

**55586**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SOĞUTMA ENERJİSİ TASARRUFU AÇISINDAN YAPI KABUĞU  
DOKUSUNUN PASİF SİSTEM ÖGESİ OLARAK TASARLANMASINDA  
KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mimar Pınar İSPİR**

**55586**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Ocak 1996**  
**Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 1996**

**Tez Danışmanı**  
**Diğer Jüri Üyeleri**

**: Prof. Dr. Eşher BERKÖZ**  
**: Prof. Dr. Zerrin Yılmaz**  
**: Doç. Dr. Gül Kocaaslan**

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**55586**

**OCAK 1996**

## ÖNSÖZ

Günümüz koşullarında enerji kaynaklarının giderek azalması ve enerji maliyetlerinin artması enerji etkin bina tasarımlarını zorunlu kılmaktadır. Dış iklimsel koşullara bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde binalarda aktif ısıtma ve iklimlendirme gerekli olmaktadır. Enerji etkin bina tasarımında, bu aktif ısıtma ve iklimlendirme enerjilerinin minimize edilerek binanın pasif bir sistem olarak işlemesi gereklidir. Bu nedenle, yapma çevreye ilişkin tasarım kriterleri iklimsel koşullara bağlı olarak minimum ısı kaybı ve kazancının sağlayacak değerlerde olmalıdırlar.

Bu çalışmada sıcakiklim bölgeler için enerji etkin opak kabuk bileşeni dokusu tasarımında kullanılabilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Ocak 1996

Pınar İSPİR.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖNSÖZ                                                                                                                                              | ii  |
| SEMBOL LİSTESİ                                                                                                                                     | v   |
| ŞEKİL LİSTESİ                                                                                                                                      | vii |
| ÖZET                                                                                                                                               | ix  |
| SUMMARY                                                                                                                                            | x   |
| BÖLÜM 1. GİRİŞ                                                                                                                                     | 1   |
| BÖLÜM 2. ENERJİ KORUNUMUNUN SAĞLANMASINDA<br>ETKİLİ OLAN TASARIM DEĞİŞKENLERİ                                                                      | 3   |
| 2.1. Binanın Yönlendiriliş Durumu                                                                                                                  | 3   |
| 2.2. Bina Kabuğu                                                                                                                                   | 3   |
| 2.3. Bina Biçimi                                                                                                                                   | 5   |
| 2.4. Bina Aralıkları                                                                                                                               | 5   |
| 2.5. Güneş Kontrolü                                                                                                                                | 6   |
| BÖLÜM 3. SOĞUTMA ENERJİSİ TASARRUFU AÇISINDAN<br>YAPI KABUĞU DOKUSUNUN PASİF SİSTEM<br>ÖĞESİ OLARAK TASARLANMASINDA<br>KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM | 8   |
| 3.1. Optimal Termofiziksel Özelliklere Dayanılarak<br>Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatiflerinin<br>Geliştirilmesi                          | 9   |
| 3.1.1. Yapı Kabuğunun Termofiziksel Özelliklerinin Optimal<br>Değerlerinin Belirlenmesi                                                            | 9   |
| 3.1.1.1. Dizayn Gününün Seçilmesi                                                                                                                  | 10  |
| 3.1.1.2. Dış Dizayn Koşullarının Belirlenmesi                                                                                                      | 10  |
| 3.1.1.3. İç Dizayn Koşullarının Belirlenmesi                                                                                                       | 11  |
| 3.1.1.4. İklimsel Konforu Etkileyen ve Kabuk Tasarımında<br>Etkili Olan Diğer Yapma Çevre Parametreleri<br>Değerlerinin Seçilmesi                  | 11  |
| 3.1.2. Yapı Kabuğu Dokusu İçin, Yapım Sektöründe<br>Kullanılabilecek Çeşitli Alternatifler Geliştirilmesi                                          | 11  |
| 3.1.3. Opak Bileşene Ait Katmanlaşma Alternatiflerinin<br>Geliştirilmesi                                                                           | 13  |

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2. Farklı Doku ve Katmanlaşma Kombinezonu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması                           | 14 |
| 3.2.1. Tasarlanan Opak Bileşenlerin Dokularının Dizayn Günündeki Her Saat İçin Oluşturdukları Gölge Alanların Hesaplanması                       | 16 |
| 3.2.2. Dizayn Gününde Her Saat İçin Yapı Yüzeyindeki Aylık Ortalama Saatlik Toplam Güneş Işınımının Gölge ve Güneşli Alanlar İçin Hesaplanması   | 20 |
| 3.2.3. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-air Sıcaklıkların Hesaplanması                                                                              | 23 |
| 3.2.4. Tasarlanmış Olan Opak Bileşenlerin Isı Akımı Hesaplarının Yapılması                                                                       | 24 |
| 3.3. Hesaplanan Isı Akımlarının Karşılaştırılması ve Uygun Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatifinin Seçilmesi                              | 25 |
| <b>BÖLÜM 4. UYGULAMA</b>                                                                                                                         |    |
| <b>ANTALYA YÖRESİ İÇİN OPAK BİLEŞENDE CEPHENİN DOKUSU İLE YAPILAN GÜNEŞ KONTROLÜNÜN ENERJİ KORUNUMUNA ETKİSİ</b>                                 | 26 |
| 4.1. Optimal Termofiziksel Özelliklere Dayanarak Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatiflerinin Geliştirilmesi                                | 26 |
| 4.1.1. Antalya İçin Yapı Kabuğunun Termofiziksel Özelliklerinin Optimal Değerlerinin Belirlenmesi                                                | 26 |
| 4.1.2. Yapı Kabuğu Dokusu İçin Yapım Sektöründe Kullanılabilecek Çeşitli Alternatifler Geliştirilmesi                                            | 28 |
| 4.1.3. Opak Bileşene Ait Katmanlaşma Alternatiflerinin Geliştirilmesi                                                                            | 28 |
| 4.2. Farklı Doku ve Katmanlaşma Kombinezonu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Akımlarının Hesaplanması                             | 39 |
| 4.2.1. Tasarlanmış Opak Bileşenlerin Dokularının Dizayn Günündeki Her Saat İçin Oluşturdukları Gölge ve Güneşli Alanların Hesaplanması           | 39 |
| 4.2.2. Dizayn Günündeki Her Saat İçin Yapı Yüzeyindeki Aylık Ortalama Saatlik Toplam Güneş Işınımının Gölge ve Güneşli Alanlar İçin Hesaplanması | 40 |
| 4.2.3. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması                                                                              | 86 |
| 4.2.4. Tasarlanmış Olan Opak Bileşenin Isı Akımı Hesaplarının Yapılması                                                                          | 88 |
| <b>BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>                                                                                                             | 91 |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                                                                                                 | 95 |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                                                                                  | 97 |

## SEMBOL LİSTESİ

- $A_1, A_2 \dots A_n$  : Farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalarına sahip olan her bir opak bileşen bölümünün alanı
- $A_{ngü}, A_{ngö}$  : Her bir kesitin güneşli ve gölgeli yüzey alanları
- $a_o$  : Opak bileşenin yutuculuk katsayısı
- $d_1, d_2, \dots, d_n$  : Katmanın kalınlıkları
- $H$  : Aylık ortalama global güneş ışıınımı miktarı
- $H_d$  : Aylık ortalama günlük yaygın gök ışıınımı
- $H_o$  : Atmosfer dışında yatay düzlemdeki günlük güneş ışıınımı miktarı
- $I_{HD}$  : Yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik direkt güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_{Hd}$  : Yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik yaygın güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_{Hr}$  : Yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik yansımış güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_{HT}$  : Yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik toplam güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_D$  : Yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik direkt güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_d$  : Yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik yaygın güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_r$  : Yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik yansımış güneş ışıınımı yeğınlıği
- $I_T$  : Yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik yansımış güneş ışıınımı yeğınlıği

|                      |                                                                                                                                   |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{sc}$             | : Güneş değışmezi                                                                                                                 |
| $k_o$                | : Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı                                                                                     |
| $K_t$                | : Bulutluluk endeksi                                                                                                              |
| $q_d$                | : Birim zamanda birim yapı bileşeni alanından akan ısı miktarı                                                                    |
| $R_d$                | : Aylık ortalama günlük yaygın gök ışıının aylık ortalama günlük global ışıına oranı                                              |
| $r_d$                | : Yatay düzlemdeki saatlik yaygın ışıınım yeğniliğinin günlük yaygın ışıına olan oranı                                            |
| $r_o$                | : Opak bileşenin yansıtıcılık katsayısı                                                                                           |
| $r_o$                | : Ele alınan gün için güneş değışmezi düzeltme faktörü                                                                            |
| $r_T$                | : Yatay düzlemdeki saatlik toplam ışıınım yeğniliğinin günlük toplam ışıına olan oranı                                            |
| $t_d$                | : Dış hava sıcaklığı                                                                                                              |
| $t_{eo}$             | : Ele alınan saatte opak yapı kabuğunu etkileyen sol-air sıcaklık                                                                 |
| $t_{eogü}, t_{eogö}$ | : Ele alınan saatte direkt güneş ışıınımına maruz kalan ve kalmayan opak yapı kabuğunu etkileyen sol-air sıcaklıklar              |
| $t_{ik}$             | : İç hava sıcaklığının konfor değeri, °C                                                                                          |
| $t_{iyoy}$           | : Isıtmanın istenmediği dönemler için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri |
| $x$                  | : Saydamlık oranı                                                                                                                 |
| $W_s$                | : Güneş batışı saati açısı                                                                                                        |
| $\gamma_o$           | : Opak bileşenin geçirgenlik katsayısı                                                                                            |
| $\varepsilon$        | : Bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri                              |

$\alpha_d, \alpha_i$  : Dış ve iç yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  : Her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı

$\Omega$  : Profil açısı

$\gamma$  : Genişlik açısı

$\emptyset$  : Enlem açısı



## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                                                                                                 | <u>Sayfa No</u> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 3.1. Tasarlanabilecek opak kabuk bileşeni dokusu örneği                                                                                                                                   | 12              |
| Şekil 3.2. Herhangi bir dokudaki farklı kalınlıklar bu kesitlerdeki ısı iletkenlik katsayılarının farklı olmasını sağlar.                                                                       | 15              |
| Şekil 3.3. Profil Açısı                                                                                                                                                                         | 16              |
| Şekil 3.4. Genişlik Açısı                                                                                                                                                                       | 18              |
| Şekil 3.5. Güneş Işınımının Profil ve Genişlik Açılarından Yararlanılarak Herhangi Bir Dokuda Oluşan Gölge Alanların Çizilmesi                                                                  | 19              |
| Şekil 4.1. Düz Dokulu Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti                                                                                                                     | 29              |
| Şekil 4.2. Yatay Girinti ve Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanın Görünüş, Plan ve Kesiti.Düz Dokulu Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti                       | 30              |
| Şekil 4.3. Düşey Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti.                                                                                                | 31              |
| Şekil 4.4. Yatay Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti                                                                                                 | 32              |
| Şekil 4.5. Yatay ve Düşey Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti.                                                                                       | 33              |
| Şekil 4.6. - Şekil 4.49. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler                                                                                                                      | 41-84           |
| Şekil 5.1. Aynı boyutta girinti ve çıkıntılardan elde edilmiş iki farklı opak bileşen dokusunun aynı saatte ve yönde oluşturdukları gölgeli alanlar.                                            | 92              |
| Şekil 5.2. Aynı boyutlara sahip yatay ve düşey çıkıntılarla elde edilen iki opak bileşen dokusunun aynı profil ve genişlik açıları ile aynı saatte ve aynı yönde oluşturdukları gölgeli alanlar | 93              |



## ÖZET

Bu tez çalışmasının konusunu, ısıtmanın istenmediği dönemde soğutma enerjisi ekonomisi açısından tasarlanacak opak kabuk bileşen dokusunun pasif bir sistem ögesi olarak tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, aktif soğutmaya ihtiyaç duyulan dönemde binalarda kullanılacak yapma soğutma sistemlerinin enerji harcamalarını minimize edebilmek için opak yapı kabuğu dokusunun pasif bir sistem ögesi olarak opak kabuk bileşeninin optimal performansa sahip olacak şekilde tasarlanması için bir yaklaşım geliştirilmesidir.

Çalışmada, ısıtmanın istenmediği dönemde, tasarlanan opak bileşen dokularının, direkt güneş ışımasını yönlere göre belirli alanlarda keserek opak bileşen yüzeyindeki sol-air sıcaklığı azaltıp, opak bileşende oluşan ısı akımı miktarını düşürmesi ve ısı kazancını minimize etmesi incelenmiştir. Bu inceleme beş ana bölümde yapılmıştır.

Bölüm 1’de, ısıtmanın istenmediği dönemde, iklimsel konfor koşullarının pasif soğutma sistemleri ile sağlanarak enerji korunumu yapılması ve bu enerji korunumunu zorunlu kılan faktörler kısaca anlatılmıştır.

Bölüm 2’de, ısıtmaya ihtiyaç duyulmayan dönemde soğutma enerjisi korunumunda, yapma çevreye ait tasarım kriterleri, opak kabuk bileşeninin optik ve termofiziksel özellikleri ve opak bileşen dokusunun etkileri tanıtılmıştır.

Bölüm 3’de, soğutma enerjisi korunumu için opak bileşen dokusunun opak bileşen yüzeyindeki güneş ışımasının direkt etkisini belirli alanlarda keserek pasif bir sistem ögesi olarak tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem genel olarak anlatılmıştır.

Bölüm 4’de, bir önceki bölümde anlatılan yöntemin, Antalya yöresi için enerji etkin bina kabuğu tasarımı amacı ile uygulaması yapılmıştır.

Bölüm 5’te, yapılan uygulamanın sonuçları açıklanmış ve yöntemin pratikte kullanımı için öneriler sunulmuştur.

Belirtilen bu yöntemin uygulaması sonucunda hazırlanan tablolar ve grafik sistemler yardımı ile yönlere göre uygun opak bileşen dokuları belirlenmiştir. Opak bileşen dokusu için sınırsız sayıda alternatif üretilebileceğinden dolayı uygulamada temel doku tipleri ele alınmıştır. Mimari uygulamalarda bu çalışmanın sonuçlarına göre uygun temel doku tipine karar verildikten sonra, doku, mimarın cephede oluşturmak istediği etkiye bağlı olarak geliştirilip enerji korunumuna etkisi aynı yöntemle incelenebilir.

## **SUMMARY**

### **AN APPROACH FOR THE DESIGN OF BUILDING ENVELOPE TEXTURE AS A PASSIVE SYSTEM WITH COOLING ENERGY EFFICIENCY CONSIDERATIONS**

Building envelope texture was studied as a passive cooling system property in order to minimize cooling energy for buildings. In order to provide comfort conditions for users, it becomes necessary to use active systems in certain parts of overheated period but building envelope should be designed so that it works as a passive system element which reduces energy consumption as much as possible.

This study is composed of five main chapters.

In chapter 1, relationship between thermal comfort conditions and energy conservation through passive systems was briefly explained.

In chapter 2 an explanation of design parameters affecting thermal comfort was given.

Main design parameters which are effective on thermal comfort are ;

- \* Orientation of building envelope,
- \* Building envelope,
- \* Building form,
- \* Distance between buildings,
- \* Solar control,

Solar radiation intensity and wind pressure on the external surface of the building envelope, which are vary with orientation, affect thermal comfort.

Building envelope is defined by its properties, which are effective in energy conservation like;

- \* Optical properties like absorptivity (  $\alpha$  ), transmissivity (  $\gamma$  ) and reflectivity (  $\rho$  ) related with solar radiations.
- \* Thermophysical properties like overall heat transfer coefficient (  $U$  ), and transparency ratio (  $\tau$  ) and,
- \* Texture

Optical properties are the ratios of absorbed, reflected, and transferred portion of the total solar radiation to the total solar radiation which reach to the external surface of the building envelope. Therefore their relations are as follows for opaque component;

$$a_o + r_o = 1$$

for transparent component ;

$$a_g + r_g + \gamma_g = 1$$

Overall heat coefficient ( U ) is defined as the total heat transfer from the unit component area in unit time when the difference between two air temperatures which are effective on both sides of the components is unit ( kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C ).

Transparency ratio ( x ) is the ratio of transparent component area to the façade area composed by transparent and opaque components.

Texture of opaque building envelope effects the amount of direct solar radiation which hits the components. It is important to design texture of opaque components according to energy needs for an efficient energy conservation.

Building form is effective on the changes of total heat loss and gain of the building , therefore it is a parameter which determines active heating and cooling loads.

Distance between buildings should be designed so that, according to regions and seasons optimum solar radiation and wind intensities should be provided.

Solar control is performed by two different ways, first one is by taking measures on external surface of the building envelope such as texture , reflectivity, insulation, second one is by shading devices which are naturel shading devices such as plants, earth shape etc. and artificial interior and exterior shading devices.

In chapter 3, a method which can be used for designing the texture of opaque building components as a passive system property from the standpoint of cooling energy efficiency is introduced.

In the design of building envelope, texture of the opaque component should be design in accordance with cooling energy efficiency because intensity of the solar radiation can be adjusted by texture of the opaque component.

The method which is proposed to be used to design the building envelope texture as a property of passive cooling system composed of following stages;

- \* Design of the alternatives of opaque building envelope components with different textures depending on optimal thermophysical properties,
- \* Calculation of the heat gain, from unit area for different opaque components with various textures,
- \* Comparison of heat gain, and selection of the appropriate texture.

1. Design of the alternatives of opaque building envelope component with different textures consist of three main steps,

- Determination of the optimal values of thermophysical properties of building envelope composed of folowing sub-steps ;

\* Selection of design day,

⊗ In this study the design day which represents the period when the cooling is necessary. 21 st. of July is the respectively the design day of overheated periods.

\* Determination of outdoor design conditions.

⊗ Regional, climatic values should be determined according to “ real sky “ conditions in the design day.

\* Determination of indoor design conditions. Inner surface temperature of a building envelope is effective on thermal comfort. In over overheated periods, permissible limit value of inner surface temperature of a building envelope as follows ;

$$T_{si} = T_i + \varepsilon$$

where,

$T_{si}$  : required value of the inner surface temperature of building envelope for the design day of overheated period, °C

$T_i$  : comfort value of indoor air temperature, °C

$\varepsilon$  : permissible limit value for difference between inner surface temperature and indoor air temperature, 3°C.

\* Selection of other design parameters which affect indoor thermal comfort and effective in building envelope design

Other design parameters, such as orientation, thermophysical properties of the transparent components in reference to window type, color of the opaque component, transparency ratio of the building façade should be selected.

- Design of building envelope texture alternatives which can be used in construction market.

- Development of the opaque component alternatives with textured surfaces.

In order to develop these alternatives, permissible maximum overall heat transfer coefficient will be used for each opaque component with different textures is given below;

$$U_o = \frac{U_1 \times A_1 + U_2 \times A_2 + \dots + U_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

where

$U_o$  : Weighted average overall heat transfer coefficient of opaque component, (it should be equal to the permissible maximum overall

heat transfer coefficient ) kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C  
 $U_1, U_2 \dots U_n$  : Overall heat transfer coefficient of each different section created by texture, kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C  
 $A_1, A_2 \dots A_n$  : Heat transfer area parts of whole opaque component which have different sections caused by texture, m<sup>2</sup>,  $A_1 + A_2 + \dots A_n = A_T$

and

$$U_1, U_2 \dots U_n = \frac{1}{1/h_i + l_1/k_1 + l_2/k_2 + \dots + l_n/k_n + 1/h_o}$$

where ;

$U_1, U_2 \dots U_n$  : Overall heat transfer coefficient of each different section created by texture, kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C  
 $h_i, h_o$  : Surface heat transfer coefficient , kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C  
 $l_1, l_2 \dots l_n$  : Thickness of each layer, ( m. )  
 $k_1, k_2 \dots k_n$  : Thermal conductivity of each layer , kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C  
 $1, 2, \dots n$  : Layer numbers.

Because opaque component has different sections in partials areas by means of texture, overall heat transfer coefficients of these parts are different than each other. Overall heat transfer coefficient of the whole component ( $U_o$ ) is the average of the overall heat transfer coefficients of these parts in accordance with their surface areas. The first formula written above provides to determine the average overall heat transfer coefficient of the whole opaque component and the second formula is used to calculate the overall heat transfer coefficient for each different section

2\* Heat gain, through the unit area of opaque component alternatives with different textures, depends on sol-air temperatures and the shaded areas caused by texture at each hour in the design day.

- Calculation of shaded areas caused by texture at each hour in design day.  
 In the calculation of shaded areas ;

\* Profile Angle (  $\Omega$  ) and  
 \* Wall-Solar Azimuth Angle (  $\delta$  )

are used.

Profile angle can be determined as the angle between the horizontal projection of earth-sun line onto a vertical plane which is normal to the wall and a normal line to the wall.

Wall-solar azimuth angle can be defined as the angle between vertical projection of earth-sun line onto a horizontal plane and a normal line to the wall.

In accordance with these angles the areas which do not have direct solar radiation because of texture can be determined, therefore total solar radiation can be calculated accordingly.

- Calculation of total solar radiation intensities for shaded and sunny areas for each day hour in the design day.

Total solar radiation intensities ( $I_t$ ) are calculated by means of direct solar radiation intensity ( $I_D$ ), diffused solar radiation intensity ( $I_d$ ) and reflected solar radiation intensity ( $I_r$ ).

$$I_t = I_D + I_d + I_r$$

Because of the texture in some areas there is no direct solar radiation, in this type of cases total solar radiation is the sum of diffused and reflected solar radiation.

$$I_T = I_d + I_r$$

- Calculation of sol-air temperature

Sol-air temperature is a theoretical external temperature which determines a temperature equal to the combined effect of solar radiation and external air temperature on any building component so that it is higher than actual air temperature. In this study, because the effect of texture on opaque components are compared, only the hourly values of sol-air temperatures are calculated by means of following formula for opaque components ;

$$T_{eo} = T_o + I_T \times a_o / h_o$$

where

$T_{eo}$  : Hourly values of sol-air temperature influencing the opaque component, °C

$T_o$  : External air temperature, °C

$I_T$  : Intensity of total solar radiation on the component surface, kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C

$a_o$  : Absorbivity of the surface

$h_o$  : External surface heat transfer coefficient, kcal/hm<sup>2</sup>°C, W/m<sup>2</sup>°C

- The performances of the differently textured opaque components can be determined by calculating hourly heat gain amount per unit area of each alternative for overheated period.

Hourly heat gain amount of each opaque component alternative for overheated period is calculated under steady-state conditions, because the U-value of each different section created by texture of an opaque component is different, the average heat gain of the component can be calculated by means of the following formula;

$$Q_d = \frac{U_1 (T_{eos} - T_i) \times A_{is} + U_1 (T_{eosh} - T_i) \times A_{ish} + \dots + U_n (T_{eos} - T_i) \times A_{ns} + U_n (T_{eosh} - T_i) \times A_{nsh}}{A_{is} + A_{ish} + \dots + A_{ns} + A_{nsh}}$$

where,

$Q_d$  : Hourly heat gain amount per unit area of opaque component, kcal/hm<sup>2</sup>°C

$U_1 + U_2 + \dots + U_n$  : Overall heat transfer coefficients of each different section which compose the whole opaque component, kcal/hm<sup>2</sup>°C

$T_{eos}, T_{eosh}$  : Sol-air temperatures of opaque components which have direct solar radiation and does not have direct solar radiation, respectively, °C

$T_i$  : Indoor air temperature, °C

$A_{is}, A_{ish}, \dots, A_{ns}, A_{nsh}$  : Sunny and shaded partial opaque component areas of each different section width each different U-value which composed the whole opaque component.

In the study, unit areas are studied,

$$A_{is} + A_{ish} + A_{2s} + A_{2sh} + \dots + A_{ns} + A_{nsh} = 1 \text{ m}^2$$

3- Comparison of heat gain calculated and selection of the appropriate opaque component texture are done by means of graphics. Hourly heat gains of each opaque component with different texture alternatives according to orientations, are indicated in graphics and are compared accordingly. The alternative which causes the optimum energy conservation by providing the least heat transfer through the envelope in overheated periods on the design day is picked.

In chapter 4, the method, explained in previous chapter is applied for Antalya region by using the data which were the results of TUBITAK, INTAG 201 research in order to determine the appropriate textures which can be applied to the building envelope component hot regions.



In chapter 5, conclusions and suggestions for practical uses of the method were explained generally according to the results obtained in chapter 4.

In this study a method is proposed to be used in hot regions where there is a great cooling energy consumption. There are unlimited texture options, because of this reason in this thesis only the basic texture types are used in order to achieve a general conclusion. By means of the graphics produced as a result of this study , basic texture type can be determined according to orientation and improved according to façade design by architect.





## BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsan sağlığı ve performansı üzerinde iklimsel çevrenin etkisi ve iklim ile mimarlığın ilişkisinin önemi yadsınamaz. İklimsel çevre, belli bir bölgedeki pek çok iklim elemanı ve onların kombinezonlarının varyasyonlarından oluşmaktadır. İnsan konforu ve bina tasarımı gözönüne alındığında temel dış iklim elemanları; güneş ışınımı, hava sıcaklığı, nemlilik , rüzgarlar ve hava basıncı ve temel iç iklim elemanları da; hava sıcaklığı, yüzey sıcaklıkları, nemlilik ve hava hareketi gibi elemanlardır.

İnsanın çevresine en az enerji harcayarak optimal performansı gösterdiği ve psikolojik olarak da hoşnut bir şekilde uyum sağlayabildiği ortam konfor gereksinmelerinin sağlanmış olduğu ortamdır. İklimsel konfor koşulları için temel iç iklim elemanlarının niceliklerinin belli değerler arasında olmaları gerekmektedir (YILMAZ,1983, s.10-11). Bu belli değerler arasında kalan iklim bileşenlerinin kombinezonları konfor durumunu tanımlarlar.

Bina, tanımlanmış, yani eylem türü, giyeceklerinin termal direnci gibi nitelikleri belirlenmiş bir kullanıcı grubu için optimal pasif iklimlendirme sistemi olarak işlev görmelidir. Bu yüzden bina tasarımcısı tanımlanmış bir kullanıcı grubu için onların nitelikleri ve eylem türlerine en uygun olacak konfor koşullarını sağlamak zorundadır.

Binalarda enerji korunumunu zorunlu kılan nedenlerin biri de iklimsel konfor durumunun oluşturulabilmesi için, binaların belli dönemlerde aktif olarak iklimlendirilmesidir.

Fakat;

- \* Enerji kaynaklarının azalması ve sonucunda bu kaynakların maliyetlerinin artması,
- \* Elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin yüksek boyutlara ulaşması,
- \* Aktif iklimlendirme ile dış havaya insan sağlığını bozacak düzeyde kirletici madde atılması,
- \* Hava kirliliğini azaltıcı önlemlerin maliyetlerinin çok yüksek boyutlarda olması

bu tür aktif sistemlerin minimum düzeyde kullanılmasını ve binaların pasif iklimlendirme sistemleri olarak doğru tasarlanmasını zorunlu kılmıştır.



## **BÖLÜM 2. ENERJİ KORUNUMUNUN SAĞLANMASINDA ETKİLİ OLAN TASARIM DEĞİŞKENLERİ**

Enerji korunumunda etkili olan temel tasarım değişkenleri;

- \* Binanın yönlendiriliş durumu
- \* Bina kabuğu
- \* Bina biçimi
- \* Bina aralıkları
- \* Güneş kontrol araçları olarak ele alınabilir.

### **2.1. Binanın Yönlendiriliş Durumu**

Binanın yönlendiriliş durumu, güneş ışıını ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarının farklı yönlerdeki farklı etkilerinden dolayı iklimsel konfor gereksinmelerinin sağlanmasında etkili bir tasarım değişkenidir. Yöne göre güneşin cepheye geliş açısı ve dolayısı ile güneş ışıını yeğliliklerinin değişmesinden ve farklı yönlere bakan cephelerin farklı rüzgar şiddetlerine maruz kalmasından dolayı, yönlendirme iklimsel konforu sağlamada oldukça etkilidir (BERKÖZ,1983, s.106).

### **2.2. Bina Kabuğu**

İç çevrede aktif iklimlendirmenin gerçekleştirilmemesi durumunda bir yapı, bir bütün olarak pasif iklimlendirme sistemidir. Yapı kabuğu da bu sistemin en etkin ögesini oluşturur. Pasif iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, kabuğun;

- \* Güneş ışıınına ilişkin yutuculuk ( $\alpha$ ), geçirgenlik ( $\gamma$ ), yansıtıcılık ( $\rho$ ) gibi optik ve
- \* Toplam ısı iletkenlik katsayısı ( $k$ ), saydamlık oranı ( $x$ ) zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi ana termofiziksel özellikleri ve
- \* Doku gibi enerji korunumunda etkili olan özellikleri ile yapılabilmektedir.

Optik özellikler boyutsuz katsayılarıdır. Yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayıları sırası ile bileşen tarafından yutulan, yansıtılan ve geçirilen güneş ışıını miktarlarının bileşenin dış yüzeyine gelen toplam güneş ışıını miktarına oranlarıdır.

Bina kabuğunun opak bileşenine gelen güneş ışıınımlarının bir kısmı yutulur, ve kalanı yansıtılır, saydam bileşenine gelen güneş ışıınımları ise saydam bileşen tarafından yutulur, yansıtılır ve geçirilir. Bu yüzden bu optik özellikler arasında opak bileşenler için;

$$a_o + r_o = 1 \quad (2.1)$$

saydam bileşenler için;

$$a_c + r_c + \gamma_c = 1 \quad (2.2)$$

bağlantıları vardır.

Termofiziksel bir özellik olan toplam ısı geçirme katsayısı (k) bina kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinin ortak bir özelliğidir ve farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark birim miktarda iken birim alandan bu alana dik doğrultuda birim zamanda geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır ( $\text{Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ,  $\text{W/m}^2\text{C}$ ). Saydamlık oranı, cephe elemanının saydam bileşeninin alanının toplam cephe elemanı alanına oranıdır.

Gün içinde kabuk bileşenini etkileyen maksimum sol-air sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzeyinde maksimum yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanan "Zaman Geciktirmesi", ve gün içinde, ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklıkları farkının, maksimum sol-air sıcaklık ile ortalama sol-air sıcaklık farkına oranı olarak tanımlanan, "Genlik Küçültme Faktörü" gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, opak kabuk bileşeni için söz konusu edilmektedirler.

Bina kabuğunun opak bileşeninin dokusu kabuk teşkilinde enerji korunumu ihtiyaçları düşünülerek tasarlanmalıdır. Bunun nedeni oluşabilecek gölgeli ve güneşli alanların aracılığıyla, doku opak kabuk bileşenini etkileyen direkt güneş ışıını miktarının rahatlıkla ayarlanabilmesini olanaklı kılmaktadır. Yüksek ısıtma enerjisi ihtiyacı olan bölgelerde bu ihtiyacı azaltacak ve aktif ısıtma takviyesini minimize edecek, aktif soğutmaya ihtiyaç duyulan bölgelerde ise aktif soğutma takviyesini minimize edecek kabuk dokuları tasarlanmalıdır.

### 2.3. Bina Biçimi

Bina kabuğunun biçimi; binanın toplam dış yüzey alanı, farklı yönlendirilmiş ve farklı eğilendirilmiş cephe ve çatı elemanlarının yüzey alanlarını ve cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranları belirlemektedir. Bina biçimi;

- \* Biçim faktörü (planda binanın uzun kenarının kısa kenarına oranı),
- \* Bina yüksekliği,
- \* Çatı türü (düz çatı, beşik çatı ve kırma çatı),
- \* Çatı eğimi,
- \* Cephe eğimi

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler ile tanımlanabilir (BERKÖZ, 1983, s.106-108). Bina biçimi binanın toplam ısı kazanma ve kaybının değişiminde etkili olan ve dolayısıyla yapma ısıtma ve soğutma yüklerinin belirleyicisi olan bir değişkendir.

### 2.4. Bina Aralıkları

Güneş ışıını ve rüzgar doğal (ağaçlar vs.) ve insan yapımı (duvarlar, binalar vs.) elemanlar ile bu elemanların boyutlarına ve arazi eğimine bağlı olarak engellenebilmektedir. Bu nedenle iklimsel ihtiyaçlara göre bina, aralarındaki mesafeler ve binaların birbirlerine göre konumları ayarlanarak enerji korunumu sağlanabilmektedir (AK, 1993, s.12-13).

İnsan yapımı elemanlar gün boyunca güneş ışıınına bir engel oluşturacaklar ve etraflarında güneşin açıl durumuna bağlı olarak boyutsal değişiklikler gösteren

gölgeli alanlar yaratacaklardır. İklimsel ihtiyaçlardan dolayı güneş ışınımının cepheleri en üst yeğnlikte veya en alt yeğnlikte etkilemesi gerekiyorsa bina aralıkları veya binaların diğer engelleyici elemanlara göre konumları gölgeli alan derinliklerine göre ayarlanır.

## 2.5. Güneş Kontrolü

Isıtmanın istenmediği devrede güneş ışınımının direkt etkisinden kaçınmak için yararlanılan güneş kontrolü iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan birincisi bina dış kabuk yüzeyinde alınan önlemler, ikincisi de gölgeleme önlemleridir. Yüzeyde alınan önlemler;

- \* Doku ile,
- \* Yansıtma yolu ile,
- \* Yalıtım yolu ile

olurken, gölgeleme önlemleri;

- \* Doğal gölgeleme araçları (Bitkiler, yeryüzü şekilleri vs.),
- \* Yapay gölgeleme araçları

şeklinde sınıflandırılabilir. Yapay gölgeleme araçları da;

- \* İç gölgeleme araçları,
- \* Dış gölgeleme araçları

olarak ikiye ayrılır. Güneşi bina cephesine gelmeden kesmek dış gölgeleme araçları ile olur.

Güneş kontrolü araçlarının etkinliği, ısıtmanın istendiği dönemde güneş ışınımını kesmeden, soğutmanın istendiği dönemde ise verilen yüzeyi tamamen kaplayacak bir gölge oluşturmalarındaki orantılı başarılarla dayanır (OLGYAYve OLGAYAY,1957, s.64-67).

Gölgeleme araçlarının ekonomisi düşünüldüğünde pencerelerde kullanımları en efektif kullanımlarıdır, bunun sebebi binaların pencereleri ısı akımının en fazla olduğu bileşenlerdir (OLGYAYve OLGAYAY,1957, s.73-77).

Güneş kontrolü açısından uygun tasarım sadece etkili çalıştığında ekonomi sağlayacak olan gölgeleme araçlarının uygun tasarlanması ile olur.



### **BÖLÜM 3. SOĞUTMA ENERJİSİ TASARRUFU AÇISINDAN YAPI KABUĞU DOKUSUNUN PASİF BİR SİSTEM ÖGESİ OLARAK TASARLANMASINDA KULLANILABİLECEK BİR YÖNTEM**

Opak kabuk bileşenini etkileyen güneş ışıınımı miktarının bileşenin dokusu ile ayarlanabilmesinden ötürü, kabuk teşkilinde opak kabuk bileşeninin dokusu enerji korunumu ihtiyaçları düşünülerek tasarlanmalıdır. Soğutma enerjisi ihtiyacı yüksek olan bölgelerde doku ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışıınının direkt etkisini azaltacak şekilde dizaynlanabilir. Direkt güneş ışıınımı etkisini doku aracılığı ile cephede gölgeli alanlar yaratarak azaltmak mümkündür. Bu azaltımın etkisini toplam güneş ışıınımı üzerinde ve soğutma yükü üzerinde azaltım doğuracağı da açıktır. Dokunun sebep olduğu gölgeli alanlarda direkt güneş ışıınımı etkisi yoktur, yansımış ve yaygın güneş ışıınımları etkilidir. Güneş - cephe ilişkisini kuran açılar opak cephe bileşenindeki direkt güneş ışıınımı alan ve almayan alanlar arasındaki oranı etkileyeceğinden dokunun türü etkin enerji korunumunda önem kazanmaktadır.

Opak bileşen dokusunun pasif soğutma sisteminin bir ögesi olarak tasarlanmasında kullanılmak üzere önerilen yöntem;

1. Optimal termofiziksel özelliklere dayanılarak katmanlaşma ve doku kombinezonu alternatiflerinin geliştirilmesi;
  - \* Yapı kabuğunun termofiziksel özelliklerinin optimal değerlerinin belirlenmesi,
  - \* Opak bileşen dokusu için, yapı sektöründe kullanılabilecek çeşitli alternatifler geliştirilmesi,
  - \* Opak bileşenlere ait doku ve katmanlaşma kombinezonu alternatiflerinin geliştirilmesi,
2. Farklı doku ve katmanlaşma kombinezonu alternatifleri için birim alandan kazanılan ısı akımlarının hesaplanması;



- \* Tasarlanan opak bileşenlerin dokularına göre dizayn günündeki her saat için opak bileşen dış yüzeyinde oluşan gölgeli alanların hesaplanması,
- \* Dizayn gününde her saat için opak bileşen dış yüzeyindeki aylık ortalama saatlik direkt, yaygın, yansımış ve toplam güneş ışınımının gölgeli ve güneşli alanlar için hesaplanması,
- \* Gölge ve güneşli alanlar için sol-air sıcaklıkların hesaplanması
- \* Tasarlanmış olan farklı dokulara sahip opak bileşenlerin ısı akımı hesaplarının yapılması

3. Hesaplanan ısı akımlarının karşılaştırılması ve uygun katmanlaşma ve doku kombinezonu alternatifinin seçilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

### **3.1. Optimal Termofiziksel Özelliklere Dayanarak Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatiflerinin Geliştirilmesi**

Opak bileşenin termofiziksel özelliklerinin optimal değerlerinin belirlenmesi ve bu değerlere bağlı olarak opak bileşen dokusu ve opak bileşenlere ait katmanlaşmalar için yapım sektöründe kullanılabilecek çeşitli alternatifler geliştirilmesi yolu ile en uygun opak bileşen ve katmanlaşma alternatifi kombinezonların seçilmesi gereklidir.

#### **3.1.1. Yapı Kabuğunun Termofiziksel Özelliklerinin Optimal Değerlerinin Belirlenmesi**

Yapı kabuğunun enerji korunumunda etkili olan en önemli termofiziksel özellikleri; "toplam ısı iletkenlik katsayısı" ve "saydamlık oranı"dır. "Zaman geciktirmesi" ve "Genlik küçültme faktörü" gibi değişkenler, bu değişkenlerin istenen değerleri ile, bu değerleri gerçekleştirecek opak kabuk bileşeni katmanlaşmasına geçilmesini sağlayacak sağlıklı yöntemlerin henüz geliştirilmemiş olması sebebi ile kullanılamayacaktır. Enerji korunumu için optimal performans gösterecek yapı kabuğunun belirlenmesinde öncelikle piyasada cam ve doğrama türü sınırlı olduğundan dolayı saydam bileşeni oluşturan cam ve doğrama türü seçilir ve sonra

bu saydam bileşenin optik ve termofiziksel özelliklerine, saydamlık oranına ve kabuk yönüne bağlı olarak opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının olabileceği en yüksek değer belirlenir. Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı için, TÜBİTAK İnşaat Teknolojileri Araştırma Gurubu' nun “ Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı “ araştırmasında belli saydamlık oranlarına dayanılarak hesaplanmış olan ideal değer kullanılacaktır (BERKÖZ ve diğ.,1995).

Bu araştırmada bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem geliştirilmiş ve bu yöntemin çeşitli yöreler için uygulanması yapılmıştır. Bu tezde veri olarak alınacak değerler, bu uygulamanın Antalya yöresi için bulunmuş sonuçlarından alınmıştır. Bu araştırmada kullanılan yöntem; iklimsel konfor açısından bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin yeterli değerler kombinezonlarının belirlenmesi, belirlenen bina kabuğu termofiziksel özelliklerine ilişkin iklimsel konfor açısından yeterli değerler kombinezonlarının tanımladığı kabuk alternatifleri arasından enerji korunumu açısından en uygun olanların seçilmesi, opak bileşen için katmanlaşma alternatifleri için yoğunlaşma tahkiki yapılması ve yoğunlaşmanın kabul edilebilir sınırlar altında kalmasına olanak veren katmanlaşma alternatiflerinin yapım sektöründe kullanılabilecek alternatifler olarak belirlenmesi gibi ana adımlardan oluşmaktadır(BERKÖZ ve diğ.,1995).

#### **3.1.1.1. Dizayn Gününün Seçilmesi**

Soğutmanın istendiği dönemi karakterize eden dizayn günü seçilmeli ve hesaplamalar bu güne ait meteorolojik verilere dayandırılmalıdır. Soğutmanın istendiği günü karakterize eden gün 21 Temmuz'dur.

#### **3.1.1.2. Dış Dizayn Koşullarının Belirlenmesi**

Seçilen dizayn günü için dış hava sıcaklığı, güneş ışıınımı gibi yöresel iklimsel değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenir. Bunlar da "T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü" arşivlerinden elde edilebilir.

### 3.1.1.3. İç Dizayn Koşullarının Belirlenmesi

İç dizayn koşulları, iklimsel konfor açısından bina kabuğunun termofiziksel özelliklerini belirleyen tasarım kriterleridir. Kabuk iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından belirli bir değere sahip olması gereklidir. Sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istenmediği dönem için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından sınır değeri ;

$$t_{iyoy} : t_{ik} + \varepsilon \quad (3.1)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir. Burada;

$t_{iyoy}$  : Isıtmanın istenmediği dönemler için kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

$t_{ik}$  : İç hava sıcaklığının konfor değeri, 22°C

$\varepsilon$  : Bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri , 3°C ( GIVONI, 1969 )

olarak ele alınmıştır.

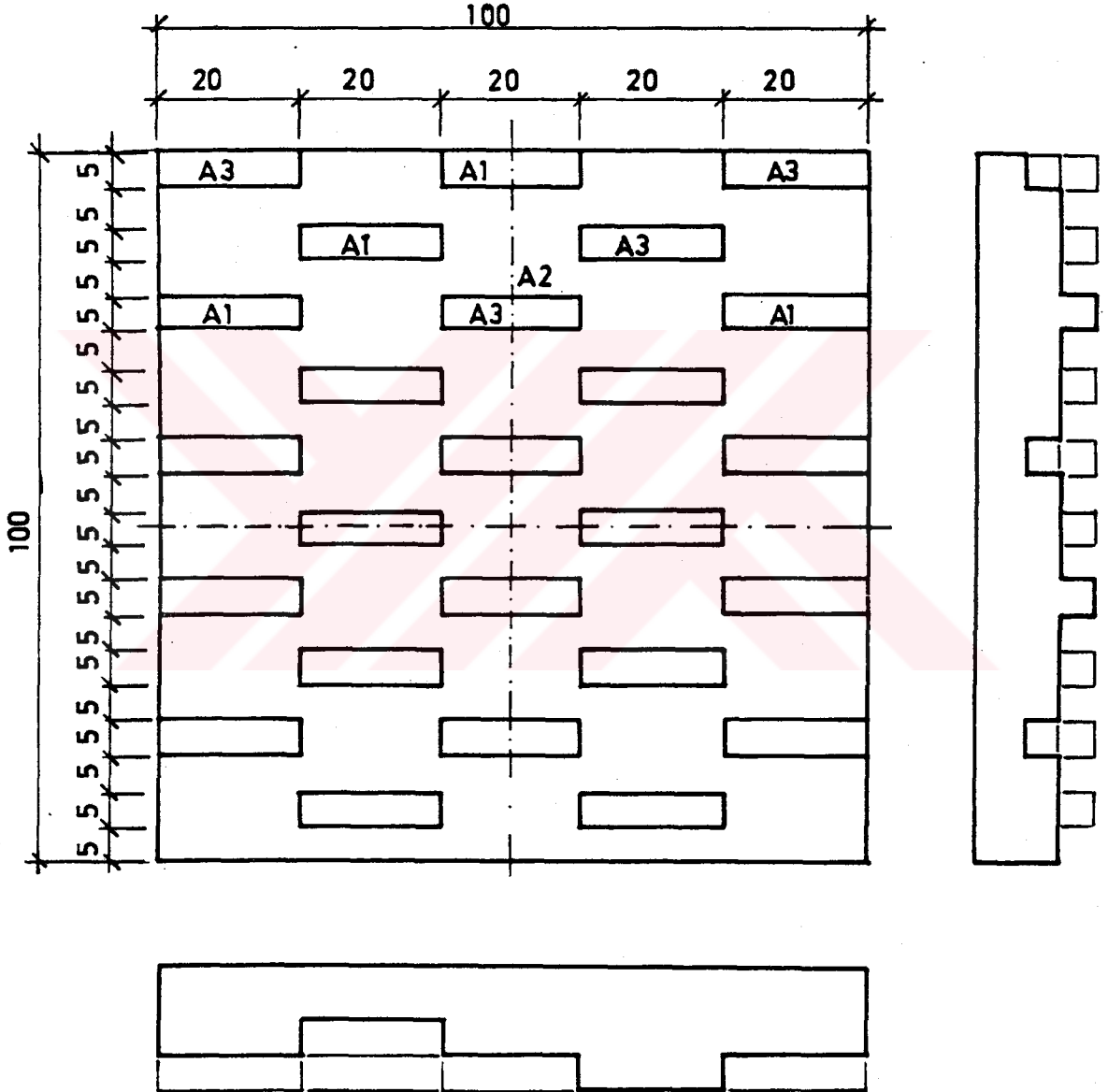
### 3.1.1.4. İklimsel Konforu Etkileyen ve Kabuk Tasarımında Etkili Olan Diğer Yapma Çevre Parametreleri Değerlerinin Seçilmesi

Kabuk elemanın baktırabileceği yönler kabuğun, saydamlık oranı, pencere doğraması ve cam türünün ve opak bileşenlerin renklerine bağlı olarak yutuculuk katsayılarının belirlenmesi gereklidir.

### 3.1.2. Yapı Kabuğu Dokusu İçin, Yapım Sektöründe Kullanılabilecek Çeşitli Alternatifler Geliştirilmesi

Soğutma enerjisi tasarrufu sıcak iklim bölgelerinde uygulanmaktadır. Yüzey dokularının en kolay uygulanabileceği ve istenen ısı iletkenlik katsayısının en

kolay sağlanabileceği malzeme seçilir ve bu malzemenin piyasada bulunması mümkün olan kalınlıkları araştırılarak yapım sırasında sorun yaratmayacak dokular tasarlanır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Tasarlanabilecek opak kabuk bileşeni dokusu örneği

### 3.1.3. Opak Bileşene Ait Katmanlaşma Alternatiflerinin Geliştirilmesi

Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı ( $k_o$ ); yönlendirme, saydamlık oranı, opak bileşenin rengi, saydam bileşendeki cam ve doğrama türüne göre değişiklik gösterir. Burada belirli olan, yön, saydamlık oranı, opak bileşenin rengi ve saydam bileşenin bileşiklerinin türlerinden yola çıkılarak, opak bileşenin izin verilebilen maksimum toplam ısı geçirme katsayısı belirlenmiş olduğundan, bu katsayıyı sağlayacak, farklı dokulara sahip olan yapı kabukları için ayrı ayrı katmanlaşma alternatifleri geliştirilmelidir. Opak kabuk bileşeninin, dokudan dolayı belli alanlarında farklı kalınlıklara sahip olmasından ötürü bu farklı kalınlıklardaki kesitlerin toplam ısı geçirme katsayıları da birbirlerinden farklı olur. İklimsel konfor koşulları açısından izin verilebilir en yüksek toplam ısı geçirme katsayısı, bu farklı kalınlıklara sahip alanların, toplam opak kabuk bileşeni alanındaki oranlarına bağlı olarak, toplam ısı geçirme katsayılarının ağırlıklı ortalamaları ile bulunur. Bu da ;

$$k_o = \frac{k_1 \times A_1 + k_2 \times A_2 + \dots + k_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (3.2)$$

formülü ile hesaplanabilir. Formülde

$k_o$  : Opak kabuk bileşenin ortalama toplamısı geçirme katsayısı,

Kcal/m<sup>2</sup>h°C

$k_1, k_2 \dots k_n$  : Opak kabuk bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, Kcal/m<sup>2</sup>h°C

$A_1, A_2 \dots A_n$  : Farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalara sahip olan her bir opak bileşen bölümünün alanı, m<sup>2</sup>

olarak ele alınmıştır. Burada;

$$k_1, k_2 \dots k_n = \frac{1}{1/\alpha_d + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_i} \quad (3.3)$$

bağıntısı ile tanımlanmıştır. Bu formülde;

$k_1, k_2 \dots k_n$  : Opak kabuk bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, Kcal/m<sup>2</sup>h°C

$\alpha_d, \alpha_i$  : dış ve iç yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, Kcal/m<sup>2</sup>h°C, W/m<sup>2</sup>°C

$d_1, d_2, \dots, d_n$  : her bir katmanın kalınlığı, m

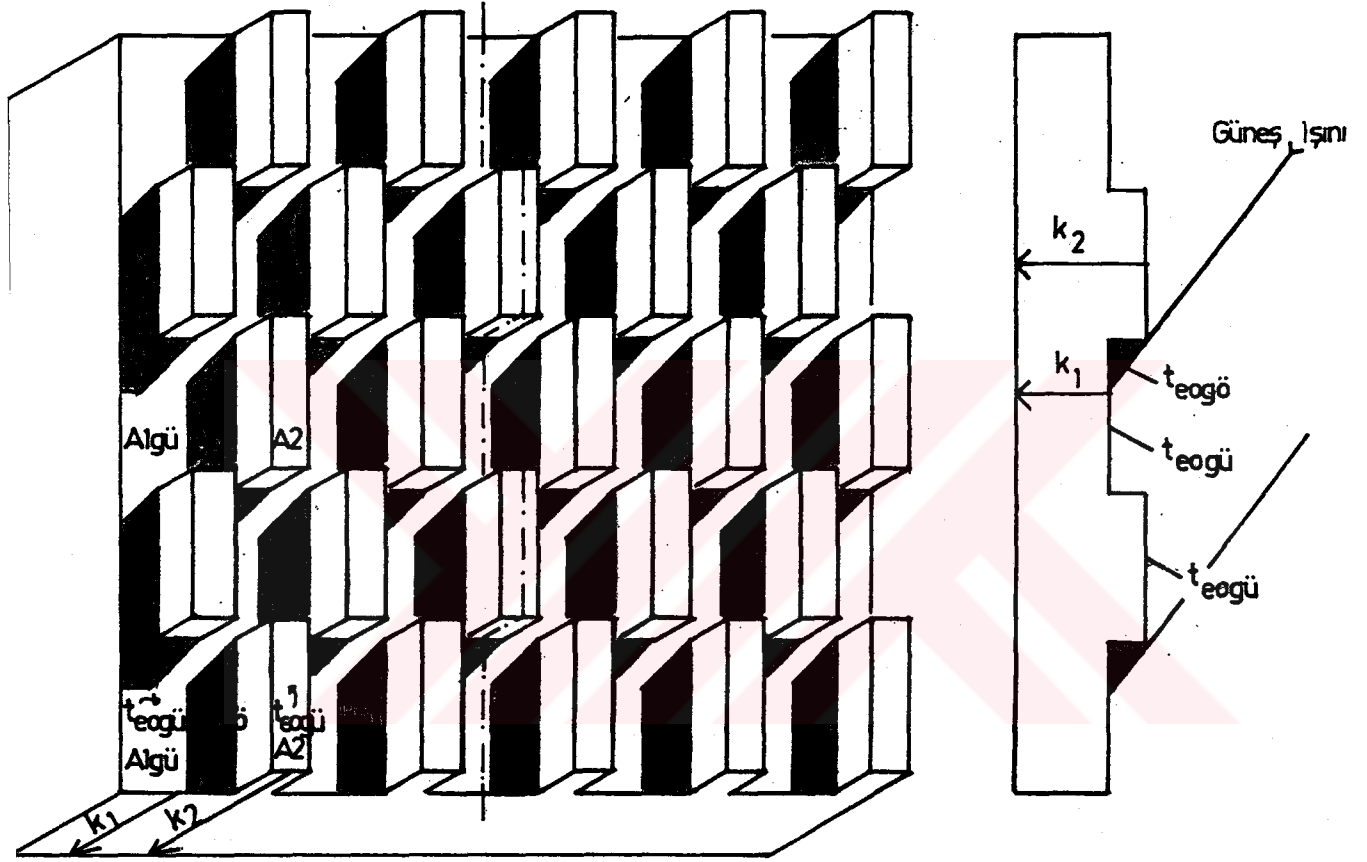
$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  : her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı, Kcal/m<sup>2</sup>h°C, W/m<sup>2</sup>°C

1, 2, ..., n : katman numaraları

### 3.2. Farklı Doku ve Katmanlaşma Kombinezonu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Birim alandan kazanılan ısı miktarı hesaplamak için tasarlanan opak bileşenlerin dokularının dizayn günündeki her saat için oluşturdıkları gölgeli alanların hesaplanması, dizayn gününde her saat için yapı yüzeyindeki gölgeli ve güneşli alanlar için toplam güneş ışınlam şiddetlerinin ve sol-air sıcaklıkların hesaplanması gerekmektedir.

Opak kabuk bileşenindeki ısı akımı, ancak iç hava sıcaklığı ile opak kabuk bileşeni dış yüzeyindeki sol-air sıcaklık arasında fark varsa bu sıcaklıklarla ve opak kabuk bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı ile bağlantılı olarak meydana gelir. Bu nedenle ısı akımı hesabının yapılabilmesi için, opak bileşende toplam güneş ışınlam şiddetinin etkisi ile meydana gelen ısı akımına eş değer ısı akımını belirleyen teorik bir sıcaklık olan sol-air sıcaklığın bilinmesi gereklidir. Dış hava sıcaklığı, opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışınlam şiddeti, opak bileşenin güneş ışınlam yutuculuk ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları sol-air sıcaklığının belirleyicileridir.



Şekil 3.2. Herhangi bir dokudaki farklı kalınlıklar bu kesitlerdeki ısı iletkenlik katsayılarının farklı olmasını sağlar.

Bu nedenle, sol-air sıcaklıkların hesaplanabilmesi için opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınımı şiddetlerinin, tasarlanan bileşenin dokularının dizayn günündeki her saat için cephe dış yüzeyinde oluşturdıkları gölgeli ve güneşli alanların hesaplanması gereklidir. Güneşli alanlarda opak kabuk bileşenini etkileyen toplam güneş ışıınımı şiddeti, aylık ortalama saatlik yaygın, yansımış ve direkt güneş ışıınımı şiddetlerinin toplamı iken, gölgeli alanlarda, direkt güneş ışıınımı opak bileşenin dokusuna bağılı olarak kesildiğı için, yaygın ve yansımış güneş ışıınımı şiddetlerinin toplamıdır.

### **3.2.1. Tasarlanan Opak Bileşenlerin Dokularının Dizayn Günündeki Her Saat İçin Oluşturdıkları Gölge Alanların Hesaplanması**

Opak bileşenlerin dokularının oluşturdıkları gölgeli alanları hesaplamak için bu bileşenlerin bulundukları enleme ait güneş açılarını bilmek gereklidir. Bunun için iki temel açıdan yararlanılır;

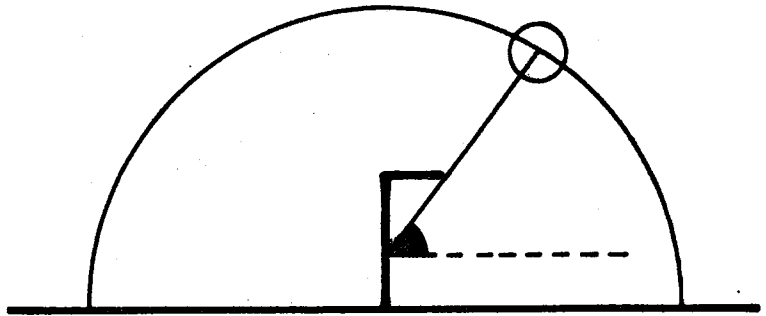
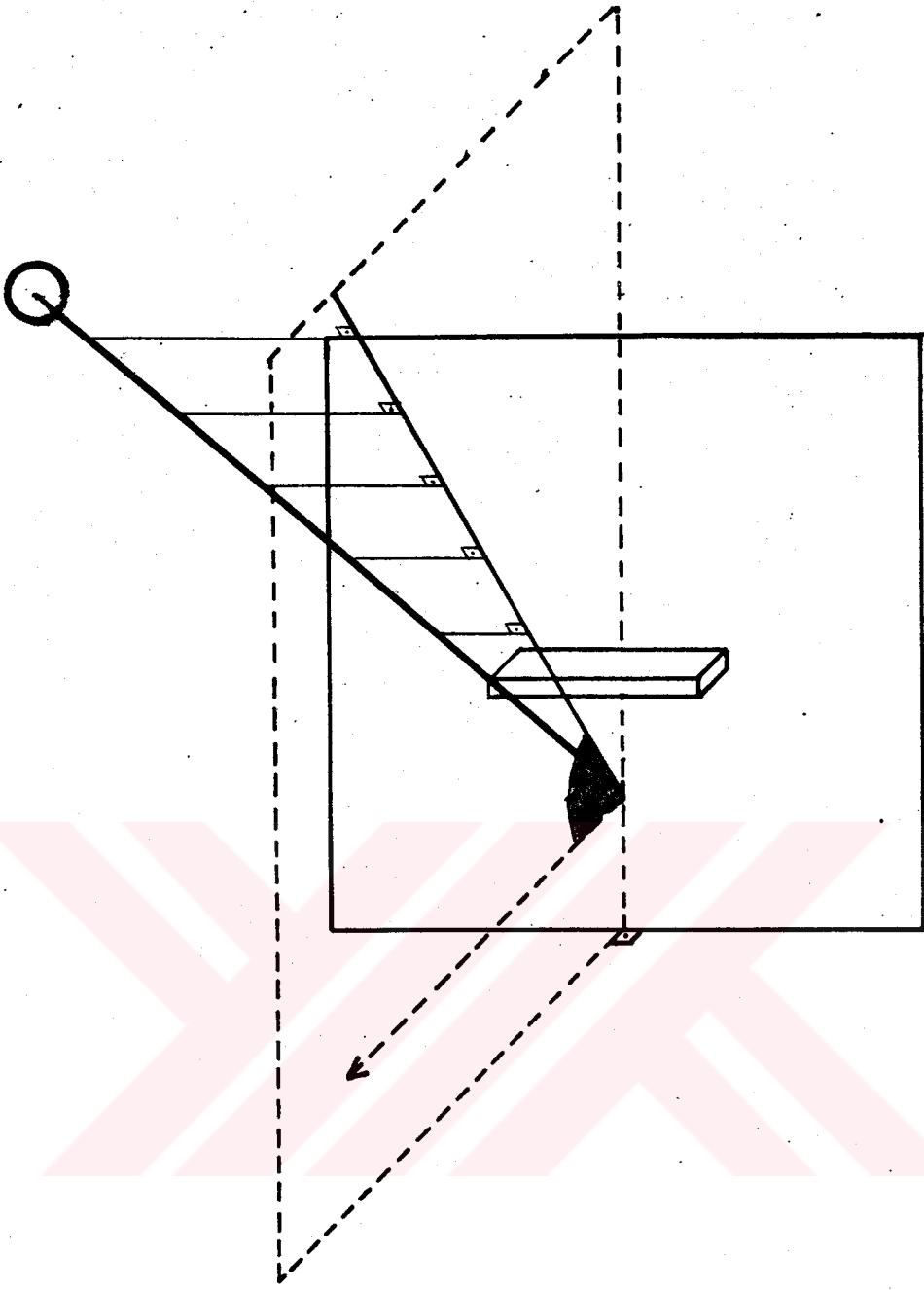
\* Profil açısı (  $\Omega$  ) ( Şekil 3.3 ) ve

\* Genişlik açısı (  $\gamma$  ) ( Şekil 3.4 )

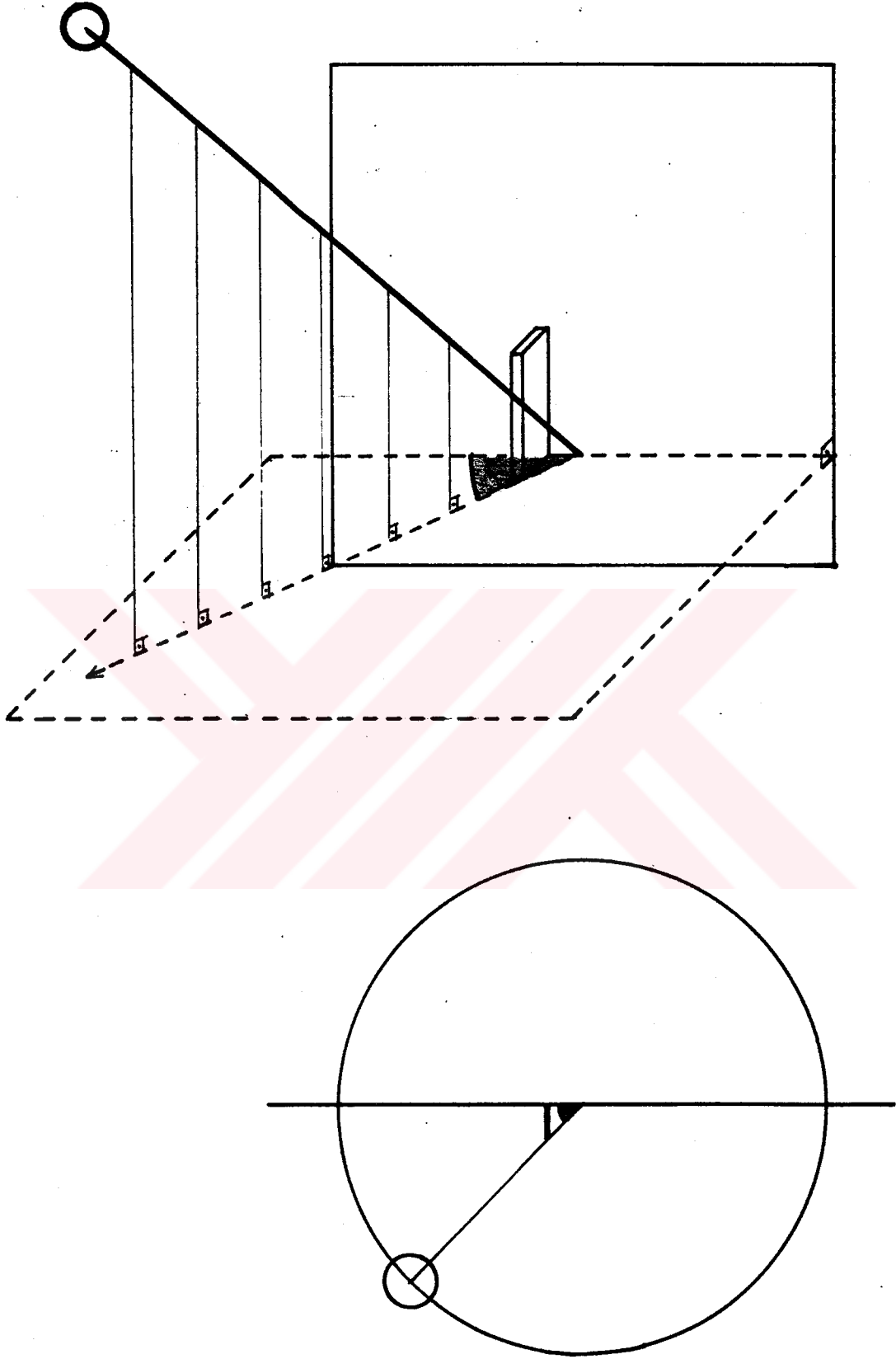
Profil açısı; yer-güneş çizgisinin (güneş ışıınının) cepheye normal bir düşey düzlemdeki izdüşümü ile aynı düzlemde bulunan cepheye normal bir çizgi arasındaki açı olarak tanımlanır ve cepheye normal olan düzlem üzerinde ölçülür.

Genişlik açısı; yer-güneş çizgisinin yatay düzlemdeki izdüşümü ile cepheye normal bir çizginin aralarındaki açı olarak tanımlanır ve yatay düzlemde ölçülür. Bu araştırmada incelenen cephe dokuları yatay, düşey ve onların bileşiminden oluşan girinti, çıkıntı ve onların bileşiminden oluşmuştur. Güneşin, çeşitli yönlerle yönlendirilmiş cephelere göre her saat için profil ve genişlik açıları bulunup bunların değişik dokularda oluşturdıkları gölgeli alanlar ve bu alanların toplam yüzey alanına oranı hesaplanır. Böylece sol-air sıcaklık hesabı yapılırken bu gölgeli alanların direkt güneş ışıınımı almadığı sadece yaygın ve yansımış ışıınım aldıkları gözönünde bulundurulur ve bu dokularla sağlanan soğutma enerjisi korunumu belirlenir.

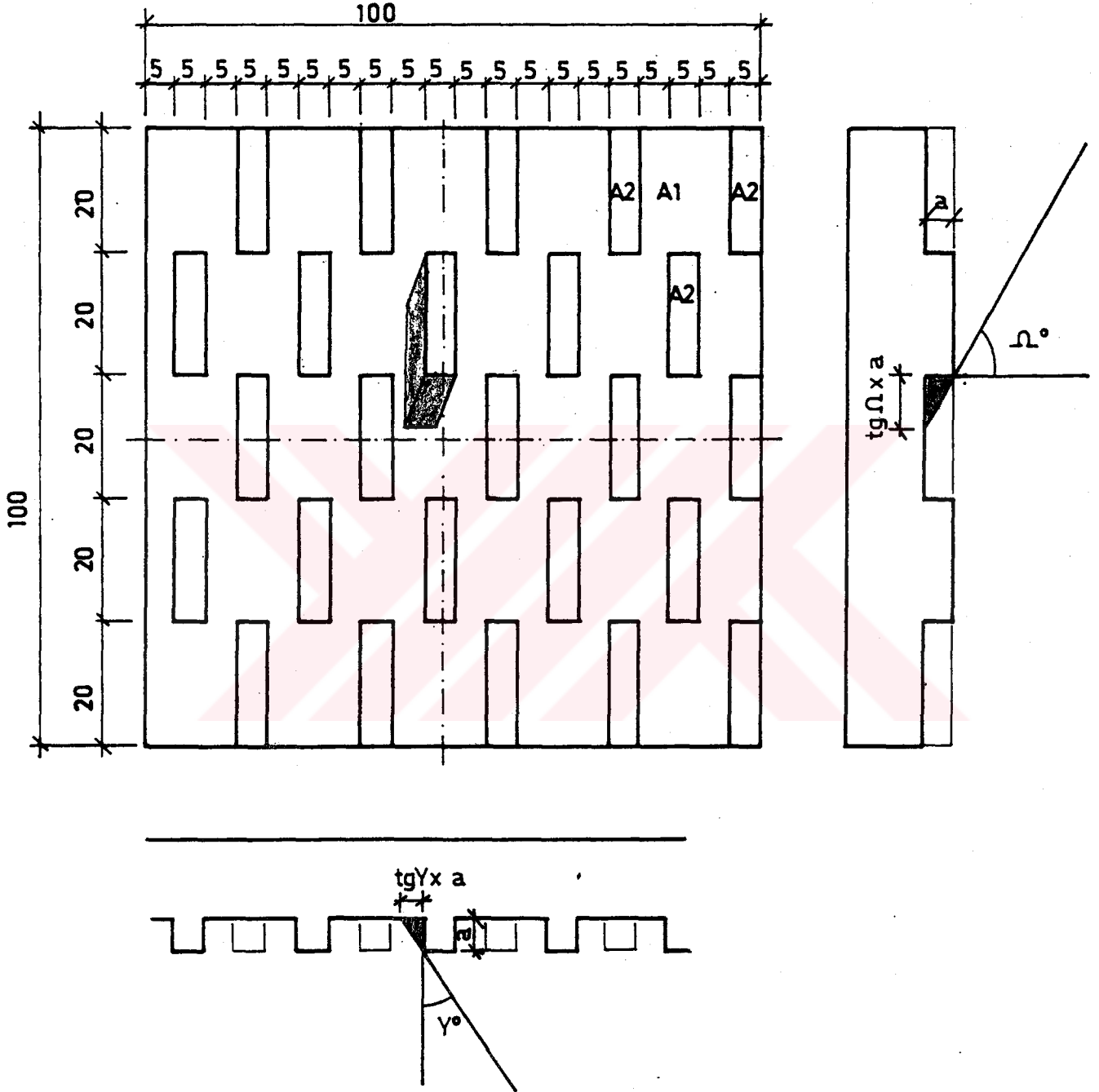




Şekil 3.3. Profil Açısı



Şekil 3.4. Genişlik Açısı



Şekil 3.5. Güneş Işınımının Profil ve Genişlik Açılarından Yararlanılarak Herhangi Bir Dokuda Oluşan Gölge Alanların Çizilmesi

### 3.2.2. Dizayn Gününde Her Saat İçin Yapı Yüzeyindeki Aylık Ortalama Saatlik Toplam Güneş Işınlamalarının Gölge ve Güneşli Alanlar İçin Hesaplanması

Dizayn gününde her saat için yapı yüzeyindeki aylık ortalama direkt, yaygın, yansımış ve toplam güneş ışınlamalarının hesaplanabilmesi için öncelikle atmosfer dışında yatay düzlemdeki günlük güneş ışınlamını hesaplanır. Bunun için Liu ve Jordan'ın önerdiği;

$$H_o = (24/\pi) \times r_o \times I_{sc} \times (\cos\phi \times \cos\delta \times \sin W_s + 2 \times \pi \times W_s \times \sin\phi \times \sin\delta/360) \quad (3.4)$$

formülünden yararlanılabilir (LIU, JORDAN, 1960). Burada;

$H_o$  : atmosfer dışında, yatay düzlemdeki günlük ışınlamı Kcal/m<sup>2</sup>gün,  
KJ/m<sup>2</sup>gün, cal/cm<sup>2</sup>gün

$I_{sc}$  : güneş değişmezi, Kcal/m<sup>2</sup>h, W/m<sup>2</sup>, cal/cm<sup>2</sup>dak

$\phi$  : enlem açısı, derece

$W_s$  : güneş batışı saati açısı, derece

$r_o$  : ele alınan gün için güneş değişmezi düzeltme faktörü olarak alınmışlardır.

Global güneş ışınlamı ( H ) ve atmosfer dışında yatay düzlemdeki günlük güneş ışınlamı (  $H_o$  ) miktarları yardımı ile bulutluluk endeksi (LIU, JORDAN, 1960);

$$K_t = H / H_o \quad (3.5)$$

formülü ile bulunarak, aylık ortalama günlük yaygın gök ışınlamının (  $H_d$  ), aylık ortalama günlük global ışınlamı ( H ) oranı olan  $R_d$  'nin hesaplanmasında kullanılır. Burada Page'in önerisi olan (PAGE, 1964);

$$R_d = 1 - 1.13 \times K_t \quad (3.6)$$

formülü ile bulunan  $R_d$  ise aylık ortalama günlük yaygın ışıınının ( $H_d$ ) hesaplanması için kullanılır (DUFFIE, BECKMAN, 1974);

$$R_d = H_d / H \Rightarrow H_d = R_d \times H \quad (3.7)$$

Aylık ortalama günlük global ( $H$ ) ve yatay düzlemdeki yaygın ışıından ( $H_d$ ) hareketle, yatay düzlemdeki aylık ortalama yaygın ( $I_{Hd}$ ), toplam ( $I_{HT}$ ) ve direkt ( $I_{HD}$ ) güneş ışıınıını yeğınliklerinin belirlenmesi için öncelikle güneş yörüngesi diagramı yardımı ile dizayn günündeki gün uzunluğu ve güneş batış saati bulunur ve yatay düzlemdeki saatlik toplam ışıının yeğınliğinin günlük toplam ışıına olan oranının ( $r_T$ ) ve yatay düzlemdeki saatlik yaygın ışıının yeğınliğinin günlük yaygın ışıına olan oranının ( $r_d$ ), gün saatlerine ve gün uzunluğuna göre bu işlemler için hazırlanmış olan grafik sistemler yardımı ile belirlenmelerinde kullanılırlar (LIU, JORDAN, 1960). Bu oranlar yardımı ile de ;

$$r_T = I_{HT} / H \Rightarrow I_{HT} = r_T \times H \quad (3.8)$$

$$r_d = I_{Hd} / H_d \Rightarrow I_{Hd} = r_d \times H_d \quad (3.9)$$

bağıntıları ile dizayn gününde her saat için yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik toplam ışıının yeğınlığı ( $I_{HT}$ ) ve yatay düzlemdeki aylık ortalama saatlik yaygın ışıının yeğınlığı ( $I_{Hd}$ ) hesaplanır. Yatay düzlemdeki aylık ortalama direkt ışıının yeğınlığı ( $I_{HD}$ ) ise;

$$I_{HD} = I_{HT} - I_{Hd} \quad (3.10)$$

bağlantısı ile hesaplanır.

Yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik direkt, güneş ışıınıını yeğınlığı;

$$I_D = I_{HD} \times R_b \quad (3.11)$$

yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik yaygın güneş ışıını yeginliği;

$$I_d = I_{Hd} \times (1 + \cos S) / 2 \quad (3.12)$$

yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik yansımış güneş ışıını yeginliği;

$$I_r = I_{HT} \times (1 - \cos S) \times r / 2 \quad (3.13)$$

bağlantıları ile ve yapı yüzeyindeki aylık ortalama saatlik toplam güneş ışıını yeginliği;

$$I_T = I_D + I_d + I_r \quad (3.14)$$

formülü ile hesaplanır (DUFFIE, BECKMAN, 1974). Yönlere göre her saatteki  $R_b$ ;

$$R_b = \cos \theta / \cos \theta_H \quad (3.15)$$

$$\cos \theta = \cos \alpha \times \cos \Sigma \times \sin S + \sin \alpha \times \cos S \quad (3.16)$$

formülleri ile hesaplanır ve  $I_T$  formülünde yerine konurak yapı yüzeyinde her saat için aylık ortalama direkt, yaygın, yansımış ve toplam güneş ışıını yeginlikleri bulunur (DUFFIE, BECKMAN, 1974).

### 3.2.3. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-air Sıcaklıkların Hesaplanması

Sol-air sıcaklık, herhangi bir yapı bileşeninde, güneş ışıınımı ile dış hava sıcaklığının birleşik etkisi sonucunda meydana gelen ısı akımına eşdeğer ısı akımını belirleyen ve aktüel dış hava sıcaklığından daha yüksek olan, teorik bir dış hava sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır (HARKNESS, 1978). Sol-air sıcaklıklar hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı yeğınliklerinin yanında yönlendirmeye, kabuk bileşenlerinin optik özelliklerine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısına da bağılıdır. Bu sebeple sol-air sıcaklıklar mimarın kontrolü altındadır. Opak ve saydam bileşenler güneş ışıınımı karşısında farklı davranışlar gösterdikleri için sol-air sıcaklıkları da ayrı ayrı hesaplanır.

Bu araştırmada opak bileşendeki dokuların etkisi inceleneceğinden sadece opak bileşenin sol-air sıcaklığının hesaplanması yeterli olacaktır. Opak bileşenin yüzeyini, güneş ışıınımı yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağılı olarak, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık;

$$t_{eo} = t_d + I_T \times a_o / \alpha_d \quad (3.17)$$

bağıntısı ile hesaplanabilir (HARKNESS, 1978). Burada;

$t_d$  : dış hava sıcaklığı, °C

$I_T$  : opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınımı şiddeti, W/m<sup>2</sup>,  
Kcal/m<sup>2</sup>h

$a_o$  : opak bileşenin güneş ışıınımı yutuculuk katsayısı

$\alpha_d$  : dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayısı, W/m<sup>2</sup>°C, Kcal/m<sup>2</sup>h°C

olarak ele alınmıştır.

### 3.2.4. Tasarlanmış Olan Opak Bileşenlerin Isı Akımı Hesaplarının Yapılması

Tasarlanmış olan opak bileşenlerin ısı akımı hesapları dengeli ısı geçiş rejimine göre yapılmaktadır. Bu rejimde ısı depolama etkileri ihmal edilir ve opak yapı kabuğundan akan ısı miktarı;

$$q_d = k_o \times (t_{eo} - t_i) \quad (3.18)$$

formülü ile hesaplanır. Burada;

$q_d$  : birim zamanda birim yapı bileşeni alanından akan ısı miktarı, Kcal/m<sup>2</sup>h, W/m<sup>2</sup>

$k_o$  : opak yapı bileşenini toplam ısı geçirme katsayısı, Kcal/m<sup>2</sup>h°C, W/m<sup>2</sup>°C

$t_{eo}$  : ele alınan saatte opak yapı kabuğunu etkileyen sol-air sıcaklık, °C

$t_i$  : iç hava sıcaklığı, °C

olarak ele alınmıştır.

Ele alınan opak bileşenler çeşitli dokulara sahip olduklarından farklı kesitlerde farklı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip olacaklar ve bu kesit yüzeylerinin bir kısmı direkt güneş ışıını almazken bir kısmı alacağı için farklı sol-air sıcaklıkların etkisinde kalacaklardır. Bu sebeple bu opak bileşenden akan ısı miktarları;

$$q_d = \frac{k_{o1}(t_{eog1} - t_i)A_{lg1} + k_{o1}(t_{eog2} - t_i)A_{lg2} + \dots + k_{on}(t_{eogn} - t_i)A_{ng1} + k_{on}(t_{eogö} - t_i)A_{ngö}}{A_{lg1} + A_{lg2} + \dots + A_{ng1} + A_{ngö}} \quad (3.19)$$

formülü ile hesaplanmaktadır (Şekil 3.2). Burada;

$q_d$  : birim zamanda, birim yapı bileşeni alanından akan ısı miktarı, Kcal/m<sup>2</sup>h, W/m<sup>2</sup>

$k_{o1}, k_{o2}, \dots, k_{on}$  : her bir kesitin toplam ısı geçirme katsayısı, Kcal/m<sup>2</sup>h°C, W/m<sup>2</sup>°C



- $t_{eogü}, t_{eogö}$  : ele alınan saatte direkt güneş ışınlımına maruz kalan ve kalmayan opak yapı kabuğunu etkileyen sol-air sıcaklıklar, °C
- $t_i$  : iç hava sıcaklığı, °C
- $A_{1gü}, A_{1gö}, \dots, A_{ngü}, A_{ngö}$  : her bir kesitin güneşli ve gölgeli yüzey alanları, m<sup>2</sup>
- 1, 2, .....n : farklı kesitlerin numaraları olarak ele alınmıştır.

### 3.3. Hesaplanan Isı Akımlarının Karşılaştırılması ve Uygun Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatifinin Seçilmesi

Hesaplanan ısı akımlarının karşılaştırılması ve uygun katmanlaşma ve doku kombinezonu alternatifinin seçilmesi grafikler yardımı ile yapılır. Yönlere göre her bir katmanlaşma ve doku kombinezonu alternatifinin saatlik ısı akımlarını aynı grafiğe işleyerek gün saatlerinde her saat için farklı alternatiflerin karşılaştırmalarının yapılması mümkün olur. Bu grafikler yardımı ile optimum enerji kazancını sağlayacak olan alternatif, soğuk iklimlerde dizayn gününde en yüksek ısı kazancını sağlayan, sıcak iklimlerde dizayn gününde en düşük ısı kazancını sağlayan alternatif en uygun alternatif olarak belirlenebilir.

## **BÖLÜM 4. UYGULAMA**

### **ANTALYA YÖRESİ İÇİN OPAK BİLEŞEN DOKUSU İLE YAPILAN GÜNEŞ KONTROLÜNÜN ENERJİ KORUMUNA ETKİSİ**

Bölüm 3.'de ele alınan, soğutma enerjisi tasarrufu açısından opak bileşen dokusunun pasif sistem ögesi olarak tasarlanmasında kullanılabilecek yaklaşımın ele alınan Antalya yöresinde uygulaması yapılmıştır. Bu bölümde, uygulama çalışmasında yapılan kabuller ve elde edilen sonuçlar anlatılmıştır.

#### **4.1. Optimal Termofiziksel Özelliklere Dayanarak Katmanlaşma ve Doku Kombinezonu Alternatiflerinin Geliştirilmesi**

Bölüm 3.1. de anlatılmış olan yöntem Antalya yöresinde soğutma enerjisi ekonomisi sağlayacak şekilde katmanlaşma ve doku kombinezonu alternatifleri geliştirmek amacı ile opak bileşenin termofiziksel özelliklerinin optimal değerlerinin belirlenmesi, opak bileşen dokusu için yapım sektöründe kullanılabilecek çeşitli alternatifler geliştirilmesi ve opak bileşene ait katmanlaşma alternatiflerinin geliştirilmesi aşamalarıyla uygulanmıştır.

##### **4.1.1. Antalya İçin Yapı Kabuğunun Termofiziksel Özelliklerinin Optimal Değerlerinin Belirlenmesi**

Yöntemin birinci adımının uygulanmasına ilişkin çalışmalar aşağıdaki kabuller ile gerçekleştirilmiştir.

- \* Dizayn günü olarak ısıtmanın istenmediği dönemin karakteristik günü olan 21 Temmuz alınmıştır
- \* Uygulamada opak bileşenler Güney ve Doğu olmak üzere iki ayrı yönde incelenmiştir.

\* Uygulamada Antalya'ya ait meteorolojik veriler kullanılmıştır.

\* Dış dizayn koşulları; gerçek atmosfer koşulları olarak ele alınmıştır. Saatler gün saatleridir. 21 Temmuz için on yıllık ortalama saatlik hava sıcaklıkları değerleri aşağıdaki gibidir;

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Saat 01:00 23,7°C | Saat 13:00 34,0°C |
| Saat 02:00 23,6°C | Saat 14:00 34,0°C |
| Saat 03:00 23,7°C | Saat 15:00 32,8°C |
| Saat 04:00 23,6°C | Saat 16:00 32,2°C |
| Saat 05:00 23,5°C | Saat 17:00 31,8°C |
| Saat 06:00 25,2°C | Saat 18:00 30,4°C |
| Saat 07:00 27,4°C | Saat 19:00 29,2°C |
| Saat 08:00 30,2°C | Saat 20:00 27,8°C |
| Saat 09:00 31,8°C | Saat 21:00 26,9°C |
| Saat 10:00 32,6°C | Saat 22:00 26,5°C |
| Saat 11:00 33,3°C | Saat 23:00 25,2°C |
| Saat 12:00 33,7°C | Saat 24:00 24,8°C |

\* İç dizayn koşullarından iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıkları ortamda konforu sağlayacak değerlerde olmalıdırlar. Konutlarda iç hava sıcaklığının konfor değeri ( $t_{ik}$ );

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

ve iç yüzey sıcaklığının konfor açısından izin verilebilir sınır değeri ( $t_{iyoy}$ )

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

olarak alınmıştır.

\* Örnek olarak ele alınan bölge genelde soğutma enerjisi kontrolü gerektiren bir bölge olduğu için opak kabuk bileşeninin dış yüzeyinin açık renge boyanarak yutuculuk katsayısının düşük tutulmuştur. Bu nedenle  $a_o = 0.40$  olarak ele alınmıştır.

\* Saydam bileşen ahşap tek camlı pencere (  $k_c = 4.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  ) olarak alınmıştır. ( ANON, TS 825, 1975 )

\* Yapım kolaylığı açısından tüm cephelerde aynı toplam ısı geçirme katsayısını sağlayacak katmanlaşmalar ve ahşap tek camlı pencere tipi seçildiğinde 21 Temmuz için optimal performansı gösterecek kabuğun toplam ısı geçirme katsayısını tüm yönlerde  $1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  ve saydamlık oranı Güney cephesi için %26.5 ve Doğu cephesi için %24.0'dır (BERKÖZ ve diğ., 1995).

#### 4.1.2. Yapı Kabuğu Dokusu İçin Yapım Sektöründe Kullanılabilecek Çeşitli Alternatifler Geliştirilmesi

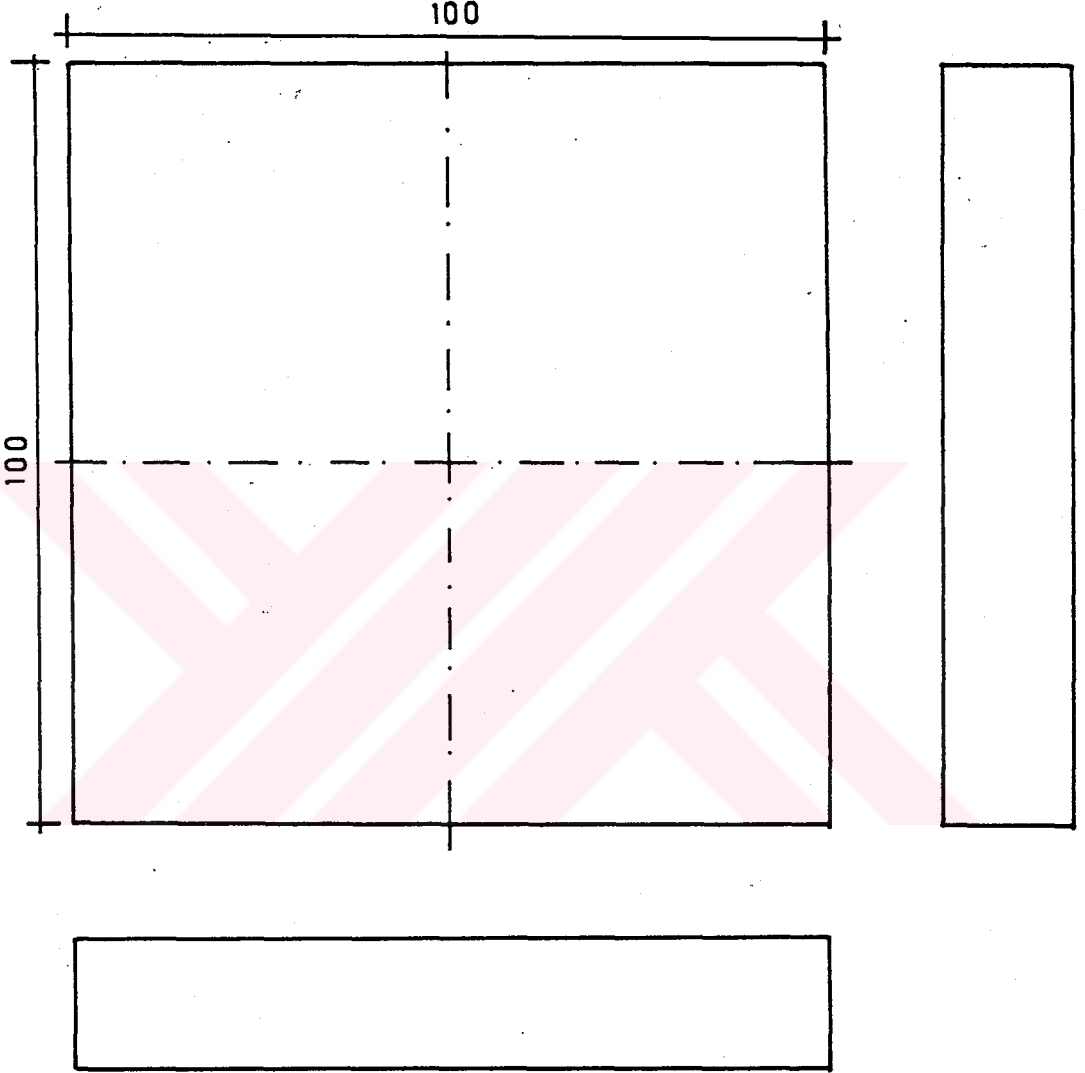
Tek bir malzeme ile ısı yalıtımının kolay sağlanması, hafifliğinden dolayı yapıların taşıyıcı sistemlerinde ekonomi sağlaması, istenilen boyutlarda üretilebilmesi, üretilen doku alternatiflerinin oluşturulabilmesinde kolaylıkla işlenebilmesi, milimetrik duyarlılıktaki boyutları, biçimsel ve boyutsal zenginliği nedenleri ile dokulu yüzeylerde kullanımı uygun görülen gazbeton 5 cm.lik kalınlık farklılıkları ile ( ki gazbetonda kalınlık farklılıkları 2,5 cm. ve katlarıdır) yatay, düşey, girinti ve çıkıntılar ve bunların bileşik kullanımı ile çeşitli dokular elde edilmiştir. Karşılaştırma yapmak amacı ile bir doku alternatifi olarak düz opak bileşen dokusu da ele alınmıştır. ( Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5)

#### 4.1.3. Opak Bileşene Ait Katmanlaşma Alternatiflerinin Geliştirilmesi

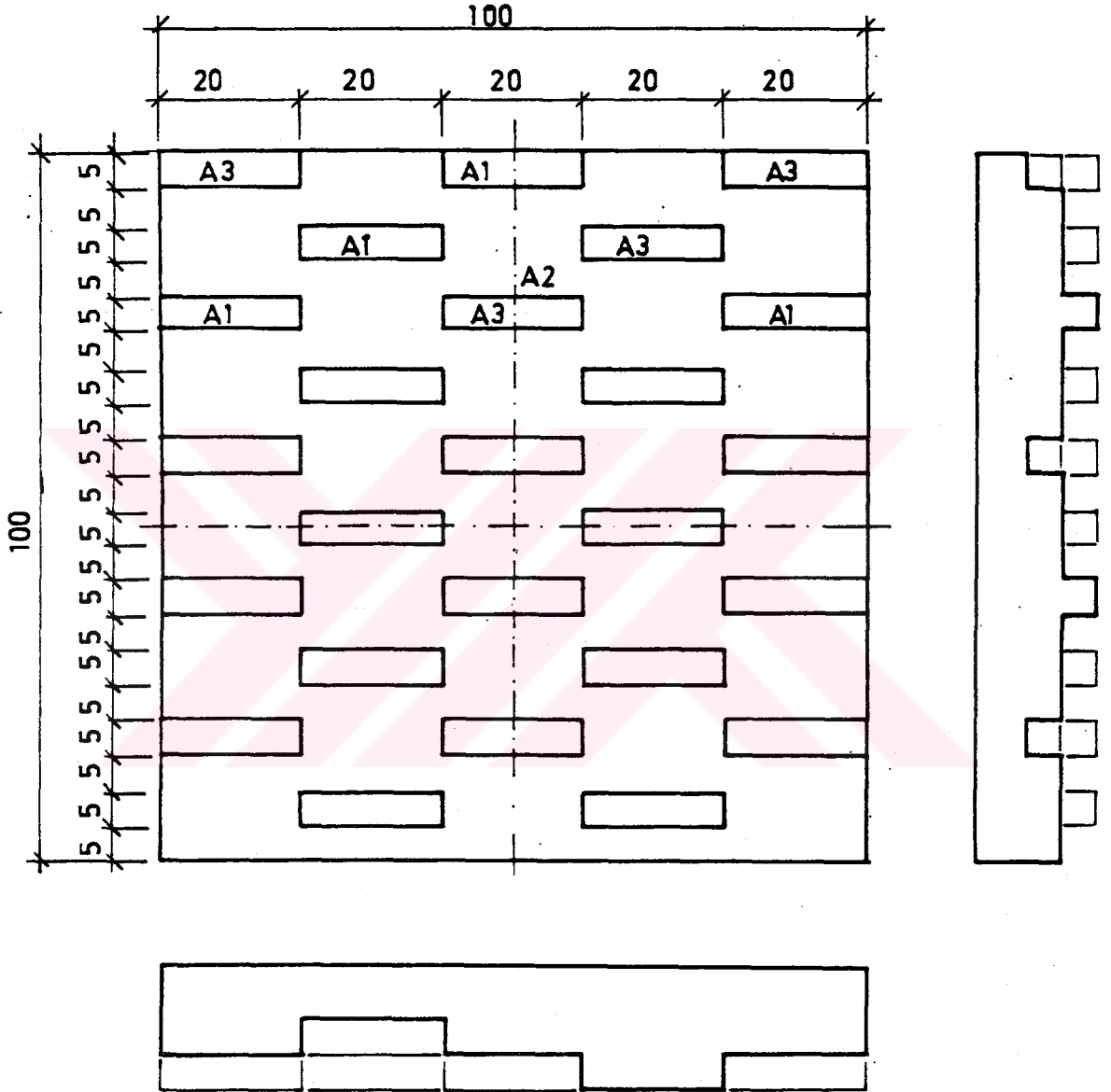
Opak bileşenin yönü, saydamlık oranı, yutuculuk katsayısı ve saydam bileşen bileşikleri türlerinden yola çıkarak belirlenen izin verilebilen maksimum toplam ısı geçirme katsayısını sağlayacak farklı dokulara sahip opak bileşenler için katmanlaşma alternatifleri bölüm 3.1.3. te verilmiş olan;

$$k_o = \frac{k_1 \times A_1 + k_2 \times A_2 + \dots + k_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

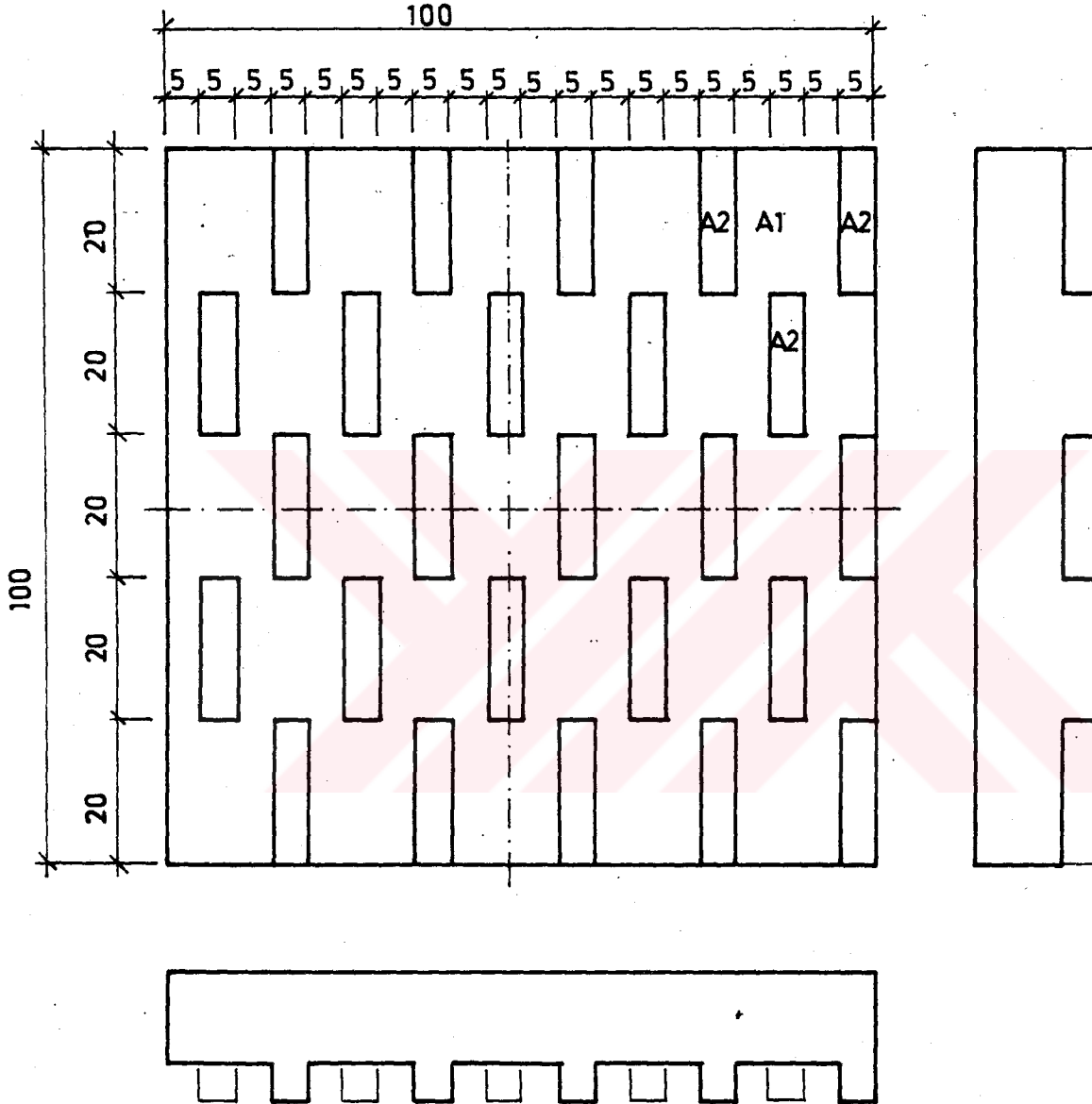
bağıntısı ve ;



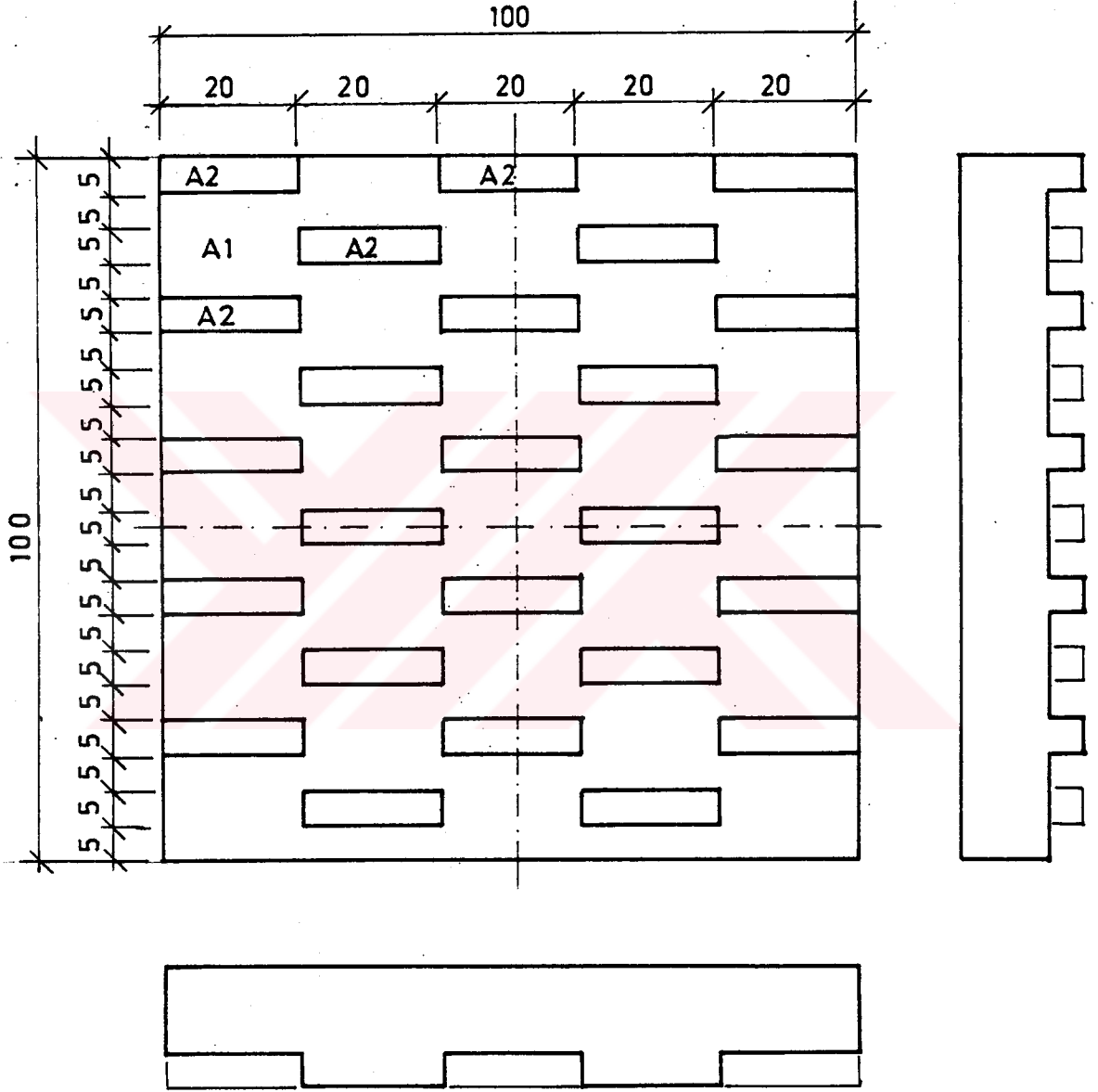
Şekil 4.1 Düz Dokulu Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti



Şekil 4.2. Yatay Girinti ve Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti.

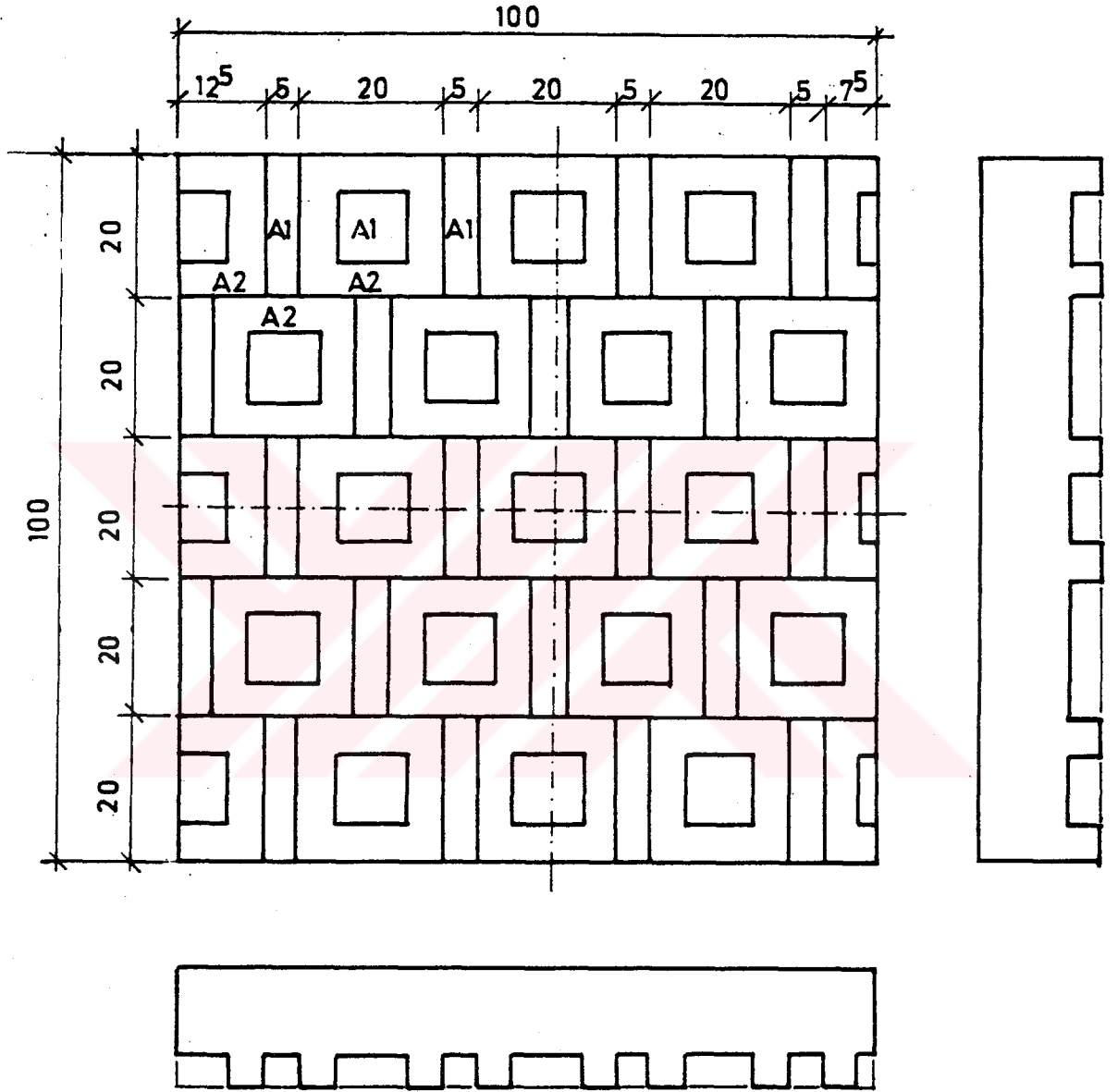


Şekil 4.3 Düşey Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti



Şekil 4.4. Yatay Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti





Şekil 4.5. Yatay ve Düşey Çıkıntılarla Elde Edilen Opak Bileşenin Birim Alanının Görünüş, Plan ve Kesiti.

$$k_1, k_2, \dots, k_n = \frac{1}{1/\alpha_d + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_i}$$

bağıntısıyla ve TS 825'de verilen yapı malzemeleri ısı iletkenlik katsayıları ile gazbeton üretici firmalarının belirttiği ısı iletkenlik katsayıları kullanılarak geliştirilmiştir.

Bu formüllerdeki;

$k_o$  : Opak bileşenin ortalama toplam ısı geçirme katsayısı,  
kcal/m<sup>2</sup>h°C

$k_1, k_2, \dots, k_n$  : Opak bileşenin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları,  
kcal/m<sup>2</sup>h°C

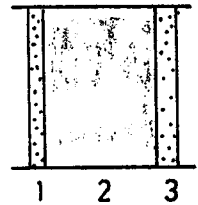
$A_1, A_2, \dots, A_n$  : Farklı kesitlerin toplam yüzey alanları, m<sup>2</sup>. (Bu araştırmada birim alan ele alındığı için  $A_1 + A_2 + \dots + A_n = 1$  m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.)

1, 2, ..., 3 : Kesit numaraları  
olarak ele alınmıştır.

Farklı dokulu opak bileşenlerin karşılaştırmaları yapılacağı için tüm farklı dokulu opak bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayılarının aynı olması gereklidir. Ele alınan farklı bütün alternatifler için ortalama toplam ısı geçirme katsayısı sınır değeri 1.00 kcal/m<sup>2</sup>h°C olmalıdır.

1. Alternatif olan düz dokulu opak bileşen için aşağıdaki katmanlaşma tasarımı incelenip;

|   | d    | $\lambda$ | Malzeme             |
|---|------|-----------|---------------------|
| 1 | 0.02 | 0.750     | Kireç-çimeto harcı  |
| 2 | 0.15 | 0.16      | Gazbeton            |
| 3 | 0.03 | 1.20      | Çimento Harçlı Sıva |



toplam ısı iletkenlik katsayısının;

$$k_o = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.75 + 0.15/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

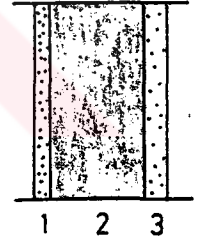
$$k_o = 0.975 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$0.975 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C} < 1.00 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

tasarlanan bu opak bileşen katmanının Antalya için saydamlık oranı 26.5 olan ahşap tek camlı pencere için uygun olduğu görülmüştür. Bundan sonra farklı dokulu cepheler için de aynı ısı iletkenlik katsayısını sağlayacak katmanlaşma detayı tasarımı yaparak enerji korunumu hesabı yapılırken sadece doku farklılığından dolayı meydana gelen değişiklik doğru bir şekilde değerlendirilmesi sağlanacaktır.

2. Alternatif olan girinti ve çıkıntılarla elde edilen ikinci opak bileşen için yapılan hesaplar sonucu en uygun katmanlaşmanın aşağıdaki gibi olduğuna karar verilmiştir;

|   | d                                                           | $\lambda$ | Malzeme             |
|---|-------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|
| 1 | 0.02                                                        | 0.60      | Alçı Harçlı Sıva    |
| 2 | (1) 0.075 (%12.5)<br>(2) 0.125 (%75.0)<br>(3) 0.175 (%12.5) | 0.16      | Gazbeton            |
| 3 | 0.03                                                        | 1.20      | Çimento Harçlı Sıva |



Bu duvarın toplam ısı geçirme katsayısı;

$$k_1 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.075/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

$$k_1 = 1.389 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%12.5)$$

$$k_2 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.125/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

$$k_2 = 0.969 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%75)$$

$$k_3 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.175/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

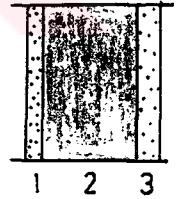
$$k_3 = 0.744 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%12.5)$$

$$k_o = k_1 \times 0.125 + k_2 \times 0.75 + k_3 \times 0.125$$

$$k_o = 0.993 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

3. Alternatif olan düşey çıkıntılarla elde edilen opak bileşen için aşağıdaki katmanlaşma izin verilebilen maksimum ısı iletkenlik katsayısını sağlamaktadır;

|   | d                                  | $\lambda$ | Malzeme             |
|---|------------------------------------|-----------|---------------------|
| 1 | 0.02                               | 0.60      | Alçı Harçlı Sıva    |
| 2 | (1) 0.125 (%75)<br>(2) 0.175 (%25) | 0.18      | Gazbeton            |
| 3 | 0.03                               | 1.20      | Çimento Harçlı Sıva |



Bu dokunun toplam ısı geçirme katsayısı;

$$k_1 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.125/0.18 + 0.03/1.2}$$

$$k_1 = 1.057 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%75)$$

$$k_2 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.175/0.18 + 0.03/1.2}$$

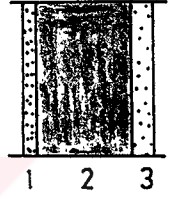
$$k_2 = 0.817 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$k_o = k_1 \times 0.75 + k_2 \times 0.25$$

$$k_o = 0.997 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

4. Alternatif olan yatay çıkıntılarla elde edilen opak bileşen için aşağıdaki katmanlaşma izin verilebilen maksimum ısı iletkenlik katsayısını sağlamaktadır;

|   | d                                  | $\lambda$ | Malzeme             |
|---|------------------------------------|-----------|---------------------|
| 1 | 0.02                               | 0.60      | Alçı Harçlı Sıva    |
| 2 | (1) 0.125 (%75)<br>(2) 0.175 (%25) | 0.18      | Gazbeton            |
| 3 | 0.03                               | 1.20      | Çimento Harçlı Sıva |



Bu dokunun toplam ısı geçirme katsayısı;

$$k_1 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.125/0.18 + 0.03/1.2}$$

$$k_1 = 1.057 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%75)$$

$$k_2 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.175/0.18 + 0.03/1.2}$$

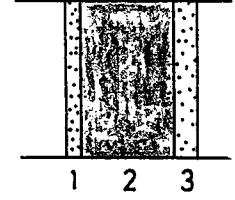
$$k_2 = 0.817 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

$$k_o = k_1 \times 0.75 + k_2 \times 0.25$$

$$k_o = 0.997 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

5. Alternatif olan yatay ve düşey çıkıntıların bileşik kullanımı ile elde edilen opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı için en uygun sonucu aşağıdaki katmanlaşma sağlayacaktır;

|   | d                                  | $\lambda$ | Malzeme                  |
|---|------------------------------------|-----------|--------------------------|
| 1 | 0.02                               | 0.60      | Kireçli Alçı Harçlı Sıva |
| 2 | (1) 0.125 (%40)<br>(2) 0.175 (%60) | 0.16      | Gazbeton                 |
| 3 | 0.03                               | 1.20      | Çimento Harçlı Sıva      |



Bu opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı;

$$k_1 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.125/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

$$k_1 = 1.150 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%40)$$

$$k_2 = \frac{1}{1/7 + 0.02/0.60 + 0.175/0.16 + 0.03/1.2 + 1/20}$$

$$k_2 = 0.846 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}(\%60)$$

$$k_o = k_1 \times 0.40 + k_2 \times 0.60$$

$$k_o = 0.968 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

olarak bulunur. Beş farklı opak bileşen tasarımı için %3 yaklaşıklıkla aynı toplam ısı geçirme katsayısını sağlayacak dört farklı katmanlaşma tasarlanmıştır.

## 4.2. Farklı Doku ve Katmanlaşma Kombinezonu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Akımlarının Hesaplanması

Opak bileşenin birim alanından kazanılan ısı akımını hesaplamak için dokuların oluşturdukları gölgeli alanlar, yapı yüzeyindeki güneş ışıını miktarları ve sol-air sıcaklıklar hesaplanmalıdır.

### 4.2.1. Tasarlanmış Opak Bileşenlerin Dokularının Dizayn Günündeki Her Saat İçin Oluşturdukları Gölge ve Güneşli Alanların Hesaplanması

Opak bileşen dokularının oluşturdukları gölgeli alanları hesaplamak için tüm saatler için Antalya'ya ait cepheye normal profil açıları ( $\Omega$ ) ve genişlik açıları ( $\gamma$ ) bilinmelidir. Bu açılar saydam açılı ölçerler ve güneş yörüngesi diagramlarının birlikte kullanılması ile bulunmuştur. Sonuçlar Tablo 4.1.'de görülmektedir (PETHERBRIDGE, 1960 ), (BERKÖZ, 1977).

| SAAT  | GÜNEY    |          | DOĞU     |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|
|       | $\Omega$ | $\gamma$ | $\Omega$ | $\gamma$ |
| 06:00 | -        | -        | 17°      | 34°      |
| 07:00 | -        | -        | 23°      | 9°       |
| 08:00 | -        | -        | 36°      | 0°       |
| 09:00 | 81°      | 81°      | 48°      | 9°       |
| 10:00 | 76°      | 68°      | 61°      | 22°      |
| 11:00 | 75°      | 46°      | 75°      | 45°      |
| 12:00 | 74°      | 0°       | 90°      | 90°      |
| 13:00 | 75°      | 46°      | -        | -        |
| 14:00 | 76°      | 68°      | -        | -        |
| 15:00 | 81°      | 81°      | -        | -        |

Tablo 4.1. Antalya İçin Gün Saatlerinde Güneşin, Güney ve Doğu Yönlerine Bakan Cephe İçin Profil ve Genişlik Açılı

Bu açılar yardımı ile farklı bütün opak bileşen dokularının oluşturdukları gölgeli alanlar tek tek hesaplanır. oluşturdukları gölgeli alanlar tek tek hesaplanır. Birinci alternatif düz dokulu olduğu için cephenin güneş aldığı her saatte tüm alan %100 güneşlidir, diğer dört alternatif için dokunun oluşturduğu gölgeli alanlar ise yukardaki açılara göre Şekil 4.1-Şekil 4.44’de gösterildiği gibi bulunmuştur.

#### **4.2.2. Dizayn Günündeki Her Saat İçin Opak Bileşen Yüzeyindeki Aylık Ortalama Saatlik Toplam Güneş Işınımlarının Gölge ve Güneşli Alanlar İçin Hesaplanması**

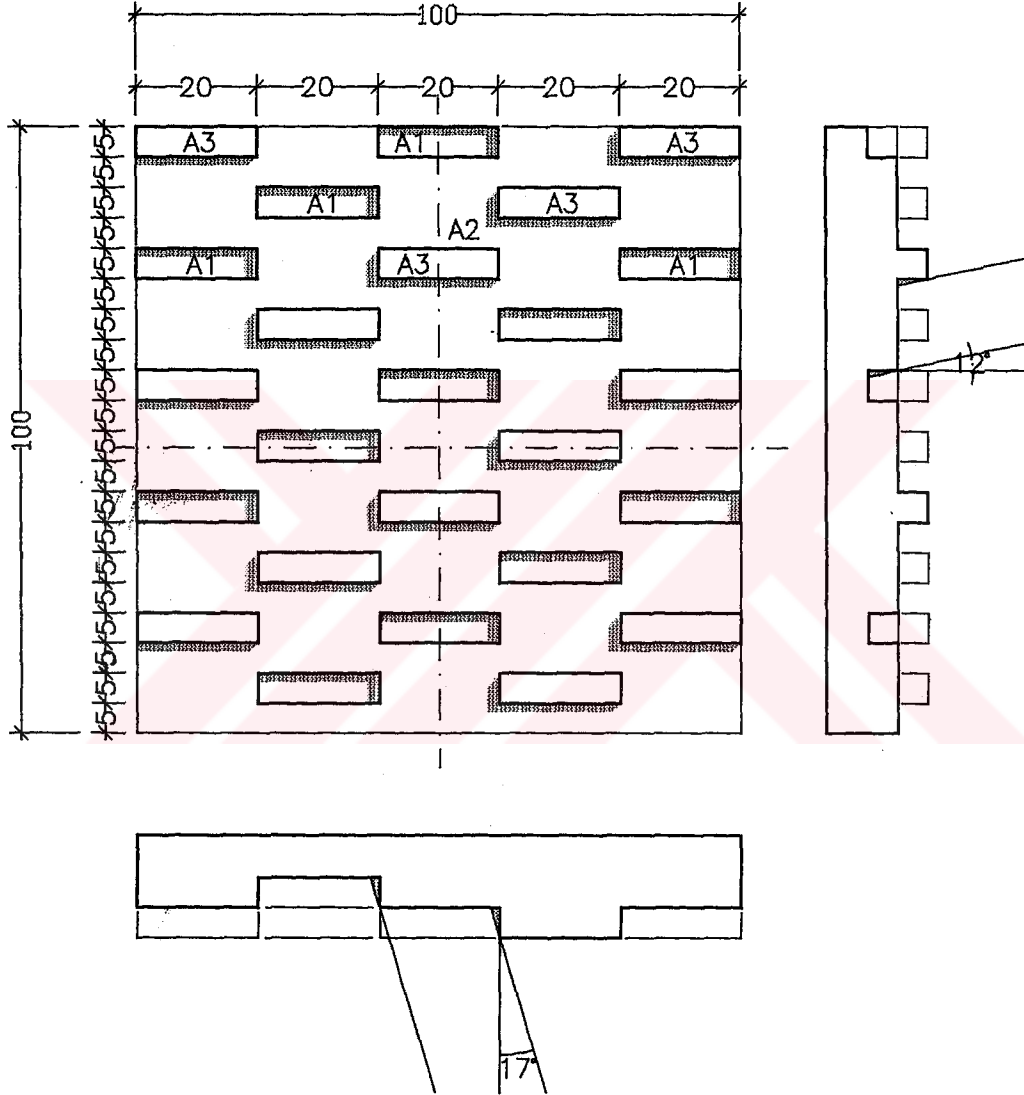
Dizayn günündeki her saat için opak bileşen yüzeyindeki aylık ortalama saatlik toplam güneş ışınlamalarının gölgeli ve güneşli alanlar Bölüm 3.2.2.’de açıklandığı gibi hesaplanmıştır (KREIDER, KREITH, 1975), (KILIÇ, ÖZTÜRK, 1979), (KLEIN, 1977), (ANON, 1977), (LUI, JORDAN, 1960), (PAGE, 1974), (DUFFIE, BECKMAN, 1974).



2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 6.00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.087 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.033 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.712 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.038 \text{ m}^2$$

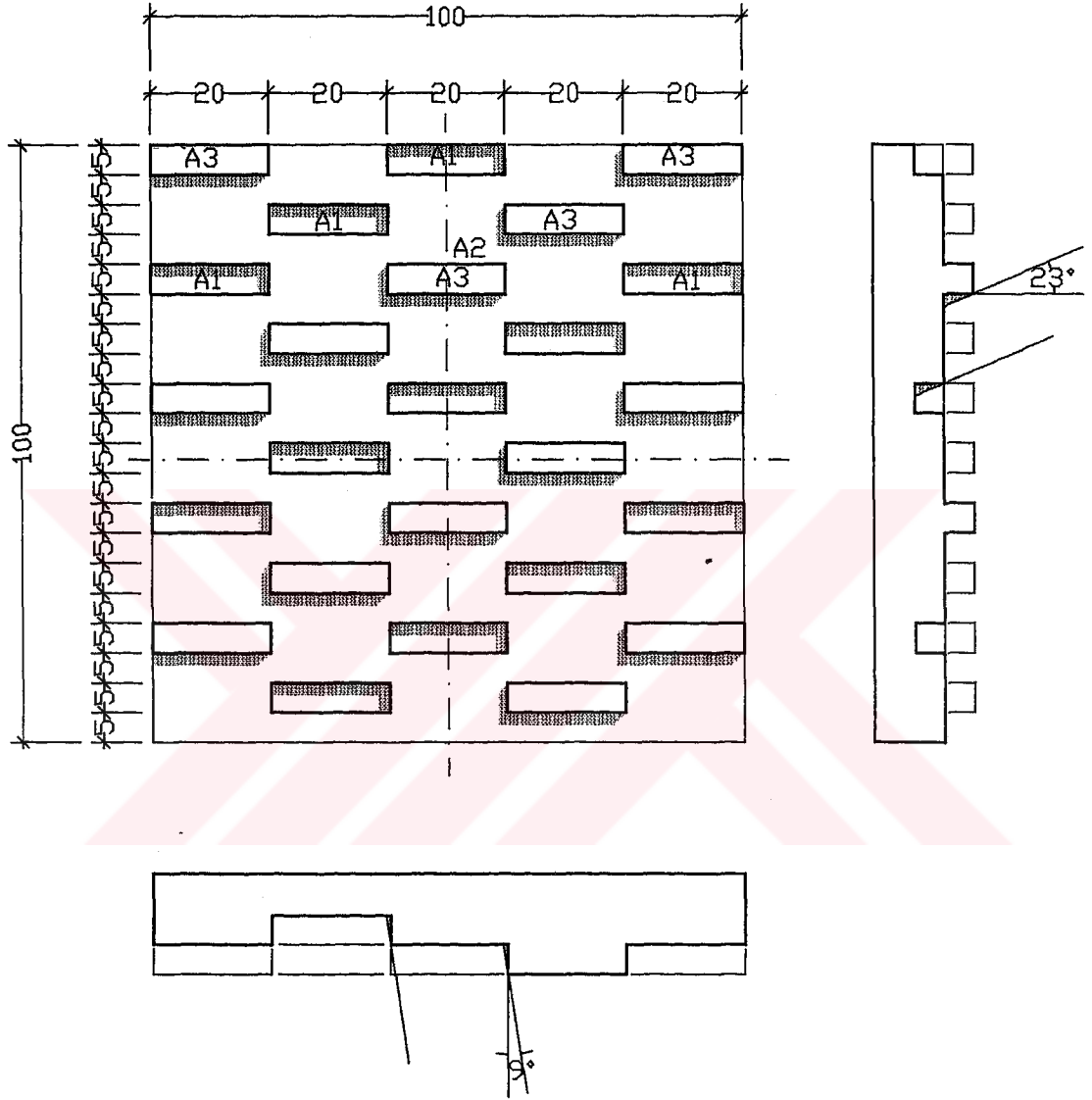
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.1. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 7.00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.067 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.053 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.695 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.059 \text{ m}^2$$

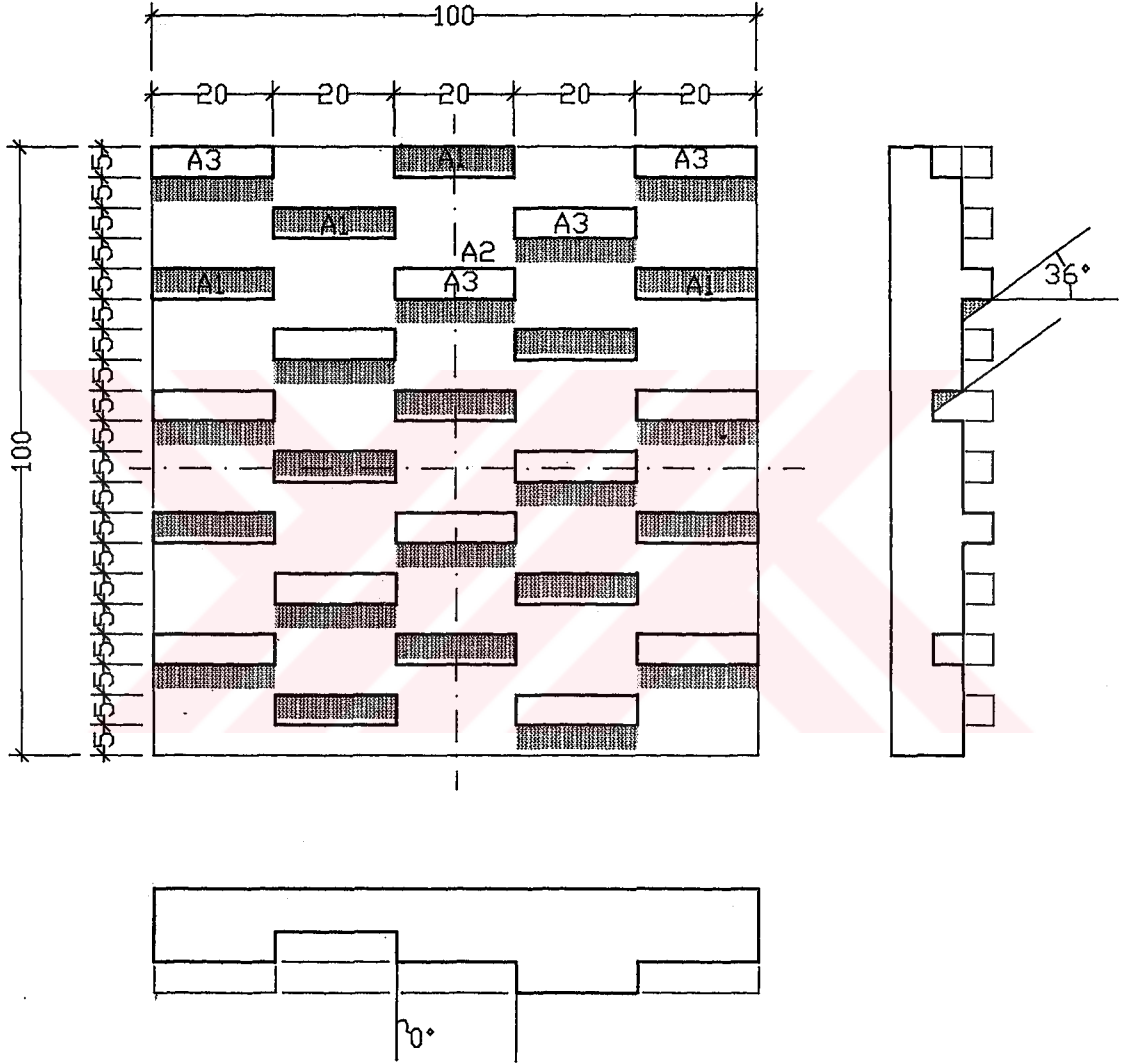
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.2. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 8.00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.034 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.091 \text{ m}^2$$

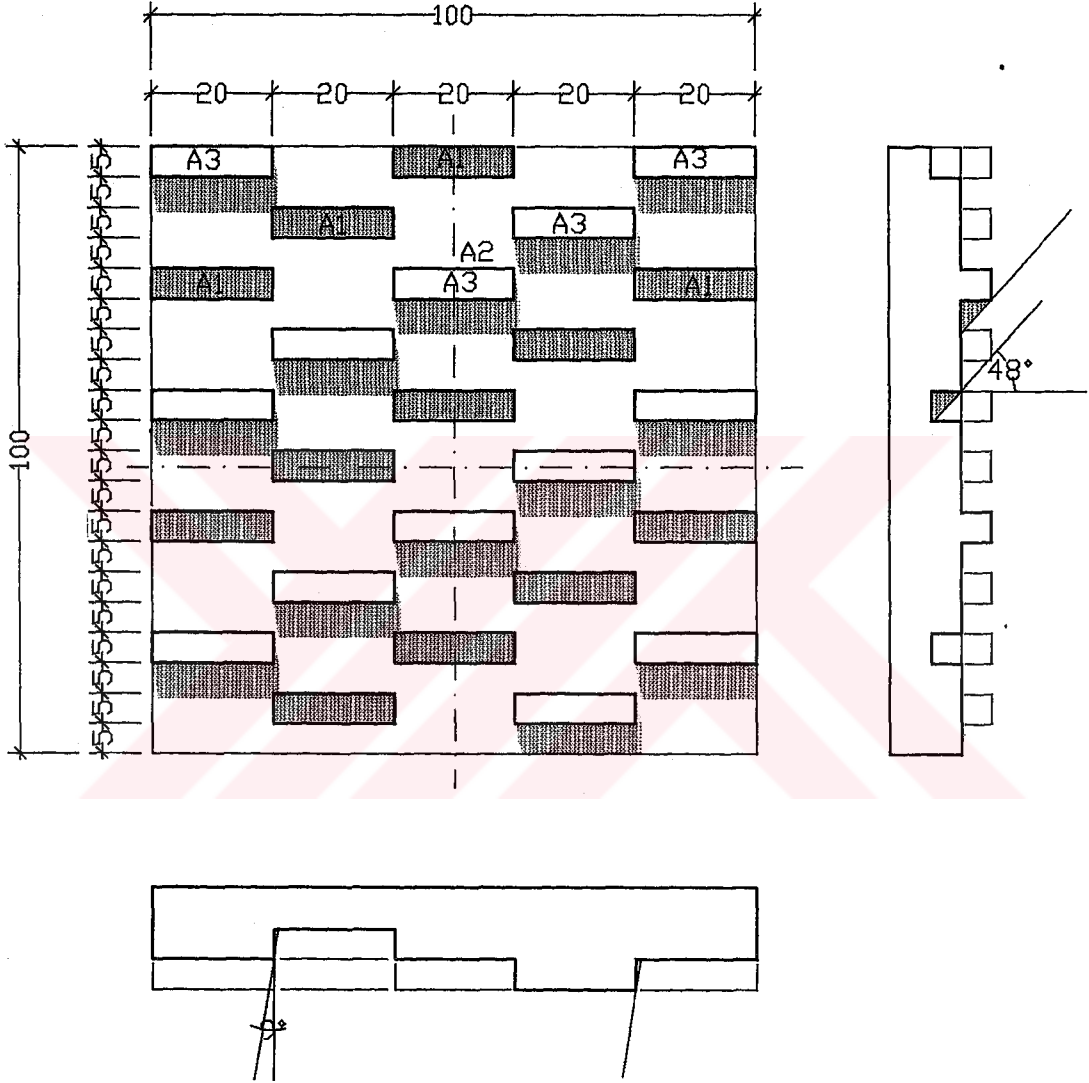
$$A_{2\text{güneşli}} = 0.659 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.091 \text{ m}^2$$

$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.3. Profil ve Genişlik Açıklarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku  
Doğu Cephesi  
Saat 9.00



$$A_{1güneşli} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölgeli} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.590 \text{ m}^2$$

$$A_{2gölgeli} = 0.160 \text{ m}^2$$

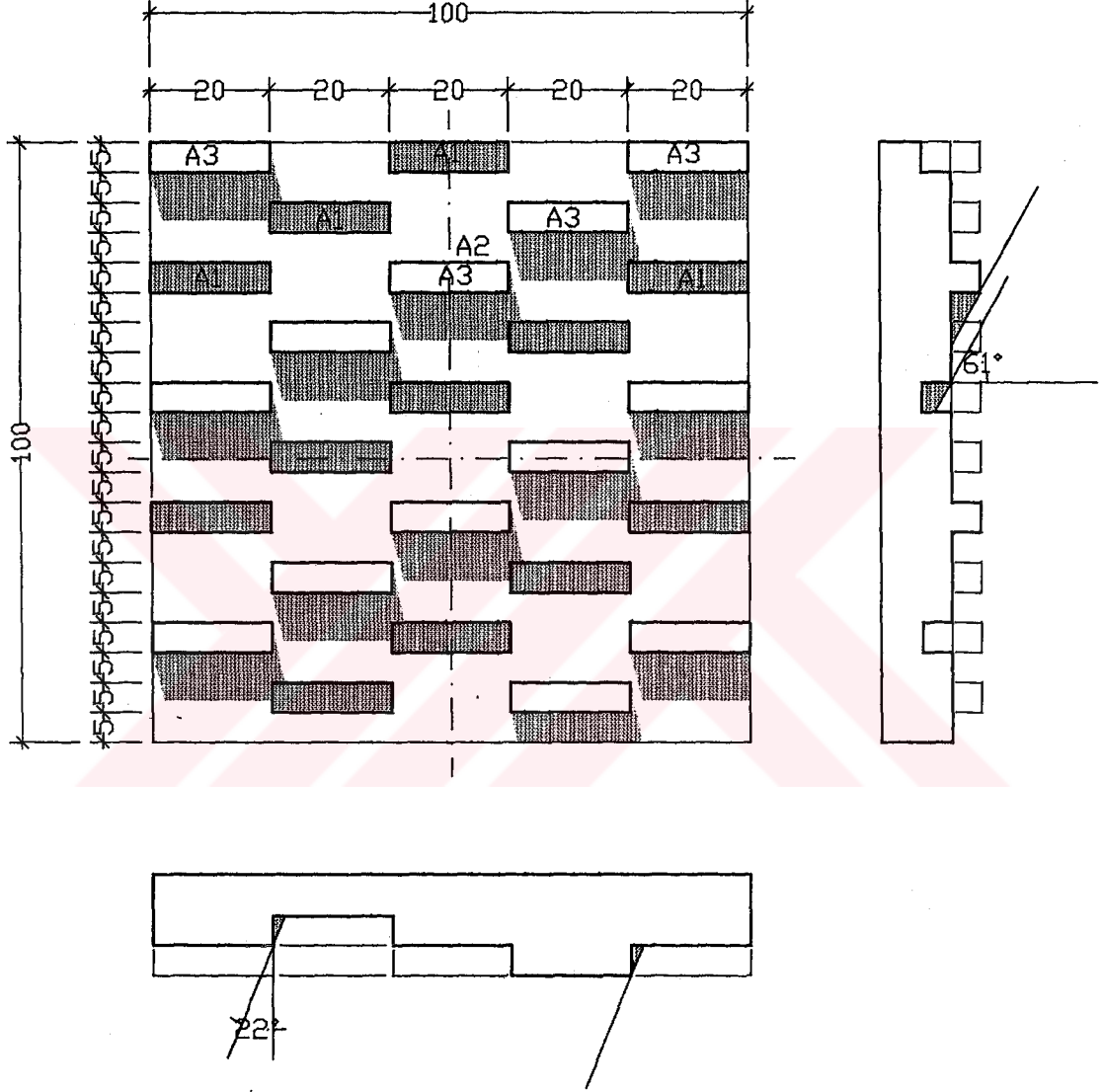
$$A_{3güneşli} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.4. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 10:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.523 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.228 \text{ m}^2$$

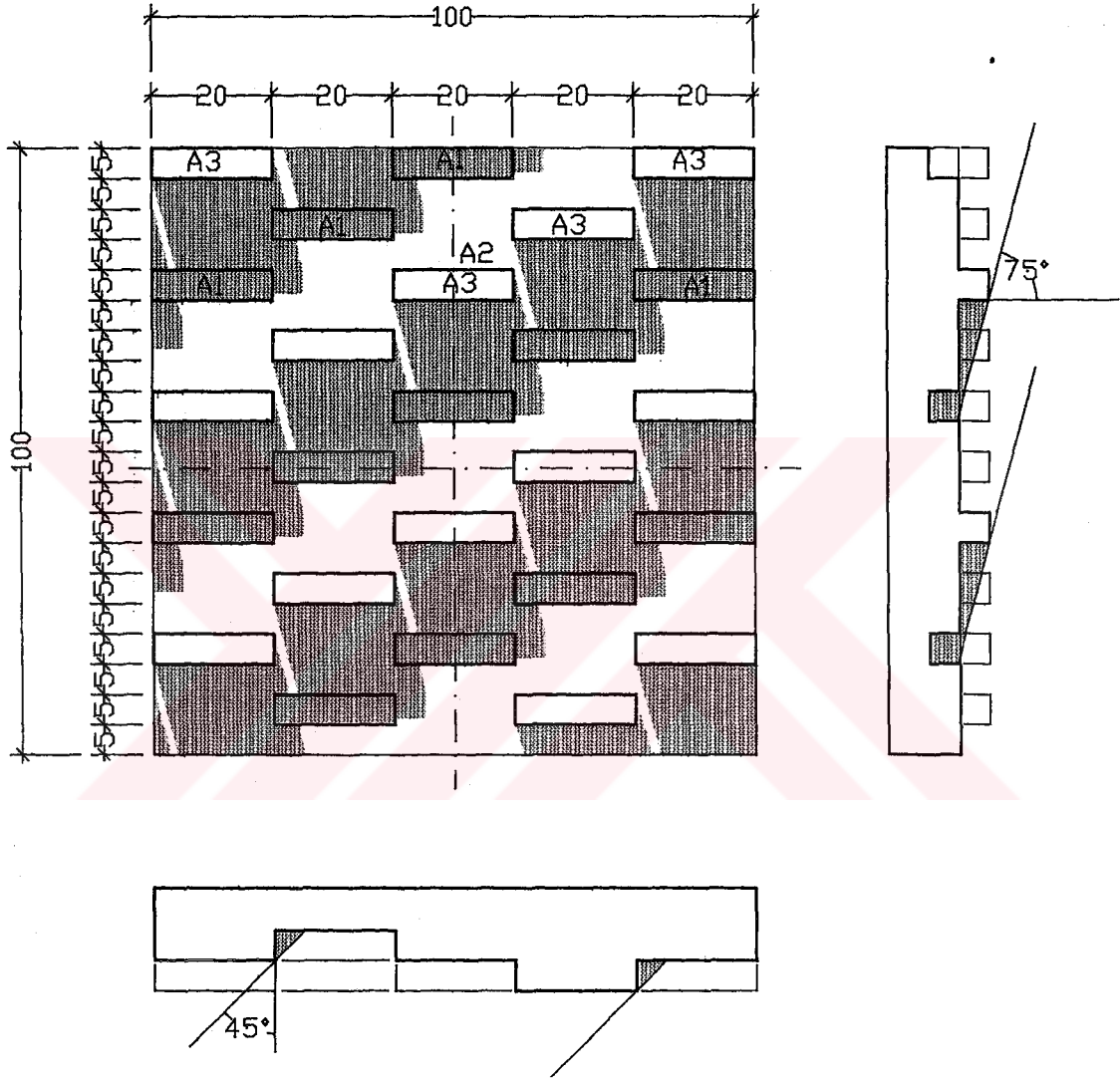
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.5. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeleler

2 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 9:00-15:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.360 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.390 \text{ m}^2$$

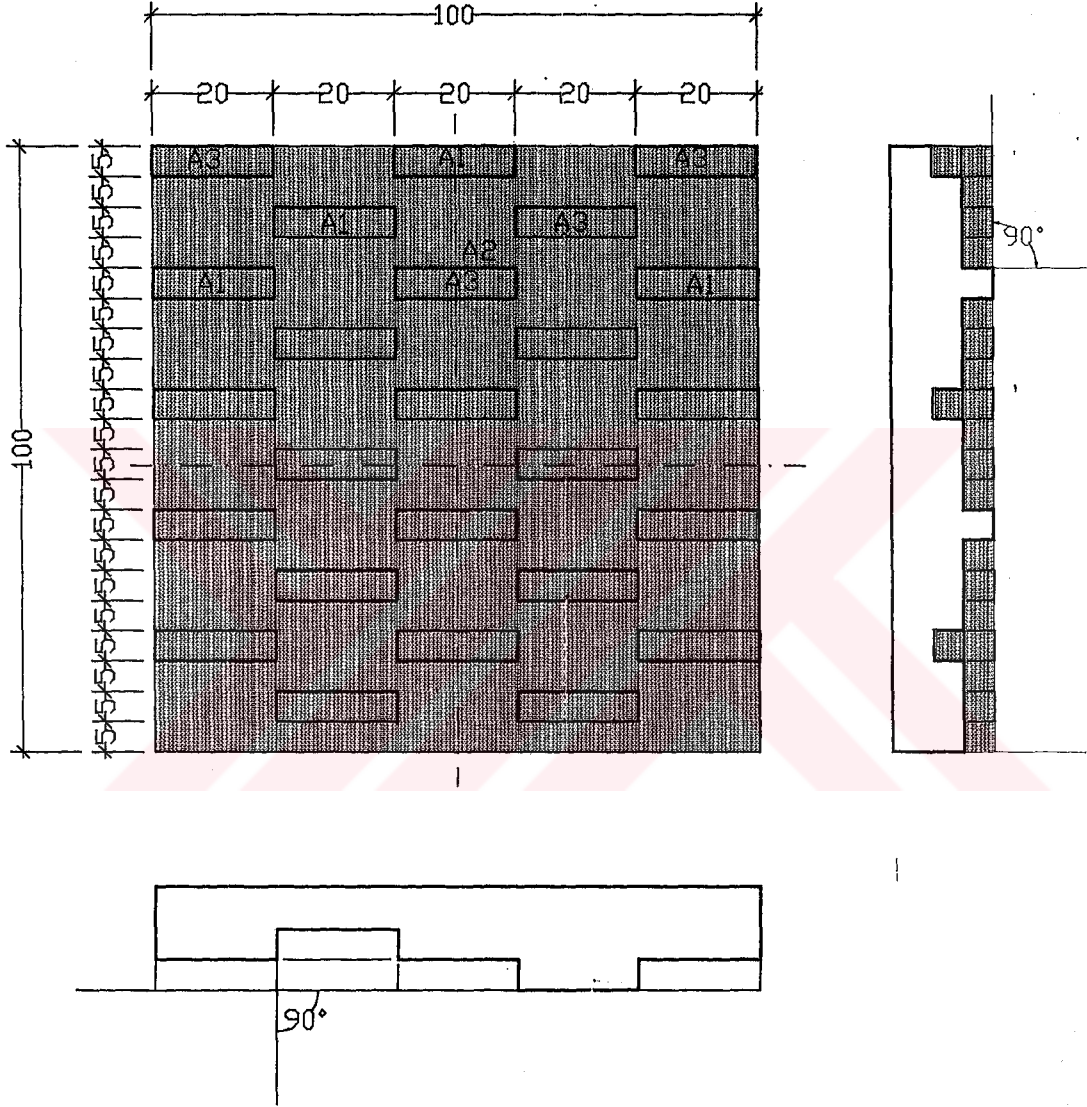
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.6. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 12:00



- $A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$
- $A_{1\text{gölgeli}} = 0.125 \text{ m}^2$
- $A_{2\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$
- $A_{2\text{gölgeli}} = 0.750 \text{ m}^2$
- $A_{3\text{gölgeli}} = 0.125 \text{ m}^2$

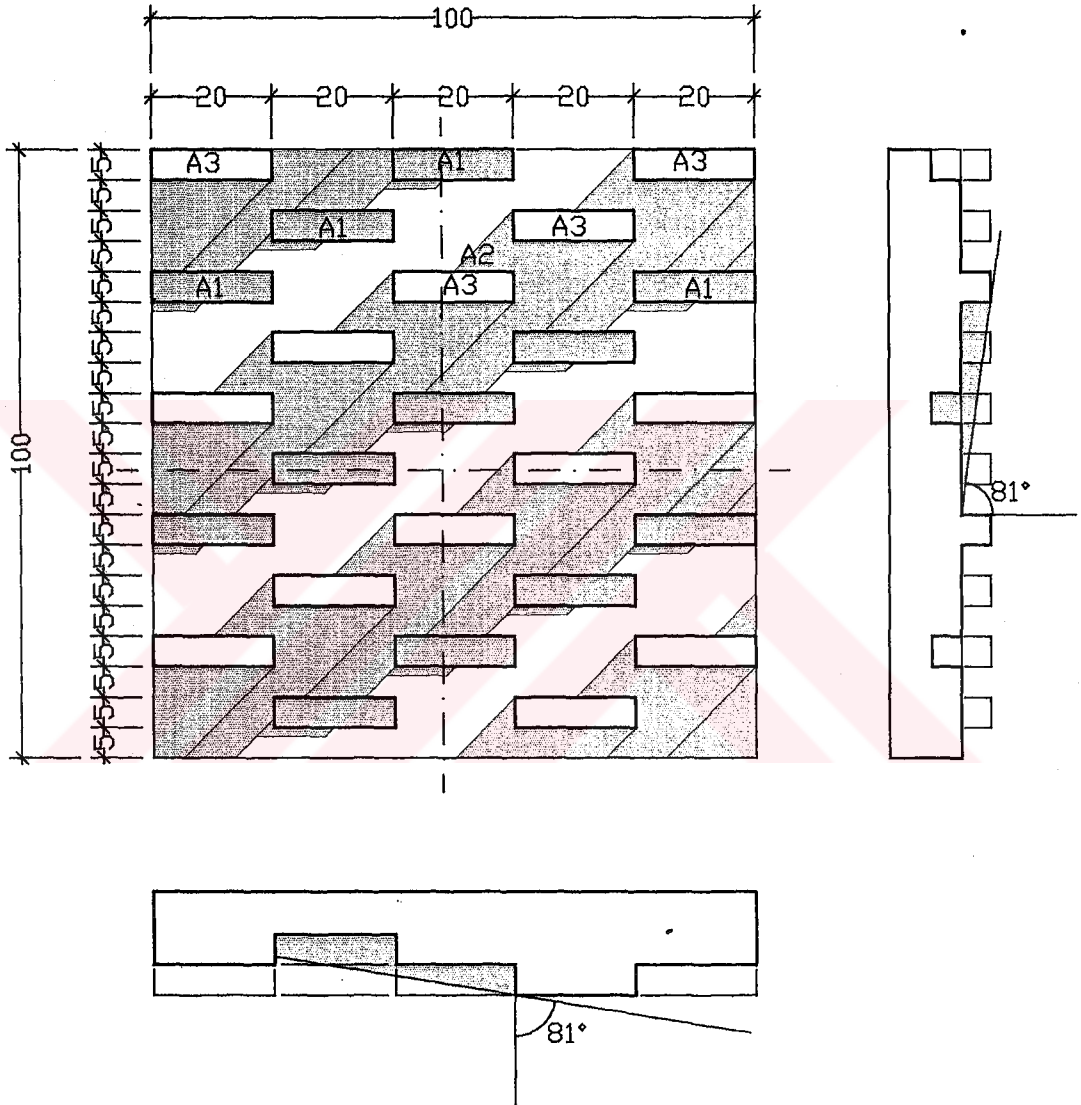
Şekil 4.7. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



2 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 10:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölge}} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.523 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölge}} = 0.228 \text{ m}^2$$

$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

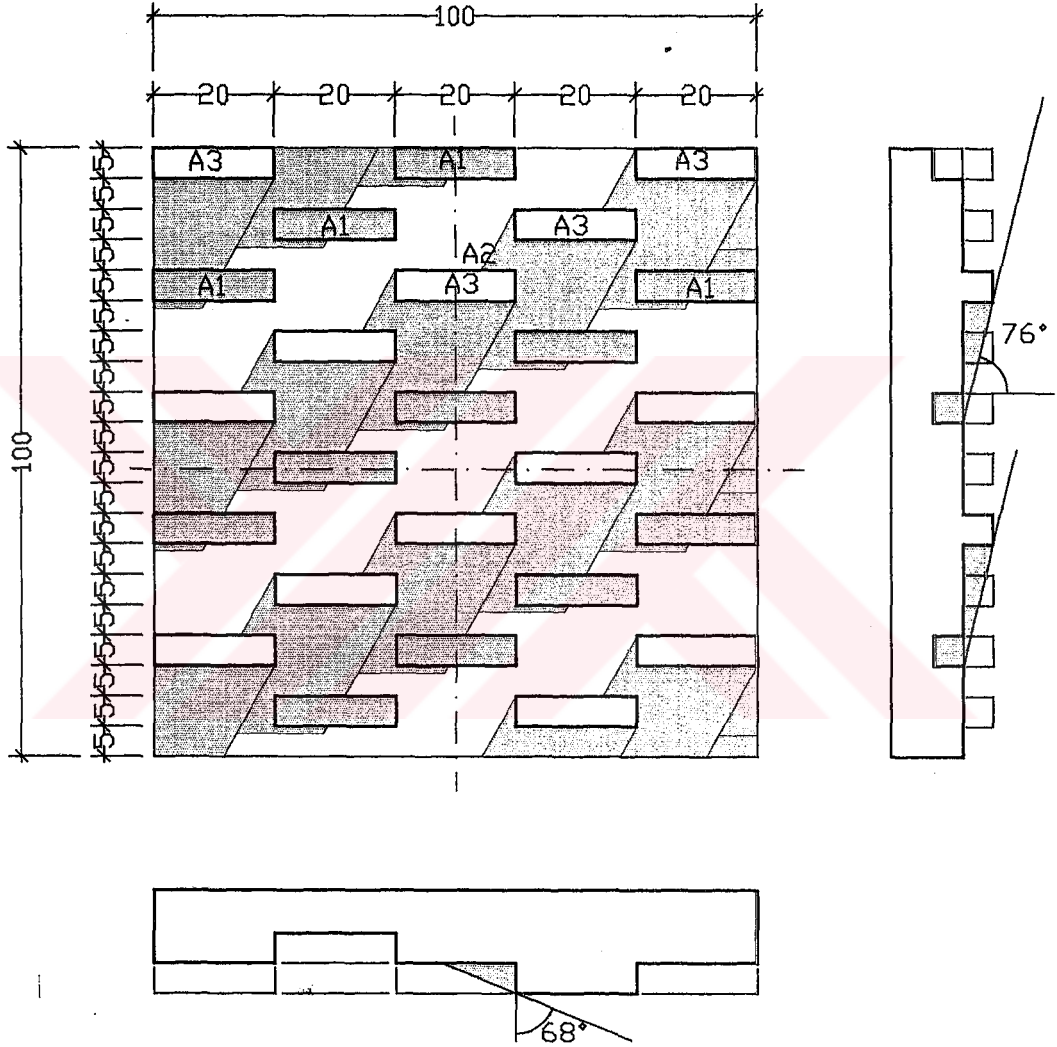
Şekil 4.8 Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölge



2 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 10:00 - 14:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölge}} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.385 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölge}} = 0.365 \text{ m}^2$$

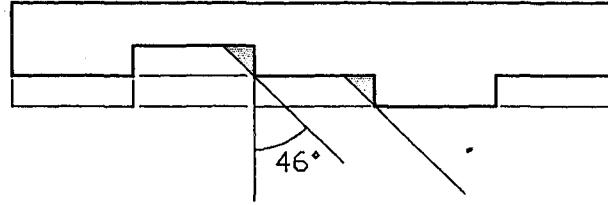
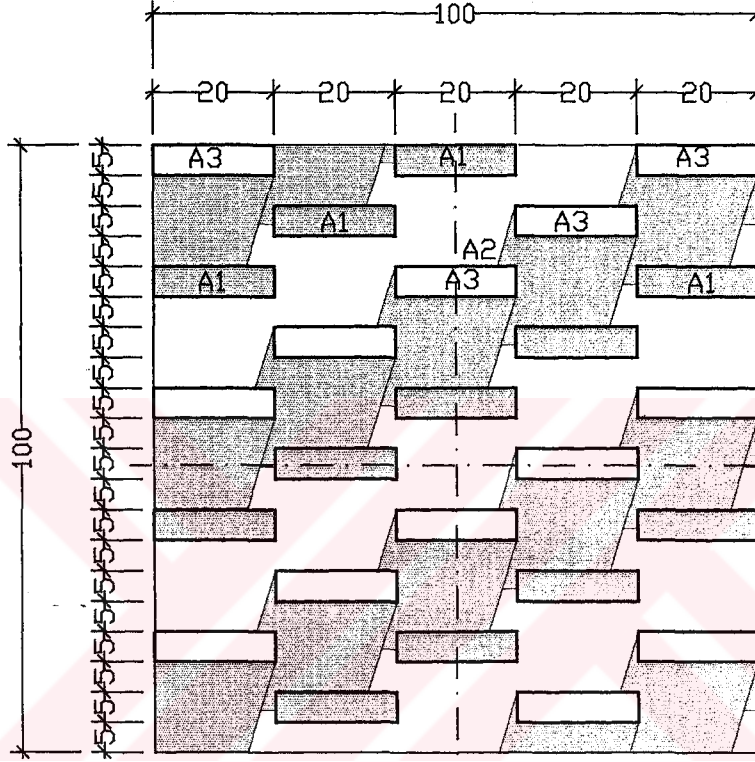
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.9. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 11:00 - 13:00



$$A_{1güneşli} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölgesi} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.377 \text{ m}^2$$

$$A_{2gölgesi} = 0.373 \text{ m}^2$$

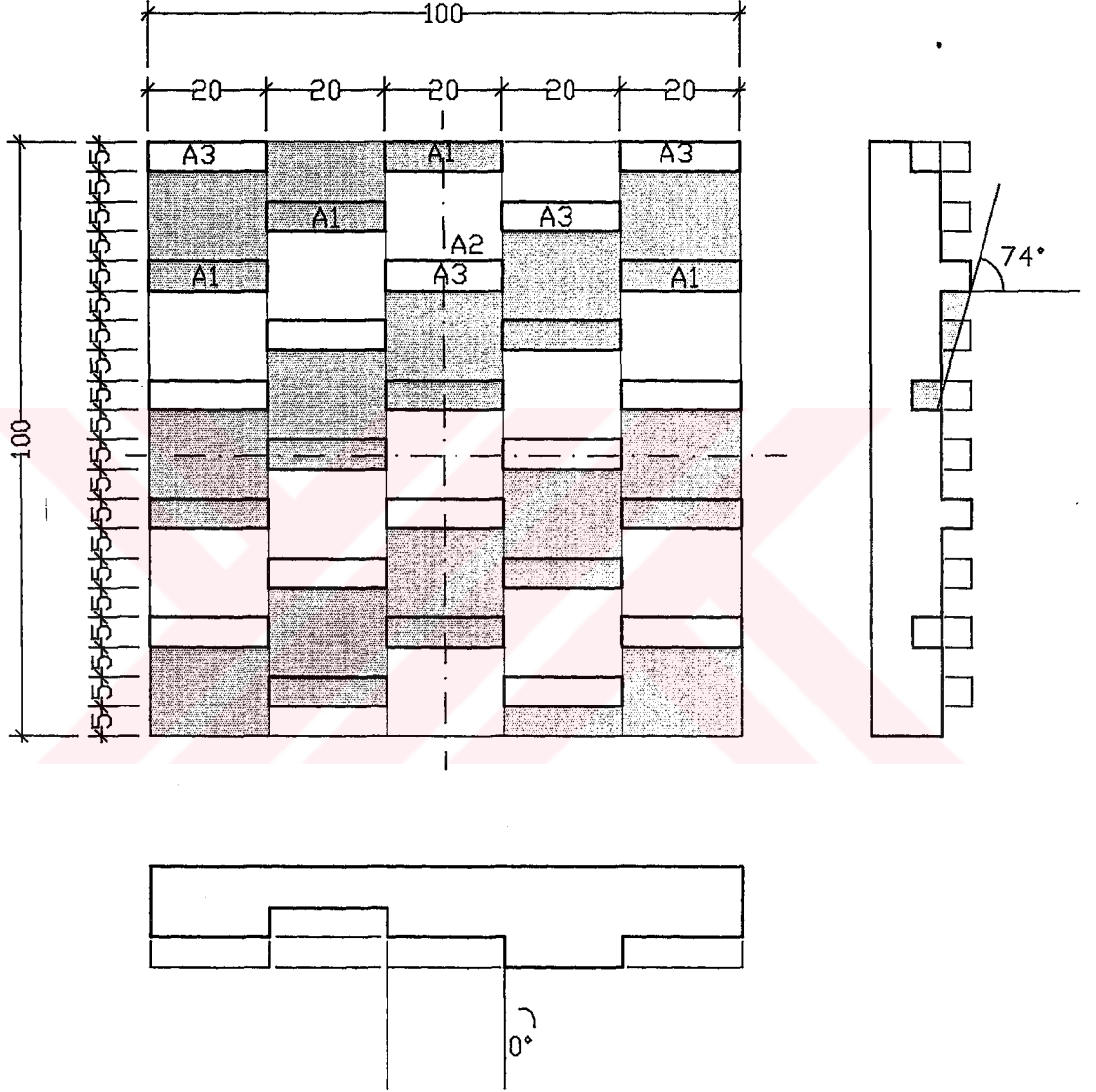
$$A_{3güneşli} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.10. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

2 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.125 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.375 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.375 \text{ m}^2$$

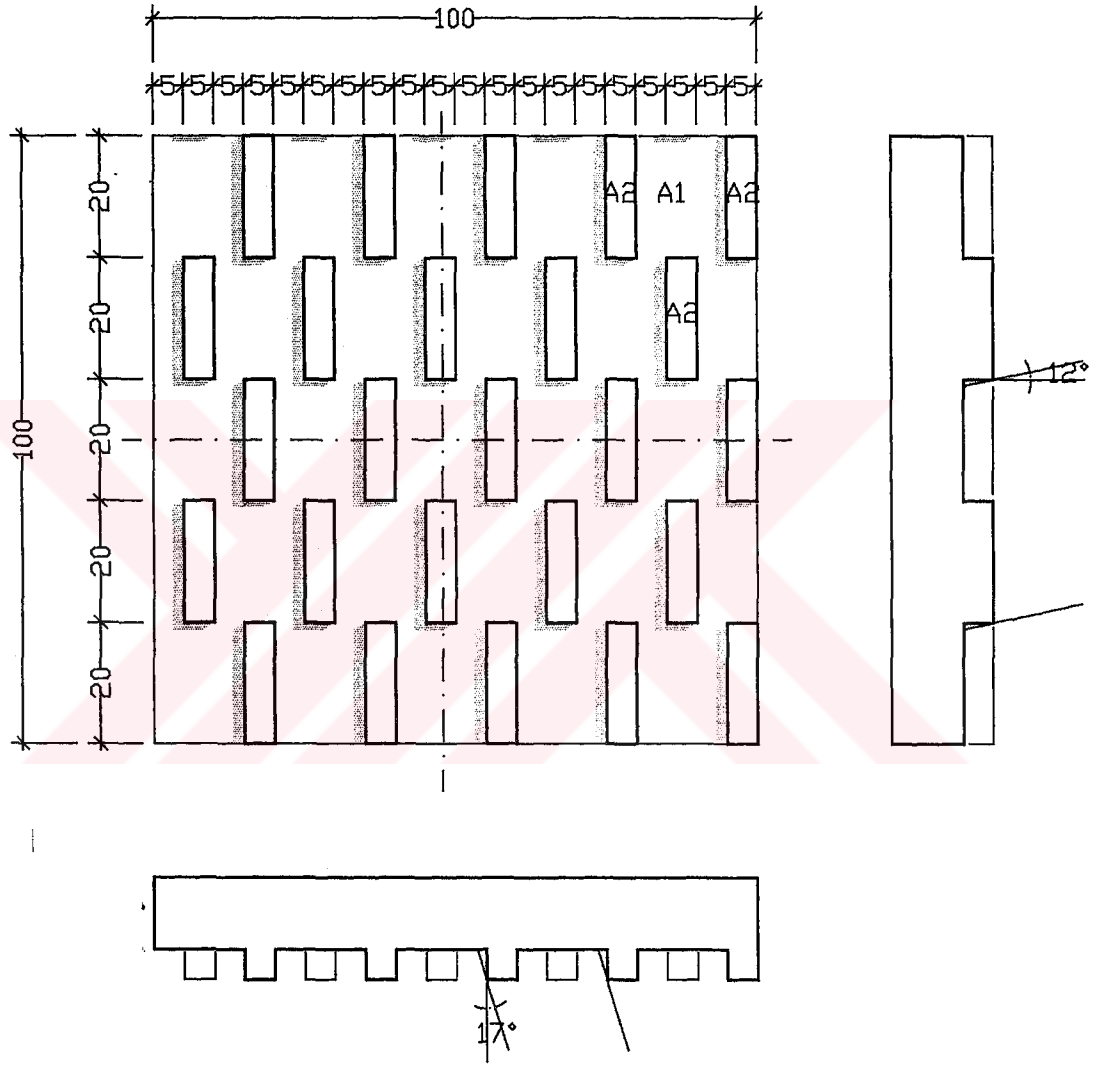
$$A_{3\text{güneşli}} = 0.125 \text{ m}^2$$

Şekil 4.11. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

3 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 06:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.662 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.088 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

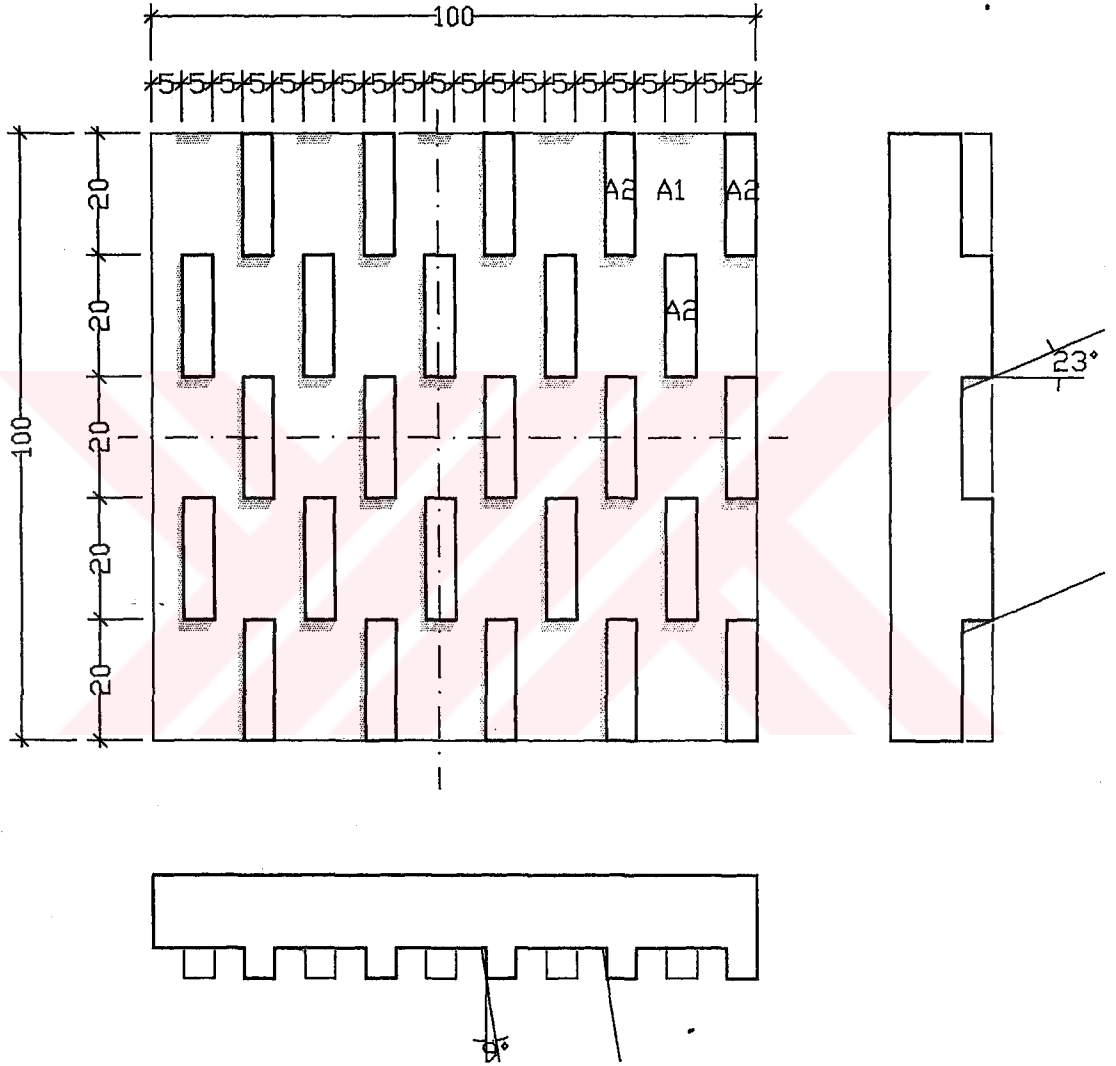
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.12. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

3 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 07:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.684 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.066 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

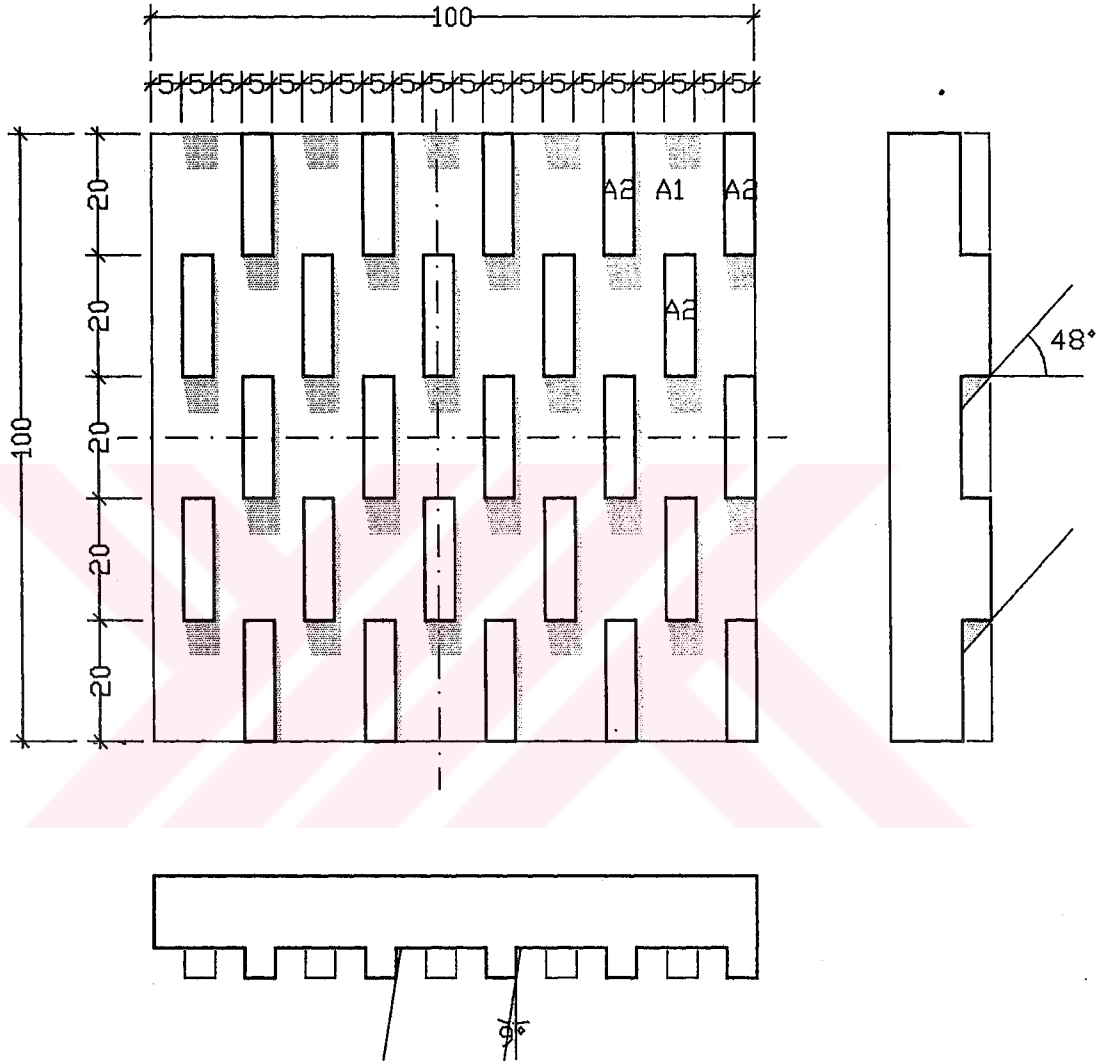
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.13. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeleler

3 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 09:00



$$A_{1güneşli} = 0.640 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölge} = 0.110 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.250 \text{ m}^2$$

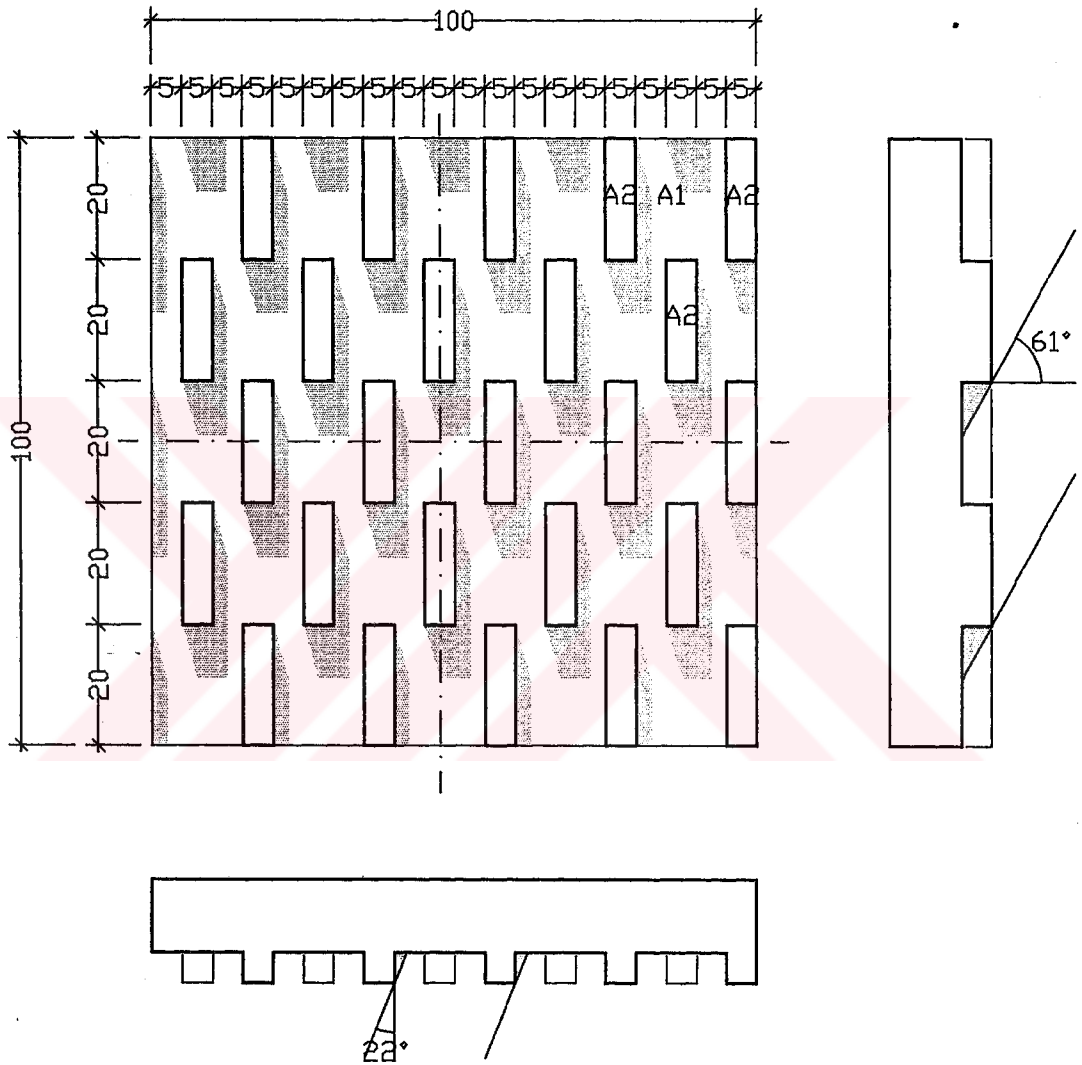
$$A_{2gölge} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.15. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

### 3 Nolu Doku

## Doğu Cephesi

Saat 10:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.537 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{lgölgeli}} = 0.213 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

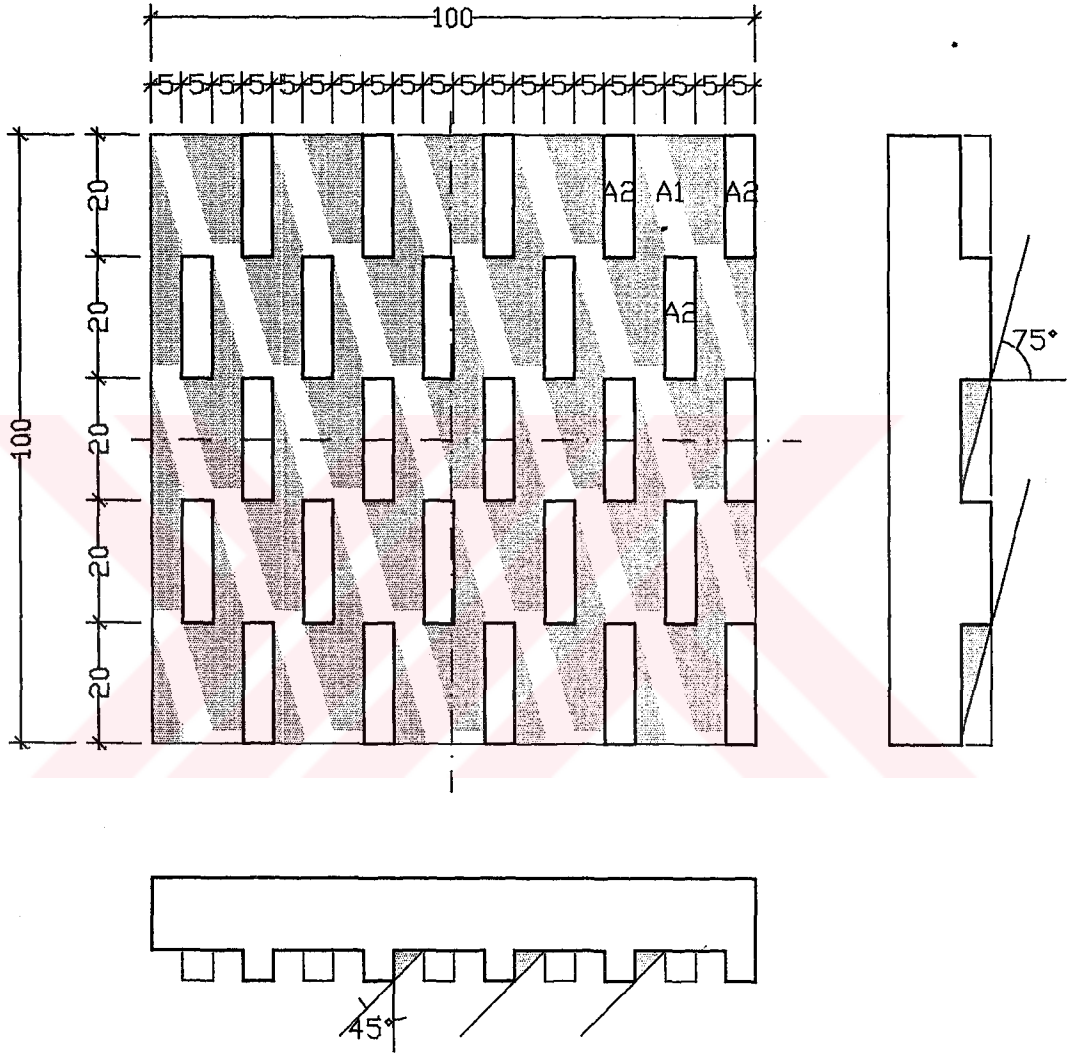
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

**Şekil 4.16. Profil ve Genişlik Açıklarına Göre Oluşan Gölgeler**

3 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 11:00



$$A_{1g\ddot{t}ne\ddot{s}li} = 0.266 \text{ m}^2$$

$$A_{1g\ddot{o}lgeli} = 0.484 \text{ m}^2$$

$$A_{2g\ddot{t}ne\ddot{s}li} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2g\ddot{o}lgeli} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.17. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

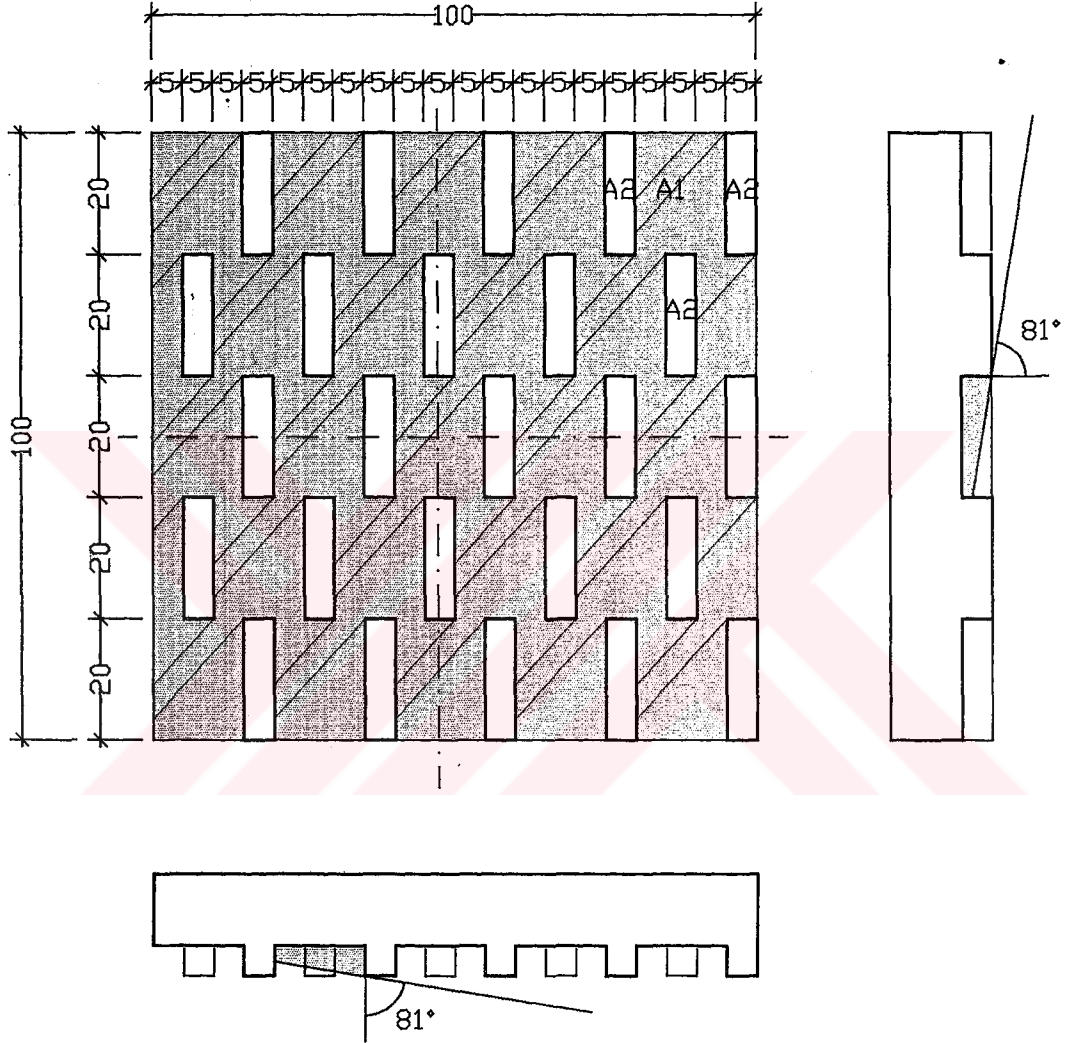




3 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 09:00 - 15:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.750 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

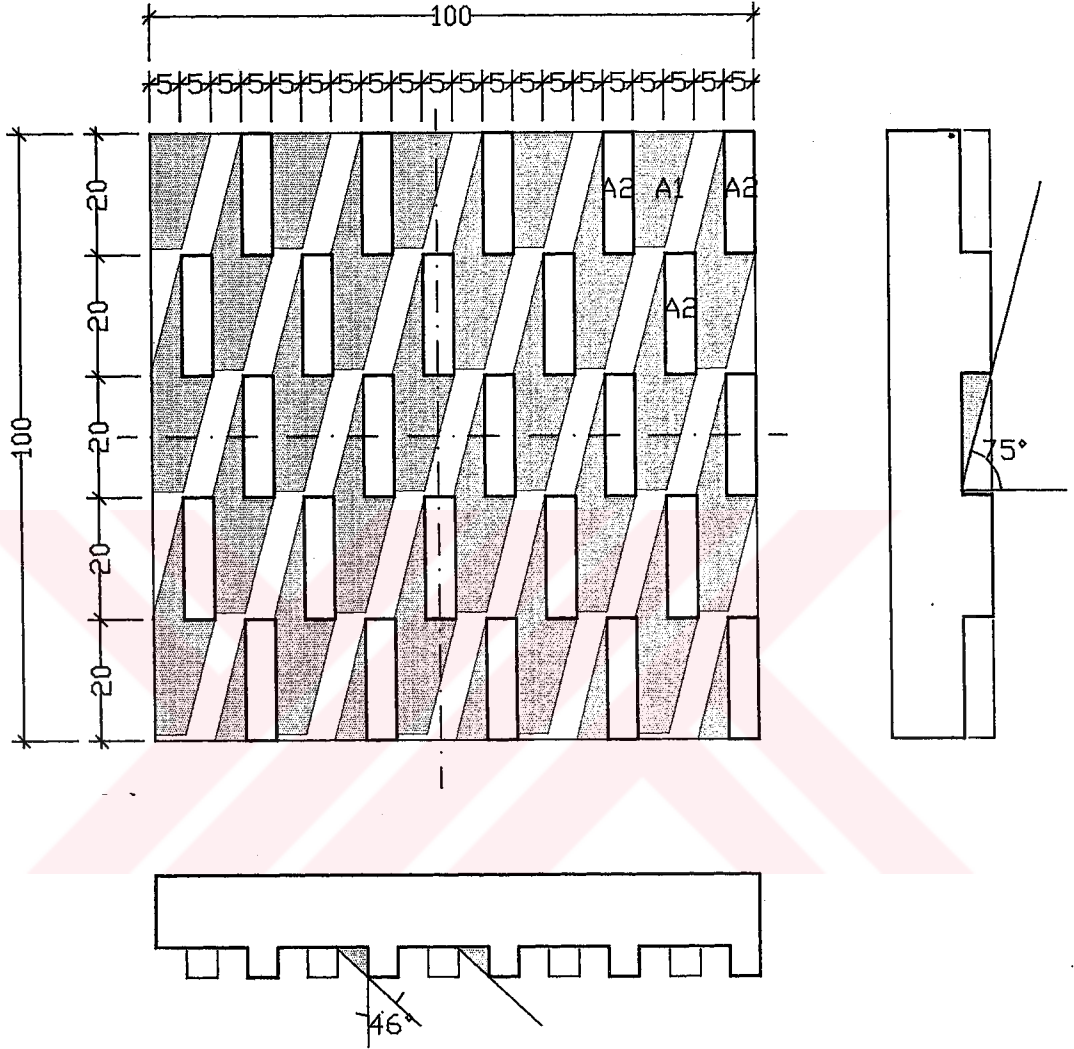
Şekil 4.19. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



3 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 11:00 - 13:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.279 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.471 \text{ m}^2$$

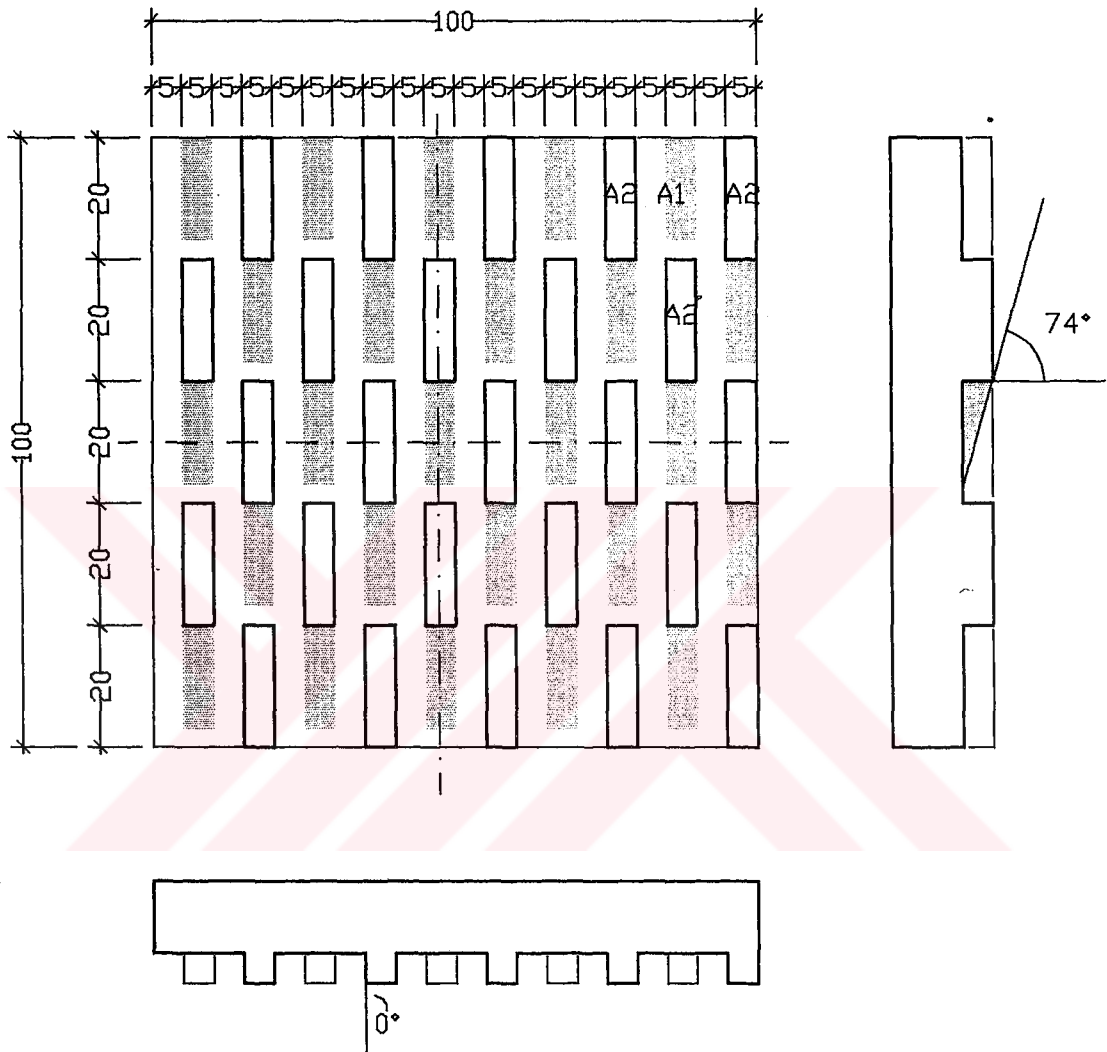
$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.21. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler 3 Nolu Doku

## Güney Cephesi

Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.532 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.218 \text{ m}^2$$

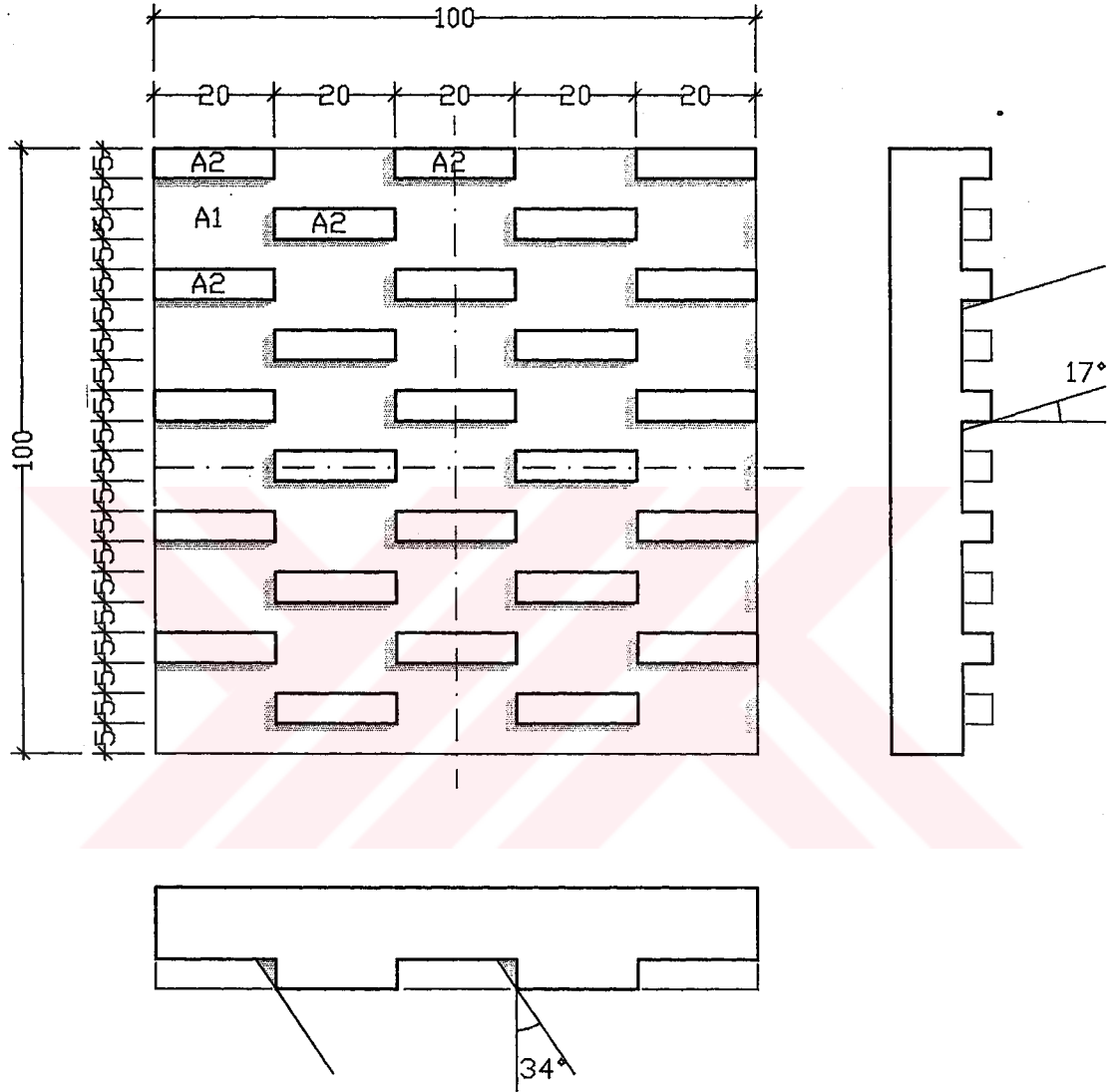
$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

**Şekil 4.22. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler 4 Nolu Doku**

Doğu Cephesi

Saat 06:00



$$A_{1güneşli} = 0.676 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölge} = 0.074 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.250 \text{ m}^2$$

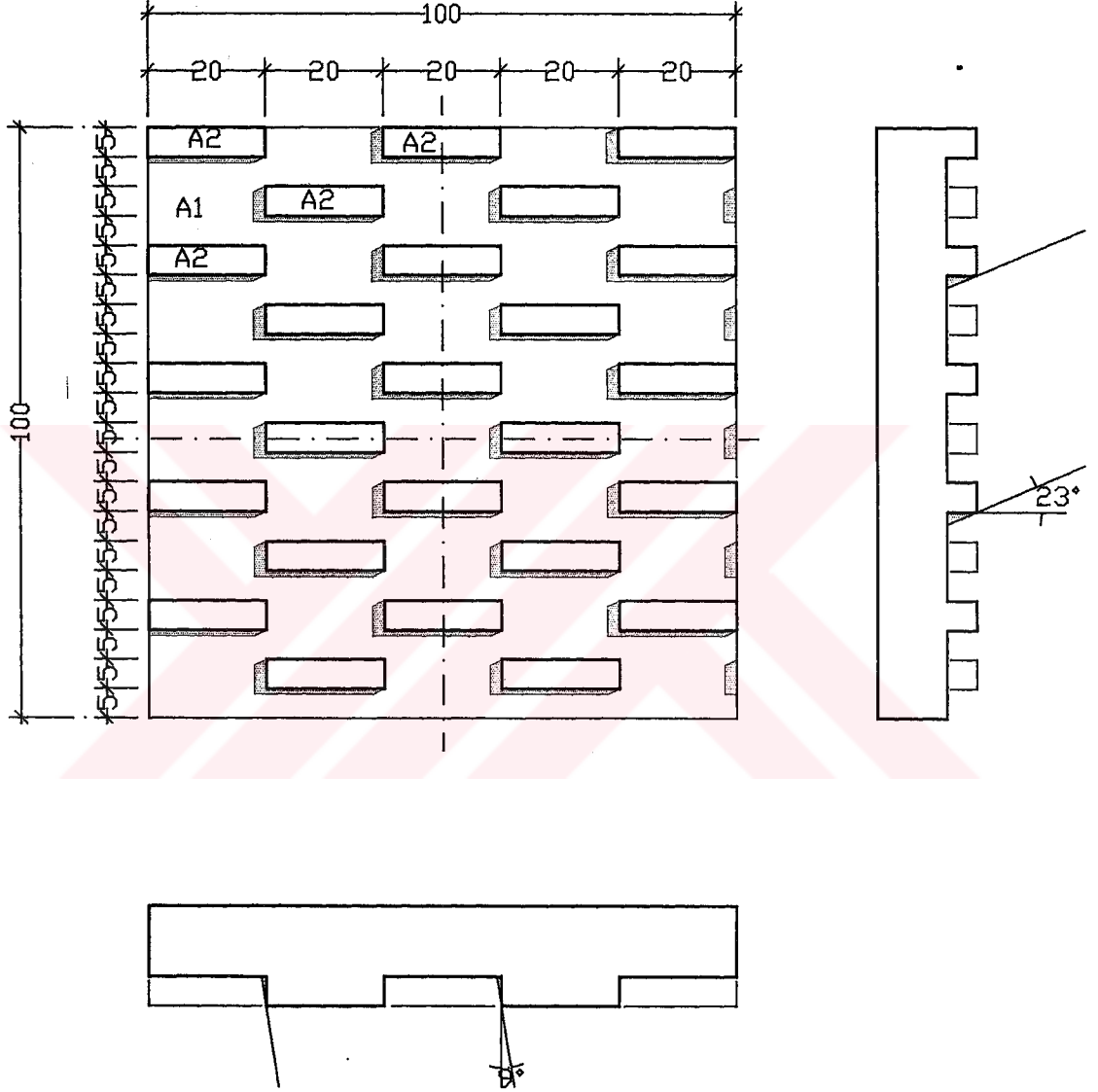
$$A_{2gölge} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.23. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 07:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.635 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.115 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.000 \text{ m}^2$$

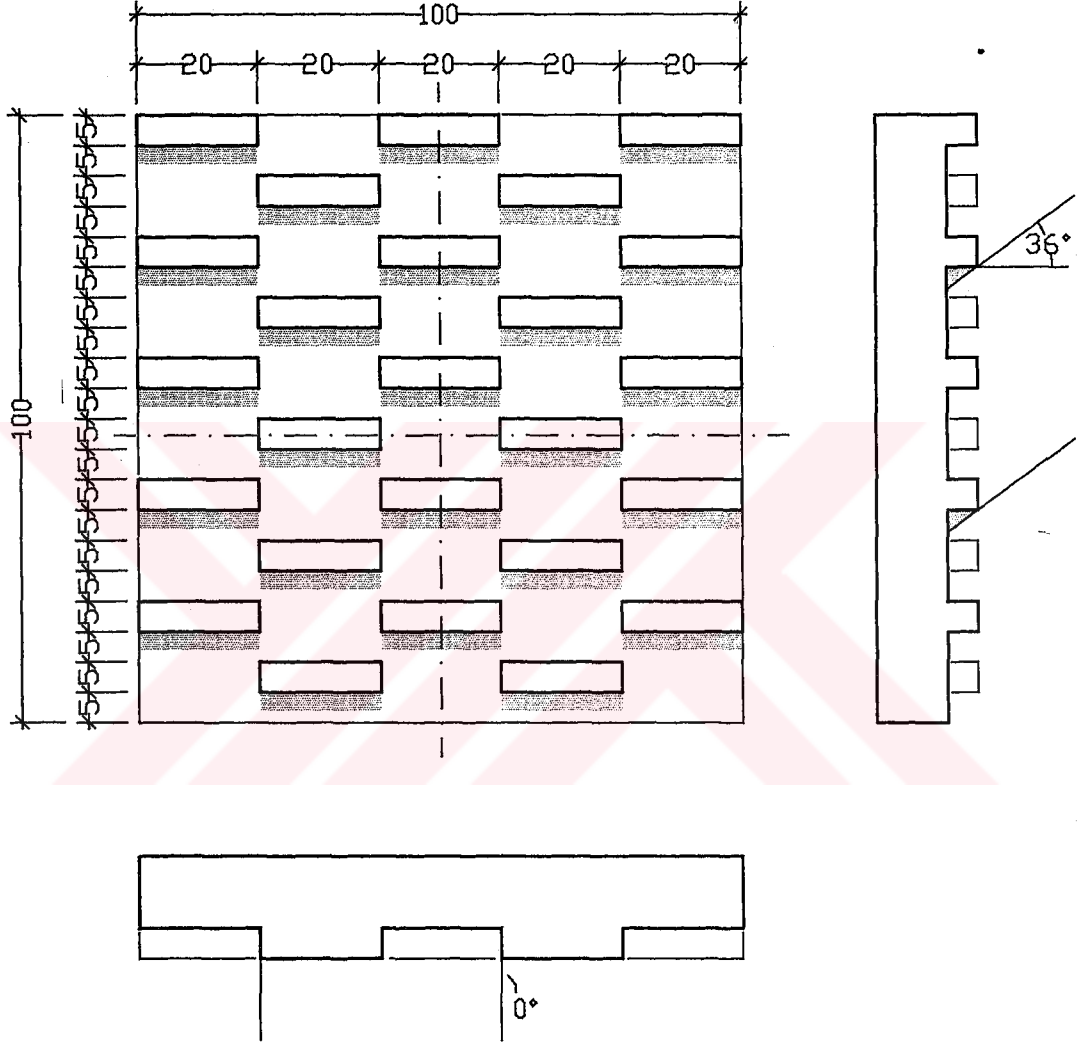
Şekil 4.24. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler



4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 08:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.570 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.180 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

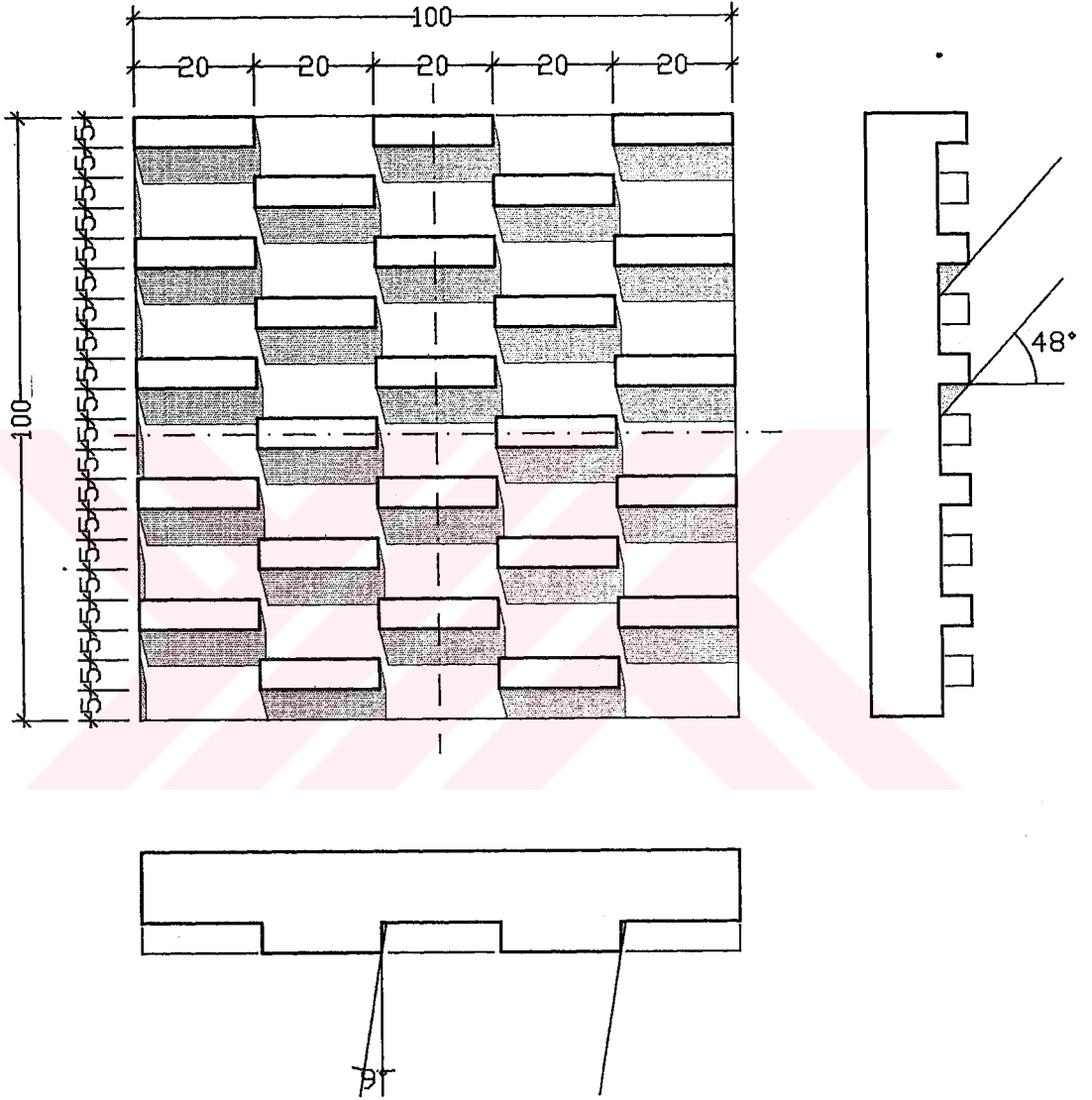
Şekil 4.25. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 09:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.461 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.289 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

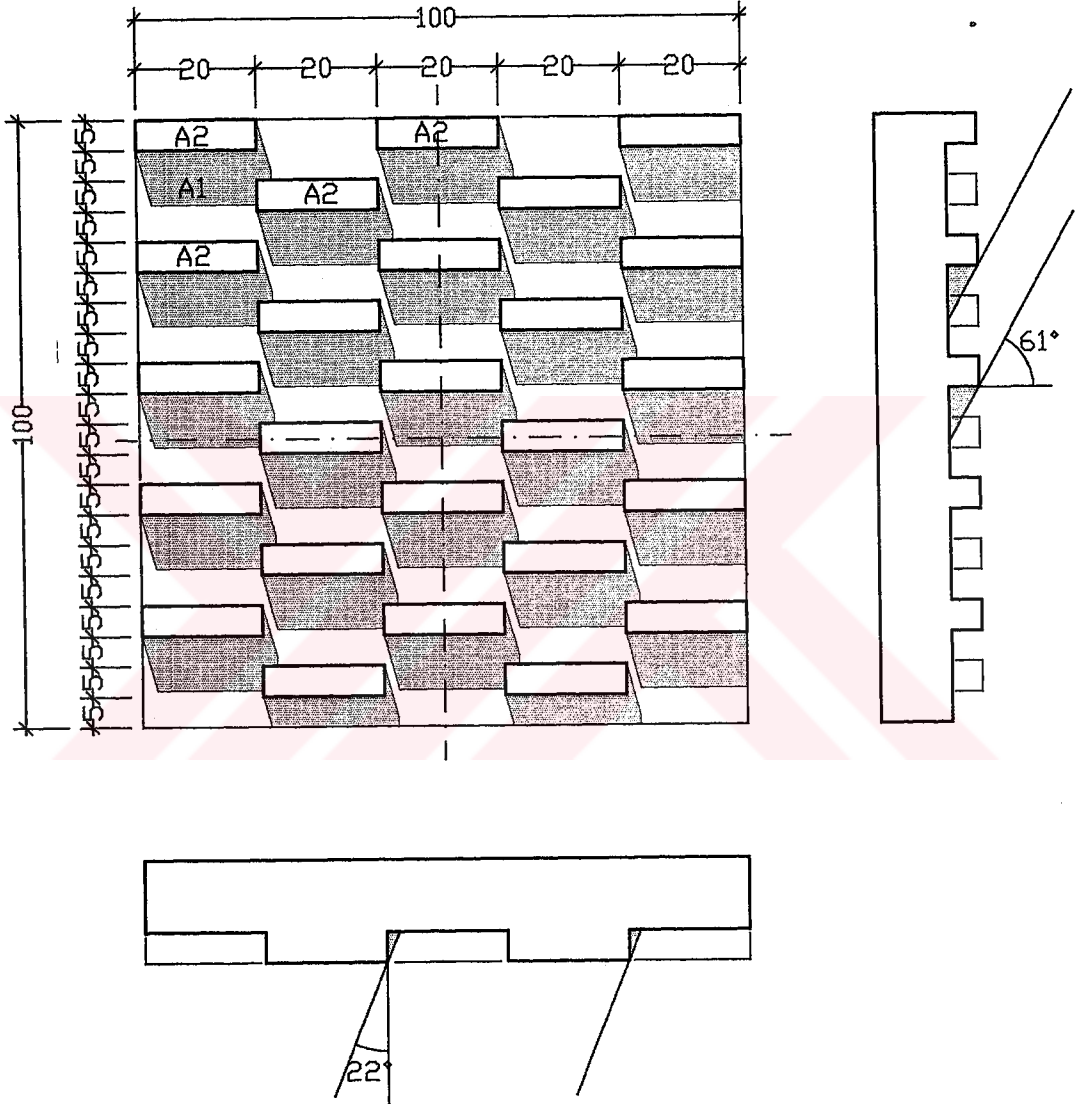
$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.26. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 10:00



$$A_{1güneşli} = 0.295 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölgesi} = 0.455 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.250 \text{ m}^2$$

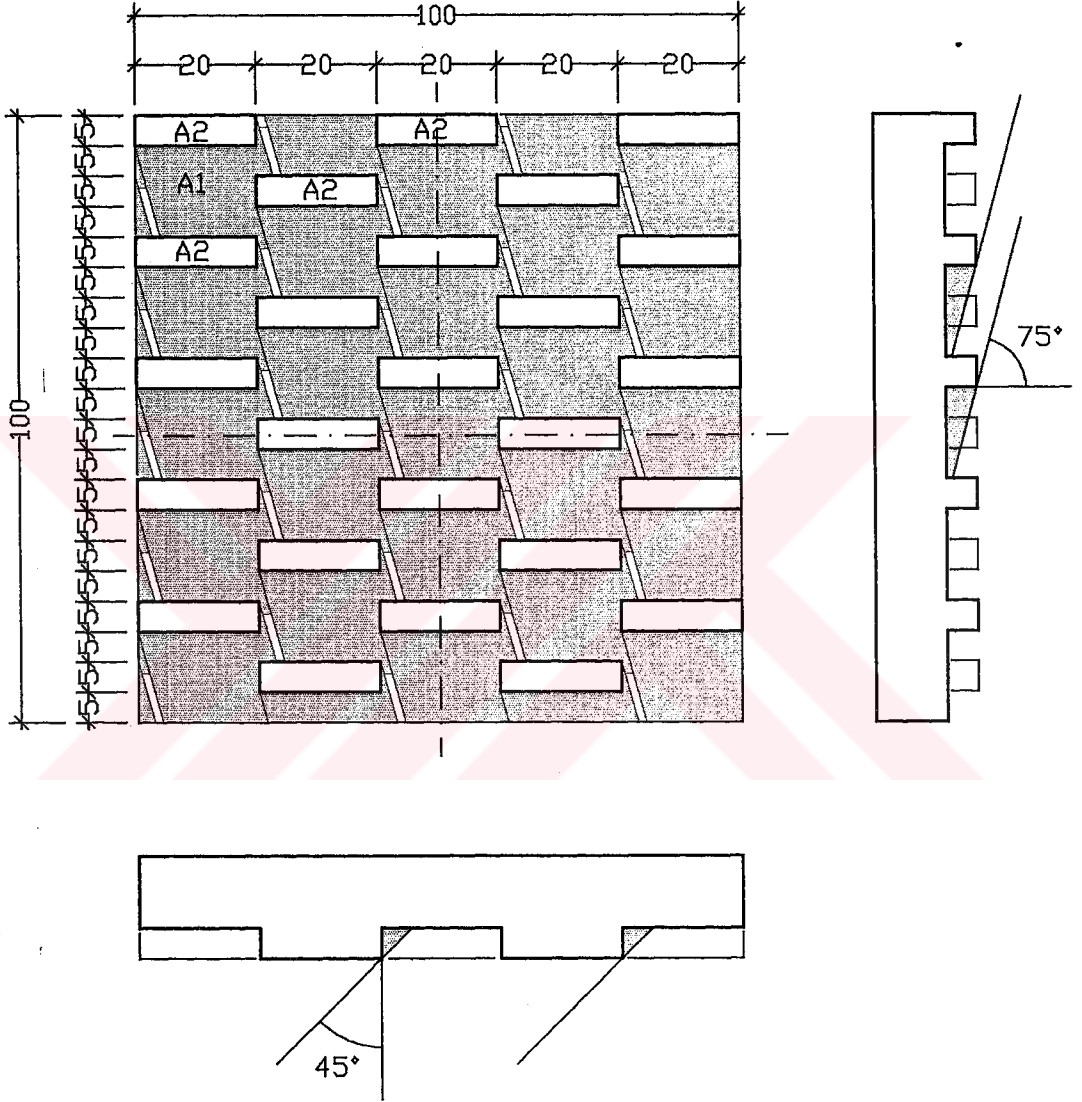
$$A_{2gölgesi} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.27. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 11:00



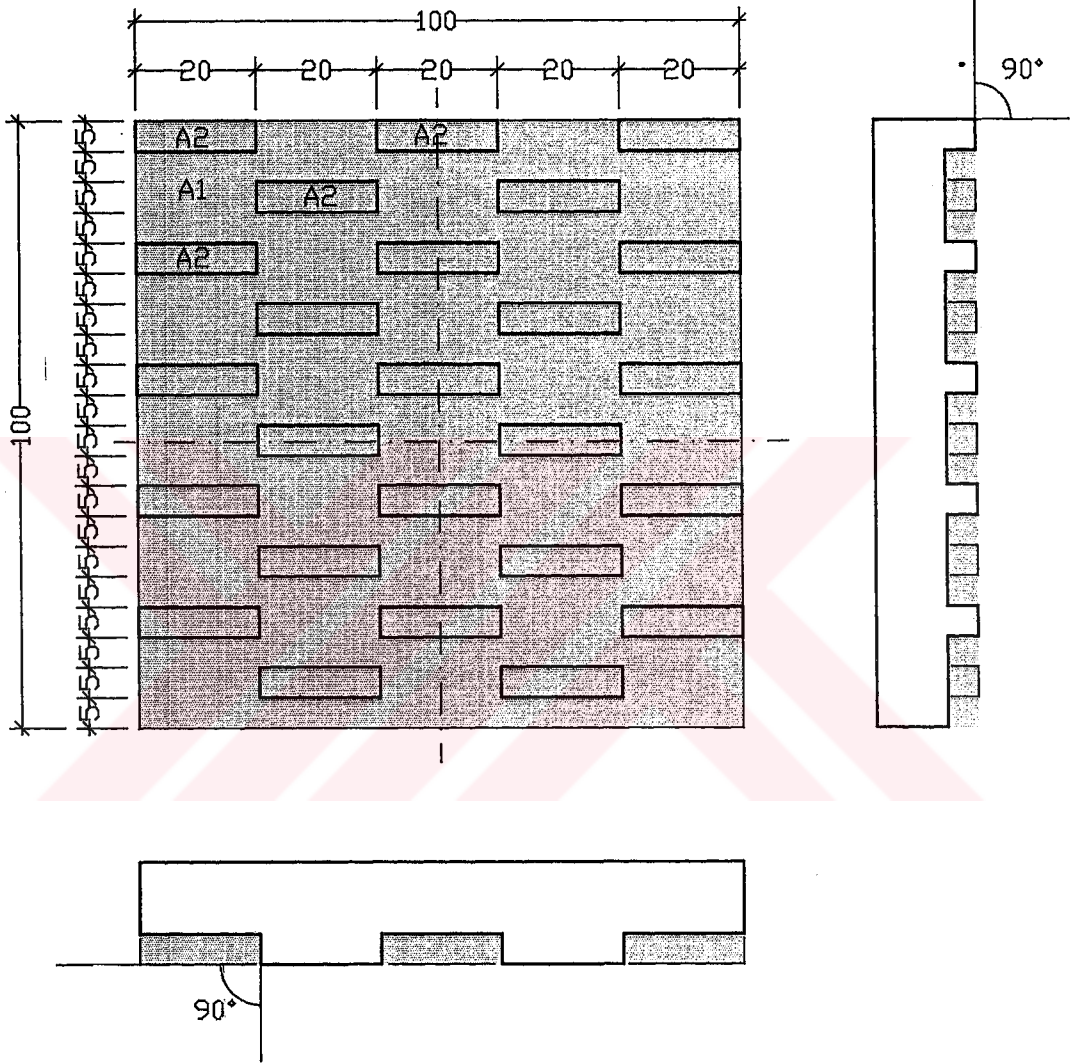
$$\begin{aligned}
 A_{1\text{güneşli}} &= 0.020 \text{ m}^2 \\
 A_{1\text{gölgeli}} &= 0.730 \text{ m}^2 \\
 A_{2\text{güneşli}} &= 0.250 \text{ m}^2 \\
 A_{2\text{gölgeli}} &= 0.000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Şekil 4.28. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.750 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

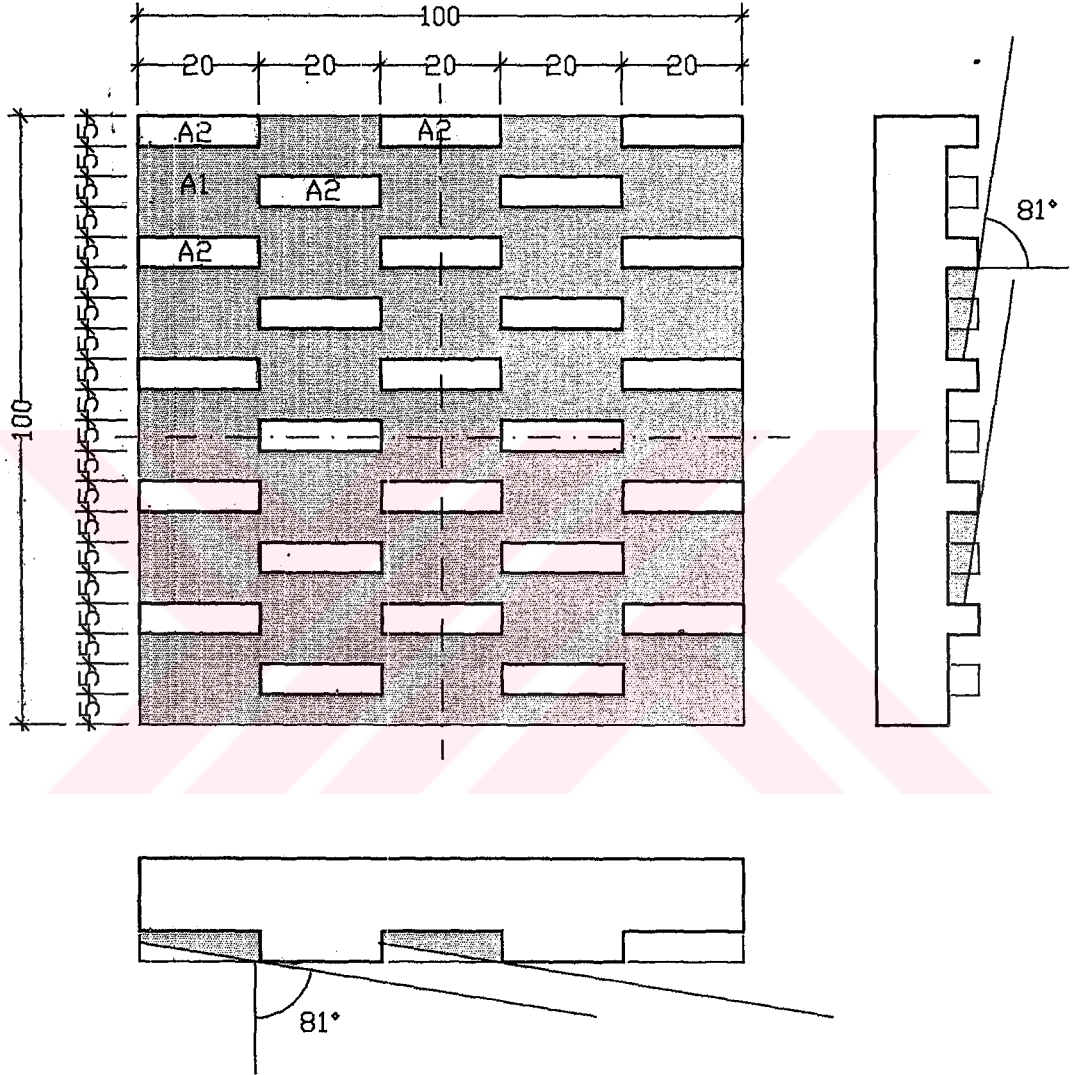
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

Şekil 4.29. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeleler

4 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 09:00 - 15:00



$$A_{1güneşli} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölge} = 0.750 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2gölge} = 0.000 \text{ m}^2$$

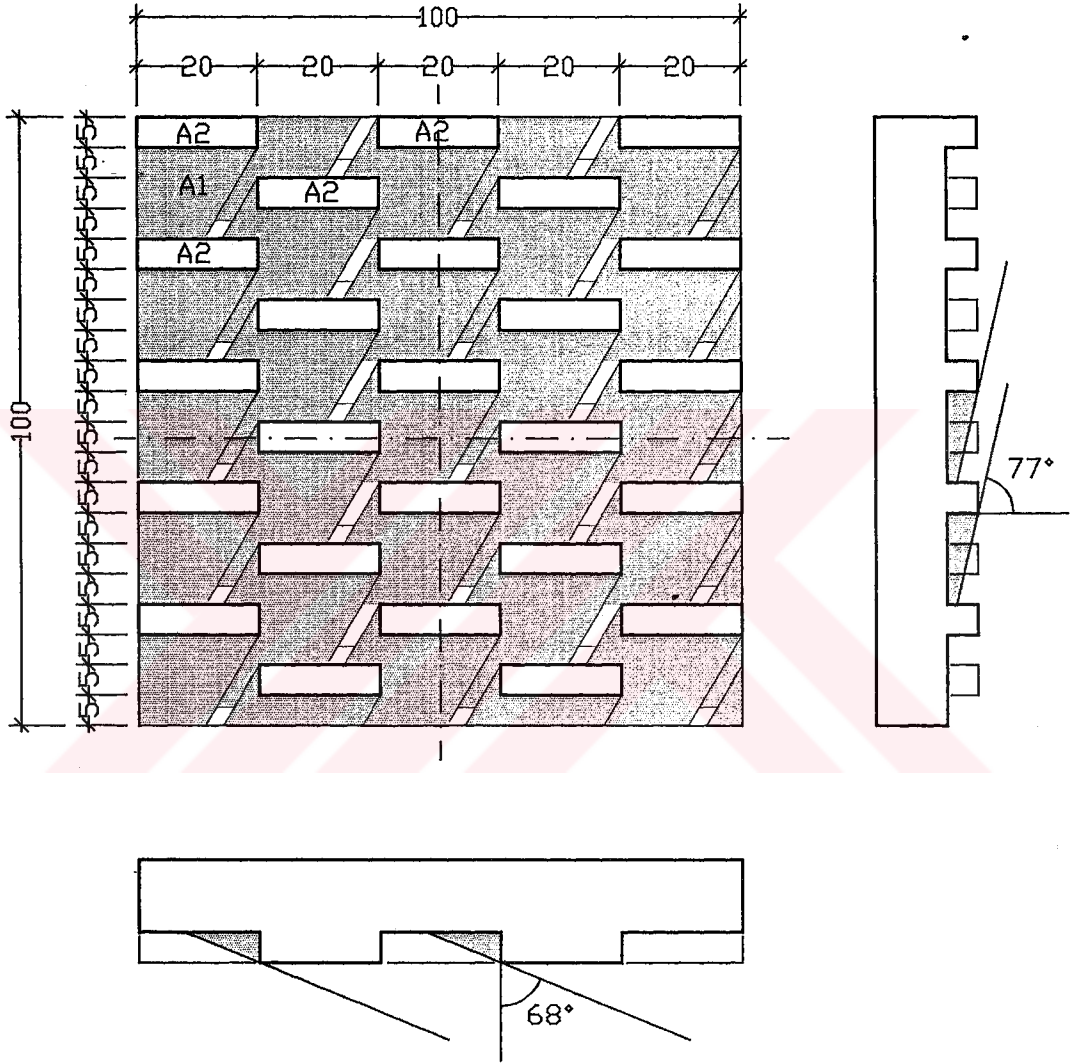
Şekil 4.30. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



## 4 Nolu Doku

## Güney Cephesi

Saat 10:00 - 14:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.024 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.726 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

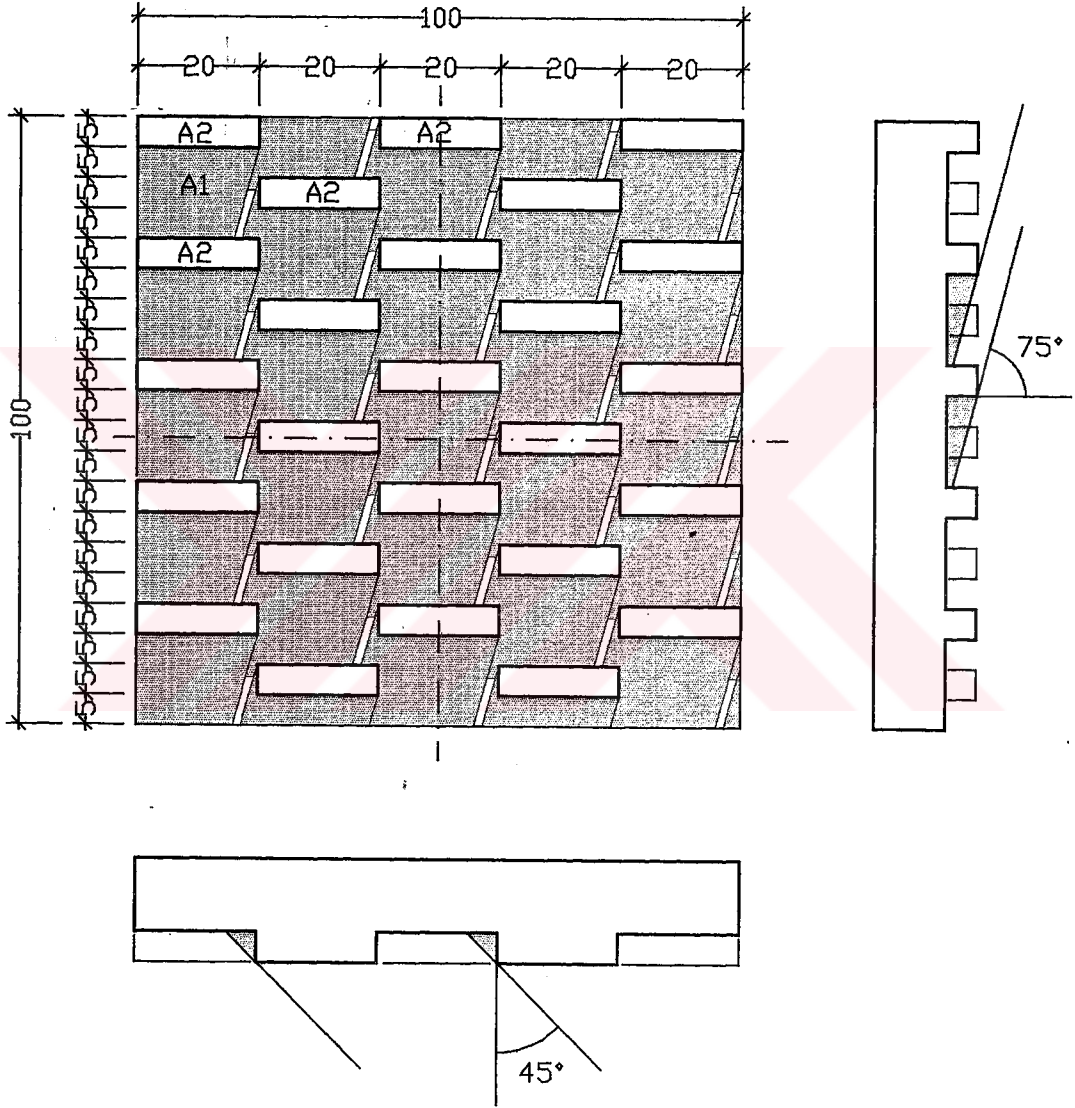
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.31. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 11:00 - 13:00



$$A_{1güneşli} = 0.022 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölgeli} = 0.728 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.250 \text{ m}^2$$

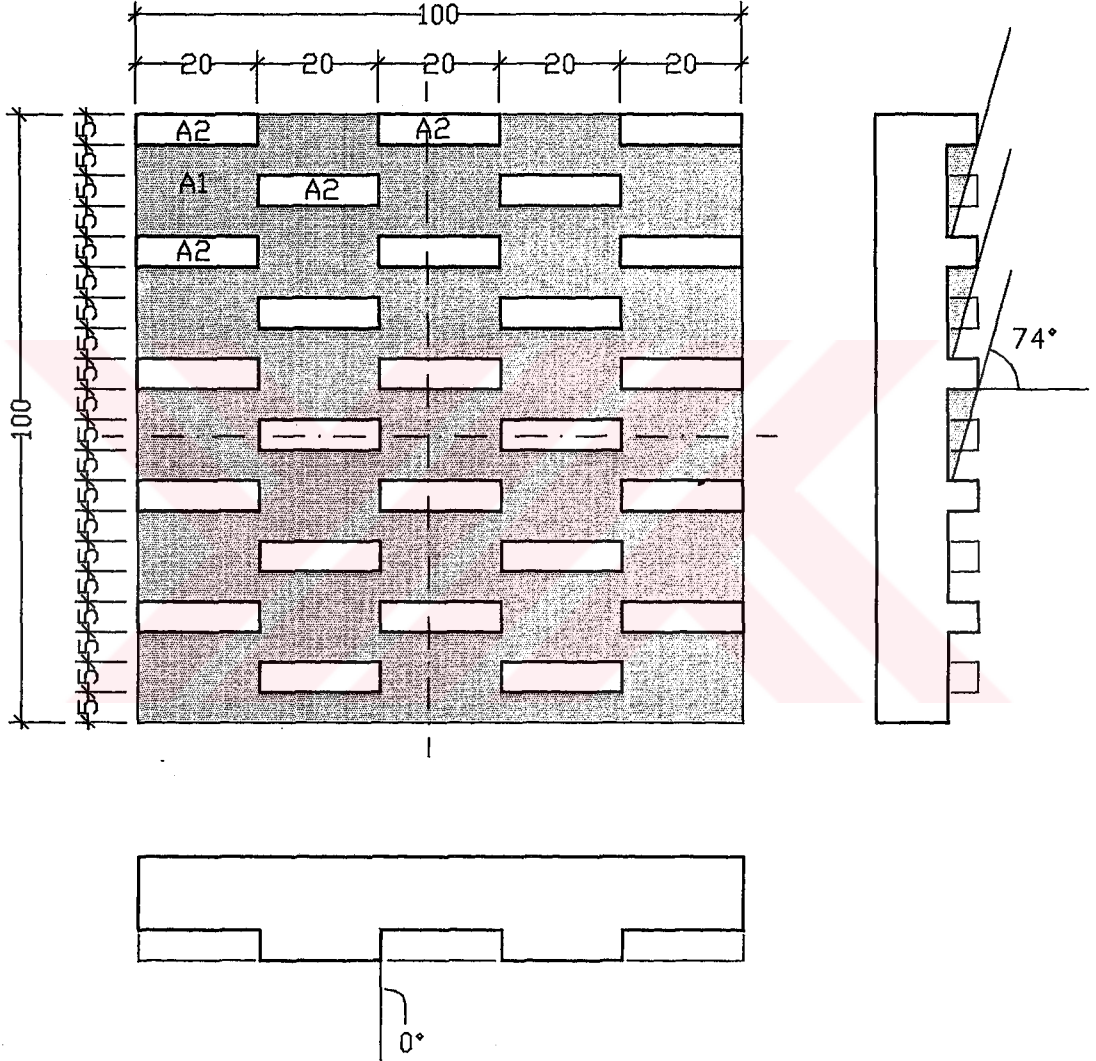
$$A_{2gölgeli} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.32. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

4 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.750 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.250 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

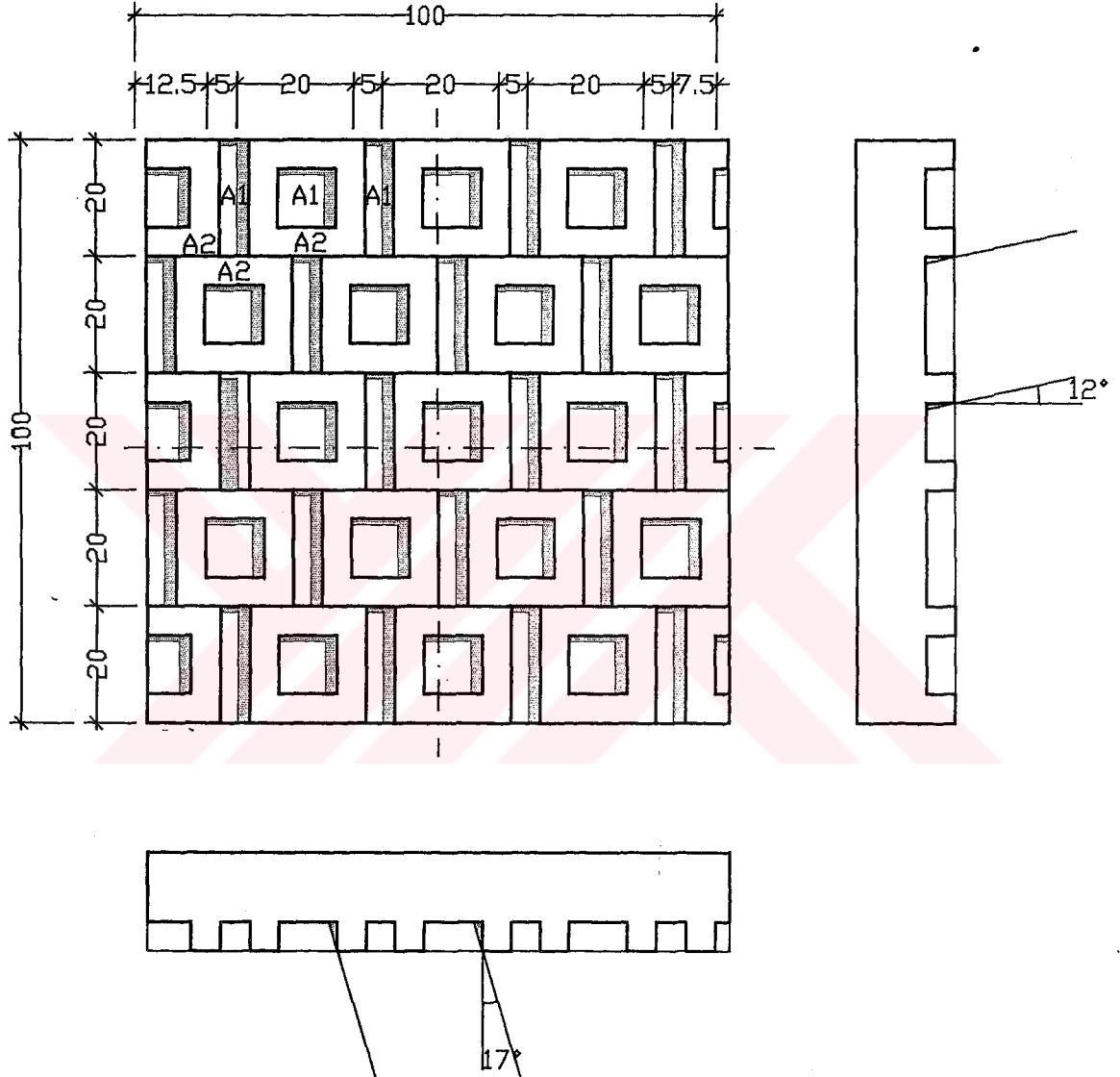
Şekil 4.33. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeleler



5 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 06:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.280 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.120 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.600 \text{ m}^2$$

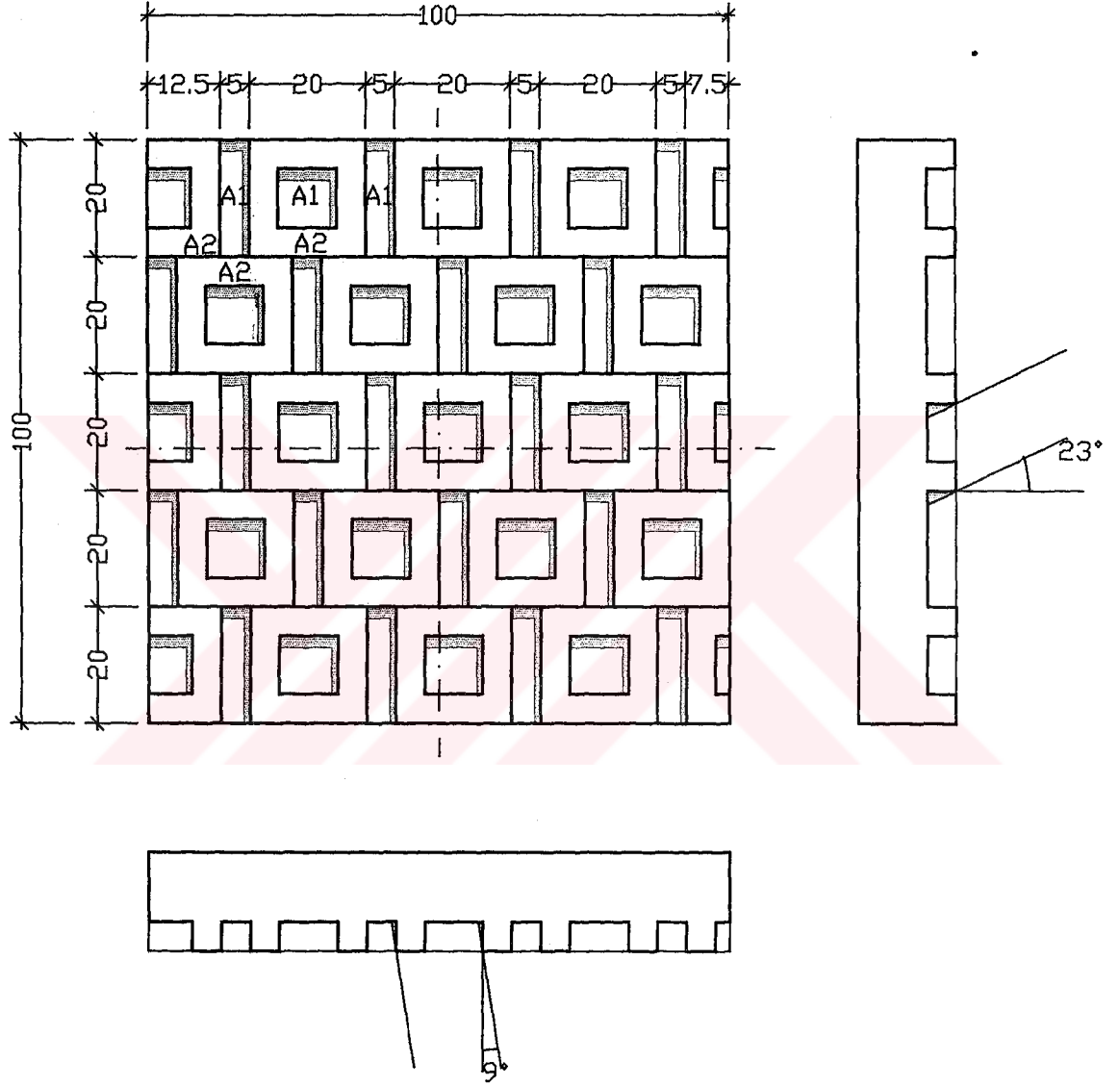
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.34. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

5 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 07:00



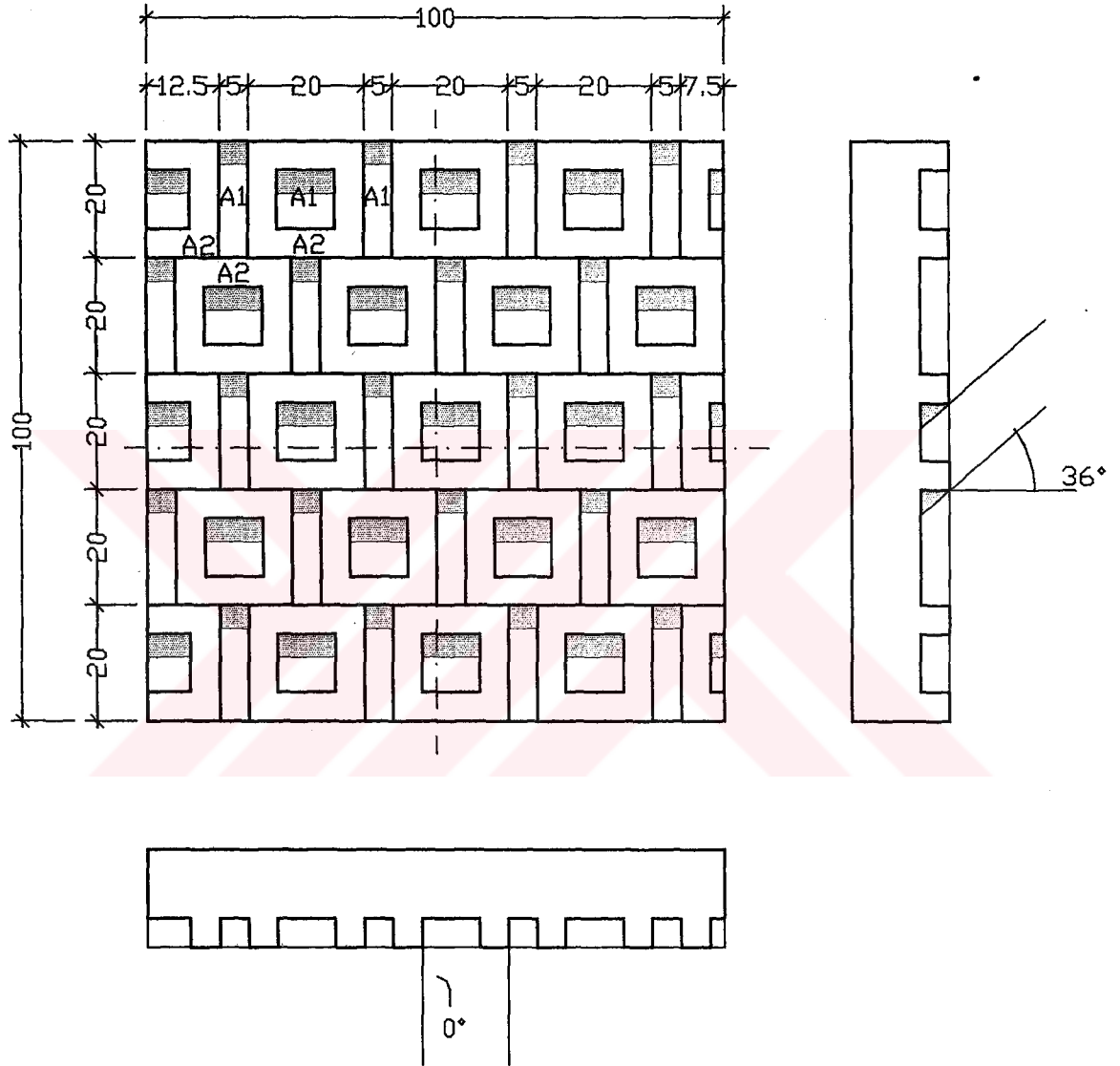
$$\begin{aligned}
 A_{1güneşli} &= 0.300 \text{ m}^2 \\
 A_{1gölgeli} &= 0.100 \text{ m}^2 \\
 A_{2güneşli} &= 0.600 \text{ m}^2 \\
 A_{2gölgeli} &= 0.000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Şekil 4.35. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeleler

5 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 08:00



$$A_{1güneşli} = 0.290 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölge} = 0.110 \text{ m}^2$$

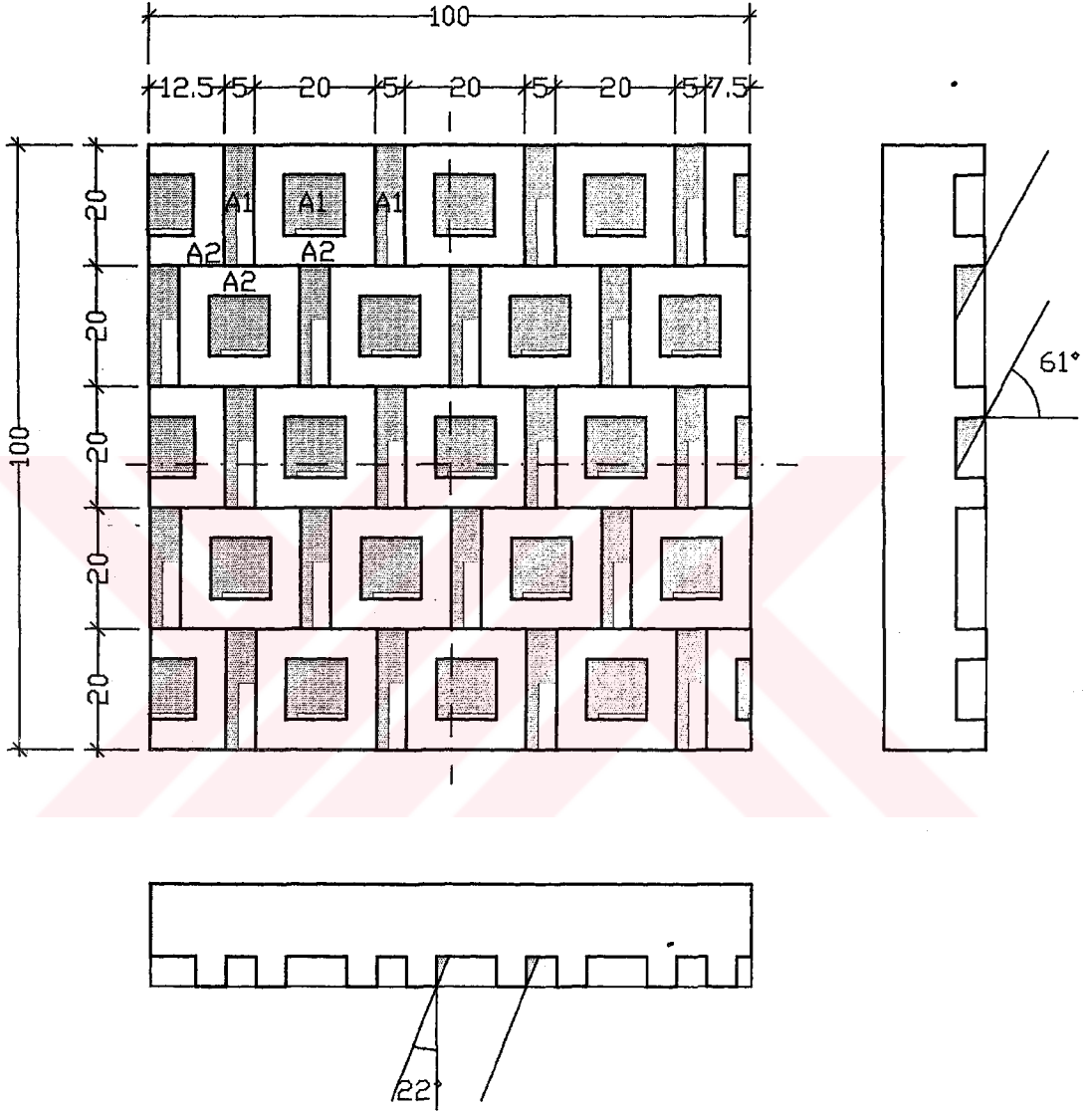
$$A_{2güneşli} = 0.600 \text{ m}^2$$

$$A_{2gölge} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.36. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



5 Nolu Doku  
Doğu Cephesi  
Saat 10:00



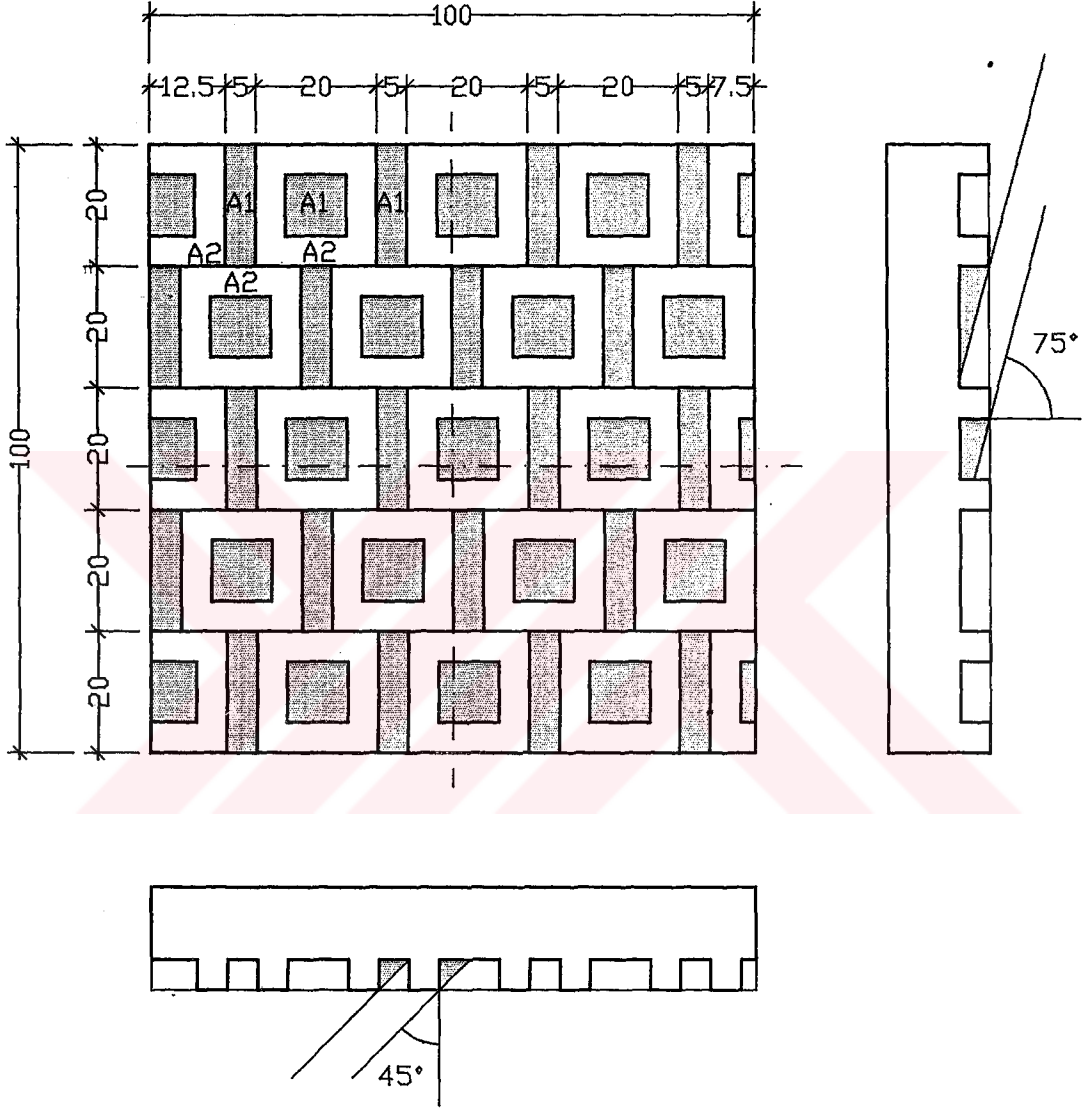
$$\begin{aligned}
 A_{1\text{güneşli}} &= 0.080 \text{ m}^2 \\
 A_{1\text{gölgeli}} &= 0.320 \text{ m}^2 \\
 A_{2\text{güneşli}} &= 0.600 \text{ m}^2 \\
 A_{2\text{gölgeli}} &= 0.000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Şekil 4.38. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgele

5 Nolu Doku

Doğu Cephesi

Saat 11:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.400 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.600 \text{ m}^2$$

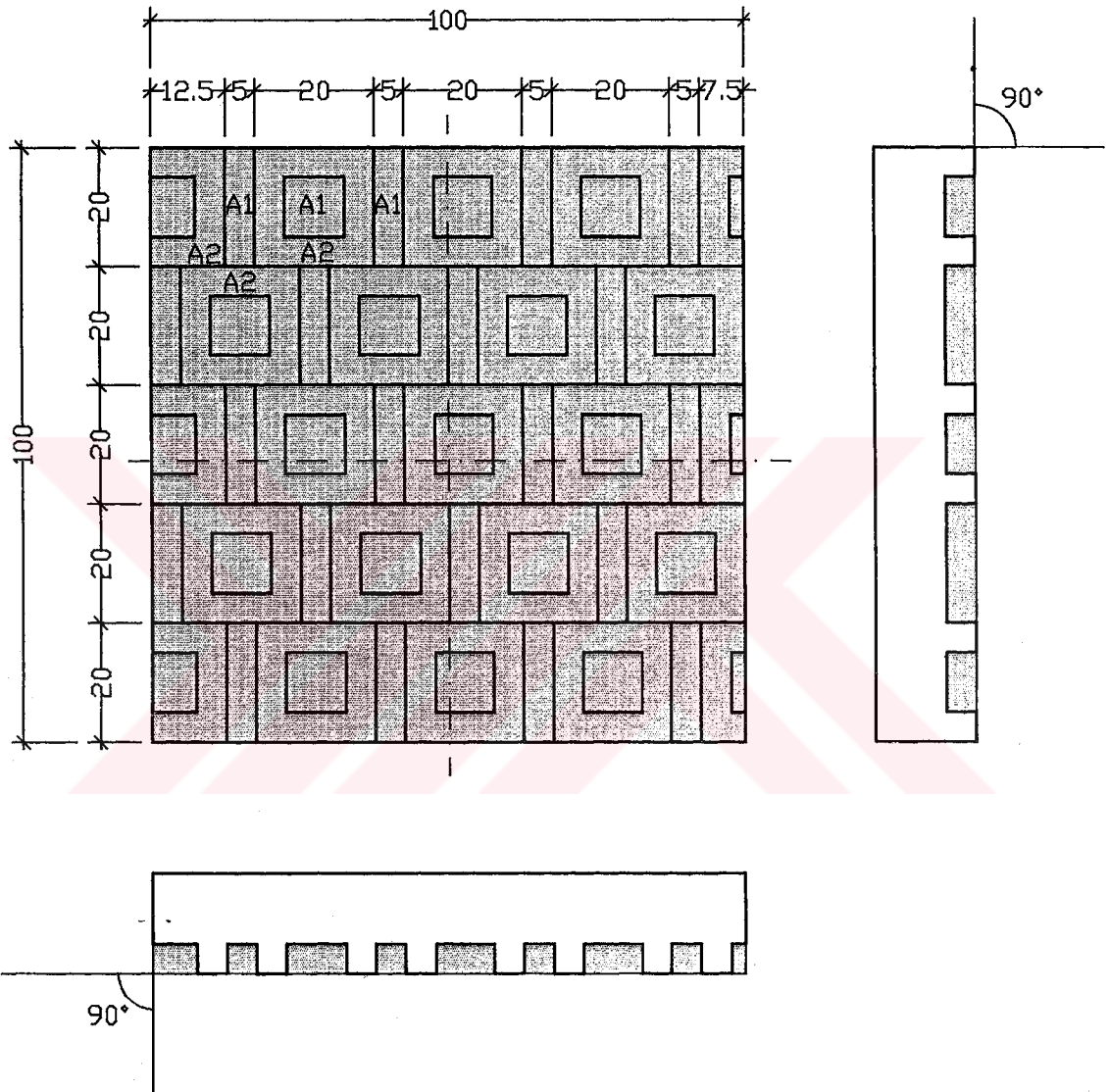
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.39. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

## 5 Nolu Doku

## Doğu Cephesi

Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.400 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

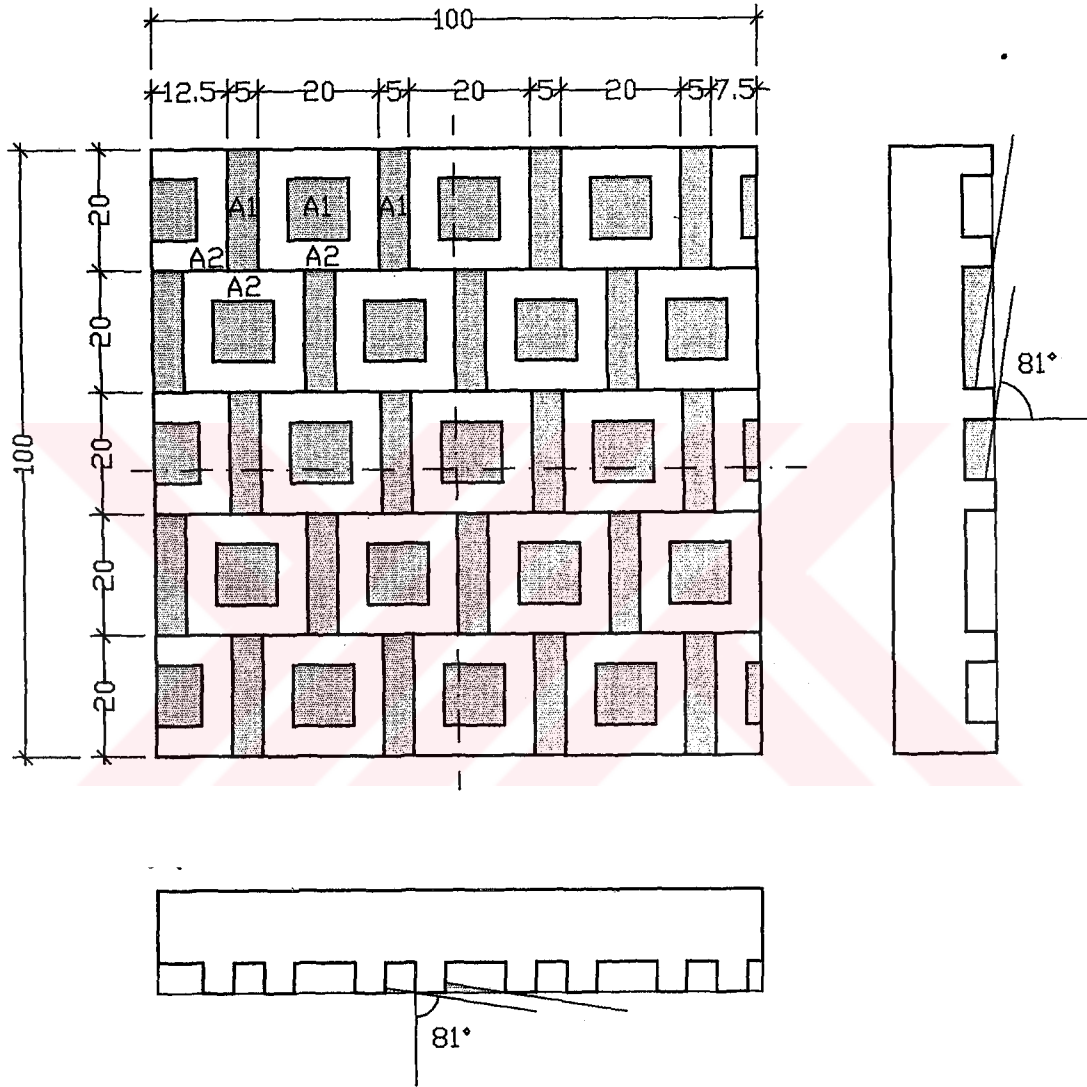
$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.600 \text{ m}^2$$

**Şekil 4.40. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler**

5 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 09:00 - 15:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgeli}} = 0.400 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.600 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgeli}} = 0.000 \text{ m}^2$$

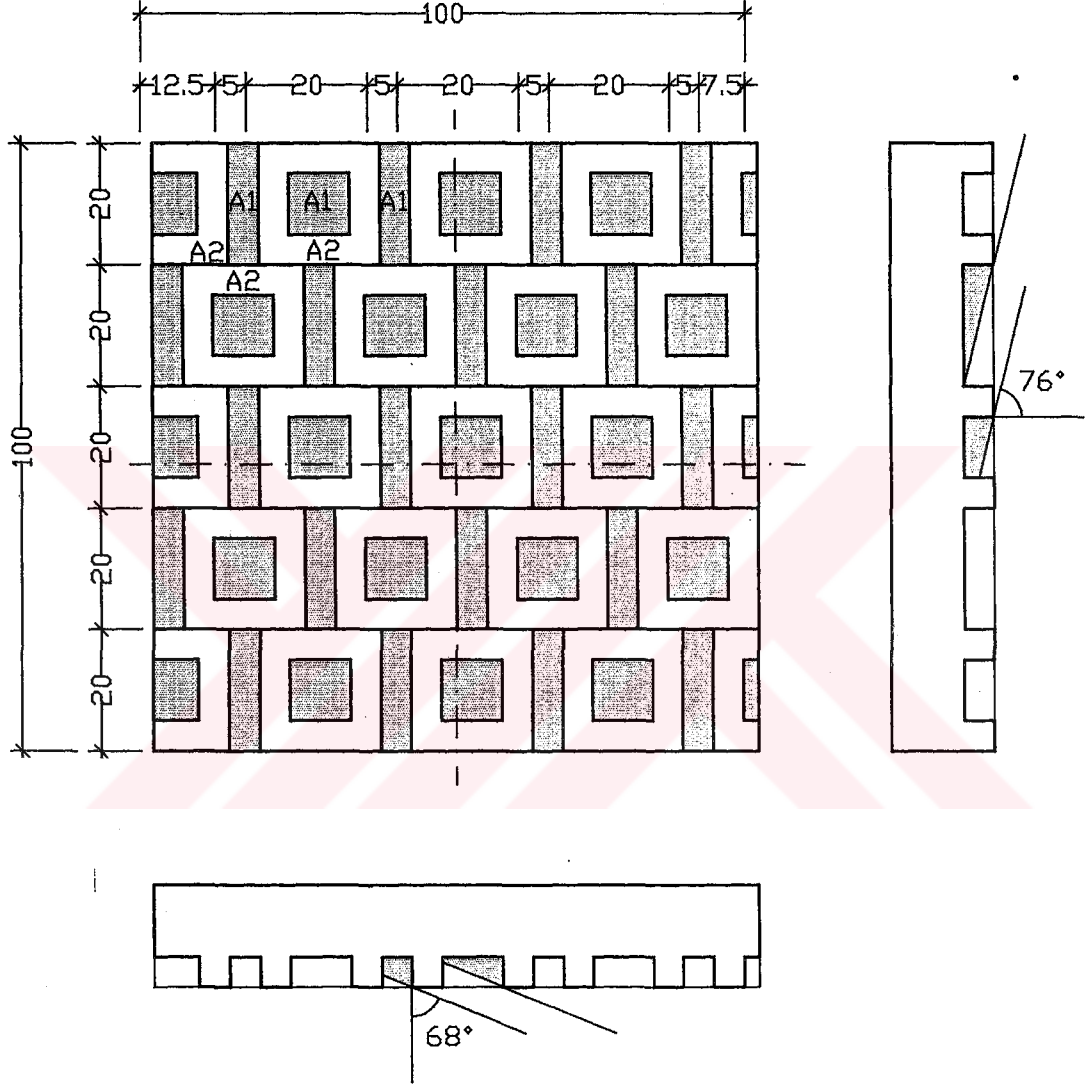
Şekil 4.41. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler



## 5 Nolu Doku

## Güney Cephesi

at 10:00 - 14:00



$$A_{1güneşli} = 0.000 \text{ m}^2$$

$$A_{1gölgeli} = 0.400 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.600 \text{ m}^2$$

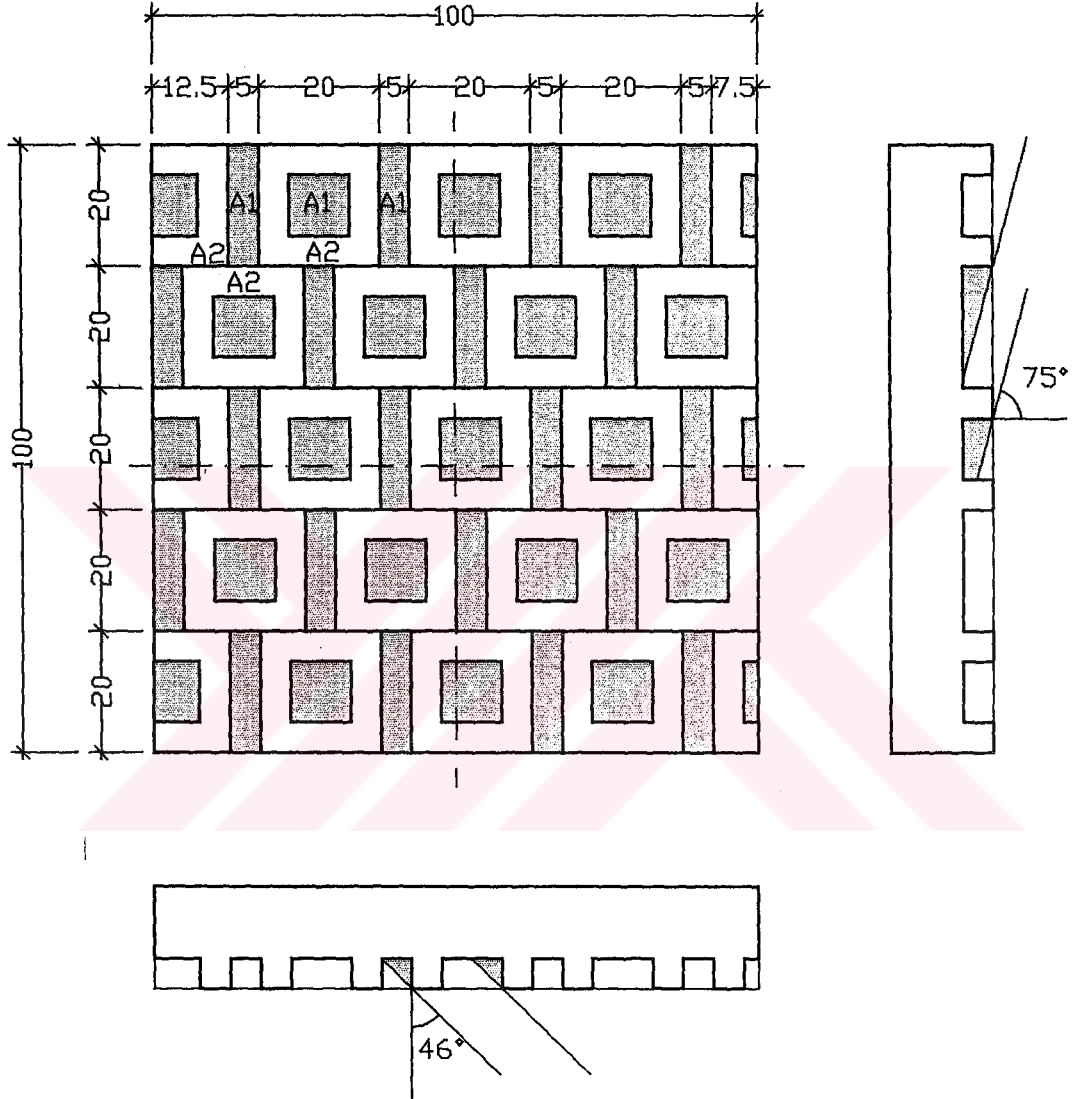
$$A_{2gölgeli} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.42. Profil ve Genişlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeleler

5 Nolu Doku

Güney Cephesi

Saat 11:00 - 13:00



$$A_{1güneşli} = 0.000 \text{ m}^2$$

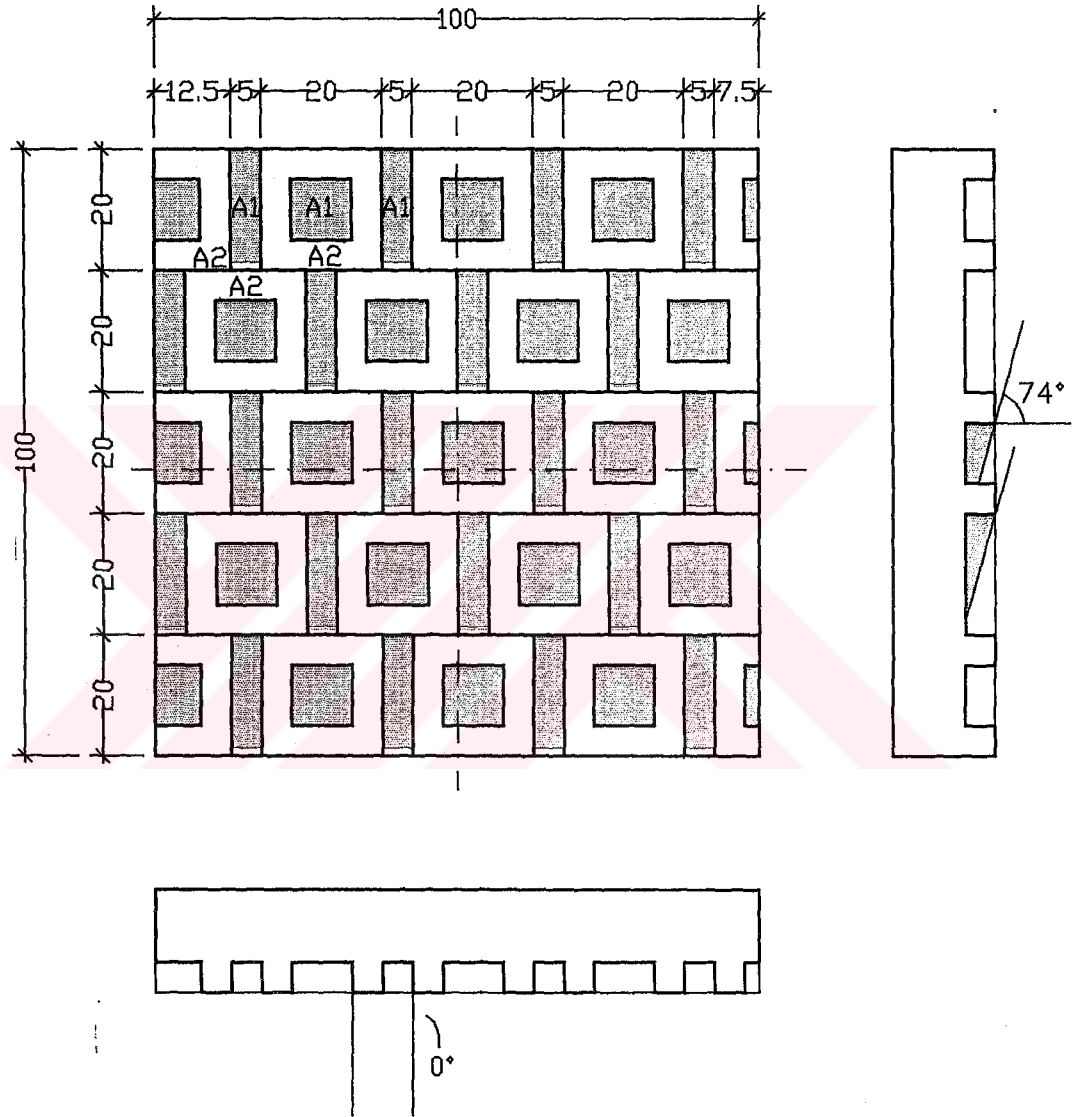
$$A_{1gölge} = 0.400 \text{ m}^2$$

$$A_{2güneşli} = 0.600 \text{ m}^2$$

$$A_{2gölge} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.43. Profil ve Genişlik Açılarına Göre Oluşan Gölgeler

5 Nolu Doku  
Güney Cephesi  
Saat 12:00



$$A_{1\text{güneşli}} = 0.026 \text{ m}^2$$

$$A_{1\text{gölgesi}} = 0.374 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{güneşli}} = 0.600 \text{ m}^2$$

$$A_{2\text{gölgesi}} = 0.000 \text{ m}^2$$

Şekil 4.44. Profil ve Geniçlik Açlarına Göre Oluşan Gölgeler

Güneye yönlendirilmiş olan cephede direkt güneş ışınlamı alan yüzeydeki toplam güneş ışınlamı yeğinliğı (  $I_T$  );

$$I_T = I_D + I_d + I_r \quad (3.14)$$

|                  |                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Saat 12:00       | için $I_T = 141.97 + 216.62 + 74.64 = 433.23 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 13:00-11:00 | için $I_T = 126.91 + 207.20 + 70.49 = 404.60 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 14:00-10:00 | için $I_T = 97.61 + 192.13 + 63.39 = 353.13 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 15:00-09:00 | için $I_T = 53.85 + 165.76 + 52.72 = 272.33 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 16:00-08:00 | için $I_T = 0.00 + 129.97 + 39.09 = 169.06 \text{ kcal/m}^2\text{h}$   |
| Saat 17:00-07:00 | için $I_T = 0.00 + 90.42 + 23.69 = 114.11 \text{ kcal/m}^2\text{h}$    |
| Saat 18:00-06:00 | için $I_T = 0.00 + 47.09 + 10.66 = 57.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}$     |

Doğuya yönlendirilmiş olan cephede direkt güneş ışınlamı alan yüzeydeki toplam güneş ışınlamı yeğinliğı (  $I_T$  );

$$I_T = I_D + I_d + I_r \quad (3.14)$$

|            |                                                                        |
|------------|------------------------------------------------------------------------|
| Saat 06:00 | için $I_T = 294.50 + 47.09 + 10.66 = 352.25 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 07:00 | için $I_T = 341.83 + 90.42 + 23.69 = 455.94 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 08:00 | için $I_T = 358.31 + 129.97 + 39.09 = 527.37 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 09:00 | için $I_T = 322.39 + 165.76 + 52.72 = 540.87 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 10:00 | için $I_T = 246.45 + 192.13 + 63.39 = 501.97 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 11:00 | için $I_T = 132.38 + 207.20 + 70.49 = 410.07 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 12:00 | için $I_T = 0.00 + 216.62 + 74.64 = 291.26 \text{ kcal/m}^2\text{h}$   |
| Saat 13:00 | için $I_T = 0.00 + 207.20 + 70.49 = 277.69 \text{ kcal/m}^2\text{h}$   |

|            |                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------|
| Saat 14:00 | için $I_T = 0.00 + 192.13 + 63.39 = 255.52 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 15:00 | için $I_T = 0.00 + 165.76 + 52.72 = 218.48 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 16:00 | için $I_T = 0.00 + 129.97 + 39.09 = 169.06 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 17:00 | için $I_T = 0.00 + 90.42 + 23.69 = 114.11 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 18:00 | için $I_T = 0.00 + 47.09 + 10.66 = 57.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}$   |

Direkt güneş ışınımı almayan (gölgede kalan) yapı yüzeyindeki toplam güneş ışınımı yoğunluğu ( $I_T$ );

$$I_T = I_d + I_r \quad (4.1)$$

|                  |                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------|
| Saat 12:00       | için $I_T = 216.62 + 74.64 = 291.26 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 13:00-11:00 | için $I_T = 207.20 + 70.49 = 277.69 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 14:00-10:00 | için $I_T = 192.13 + 63.39 = 255.52 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 15:00-09:00 | için $I_T = 165.76 + 52.72 = 218.48 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 16:00-08:00 | için $I_T = 129.97 + 39.09 = 169.06 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ |
| Saat 17:00-07:00 | için $I_T = 90.42 + 23.69 = 114.11 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  |
| Saat 18:00-06:00 | için $I_T = 47.09 + 10.66 = 57.75 \text{ kcal/m}^2\text{h}$   |

#### 4.2.3. Kabuk Elemanını Etkileyen Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması

Opak bileşenin yüzeyini güneş ışınımı yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık ( $t_{eo}$ ) ;

$$t_{eo} = t_{dış} + (I_T \times a_o / \alpha_d) \quad (3.17)$$

bağıntısı ile bulunur. Gölge alanlarda direkt güneş ışıını olmadığı için yaygın ve yansımış güneş ışıını hesaba katılacak şekilde tüm yüzey için hesap yapılır. Opak bileşenlerin yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıını şiddetleri ;

gölgede  $I_T = I_d + I_r$  (4.1)

güneşte  $I_T = I_D + I_d + I_r$  (3.14)

bağıntıları ile hesaplanır.

ye yönlendirilmiş yüzey için;

| Saat  | $t_{dış}$ | Gölgede |          | Güneşte |          |
|-------|-----------|---------|----------|---------|----------|
|       |           | $I_T$   | $t_{eo}$ | $I_T$   | $t_{eo}$ |
| 06:00 | 25.2°     | 57.75   | 26.36°   | 57.75   | 26.36°   |
| 07:00 | 27.4°     | 114.11  | 29.68°   | 114.11  | 29.68°   |
| 08:00 | 30.2°     | 169.06  | 33.58°   | 169.06  | 33.58°   |
| 09:00 | 31.8°     | 218.48  | 36.17°   | 272.33  | 37.25°   |
| 10:00 | 32.6°     | 255.52  | 37.71°   | 353.13  | 39.66°   |
| 11:00 | 33.3°     | 277.69  | 38.85°   | 404.60  | 41.39°   |
| 12:00 | 33.7°     | 291.26  | 39.53°   | 433.23  | 42.37°   |
| 13:00 | 34.0°     | 277.69  | 39.55°   | 404.60  | 42.09°   |
| 14:00 | 34.0°     | 255.52  | 39.11°   | 353.13  | 41.06°   |
| 15:00 | 32.8°     | 218.48  | 37.17°   | 272.33  | 38.25°   |
| 16:00 | 32.2°     | 169.06  | 35.58°   | 169.06  | 35.58°   |
| 17:00 | 31.8°     | 114.11  | 34.08°   | 114.11  | 34.08°   |
| 18:00 | 30.4°     | 57.75   | 31.56°   | 57.75   | 31.56°   |

Doğuya yönlendirilmiş yüzey için;

| Saat  | $t_{dış}$ | Gölgede |          | Güneşte |          |
|-------|-----------|---------|----------|---------|----------|
|       |           | $I_T$   | $t_{eo}$ | $I_T$   | $t_{eo}$ |
| 06:00 | 25.2°     | 57.75   | 26.36°   | 352.25  | 32.25°   |
| 07:00 | 27.4°     | 114.11  | 29.68°   | 455.94  | 36.52°   |
| 08:00 | 30.2°     | 169.06  | 33.58°   | 527.37  | 40.75°   |
| 09:00 | 31.8°     | 218.48  | 36.17°   | 540.87  | 42.62°   |
| 10:00 | 32.6°     | 255.52  | 37.71°   | 501.97  | 42.64°   |
| 11:00 | 33.3°     | 277.69  | 38.85°   | 410.07  | 41.50°   |
| 12:00 | 33.7°     | 291.26  | 39.53°   | 291.26  | 39.53°   |
| 13:00 | 34.0°     | 277.69  | 39.55°   | 277.69  | 39.55°   |
| 14:00 | 34.0°     | 255.52  | 39.11°   | 255.52  | 39.11°   |
| 15:00 | 32.8°     | 218.48  | 37.17°   | 218.48  | 37.17°   |
| 16:00 | 32.2°     | 169.06  | 35.58°   | 169.06  | 35.58°   |
| 17:00 | 31.8°     | 114.11  | 34.08°   | 114.11  | 34.08°   |
| 18:00 | 30.4°     | 57.75   | 31.56°   | 57.75   | 31.56°   |

#### 4.2.4. Tasarlanmış Olan Opak Bileşenin Isı Akımı Hesaplarının Yapılması

Farklı doku ve katlaşma kombinezonu alternatifleri için birim alandan kazanılan ısı akımları dengeli ısı geçiş rejimlerine göre bölüm 4.1.3.'te hesaplanmış olan toplam ısı geçirme katsayılarından da faydalanarak birinci doku için;

$$k_o = 0.975 \text{ kcal/hm}^{20}\text{C}$$

$q_d = k_o \times (t_{eo} - t_i)$  formülü ile bütün saatlerdeki  $t_{eo}$  'lara göre bulunur.

İkinci doku için;  $q_d$  hesabı yapılırken, yüzeyi oluşturan değişik kalınlıklardaki duvar kesitlerinin  $k$  değerleri yüzeyin o parçasındaki sol-air sıcaklıkla da bağlantılı olarak gözönünde bulundurulur. Daha önce bölüm 4.1.3.'te hesaplanmış olan ısı iletkenlik katsayıları;

$$k_1 = 1.389 \text{ kcal/hm}^{20}\text{C}$$

$$k_2 = 0.969 \text{ kcal/hm}^{20}\text{C}$$

$$k_2 = 0.744 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

olarak bulunmuştur. Aşağıdaki formülde ısı iletkenlik katsayısı, sol-air sıcaklık ve iç hava sıcaklıkları kullanılarak ısı akımı hesapları yapılır.

$$q_d = \frac{k_1 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{1g\ddot{o}} + k_1 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{1g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{2g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{2g\ddot{o}} + k_3 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_3}{A_{1g\ddot{u}} + A_{1g\ddot{o}} + A_{2g\ddot{u}} + A_{2g\ddot{o}} + A_3} \quad (3.19)$$

Üçüncü ve dördüncü doku için; yöntem ikinci dokuda uygulanan yöntem ile aynıdır.

$$k_1 = 1.057 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$k_2 = 0.817 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$q_d = \frac{k_1 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{1g\ddot{o}} + k_1 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{1g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{2g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{2g\ddot{o}}}{A_{1g\ddot{u}} + A_{1g\ddot{o}} + A_{2g\ddot{u}} + A_{2g\ddot{o}}} \quad (3.19)$$

bağıntısı ile ısı akımı hesapları yapılır.

Beşinci doku için; aynı yöntem kullanılmalıdır.

$$k_1 = 1.150 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$k_2 = 0.846 \text{ kcal/hm}^2\text{°C}$$

$$q_d = \frac{k_1 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{1g\ddot{o}} + k_1 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{1g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{u}} - t_i) A_{2g\ddot{u}} + k_2 (t_{eog\ddot{o}} - t_i) A_{2g\ddot{o}}}{A_{1g\ddot{u}} + A_{1g\ddot{o}} + A_{2g\ddot{u}} + A_{2g\ddot{o}}}$$

bağıntısı ile hesaplanır.



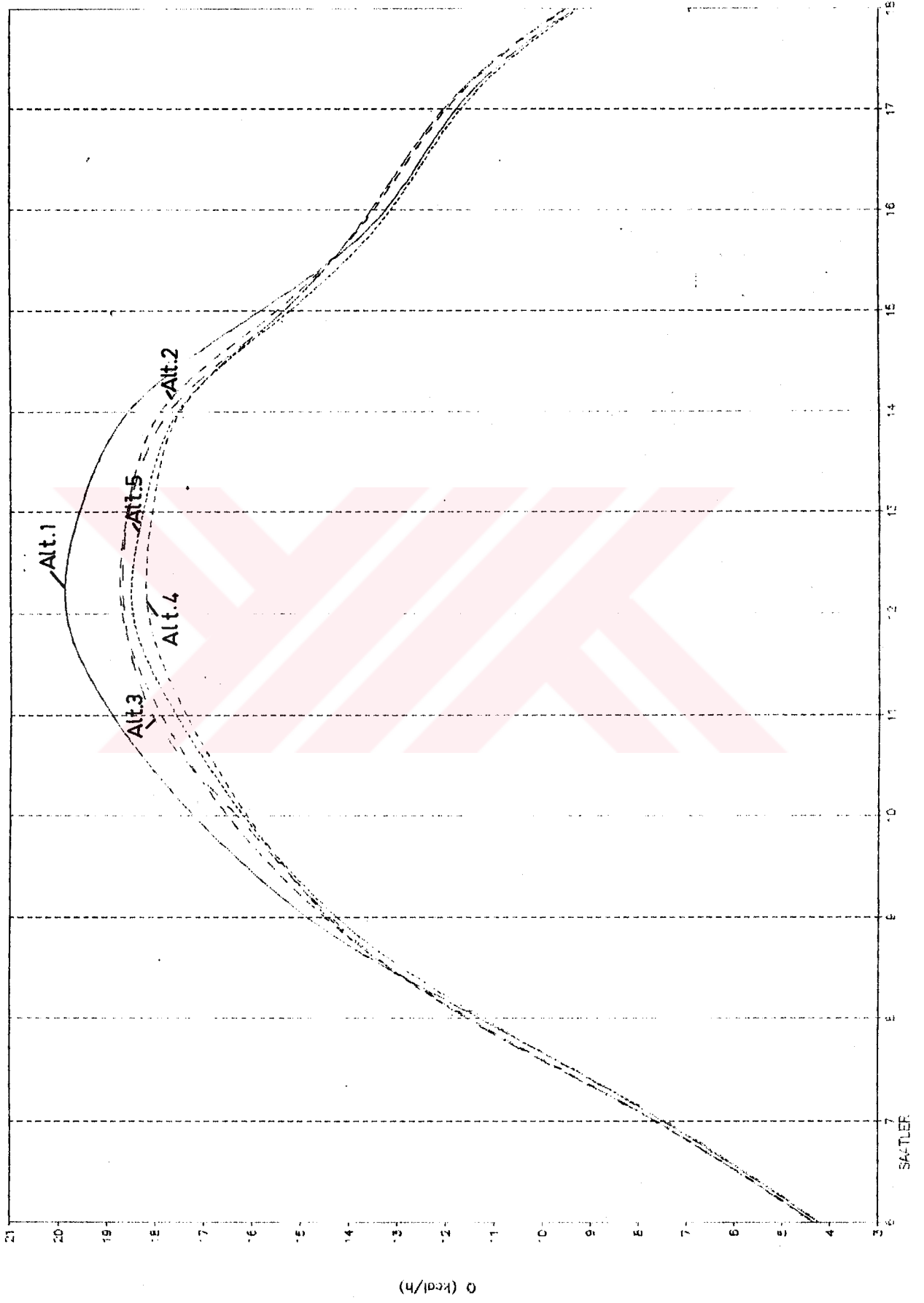
Güneye yönlendirme durumunda;

|        |           | 1.Doku | 2.Doku | 3.Doku | 4.Doku | 5.Doku |
|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SAAT   | $t_{dış}$ | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  |
| 06:00  | 25.2°     | 4.25   | 4.33   | 4.35   | 4.35   | 4.22   |
| 07:00  | 27.4°     | 7.49   | 7.63   | 7.66   | 7.66   | 7.43   |
| 08:00  | 30.2°     | 11.29  | 11.50  | 11.55  | 11.55  | 11.21  |
| 09:00  | 31.8°     | 14.87  | 14.51  | 14.39  | 14.44  | 14.26  |
| 10:00  | 32.6°     | 17.22  | 16.52  | 16.33  | 16.11  | 19.19  |
| 11:00  | 33.3°     | 18.91  | 17.90  | 18.08  | 17.38  | 17.59  |
| 12:00  | 33.7°     | 19.86  | 18.71  | 18.66  | 18.17  | 18.49  |
| 13:00  | 34.0°     | 19.59  | 18.60  | 18.57  | 18.08  | 18.27  |
| 14:00  | 34.0°     | 18.58  | 17.91  | 17.73  | 17.51  | 17.55  |
| 15:00  | 32.8°     | 15.84  | 15.50  | 15.35  | 15.35  | 15.23  |
| 16:00  | 32.2°     | 13.24  | 13.49  | 13.54  | 13.54  | 13.14  |
| 17:00  | 31.8°     | 11.78  | 11.99  | 12.04  | 12.04  | 11.69  |
| 18:00  | 30.4°     | 9.32   | 9.50   | 9.53   | 9.53   | 9.25   |
| TOPLAM |           | 182.24 | 178.09 | 178.98 | 175.71 | 177.52 |

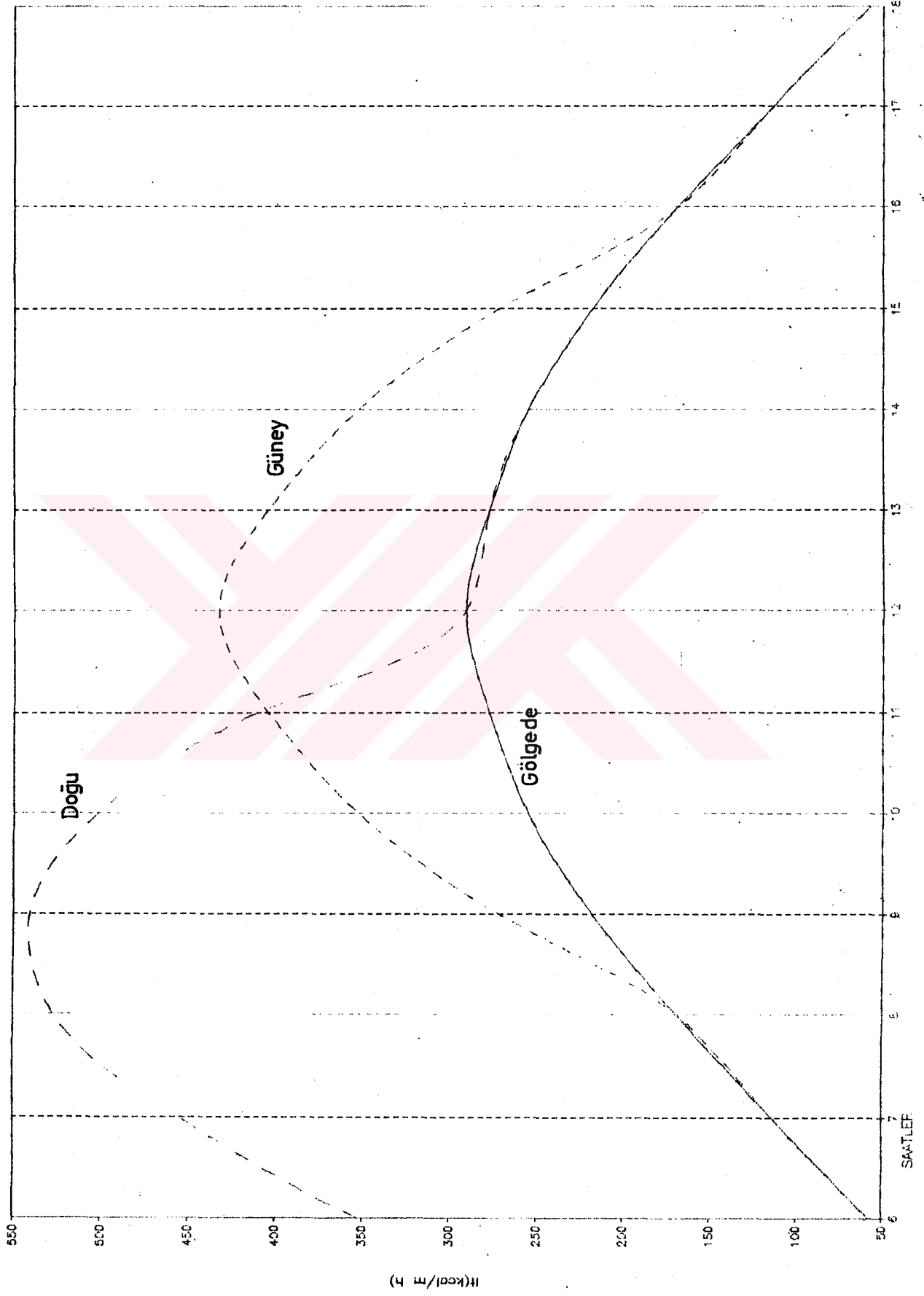
Doğuya yönlendirme durumunda;

|        |           | 1.Doku | 2.Doku | 3.Doku | 4.Doku | 5.Doku |
|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SAAT   | $t_{dış}$ | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  | $q_d$  |
| 06:00  | 25.2°     | 9.99   | 9.62   | 9.67   | 9.76   | 9.11   |
| 07:00  | 27.4°     | 14.16  | 13.48  | 14.00  | 13.65  | 13.17  |
| 08:00  | 30.2°     | 18.28  | 17.09  | 18.35  | 17.33  | 17.24  |
| 09:00  | 31.8°     | 20.11  | 18.56  | 19.81  | 18.59  | 18.47  |
| 10:00  | 32.6°     | 20.12  | 18.38  | 19.47  | 18.21  | 18.16  |
| 11:00  | 33.3°     | 19.01  | 17.91  | 18.09  | 17.65  | 17.40  |
| 12:00  | 33.7°     | 17.09  | 17.41  | 17.47  | 17.48  | 16.96  |
| 13:00  | 34.0°     | 17.11  | 17.43  | 17.50  | 17.50  | 16.98  |
| 14:00  | 34.0°     | 16.68  | 16.99  | 17.06  | 17.06  | 16.56  |
| 15:00  | 32.8°     | 14.79  | 15.07  | 15.13  | 15.13  | 14.68  |
| 16:00  | 32.2°     | 13.24  | 13.49  | 13.54  | 13.54  | 13.14  |
| 17:00  | 31.8°     | 11.78  | 11.99  | 12.04  | 12.04  | 11.69  |
| 18:00  | 30.4°     | 9.32   | 9.50   | 9.53   | 9.53   | 9.25   |
| TOPLAM |           | 201.68 | 196.92 | 201.66 | 197.22 | 193.06 |

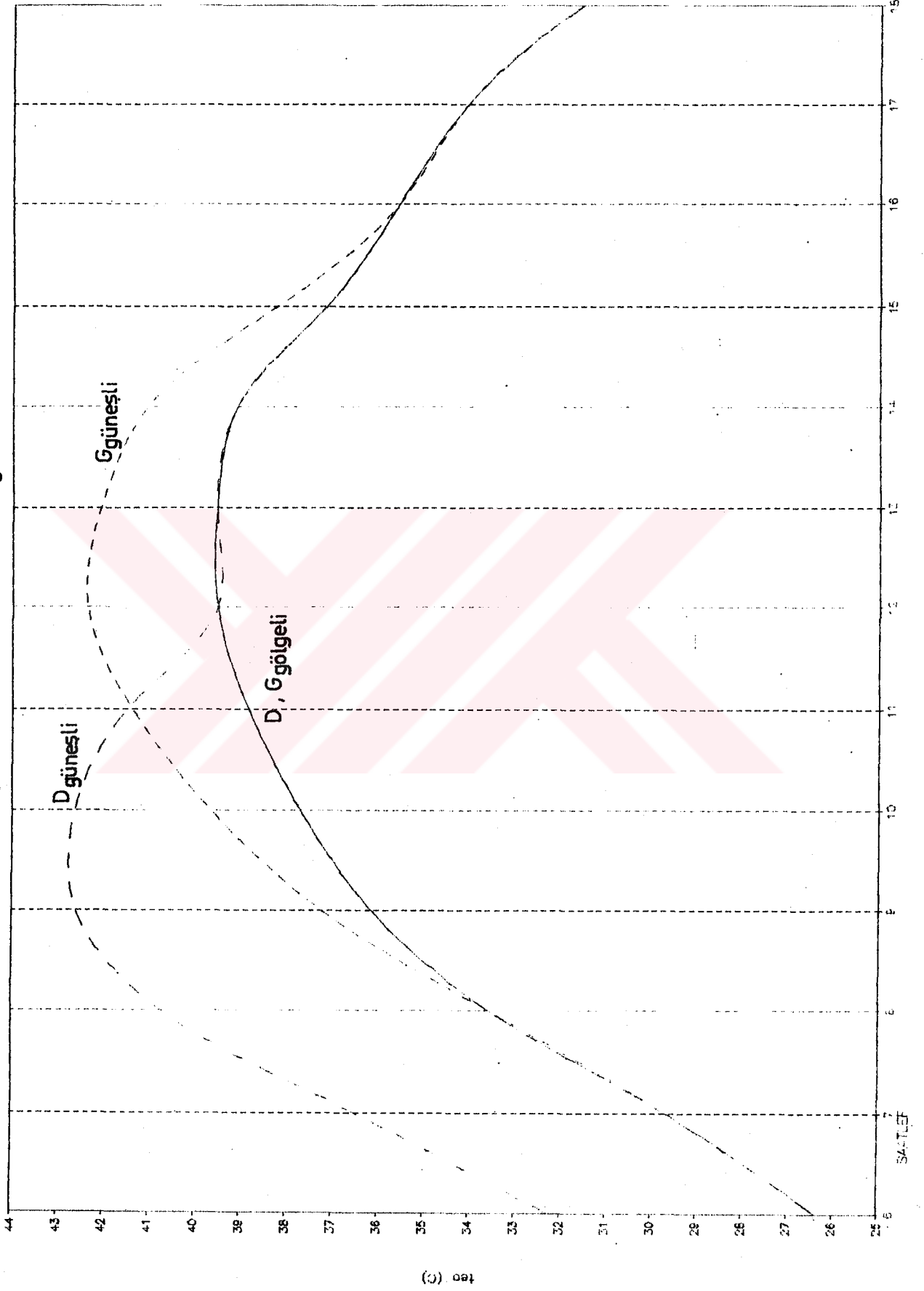
Grafik 4.3. Güneye yönlendirilmiş opak bileşen alternatiflerinde saatlik ısı akımı



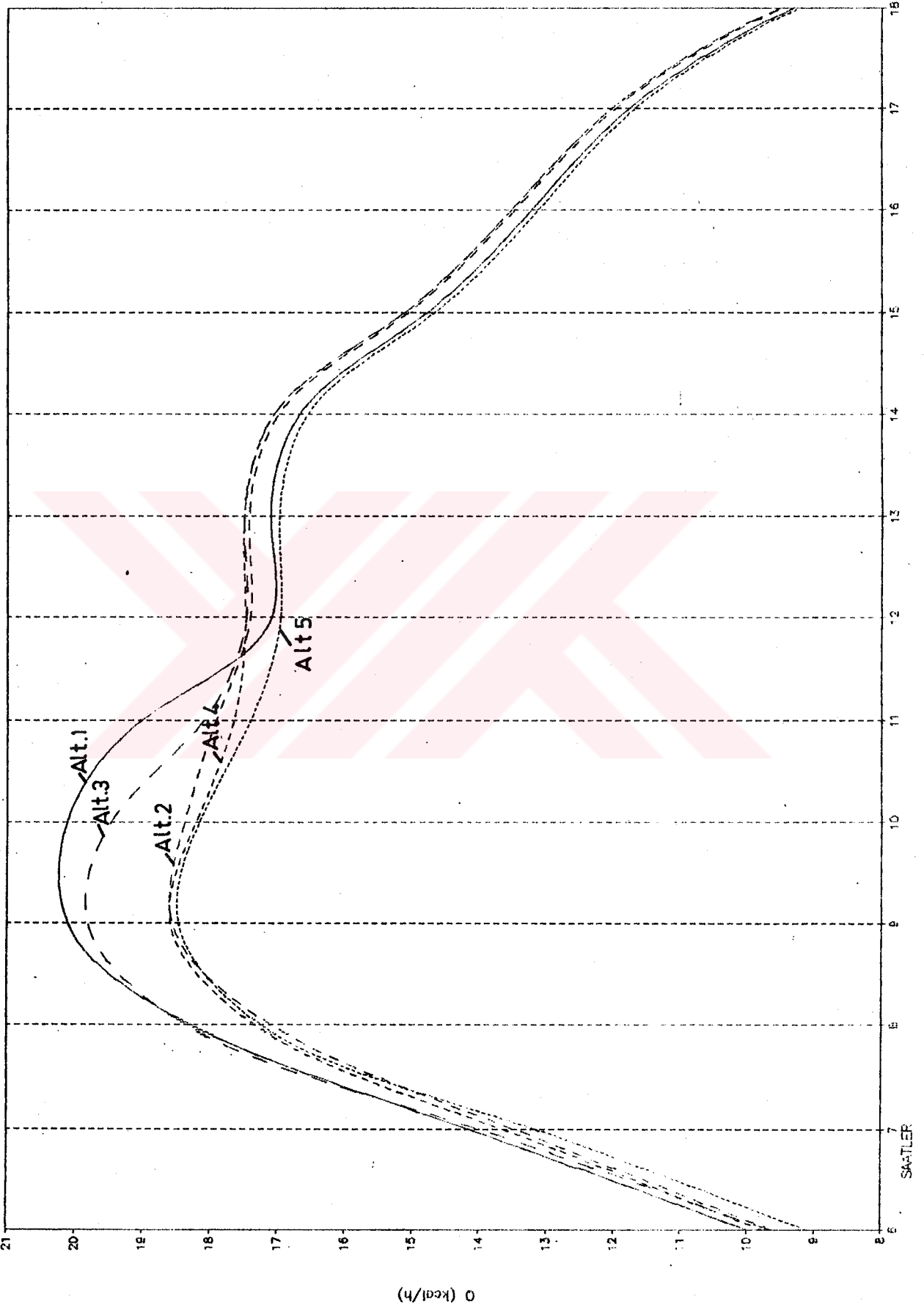
Grafik 4.1. Toplam Güneş Isınımı Yegintlikleri



Grafik 4.2. Saatlere Göre Güney ve Dogu Yönleri için Güneşli ve Gölge Alanlardaki Sol-air Sıcaklıklar



Grafik 4.4. Doğuya Yönlendirilmiş Opak Bileşen Alternatiflerinde Saatlik Isı Akımı



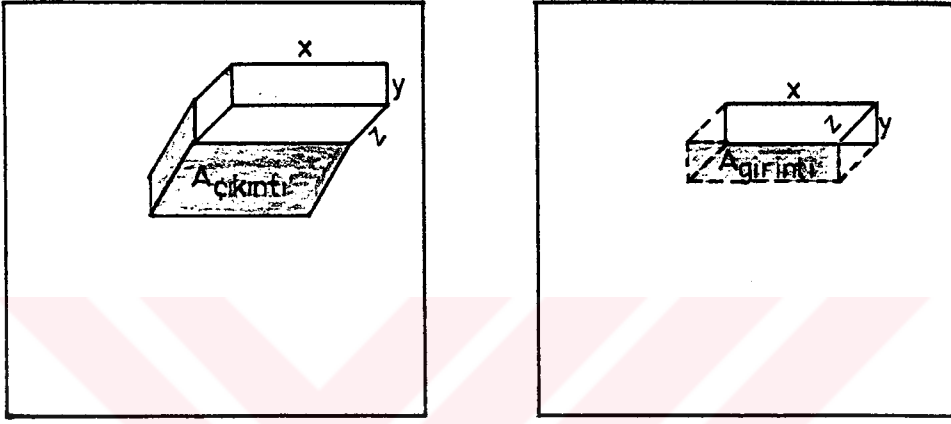
## BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Soğutma enerjisi korunumu açısından, sıcak iklim bölgesinde bulunan Antalya için ısıtmanın istenmediği döneme ait dış dizayn koşullarına göre opak bileşen doku alternatifleri bu tez çalışmasında açıklanan yöntemle göre belirlenmiştir. Tasarlanan opak bileşen dokularının yönlerle göre sağladıkları enerji korunumu hazırlanan grafik sistemler ve tablolar yardımı ile karşılaştırılmıştır. Böylece opak bileşen dokusunun soğutma enerjisi korunumunda yönlerle göre nasıl etkili olacağı bu grafik sistemler ve tablolar yardımı ile önceden belirlenebilecek ve tasarım aşamasında göz önünde bulundurulabilecektir.

o Yapılan çalışma sonucunda, ısıtmanın istenmediği dönemde, tasarlanan opak bileşen dokusunun girinti ve/veya çıkıntılarla elde edilmiş olmasının, düz olması durumuna göre daha az ısı kazancı sağladığı ve bu nedenle enerji korunumunda daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

o Girinti ve çıkıntı boyutlarının eşit olduğu koşullarda, girinti veya çıkıntılarla oluşturulan opak bileşen dokuları birbirleri ile karşılaştırıldığında; girintilerle elde edilen opak bileşen dokularında direkt güneş ışınımının kesilmesi ile oluşturulmuş gölgeli alanların girintinin boyutları ile sınırlı olduğu ve buna karşılık, çıkıntılarla elde edilen opak bileşen dokularının daha büyük gölgeli alanlar oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle opak bileşenden kazanılan ısı miktarının çıkıntılarla elde edilen opak bileşen dokularında daha az ve dolayısı ile, enerji korunumunun daha fazla olduğu anlaşılmıştır. (Şekil 5.1)

$$A_{\text{çıkıntı}} > A_{\text{girinti}}$$

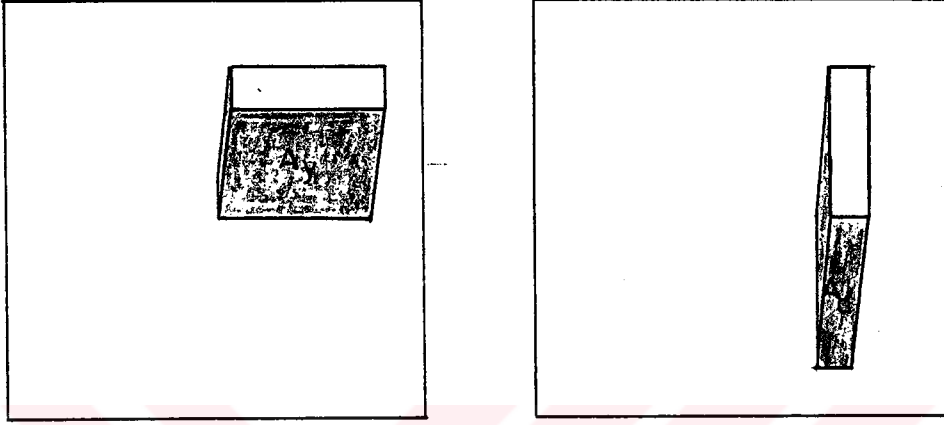


Şekil 5.1. Aynı boyutta girinti ve çıkıntılardan elde edilmiş iki farklı opak bileşen dokusunun aynı saatte ve yönde oluşturdukları gölgeli alanlar.

o Güneye yönlendirilmiş opak kabuk bileşenleri ele alındığında genişlik ve profil açılarına bağlı olarak yatay konumdaki girintive çıkıntılarla oluşturulan opak bileşen dokuları düşey konumdaki girinti ve çıkıntılarla oluşturulan opak bileşen dokularına göre enerji korunumu sağlamada daha etkindir. Aynı boyutlara sahip çıkıntılarla biri yatay diğeri düşey iki farklı opak bileşen dokusu ele alınacak olunursa yatay çıkıntılarla elde edilen doku, yüksek profil açıları nedeni ile daha büyük gölgeli alanlar oluştururken düşey çıkıntılarla elde edilen doku genişlik açısının dar olması nedeni ile daha küçük gölgeli alanlar oluşturacaktır(Şekil 5.2).

Aynı durum düşey ve yatay girintilerden oluşturulmuş dokular için de geçerlidir.

$$A_{\text{yatay}} > A_{\text{düşey}}$$



Şekil 5.2. Aynı boyutlara sahip yatay ve düşey çıkıntılarla elde edilen iki opak bileşen dokusunun aynı profil ve genişlik açıları ile aynı saatte ve aynı yönde oluşturdukları gölgeli alanlar

o Yapılan hesaplamalar sonucunda güney yönü için yatay ve düşey dokuların bileşik kullanımının, direkt güneşışınımının etkisinde kalan çıkıntılı yüzey alanını arttırmasından dolayı, sadece yatay çıkıntılarla elde edilen dokulara oranla, enerji korunumunda daha az efektif olduğu ortaya çıkmıştır.

o Doğu yönüne yönlendirilmiş opak bileşenin, güneşışınımının etkisinde kaldığı saatlerin büyük bir bölümünde, güneş ışıının düşük profil ve düşük genişlik açıları ile cepheye gelmesinden ötürü oluşan gölgeli alanlar güneye yönlendirilmiş opak kabuk bileşeni dokusunun oluşturduğu gölgeli alanlar kadar geniş olmamaktadır.



Doğu yönü için en uygun opak bileşen dokusu, yapılan hesaplamaların sonuçlarından da anlaşıldığı gibi yatay ve düşey çıkıntıların bileşik kullanımı ile oluşan dokulardır.

o Opak bileşen dokusu için tasarlanabilecek sınırsız sayıda alternatif olduğu için bu çalışmanın uygulama bölümünde temel şekiller ele alınmış ve bunların sonuçları genel olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada geliştirilmiş olan yöntemle tüm opak bileşen dokuları için, dokuların gün saatlerinde opak bileşen üzerinde direkt güneş ışınımını keserek oluşturdukları gölgeli alanlar hesaplanıp, gölgeli ve güneşli alanlardaki sol-air sıcaklıklar ve bu alanlara bağlı olarak opak bileşende oluşan ısı akımı miktarları bulunabilir. Araştırma sonucunda yapılan genel değerlendirme mimarın, yöne göre, tasarımın ilk aşamalarında prensip olarak kullanacağı doku tipine karar verip daha sonra yaratmak istediği etkiye göre bu doku tipni geliştirmesine yardımcı olmak amacı ile yapılmıştır.



## KAYNAKLAR

- ANON**, (1977), ASHRAE Handbook of Fundamentals, New York; ASHRAE Inc.
- ANON**, (1975), TS 825 Binalarda Isı Etkilerinden Korunma Kuralları, Türk Standartları-825.
- AK, F.**, (1993), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Birimi Dizaynında Uygulanabilecek Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- BERKÖZ, E.**, (1977), Eğimli Yüzeyleri Etkileyen Güneş Radyasyonu Şiddetinin Hesaplanmasında Kullanılabilecek Grafik Bir Yöntem, İstanbul, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayını.
- BERKÖZ, E ve dig.**, (1995), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK, İNTAG 201.
- BERKÖZ, E.**, (1993), Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- DUFFIE, S.A., BECKMAN, W.A.**, (1974) Solar Energy Thermal Processes, New York; John Wiley and Sons.
- GIVONI, B.**, (1969), Man, Climate and Architecture, London; Elsevier Publishing Company Ltd.
- HARKNESS, E.L.**, (1978), Solar Radiation Control in Buildings, London; Applied Science Publishers Ltd.
- KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A.**, (1979) Solar Maps Related with the Meteorological Data for Turkey, Tebliğ, İzmir International Symposium-II on Solar Energy Fundamentals and Applications, İzmir.
- KLEIN, S.A.**, (1977), Calculation of Monthly Average Insolation on Tilted Surfaces, Solar Energy, c.19.
- KREIDER, J.F., KREITH, F.**, (1975), Solar Heating and Cooling -Engineering Practical Design and Economics, New York; Mc Graw-Hill Book Company.
- LIU, B.Y.H., JORDAN, R.C.**, (1960), The Interrelationship and Characteristic Distribution of Direct, Diffuse and Total Solar Radiation, Solar Energy, c.4., No.3.
- OLGYAY, V., OLGAY, A.**, (1957), Solar Control and Shading Devices, New Jersey, Princeton University Yayını.

**PAGE, J.K.,** (1964), The Estimation of Monthly Mean Values of Daily Total Short Wave Radiation on Vertical and Inclined Surfaces from Sunshine Records for Latitudes 40°N-40°S, Proceedings of the U.N. Conference on New Sources of Energy-1961, Paper No.35/s/98, c.4.

**PETHERBRIDGE, P.,** (1965), Sunpath Diagrams and Overlays for Solar Heat Gain Calculations, BRS Current Papers, Research Series 39, Garston, Herts.

**YILMAZ, Z.,** (1983) İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.



## ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında İstanbul'da doğan Pınar (İlki) İspir, 1988 yılında İstanbul, Erenköy Kız Lisesi'ni bitirdi. Aynı yıl O.D.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde öğrenim görmeye hak kazandı. 1989 yılında İngilizce Hazırlık sınıfını "Honour Student" olarak bitirerek aynı yıl Mimarlık eğitime başladı. 1993 yılında O.D.T.Ü. Mimarlık fakültesinden mezun olarak İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 1994 yılında Yılmazlar İnşaat A.Ş.'de Hyatt Regency Hotel peyzaj projesinde saha mimarı olarak çalıştı. Aynı yıl Maya İnşaat A.Ş.'de Baş Mimar Asistanı olarak çalışmaya başlamış ve halen aynı firmada Teknik Grup Başkanı Yetkili Asistanı olarak görevine devam etmektedir. American Institute of Architects (Amerikan Mimarlar Enstitüsü)'in Avrupa Bölümü üyesidir.



1993 YILINDA  
MİMARLIK BÖLÜMÜ  
BAŞKANLIĞI  
YERİNE  
KÖRGEZ KÖRGEZ