina Kabuğu Termofiziksel Özellikleri İçin Uygun "Değerler Kombinezonları"nın Belirlenmesi [5, s.2.1-2.9]

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

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

bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının izin verilebilir maksimum değerinin belirlenmesidir.

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

I. Dizayn Günlerinin Seçilmesi:

Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden dizayn günü seçilmeli ve hesaplamalar bu güne ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır. Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden gün 21 Ocak'tır.

II. Dış Dizayn Koşullarının Belirlenmesi:

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

III. İç Dizayn Koşullarının Seçilmesi:

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

$$t_{iyo} = t_i \pm \epsilon \quad (5.1)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

- t_{iyo} : kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C
- t_i : iç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı) konfor değeri, °C
- ϵ : iklimsel konfor açısından bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava konfor sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, °C

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

$$t_{iyo} = t_i - \epsilon \quad (5.2)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

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

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

V. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması:

Binayı etkileyen sıcaklık, sadece bina dışı çevre kuru termometre sıcaklığı değildir. Genellikle gündüz saatleri için sözkonusu olabilecek, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileri, dış dizayn sıcaklığı olarak sol-air sıcaklıkların kullanılmasıyla birleşik olarak ele alınmaktadır. Sol-air sıcaklıkların değerleri, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı yeğlilikleri yanısıra, kabuk bileşeninin optik özelliklerine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısına da (k_c) bağlıdır. Kabuk elemanının (veya elemanı oluşturan opak ve saydam bileşenlerin) optik özelliklerinin seçimi mimara bırakıldığından sol-air sıcaklıklar bir ölçüde mimarın kontrolü altındadırlar.

Güneş ışıınımı yeğınılığının yöne göre değışim göstermesi nede- niyle, kabuk bileşenlerini etkileyen sol-air sıcaklıklar da, bileşe- nin yönlendiriliş durumuna (veya baktığı yöne) bağlı olarak değışken- 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 bağlı olarak belirlenecek uygun ter- mofiziksel özelliklerin de yönlerle göre değışim 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 [6, s.25.4],[7, s.342],[8].

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

Burada,

t_d : dış hava sıcaklığı, °C

I_T : opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınımı şid- deti, W/m², Kcal/m².h

Toplam güneş ışıınımı şiddeti, direkt ve yaygın ışıınım şiddetle- rinin 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 yüzeyisel ısı iletim katsayısı, W/m².°C, Kcal/m².h.°C

Günlük ortalama sol-air sıcaklık ise aşağıdaki bağıntı yardı- mıyla hesaplanır [6, s.25.4].

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

b- Saydam Bileşenleri Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması:

Saydam bileşenin tek cam veya çift cam tabakasından oluşması durumuna göre, herhangi bir anda etkili olan sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir [9, s.75-91].

$$t_{ecI} = t_d + I_D \left(\frac{a_D}{\alpha_d} + \frac{\tau_D}{k_{cI}} \right) + I_y \left(\frac{a_y}{\alpha_d} + \frac{\tau_y}{k_{cI}} \right) \quad (5.5)$$

$$t_{ecII} = t_d + I_D \left[\frac{\tau_{12D}}{k_{cII}} + \frac{a_{dD}}{\alpha_d} + a_{iD} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] + I_y \left[\frac{\tau_{12y}}{k_{cII}} + \frac{a_{dy}}{\alpha_d} + a_{iy} \left(\frac{1}{\alpha_d} + \frac{1}{\alpha_s} \right) \right] \quad (5.6)$$

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) ısıtım yegînlikleri, W/m², Kcal/m².h

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

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

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

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

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

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

τ_{12D}, τ_{12y} : çift cam tabakasının direkt ve yaygın güneş ısıtımına karşı geçirgenliği, boyutsuz

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

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

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

$$t_{eco} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{ec} \right) / 24 \quad (5.7)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

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

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

$$t_{iyo} = t_{oio} \cdot (1-x) + t_{cio} \cdot x \quad (5.8)$$

bağıntısını gerçekleştirecek değerlerde olmalıdır.

t_{iyo} : kabuk elemanına ait (ağırlıklı ortalama) günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, °C

(Bu bağıntıda yer alan t_{iyo} değişkenine ait değer opak ve saydam bileşenden oluşan kabuk elemanına ait, konfor koşulu olarak verilen, iç yüzey sıcaklığıdır ve 5.1 bağıntısı ile III. adımda belirlenmiştir)

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

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

x : saydamlık oranı.

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

Saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları cam türüne bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir¹.

$$t_{ci} = t_i + [k_c(t_{ec}-t_i) - (F_S \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y)] / \alpha_i \quad (5.9)$$

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

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

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

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

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

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

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

$$t_{cio} = \left(\sum_{i=1}^n t_{ci} \right) / 24 \quad (5.10)$$

bağıntısıyla hesaplanır.

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

¹ Camdan ısı kazancı veya kaybı (q_c), sol-air sıcaklığa veya cam iç yüzey sıcaklığına bağılı olarak iki farklı eşitlikle ifade edilebilir.

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

$$q_c = \alpha_i (t_{ci} - t_i) + F_S \cdot I_D \cdot \tau_D + I_y \cdot \tau_y \quad [7, s.338-339]$$

bağıntıların sağı tarafları birbirine eşitlenir ve t_{ci} 'ni belirleyecek şekilde düzenlenirlerse (5.9) eşitliği elde edilir.

$$t_{oio} = (t_{iyo} - t_{cio} \cdot x) / (1-x) \quad (9.11)$$

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

VII. Opak Bileşenin İstenen Toplam Isı Geçirme Katsayısının Belirlenmesi:

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

$$k_o = \frac{\alpha_i(t_{oio} - t_i)}{(t_{eoo} - t_i)} \quad (5.12)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir¹.

k_o : opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının iklimsel konfor ve enerji korunumu açısından izin verilebilir maksimum değeri, W/m²°C, Kcal/m²h°C

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

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

¹Opak bileşenden günlük ortalama saatlik ısı kaybı veya kazancı (q_o), opak bileşenin iç yüzey sıcaklığına ve opak bileşeni etkileyen sol-air sıcaklığına bağlı olarak, sırasıyla

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

$$q_o = k_o (t_{eoo} - t_i) \quad [7, \text{s.313-314}]$$

bağıntılarıyla belirlenebilir.

Her iki bağıntının sağ tarafı birbirine eşitlenir ve k_o 'yu hesaplayacak şekilde düzenlenirlerse (5.12) bağıntısı elde edilir.

VIII. Birim Alandan Kaybedilen Isı Miktarları Açısından Kabuk Elemanı Termofiziksel Özelliklerine Ait Çeşitli Kombinezonların Birbirleriyle Karşılaştırılması:

Isı kaybı hesapları Dengeli Rejime dayandırılarak yapılmıştır. Söz konusu karşılaştırma iki şekilde yapılabilir:

- a) Gerçek atmosfer koşullarında dış hesap sıcaklığı olarak, günlük ortalama sol-air sıcaklıklar alınarak kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının karşılaştırılması:

Isıtmanın istendiği dönemde, kabuk elemanının birim alanından birim zamanda kaybedilen ısı miktarlarının en azından kabuk dizaynında uygun termofiziksel özelliklerin belirlenmesinde hedeflenen izin verilebilir ısı kaybına eşit olması gerekmektedir. Dolayısıyla önceki adımlarda belirlenen ve kabuk elemanı termofiziksel özelliklerine ilişkin, uygun olarak nitelenen farklı kombinezonların değerlendirilmesi, tanımladıkları kabuk elemanlarından kaybedilen ısı miktarları, izin verilen ısı kaybı miktarlarıyla karşılaştırılarak yapılabilir. Diğer bir deyişle, bu karşılaştırma, ısıtma ekonomisi açısından farklı termofiziksel özellikler aracılığıyla tanımlanan kabuk elemanlarının performanslarının değerlendirilmesidir. En az ısı kaybını gerçekleştiren kabuk elemanının, ısıtma ekonomisi açısından en uygun olma niteliğine sahip olacağı açıktır.

İzin verilebilir ısı kaybı miktarı aşağıdaki bağıntıyla belirlenmektedir [3, s.120].

$$q = \alpha_i (t_i - t_{iy0}) = \alpha_i \cdot \Delta t \quad (5.13)$$

q : ısıtmanın istendiği dönemde, iç havadan dış kabuk elemanının iç yüzeyine akan ısı miktarı, W/m^2 , $Kcal/m^2h$.

α_i : iç yüzeyel ısı iletim katsayısı, $W/m^2^{\circ}C$, $Kcal/m^2h^{\circ}C$

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

t_{iy0} : kabuk elemanına ait (ağırlıklı ortalama) günlük ortalama iç yüzey sıcaklığı, $^{\circ}C$

(Bu bağıntıda yer alan t_{iy0} değişkenine ait değer, opak ve saydam bileşenden oluşan kabuk elemanına ait konfor koşulu olarak verilen iç yüzey sıcaklığıdır ve 5.2 bağıntısıyla II. adımda belirlenmiştir.)

İklimsel konfor bakımından, iç hava sıcaklığı (t_i), opak ve saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıklarının ağırlıklı ortalaması (t_{iy0}) arasındaki fark değerinin 3°C olarak alındığı koşullarda 10,s. 298 , kabuk elemanının birim alanından birim zamanda, ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilmesine izin verilen ısı miktarı (q), 5.13 eşitliği uyarınca, $q = 3.\alpha_i$ olarak belirlenmektedir [3, s.126].

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

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (q , W/m^2 , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$), bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin 5.1. bölümünde açıklanan yöntemle belirlenmiş değerlerine (k_0 , x , k_c) bağlı olarak ve günlük ortalama sol-air sıcaklıkların (t_{e00} , t_{eco}) dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığı koşullarda aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanabilir [3, s.127].

$$q = k_0(t_i - t_{e00})(1-x) + k_c(t_i - t_{eco})x \quad (5.14)$$

q : kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2 , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$

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

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

x : saydamlık oranı

t_{e00} : opak bileşeni etkileyen günlük ortalama sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

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

Bilindiği gibi, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıklar, yönler göre farklılık göstermektedirler. Ayrıca, aynı sol-air sıcaklıklara dayanan uygun toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonlarının da yönler göre değişkenlik gösterdiği 5.1.1. bölümünde belirlenmiştir. Dolayısıyla, ısı kayıpları yönler göre değişkenlik göstermektedirler.

Gerçek atmosfer koşullarında yapılan hesaplamalar sonucunda kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, izin verilen ısı kaybı ile karşılaştırılarak, bundan daha düşük değerleri gerçekleştiren kombinezonlar seçilir.

Ancak bu kombinezonlar seçilirken, ele alınan hacme ait,

- . saydamlık oranının (x) %20 ve %20'den büyük olması [11, s.L.7-L.19] ve
- . toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) ise katmanlaşma detayının oluşturulabilmesi için $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den büyük olması

koşullarını sağlamak gerekir.

- b) Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre dış hesap sıcaklığı olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın yöreler için belirlediği dış hava sıcaklıkları alınarak, kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının karşılaştırılması:

Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre, kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının hesaplanmasında, Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği, Makina Mühendisleri Odası'nın belirlediği "Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları" kullanılmaktadır. Bu yöntem gere, bina kabuğundan iç ve dış hava sıcaklıkları farkına bağlı olarak kaybedilen ısı miktarları;

$$q = [(k_0(1-x) + k_c \cdot x)(t_i - t_d)](1 + Z_H) \quad (5.15)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir [12, s.22-26].

- q : kabuk elemanının birim alanından birim zamanda kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, W/m^2 , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$
 k_0 : opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
 k_c : saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı, $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_d : ısıtmanın istendiği dönemde ele alınan yöre için dış hesap sıcaklığı, °C

x : saydamlık oranı

Z_H : yön zammı değerleri

Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yönteminde, yöresel tek bir dış hesap sıcaklığı alınmaktadır [12, s.87-89]. Ancak, farklı yönlere bakan kabuk elemanlarının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı kayıpları hesaplanırken yön zammı adı verilen boyutsuz katsayılar kullanılmaktadır. Yön zammı değerleri (Z_H) Tablo 5.1'de görülmektedir [12, s.25].

Tablo 5.1. Yön Zammı Değerleri (Z_H , %)

YÖNLER	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE
$Z_H(\%)$	5	5	5	2,5	0	-2,5	-5	-5	-5	-5	-5	-2,5	0	2,5	5	5

Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre hesaplanan ısı kayıpları, gerçek atmosfer koşulları için hesaplanan ısı kayıplarından daha yüksektir. Bunun nedeni, gerçek atmosfer koşulları için hesap yapılırken dış hesap sıcaklığı olarak, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak'ta gerçekleşen 10 yıllık ortalama saatlik dış hava sıcaklıkları ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıkların kullanılması, buna karşılık Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı yöntemde ısıtmanın istendiği döneme ait tek bir dış hesap sıcaklığının kullanılmış olmasıdır. Buna rağmen, Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre hesaplanan ve en düşük ısı kayıplarını veren, kabuk elemanına ait toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinasyonları seçilmelidir.

Bu kombinezonlar seçilirken, ele alınan hacme ait bir cephe için saydamlık oranının %20'den düşük olması, iç ve dış mekan bağıntısının kurulmasında kullanıcıya psikolojik açıdan konforsuzluk verdiğinden saydamlık oranının %20 ve %20'den büyük olması [11, s.L.7-L.19] toplam ısı geçirme katsayısının (k_0) ise katmanlaşma detayının oluşturulabilmesi için $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den büyük olması koşullarını sağlamak gerekir.

5.1.2. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatiflerinin Belirlenmesi [5,s.2.10]

5.1.1. bölümünde açıklanan yöntemle göre belirlenen opak bileşen toplam ısı geçirme katsayıları (k_0); kabuk elemanının baktığı yön, saydamlık oranı, opak bileşenin rengi, saydam bileşene ait cam ve doğrama türüne bağlı olarak değişkenlik gösterir. k_0 değerlerinin değişim alanı ise yörelere göre değişkenlik gösterir. k_0 değerleri ve bu değerlerin değişim alanı birinci adımın uygulanması sonucunda belirli olacağına göre, bu değişim alanı içinde kalan mümkün olduğu kadar fazla sayıdaki k_0 değerine dayandırılan opak bileşen katmanlaşma alternatifleri geliştirilebilir. Katmanlaşma alternatiflerinin üretilmesinde aşağıdaki temel bağıntıdan yararlanılabilir [6, s.22.2].

$$k_0 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_d} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} \dots \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad (5.16)$$

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

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

d_1, d_2, d_3 : katman kalınlıkları, m

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

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

Bu adımda, eşitlikte yer alan k_0 değeri bilinenler durumundadır (izin verilebilen maksimum değerler olarak Bölüm 5.1.1'de VII. adımında

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

5.1.3. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri İçin Yoğuşma Tahkikinin Yapılması ve Uygun Alternatiflerin Seçilmesi [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 [13, s.1-88].

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

I. İç Dizayn Koşullarının Belirlenmesi:

İç dizayn koşulları, konfor koşullarına bağlı olarak 5.1.1.I. adımıyla 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 [14, 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° 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:

$$q = \frac{\lambda}{d} (t_1 - t_2) \quad (5.17)$$

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 5.1) durum buna paralel olarak gelişmekte ve çeşitli katmanların toplam ısı geçirgenlik değerleri,

$$\Lambda = \frac{\lambda_1}{d_1} + \frac{\lambda_2}{d_2} + \frac{\lambda_3}{d_3} + \dots + \frac{\lambda_n}{d_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{d_i} \quad (5.18)$$

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,

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_d}} \quad (5.19)$$

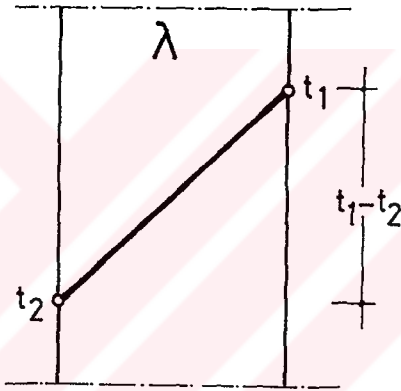
bağıntısıyla hesaplanır.

- 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, $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

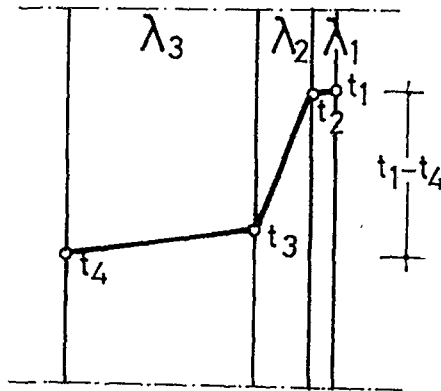
Bu bilgilerden hareketle büyüklüğü belirli bir alandan (A , m^2), belirli bir zaman aralığında (Z , h), gerçekleşen toplam ısı kaybı (Q , kg),

$$Q = k(t_i - t_d) \cdot A \cdot Z \quad (5.20)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.1. Bir Cismin İki Yüzü Arasında Oluşan Isı Akımı.



Şekil 5.2. Opak Kabuk Bileşeninin İki Yüzü Arasında Oluşan Isı Akımı.

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

$$t_1 = t_i - \left(\frac{1}{\alpha_i}\right)Q \quad (5.21)$$

$$t_2 = t_1 - \left(\frac{d_1}{\lambda_1}\right)Q \quad (5.22)$$

$$t_3 = t_2 - \left(\frac{d_2}{\lambda_2}\right)Q \quad (5.23)$$

$$t_4 = t_3 - \left(\frac{d_3}{\lambda_3}\right)Q \quad (5.24)$$

$$t_d = t_4 - \left(\frac{1}{\alpha_d}\right)Q \text{ (kontrol)} \quad (5.25)$$

bağıntılarıyla kolayca hesaplanabilir.

b) Su Buharı Akımları, Kısmî Buhar Basıncıları ve Doymuş Buhar Basıncılarının Hesaplanması:

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

$$k_B = \frac{1}{\frac{1}{\beta_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\delta_i} + \frac{1}{\beta_d}} \quad (5.26)$$

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,

$$g = k_B (p_i - p_d) \quad (5.27)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

g : birim alandan birim zamanda geçen toplam buhar miktarı, kg/m²h

p_i : iç havanın gerçek buhar basıncı, kg/m²

p_d : dış havanın gerçek buhar basıncı, kg/m²

Burada p_i ve p_d aşağıdaki bağıntılardan yararlanılarak hesap edilir.

$$p_i = \Psi_i \cdot P_{si} \quad (5.28)$$

$$p_d = \Psi_d \cdot P_{sd} \quad (5.29)$$

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, (15, s.32)

$$P_1 = P_i \quad (5.30)$$

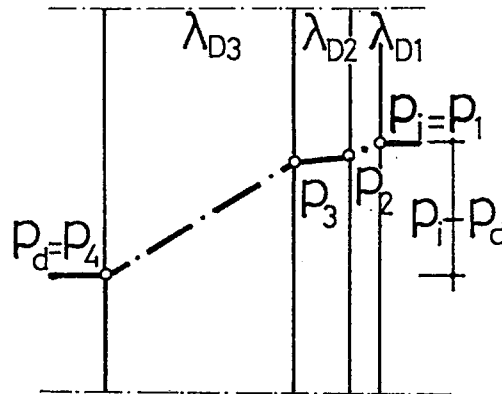
$$P_2 = P_1 - \left(\frac{d_1}{\delta_1}\right) g \quad (5.31)$$

$$P_3 = P_2 - \left(\frac{d_2}{\delta_2}\right) g \quad (5.32)$$

$$P_4 = P_3 - \left(\frac{d_3}{\delta_3}\right) g \quad (5.33)$$

$$P_d = P_4 \quad (5.34)$$

bağıntılarıyla yazılabilir (Şekil 5.3)



Şekil 5.3. Opak Kabuk Bileşeninin 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 yüzeyseel 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,

$$\delta = \frac{1}{\mu \cdot N} \quad (5.35)$$

bağıntısı aracılığıyla hesaplanabilir [16, 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 (5.35) bağıntısı nümerik olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir [14].

$$\delta = \frac{6.25 \times 10^{-6}}{\mu} \quad (5.36)$$

Yukarıda verilen (5.26) bağıntısı δ değerleri yerine konarak, yüzeyseel buhar geçirme dirençleri ihmal edilerek ve basınç farkları ile çarpılırsa bileşenden geçen toplam su buharı miktarı (g) elde edilir:

$$g = \frac{P_i - P_d}{d_1\mu_1 + \dots + d_n\mu_n} \cdot \frac{1}{N} \quad (5.37)$$

Benzer şekilde 5.31, 5.32, 5.33, 5.34 bağıntıları da yeniden düzenlenirse,

$$P_2 = P_1 - (d_1\mu_1N) g \quad (5.38)$$

$$P_3 = P_2 - (d_2\mu_2N) g \quad (5.39)$$

$$P_4 = P_3 - (d_3\mu_3N) g \quad (5.40)$$

bağıntıları elde edilir.

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

$$\rho_e = d\mu \quad (5.41)$$

ρ_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.)

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

ρ_e = cm olarak verilmiş, bu durumda

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

hesaplarda $1/N = 0.625$ olarak alınmıştır. [14].

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

$$P_s = a(b + \frac{t}{100^\circ\text{C}})^n \quad (5.42)$$

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

a,b,n ise aşağıdaki değerleri alan sabitlerdir [17, 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 5.4) [13, s.28]. 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:

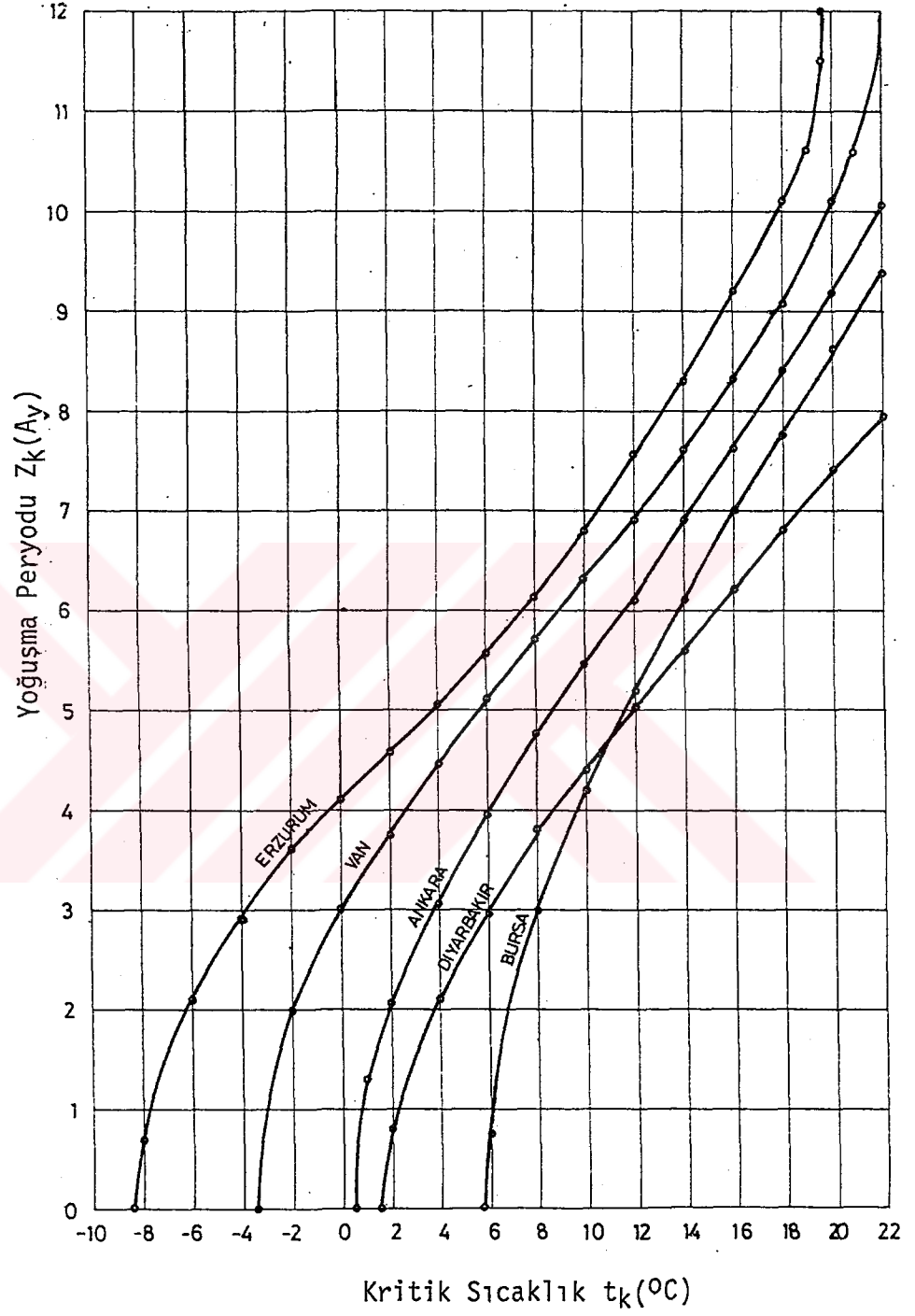
(Z_k/t_d) diyagramından (Şekil 5.5) [13, s.31], ilgili yöreye ait olanı bulunur. Apsisde, yukarıda bulunan yoğuşma periyodu aranır. Çıkılan dikin, ilgili eğriyi kestiği ordinatta kış dış hesap sıcaklığını (t_d) verir. (Z_k/ψ_d) diyagramından (Şekil 5.6) [13, s.49] ilgili olanı üzerinde benzer şekilde kesiksiz çizgi halindeki eğriden kışlık dış nemlilik (ψ_d) bulunur.

V. Yaz İçin Dış Hesap Sıcaklığı ve Nemliliğinin Bulunması:

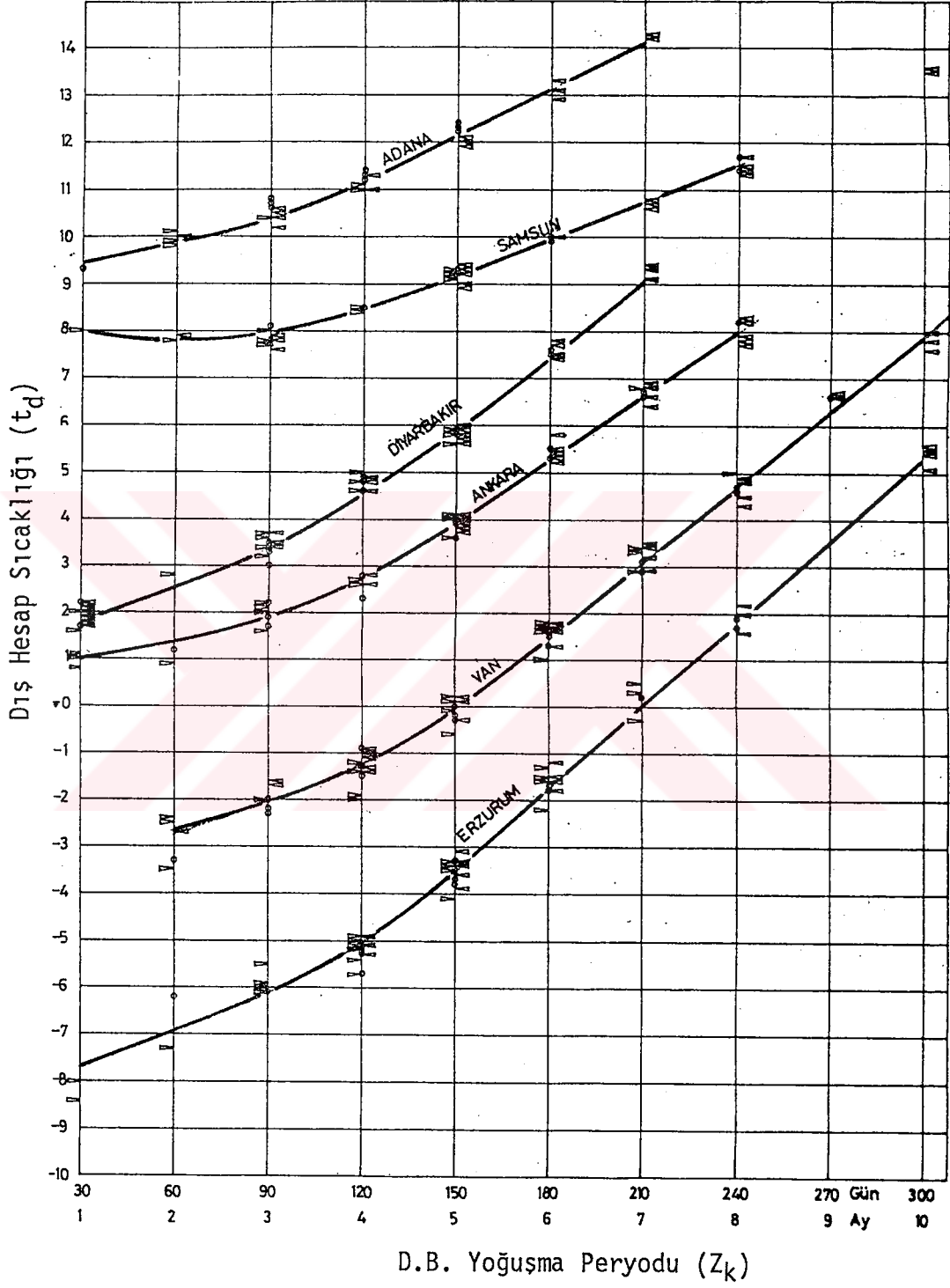
($Z_B/t'd$) diyagramından (Şekil 5.7) [13, s.38] buharlaşma periyodu aracılığıyla yazlık dış hesap sıcaklığı ($t'd$) bulunur. ($Z_B/\psi'd$) diyagramlarında (Şekil 5.6) [13, s.49] bu sefer kesikli çizgi halindeki eğrilerden yazlık dış nemlilik ($\psi'd$) bulunur.

VI. Difüzyon Grafiklerinin Hazırlanması:

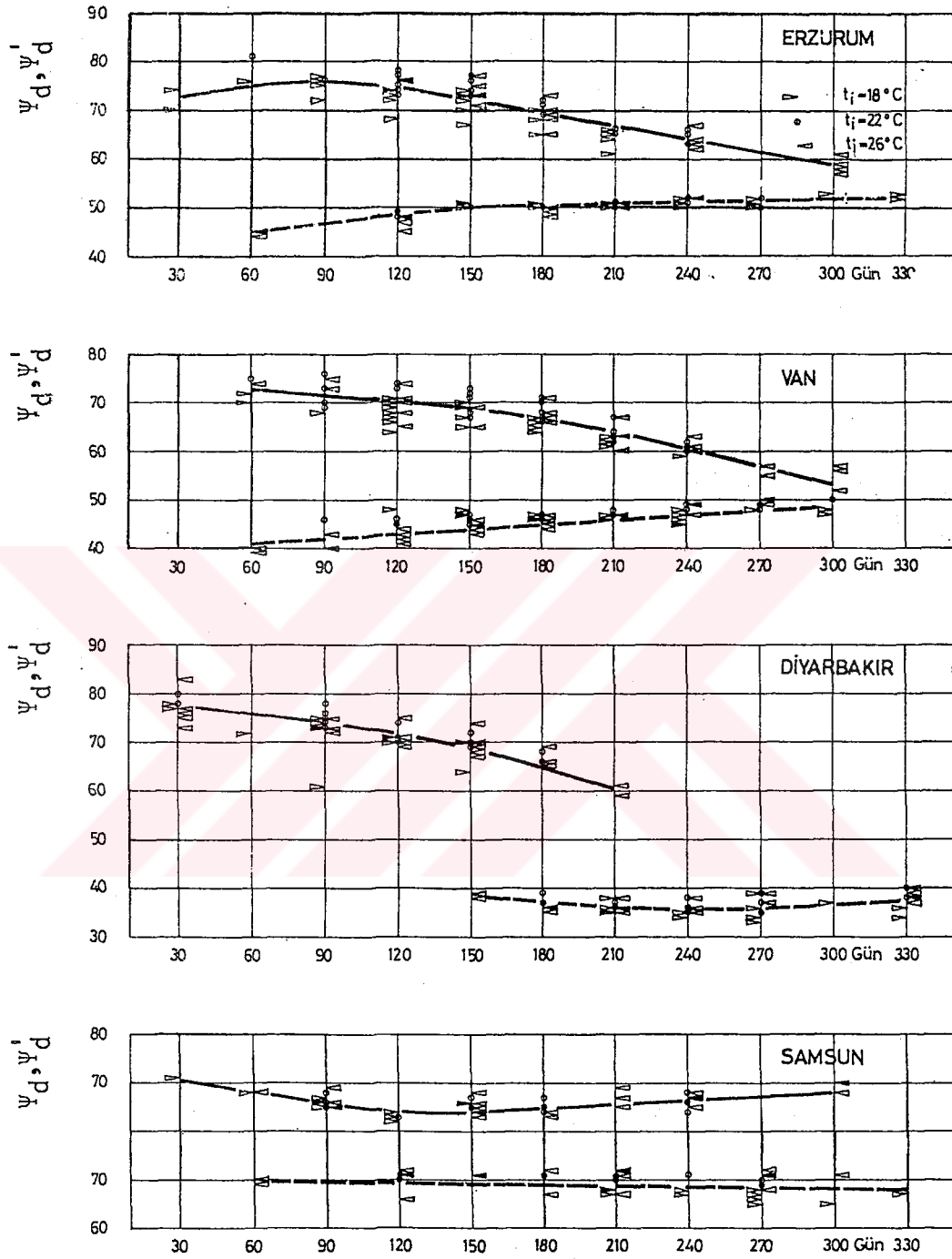
Yukarıda okunan tüm değerler her bileşen ve yoğuşmanın olduğu yöre için tablo halinde hazırlanır. Tablolardaki bilgiler bilgisayara



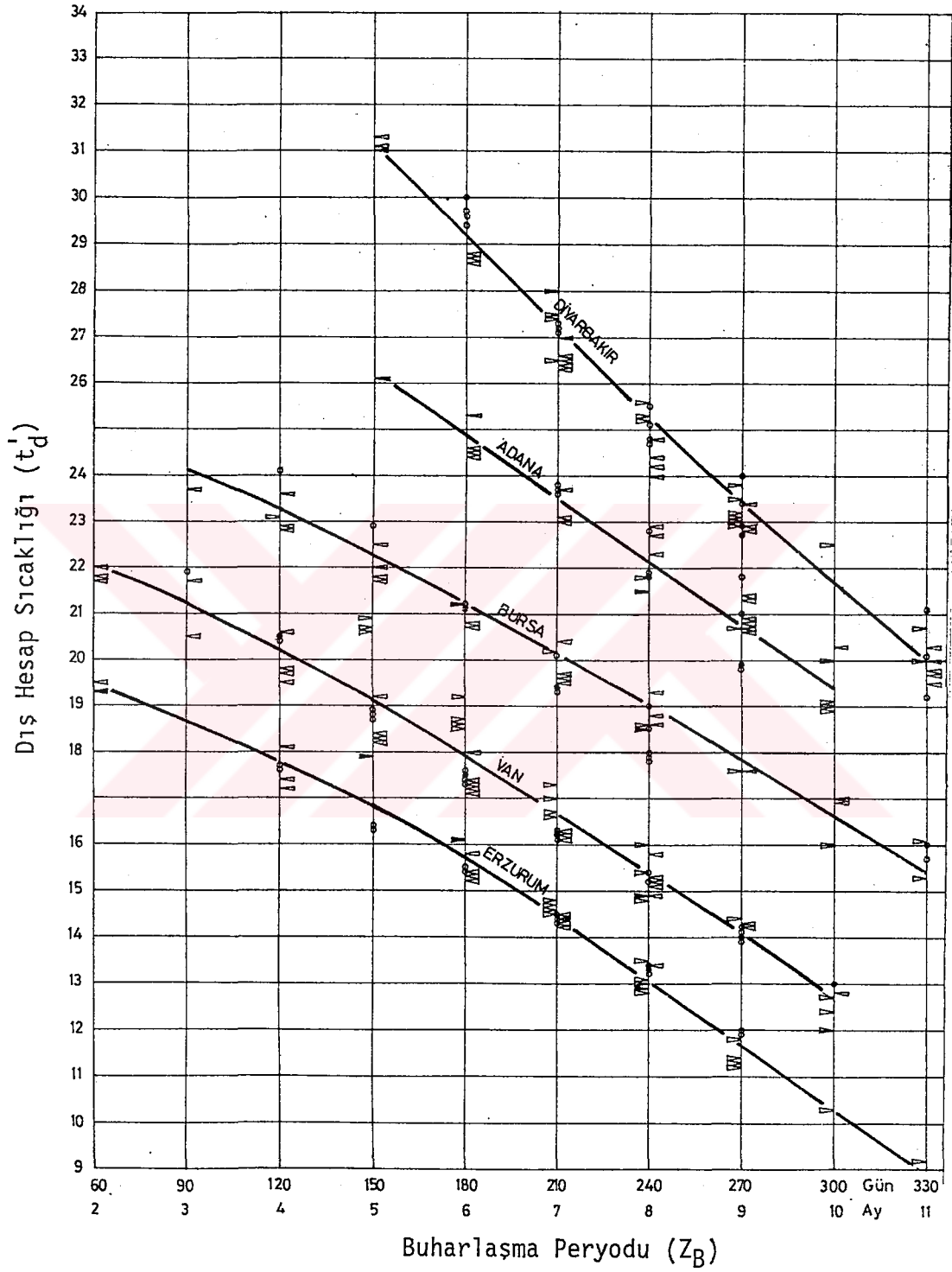
Şekil 5.4. Erzurum, Van, Ankara, Diyarbakır ve Bursa için (t_k/Z_k) Diyagramları [13, s.28].



Şekil 5.5. Ankara, Adana, Erzurum, Van, Diyarbakır ve Samsun için (Z_k/t_d) Diyagramları [13, s.31].



Şekil 5.6. Erzurum, Van, Diyarbakır, Samsun için (Z_K/Ψ_d) ve (Z_B/Ψ_d') Diyagramları [13, s.49].



Şekil 5.7. Diyarbakır, Adana, Bursa, Van ve Erzurum için (Z_B/t'_d) Diyagramları [13, s.38].

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 apsisde 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 efektifdir. Bu durumda yoğuşma olmuyor demektir. Eleman yoğuşma kontrolü açısından yeterli denebilir.

- Düz bir doğru halinde çizilmek istenen kısmi buhar basıncı eğrisi doymuş buhar basıncı eğrisini keserse, bu durumda eğri sanaldır. 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) yoğuşma sınırını (veya bölgesini) işaret eder.

Yoğuşma sınırını (veya bölgesini) bulduktan sonra yaz koşullarına göre yaz doymuş buhar basıncı çizilir. Kışın yoğuşma olan sınırındaki 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 [13, s.67].

$$g_i = \frac{P_i - P_{xi}}{\rho_i} \quad (5.43)$$

$$g_d = \frac{P_{xd} - P_d}{\rho_d} \quad (5.44)$$

$$g_k = g_i - g_d \quad (5.45)$$

$$G_K = g_k Z_k \quad (5.46)$$

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 [14, 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, ikinci 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 katmanının) pratik ve doyma nemlilikleri arasındaki farktır.

$$\Delta\Psi = \Psi_s - \Psi_p \text{ (\%M)} \quad (5.47)$$

Bu değerler, Eichler tarafından hazırlanmış olan Tablo 5.2'den alınabilir [13, s.69]. (%M) veya (%V) olarak verilen değerler, gr/m² birimine aşağıdaki gibi çevrilir:

$$\Delta G = \frac{d\gamma\Delta\Psi M}{10} \text{ gr/m}^2 \quad (5.48)$$

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

γ : yoğunluk, kg/m³

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 [13, 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.

$$g'_i = \frac{P'_{sxi} - P_i}{\rho_i} \quad (5.49)$$

$$g'_d = \frac{P'_{sxd} - P_d}{\rho_d} \quad (5.50)$$

Tablo 5.2. Yapı ve ısı izolasyon malzemelerinde, izin verilebilecek ilave 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
maddeci 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	5,0
Mineral lifli şilteler	100..200	5,0
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
Poliuretan köpük levhaları	20	20
	35	20
Fenol reçinesi köpük levhaları	70	7
	110	6,5
P.V.C. Köpük levhaları	130	5,0
Formaldehid köpük levhaları	15	20
	25	12
	35	10
	150	8

$$g_B = g_i' + g_d' \quad (5.51)$$

$$G_B = g_B \cdot Z_B \quad (5.52)$$

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

g_B : saatlik buharlaşma miktarı, gr/m^2h

Z_B : buharlaşma peryodu, h

G_B : yaz mevsimi toplam yoğunlaşma miktarı, gr/m^2

XI. Yıllık Bilançonun Belirlenmesi:

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

Kriter III : Yıllık bilanço yoğunlaşma göstermemelidir.

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

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

$G_K > G_B$ ise bileşen yetersizdir. Tedbir almak gereklidir

[5, s.2.11-2.21].

5.2. BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE BAĞLI OLARAK UYGUN YÖNLENDİRİLİŞ DURUMU VE BİNA FORMU KOMBİNEZONLARININ BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM

Tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları, bina kabuğunu oluşturan kabuk elemanlarının (duvar, çatı) termofiziksel ve güneş ışınoımına ilişkin optik özelliklerine, binanın yönlendiriliş durumuna, dış kabuk alanına ve formuna bağlı olarak değişim gösterirler. Bina kabuğu alanı, gerek döşeme alanının, gerekse formun fonksiyonudur.

Bina formu, bu çalışmada biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi dizayn değişkenlerinin bileşkesi olarak tanımlanmaktadır. Biçim faktörü, ele alınan bir binanın plandaki uzunluğunun

derinliğine olan oranıdır. Biçim faktörü, dış kabuk alanının belirlenmesinde döşeme alanı sabit tutulduğu koşullarda etkin olan bir faktördür.

Bina formu bileşenlerinin aldığı değerler, ayrı ayrı ele alındığı takdirde, ısı akımının analiz edilip senteze gidilmesi daha kolay olacaktır.

Isıtmanın istendiği dönemde, tüm bina kabuğu aracılığıyla dış çevreye doğru olan toplam ısı kaybı azaldıkça, iklimsel konfor koşullarının sağlanması için gerekli olan yapma ısıtma yükü de azalır. Isıtmanın istendiği dönemde, bina hacminin değişmez kalması koşulunda, binalardan minimum miktarda toplam ısı kaybedilmesi ise, iç iklimsel konfor koşullarından minimum düzeyde sapmaları ifade eder. Güneş ısıtımının ısıtıcı etkisinden maksimum düzeyde yararlanan binalar, ısıtmanın istendiği dönemde toplam ısı kaybını ve yapma ısıtma gereksinmesini minimuma indiren, pasif ısıtma sistemi olarak optimal performans gösteren binalardır. Isıtmanın istendiği dönemde kaybedilen ısı miktarları ve gerekli yapma ısıtma yükünün en düşük konfor sıcaklığına göre hesaplanması (durgun iç hava koşullarında), iklimsel konfor açısından yeterli hava sıcaklığı koşulunun minimum yapma ısıtma enerjisi harcaması ile gerçekleştirilmesini olanaklı kılar [3, s.134-135].

Bina kabuğu termofiziksel özelliklerine bağlı olarak yönlendiriliş durumu ve bina formuna göre, tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları değişiminin incelenmesi;

- Söz konusu dizayn değişkenlerine ait değerlerin tümüyle mimarın seçimine bırakıldığı koşullarda
 - . Pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak, optimal performans gösteren binayı ve
 - . Pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak eşdeğer performans gösteren binaları
- tanımlayan değişkenlere ait kombinezonların ve

- Dizayn değişkenlerine ait bazı değerlerin mimara zorunlu olarak verildiği koşullarda (yönetmelikler, standartlar, arsa koşulları vb. gibi nedenlerle) ise, mimarın kontrolüne (veya seçimine) bırakılan dizayn değişkenleri için uygun değerlerin belirlenmesi amacıyla yönelik olarak ele alınmaktadır.

Bölüm 5.1.1'de gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenen bina kabuğu optik ve termofiziksel özelliklerine bağlı olarak uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu kombinezonlarının belirlenmesinde uygulanan yöntem, aşağıdaki adımları kapsamaktadır [3, s.139-142].

I. Bina Alternatiflerinin Belirlenmesi:

Ele alınan binaya bağlı olarak yönlendiriliş durumu ve bina formu (biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi)na ait değişim alan ve aralıklarının belirlenmesi gerekir [18, s.266-269].

II. Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Hesaplanması:

Bölüm 5.1.1'de bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemle göre VIII. adımda hesaplanan farklı yönlendiriliş durumu, pencere türü ve opak bileşen yutuculuğu için geçerli olan, kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (gerçek atmosfer koşulları için ve Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı yöntemle göre hesaplanan ısı kayıpları) kullanılarak, bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları hesaplanabilir.

Değişim alan ve aralıklarının I. adımda belirlendiği bina alternatiflerine ait değişkenlerin oluşturduğu çok sayıdaki kombinezonun tanımladığı binalar için tüm bina kabuğundan, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak'da kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (Q);

$$Q = (q_1.A_1)+(q_2.A_2)+...+(q_n.A_n)+(q_c.A_t) \quad (5.53)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

$q_1, q_2, \dots, q_n$: binanın farklı yönlerde bakan her bir cephesi için kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, W/m^2 , $Kcal/m^2h$ (Bkz. Bölüm 5.1.1.VIII.)(Gerçek atmosfer koşulları için kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama

saatlik ısı miktarları için Bölüm 5.1.1.VIII.a'da hesaplanan ısı kayıpları, Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre ise Bölüm 5.1.1.VIII.b'de hesaplanan kabuk elemanının birim alanında kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları kullanılır.)

- $A_1, A_2, \dots, A_n$: Binanın farklı yönlerde bakan her bir cephesine ait yüzey alanları, m^2 .
- $q_{\text{ç}}$: Çatı elemanının (dam + tavan) birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarı, $W/m^2, Kcal/m^2h$.
- A_t : Tavan alanı, m^2 .

Çatı elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları ($q_{\text{ç}}$) iki farklı yöntemle göre hesaplanabilir.

1- Gerçek atmosfer koşullarında dış hesap sıcaklığı olarak günlük ortalama sol-air sıcaklıklar alınarak çatı elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının hesaplanması [6, s.24.3].

a) Düz çatılarda;

$$q_{\text{ç}} = k_{\text{ç}} (t_i - t_{\text{eoo}}) \quad (5.54)$$

formülüyle yönden bağımsız olarak hesaplanmaktadır. Bu nedenle çatı elemanına ait tek bir toplam ısı geçirme katsayısı ($k_{\text{ç}}$) ve opak bileşene ait tek bir sol-air sıcaklık değeri (t_{eoo}) vardır.

b) Eğimli çatılarda ise;

$$q_{\text{ç}} = k_{\text{müş}} (t_i - t_{\text{eoomüş}}) \quad (5.55)$$

formülüyle hesaplanmaktadır.

$k_{\text{müş}}$: Farklı yönlerde bakan eğimli çatı yüzeylerine ait toplam ısı geçirme katsayısı değerlerinin çatı yüzeyi alanlarıyla ağırlıklı ortalaması alınarak, çatı elemanı için müşterek toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $Kcal/m^2h\text{°C}$.

t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri, °C .

$t_{eoomüş}$: Farklı yönlerde bakan eğimli çatı yüzeylerine ait sol-air sıcaklık değerlerinin çatı yüzeyi alanlarıyla ağırlıklı ortalaması alınarak, çatı elemanı için müşterek sol-air sıcaklık değeri, °C.

2- Dış hesap sıcaklığı olarak Makina Mühendisleri Odası'nın yöreler için belirlediği dış hava sıcaklıkları alınarak çatı elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının (q_c) hesaplanması:

a) Düz çatılarda;

$$q_c = k_c (t_i - t_d) \quad (5.56)$$

k_c : çatı elemanına ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2°C$

t_i : iç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_d : ısıtmanın istendiği dönemde ele alınan yöre için dış dizayn sıcaklığı, °C

formülüyle yönden bağımsız olarak hesaplanmaktadır.

b) Eğimli çatılarda ise;

$$q_c = k_{müş} (t_i - t_d) \quad (5.57)$$

formülüyle hesaplanmaktadır.

$k_{müş}$: Farklı yönlerde bakan eğimli çatı yüzeylerine ait toplam ısı geçirme katsayısı değerlerinin çatı yüzeyi alanlarıyla ağırlıklı ortalaması alınarak, çatı elemanı için müşterek ısı geçirme katsayısı, $W/m^2°C$, $Kcal/m^2h°C$

t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri, °C

t_d : Isıtmanın istendiği dönemde ele alınan yöre için dış dizayn sıcaklığı, °C

$k_{müş}$ hesaplanırken çatının eğimine ve yönlerde göre değişkenlik gösteren toplam ısı geçirme katsayısı değerleri kullanılır. Ele alınan binaya ait yönlendiriliş durumuna göre her bir çatı yüzeyinin eğimine bağlı olarak baktığı yöndeki toplam ısı geçirme katsayısı değeri bulunarak alanlarıyla ağırlıklı ortalama alınmaktadır.

Bulduğumuz bu değer çatı elemanına ait müşterek toplam ısı geçirme katsayısı ($k_{müs}$)'dir.

Çatı elemanına ait müşterek sol-air sıcaklık değeri ($t_{eoomüs}$) bulunurken de aynı yol izlenir. Çatının eğimine ve yönlerine göre değişkenlik gösteren sol-air sıcaklık değerleri kullanılarak, farklı yönlerle bakan eğimli çatı yüzeylerine ait sol-air sıcaklık değerinin çatı yüzeyi alanlarıyla ağırlıklı ortalaması alınmaktadır.

III. Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarlarının Farklı Biçim Faktörleri Açısından Diğer Değişkenlere Bağlı Olarak Değişim Grafikleri Şeklinde Derlenmeleri [19, s.96-110].

IV. Kaybedilen Isı Miktarları Değişim Grafiklerinin, "Isıtmanın İstenildiği Dönemde Minimum Isı Kaybedilmesini Gerçekleştiren yönlendirilmiş durumu, bina formu, bina kabuğu termofiziksel özellikleri, pencere türü ve opak bileşen yutuculuğuna ilişkin kombinezon, pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemi olarak optimal performans gösteren binayı tanımlar ve optimaldir" kriteri uyarınca analiz edilmeleri ve farklı kombinezonların birbirleriyle karşılaştırılarak uygun yönlendirilmiş durumu ve bina formunun belirlenmesi [20, s. 25-29].

5.3. UYGUN BİNA ARALIKLARININ (BİNALAR ARASINDAKİ UZAKLIKLARIN) BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM

Güneş ışını, bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısal durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır.

Güneş ışınımının cepheleri en üst yeğinlikte etkilemesi istendiğinde, bina aralıkları; komşu (veya çevre) binaların verdiği en uzun gölgeli alan derinliğine eşit ya da bu gölge derinliğinden daha fazla olmalıdır.

Isıtmanın istendiği dönemde, güneş ışınımının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesinin hedeflendiği ılımlı ve soğuk iklim türüne sahip

yörelerde güneş ışıınımı, bina aralıklarının belirlenmesinde, birincil iklimsel etken olarak ele alınmalıdır.

Güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesi ise, tüm güneşli saatler boyunca cephelerin direkt güneş ışıınımı etkisi altında kalmaları sağlanarak gerçekleştirilebilir. Bu durumu gerçekleştirmek, bina aralıklarının, binaların birbirleri için güneş engelleri teşkil etmemelerini sağlayan sınır değerlerinin bilinmesi ve bu değerlerin dizayn kararları olarak uygulanmasıyla olanaklıdır. Buna göre, ılımlı ve soğuk iklim bölgelerinde bulunan bir bina, cephelerinin gölgede kalmaması için, arazide komşu binaların gölgelendirdiği bölümlere yerleştirilmemelidir. Üzerine komşu binaların gölgesi düşen cepheler, yalnızca yaygın güneş ışıınımının etkisindedirler. Üzerine komşu binaların gölgesi düşmeyen cepheler ise toplam (direkt + yaygın) güneş ışıınımının etkisi altındadırlar.

Güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinin optimizasyonu açısından bina aralıklarının belirlenmesinde etkili olan faktörler:

- Yöresel Faktörler:

- . Ele alınan yörenin enlemi,
- . Ele alınan yörenin iklim türü: Yöreyle ait iklim türü, bina aralıklarının belirlenmesinde uygulanan kriterin oluşturulması açısından önemlidir.

- Araziye İlişkin Faktörler:

- . Yerleşmenin üzerine kurulacağı arazinin yönü ve eğim açısı (α): Eğim açısı, yüzeye ilişkin bir açıdır. Ele alınan arazi parçası ile yatay düzlem arasındaki açıdır ve arazinin yataya göre durumunu belirlemektedir [3, s. 29].

- Binaya İlişkin Faktörler:

- . Binaların yönlendiriliş durumları,
- . Bina yükseklikleri.

- Güneş-Bina İlişisini Kuran Faktörler:

- . Profil Açısı (Ω): Güneş ışıınımının, binanın ele alınan cephesine dik

olarak geçirilen kesit düzlemi üzerindeki izdüşümü ile yatay düzlem arasındaki açıdır.

Yukarıdaki tanımlamadan anlaşılacağı gibi, profil açıları cephelere dik konumdaki kesit çizimlerinde kullanılan açılardır. Dolayısıyla gölgeli alan derinliklerinin belirlenmesinde kullanılabilirler.

Profil açıları, güneşin yükseliş açısı ve cephe-güneş azimut açısına bağlı olarak hesaplanabilmektedir [6, s.26.35].

$$\tan \Omega = \frac{\tan \beta}{\cos \gamma} \quad (5.58)$$

Ω : profil açısı

β : güneşin yükseliş açısı

γ : cephe-güneş azimut açısı

Güneşin yükseliş açısı, yörenin enlemine ve zamana göre değişim gösterir. Cephe-güneş azimut açısı ise enlem, cephelerin baktığı yönler ve zamana göre değişim gösterir. Dolayısıyla profil açıları da enlem, yön ve zamana göre değişkenlik göstermektedirler.

Uygulanan yöntem, aşağıdaki adımları içermektedir.

1- Isıtmanın istendiği dönemin karakteristik gününün belirlenmesi: Isıtmanın istendiği dönem için karakteristik gün 21 Ocak'tır.

2- Profil açılarının belirlenmesi: Ele alınan yörenin enlemine ve binaların yönlendiriliş durumlarına veya binaya ait cephelerin baktıkları yönlerle bağlı olarak, ele alınan karakteristik güne ait saatlerde geçerli olan profil açıları, her bir yöne bakan cephe için belirlenmelidir.

3- Binanın önündeki zeminde oluşacak gölgeli alan derinliğinin (u) belirlenmesi: Bir binanın etrafındaki zeminde oluşturduğu gölgeli alan derinlikleri, arazinin yatay veya eğimli olmasına bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

a) Bir Binanın Yatay Bir Düzlemde Oluşturduğu Gölge Alan Derinliği: Herhangi bir yönlendiriliş durumuna sahip, yüksekliği (H) bilinen bir binanın etrafındaki zeminde oluşturduğu gölge alan derinliği (u), binanın bulunduğu yörenin enlemine (enlem açısına), binanın yüksekliğine (H) bağlı olarak ele alınan herhangi bir gün saati için,

$$u = \cot \Omega \cdot H \quad (5.59)$$

Ω : ele alınan saatte cephenin baktığı yöne bağlı olarak belirlenen profil açısı

bağıntısıyla hesaplanabilmektedir (Şekil 5.8).

b) Bir Binanın Eğimli Bir Düzlemde Oluşturduğu Gölge Alan Derinliği: Eğimli düzlemlerde gölge derinliğinin yön (arazinin ve cephelerin yönü), saat ve dolayısıyla profil açılarına bağlı olarak,

- . ön cephe yüksekliğine,
- . arka cephe yüksekliğine

göre belirlenmesi durumları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca eğimli arazide binaların yamaç doğrultusuna dik doğrultuda oluşturdukları gölge alan derinlikleri de hesaplanmalıdır.

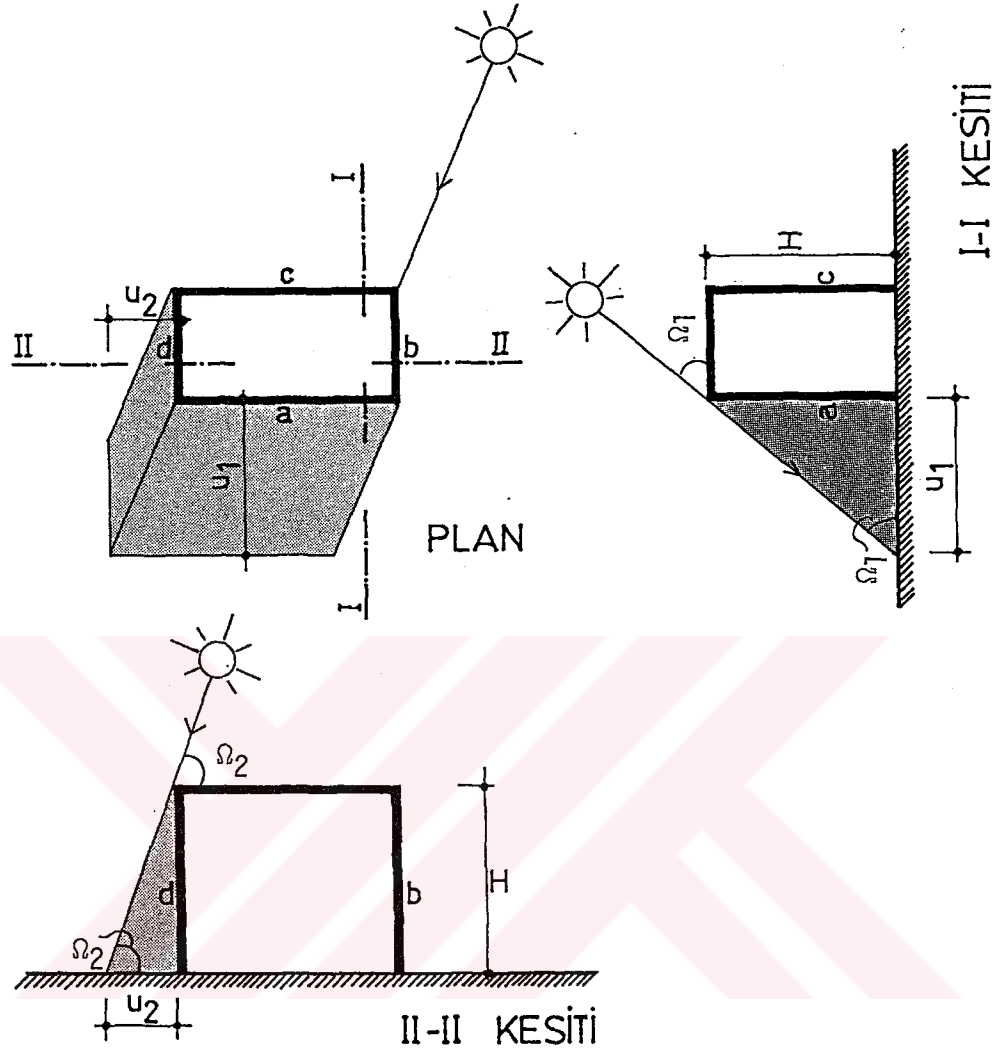
Ön cephe, arazinin yönü ile aynı yöne bakan cephedir. Bu cephenin yüksekliği, ön cephe yüksekliği (H_0) olarak alınmaktadır.

Arka cephe ise, arazinin yönü ile 180°lik fark yapan yöne bakan cephedir ve bu cephenin yüksekliği, arka cephe yüksekliği (H_a) olarak adlandırılır.

Bu iki durumda cephelerin önündeki zeminde oluşan gölge alan derinliklerinin, arazinin eğim açısına bağlı olarak, yatay durumdaki arazidekine oranla artması veya azalması söz konusu olmaktadır.

o Ön Cephe Yüksekliğine (H_0) Bağlı Olarak Gölge Alan Derinliğinin Hesaplanması:

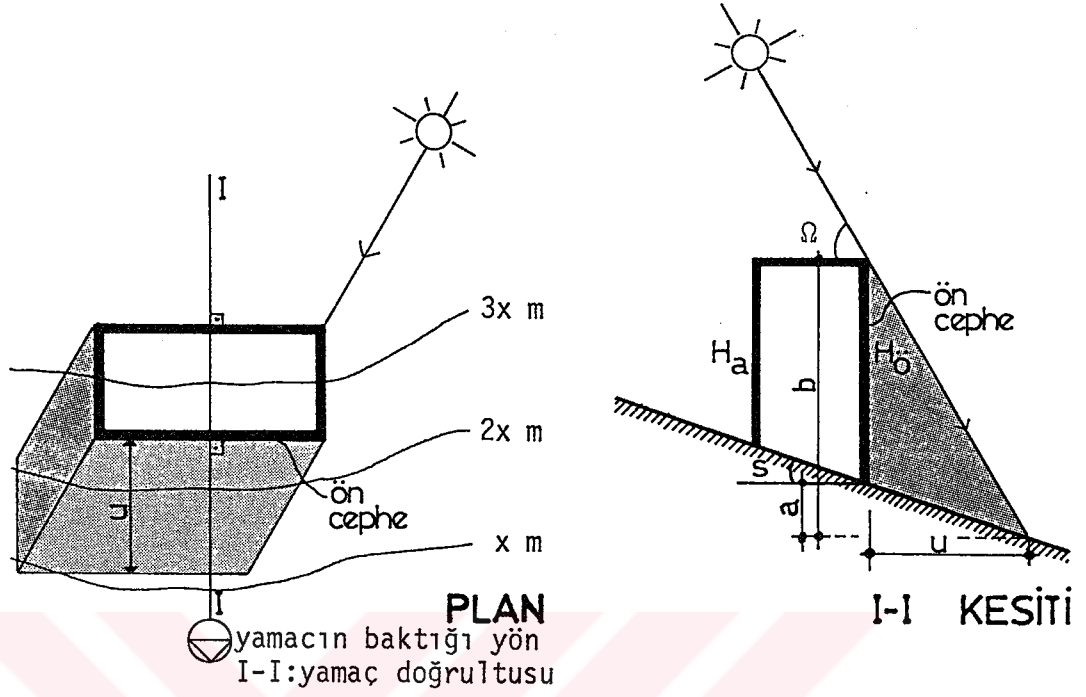
Ele alınan binanın ön cephe yüksekliğine göre eğimli bir arazide yamaç doğrultusunda oluşturduğu gölge alanın derinliği (u),



$$\cot \Omega_1 = \frac{u_1}{H} \rightarrow u_1 = \cot \Omega_1 \cdot H$$

$$\cot \Omega_2 = \frac{u_2}{H} \rightarrow u_2 = \cot \Omega_2 \cdot H$$

Şekil 5.8. Binanın Yatay Bir Düzlemde Oluşturduğu Gölge li Alan Derinlikleri.



- Ω : Profil açısı
 $H_{\text{ö}}$: Ön cephe yüksekliği
 H_a : Arka cephe yüksekliği
 s : Arazinin eğim açısı
 u : Ön cephenin önündeki zeminde
oluşan gölgeli alanın derinliği

$$\tan s = \frac{a}{u} \quad a = u \cdot \tan s$$

$$\tan \Omega = \frac{b}{u} \quad b = u \cdot \tan \Omega$$

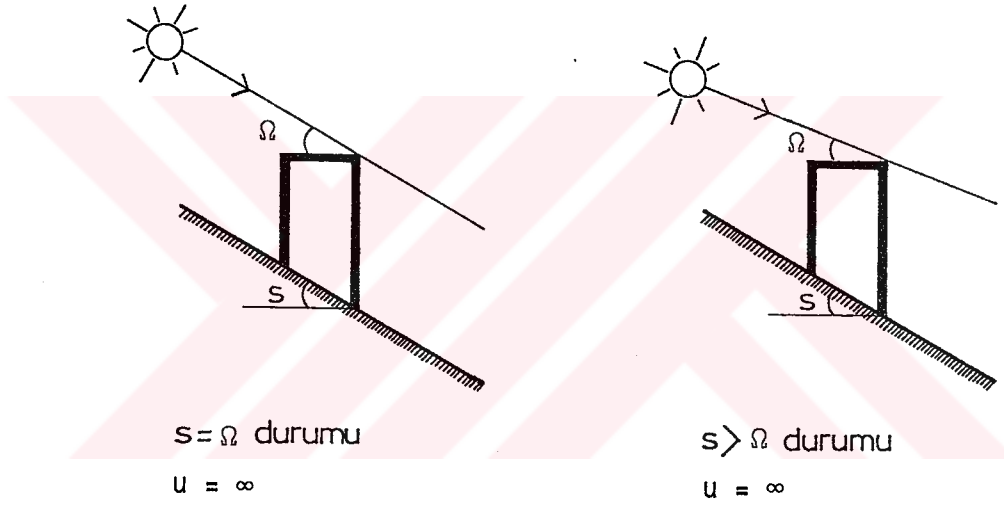
$$\frac{b-a}{H_{\text{ö}}} = u (\tan \Omega - \tan s) \rightarrow u = \frac{1}{(\tan \Omega - \tan s)} \cdot H_{\text{ö}}$$

Şekil 5.9. Bir Binanın Eğimli Bir Düzlemde Oluşturduğu Gölge Alanın Derinliği (Ön cephe yüksekliğine bağlı olarak gölgeli alan derinliğinin hesaplanması).

$$u = \frac{1}{(\tan \Omega - \tan s)} \cdot H_0 \quad (5.60)$$

formülüyle hesaplanabilmektedir (Şekil 5.9).

Ön cephe yüksekliğine bağlı olarak gölgeli alan derinliğinin hesaplanmasında, arazinin eğim açısının (s), profil açısına (Ω) eşit veya ondan büyük olması durumunda gölgeli alan derinliği sonsuz uzunlukta olmaktadır (Şekil 5.10).



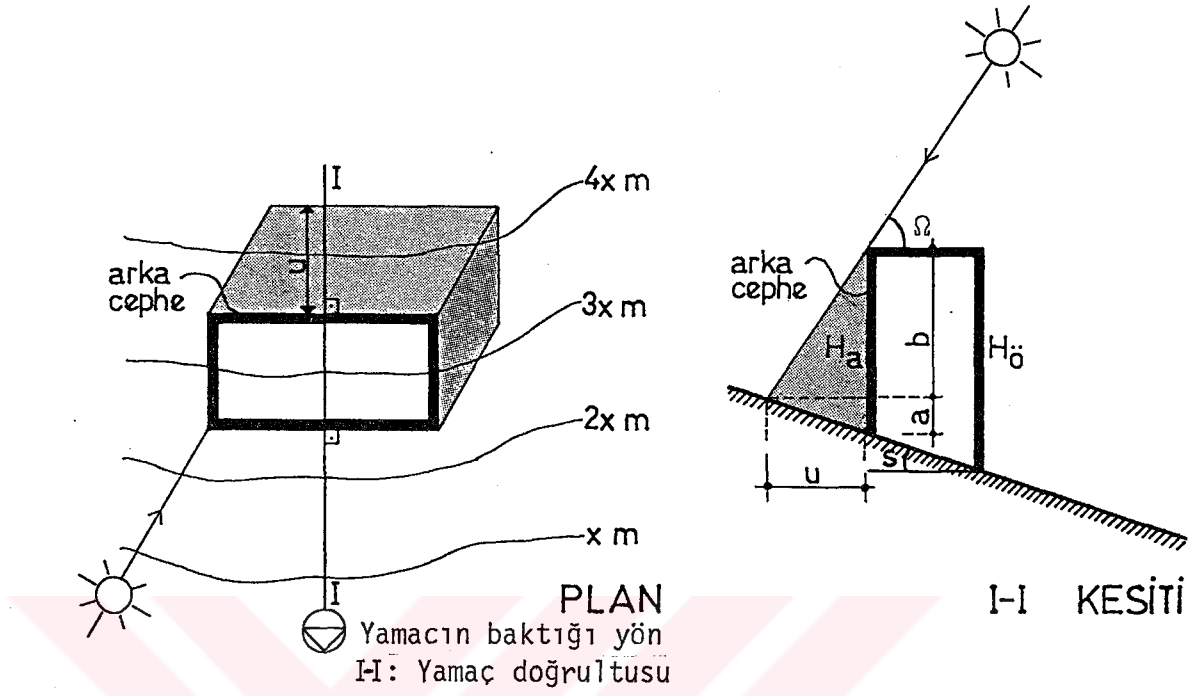
Şekil 5.10. Gölge Alan Derinliğinin Sonsuz Uzunlukta Olması.

o Arka Cephe Yüksekliğine (H_a) Bağlı Olarak Gölge Alan Derinliğinin Hesaplanması:

Ele alınan binanın, arka cephe yüksekliğine göre eğimli bir düzlemde oluşturduğu gölgeli alan derinliği (u),

$$u = \frac{1}{(\tan \Omega + \tan s)} \cdot H_a \quad (5.61)$$

formülüyle hesaplanabilmektedir (Şekil 5.11).



- Ω : Profil açısı
 H_a : Arka cephe yüksekliği
 H_o : Ön cephe yüksekliği
 s : Arazinin eğim açısı
 u : Arka cephenin önündeki zeminde oluşan gölgeli alanın derinliği

$$\tan s = \frac{a}{u} \rightarrow a = u \cdot \tan s$$

$$\tan \Omega = \frac{b}{u} \rightarrow b = u \cdot \tan \Omega$$

$$\frac{a+b}{H_a} = u (\tan \Omega + \tan s) \rightarrow u = \frac{1}{(\tan \Omega + \tan s)} \cdot H_a$$

Şekil 5.11. Bir Binanın Eğimli Bir Düzlemde Oluşturduğu Gölge Alanın Derinliği (Arka cephe yüksekliğine bağlı olarak gölgeli alan derinliğinin hesaplanması).

o Eğimli Arazide Binaların, Yamaç Doğrultusuna Dik Doğrultuda Oluşturdukları Gölge Alan Derinliğinin Hesaplanması:

Eğimli arazide binaların, yamaç doğrultusuna dik doğrultuda oluşturdukları gölge alanların derinlikleri (u) ise, yatay düzlem için uygulanan (5.59) no'lu eşitlikle belirlenebilir. Bu eşitliğe bina yüksekliği (H),

$$H = \frac{H_0 + H_a}{2} \quad (5.62)$$

bağıntısı çerçevesinde yerleştirilmelidir (Şekil 5.12).

4- Bina Aralıkları İçin Uygun Değerlerin Belirlenmesi: Bina aralıklarına ait uygun değerlerin tanımlanması, gölge alan derinliklerinin sınır değerlerine göre yapılmalıdır.

Sınır gölge alan derinlikleri için sınır değerler, direkt güneş ışınımının, güneş doğuşundan sonra cepheleri etkilemesini öngördüğümüz saatlere (veya saatler süresine) göre belirlenebilir.

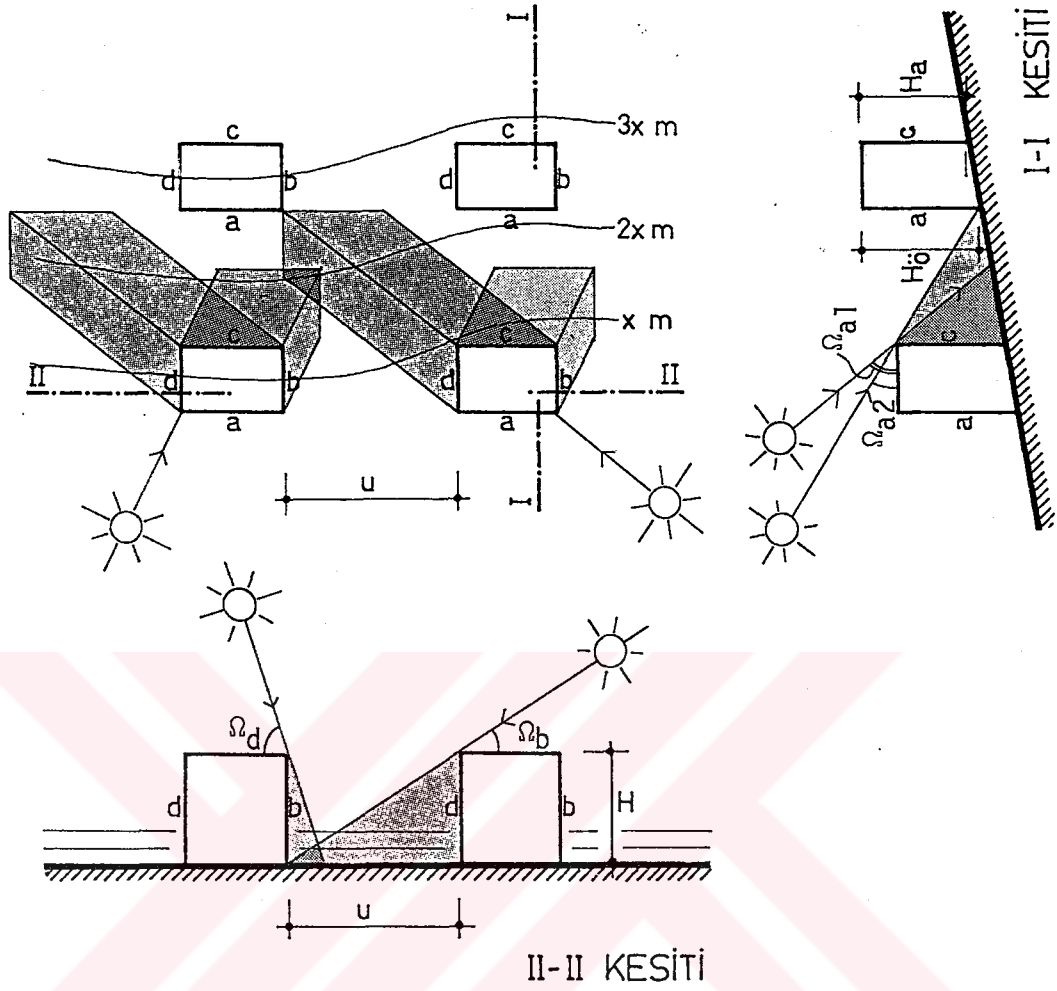
Profil açıları, yönler ek olarak saatlere göre de değişim gösterdiklerinden ele alınan her bir doğrultu (N-S, NNW-SSE, NW-SE, WNW-ESE, W-E, WSW-ENE, SW-NE) için belirlenecek olan gölge alan derinlikleri de saatlere göre değişim gösterecektir.

Şekil 5.13'de görüldüğü gibi, I-I doğrultusunda, binaların etrafındaki zeminde oluşan gölge alan derinlikleri (u_3, u_1);

- u_3 , saat t_1 'de a cephesi için baktığı yöne göre belirlenen profil açısı (Ω_{a1}),
- u_1 , saat t_2 'de a cephesi için baktığı yöne göre belirlenen profil açısı (Ω_{a2}), kullanılarak hesaplanabilir.

II-II doğrultusunda ise, binaların etrafındaki zeminde oluşan gölge alan derinlikleri (u_4, u_2);

- u_4 , saat t_1 'de d cephesi için baktığı yöne göre belirlenen profil açısı (Ω_d),



II-II : Yamaç doğrultusuna dik doğrultu

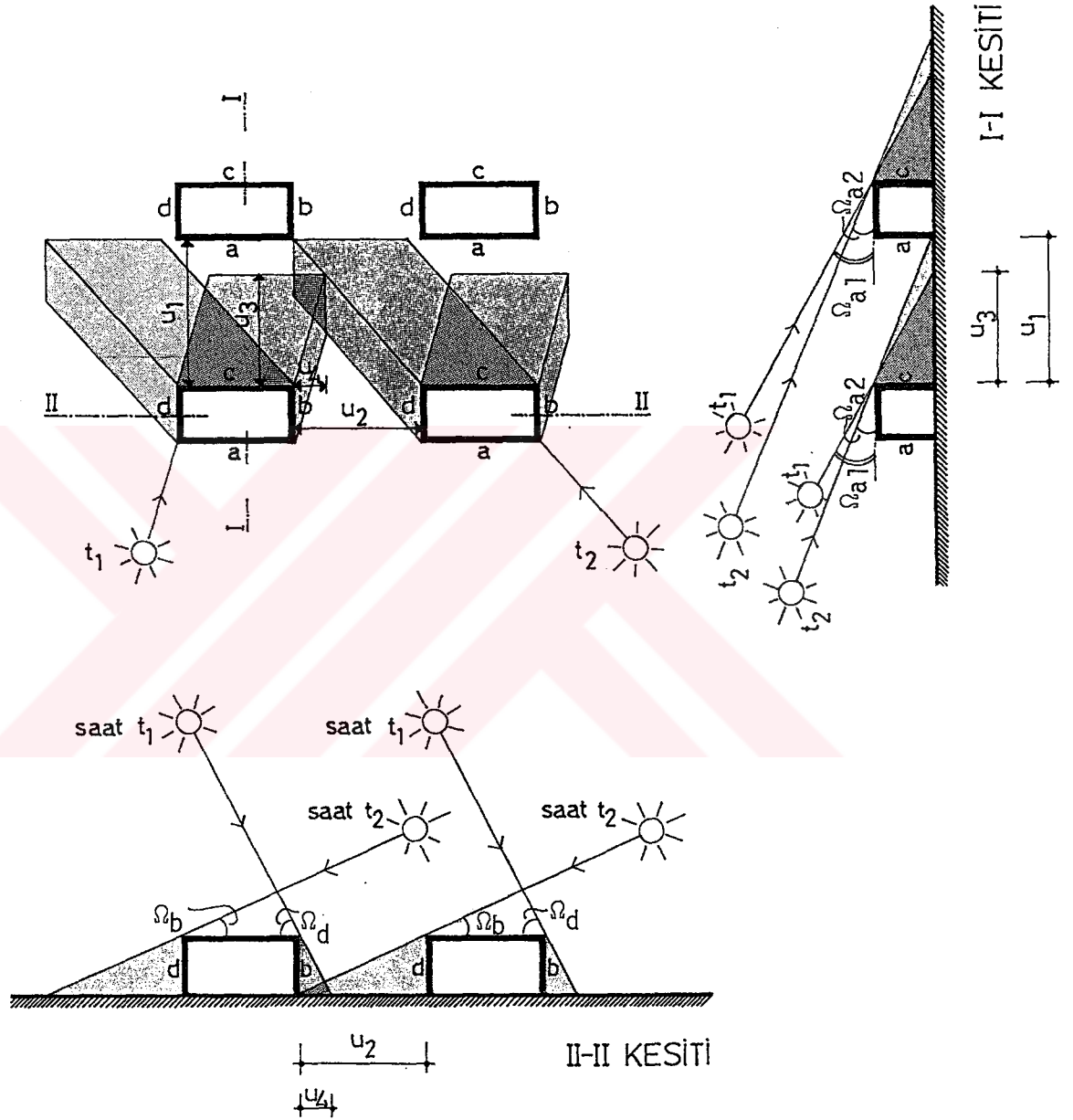
H_0 : Ön cephe yüksekliği

H_a : Arka cephe yüksekliği

u : Binaların yamaç doğrultusuna dik doğrultuda oluşturdukları gölgeli alanın derinliği

$$u = \cot \Omega \cdot \underbrace{\left(\frac{H_0 + H_a}{2} \right)}_H$$

Şekil 5.12. Eğimli Arazide Binaların, Yamaç Doğrultusuna Dik Doğrultuda Oluşturdukları Gölge Alanının Derinliği.



Şekil 5.13. Gölge li Alan Derinliğinin Ele Alınan Farklı Saatlere Göre Değişimi.

- u_2 , saat t_2 'de b cephesi için baktığı yöne göre belirlenen profil açısı (Ω_b)

kullanılarak hesaplanabilir.

Şekil 5.13'de, ele alınan iki farklı saatte (t_1 , t_2) oluşan gölgeli alan derinliklerinin karşılaştırılması yapıldığında,

- I-I doğrultusunda u_1 (saat t_2 'de) $>$ u_3 (saat t_1 'de) koşulları,
- II-II doğrultusunda ise u_2 (saat t_2 'de) $>$ u_4 (saat t_1 'de) koşulları

elde edildiği için binalar arasındaki uzaklıklar, saat t_2 'de belirlenen gölgeli alan derinliklerine eşit alındıklarında hem saat t_2 'de, hem de saat t_1 'de cephelerin direkt güneş ışıınımı etkisi altında kalması sağlanmaktadır.

Farklı yönlere bakan cephelerin direkt güneş ışıınımı etkisinde kaldıkları gün saati sayısı (veya direkt ışıınım etkisinde kaldıkları günlük süre), baktıkları yönlere ve hesaplamaların dayandırıldığı güne göre değişkenlik göstermektedir.

Tablo 5.3'de görüldüğü gibi, cephelerin baktıkları yönlere bağlı olarak profil açılarının belirtildiği saatlerde, cepheler, herhangi bir engelin olmadığı durumlarda, direkt güneş ışıınımının etkisinde kalabilirler.

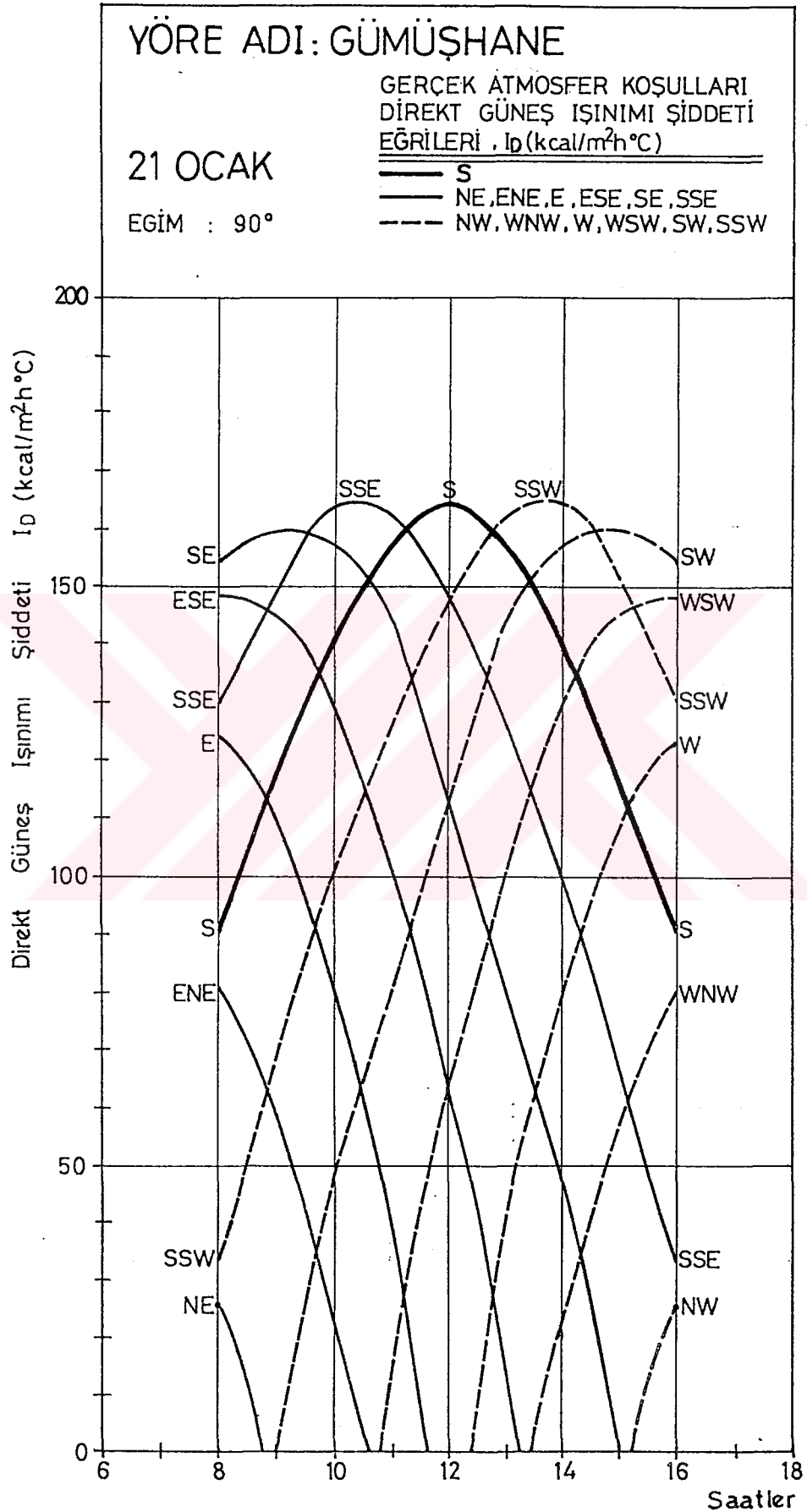
Şekil 5.14'de ise, Gümüşhane yöresinde güneş saatine göre 21 Ocak'ta çeşitli yönlere bakan cepheleri etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğlilikleri değişimi görülmektedir.

Cephelerin, direkt güneş ışıınımı yeğliliklerinin en yüksek olduğu saatlerde direkt güneş ışıınımı etkisinde kalmaları, ısıtma ekonomisi açısından tercih edilir.

Daha önce de değinildiği gibi, soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde, güneş ışıınımının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesi, direkt güneş ışıınımının cepheleri etkileyebileceği tüm gün saatleri boyunca, cephelerin bu etkinin altında kalmaları sağlanarak gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumun sağlanması için gölgeli alan derinliklerinin ve

Tablo 5.3. Profil Açılımları (6, s.26.6)

P r o f i l A ç ı l ı m l a r ı																	(Enlem: 40°N)			
21 OCAK	Yöner Saatler	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW			
	8:00	—	—	38°	15°	10°	8°	8°	10°	14°	34°	—	—	—	—	—	—			
	9:00	—	—	—	40°	24°	18°	17°	18°	23°	37°	87°	—	—	—	—	—			
	9:30	—	—	—	55°	32°	24°	21°	21°	25°	36,5°	75°	—	—	—	—	—			
	10:00	—	—	—	72°	41°	29°	24°	24°	27°	36°	61°	—	—	—	—	—			
	11:00	—	—	—	—	63°	41°	32°	29°	29°	35°	48°	78°	—	—	—	—			
	12:00	—	—	—	—	90°	56°	39°	32°	30°	32°	39°	56°	90°	—	—	—			
	13:00	—	—	—	—	—	78°	48°	35°	29°	29°	32°	41°	63°	—	—	—			
	14:00	—	—	—	—	—	—	61°	36°	27°	24°	24°	29°	41°	72°	—	—			
	14:30	—	—	—	—	—	—	75°	36,5°	25°	21°	21°	24°	32°	55°	—	—			
	15:00	—	—	—	—	—	—	87°	37°	23°	18°	17°	18°	24°	40°	—	—			
	16:00	—	—	—	—	—	—	—	34°	14°	10°	8°	8°	10°	15°	38°	—			



Şekil 5.14. Gümüşhane Yöresine Ait 21 Ocak'ta Yönlere Bağlı Olarak Direkt Güneş Işınımı Yeğlilikleri Değişimi.

de dolayısıyla bina aralıklarının E, ESE, SE yönleri için güneş doğuşu ve W, WSW, SW yönleri için güneş batışı saatlerinde oluşan en düşük profil açılarına göre belirlenmesi gerekli olmaktadır. Bu durumda da bina aralıkları yüksek değerlere ulaşırlar.

Arazi maliyetinin (fiyatlarının) yüksekliği düşünüldüğünde arazinin daha rasyonel kullanılabilmesi açısından,

- . profil açılarının çok düşük olduğu güneş doğuşu ve batışı saatleri ve
- . gölgeli alan derinliğinin, arazinin eğimine bağlı olarak sonsuz veya çok fazla olduğu saatler

dışında kalan saatlerde oluşan profil açıları,

- . kabul edilebilir sınır gölgeli alan derinlikleri ve
- . bina aralıkları için uygun sınır değerlerin

belirlenmesinde kullanılacak profil açıları olarak alınmalıdırlar.

40°N enlemi için, sınır gölgeli alan derinliklerinin ve bunlara bağlı olarak uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılabilecek gün saatleri, profil açıları ve cephelerin direkt güneş ışıınımı etkisinde kaldıkları saat aralıkları Tablo 5.4'de görülmektedir.

Tablo 5.4. Uygun Bina Aralıklarının Belirlenmesinde Kullanılacak Gün Saatleri, Profil Açılırları (□) ve Cephelerin Direkt Güneş Işınımı Etkisinde Kaldıkları Saat Aralıkları (C)

21 OCAK	P r o f i l A ç ı l ı r ı													(Enlem: 40°N)		
Yönlere Saatler	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
8:00	—	—	38°	15°	10°	8°	8°	10°	14°	34°	—	—	—	—	—	—
9:00	—	—	—	40°	24°	18°	17°	18°	23°	37°	87°	—	—	—	—	—
9:30	—	—	—	55°	32°	24°	21°	21°	25°	36,5°	75°	—	—	—	—	—
10:00	—	—	—	72°	41°	29°	24°	24°	27°	36°	61°	—	—	—	—	—
11:00	—	—	—	—	63°	41°	32°	29°	29°	35°	48°	78°	—	—	—	—
12:00	—	—	—	—	90°	56°	39°	32°	30°	32°	39°	56°	90°	—	—	—
13:00	—	—	—	—	—	78°	48°	35°	29°	29°	32°	41°	63°	—	—	—
14:00	—	—	—	—	—	—	61°	36°	27°	24°	24°	29°	41°	72°	—	—
14:30	—	—	—	—	—	—	75°	36,5°	25°	21°	21°	24°	32°	55°	—	—
15:00	—	—	—	—	—	—	87°	37°	23°	18°	17°	18°	24°	40°	—	—
16:00	—	—	—	—	—	—	—	34°	14°	10°	8°	8°	10°	15°	38°	—

BÖLÜM 6. UYGULAMA

GÜMÜŞHANE YÖRESİ İÇİN ENERJİ ETKİN KONUT VE YERLEŞME BİRİMİ DİZAYNINDA KULLANILACAK OLAN DİZAYN DEĞİŞKENLERİNE AİT UYGUN DEĞERLER

5. Bölümde açıklanan, yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerine ait uygun değerlerin belirlenmesinde kullanılan yöntemler, ele alınan pilot yöre olarak Gümüşhane yöresinde uygulanmışlardır.

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

6.1. UYGUN BİNA KABUĞU TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİ VE OPAK BİLEŞEN KATMANLAŞMA ALTERNATİFLERİ

Bölüm 5.1'de açıklanan yöntem Gümüşhane yöresi için ısıtma ve iklimlendirme enerjisi ekonomisini sağlayacak şekilde bina kabuğu alternatiflerinin belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır.

6.1.1. Gümüşhane Yöresi İçin Bina Kabuğu Termofiziksel Özelliklerine Ait Uygun "Değerler Kombinezonları"nın Belirlenmesi

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

o Yöntem, düşey konumda olan cephe elemanlarına ve 0° , 15° , 45° lik eğimli çatı elemanlarına ait uygun "termofiziksel ve optik özellikler kombinezonlarını" belirlemek amacıyla uygulanmıştır.

o Uygulamada Gümüşhane'ye ait meteorolojik veriler kullanılmıştır.

o Isıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü 21 Ocak olarak alınmıştır.

o Dış dizayn koşulları: Uygulama hem "gerçek" hem de "kapalı" atmosfer koşulları için yapılmıştır. Gerçek atmosfer koşullarında

direkt güneş ışıınımı etkisi; bulutluluk, atmosferik kirlilik, coğrafi konum ve atmosferin geçirgenliği gibi faktörlere dayanılarak ele alınmıştır.

Kapalı atmosfer koşullarında yalnız yaygın ışıınım etkisinin var olduğu kabul edilmiştir. Tüm ayların 21. günleri için Gümüşhane'ye ait on yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları değerleri Şekil 6.1'de gösterilmiştir [21]. Hesaplarda kullanılan karakteristik güne ait (21 Ocak) on yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları değerleri bu şekilde alınmıştır. Ayların 21. günleri için 7., 14. ve 21. saatlerine ait on yıllık ortalama hava sıcaklıkları ve bağıl nemlilik değerleri Tablo 6.1'de görölmektedir [21].

Ocak ayı için aylık ortalama günlük global güneş ışıınımı değeri ise $5,35 \text{ MJ/m}^2\text{gün'dür}$ [22, s.289].

o İç Dizayn Koşulları:

İç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki konforsuzluk yaratmayacak fark değeri $\epsilon = 3^\circ\text{C}$ olarak kabul edilerek konutlarda iç hava sıcaklığı (t_i) ve eleman iç yüzey sıcaklığı (t_{iy0}) konfor değerleri

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

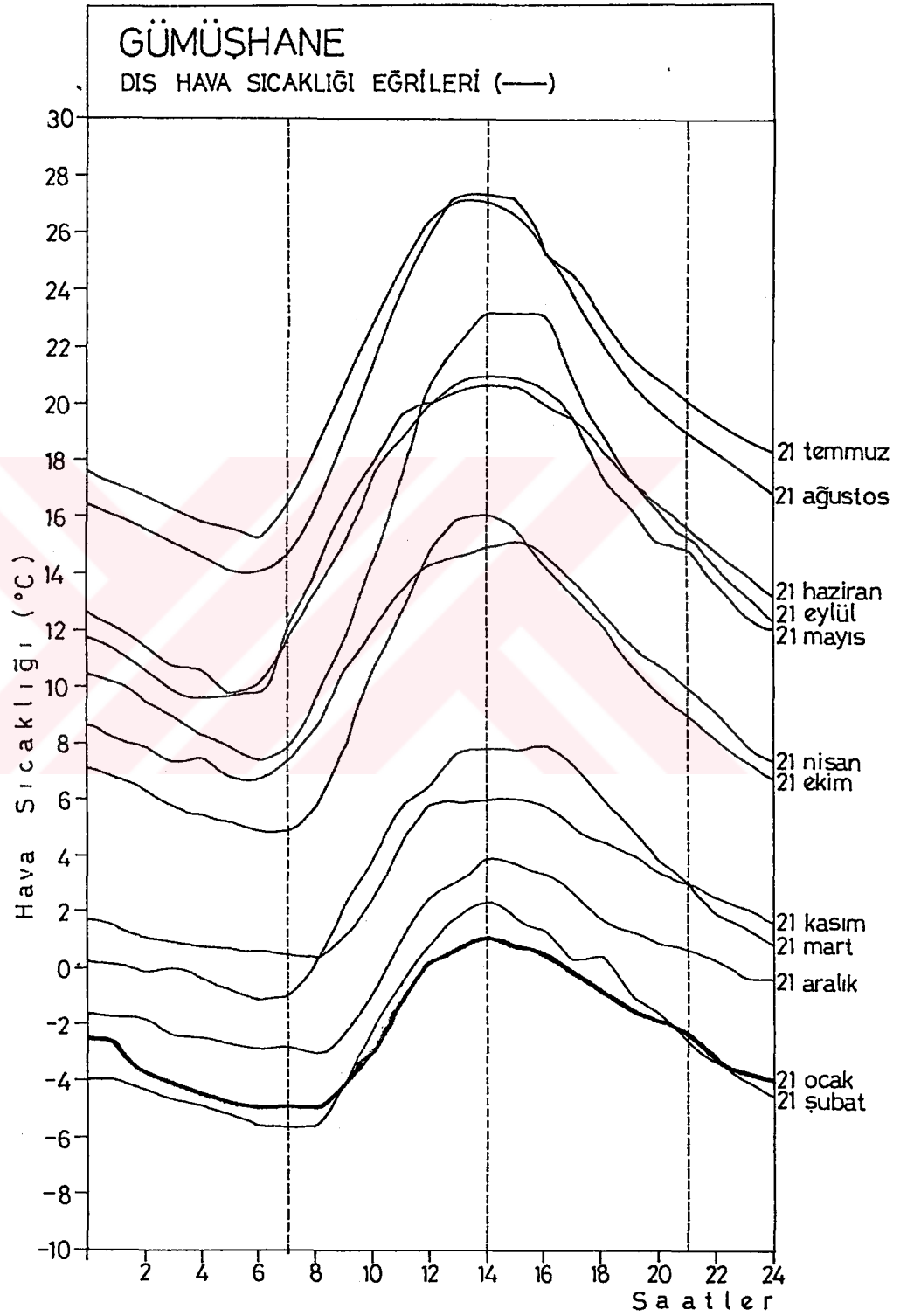
$$t_{iy0} = 22-3^\circ\text{C} \text{ (Isıtmanın istendiğı dönem)}$$

olarak alınmıştır [10, s.298][23, s.52-54].

o Hesaplar opak kabuk bileşeninin dış yüzeyinin hem açık hem de koyu renklere boyanmış olabileceğı olasılıkları düşünölerek, koyu renge boyanmış opak dış yüzeylerin güneş ışıınımına karşı yutuculuğı $a_0 = 0.70$, açık renge boyanmış dış yüzeylerin yutuculuğı $a_0 = 0.40$ ve çatı elemanının yutuculuğı ise $a_0 = 0.70$ olarak alınmıştır [24, s.17].

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. Ancak Gümüşhane'de kullanılan doğrama türleri genelde ahşap doğrama olduğundan, piyasada yaygın olarak üretilen cam ve ahşap doğrama türlerini kapsayacak şekilde saydam bileşenler olarak,

- Ahşap tek camlı pencere, $k_c = 4.5 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$



Şekil 6.1. On Yıllık Ortalama Hava Sıcaklıkları Değişimi.

Tablo 6.1. Dış Hava Sıcaklığı (°C) ve Dış Bağıl Nemlilik (%) Değerleri.

YÖRE ADI: GÜMÜŞHANE		Rasat Peryodu: 10 yıl		
Dış İklim Elemanları	Dış Hava Sıcaklığı, °C			Dış Bağıl Nemlilik, %
Günler	7	14	21	7
21 OCAK	-4.8	1.2	-2.4	77.2
21 ŞUBAT	-5.6	2.3	-2.5	73.6
21 MART	-1.0	7.8	3.2	76.4
21 NİSAN	7.3	14.9	10.0	79.9
21 MAYIS	11.5	20.9	14.9	76.6
21 HAZİRAN	12.0	20.6	15.7	78.1
21 TEMMUZ	16.3	27.0	20.1	77.6
21 AĞUSTOS	14.5	27.2	19.0	80.7
21 EYLÜL	7.8	23.2	15.4	81.5
21 EKİM	4.9	16.0	9.1	84.8
21 KASIM	0.5	6.0	3.1	83.0
21 ARALIK	-2.8	3.9	0.7	73.6
				51.0
				62.0

- Ahşap özel birleştirilmiş (iki cam arası 6 mm) çift camlı pencere, $k_c = 2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Ahşap ayrık kanatlı çift camlı pencere, $k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

ele alınmıştır [25, s.20].

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

Camın kırılma indisi = 1.526 ve

Sönüm katsayısı = 0.40 l/m'dir [26, s.9-13].

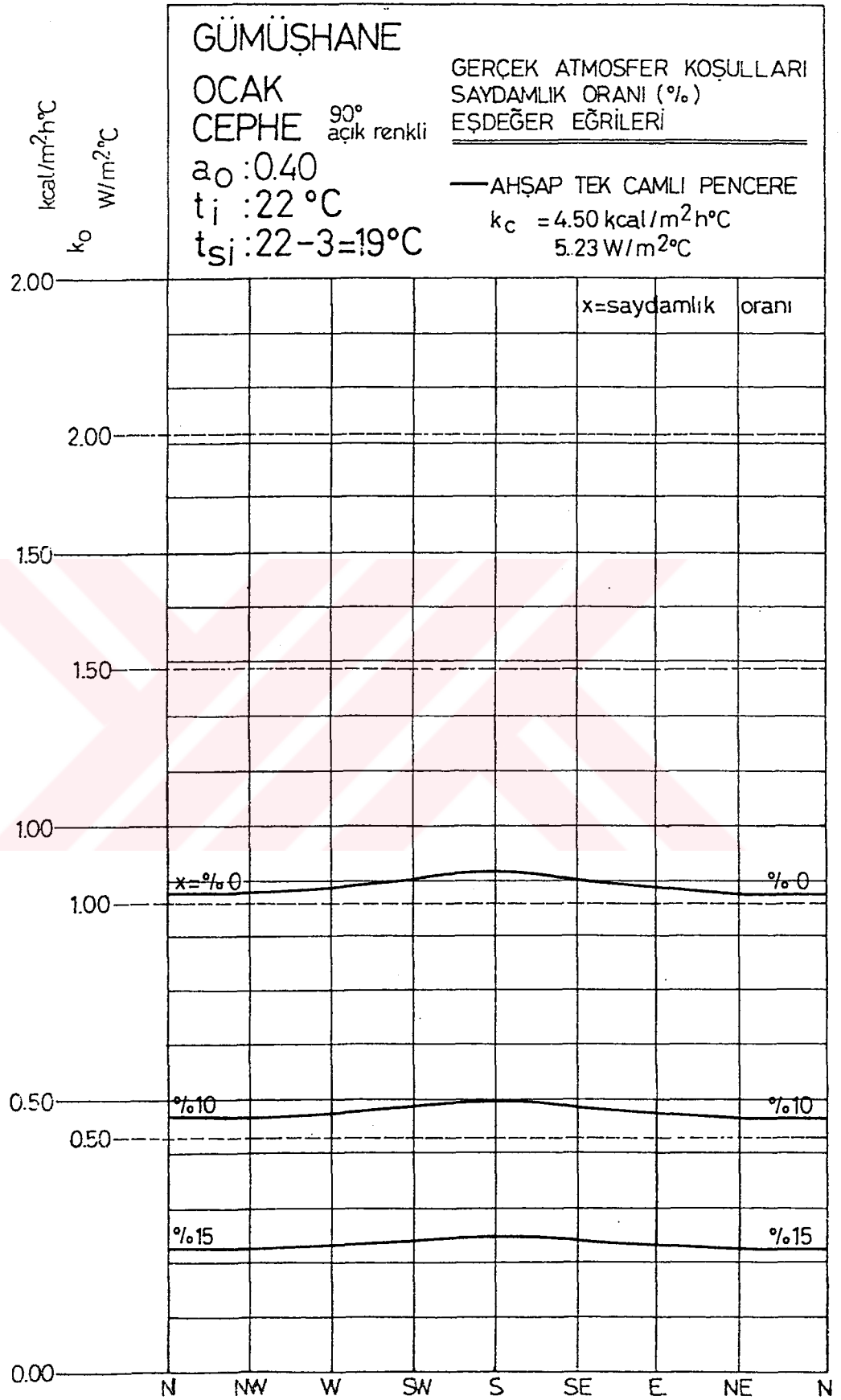
o Cephe elemanlarının 22.5 derecelik değişim aralığı ile 16 farklı yöne baktıkları varsayılmıştır.

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

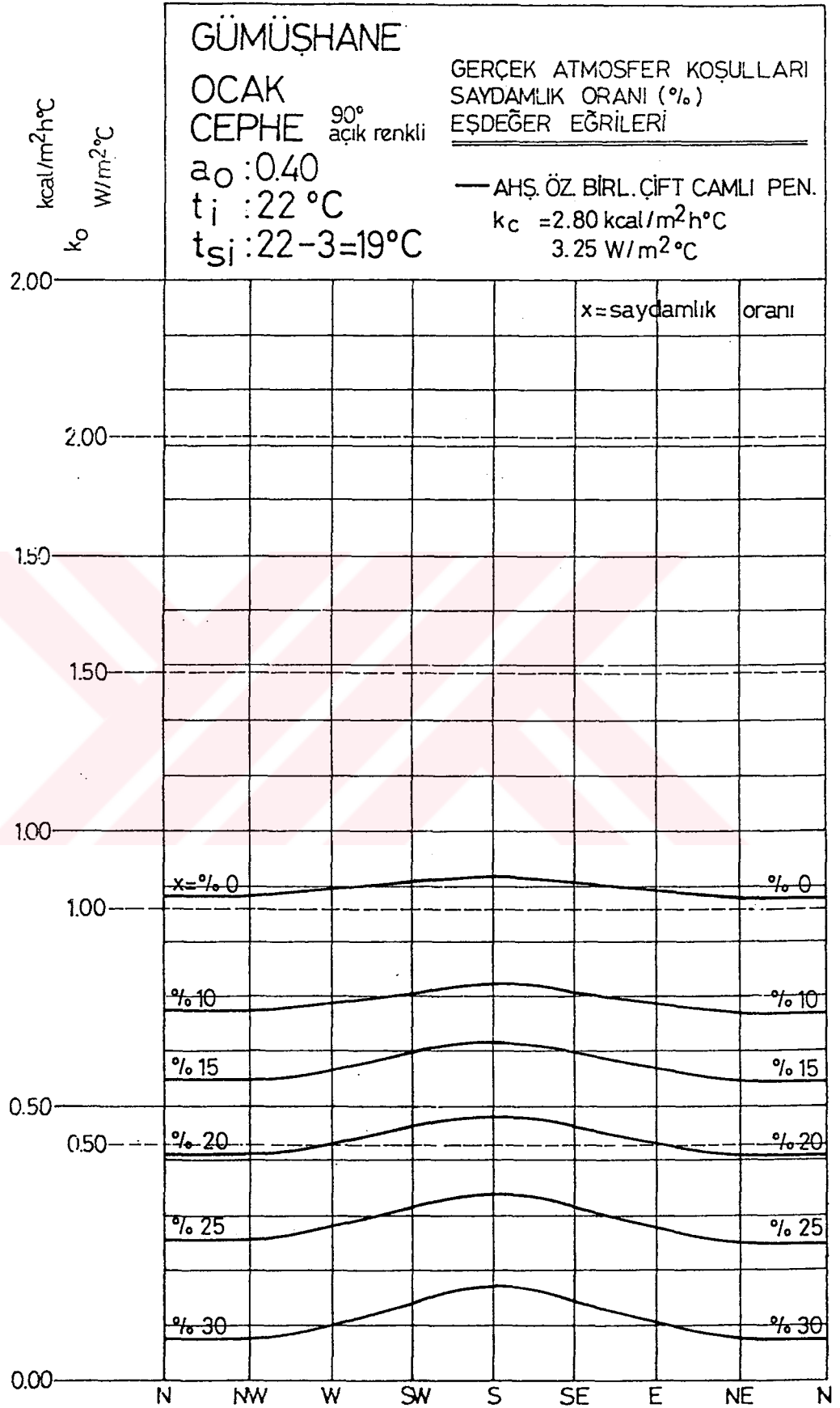
Bölüm 5.1'de açıklanan yöntemin "Gerçek Atmosfer Koşulları" için uygulanmasının sonuçları Şekil 6.2-6.7'de toplanmıştır. Eğim 0° , 15° , 45° ve 90° olma durumlarına göre çizilen grafiklere Şekil 6.8' de görülmektedir. Şekillerde yer alan grafik sistemin analizinden anlaşıldığı gibi kabuk dizaynına temel teşkil eden kriteri yerine getiren çok sayıda "termofiziksel ve optik özelliklere ait değerler kombinezonunu" belirlemek olanaklıdır. Kombinezon sayısının fazlalığı mimarı sınırlamamak açısından çok elverişlidir.

Ancak, ele alınan hacme ait bir cephe için saydamlık oranının %20'den düşük olması, iç ve dış mekan bağıntısının kurulmasında kullanıcıya psikolojik açıdan konforsuzluk verdiği için, %20'den daha düşük saydamlık oranının kullanılamayacağı açıktır [11, s.L.7-L.19]. Buna bağlı olarak Gümüşhane'de ahşap özel birleştirilmiş, çift camlı pencere ($k_c = 2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ve ahşap ayrık kanatlı çift camlı pencere ($k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ler, %20 ve %20'den daha fazla saydamlık oranının kullanılmasına izin verdiği için kullanılabilirler.

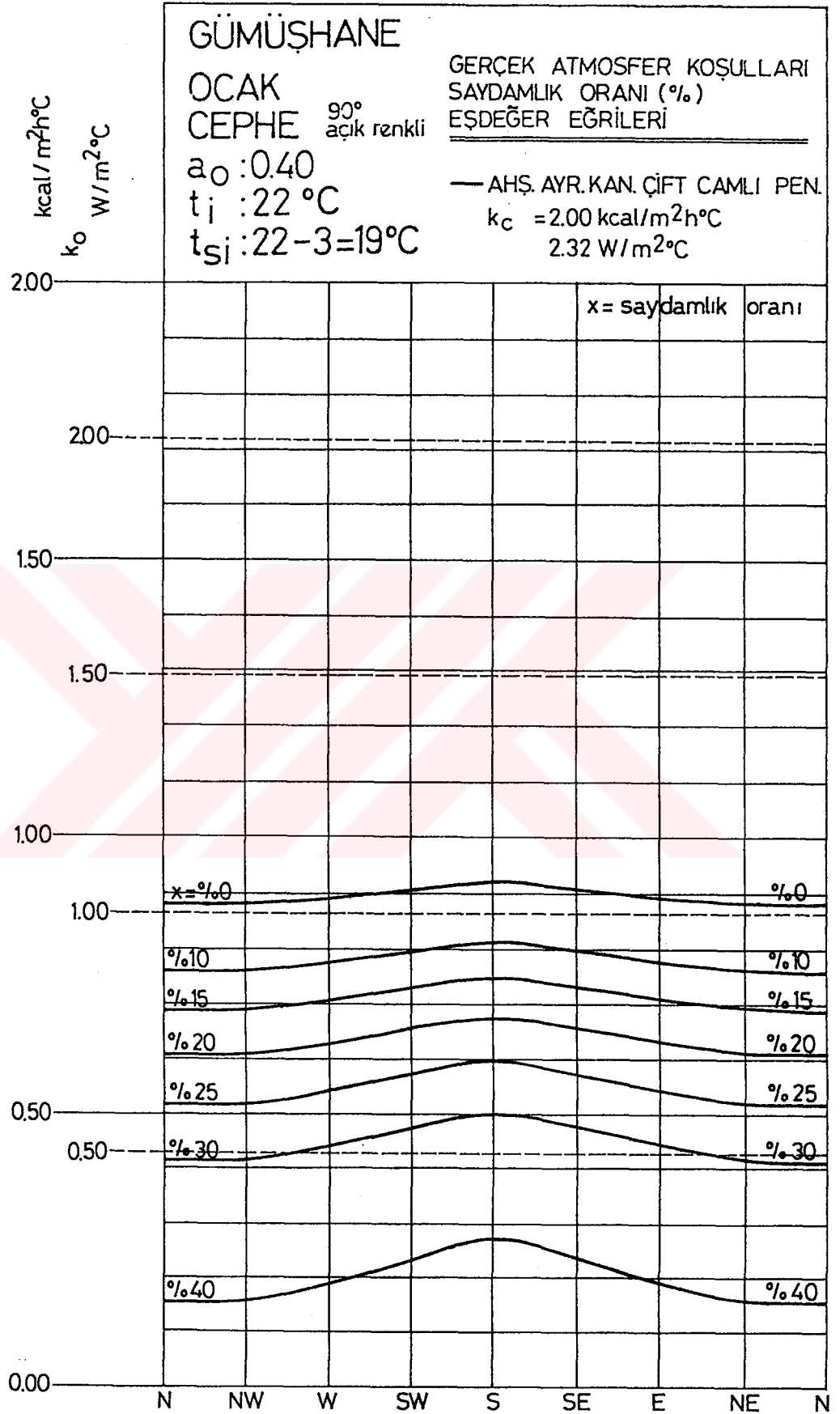
Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı (k_o , $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) nda ise $k_o \geq 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ alınmıştır. $k_o < 0.40$ olduğu durumlarda opak bileşen katmanlaşma detayını teşkil etmek güçleşmektedir (Şekil 6.9-6.10).



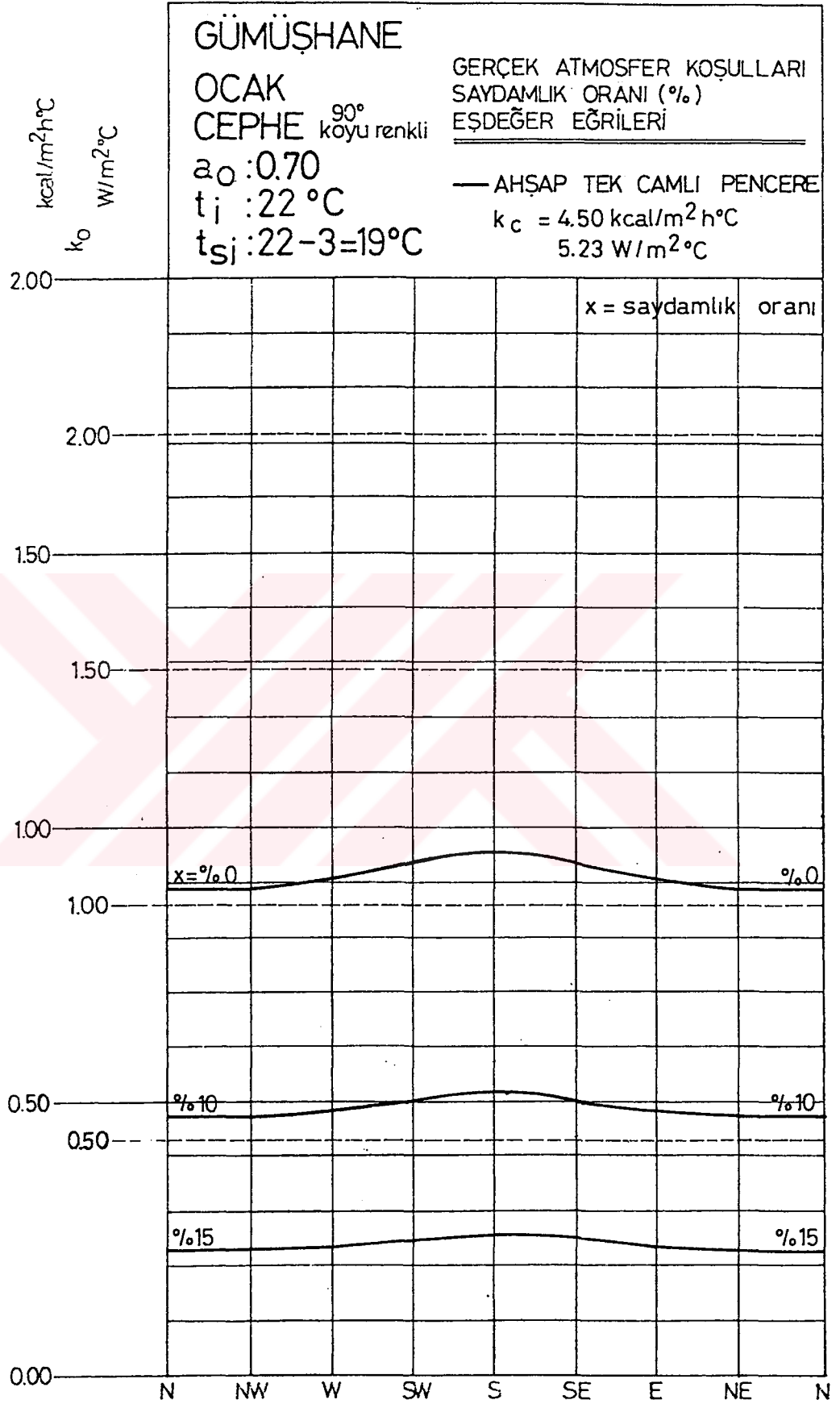
Şekil 6.2. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri



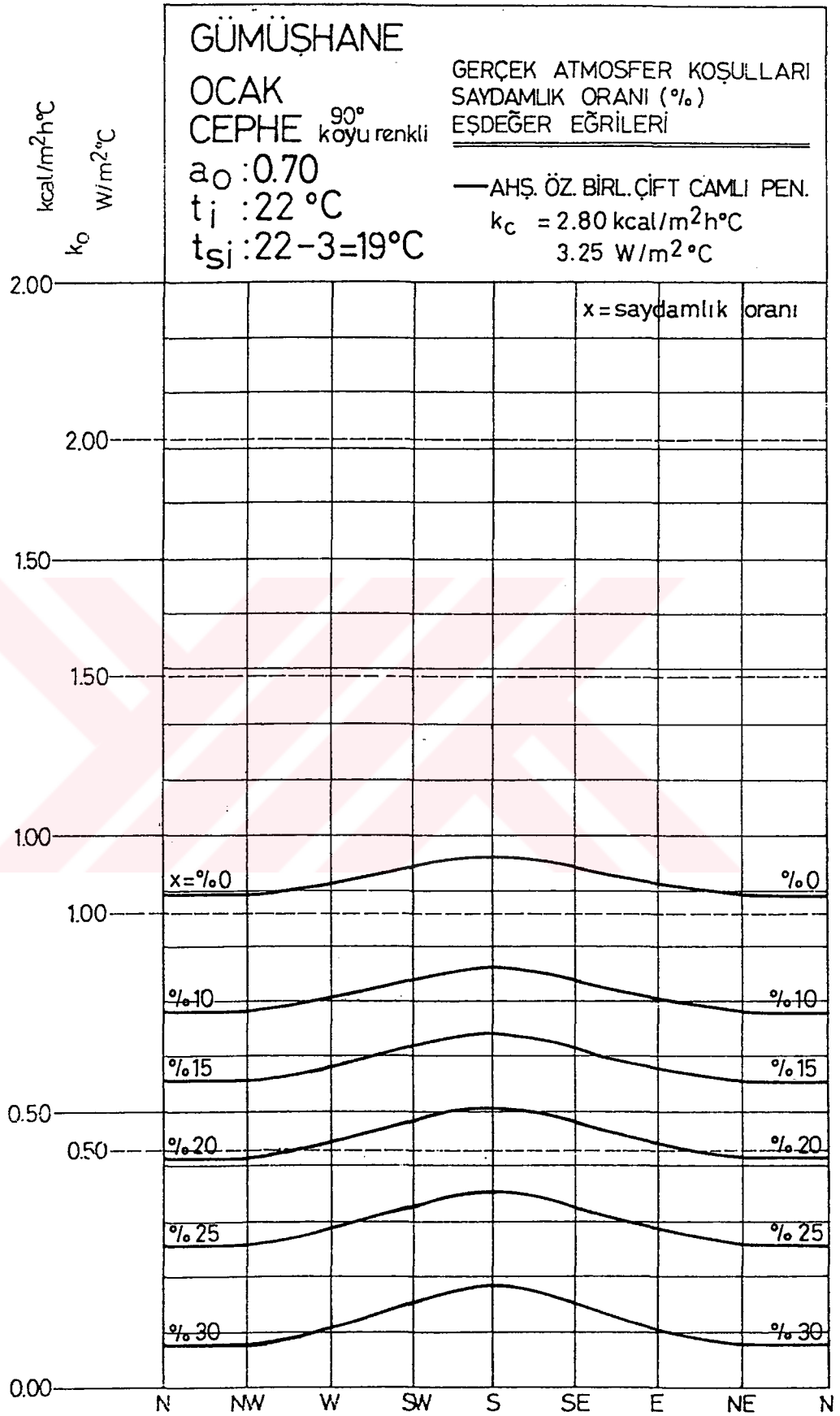
Şekil 6.3. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri



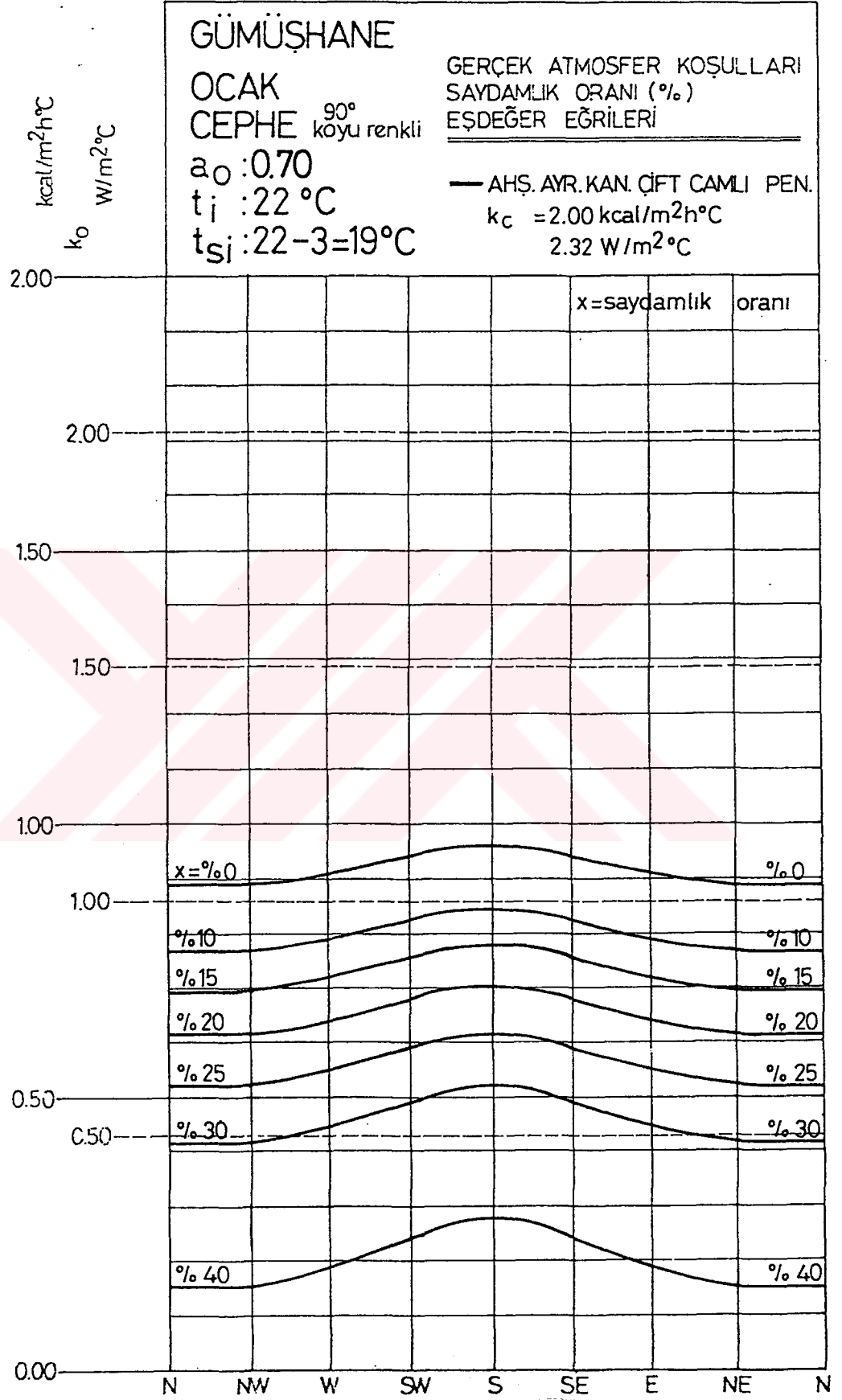
Şekil 6.4. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri



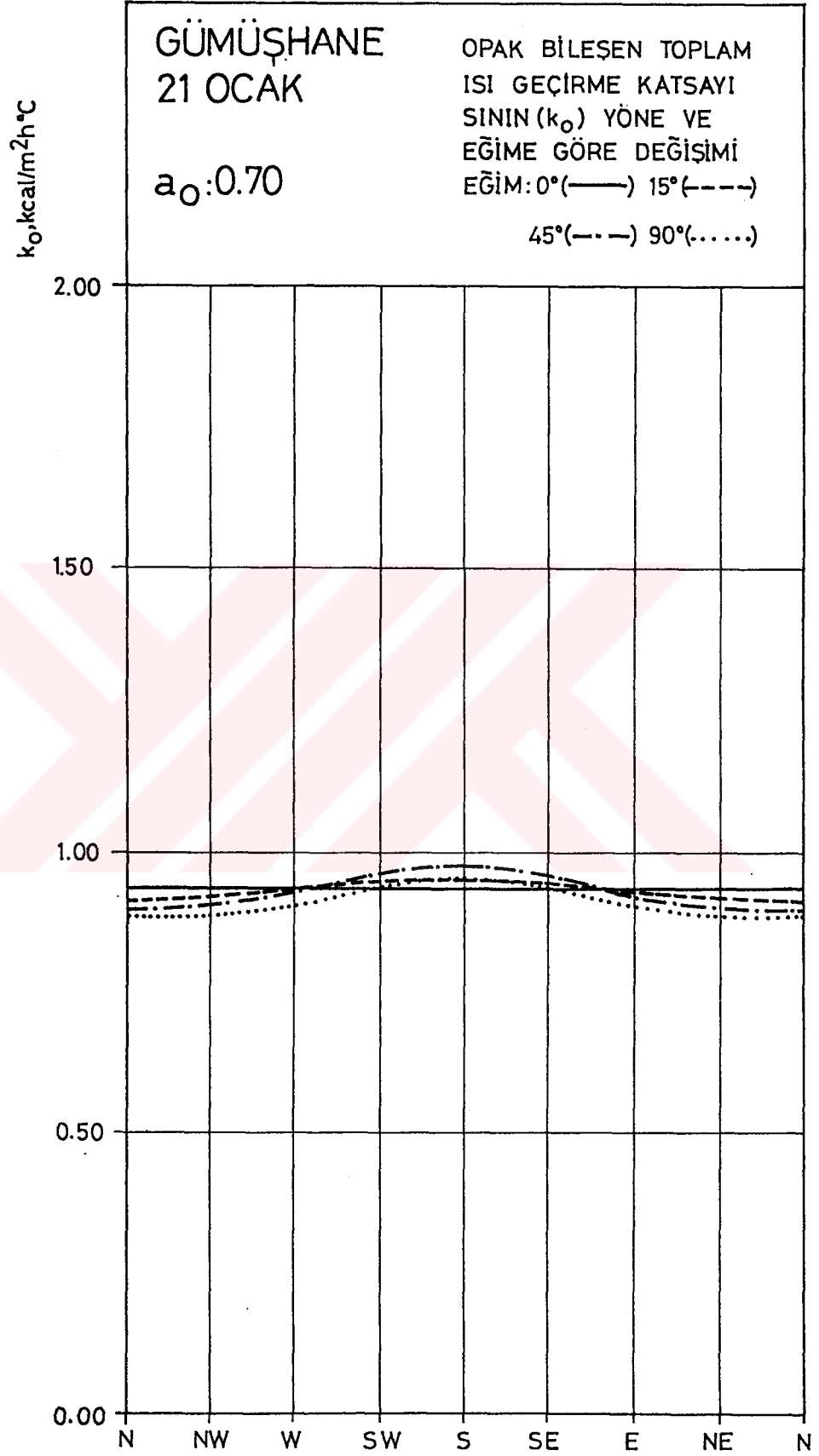
Şekil 6.5. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri



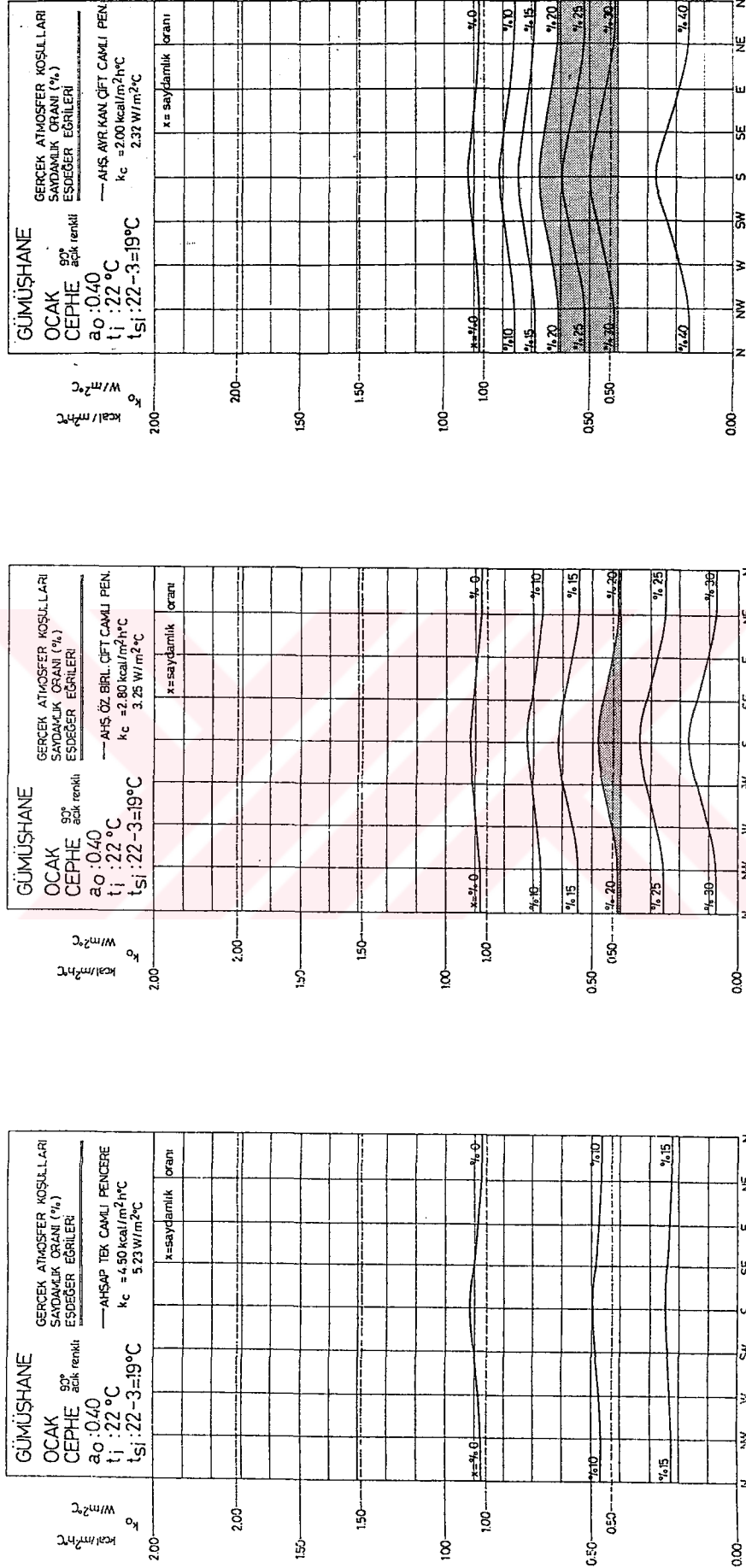
Şekil 6.6. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri



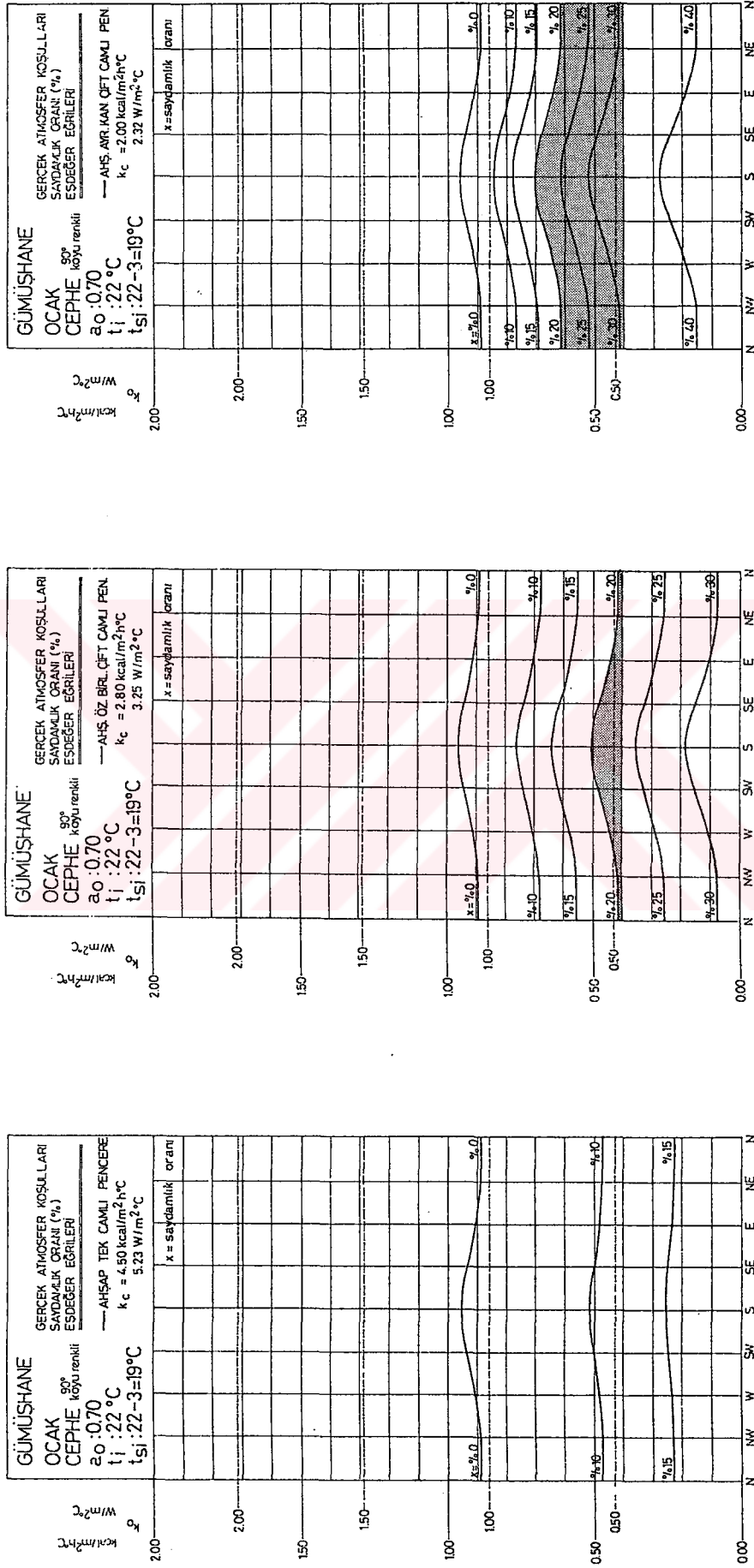
Şekil 6.7. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri.



Şekil 6.8. Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısının (k_0) Yöne ve Eğime Göre Değişimi.



Şekil 6.9. Gerçek Atmosfer Koşullarında Saydamlık Oranı (x) ≥ 20 ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısı (k_o) $\geq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinasyonları.



Şekil 6.10. Gerçek Atmosfer Koşullarında Saydamlık Oranı $(x) \geq \%20$ ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısı $(k_o) \geq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinezonları. []

Grafikler, ordinatlar ekseninde opak bileşen (duvar) toplam ısı geçirme katsayısı (k_0 , Kcal/m²h°C), apsisler ekseninde de kabuk elemanının baktığı yön yer alacak şekilde düzenlenmişlerdir. Her bir pencere türü ve opak bileşene ait yutuculuk kombinezonu için ayrı bir grafik sistem hazırlanmıştır. Grafikler üzerinde her bir saydamlık oranı için ayrı bir eğri vardır. Şekiller aracılığıyla ele alınan Gümüşhane yöresi için, iklimsel konforun sağlanmasında ısıtma enerjisi kullanımını minimize eden

- . Opak bileşen yutuculuğu (rengi),
- . Pencere türü,
- . Saydamlık oranı,
- . Opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı ve
- . Yön

kombinezonları okunabilir.

Şekillerin kullanımında izlenecek yol aşağıdaki gibi özetlenebilir:

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

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

Söz konusu yön apsisler 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 belirlenmelidir.

IV- Her bir kesişme noktasının ordinatı, o saydamlık oranı ile birlikte söz konusu yön, pencere türü ve opak bileşene ait yutuculuk için uygulanabilecek k_0 değerini verecektir.

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

SONUÇ I: Şekillerin incelenmesi sonucunda gerçek atmosfer koşullarında, ısıtma ekonomisi açısından, saydamlık oranı ve k_0 kombinezonun

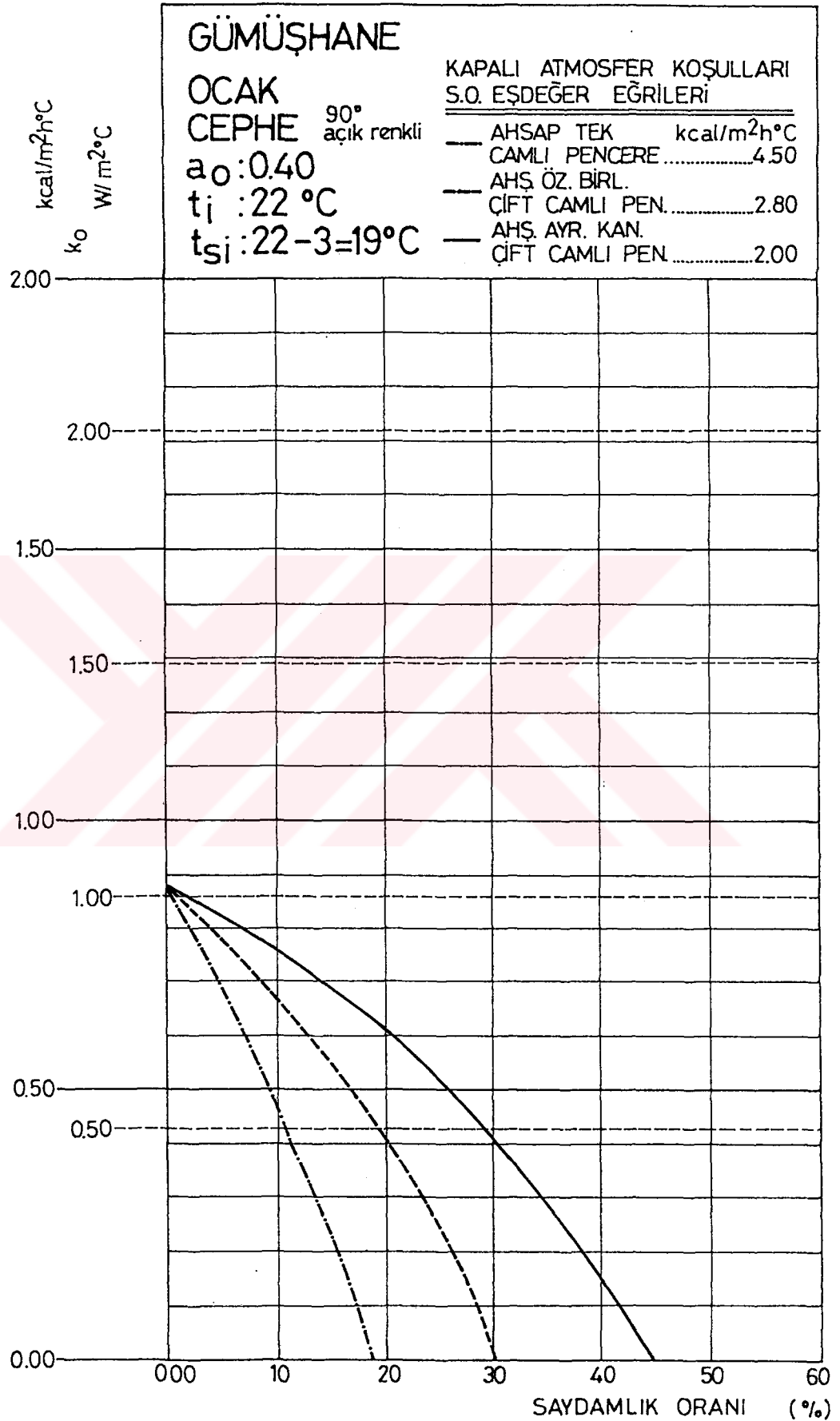
- . Yön,
 - . Pencere türü ve
 - . Opak bileşen rengine
- bağlı olarak değişim gösterdiği açıklık kazanmaktadır.

Yöntemin "Kapalı Atmosfer Koşulları" için uygulanmasında varılan sonuçlar ise Şekil 6.11-Şekil 6.12'de gösterilmiştir. Kapalı atmosfer koşullarında bina kabuğu dış yüzeyi yalnız yaygın güneş ışınımı etkisinde kalmaktadır. Hesaplarda yaygın güneş ışınımının yöne bağlı olarak değişim göstermediği varsayımından hareket edildiğinden, optik ve termofiziksel özellikler kombinezonları da yönden bağımsız olarak belirlenmişlerdir.

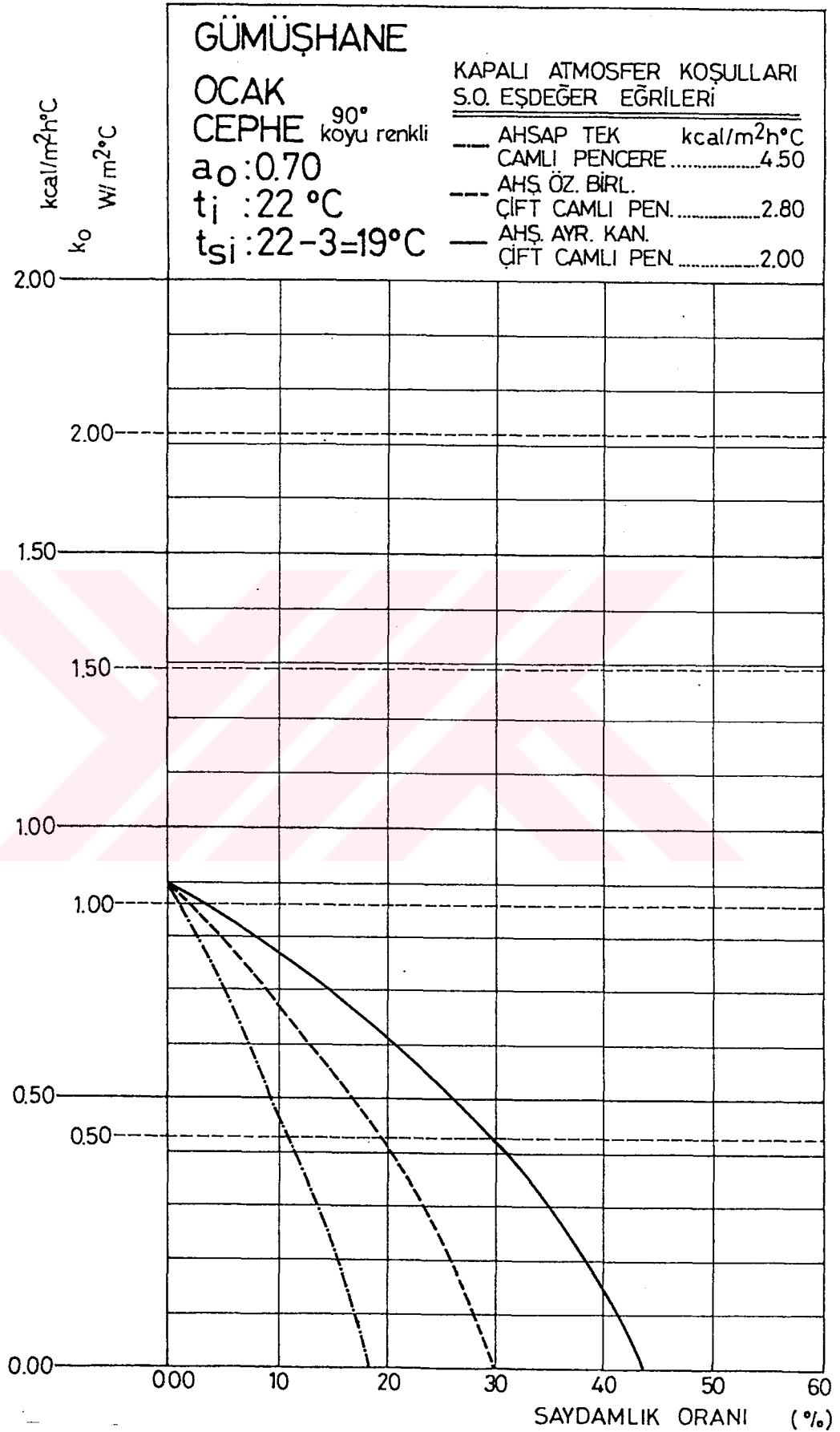
Şekillerde apsisler ekseninde saydamlık oranları ve ordinatlar ekseninde de opak bileşen toplam ısı geçirme katsayıları yer almaktadır. Şekiller farklı opak bileşen yutuculukları ve tüm pencere türleri için hazırlanmışlardır.

Kapalı atmosfer koşulları için geçerli olan kombinezonların belirlenmesi amacıyla şekillerin kullanımında izlenecek yol aşağıdaki adımları içermektedir:

- I- Opak bileşen rengine bağlı olarak uygun şekil seçilmelidir.
- II- Kullanılacak pencere türüne karar verilerek, bu türe ait eğri kullanılmalıdır.
- III- Uygulanacak saydamlık oranı apsisler ekseninde işaretlenmelidir.
- IV- Seçilen pencere türüne ait eğri üzerinde apsisi, uygulanacak saydamlık oranı olan nokta bulunmalıdır.



Şekil 6.11. Kapalı Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri.



Şekil 6.12. Kapalı Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı (%) Eşdeğer Eğrileri.

V- Bu noktanın ordinatı, seçilen pencere türü ve saydamlık oranı ile birlikte uygulanması gerekli olan k_0 değerini verecektir.

SONUÇ II: Şekillerin incelenmesi sonucunda kapalı atmosfer koşullarında saydamlık oranı ve k_0 kombinezonunun

. Pencere türü ve

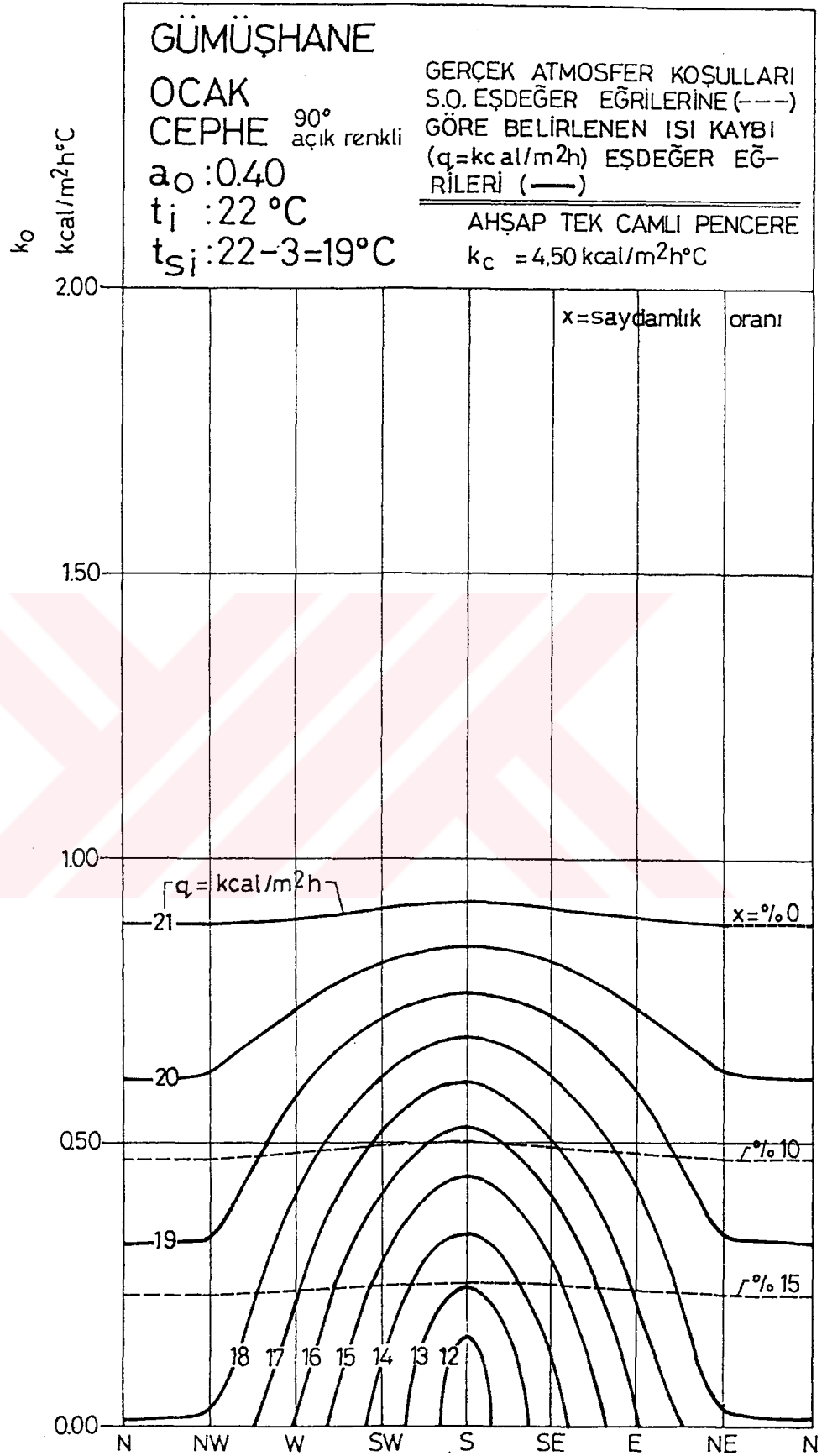
. Opak bileşen rengine

bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiş olmaktadır [5, s.3.1-3.6].

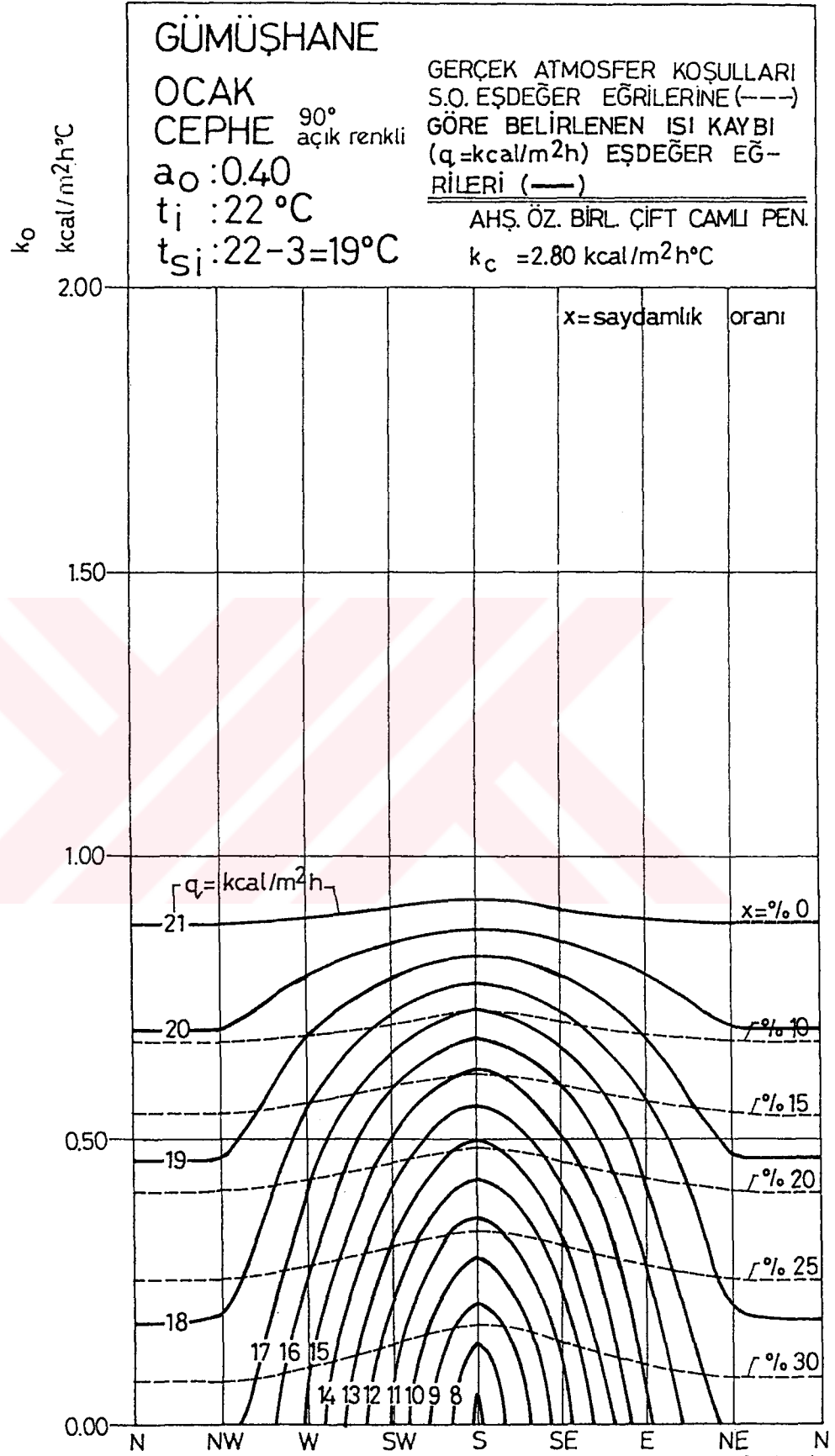
Kapalı atmosfer koşulları için belirlenen k_0 saydamlık oranı kombinezonları, gölgede kalan (gündüz saatleri boyunca direkt ışınım etkisinde kalmayan) cephe elemanları için uygulanmalıdır.

Kabuk elemanı termofiziksel özelliklerinin bu yöntemle gerçek atmosfer koşullarında belirlenmiş değerlerine bağlı olarak, kabuk elemanın birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, gerçek atmosfer koşullarında dış hesap sıcaklığı olarak günlük ortalama sol-air sıcaklıklar alınarak hesaplandığında elde edilen sonuçlar, Şekil 6.13-6.18'de gösterilmiştir. Şekillerde yer alan grafik sistemin analizinden anlaşıldığı gibi, Şekil 6.2-6.7'de kabuk elemanı termofiziksel özelliklerine ait uygun "Değerler Kombinezonları"nı gösteren grafikler (k_0 -saydamlık oranı eşdeğer eğrileri) üzerine, bu kombinezonlara ait gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmiş olan kabuk elemanın birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, binanın yönlendiriliş durumuna göre işlenerek ısı kaybı (q , Kcal/m²h) eşdeğer eğrileri çizilmiştir (Şekil 6.13-6.18). Böylece gerçek atmosfer koşullarına göre çeşitli yön, pencere türü, k_0 ve saydamlık oranı kombinezonları için birim alandan birim zamanda kaybedilen ısı miktarları değişimi, ısı kayıplarının karşılaştırılması kolaylığı açısından bir bütün halinde görülebilir. Isıtma ekonomisi ve iklimsel konfor açısından gerçek atmosfer koşullarında ısıtmanın istendiği dönemde en az ısı kaybına neden olacak kombinezonlar, en uygun kabuk elemanını tanımlayan kabuk elemanı termofiziksel özellikleri ve binanın yapısal özelliklerini veren kombinezonlardır.

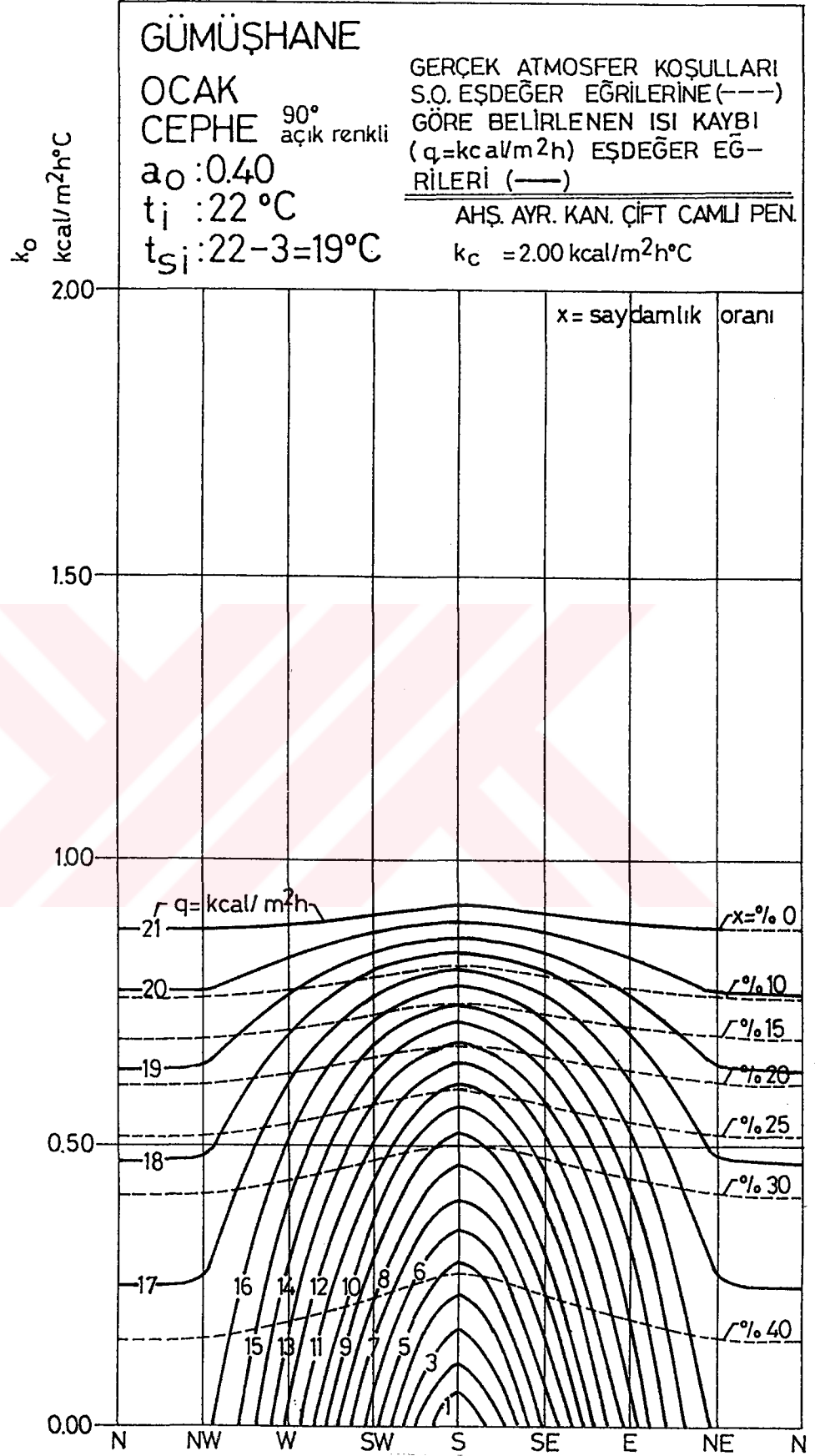
Makina Mühendisleri Odası'nın Türkiye'de uyguladığı hesap yöntemine göre dış hesap sıcaklığı olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın yöreler için belirlediği dış hava sıcaklığı alınarak kabuk elemanın birim alanından birim zamanda kaybedilen ısı miktarları hesaplandığında



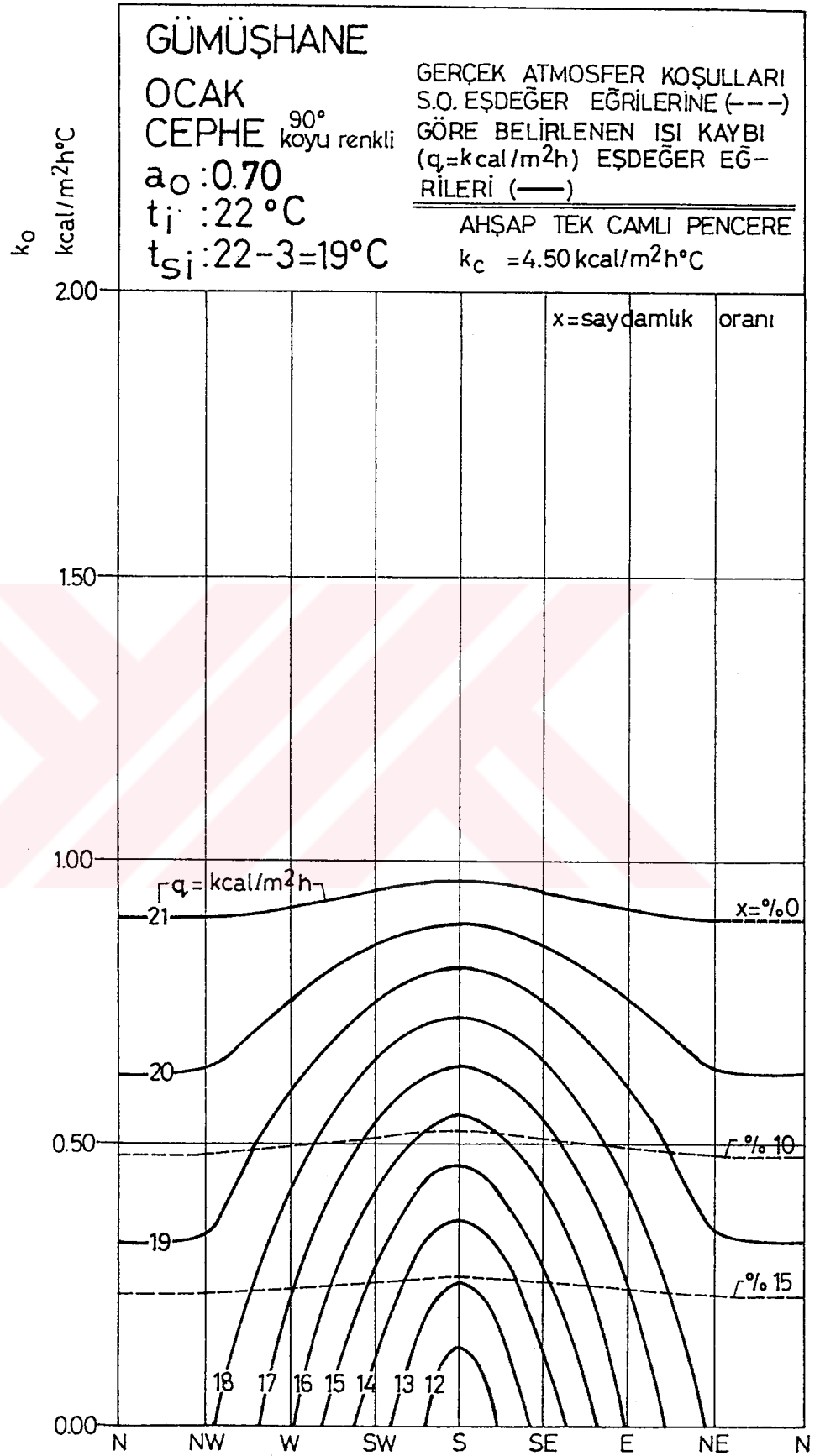
Şekil 6.13. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$)
Eşdeğer Eğrileri (—).



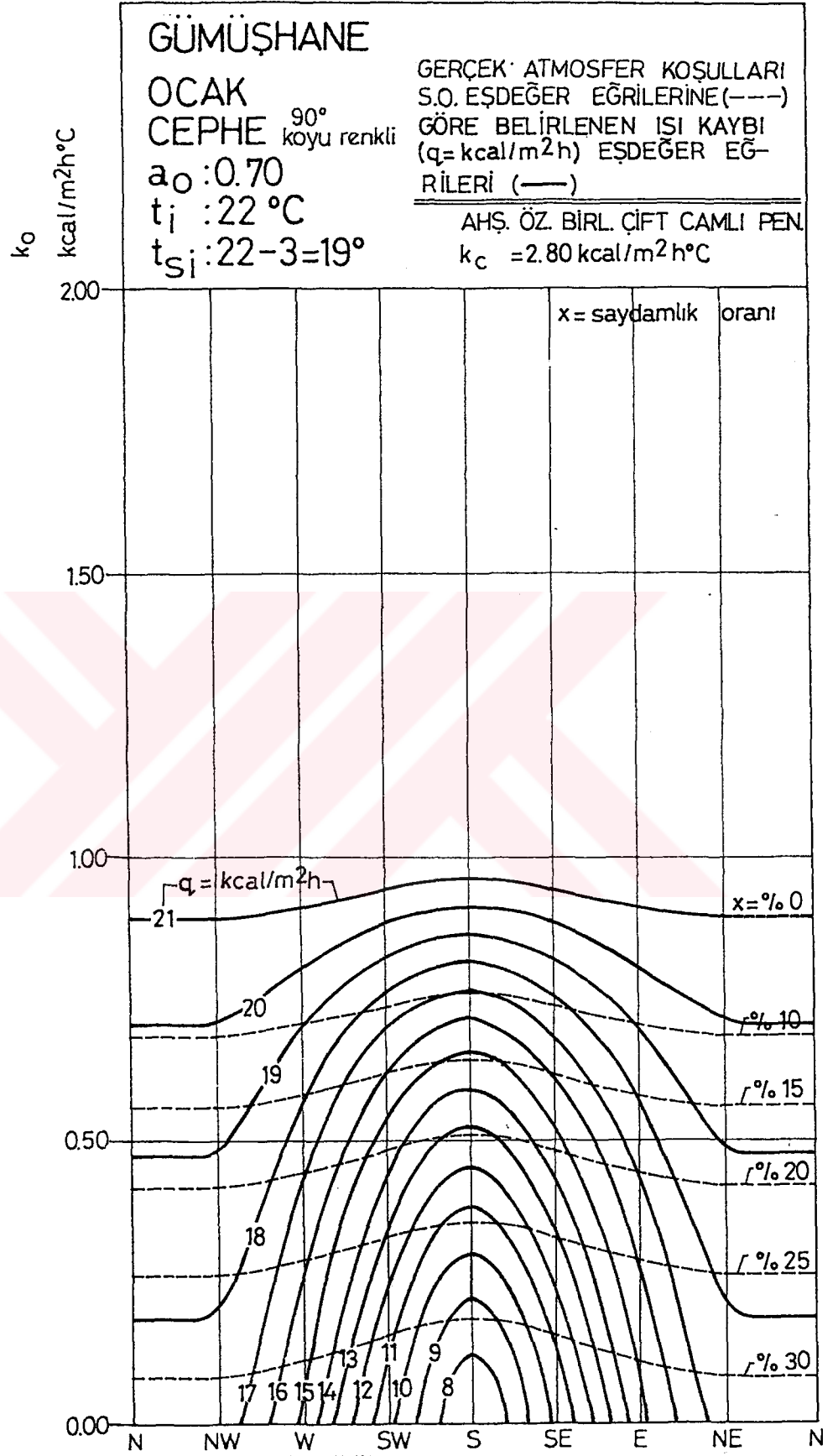
Şekil 6.14. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$)
Eşdeğer Eğrileri (—).



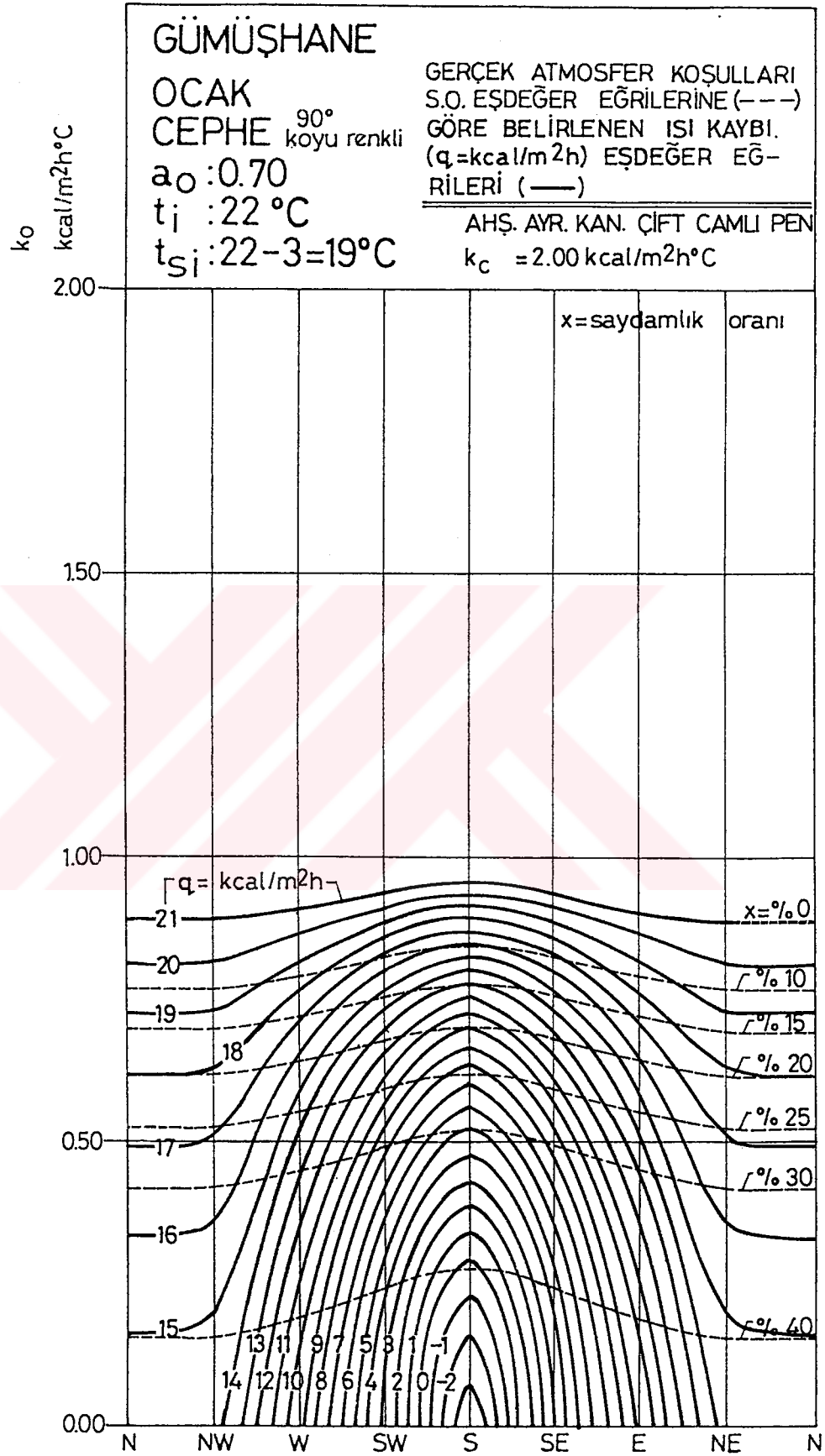
Şekil 6.15. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{kcal/m}^2\text{h}$)
Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.16. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$)
Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.17. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , Kcal/m²h)
Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.18. Gerçek Atmosfer Koşulları Saydamlık Oranı Eşdeğer Eğri-
lerine (---) Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{kcal/m}^2\text{h}$)
Eşdeğer Eğrileri (—).

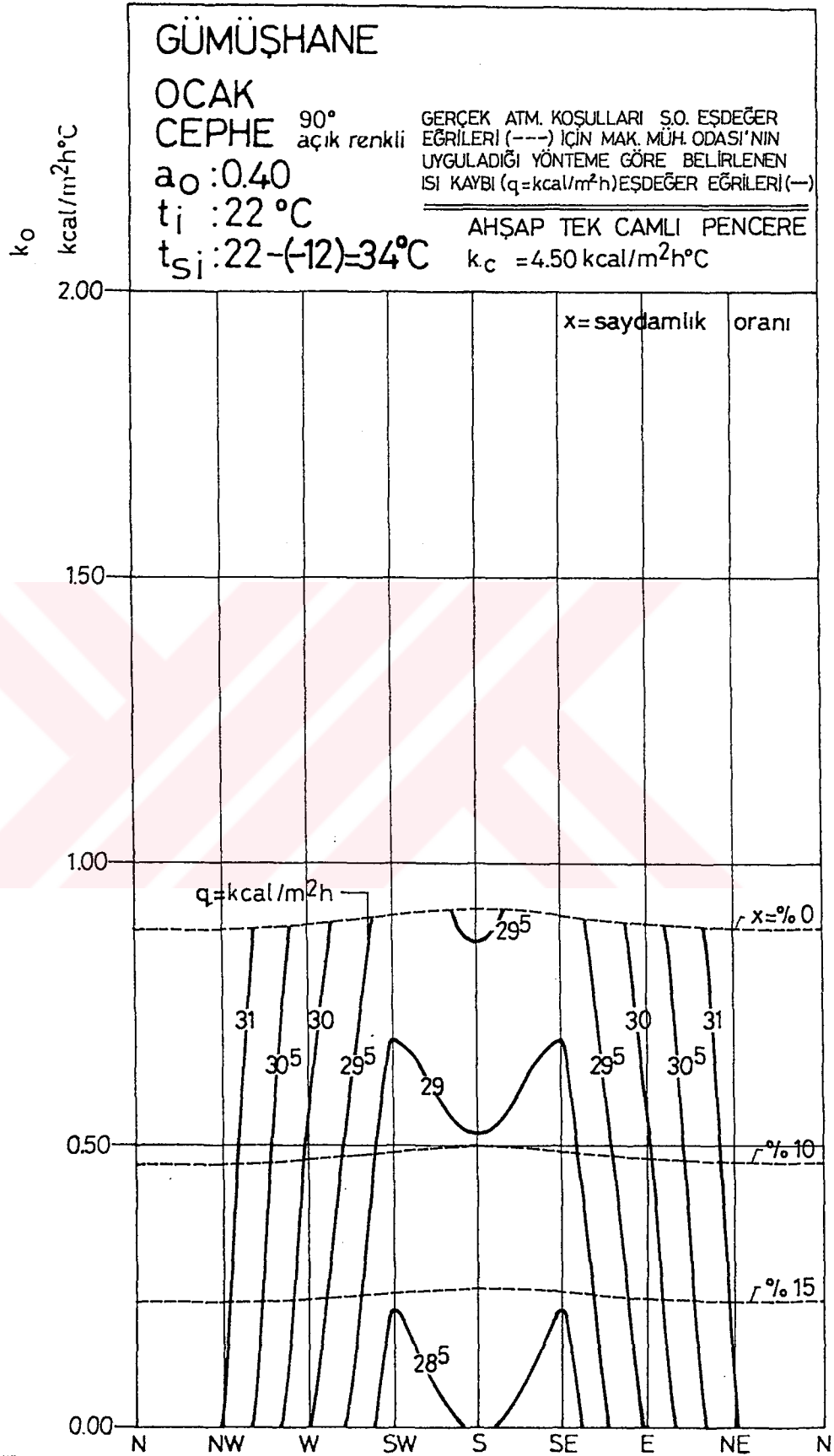
ise elde edilen sonuçlar Şekil 6.19-6.24'de gösterilmiştir. Gümüşhane yöresi için dış hava sıcaklığı $t_d = -12^{\circ}\text{C}$ alınmıştır [12, s.88].

Şekillerde yer alan grafik sistem aracılığıyla, Şekil 6.2-6.7'de kabuk elemanı termofiziksel özelliklerine ait optimal "Değerler Kombinezonları"nı gösteren grafikler (k_0 -saydamlık oranı eşdeğer eğrileri) üzerine bu kombinezonlara ait Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre belirlenmiş olan kabuk elemanının birim alanından birim zamanda kaybedilen ısı miktarları, binanın yönlendiriliş durumuna göre işlenerek ısı kaybı (q , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$) eşdeğer eğrileri çizilmiştir (Şekil 6.19-6.24). Böylece Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre çeşitli yön, pencere türü, k_0 , saydamlık oranı kombinezonları için kabuk elemanının birim alanından birim zamanda kaybedilen ısı miktarları değişimi, ısı kayıplarının karşılaştırılması açısından bir bütün halinde görülebilir. Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre ısıtma ekonomisi ve iklimsel konfor açısından, ısıtmanın istendiği dönemde en az ısı kaybına neden olan kombinezonlar, en uygun kabuk elemanını tanımlayan bina kabuğu termofiziksel özellikleri ve binanın yapısal özelliklerini veren kombinezonlardır.

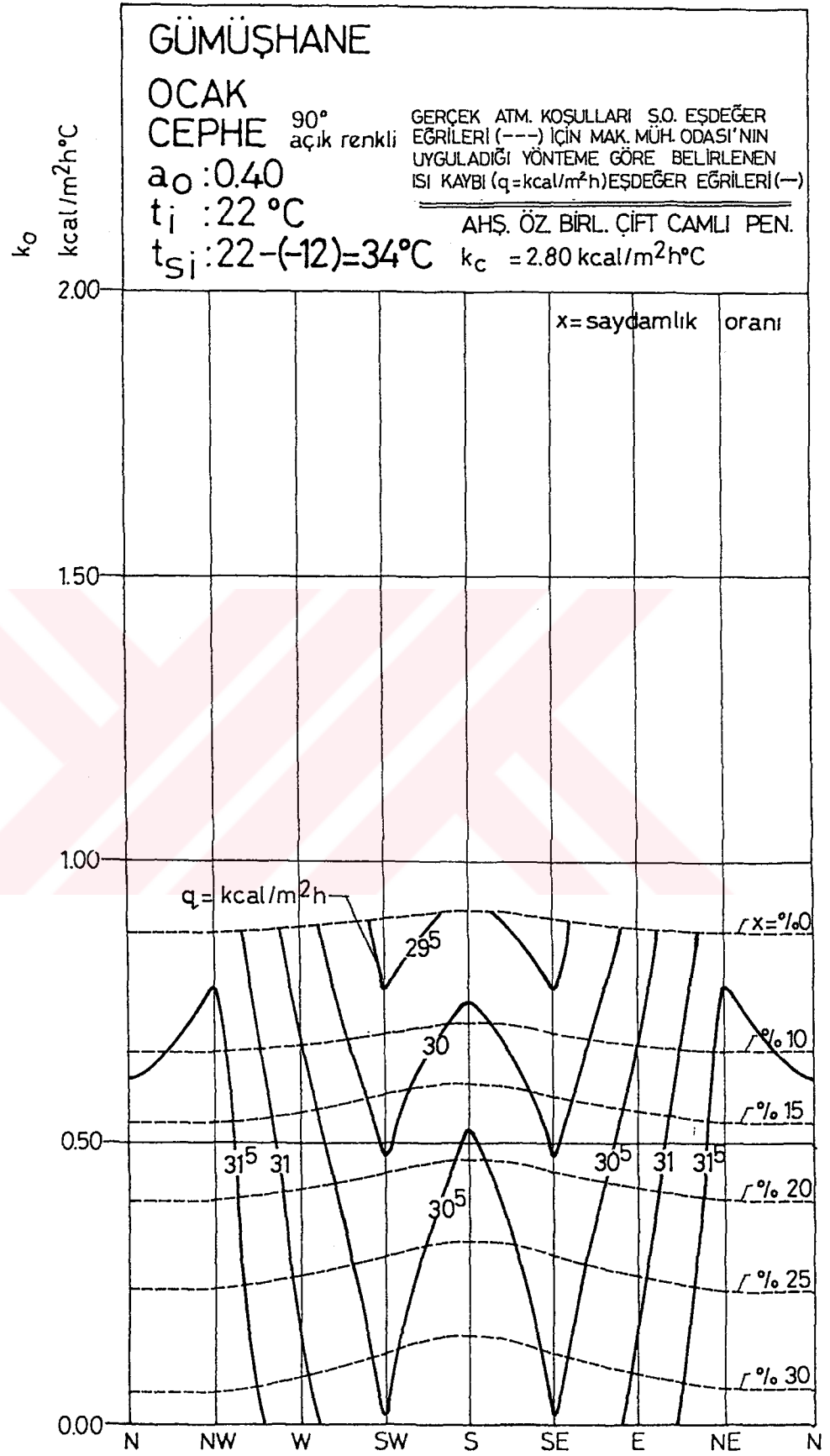
Her iki yöntemin de uygulanmasında, varılan sonuçlar yukarda da belirtildiği gibi Şekil 6.11-6.22'de gösterilmiştir. Şekillerde apsiller ekseninde bina kabuğunun baktığı yön ve ordinatlar ekseninde de opak bileşen toplam ısı geçirme katsayıları (k_0 , $\text{Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$) yer almaktadır. Şekiller farklı opak bileşen yutuculukları ve tüm pencere türleri için hesaplanmıştır. İki yöntemle göre de kabuk elemanının birim alanından kaybedilen ısı miktarlarının belirlenmesi amacıyla şekillerin kullanımında izlenecek adımlar aşağıdaki gibidir.

I- Kullanılacak pencere türü ve opak bileşene ait yutuculuğa karar verilerek bu türe ait grafik kullanılmalıdır.

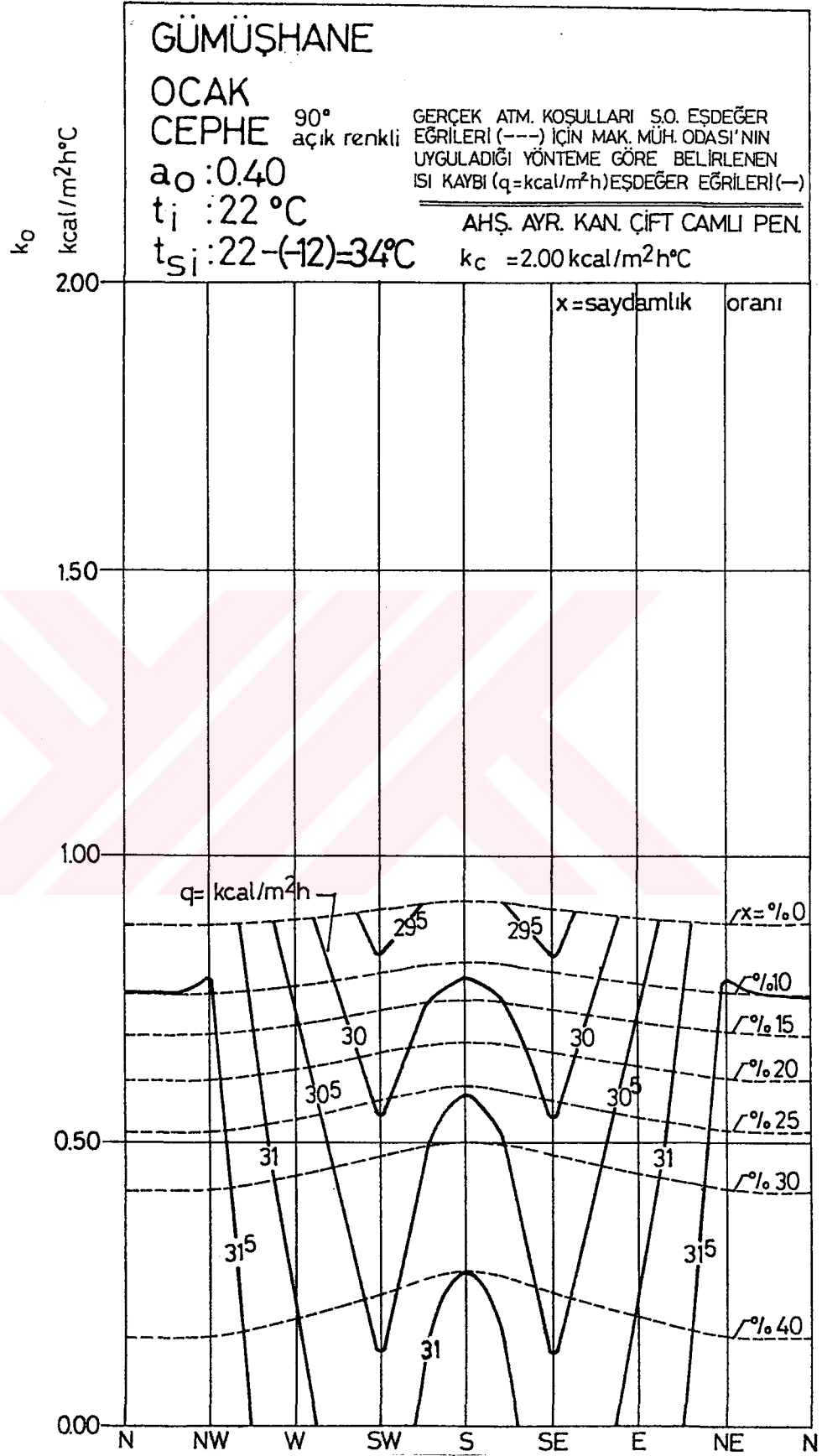
II- Kabuk elemanının baktığı yöne bağlı olarak k_0 -saydamlık oranı eşdeğer eğrileri (---) yardımıyla, aranılan saydamlık oranı ve opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı kombinezonu belirlenerek bu kombinezonun kaybettiği ısı miktarı değeri (q , $\text{Kcal/m}^2\text{h}$); k_0 -saydamlık oranı eşdeğer eğrileri (---) ile ısı kaybı eşdeğer eğrileri (—)nin kesiştiği noktadaki ısı kaybı değeri okunarak bulunabilir.



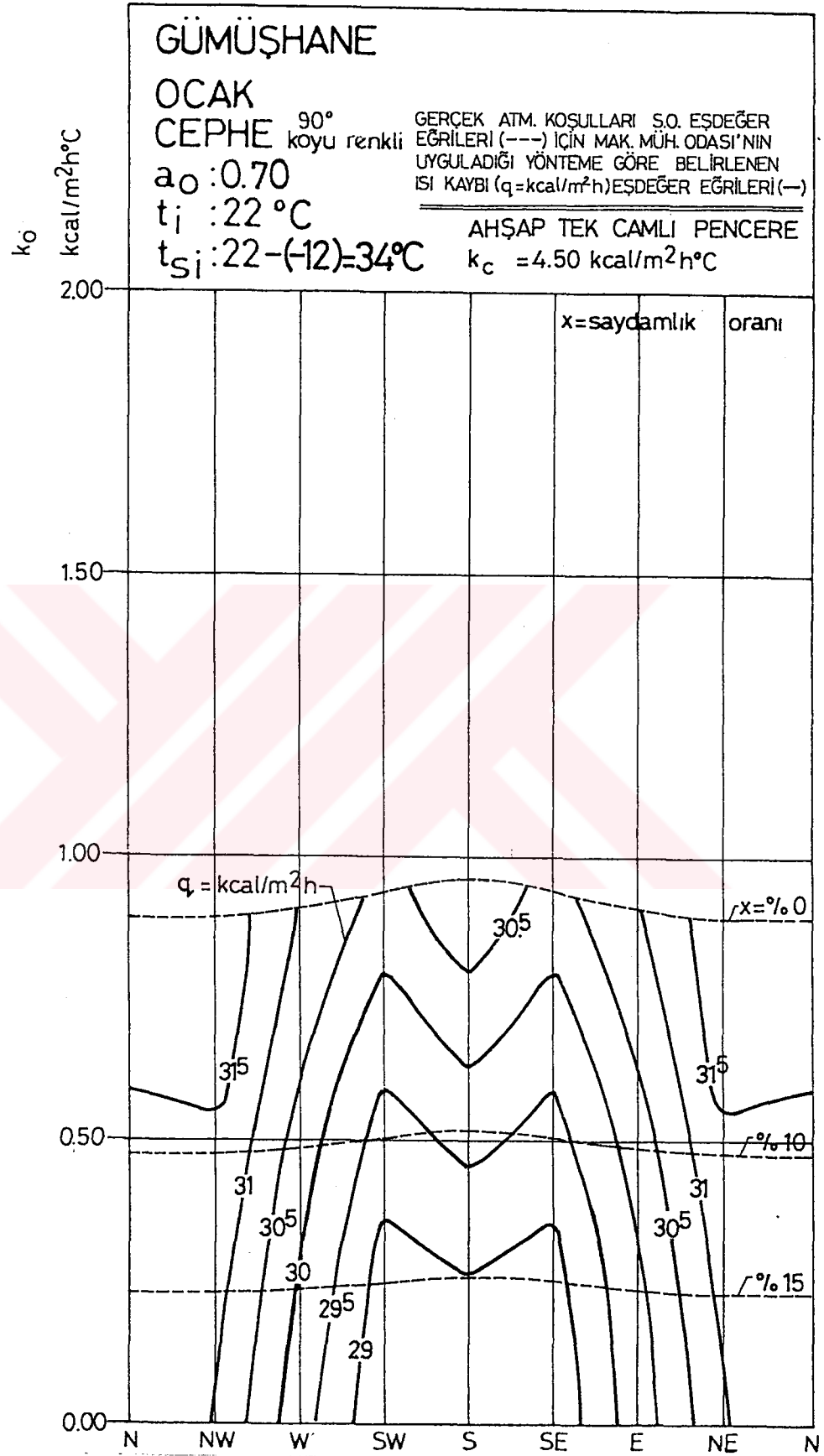
Şekil 6.19. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) için Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , Kcal/m²h) Eşdeğer Eğrileri (—).



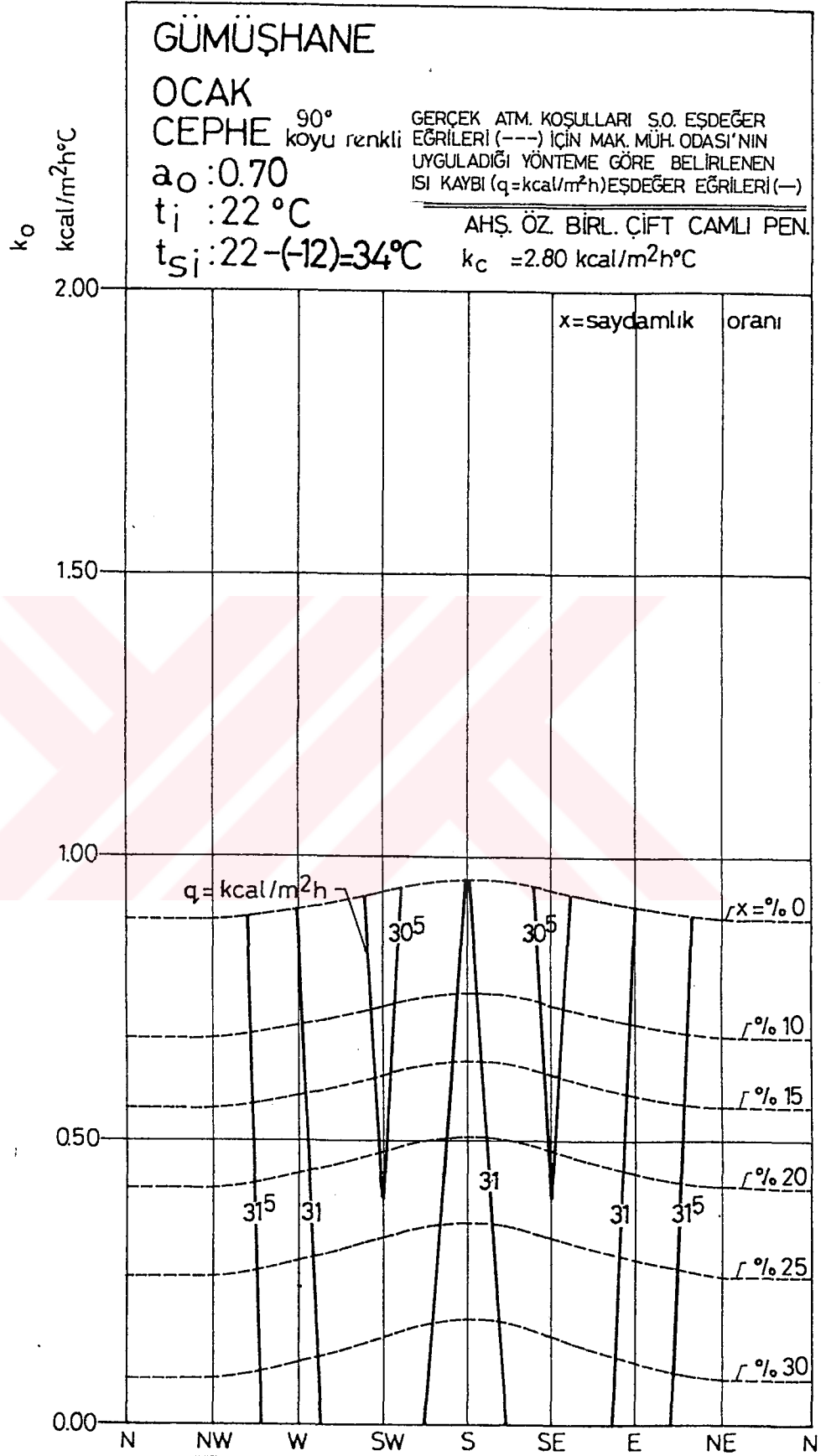
Şekil 6.20. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) İçin Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , Kcal/m²h) Eşdeğer Eğrileri (—).



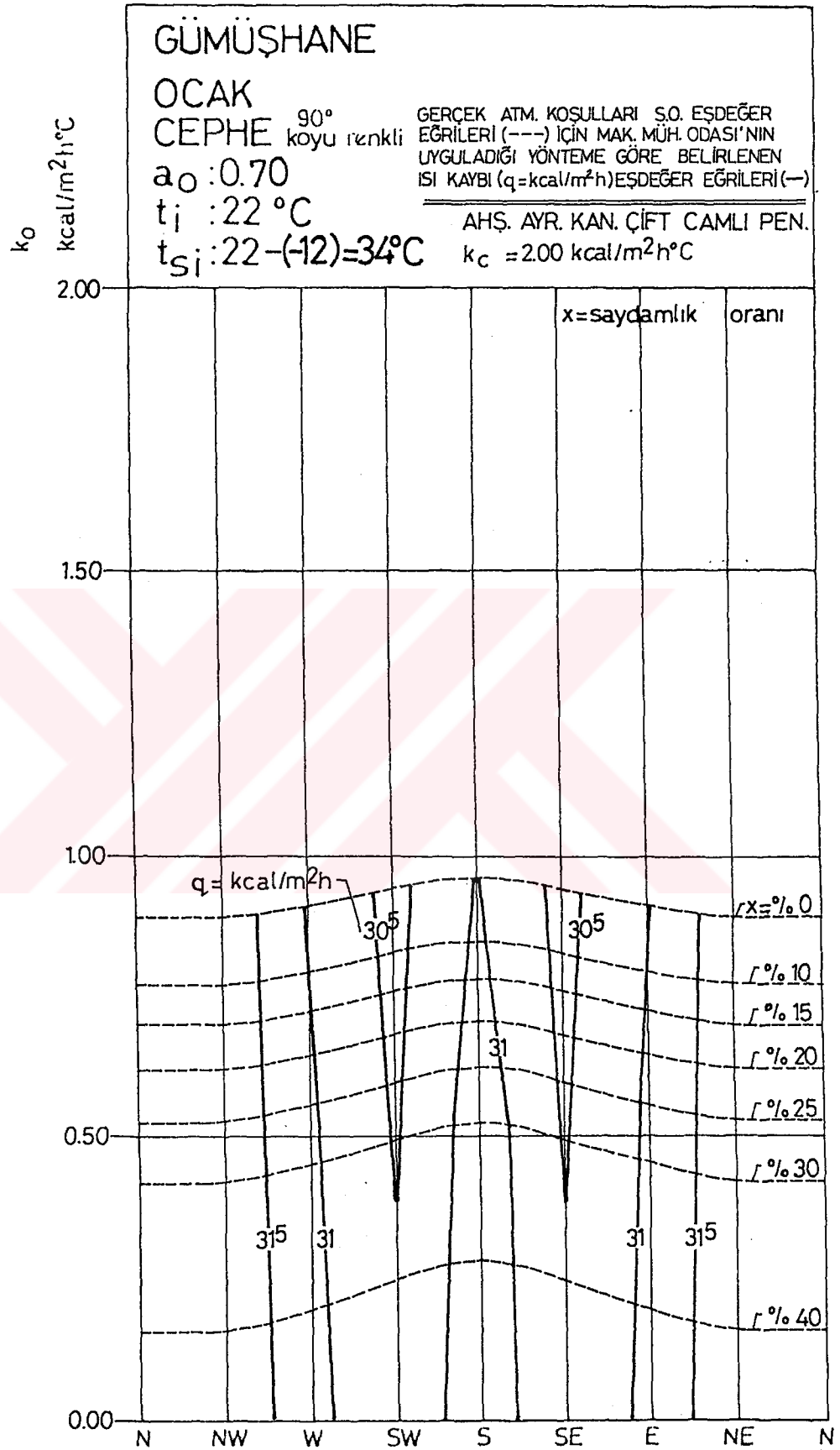
Şekil 6.21. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) için Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı ($q, \text{kcal/m}^2\text{h}$) Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.22. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) İçin Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı ($q, \text{Kcal/m}^2\text{h}$) Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.23. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) İçin Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , $\text{kcal/m}^2\text{h}$) Eşdeğer Eğrileri (—).



Şekil 6.24. Gerçek Atmosfer Koşulları S.O. Eşdeğer Eğrileri (---) için Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı (q , Kcal/m²h) Eşdeğer Eğrileri (—).

III- Farklı kombinezonlar için okunan ısı kaybı miktarı değerleri karşılaştırılarak, ısıtma ekonomisi ve iklimsel konfor açısından en az ısı kaybına neden olan kombinezonlar, en uygun kabuk elemanını tanımlayan kombinezonlar olarak seçilebilir.

Bu seçim yapılırken saydamlık oranının %20 ve %20'den büyük olması, opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının ise $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve $0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den büyük olması koşuluna uymak gerekir.

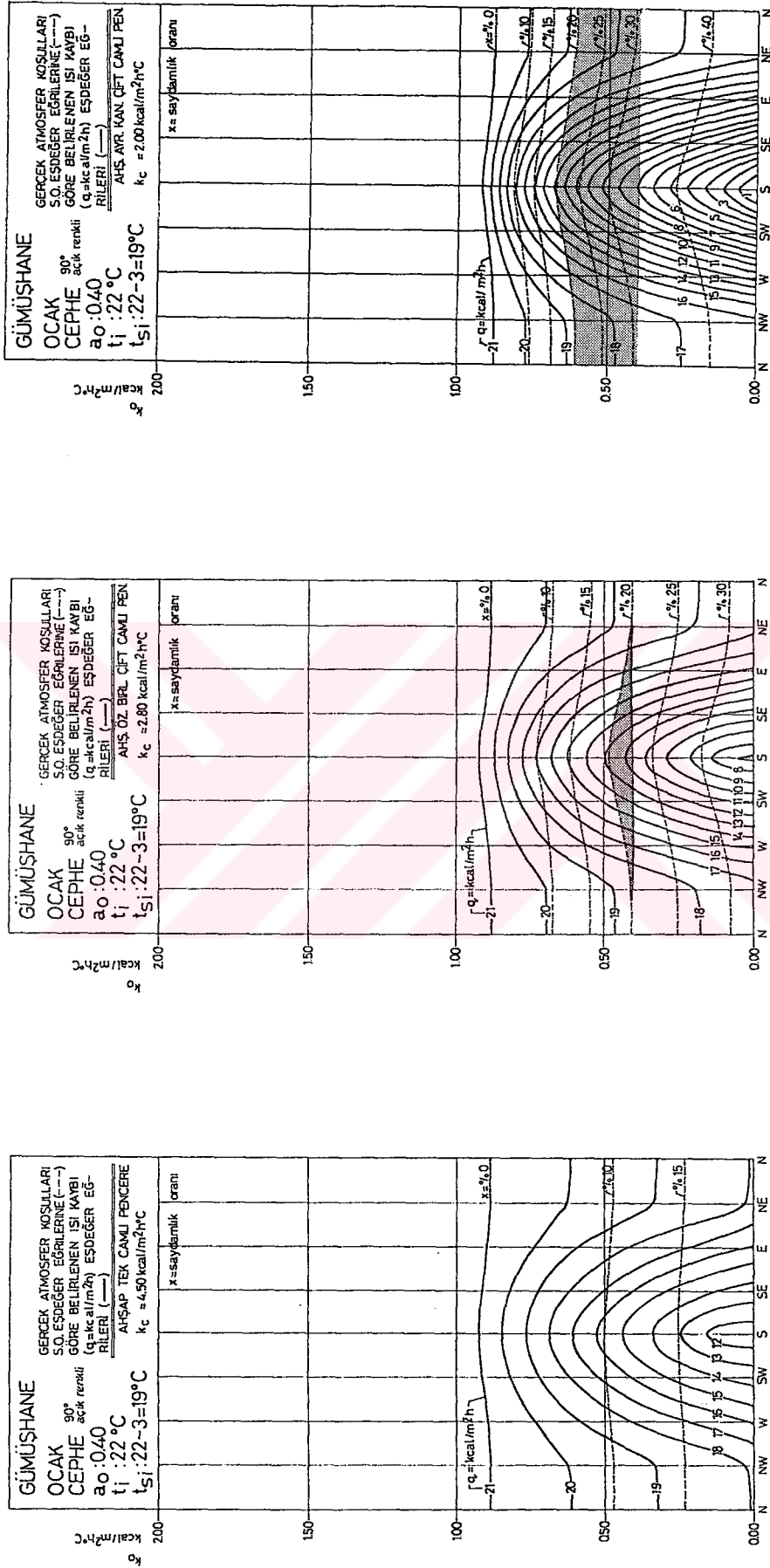
Şekil 6.25-6.28'e baktığımızda yukarda bahsedilen koşulu sağlayan kombinezonlar ve bu kombinezonlara ait ısı kayıpları görülmektedir.

Gerçek atmosfer koşulları için belirlenen ısı kayıpları, izin verilen ısı kaybı değeri olan,

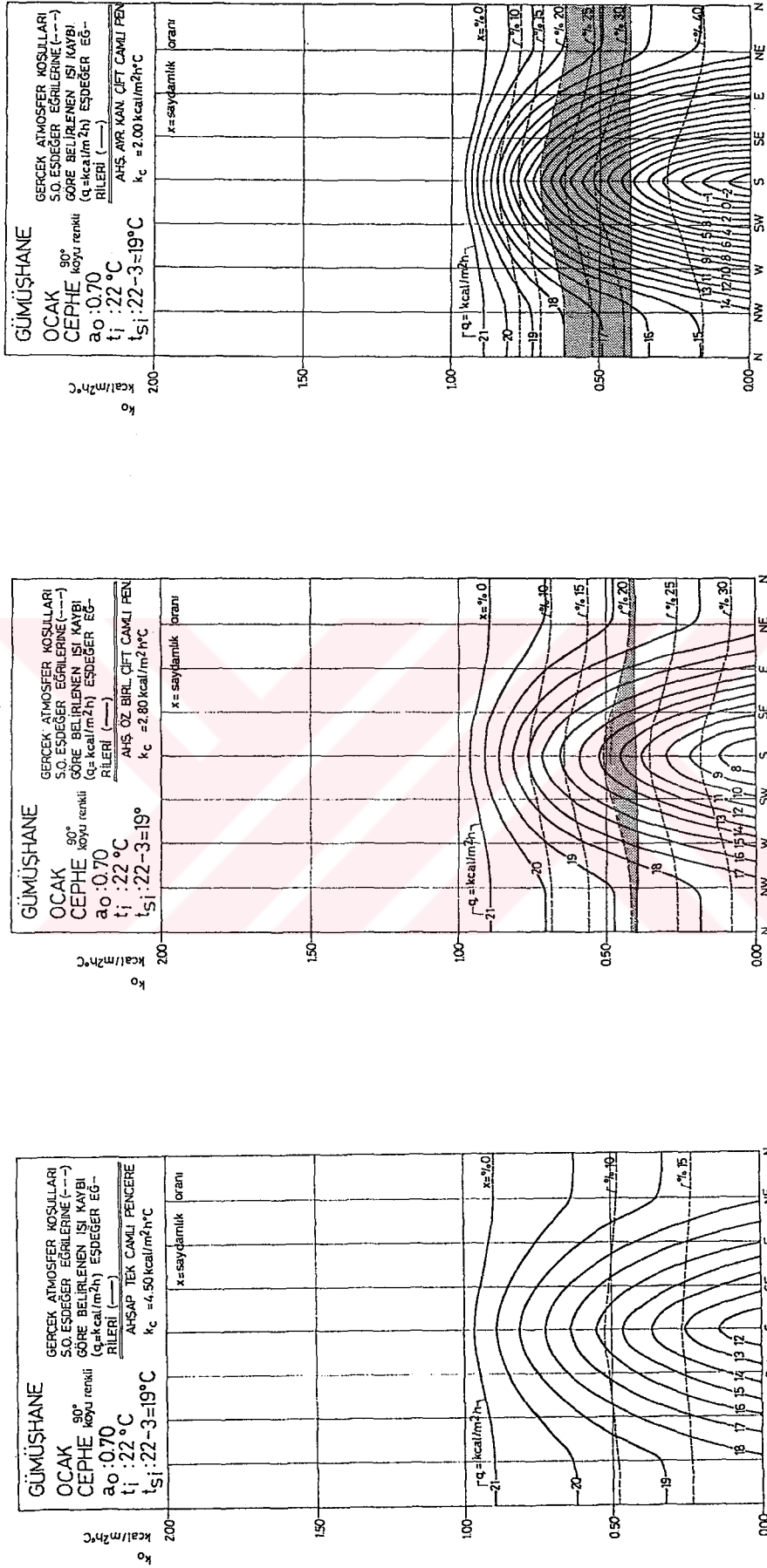
$$q = 3.\alpha_i \rightarrow q = 3.7 = 21 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$$

den daha düşük olduğu için hedefimizi gerçekleştirmiş oluyoruz. Daha düşük olmasının nedeni, pencerelerden ısı kazanılmasıdır.

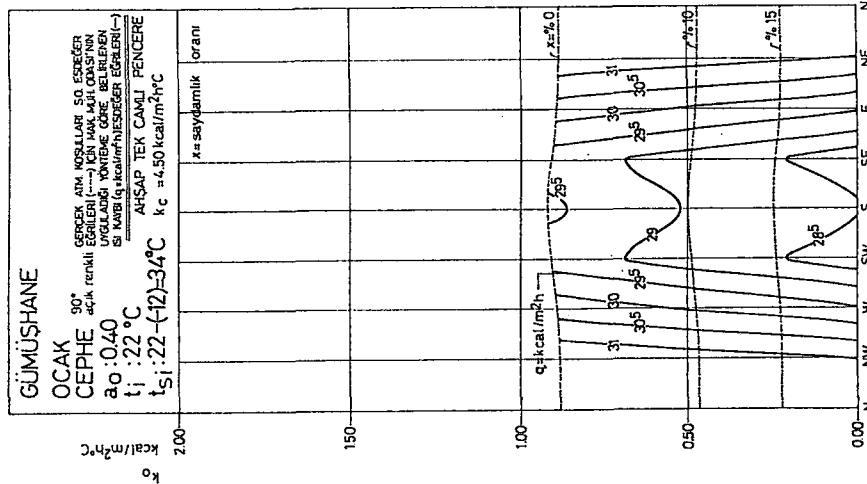
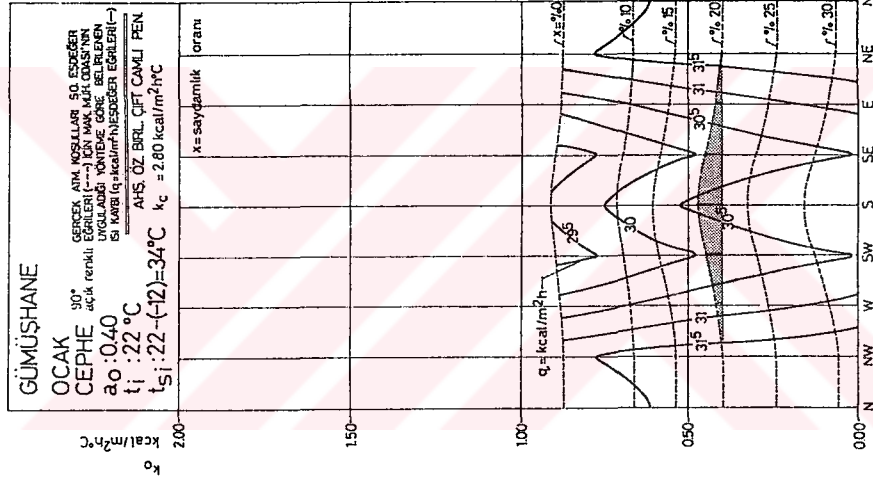
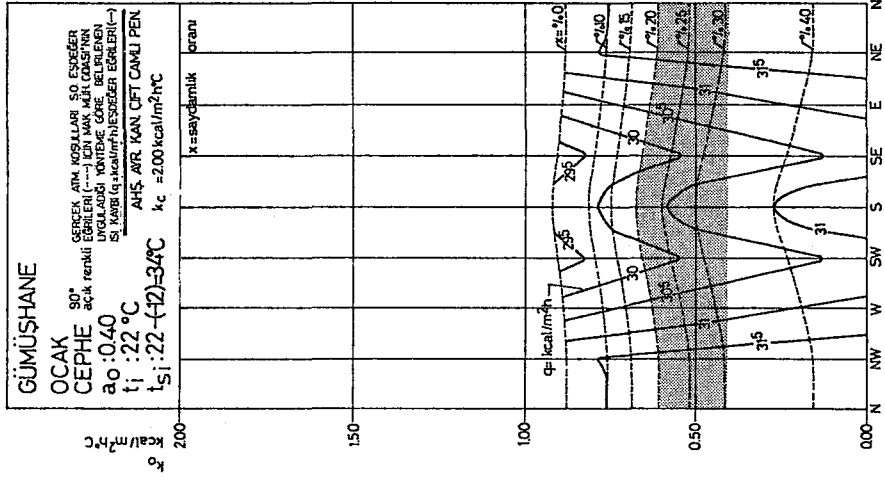
Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre hesaplanan ısı kayıpları, gerçek atmosfer koşullarına göre hesaplananlardan daha fazladır. Bunun nedeni, gerçek atmosfer koşulları için hesap yapılırken dış hesap sıcaklığı olarak, ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak'ta gerçekleşen 10 yıllık ortalama saatlik dış hava sıcaklıkları ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıkların kullanılması, buna karşılık Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı yöntemde ısıtmanın istendiği döneme ait tek bir dış hesap sıcaklığının kullanılmış olmasıdır. Buna rağmen, Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre hesaplanan ve en düşük ısı kayıplarını veren kabuk elemanına ait toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonları seçilmiştir.



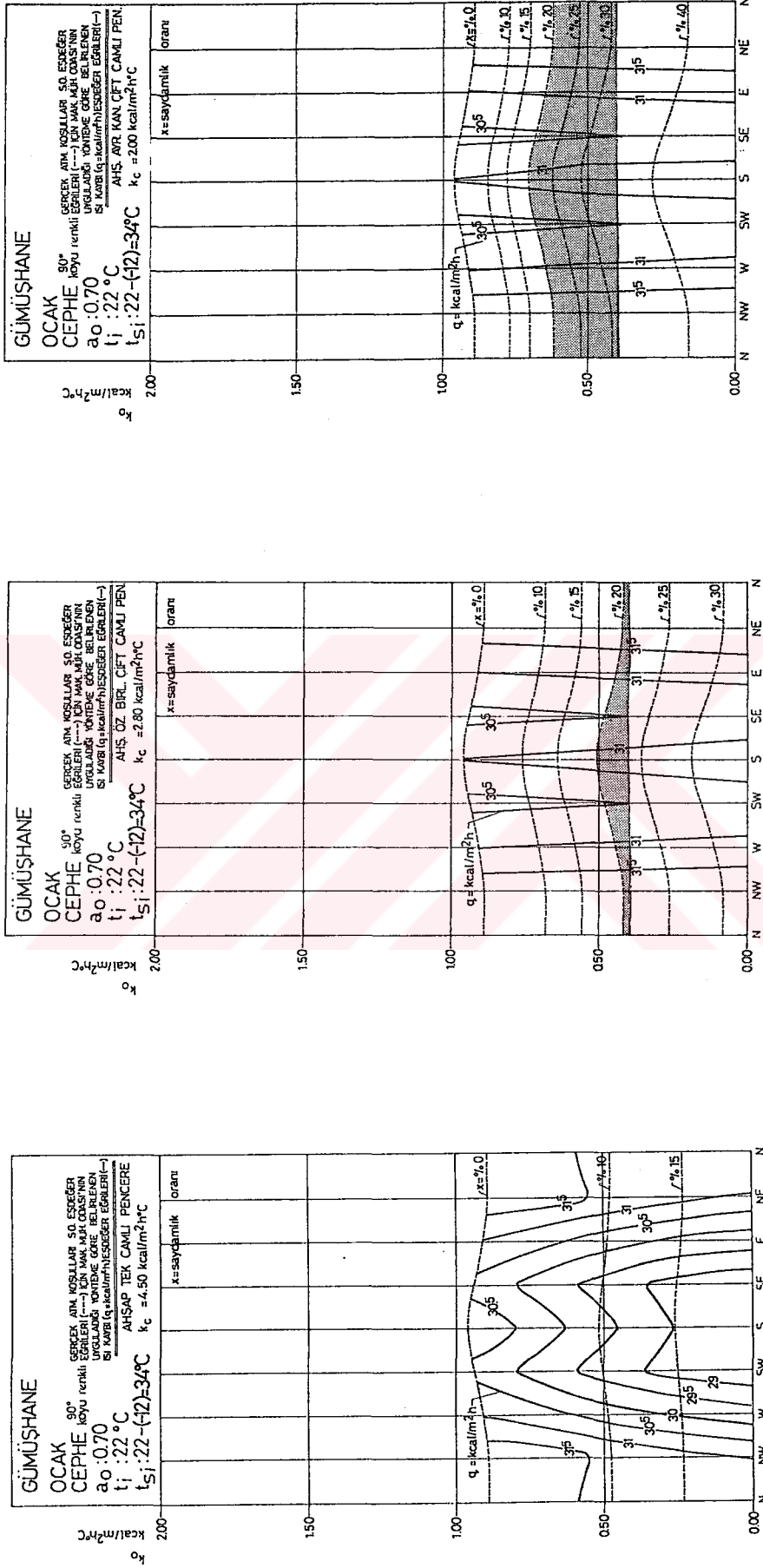
Şekil 6.25. Saydımlık Oranı (x) ≥ 20 ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k_0) $\geq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinezonları ve Bu Kombinezonlara Ait Gerçek Atmosfer Koşulları için Belirlenen Isı Kaybı Miktarları.



Şekil 6.26. Saydamlık Oranı $(x) \geq \%20$ ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı $(k_o) \geq 0.40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinasyonları ve Bu Kombinasyonlara Ait Gerçek Atmosfer Koşulları için Belirlenen Isı Kaybı Miktarları.



Şekil 6.27. Saydamlık Oranı (x) ≥ %20 ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayısı (k_o) ≥ 0.40 kcal/m²h°C Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinasyonları ve Bu Kombinasyonlara Ait Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı Miktarları.



Şekil 6.28. Saydamlık Oranı (x) ≥ %20 ve Opak Bileşen Toplam Isı Geçirime Katsayısı (k₀) ≥ 0.40 kcal/m²h°C Koşulunu Sağlayan Kabuk Elemanı Kombinasyonları ve Bu Kombinasyonlara Ait Makina Mühendisleri Odası'nın Uyguladığı Yönteme Göre Belirlenen Isı Kaybı Miktarları.

6.1.2. Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri

Opak bileşen katmanlaşma alternatifleri, 5.1.2 Bölümünde verilen (5.16) no'lu

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

bağıntısı ve TS825'de verilen yapı malzemeleri ısı iletkenlik katsayılarına dayanılarak geliştirilmiştir [25, s.6-14]. Geliştirilen örnek katmanlaşma alternatifleri Tablo 6.2-6.3'de derlenmişlerdir. Tablolardan görüldüğü gibi opak bileşen ana malzemesi olarak yapıım sektöründe yaygın olarak kullanılan farklı kalınlıklara ve özelliklere sahip beton, delikli tuğla, dolu tuğla ve hafif gaz betonu ele alınmıştır.

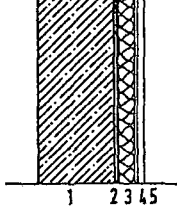
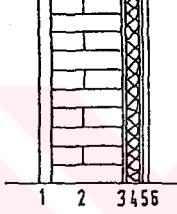
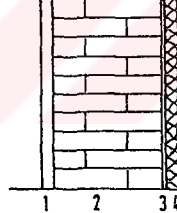
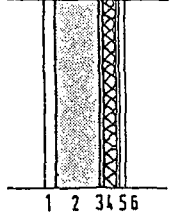
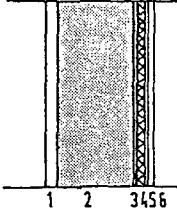
Opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının $k_o = 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'den düşük olduğu durumlarda opak bileşene ait katmanlaşmayı sağlamak oldukça güçtür. Bu nedenle toplam ısı geçirme katsayısına ait sınır değer $k_o = 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ alınmıştır.

Ayrıca saydamlık oranının %20'den daha düşük olamayacağı kriteri gözönünde bulundurulacak olursa, bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ait kullanılabilecek uygun "Değerler Kombinezonları" Şekil 6.9 ve Şekil 6.10'da gösterilmiştir.

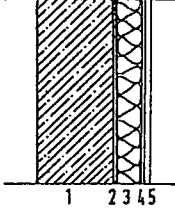
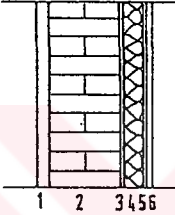
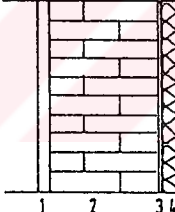
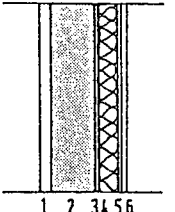
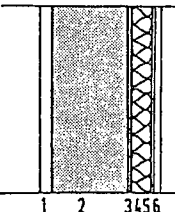
Şekillerden de görüldüğü gibi Gümüşhane'de ahşap tek camlı pencere ($k_c = 4.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)nin kullanılamayacağı açıktır. Bu yörede kullanılmaya en elverişli olan pencere türü, ahşap ayırık kanatlı çift camlı ($k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) penceredir.

Tablo 6.2-6.3'de $k_o = 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve $k_o = 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumlarında opak bileşeni oluşturan katmanlara ait malzemelerin, TS825'deki sıra no'ları, kalınlıkları, birim ağırlıkları ve malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları görülmektedir.

Tablo 6.2. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri.

$k_o = 0.50 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$				
BETON		DETAY NO: 1		
		1-Beton	5.1.2	2400
		2-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		3-Sentetik Köpük	10.2.1	≥ 15
		4-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		5-İç Sıva	4.1	1800
DELİKLİ TUĞLA DUV.		DETAY NO: 2		
		1-Dış Sıva	4.2	2000
		2-Delikli Tuğla Duvar	7.1.4	1000
		3-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		4-Sentetik Köpük	10.2.1	≥ 15
		5-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		6-İç Sıva	4.1	1800
DOLU TUĞLA DUVAR		DETAY NO: 3		
		1-Dış Sıva	4.2	2000
		2-Dolu Tuğla Duvar	7.1.1	1800
		3-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		4-Sentetik Köpük	10.2.1	≥ 15
		5-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		6-İç Sıva	4.1	1800
GAZ BETON		DETAY NO: 4		
		1-Dış Sıva	4.2	2000
		2-Gaz Beton (g35)	7.3.1	600
		3-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		4-Sentetik Köpük	10.2.1	≥ 15
		5-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		6-İç Sıva	4.1	1800
GAZ BETON		DETAY NO: 5		
		1-Dış Sıva	4.2	2000
		2-Gaz Beton (g50)	7.3.1	600
		3-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		4-Sentetik Köpük	10.2.1	≥ 15
		5-Rende Talaşı Levha	8.2.2.1	700
		6-İç Sıva	4.1	1800

Tablo 6.3. Uygun Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri.

$k_0 = 0.40 \text{ kcal / m}^2\text{h}^\circ\text{C}$						
BETON		DETAY NO: 6				
		1-Beton	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh ^{°C}	KALINLIK (d) m
		2-Rende talaşı levha	5.1.2	2400	1.80	0.20
		3-Sentetik Köpük	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		4-Rende talaşı levha	10.2.1	≥15	0.034	0.07
		5-İç Sıva	8.2.2.1	700	0.11	0.005
			4.1	1800	0.75	0.02
DELİKLİ TUĞLA DUV.		DETAY NO: 7				
		1-Dış Sıva	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh ^{°C}	KALINLIK (d) m
		2-Delikli Tuğla Duvar	4.2	2000	1.20	0.03
		3-Rende Talaşı Levha	7.1.4	1000	0.39	0.19
		4-Sentetik Köpük	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5-Rende Talaşı Levha	10.2.1	≥15	0.034	0.057
		6-İç Sıva	8.2.2.1	700	0.11	0.005
	4.1	1800	0.75	0.02		
DOLU TUĞLA DUVAR		DETAY NO: 8				
		1-Dış Sıva	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh ^{°C}	KALINLIK (d) m
		2-Dolu Tuğla Duvar	4.2	2000	1.20	0.03
		3-Rende Talaşı Levha	7.1.1	1800	0.70	0.29
		4-Sentetik Köpük	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5-Rende Talaşı Levha	10.2.1	≥15	0.034	0.06
		6-İç Sıva	8.2.2.1	700	0.11	0.005
	4.1	1800	0.75	0.02		
GAZ BETON		DETAY NO: 9				
		1-Dış Sıva	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh ^{°C}	KALINLIK (d) m
		2-Gaz Beton (g35)	4.2	2000	1.20	0.03
		3-Rende Talaşı Levha	7.3.1	600	0.21	0.12
		4-Sentetik Köpük	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5-Rende Talaşı Levha	10.2.1	≥15	0.034	0.054
		6-İç Sıva	8.2.2.1	700	0.11	0.005
	4.1	1800	0.75	0.02		
GAZ BETON		DETAY NO: 10				
		1-Dış Sıva	TS 825 SIRA NO:	BİRİM AĞIRLIĞI kg/m ³	ISI İLETKEN. HESAP DEĞ. kcal/mh ^{°C}	KALINLIK (d) m
		2-Gaz Beton (g50)	4.2	2000	1.20	0.03
		3-Rende Talaşı Levha	7.3.1	600	0.21	0.20
		4-Sentetik Köpük	8.2.2.1	700	0.11	0.005
		5-Rende Talaşı Levha	10.2.1	≥15	0.034	0.041
		6-İç Sıva	8.2.2.1	700	0.11	0.005
	4.1	1800	0.75	0.02		

6.1.3. Geliştirilen Opak Bileşen Katmanlaşma Alternatifleri İçin Yoğuşma Tahkikinin Yapılması ve Uygun Alternatiflerin Seçilmesi

Tablo 6.2 ve 6.3'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 Gümüşhane yöresi için mevcut değildir. Bu nedenle Gümüşhane yöresine en yakın iklimsel özellikleri taşıyan Erzurum'a ait şekiller kullanılabilir.

Ele alınan opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinde yoğuşma olup olmayacağına dair sonuçlar Tablo 6.4'de görülmektedir.

Tablo 6.4. Yoğuşma Tahkiki Sonuçları

DETAY NO.	SONUÇLAR
1 ve 6	Yoğuşma var, önlem gerekli
2 ve 7	Yoğuşma var, önlemsiz uygulanabilir
3 ve 8	Yoğuşma var, önlemsiz uygulanabilir
4 ve 9	Yoğuşma yok
5 ve 10	Yoğuşma yok

Erzurum yöresi için ele alınan opak bileşen katmanlaşma alternatiflerinde yapılan yoğuşma tahkiklerine ait sonuçlar [5,s.3.67-3.70], Gümüşhane yöresi için (önerilen opak bileşen katmanlaşma alternatifleriyle benzer özellikler taşıdığından) de kullanılmıştır.

Bu tablonun analizinden Gümüşhane yöresinde uygulanabilecek opak bileşen alternatiflerinin seçilmesi olanaklıdır.

6.2. UYGUN YÖNLENDİRİLİŞ DURUMU VE BİNA FORMU KOMBİNEZONLARI

Bölüm 5.2'de açıklanan yöntem, Gümüşhane yöresi için ısıtmanın istendiği dönemde bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları açısından uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu (biçim faktörü, bina

yüksekliği, çatı türü ve eğimi)'nın belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır [27, s.10-75] .

Yapılan uygulamada, Bölüm 6.1'de gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenen "Uygun Bina Kabuğu Termofiziksel Özellikleri"ne ait değerler kullanılmıştır.

Isı kayıpları hesaplanırken ele alınan bina alternatiflerinin belirlenmesinde kullanılan dizayn değişkenleri değerlerine ilişkin değişim alan ve aralıkları aşağıdaki gibi alınmıştır: (Şekil 6.29)

Yönlendiriliş Durumu: 22.5° aralıkla 16 yönlendiriliş durumu

Biçim Faktörü (BF) : 1,2,3

Kat Yüksekliği : 2.80 m

Kat Adedi : 2,3,4

Taban Alanı : 100, 250 m²

Çatı Türü ve Eğimi : Düz çatı : 0° eğimli

Beşik çatı: 15° ve 45° eğimli

Kırma çatı: 15° ve 45° eğimli

Opak bileşene ait toplam

ısı Geçirme Katsayısı (k_0) : 0.40, 0.50 Kcal/m²h^oC

Opak Bileşen Yutuculuğu (a_0): 0.40, 0.70

Pencere Türü : Ahşap tek camlı pencere..... $k_c = 4.50$ Kcal/m²h^oC
[25, s.20] Ahşap özel birleştirilmiş

(iki cam arası 6 mm)

çift camlı pencere..... $k_c = 2.80$ Kcal/m²h^oC

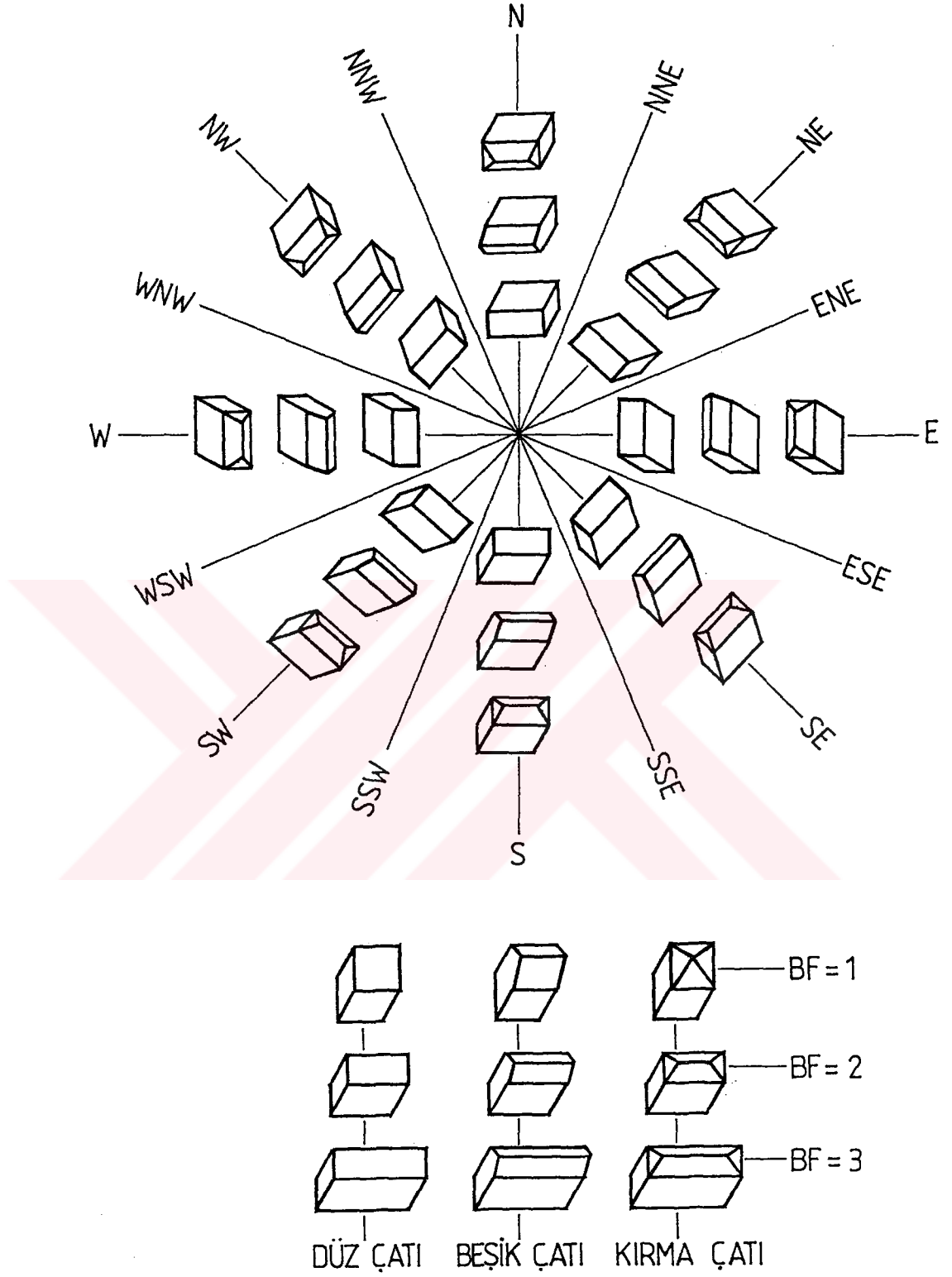
Ahşap ayırık kanatlı

çift camlı pencere..... $k_c = 2.00$ Kcal/m²h^oC

Saydamlık Oranı (x): $k_0 = 0.40$ ve $k_0 = 0.50$ Kcal/m²h^oC olduğu durumlarda ele alınan pencere türü ve opak bileşen yutuculuğuna göre gerekli saydamlık oranları (Tablo 6.5)

Çatı Elemanı

Yutuculuğu : 0.70



Şekil 6.29. Ele Alınan Yönlendiriliş Durumları ve Bina Formları

Tablo 6.5. Farklı Opak Bileşen Yutuculuğu (α_0), Opak ve Saydam Bileşen Toplam Isı Geçirme Katsayıları (k_0 , k_c)'na Göre Gerekli Olan Saydamlık Oranları.

GÜMÜŞHANE												
21 OCAK												
α_0	k_0 (kcal/m ² h°C)	k_c (kcal/m ² h°C)	Y Ö N L E R									
			N	NNW NNE	NW NE	WNW ENE	W E	WSW ESE	SW SE	SSW SSE	S	
0.50	0.40	2.80	0.203	0.203	0.204	0.206	0.210	0.216	0.221	0.226	0.229	
		2.00	0.305	0.305	0.306	0.309	0.315	0.323	0.330	0.339	0.343	
		2.00	0.258	0.258	0.259	0.263	0.270	0.278	0.286	0.295	0.299	
0.70	0.40	2.80	0.205	0.205	0.205	0.208	0.213	0.219	0.226	0.232	0.235	
		2.00	0.306	0.306	0.307	0.312	0.319	0.327	0.336	0.346	0.350	
		2.00	0.261	0.261	0.262	0.267	0.275	0.285	0.295	0.305	0.309	

Çatı Elemanına Ait : Çatı elemanının eğimine ve baktığı yöne bağlı Toplam Isı Geçirme olarak Şekil 6.8'den belirlenebilir.
Katsayısı

Yukarıda bahsedilen ve ele alınan kabullere dayanarak, uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu kombinezonlarını, bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları açısından değerlendirildiğimizde en az ısı kaybını veren alternatifleri seçebilmek için,

o Kat yüksekliği, kat adedi, taban alanı, opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı (k_0) ve yutuculuğu (a_0), pencere türü (k_c) ve saydamlık oranı (x) sabit tutularak, çatı türünün düz çatı, beşik çatı (15° ve 45° eğimli), kırma çatı (15° ve 45° eğimli) olması durumlarının;

o Kat yüksekliği, k_0 , a_0 , k_c , x , kat adedi, çatı türü ve eğimi sabit tutularak taban alanının 100 m^2 ve 250 m^2 olması durumlarının;

o Kat yüksekliği, taban alanı, k_0 , a_0 , k_c , x , çatı türü ve eğimi sabit tutularak, kat adedinin 2 ve 4 olması durumlarının;

o Kat yüksekliği, taban alanı, a_0 , k_c , kat adedi, çatı türü ve eğimi sabit tutularak, opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısının $k_0 = 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve $k_0 = 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve bunlara bağlı olarak saydamlık oranlarının yönlerine göre değişmesi durumlarının;

o Kat yüksekliği, taban alanı, k_0 , a_0 , x , kat adedi, çatı türü ve eğimi sabit tutularak, pencere türünün ahşap özel birleştirilmiş çift camlı pencere ($k_c = 2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ve ahşap ayırık kanatlı çift camlı pencere ($k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) olması durumlarının;

o Kat yüksekliği, k_0 , k_c , x , kat adedi, taban alanı, çatı türü ve eğimi sabit tutularak, opak bileşene ait yutuculuğun $a_0 = 0.40$ ve $a_0 = 0.70$ olması durumlarının;

farklı yönlendiriliş durumu ve biçim faktörüne sahip binalarda ısı kayıpları açısından getirdikleri farklılıkların bilinmesi gerekir.

Bu nedenle, yukarıda bahsedilen bina alternatiflerine ait gerçek atmosfer koşulları için (dış hesap sıcaklığı olarak günlük ortalama

sol-air sıcaklıklarının alındığı durum) hesaplanan tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (Q , W , $Kcal/h$), farklı yönlendiriliş durumları ve bina formları için hesaplanmıştır. Hesaplara ait sonuçlar, Şekil 6.30-6.36'da görülmektedir. Aynı kombinasyonlara ait Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre (dış hesap sıcaklığı olarak Makina Mühendisleri Odası'nın yörelere göre belirlediği dış hava sıcaklıklarının alındığı durum) hesaplanan bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları (Q , W , $Kcal/h$) da farklı yönlendiriliş durumları ve bina formları için hesaplanarak sonuçlar Şekil 6.37-6.43'de derlenmiştir.

Şekillerde yer alan grafik sistemler aracılığıyla farklı yönlendiriliş durumu ve bina formuna sahip binalarda ısıtmanın istendiği dönemde tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları okunabilmektedir.

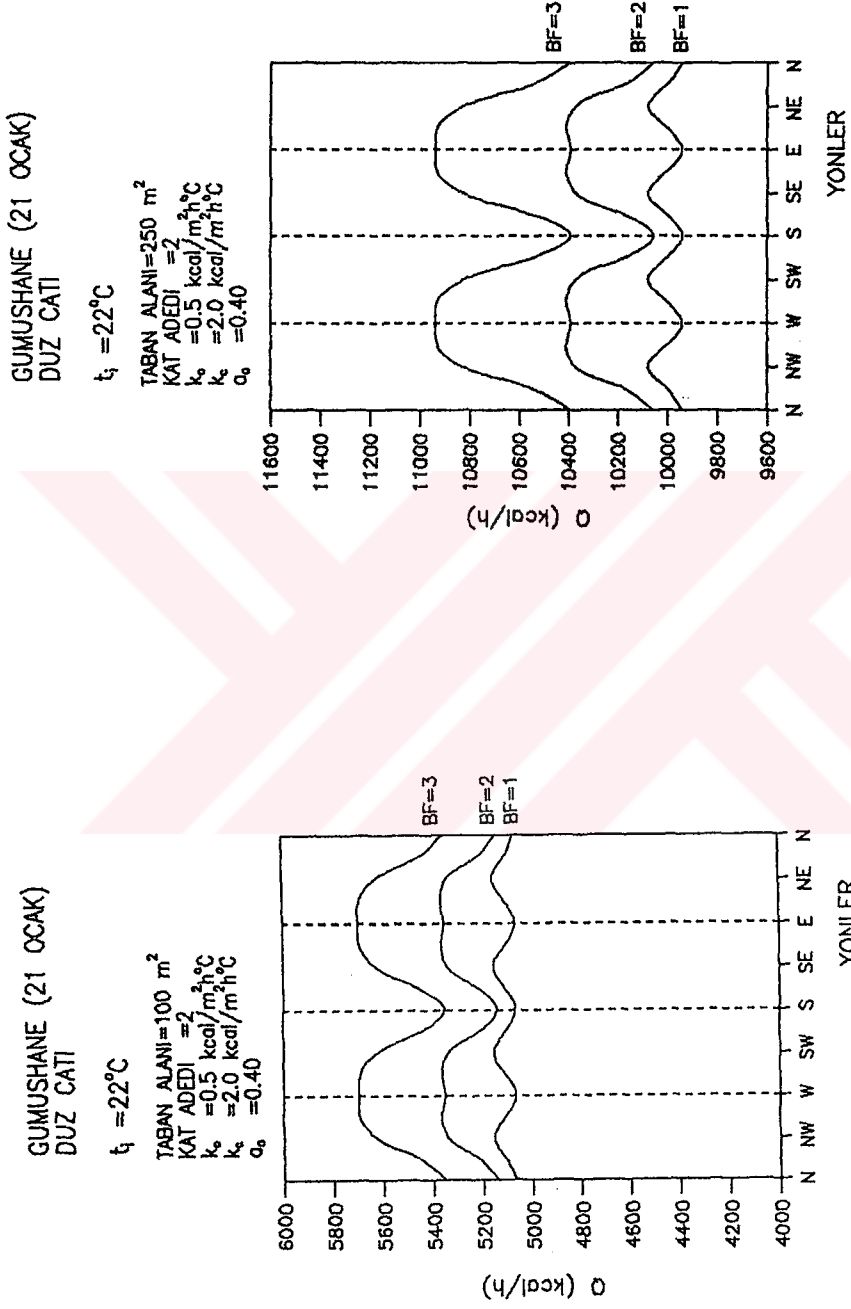
Söz konusu grafik sistemlerin apsisler ekseninde yer alan yönler ile binaya ait uzun cephelerden birinin baktığı yönün aynı olduğuna dikkat edilmelidir.

Ordinatlar ekseninde ise bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları değerleri (Q , W , $Kcal/h$) yer almaktadır. Grafikler üzerinde her bir biçim faktörü ($BF= 1, 2$ ve 3) için ayrı bir eğri bulunmaktadır.

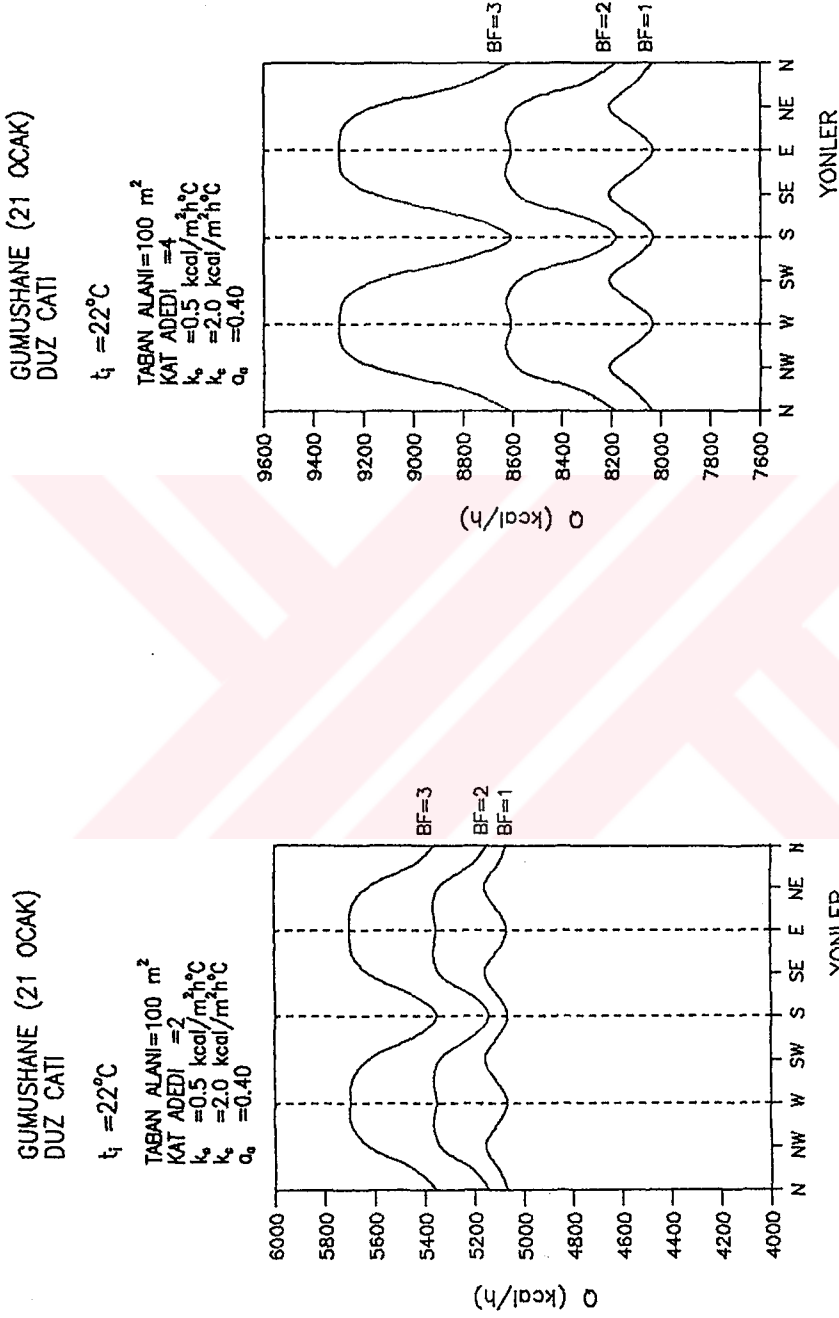
Isıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olan 21 Ocak'ta ele alınan yörede, farklı yönlendiriliş durumlarına sahip binaların tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarlarına ait değişim grafiklerinden (Şekil 6.30-6.43) yararlanılarak, tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının az olmasını sağlayan uygun yönlendiriliş durumları ve bina formları belirlenebilir.

Söz konusu şekiller analiz edildiğinde ele alınan yörede aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

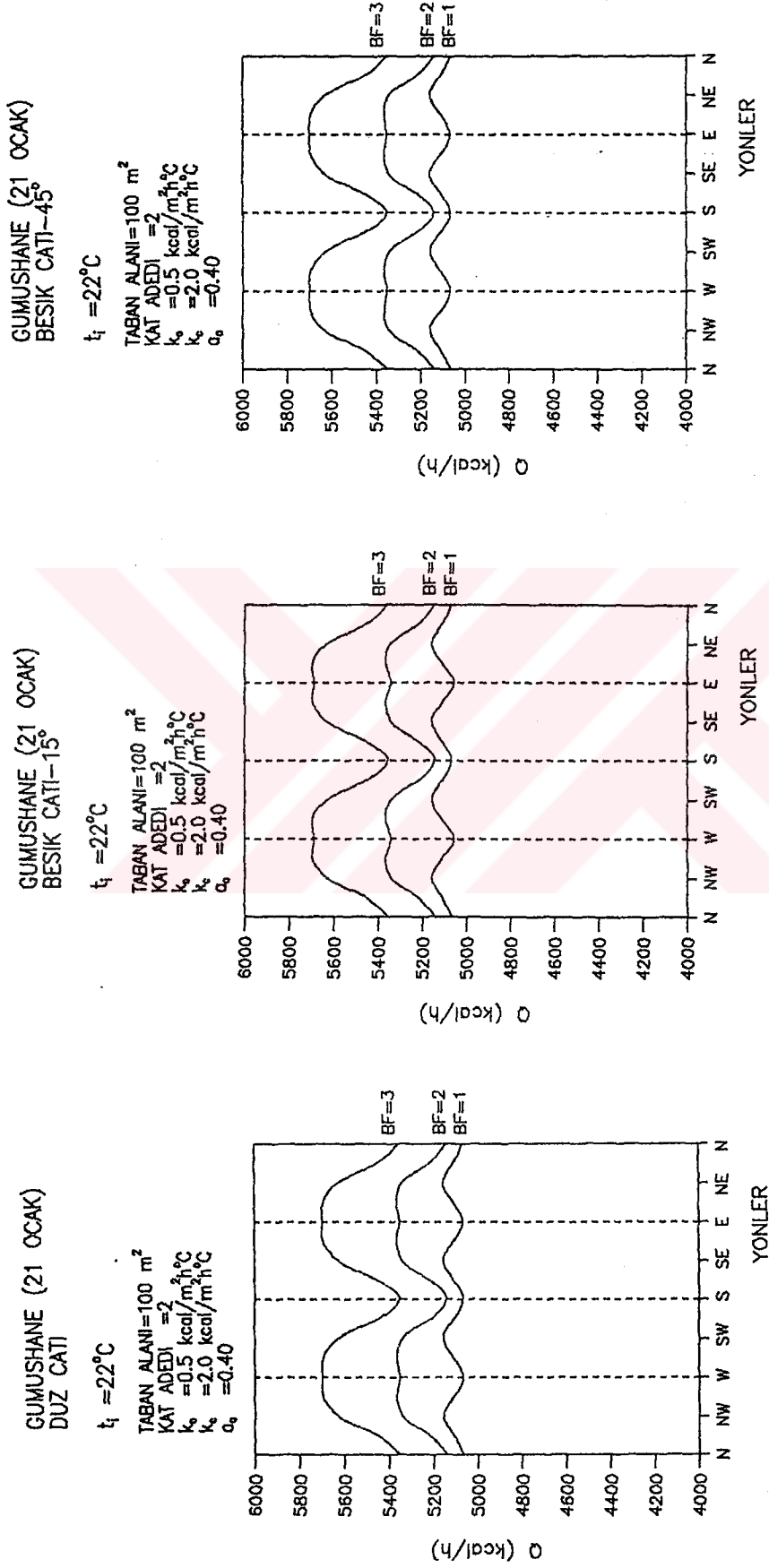
a) Gerçek atmosfer koşullarında dış hesap sıcaklığı olarak, günlük ortalama sol-air sıcaklıklar alındığında farklı bina alternatifleri, tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları açısından değerlendirilmiştir.



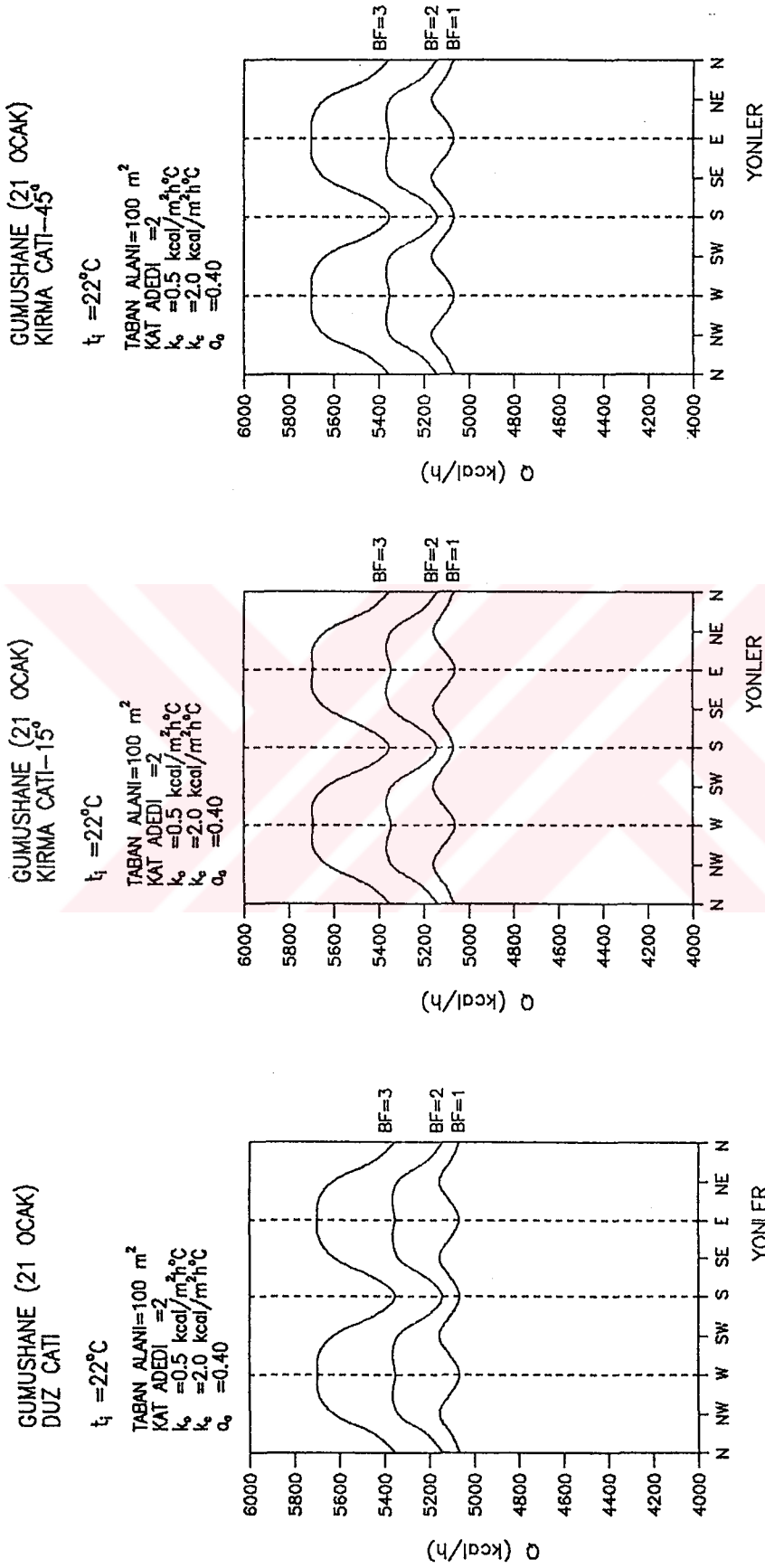
Şekil 6.30. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında da Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



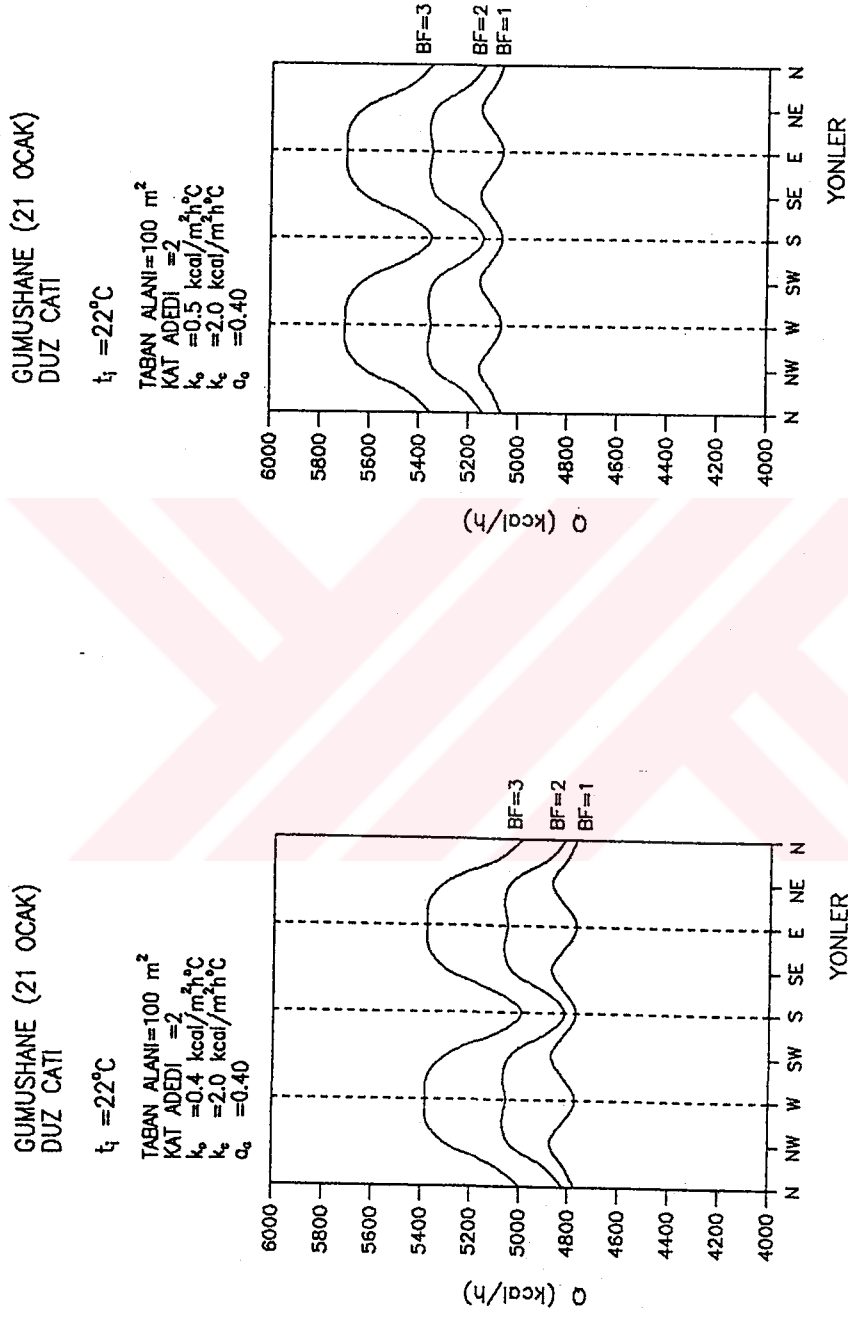
Şekil 6.31. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



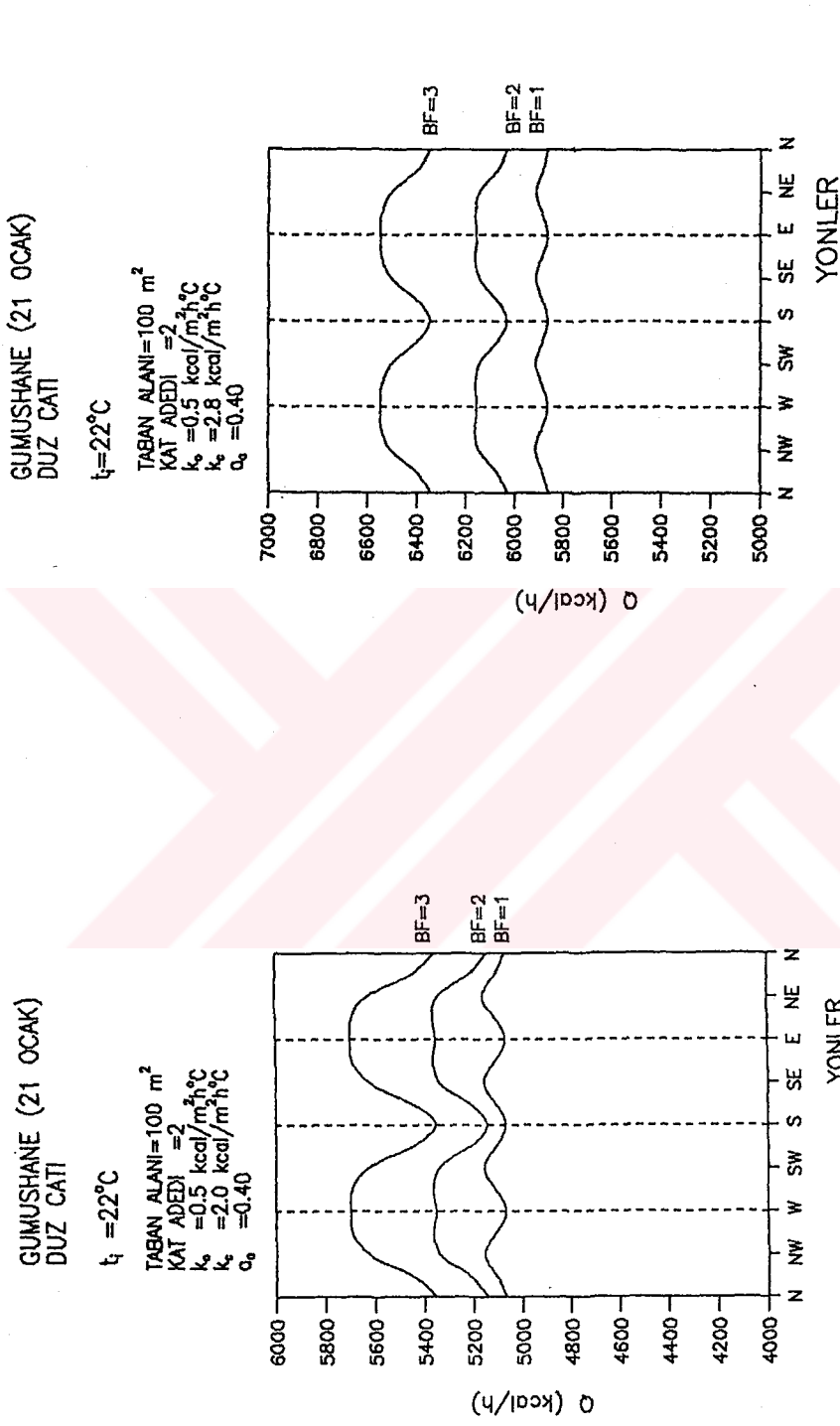
Şekil 6.32. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



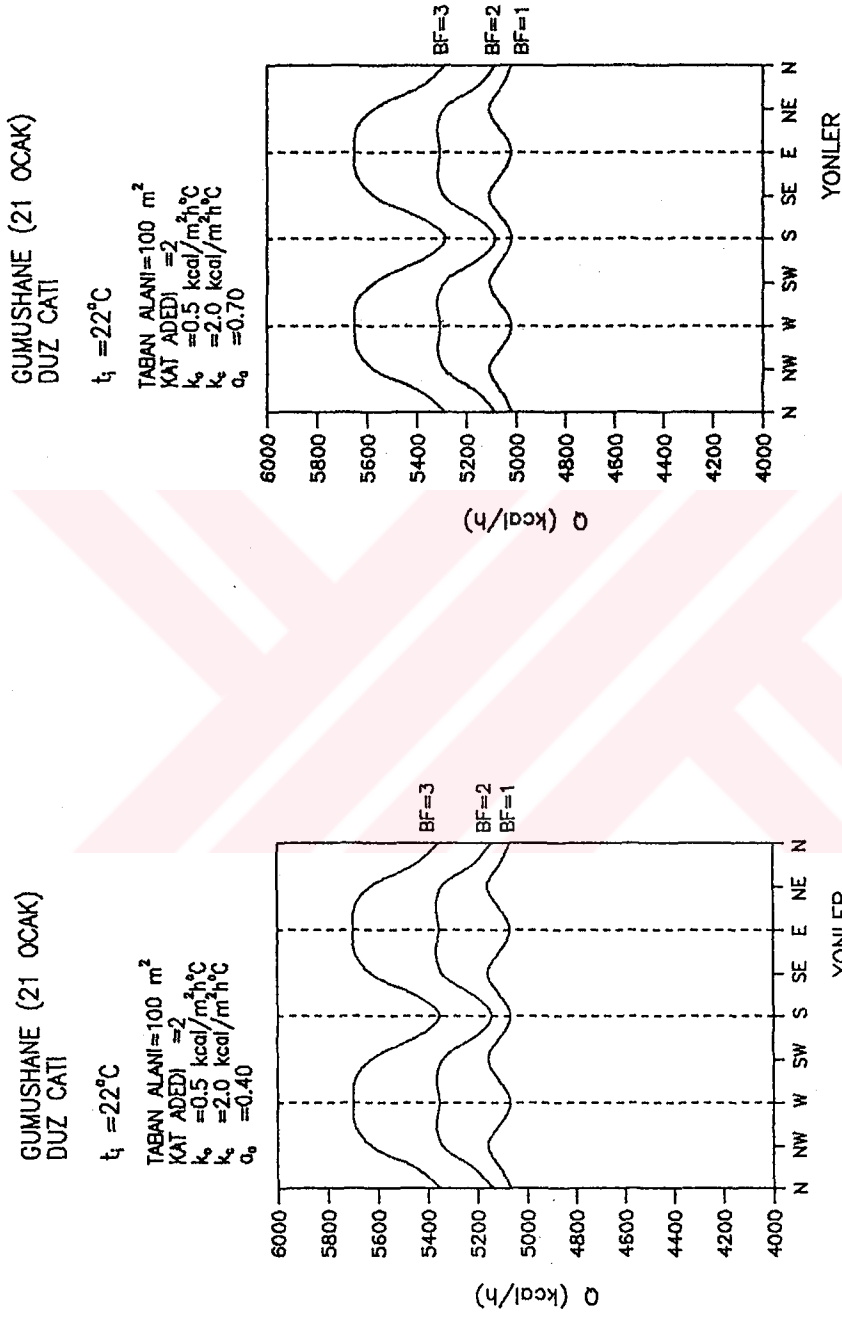
Şekil 6.33. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



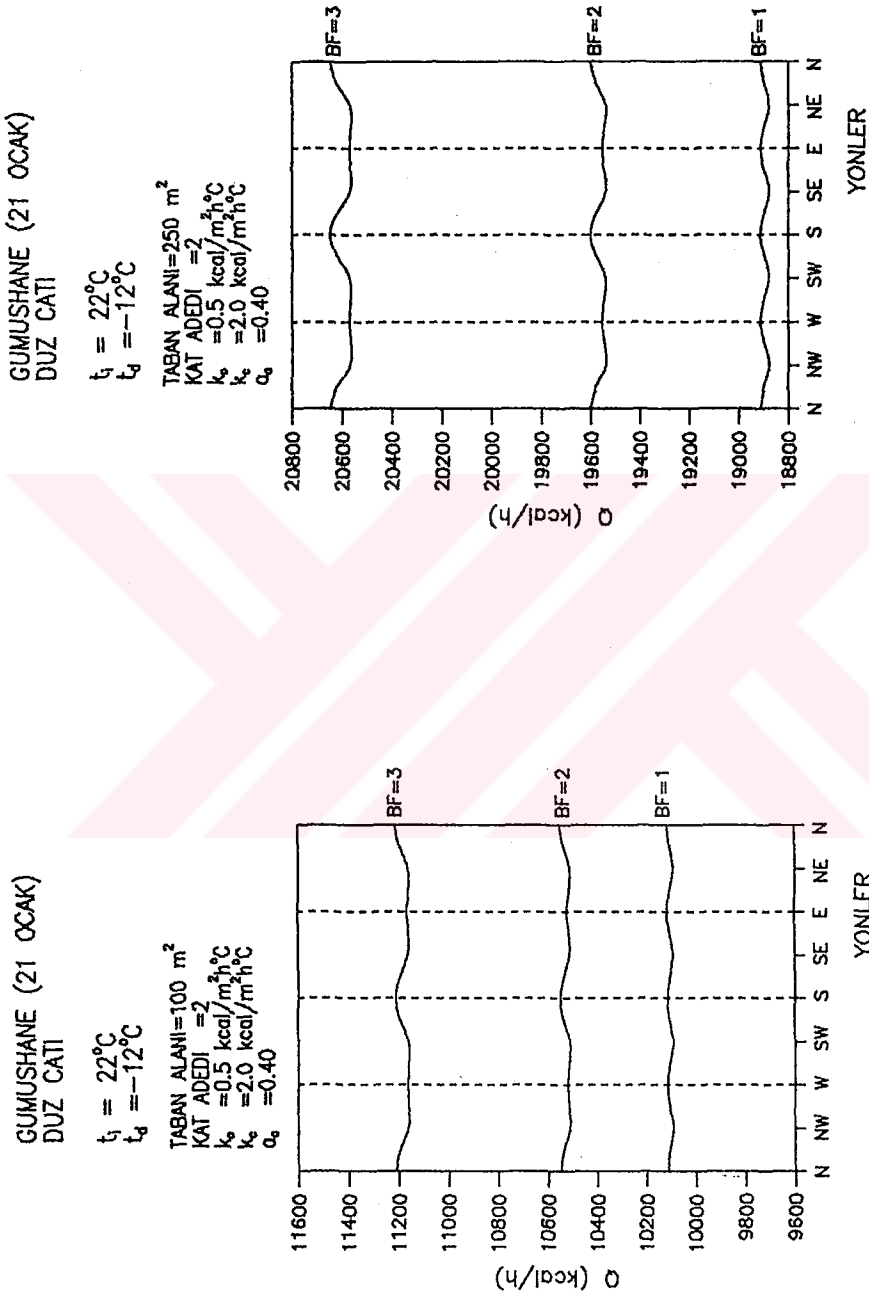
Şekil 6.34. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



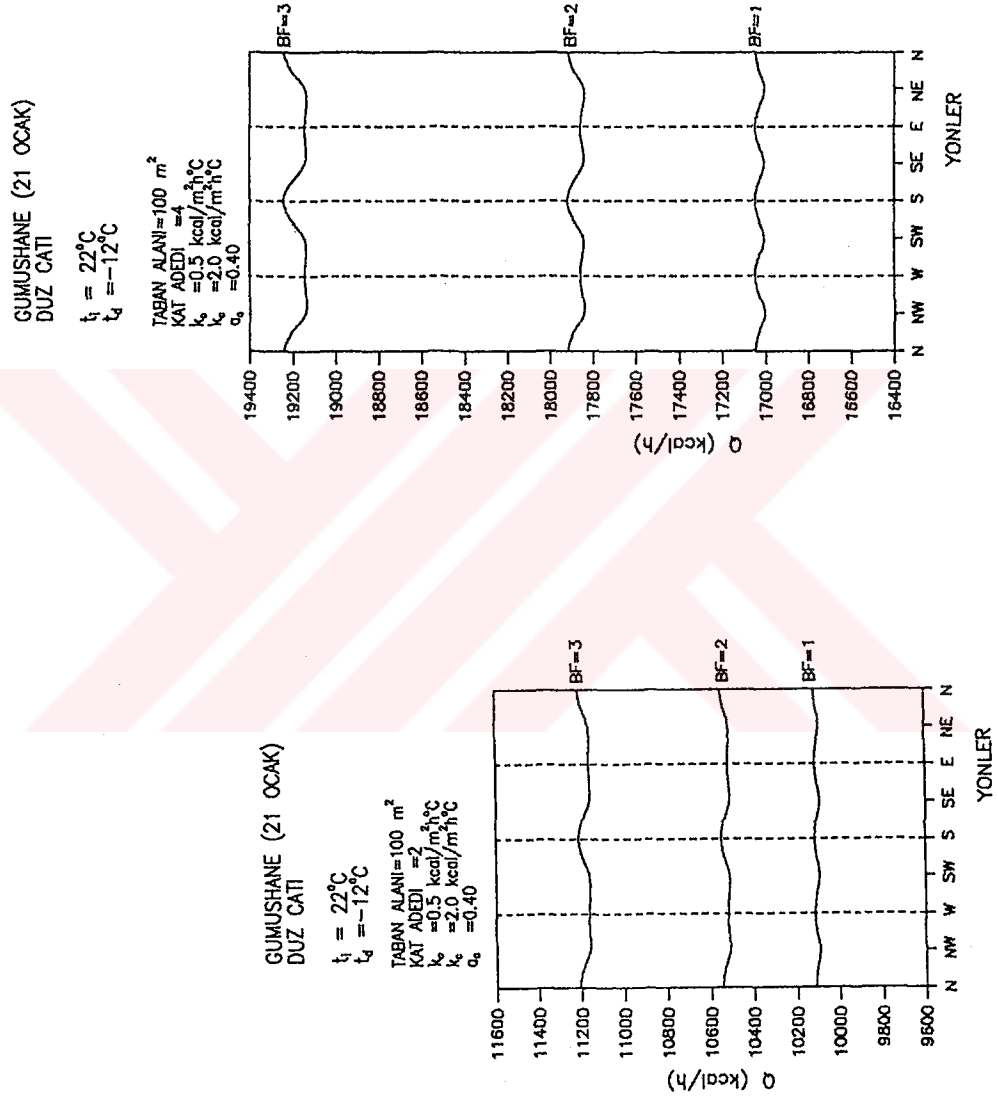
Şekil 6.35. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabağundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



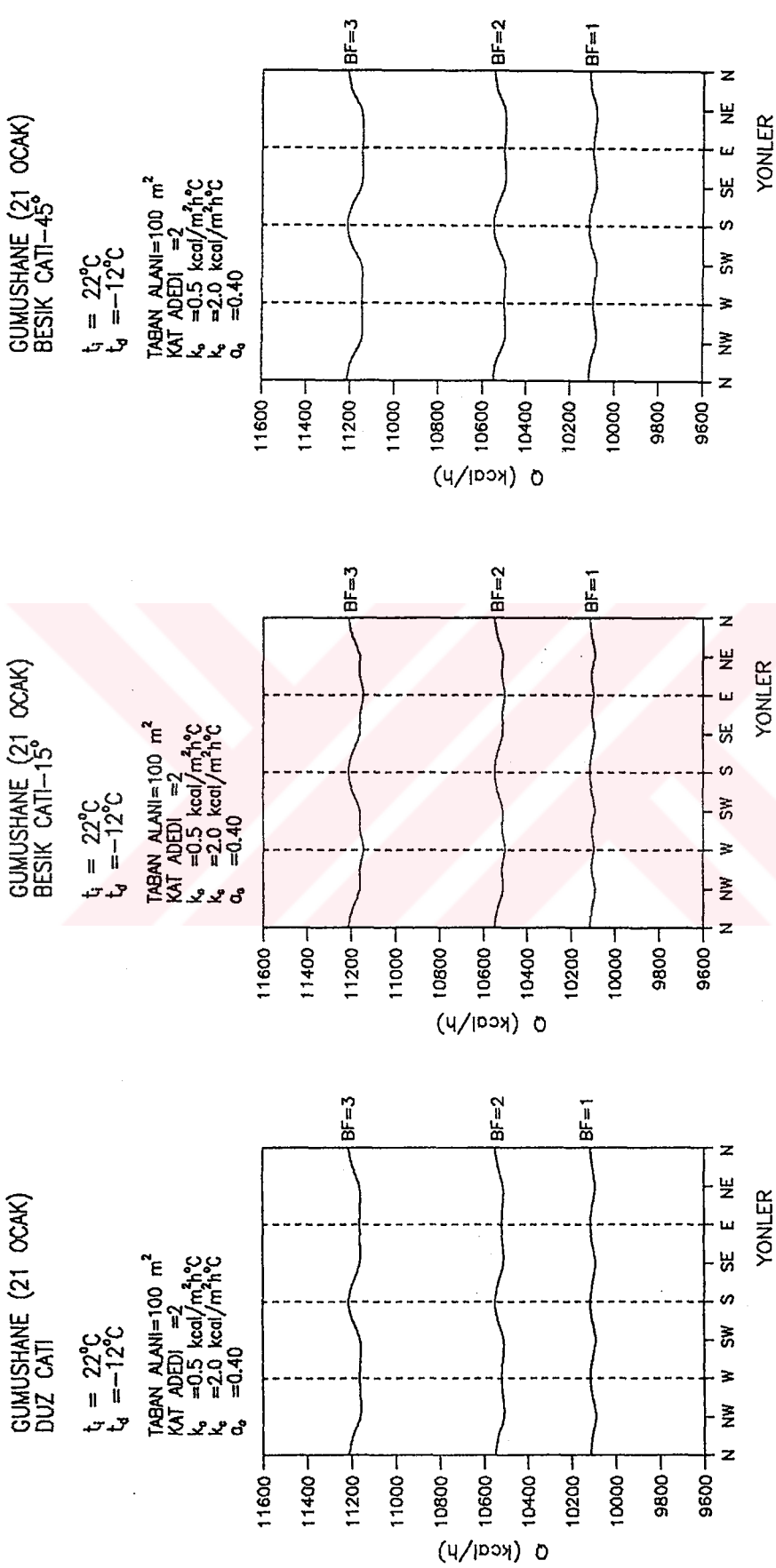
Şekil 6.36. Gerçek Atmosfer Koşullarında Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Günlük Ortalama Sol-Air Sıcaklıklar Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



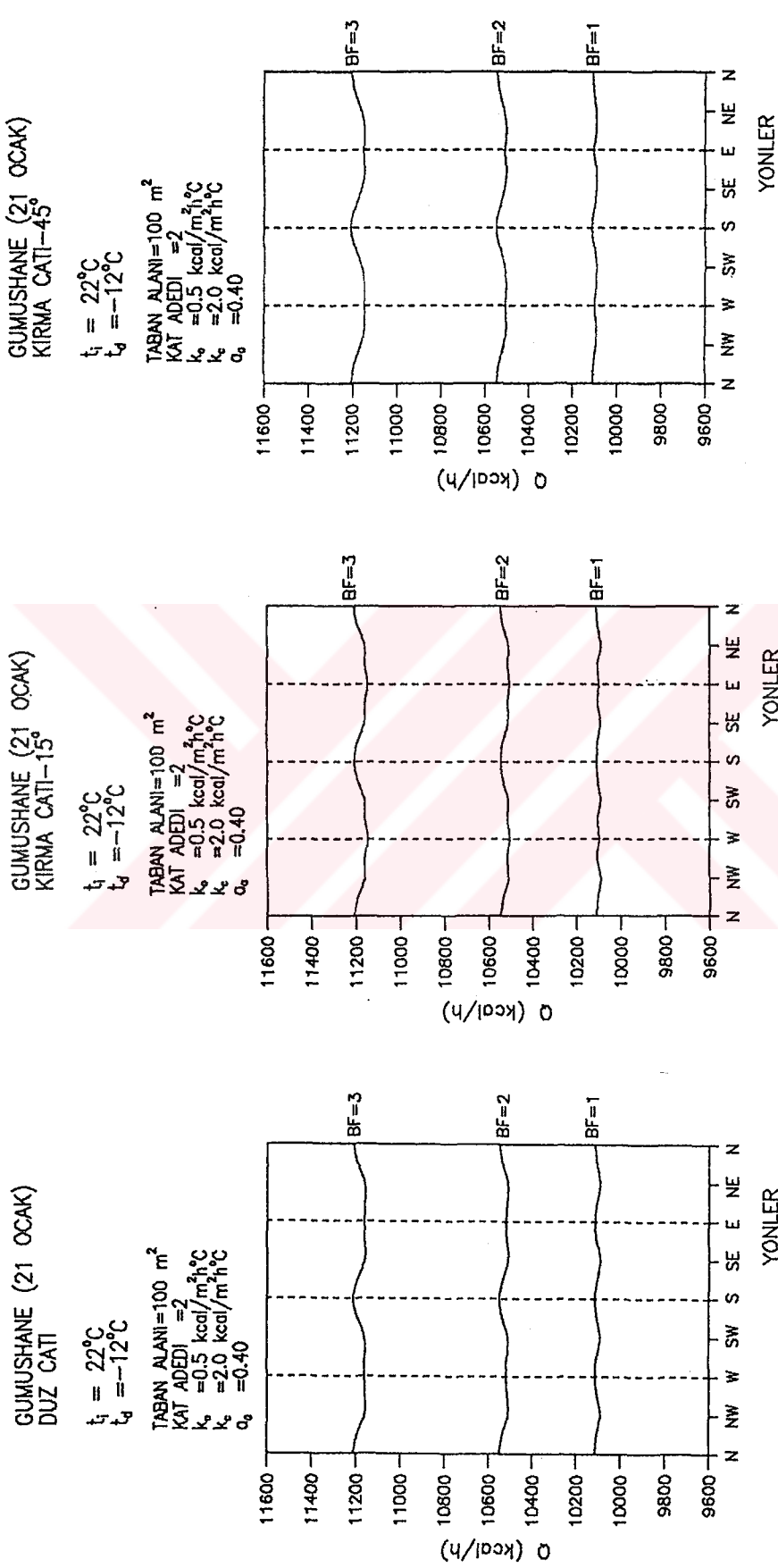
Şekil 6.37. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlendiği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



Şekil 6.38. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlediği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.



Şekil 6.39. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlediği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarı Değişimi.

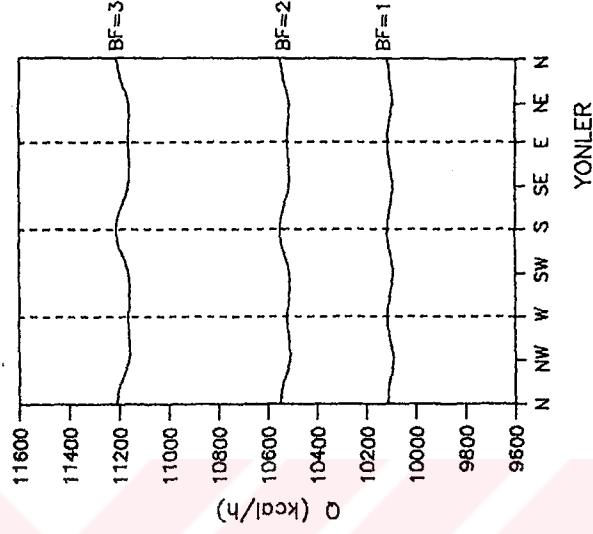


Şekil 6.40. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlediği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.

GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$$t_i = 22^{\circ}\text{C}$$
$$t_d = -12^{\circ}\text{C}$$

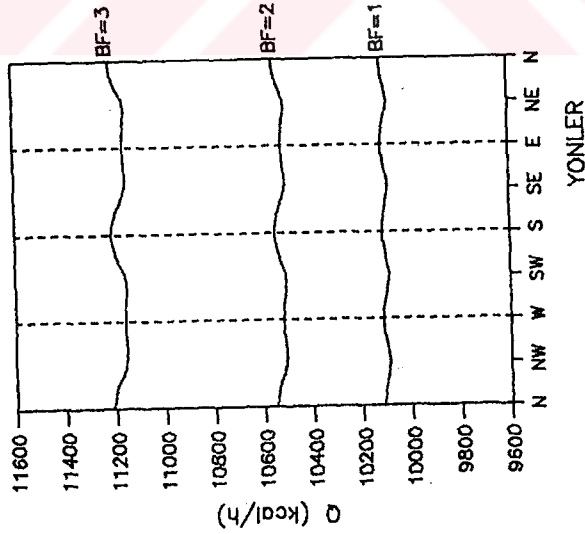
$$\text{TABAN ALANI} = 100 \text{ m}^2$$
$$\text{KAT ADEDI} = 2$$
$$k_o = 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$k_c = 2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$a_o = 0.40$$



GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$$t_i = 22^{\circ}\text{C}$$
$$t_d = -12^{\circ}\text{C}$$

$$\text{TABAN ALANI} = 100 \text{ m}^2$$
$$\text{KAT ADEDI} = 2$$
$$k_o = 0.4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$k_c = 2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$a_o = 0.40$$

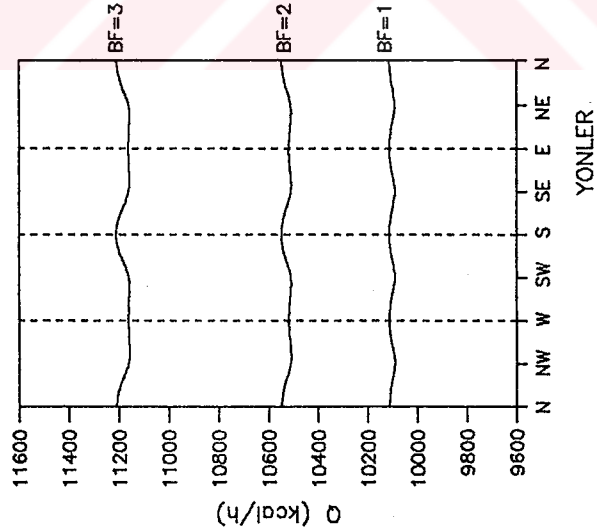


Şekil 6.41. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlendiği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.

GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$$t_i = 22^{\circ}\text{C}$$
$$t_d = -12^{\circ}\text{C}$$

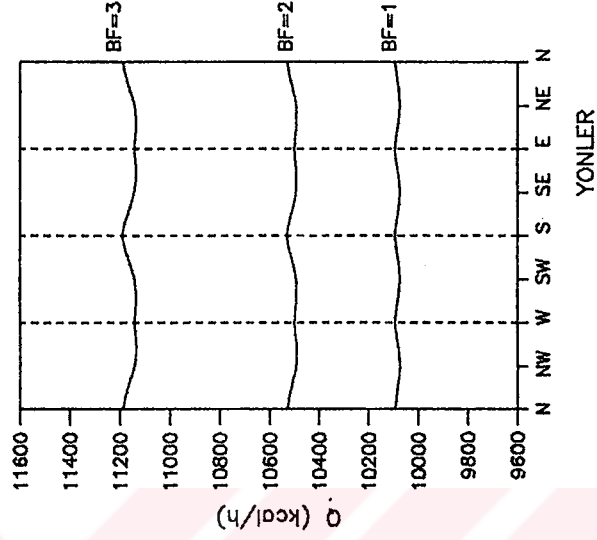
$$\text{TABAN ALANI} = 100 \text{ m}^2$$
$$\text{KAT ADEDI} = 2$$
$$k_e = 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$k_s = 2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$\alpha_g = 0.40$$



GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$$t_i = 22^{\circ}\text{C}$$
$$t_d = -12^{\circ}\text{C}$$

$$\text{TABAN ALANI} = 100 \text{ m}^2$$
$$\text{KAT ADEDI} = 2$$
$$k_e = 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$k_s = 2.8 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$
$$\alpha_g = 0.40$$

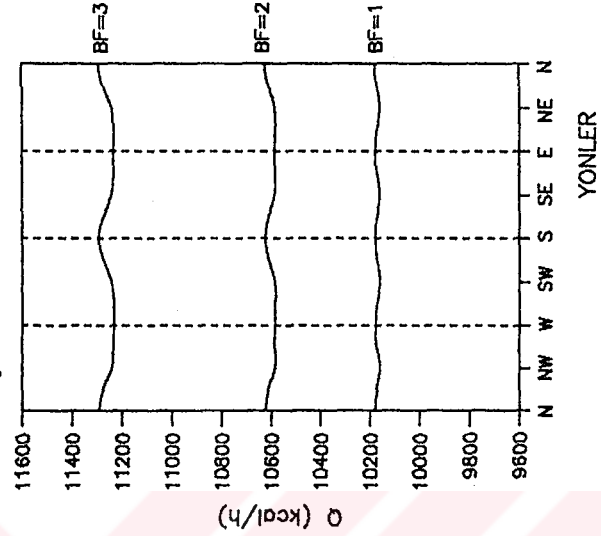


Şekil 6.42. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlediği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.

GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$t_i = 22^\circ\text{C}$
 $t_d = -12^\circ\text{C}$

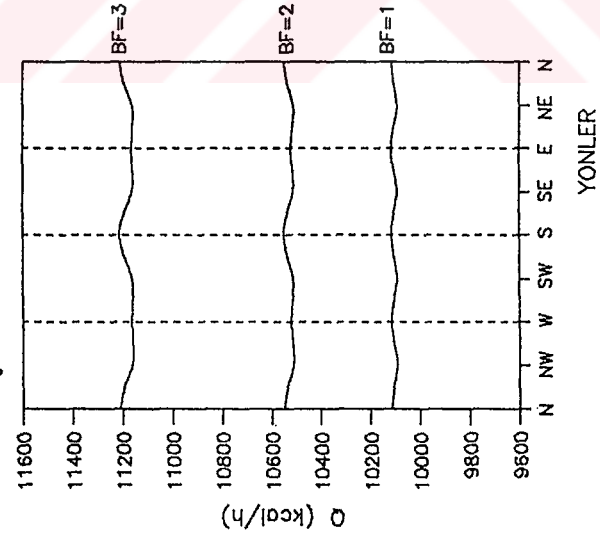
TABAN ALANI=100 m²
KAT ADEDI =2
 $k_w = 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
 $k_e = 2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
 $\alpha_e = 0.70$



GUMUSHANE (21 OCAK)
DUZ CATI

$t_i = 22^\circ\text{C}$
 $t_d = -12^\circ\text{C}$

TABAN ALANI=100 m²
KAT ADEDI =2
 $k_w = 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
 $k_e = 2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
 $\alpha_e = 0.40$



Şekil 6.43. Dış Hesap Sıcaklığı Olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın Yörelere Göre Belirlendiği Dış Hava Sıcaklıkları Alındığında Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları Değişimi.

- I- Taban alanı : 100 m² ve 250 m²
Kat adedi : 2
Çatı türü : Düz çatı
k₀ : 0.50 Kcal/m²h⁰C
k_c : 2.00 Kcal/m²h⁰C
a₀ : 0.40
Saydamlık oranı: Bu koşullarda (k₀= 0.50 Kcal/m²h⁰C, k_c= 2.00 Kcal/m²h⁰C, a₀= 0.40), farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranları (Tablo 6.5)

Yukarıda belirtilen bina alternatiflerinin ele alındığı koşullarda, BF= 2 ve BF= 3 olduğunda en az ısı kaybını sağlayan yönlendiriliş durumu, binalara ait uzun kenarların kuzey ve güney yönlerine bakmaları durumudur. BF= 1 olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda, minimum ısı kaybı oluşmaktadır. BF= 1'den BF= 3'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

Taban alanı 100 m² olarak ele alındığında, taban alanı 250 m²'ye göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır. Bunun nedeni, bina kabuğu alanının düşük olmasıdır (Şekil 6.30).

- II- Kat adedi : 2 ve 4
Taban alanı : 100 m²
Çatı türü : Düz çatı
k₀ : 0.50 Kcal/m²h⁰C
k_c : 2.00 Kcal/m²h⁰C
a₀ : 0.40
Saydamlık oranı: Bu koşullarda (k₀= 0.50 Kcal/m²h⁰C, k_c= 2.00 Kcal/m²h⁰C, a₀= 0.40), farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranları (Tablo 6.5).

Ele alınan bina alternatiflerinde, BF= 2 ve BF= 3 olduğunda en az ısı kaybını sağlayan yönlendiriliş durumu, binalara ait uzun kenarların N ve S yönlerine bakmaları durumudur. BF= 1 olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda, minimum ısı kaybı oluşmaktadır. BF= 1'den BF= 3'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

Kat adedi 2 alındığı durumlarda, kat adedinin 4 olarak alındığı durumlara göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır (Şekil 6.31).

III- Çatı türü	: Düz çatı, beşik çatı (15° ve 45° eğimli), kırma çatı (15° ve 45° eğimli)
Taban alanı	: 100 m^2
Kat adedi	: 2
k_o	: $0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$
k_c	: $2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$
a_o	: 0.40
Saydırlık oranı:	Bu koşullarda ($k_o = 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $a_o = 0.40$), farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydırlık oranları (Tablo 6.5).

Yukarıdaki bina alternatifleri ele alındığında, $BF = 2$ ve $BF = 3$ olduğu durumlarda en az ısı kaybına neden olan yönlendiriliş durumu binalara ait uzun kenarların N ve S yönlerine bakmaları durumudur. $BF = 1$ olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda oluşan ısı kaybı miktarları minimumdur. $BF = 1$ 'den $BF = 3$ 'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

Şekil 6.32 ve Şekil 6.33'den de görüldüğü gibi bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarlarının değişiminde çatı türü ve eğiminin rolü çok azdır. Bu nedenle çatı türü ve eğiminin getirdiği farklılık önemsenmeyebilir.

IV- k_o	: 0.40 ve $0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$
Taban alanı	: 100 m^2
Kat adedi	: 2
Çatı türü	: Düz çatı
k_c	: $2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$
a_o	: 0.40
Saydırlık oranı:	Bu koşullarda ($k_o = 0.40$ ve $0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $k_c = 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, $a_o = 0.40$) farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydırlık oranları (Tablo 6.5).

Ele alınan bina alternatiflerinde, $BF= 2$ ve $BF= 3$ olduğunda en az ısı kaybını sağlayan yönlendiriliş durumu, binalara ait uzun kenarların N ve S yönlerine bakmaları durumudur. $BF= 1$ olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda minimum ısı kaybı oluşmaktadır. $BF= 1$ 'den 3'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

$k_o= 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve buna bağlı saydamlık oranları, $k_o= 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve buna bağlı saydamlık oranlarına göre daha az ısı kaybına neden olmaktadır (Şekil 6.34).

V- k_c : 2.00 ve 2.80 $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Taban alanı : 100 m^2

Kat adedi : 2

Çatı türü : Düz çatı

k_o : 0.50 $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

a_o : 0.40

Saydamlık oranı: Bu koşullarda ($k_o= 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $k_c= 2.00$ ve $2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $a_o= 0.40$) farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranları (Tablo 6.5).

Yukarıdaki alternatifler ele alındığında, $BF= 2$ ve $BF= 3$ olduğu durumlarında en az ısı kaybına neden olan yönlendiriliş durumu, binalara ait uzun kenarların N ve S yönlerine bakmaları durumudur. $BF= 1$ olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda oluşan ısı kaybı miktarları minimumdur. $BF= 1$ 'den $BF= 3$ 'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

$k_c= 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olduğunda, $k_c= 2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olması durumuna göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır. Ayrıca $k_c= 2.80 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olarak alınan bina alternatifinde yönlendiriliş durumunun ısı kayıpları açısından getirdiği farklılık $k_c= 2.00 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ 'nin alındığı duruma göre daha azdır (Şekil 6.35).

VI- a_o : 0.40 ve 0.70

Taban alanı : 100 m^2

Kat adedi : 2

Çatı türü : Düz çatı

k_o	: 0.50 Kcal/m ² h°C
k_c	: 2.00 Kcal/m ² h°C
a_o	: 0.40

Saydamlık oranı: Bu koşullarda ($k_o = 0.50$ Kcal/m²h°C, $k_c = 2.00$ Kcal/m²h°C, $a_o = 0.40, 0.70$) farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranları (Tablo 6.5).

Yukarıda belirtilen bina alternatiflerinin ele alındığı koşullarda, BF= 2 ve BF= 3 olduğunda en az ısı kaybını sağlayan yönlendiriliş durumu, binalara ait uzun kenarların N ve S yönlerine bakmaları durumudur. BF= 1 olduğunda ise binalara ait cephelerin N, W, S ve E yönlerine bakmaları durumunda, minimum ısı kaybı oluşmaktadır. BF= 1' den BF= 3'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

$a_o = 0.70$ olduğunda $a_o = 0.40$ olması durumuna göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır (Şekil 6.36).

b) Dış hesap sıcaklığı olarak, Makina Mühendisleri Odası'nın yörelere göre belirlediği dış hava sıcaklıkları alındığında farklı bina alternatifleri (Bölüm 6.2.a'da belirtilen alternatifler) tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları açısından değerlendirilmiştir.

I no'lu bina alternatifleri: Binalar farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırıldığında ısı kaybı miktarlarına ait değişim yönlerine göre çok az farklılık göstermektedir. Bir başka deyişle, ısı kaybı miktarlarına ait salınım düşüktür. BF= 1'den BF= 3'e doğru gittikçe binaların ısı kayıpları artmaktadır.

Taban alanı 100 m² olduğunda, taban alanı 250 m² olması durumuna göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır. Bunun nedeni, bina kabuğu alanının daha az olmasıdır (Şekil 6.37).

II no'lu bina alternatifleri: Binaların farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırıldığı koşullarda oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklılık çok azdır. BF= 1'den BF= 3'e doğru gittikçe binaların ısı kayıpları artmaktadır.

Kat adedi 2 olarak ele alındığında, kat adedi 4 olması durumuna göre daha az ısı kaybı oluşmaktadır (Şekil 6.38).

III no'lu bina alternatifleri: Binalar farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırıldığında ısı kaybı miktarlarına ait değişim yönlerine göre çok az farklılık göstermektedir. $BF=1$ 'den $BF=3$ 'e doğru gittikçe binaların ısı kayıpları artmaktadır.

Binaların kaybettikleri ısı miktarlarının değişiminde çatı türü ve eğiminin rolü çok azdır. Bu nedenle çatı türü ve eğiminin getirdiği farklılık önemsenmeyebilir (Şekil 6.39-Şekil 6.40).

IV no'lu bina alternatifleri: Farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırılan binalarda oluşan ısı kaybı miktarlarına ait değişim yönlerine göre çok az farklılık göstermektedir. Isı kayıpları, $BF=1$ 'den $BF=3$ 'e doğru gittikçe artmaktadır.

$k_0=0.40$ Kcal/m²h°C, $k_0=0.50$ Kcal/m²h°C ve farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranlarının ele alınması durumlarında oluşan ısı kayıplarında çok az farklılık olmaktadır. Bu nedenle opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısının getirdiği farklılık önemsenmeyebilir (Şekil 6.41).

V no'lu bina alternatifleri: Binaların farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırıldığı koşullarda oluşan ısı kaybı miktarları arasındaki farklılık çok azdır. $BF=1$ 'den $BF=3$ 'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

$k_c=2.80$ Kcal/m²h°C ve $k_c=2.00$ Kcal/m²h°C olarak ele alındığında, oluşan ısı kayıpları arasında çok az farklılık vardır. Bu bakımdan pencere türünün getirdiği farklılık önemsenmeyebilir (Şekil 6.42).

VI no'lu bina alternatifleri: Binalar farklı yönlendiriliş durumlarına göre konumlandırıldığı taktirde ısı kaybı miktarlarına ait değişim yönlerine göre çok az farklılık göstermektedir. $BF=1$ 'den $BF=3$ 'e doğru gittikçe binalarda oluşan ısı kayıpları artmaktadır.

$a_0=0.40$ ve $a_0=0.70$ olarak ele alınması durumlarında, oluşan

ısı kaybı miktarları arasındaki farklılık çok azdır. Bu nedenle yutuculuğun getirdiği farklılık önemsenmeyebilir (Şekil 6.43).

Şekil 6.30-6.43'de yer alan grafik sistemlerin analizinden sonra varılan sonuçlar değerlendirildiğinde gerçek atmosfer koşullarında dış hesap sıcaklığı olarak, günlük ortalama sol-air sıcaklıklarının alınması durumu ile (Bölüm 6.2.a), dış hesap sıcaklığı olarak Makina Mühendisleri Odası'nın yörelere göre belirlediği dış hava sıcaklıklarının alınması durumu (Bölüm 6.2.b) arasında farklılıklar görülmüştür.

o Gerçek atmosfer koşulları için hesap yapıldığında, taban alanı ve bina yüksekliği sabit tutulduğu takdirde, ısı kayıplarının değişiminde; biçim faktörü, yönlendiriliş durumu ve bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin hepsinin de önemli ölçüde etkili olduğu görülmektedir.

Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemine göre ise, taban alanı ve bina yüksekliği sabit tutulduğunda, ısı kayıplarının değişiminde; tüm bina kabuğuna ait iki farklı kombinezonun ($k_0 = 0.40 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $k_0 = 0.50 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ve bu koşullarda farklı yönlendiriliş durumlarına göre gerekli olan saydamlık oranları) ele alınması durumunda da en baskın değişkenin formun bileşeni olarak belirtilen plandaki biçim faktörü olduğu görülmektedir. Yönlendiriliş durumu ve bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin, ısı kayıplarında getirdiği farklılığın ise çok düşük olduğu görülmektedir.

o Gerçek atmosfer koşulları için hesaplanan bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları açısından $BF = 1, 2$ ve 3 için belirlenen uygun yönlendiriliş durumları farklılık göstermemektedir. Ancak uygun yönlendiriliş durumları dışındaki yönlendiriliş durumları için biçim faktörüne göre değişiklik olabilmektedir.

Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yönteminde ise bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarlarının değişiminde yönlendiriliş durumunun getirdiği farklılık önemsenmeyecek düzeydedir.

o Her iki yöntemde de biçim faktörünün 1 olması durumunda, bina kabuğundan kaybedilen ısı miktarları minimumdur. $BF = 1$ 'den $BF = 3$ 'e doğru gittikçe ısı kayıpları artmaktadır.

Günümüzde Türkiye'de binalarda oluşan ısı kayıpları ve buna bağlı olarak ısıtma yükleri hesaplanırken Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı hesap yöntemi kullanılmaktadır. Makina Mühendisleri Odası'nın uyguladığı yöntem, güneş ışınımının ısıtıcı etkisini ihmal etmekte ve buna bağlı olarak yönlendiriliş durumu değişkeninin önemi gözardı etmektedir. Bu durumda en kötü koşula (gerçek koşullarda istenenden daha yüksek ısıtma yüküne) göre yapma ısıtma sistemleri dizaynlanmaktadır.

Ancak gerçek atmosfer koşullarında çeşitli bina alternatiflerini tanımlayan dizayn değişkenlerinin değişimine göre ısı kayıplarının değişimini görmek ve bu sonuçlara dayanılarak bina dizaynlamak, mimarlar için daha gerçekçi bir tutum olmaktadır.

6.3. UYGUN BİNA ARALIKLARI

Bina aralıklarının belirlenmesinde uygulanmak üzere 5.3 bölümünde açıklanan yöntem aşağıda verilen kabuller çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

o Gümüşhane'de ısıtmanın istendiği dönemin karakteristik günü olarak 21 Ocak alınmıştır.

o Gümüşhane 40°N enleminde yer almaktadır. Binaya ait cephelerin baktıkları yönler 22.5° aralıkla 16 yön olarak seçilmiştir. 40°N enleminde binaya ait cephelerin baktıkları yönlerle ve gün saatlerine bağlı olarak 21 Ocak'da geçerli olan profil açıları Tablo 5.3'de görülmektedir. Profil açıları ve buna bağlı olarak bina aralıkları hesaplanırken güneş saatleri kullanılır.

o Binanın önündeki zeminde oluşturduğu gölgeli alan derinlikleri,

- arazinin 0°, 8°, 16°, 24° ve 32° eğime sahip olması durumlarına göre,
- eğimli arazi koşullarında yamaç yönünün 16 farklı yöne baktığı durumlara göre

hesaplanmıştır.

o Bina aralıkları için uygun sınır değerlerin belirlenmesinde,

binaların ve yamacın her bir yönlendiriliş durumu için ve her bir yamaç eğimine göre analizi yapılmıştır.

o Binalara ait uzun cepheler yamaç doğrultusuna dik olarak alınmıştır. Dolayısıyla uzun cephelerden biri ile yamacın baktığı yönün aynı olduğu varsayılmıştır.

Bu kabuller esas alınarak yapılan hesaplamalar Ek.A'da yer alan Tablo A1-A18'de görülmektedir. Bu hesaplar doğrultusunda 40°N enlemi için, sınır gölgeli alan derinliklerinin ve bunlara bağlı olarak uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılabilecek gün saatleri, profil açıları ve cephelerin direkt güneş ışıınımı etkisinde kaldıkları saat aralıkları Tablo 5.4'den alınarak her bir yamaç doğrultusu için aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Yamacın N-S doğrultusunda olma durumunda, N-S doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 9:30'da güney yönü için belirlenen 25°'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazilerde yer alan binaların S cepheleri, saat 9:30-14:30 arası direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazilerde yer alan binaların N cephelerinde ise 21 Ocak'da direkt güneş ışıınımı etkisi yoktur (Tablo 5.4, Şekil 5.14). Şekil 5.14'den de görüldüğü gibi saat 9:30-14:30 arasında güney cephelerini etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğlilikleri yüksektir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön güney olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle güneye bakan yamaçlar, arazinin en rasyonel şekilde kullanımını sağlamaktadırlar (Tablo 6.6a-6.6b).

Tablo 6.6a. Isıtma Ekonomisi Açısından Uygun Bina Aralıkları.

ISITMA EKONOMİSİ AÇISINDAN UYGUN BİNA ARALIKLARI							CEPHELERİN DİREKT GÖNES İNİMLİ ETİD- SİNDE KALDIKLARI SAATLER:	
ENLEM: 40°							n: PROFİL AÇISI s: EGİM AÇISI	
YAMAC DOĞRULTUSU	YAMAC YÖNÜ	s=0°	s=8°	s=16°	s=24°	s=32°	s=0°	s=8°
							s=16°	s=24°
N-S	N						10:00-14:30	10:00-14:30
	S						10:00-14:30	10:00-14:30
NNW-SSE	NNW						10:00-14:30	10:00-14:30
	SSE						10:00-14:30	10:00-14:30
NW-SE	NW						10:00-14:30	10:00-14:30
	SE						10:00-14:30	10:00-14:30
WNW-ESE	WNW						10:00-14:30	10:00-14:30
	ESE						10:00-14:30	10:00-14:30

Tablo 6.6t. Isıtma Ekonomisi Açısından Uygun Bina Aralıkları.

ISITMA EKONOMİSİ AÇISINDAN UYGUN BİNA ARALIKLARI						n: PROFİL AÇISI s: EGİM AÇISI		CEPHELERİN DİREKT GÜNEŞ ISINIMI ETKİSİNDE KALDIKLARI SAATLER:				
ENLEM: 40°	YAMAC DÖĞRÜLTÜSÜ	s=0°	YAMAC YÖNÜ	s=8°	s=16°	s=24°	s=32°	s=0°	s=8°	s=16°	s=24°	s=32°
W-E	W		E					12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00
	E		W					12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00
WSW-ENE	WSW		ENE					11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00
	ENE		WSW					12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00
SW-NE	SW		NE					11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00
	NE		SW					12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00
SSW-NNE	SSW		NNE					11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00
	NNE		SSW					12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00

- Yamacın baktığı yön kuzey olarak alındığında ise binaların arka cepheleri güneye bakmaktadır. Arka cepheler, yamaç eğiminin (s),

- . $s \geq 25^\circ$ olması durumunda saat 9:30 ve 14:30'da,
- . $s \geq 27^\circ$ " " " 10:00 ve 14:00'de,
- . $s \geq 29^\circ$ " " " 11:00 ve 13:00'de,
- . $s \geq 30^\circ$ " " ise 12:00'de

güneş alamamaktadırlar. Ön cepheler, kuzeye baktıkları için 21 Ocak'da direkt güneş ışıınımı kazancı sözkonusu değildir.

Eğim 24° olduğunda, bina aralıklarının çok fazla olması nedeniyle arazinin rasyonel kullanımı söz konusu değildir.

Eğimin 32° olması durumunda ise, güney yönüne bakan arka cepheler hiç direkt güneş ışıınımı alamamaktadırlar. 16° , 24° ve 32° eğime sahip ve kuzey yönüne bakan yamaçlar, arsanın rasyonel kullanılmasını sağlayamadığı için yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın NNW-SSE doğrultusunda olması durumunda, NNW-SSE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 10:00'da SSE yönü için belirlenen 24° 'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların SSE cepheleri, saat 10:00-16:00 arası direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların NNW cephelerinde ise 21 Ocak'da, direkt güneş ışıınımı etkisi yoktur (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Şekil 5.14'den de görüldüğü gibi, saat 10:00-11:00 arasında SSE cephelerini etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğinlikleri maksimum değerine ulaşmaktadır. 8. ve 9. saatlerdeki direkt güneş ışıınımı yeğinliklerinin yüksek olmasına rağmen imkan verdiği bina aralıkları çok fazla çıktığından bu saatler ihmal edilebilir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön SSE olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle SSE'ye bakan yamaçlar, arazinin rasyonel şekilde kullanımına imkan vermektedir (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön NNW olarak alındığında ise, binaların arka cepheleri SSE yönüne bakmaktadır. Arka cepheler yamaç eğiminin (s),

. $s \geq 24^0$ olması durumunda 10. saatte,

. $s \geq 29^0$ " " 11. "

. $s \geq 32^0$ " " 12. "

güneş alamamaktadırlar. Ön cepheler , NNW yönüne baktıkları için 21 Ocak'da direkt güneş ışıını kazanıcı söz konusu değildir.

Eğimin 24^0 ve 32^0 olması durumunda saat 10:00'da alınan 24^0 'lik profil açısına göre arka cepheler o saatte hiç direkt güneş ışıını almamaktadırlar. Eğim 24^0 olduğunda, arka cepheler (SSE cepheleri) saat 11:00-16:00 arasında, eğim 32^0 olduğunda ise saat 13:00-16:00 arasında direkt güneş ışıını etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16^0 , 24^0 ve 32^0 eğimli arazilerde NNW yönüne bakan yamaçlar, arsanın rasyonel kullanılmasını sağlayamadığı için yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın NW-SE doğrultusunda olması durumunda, NW-SE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 10:00'da SE yönü için belirlenen 24^0 'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların SE cepheleri saat 10:00-15:00 arası direkt güneş ışıını etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların NW cephelerinde ise 21 Ocak'da yalnızca 16. saatte direkt güneş ışımasını etkisi vardır (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Ve bu saatte NW yönüne bakan cepheler için belirlenen profil açısı 38° ($38^{\circ} > 24^{\circ}$) olduğundan NW cepheleri bir saat (16. saatte) direkt güneş ışımasını etkisi altında kalmaktadırlar.

Şekil 5.14'den de görüleceği gibi, SE yönünde direkt güneş ışımasını yeğlinliği saat 9:00'da maksimum değere ulaşmaktadır. Ancak bu saatte SE yönündeki profil açısı 17° olduğundan bina aralıklarının çok fazla tutulmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır. Bu durum, arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun değildir. Buna karşılık SE yönüne bakan cepheleri etkileyen 10., 11. ve 12. saatlerdeki güneş ışımasını yeğlilikleri de oldukça yüksektir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön SE olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle SE yönüne bakan yamaçlar, arazinin büyük ölçüde rasyonel olarak kullanımını sağlamaktadırlar (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön NW olarak alındığında ise binaların arka cepheleri SE yönüne bakmaktadırlar. Arka cepheler, yamaç eğiminin (s);

- . $s \geq 24^{\circ}$ olması durumunda 10. saatte,
- . $s \geq 32^{\circ}$ " " ise 11. saatte

direkt güneş ışımasını etkisi altında kalamamaktadırlar. Ön cepheler (NW cepheleri) ise yalnızca 16. saatte ($38^{\circ} > 24^{\circ}$ olduğu için) direkt güneş ışımasını etkisinde kalmaktadırlar.

Eğimin 24° ve 32° olması durumunda saat 10:00'da alınan 24° 'lik profil açısına göre arka cepheler (SE cepheleri) hiç direkt güneş ışımasını almamaktadırlar. Eğim 24° olduğunda arka cepheler saat 11:00-15:00 arasında, eğim 32° olduğunda ise saat 12:00-15:00 arasında direkt güneş ışımasını etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16°, 24° ve 32° eğimli arazilerde NW yönüne bakan yamaçlar arazinin rasyonel kullanımını sağlayamadığı için yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın WNW-ESE doğrultusunda olma durumunda, WNW-ESE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 9:30'da ESE yönü için belirlenen 24°'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların ESE cepheleri, saat 9:30-13:00 arası direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların WNW cephelerinde ise 21 Ocak'da 14., 15. ve 16. saatlerde direkt güneş ışıınımı etkisi vardır. Ve bu saatlerdeki profil açılarından, 14. ve 15. saatlerdeki profil açıları 72° ve 40° ($72^\circ > 24^\circ$ ve $40^\circ > 24^\circ$) olduğundan WNW cepheleeri iki saat (14. ve 15. saatler) direkt güneş ışıınımı etkisi altında kalmaktadırlar (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Şekil 5.14'den de görüleceği gibi ESE yönünde direkt güneş ışıınımı yeğlinliği 8. saatte maksimum değerine ulaşmaktadır. Ancak bu saatte ESE yönündeki profil açısı 8° olduğundan bina aralıklarının çok fazla tutulmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır. Bu durum, arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun değildir. Buna karşılık, ESE yönüne bakan cepheleri etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğinlikleri saat 9:30, 10:00 ve 11:00'de de oldukça yüksektir. WNW yönünde ise saat 14:00 ve 15:00'deki direkt güneş ışıınımı yeğinlikleri, bu yöne bakan cepheleri etkilemektedir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön ESE olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Buna ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle ESE yönüne bakan yamaçlar, arazinin büyük ölçüde rasyonel olarak kullanımını sağlamaktadırlar (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön WNW olarak alındığında ise binaların arka cepheleri ESE yönüne bakmaktadırlar. Arka cepheler, yamaç eğiminin (s),

. $s \geq 24^\circ$ olması durumunda saat 9:30'da,

. $s \geq 29^\circ$ olması durumunda saat 10:00'da

güneş alamamaktadırlar. Ön cepheler (WNW yönüne bakan cepheler) ise 14. ve 15. saatlerde direkt güneş ışıını etkisinde kalmaktadırlar ($72^\circ > 24^\circ$ ve $40^\circ > 24^\circ$ olduğu için).

Eğimin 24° ve 32° olması durumunda, arka cepheler (ESE cepheleri), saat 9:30'daki 24° 'lik profil açısına göre hiç direkt güneş ışıını almamaktadırlar. Eğim 24° olduğunda arka cepheler saat 10:00-13:00, eğim 32° olduğunda ise saat 11:00-13:00 arasında direkt güneş ışıını etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16° , 24° ve 32° eğime sahip arazilerde WNW yönüne bakan yamaçlar, arsanın rasyonel kullanımı açısından yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın W-E doğrultusunda olması durumunda, W-E doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde 21 Ocak için saat 9:00'da E yönü için belirlenen 24° 'lik profil açısı, saat 15:00'de ise W yönü için belirlenen 24° 'lik profil açısı kullanılmalıdır. Bu profil açıları kullanılırken binalara ait cepheleri etkileyen direkt güneş ışıını etkisi her iki cephede de eşit miktarda (W ve E cepheleri) olduğu için saat 9:00 ve 15:00'deki profil açılarının imkan verdiği bina aralıklarına bakılarak gölgeli alan derinliğinin fazla olduğu saat seçilir. Bu şekilde belirlenen bina aralıkları uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazilerde yer alan binaların E cepheleri, saat 9:00-12:00 arası, W cepheleri ise saat 12:00-15:00 arası direkt güneş ışıını etkisi altında kalmaktadırlar (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Şekil 5.14'den de görüldüğü gibi, E yönünde direkt güneş ışıını yeğinliği saat 8:00'de maksimum değerine ulaşmaktadır. Ancak bu saatte E yönündeki profil açısı 10° olduğundan bina aralıklarının çok fazla olmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır.

Bu durum arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun değildir. Buna karşılık E yönüne bakan cepheleri etkileyen 9., 10. ve 11. saatlerdeki güneş ışımasını yeğlilikleri de yüksektir.

E yönüne karşıt olan W yönünde ise direkt güneş ışımasını yeğliliği saat 16:00'da maksimum değerine ulaşmaktadır. Ancak bu saatte W yönündeki profil açısı 10^0 olduğundan bina aralıklarının çok fazla olmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır. Bu durum arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun olmadığı için saat 15:00'deki profil açısı kullanılır. W yönünü etkileyen direkt güneş ışımasını yeğlilikleri 13., 14. ve 15. saatlerde de oldukça yüksektir.

b) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön E veya W olarak alındığında a maddesinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının da arttığı görülmektedir (Tablo 6.6a-6.6b). Her iki konumda da cepheler (E ve W cepheleri), yamaç eğiminin (s);

. $s \geq 24^0$ olması durumunda E yönünde saat 9:00'da, W yönünde ise saat 15:00'de,

. $s \geq 32^0$ olması durumunda E yönünde saat 9:30'da, W yönünde ise saat 14:30'da direkt güneş ışımasını almamaktadırlar.

Eğimin 24^0 ve 32^0 olması durumunda E yönüne bakan cepheler saat 10:00-12:00 arasında, W yönüne bakan cepheler ise saat 12:00-14:00 arasında direkt güneş ışımasını etkisi altında kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16^0 , 24^0 ve 32^0 eğimli arazilerde E ve W yönüne bakan yamaçlar arsanın rasyonel kullanımı açısından yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın WSW-ENE doğrultusunda olma durumunda, WSW-ENE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde 21 Ocak için saat 14:30'da WSW yönü için belirlenen 24^0 'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların WSW cepheleri, saat 11:00-14:30 arası direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların ENE cephelerinde ise 21 Ocak'da 8., 9. ve 10. saatlerde direkt güneş ışıınımı etkisi vardır (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Ve bu saatlerdeki profil açılarından 9. ve 10. saatlerdeki profil açıları 40° ve 72° ($40^{\circ} > 24^{\circ}$ ve $72^{\circ} > 24^{\circ}$) olduğundan ENE cepheleri iki saat (9. ve 10. saatlerde) direkt güneş ışıınımı etkisi altında kalmaktadırlar.

Şekil 5.14'den de görüleceği gibi WSW yönünde direkt güneş ışıınımı yeğlinliği 16. saatte maksimum değerine ulaşmaktadır. Ancak bu saatte WSW yönündeki profil açısı 8° olduğundan bina aralıklarının çok fazla tutulmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır. Bu durum, arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun değildir. Buna karşılık, WSW yönüne bakan cepheleri etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğinlikleri saat 13:00, 14:00 ve 14:30'da da oldukça yüksektir. ENE yönünde ise saat 9:00 ve 10:00'daki direkt güneş ışıınımı yeğinlikleri, bu yöne bakan cepheleri etkilemektedir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön WSW olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle WSW yönüne bakan yamaçlar, arazinin büyük ölçüde rasyonel olarak kullanımını sağlamaktadırlar (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön ENE olarak alındığında ise binaların arka cepheleri WSW yönüne bakmaktadır. Arka cepheler, yamaç eğiminin (s),

. $s \geq 24^{\circ}$ olması durumunda saat 14:30'da,

. $s \geq 29^{\circ}$ olması durumunda saat 14:00'de

güneş alamamaktadırlar. Ön cepheler (ENE yönüne bakan cepheler) ise

9. ve 10. saatlerde direkt güneş ışıını etkisinde kalmaktadırlar ($40^{\circ} > 24^{\circ}$ ve $72^{\circ} > 24^{\circ}$ olduğu için).

Eğimin 24° ve 32° olması durumunda ise, arka cepheler (WSW cepheleri), saat 14:30'daki 24° 'lik profil açısına göre saat 14:30'da hiç direkt güneş ışıını almamaktadırlar. Eğim 24° olduğunda arka cepheler saat 11:00-14:00, eğim 32° olduğunda ise saat 11:00-13:00 arasında direkt güneş ışıını etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16° , 24° ve 32° eğimli arazilerde ENE yönüne bakan yamaçlar arsanın rasyonel kullanımı açısından yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın SW-NE doğrultusunda olması durumunda, SW-NE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 14:00'de SW yönü için belirlenen 24° 'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların SW cepheleri saat 9:00-14:00 arası direkt güneş ışıını etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların NE cephelerinde ise 21 Ocak'da yalnızca 8. saatte direkt güneş ışıını etkisi vardır. Ve bu saatte NE yönüne bakan cepheler için belirlenen profil açısı 38° ($38^{\circ} > 24^{\circ}$) olduğundan NE cepheleri bir saat (8. saatte) direkt güneş ışıını etkisi altında kalmaktadırlar (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Şekil 5.14'den de görüleceği gibi, SW yönünde direkt güneş ışıını yeğlinliği saat 15:00'de maksimum değere ulaşmaktadır. Ancak bu saatte SW yönündeki profil açısı 17° olduğundan bina aralıklarının çok fazla tutulmasını gerektiren gölgeli alan derinlikleri oluşmaktadır. Bu durum, arazinin rasyonel kullanımı açısından uygun değildir. Buna karşılık SW yönüne bakan cepheleri etkileyen 12., 13. ve 14. saatlerdeki direkt güneş ışıını yeğlilikleri de oldukça yüksektir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön SW olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle SW yönüne bakan yamaçlar, arazinin büyük ölçüde rasyonel olarak kullanımını sağlamaktadırlar (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön NE olarak alındığında ise binaların arka cepheleri SW yönüne bakmaktadır. Arka cepheler, yamaç eğiminin (s);

- . $s \geq 24^{\circ}$ olması durumunda 14. saatte,
- . $s \geq 32^{\circ}$ olması durumunda ise 13. saatte

direkt güneş ışımasını etkisi altında kalamamaktadırlar. Ön cepheler (NE cepheleri) ise yalnızca 8. saatte ($38^{\circ} > 24^{\circ}$ olduğu için) direkt güneş ışımasını etkisinde kalmaktadırlar.

Eğimin 24° ve 32° olması durumunda saat 14:00'de alınan 24° 'lik profil açısına göre arka cepheler (SW cepheleri) hiç direkt güneş ışımasını almamaktadırlar. Eğim 24° olduğunda arka cepheler saat 9:00-13:00 arasında, eğim 32° olduğunda ise saat 9:00-12:00 arasında direkt güneş ışımasını etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkan verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16° , 24° ve 32° eğimli arazilerde NE yönüne bakan yamaçlar, arsanın rasyonel kullanılmasını sağlayamadığı için, yerleşmeye uygun değildirler.

- Yamacın SSW-NNE doğrultusunda olması durumunda, SSW-NNE doğrultusundaki gölgeli alan derinliklerinin ve buna bağlı olarak, bina aralıklarının belirlenmesinde, 21 Ocak için saat 14:00'de SSW yönü için belirlenen 24° 'lik profil açısı kullanılmalıdır.

Bu profil açısına dayandırılan aralıklar uygulandığında;

a) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların SSW cepheleri, saat 8:00-14:00 arası direkt güneş ışımasını etkisi altındadırlar.

b) Eğimli ve düz arazide yer alan binaların NNE cephelerinde ise 21 Ocak'da direkt güneş ışıınımı etkisi yoktur (Tablo 5.4, Şekil 5.14).

Şekil 5.14'den de görüldüğü gibi saat 13:00-14:00 arasında SSW cephelerini etkileyen direkt güneş ışıınımı yeğınlıkleri maksimum değere ulaşmaktadır. 15. ve 16. saatlerdeki direkt güneş ışıınımı yeğınlıklerinin yüksek olmasına rağmen imkân verdiği bina aralıkları çok fazla olduğundan, bu saatlerdeki direkt güneş ışıınımı yeğınlıkleri ihmal edilir.

c) Arazinin eğimli olması durumunda;

- Yamacın baktığı yön SSW olarak alındığında a ve b maddelerinde belirtilen durumlar geçerlidir. Bunlara ek olarak, arazinin eğimi arttıkça uygun bina aralıklarının azaldığı görülmektedir. Bu nedenle SSW yönüne bakan yamaçlar, arazinin rasyonel şekilde kullanımına imkân vermektedir (Tablo 6.6a-6.6b).

- Yamacın baktığı yön NNE olarak alındığında ise binaların arka cepheleri SSW yönüne bakmaktadırlar. Arka cepheler yamaç eğiminin (s);

- . $s \geq 24^{\circ}$ olması durumunda 14. saatte,
- . $s \geq 29^{\circ}$ olması durumunda 13. saatte,
- . $s \geq 32^{\circ}$ olması durumunda 12. saatte

güneş alamamaktadırlar. Ön cepheler, NNE yönüne baktıkları için 21 Ocak'da direkt güneş ışıınımı kazancı söz konusu değildir.

Eğimin 24° ve 32° olması durumunda saat 14:00'de alınan 24° 'lik profil açısına göre, arka cepheler (SSW cepheleri) saat 14:00'de hiç direkt güneş ışıınımı almamaktadırlar. Eğim 24° olduğunda arka cepheler saat 8:00-13:00 arasında, eğim 32° olduğunda ise saat 8:00-11:00 arasında direkt güneş ışıınımı etkisinde kalmaktadırlar. Ancak bu saatlerdeki profil açılarının imkân verdiği uygun bina aralıkları çok fazla olmaktadır.

16° , 24° ve 32° eğimli arazilerde NNE yönüne bakan yamaçlar, yerleşmeye uygun değildir.

Yukarıdaki açıklamalar doğrultusunda ele alınan saatteki profil açısına göre belirlenen bina aralıkları için binaların zemin katlarında; yamacın baktığı yön,

E, ENE olduğunda saat 8:00'de,
ESE olduğunda saat 8:00, 9:00'da,
SE, SSE olduğunda saat 8:00, 9:00, 9:30'da,
S olduğunda saat 8:00, 9:00, 15:00 ve 16:00'da,
SSW, SW olduğunda saat 14:30, 15:00 ve 16:00'da,
WSW olduğunda saat 15:00 ve 16:00'da,
W, WNW olduğunda saat 16:00'da

direkt güneş ışıınımı etkisi yoktur. Ancak üst katlarda günün tüm saatlerinde direkt güneş ışıınımı kazancı söz konusudur. Bu nedenle binaların zemin katlarında kabuk elemanı belirlenirken gölgede kalan cephe elemanları için uygulanan toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinezonları kullanılmalıdır.

- Yamacın baktığı yönün, E, ENE, NE, NNE, N, NNW, NW, WNW, W olduğu durumlarda binalara ait cephe yüksekliğinin az olduğu cepheler (arka cepheler), direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar. Ayrıca bu yönlere bakan yamaçlar 16° , 24° ve 32° eğimlerde arazinin rasyonel kullanımı açısından yerleşmeye uygun değildir.

- Yamacın baktığı yönün ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW olduğu durumlarda binalara ait cephe yüksekliğinin fazla olduğu cepheler (ön cepheler), direkt güneş ışıınımı etkisi altındadırlar. Ayrıca bu yönlere bakan yamaçlar, tüm eğimlerde arazinin rasyonel kullanımına imkan vermektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Isıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumuna bağlı olarak Gümüşhane yöresi için bina kabuğu termofiziksel özellikleri, yönlendiriliş durumu, bina formu ve bina aralıklarına ait uygun değerler kombinezonları, açıklanan yöntemlere göre belirlenmişlerdir.

Giriş bölümünde belirtilen amaca yönelik olarak, bu çalışmada hazırlanan grafik sistemler ve tablolar, dizayn değişkenleri için uygun değerler kombinezonlarını içermektedirler. Söz konusu grafik sistemler, mimara yapma çevreye ilişkin dizayn değişkenlerine ait uygun değerlerin seçiminde büyük esneklik sağlamaktadır. Şöyle ki;

Bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde binanın yönlendiriliş durumu büyük önem taşır. Binanın yönlendiriliş durumu için fazla seçeneğin olmaması koşulunda, binaya ait cephelerin baktıkları yönler de sınırlıdır. Ancak yine de tek bir yönlendiriliş durumuna ait birden fazla kabuk alternatifi söz konusudur. Binanın yönlendiriliş durumu için fazla seçeneğin olması koşulunda ise, her yönlendiriliş durumu için farklı kabuk alternatiflerini uygulamak mümkündür.

Bina kabuğu termofiziksel özelliklerine bağlı olarak uygun yönlendiriliş durumu ve bina formu kombinezonlarının belirlenmesinde, tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları değişim grafikleri kullanılmaktadır. Bu grafik sistemler, dizayn sürecinde mimara; yönlendiriliş durumu, biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü ve eğimi gibi dizayn değişkenlerinin ısı kayıplarında meydana getirdikleri farklılıklara dayanılarak, söz konusu dizayn değişkenleri değerlerine ilişkin doğru karar vermesinde ve arsa koşullarının olanaklı kılacağı yönlendiriliş durumu alternatiflerinden en az ısı kaybına neden olabilecek alternatifin seçiminde yol gösterici olacaktır.

Bina aralıklarına ait uygun değerlerin belirlenmesinde, binaya ait cephelerin baktıkları yönler, arazinin baktığı yön, arazinin eğimi ve bina yüksekliği önem kazanır. Hazırlanan tablolar ve şekiller yardımıyla mimarın arsa koşullarının beraberinde getirdiği yönlendirilmiş durumu ve eğime göre ısıtma ekonomisi ve insan sağlığı açısından uygun bina aralıklarını seçmek mümkündür.

Yapılan çalışmada, bilimsel bir yaklaşımla mimara ele alınan dizayn değişkenlerinin binaların ısıtma yüklerini nasıl etkiledikleri anlatılmak istenmiştir. Bu anlatımın amacı, mimara söz konusu dizayn değişkenlerine ait değerlerle ısıtma yükleri arasındaki ilişkinin bilincini kazandırmaktır. Her yöre için bu sonuçların hesaplanarak kolay kullanılabilir duruma getirilmesi ve imar yönetmeliğine ek olarak ilave edilip yakıt ekonomisi açısından ülke ekonomisine katkısı gözardı edilmemelidir.



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] ANON, ASHRAE Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York, 1977.
- [7] THRELKED, J.L., Thermal Environmental Engineering, 2.Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1970.
- [8] HARKNESS, E.L., MEHTA, M.L., Solar Radiation Control in Buildings, Applied Science Publishers Ltd., London, 1978.
- [9] 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.
- [10] GIVONI, B., Man, Climate and Architecture, Elsevier Publishing Company Limited, London, 1969.
- [11] MILBANK, N.O., COLLINS, J.B., The Conflict Between Daylight and Overheating in Temperate Climates, CIE Symposium, İstanbul, 1973.
- [12] ANON, Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, MMOB, Makina Mühendisleri Odası, Yayın No.84, İstanbul, 1989.

- [13] TEZCAN, Y., Türkiye'nin Çeşitli Mikroklimatik Yöreleri İçin, Sıcak Yapı Elemanlarının Kondansasyon Kontrolü Hesaplarında Kullanılacak Dış Çevre Şartları, TÖBİTAK, Yayın no.a40, Mart 1979.
- [14] TEZCAN, Y., Sıcak Yapı Elemanlarının Kondansasyon Kontrolü Hesaplarında Kullanılacak Dış Sınır Şartları ve Periyotlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1970.
- [15] KAFESÇİOĞLU, R., SUNGUROĞLU, İ., DİRİK, D., Su Geçirimsizliği Sorunu ve Fibrocem, Cem Elyaf Teknik Yayınları.
- [16] WIESE, G., Wasserdampfdiffusion, B.G. Teubner, Stuttgart, 1975.
- [17] YÜCESOY, L., Bina Dış Kabuğunda Yoğuşma ve Buharlaştırma Miktarları ile Isı İletkenliğine Etkilerinin Belirlenmesi İçin Grafik Yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1985.
- [18] BERKÖZ, E., YILMAZ, Z., Building Facade Design from the Standpoint of Solar Radiation and Air Temperature Control, Tebliğ, CIB 8. Kongresi, Oslo, 1980.
- [19] BERKÖZ, E., Bina Dizaynında Güneş Radyasyonu Kullanımı, Tebliğ, Türkiye 3. Enerji Kongresi, Ankara, 1978.
- [20] BERKÖZ, E., Optimum Buildings Shapes for Energy Conservation, The Journal of Architectural Education, C.30, No.3, Şubat 1977.
- [21] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan 1980-1990 arası yıllara ait Meteorolojik Veriler.
- [22] KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A., Güneş Enerjisi, İstanbul, 1983.
- [23] FANGER, P.O., Thermal Comfort, McGraw-Hill Book Company, New York, 1972.
- [24] BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., Aydınlatma Ders Notları, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi,
- [25] ANON, Türk Standartları 825, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Mart 1989.
- [26] DERİŞ, N., ÇİNGİ, E., Türkiye'de Üretilen Pencere Camının Geçiş Katsayısı, Güneş, C.1, No.1, 1980.
- [27] BERKÖZ, E., Güneş Etkisinin Optimizasyonu Açısından Binaların Yönlendiriliş Durumlarının Belirlenmesi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.



E K L E R

EK.A

Tablo A.1. Bina Aralıkları Hesapları.

$$\text{E}\tilde{\text{G}}\text{M}(s): 0^\circ..$$

YÖRE ADI : GÜMÜŞHANE..

EXLEM : 400N

[illegible]

Tablo A.2. Bina Aralıkları Hesapları.

EĞİM(s): 0°

YÖRE ADI : GÜMÜŞHANE..

ENLEM : 40°N

PROFİL AÇISI HÜZÜMLÜ CEPHE YÖRÜ, b	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
u =	cot α x H	cot α x H	cot α x H	cot α x H	cot α x H	cot α x H	cot α x H	cot α x H
ÖNÜNDEN ZEMİNDE GÖLGELİ ALAN OL.	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
PROFİL AÇISI, Ω	14°	34°	-	-	-	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	4.01xH	1.48xH	-	-	-	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	4.01	1.48	-	-	-	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	2.36xH	1.33xH	0.05xH	-	-	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	2.36	1.33	0.05	-	-	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	1.96xH	1.38xH	0.55xH	-	-	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	1.96	1.38	0.55	-	-	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	1.80xH	1.43xH	0.90xH	0.21xH	-	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	1.80	1.43	0.90	0.21	-	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	1.73xH	1.60xH	1.23xH	0.67xH	0.00xH	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	1.73	1.60	1.23	0.67	0.00	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	1.80xH	1.80xH	1.60xH	1.15xH	0.51xH	-	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	1.80	1.80	1.60	1.15	0.51	-	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	1.96xH	2.25xH	2.25xH	1.80xH	1.15xH	0.32xH	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	1.96	2.25	2.25	1.80	1.15	0.32	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	2.36xH	3.08xH	3.27xH	3.08xH	2.25xH	1.19xH	-	-
PROFİL AÇISI, Ω	2.36	3.08	3.27	3.08	2.25	1.19	-	-
ÖNÜNDEN Kİ ZEMİNDE OL.	4.01xH	5.67xH	7.12xH	7.12xH	5.67xH	3.73xH	1.28xH	-
PROFİL AÇISI, Ω	4.01	5.67	7.12	7.12	5.67	3.73	1.28	-

Tablo A.6. Bina Aralıkları Hesapları.

YÖRE ADI : GOMGSHANE...
ENLEM : 40°N
EDİMSİ : 80°
TAAŞ : 014

YAMAÇ YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
u =	$\tan \Omega - \tan S \times H_g$	$\tan \Omega - \tan S \times H_g$	$\tan \Omega - \tan S \times H_g$	$\tan \Omega - \tan S \times H_g$
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEPHELERİN YÖNÜ	W	ESE	NW	NNW
PROFİL	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω
tan PROFİL	tan PROFİL	tan PROFİL	tan PROFİL	tan PROFİL
ACISI	ACISI	ACISI	ACISI	ACISI
8. SAAT	10° 0.18	8° 0.14	8° 0.14	10° 0.18
9. SAAT	24° 0.45	18° 0.32	17° 0.31	18° 0.32
10. SAAT	41° 0.87	29° 0.55	24° 0.45	24° 0.45
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.87	32° 0.62	29° 0.55
12. SAAT	90° ε	56° 1.48	39° 0.81	32° 0.62
13. SAAT	63° 1.96	78° 4.70	48° 1.11	35° 0.70
14. SAAT	41° 0.87	72° 3.08	61° 1.80	36° 0.73
15. SAAT	24° 0.45	40° 0.84	87° 19.08	37° 0.75
16. SAAT	10° 0.18	15° 0.17	38° 0.78	34° 0.67

Tablo A.7. Bina Aralıkları Hesapları.

YÖRE ADI : GÖMÜŞHANE..
 EĞİM (s) : 16.
 ENLEM : 40°00'.....
 tan s : 0.29

YAMAÇ YÖNÜ	N	NNE	NE	ENE
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ u =	YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ u =	YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ u =	YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ u =	YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ u =
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEBELERİN YÖNÜ	N	NNE	NE	ENE
SAATLER	PROFİL ACISI, Ω	PROFİL ACISI, Ω	PROFİL ACISI, Ω	PROFİL ACISI, Ω
8. SAAT	14°	34°	38°	15°
9. SAAT	23°	37°	40°	40°
10. SAAT	27°	36°	61°	72°
11. SAAT	29°	35°	48°	78°
12. SAAT	30°	32°	39°	56°
13. SAAT	29°	29°	32°	41°
14. SAAT	27°	24°	24°	29°
15. SAAT	23°	18°	17°	18°
16. SAAT	14°	10°	8°	8°

Tablo A.8. Bina Aralıkları Hesapları.

YÖRE ADI : GOMQSHANE.
ENLEM : 40°00'
Eğim (s): 16°
tan s : 0.29

YAMAÇ YÖNÜ	E	ESE	SE	SSE
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİĞER CEBELERİN YÖNÜ u =	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	E	ESE	SE	SSE
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİĞER CEBELERİN YÖNÜ SAATLER	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg	tan Omega - tan s x Hg tan Omega - tan s x Hg
8. SAAT	10° 0.18	8° 0.14	8° 0.14	10° 0.18
9. SAAT	24° 0.45	18° 0.32	17° 0.31	18° 0.32
10. SAAT	41° 0.87	29° 0.55	24° 0.445	24° 0.44
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.87	32° 0.62	29° 0.55
12. SAAT	90° ε	56° 1.48	39° 0.81	32° 0.62
13. SAAT	- -	78° 4.7	48° 1.11	35° 0.70
14. SAAT	- -	41° 0.87	61° 1.80	36° 0.73
15. SAAT	- -	24° 0.44	87° 19.08	37° 0.75
16. SAAT	- -	10° 0.17	38° 0.78	34° 0.67

Tablo A.9. Bina Aralıkları Hesapları.

Eğim(s): 16°
tan s : 0.29

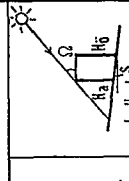
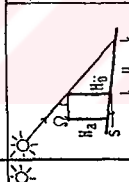
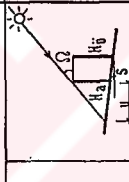
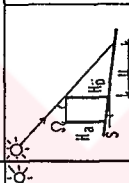
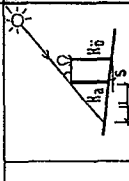
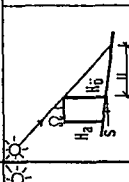
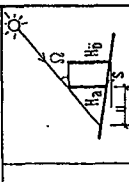
YÖRE ADI : GÜMÜŞHANE..
ENLEM : 40°N

YAMAÇ YÖRÜ	S		SSW		SSW		SW		WSW	
	YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	YAMAÇ YÖRÜ	YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	YAMAÇ YÖRÜ	YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	YAMAÇ YÖRÜ	YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	YAMAÇ YÖRÜ	YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	YAMAÇ YÖRÜ
u =		$\tan \Omega = \frac{H_g}{S}$		$\tan \Omega = \frac{H_g}{S}$		$\tan \Omega = \frac{H_g}{S}$		$\tan \Omega = \frac{H_g}{S}$		$\tan \Omega = \frac{H_g}{S}$
YAMAÇ DOĞRULTUSU a-a	PROFİL ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ZEMİNDE OL	PROFİL ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ZEMİNDE OL	PROFİL ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ZEMİNDE OL	PROFİL ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ZEMİNDE OL	PROFİL ACISI, Ω	CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ZEMİNDE OL
CEPHELERİN YÖRÜ	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI	tan PROFİL ACISI
SAATLER	14°	güneşli	34°	güneşli	34°	güneşli	38°	güneşli	15°	güneşli
8. SAAT	0.25	1.85xH _a	0.67	1.04xH _a	0.78	1.05xH _a	0.78	1.82xH _a	0.26	0.83
9. SAAT	23°	güneşli	37°	güneşli	37°	güneşli	40°	güneşli	40°	güneşli
	0.42	1.40xH _a	0.75	0.96xH _a	19.08	1.80	0.05xH _a	0.36xH _a	0.83	3.07
10. SAAT	27°	güneşli	36°	güneşli	61°	1.80	0.48xH _a	0.36xH _a	72°	güneşli
	0.51	1.25xH _a	0.72	1.01xH _a	48°	1.11	0.71xH _a	0.36xH _a	3.07	0.20xH _a
11. SAAT	29°	güneşli	35°	güneşli	39°	0.81	0.91xH _a	0.36xH _a	56°	0.56xH _a
	0.55	1.15xH _a	0.62	1.09xH _a	32°	0.62	1.09xH _a	0.36xH _a	41°	0.86xH _a
12. SAAT	30°	güneşli	29°	güneşli	24°	0.44	1.36xH _a	0.36xH _a	29°	1.18xH _a
	0.58	1.18xH _a	0.55	1.36xH _a	18°	0.32	1.68xH _a	0.36xH _a	18°	1.63xH _a
13. SAAT	29°	güneşli	29°	güneşli	10°	0.17	2.14xH _a	0.36xH _a	8°	2.32xH _a
	0.55	1.18xH _a	0.55	1.36xH _a	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
14. SAAT	27°	güneşli	24°	güneşli	8°	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.51	1.25xH _a	0.44	1.36xH _a	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
15. SAAT	23°	güneşli	18°	güneşli	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.42	1.40xH _a	0.32	1.63xH _a	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
16. SAAT	14°	güneşli	10°	güneşli	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
	0.25	1.85xH _a	0.17	2.14xH _a	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14

Tablo A.10. Bina Aralıkları Hesapları.

Edim(s): 16°
tan s : 0.29

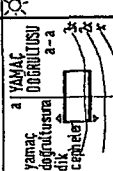
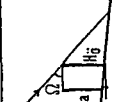
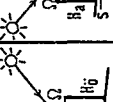
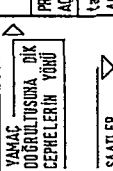
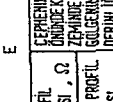
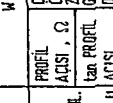
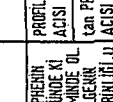
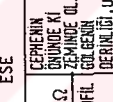
YÖRE ADI : GÜNEŞHANE..
ERLEM : 40°N

YAMAÇ YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ
YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ	 a) YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİĞER CEBELERİN YÖNÜ
SAATLER	W	WNW	NW	NNW
8. SAAT	10° 0.17	8° 0.14	8° 0.14	10° 0.17
9. SAAT	24° 0.44	18° 0.32	17° 0.30	18° 0.32
10. SAAT	41° 0.87	29° 0.55	24° 0.44	24° 0.44
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.87	32° 0.62	29° 0.55
12. SAAT	90° ε	56° 1.48	39° 0.81	32° 0.62
13. SAAT	63° 1.96	78° 4.7	48° 1.11	35° 0.70
14. SAAT	41° 0.87	72° 3.07	61° 1.80	36° 0.72
15. SAAT	24° 0.44	40° 0.84	87° 19.08	37° 0.75
16. SAAT	10° 0.17	15° 0.26	38° 0.78	34° 0.67

Tablo A.12. Bina Aralıkları Hesapları.

EFW(s): 24°
tan s : 0.445

YÖRE ADI : GÖMÜŞHANE..
ENLEM : 40°N

YAMAÇ YÖNÜ	E	ESE	SE	SSE
 a) YAMAÇ DOĞRULTUSU b) YAMAÇ YÖNÜ	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK CEPHELERİN YÖNÜ	E	ESE	SE	SSE
 a) YAMAÇ DOĞRULTUSU b) YAMAÇ YÖNÜ	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$	 $\tan \Omega = \frac{H}{S}$ $\tan \Omega = \frac{H_0}{S}$
SAATLER	E	ESE	SE	SSE
8. SAAT	10° 0.18	80° 1.71xH ₀	80° 1.71xH ₀	100° 1.61xH ₀
9. SAAT	24° 0.45	18° 1.30xH ₀	17° 1.33xH ₀	18° 1.30xH ₀
10. SAAT	41° 0.87	29° 1.00xH ₀	24° 1.12xH ₀	24° 1.12xH ₀
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.76xH ₀	32° 0.93xH ₀	29° 1.00xH ₀
12. SAAT	90° ε	56° 0.52xH ₀	39° 0.80xH ₀	32° 0.93xH ₀
13. SAAT	- 0.66xH ₀	78° 0.19xH ₀	48° 0.64xH ₀	35° 0.87xH ₀
14. SAAT	- 2.36xH ₀	- 0.38xH ₀	61° 1.80	36° 0.73
15. SAAT	- ∞	- 2.54xH ₀	87° 19.08	37° 0.75
16. SAAT	- ∞	- ∞	- 2.97xH ₀	34° 0.67

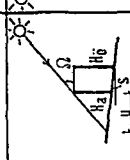
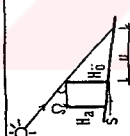
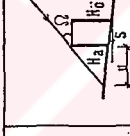
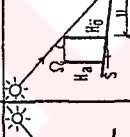
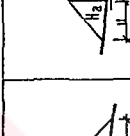
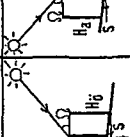
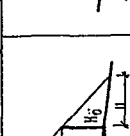
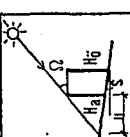
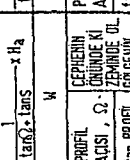
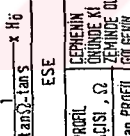
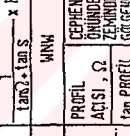
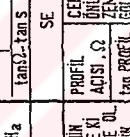
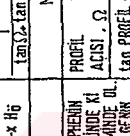
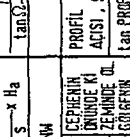
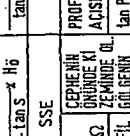
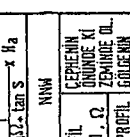
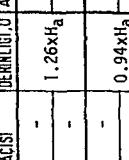
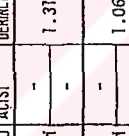
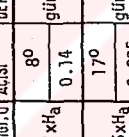
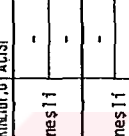
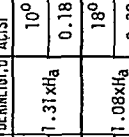
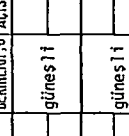
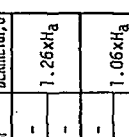
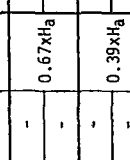
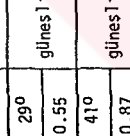
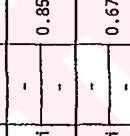
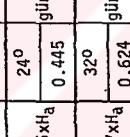
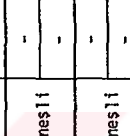
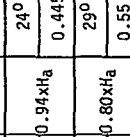
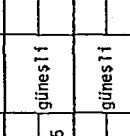
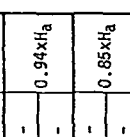
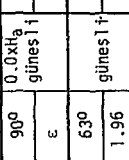
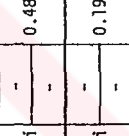
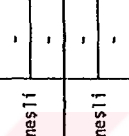
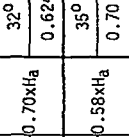
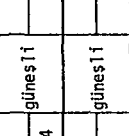
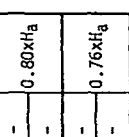
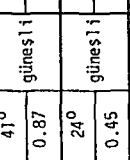
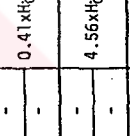
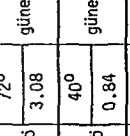
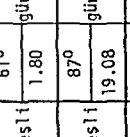
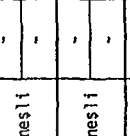
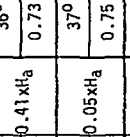
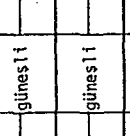
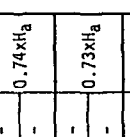
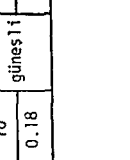
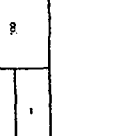
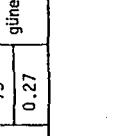
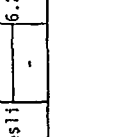
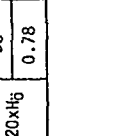
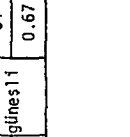
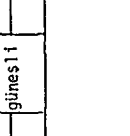
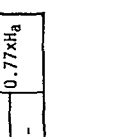
Tablo A.14. Bina Aralıkları Hesapları.

YÖRE ADI : GÜNEŞHANE.
ENLEM : 40°N
Edim(s): 24°
tan s : 0.445

YAMAÇ YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK ÇEPELERİN YÖNÜ				
u = YAMAÇ DOĞRULTUSUNA DİK ÇEPELERİN YÖNÜ	tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g	tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g	tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g	tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g tan(2-tan s) x H_a tan(2-tan s) x H_g
PROFİL CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω tan PROFİL DERİNLİĞİ, u	PROFİL CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω tan PROFİL DERİNLİĞİ, u	PROFİL CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω tan PROFİL DERİNLİĞİ, u	PROFİL CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω tan PROFİL DERİNLİĞİ, u	PROFİL CEPHEİN ÖNÜNDE Kİ ACISI, Ω tan PROFİL DERİNLİĞİ, u
8. SAAT	100° 0.18 24° 0.45 41° 0.87 63° 1.96 90° 0.0xH_a güneşli 63° 1.96 41° 0.87 24° 0.45 10° 0.18	80° 0.14 18° 0.32 29° 0.55 41° 0.87 56° 1.48 78° 4.70 72° 3.08 40° 0.84 15° 0.27	80° 0.14 17° 0.31 24° 0.45 32° 0.62 39° 0.81 48° 1.11 61° 1.80 87° 19.08 38° 0.78	10° 0.18 18° 0.32 24° 0.45 29° 0.55 32° 0.62 35° 0.70 36° 0.73 37° 0.75 34° 0.67
9. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
10. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
11. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
12. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
13. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
14. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
15. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli
16. SAAT	∞ ∞ 2.36xH_g 0.66xH_g 0.0xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 2.36xH_g 0.96xH_g 0.23xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 5.56xH_g 2.74xH_g 1.50xH_g 0.74xH_g 0.05xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli	∞ ∞ 9.15xH_g 5.56xH_g 3.92xH_g 3.55xH_g 3.24xH_g 4.36xH_g güneşli güneşli güneşli güneşli güneşli

Tablo A.16. Bina Aralıkları Hesapları.

YÖRE ADI : GOMQSHANE.
ENLEM : 40°N
EĞİM(s): 32°
tan s : 0.62

YAMAÇ YÖRÜ	E	ESE	SE	SSE
       	       	       	       	       
YAMAÇ DÜZLÜKÜNE DİK CEPHELERİN YÖRÜ	E	ESE	SE	SSE
       	       	       	 	
SAATLER	E	ESE	SE	SSE
8. SAAT	10° 0.18	8° 0.14	8° 0.14	10° 0.18
9. SAAT	24° 0.445	18° 0.32	17° 0.305	18° 0.32
10. SAAT	41° 0.87	29° 0.55	24° 0.445	24° 0.445
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.87	32° 0.624	29° 0.55
12. SAAT	90° ∞	56° 1.48	39° 0.81	32° 0.624
13. SAAT	- -	78° 4.70	48° 1.11	35° 0.70
14. SAAT	- -	41° 0.87	61° 1.80	36° 0.73
15. SAAT	- -	24° 0.45	87° 19.08	37° 0.75
16. SAAT	- -	10° 0.18	38° 0.78	34° 0.67

Tablo A.17. Bina Aralıkları Hesapları.

Eğim (s): 32°
tan s : 0,62

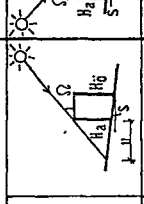
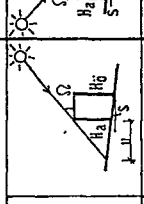
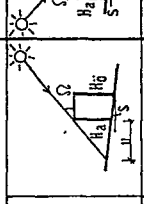
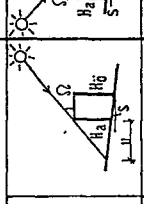
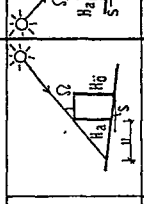
YÖRE ADI : GÜMÜŞHANE.
ENLEM : 40°N

YAMAÇ YÖNÜ	S	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW	SSW
------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tablo A.18. Bina Aralıkları Hesapları.

ε_g(s):32°
tan s :0.62

YÖRE ADI : GÖMÖŞHANE..
ENLEM : 40°N

YAMAÇ YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
 a) YAMAÇ DÜĞRÜLTÜSÜ z-a b) YAMAÇ YÖNÜ	 u = $\frac{H_g}{\tan \Omega - \tan s}$	 u = $\frac{H_g}{\tan \Omega - \tan s}$	 u = $\frac{H_g}{\tan \Omega - \tan s}$	 u = $\frac{H_g}{\tan \Omega - \tan s}$
YAMAÇ DÜĞRÜLTÜSÜNDK CEPHELERİN YÖNÜ	W	WNW	NW	NNW
SAATLER	W	WNW	NW	NNW
8. SAAT	10° 0.18	8° 0.14	güneşli	güneşli
9. SAAT	24° 0.45	18° 0.32	güneşli	güneşli
10. SAAT	41° 0.87	29° 0.55	güneşli	güneşli
11. SAAT	63° 1.96	41° 0.87	güneşli	güneşli
12. SAAT	90° ε	56° 1.48	güneşli	güneşli
13. SAAT	63° 1.96	78° 4.70	güneşli	güneşli
14. SAAT	41° 0.87	72° 3.08	güneşli	güneşli
15. SAAT	24° 0.45	40° 0.84	güneşli	güneşli
16. SAAT	10° 0.18	15° 0.27	güneşli	güneşli

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Ankara'da doğan Filiz Ak, 1985 yılında Bolu, Seben Lisesi'ni birincilikle bitirdi. Aynı yıl başladığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1989 yılında dördüncülükle mezun oldu. 1987, 1988 ve 1989 yıllarında 'Ord.Prof. Emin Onat, Dr.Ing. E.H. Ödülü'nü aldı. 1989 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. 1988-1991 yılları arasında Aksoy İnşaat ve Tic. A.Ş.'de Proje Mimarı olarak çalıştı. 06.12.1991 tarihinden itibaren İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi'nde Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir.