

126654

**SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNU HEDEFLEYEN
CEPHE DOKUSUNUN BELİRLENMESİNDE
KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM**

**DOKTORA TEZİ
Y. Mimar Şule Filiz AKŞİT
(502930201012)**

**T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN YERİNE KALIR**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Eylül 2001
Tezin Savunulduğu Tarih : 22 Ocak 2002**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Gül KOÇLAR ORAL

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Mehmet Ş. KÜÇÜKDOĞU (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Zerrin YILMAZ (İ.T.Ü.)

Prof.Dr. Müjgan ŞEREFHANOĞLU SÖZEN (Y.T.Ü.)

Prof.Dr. Murat ERİÇ (M.S.Ü.)

OCAK 2002

126654

ÖNSÖZ

Bina dışı çevredeki iklim elemanlarının etkilerine bağlı olarak yılın belirli dönemlerinde, binanın içersinde istenen iklimsel koşulların sağlanabilmesi için yapma soğutma enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji korunumu açısından, binaların minimum soğutma enerjisi harcayan pasif sistemler olarak tasarlanması tercih edilmelidir. Cephe dokusu, soğutma enerjisi korunumunda etkin bir pasif sistem ögesi olmaktadır.

Bu nedenle, bu çalışmada 'Soğutma Enerjisi Korunumunu Hedefleyen Cephe Dokusunun Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım' geliştirilmiştir.

Bu çalışmada bana her açıdan yardımcı olan Tez Danışmanım Doç.Dr. Gül Koçlar Oral'a, tezin başlangıç aşamasında değerli fikirlerinden yararlandığım Prof.Dr. Eşher Berköz'e, çalışmalarım süresince yardımını esirgemeyen Y.Doç.Dr. Alpin Yener, Y.Mimar Buket Önem, İnş.Müh.Dr. H. Almila Büyüktaşkın, Y.Mimar Mahmut Köse, Y.Mimar Onur Volkan Direk ve kardeşim Erhan Ak'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince yardımlarını ve desteğini esirgemeyen, eşim Doç.Dr. Serhan Akşit'e ve ona ayırmam gereken zamanları da bu çalışmaya verdiğim için sabrından dolayı oğlum Serdar'a teşekkür ederim.

Eylül, 2001

Şule Filiz Akşit

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xv
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMU VE CEPHE DOKUSU	2
2.1.Soğutma Enerjisi Korunumu	2
2.1.1.Soğutma Enerjisi Korunumu Zorunlu Kılan Değişkenler	2
2.1.2. Soğutma Enerjisi Korunumu Sürecinde Etkili Olan Değişkenler	7
2.2.Cephe Dokusu	13
2.3.Soğutma Enerjisi Korunumu ve Cephe Dokusu İlişkisi	13
BÖLÜM 3. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMU VE CEPHE DOKUSU İLİŞKİSİNİ ELE ALAN YÖNTEMLER	16
3.1. Soğutma Enerjisi Korunumu ve Cephe Dokusu İlişkisini Ele Alan Yöntemlerin Tanıtılması	16
3.2.Yöntemlerin Tartışılması	27
BÖLÜM 4. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNU HEDEFLEYEN CEPHE DOKUSUNUN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YENİ BİR YAKLAŞIM	29
4.1.Yaklaşımın Amacı	29
4.2.Yaklaşımın Adımları	29
4.2.1.Cephe Dokusu ve Cephe Dokusunu Oluşturan Opak Bileşene Ait Alternatiflerin Belirlenmesi	29
4.2.2.Cephe Dokusu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	32
4.2.2.1.Hesaplamaların Yapılacağı Tasarımın Dayandırıldığı Günün Belirlenmesi	32
4.2.2.2.Tasarımın Dayandırıldığı Dış Koşulların Belirlenmesi	32
4.2.2.3.Tasarımın Dayandırıldığı İç Koşulların Belirlenmesi	33
4.2.2.4.Ele Alınan Cephe Dokusu Alternatiflerine Göre Tasarımın Dayandırıldığı Gündeki Tüm Saatler İçin Cepheye Oluşan	

Gölgeli ve Güneşli Yüzeylerin Belirlenmesi ve Alanlarının Hesaplanması	34
4.2.2.5.Tüm Saatlere Göre Cephede Oluşan Gölgeli ve Güneşli Yüzeyler İçin Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması	37
4.2.2.6.Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi	38
4.2.2.7.Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerinin Birim Alanlarından Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	39
4.2.3.Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerine Bağlı Olarak Hesaplanan Isı Kazancı Miktarlarının Karşılaştırılması	40
BÖLÜM 5. YAKLAŞIMIN İSTANBUL YÖRESİNE UYGULANMASI	41
5.1. Uygulama Çalışmasının Amacı	41
5.2. Uygulama Çalışmasının Adımları	41
5.2.1.Cephe Dokusu ve Cephe Dokusunu Oluşturan Opak Bileşene Ait Alternatiflerin Belirlenmesi	42
5.2.2.Cephe Dokusu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	42
5.2.2.1.Hesaplamaların Yapılacağı Tasarımın Dayandırıldığı Günün Belirlenmesi	42
5.2.2.2.Tasarımın Dayandırıldığı Dış Koşulların Belirlenmesi	44
5.2.2.3.Tasarımın Dayandırıldığı İç Koşulların Belirlenmesi	44
5.2.2.4.Ele Alınan Cephe Dokusu Alternatiflerine Göre Tasarımın Dayandırıldığı Gündeki Tüm Saatler İçin Cephede Oluşan Gölgeli ve Güneşli Yüzeylerin Belirlenmesi ve Alanlarının Hesaplanması	44
5.2.2.5.Tüm Saatlere Göre Cephede Oluşan Gölgeli ve Güneşli Yüzeyler İçin Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması	48
5.2.2.6. Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi	48
5.2.2.7.Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerinin Birim Alanlarından Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması	52
5.2.3. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerine Bağlı Olarak Hesaplanan Isı Kazancı Miktarlarının Karşılaştırılması	52
5.3. Uygulama Çalışmasının Sonuçları	53
BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	112
KAYNAKLAR	114
EKLER	119
EK A	119
EK B	126
EK C	130
ÖZGEÇMİŞ	175

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 5.1. : İstanbul yöresi için 21 Temmuz'daki güneşin yükseliş açısı , azimut açısı ve genişlik açıları.....	45
Tablo 5.2. : İstanbul yöresi için 21 Temmuz'daki profil açıları.....	45
Tablo 5.3. : Ele alınan cephe dokularında yönlere ve saatlere bağlı olarak hesaplanan gölgeli ve güneşli alanlar (m ²).....	46
Tablo B.1. : Cephe opak bileşeni katmanlaşma detayları.....	126



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. : İklimsel konfor grafiği.....	5
Şekil 2.2. : Farklı cephe dokusu alternatifleri.....	15
Şekil 3.1. : Pencerelede kullanılan gölgeleme elemanları.....	18
Şekil 3.2. : Bina biçimi ile güneş ışınımı ilişkisi.....	19
Şekil 3.3. : Modelde kullanılan dış sisteme ilişkin girdiler.....	20
Şekil 3.4. : Modelde kullanılan iç sisteme ilişkin girdiler.....	20
Şekil 3.5. : Düşey pencere düzlemi ve yatay gölgeleme elemanı için gölge geometrisi.....	21
Şekil 3.6. : Pencerenin güneşli ve gölgeli alanlarının belirlenmesi.....	22
Şekil 3.7. : Penceredeki gölgeleme etkisi.....	23
Şekil 3.8. : Binalar arası uzaklıkların güneş açıları yardımıyla belirlenmesi...	23
Şekil 3.9. : Düşey çubuğun yatay düzlemdeki gölge boyu ve yönlere bağlı bileşenleri.....	24
Şekil 3.10. : Gölgeleme aracının etkinliği.....	25
Şekil 3.11. : Cephenin tek ve iki kabuktan oluşması durumu.....	27
Şekil 4.1. : Soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek yaklaşımın adımları.....	30
Şekil 4.2. : Güneşin yükseliş açısı, cephe-güneş azimut açısı ve profil açısı	35
Şekil 4.3. : Profil ve genişlik açıları.....	36
Şekil 5.1. : Düz ve tasarlanan cephe dokusu alternatifleri.....	43
Şekil 5.2. : İstanbul için yönlere bağlı olarak sol-air sıcaklık değişimi.....	49
Şekil 5.3. : Yönlere bağlı olarak yapma soğutmanın istendiği dönem süresi	
Şekil 5.4. : İstanbul için yönlere bağlı olarak soğutmanın istendiği dönem....	48
Şekil 5.5. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.45 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	55
Şekil 5.6. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.55 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	56
Şekil 5.7. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.65 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	57
Şekil 5.8. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.75 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	58
Şekil 5.9. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.85 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	59
Şekil 5.10. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.95 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	60
Şekil 5.11. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.05 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	61
Şekil 5.12. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.15 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	62
Şekil 5.13. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.25 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	63

Şekil 5.14. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.35 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	64
Şekil 5.15. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.45 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	65
Şekil 5.16. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.55 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	66
Şekil 5.17. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.65 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	67
Şekil 5.18. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.75 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	68
Şekil 5.19. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.85 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	69
Şekil 5.20. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.95 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	70
Şekil 5.21. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.05 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	71
Şekil 5.22. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.15 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	72
Şekil 5.23. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.25 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	73
Şekil 5.24. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.35 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_o=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.....	74
Şekil 5.25. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=0$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	75
Şekil 5.26. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=1$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	76
Şekil 5.27. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=2$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	77
Şekil 5.28. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=3$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	78
Şekil 5.29. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=4$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	79
Şekil 5.30. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=5$, $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	80
Şekil 5.31. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=0$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	81

Şekil 5.32. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=1$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	82
Şekil 5.33. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=2$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	83
Şekil 5.34. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=3$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	84
Şekil 5.35. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=4$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	85
Şekil 5.36. : Soğutmanın istendiği dönemde $CD=5$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	86
Şekil 5.37. : Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve cephe dokusuna göre değişimi.....	87
Şekil 5.38. : Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve cephe dokusuna göre değişimi.....	89
Şekil 5.39. : Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	91
Şekil 5.40. : Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.....	93
Şekil 5.41. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.45$ ve $U_o=0.55$ $W/m^{2o}C$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.....	95
Şekil 5.42. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.65$ ve $U_o=0.75$ $W/m^{2o}C$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.....	96
Şekil 5.43. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.85$ ve $U_o=0.95$ $W/m^{2o}C$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.....	97
Şekil 5.44. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.05$ ve $U_o=1.15$ $W/m^{2o}C$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.....	98
Şekil 5.45. : Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.25$ ve $U_o=1.35$ $W/m^{2o}C$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.....	99
Şekil 5.46.-5.49. : Cephe dokularının düz cepheyle, sağladığı ısı kazancı miktarları açısından karşılaştırılması.....	101
Şekil 5.50. : Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan $CD=1$ alternatifi ile düz cephenin ($CD=0$) yıllık ısı kaybı ve kazancı açısından karşılaştırılması.....	111
Şekil 5.51. : Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan $CD=1$ alternatifi ile düz cephenin ($CD=0$) yıllık enerji harcamaları açısından karşılaştırılması.....	111
Şekil C.1.- C.43. : Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.....	131
Şekil C.44. : $CD=1$ 'in 21 Ocak'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.....	174

SEMBOL LİSTESİ

γ	: Cephe-güneş azimut açısı, °
β	: Güneşin yükseliş açısı, °
ε	: İklimsel konfor açısından cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, °C.
Ω	: Profil açısı, °
$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$	: Malzemelerin ısı iletkenlik katsayısı, W/m°C
α_i, α_d	: İç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, W/m ² °C
1, 2 ... n	: Katman numaraları
$A_1, A_2 \dots A_n$	: Cephedeki farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalara sahip olan her bir opak bileşenin alanı, m ²
A_{1go}	: Cephe dokusundaki girintili bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m ²
A_{1gu}	: Cephe dokusundaki girintili bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m ²
A_{2go}	: Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m ²
A_{2gu}	: Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m ²
a_o	: Opak bileşenin güneş ışınımına karşı yutuculuğu, boyutsuz.
$d_1, d_2 \dots d_n$	: Her bir katmanın kalınlığı, m
I_T	: Opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışınımı şiddeti, W/m ²
Q	: Cephe dokusunun birim alanından kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarı, W/m ²
t_d	: Dış hava sıcaklığı, °C
t_{eo}	: Cephe opak bileşeninin yüzeyini herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık, °C
t_{eogo}	: Cephe dokusundaki gölgeli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, °C
t_{eogu}	: Cephe dokusundaki güneşli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, °C
t_{soo}	: Günlük ortalama sol-air sıcaklık, °C
t_i	: İç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı) konfor değeri, °C
t_{iyo}	: Cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C
t_{mrt}	: Ortalama ışımsal sıcaklığın iklimsel konfor açısından sınır değeri
$U_1, U_2 \dots U_n$	: Cephe opak bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, W/m ² °C
U_o	: Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, W/m ² °C

SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNU HEDEFLEYEN CEPHE DOKUSUNUN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK BİR YAKLAŞIM

ÖZET

Bu çalışmada, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek yeni bir yaklaşım tanıtılmaktadır.

Yaklaşımın amacı; soğutmanın istendiği dönemde, bina kabuğu opak bileşeni aracılığı ile soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesini olanaklı kılan cephe dokularının belirlenmesidir. Bu çalışma, İstanbul yöresi için uygulamasını da içeren altı bölümden oluşmaktadır.

Bölüm 1'de, yapılan çalışmayla ilgili genel bir bilgi verilerek, enerji harcamalarını minimum düzeyde tutmak için binaların; ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kayıplarının ve soğutmanın istendiği dönemde oluşan ısı kazançlarının azaltılmasını olanaklı kılan pasif sistemler olarak tasarlanması zorunluluğu ele alınmaktadır. Soğutma enerjisi maliyeti, ısıtma enerjisi maliyetinin yaklaşık olarak 4-5 katı olduğu için, bina cephesinden ısı kazançlarını azaltmak için;

- Cephe opak ve saydam bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı için uygun değerlerin belirlenmesi,
- ısı kazancının yüksek olduğu opak veya saydam yüzey alanlarını azaltmak ve
- Cephede gölgeli alanlar yaratarak güneş ışınımının ısıtıcı etkisini azaltıcı önlemler almak

gerekmektedir.

Bölüm 2'de, soğutma enerjisi korunumu, soğutma enerjisi korunumunu zorunlu kılan değişkenler ve soğutma enerjisi korunumu sürecinde etkili olan değişkenler aracılığı ile anlatılarak, cephe dokusundan bahsedilmekte ve soğutma enerjisi korunumu ve cephe dokusu ilişkisi açıklanmaktadır.

Bölüm 3'de, soğutma enerjisi korunumu ve cephe dokusu ilişkisini ele alan mevcut yöntemler ve bu yöntemlerin tartışılması yer almaktadır. Bu yöntemler incelendiğinde, cephede ısı kazançlarını azaltmak amacıyla yapılan çalışmaların, çoğunlukla gölgeli alanların hesaplanmasına yönelik olduğu görülmüştür.

Bölüm 4'de, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesi için geliştirilen yaklaşım tanıtılmaktadır. Yaklaşımın adımları ise aşağıdaki gibidir:

1. Cephe Dokusu ve Cephe Dokusunu Oluşturan Opak Bileşene Ait Alternatiflerin Belirlenmesi

Cephe dokusunu oluşturan cephe opak bileşenine ait alternatiflerin toplam ısı geçirme katsayılarının ve optik özelliklerinin belirlenmesi ve bu değerlere bağlı olarak opak bileşenlere ait katmanlaşma detayları için yapım sektöründe

kullanılabilecek çeşitli alternatifler geliştirilmesi yolu ile en uygun cephe opak bileşeni ve katmanlaşma detayı alternatiflerinin belirlenmesi gereklidir. Cephe opak bileşeninin bazı bölümlerinde, dokudan dolayı farklı kalınlıklar mevcuttur. Bu nedenle, farklı kalınlıklardaki kesitlerin toplam ısı geçirme katsayıları da birbirinden farklı olacaktır. Cephe opak bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı (U_o), alanlarla ağırlıklı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$U_o = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + \dots + U_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

U_o : Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$
 $U_1, U_2, \dots, U_n$: Cephe opak bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, $W/m^2\text{°C}$
 $A_1, A_2, \dots, A_n$: Cephedeki farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalara sahip olan her bir opak bileşenin alanı, m^2

Yukarıdaki bağıntıda yer alan cephe opak bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları ($U_1, U_2 \dots U_n$), aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$U_1, U_2 \dots U_n = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d} \quad (2)$$

α_i, α_d : İç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, $W/m^2\text{°C}$
 $d_1, d_2 \dots d_n$: Her bir katmanın kalınlığı, m
 $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$: Her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı, $W/m\text{°C}$
 $1, 2 \dots n$: Katman numaraları

Soğutma enerjisi korunumu sürecinde etkili olan cepheye ilişkin diğer değişkenlerin seçilmesi için, cephenin baktırılabileceği yönler ve cephe dokusuna ait cephe opak bileşenlerinin optik özellikleri belirlenmelidir.

2. Cephe Dokusu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Cephe dokusu alternatifleri için farklı katmanlaşma detaylarına bağlı olarak birim alandan kazanılan ısı miktarlarını hesaplamak için izlenen yol aşağıda açıklanmıştır.

- *Hesaplamaların Yapılacağı Tasarımın Dayandırıldığı Günün Belirlenmesi*
- *Tasarımın Dayandırıldığı Dış Koşullarının Belirlenmesi*

Tasarımın dayandırıldığı gün için; güneş ışınlamı, dış hava sıcaklığı gibi iklim elemanlarına ait değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmelidir.

- *Tasarımın Dayandırıldığı İç Koşullarının Belirlenmesi*

Tasarımın dayandırıldığı iç koşullar, iklimsel konfor açısından cephe opak bileşenine ait termofiziksel özelliklerin belirlenmesinde uygulanan tasarım değişkenleridir. İklimsel konfor açısından bir hacimdeki iç yüzey sıcaklıklarının, iç hava sıcaklığı kadar önemli olduğu bilinmektedir.

Soğutmanın istendiği dönemde cephe opak bileşeninden olan ısı geçişi, bina dışı çevreden bina içi çevreye doğru olacağından opak bileşen iç yüzey sıcaklığının günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri;

$$t_{iyo} = t_i + \varepsilon \quad (3)$$

- t_{iyo} : Cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C
 t_i : İç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı) konfor değeri, °C
 ε : İklimsel konfor açısından cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, °C.

bağıntısı ile hesaplanır.

- *Ele Alınan Cephe Dokusu Alternatiflerine Göre Tasarımın Dayandırıldığı Gündeki Tüm Saatler İçin Cephede Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeylerin Belirlenmesi ve Alanlarının Hesaplanması*

Cephede oluşan gölge alanları hesaplayabilmek için, profil açıları ve genişlik açıları kullanılır. Genişlik açıları, cepheye dik konumlandırılmış düşey elemanların duvara paralel kenarlarının gözleme noktası ile oluşturdukları düzlemlerin duvar düzlemi ile yaptıkları açılarıdır.

Profil açıları, güneşin yükseliş açısı ve cephe-güneş azimut açılarına bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir.

$$\Omega = \tan^{-1} (\tan \beta / \cos \gamma) \quad (4)$$

- Ω : profil açısı
 β : güneşin yükseliş açısı
 γ : cephe-güneş azimut açısı

- *Tüm Saatlere Göre Cephede Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeyler İçin Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması*

Sol-air sıcaklık, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade eden teorik bir sıcaklıktır ve dış hava sıcaklığından daha yüksektir. Cephe opak bileşeni için saatlik sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir.

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_T \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (5)$$

- t_d : Dış hava sıcaklığı, °C
 I_T : Opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıının şiddeti, W/m²
 a_o : Opak bileşenin güneş ışıınınına karşı yutuculuğu, boyutsuz.
 α_d : Dış yüzeysel ısı iletim katsayısı, W/m²°C

Günlük ortalama sol-air sıcaklık (t_{eoo}) ise, aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$t_{eoo} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{eo} \right) / 24 \quad (6)$$

- *Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi*

Bu çalışmada soğutmanın istendiği dönem süresi İklimsel Konfor Grafiği aracılığı ile belirlenmektedir. İklimsel Konfor Grafiği'nde görülen 'Durgun Hava Koşulları İçin Konfor Bölgesi'nin üst sınırını belirleyen 0.25 m/sn hava hareketi hızı eğrisi ve iç çevrede izin verilebilen maksimum hava hareketi hızını belirleyen 0.8 m/sn iç hava hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, doğal ventilasyonla konforun ihtiyaçlar açısından sağlanabileceği dönemdir. 0.80 m/sn'nin üzerinde iç hava hareketi ihtiyacı istenen dönem ise doğal ventilasyonun yetersiz kaldığı ve istenen iç iklimsel koşulların sağlanabilmesi için soğutma enerjisine ihtiyaç duyulan dönemdir.

Her ayın 21. günlerine ait 10 yıllık saatlik ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan sol-air sıcaklıklar ve bağıl nemlilik değerleri İklimsel Konfor Grafiğine işlenerek hacim içersinde istenen hava hareketi hızları (V_{ist}) belirlenebilmektedir.

- *Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerinin Birim Alanlarından Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması*

Cephe opak bileşeninden geçen ısı kazancı miktarı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$Q = U_o \cdot (t_{eo} - t_i) \quad (7)$$

Q : Cephe dokusunun birim alanından kazanılan günlük ortalama ısı miktarı, W/m^2

U_o : Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$

t_{eo} : Cephe dokusunu etkileyen sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

t_i : İç hava sıcaklığı, $^{\circ}\text{C}$

Cephede oluşan gölgeli ve güneşli alanlar dikkate alındığında, cephede oluşturulan farklı girinti ve çıkıntılardaki farklı toplam ısı geçirme katsayısı değerlerine bağlı olarak, ısı kazancı miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$Q = \frac{[(U_1 \cdot A_{1go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_1 \cdot A_{1gu} \cdot (t_{eogu} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2gu} \cdot (t_{eogu} - t_i))]}{A_{1go} + A_{1gu} + A_{2go} + A_{2gu}} \quad (8)$$

U_1 : Cephe dokusundaki girintili bölümün toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$

U_2 : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$

A_{1go} : Cephe dokusundaki girintili bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m^2

A_{1gu} : Cephe dokusundaki girintili bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m^2

A_{2go} : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m^2

A_{2gu} : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m^2

t_{eogo} : Cephe dokusundaki gölgeli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

t_{eogu} : Cephe dokusundaki güneşli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, $^{\circ}\text{C}$

Cephe dokusunun birim alanından kazanılan dönemlik ısı miktarları, yönlere göre birim alandan kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının soğutmanın istendiği dönemin saat sayısı ile çarpılması sonucunda bulunmaktadır.

3. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Yönlere ve Cephe Dokusu Alternatiflerine Bağlı Olarak Hesaplanan ısı Kazancı Miktarlarının Karşılaştırılması

'Soğutmanın istendiği dönemde minimum ısı enerjisi kazancını sağlayan alternatif en uygun alternatiftir' kriteri uyarınca karşılaştırma yapılmaktadır. Bu kriter uyarınca soğutmanın istendiği dönem süresinde en düşük ısı enerjisi kazancını sağlayan alternatif belirlenebilmektedir.

Hesaplanan ısı kazancı miktarlarının karşılaştırılması ve uygun katmanlaşma detayı ve cephe dokusu alternatifinin seçilmesi grafikler yardımıyla yapılabilir. Yönlere göre her bir katmanlaşma detayı ve cephe dokusu alternatifinin saatlik ısı kazancı miktarları aynı grafiğe işlenerek gün saatlerinde her saat için farklı alternatiflerin karşılaştırılması mümkün olabilir. Bu grafikler yardımı ile ele alınan farklı doku alternatiflerinde minimum ısı kazancını sağlayan alternatif, yapma soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesini sağlayacağından soğutma enerjisi tasarrufu açısından en uygun alternatif olarak seçilebilmektedir.

Bölüm 5'de, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek yaklaşım, İstanbul yöresi için uygulanmıştır. Yapılan uygulamada, konut binaları için kullanılabilecek cephe dokuları ve cephe opak bileşeni değerlerinin değişim alan ve aralıkları belirli varsayımlar çerçevesinde seçilmiş ve elde edilen sonuçlar grafikler aracılığı ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, sonuçların yıllık enerji harcamaları açısından irdelenmesi için, soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan cephe dokusu alternatifinin yıllık ısı kaybı ve kazancı miktarlarına bağlı olarak düz cepheyle karşılaştırması yapılmıştır.

Bölüm 6'da, cephelerde uygulanabilecek farklı cephe dokuları soğutma enerjisi korunumu açısından değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar açıklanmıştır.

AN APPROACH FOR THE DETERMINATION OF THE FACADE TEXTURE WHICH AIMS COOLING ENERGY CONSERVATION

SUMMARY

In this study, a new approach which can be used for the determination of the facade texture which aims cooling energy conservation, has been introduced.

The aim of the approach is to determine facade textures designed to minimize cooling energy consumption during the overheated period, by means of the opaque component of building envelope. This study consists of six main chapters including also an application for Istanbul region.

In chapter 1, while giving a general information concerning the study, the necessity to design passive systems for reducing heat gains during the underheated period and for reducing heat loss during the overheated period, is given. Since the cost of cooling energy is approximately 4 or 5 times the cost of heating energy, to minimize the heat gains;

- Definition of appropriate values for the heat transfer coefficient of opaque and transparent facade component,
- Reduction of opaque and transparent surface areas where the heat gain is high, and
- Prevention for the reduction of solar radiation by the way heating shaded areas at the facade

are necessary.

In chapter 2, first, the cooling energy conservation is explained by the help of necessary parameters of cooling energy conservation and parameters effecting the period of cooling energy conservation. Then, facade texture is introduced and the relationship between the cooling energy conservation and facade texture is explained.

In chapter 3, current methods related to the relationship between the cooling energy conservation and facade texture and the consumption between these methods are given. When these methods are discussed, it is seen that the applications to reduce the heat gains at the facade are generally aimed to calculate the shading areas.

In chapter 4, a new approach aimed to cooling energy conservation for the determination of the facade texture is introduced. The steps for this approach are as following:

1. To determine alternatives belonging to facade texture and opaque component of facade texture

In this step, the coefficients of heat transfer alternatives belonging to the opaque component of the facade texture and optical properties are determined. The most appropriate facade opaque component and details have to be defined by the way of

developing various alternatives to be used in construction sector for the opaque component details related to these heat transfer coefficients.

In some parts of the facade opaque component, there are some different thicknesses that will be different from each other. The overall heat transfer coefficient of facade opaque component can be calculated by means of weighted average areas as following:

$$U_o = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + \dots + U_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

U_o : The overall heat transfer coefficient of facade opaque component, $W/m^2\text{°C}$
 $U_1, U_2 \dots U_n$: The overall heat transfer coefficient of each different section created by facade opaque component, $W/m^2\text{°C}$
 $A_1, A_2 \dots A_n$: The area of each opaque component which have different sections and details caused by facade texture, m^2

The overall heat transfer coefficients of facade opaque component at different sections ($U_1, U_2 \dots U_n$) which are not mentioned at the equation above, can be calculated by the following formula.

$$U_1, U_2 \dots U_n = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d} \quad (2)$$

α_i, α_d : Inner and outer surface heat transfer coefficients, $W/m^2\text{°C}$
 $d_1, d_2 \dots d_n$: Thickness of each layer, m
 $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$: Thermal conductivity of each layer, $W/m\text{°C}$
 $1, 2 \dots n$: Layer numbers

To select other variables related to the facade effecting the period of cooling energy conservation, the orientations and optical properties of facade opaque components have to be determined.

2. The calculation of heat gains per unit area for alternatives of facade texture

In order to calculate heat gains per unit area for alternatives of facade texture, the following method is given:

- *Determination of the design day for calculations*
- *Determination of the outdoor design conditions*

For the design day, climate elements like solar radiation, outdoor air temperatures have to be determined in accordance with real sky conditions.

- *Determination of the indoor design conditions*

The indoor design conditions are design variables applied to determine thermophysical properties belonging to facade opaque component for a climatic comfort. It is known that inner surface temperatures in a room are as important as indoor air temperature from the climatic comfort point of view.

In overheated periods, permissible limit value of inner surface temperature for an opaque component is as follows:

$$t_{iyo} = t_i + \varepsilon \quad (3)$$

- t_{iyo} : Permissible limit value of the inner surface temperature of the facade opaque component for the design day of overheated period, °C
 t_i : Comfort value of indoor air temperature, °C
 ε : Permissible limit value for difference between inner surface temperature and indoor air temperature, °C.

- *Determination of shaded and sunny areas and calculation of these areas for each hour in design day*

To calculate shaded areas, profile angle and the angle which are formed between wall plane and planes created by the parallel sides of vertical elements situated perpendicular to the facade with the observation point, are used.

Profile angles can be calculated according to sun altitude angle and wall-solar azimuth angles, as following:

$$\Omega = \tan^{-1} (\tan \beta / \cos \gamma) \quad (4)$$

- Ω : Profile angle
 β : Sun altitude angle
 γ : Wall-solar azimuth angle

- *Calculation of sol-air temperature for shaded and sunny surfaces at facade*

Sol-air temperature is a theoretical external temperature that determines a temperature equal to the combined effect of solar radiation and outdoor temperature on any building component so that it is higher than actual air temperature. The hourly values of sol-air temperatures are calculated by means of following formula for opaque components;

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_T \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (5)$$

- t_d : Outdoor air temperature, °C
 I_T : Intensity of total solar radiation on the opaque component surface, W/m²
 a_o : Absorbtivity of the opaque component surface
 α_d : External surface heat transfer coefficient, W/m²°C

Daily values of sol-air temperatures (t_{eoo}) are calculated by means of following formula for opaque components;

$$t_{eoo} = (\sum_{i=1}^{24} t_{eo}) / 24 \quad (6)$$

• *Determination of Overheated Period*

In this study, the cooling period is determined by the help of Bioclimatic Chart. At the Bioclimatic Chart, for "Comfort Region for Steady Air Conditions", it can be seen that the area is between 0.25m/s indoor air movement velocity line that determines upper limit of comfort area for air conditions and 0.8 m/s indoor air movement velocity line that determines maximum air speed for indoor environments. Comfort climatic conditions can be provided by natural ventilation in this area. The area where an indoor air movement velocity of more than 0.80 m/s is needed, is the area where the natural ventilation is not enough and where the cooling energy is required to provide indoor climatic conditions.

Sol-air temperatures and relative humidity values calculated on every 21st. of each month according to average ten years hourly outdoor air temperature, are plotted on Bioclimatic Chart.

• *Calculation of heat gain per unit area of facade texture alternatives for the overheated period*

The heat gain passed through the facade opaque component can be calculated according to the formula below:

$$Q = U_o \cdot (t_{eo} - t_i) \quad (7)$$

Q : Daily average hourly heat gain amount per unit area of facade texture, W/m^2

U_o : The overall heat transfer coefficient of facade opaque component, $W/m^2\text{°C}$

t_{eo} : Sol-air temperature of the facade texture $^{\circ}\text{C}$

t_i : Indoor air temperature, $^{\circ}\text{C}$

When the shaded and sunny areas are taken into the consideration, heat gain related to various factor values of the overall heat transfer coefficient formed at various recessions and projections can be calculated by the formula below:

$$Q = \frac{[(U_1 \cdot A_{1go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_1 \cdot A_{1gu} \cdot (t_{eogu} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2gu} \cdot (t_{eogu} - t_i))]}{A_{1go} + A_{1gu} + A_{2go} + A_{2gu}} \quad (8)$$

U_1 : The overall heat transfer coefficient of the projections of facade texture, $W/m^2\text{°C}$

U_2 : The overall heat transfer coefficient of the recessions facade texture, $W/m^2\text{°C}$

A_{1go} : Shaded area of the projections of facade texture, m^2

A_{1gu} : Sunny area of the projections of facade texture, m^2

A_{2go} : Shaded area of the recessions of facade texture, m^2

A_{2gu} : Sunny area of the recessions of facade texture, m^2

t_{eogo} : Sol-air temperature effecting the shaded part of facade texture, $^{\circ}\text{C}$

t_{eogu} : Sol-air temperature effecting the sunny part of facade texture, $^{\circ}\text{C}$

Heat gains for overheated period per unit area of facade texture are calculated by multiplying daily average hourly heat amounts gained per unit area according to orientations with the number of hours of overheated periods.

3.The comparison of the heat gains calculated according to facade texture alternatives and orientations for the overheated period

A comparison is done according to the main criterion which is given below:

'The facade texture that provides minimum heat gain for the overheated period is qualified as the most appropriate one'. According to this criterion, the alternative, which provides the lowest heat energy gain at overheated period, can be determined.

The comparison of the heat gains calculated and the selection of the appropriate detail and alternative for facade texture can be realized by means of graphics. Hourly heat gain of facade texture alternative and detail according to orientation can be plotted on the same graphic, and by this way, different alternatives for each hour of the day can be compared with each other. Since the alternative that provides minimum heat gain among the different texture alternatives considered will provide to minimize artificial cooling energy consumptions, it can be selected as the most appropriate alternative as far as cooling energy conservation is concerned.

In chapter 5, the approach that will determine the facade texture aiming to cooling energy conservation, is applied on Istanbul region. In the application considered, facade textures used for residential buildings and areas of variation and intervals for facade opaque component values are selected according to assumptions defined and the application results obtained are compared through the graphics. Furthermore, in order to evaluate these conclusions from the annual energy costs view point, the comparison of the alternative for facade texture which provides the lowest heat energy gain according to the cooling energy conservation as the result of the comparison and the facade which no projections and recessions, according to the heat gain and heat loss values was carried out for the overheated and the underheated period.

In chapter 6, various facade textures applicable at the facades from the cooling energy conservation point of view and the results obtained are explained.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dış çevredeki iklimsel koşullara bağlı olarak, bina içi çevrede oluşan iklimsel koşulların iklimsel konfor koşullarından farklı olması nedeni ile, yılın belirli dönemlerinde yapma ısıtma ve soğutma enerjisinin kullanılması, enerji harcamalarında önemli bir yer tutmaktadır.

Enerji harcamalarını minimum düzeyde tutmak için binaların; ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kayıplarının ve soğutmanın istendiği dönemde oluşan ısı kazançlarının azaltılmasını olanaklı kılan pasif sistemler olarak tasarlanması zorunlu olmaktadır.

Genel olarak ısıtma ve soğutma yükleri maliyet açısından birbiriyle karşılaştırıldığında soğutma enerjisi maliyeti, ısıtma enerjisi maliyetinin yaklaşık olarak 4-5 katı olmaktadır (Çilingiroğlu, 1994). Soğutma enerjisi maliyetlerinin yüksek olması, soğutma yüklerinin azaltılmasını, diğer bir deyişle ısı kazançlarının azaltılmasını gerekli kılmaktadır. Soğutmanın istendiği dönemde ısı kazançlarının önemli bir bölümü bina dışı çevre ile bina içi çevreyi birbirinden ayıran dış cephe aracılığı ile olmaktadır. Bina cephesinden ısı kazançlarını azaltmak;

- Cephe opak ve saydam bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı için uygun değerlerin belirlenmesi,
- Isı kazancının yüksek olduğu opak veya saydam yüzey alanlarını azaltmak ve
- Cephede gölgeli alanlar yaratarak güneş ışınımının ısıtıcı etkisini azaltıcı önlemler almak

ile mümkündür.

Bu çalışmada özellikle cephede gölgeli alanlar yaratarak, ısı kazancını azaltmayı hedefleyen cephe dokuları tasarlanmış ve farklı cephe dokularının ısı kazançları açısından birbirleriyle karşılaştırılması yapılmıştır.

BÖLÜM 2. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMU VE CEPHE DOKUSU

2.1. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMU

İnsanların, yaşadığı mekanlarda istenen standart ve koşullarda yaşamlarını devam ettirebilmeleri için yılın belirli bir döneminde soğutma enerjisi kullanmak zorunludur. Bu nedenle öncelikle, soğutma enerjisini zorunlu kılan ve soğutma enerjisi korunumu sürecinde etkili olan değişkenler aşağıda açıklanmıştır.

2.1.1. Soğutma Enerjisi Korunumunu Zorunlu Kılan Değişkenler

Son yıllarda özellikle ısıtmanın istenmediği dönemde, iç çevrede istenen iklimsel koşulların (iklimsel konfor koşulları) dış çevredekinden çok farklılık göstermesi sebebiyle soğutma enerjisi kullanımına duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bilindiği gibi, kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulmasının kullanıcı performansı ve iş verimi açısından önemi büyüktür. Bina içinde konfor koşullarının gerçekleştiği durumlarda insanın fizyolojik, fiziksel ve entellektüel performansı maksimum düzeye erişir. Bu nedenle, soğutmanın istendiği dönemde, soğutma enerjisinin kullanımında görülen artışa karşı

- Soğutma sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması ve
- Elektrik enerjisi kullanımının ve üretim maliyetinin yüksek boyutlara ulaşması

yapma soğutma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk karşısında, ilk yatırım ve kullanım maliyetini minimuma indiren, pasif yollara başvurulmalıdır.

Bu nedenlerle, soğutmanın istendiği dönemlerde,

- Güneş ışınlamı gibi ısısal
- Rüzgar gibi serinletici niteliği olan

dış iklimsel elemanların etkilerinin binalar aracılığıyla optimizasyonu gerekli olmaktadır. Dolayısıyla iklimsel elemanlar pasif sistemi aktive eden kaynaklar olarak düşünülmelidirler (Zeren ve diğ., 1987).

Konfor durumu, fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullar takımı olarak tanımlanabilir.

Konfor koşulları, kullanılmakta olan bir binanın sağlaması gereken optimal iç iklim durumunu tanımlarlar. İç iklim durumunun bileşenleri ise;

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

'dir. İklimsel konfor koşulları olarak, bu bileşenlerin yalnız belirli sınırlar arasında kalan değerleri geçerlidir (Zeren ve diğ., 1980).

İklimsel konfor koşulları, bu değişkenlerin aldığı değerler kombinezonlarına bağlı olarak, optimal iklim durumunu (Konfor Durumunu) tanımlarlar.

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

İnsan tüm eylemlerini, iklimsel koşulların etkisi altında gerçekleştirmek zorundadır. Diğer bir deyişle bu koşullar insan sisteminin girdileridir. Bu koşulların ulaştığı değerlere bağlı olarak, insan iklimsel çevreye karşı fizyolojik ve duygusal tepkiler göstermekte ve insan performansı belirli düzeylere erişmektedir. Dolayısıyla, fizyolojik ve duygusal tepkiler ve insan performansı, belirli iklimsel etkiler altında işlevini yerine getiren insan sisteminin çıktıları olarak da nitelenebilirler. Fizyolojik tepkiler ve insan performansı objektif, duygusal tepkiler ise subjektif olarak ölçülebilen faktörlerdir. Çeşitli hava sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, nem ve hava hareketi hızı değerleri kombinezonları olarak çok sayıda iklim durumu için, insana ilişkin bu faktörlerin ölçülmesi sonucunda,

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

iklimsel kombinezonlar, insan sistemi için optimal iklimsel girdiler olmaları nedeniyle, optimal iç iklimsel koşullar veya iklimsel konfor koşulları olarak belirlenirler (Zeren ve diğ., 1987).

Isıtmanın ve soğutmanın istendiği dönemde optimal iç iklimsel koşullar, hangi grup iç iklimsel koşullar kombinezonlarını gerçekleştirir durumlarında, binanın optimal bir pasif ısıtma ve soğutma sistemi olma niteliğini kazanacağını belirlerler. Dolayısıyla, binaların ısıtma ve soğutma enerjisi kazançlarını minimize eden optimal pasif sistemler olarak tasarlanması sürecinin çıktısının özelliğinin ne olması gerektiğini ve bu sürecin amacını belirlerler. Yukarıda belirtilen işlevlerinden ötürü, iklimsel konfor koşulları, pasif ısıtma ve soğutma sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesinde ve bu sistemlerin tasarlanması sürecinde uygun sistem çözümlerinin seçiminde kullanılan kriterlere temel teşkil ederler.

Ancak, iklimsel konfor koşulları, insan veya kullanıcıyı tanımlayan eylem türü ve giyeceklerin termal direnci gibi niteliklere bağlı olarak değişkenlik gösterirler. Bu nedenle, bina içinde sağlanması öngörülen iklimsel konfor koşullarının saptanabilmesi açısından, kullanıcının tanımlanması gerekli olmaktadır. Bina, tanımlı yapılan belirli bir kullanıcı grubu için optimal pasif sistemler olarak işlev görecektir. Mimarlık, şehircilik ve mühendislik çalışmalarında, iklimsel konfor koşullarının niceliksel anlatımı çoğunlukla grafik sistemlerle yapılmaktadır. Bu grafik sistemlerin kurulmasında,

- hava sıcaklığı,
- hava nemliliği,
- yüzey sıcaklığı (veya ortalama ışımsal sıcaklık) ve
- hava hareketi hızı

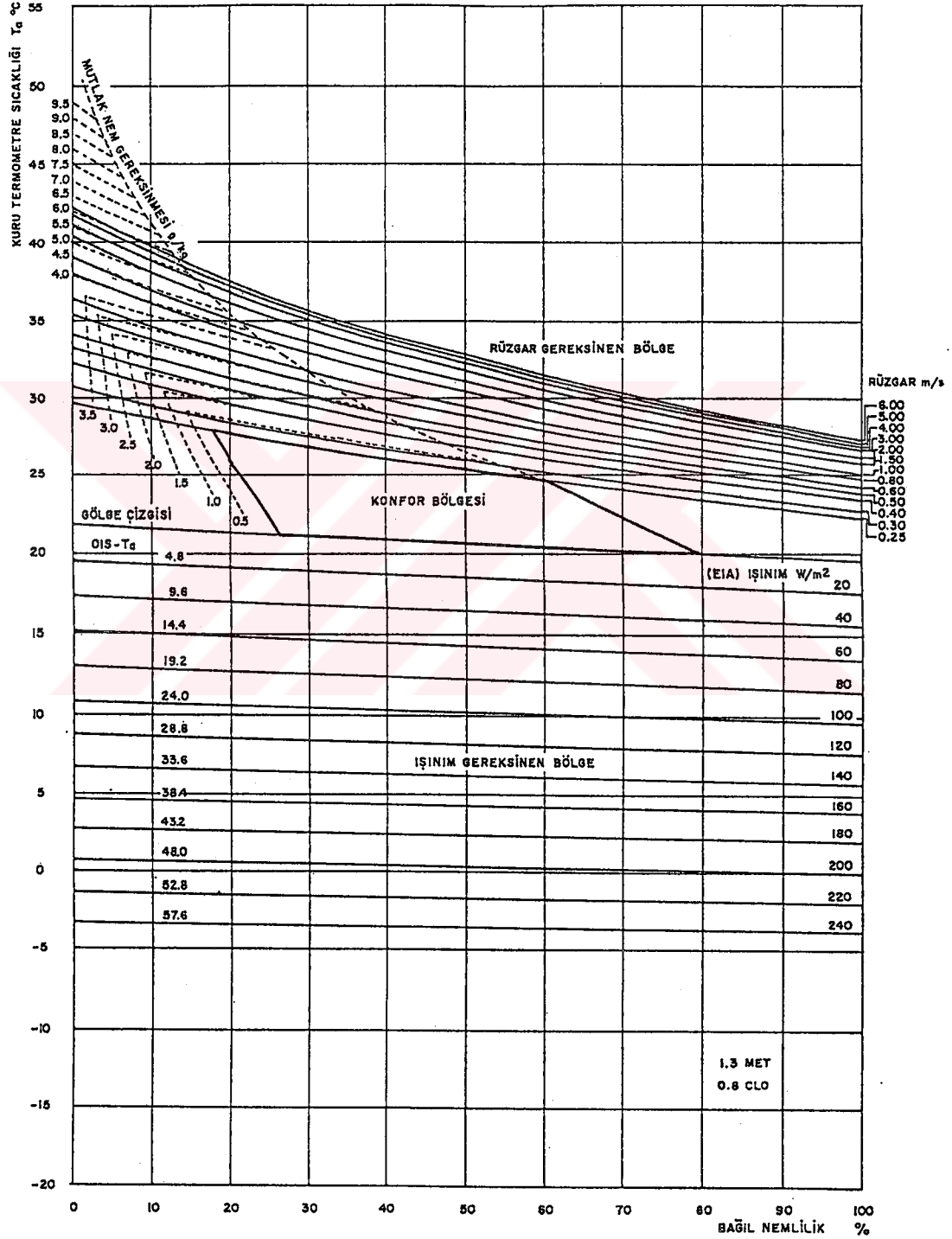
gibi iç çevresel değişkenler ve kullanıcının

- mekanda bulunduğu yer,
- aktivite düzeyi ve
- giysi türü

gibi kişisel değişkenler kullanılmaktadır.

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

Şekil 2.1'de yer alan iklimsel konfor grafiği, bu grafik sistemlere bir örnek olarak verilmektedir. Bu grafikte insanın giysisi 0.8 Clo birimlik ve eylem türü de 1,3 MET'lik bir standartda kabul edilmiştir.



Şekil 2.1. İklimsel Konfor Grafiği (Zeren ve diğ., 1980).

Koordinatlar olarak bağıl nemlilik ve kuru termometre sıcaklıklarının kullanılmasıyla hazırlanan grafikte en önemli öge ' gölge çizgisi ' dir. Gölge çizgisi, grafiği iki ana bölgeye ayırır. Gölge çizgisinin altındaki bölgede yer alan iklimsel koşullar kombinezonlarında insanın ısıya ve de dolayısıyla ısıtmaya gereksinmesi vardır. Gölge çizgisinin üzerinde yeralan iklimsel koşullar kombinezonlarının gerçekleştiği durumlarda ise ana gereksinme "gölge"dir. Bu gereksinmenin karşılandığı belirli iklimsel koşullar kombinezonlarında konfor sağlanabilir. Bu bölge "Konfor Bölgesi" olarak tanımlanır. Diğer bir grup iklimsel koşullar kombinezonlarının geçerli olduğu durumlarda ise konfora ulaşabilmek için rüzgara, nemlendirmeye veya her ikisine birden gereksinme duyulmaktadır. Böylece belirlenen gereksinmelere göre, gölge çizgisi altındaki bölge "Isıtmanın istendiği dönem" ve bu çizgi üstündeki bölge de "Isıtmanın istenmediği dönem" koşullarını ortaya koymaktadır (Zeren ve diğ., 1987).

Isıtmanın istendiği dönem, yıl içinde insanın ısınmaya gereksinme duyduğu dönemdir (Yılmaz, 1983). Dış iklimsel koşulların bölgelere ve zamana göre değişkenlik gösteren ekstrem değerleri nedeniyle ısıtmanın istendiği dönemin belirli bir bölümünde insanın ısı gereksinmesi ancak yapma ısıtmayla sağlanabilir.

Isıtmanın istenmediği dönem, insanın gölgeye ve bunun yanında bazen rüzgara, bazen neme, bazen de her ikisine birden gereksinme duyduğu dönemdir (Yılmaz, 1983). Isıtmanın istenmediği dönemin belirli bir bölümünde, iklimsel konfor durumunu yapma iklimlendirme ile sağlamak zorunluluğu sözkonusudur. İklimsel konfor grafiğindeki durgun hava koşulları için konfor bölgesinin üst sınırını belirleyen 0.25 m/sn iç hava hareketi hızı eğrisi ile 0.80 m/sn iç hava hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, iklimsel konforun doğal vantilasyonla karşılanabileceği dönemdir. İç çevrede pasif iklimlendirme ile sağlanması öngörülen iç hava hareketi hızının üst sınırı (hız olarak) 0.80 m/sn dir. Ancak bu sınırın altında kalan hızdaki iç hızların gerçekleşmesini sağlayacak hızda dış rüzgarın var olduğu koşullarda olanaklıdır. Dış rüzgar hızının gereksinme duyulan iç hava hareketi hızını sağlamak açısından yetersiz olduğu durumlarda da yapma iklimlendirmeye yönelmek, diğer bir deyişle soğutma enerjisi kullanımı gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle iç hava hareketi hızı 0.80 m/sn'nin üzerinde olan dönem, soğutmanın istendiği dönem olarak belirlenebilmektedir (Berköz ve diğ., 1995).

Dolayısıyla, binalarda ısıtmanın istenmediği dönemlerde soğutma enerjisi kullanımını zorunlu kılan nedenlerin bir bölümünü, iklimsel konfor durumunun gerçekleştirilebilmesi amacıyla, binaların pasif sistemlerinin yetersiz kaldığı yılın belirli dönemlerinde yapma olarak soğutulmaları oluşturmaktadır.

Ancak binalarda, yapma soğutma enerjisine gereksinme duyulan dönemlerin kısaltılabilmesi bu dönemlerde belirlenecek soğutma yüklerinin (ve de dolayısıyla yapma enerji kullanımının) azaltılması binaların pasif soğutma sistemleri olarak doğru tasarlanması ile olanaklıdır.

2.1.2. Soğutma Enerjisi Korunumu Sürecinde Etkili Olan Değişkenler

Soğutma enerjisi korunumu sürecinde etkili olan değişkenler,

- iklimsel değişkenler,
- binaya ilişkin tasarım değişkenleri

olarak ele alınabilir.

İklimsel değişkenler:

- Güneş ışıınımı,
- Dış hava sıcaklığı,
- Dış hava nemliliği ve
- Rüzgar

gibi bina dışı çevrenin iklimini oluşturan iklim elemanlarıdır.

Dış çevrede mevcut olan dış iklimsel koşulların (güneş ışıınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar) kontrol altına alınmasıyla, istenen iç iklimsel koşulların (iklimsel konfor koşulları) sağlanabilmesi için öncelikle dış iklimsel değişkenlere ilişkin verilerin elde edilmesi gerekmektedir.

Bu nedenle tasarımın dayandırıldığı gün için güneş ışıınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarına ait değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmelidir. 'Gerçek atmosfer koşulları', atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarını gözönüne alarak tanımlayan atmosfer koşullarıdır. Dış iklim elemanlarına ait bu değerler, 'T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü' (1980-1990) arşivlerindeki ölçüm sonuçları derlenerek belirlenebilmektedir.

Yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük global güneş ışıını değeri, yöreye ve zamana göre değişim göstermektedir. Yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük global güneş ışıınına bağlı olarak, gerçek atmosfer koşullarında düşey yüzeyi etkileyen aylık ortalama saatlik direkt güneş ışıını şiddeti değeri hesaplanmaktadır. Saatlik direkt güneş ışıını şiddetleri; yöreye, zamana ve yönle göre değişim göstermektedirler.

Bina dışı çevredeki iklim elemanlarının etkilerine bağlı olarak bina içi çevrede iklimsel konforun ek yapma enerji sistemlerine en az gereksinme duyularak gerçekleştirilebilmesi için, binaya ilişkin tasarım değişkenlerinin uygun değere sahip olmaları gerekmektedir (Yılmaz, 1983).

Binaya ilişkin tasarım değişkenleri;

- Binanın yeri,
- Bina aralıkları,
- Bina biçimi,
- Binanın yönlendiriliş durumu ve
- Bina kabuğu

olmak üzere ele alınmaktadır (Berköz ve diğ., 1995).

Binanın Yeri : Binanın yeri, yerey parçasının baktığı yöne, eğimine, konumuna ve örtüsüne bağlıdır. Bu değişkenlere ait uygun değeri yörelerde geçerli olan iklimsel koşullar ve insanın iklimsel ihtiyaçlarına bağlı olarak belirlenmektedir. Binalar için yer seçiminin doğru yapılması, soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesinde etkilidir.

Bina Aralıkları : Binalar, aralarındaki uzaklıklara (aralıklara), yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışıını ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilirler. Bu nedenle soğutma enerjisi kullanımını minimuma indirmek amacıyla, güneş ışıının ısıtıcı etkisinden kaçınma, binalar arasındaki açık mekanların ölçülerinin bir fonksiyonudur. Güneş ışıını bir engele çarptığında (örneğin çevredeki bir bina) engelin etrafında, gün boyunca güneşin açısı durumuna bağlı olarak, bu engelin yaratacağı gölgelenmiş alanda boyutsal değişimler olacaktır.

Güneşin gün boyunca cephelere göre açısai konumu yönleri bağıli olarak değişim gösterdiğinden, uygun bina aralıklarının da bina dizilerinin yönlendirilişlerine göre değişim göstereceği açıktır (Ak, 1993) .

Bina Biçimi : Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun biçimine bağıli olarak

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

değişim gösterir. Bina biçimi,

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

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilir (Berköz, 1983).

Taban alanı aynı olsa bile yukarıdaki farklı geometrik değişkenlerin tanımladığı farklı biçimlere sahip binaların ısı kazançları birbirinden farklılık gösterecektir. Soğutma enerjisi korunumu açısından soğutmanın istenmediği dönemde minimum ısı kazancını sağlayan bina biçimi uygun bina biçimi olarak tanımlanabilir.

Yönlendiriliř Durumu : Güneş ışıını ve rüzgar gibi dış iklim elemanları yöne göre değişim gösterirler. Güneş ışıınıının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi yöne (veya cephenin yönlendiriliş durumuna) göre değişir ve dolayısıyla bu değişken aracılığıyla, iklimsel konfor gereksinmelerine bağıli olarak optimize edilebilirler. Güneş ışıınıının direkt bileşeninin yöne göre değişmesi sebebi ile farklı yönleri bakan cephelerin güneş ışıınıı kazançlarının da farklı olacağı açıktır. Ayrıca, binaların yönlendiriliş durumlarına bağıli olarak, cephenin birim alanından gečen ısı miktarı da değişkenlik gösterir (Berköz, 1983).

Bina Kabuğu : İmar yönetmelikleri, arsa koşulları ve kullanıcılar tarafından, binanın yeri, bina aralıkları ve bina biçimi gibi tasarım değişkenleri verilerine ilişkin belirli kısıtlamalar söz konusu olabilmektedir. Bu durumda, dış çevreden iç çevreye doğru olan ısı geçişini etkileyen ve mimarın kontrolündeki binaya ilişkin en önemli değişken, bina kabuğudur.

Bina kabuğu olarak, dış cepheye ait özellikler ele alınmaktadır. Dış cephe elemanı saydam ve opak bileşenlerden oluşmaktadır.

Cephe saydam bileşenine ilişkin özellikler;

- güneş ışınımına ilişkin yutuculuk (a_c), yansıtıcılık (r_c) ve geçirgenlik (τ_c) gibi optik,
- toplam ısı geçirme katsayısı (U_c) ve saydamlık oranı (x) gibi termofiziksel özelliklerdir.

Yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları sırasıyla, saydam bileşen tarafından yutulan, geçirilen ve yansıtılan güneş ışınımı miktarlarının bileşen dış yüzeyine gelen toplam güneş ışınımına oranlarıdır.

Cephe saydam bileşenleri için,

$a_c + r_c + \tau_c = 1$ 'dir. a_c , r_c ve τ_c boyutsuz katsayılarıdır.

Toplam ısı geçirme katsayısı (U_c), farklı iki çevreyi ayıran saydam bileşenin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1 m^2 alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Saydamlık oranı (x) ise, saydam ve opak bileşenlerden oluşmuş cephe elemanlarına ilişkin bir özellik olup, saydam bileşen alanının, toplam cephe alanına oranıdır.

Cephe opak bileşenine ait özellikler;

- güneş ışınımına ilişkin yutuculuk (a_o) ve yansıtıcılık (r_o) gibi optik,
- toplam ısı geçirme katsayısı (U_o), zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel ve
- doku gibi enerji korunumunda etkili olan özelliklerdir.

Yutuculuk ve yansıtıcılık katsayıları sırasıyla, opak bileşen tarafından yutulan ve yansıtılan güneş ışınımı miktarlarının bileşen dış yüzeyine gelen toplam güneş ışınımına oranlarıdır.

Cephe opak bileşenleri için,

$a_o + r_o = 1$ 'dir. a_o ve r_o boyutsuz katsayılarıdır.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMENTASYON MERKEZİ

Cephe opak bileşeninin rengine bağlı olarak, yutuculuk (a_o) ve yansıtıcılık (r_o) katsayıları değişim gösterirler. Bilindiği gibi, açık renkli cephelerin güneş ışınımına karşı yutuculuğu koyu renklere göre daha azdır.

Toplam ısı geçirme katsayısı (U_o), farklı iki çevreyi ayıran opak bileşenin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C iken, 1 m^2 alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, cephe opak bileşenleri için sözkonusu edilmektedirler. Bu özellikler bileşeni oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları, kalınlıkları, yoğunlukları, özgül ısıları ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin fonksiyonudurlar.

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

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

Dış iklim durumunun, iç çevre iklim koşullarının oluşumundaki etkisi bu değişkenlerin değerlerine bağlıdır. Dolayısıyla bu değişkenler, iç iklim durumu ve yapma soğutma yüklerinin belirleyicileridir. Bu nedenle, sözkonusu değişkenler binaların pasif iklimlendirme işlevini yüklenmesini olanaklı kılarlar (Zeren ve diğ., 1987).

Cephe saydam ve opak bileşeninin optik ve termofiziksel özellikleri, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileriyle, bileşenin birim alanından kazanılan ısı miktarlarının belirleyicileridirler. İç çevre iklimsel durumu ve yapma soğutma yükleri cephe saydam ve opak bileşeninden kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla, bileşenlerin optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklim durumunun gerekse yapma soğutma yüklerinin de belirleyicileridirler.

Dış iklimsel koşullar, yöresel veriler ve iklimsel konfor koşulları insana ilişkin iç çevresel veriler olarak ele alındığında, iç iklimsel konfor durumunun gerçekleştirilmesi sürecinde mimarın kontrolünde olan değişkenler, yalnızca cephe

saydam ve opak bileşenin optik ve termofiziksel özellikleridir. Görüldüğü gibi cephe saydam ve opak bileşeni, sahip olduğu optik ve termofiziksel özelliklere bağlı olarak iç çevrede dış çevredekenden farklı bir iklimsel durum oluşturur. İstenen, iç çevrede iklimsel konfor durumunun sürekli olarak gerçekleştirilmesidir.

Ancak, yöresel iklimsel koşulların şiddetine bağlı olarak pasif sistemler ile iç çevrede yılın yalnız belirli dönemlerinde iklimsel konfor durumu oluşturulabilir. Yılın diğer dönemlerinde ise, iç çevrede oluşan iklimsel durumun iklimsel konfor durumundan farklılık göstermesi nedeniyle yapma sistemlere gerek duyulmaktadır.

Amaç, yapma sistemlerin kullanımını minimize etmek olduğundan ısıtmanın istenmediği dönemde minimum yapma soğutma enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre yaratmak için, saydam ve opak bileşenlerin minimum soğutma enerjisi takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal pasif sistem ögesi olarak işlevini yerine getirmesi sağlanmalıdır.

Saydam bileşenler, piyasada üretilen cam ve doğrama türlerine bağlı olan belirli seçeneklerle sınırlıdır. Opak bileşenler ise, teknolojinin gelişmesiyle çok sayıda alternatif bünyesinde barındırmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada bina kabuğuna ait cephe opak bileşeni öncelikle ele alınmaktadır.

Cephe opak bileşeni ele alındığında, cephe dokusundaki farklılıklar, ısı kazançlarının değişiminde önemli rol oynadığından, cephe dokusu soğutma enerjisi korunumunda etkin bir ögedir.

Cephe dokusunun değişimiyle oluşabilecek gölgeli ve güneşli alanlar aracılığı ile, cepheyi etkileyen direkt güneş ışınımı şiddetinin kontrol edilebilmesi mümkün olabilmekte, bu şekilde tasarlanan cephe dokuları sayesinde soğutmanın istendiği dönemde, yapma soğutma enerjisi takviyesini azaltmak olanaklıdır.

Bu nedenle çalışmanın konusu, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesidir. Bu açıdan Bölüm 2.2. ve 2.3.'de ve soğutma enerjisi korunumu ve cephe dokusu ilişkisi ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

2.2. Cephe Dokusu

Dış cephe, mimaride önemli bir yer tutan ve binanın dışarıdan bakıldığında mimari yaşantıya ilişkin görsel verinin ilk algılandığı bölümüdür. Binaların çevreye uyumlu olması, fonksiyonun getirdiği özelliklere sahip olması, dış cephede hareketlilik (girinti ve çıkıntılar), doluluk-boşluk oranları (saydamlık oranı), malzeme, renk vb. özelliklerin birbirleriyle olan ilişkileri sonucunda dış cephe oluşmaktadır. Cephede bir veya birden fazla malzeme birarada kullanılabilir. Malzemenin özelliklerine bağlı olarak, cephe dokusu; tamamen düz, pürüzlü veya girinti ve çıkıntılara sahip olabilir. Bu şekilde oluşturulan cephe dokusu, mimarlığa çeşitlilik kazandırmak için kullanılan en etkin araçlardan birisidir. Cephe dokusu, büyük ölçüde binanın görsel örüntüsü açısından önem taşımakla birlikte, mimari tasarımda;

- Teknolojik,
- Ekonomik,
- Sosyo-kültürel,
- Çevreye uyum,
- Estetik vb. gibi,

değişik açılardan ele alınmaktadır. Teknolojinin getirdiği yeniliklerle birlikte cepheler değişmekte, farklı karakterlerde olabilmektedir. Teknolojiyle birlikte gelişen yapım sektörü, mimari açıdan tasarımlara esneklik getirmektedir. Mimar, teknolojinin sağladığı olanakları kullanarak hem işlevsel hem de estetik açıdan tasarımlarında farklı cephe dokuları kullanmaktadır.

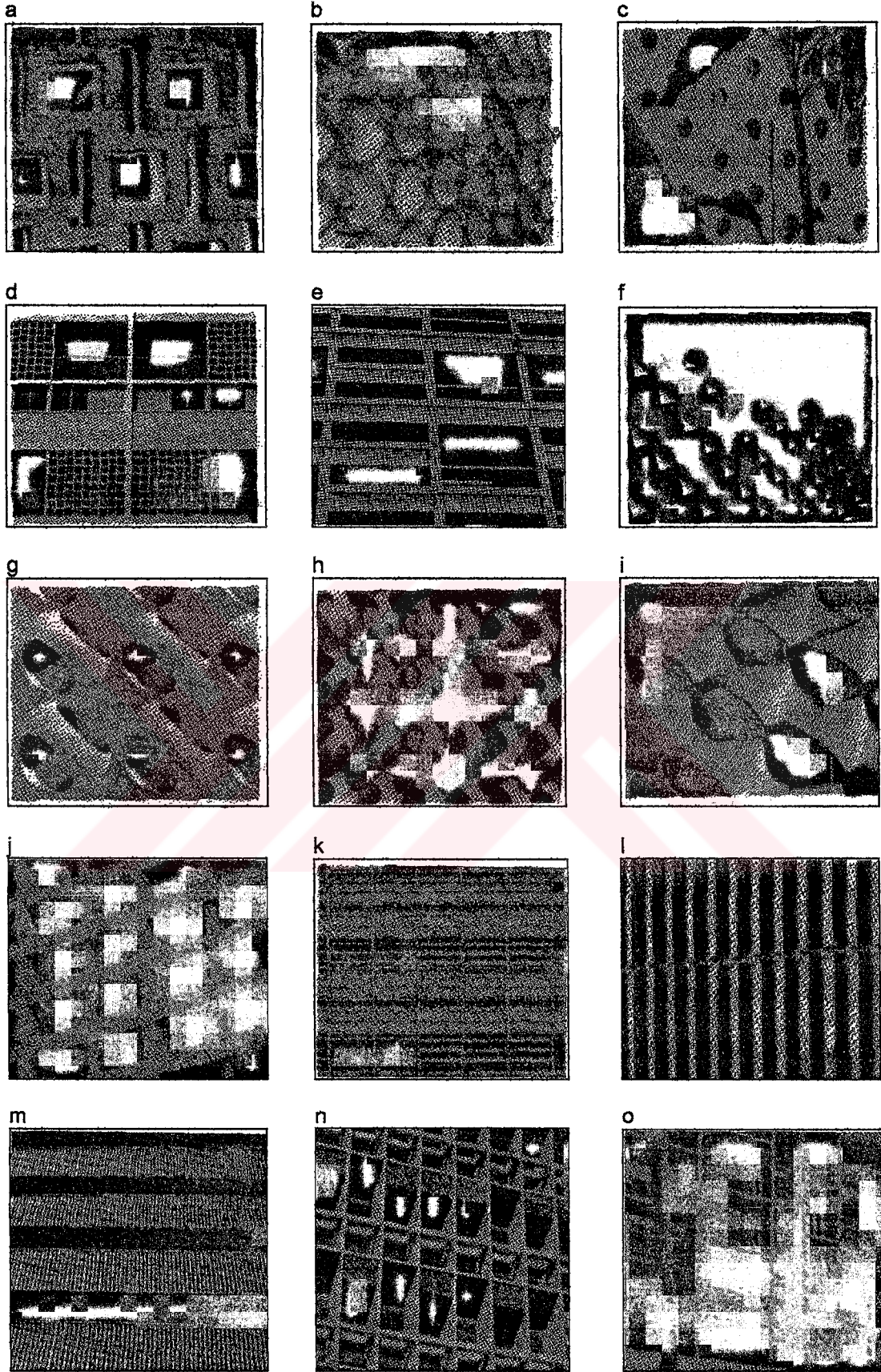
2.3. Soğutma Enerjisi Korunumu ve Cephe Dokusu İlişkisi

Soğutmanın istendiği dönemde, güneş ışınımının direkt etkisinden korunmak için, çoğunlukla yapılan, dış cephede gölgeleme araçları kullanmaktır (EEA, 2000), (SCC, 2000). Isı kazancını azaltmak, binanın cephesine gölgeleme elemanı yapmadan, en basit şekilde cephe dokusunda yapılabilecek düzenlemelerle de sağlanabilir.

Binalarda kullanılan cephe dokularının, günün her saatinde cephe yüzeyinde oluşturduğu gölgeli ve güneşli alanların değişimiyle, ısı kazancı miktarlarının değişiminde önemli rol oynayacağı açıktır. Soğutmanın istendiği dönem için ısı kazancı miktarı hesaplarında, her doku ve her saatteki gölgeli ve güneşli alanlar

farklı olacağından her doku için ısı kazançları farklı olacaktır. Soğutmanın istendiği dönemde, binalarda yapma soğutma sistemlerinin minimum düzeyde çalışmasını sağlayan dolayısıyla soğutma enerjisi tasarrufu sağlayan cephe dokuları tercih edilmelidir. Diğer bir deyişle, en az ısı kazancını sağlayan dokuların seçilmesi gerekmektedir.

Bölüm 2.2.'de de belirtildiği gibi, günümüzde soğutma enerjisi korunumunun öneminin anlaşılması nedeniyle, enerji korunumu ihtiyacına bağlı olarak farklı cephe dokusu alternatifleri üretilmektedir (TSM, 1994), (ESB, 1994), (WONG, 1998). Örnek olarak Şekil 2.2'de gölgeli ve güneşli alanlar yardımıyla opak kabuk bileşenini etkileyen direkt güneş ışıınımı miktarının kontrol edilebilmesini olanaklı kılan farklı cephe dokusu alternatifleri verilmektedir (Olgyay and Olgyay, 1992). Şekil 2.2.a,b,c'deki cephelerde delikli dokular kullanılmıştır. Bu şekilde hava hareketi sağlanmakta ve rüzgarın duvar içinde sağladığı hava hareketi, duvarın dolayısıyla çevrelediği hacmin soğutulmasına katkıda bulunmaktadır. Şekil 2.2.c, Şekil 2.2.a ve b'ye göre daha fazla gölge yaratmaktadır. Şekil 2.2.d,e'de gölgeleme elemanları derin balkonlarla birlikte kullanılarak, farklı formlar yaratılmaktadır. Şekil 2.2.f'deki cephe dokuları geometrik olmakla birlikte, Şekil 2.2. g,h,i'de görüldüğü gibi, cephe dokuları aynı zamanda eğrisel de olabilmektedir. Şekil 2.2.j'de sabit düşey ve yatay elemanlar birlikte kullanılmaktadır. Şekil 2.2.k'da gerektiğinde açılıp kapanabilecek yatay elemanlar, Şekil 2.2.l'de ise hareketli düşey elemanlar kullanılmaktadır. Şekil 2.2.m'de açılı olarak yerleştirilen düşey elemanlar ile oluşturulan derin balkonlar sayesinde gölgeleme sağlanmaktadır. Şekil 2.2.n,o'da ise güneş kırıcı elemanlar kullanılarak güneş ışıınının direkt etkisinden korunma sağlanmaktadır.



Şekil 2.2. Farklı cephe dokusu alternatifleri.

BÖLÜM 3. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMU VE CEPHE DOKUSU İLİŞKİSİNİ ELE ALAN YÖNTEMLER

Bu bölümde, soğutma enerjisi korunumu ve cephe dokusu ilişkisini ele alan mevcut yöntemler ve bu yöntemlerin tartışılması yer almaktadır.

3.1. Soğutma Enerjisi Korunumu ve Cephe Dokusu İlişkisini Ele Alan Yöntemlerin Tanıtılması

Soğutma enerjisi korunumu ve cephe dokusuna ilişkin mevcut yöntemler incelendiğinde, cephede ısı kazançlarını azaltmak amacıyla yapılan çalışmaların, çoğunlukla gölgeli alanların hesaplanmasına ve gölgeleme elemanlarının tasarlanmasına yönelik olduğu görülmüştür. Bu yöntemler aşağıda açıklanmıştır:

Olgay, Olgay Yöntemi :

Bu yöntem, gölgeleme araçlarının tasarlanmasına yöneliktir. Yöntemde iklimsel konfor grafiğinden yararlanılmaktadır. Grafiğin apsisler ekseninde bağıl nemlilik değerleri, ordinatlar ekseninde ise kuru termometre sıcaklığı değerleri yer almaktadır. Bu değerler iklimsel konfor grafiğine işlenerek ele alınan yöre için ısıtmanın istendiği ve ısıtmanın istenmediği iklimsel koşullar belirlenmektedir. Gölge çizgisinin üzerinde kalan konfor bölgesinde ısıtma istenmemekte, gölgede bulunmak konfor için yeterli olmaktadır. Gölge çizgisinin ve konfor bölgesinin üzerinde kalan diğer koşullarda gölgede bulunmak yeterli olmamakta, konforda olmak için rüzgara, nemlendirmeye veya bazen de her ikisine ihtiyaç duyulmaktadır. İhtiyaç duyulan iklimsel koşullar, koordinatlarında yılın günleri ve günün saatlerinin bulunduğu bir grafik üzerinde gösterilir. Ele alınan yöre için güneşin yıl içinde izlediği yolu gösteren güneş yörüngesi diyagramı üzerinde bu bölgenin işlenmesi sonucunda, güneşin kontrol edilmesinde kullanılacak güneş açıları belirlenebilmektedir.

Gölgeleme aracı maskesi ile güneş yörüngesi diyagramı, '0' doğrusu verilen yönle ve merkezleri üstüste gelecek şekilde çakıştırıldıktan sonra, güneş yörüngesi üzerinde gölge istenen bölge, maske diyagramı üzerine işlenir. Maskesi belirlenen

gölgeleme aracı, bu diyagram üzerinden okunabilen profil ve genişlik açıları yardımıyla tasarlanabilir (Olgay and Olgay, 1957), (Olgay and Olgay, 1992).

Olgay Yöntemi, Prof. Lütfi Zeren tarafından Türkiye'nin iklim bölgelerine uygulanmıştır (Zeren, 1962), (Zeren, 1967).

Yellot Yöntemi :

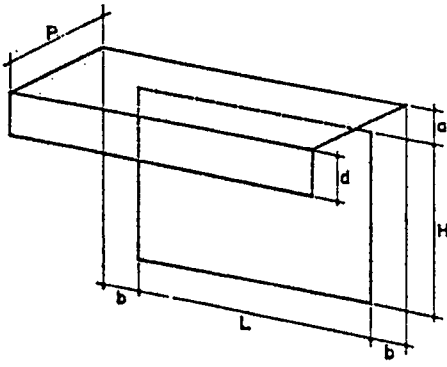
Bu yöntem, ilk olarak 1963 yılında ortaya atılmıştır. Camın geçirgenlik, yutuculuk ve yansıtıcılık değerlerinin, güneş ışınımının farklı dalga boylarındaki ışınları için istenen değerlerde seçilmesi yoluyla, camda güneş ışınımı etkisiyle meydana gelen ısı kazancından bahsedilmekte ve ısı kazancını azaltacağı belirtilmektedir (Yellott, 1963).

1966 yılında ise, ilk olarak ASHRAE Guide and Data Book'ta 1963 yılında ortaya atılan gölgeleme katsayısı (Shading Coefficient) kavramı tanıtılarak, tek camın güneş kontrolündeki kapasitesi ve gölgeleme katsayısı belirlenmektedir. Ayrıca, tek cam için yaz mevsiminde toplam ısı kazancı değeri hesaplanmaktadır. Sonuç olarak ise, gölgeleme katsayısına bağlı olarak farklı cam tiplerinin toplam ısı kazançları açısından karşılaştırılması yapılmıştır (Yellott, 1966).

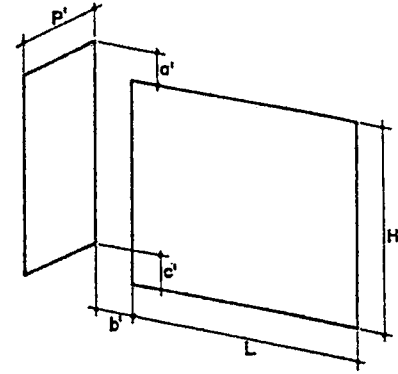
1977 yılında yöntemin daha da geliştirilmesiyle, camın güneş ışınımı alan ve almayan bölgeleri için ısı kazancı formülleri ve örnek çözümler yer almaktadır (Yellott, 1977).

Sun Yöntemi :

Camdan kazanılan güneş ışınımını, önceki yöntemlere göre daha ayrıntılı bir şekilde ele alan bir yöntemdir. Bu yöntemde, Şekil 3.1'de görülen sonlu uzunluktaki pencere üstünde yer alan yatay gölgeleme elemanları ve pencerenin kenarında yer alan düşey gölgeleme elemanlarının pencerede oluşturdukları gölgeli alanlar hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda, pencerenin uzunluğu (L), pencerenin yüksekliği (H), gölgeleme aracı ile pencere arasındaki uzaklık (a, b), gölgeleme aracının genişliği (P), güneşin azimut ve yükseliş açıları ve pencerenin azimutu gibi değişkenler kullanılmaktadır. Son olarak, kullanılan bilgisayar programı yardımıyla yapılan ısı kazancı hesaplarında penceredeki gölgeli alanlar dikkate alınmaktadır (Sun, 1968).



(a) Yatay gölgeleme elemanları



(b) Düşey gölgeleme elemanları

Şekil 3.1. Pencerelede kullanılan gölgeleme elemanları.

Rogers, Atherton, Nall, Greenberg Yöntemi :

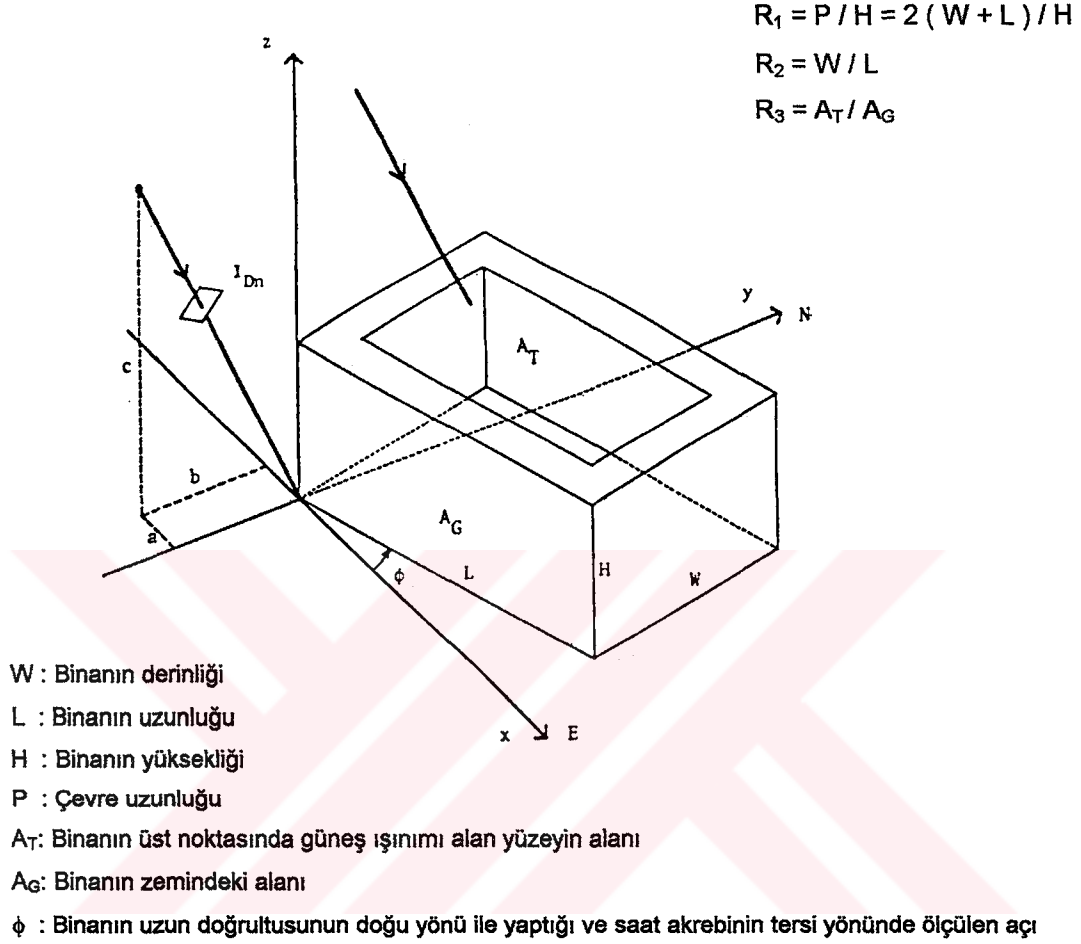
Binalarda ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında, güneş ışınımının etkisinden dolayı, gölgelemenin etkisinin öneminden hareketle hesaplamaların yapılarak sonuçların grafikler aracılığı ile ortaya koyulduğu bir yöntemdir.

Isıtma ve soğutma yüklerinin hesaplarının yapılabilmesi için, GLAS adlı bilgisayar programı yardımıyla gölgeli alanlar hesaplanmaktadır. Bilgisayar programının ilk iki bölümü enerji analizleri için gerekli girdilerin elde edilmesini kapsamaktadır. Üçüncü bölümünde ise ekli bir grafik programının kullanılması ile bina yüzeyindeki pencere ve kapıların konumlandırılması, gölgeleme elemanları ve tipleri ile ilgili bilgiler ve gölge analizleri yer almaktadır. Bu çalışmada kullanılan güneş açılarının hesaplanmasında ise SUN adlı bir bilgisayar programı geliştirilmiştir (Rogers ve diğ., 1978).

Mohsen Yöntemi :

Bu yöntem, sıcak kuru iklim bölgelerinde avlulu binalarda, avluyu çevreleyen cephelerdeki güneşli ve gölgeli alanları Şekil 3.2'de gösterilen açı ve bağıntılar yardımı ile belirlemektedir. Hacimlerin istenen ısısal performansını sağlamak amacıyla, güneş ışınımının, geometrik (oran, boyut, yön) ve fiziksel (yüzey yansıtıcılığı) değişkenler yardımıyla kontrol edilmesi ele alınmaktadır. Geliştirilen yöntem, avlulu binaların ısısal performansına dayalı bir yöntemdir. Dış yüzeylerdeki güneş ışınımının doğal yollarla kontrolüyle, iç yüzeylerin ısısal performansı kontrol edilmektedir. Bu kontrol yapılırken, aktif sistemler kullanılmaksızın, tamamen binayı

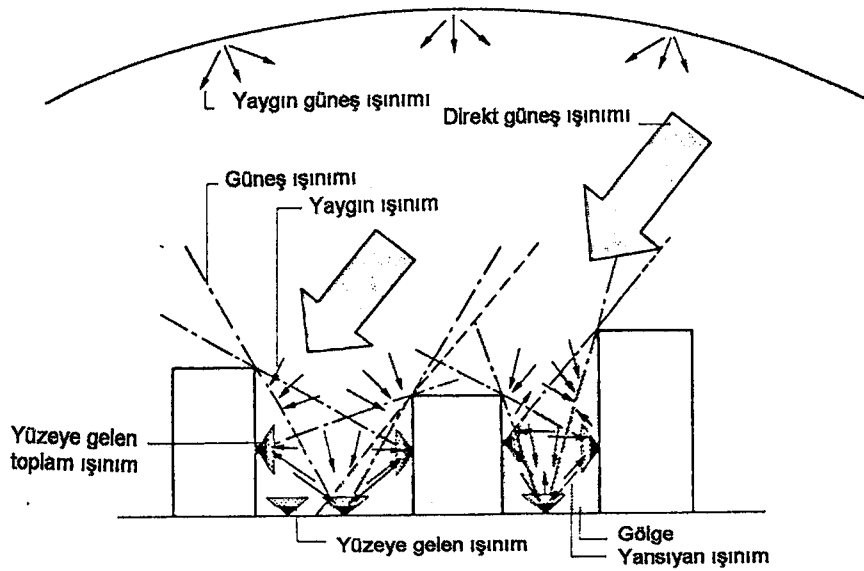
pasif olarak etkileyen tasarım değişkenleri kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle binanın pasif sistem olarak gösterdiği performans değerlendirilmektedir (Mohsen, 1979).



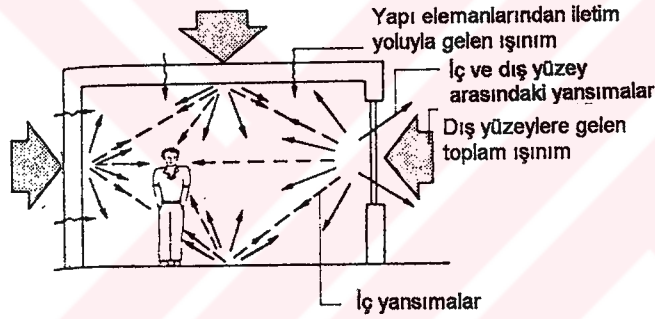
Şekil 3.2. Bina biçimi ile güneş ışınlamı ilişkisi.

Numan Yöntemi :

Sıcak kuru iklim bölgeleri için form ile güneş ışınlamı arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel bir model geliştirilmiştir. Modelde kullanılan iç ve dış sisteme ilişkin girdiler Şekil 3.3 - 3.4'de görülmektedir. Binaların birbirleri üzerinde oluşturacakları gölgeli alanları belirlemek amacı ile, uzaydaki herhangi bir noktanın bir yüzey üzerindeki gölgesinin koordinatları belirlenerek gölgeli alan tanımlanmaktadır. Gölge ve güneşli alanlar yardımı ile ortalama gölgeleme faktörü (SF) bulunmakta ve buna bağlı olarak birim alana düşen ortalama güneş ışınlamı hesaplanmaktadır (Numan, 1979).



Şekil 3.3. Modelde kullanılan dış sisteme ilişkin girdiler.



Şekil 3.4. Modelde kullanılan iç sisteme ilişkin girdiler.

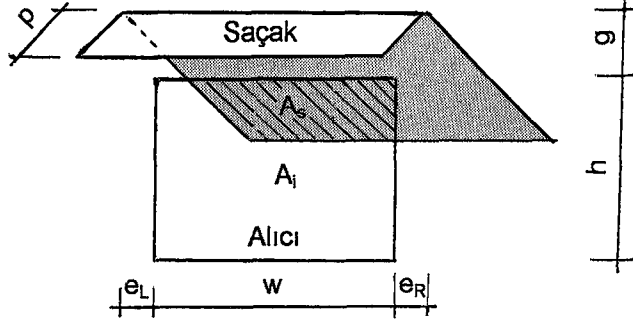
Uttinger, Klein Yöntemi :

Bu yöntem, sonlu uzunlukta ve genişlikteki bir gölgeleme elemanının etkisinde bulunan düşey düzlemdeki (gölge alan- A_g - ve gölge almayan- A_f - yüzeylerdeki) ortalama günlük ışıma miktarını hesaplamaktadır. Liu-Jordan bağıntılarına dayanmaktadır. Alıcı yüzey (A),

- genişlik (w),
- yükseklik (h),
- saçağın dik izdüşümü (p),
- alıcının üst sınırı ile saçağın alt sınırı arasındaki uzaklık (g) ve
- saçağın alıcının sağ ve sol yanlarından uzantısı (e_L , e_R)

olmak üzere 5 değişkene bağlı olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 3.5).

Sonuç olarak, ortalama günlük veya aylık ışı nım değ erleri belirlenebilmektedir (Utzinger and Klein, 1979).



Şekil 3.5.Düşey pencere düzlemi ve yatay gölgeleme elemanı için gölge geometrisi.

Shaviv Yöntemi :

Bu yöntem ilk olarak 1978 yılında ortaya atılmıştır. Yöntemde, pencerenin küçük parçalara bölündüğü kabul edilerek, gölge istenen dönemlerdeki güneşin konumu ve güneş açıları belirlenmektedir. Her parçanın merkezinden çıktığı varsayılan çubukların pencerenin kasasına kadar gölge verecek uzunlukta olabilmeleri için, gölge istenen her saat ve her ayın 21. günü için maksimum gölge uzunlukları bulunmaktadır. Nümerik değ erler, grafik hale getirilebilmektedir (Shaviv, 1978).

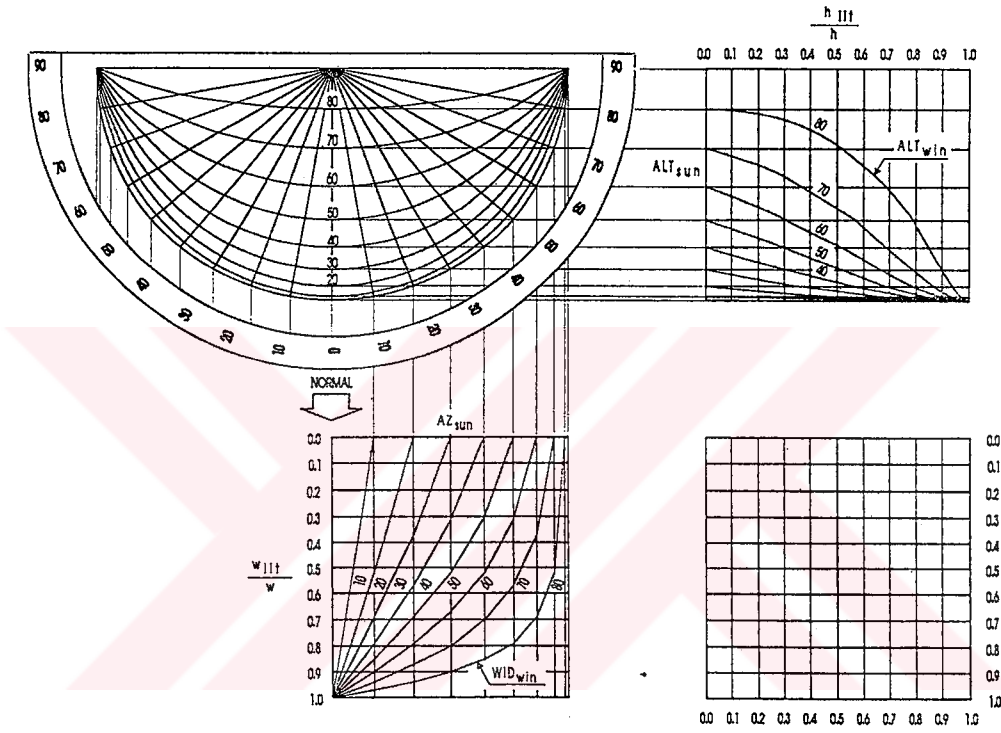
Bu yöntem, 1981 yılında geliştirilerek, pencerelerin yönlendiriliş durumunun binalarda enerji tüketimine etkisi incelenmiştir. Isıtmanın istendiğı ve istenmediğı dönemlerde, pencerelerin güney, güneyden 30° doğuya ve güneyden 30° batıya doğru yönlendirildikleri kabul edilmiş ve enerji tüketimi açısından birbirleriyle karşılaştırılmışlardır (Shaviv, 1981).

Etzion Yöntemi :

Güneş açılarından yararlanılarak gölgeleme elemanının tasarlanmasını ele almıştır. Önerilen bu yöntem, gölgeleme elemanının boyutlarının ve şeklinin doğru olarak belirlenebilmesi için, çizim yoluyla hesap yapılmasını öngörmektedir. Pencerenin genişliğı, yüksekliğı ve baktığı yön ile güneşin azimut ve yükseliş açılarına bağılı olarak gölgeleme aracı tasarımı yapılabilmektedir (Etzion, 1985).

Bu yöntemin 1992'deki geliştirilmiş halinde, pencerenin kesit ve plan üzerinde gölgeli ve güneşli alanları grafikler yardımıyla belirlenebilmektedir. Hesap yöntemine göre

Şekil 3.6'da geliştirilen güneş-gölgeleme grafiği görülmektedir. Bu grafik yönteminde, tasarlanan gölgeleme elemanı için ele alınan zamanda güneşin azimut ve yükseliş açıları, pencerenin güneşli bölgesinin genişliğinin, tüm pencere genişliğine oranı (w_{lit} / w) ve pencerenin güneşli bölgesinin yüksekliğinin, tüm pencere yüksekliğine oranı (h_{lit} / h) yardımı ile pencerenin güneş ışınımı alan bölgesinin tüm pencere alanına oranı (A_{lit} / A) bulunabilmektedir (Etzion, 1992).

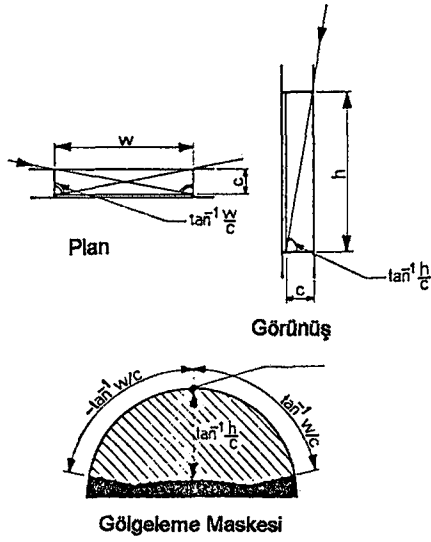


Şekil 3.6. Pencerenin güneşli ve gölgeli alanlarının belirlenmesi.

El-Refaie Yöntemi :

Farklı şekillerdeki yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının performansları analiz edilmektedir. Yatay ve düşey gölgeleme elemanları cepheye bitişik veya cepheden kopuk, ayrıca düşey gölgeleme elemanları cepheye dik veya farklı açıda yerleştirilmiştir.

Farklı şekillere sahip her bir gölgeleme elemanı güneşin pozisyonuna göre gölgeleme maskesi üzerine işaretlenir ve performansı analiz edilir. Gölgeleme elemanlarının gölgeleme maskeleri elde edilerek birbirleri ile karşılaştırılması yapılmıştır (Şekil 3.7) (El-Refaie, 1987).



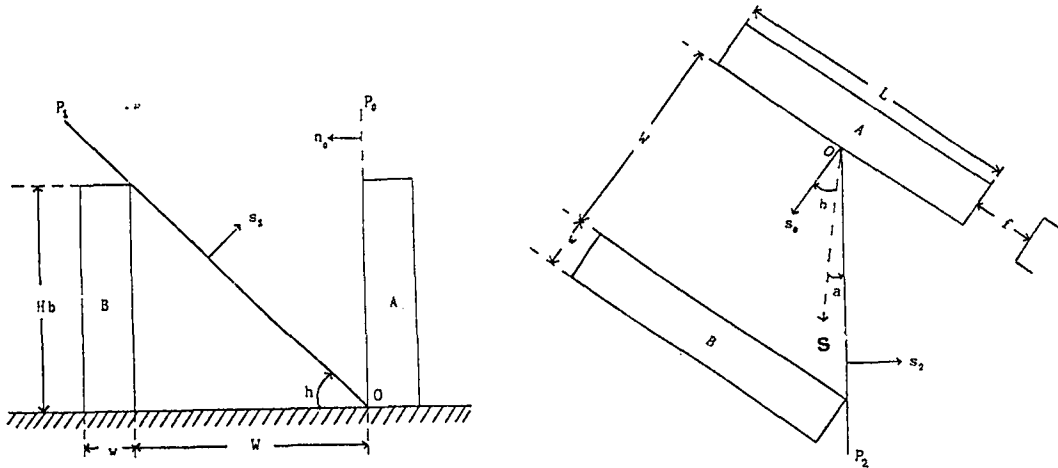
- h : Pencerenin yüksekliği, m.
 c : Pencerenin dış duvar hizasından geri çekme mesafesi, m.
 w : Pencerenin genişliği, m.

Şekil 3.7. Penceredeki gölgeleme etkisi.

Shao Yöntemi :

Binaların güneş ışınlamı alabilmeleri için birbirlerinden olan uzaklıklarını, güneş ve bina ilişkisini kuran açılar ele alınarak trigonometrik ilişkiler yardımıyla belirlemede kullanılan bir yöntemdir (Şekil 3.8).

Uygun bina boyutlarının ve uygun bina yüksekliklerinin seçilmesiyle, güneş ışınlamının olduğu saatlerde güneş ışınlamının yararlı etkilerinden ödün verilmeksizin, binaların uygun şekilde düzenlenmesini sağlamak hedeflenmiştir. Aynı zamanda arazinin rasyonel kullanımı da hedeflenmektedir (Shao, 1990/1991).



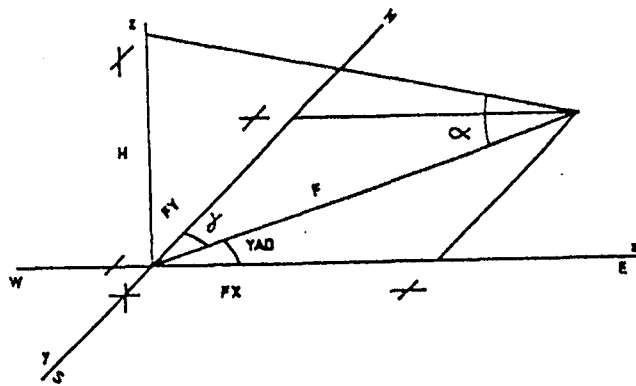
Şekil 3.8. Binalar arasındaki uzaklıkların güneş açıları yardımıyla belirlenmesi.

Ok Yöntemi :

Binaların düşey kabuk yüzeylerinde, diğer binalar veya binaların kendi uzantıları tarafından oluşturulabilecek gölge alanlarının matematiksel anlatımını amaçlayan bir yöntemdir. Öncelikle, yerleşme yoğunluğunun, iklimsel gereksinimler açısından performans istekleri belirlenmektedir. Ayrıca, biçim, konum, aralık gibi ölçü değişkenleri ve yerleşme yoğunluğu arasındaki ilişkiler ele alınarak, farklı yoğunluk alternatifleri üretilmiştir.

Yöntem, soğutma yüklerinin hesabı için gerekli olan gölgeli alanların belirlenmesine yönelik olarak geliştirilmiştir. Yerleşme biriminde yer alan binaların etraflarındaki binalar üzerinde oluşturdukları gölge etkisini belirlemektedir. Soğutma yüklerinin hesaplanması hedeflenmemiştir. Yöntemde, bina biçimi, bina boyutları, bina konumlandırılması ve bina aralıkları gibi değişkenlere bağlı olarak, yerleşme dokusu ve yerleşme yoğunluğunun tasarlanması esas alınmıştır. Yüksekliği (H) bilinen düşey bir çubuğun, yatay bir düzlem üzerindeki gölge boyu (F), Şekil 3.9 yardımıyla hesaplanabilmektedir.

Yöntem, yerleşme ölçeğinde iklimsel etkenlerin denetiminde geometrik ve fiziksel olarak çok boyutta değişkenin ele alınmasına, bunların değişkenlik sınırlarının genişliği nedeniyle tasarımcıya esneklik getirilmesine ve birer parametre olarak ele alınan bina biçimi, konumlandırılması, bina aralıklarının saptanmalarına hizmet etmektedir (Ok, 1983), (Ok, 1992).



- F : Gölge boyu ($F = H / \tan \alpha$)
- FX, FY : Gölge boyunun yönlerle bağlı bileşenleri
- YAD : Gölge uzantısının doğrultu açısı
- γ : Güneş azimut açısı
- α : Güneşin yükseliş açısı

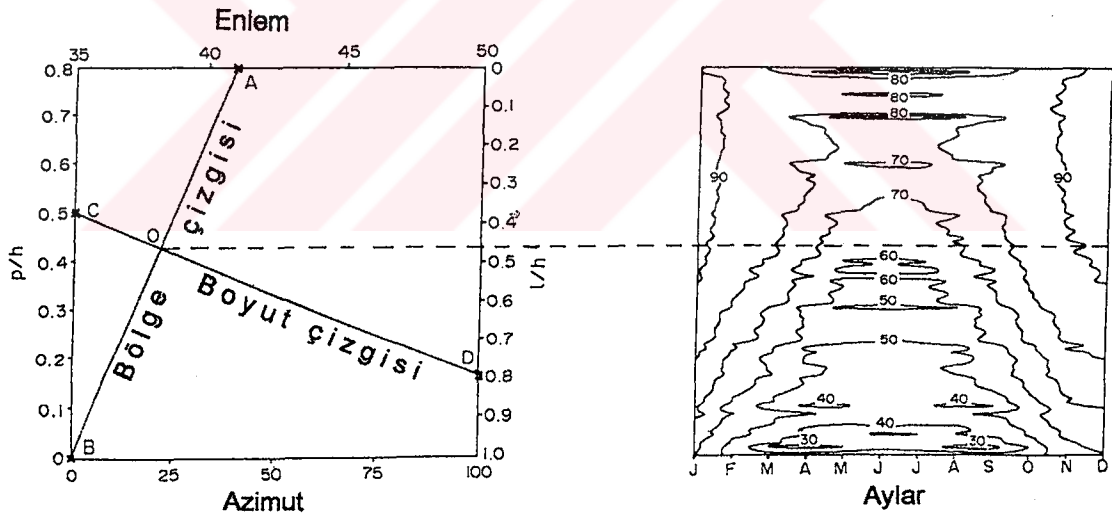
Şekil 3.9. Düşey çubuğun yatay düzlemdeki gölge boyu ve yönlerle bağlı bileşenleri.

Jorge, Puigdomenech, Cusido Yöntemi :

Akdeniz ülkelerinde kullanılabilecek bir nomogram geliştirilmiştir (Şekil 3.10). Mimarların bu yaklaşım sayesinde gölgeleme elemanları tasarımında optimizasyona gidebilmelerini sağlamaktadır. Geliştirilen yatay gölgeleme elemanlarının performansı, bu nomogramla değerlendirilebilir. Bu yöntemde girdi olarak,

- binanın bulunduğu yer,
- cephenin yönlendiriliş durumu ve
- pencere ve gölgeleme elemanına uygun iki boyutlu özellikler

kullanılmaktadır. Nomogram iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, gölgeleme elemanının pencere düzlemine dik düzlemdeki genişliğinin pencere yüksekliğine oranı (l / h) ve gölgeleme elemanının pencere üst kotundan uzaklığının pencere yüksekliğine oranı (p / h) değerleri okunmaktadır. İkinci bölümde ise her ay için gölgeleme yüzdesini belirten eşdeğer eğriler yardımı ile gölgeleme elemanının etkinliği belirlenmektedir. Bu yaklaşımın 35° ile 50° arasındaki enlemlerde maksimum %10 hata ile sonuç verdiği belirtilmektedir (Jorge ve diğ., 1993).



Şekil 3.10. Gölgeleme aracının etkinliği.

Warner Yöntemi :

Isıtma dönemi boyunca pencerelerden ve tepe ışıklıklarından geçen güneş ışıınımı, hacmin ısıtılmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Fakat bu, soğutmanın istendiği dönemde soğutma yüklerini artırıcı bir etkindir.

Zamana bağılı olarak güneşin pozisyonu değiştiği için pencerenin yönlendiriliş durumu, güneş ışıınımı kazancı açısından çok etkilidir. Güneye yönlendirilen pencereler, ısıtma dönemi boyunca ısı kazancı açısından maksimum yarar sağlayacağından güney ve güneye yakın yönler ısı kazancının maksimize edilmesini sağlayan yönlerdir.

Bu yöntemde, pencereden veya tepe ışıklıklarından geçen güneş ışıınının oranı, güneş ışıınımı kazancı katsayısı (SHGF) ile ifade edilmektedir. Güneş ışıınımı kazancı katsayısı (SHGF) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanabilmektedir.

$$SHGF = \frac{q_A - [U(t_d - t_i)]}{SC} \quad (3.1)$$

q_A :Camdan içeri giren toplam ısı

U :Toplam ısı geçirme katsayısı

t_d, t_i :Sırasıyla dış ve iç hava sıcaklığı

SC :Gölgeleme katsayısı, bir cam ünite sisteminden olan güneş ışıınımı kazancının aynı şartlardaki referans cam çerçevede kullanılan camlardan yalnız birinden olan güneş kazancına oranıdır. Bu katsayı, farklı pencere ve tepe ışıklıklarının gölgeleme özelliklerinin karşılaştırılmasına izin vermektedir (Warner, 1995).

İspir Yöntemi :

Isıtmanın istenmediği dönemde, tasarlanan opak bileşen dokuları aracılığı ile direkt güneş ışıınımını yönle göre belirli alanlarda kontrol ederek opak bileşende oluşan ısı akımı miktarının azaltılması ele alınmıştır. Bu çalışmada saatlik ısı kazançları, ele alınan iki yön (doğu ve güney) için toplam ısı geçirme katsayısının 1.00 kcal/m²h°C olduğu duruma göre hesaplanmıştır (İspir, 1996).

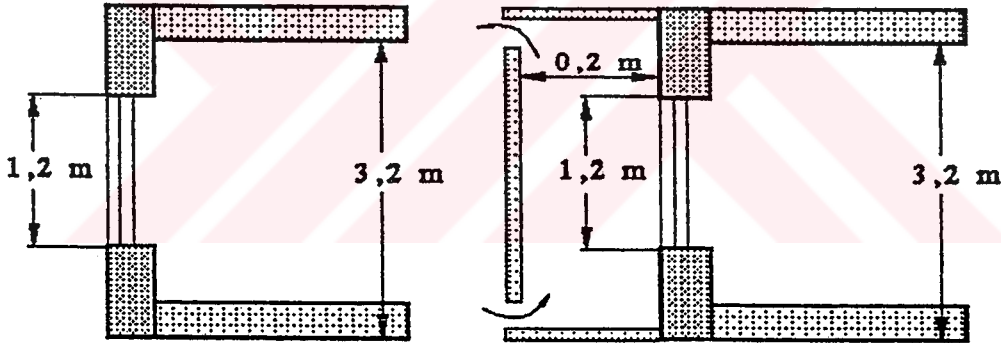
Yener Yöntemi :

Bu yöntemde, pencerelere uygulanan gölgeleme araçlarının iklimsel ve görsel açılardan gösterecekleri performansı maksimize ederek enerji korunumu sağlanması hedeflenmiştir. Gölgeleme aracı uygulanan pencereler aracılığı ile aydınlatılan hacimlerde gerçekleşen iç aydınlık düzeylerinin hesaplanmasında Ortalama Gök Modeli kullanılmıştır.

Önerilen yöntemde iklimsel konforu sağlamaya yönelik gölge gereksinmesi açısından uygun performans gösteren gölgeleme aracı seçeneklerine bağlı olarak, hacimlerde gerçekleşen iç aydınlık düzeyini maksimuma ulaştıran ve kamaşma etkisini yok eden seçeneğin belirlenerek, görsel konfor açısından da en uygun çözüm bulunmaktadır (Yener, 1996).

Todorovic Yöntemi :

Bu yöntemde, cephe saydam bileşeninin tamamen gölgede veya güneşte kalması durumlarına göre cepheden kazanılan ısı miktarları hesaplanmaktadır. Aşağıdaki Şekil 3.11'den de görüldüğü gibi, cephenin tek kabuktan veya iki farklı kabuktan oluşması ve cephelerin güneşe ve batıya yönlendirilmesi durumunda, ısı kazancı hesapları yapılmıştır. Bu hesaplar yapılırken sırasıyla birinci ve ikinci cephenin tamamen güneş aldığı, cephelerden birinin gölgede olduğu ve cephelerin ikisinde gölgede olduğu durumlar incelenmiş ve bir karşılaştırma yapılmıştır (Todorovic, 1998).



Şekil 3.11. Cephenin tek ve iki kabuktan oluşması durumu.

3.2. Yöntemlerin Tartışılması

Yukarıda açıklanan yöntemler irdelendiğinde, genellikle cephe saydam bileşeninden kazanılan güneş ışınımının etkisinin kontrol edilebilmesine yönelik olarak geliştirildikleri görülmektedir. Bölüm 3.1.'de açıklanan yöntemlerden Olgyay, Olgyay (1957, 1992), Utzinger, Klein (1979), Etzion (1985, 1992), El-Refaie (1987), Shao (1990/1991), Ok (1983, 1992), Jorge, Puigdomenech, Cusido (1993), Yener (1996) yöntemleri gölgeleme elemanı tasarlanmasına yöneliktir. Bu yöntemlerde ısı kazancı miktarlarının hesaplanması hedeflenmemiştir. Yellott (1963, 1966, 1977), Sun (1968), Rogers, Atherton, Nall, Greenberg (1978),

Mohsen (1979), Numan (1979), Shaviv (1978, 1981), Warner (1995) yöntemlerinde ise cephe saydam bileşeninden kazanılan güneş ışıını etkisi hesaplanmıştır. **İspir (1996)**, uygun bina kabuğu termofiziksel özelliklerinden yola çıkarak tek bir opak bileşen alternatifi için farklı dokulardan ısı kazançlarını hesaplanmıştır. Hesaplamalar, soğutmanın istendiği dönem ve yönlendiriliş durumundan bağımsız olarak yapılmış ve farklı termofiziksel özelliklere sahip opak bileşenin oluşturduğu cephe dokuları ele alınmamıştır. **Todorovic (1998)** yönteminde ise saydam bileşenin gölgede ve güneşte olması durumuna göre kabuktan ısı kazancı hesaplanmıştır.

Günümüzde özellikle malzeme teknolojisindeki gelişmelere bağılı olarak çok fazla cephe opak bileşeni alternatifi geliştirmek mümkündür. Bu nedenle bu çalışmada cephe opak bileşeni ele alınarak, opak bileşenden geçen güneş ışıını miktarını, mümkün olduğunca cephede gölge etkisi yaratacak cephe dokuları tasarlayarak kontrol etmek ve ısı kazancını minimize etmek hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, çalışmada ele alınan her yön için soğutmanın istendiği dönem belirlenerek, farklı opak bileşen toplam ısı geçirme katsayılarına sahip cephe dokusu alternatifleri için yönlere bağılı olarak birim ısı kazancı miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalardan hareketle, dönemlik ısı kazancı miktarları belirlenerek, alternatifler birbirleri ile karşılaştırılmışlardır.

BÖLÜM 4. SOĞUTMA ENERJİSİ KORUNUMUNU HEDEFLEYEN CEPHE DOKUSUNUN BELİRLENMESİNDE KULLANILABİLECEK YENİ BİR YAKLAŞIM

Bu bölümde, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesi için kullanılabilen ve bu tez çalışması kapsamında geliştirilen, yeni bir yaklaşım açıklanmaktadır.

4.1. Yaklaşımın Amacı

Yaklaşımın amacı; soğutmanın istendiği dönemde, bina kabuğu opak bileşeni aracılığı ile soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesini olanaklı kılan cephe dokularının belirlenmesidir.

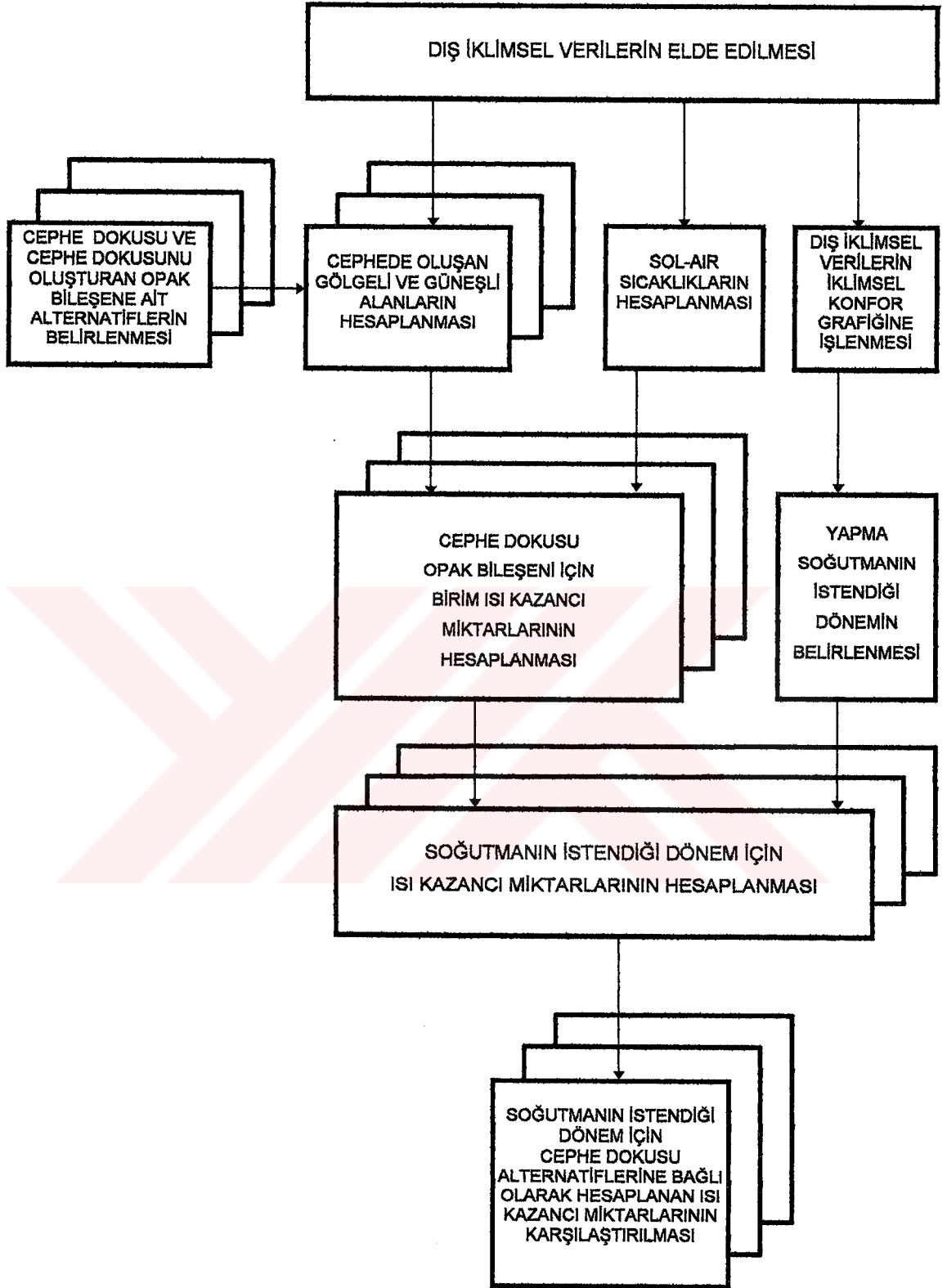
4.2. Yaklaşımın Adımları

Soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesi için geliştirilen yaklaşımın adımları Şekil 4.1'de görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, yaklaşımın adımları aşağıdaki gibidir:

4.2.1. Cephe Dokusu ve Cephe Dokusunu Oluşturan Opak Bileşene Ait Alternatiflerin Belirlenmesi

Cephe dokuları, fonksiyonel, teknolojik, ekonomik, sosyo-kültürel, çevreye uyum, estetik vb. açılardan irdelenerek tasarlanmalıdır. Cephe dokusu alternatiflerinin belirlenebilmesi için maliyetlerin düşürülmesi amacıyla pratikte uygulanabilecek alternatifler tercih edilmelidir.

Cephe dokusunu oluşturan cephe opak bileşenine ait alternatiflerin toplam ısı geçirme katsayılarının ve optik özelliklerinin belirlenmesi ve bu değerlere bağlı olarak opak bileşenlere ait katmanlaşma detayları için yapım sektöründe kullanılabilecek çeşitli alternatifler geliştirilmesi yolu ile en uygun cephe opak bileşeni ve katmanlaşma detayı alternatiflerinin belirlenmesi gereklidir.



Şekil 4.1. Soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek yaklaşımın adımları.

Cephe opak bileşeninin bazı bölümlerinde, dokudan dolayı farklı kalınlıklar mevcuttur. Bu nedenle, farklı kalınlıklardaki kesitlerin toplam ısı geçirme katsayıları da birbirinden farklı olacaktır. Ele alınan toplam ısı geçirme katsayısı değerleri, farklı kalınlıklara sahip yüzeylerin toplam ısı geçirme katsayılarının, toplam cephe alanındaki oranlarıyla ağırlıklı ortalamaları alınarak bulunur. Dolayısıyla cephe opak bileşeninin toplam ısı geçirme katsayısı (U_o), alanlarla ağırlıklı olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$U_o = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + \dots + U_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (4.1)$$

- U_o : Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$
 $U_1, U_2, \dots, U_n$: Cephe opak bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, $W/m^2\text{°C}$
 $A_1, A_2, \dots, A_n$: Cephedeki farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalara sahip olan her bir opak bileşenin alanı, m^2

Yukarıdaki bağıntıda yer alan cephe opak bileşeninin farklı kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları ($U_1, U_2 \dots U_n$), aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır (Anon, Ashrae, 1993), (Anon, TS 825, 2000).

$$U_1, U_2 \dots U_n = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_d} \quad (4.2)$$

- α_i, α_d : İç ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, $W/m^2\text{°C}$
 $d_1, d_2 \dots d_n$: Her bir katmanın kalınlığı, m
 $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$: Her bir malzemenin ısı iletkenlik katsayısı, $W/m\text{°C}$
 $1, 2 \dots n$: Katman numaraları

Soğutma enerjisi korunumu sürecinde etkili olan cepheye ilişkin diğer değişkenlerin seçilmesi için, cephenin baktırılabileceği yönler ve cephe dokusuna ait cephe opak bileşenlerinin optik özellikleri belirlenmelidir.

4.2.2. Cephe Dokusu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Soğutmanın istendiği dönemde, cephe dokusuna ilişkin opak bileşenden kazanılan ısı kazancı miktarının değişimi, opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısına ve iç hava sıcaklığı ile opak bileşen dış yüzeyindeki dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklık arasındaki farklara bağlıdır. Bu nedenle ısı kazancı hesaplarının yapılabilmesi için, öncelikle sol-air sıcaklığın bilinmesi gereklidir. Dış hava sıcaklığı, opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıını şiddeti, opak bileşenin güneş ışıını yutuculuk ve dış yüzeysel ısı iletkenlik katsayıları, sol-air sıcaklığın belirleyicileridir.

Bu nedenle, sol-air sıcaklıkların hesaplanabilmesi için cepheyi etkileyen toplam güneş ışıını şiddetlerinin, geliştirilen cephe dokularının, tasarımın dayandırıldığı gündeki her saat için cephe dış yüzeyinde oluşturdıkları gölgeli ve güneşli alanların hesaplanması gereklidir. Cephe opak bileşenini etkileyen toplam güneş ışıını şiddeti; güneşli alanlarda, yaygın, yansımış ve direkt güneş ışıını şiddetlerinin toplamı iken, gölgeli alanlarda, yaygın ve yansımış güneş ışıını şiddetlerinin toplamıdır (Berköz ve diğ., 1995).

Cephe dokusu alternatifleri için farklı katmanlaşma detaylarına bağlı olarak birim alandan kazanılan ısı miktarlarını hesaplamak için izlenen yol aşağıda açıklanmıştır.

4.2.2.1. Hesaplamaların Yapılacağı Tasarımın Dayandırıldığı Günü Belirlenmesi

Soğutmanın istendiği dönemi karakterize eden gün belirlenmeli ve hesaplar bu gün için yapılmalıdır.

4.2.2.2. Tasarımın Dayandırıldığı Dış Koşullarının Belirlenmesi

Tasarımın dayandırıldığı gün için; güneş ışıını, dış hava sıcaklığı gibi iklim elemanlarına ait değerler gerçek atmosfer koşullarına göre belirlenmelidir. "Gerçek atmosfer koşulları" atmosferin yöresel bileşimini ve yöresel bulutluluk koşullarını göz önüne alarak tanımlanan atmosfer koşullarıdır. Bunlar da 'T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (1980-1990)' arşivlerinden elde edilebilmektedir.

4.2.2.3. Tasarımın Dayandırıldığı İç Koşullarının Belirlenmesi

Tasarımın dayandırıldığı iç koşullar, iklimsel konfor açısından cephe opak bileşenine ait termofiziksel özelliklerin belirlenmesinde uygulanan tasarım kriterleridir.

İklimsel konfor açısından bir hacimdeki iç yüzey sıcaklıklarının, iç hava sıcaklığı kadar önemli olduğu bilinmektedir. Kapalı bir mekanda iç yüzey sıcaklıklarını temsil eden ortalama ışınsal sıcaklığın günlük ortalama değeri ile iç hava sıcaklığı arasındaki fark belirli bir değeri aştığında mekanda bulunan insanlar ile iç yüzeyler arasındaki ışınlama ısı alışverişi rahatsız edici boyutlara ulaşacaktır. Kullanıcılarla iç yüzeyler arasındaki ışınlama ısı alışverişinin bu rahatsız edici düzeye ulaşmaması için ortalama ışınsal sıcaklığın iklimsel konfor açısından belirlenmiş bu sınır değeri,

$$t_{mrt} = t_i \pm \varepsilon \quad (4.3)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

İç hava sıcaklığının diğer iç yüzeylerin sıcaklıklarından farklı olması nedeniyle, ortalama ışınsal sıcaklık ile iç hava sıcaklığı arasındaki farkın oluşumunda etkili olan yüzey, cephe opak bileşeninin iç yüzeyidir. Bu nedenle, ortalama ışınsal sıcaklık ile iç hava sıcaklığı arasındaki iklimsel konfor açısından izin verilebilir fark değerinin kabuk iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki farka eşit olabileceği kabulünden hareketle,

$$t_{iyo} = t_i \pm \varepsilon \quad (4.4)$$

bağıntısı yazılabilir (Yılmaz ve diğ., 1998).

t_{iyo} : cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri, °C

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

ε : iklimsel konfor açısından cephe opak bileşenine ait iç yüzey sıcaklığı ile iç hava sıcaklığı arasındaki izin verilebilir sınır fark değeri, °C.

Soğutmanın istendiği dönemde cephe opak bileşeninden olan ısı geçişi, bina dışı çevreden bina içi çevreye doğru olacağından opak bileşen iç yüzey sıcaklığının günlük ortalamasının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri;

$$t_{iyo} = t_i + \varepsilon \quad (4.5)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

4.2.2.4.Ele Alınan Cephe Dokusu Alternatiflerine Göre Tasarımın Dayandırıldığı Gündeki Tüm Saatler İçin Cephede Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeylerin Belirlenmesi ve Alanlarının Hesaplanması

Cephe dokularının tüm saatler için cephede oluşturdukları gölge alanları hesaplamak için, bu bileşenlerin bulundukları enleme ait güneş açılarını ve bileşenlerle ilişkili profil ve genişlik açılarını bilmek gerekir (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3) (Aurora, 1997), (Bobenhausen, 2000), (Mcquiston and Parker, c1988-1994), (Koenigsberger ve diğ., 1973), (Moore, 1985).

Genişlik açıları, uzaydaki herhangi bir noktayı gözleme noktasına birleştiren doğrunun yatay düzlemdeki izdüşümünün cephe düzlemi ile yaptığı açıdır. Cepheye dik konumlandırılmış düşey elemanların duvara paralel kenarlarının gözleme noktası ile oluşturdukları düzlemlerin duvar düzlemi ile yaptıkları açılar genişlik açılarıdır. Plan çizimlerinde kullanılır (Şekil 4.3).

Şekil 4.2 ve Şekil 4.3.'de verilen profil açıları, aşağıdaki formülden de görüldüğü gibi, güneşin yükseliş açısı ve cephe-güneş azimut açılarına bağlı olarak hesaplanabilmektedir (Anon, Ashrae, 1993).

$$\tan \Omega = \tan \beta / \cos \gamma \quad (4.6a)$$

$$\Omega = \tan^{-1} (\tan \beta / \cos \gamma) \quad (4.6b)$$

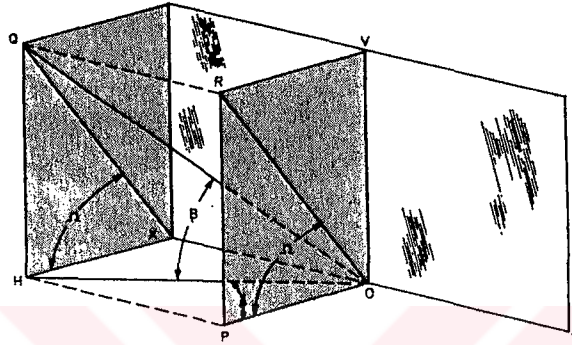
Ω : profil açısı

β : güneşin yükseliş açısı

γ : cephe-güneş azimut açısı

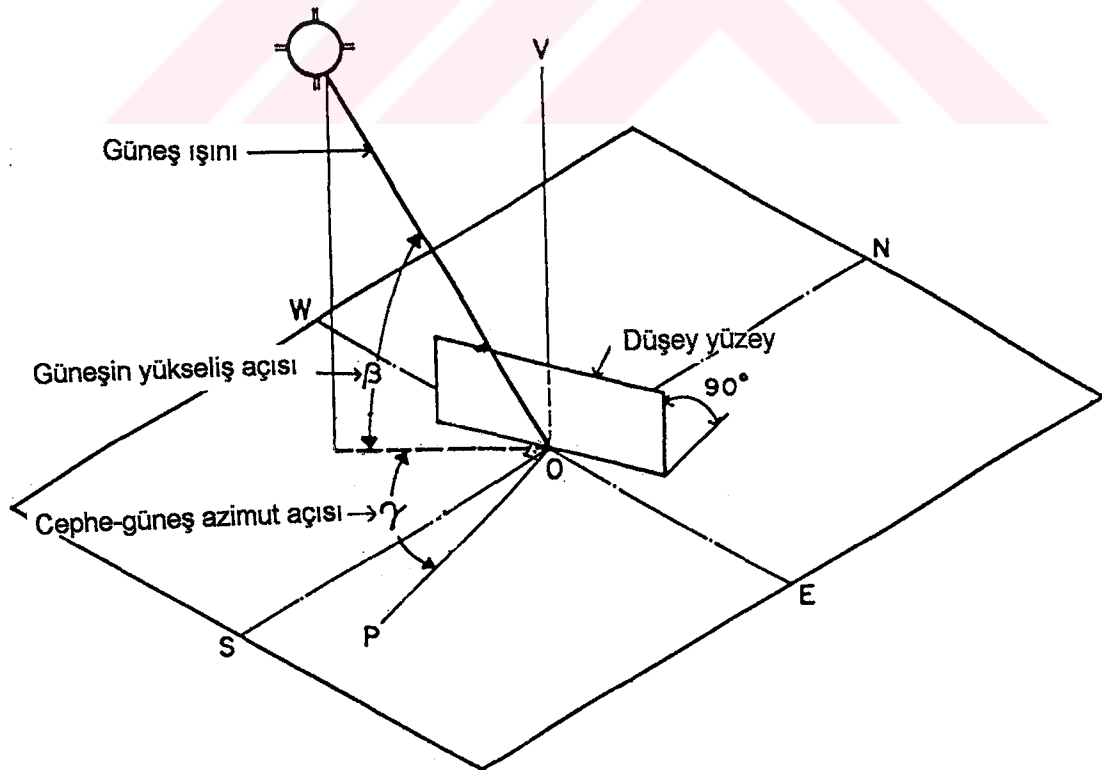
Güneşin yükseliş açısı, güneş ışını ile güneş ışınının yatay düzlem üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır. Yörenin enlemi ve zamana göre değişkenlik göstermektedirler.

Cephe-güneş azimut açısı, güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümü ile yüzeyin normalinin aynı düzlem üzerindeki izdüşümü (yüzey düşey ise doğrudan doğruya normali) arasındaki açıdır. Bu açı, yörenin enlemi, cephenin baktığı yön ve zamana göre değişkenlik göstermektedir (Berköz, 1983).



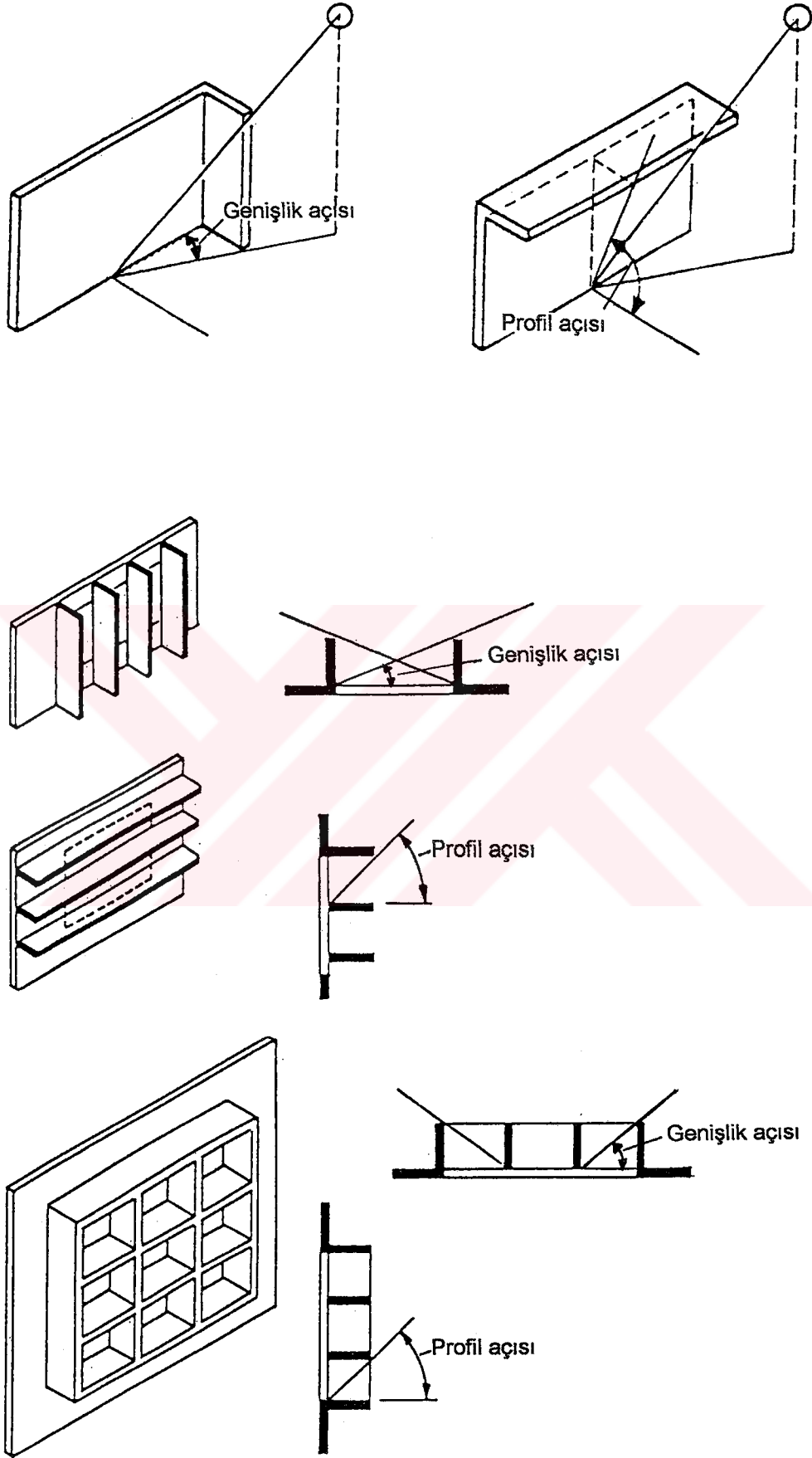
Ω : profil açısı
 β : güneşin yükseliş açısı
 γ : cephe-güneş azimut açısı

(a) (Anon, Ashrae, 1993)



(b) (Yellott, 1977).

Şekil 4.2. Güneşin yükseliş açısı, cephe-güneş azimut açısı ve profil açısı.



Şekil 4.3. Profil ve genişlik açıları. (Koenigsberg ve diğ., 1973).

4.2.2.5.Tüm Saatlere Göre Cepheye Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeyler İçin Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması

Bölüm 4.2.2.'de anlatıldığı gibi, binayı etkileyen sıcaklık, sadece bina dışı çevre kuru termometre sıcaklığı değildir. Genellikle gündüz saatleri için söz konusu olabilecek, hava sıcaklığı ve güneş ışıınımı etkileri, tasarımın dayandırıldığı dış sıcaklık olarak sol-air sıcaklıkların kullanılmasıyla birleşik olarak ele alınmaktadır. Sol-air sıcaklıkların değerleri, hava sıcaklığı ve saatlik güneş ışıınımı şiddetleri yanısıra, cephenin optik özelliklerine ve bileşenin saydam olması durumunda toplam ısı geçirme katsayısına da bağlıdır. Cephe opak ve saydam bileşenlerine ait optik özelliklerin seçimi mimara bırakıldığından sol-air sıcaklıklar bir ölçüde mimarın kontrolü altındadırlar.

Saatlik güneş ışıınımı şiddetinin yöne göre değişim göstermesi nedeniyle, cepheyi etkileyen sol-air sıcaklıklar da, cephenin yönlendiriliş durumuna (veya baktığı yöne) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla, tasarımın dayandırıldığı iç sıcaklıklar olarak konfor sıcaklıklarının alındığı koşullarda, iç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasındaki farkın konforsuzluk yaratmayacak sınırlar arasında tutulabilmesi açısından, sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenecek yeterli termofiziksel özelliklerin de yönler göre değişim göstereceği açıktır. Opak ve saydam kabuk bileşenlerinin güneş ışıınımına karşı davranışları farklı olduğundan bu bileşenleri etkileyen sol-air sıcaklıklar ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

Opak bileşenin yüzeyini, güneş ışıınımı yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak, herhangi bir anda etkileyen sol-air sıcaklık aşağıdaki bağıntıyla hesaplanabilir (Harkness, 1978), (Threlked, 1970), (Anon, Ashrae, 1993), (Markus, 1980).

$$t_{eo} = t_d + \frac{I_T \cdot a_o}{\alpha_d} \quad (4.7)$$

t_d : dış hava sıcaklığı, °C

I_T : opak bileşenin dış yüzeyini etkileyen toplam güneş ışıınımı şiddeti, W/m²

(Toplam güneş ışıınımı şiddeti, direkt ve yaygın ışıınım şiddetlerinin toplamına eşittir. Bileşenin gölgede olması durumunda ise, direkt ışıınım '0' olarak alınacaktır)

a_o : opak bileşenin güneş ışıınımına karşı yutuculuğu, boyutsuz.

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

Günlük ortalama sol-air sıcaklık (t_{eoo}) ise, aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır (Anon, Ashrae, 1993).

$$t_{eoo} = \left(\sum_{i=1}^{24} t_{eo} \right) / 24 \quad (4.8)$$

4.2.2.6. Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi

Bu çalışmada soğutmanın istendiği dönem süresi İklimsel Konfor Grafiği aracılığı ile belirlenmektedir. İklimsel Konfor Grafiği'nde görülen 'Durgun Hava Koşulları İçin Konfor Bölgesi'nin üst sınırını belirleyen 0.25 m/sn hava hareketi hızı eğrisi ve iç çevrede izin verilebilen maksimum hava hareketi hızını belirleyen 0.8 m/sn iç hava hareketi hızı eğrisi arasında kalan dönem, doğal vantilasyonla konforun ihtiyaçlar açısından sağlanabileceği dönemdir. 0.80 m/sn'nin üzerinde iç hava hareketi ihtiyacı istenen dönem ise doğal vantilasyonun yetersiz kaldığı ve istenen iç iklimsel koşulların sağlanabilmesi için soğutma enerjisine ihtiyaç duyulan dönemdir.

Her ayın 21. günlerine ait 10 yıllık saatlik ortalama dış hava sıcaklığına bağlı olarak hesaplanan sol-air sıcaklıklar ve bağıl nemlilik değerleri İklimsel Konfor Grafiğine işlenerek hacim içersinde istenen hava hareketi hızları (V_{ist}), her bir saat için doğal vantilasyonun var olduğu koşullarda (pencerelerin açık tutulduğu) iç hava sıcaklığı ve nemliliğinin, sol-air sıcaklık ve dış hava nemliliğine çok yakın değerlerde olacağı varsayımı yapılarak belirlenebilmektedir.

Sol-air sıcaklık, dış hava sıcaklığı ve güneş ışıınının birleşik etkisini ifade ettiği için, dış hava sıcaklığından daha yüksek bir sıcaklıktır, yöne ve zamana göre değişkenlik gösterir. Bu nedenle sol-air sıcaklıklar ve bağıl nemlilik değerleri, İklimsel Konfor Grafiğine işlenerek hacim içersinde istenen hava hareketi hızları (V_{ist}) ele alınan her bir yön ve her bir saat için belirlenmektedir. Bu değerlerden yararlanılarak belirlenen 0.25 m/sn ve 0.8 m/sn istenen iç hava hareketi hızı değişim eğrileri apsisler ekseninde aylar ve karakteristik günleri ordinatlar ekseninde ise gün saatleri olan grafik sisteme işlenerek soğutmanın istendiği dönem belirlenebilir (Berköz ve diğ, 1995).

4.2.2.7. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Doku Alternatiflerinin Birim Alanlarından Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Tasarlanan cephe dokusuna ait opak bileşenlerin ısı kazancı hesapları, ısı depolama etkilerinin ihmal edildiği denge rejimine göre yapılmaktadır. Cephe doku opak bileşeninin, pasif sistem ögesi olarak performansının değerlendirilmesi hedeflendiğinden, kullanılan hesaplama yöntemi, tüm alternatifler için insanlar, aydınlatma aygıtları ve makinalar aracılığı ile oluşan iç kazançları kapsamamaktadır. Dolayısıyla, cephe opak bileşeninden geçen ısı kazancı miktarı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır (Berköz, 1983), (Markus, 1980).

$$Q = U_o \cdot (t_{eo} - t_i) \quad (4.9)$$

Q : Cephe dokusunun birim alanından kazanılan günlük ortalama ısı miktarı, W/m²

U_o : Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

t_{eo} : Cephe dokusunu etkileyen sol-air sıcaklık, °C

t_i : İç hava sıcaklığı, °C

Cephede oluşan gölgeli ve güneşli alanlar dikkate alındığında, cephede oluşturulan farklı girinti ve çıkıntılardaki farklı toplam ısı geçirme katsayısı değerlerine bağlı olarak, ısı kazancı miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$Q = \frac{[(U_1 \cdot A_{1go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_1 \cdot A_{1gu} \cdot (t_{eogu} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2go} \cdot (t_{eogo} - t_i)) + (U_2 \cdot A_{2gu} \cdot (t_{eogu} - t_i))]}{A_{1go} + A_{1gu} + A_{2go} + A_{2gu}} \quad (4.10)$$

Q :Cephe dokusunun birim alanından kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarı, W/m²

U₁ : Cephe dokusundaki girintili bölümün toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

U₂ : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün toplam ısı geçirme katsayısı, W/m²°C

A_{1go} : Cephe dokusundaki girintili bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m²

A_{1gu} : Cephe dokusundaki girintili bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m²

A_{2go} : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün gölgede kalan kısmının alanı, m²

A_{2gu} : Cephe dokusundaki çıkıntılı bölümün güneşte kalan kısmının alanı, m²

t_{eogo} : Cephe dokusundaki gölgeli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, °C

t_{eogu} : Cephe dokusundaki güneşli kısmı etkileyen sol-air sıcaklık, °C

Cephe dokusunun birim alanından kazanılan dönemlik ısı miktarları, yönlere göre birim alandan kazanılan günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının soğutmanın istendiği dönemin saat sayısı ile çarpılması sonucunda bulunmaktadır.

4.2.3. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Yönlere ve Cephe Dokusu Alternatiflerine Bağlı Olarak Hesaplanan Isı Kazancı Miktarlarının Karşılaştırılması

'Soğutmanın istendiği dönemde minimum ısı enerjisi kazancını sağlayan alternatif en uygun alternatiftir' kriteri uyarınca karşılaştırma yapılmaktadır. Bu kriter uyarınca soğutmanın istendiği dönem süresinde en düşük ısı enerjisi kazancını sağlayan alternatif belirlenebilmektedir.

Hesaplanan ısı kazancı miktarlarının karşılaştırılması ve uygun katmanlaşma detayı ve cephe dokusu alternatifinin seçilmesi grafikler yardımıyla yapılabilir. Yönlere göre her bir katmanlaşma detayı ve cephe dokusu alternatifinin saatlik ısı kazancı miktarları aynı grafiğe işlenerek gün saatlerinde her saat için farklı alternatiflerin karşılaştırılması mümkün olabilir. Bu grafikler yardımı ile ele alınan farklı doku alternatiflerinde minimum ısı kazancını sağlayan alternatif, yapma soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesini sağlayacağından soğutma enerjisi tasarrufu açısından en uygun alternatif olarak seçilebilmektedir.

BÖLÜM 5. YAKLAŞIMIN İSTANBUL YÖRESİNE UYGULANMASI

Bilindiği gibi, iklimsel konforda bulunma ihtiyacına bağlı olarak, Bölüm 2'de de açıklandığı gibi soğutma enerjisine duyulan ihtiyaç artmıştır. Ancak ülke kaynaklarının yeterli olmaması ve soğutma enerjisi maliyetinin ısıtma enerjisi maliyetinden 4-5 kat daha fazla olması nedeniyle soğutma enerjisi harcamalarının minimize edilmesi zorunludur. Bu nedenle Bölüm 4'de açıklanan, soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılabilecek yaklaşım, İstanbul yöresi için uygulanmıştır. Yapılan uygulamada, konut binaları için kullanılabilecek cephe dokuları ve cephe opak bileşeni değerlerinin değişim alan ve aralıkları belirli varsayımlar çerçevesinde seçilmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

5.1. Uygulama Çalışmasının Amacı

Bu uygulama çalışmasının amacı; ele alınan farklı cephe dokusu alternatiflerinin soğutmanın istendiği dönemde minimum ısı kazancı miktarını sağlaması kriterine bağlı olarak pasif soğutma sistemi olarak performansının değerlendirilmesi ve uygun alternatiflerin seçilmesidir.

5.2. Uygulama Çalışmasının Adımları

Bölüm 4'de geliştirilen yaklaşıma ilişkin hesaplamalarda kullanılmak üzere, cephe dokuları ve cephe opak bileşeni değerlerinin değişim alan ve aralıklarının seçilmesinde yapılan varsayımlar ve yaklaşımın adımları aşağıdaki gibidir.

Güneş ışınlamı ve sol-air sıcaklıklara ilişkin hesaplamaların yapılmasında Fortran IV programlama dilinde kodlanmış olan 'Kabuk' adlı bilgisayar programından yararlanılmıştır (Yılmaz, 1983). Bu tez çalışması kapsamında belirlenen gölgeli - güneşli alanlar ile bunlara ilişkin bağıntılar ve ısı kazancına ilişkin bağıntılar programa ilave edilmiştir. Program, örnek data ve örnek sonuçlar, Ek A'da verilmektedir.

5.2.1.Cephe Dokusu ve Cephe Dokusunu Oluşturan Opak Bileşene Ait Alternatiflerin Belirlenmesi

Cephe dokusu ve cephe dokusunu oluşturan opak bileşen alternatiflerinin belirlenmesinde aşağıda açıklanan kabullerden hareket edilmiştir.

- Cephe dokusu alternatifleri belirlenirken maliyetlerin düşürülmesi amacıyla yapım sektöründe kolay uygulanabilecek alternatifler tercih edilmiştir. Cephe dokusundaki girinti ve çıkıntıların daha kolay oluşturulabilmesi açısından opak bileşen malzemesi olarak gazbeton ve beton seçilmiştir. Girinti ve çıkıntılar oluşturulurken sistematik olarak, 5 cm. ve katları kullanılmış olup yatay, düşey ve her iki doğrultuda çıkıntılar yapılmıştır. Ayrıca birbirleriyle karşılaştırılabilmeleri açısından tüm cephe dokularında, girinti ve çıkıntı alanlarının birbirlerine oranları;

$$- A_{\text{girinti}} / A_{\text{cephe}} = 0.75$$

$$- A_{\text{çıkıntı}} / A_{\text{cephe}} = 0.25$$

olarak ele alınmıştır. Tasarlanan cephe dokusu alternatifleri Şekil 5.1'de görülmektedir.

- Cephe dokusundaki girinti ve çıkıntı alanlarına bağlı olarak opak bileşen toplam ısı geçirme katsayısı, 0.45-1.35 W/m²C arasında 0.10 artırımla değişmektedir (Yılmaz ve diğ., 2000). Ek B'de verilen Tablo B.1'de farklı opak bileşen katmanlaşma detayları görülmektedir.
- Binalarda güneş ışıınımı kazancının artmasında etkili olan Batı (W), Güneybatı (SW), Güney (S), Güneydoğu (SE) ve Doğu (E) yönleri ele alınmıştır.
- Cephe opak bileşenlerinin açık ve koyu renge boyanmış olduğu kabul edilmiş ve güneş ışıınımına karşı yutuculuk katsayıları sırasıyla, $a_o = 0.40$ ve 0.70 olarak alınmıştır.
- Cephe dokuları, düşey cepheler (90°) için tasarlanmıştır.

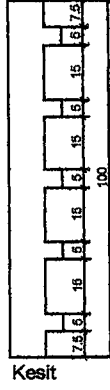
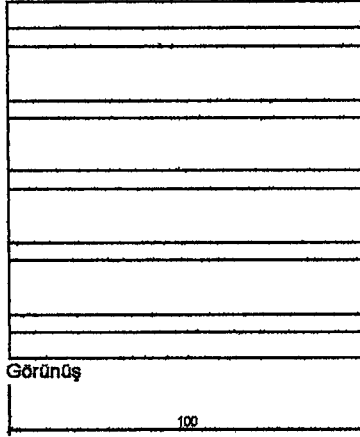
5.2.2.Cephe Dokusu Alternatifleri İçin Birim Alandan Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Bölüm 4.2.2'de de belirtildiği gibi, cephe dokusu alternatifleri için farklı katmanlaşma detaylarına bağlı olarak birim alandan kazanılan ısı miktarlarının hesaplanmasında izlenen yol aşağıdaki gibidir.

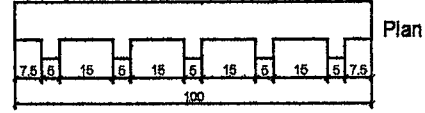
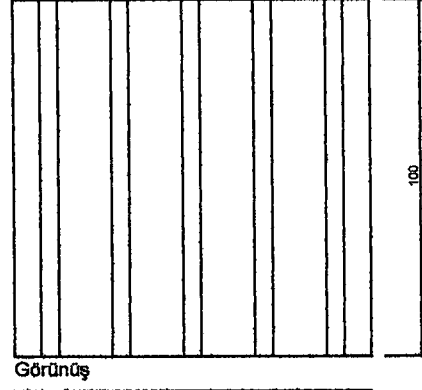
5.2.2.1. Hesaplamaların Yapılacağı Tasarımın Dayandırıldığı Günün Belirlenmesi

Yapma soğutmanın istendiği dönemi karakterize eden gün olarak, 21 Temmuz alınmıştır.

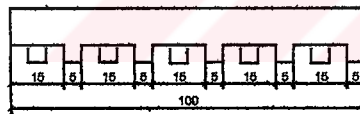
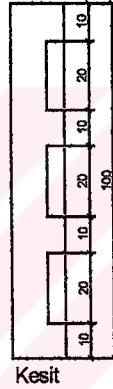
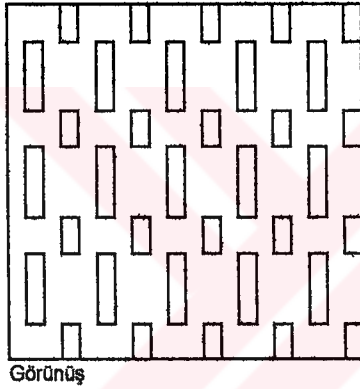
CD : 1



CD : 2

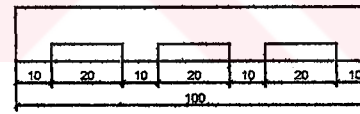
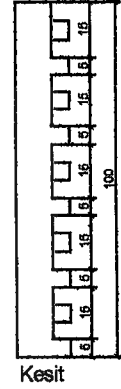
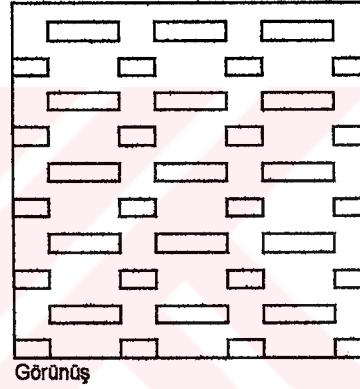


CD : 3



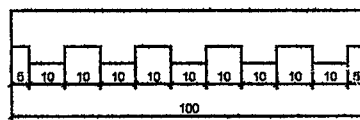
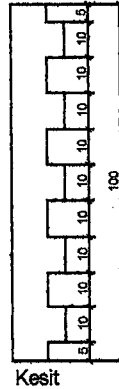
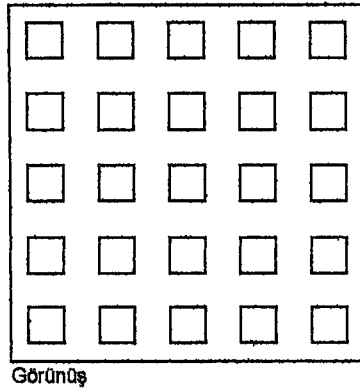
Plan

CD : 4



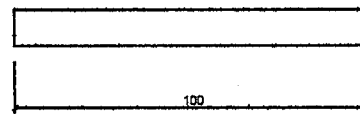
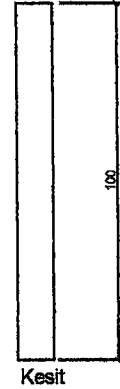
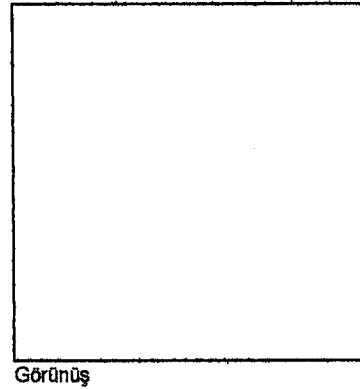
Plan

CD : 5



Plan

CD : 0



Plan

Şekil 5.1. Düz ve tasarlanan cephe dokusu alternatifleri.

5.2.2.2.Tasarımın Dayandırıldığı Dış Koşulların Belirlenmesi

İstanbul için yapılan uygulama çalışmasında tüm hesaplamalar, tasarımın dayandırıldığı gün (21 Temmuz) için, gerçek atmosfer koşullarına göre yapılmıştır. Yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük toplam güneş ışınımı değerleri önceden hesaplanmış değerlerden alınmıştır (Kılıç ve Öztürk, 1983).

Dış hava sıcaklığı ve dış bağıl nemliliğe ait saatlik değerler ise, 'T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü' arşivlerinden elde edilerek, ortalama dış hava sıcaklığı ve bağıl nemlilik değerleri hesaplanmıştır. Tüm hesaplamalar güneş saatine göre yapılmıştır.

5.2.2.3.Tasarımın Dayandırıldığı İç Koşulların Seçilmesi

İç hava ve iç yüzey sıcaklıkları arasında konforsuzluk yaratmayacak fark değeri $\varepsilon = 3^{\circ}\text{C}$ olarak kabul edilmiştir (Givoni, 1969). Yapılan literatür araştırmasında, konutlarda soğutmanın istendiği dönemde iç hava sıcaklığı konfor değeri $25-26^{\circ}\text{C}$ olarak alınmaktadır (Severns, 1958), (Anon, Carrier, 1966), (Aybers, 1978), (Norman, c1983), (Pita, c1989), (Bilge, 1990), (Wang, c1993), (Lorsch, 1993), (Mcquistin and Parker, 1988-1994), (Genceli, 1995), (Özatay, 1996), (Altıparmak, 1999). Uluslararası konfor standartlarında da iç hava sıcaklığı konfor değeri yaklaşık 25°C olarak alınmaktadır (Anon, Ashrae, 1981), (Anon, ISO-7730).

Bu çalışmada, iklimsel konfor grafiğinin üst sınırı olması sebebiyle iç hava sıcaklığı konfor değeri (t_i), 25°C olarak alınmıştır. İç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri ise (t_{iy0}), $25 + 3^{\circ}\text{C}$ olarak alınmıştır.

5.2.2.4.Ele Alınan Cephe Dokusu Alternatiflerine Göre Tasarımın Dayandırıldığı Gündeki Tüm Saatler İçin Cephede Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeylerin Belirlenmesi ve Alanlarının Hesaplanması

Cephe dokularının tüm saatler için cephede oluşturdukları gölgeli alanları hesaplamak için, profil açıları ve genişlik açıları kullanılmaktadır. Bu çalışma, İstanbul için yapılmış ve 40°N enlemi esas alınmıştır. Tablo 5.1'de azimut, yükseliş ve genişlik açıları, Tablo 5.2'de ise, profil açıları görülmektedir.

Tablo 5.1. İstanbul yöresi için 21 Temmuz'daki güneşin yükseliş açısı, azimut açısı ve genişlik açıları (Anon, Ashrae, 1993).

SAAT	YÜKSELİŞ AÇISI (°)	AZİMUT AÇISI (°)	GENİŞLİK AÇISI (°)															
			N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
5	2	115	25	47,5	70	87,5	65	42,5	20	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5
6	13	106	16	38,5	61	83,5	74	51,5	29	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-
7	24	97	7	29,5	52	74,5	83	60,5	38	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	35	87	-	19,5	42	64,5	87	70,5	48	25,5	3	-	-	-	-	-	-	-
9	47	76	-	8,5	31	53,5	76	81,5	59	36,5	14	-	-	-	-	-	-	-
10	57	61	-	-	16	38,5	61	83,5	74	51,5	29	6,5	-	-	-	-	-	-
11	66	37	-	-	-	14,5	37	59,5	82	75,5	53	30,5	8	-	-	-	-	-
12	70	0	-	-	-	-	0	22,5	45	67,5	90	67,5	45	22,5	0	-	-	-
13	66	37	-	-	-	-	-	-	8	30,5	53	75,5	82	59,5	37	14,5	-	-
14	57	61	-	-	-	-	-	-	-	6,5	29	51,5	74	83,5	61	38,5	16	-
15	47	76	-	-	-	-	-	-	-	-	14	36,5	59	81,5	76	53,5	31	8,5
16	35	87	-	-	-	-	-	-	-	-	3	25,5	48	70,5	87	64,5	42	19,5
17	24	97	7	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	38	60,5	83	74,5	52	29,5
18	13	106	16	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	29	51,5	74	83,5	61	38,5
19	2	115	25	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	20	42,5	65	87,5	70	47,5

Tablo 5.2. İstanbul yöresi için 21 Temmuz'daki profil açıları.

SAAT	P R O F İ L A Ç I S I, Ω (°)															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
5	4,72	2,71	2,13	2	2,21	2,96	5,83	-	-	-	-	-	-	-	-	38,7
6	40	20,3	14,8	13,1	13,5	16,4	25,5	63,9	-	-	-	-	-	-	-	-
7	74,7	42,1	29,5	24,8	24,2	27,1	35,9	59	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	64,5	46,3	37,8	35	36,6	43,3	58,4	85,8	-	-	-	-	-	-	-
9	-	82,2	64,4	53,1	47,9	47,3	51,4	61	77,3	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	79,9	68	60,4	57,2	58	63,1	72,5	85,8	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	83,7	75	69	66,2	66,7	70,4	77,3	86,5	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	90	82,1	75,6	71,4	70	71,4	75,6	82,1	90	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	86,5	77,3	70,4	66,7	66,2	69	75	83,7	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	85,8	72,5	63,1	58	57,2	60,4	68	79,9	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	77,3	61	51,4	47,3	47,9	53,1	64,4	82,2
16	-	-	-	-	-	-	-	-	85,8	58,4	43,3	36,6	35	37,8	46,3	64,5
17	74,7	-	-	-	-	-	-	-	-	59	35,9	27,1	24,2	24,8	29,5	42,1
18	40	-	-	-	-	-	-	-	-	63,9	25,5	16,4	13,5	13,1	14,8	20,3
19	4,72	38,7	-	-	-	-	-	-	-	-	5,83	2,96	2,21	2	2,13	2,71

21 Temmuz'da, ele alınan tüm cephe dokularında, her saat için (saat 5.00 - 19.00) profil ve genişlik açılarına bağlı olarak, gölgeli ve güneşli alanlar 'Autocad 2000' programı yardımı ile çizilmiş ve alanları hesaplanmıştır. Ele alınan cephe dokularında yönle ve saatlere bağlı olarak hesaplanan gölgeli ve güneşli alanlar Tablo 5.3'de görülmektedir. Ayrıca, cephe dokularının 21 Temmuz'da güneşli olan tüm saatler için cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanlara ait çizimler Ek C'de Şekiller C1-C43'de görülmektedir.

Tablo 5.3.Ele alınan cephe dokularında yönlere ve saatlere bağlı olarak hesaplanan gölgeli (■) ve güneşli (□) alanlar (m²).

CD = 0																				
SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
7	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
11	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
13	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
14	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
15	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
16	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
17	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
18	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
19	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

CD = 1																				
SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,02	0,73	0,00	0,25	0,01	0,74	0,00	0,25
6	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,12	0,63	0,00	0,25	0,06	0,69	0,00	0,25
7	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,18	0,58	0,00	0,25	0,11	0,64	0,00	0,25
8	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,18	0,57	0,00	0,25
9	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,27	0,48	0,00	0,25
10	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,40	0,35	0,00	0,25	0,43	0,32	0,00	0,25
11	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,70	0,05	0,00	0,25	0,56	0,19	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
12	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,69	0,06	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
13	0,75	0,00	0,00	0,25	0,56	0,19	0,00	0,25	0,70	0,05	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00
14	0,43	0,32	0,00	0,25	0,40	0,35	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
15	0,27	0,48	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
16	0,18	0,58	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
17	0,11	0,64	0,00	0,25	0,18	0,58	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
18	0,06	0,69	0,00	0,25	0,12	0,63	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
19	0,01	0,74	0,00	0,25	0,02	0,73	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00

CD = 2																				
SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,69	0,06	0,00	0,25	0,12	0,63	0,00	0,25
6	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,45	0,30	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25
7	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,32	0,43	0,00	0,25	0,03	0,72	0,00	0,25
8	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,01	0,74	0,00	0,25
9	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,15	0,60	0,00	0,25	0,06	0,69	0,00	0,25
10	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,45	0,30	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25	0,14	0,61	0,00	0,25
11	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,19	0,56	0,00	0,25	0,04	0,71	0,00	0,25	0,33	0,42	0,00	0,25
12	0,75	0,00	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
13	0,33	0,42	0,00	0,25	0,04	0,71	0,00	0,25	0,19	0,56	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00
14	0,14	0,61	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25	0,45	0,30	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
15	0,06	0,69	0,00	0,25	0,15	0,60	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
16	0,01	0,74	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
17	0,03	0,72	0,00	0,25	0,32	0,43	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
18	0,07	0,68	0,00	0,25	0,45	0,30	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
19	0,12	0,63	0,00	0,25	0,69	0,06	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00

Tablo 5.3'ün devamı.

CD = 3

SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,68	0,07	0,00	0,25	0,12	0,63	0,00	0,25
6	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,46	0,29	0,00	0,25	0,09	0,66	0,00	0,25
7	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,37	0,38	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25
8	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25
9	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,26	0,49	0,00	0,25	0,16	0,59	0,00	0,25
10	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,52	0,23	0,00	0,25	0,22	0,53	0,00	0,25	0,29	0,46	0,00	0,25
11	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,41	0,34	0,00	0,25	0,22	0,53	0,00	0,25	0,57	0,18	0,00	0,25
12	0,75	0,00	0,00	0,25	0,53	0,23	0,00	0,25	0,20	0,55	0,00	0,25	0,53	0,23	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
13	0,57	0,18	0,00	0,25	0,22	0,53	0,00	0,25	0,41	0,34	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00
14	0,29	0,46	0,00	0,25	0,22	0,53	0,00	0,25	0,52	0,23	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
15	0,16	0,59	0,00	0,25	0,26	0,49	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
16	0,07	0,68	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
17	0,07	0,68	0,00	0,25	0,37	0,38	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
18	0,09	0,66	0,00	0,25	0,46	0,29	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
19	0,12	0,63	0,00	0,25	0,68	0,07	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00

CD = 4

SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,21	0,54	0,00	0,25	0,04	0,71	0,00	0,25
6	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,29	0,46	0,00	0,25	0,09	0,66	0,00	0,25
7	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,29	0,46	0,00	0,25	0,12	0,63	0,00	0,25
8	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,18	0,57	0,00	0,25
9	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,67	0,08	0,00	0,25	0,35	0,40	0,00	0,25	0,29	0,46	0,00	0,25
10	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,65	0,10	0,00	0,25	0,41	0,34	0,00	0,25	0,45	0,30	0,00	0,25
11	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,67	0,08	0,00	0,25	0,56	0,19	0,00	0,25	0,71	0,04	0,00	0,25
12	0,75	0,00	0,00	0,25	0,72	0,03	0,00	0,25	0,69	0,06	0,00	0,25	0,72	0,03	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
13	0,71	0,04	0,00	0,25	0,56	0,19	0,00	0,25	0,67	0,08	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00
14	0,45	0,30	0,00	0,25	0,41	0,34	0,00	0,25	0,65	0,10	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
15	0,29	0,46	0,00	0,25	0,35	0,40	0,00	0,25	0,67	0,08	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
16	0,18	0,57	0,00	0,25	0,31	0,44	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
17	0,12	0,63	0,00	0,25	0,29	0,46	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
18	0,09	0,66	0,00	0,25	0,29	0,46	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
19	0,04	0,71	0,00	0,25	0,21	0,55	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00

CD = 5

SAAT	W				SW				S				SE				E			
	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU	A1GO	A1GU	A2GO	A2GU
5	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,26	0,49	0,00	0,25	0,06	0,69	0,00	0,25
6	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,28	0,47	0,00	0,25	0,06	0,69	0,00	0,25
7	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	0,00	0,25	0,07	0,68	0,00	0,25
8	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,09	0,66	0,00	0,25
9	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,17	0,58	0,00	0,25
10	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,55	0,20	0,00	0,25	0,24	0,51	0,00	0,25	0,29	0,46	0,00	0,25
11	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,25	0,37	0,38	0,00	0,25	0,27	0,48	0,00	0,25	0,49	0,26	0,00	0,25
12	0,75	0,00	0,00	0,25	0,46	0,29	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	0,25	0,46	0,29	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25
13	0,49	0,26	0,00	0,25	0,27	0,48	0,00	0,25	0,37	0,38	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00
14	0,29	0,46	0,00	0,25	0,24	0,51	0,00	0,25	0,55	0,20	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
15	0,17	0,59	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
16	0,09	0,66	0,00	0,25	0,23	0,52	0,00	0,25	0,75	0,00	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
17	0,07	0,68	0,00	0,25	0,25	0,50	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
18	0,06	0,69	0,00	0,25	0,28	0,47	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00
19	0,06	0,69	0,00	0,25	0,26	0,49	0,00	0,25	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,25	0,00

5.2.2.5. Tüm Saatlere Göre Cephede Oluşan Gölge ve Güneşli Yüzeyler İçin Sol-Air Sıcaklıkların Hesaplanması

Bölüm 4.2.2.3.'de açıklandığı gibi cephe opak bileşeninin gölge ve güneşli alanlarındaki saatlik sol-air sıcaklıklar, cephe opak bileşeninin güneş ışımasını yutuculuk katsayısına ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak Bölüm 4.2.2.5'de açıklanan bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır. Yapma soğutmanın istendiği dönemi oluşturan aylar için (Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim) sol-air sıcaklıkların, yönle ve saatlere göre değişimi Şekil 5.2'de görülmektedir.

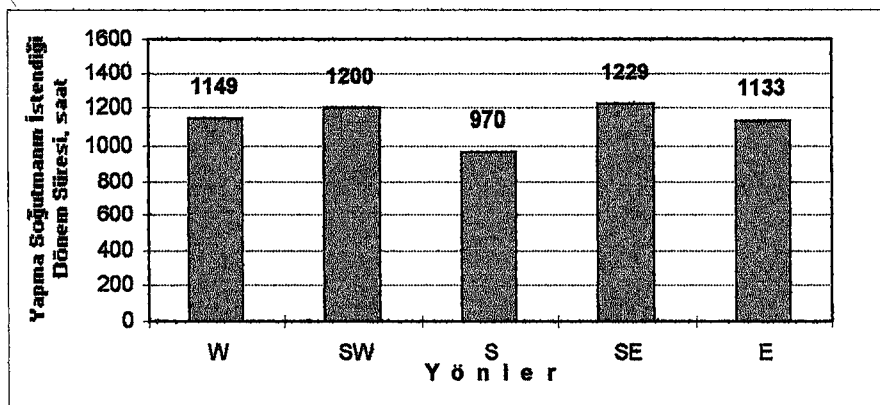
5.2.2.6. Soğutmanın İstendiği Dönemin Belirlenmesi

Yapılan uygulama çalışmasında binalarda güneş ışımasını kazancının artmasında etkili olan 5 yön ele alınmıştır. Bunlar, Batı (W), Güneybatı (SW), Güney (S), Güneydoğu (SE) ve Doğu (E) yönleridir.

İstanbul için soğutmanın istendiği dönem, Bölüm 4.2.2.4'de açıklandığı gibi ele alınan W, SW, S, SE ve E yönleri için belirlenmiştir. Yönle ilgili olarak soğutmanın istendiği dönem süreleri Şekil 5.3'de görülmektedir. Ele alınan her bir yön için belirlenen soğutmanın istendiği dönem ise Şekil 5.4'de görülmektedir.

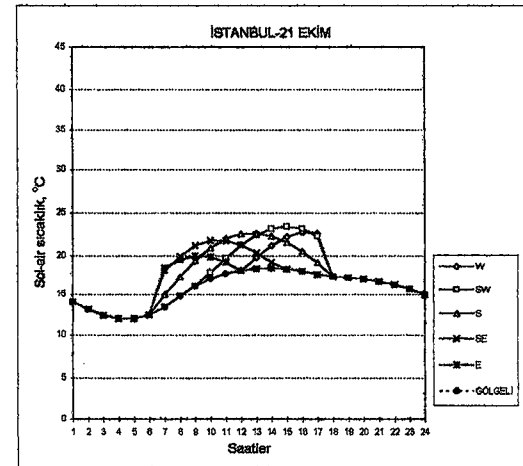
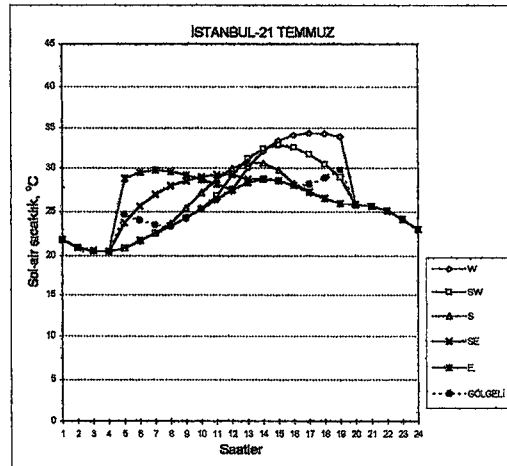
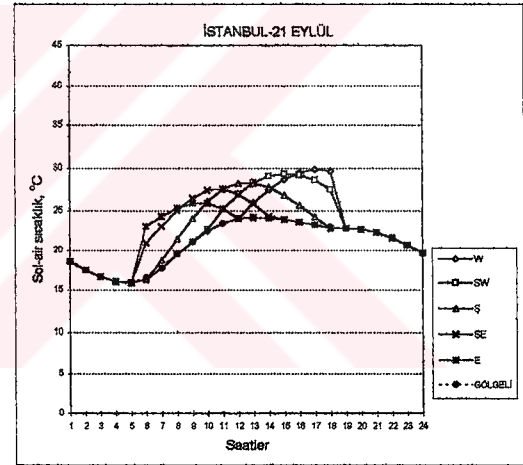
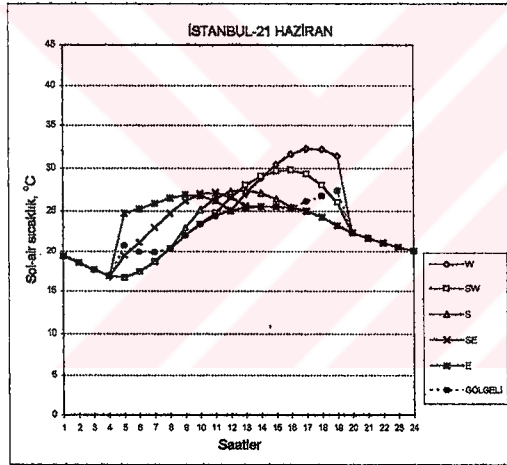
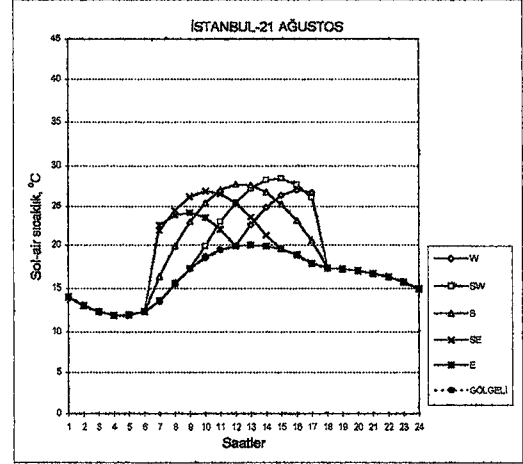
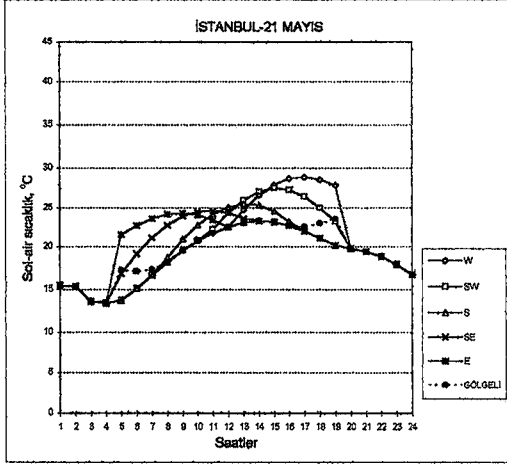
Tüm yıl boyunca, soğutmanın istendiği dönem süresi;

- W yönü için 1149 saat,
- SW yönü için 1200 saat,
- S yönü için 970 saat,
- SE yönü için 1229 saat ve
- E yönü için 1133 saat'tir.



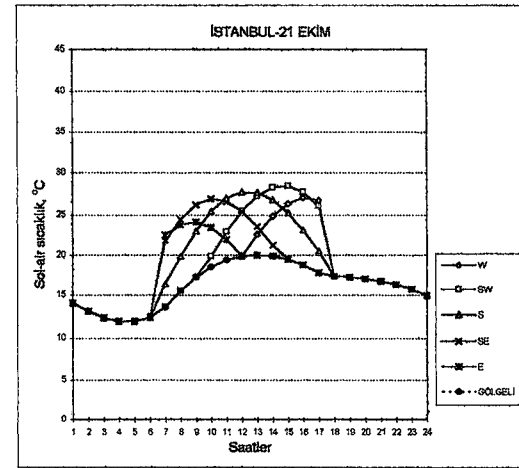
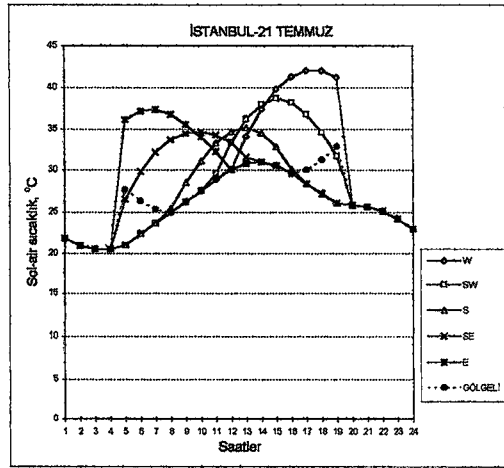
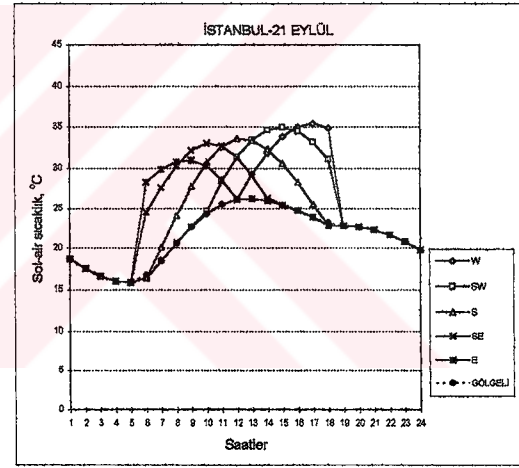
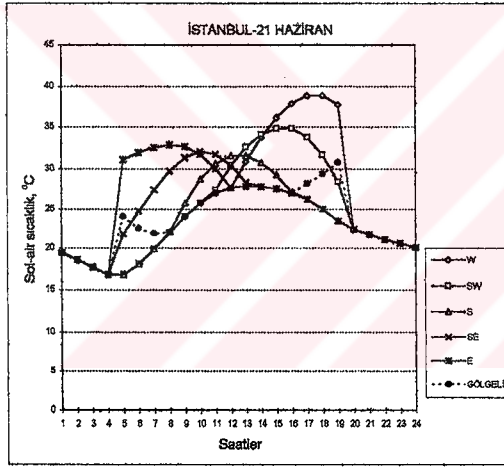
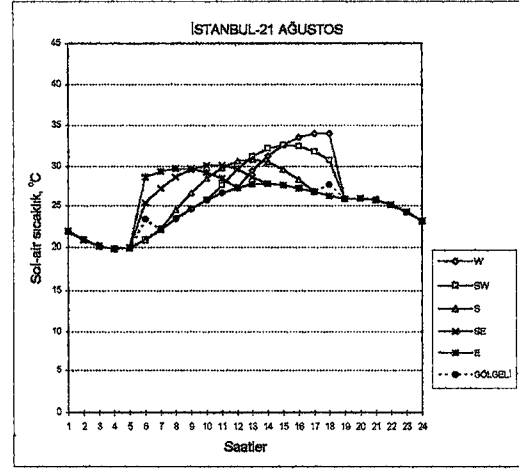
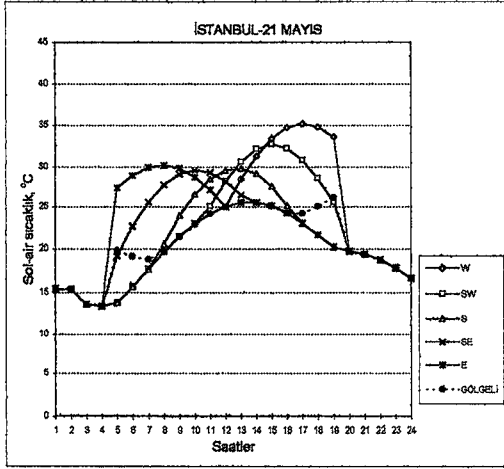
Şekil 5.3. Yönle ilgili olarak yapma soğutmanın istendiği dönem süresi.

$a_s = 0.40$

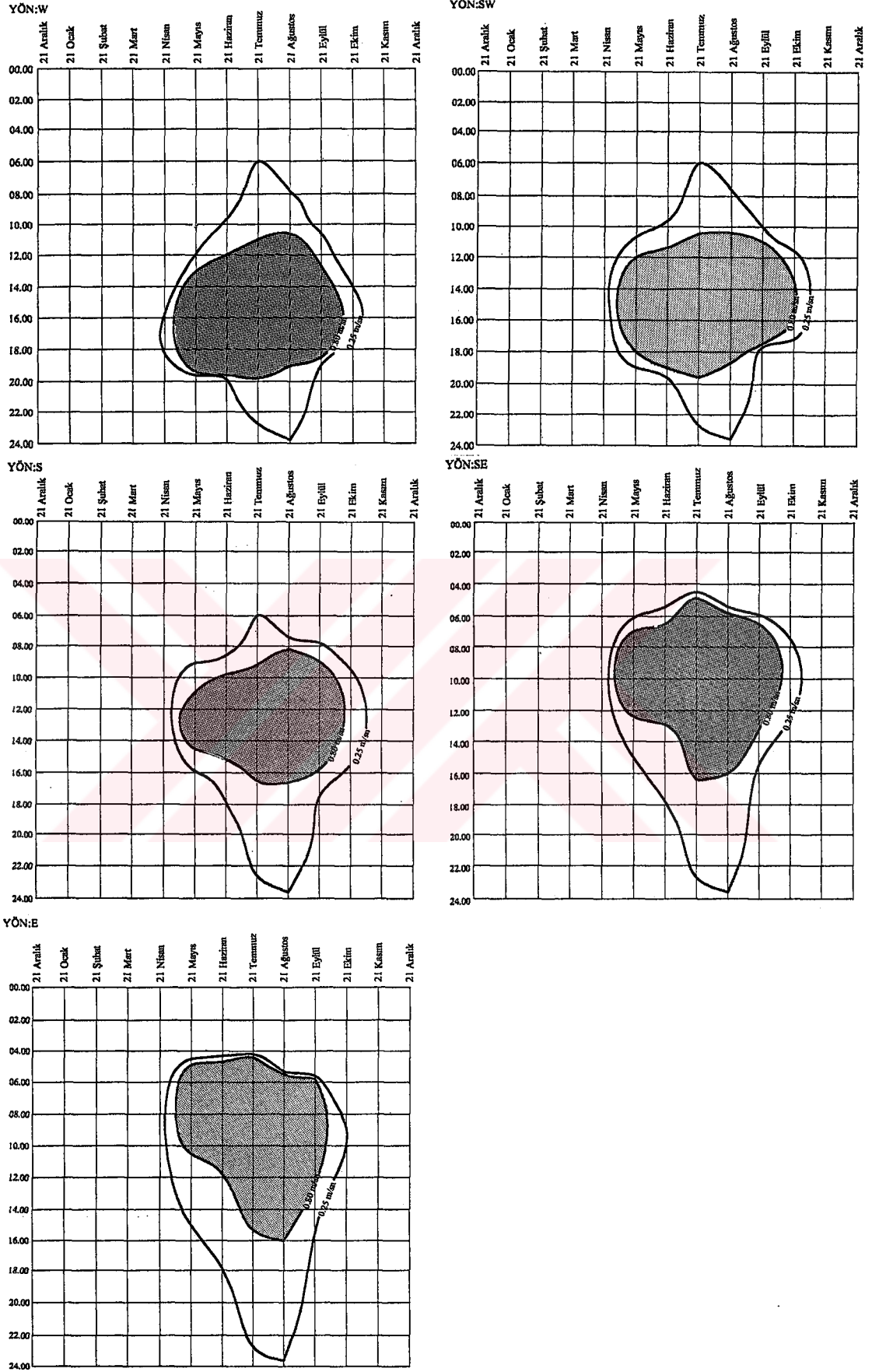


Şekil 5.2. İstanbul için yönle ilgili olarak sol-air sıcaklık değişimi.

$a_g = 0.70$



Şekil 5.2.'nin devamı.



Şekil 5.4. İstanbul için yönlere bağlı olarak belirlenen soğutmanın istendiği dönem.

5.2.2.7. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Cephe Dokusu Alternatiflerinin Birim Alanlarından Kazanılan Isı Miktarlarının Hesaplanması

Ele alınan cephe dokusu alternatiflerinin 21 Temmuz'da oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların cephede oluşturulan girinti ve çıkıntılardaki farklı toplam ısı geçirme katsayısı değerlerinin dikkate alınmasıyla, birim alanda ve birim zamanda oluşan ısı kazancı miktarları, Bölüm 4.2.2.7'de açıklanan bağıntılar yardımı ile hesaplatılmaktadır. Ele alınan her bir cephe dokusu için farklı toplam ısı geçirme katsayısına, yutuculuk katsayılarına ve yönlelere bağlı olarak saatlik ısı kazancı miktarı hesapları yapılırken güneşli saatler (5.00 - 19.00 arasındaki saatler) gözönüne alınmıştır. Hesaplara ait sonuçlar, grafikler halinde derlenmiştir (Şekiller 5.5-5.24).

Ayrıca hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarları, Bölüm 5.2.2.4'de yönlelere göre belirlenen soğutmanın istendiği dönem süresiyle çarpılarak her yön için farklı olan dönemlik ısı kazancı miktarları belirlenmiştir (Şekiller 5.25- 5.45).

5.2.3. Soğutmanın İstendiği Dönem İçin Hesaplanan Isı Kazancı Miktarlarının Karşılaştırılması

Bölüm 4.2.3.'de açıklandığı gibi, soğutmanın istendiği dönem için Bölüm 5.2.2.5.'de yönlelere göre hesaplanan saatlik ve dönemlik ısı kazancı miktarlarının karşılaştırılması yapılmıştır.

Soğutmanın istendiği dönem için hesaplanan saatlik ve dönemlik ısı kazancı miktarlarına göre yapılabilecek karşılaştırmalar;

- aynı yöne, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı cephe dokusuna sahip cephe opak bileşenlerinin farklı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip olması durumunda,
- aynı yöne, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı toplam ısı geçirme katsayısına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı cephe dokularına sahip olması durumunda,
- aynı cephe dokusu, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı yönlelere bakması durumunda,
- aynı yöne, aynı cephe dokusu ve aynı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı yutuculuk katsayılarına sahip olması durumunda

yapılmıştır. Toplam ısı geçirme katsayısına bağlı olarak yapılan karşılaştırmalar Şekil 5.25-5.36'da, cephe dokularına bağlı olarak yapılan karşılaştırmalar Şekil 5.37-

5.38'de, yönlerle bağlı olarak yapılan karşılaştırmalar Şekil 5.39-5.40'da, yutuculuk katsayılarına bağlı olarak yapılan karşılaştırmalar ise Şekil 5.41-5.45'de yapılmıştır.

5.3. Uygulama Çalışmasının Sonuçları

Yapılan uygulama çalışmasında;

- düz cephenin ve uygulama çalışmasında tasarlanan cephe dokusu alternatiflerinin, yönlerle, yutuculuk katsayılarına ve toplam ısı geçirme katsayılarına bağlı olarak, ısı kazancı miktarları açısından birbirleriyle ve

- tasarlanan cephe dokuları, yönlerle, yutuculuk katsayılarına ve toplam ısı geçirme katsayılarına bağlı olarak, ısı kazancı miktarları açısından düz cepheyle,

karşılaştırılmışlardır. Buna göre yapılabilecek karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır:

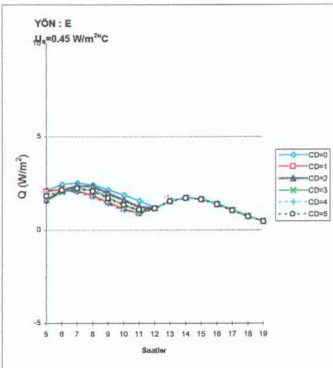
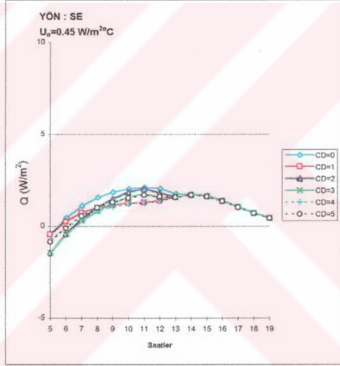
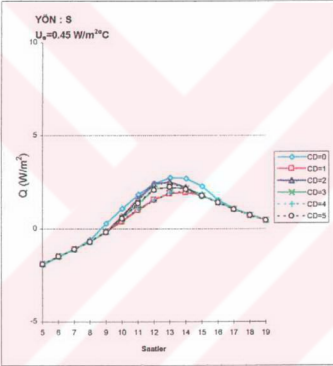
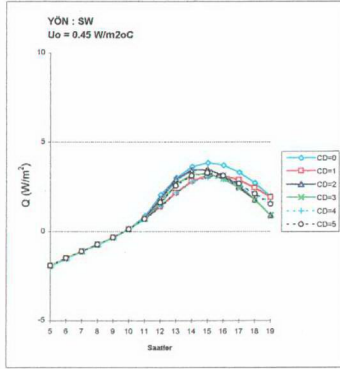
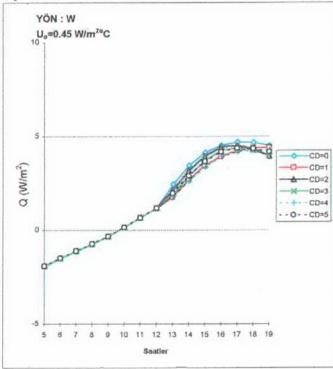
- **Düz cephenin ve uygulama çalışmasında tasarlanan cephe dokusu alternatiflerinin, yönlerle, yutuculuk katsayılarına ve toplam ısı geçirme katsayılarına bağlı olarak, ısı kazancı miktarları açısından birbirleriyle karşılaştırılması:**

Bölüm 5.2.3.'de yapılan, yapma soğutmanın istendiği dönem için saatlik ısı kazancı miktarları Şekil 5.5-5.24'de ve dönemlik ısı kazancı miktarları hesapları Şekil 5.25-5.45'de görülmektedir. Buna göre yapılabilecek karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda açıklanmıştır:

- Soğutmanın istendiği dönemde, tasarlanan cephe dokusu alternatiflerinin, ele alınan tüm yönlerde, tamamen düz olan cephelere göre daha az ısı kazancı sağladığı ve soğutma enerjisi korunumunda etkili olduğu görülmüştür (Şekil 5.5-5.24, Şekil 5.37-5.38).
- Aynı yöne, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı cephe dokusuna sahip cephe opak bileşenlerinin farklı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip olması durumunda yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.25-5.36), cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı (U_o) yükseldikçe saatlik ısı kazancı miktarının da arttığı görülmüştür. Soğutmanın istendiği dönemde en düşük ısı kazancı miktarını sağlayan alternatif ele alınan örnekler arasında en düşük toplam ısı geçirme katsayısı olan $U_o=0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ 'dir.

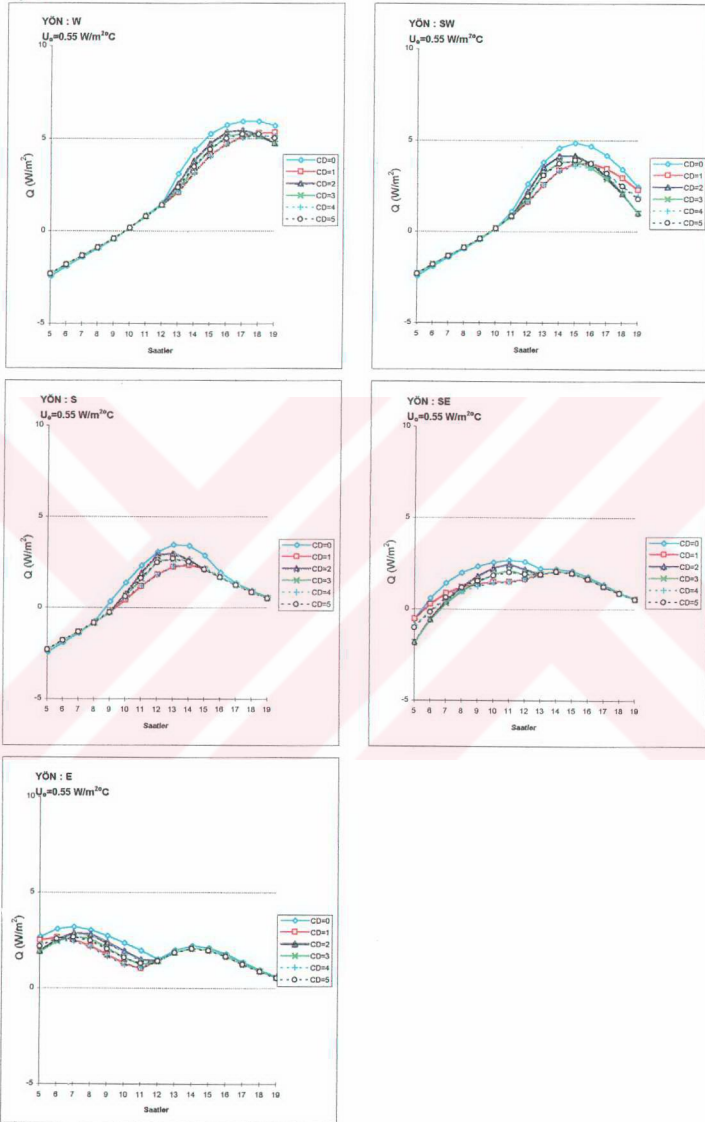
- Aynı yutuculuk katsayısına ve aynı toplam ısı geçirme katsayısına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı cephe dokularına sahip olması durumunda ve yönlendiriliş durumuna bağlı olarak yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.37-5.38):
 - Batıya yönlendirilmiş cephe opak bileşenleri arasında en düşük ısı kazancı miktarını cephe dokusu CD=4 sağlamakta ve bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=3, CD=5, CD=2 izlemektedir.
 - Güneybatıya yönlendirilmiş cephe opak bileşenleri arasında en düşük ısı kazancı miktarını cephe dokusu CD=4 ve CD=3 sağlamaktadır. Bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=2, CD=5 izlemektedir.
 - Güneye yönlendirilmiş cephe opak bileşenleri arasında en düşük ısı kazancı miktarını cephe dokusu CD=1 sağlamakta ve bu alternatifi sırasıyla CD=4, CD=5-3, CD=2 izlemektedir.
 - Güneydoğuya yönlendirilmiş cephe opak bileşenleri arasında en düşük ısı kazancı miktarını cephe dokusu CD=4 ve CD=3 sağlamaktadır. Bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=2, CD=5 izlemektedir.
 - Doğuya yönlendirilmiş cephe opak bileşenleri arasında en düşük ısı kazancı miktarını cephe dokusu CD=4 sağlamakta ve bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=3, CD=5, CD=2 izlemektedir.
- Aynı cephe dokusu, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı yönler bakması durumunda yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.39-5.40), en düşük ısı kazancı miktarını sağlayan yön güney (S) 'dir ve bu yönü sırasıyla güneybatı (SW), güneydoğu (SE), doğu (E), batı (W) izlemektedir.
- Aynı toplam ısı geçirme katsayılarına, aynı yöne ve aynı cephe dokusuna sahip cephe opak bileşenlerinin farklı yutuculuk katsayılarına sahip olması durumunda yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.41-5.45), cephe opak bileşenine ait yutuculuk katsayısının (a_o) yükselmesi saatlik ısı kazancı miktarını artırmaktadır. Soğutmanın istendiği dönemde, en düşük ısı kazancı miktarını sağlayan alternatif ele alınan örnekler arasında en düşük yutuculuk katsayısı olan $a_o=0.40$ 'dır.

$$a_0 = 0.40$$



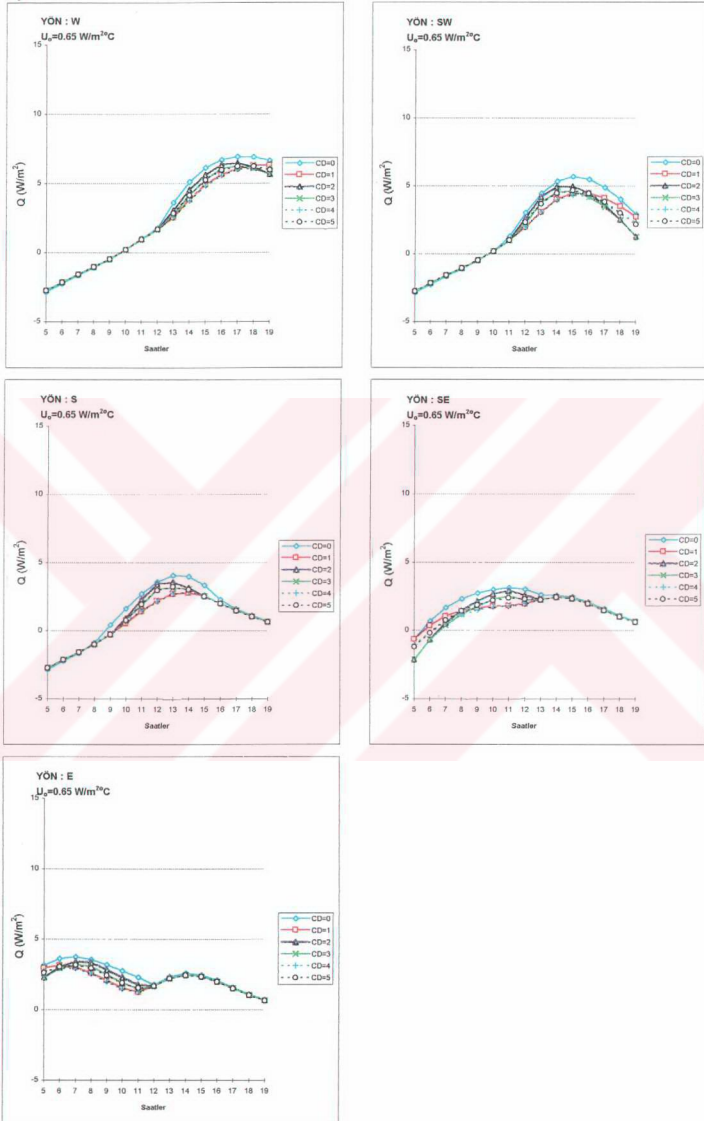
Şekil 5.5. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



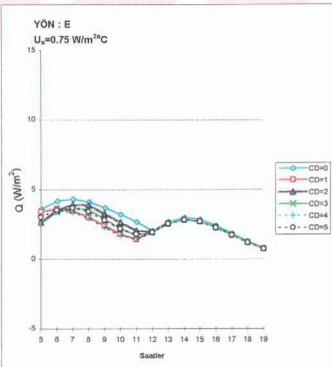
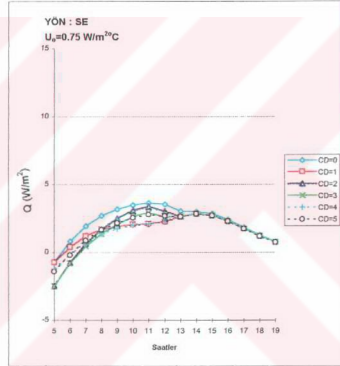
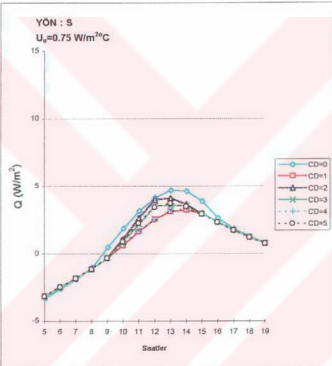
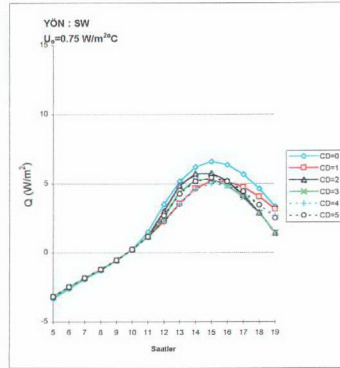
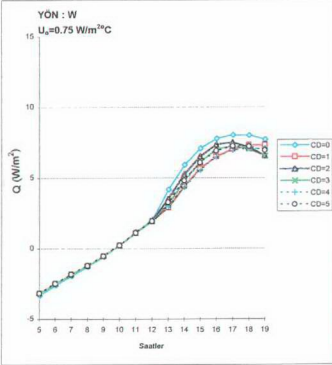
Şekil 5.6. Soğutmanın istendiği dönemde $U_w=0.55 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



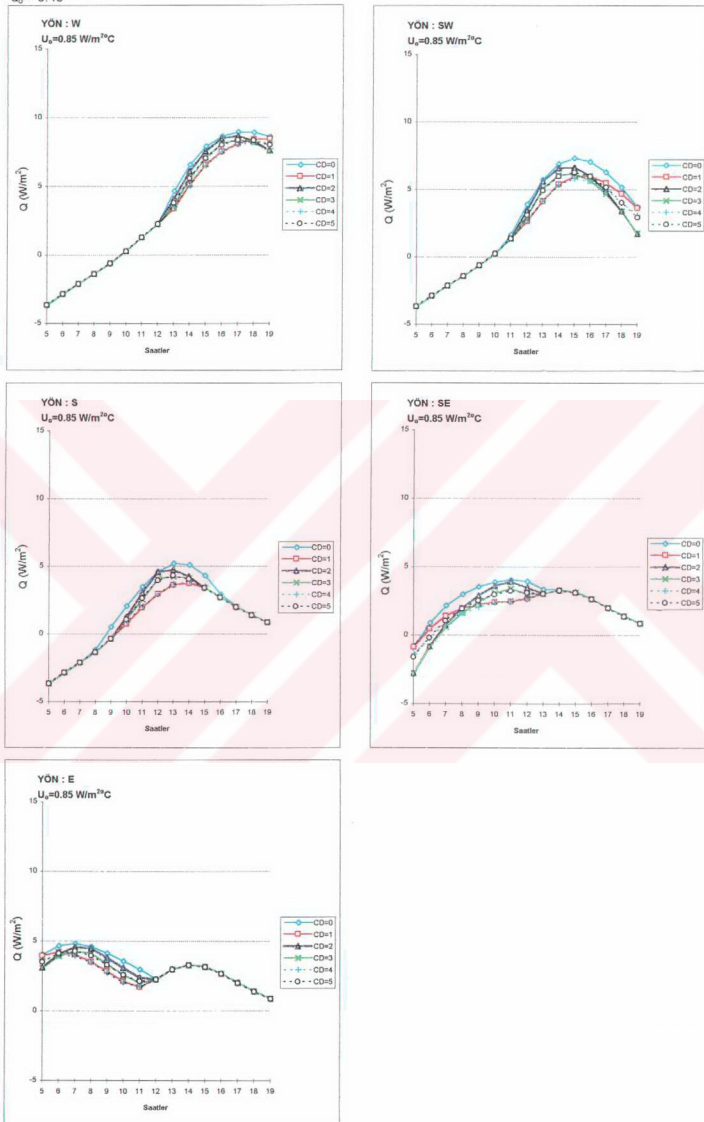
Şekil 5.7. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=0.65 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



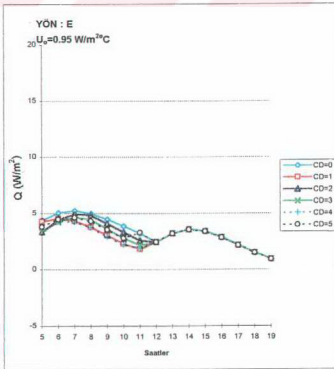
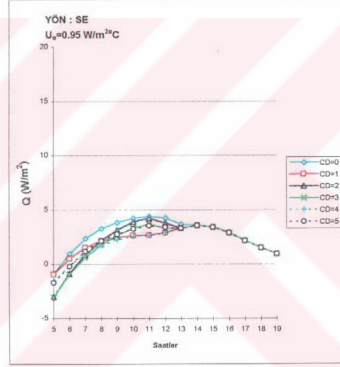
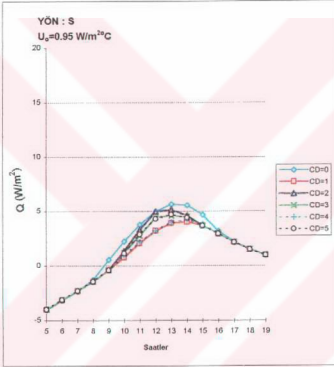
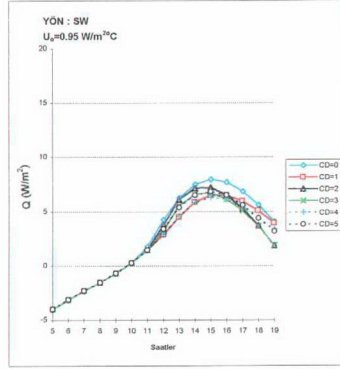
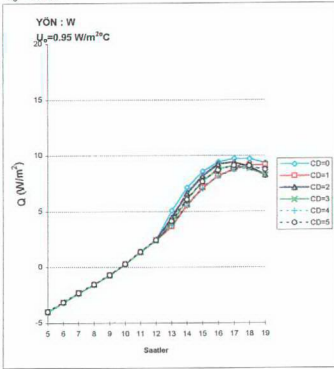
Şekil 5.8. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o = 0.75 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



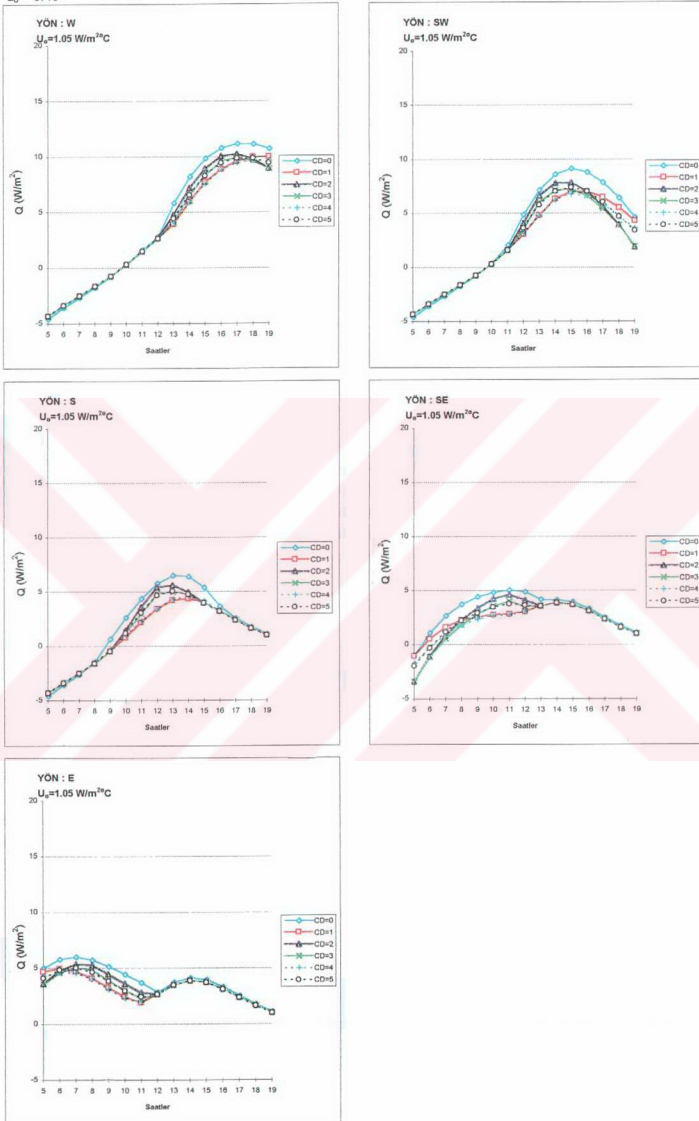
Şekil 5.9. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=0.85 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephedokuşu ve yöne göre değişimi.

$a_0 = 0.40$



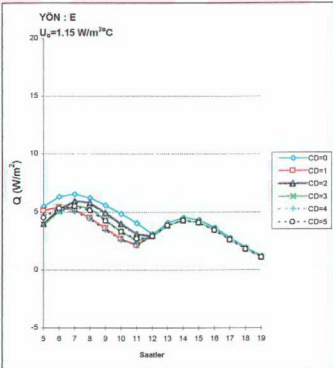
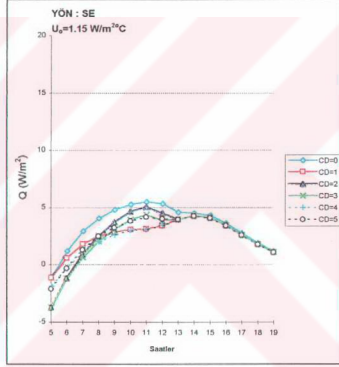
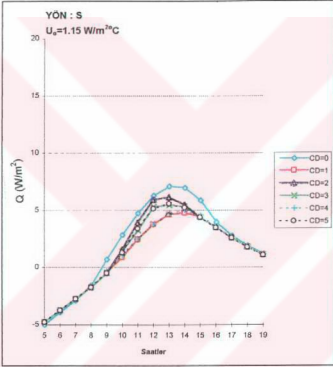
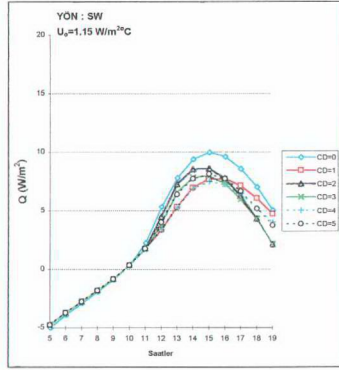
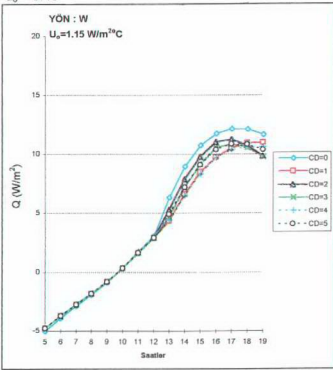
Şekil 5.10. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0 = 0.95 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



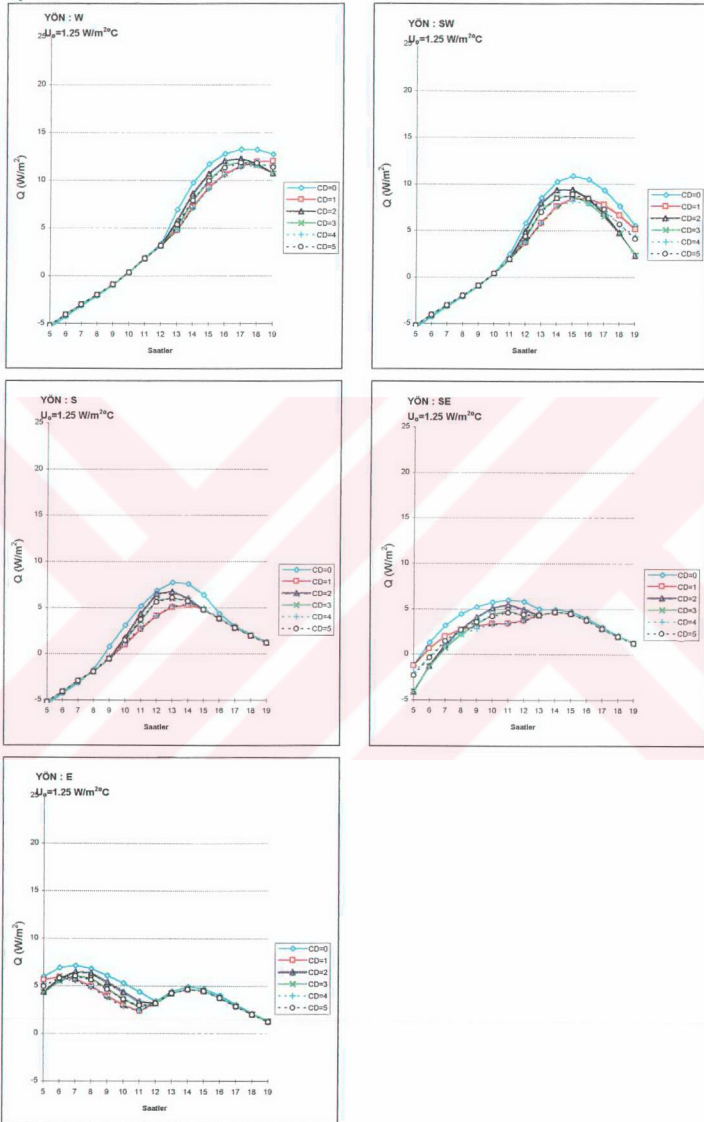
Şekil 5.11. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.05 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



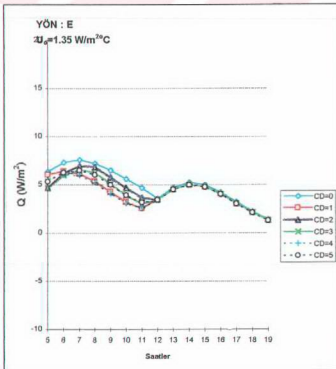
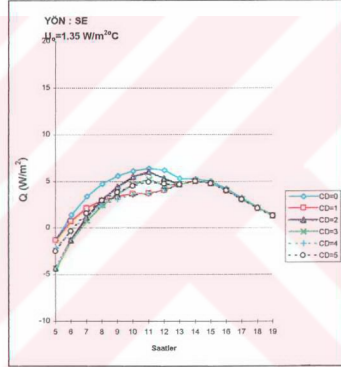
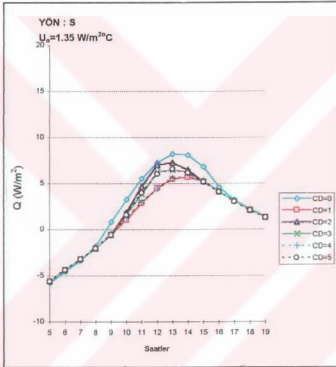
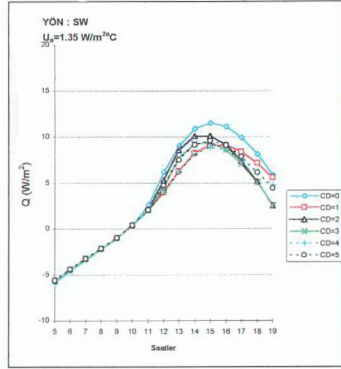
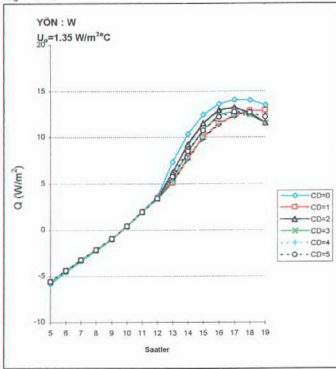
Şekil 5.12. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=1.15 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$

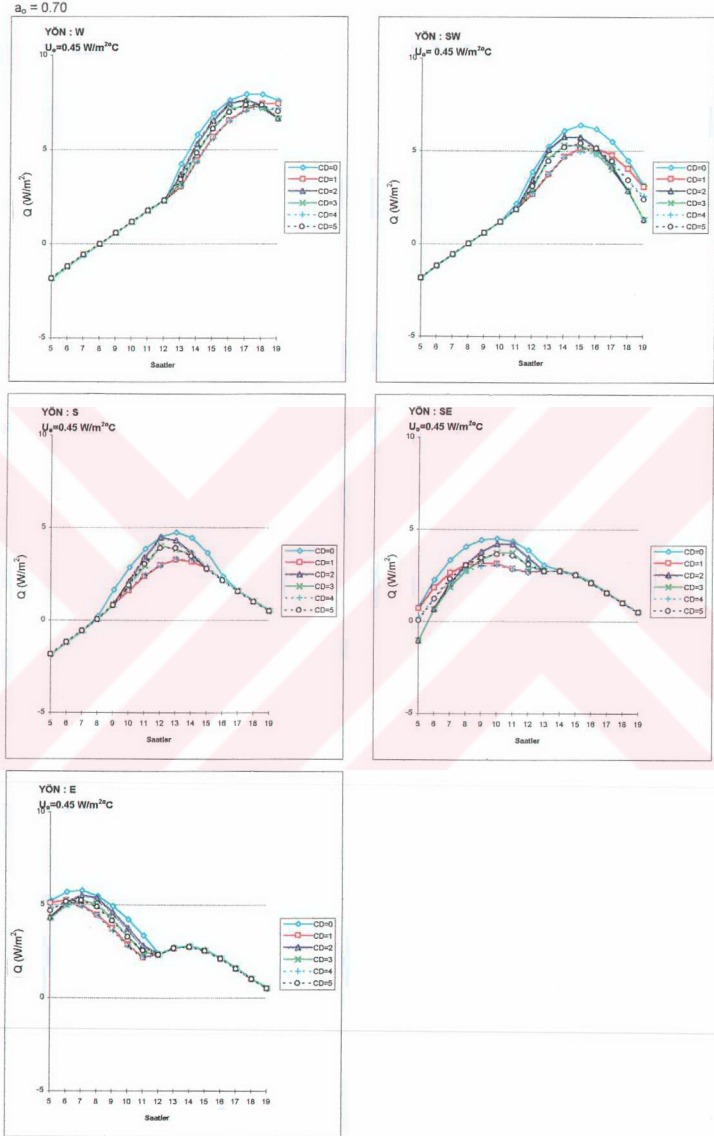


Şekil 5.13. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=1.25 W/m^2\text{°C}$ ve $a_0=0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$

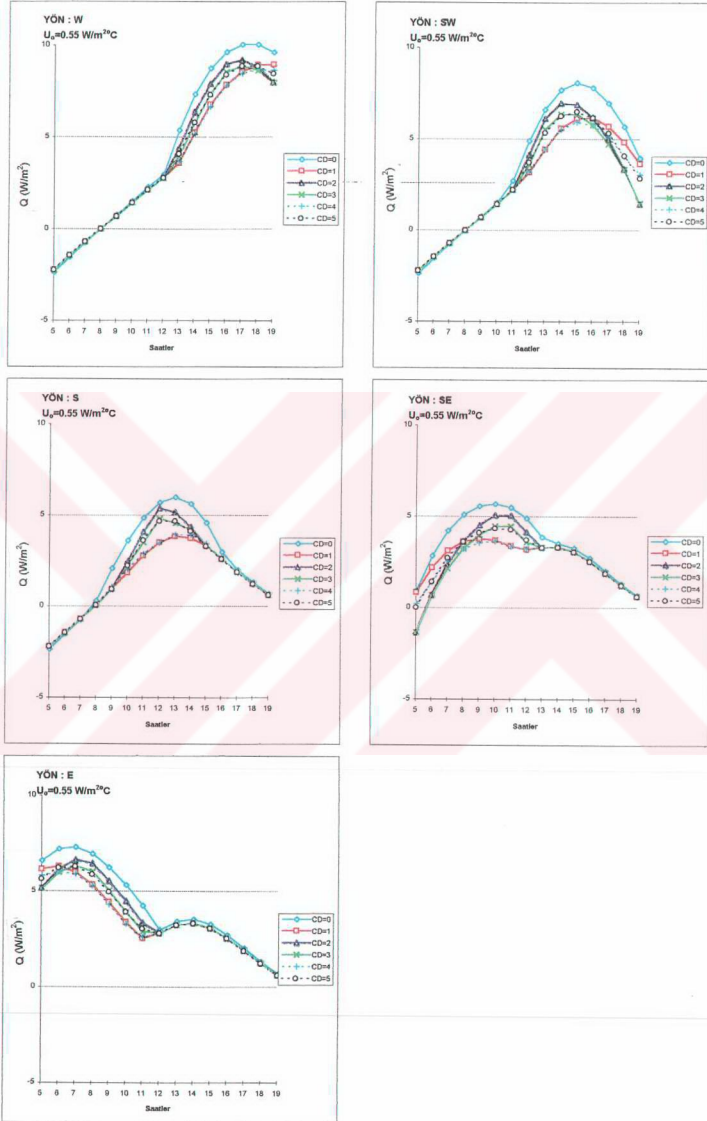


Şekil 5.14. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0 = 1.35 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.40$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.



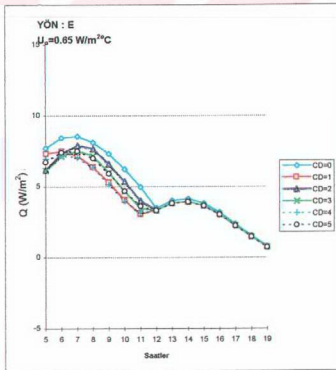
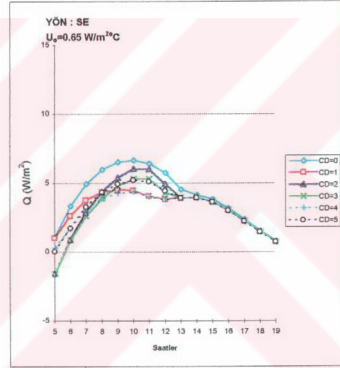
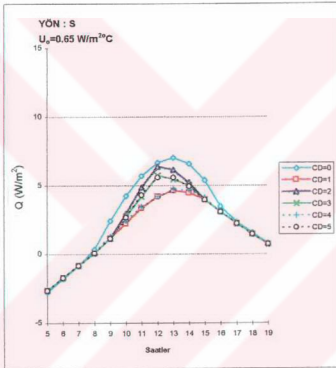
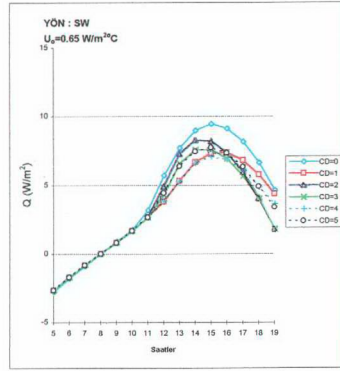
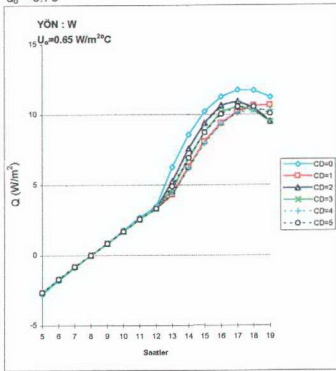
Şekil 5.15. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$



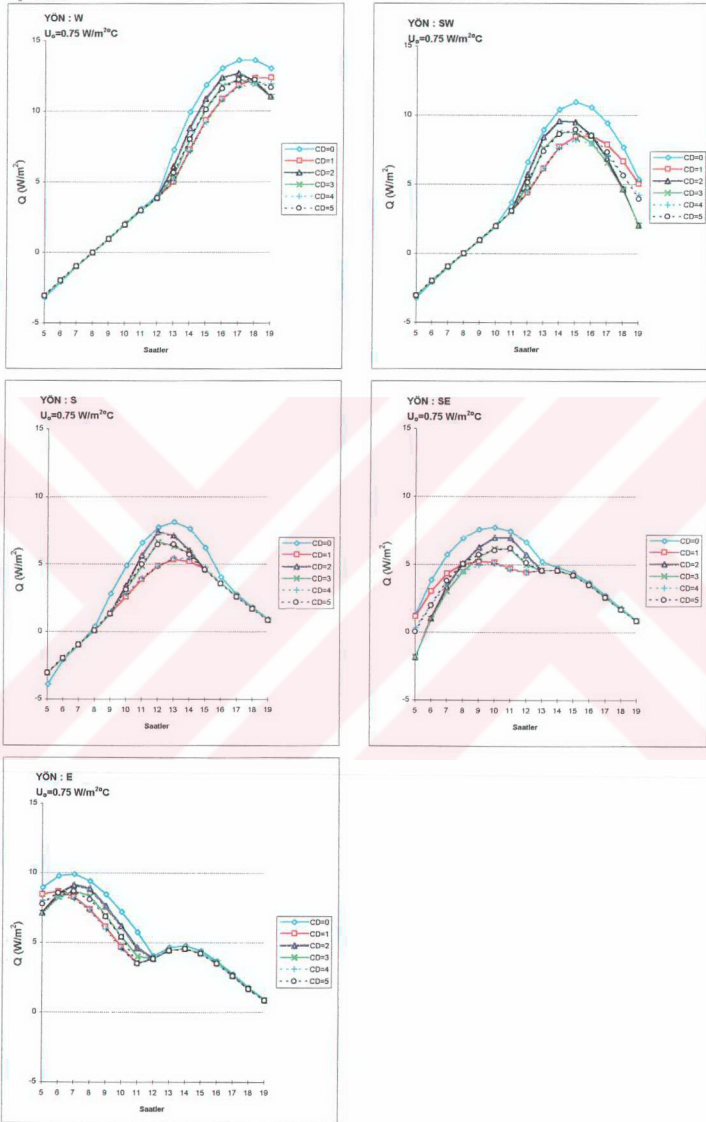
Şekil 5.16. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.55 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephedokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$



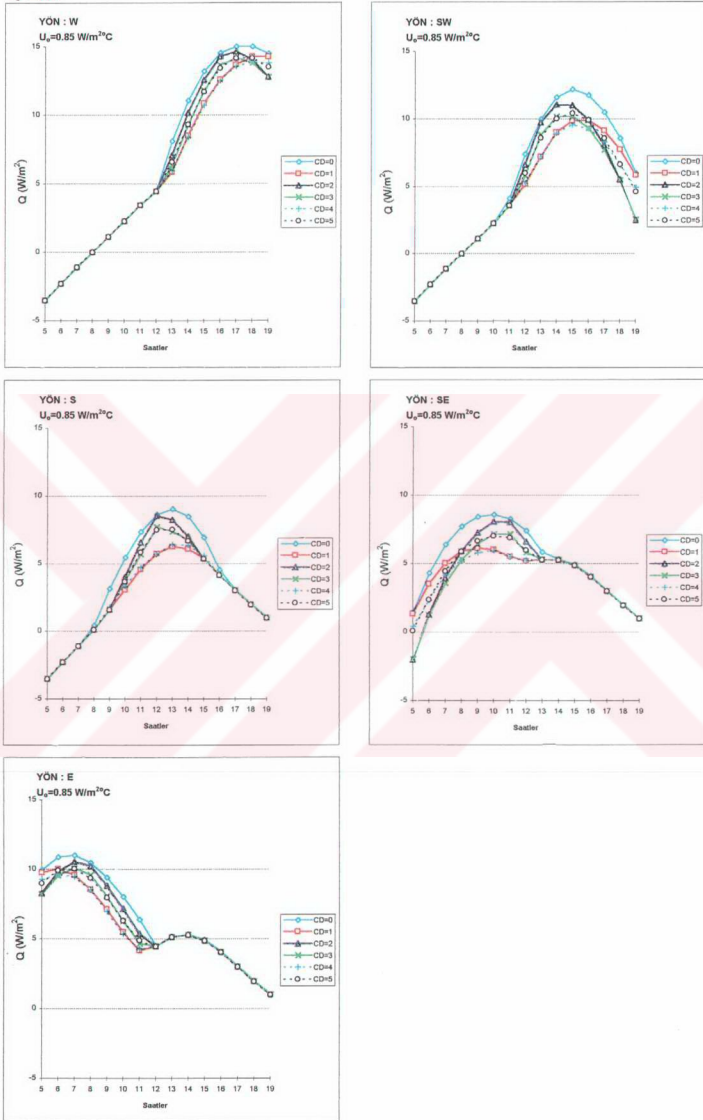
Şekil 5.17. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o = 0.65 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$



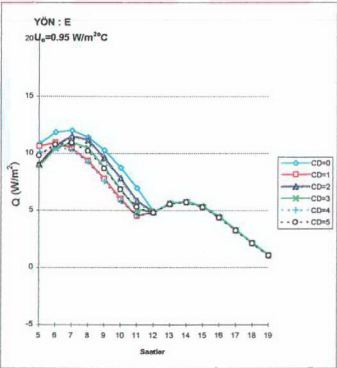
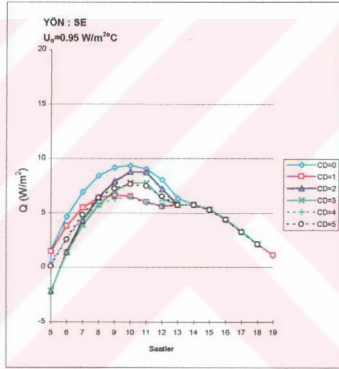
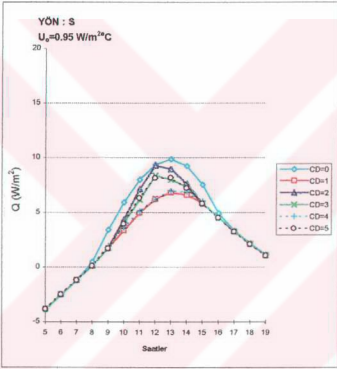
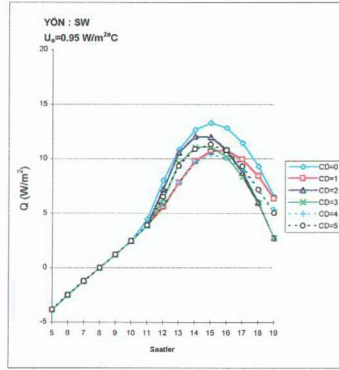
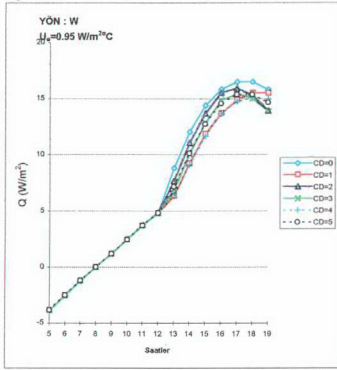
Şekil 5.18. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=0.75 W/m^2C$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$a_0 = 0.70$



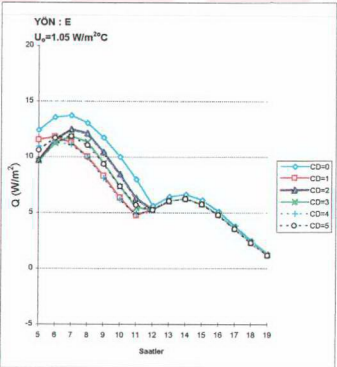
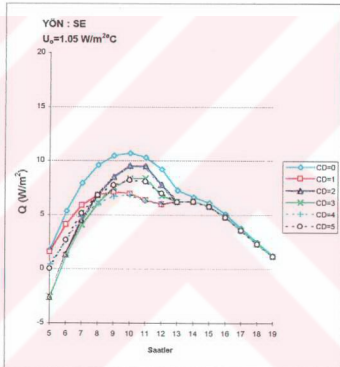
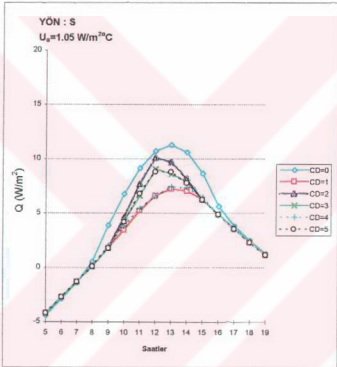
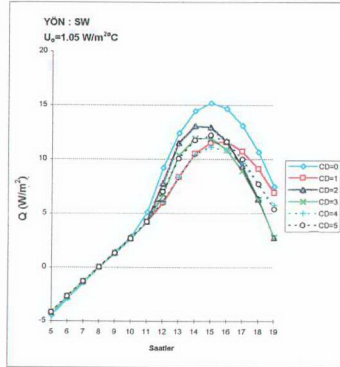
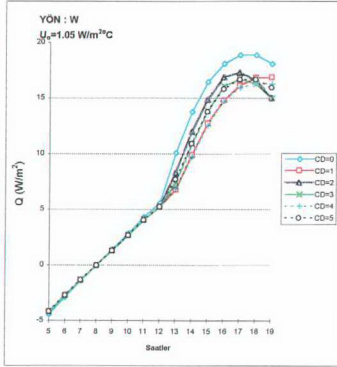
Şekil 5.19. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0=0.85 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$a_0 = 0.70$



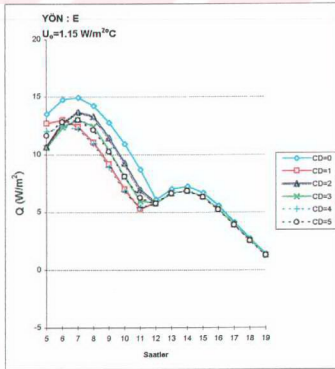
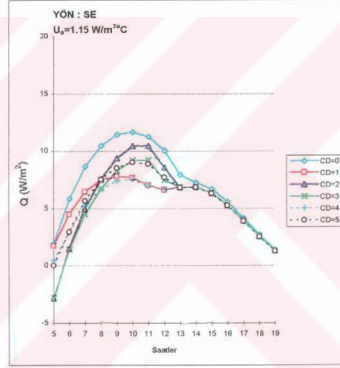
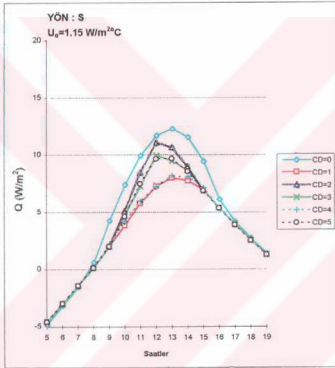
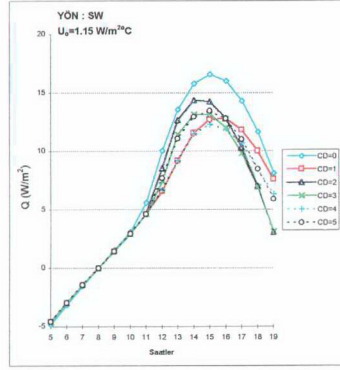
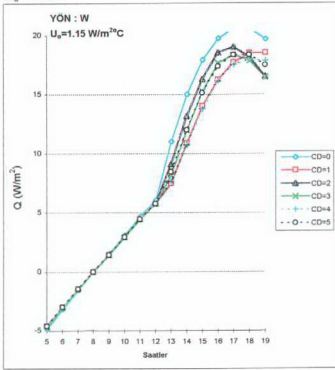
Şekil 5.20. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0 = 0.95 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$a_0 = 0.70$



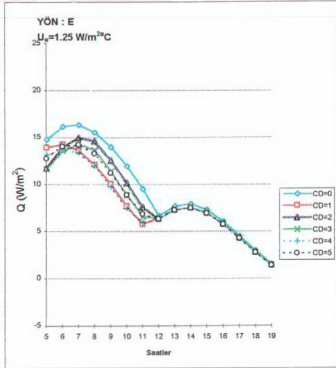
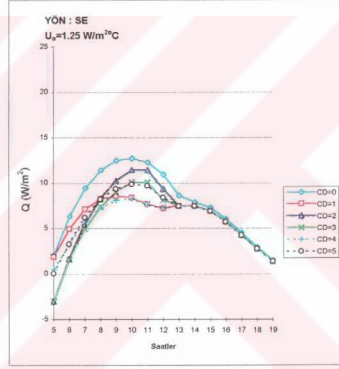
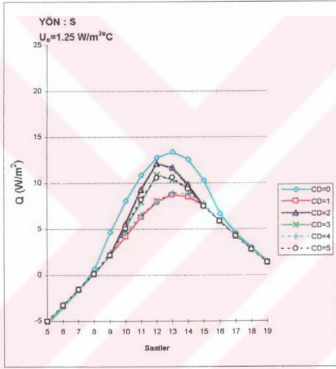
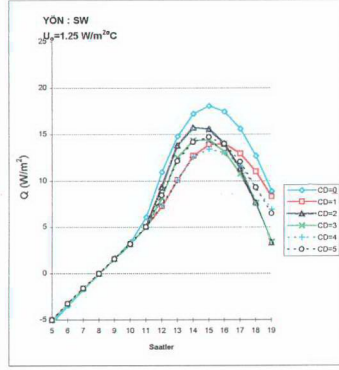
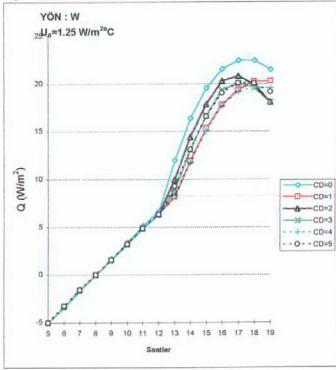
Şekil 5.21. Soğutmanın istendiği dönemde $U_0 = 1.05 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_0 = 0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$



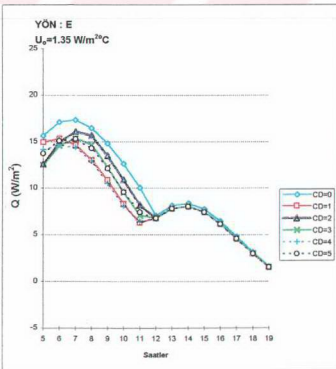
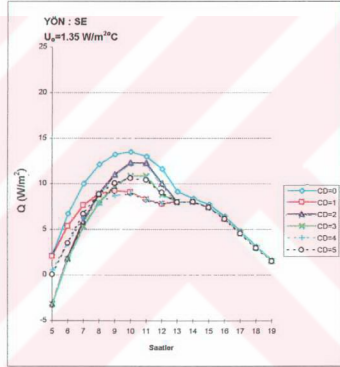
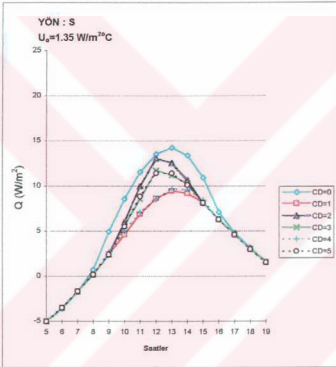
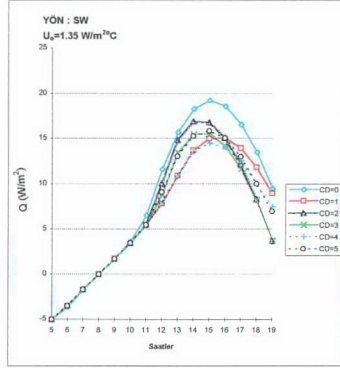
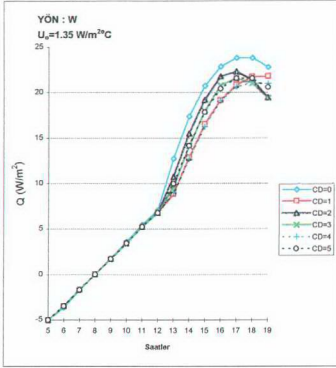
Şekil 5.22. Soğutmanın istendiği dönemde $U_a=1.15 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$a_0 = 0.70$



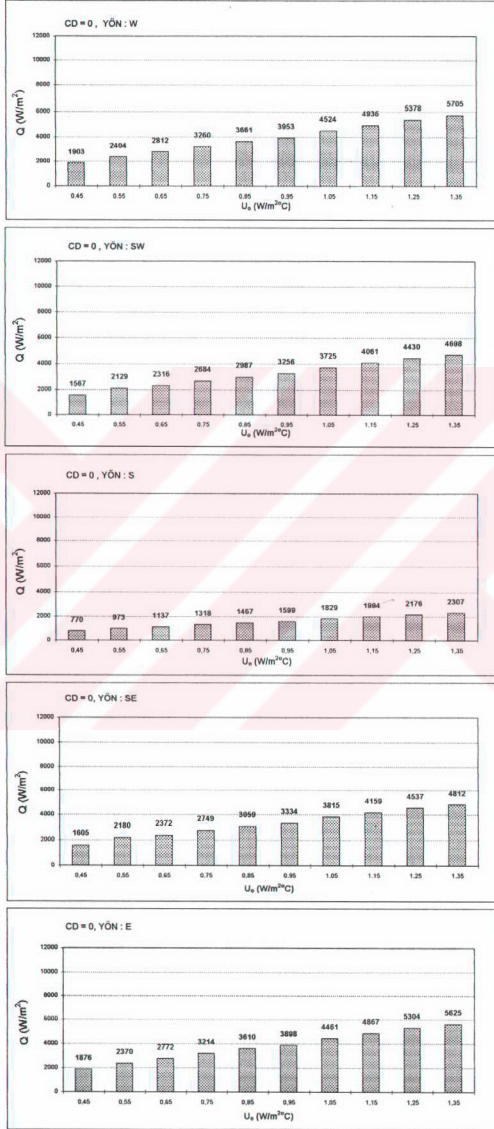
Şekil 5.23. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o = 1.25 \text{ W/m}^2\text{°C}$ ve $a_0 = 0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$



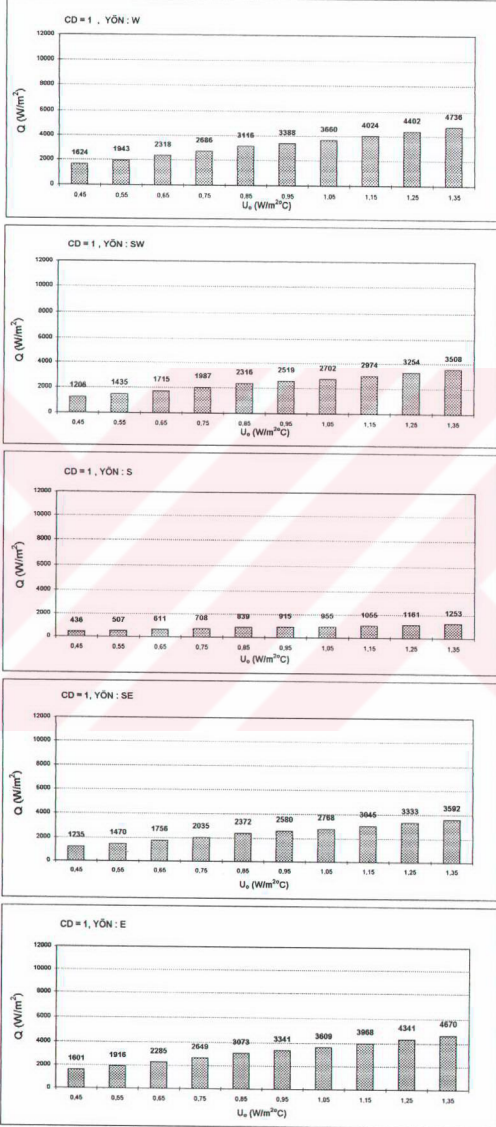
Şekil 5.24. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.35 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $a_0=0.70$ için hesaplanan saatlik ısı kazancı miktarlarının cephe dokusu ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



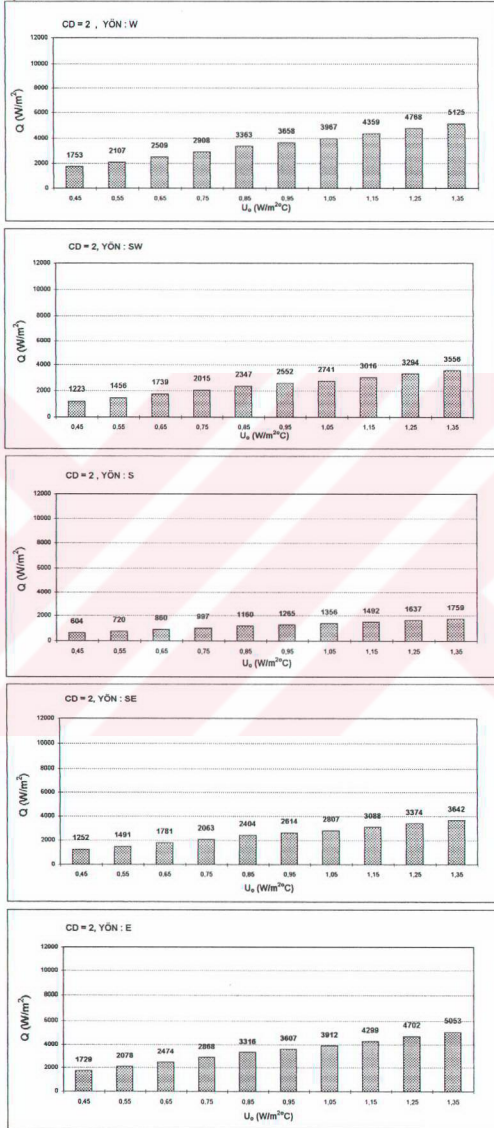
Şekil 5.25. Soğutmanın istendiği dönemde $CD=0$, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirime katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



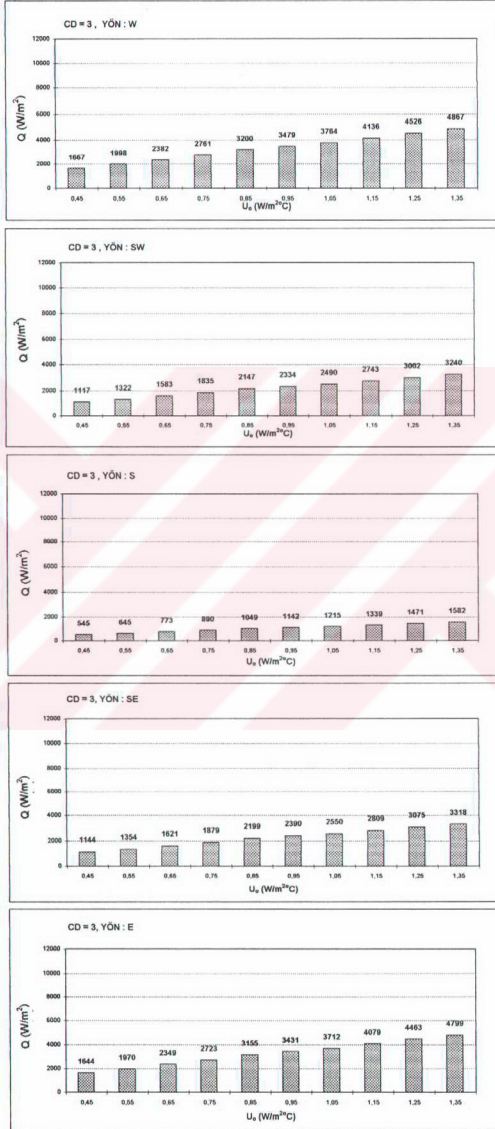
Şekil 5.26. Soğutmanın istendiği dönemde CD=1, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$



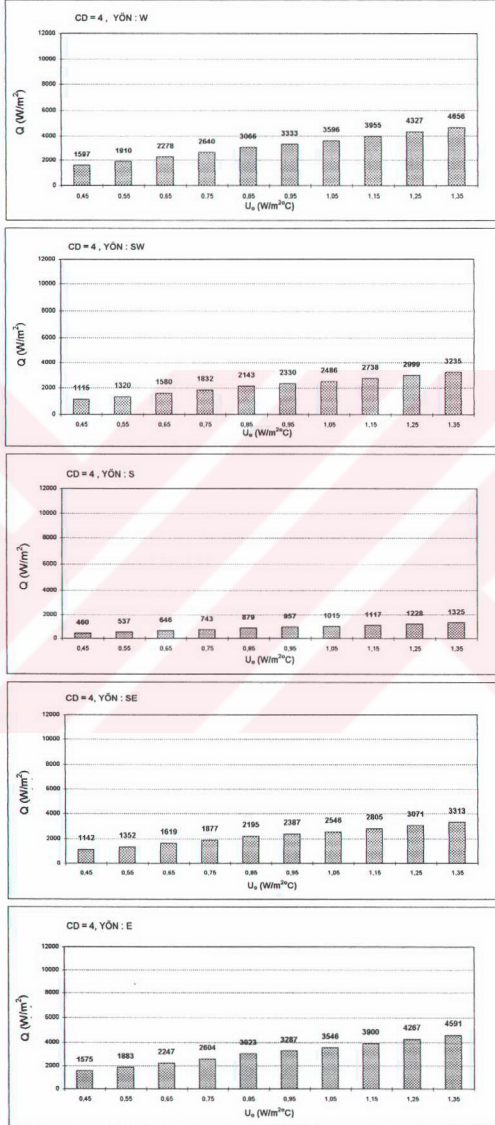
Şekil 5.27. Soğutmanın istendiği dönemde CD=2, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$

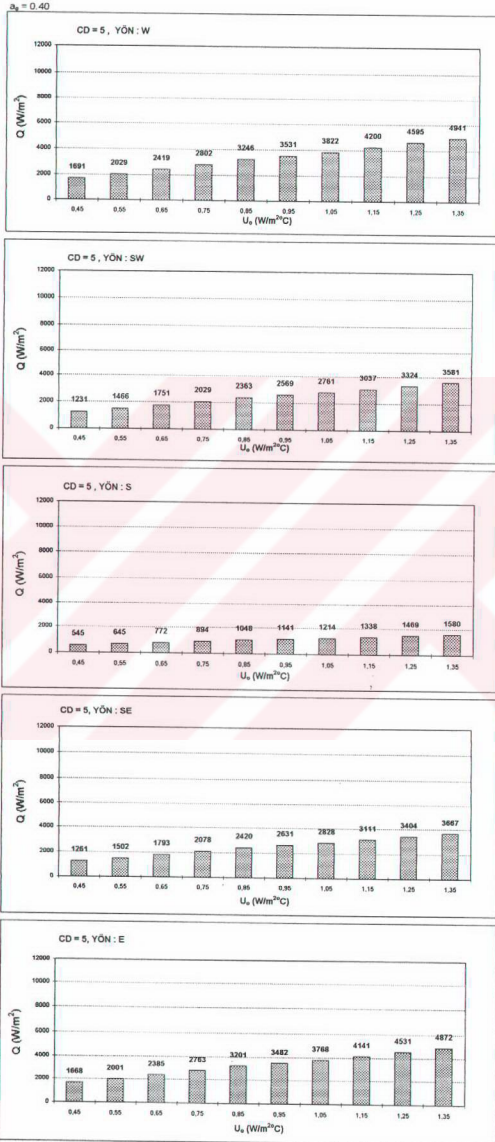


Şekil 5.28. Soğutmanın istendiği dönemde CD=3, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.40$$

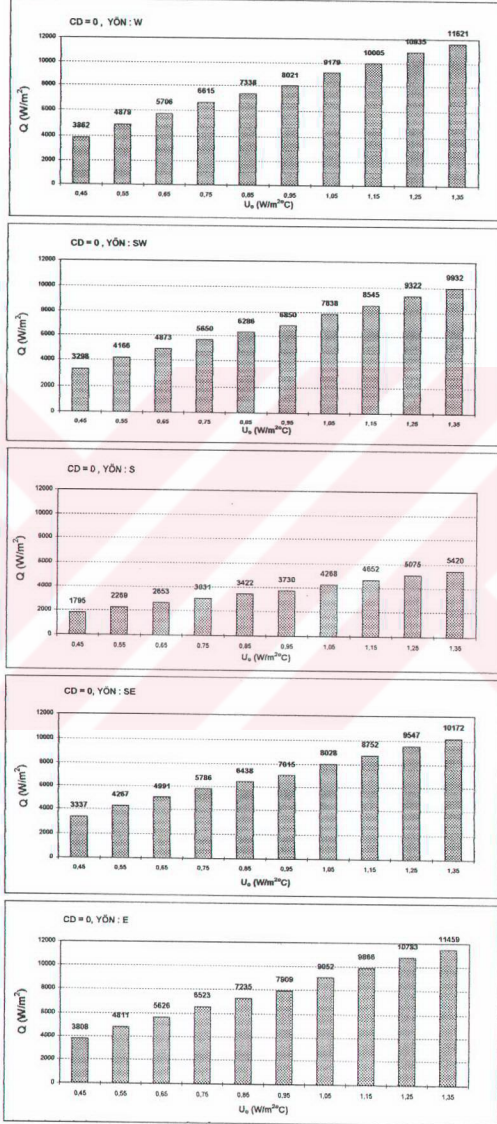


Şekil 5.29. Soğutmanın istendiği dönemde CD=4, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.



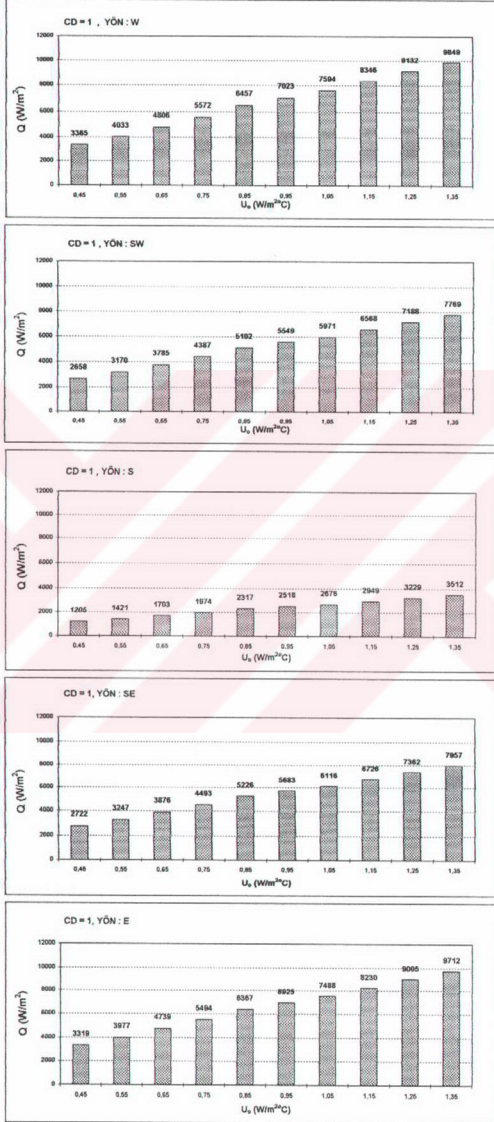
Şekil 5.30. Soğutmanın istendiği dönemde $CD=5$, $a_0=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$

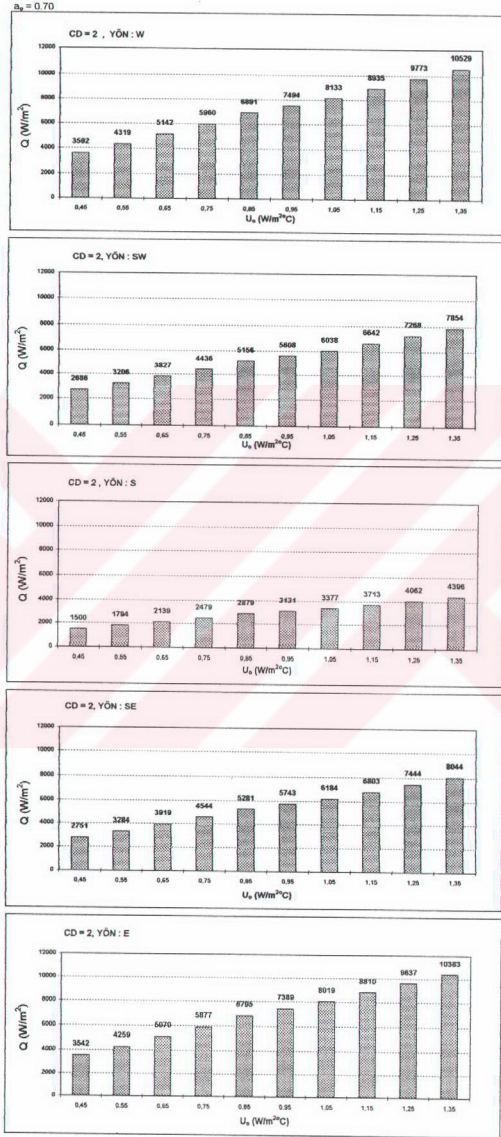


Şekil 5.31. Soğutmanın istendiği dönemde $CD=0$, $a_0=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$a_o = 0.70$

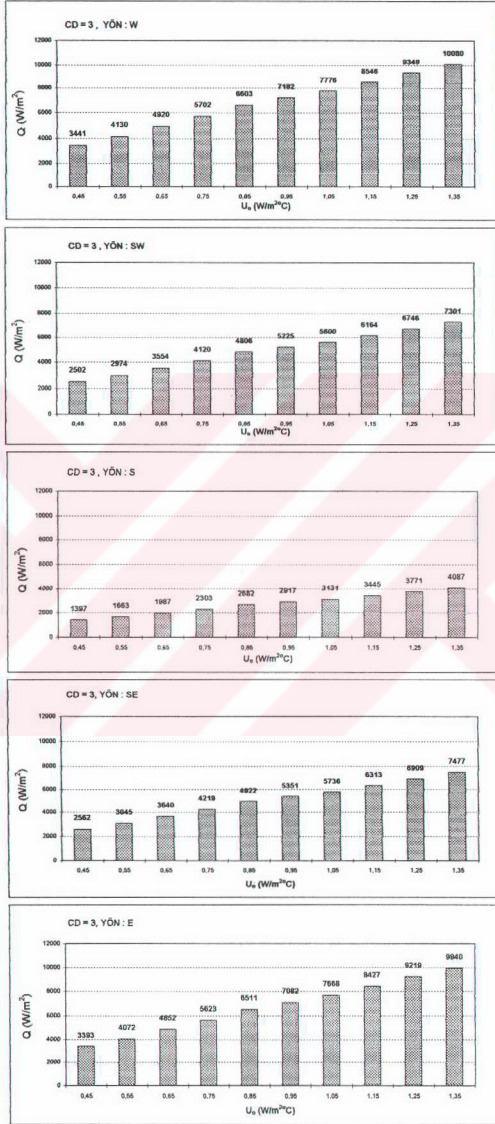


Şekil 5.32. Soğutmanın istendiği dönemde $CD=1$, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.



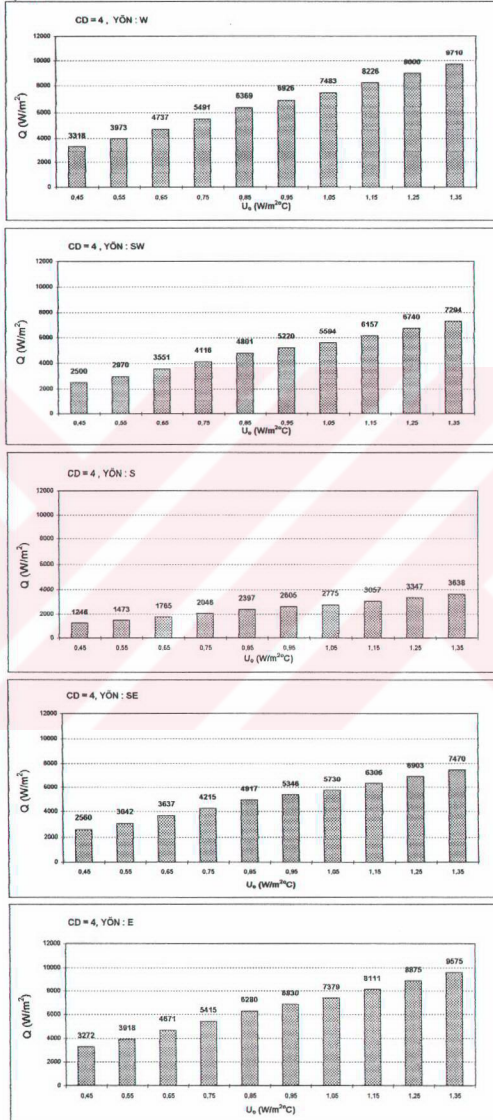
Şekil 5.33. Soğutmanın istendiği dönemde CD=2, $a_0=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$a_o = 0.70$



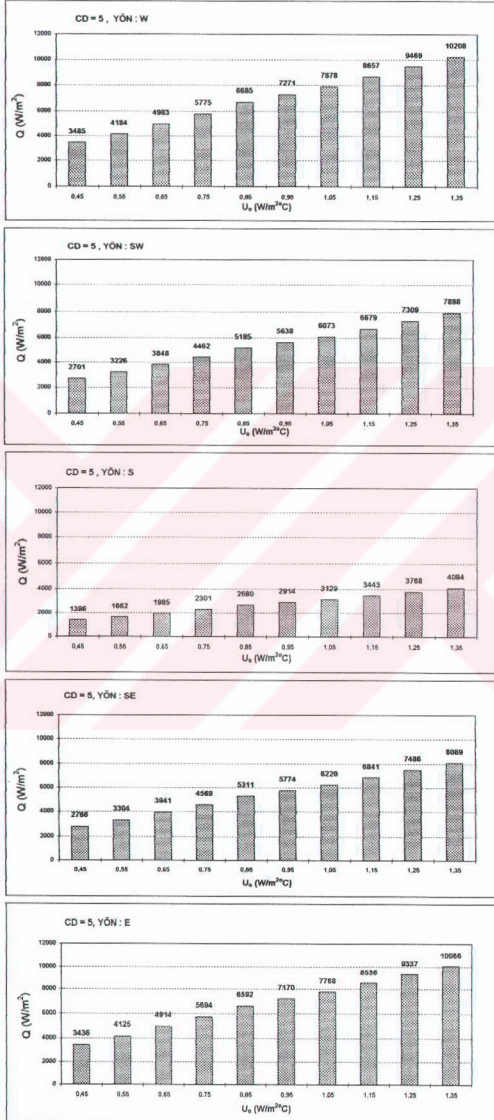
Şekil 5.34. Soğutmanın istendiği dönemde CD=3, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$a_o = 0.70$



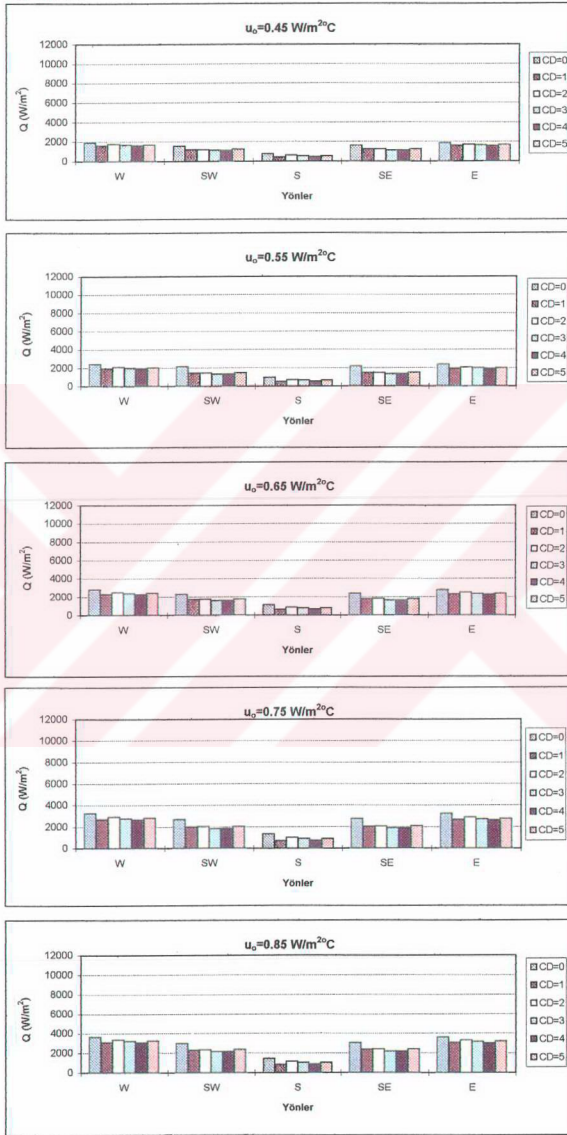
Şekil 5.35. Soğutmanın istendiği dönemde CD=4, $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_g = 0.70$$



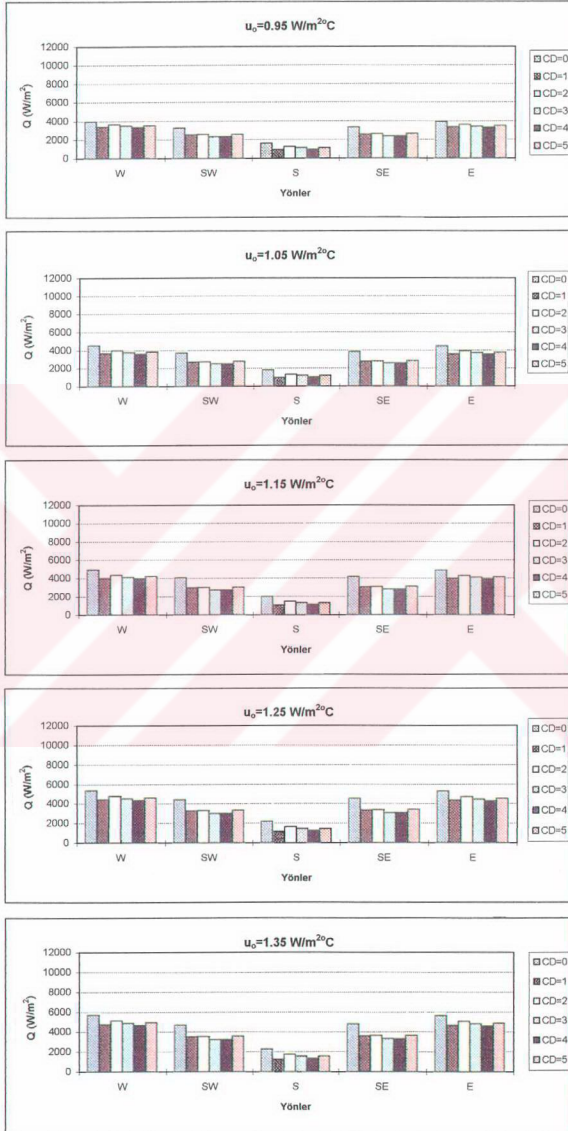
Şekil 5.36. Soğutmanın istendiği dönemde CD=5, $a_g=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_o = 0.40$$



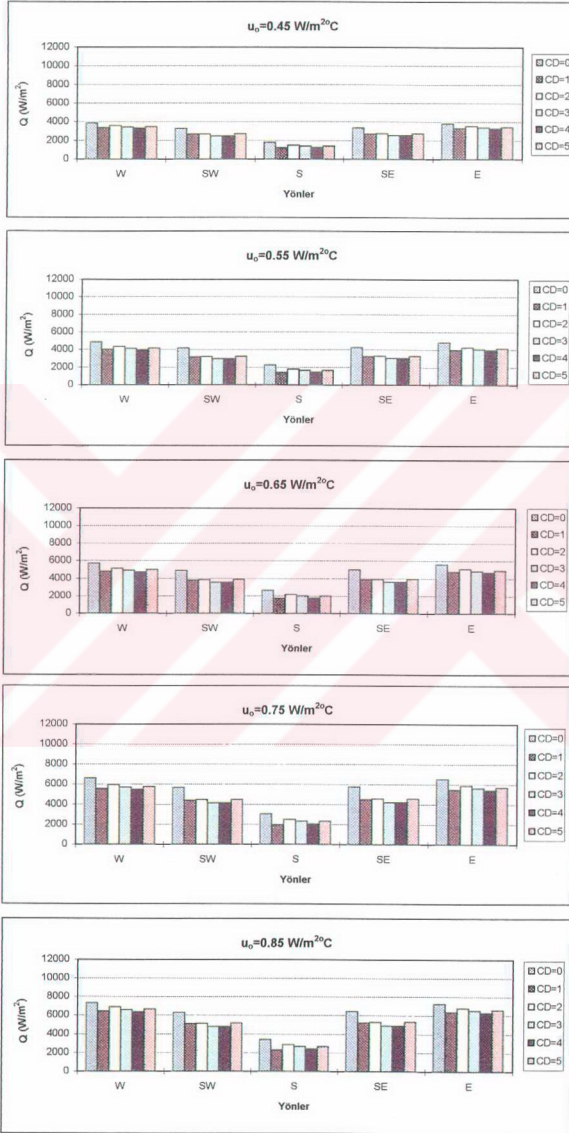
Şekil 5.37. Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve cephe dokusuna göre değişimi.

$$a_o = 0.40$$



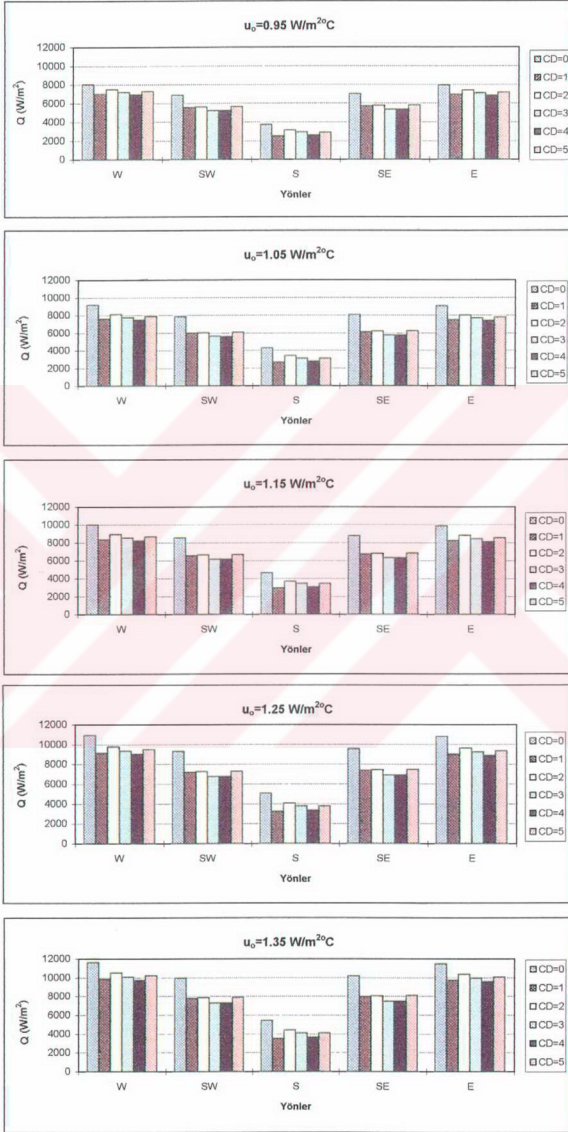
Şekil 5.37'nin devamı.

$$a_o = 0.70$$



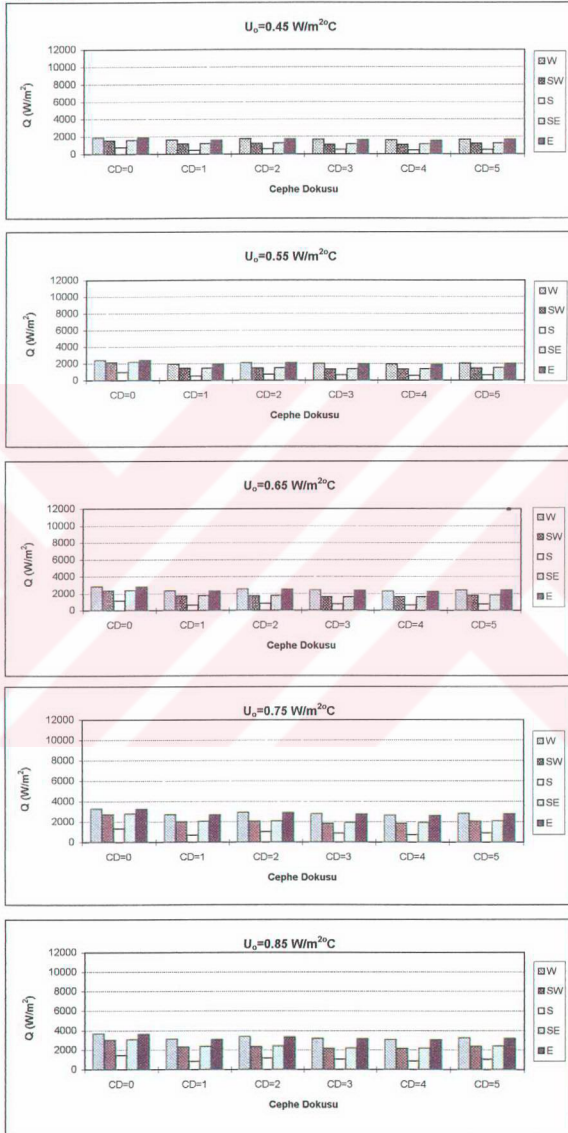
Şekil 5.38. Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve cephe dokusuna göre değişimi.

$$a_o = 0.70$$



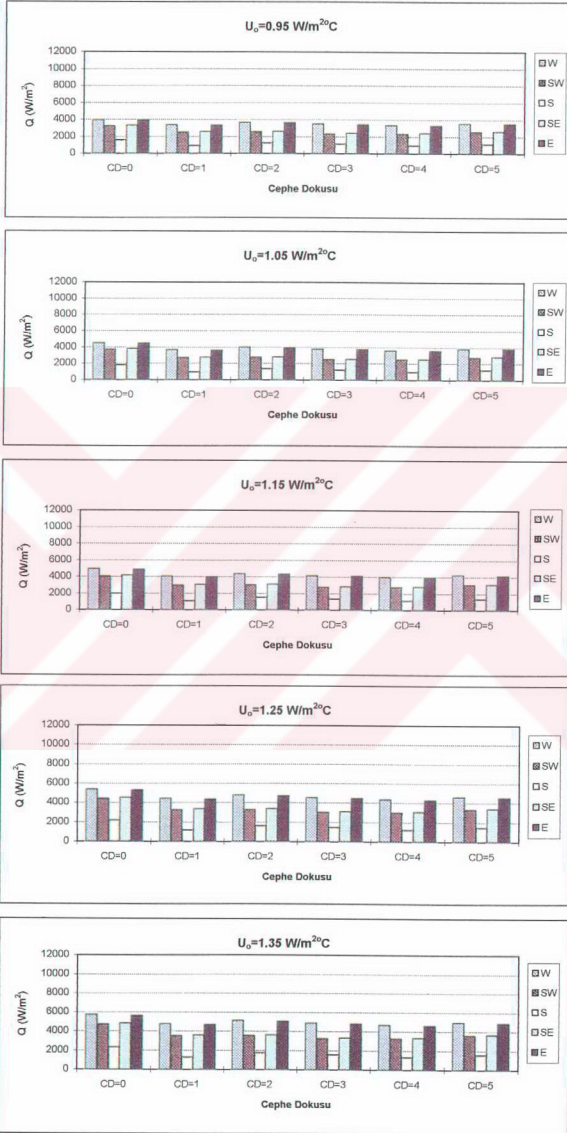
Şekil 5.38'in devamı.

$$a_o = 0.40$$



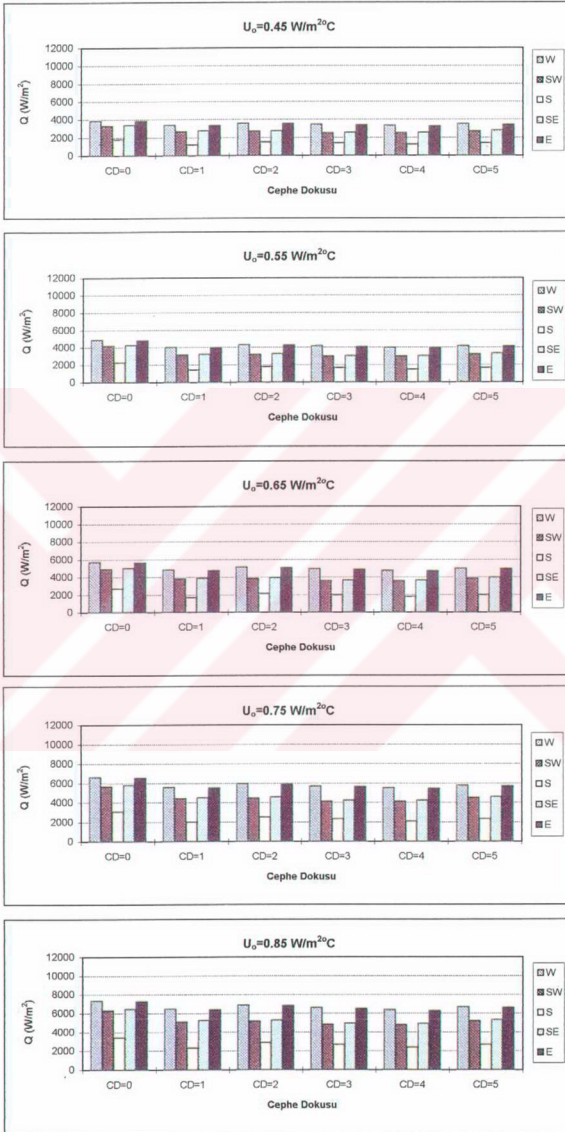
Şekil 5.39. Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.40$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_o = 0.40$$



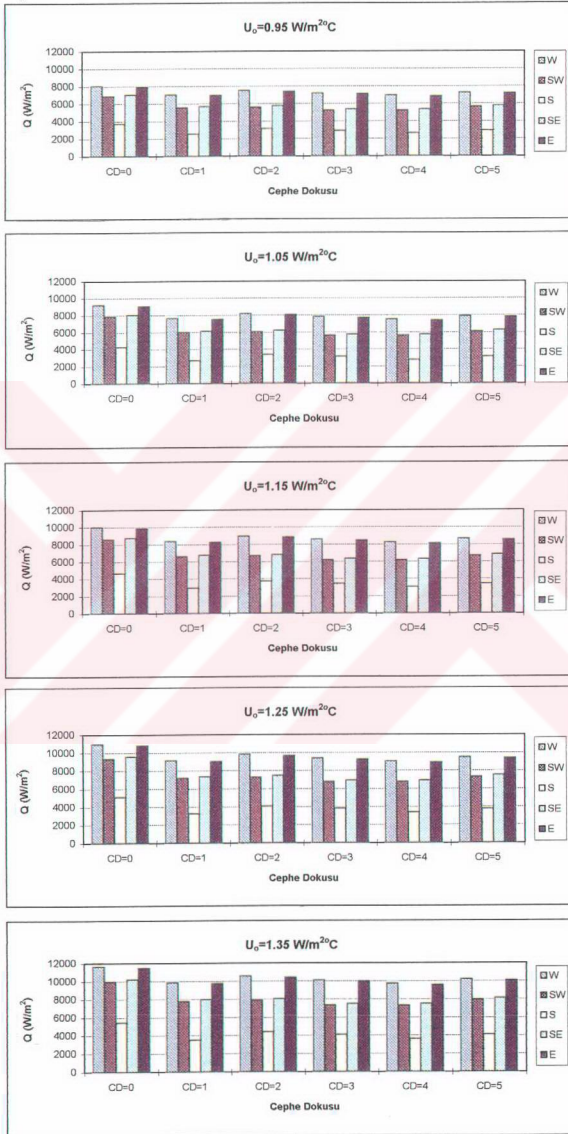
Şekil 5.39'un devamı.

$a_o = 0.70$



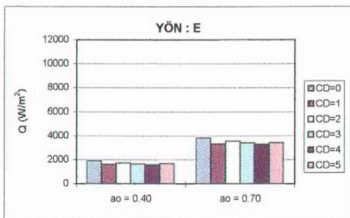
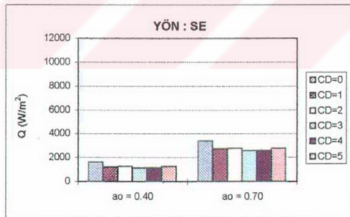
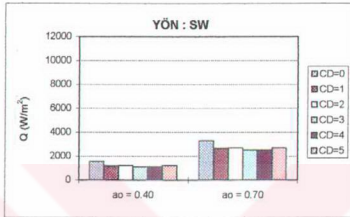
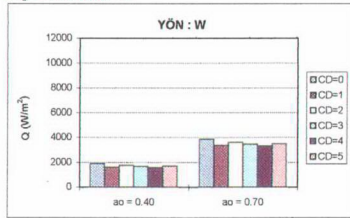
Şekil 5.40. Soğutmanın istendiği dönemde $a_o=0.70$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının toplam ısı geçirme katsayısı ve yöne göre değişimi.

$$a_0 = 0.70$$

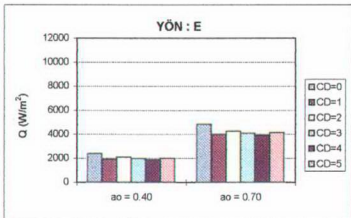
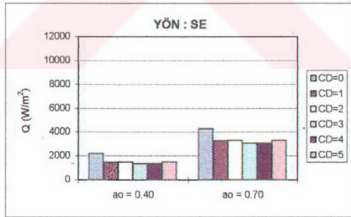
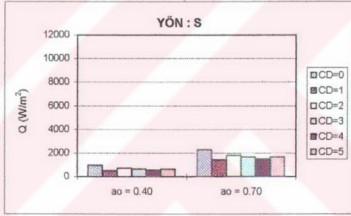
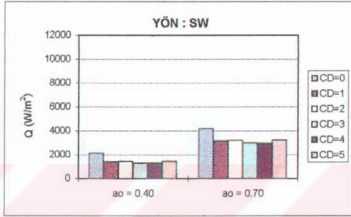
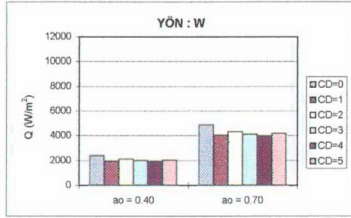


Şekil 5.40'ın devamı.

$U_o = 0.45 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

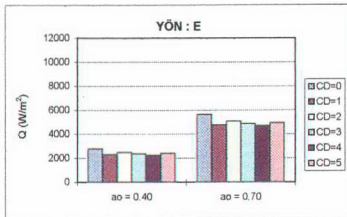
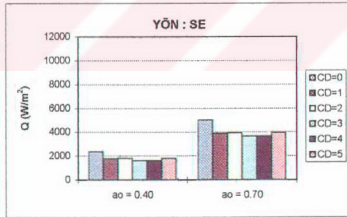
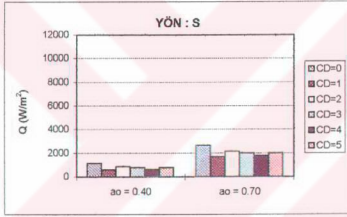
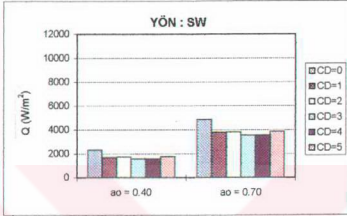
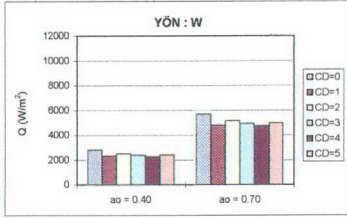


$U_o = 0.55 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

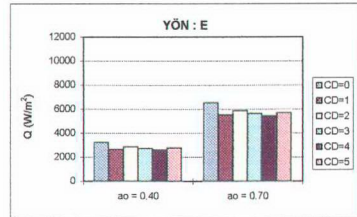
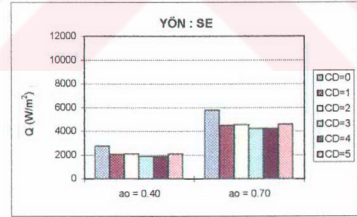
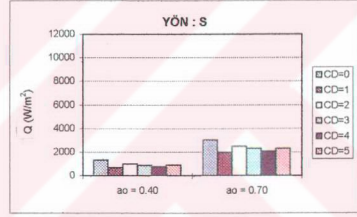
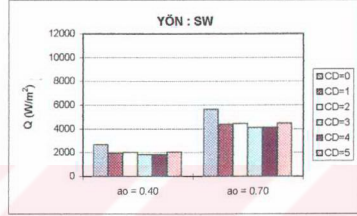
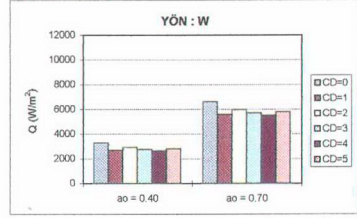


Şekil 5.41. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.45$ ve $U_o=0.55 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.

$U_o = 0.65 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

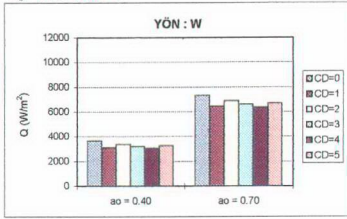


$U_o = 0.75 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

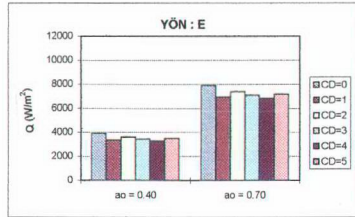
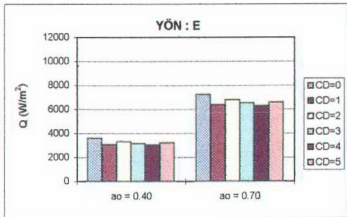
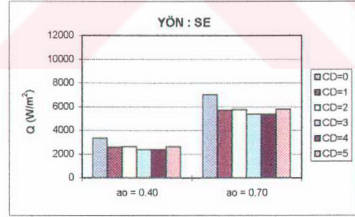
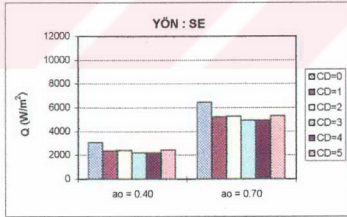
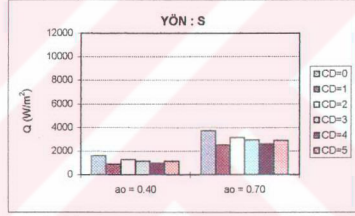
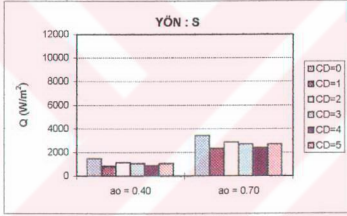
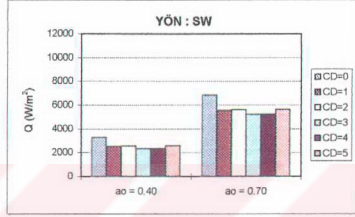
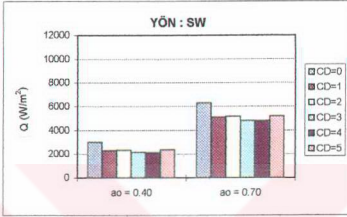
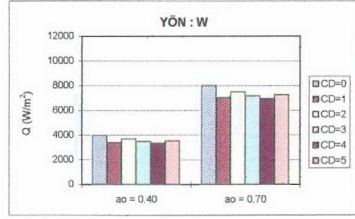


Şekil 5.42. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.65$ ve $U_o=0.75 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.

$U_o = 0.85 \text{ W/m}^2\text{C}$

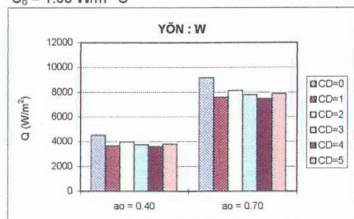


$U_o = 0.95 \text{ W/m}^2\text{C}$

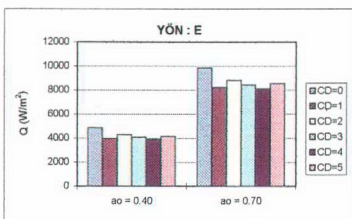
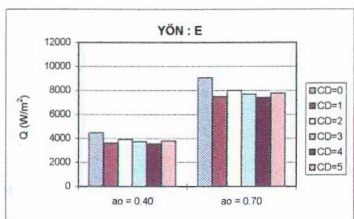
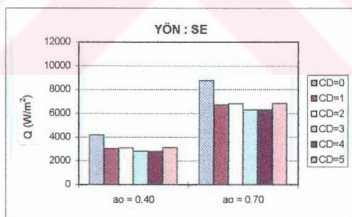
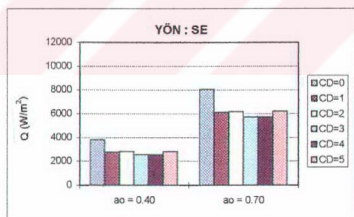
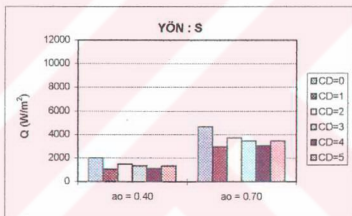
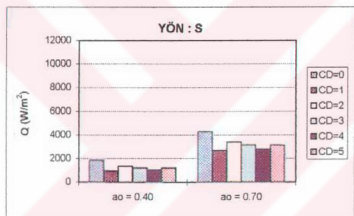
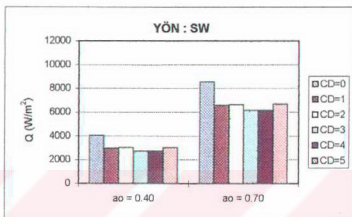
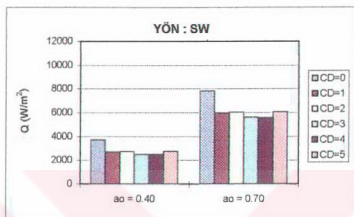
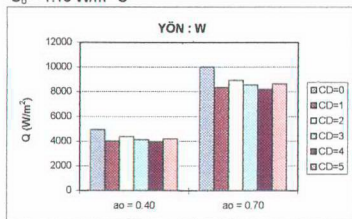


Şekil 5.43. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=0.85$ ve $U_o=0.95 \text{ W/m}^2\text{C}$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.

$U_o = 1.05 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

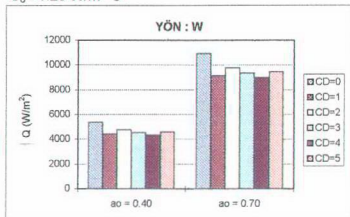


$U_o = 1.15 \text{ W/m}^{20}\text{C}$

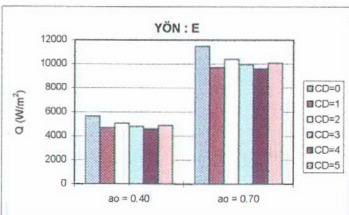
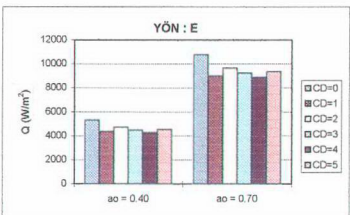
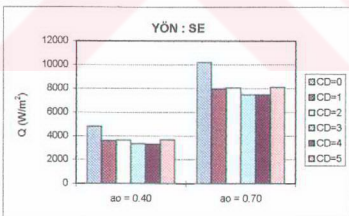
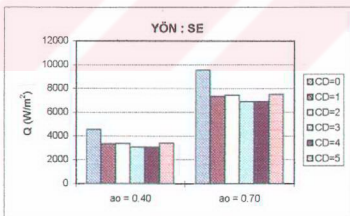
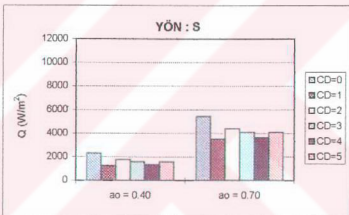
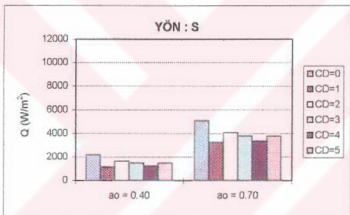
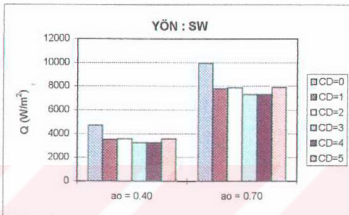
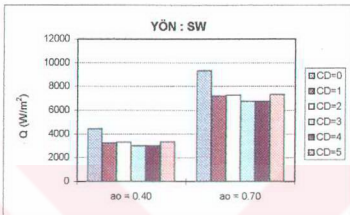
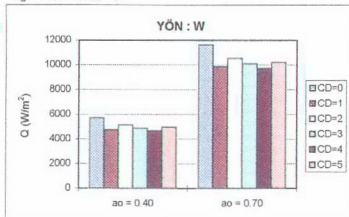


Şekil 5.44. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.05$ ve $U_o=1.15 \text{ W/m}^{20}\text{C}$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.

$U_o = 1.25 \text{ W/m}^2\text{C}$



$U_o = 1.35 \text{ W/m}^2\text{C}$



Şekil 5.45. Soğutmanın istendiği dönemde $U_o=1.25$ ve $U_o=1.35 \text{ W/m}^2\text{C}$ için hesaplanan dönemlik ısı kazancı miktarlarının yutuculuk katsayısına göre değişimi.

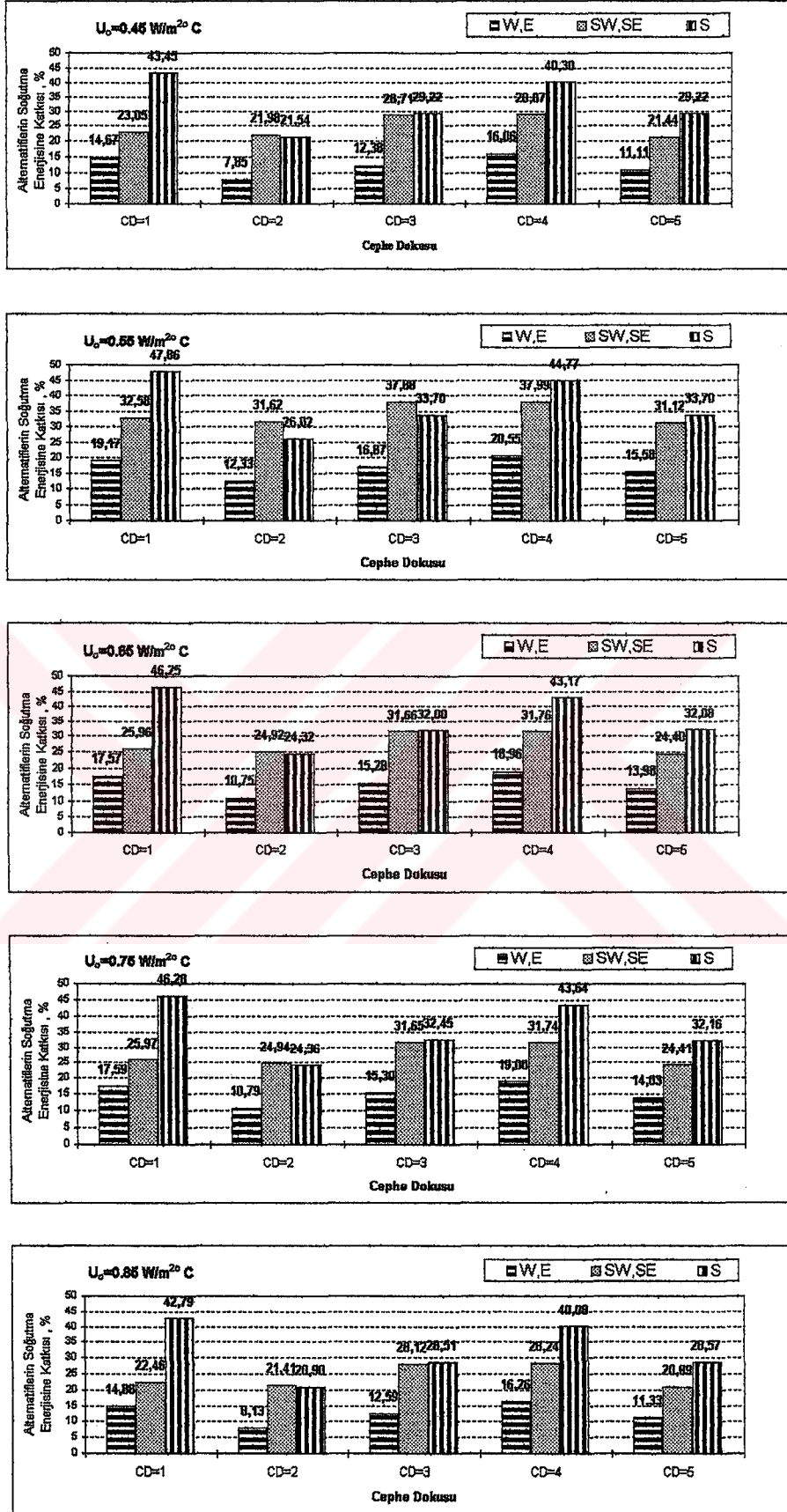
- Tasarılanan cephe dokusu alternatiflerinin, yönlere, yutuculuk katsayılarına ve toplam ısı geçirme katsayılarına bağlı olarak, ısı kazancı miktarları açısından düz cepheyle karşılaştırılması:

Tasarılanan cephe dokularının (CD=1, CD=2, CD=3, CD=4, CD=5), tamamen düz cephe (CD=0) ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmada cephe dokusu alternatiflerinin soğutma enerjisine katkısı, % olarak ifade edilmiştir (Şekil 5.46-5.49). Sonuçlar, aşağıdaki gibi kısaca açıklanabilir:

- Aynı cephe dokusu, aynı yutuculuk katsayısına ve aynı toplam ısı geçirme katsayısına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı yönlere bakması durumunda yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.46-5.47) varılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:
 - Cephe dokusu alternatiflerinin CD=1, CD=4, CD=5 olması durumunda, soğutma enerjisine sağladığı katkının en fazla olduğu yön S'dir. Bu yönü sırasıyla SW - SE, W - E yönleri izlemektedir.
 - Cephe dokusu alternatiflerinin CD=2, CD=3 olması durumunda, soğutma enerjisine sağladığı katkı açısından SW - SE ve S yönleri birbirine çok yakındır ve 1. derecede etkilidir. W - E yönleri ise soğutma enerjisine sağladığı katkı açısından 2. derecede etkilidir.
- Aynı yönlendiriliş durumu ve aynı toplam ısı geçirme katsayılarına sahip cephe opak bileşenlerinin farklı cephe dokularına sahip olması durumunda yapılan karşılaştırmalarda (Şekil 5.48-5.49) varılan sonuçlar aşağıdaki gibidir:
 - Cephenin W - E yönlerine bakması durumunda, soğutma enerjisine sağladığı katkının en fazla olduğu cephe dokusu alternatifi CD=4'dir. Bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=3, CD=5, CD=2 izlemektedir.
 - Cephenin SW - SE yönlerine bakması durumunda, soğutma enerjisine sağladığı katkının en fazla olduğu cephe dokusu alternatifleri CD=4 ve CD=3'tür. Bu alternatifi sırasıyla CD=1, CD=2 - 5 izlemektedir.
 - Cephenin S yönüne bakması durumunda, soğutma enerjisine sağladığı katkının en fazla olduğu cephe dokusu alternatifi CD=1'dir. Bu alternatifi sırasıyla CD=4, CD=5 - 3, CD=2 izlemektedir.

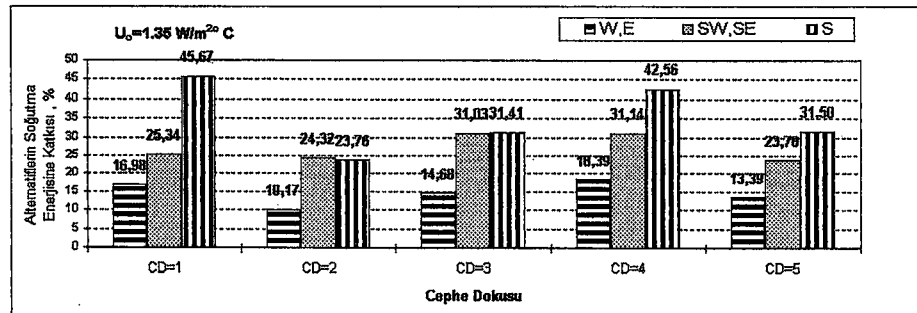
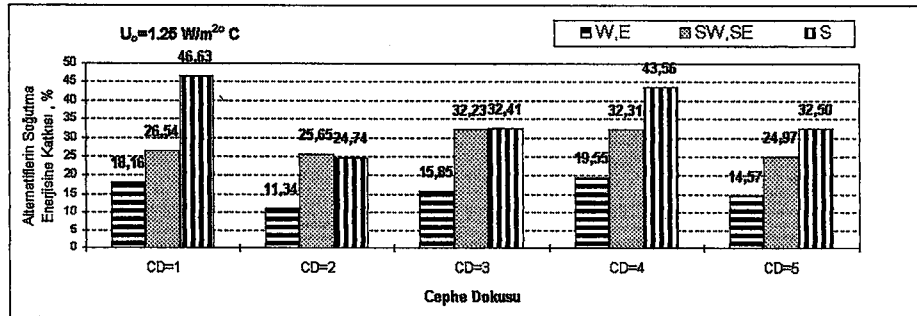
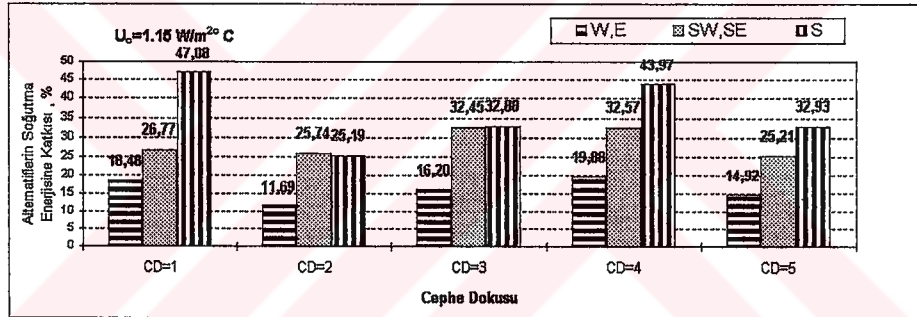
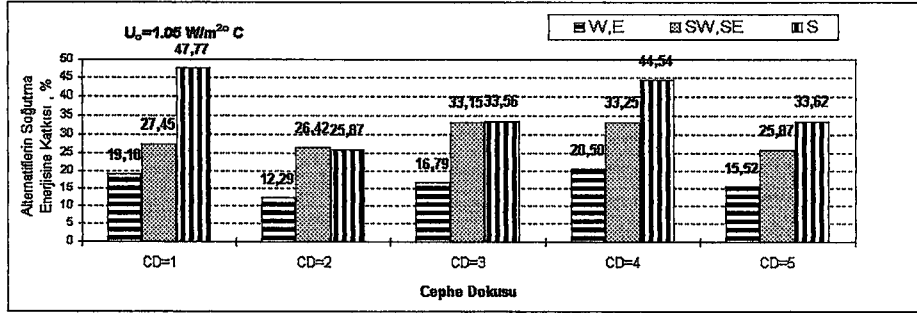
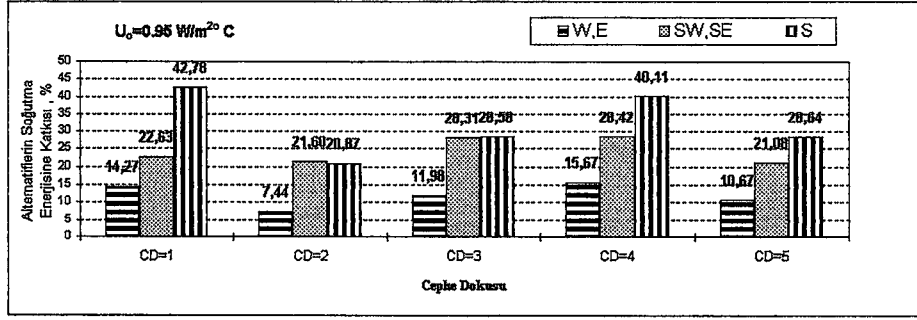
Şekil 5.46-5.49'dan da görüldüğü gibi, alternatiflerin soğutma enerjisine katkıları, % 48'lere kadar çıkmaktadır.

$$\alpha_0 = 0.40$$



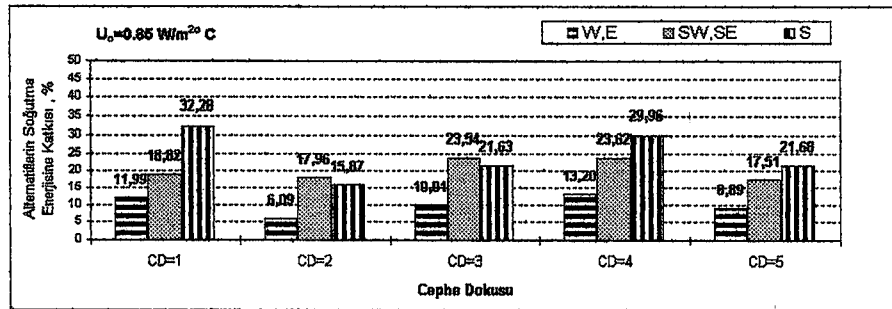
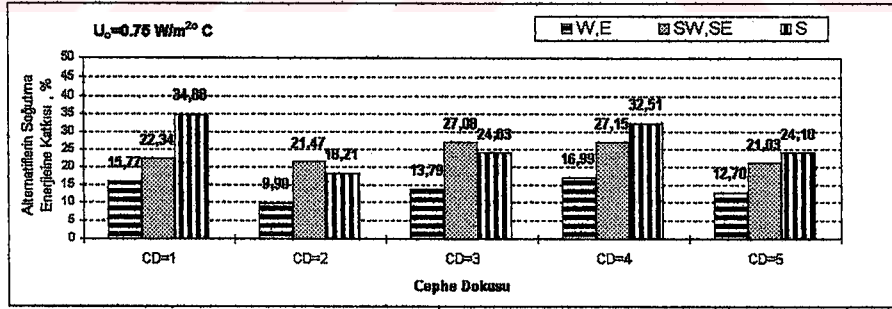
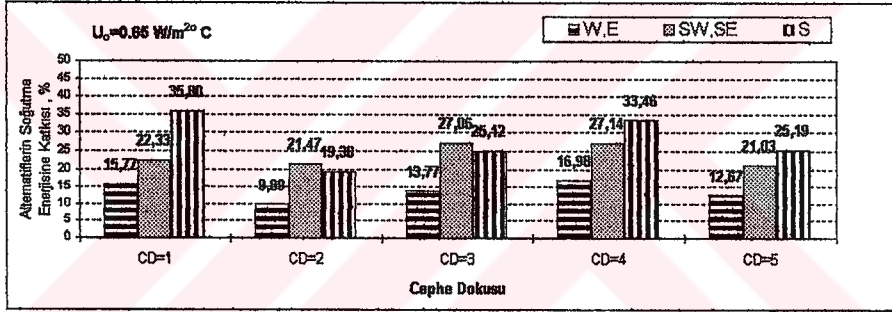
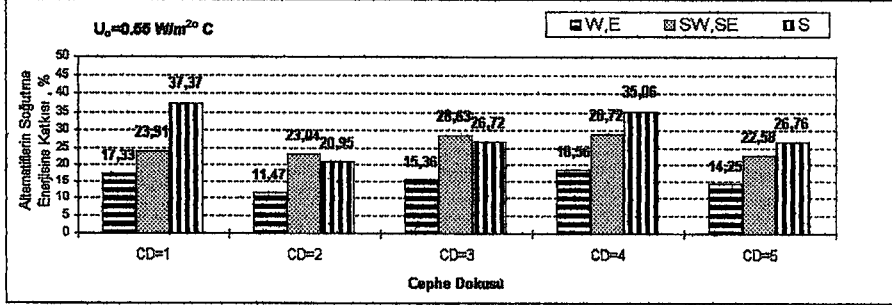
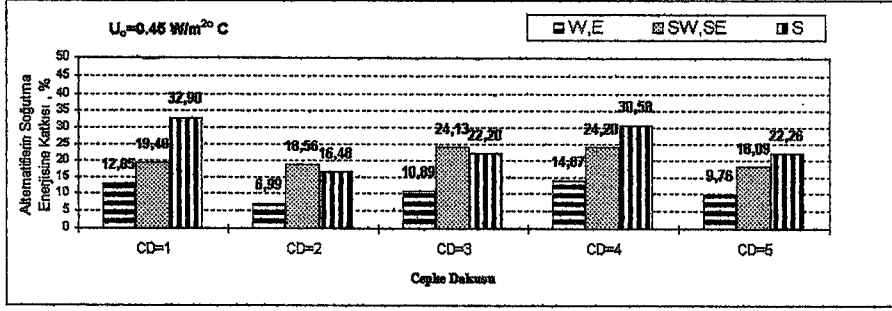
Şekil 5.46. Cephe dokularının düz cepheyle, sağladığı ısı kazancı miktarları açısından karşılaştırılması.

$$e_0 = 0.40$$



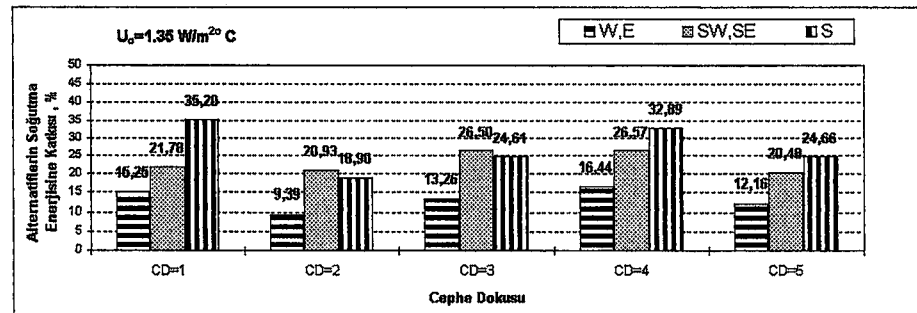
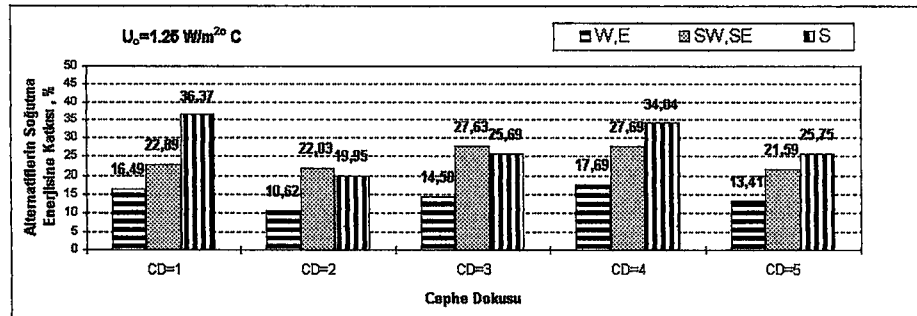
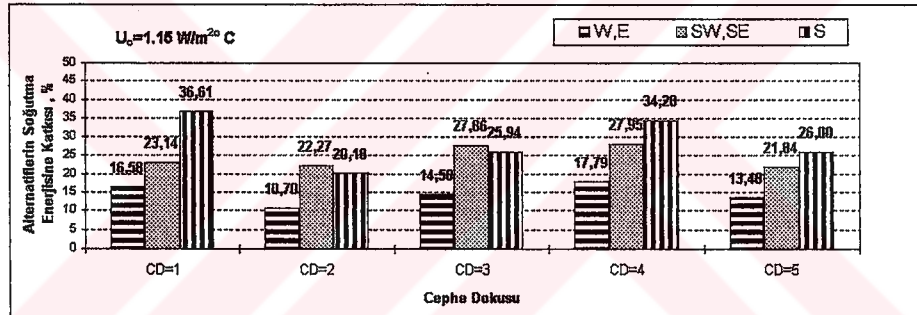
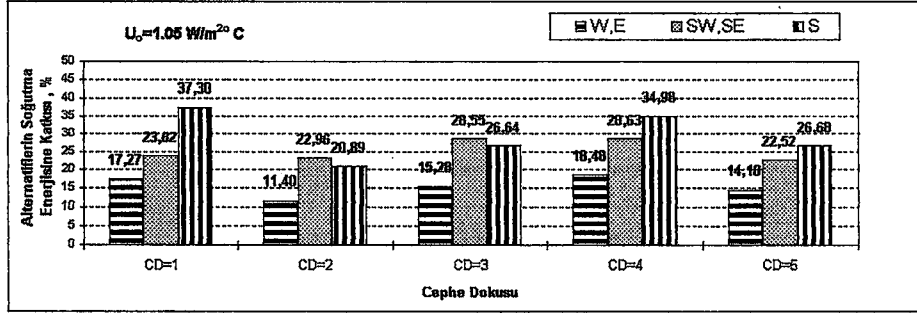
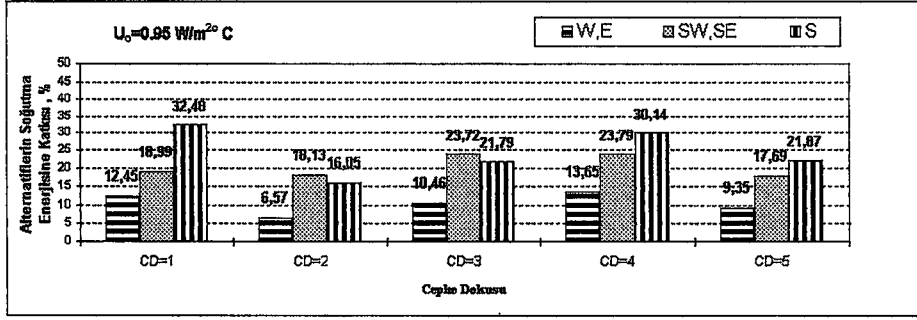
Şekil 5.46'nin devamı.

$$\theta_0 = 0.70$$



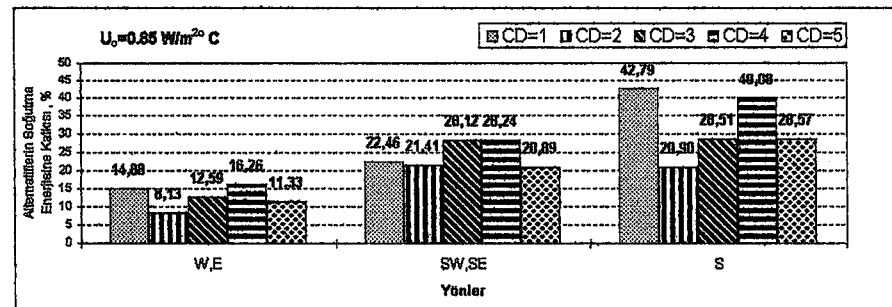
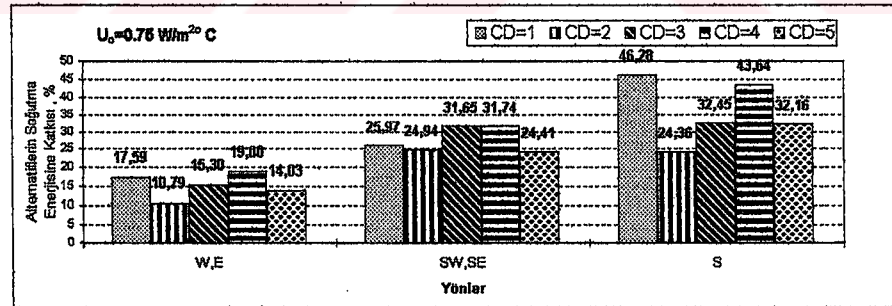
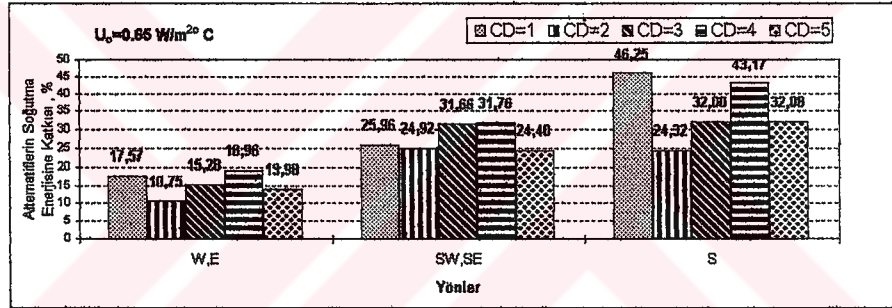
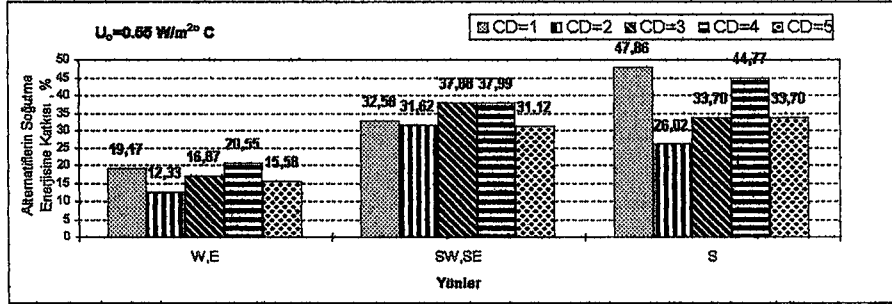
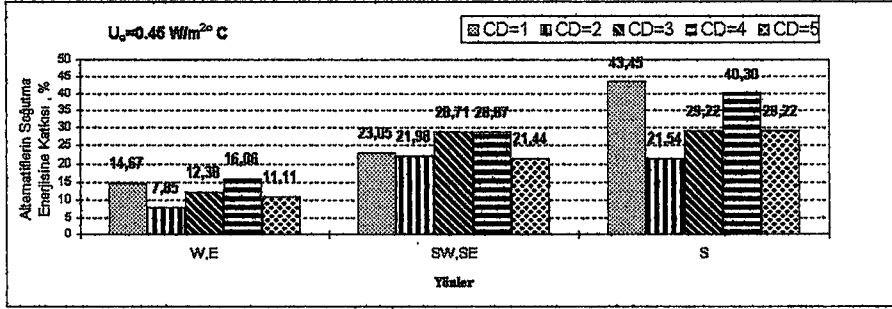
Şekil 5.47. Cephe dokularının düz cepheyle, sağladığı ısı kazancı miktarları açısından karşılaştırılması.

$a_0 = 0.70$



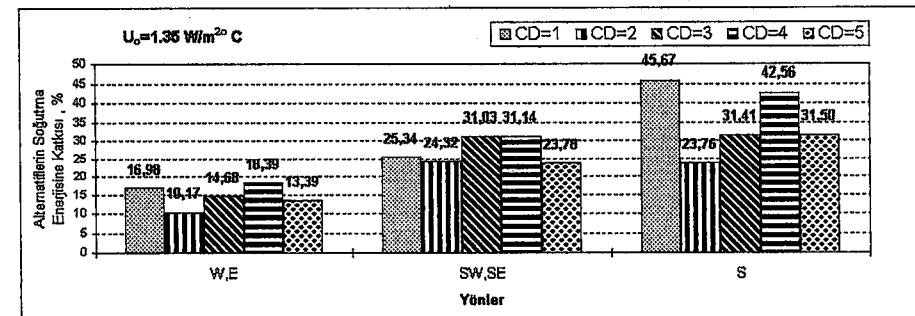
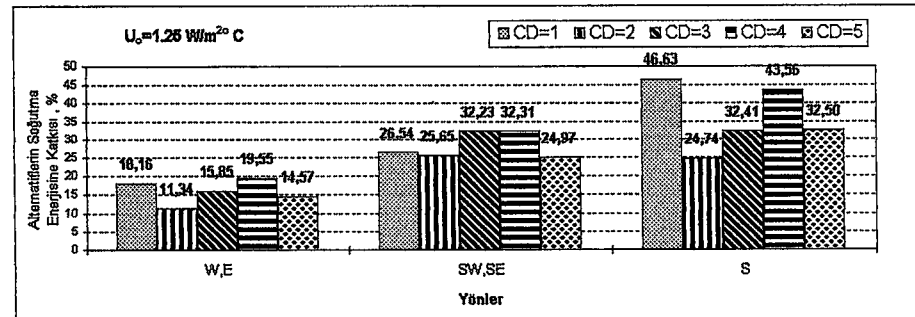
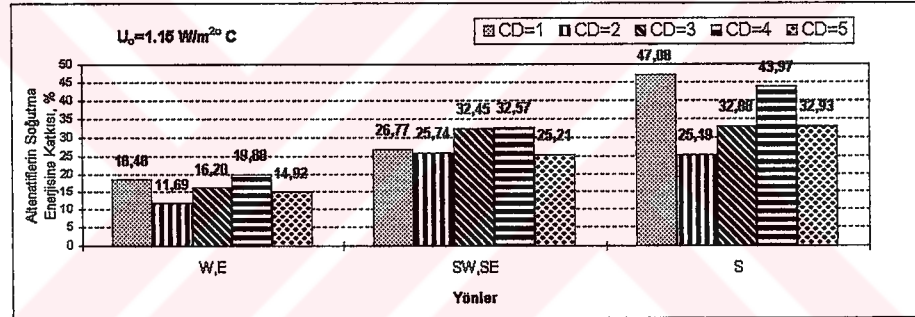
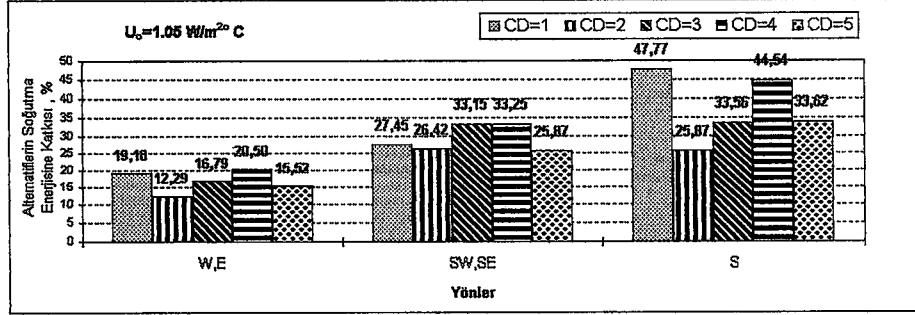
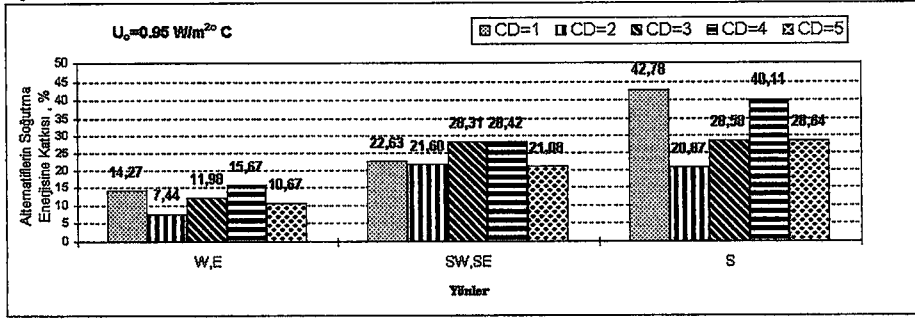
Şekil 5.47'nin devamı.

$$a_g = 0.40$$



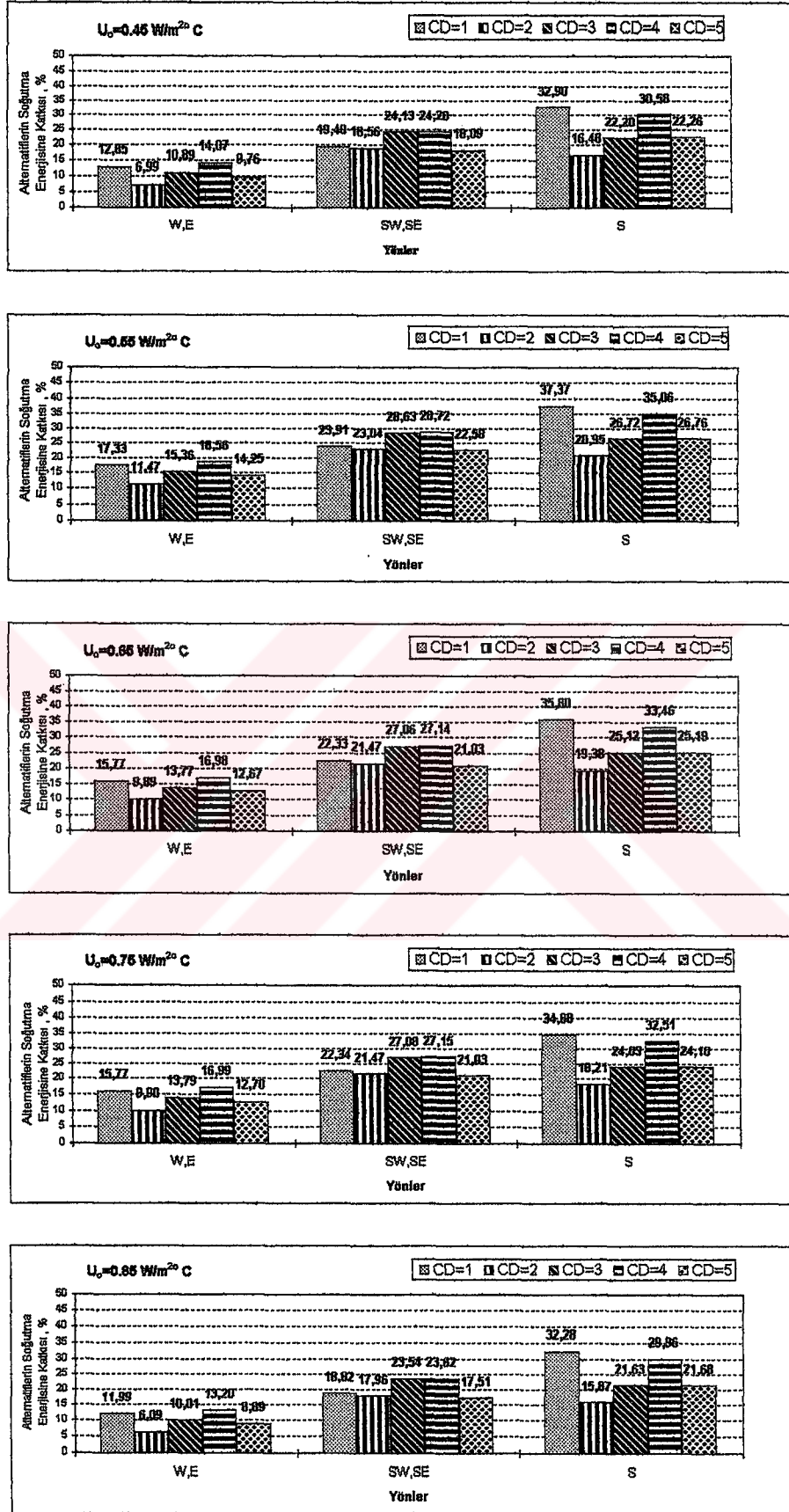
Şekil 5.48. Cephe dokularının düz cepheyle, sağladığı ısı kazancı miktarları açısından karşılaştırılması.

$$a_0 = 0.40$$



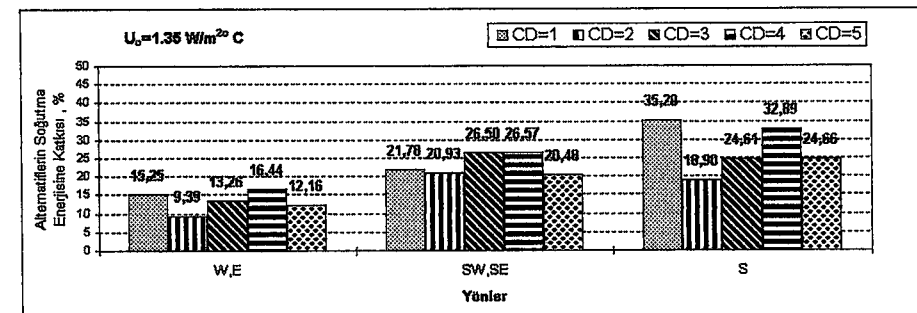
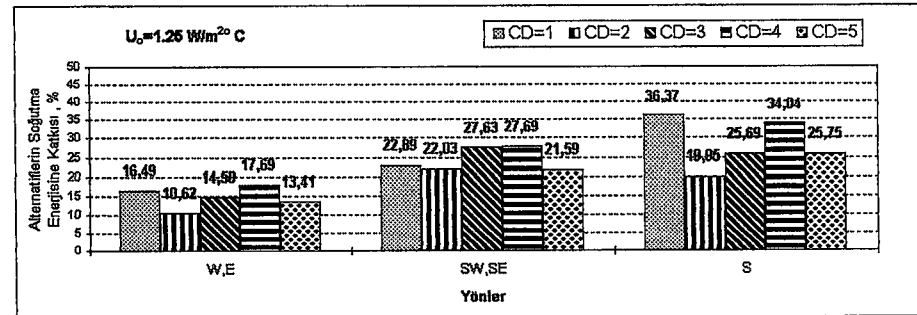
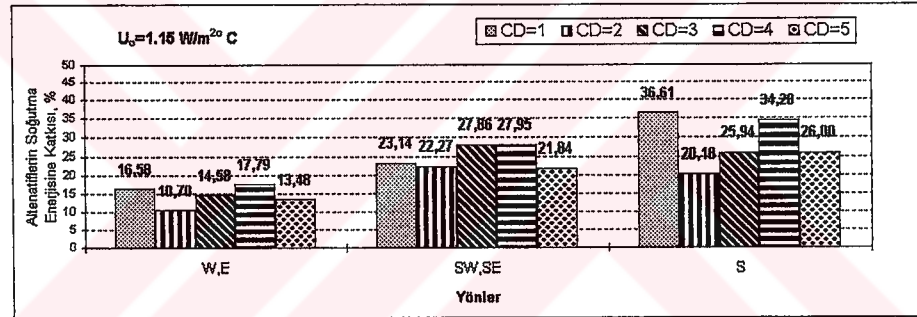
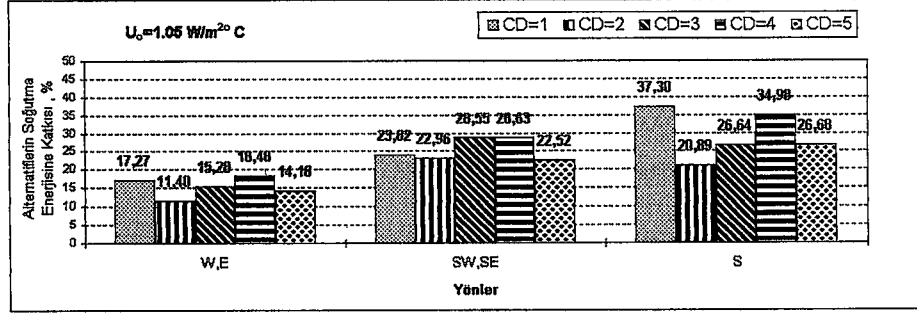
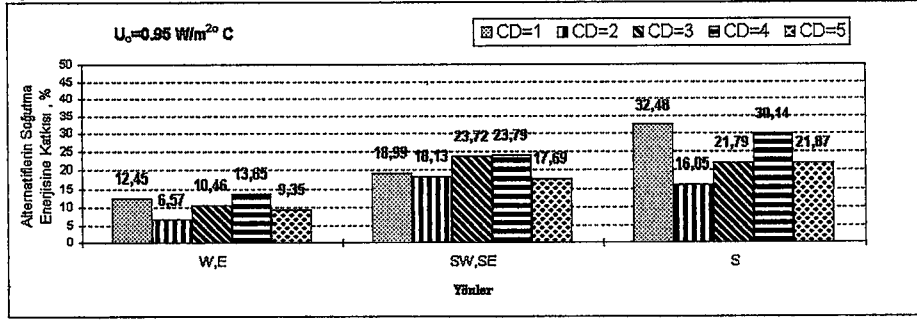
Şekil 5.48'in devamı.

$$\phi_0 = 0.70$$



Şekil 5.49. Cephe dokularının düz cepheyle, sağladığı ısı kazancı miktarları açısından karşılaştırılması.

$$a_0 = 0.70$$



Şekil 5.49'un devamı.

Şekil 5.5-5.45'de yapılan karşılaştırmalar sonucunda, soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan alternatifin $CD=1$, Yön : S, $a_o = 0.40$, $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ olduğu görülmüştür. Ancak, binanın toplam enerji harcamalarının tam olarak irdelenebilmesi için, ısıtmanın istendiği dönem süresince gerçekleşen ısı kayıplarının da hesaplanarak farklı binaların pasif sistem olarak gösterdiği performansın değerlendirilmesi yararlı olmaktadır. Bu amaçla, en düşük ısı kazancını sağlayan alternatifin ($CD=1$, Yön : S, $a_o = 0.40$, $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$) yıllık enerji harcamaları açısından düz cepheye göre etkinliği araştırılmış, düz cephe ($CD = 0$) ile yıllık ısı kaybı ve kazancı miktarları, işletme maliyetleri açısından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma çalışmasında aşağıdaki adımlar izlenmiştir:

1. Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan alternatif ($CD=1$, Yön : S, $a_o = 0.40$, $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$) ve düz cephe için ısıtmanın istendiği dönemde oluşan ısı kaybı miktarlarının hesaplanması

- Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden gün, 21 Ocak olarak ele alınmıştır.
- Konutlarda ısıtmanın istendiği dönemde iç hava sıcaklığı konfor değeri (t_i) 19°C olarak alınmıştır (Anon, TS 825, 2000). İç yüzey sıcaklığının iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri ise (t_{iyo}) $19 - 3^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır.
- Ele alınan $CD=1$ alternatifi için güneşli tüm saatlerde cephede oluşturdukları gölgeli alanları hesaplamak için, İstanbul yöresine ait 21 Ocak'taki profil açıları kullanılmıştır (Berköz ve diğ., 1995).
- 21 Ocak'ta ele alınan $CD=1$ için S yönünde saat 8.00 - 16.00 arasında profil açılarına bağlı olarak, gölgeli ve güneşli alanlar çizilmiş ve alanları hesaplanmıştır (Ek C, Şekil C44).
- Isıtmanın istendiği dönemi karakterize eden 21 Ocak günü için, cephe opak bileşeninin gölgeli ve güneşli alanlarındaki sol-air sıcaklıklar hesaplanmıştır.
- İstanbul için ısıtmanın istendiği dönem süresinin başlangıç ve bitişini belirleyen dış hava sıcaklığı değeri 15°C 'dir (Anon, TS 2754). Buna göre ısıtmanın istendiği dönem süresi, 206 gün olarak belirlenmiştir (Berköz ve diğ., 1995).

- Cephede oluşan gölgeli ve güneşli alanlar dikkate alındığında, cephede oluşturulan farklı girinti ve çıkıntılardaki farklı toplam ısı geçirme katsayısı değerlerine bağlı olarak, ısı kaybı miktarı hesaplanmıştır.

2. Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan alternatif (CD=1, Yön:S, $a_o=0.40$, $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$) ile düz cephenin yıllık enerji harcamaları (ısı kaybı ve kazancı miktarları) açısından karşılaştırılması

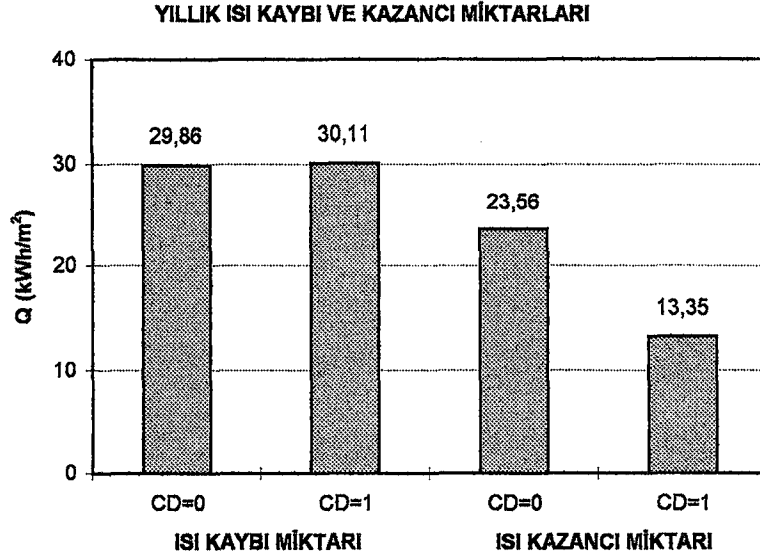
Şekil 5.50-5.51'de soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan alternatif (CD=1, Yön : S, $a_o = 0.40$, $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$) ile düz cephe, yıllık enerji harcamaları (ısı kaybı ve kazancı miktarları) açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda, düz cephe (CD=0) ile CD=1 alternatiflerinin ısıtmanın istendiği dönemde gerçekleştirdikleri ısı kaybı miktarlarının, birbirine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Karşılaştırma, soğutmanın istendiği dönem için hesaplanan ısı kazancı miktarları açısından yapıldığında ise, CD=1 alternatifinin düz cepheye oranla ısı kazancı miktarında önemli ölçüde azalma görülmektedir.

İşletme maliyetleri açısından karşılaştırmanın yapılabilmesi için, yıllık ısı kaybı ve kazancı miktarlarına bağlı olarak, soğutmanın istendiği dönemde elektrik enerjisi ve ısıtmanın istendiği dönemde doğal gaz kullanıldığı varsayılarak, yıllık enerji harcamaları hesaplanmıştır.

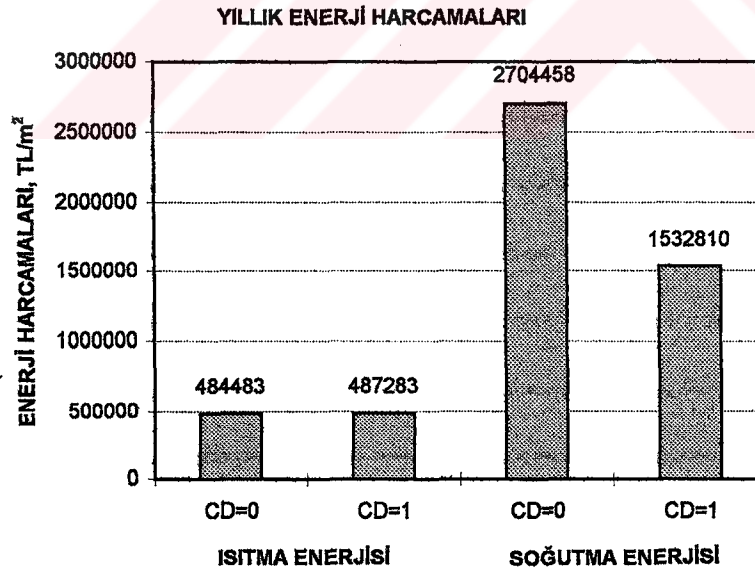
Isıtmanın istendiği dönemde, birim alandaki doğal gaz ihtiyacı, düz cephe için 1.73 m^3 , CD=1 alternatifi için $1,74 \text{ m}^3$ olarak belirlenmiştir. Buna göre, Şubat 2002 doğal gaz birim fiyatlarına bağlı olarak birim alandaki yıllık ısıtma enerjisi harcaması düz cephe için 484483 TL/m^2 , CD=1 alternatifi için 487283 TL/m^2 'dir (Şekil 5.50 - 5.51).

Soğutmanın istendiği dönemde, birim alandaki elektrik enerjisi ihtiyacı, düz cephe için 23.56 kWh/m^2 , CD=1 alternatifi için 13.35 kWh/m^2 olarak belirlenmiştir. Buna göre, Şubat 2002 elektrik enerjisi birim fiyatlarına bağlı olarak birim alandaki yıllık soğutma enerjisi harcaması düz cephe için 2704458 TL/m^2 , CD=1 alternatifi için 1532810 TL/m^2 'dir (Şekil 5.50 - 5.51).

YÖN : S $U_o = 0.45 \text{ W/m}^2\text{°C}$ $a_o = 0.40$



Şekil 5.50. Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan CD=1 alternatifi ile düz cephenin (CD=0) yıllık ısı kaybı ve kazancı açısından karşılaştırılması



Şekil 5.51. Soğutma enerjisi tasarrufu açısından en düşük ısı kazancını sağlayan CD=1 alternatifi ile düz cephenin (CD=0) yıllık enerji harcamaları açısından karşılaştırılması

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde soğutma enerjisine duyulan ihtiyaç ve soğutma enerjisi maliyetinin yüksek olması, soğutma yüklerinin azaltılmasını ve dolayısıyla ısı kazançlarının azaltılmasını gerekli kılmaktadır.

İç ve dış mekanları birbirinden ayıran ve en önemli mimari öğelerden biri olan cephe dokusu, ısı kazançlarının azaltılmasında önemli ölçüde etkilidir. Bu amaçla, bu çalışmada cephelerde uygulanabilecek farklı cephe dokusu alternatiflerinin soğutma enerjisi korunumu hedefine yönelik olarak ısı kazançları açısından değerlendirilmesinde kullanılabilecek bu yaklaşım geliştirilmiştir. Geliştirilen yaklaşım, İstanbul yöresi için Bölüm 4.2.'de açıklandığı gibi soğutmanın istendiği dönemde iç hava sıcaklığı konfor değeri 25°C alınarak uygulanmış ve enerji korunumu açısından yönlelere bağlı olarak uygun cephe dokuları belirlenmiştir.

Yaklaşımın getirdiği yenilikler ve sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Çalışmada ele alınan yaklaşım aracılığı ile, farklı toplam ısı geçirme katsayısı ve yutuculuk katsayılarına sahip ve farklı yönlelere bakan cephe dokularında soğutmanın istendiği dönemde oluşan ısı kazançları hesaplanmaktadır. Böylece, yönlelere ve sol-air sıcaklıklara bağlı olarak belirlenen ısı kazancı miktarları, hem dış hava sıcaklıkları hem de güneş ışıınının birleşik etkisi düşünülerek hesaplanmıştır.
- Soğutmanın istendiği dönem, yönlendiriliş durumuna bağlı olarak belirlenmekte ve ele alınan cephe dokusu alternatiflerinin soğutmanın istendiği dönem boyunca enerji korunumuna katkısı belirlenebilmektedir. Soğutmanın istendiği dönem, dış hava sıcaklıkları ve güneş ışıınının yanısıra, rüzgar ve nem etkileri de düşünülerek, tüm iklimsel elemanların dikkate alınmasıyla belirlenmiştir.
- Geliştirilen yaklaşım tasarım aşamasında kullanılarak, binaların tasarım aşamasında enerji korunumu açısından doğru kararların alınmasında katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu yaklaşım, yapımı bitmiş, kullanılmakta olan binaların performanslarının değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Dolayısıyla, açıklanan yaklaşım; binalarda soğutma enerjisi harcamalarına bağlı olarak her yıl giderek

artan işletme giderlerinin minimize edilmesi amacıyla hazırlanacak enerji korunumu yönetmeliklerine ışık tutacak niteliktedir.

- Geliştirilen yaklaşım aracılığı ile, özellikle soğutma enerjisine ihtiyaç duyulan binalarda tasarım aşamasında, farklı bina alternatiflerinin soğutma enerjisi korunumu açısından gösterdikleri performansların değerlendirilmesi olanaklıdır. Soğutma enerjisi maliyetleri, ısıtma enerjisi maliyetinin üzerinde olduğundan, bu tür bir değerlendirmenin tasarım aşamasında yapılması, farklı bina alternatiflerinin toplam enerji maliyetleri açısından değerlendirilmesini de olanaklı kılmaktadır. Uygulama çalışmasından da görüldüğü gibi, cephe opak bileşeninin gölgeli alan oluşturacak şekilde girintili çıkıntılı şekilde yapılması, düz cepheye göre soğutma yüklerinin önemli ölçüde azaltılmasını sağlamaktadır.

Isıtmanın istendiği dönemde, ısıtma enerjisi harcamaları açısından güney yönünde, $a_o=0.40$ ve $U_o=0.45W/m^2C$ olması durumunda düz cephe yerine $CD=1$ alternatifinin kullanılmasıyla % 0.57 oranında enerji harcamaları artmaktadır. Soğutmanın istendiği dönemde ise aynı alternatifin kullanılması durumunda soğutma enerjisi harcamaları açısından düz cephe yerine $CD=1$ alternatifinin kullanılmasıyla % 43.4 oranında enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bu sonuçlara bakıldığında, ısıtmanın istendiği dönemde iki alternatif için hesaplanan değerler birbirine yakın sonuçlar verirken, soğutmanın istendiği dönemde ise ele alınan cephe dokusunun düz cepheye oranla enerji tasarrufu açısından oldukça etkili olduğu görülmüştür. Bu uygulama çok fazla sayıda kullanıcıyı etkileyen bina grupları için yapıldığında, sağlanacak enerji tasarrufunun kullanıcı ve ülke ekonomisine olan katkısının büyük olacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- AK, F., 1993. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Birimi Dizaynında Uygulanabilecek Bir Yaklaşım, *Y. Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.12, 48.
- ALTIPARMAK, Ö.D., 1999. Binalarda Isı Kazancına bağlı Soğutma Yükünün Bilgisayarla Hesabı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.12.
- ANON, ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1993. *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, New York, Chapter 25-27.
- ANON, ASHRAE Standard, 1981. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*, ANSI/ASHRAE 55-1981, Atlanta, p.4-6.
- ANON, CARRIER (Carrier Air Conditioning Co.), 1966. Handbook of Air Conditioning System Design, McGraw Hill Book Co., New York, p.1-19, 1-20.
- ANON, ISO Standard 7730, Moderate Thermal Environments, International Organization for Standardization.
- ANON, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği, 2000. Bayındırlık Bakanlığı, Ankara.
- ANON, TS 2754.
- AURORA, 1997. Solar Basics: Sun Angle, p.1-7.
(<http://aurora.crest.org/basic/solar/angle>)
- AYBERS, N., 1978. Isıtma, Havalandırma ve İklim Tesisleri, İstanbul, s.72.
- BERKÖZ, E., 1983. Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, *Profesörlük Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M. ve diğerleri, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, *TÜBİTAK, INTAG:201*, İstanbul.
- BİLGE, M., 1990. Psikrometrik Diyagram ve Yaz İklimlendirmesi Isı Kazancı Hesabı, *TMMOB Makina Mühendisliği Odası İklimlendirme Tesisatı Seminer Notları*, İstanbul, s.51.
- BOBENHAUSEN, W., 2000. ESR Sun Control and Shading Devices, p.1-3.
(<http://www.wbdg.org/DESIGN/envres5b>)
- ÇİLİNGİROĞLU, K., 1994. Yapılan görüşme.

- EEA (A&C Enercom Energy Analyzer)**, 2000. Window Shading, p.1-2.
(<http://cep.uinet.com/library/MISC001.htm>)
- EL-REFAIE, M.F.**, 1987. Performance Analysis of External Shading Devices, *Building and Environment*, Vol.22, No.4, Great Britain, p.269-284.
- ESB (Energy Source Builder) # 34**, 1994. Energy Outlet - Shading, p.1-4.
(<http://www.energyoutlet.com/res/shading>)
- ETZION, Y.**, 1985. Design of Shading Devices Using a One Point Method - A Technical Communication, *Energy and Buildings*, Vol.8, Netherlands, p.287-290.
- ETZION, Y.**, 1992. An Improved Solar Shading Design Tool, *Building and Environment*, Vol.27, No.3, Great Britain, p.297-303,.
- GENCELİ, O.F.**, 1995. Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme - Yardımcı Tablolar, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul, s.26.
- GIVONI, B.**, 1969. Man, Climate and Architecture, Elsevier Publishing Company Limited, London, p.298.
- HARKNESS, E.L., MEHTA, M.L.**, 1978. Solar Radiation Control in Buildings, Applied Science Publishers Ltd., London.
- İSPIR, P.İ.**, 1996. Soğutma Enerjisi Tasarrufu Açısından Yapı Kabuğu Dokusunun Pasif Sistem Ögesi Olarak Tasarlanmasında Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- JORGE, J., PUIGDOMENECH, J., CUSIDO, J.A.**, 1993. A Practical Tool for Sizing Optimal Shading Devices, *Building and Environment*, Vol.28, No.1, Great Britain, p.69-72.
- KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A.**, 1983. Güneş Enerjisi, İstanbul, s.285.
- KOENIGSBERGER, O.H., INGERSOLL, T.G., MAYHEW, A., SZOKOLAY, S.V.**, 1973. Manual of Tropical Housing and Building, Part I, Longman, New York, p.111-112.
- LORSCH, H.G.**, c1993. ASHRAE 581-RP Project Team, Air-Conditioning Systems Design Manual, Atlanta, p.3.2-3.3.
- MARKUS, T.A.**, 1980. Heat Gains due to Solar Radiation-Steady-State and Cyclic Conditions, *Buildings, Climate and Energy*, London, p.313-322.
- MCQUISTON, F.C., PARKER, J.D.**, c1988-1994. Heating, Ventilation and Air Conditioning, *Analysis and Design*, New York:Wiley, s.103-105,250-251,266.
- MOHSEN, M.A.**, 1979. Solar Radiation and Courtyard House Forms-I., A Mathematical Model, *Building and Environment*, Vol.14, p.89-106.
- MOORE, F.**, 1985. Concepts and Practice of Architectural Daylighting, Van Nostrand Reinhold, New York, p.54-55.

- NORMAN, C.H., BRYSON, C.D., CUNNINGHAM, M.J., THOMAS, I.E., c1983.** Modern Air Conditioning Practice, McGraw- Hill Book Company, New York, p.108-109.
- NUMAN, M.Y., 1979.** An Outline of a Mathematical Model for the Evaluation of the Interrelationships Between Urban Form and Solar Radiation in the Tropical Regions, *Building and Environment*, Vol.14, Great Britain, p.83-88.
- OK, V., 1983.** İklimsel Karakterlere Bağlı Olarak Optimum Performans Gösteren Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesinde geliştirilen Bir Yöntem, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- OK, V., 1992.** A procedure for Calculating Cooling Load due to Solar Radiation: The Shading Effects from Adjacent or Nearby Buildings, *Energy and Buildings*, Netherlands, p.11-20.
- OLGYAY, V., OLGAY, A., 1957.** Solar Control and Shading Devices, Princeton, New Jersey.
- OLGYAY, V., OLGAY, A., 1992.** Design with Climate, USA, p.53-83.
- ÖZATAY, O., 1996.** CLTD Metoduyla Soğutma Yükü Hesabı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, s.6.
- PITA, E.G., c1989.** Air Conditioning Principles and Systems: An Energy Approach, New York:Wiley, p.8-10.
- ROGERS, R., ATHERTON, P., NALL, D., GREENBERG, D., 1978.** A Means for Including Shadowing in a Building's Thermal Analysis, *Third International Conference on Computers in Engineering and Building Design*, Brighton, p.97-109.
- SCC (Summit Construction Co.), 2000.** Effects of Shading Devices on Residential Energy Use in Austin, Texas, p.1-4.(<http://www.summitscreens.com/14.htm>)
- SEVERNS, W.H., FELLOWS, J.R., 1958.** Air Conditioning and Refrigeration, New York:John Wiley and Sons, p.430-431.
- SHAO, J., 1990/1991.** Calculation of Sunshine Duration and Saving of Land Use in Urban Building Design, *Energy and Buildings*, Vol.15-16, Netherlands, p.407-415.
- SHAVIV, E., 1978.** The Determination of The Form of Windows and Sunshades in a Hot Climate, *Third International Conference on Computers in Engineering and Building Design*, Brighton, p.110-115.
- SHAVIV, E., 1980.** The Influence of the Orientation of the Main Solar Glazing on The Total Energy Consumption of a Building, *Solar Energy*, Vol.26, Great Britain, p.453-454.
- SUN, T.Y., 1968.** Shadow Area Equations for Window Overhangs and Side Fins and Their Application in Computer Calculation, *ASHRAE Transaction*, Vol.74, No.2059, Columbus, Ohio, p.1.1.1-1.1.7.

- T.C. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan meteorolojik veriler, 1980-1990. Ankara.**
- THRELKED, J.L., 1970.** Thermal Environmental Engineering, 2.Ed., Prentice-Hall Inc., New Jersey, p.342.
- TODOROVIC, 1998.** Influence of Shadow on Energy Consumption for Building Cooling, *2nd European Conference on Energy Performance and Indoor Climate in Buildings and 3rd International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings*, Lyon, France, p.479-483.
- TSM , 1994.** Texturing/shading models (multi-spectral), p.1.
(http://www.ciss.upenn.edu/~hms/pelachaud/workshop_face)
- UTZINGER, D.M., KLEIN, S.A., 1979.** A Method of Estimating Monthly Average Solar Radiation on Shaded Receivers, *Solar Energy*, Vol.23, Great Britain, p.369-378.
- WANG, S.K., 1993.** Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, McGraw-Hill, New York, p.5.2.
- WARNER, J.L., 1995.** Selecting Windows for Energy Efficiency, Home Magazine Online, p.1-15. (<http://hem.dis.anl.gov/eehem/95/950708.html>)
- WONG, W., 1998.** Environmental Factors, New York, p.1-4.
(<http://www.bath.ac.uk/Departments/Arch/students/ny/building/env.htm>)
- YELLOTT, J.I., 1963.** Selective Reflectance-A New Approach to Solar Heat Control, *ASHRAE Transactions*, Vol.69, No.1852, p.418-438.
- YELLOTT, J.I., 1966.** Shading Coefficients and Sun Control Capability of Single Glazing, *ASHRAE Transactions*, Vol.72, No.1964, p.72-81.
- YELLOTT, J.I., 1977.** Fenestration and Heat Flow Through Windows, *Energy Conservation Through Building Design*, p.115-140.
- YENER, A.K., 1996.** Pencerelelere Uygulanan Gölgeleme Araçlarının Tasarımında İklimsel ve Görsel Konfor Koşullarının Sağlanması Amacıyla Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- YILMAZ, Z., 1983.** İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimal Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- YILMAZ, Z., ORAL, G.K., MANİOĞLU, G., 2000.** Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, *İ.T.Ü. Araştırma Fonu*, Proje No:985, İstanbul.
- ZEREN, L., 1959.** Mimaride Güneş Kontrolü, *Doçentlik Tezi*, İ.T.Ü.Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s.1-95.

ZEREN, L., 1962. Türkiye'nin Tipik İklim Bölgelerinde En Sıcak Devre ve En Az Sıcak Devre Tayini-I. Mutedil Bölge, *İ.T.Ü. Yapı Araştırma Yayını Kurumu Yayını*, İstanbul.

ZEREN, L., 1967. Türkiye'nin Tipik İklim Bölgelerinde En Sıcak Devre ve En Az Sıcak Devre Tayini-II. , *İ.T.Ü. Yapı Araştırma Yayını Kurumu Yayını*, Seri C, No.6, İstanbul.

ZEREN, L. ve diğerleri, 1980. New Bioclimatic Chart for Environmental Design, Proc. of International Congress on Building Energy Management, Portekiz, s.650.

ZEREN, L., BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., OK, V., YILMAZ, Z., 1987. Türkiye'de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli'ne İlişkin Bir Çalışma, *İ.T.Ü. Araştırma Raporu*, İstanbul.



EKLER

EK A

ÇALIŞMADA KULLANILAN 'KABUK' PROGRAMI

```
PROGRAM ZERRIN
DIMENSION AO(2),KC(5),GAMA(5),B(12),DISSI(24),TTEO(5),
1      TTEC(5),OMEGA(24),COST(24,5),COSZ(24),R(24,5),
1      HT(24),HSD(24),HSY(24),DI(24,5),YAYI(24),YANI(24),
1      TYAY(24),TOPI(24,5),TEO(24,5),TD(24),TCD(24,5),
1      ACD(24,5),TCY(24),ACY(24),AID(24,5),AIY(24),
1      TEC(24,5),TCI(24,5),TEOO(5),TECO(5),TCIO(5),
1      TOI(9,5),TS(9,5),KO(9,5),TTCI(5),SO(9),LK(9,5),
1      TETE(24,5),AY(12),NGUN(12),SORT(12),KEF(5),
1      TTOPI(5),Q1(9,5),TEOGO(24),TEOGU(24,5),TQH(5),TQHO(5),
1      QH(24,5),A1GO(24,5),A1GU(24,5),A2GO(24,5),A2GU(24,5),
1      TIY(24,5),TTIY(5),TTIYO(5)
REAL KC,KD,KT,KO,LK
READ (50,90) (GAMA(L),L=1,5)
READ (50,91) (AY(N),N=1,12)
READ (50,92) (AO(J),J=1,2)
READ (50,93) ALFD,ALFS,ALFI,TI,(KC(K),K=1,2),(SO(L1),L1=1,9)
READ (50,300) UO1,UO2,UO
DO 16 L=1,5
READ (50,302) (A1GO(I1,L),I1=1,24)
READ (50,302) (A1GU(I1,L),I1=1,24)
READ (50,302) (A2GO(I1,L),I1=1,24)
READ (50,302) (A2GU(I1,L),I1=1,24)
302 FORMAT (12F6.3/12F6.3)
16 CONTINUE
READ (50,94) EN,E,SK,NAY,BNE
90 FORMAT (5F7.2)
91 FORMAT (6A7)
92 FORMAT (2F5.2)
93 FORMAT (6F6.3/9F5.2)
300 FORMAT (3F6.3)
94 FORMAT (3F6.3,I6,F6.3)
DATA NGUN/17,47,75,105,135,162,198,228,258,288,318,344/
DATA SORT/004.60,000.00,000.00,000.00,000.00,000.00,22.70,
1      000.00,000.00,000.00,000.00,000.00/
DATA B/-10.0,-14.3,-9.0,0.0,3.7,0.6,-6.0,-5.8,4.6,14.0,15.4,7.2/
73 READ (50,101,END=50) (DISSI(I),I=1,24)
101 FORMAT (12F5.1/12F5.1)
ETD=-3
N1=24
PI=3.1415927
C=PI/180.
W=PI/12.
BOY=29.0
ENLEM=40.98
CENLEM=COS(ENLEM*C)
SENLEM=SIN(ENLEM*C)
ME=NAY
WRITE (60,200) ENLEM,AY(NAY)
200 FORMAT (7X,'ISTANBUL',4X,'ENLEM=',F5.2,5X,A7)

C -----
SORT(NAY)=SORT(NAY)*0.86
GU=NGUN(NAY)
DEKL=23.45*C*SIN(2.*PI*(284.+GU)/365.)
CDEKL=COS(DEKL)
SDEKL=SIN(DEKL)
HW=ACOS((-SENLEM*SDEKL)/(CENLEM*CDEKL))
TG=24./PI*HW
SORT(NAY)=(SORT(NAY)*10000.)/TG/36.
WRITE (60,401) TG,SORT(NAY)
401 FORMAT (7X,'TG=',F5.2,4X,'SORT=',F7.2)
```

```

FI=1.+0.033*COS(2.*PI*GU/365.)
GSI=4870.8
GSI=24.*FI*GSI/PI
QO=GSI*SDEKL*SENLEM*(HW-TAN(HW))
S0=0.86*QO/TG/3.6
KT=SQRT(NAY)/S0
KD=1.0-1.13*KT
HTOP=SQRT(NAY)*TG
SYG=HTOP*KD
DO 3 K=1,2
31 EGIM=90.
20 CEGIM=COS(EGIM*C)
SEGIM=SIN(EGIM*C)
WRITE(60,202) EGIM
202 FORMAT(2X,'EGIM=',F4.0,'DERECE')
IE=EGIM
J=2
IF(IE.EQ.90) J=1
43 CONTINUE
WRITE(60,203) AO(J)
203 FORMAT(7X,'AO=',1X,F6.3)
WRITE(60,308) UO1,UO2,UO
308 FORMAT(7X,'UO1=',F6.3,2X,'UO2=',F6.3,2X,'UO=',F6.3)
WRITE(60,206)
206 FORMAT(18X,'W',9X,'SW',8X,'S',9X,'SE',8X,'E')
DO 4 L=1,5
CGAMA=COS(GAMA(L)*C)
SGAMA=SIN(GAMA(L)*C)
TTEO(L)=0.
TTEC(L)=0.
TTCI(L)=0.
TTOPI(L)=0.
SAAT=0.
-----
C CALL HARMO(DISSI,N1,PI,TD,ME,BOY)
DO 5 I1=1,24
SAAT=SAAT+1.
H=(12.-SAAT)*15.*C
IF(ABS(H).GT.HW) GO TO 83
COMEGA=COS(H)
SOMEQA=SIN(H)
COST(I1,L)=SDEKL*SENLEM*CEGIM-SDEKL*CENLEM*SEGIM*CGAMA
1 +CDEKL*CENLEM*CEGIM*COMEGA+CDEKL*SENLEM*SEGIM*
1 CGAMA*COMEGA+CDEKL*SEGIM*SGAMA*SOMEQA
COSZ(I1)=SENLEM*SDEKL+CDEKL*CENLEM*COMEGA
IF(COST(I1,L).LT.0.) COST(I1,L)=0.
R(I1,L)=COST(I1,L)/COSZ(I1)
RD=PI/24.*COSZ(I1)/(CENLEM*CDEKL*SIN(HW)+HW*SENLEM*SDEKL)
HT(I1)=SQRT(NAY)*PI/2.*COS(PI/2.*H/HW)
HSY(I1)=RD*SYG
HSD(I1)=HT(I1)-HSY(I1)
DI(I1,L)=R(I1,L)*HSD(I1)
51 YAYI(I1)=HSY(I1)*((1.+CEGIM)/2.)
RO=0.2
YANI(I1)=HT(I1)*((1.-CEGIM)/2.)*RO
TYAY(I1)=YANI(I1)+YAYI(I1)
TOPI(I1,L)=DI(I1,L)+TYAY(I1)
TETA=ACOS(COSZ(I1))
TETE(I1,L)=TETA*1./C
IF(IE.EQ.0) GO TO 45
TETA=ACOS(COST(I1,L))
TETE(I1,L)=TETA*1./C
45 STETA=SIN(TETA)
STETN=STETA/EN
TETA1=ASIN(STETN)
STETY=SIN(60.*C)
STYN=STETY/EN
TETY1=ASIN(STYN)
ET=TETA-TETA1
PAT=TETA+TETA1
ETY=60.-TETY1
ATY=60.+TETY1

```

```

SET=SIN(ET)
TET=TAN(ET)
SAT=SIN(PAT)
TAT=TAN(PAT)
SETY=SIN(ETY)
TETY=TAN(ETY)
SATY=SIN(ATY)
TATY=TAN(ATY)
R1=0.5*((SET**2/SAT**2)+(TET**2/TAT**2))
R1Y=0.5*((SETY**2/SATY**2)+(TETY**2/TATY**2))
U=-E*SK/SQRT(1.-STETA**2/EN**2)
UY=-E*SK/SQRT(1.-STETY**2/EN**2)
G=EXP(U)
GY=EXP(UY)
TCD(I1,L)=((1.-R1)**2*G)/(1.-R1**2*G**2)
TCY(I1)=((1.-R1Y)**2*GY)/(1.-R1Y**2*GY**2)
ACD(I1,L)=1.-R1-(((1.-R1)**2*G)/(1.-R1*G))
ACY(I1)=1.-R1Y-(((1.-R1Y)**2*GY)/(1.-R1Y*GY))
RCD=R1+((R1*G**2*(1.-R1)**2)/(1.-R1**2*G**2))
RCY=R1Y+((R1Y*GY**2*(1.-R1Y)**2)/(1.-R1Y**2*GY**2))
GO TO 84

83 TOPI(I1,L)=0.
TCD(I1,L)=0.
TETE(I1,L)=0.
DI(I1,L)=0.
TYAY(I1)=0.
ACD(I1,L)=0.
ACY(I1)=0.
TCY(I1)=0.
AID(I1,L)=0.
AIY(I1)=0.
RCD=0.
RCY=0.

84 TEO(I1,L)=TD(I1)+(TOPI(I1,L)*AO(J)/ALFD)
TEOGU(I1,L)=TEOGU(I1,L)+TEO(I1,L)
TEOGO(I1)=TD(I1)+(TYAY(I1)*AO(J)/ALFD)
TEC(I1,L)=TD(I1)+DI(I1,L)*(TCD(I1,L)/KC(K)+ACD(I1,L)/ALFD)
1 TYAY(I1)*(TCY(I1)/KC(K)+ACY(I1)/ALFD)
IF (K.EQ.1) GO TO 30
TCD(I1,L)=TCD(I1,L)*TCD(I1,L)/(1.-RCD*RCD)
TCY(I1)=TCY(I1)*TCY(I1)/(1.-RCY*RCY)
RCD=RCD+(TCD(I1,L)**2*RCD)/(1.-RCD**2)
RCY=RCY+(TCY(I1)**2*RCY)/(1.-RCY**2)
ACD(I1,L)=1.-TCD(I1,L)-RCD
ACY(I1)=1.-TCY(I1)-RCY
AID(I1,L)=TCD(I1,L)*((1.-(TCD(I1,L)+RCD))/(1.-RCD**2))
AIY(I1)=TCY(I1)*((1.-(TCY(I1)+RCY))/(1.-RCY**2))
TEC(I1,L)=TD(I1)+DI(I1,L)*(TCD(I1,L)/KC(K)+ACD(I1,L)/ALFD+
1 AID(I1,L)/ALFS)+TYAY(I1)*(TCY(I1)/KC(K)+
1 ACY(I1)/ALFD+AIY(I1)/ALFS)
30 TCI(I1,L)=(KC(K)*(TEC(I1,L)-TI)-(DI(I1,L)*TCD(I1,L)+
1 TYAY(I1)*TCY(I1))+ALFI*TI)/ALFI
TTEO(L)=TTEO(L)+TEO(I1,L)
TTEOGO=TTEOGO+TEOGO(I1)
TTEC(L)=TTEC(L)+TEC(I1,L)
TTTCI(L)=TTTCI(L)+TCI(I1,L)
TTOPI(L)=TTOPI(L)+TOPI(I1,L)
QH(I1,L)=(UO1*(TEOGO(I1)-TI)*A1GO(I1,L)+UO1*(TEOGU(I1,L)-TI)*
1 A1GU(I1,L)+UO2*(TEOGO(I1)-TI)*A2GO(I1,L)+UO2*(TEOGU(I1,L)-TI)*
1 A2GU(I1,L))/(A1GO(I1,L)+A1GU(I1,L)+A2GO(I1,L)+A2GU(I1,L))
TQH(L)=TQH(L)+QH(I1,L)
TQHO(L)=TQH(L)/24.
TIY(I1,L)=TI+(QH(I1,L)/ALFI)
TTIY(L)=TTIY(L)+TIY(I1,L)
TTIYO(L)=TTIY(L)/24.
5 CONTINUE

```

```

TEOO(L)=TTEO(L)/24.
TEOOGO=TTEOGO/24.
TECO(L)=TTEC(L)/24.
TCIO(L)=TTCI(L)/24.
TSI=TI-3.
IF (NAY.EQ.5) TSI=TI+3.
IF (NAY.EQ.6) TSI=TI+3.
IF (NAY.EQ.7) TSI=TI+3.
IF (NAY.EQ.8) TSI=TI+3.
IF (NAY.EQ.9) TSI=TI+3.
IF (NAY.EQ.10) TSI=TI+3.
4 CONTINUE
DO 17 L=1,5
17 CONTINUE
DO 7 I1=1,24
WRITE (60,458) I1,(QH(I1,L),L=1,5)
WRITE (60,459) (TIY(I1,L),L=1,5)
458 FORMAT (1X,I2,4X,'QH',3X,5F10.3)
459 FORMAT (7X,'TIY',2X,5F10.3)
7 CONTINUE
WRITE (60,450) (TQH(L),L=1,5)
WRITE (60,451) (TTIY(L),L=1,5)
450 FORMAT (/7X,'TQH',2X,5F10.3)
451 FORMAT (7X,'TTIY'1X,5F10.3)
WRITE (60,454) (TQHO(L),L=1,5)
454 FORMAT (/7X,'TQHO',1X,5F10.3)
WRITE (60,455) (TTIYO(L),L=1,5)
455 FORMAT (7X,'TTIYO',5F10.3)
IF (EGIM.EQ.0) GO TO 62
IF (EGIM.EQ.15) GO TO 63
IF (EGIM.EQ.45) GO TO 64
IF (EGIM.EQ.90) GO TO 66
62 EGIM=EGIM+15
GO TO 65
63 EGIM=EGIM+30
GO TO 65
64 EGIM=EGIM+45
GO TO 65
66 EGIM=EGIM+90
65 IE=EGIM
IF (IE.GT.90) GO TO 3
GO TO 20
3 CONTINUE
GO TO 73
50 STOP
END
SUBROUTINE HARMO (X,N1,PI,TD,ME,BOY)
DIMENSION X(24),A(12),D(12),V(12),C(12),TD(24),B(12)
DATA B/-10.,-14.3,-9.,0.,3.7,0.6,-6.,-5.8,4.6,14.,
1 15.4,7.2/
DELT=1.
TSTOR=X(1)
DO 3 JH=2,N1
3 TSTOR=TSTOR+X(JH)
XORT=TSTOR/FLOAT(N1)
P=N1*DELT
KH=3
S=2.*PI/P
ZAMAN=0.
DO 28 I2=1,N1
ZAMAN=ZAMAN+1.
SSA=ZAMAN-B(ME)/60.-BOY/15.+2.
TD(I2)=XORT
DO 5 I=1,KH
SS=0.
TSTOR1=X(1)*SIN(SS)
TSTOR2=X(1)*COS(SS)
DO 6 M=2,N1
SS=S*I*(M-1)
TSTOR1=TSTOR1+X(M)*SIN(SS)

```

```

6  TSTOR2=TSTOR2+X(M)*COS(SS)
   A(I)=2./FLOAT(N1)*TSTOR1
   D(I)=2./FLOAT(N1)*TSTOR2
   V(I)=A(I)**2+D(I)**2
   C(I)=SQRT(V(I))
   AA=ABS(A(I))
   BB=ABS(D(I))
   ACI=ATAN2(AA,BB)
   IF(A(I).LT.0.) GO TO 10
   IF(D(I).LT.0.) GO TO 11
   GO TO 7
11  ACI=6.28185-ACI
   GO TO 7
10  IF(D(I).LT.0.) GO TO 12
   ACI=3.141593-ACI
   GO TO 7
12  ACI=ACI+3.141593
   7  CONTINUE
   SS=S*I*SSA
   TD(I2)=TD(I2)+C(I)*SIN(SS+ACI)
   5  CONTINUE
28  CONTINUE
   RETURN
   END

```

-90.00	-45.00	0.00	45.00	90.00
OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYISHAZIRAN
TEMMUZAGUSTOS	EYLUL	EKIM	KASIM	ARALIK
0.70	0.70			
20.000	6.200	7.000	25.000	4.500 2.800
0.00	0.10	0.15	0.20	0.25 0.30 0.40 0.50 0.60
0.467	0.440	0.460		
0.750	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.750	0.433	0.268	0.175	0.111 0.058 0.009 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.000	0.317	0.482	0.575	0.639 0.692 0.741 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.250
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.750	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.562	0.400	0.309	0.233	0.175 0.117 0.022 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.188	0.350	0.441	0.517	0.575 0.633 0.728 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.000 0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.250 0.250
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.750	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.703 0.687
0.703	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.047 0.063
0.047	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.250	0.250	0.250	0.250	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.750	0.750	0.750	0.750	0.022 0.117 0.175 0.233 0.309 0.400 0.562 0.750
0.750	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.000	0.000	0.000	0.000	0.728 0.633 0.575 0.517 0.441 0.350 0.188 0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.000	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0.000	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.250	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.750	0.750	0.750	0.750	0.009 0.058 0.111 0.175 0.268 0.433 0.750 0.750
0.750	0.750	0.750	0.750	0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750 0.750
0.000	0.000	0.000	0.000	0.741 0.692 0.639 0.575 0.482 0.317 0.000 0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
0.250	0.250	0.250	0.250	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0.000	0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
0.000	0.000	0.000	0	

ÖRNEK SONUÇLAR

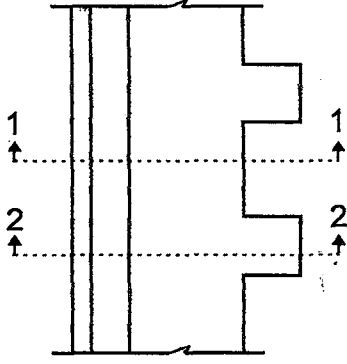
İSTANBUL ENLEM=40.98 MMUZ
TG=14.62 SORT= 370.84

AO= .700
UO1= .467 UO2= .440 UO= .460

		W	SW	S	SE	E
1	QH	-1.455	-1.455	-1.455	-1.455	-1.455
	TIY	24.792	24.792	24.792	24.792	24.792
2	QH	-1.859	-1.859	-1.859	-1.859	-1.859
	TIY	24.734	24.734	24.734	24.734	24.734
3	QH	-2.063	-2.063	-2.063	-2.063	-2.063
	TIY	24.705	24.705	24.705	24.705	24.705
4	QH	-2.084	-2.084	-2.084	-2.084	-2.084
	TIY	24.702	24.702	24.702	24.702	24.702
5	QH	-1.834	-1.834	-1.834	.680	5.077
	TIY	24.738	24.738	24.738	25.097	25.725
6	QH	-1.189	-1.189	-1.189	1.812	5.217
	TIY	24.830	24.830	24.830	25.259	25.745
7	QH	-.572	-.572	-.572	2.607	4.987
	TIY	24.918	24.918	24.918	25.372	25.712
8	QH	.007	.007	.059	3.044	4.451
	TIY	25.001	25.001	25.008	25.435	25.636
9	QH	.582	.582	.830	3.165	3.702
	TIY	25.083	25.083	25.119	25.452	25.529
10	QH	1.182	1.182	1.572	3.115	2.846
	TIY	25.169	25.169	25.225	25.445	25.407
11	QH	1.788	1.869	2.361	2.856	2.150
	TIY	25.255	25.267	25.337	25.408	25.307
12	QH	2.320	2.679	2.963	2.679	2.320
	TIY	25.331	25.383	25.423	25.383	25.331
13	QH	3.033	3.739	3.243	2.751	2.670
	TIY	25.433	25.534	25.463	25.393	25.381
14	QH	4.414	4.683	3.141	2.750	2.750
	TIY	25.631	25.669	25.449	25.393	25.393
15	QH	5.662	5.126	2.790	2.542	2.542
	TIY	25.809	25.732	25.399	25.363	25.363
16	QH	6.556	5.148	2.163	2.111	2.111
	TIY	25.937	25.735	25.309	25.302	25.302
17	QH	7.127	4.748	1.568	1.568	1.568
	TIY	26.018	25.678	25.224	25.224	25.224
18	QH	7.427	4.022	1.021	1.021	1.021
	TIY	26.061	25.575	25.146	25.146	25.146
19	QH	7.429	3.032	.518	.518	.518
	TIY	26.061	25.433	25.074	25.074	25.074
20	QH	.386	.386	.386	.386	.386
	TIY	25.055	25.055	25.055	25.055	25.055
21	QH	.320	.320	.320	.320	.320
	TIY	25.046	25.046	25.046	25.046	25.046
22	QH	.075	.075	.075	.075	.075
	TIY	25.011	25.011	25.011	25.011	25.011
23	QH	-.361	-.361	-.361	-.361	-.361
	TIY	24.948	24.948	24.948	24.948	24.948
24	QH	-.914	-.914	-.914	-.914	-.914
	TIY	24.869	24.869	24.869	24.869	24.869
	TQH	35.974	25.264	10.678	25.264	35.974
	TTIY	605.139	603.609	601.525	603.609	605.139
	TQHO	1.499	1.053	.445	1.053	1.499
	TTIYO	25.214	25.150	25.064	25.150	25.214

EK B

Tablo B.1. Cephe opak bileşeni katmanlaşma detayları.



1-1 kesiti için;

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{1}{\alpha_d}}$$

2-2 kesiti için;

$$U_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_d}}$$

$$U_o = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2}{A_1 + A_2}$$

U_o : Cephe opak bileşenine ait toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^{20}C$

U_1, U_2 : Cephe opak bileşeninin 1-1 ve 2-2 kesitlerindeki toplam ısı geçirme katsayıları, $W/m^{20}C$

A_1, A_2 : Cephedeki farklı kesit kalınlıklarına ve katmanlaşmalara sahip olan her bir opak bileşenin alanı, m^2

α_i, α_d : İç ve dış yüzeyel ısı iletkenlik katsayıları, $W/m^{20}C$

d_1, d_2 : Sırasıyla 1-1 ve 2-2 kesitinde yer alan malzemelerin kalınlığı, m

λ_1, λ_2 : Sırasıyla 1-1 ve 2-2 kesitinde yer alan malzemelerin ısı iletkenlik katsayısı, $W/m^{20}C$

DETAY NO:1

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m^3	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ $W/m^{20}C$	d_1 (m)	d_2 (m)	U_1 $W/m^{20}C$	U_2 $W/m^{20}C$	U_o $W/m^{20}C$
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02			
2	Beton	5.2.2.	300	0,1	0,2	0,25	0,45	0,37	0,43

DETAY NO:2

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m^3	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ $W/m^{20}C$	d_1 (m)	d_2 (m)	U_1 $W/m^{20}C$	U_2 $W/m^{20}C$	U_o $W/m^{20}C$
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02			
2	Polistiren-ext.köpük	10.2.1.2.2.	30	0,028	0,04	0,04			
3	Beton	5.2.1.	800	0,39	0,2	0,25	0,467	0,44	0,46

DETAY NO:3

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m^3	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ $W/m^{20}C$	d_1 (m)	d_2 (m)	U_1 $W/m^{20}C$	U_2 $W/m^{20}C$	U_o $W/m^{20}C$
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02			
2	Gazbeton G1			0,1	0,2	0,25	0,45	0,37	0,43

Tablo B.1'in devamı.

DETAY NO:4

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,445	0,387	0,43
2	Polistiren-ext.köpük	10.2.1.2.2.	30	0,028	0,02	0,02			
3	Gazbeton G1	7.3.2.	400	0,15	0,2	0,25			

DETAY NO:5

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,59	0,45	0,55
2	Beton	5.2.2.	300	0,1	0,15	0,2			

DETAY NO:6

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,59	0,45	0,55
2	Gazbeton G1			0,1	0,15	0,2			

DETAY NO:7

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,61	0,5	0,58
2	Gazbeton	7.3.3.	400	0,14	0,2	0,25			

DETAY NO:8

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,7	0,64	0,68
2	Polistiren-ext.köpük	10.2.1.2.2.	30	0,028	0,02	0,02			
3	Beton	5.2.1.	800	0,39	0,2	0,25			

DETAY NO:9

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,69	0,57	0,66
2	Gazbeton G6	7.3.3.	500	0,16	0,2	0,25			

DETAY NO:10

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,8	0,66	0,76
2	Beton	5.2.2.	600	0,19	0,2	0,25			

DETAY NO:11

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m°C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U _o W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,76	0,63	0,73
2	Gazbeton G6	7.3.3.	600	0,18	0,2	0,25			

Tablo B.1'in devamı.

DETAY NO:12

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,89	0,86	0,88
2	Polistiren-ext.köpük	10.2.1.2.2.	30	0,028	0,02	0,02			
3	Beton	5.2.1.	1800	1	0,2	0,25			

DETAY NO:13

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,93	0,75	0,88
2	Gazbeton G6	7.3.1.	400	0,2	0,175	0,225			

DETAY NO:14

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,97	0,93	0,96
2	Polistiren-ext.köpük	10.2.1.2.2.	30	0,028	0,02	0,02			
3	Beton	5.2.1.	1800	1,3	0,15	0,2			

DETAY NO:15

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,96	0,78	0,92
2	Gazbeton G6	7.3.3.	700	0,21	0,175	0,225			

DETAY NO:16

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	0,118	0,85	1,05
2	Beton	5.3.3.	600	0,18	0,125	0,175			

DETAY NO:17

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,12	0,94	1,07
2	Gazbeton	7.3.1.	800	0,29	0,2	0,25			

DETAY NO:18

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,09	0,915	1,05
2	Beton	5.3.2.	800	0,28	0,2	0,25			

DETAY NO:19

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,11	0,85	1,05
2	Gazbeton G4	7.3.3.	600	0,18	0,125	0,175			

Tablo B.1'in devamı.

DETAY NO:20

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,21	1,02	1,16
2	Beton	5.3.3.	1000	0,32	0,2	0,25			

DETAY NO:21

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,21	0,96	1,15
2	Gazbeton	7.3.1.	600	0,24	0,15	0,2			

DETAY NO:22

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,32	1,118	1,26
2	Beton	5.3.2.	1000	0,36	0,2	0,25			

DETAY NO:23

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,32	1,06	1,25
2	Beton	5.2.2.	900	0,27	0,15	0,2			

DETAY NO:24

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,32	1,06	1,25
2	Gazbeton	7.3.1.	700	0,27	0,15	0,2			

DETAY NO:25

NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,4	1,19	1,35
2	Beton	5.2.1.	800	0,39	0,2	0,25			

DETAY NO:26

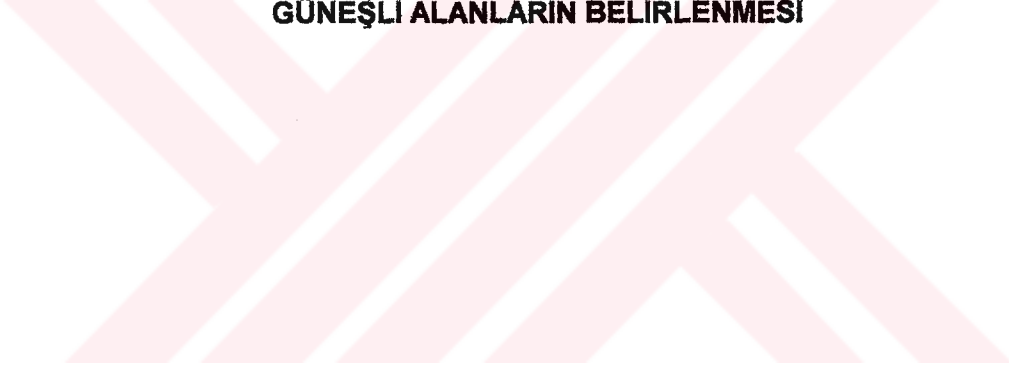
NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,428	1,15	1,36
2	Beton	5.2.2.	1000	0,3	0,15	0,2			

DETAY NO:27

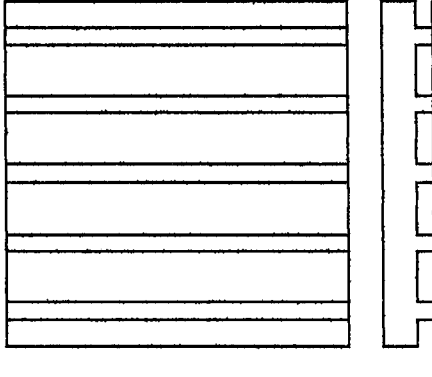
NO	MALZEME ADI	TS 825 SIRA NO	BİRİM HACİM KÜTLESİ kg/m ³	ISI İLETKENLİK HESAP DEĞERİ W/m ² °C	d ₁ (m)	d ₂ (m)	U ₁ W/m ² °C	U ₂ W/m ² °C	U ₀ W/m ² °C
1	İç sıva	4.3.	1400	0,7	0,02	0,02	1,39	1,12	1,32
2	Gazbeton	7.3.1.	800	0,29	0,15	0,2			

EK C

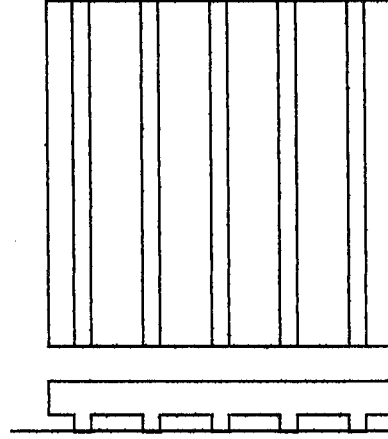
FARKLI CEPHE DOKULARININ CEPHEDE OLUŞTURDUKLARI GÖLGELİ VE GÜNEŞLİ ALANLARIN BELİRLENMESİ



CD : 1



CD : 2



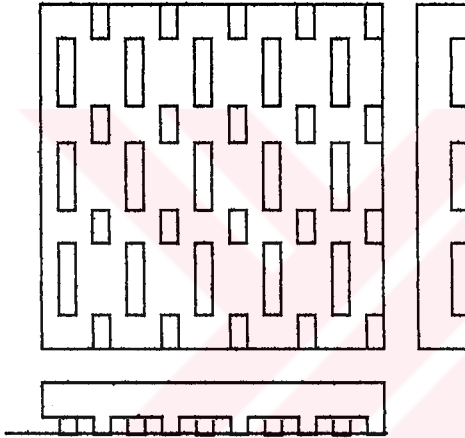
A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

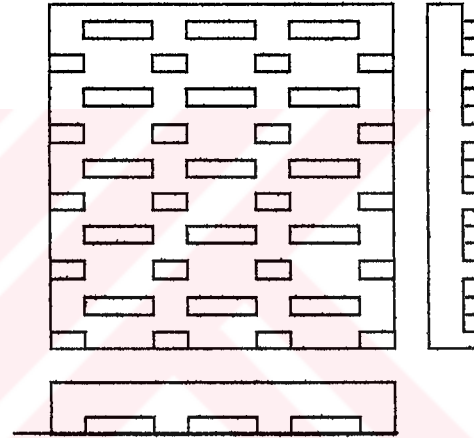
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

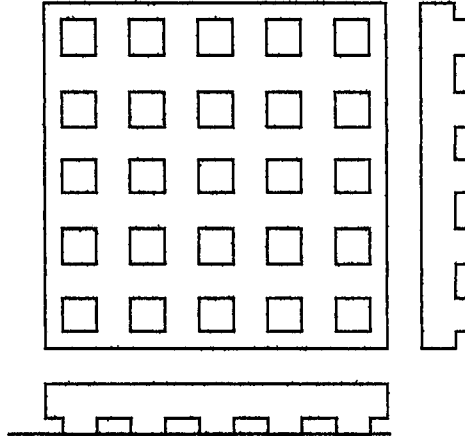
CD : 4



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

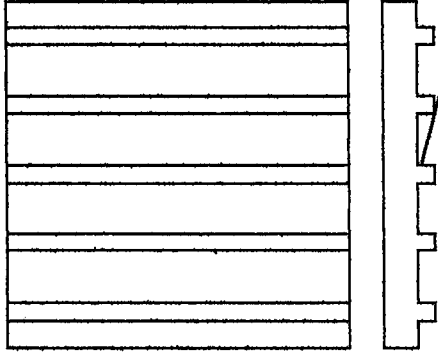
Saat : 12.00

Profil Açısı : 90,05

Genişlik Açısı : 0

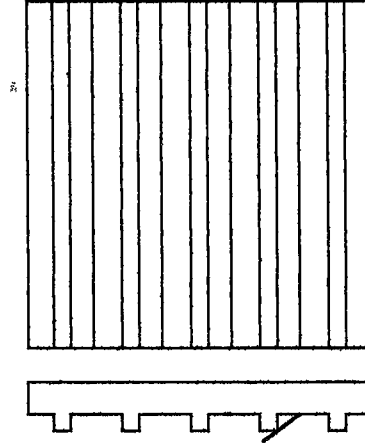
Şekil C.1. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



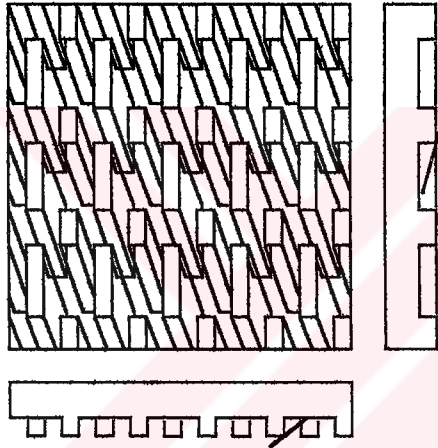
A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25

CD : 2



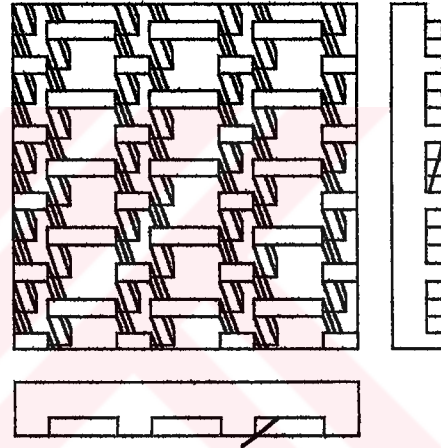
A1GO: 0.332 A2GO: 0
A1GU: 0.418 A2GU: 0.25

CD : 3



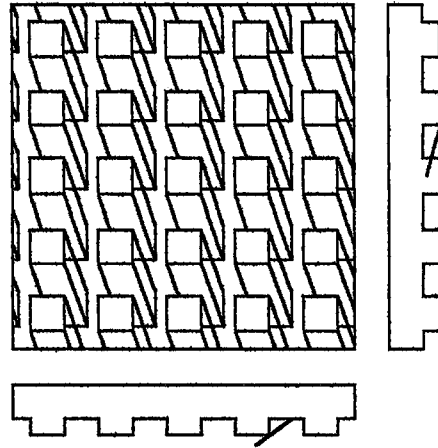
A1GO: 0.566 A2GO: 0
A1GU: 0.184 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.711 A2GO: 0
A1GU: 0.039 A2GU: 0.25

CD : 5



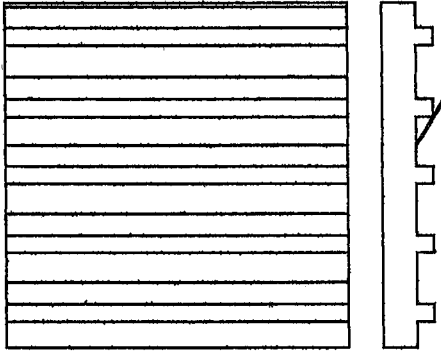
A1GO: 0.49 A2GO: 0
A1GU: 0.26 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W
Saat : 13.00
Profil Açısı : 75,02
Genişlik Açısı : 37

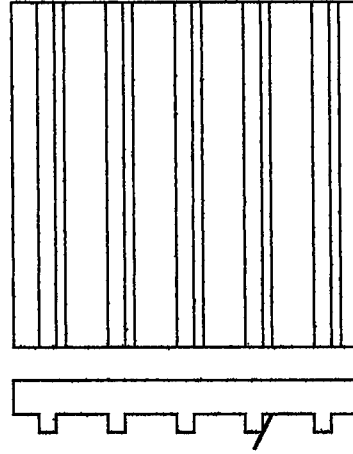
Şekil C.2. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



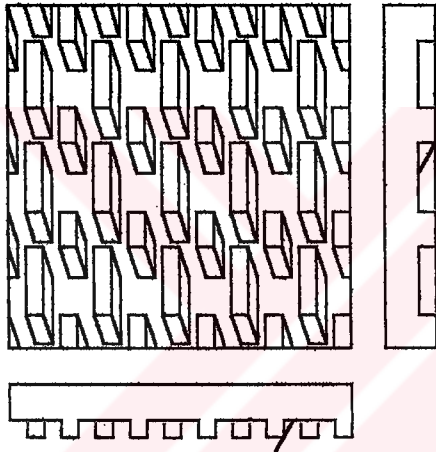
A1GO: 0.433 A2GO: 0
A1GU: 0.317 A2GU: 0.25

CD : 2



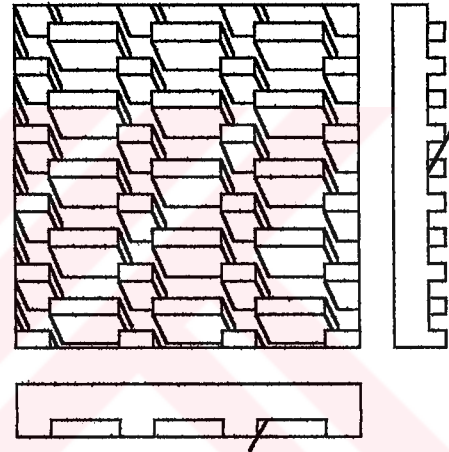
A1GO: 0.139 A2GO: 0
A1GU: 0.612 A2GU: 0.25

CD : 3



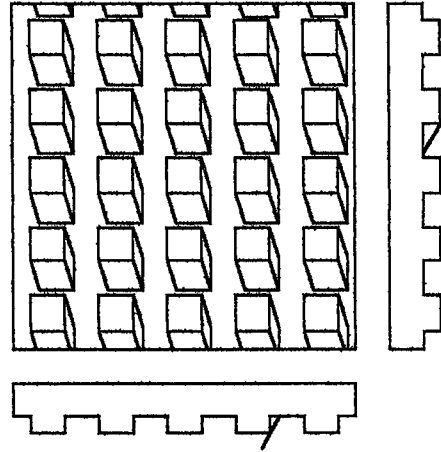
A1GO: 0.29 A2GO: 0
A1GU: 0.46 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.451 A2GO: 0
A1GU: 0.299 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.286 A2GO: 0
A1GU: 0.464 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

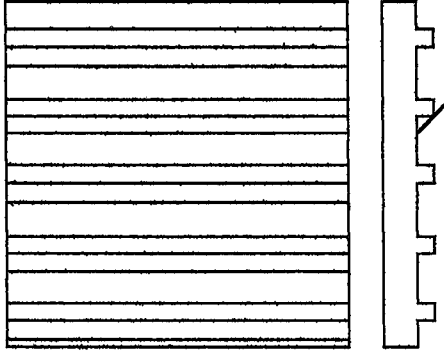
Saat : 14.00

Profil Açısı : 60,41

Genişlik Açısı : 61

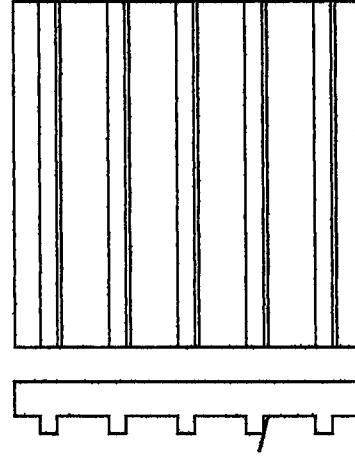
Şekil C.3. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



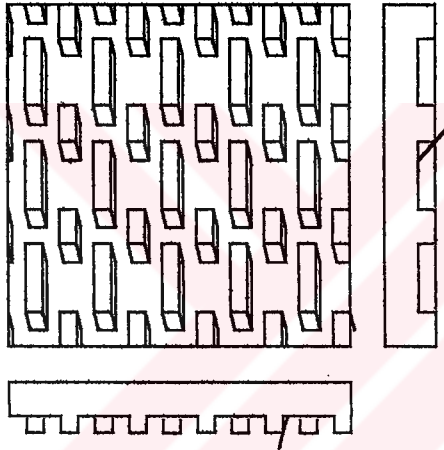
A1GO: 0.268 A2GO: 0
A1GU: 0.482 A2GU: 0.25

CD : 2



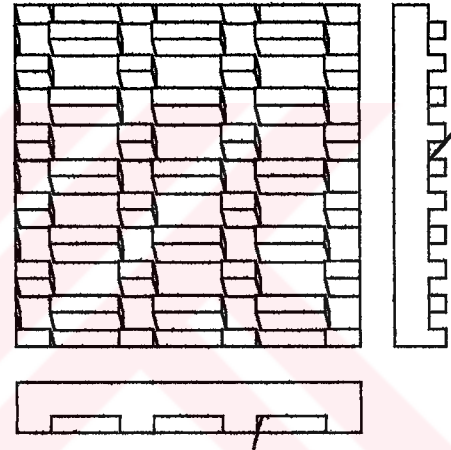
A1GO: 0.062 A2GO: 0
A1GU: 0.688 A2GU: 0.25

CD : 3



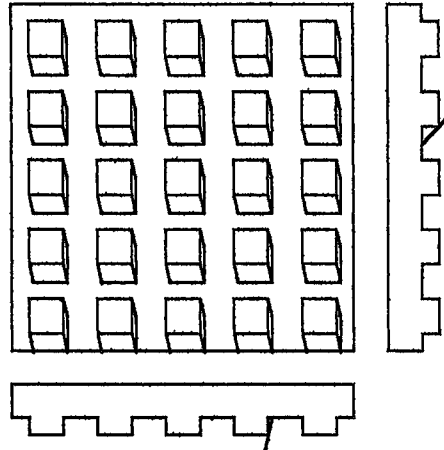
A1GO: 0.156 A2GO: 0
A1GU: 0.594 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.288 A2GO: 0
A1GU: 0.462 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.165 A2GO: 0
A1GU: 0.585 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

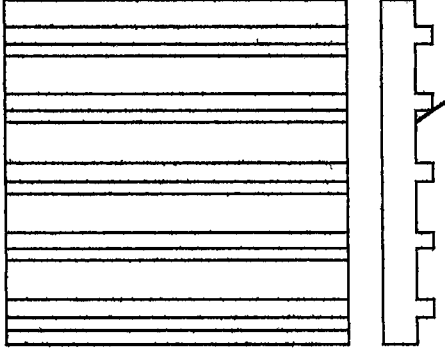
Saat : 15.00

Profil Açısı : 47,86

Genişlik Açısı : 76

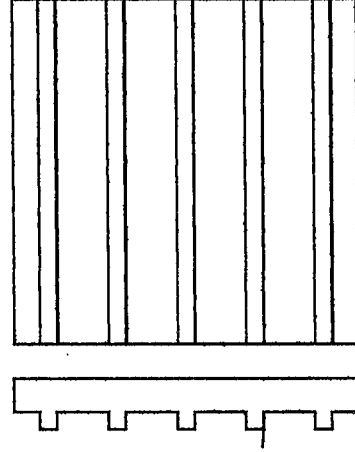
Şekil C.4. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



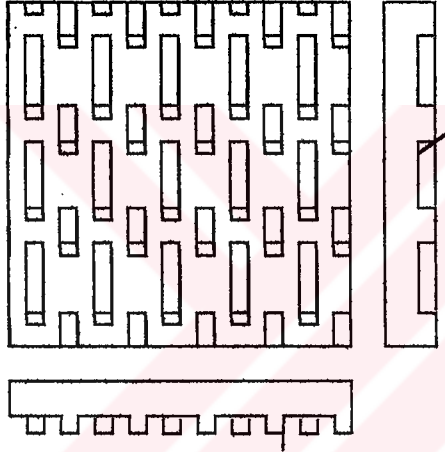
A1GO: 0.175 A2GO: 0
A1GU: 0.575 A2GU: 0.25

CD : 2



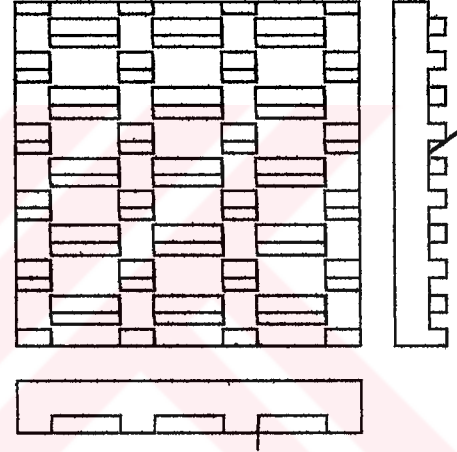
A1GO: 0.013 A2GO: 0
A1GU: 0.737 A2GU: 0.25

CD : 3



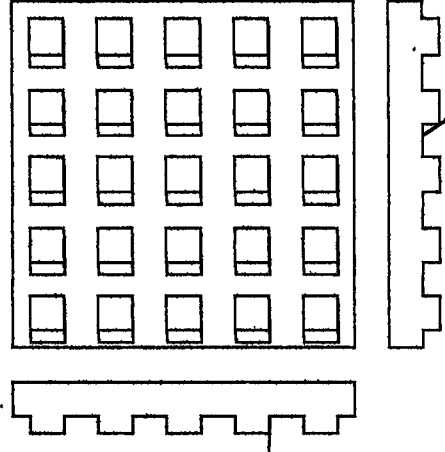
A1GO: 0.074 A2GO: 0
A1GU: 0.676 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.179 A2GO: 0
A1GU: 0.571 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.094 A2GO: 0
A1GU: 0.856 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

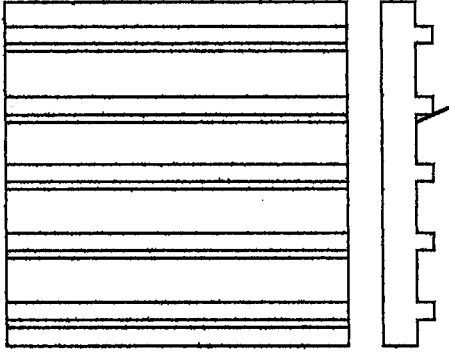
Saat : 16.00

Profil Açısı : 35,04

Genişlik Açısı : 87

Şekil C.5. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

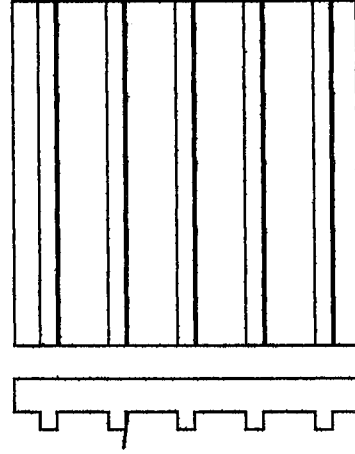
CD : 1



A1GO: 0.111
A1GU: 0.639

A2GO: 0
A2GU: 0.25

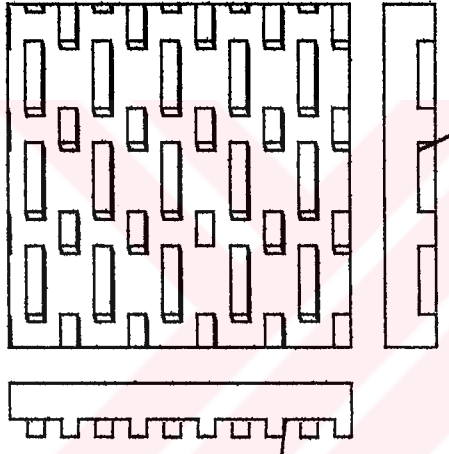
CD : 2



A1GO: 0.031
A1GU: 0.719

A2GO: 0
A2GU: 0.25

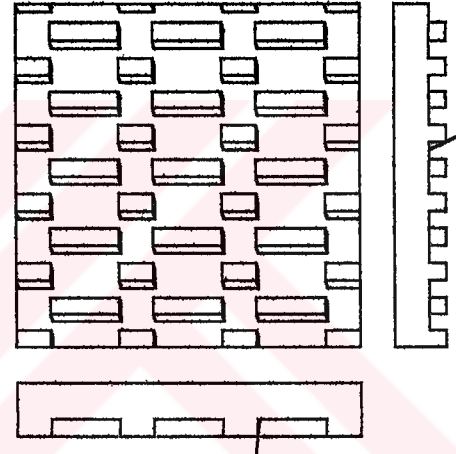
CD : 3



A1GO: 0.07
A1GU: 0.68

A2GO: 0
A2GU: 0.25

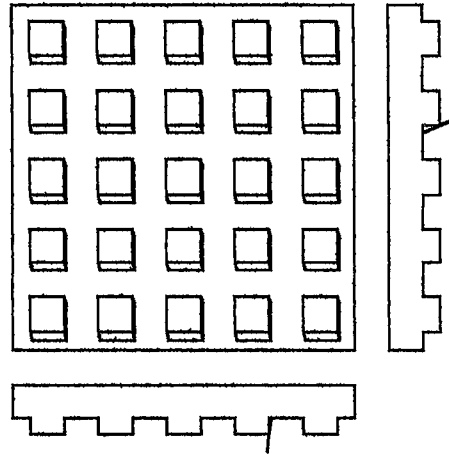
CD : 4



A1GO: 0.120
A1GU: 0.630

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.071
A1GU: 0.679

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

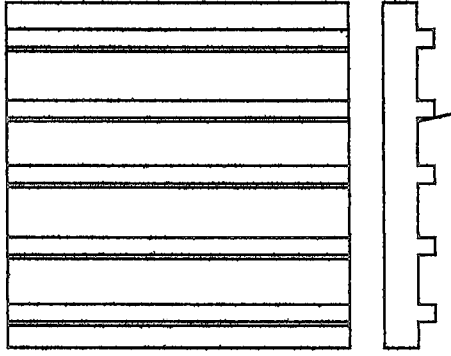
Saat : 17.00

Profil Açısı : 24,16

Genişlik Açısı : 83

Şekil C.6. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

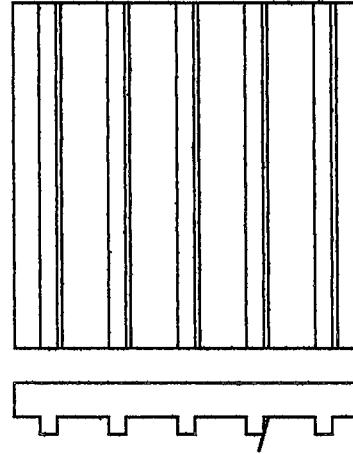
CD : 1



A1GO: 0.058
A1GU: 0.692

A2GO: 0
A2GU: 0.25

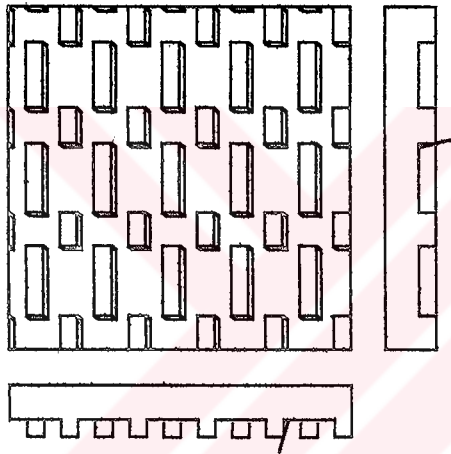
CD : 2



A1GO: 0.072
A1GU: 0.678

A2GO: 0
A2GU: 0.25

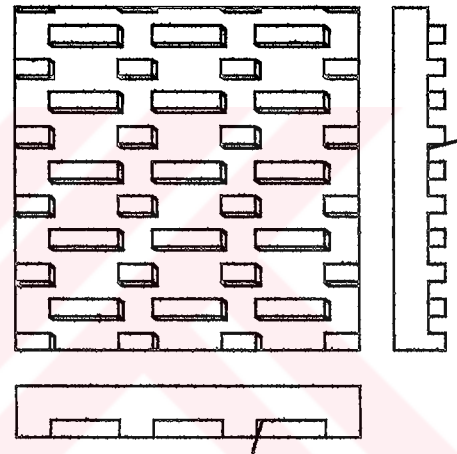
CD : 3



A1GO: 0.091
A1GU: 0.659

A2GO: 0
A2GU: 0.25

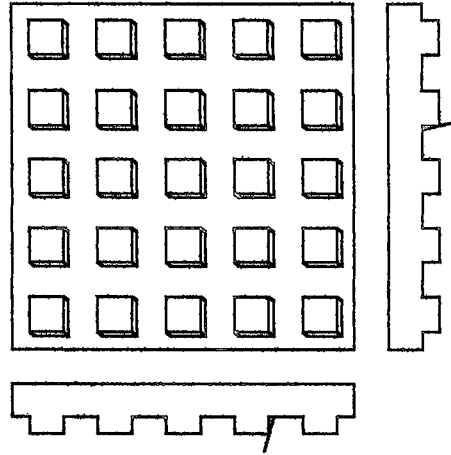
CD : 4



A1GO: 0.087
A1GU: 0.663

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.065
A1GU: 0.685

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

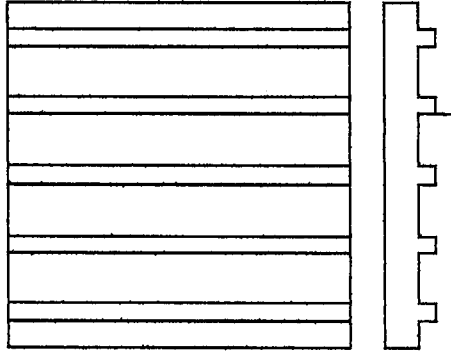
Saat : 18.00

Profil Açısı : 13,51

Genişlik Açısı : 74

Şekil C.7. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdıkları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

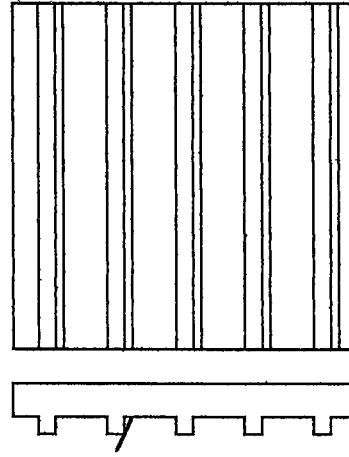
CD : 1



A1GO: 0.009
A1GU: 0.741

A2GO: 0
A2GU: 0.25

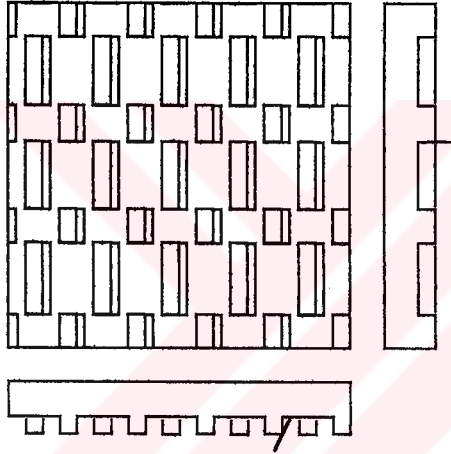
CD : 2



A1GO: 0.117
A1GU: 0.634

A2GO: 0
A2GU: 0.25

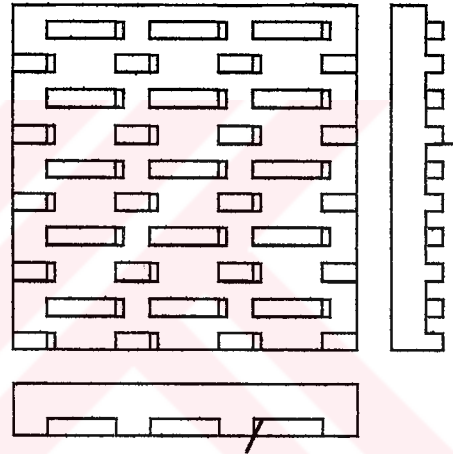
CD : 3



A1GO: 0.12
A1GU: 0.63

A2GO: 0
A2GU: 0.25

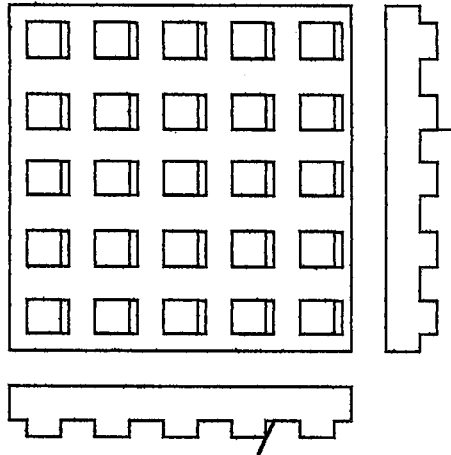
CD : 4



A1GO: 0.044
A1GU: 0.706

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.063
A1GU: 0.687

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : W

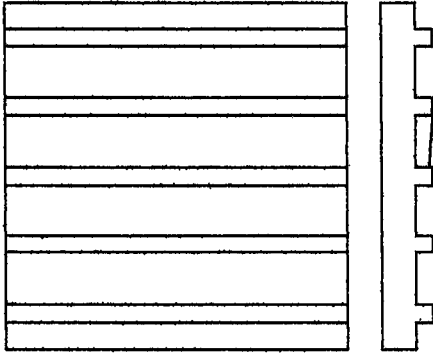
Saat : 19.00

Profil Açısı : 2,207

Genişlik Açısı : 65

Şekil C.8. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

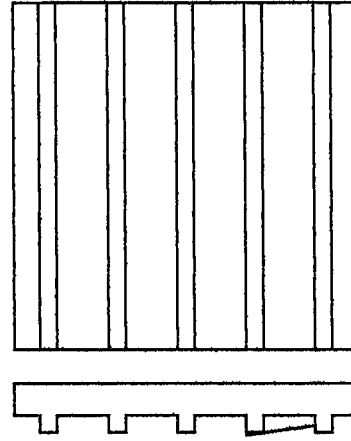
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

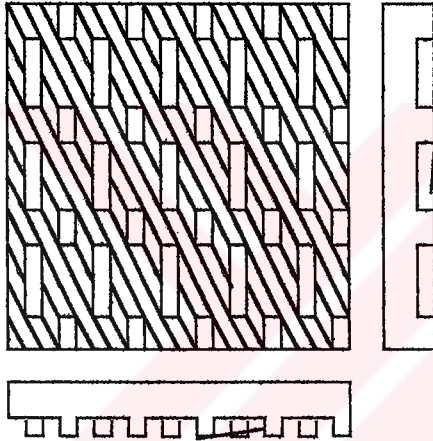
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

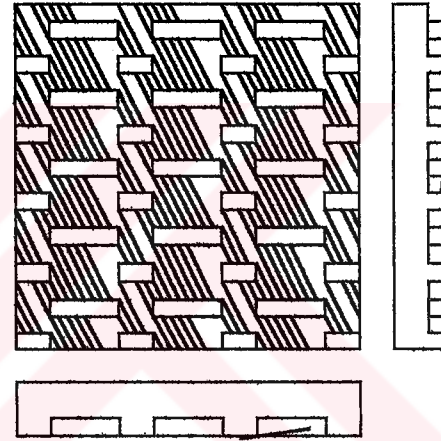
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

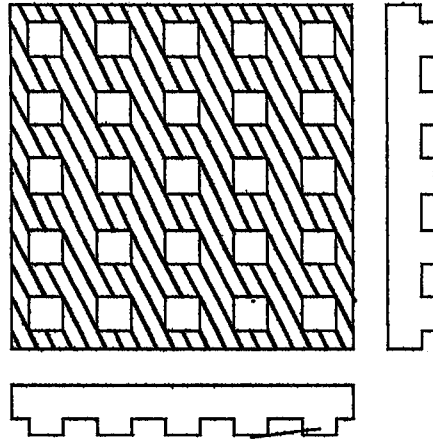
CD : 4



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

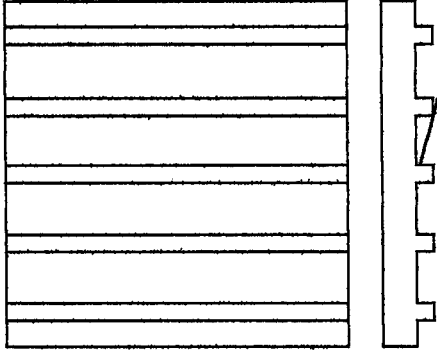
Saat : 11.00

Profil Açısı : 86.49

Genişlik Açısı : 8

Şekil C.9. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

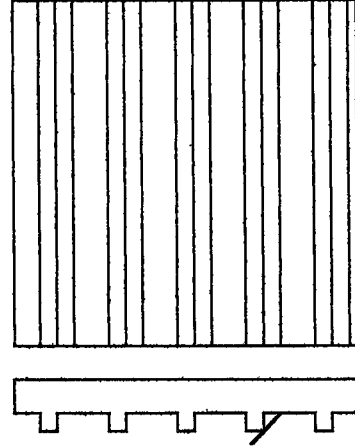
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

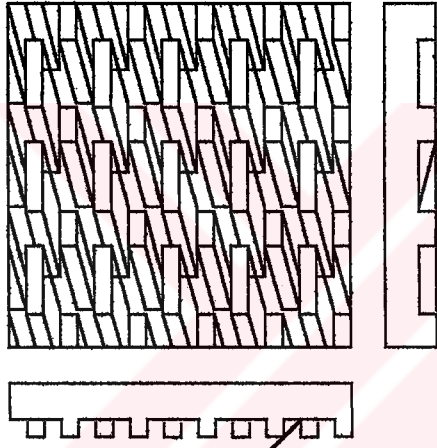
CD : 2



A1GO: 0.250
A1GU: 0.500

A2GO: 0
A2GU: 0.25

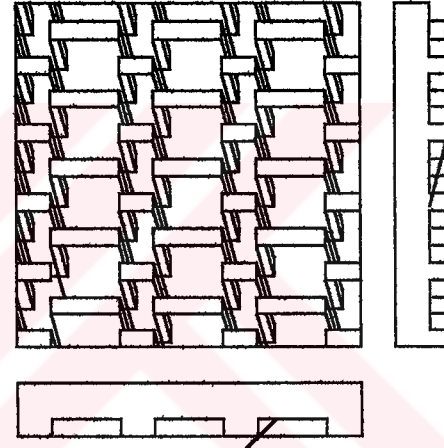
CD : 3



A1GO: 0.525
A1GU: 0.225

A2GO: 0
A2GU: 0.25

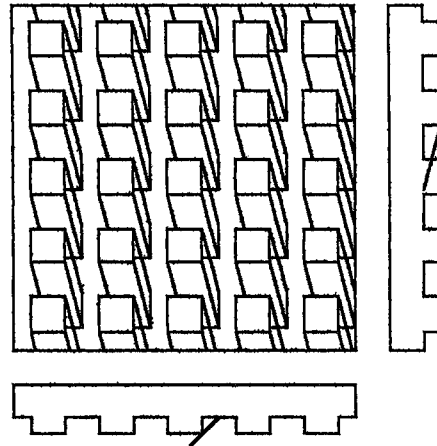
CD : 4



A1GO: 0.723
A1GU: 0.027

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.458
A1GU: 0.292

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

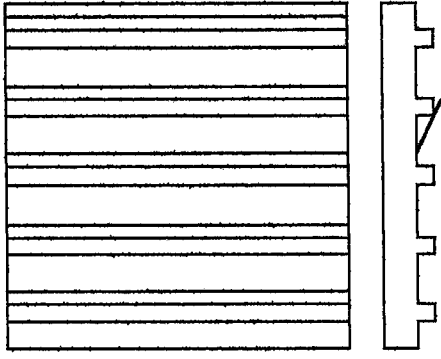
Saat : 12.00

Profil Açısı : 75.58

Genişlik Açısı : 45

Şekil C.10. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

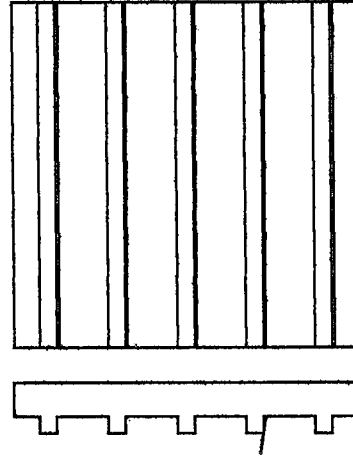
CD : 1



A1GO: 0.562
A1GU: 0.188

A2GO: 0
A2GU: 0.25

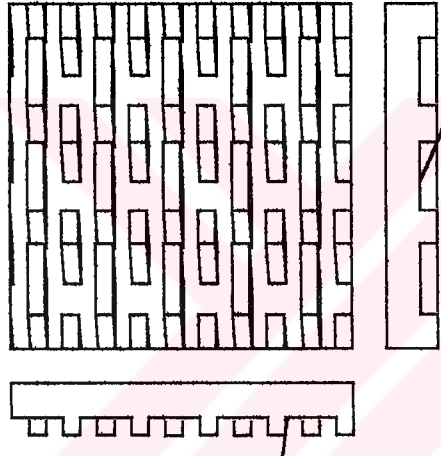
CD : 2



A1GO: 0.035
A1GU: 0.715

A2GO: 0
A2GU: 0.25

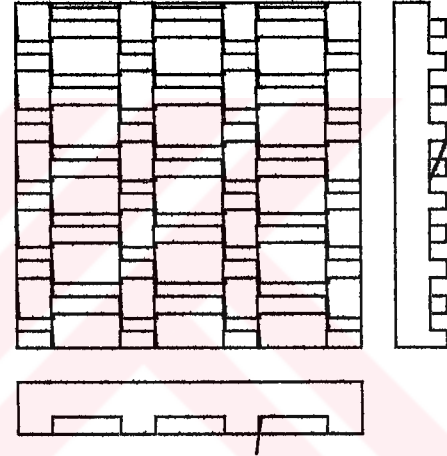
CD : 3



A1GO: 0.22
A1GU: 0.53

A2GO: 0
A2GU: 0.25

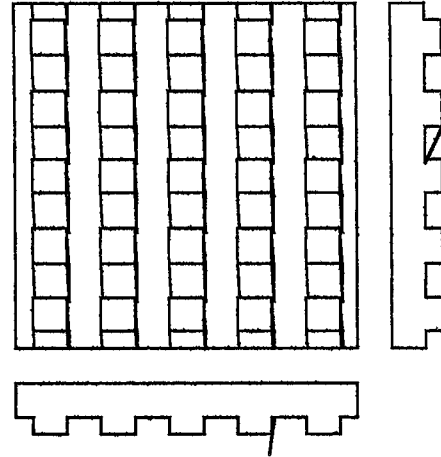
CD : 4



A1GO: 0.560
A1GU: 0.190

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.271
A1GU: 0.479

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

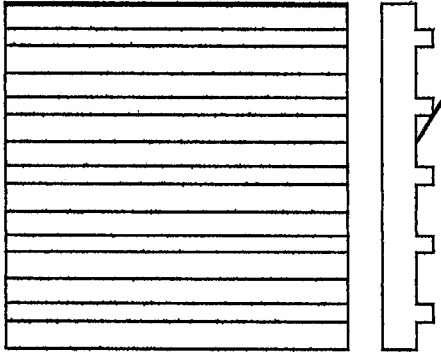
Saat : 13.00

Profil Açısı : 66.21

Genişlik Açısı : 82

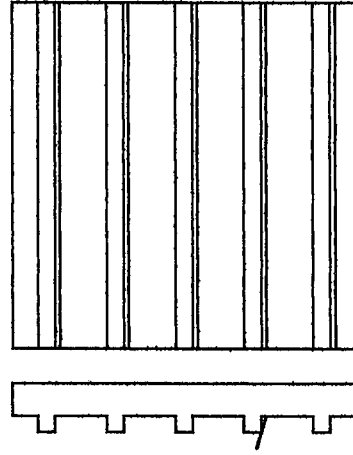
Şekil C.11. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



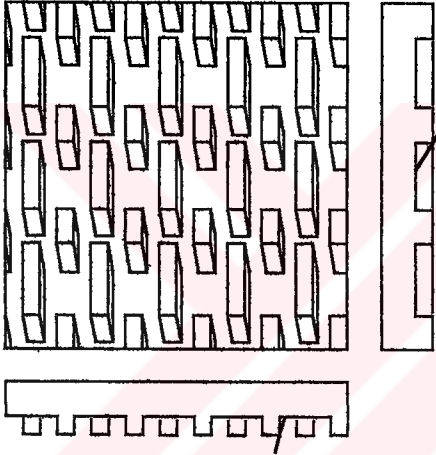
A1GO: 0.400 A2GO: 0
A1GU: 0.350 A2GU: 0.25

CD : 2



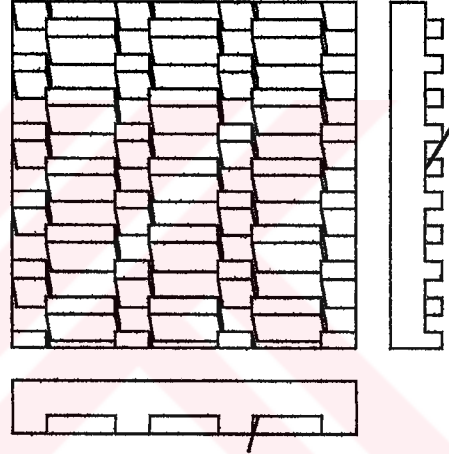
A1GO: 0.072 A2GO: 0
A1GU: 0.678 A2GU: 0.25

CD : 3



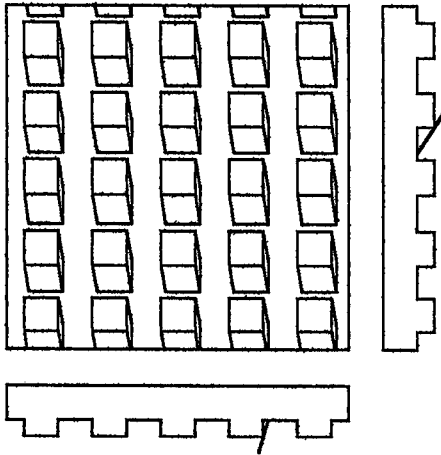
A1GO: 0.217 A2GO: 0
A1GU: 0.533 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.410 A2GO: 0
A1GU: 0.340 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.236 A2GO: 0
A1GU: 0.514 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

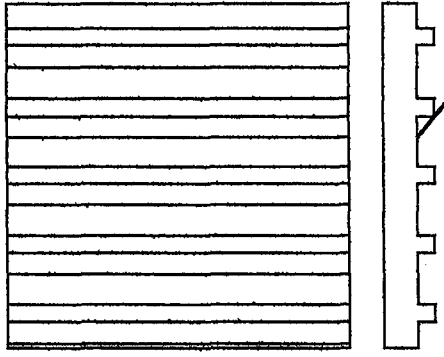
Saat : 14.00

Profil Açısı : 58.03

Genişlik Açısı : 74

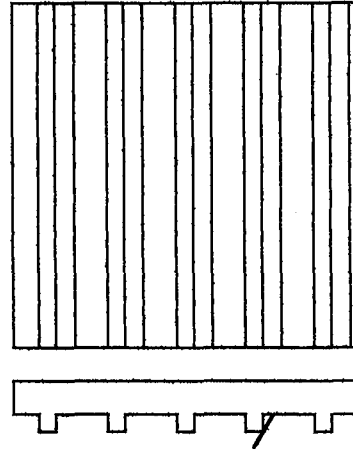
Şekil C.12. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



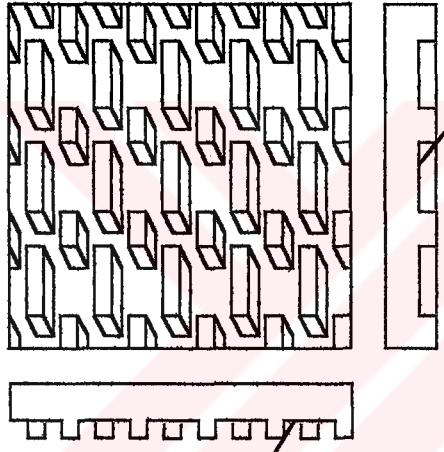
A1GO: 0.309 A2GO: 0
A1GU: 0.441 A2GU: 0.25

CD : 2



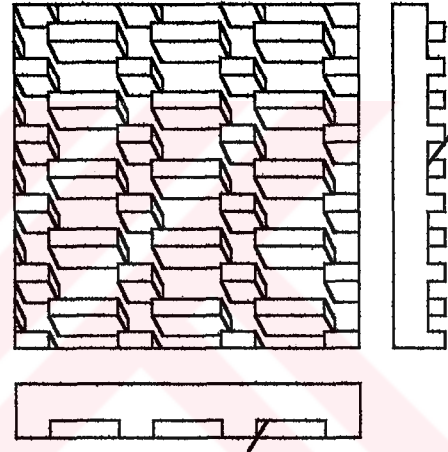
A1GO: 0.150 A2GO: 0
A1GU: 0.600 A2GU: 0.25

CD : 3



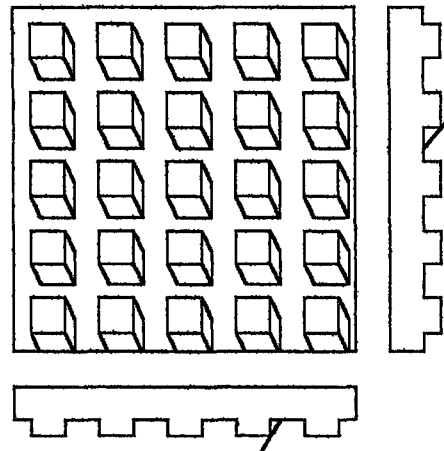
A1GO: 0.258 A2GO: 0
A1GU: 0.492 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.349 A2GO: 0
A1GU: 0.401 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.230 A2GO: 0
A1GU: 0.520 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

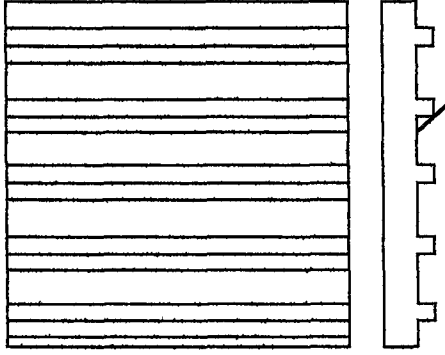
Saat : 15.00

Profil Açısı : 51.37

Genişlik Açısı : 59

Şekil C.13. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

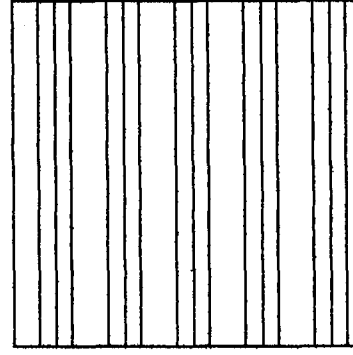
CD : 1



A1GO: 0.233
A1GU: 0.517

A2GO: 0
A2GU: 0.25

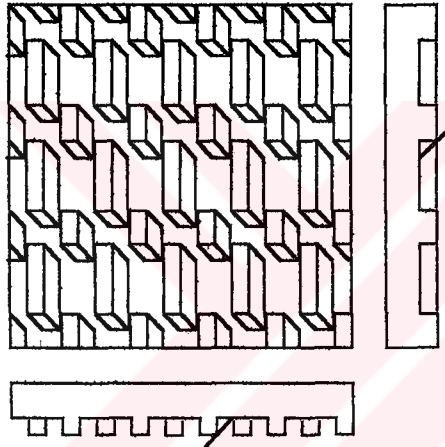
CD : 2



A1GO: 0.225
A1GU: 0.525

A2GO: 0
A2GU: 0.25

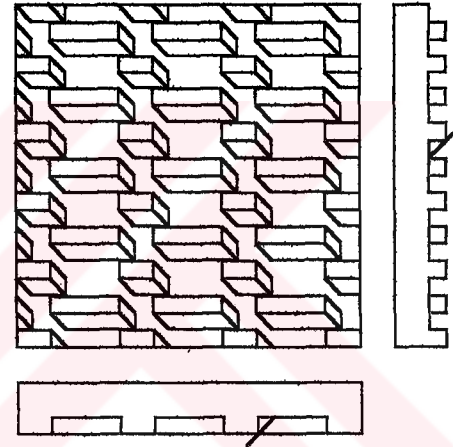
CD : 3



A1GO: 0.307
A1GU: 0.443

A2GO: 0
A2GU: 0.25

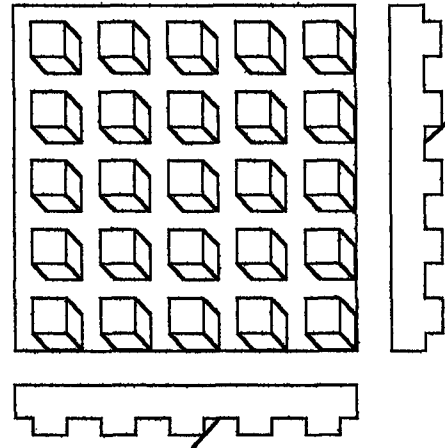
CD : 4



A1GO: 0.312
A1GU: 0.438

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.229
A1GU: 0.521

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

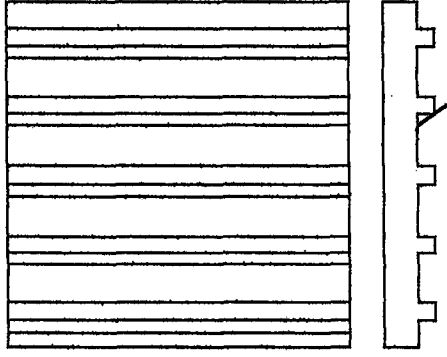
Saat : 16.00

Profil Açısı : 43.3

Genişlik Açısı : 48

Şekil C.14. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

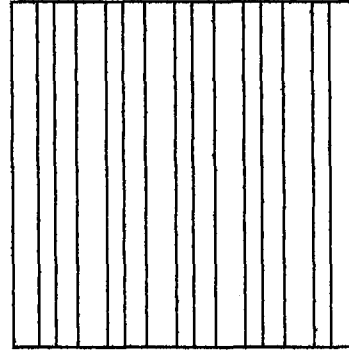
CD : 1



A1GO: 0.175
A1GU: 0.575

A2GO: 0
A2GU: 0.25

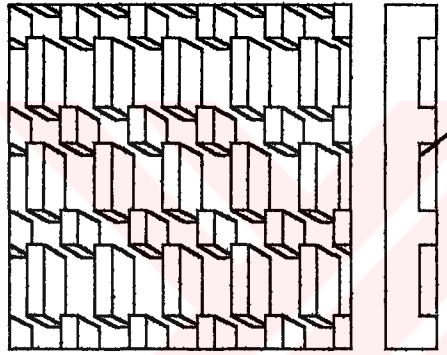
CD : 2



A1GO: 0.320
A1GU: 0.430

A2GO: 0
A2GU: 0.25

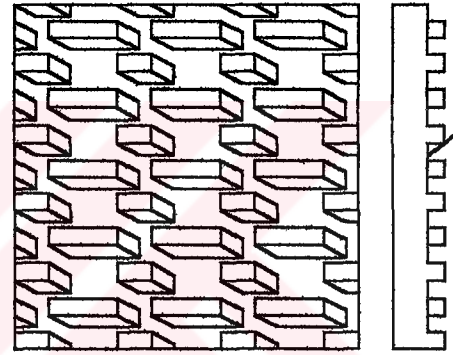
CD : 3



A1GO: 0.366
A1GU: 0.384

A2GO: 0
A2GU: 0.25

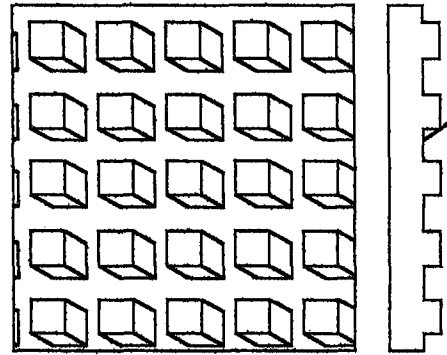
CD : 4



A1GO: 0.287
A1GU: 0.463

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.249
A1GU: 0.501

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

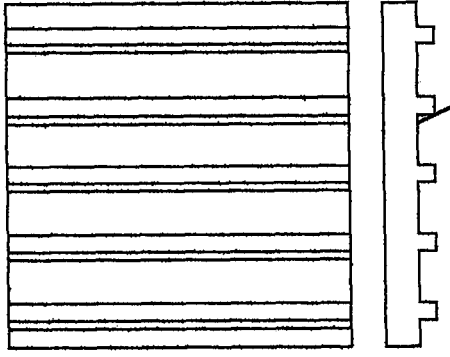
Saat : 17.00

Profil Açısı : 35.88

Genişlik Açısı : 38

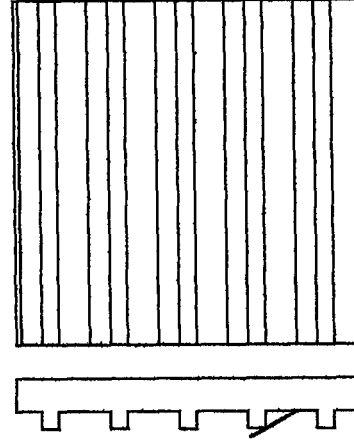
Şekil C.15. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



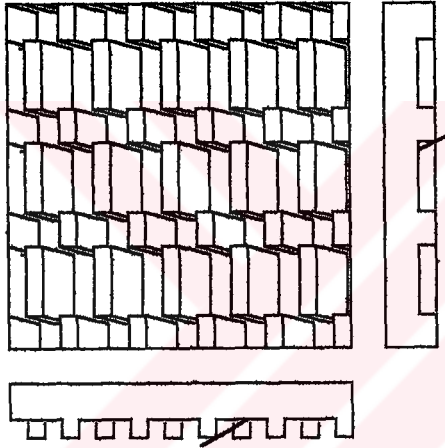
A1GO: 0.117 A2GO: 0
A1GU: 0.633 A2GU: 0.25

CD : 2



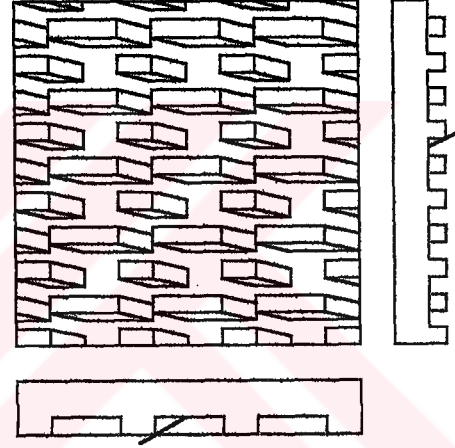
A1GO: 0.451 A2GO: 0
A1GU: 0.299 A2GU: 0.25

CD : 3



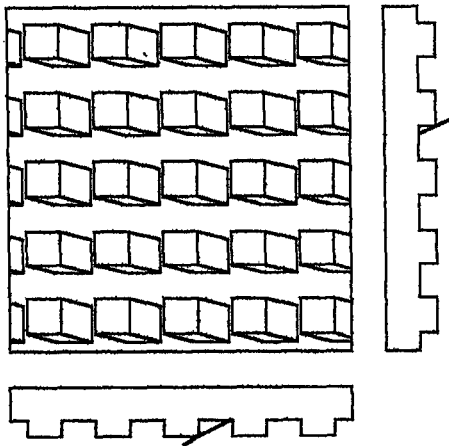
A1GO: 0.459 A2GO: 0
A1GU: 0.291 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.292 A2GO: 0
A1GU: 0.458 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.284 A2GO: 0
A1GU: 0.466 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

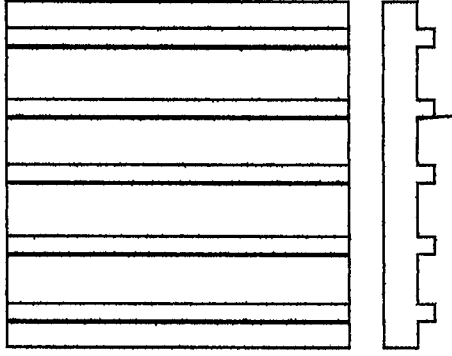
Saat : 18.00

Profil Açısı : 25.47

Genişlik Açısı : 29

Şekil C.16. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

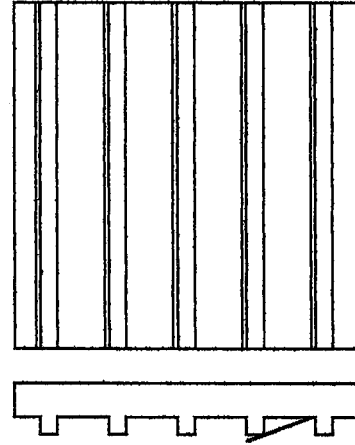
CD : 1



A1GO: 0.022
A1GU: 0.728

A2GO: 0
A2GU: 0.25

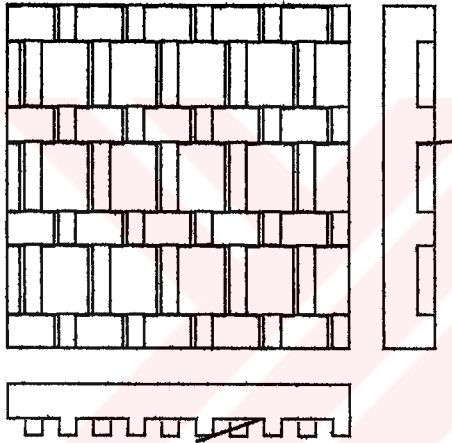
CD : 2



A1GO: 0.687
A1GU: 0.063

A2GO: 0
A2GU: 0.25

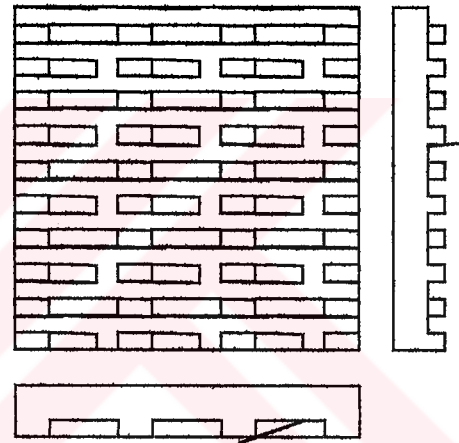
CD : 3



A1GO: 0.683
A1GU: 0.067

A2GO: 0
A2GU: 0.25

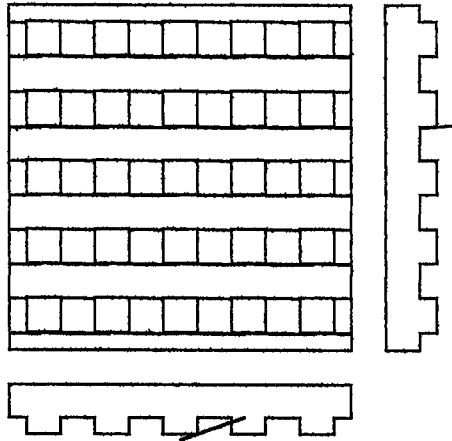
CD : 4



A1GO: 0.205
A1GU: 0.545

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.264
A1GU: 0.486

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SW

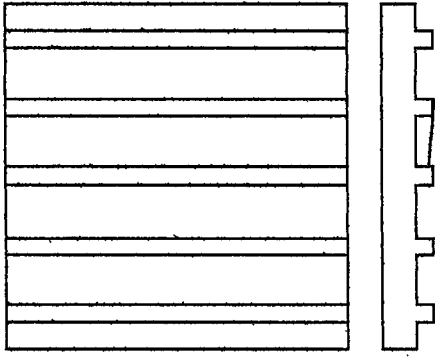
Saat : 19.00

Profil Açısı : 5.83

Genişlik Açısı : 20

Şekil C.17. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

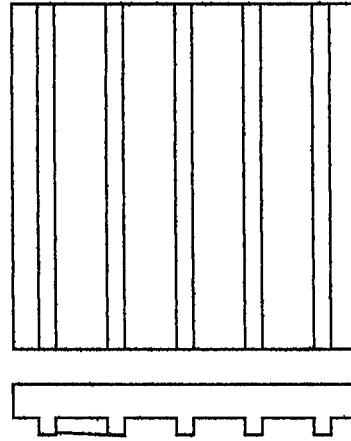
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

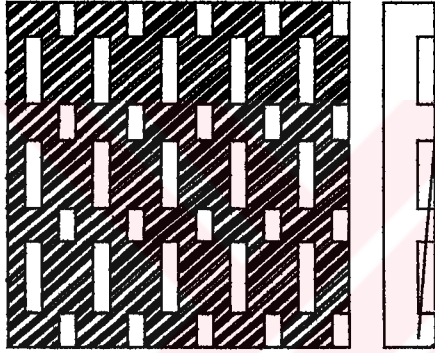
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

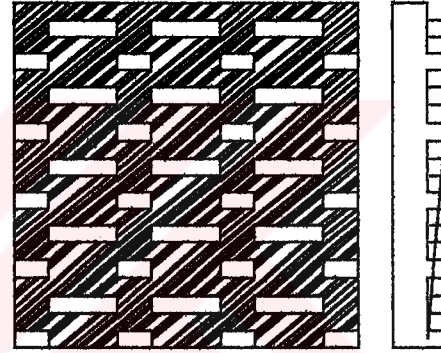
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

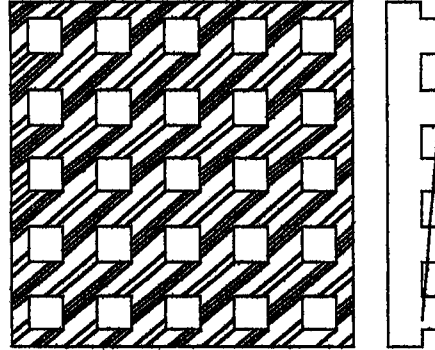
CD : 4



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

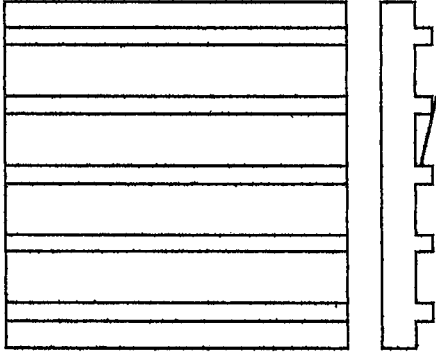
Saat : 8.00

Profil Açısı : 85.77

Genişlik Açısı : 3

Şekil C.18. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

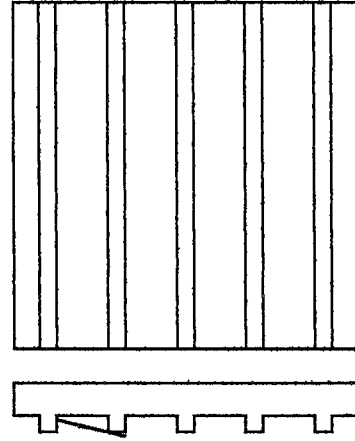
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

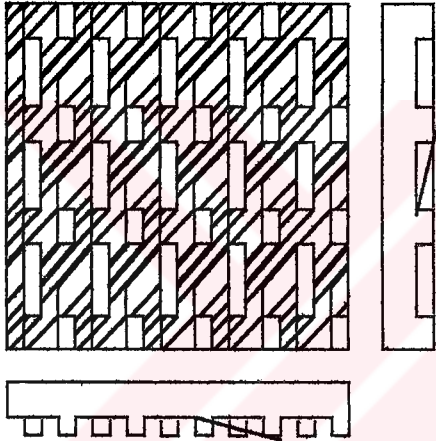
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

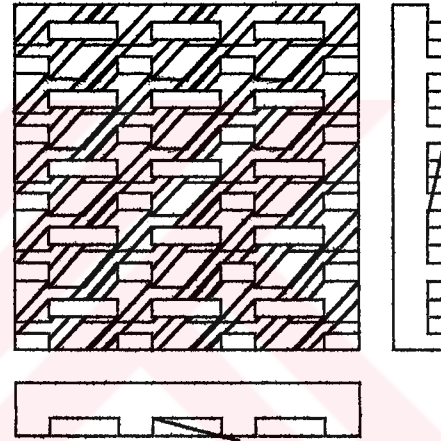
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

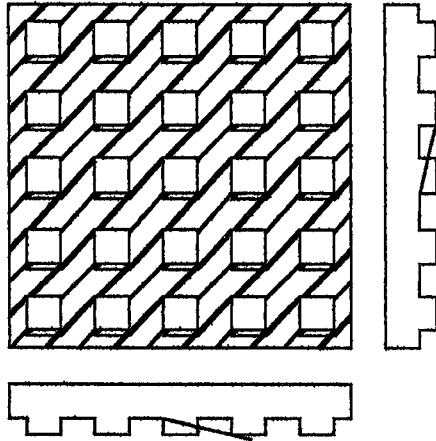
CD : 4



A1GO: 0.665
A1GU: 0.085

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

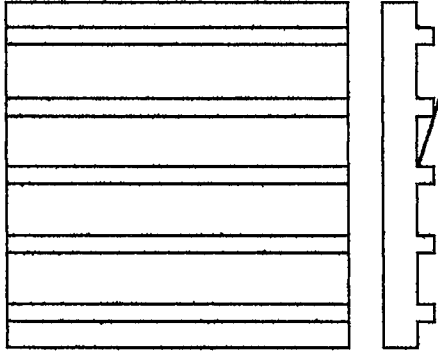
Saat : 9.00

Profil Açısı : 77.32

Genişlik Açısı : 14

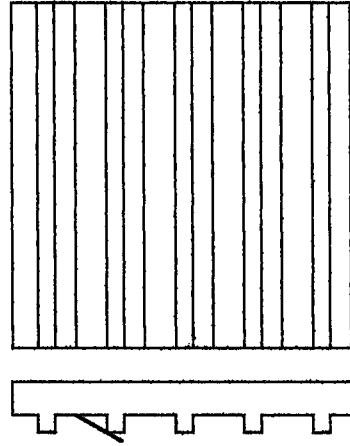
Şekil C.19. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



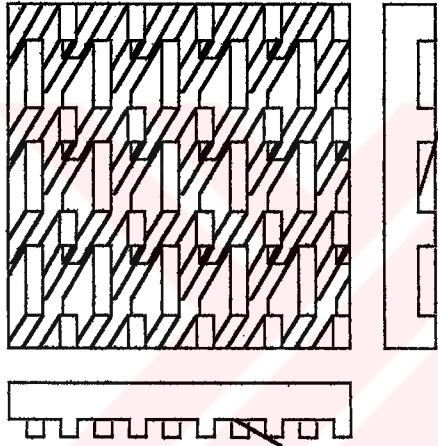
A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25

CD : 2



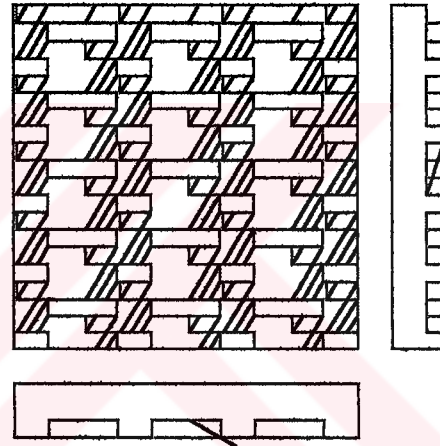
A1GO: 0.451 A2GO: 0
A1GU: 0.299 A2GU: 0.25

CD : 3



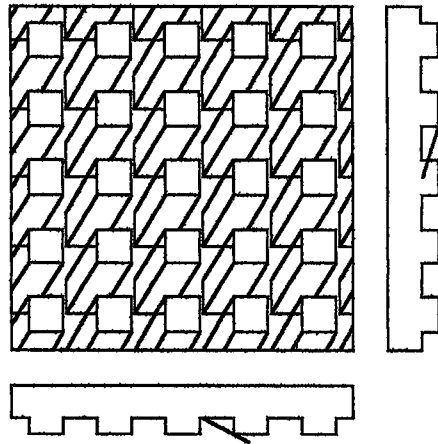
A1GO: 0.524 A2GO: 0
A1GU: 0.226 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.654 A2GO: 0
A1GU: 0.096 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.551 A2GO: 0
A1GU: 0.199 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

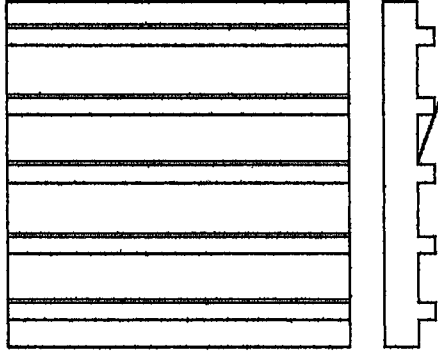
Saat : 10.00

Profil Açısı : 72.54

Genişlik Açısı : 29

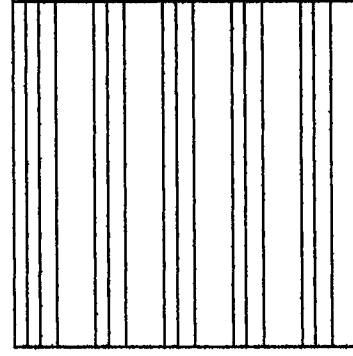
Şekil C.20. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



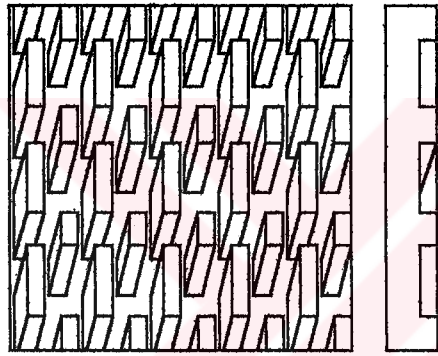
A1GO: 0.703 A2GO: 0
A1GU: 0.047 A2GU: 0.25

CD : 2



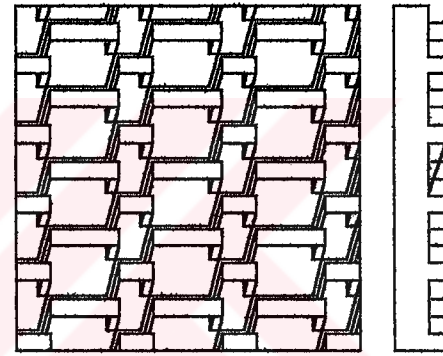
A1GO: 0.188 A2GO: 0
A1GU: 0.562 A2GU: 0.25

CD : 3



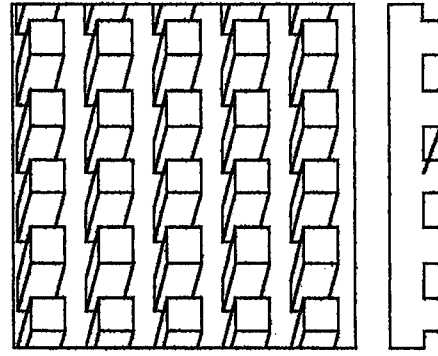
A1GO: 0.414 A2GO: 0
A1GU: 0.336 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.666 A2GO: 0
A1GU: 0.084 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.371 A2GO: 0
A1GU: 0.379 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

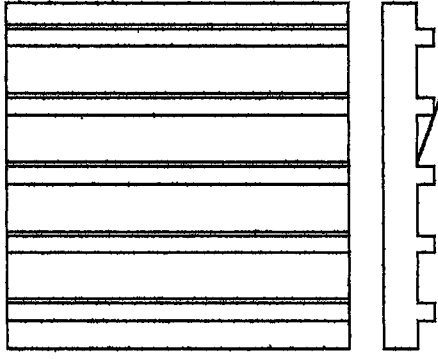
Saat : 11.00

Profil Açısı : 70.43

Genişlik Açısı : 53

Şekil C.21. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

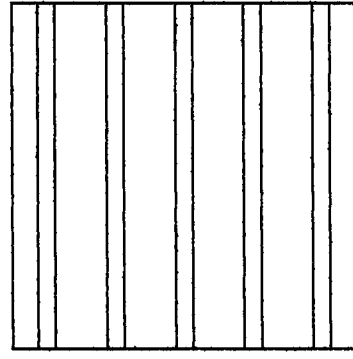
CD : 1



A1GO: 0.687
A1GU: 0.063

A2GO: 0
A2GU: 0.25

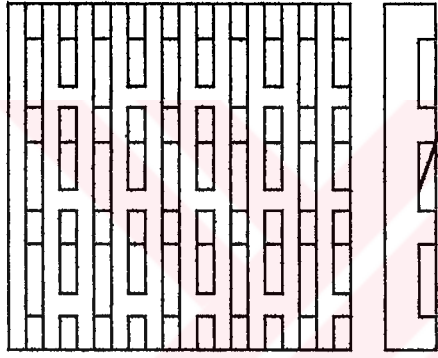
CD : 2



A1GO: 0
A1GU: 0.75

A2GO: 0
A2GU: 0.25

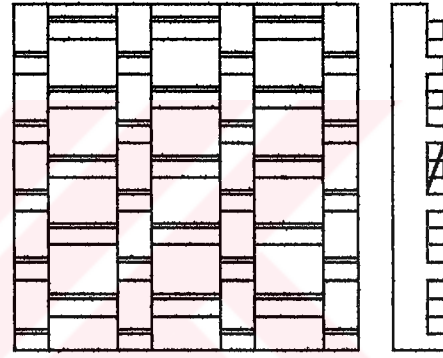
CD : 3



A1GO: 0.203
A1GU: 0.547

A2GO: 0
A2GU: 0.25

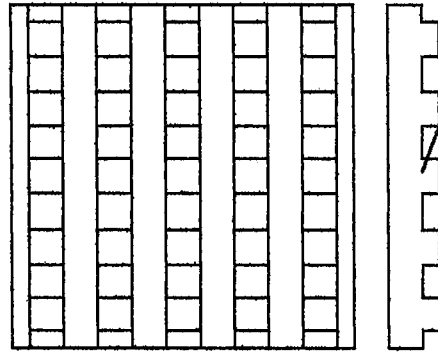
CD : 4



A1GO: 0.687
A1GU: 0.063

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.250
A1GU: 0.500

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

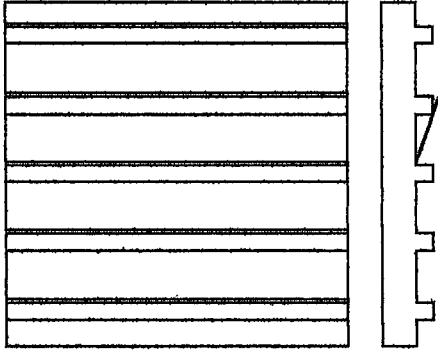
Saat : 12.00

Profil Açısı : 70

Genişlik Açısı : 90

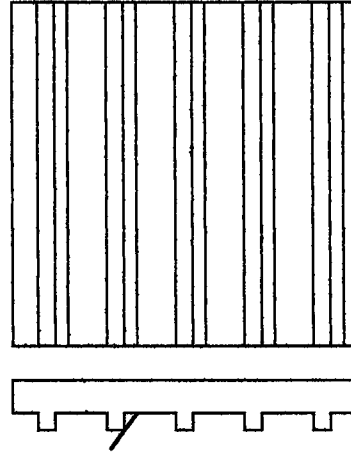
Şekil C.22. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



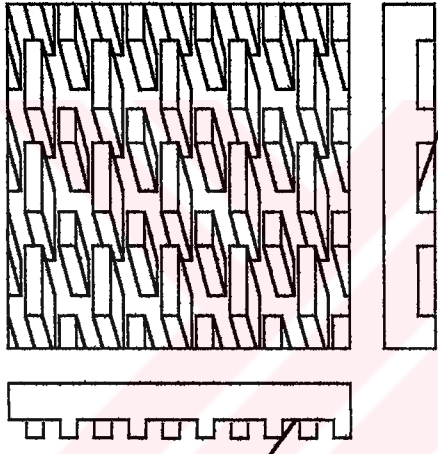
A1GO: 0.703 A2GO: 0
A1GU: 0.047 A2GU: 0.25

CD : 2



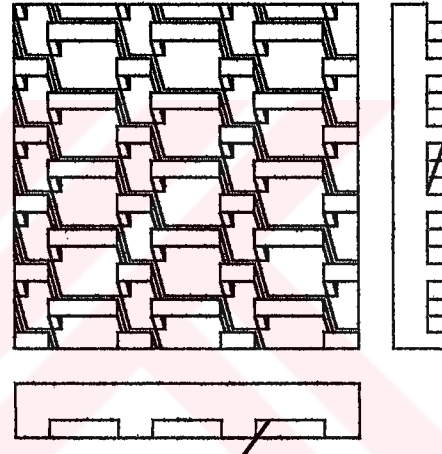
A1GO: 0.188 A2GO: 0
A1GU: 0.562 A2GU: 0.25

CD : 3



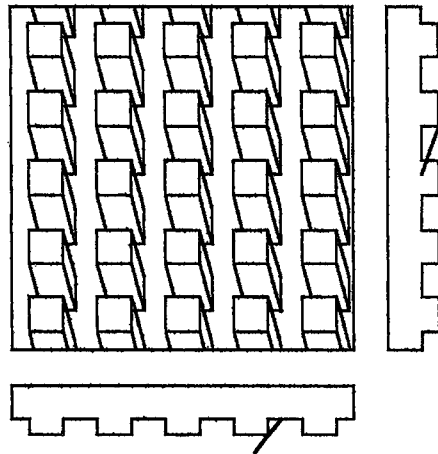
A1GO: 0.414 A2GO: 0
A1GU: 0.336 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.666 A2GO: 0
A1GU: 0.084 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.371 A2GO: 0
A1GU: 0.379 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

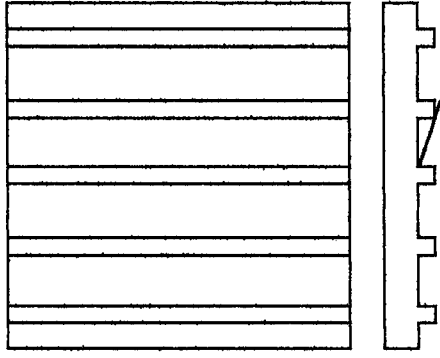
Saat : 13.00

Profil Açısı : 70.43

Genişlik Açısı : 53

Şekil C.23. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

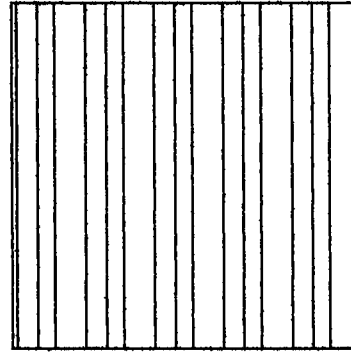
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

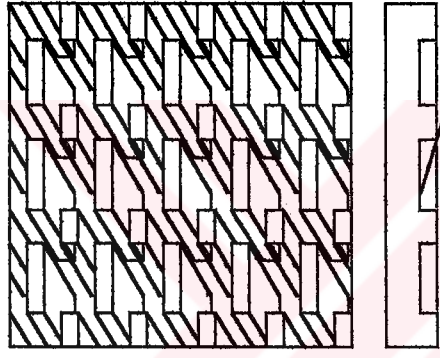
CD : 2



A1GO: 0.451
A1GU: 0.299

A2GO: 0
A2GU: 0.25

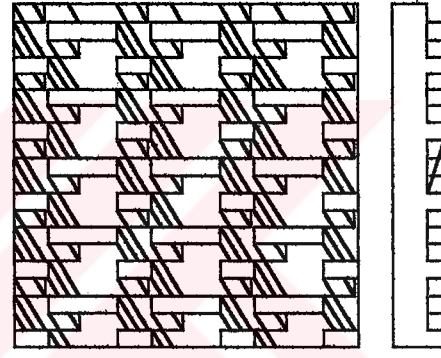
CD : 3



A1GO: 0.524
A1GU: 0.226

A2GO: 0
A2GU: 0.25

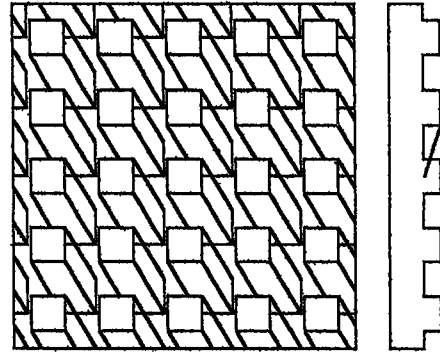
CD : 4



A1GO: 0.654
A1GU: 0.096

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.551
A1GU: 0.199

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

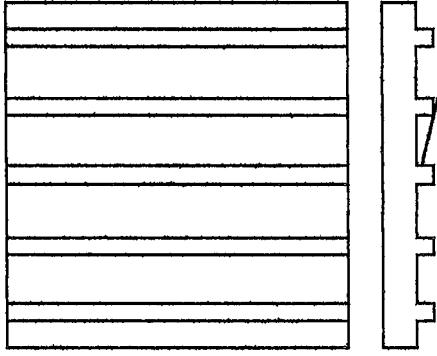
Saat : 14.00

Profil Açısı : 72.54

Genişlik Açısı : 29

Şekil C.24. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

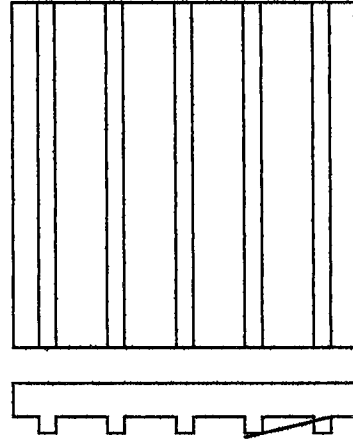
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

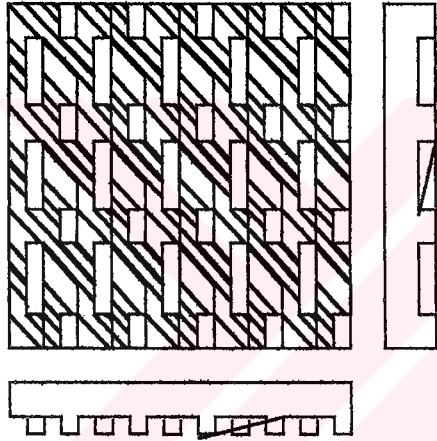
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

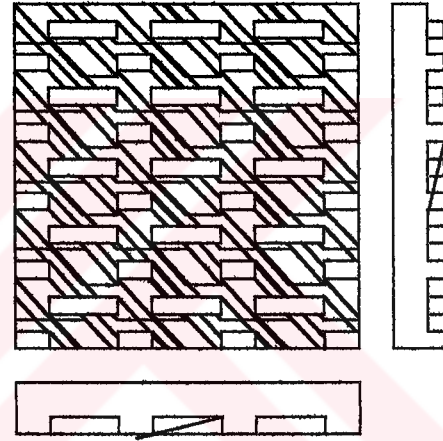
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

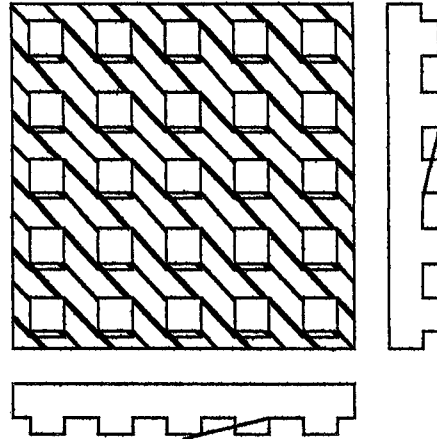
CD : 4



A1GO: 0.665
A1GU: 0.085

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

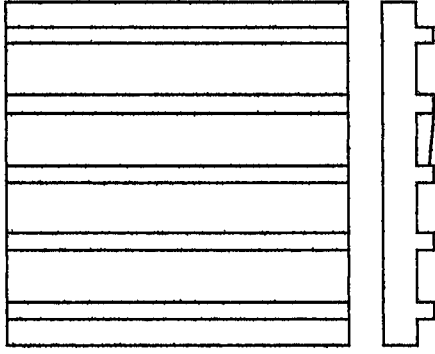
Saat : 15.00

Profil Açısı : 77.32

Genişlik Açısı : 14

Şekil C.25. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

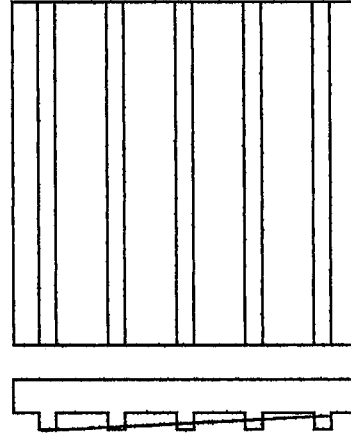
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

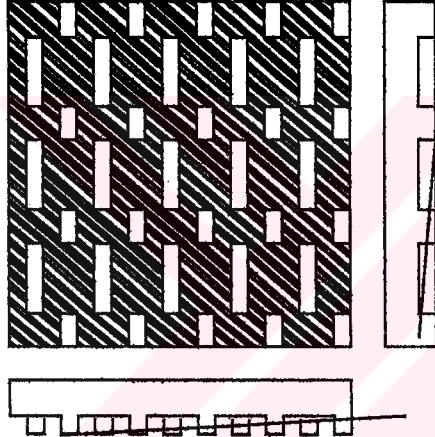
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

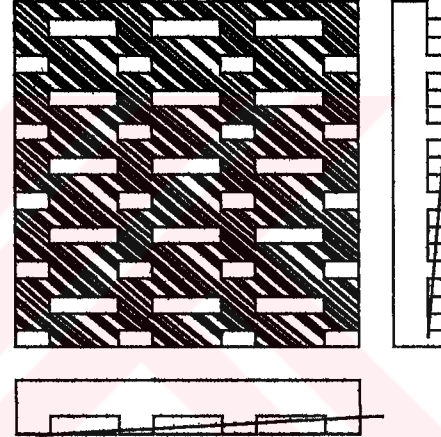
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

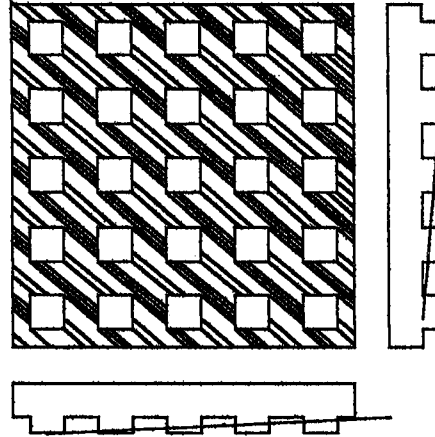
CD : 4



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : S

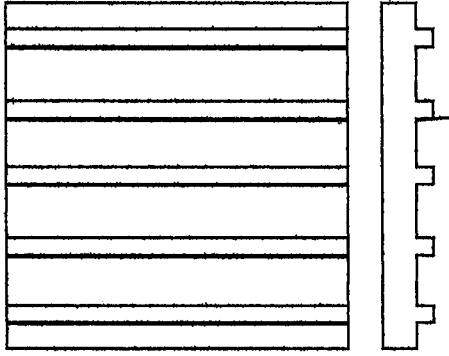
Saat : 16.00

Profil Açısı : 85.77

Genişlik Açısı : 3

Şekil C.26. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

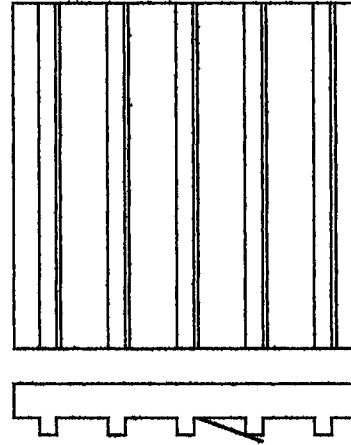
CD : 1



A1GO: 0.022
A1GU: 0.728

A2GO: 0
A2GU: 0.25

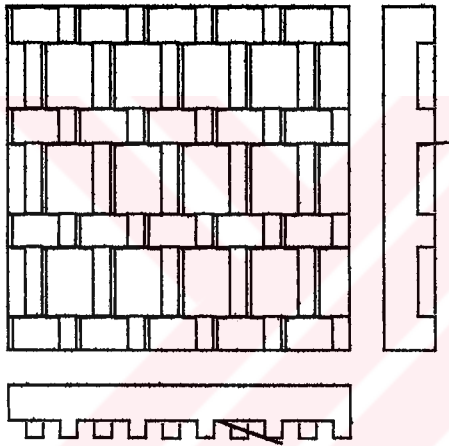
CD : 2



A1GO: 0.687
A1GU: 0.063

A2GO: 0
A2GU: 0.25

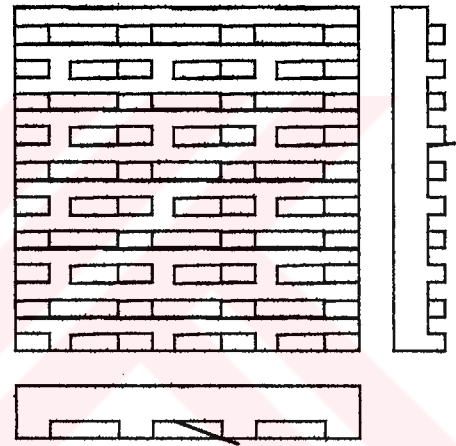
CD : 3



A1GO: 0.683
A1GU: 0.067

A2GO: 0
A2GU: 0.25

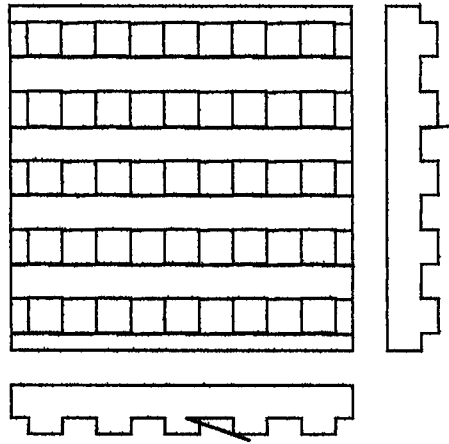
CD : 4



A1GO: 0.205
A1GU: 0.545

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.264
A1GU: 0.486

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

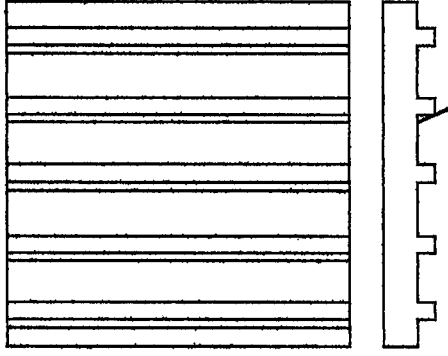
Saat : 5.00

Profil Açısı : 5.83

Genişlik Açısı : 20

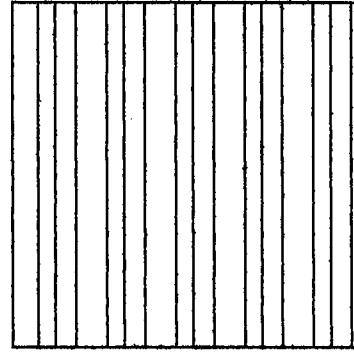
Şekil C.27. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



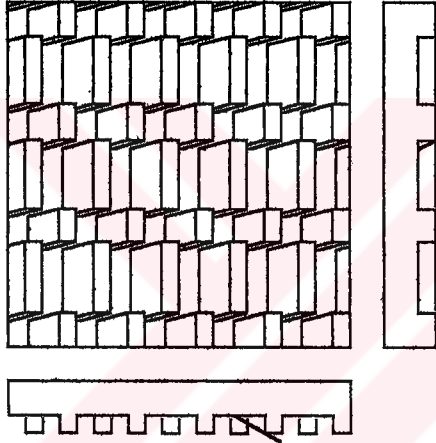
A1GO: 0.117 A2GO: 0
A1GU: 0.633 A2GU: 0.25

CD : 2



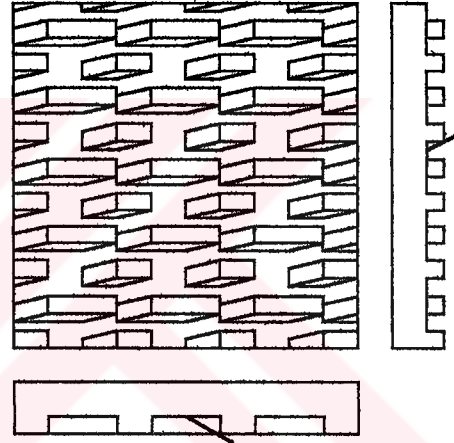
A1GO: 0.451 A2GO: 0
A1GU: 0.299 A2GU: 0.25

CD : 3



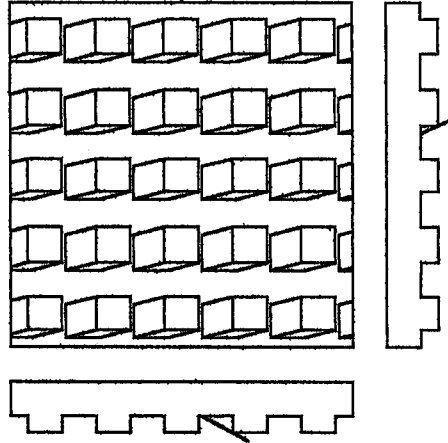
A1GO: 0.459 A2GO: 0
A1GU: 0.291 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.292 A2GO: 0
A1GU: 0.458 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.284 A2GO: 0
A1GU: 0.466 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

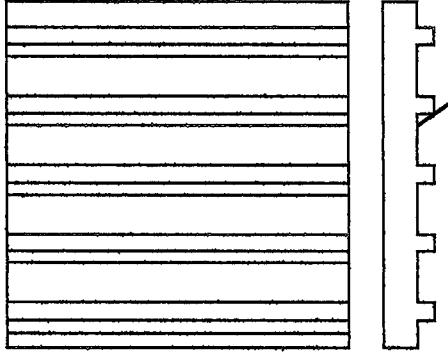
Saat : 6.00

Profil Açısı : 25.47

Genişlik Açısı : 29

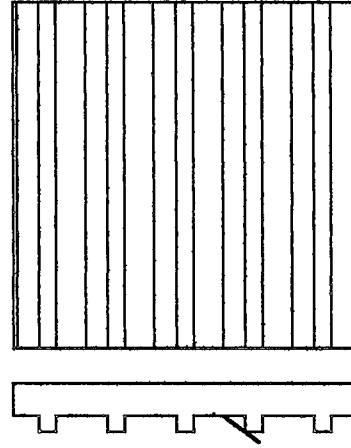
Şekil C.28. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



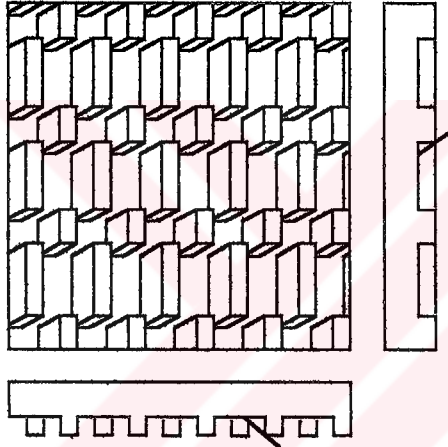
A1GO: 0.175 A2GO: 0
A1GU: 0.575 A2GU: 0.25

CD : 2



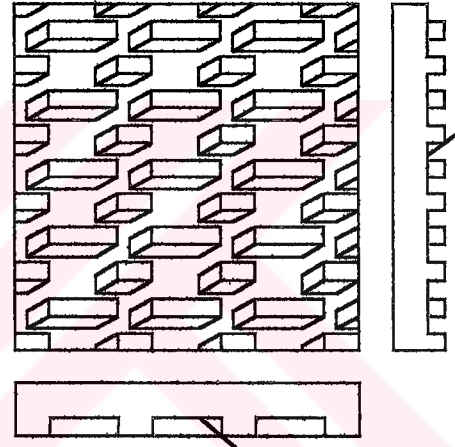
A1GO: 0.320 A2GO: 0
A1GU: 0.430 A2GU: 0.25

CD : 3



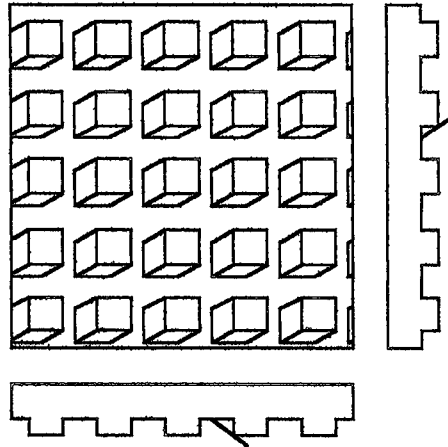
A1GO: 0.366 A2GO: 0
A1GU: 0.384 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.287 A2GO: 0
A1GU: 0.463 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.249 A2GO: 0
A1GU: 0.501 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

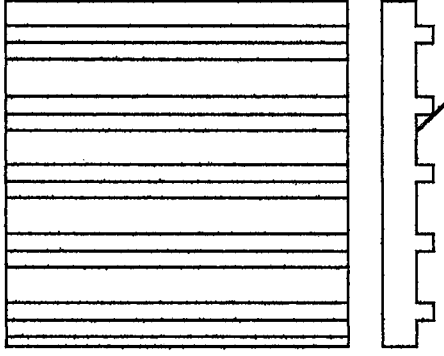
Saat : 7.00

Profil Açısı : 35.88

Genişlik Açısı : 38

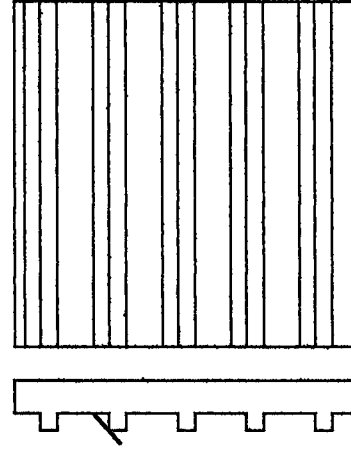
Şekil C.29. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



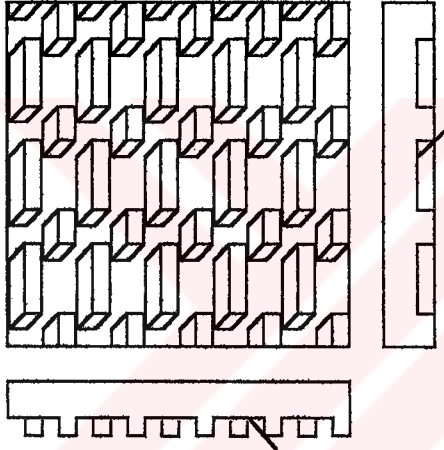
A1GO: 0.233 A2GO: 0
A1GU: 0.517 A2GU: 0.25

CD : 2



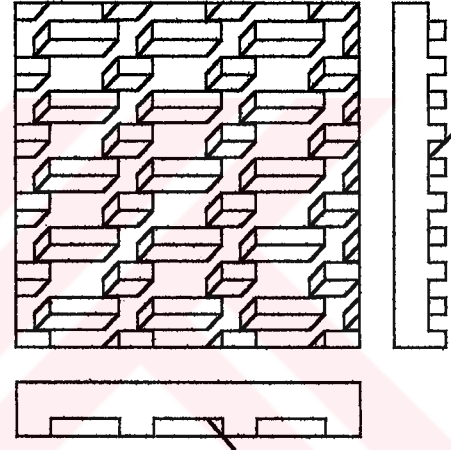
A1GO: 0.225 A2GO: 0
A1GU: 0.525 A2GU: 0.25

CD : 3



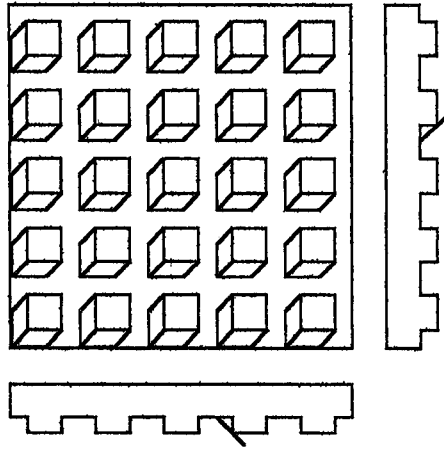
A1GO: 0.307 A2GO: 0
A1GU: 0.443 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.312 A2GO: 0
A1GU: 0.438 A2GU: 0.25

CD : 5



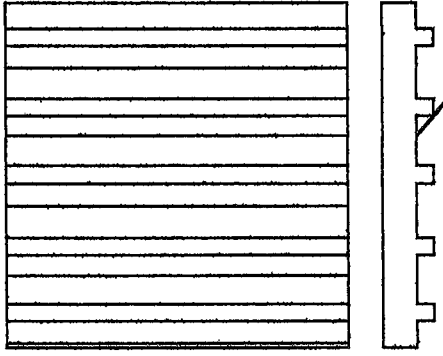
A1GO: 0.229 A2GO: 0
A1GU: 0.521 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE
Saat : 8.00
Profil Açısı : 43.3
Genişlik Açısı : 48

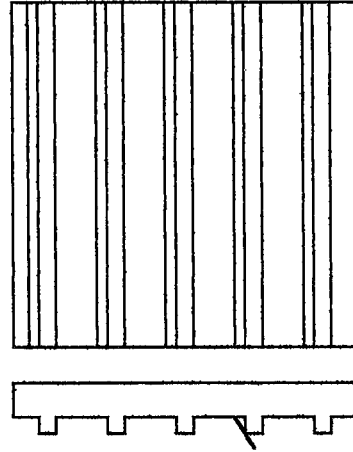
Şekil C.30. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



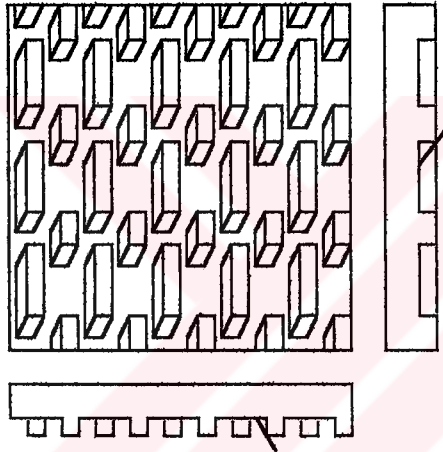
A1GO: 0.309 A2GO: 0
A1GU: 0.441 A2GU: 0.25

CD : 2



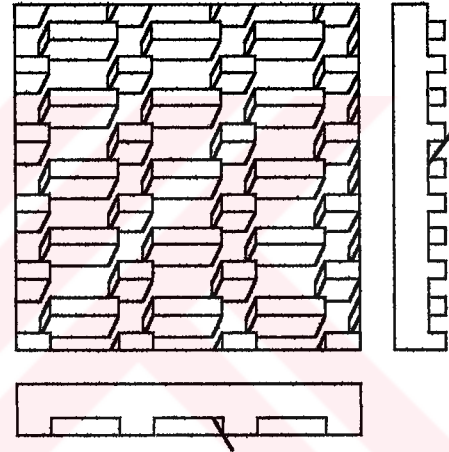
A1GO: 0.150 A2GO: 0
A1GU: 0.600 A2GU: 0.25

CD : 3



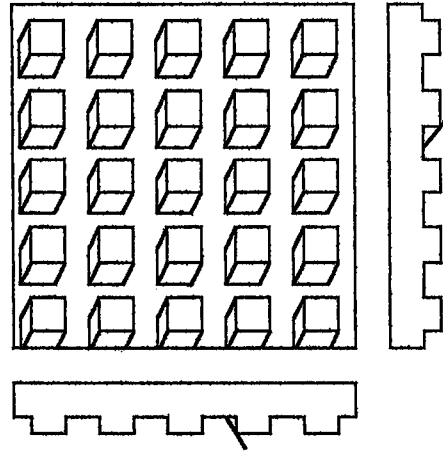
A1GO: 0.258 A2GO: 0
A1GU: 0.492 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.349 A2GO: 0
A1GU: 0.401 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.230 A2GO: 0
A1GU: 0.520 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

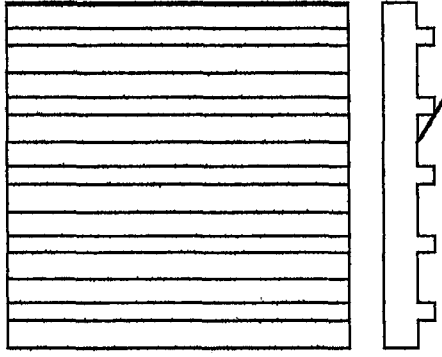
Saat : 9.00

Profil Açısı : 51.37

Genişlik Açısı : 59

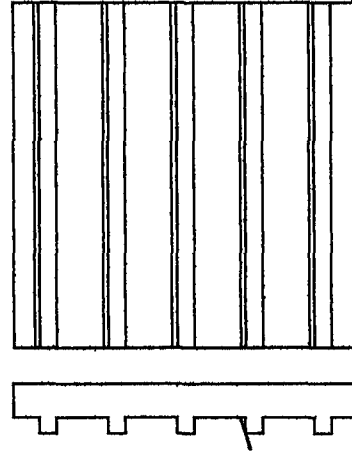
Şekil C.31. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



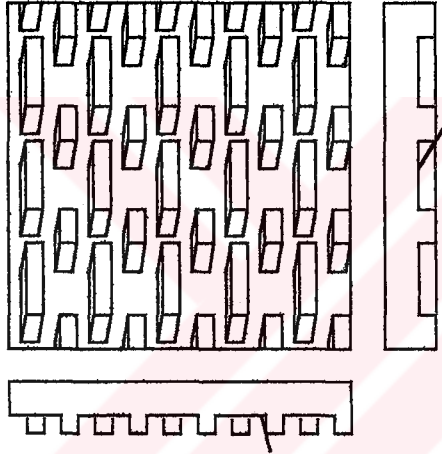
A1GO: 0.400 A2GO: 0
A1GU: 0.350 A2GU: 0.25

CD : 2



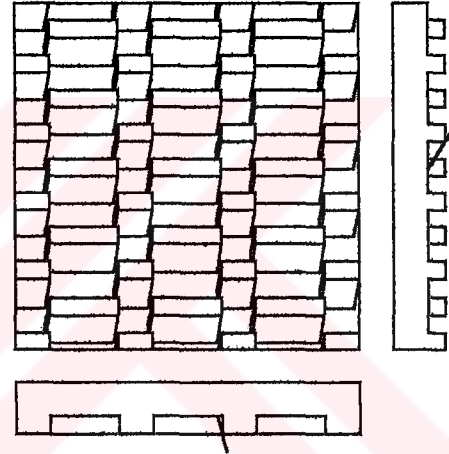
A1GO: 0.072 A2GO: 0
A1GU: 0.678 A2GU: 0.25

CD : 3



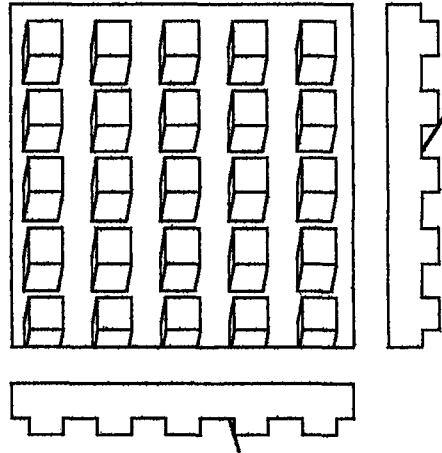
A1GO: 0.217 A2GO: 0
A1GU: 0.533 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.410 A2GO: 0
A1GU: 0.340 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.236 A2GO: 0
A1GU: 0.514 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

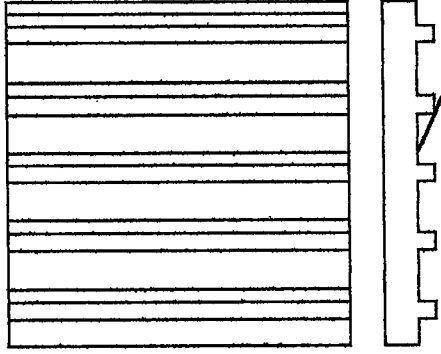
Saat : 10.00

Profil Açısı : 58.03

Genişlik Açısı : 74

Şekil C.32. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

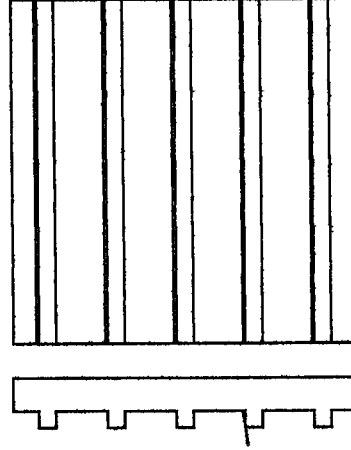
CD : 1



A1GO: 0.562
A1GU: 0.188

A2GO: 0
A2GU: 0.25

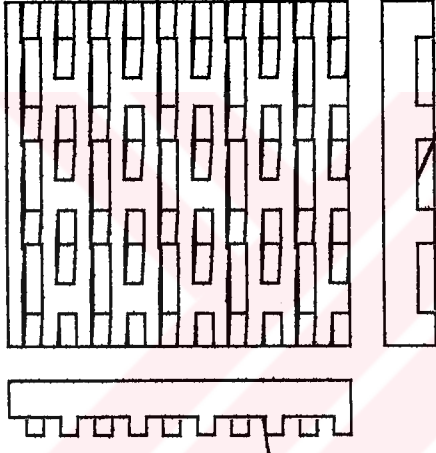
CD : 2



A1GO: 0.035
A1GU: 0.715

A2GO: 0
A2GU: 0.25

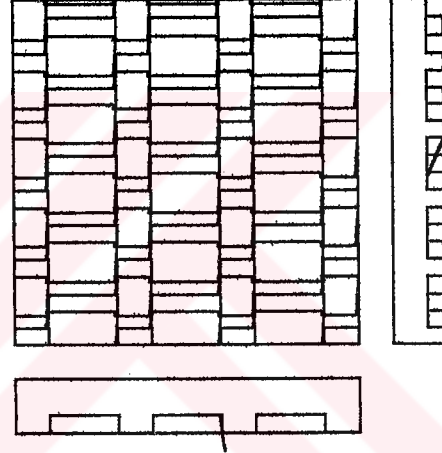
CD : 3



A1GO: 0.22
A1GU: 0.53

A2GO: 0
A2GU: 0.25

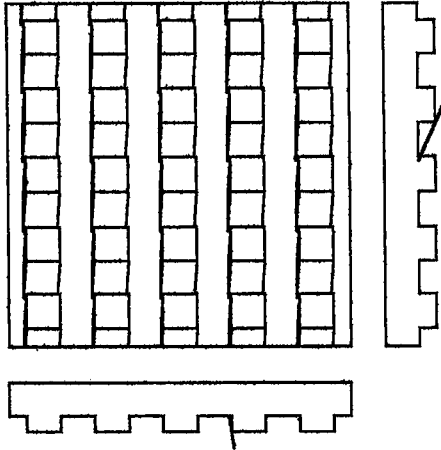
CD : 4



A1GO: 0.560
A1GU: 0.190

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.271
A1GU: 0.479

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

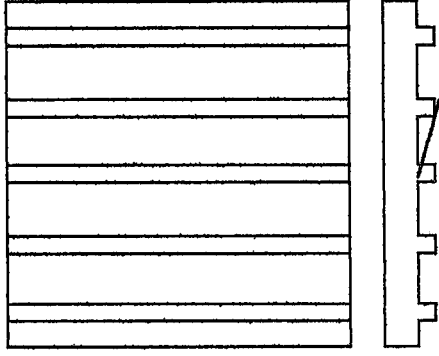
Saat : 11.00

Profil Açısı : 66.21

Genişlik Açısı : 82

Şekil C.33. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

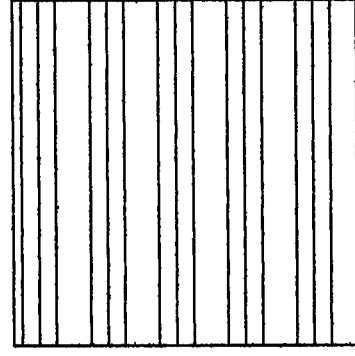
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

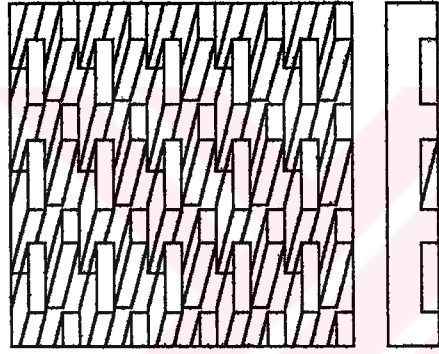
CD : 2



A1GO: 0.250
A1GU: 0.500

A2GO: 0
A2GU: 0.25

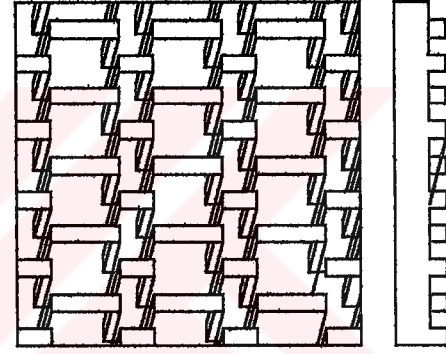
CD : 3



A1GO: 0.525
A1GU: 0.225

A2GO: 0
A2GU: 0.25

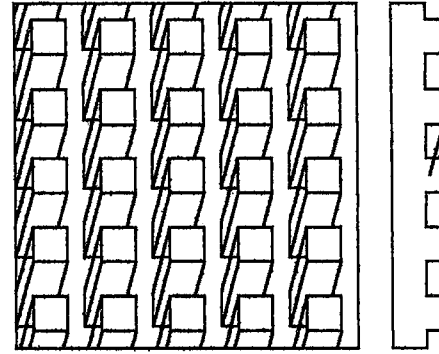
CD : 4



A1GO: 0.723
A1GU: 0.027

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.458
A1GU: 0.292

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

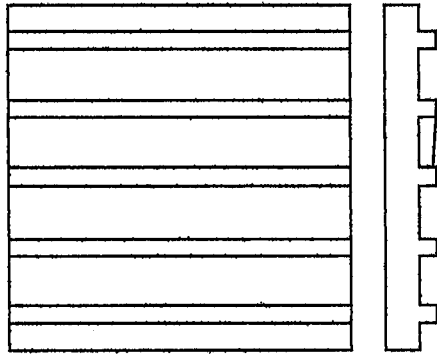
Yön : SE

Saat : 12.00

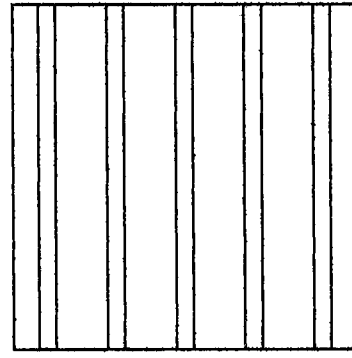
Profil Açısı : 75.58

Genişlik Açısı : 45

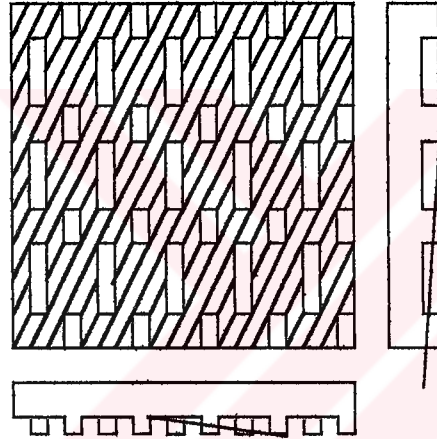
Şekil C.34. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.



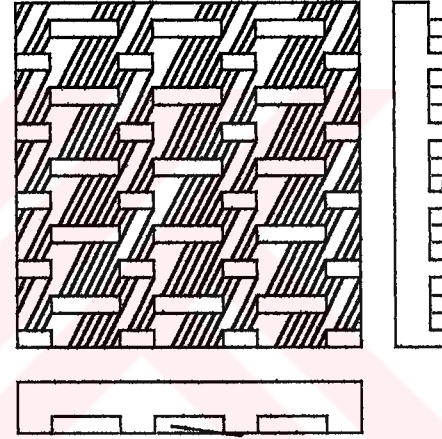
A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25



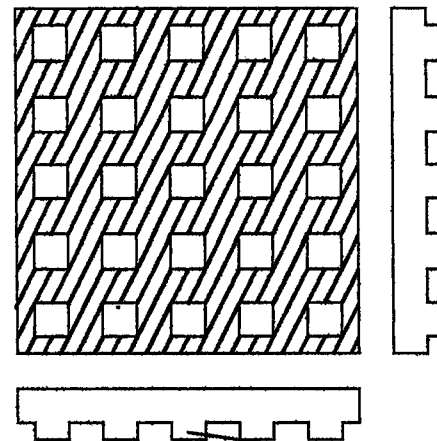
A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25



A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25



A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25



A1GO: 0.75 A2GO: 0
A1GU: 0 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : SE

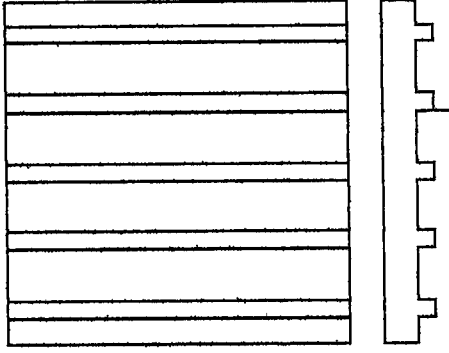
Saat : 13.00

Profil Açısı : 86.49

Genişlik Açısı : 8

Şekil C.35. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

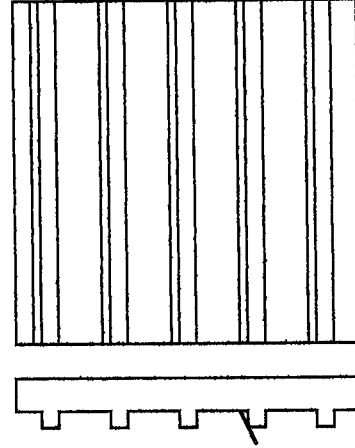
CD : 1



A1GO: 0.009
A1GU: 0.741

A2GO: 0
A2GU: 0.25

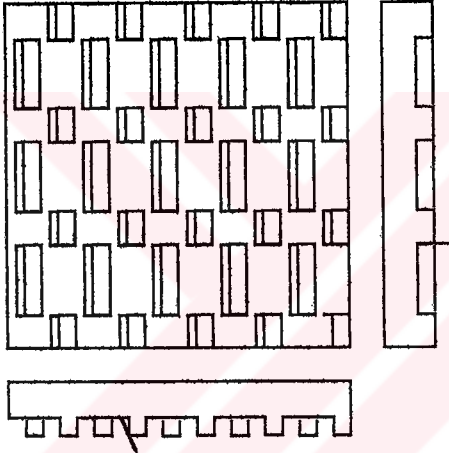
CD : 2



A1GO: 0.117
A1GU: 0.634

A2GO: 0
A2GU: 0.25

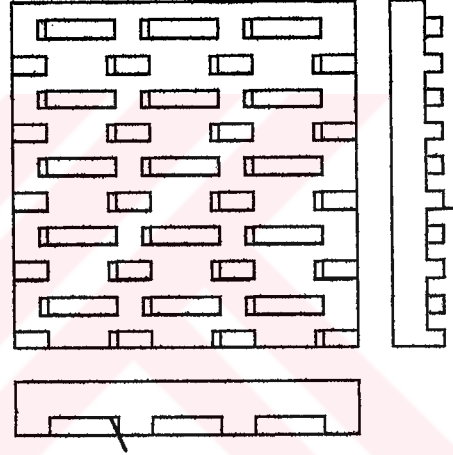
CD : 3



A1GO: 0.12
A1GU: 0.63

A2GO: 0
A2GU: 0.25

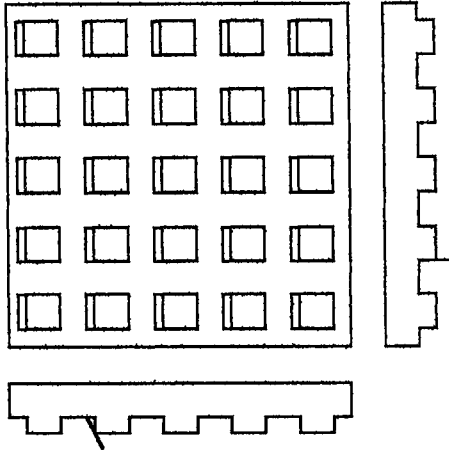
CD : 4



A1GO: 0.044
A1GU: 0.706

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.063
A1GU: 0.687

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

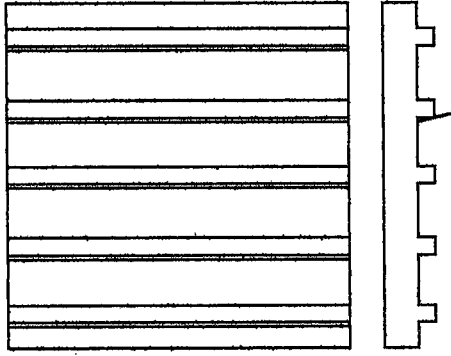
Saat : 5.00

Profil Açısı : 2,207

Genişlik Açısı : 65

Şekil C.36. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

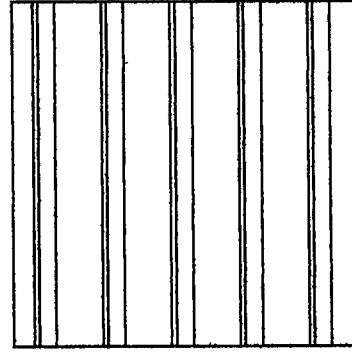
CD : 1



A1GO: 0.058
A1GU: 0.692

A2GO: 0
A2GU: 0.25

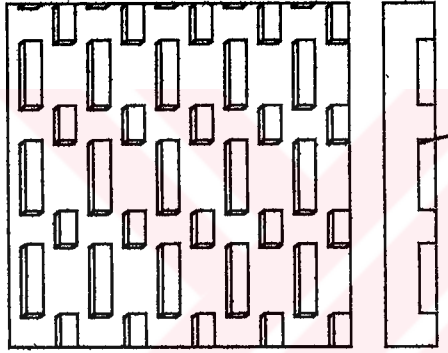
CD : 2



A1GO: 0.072
A1GU: 0.678

A2GO: 0
A2GU: 0.25

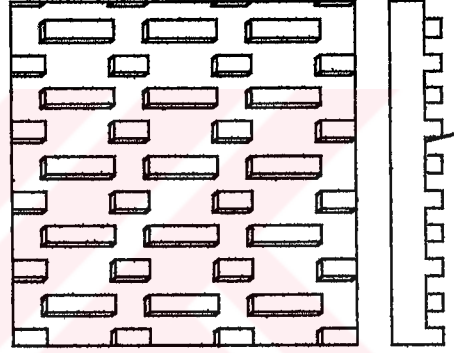
CD : 3



A1GO: 0.091
A1GU: 0.659

A2GO: 0
A2GU: 0.25

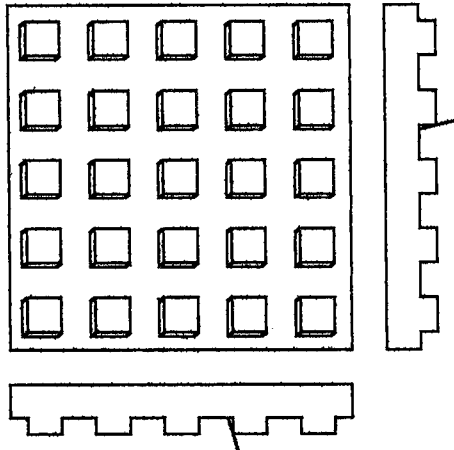
CD : 4



A1GO: 0.087
A1GU: 0.663

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.065
A1GU: 0.685

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

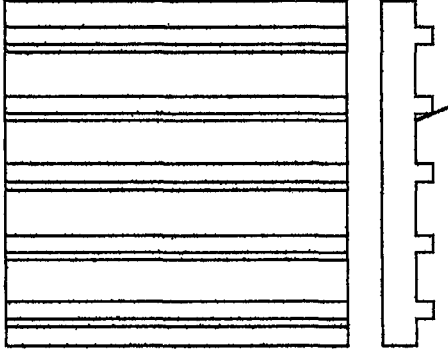
Saat : 6.00

Profil Açısı : 13,51

Genişlik Açısı : 74

Şekil C.37. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

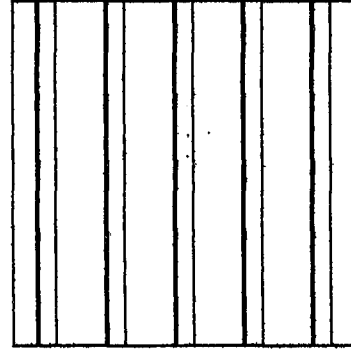
CD : 1



A1GO: 0.111
A1GU: 0.639

A2GO: 0
A2GU: 0.25

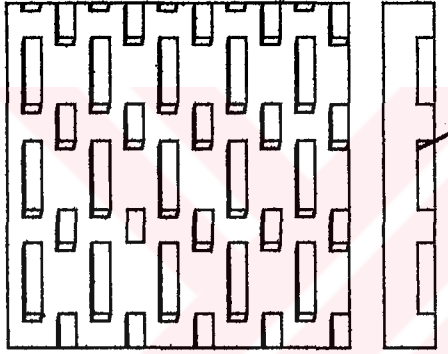
CD : 2



A1GO: 0.031
A1GU: 0.719

A2GO: 0
A2GU: 0.25

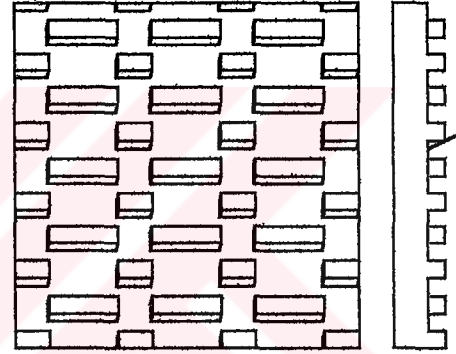
CD : 3



A1GO: 0.07
A1GU: 0.68

A2GO: 0
A2GU: 0.25

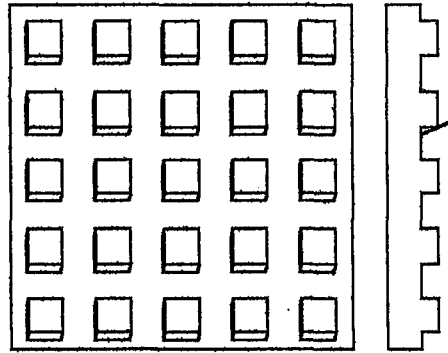
CD : 4



A1GO: 0.120
A1GU: 0.630

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.071
A1GU: 0.679

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

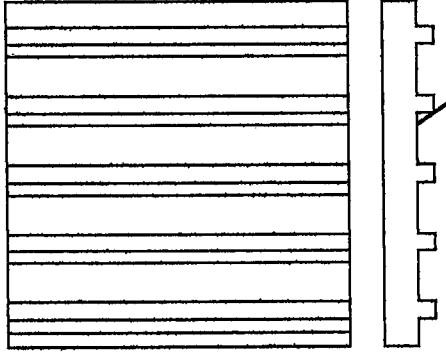
Saat : 7.00

Profil Açısı : 24,16

Genişlik Açısı : 83

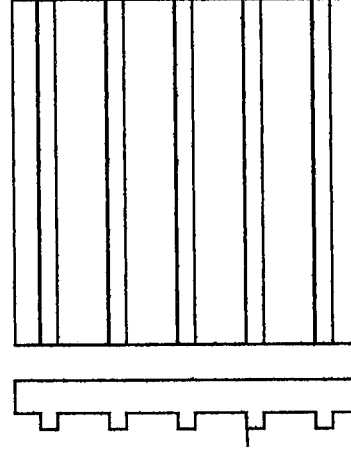
Şekil C.38. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



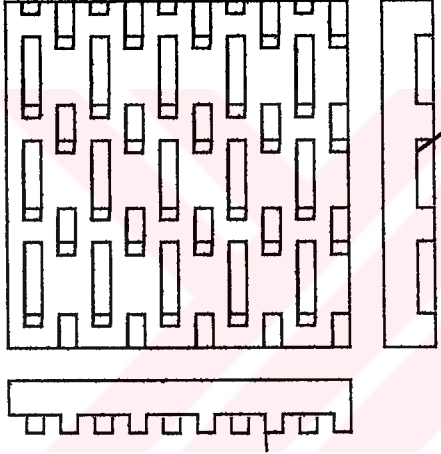
A1GO: 0.175 A2GO: 0
A1GU: 0.575 A2GU: 0.25

CD : 2



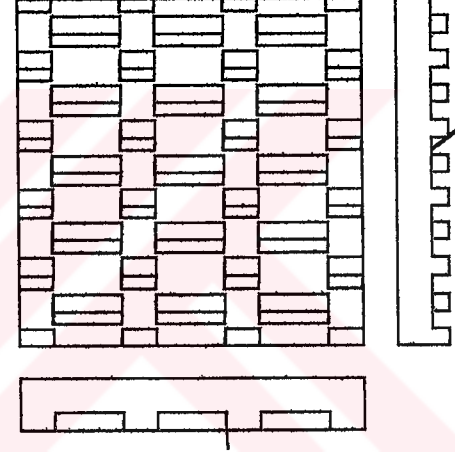
A1GO: 0.013 A2GO: 0
A1GU: 0.737 A2GU: 0.25

CD : 3



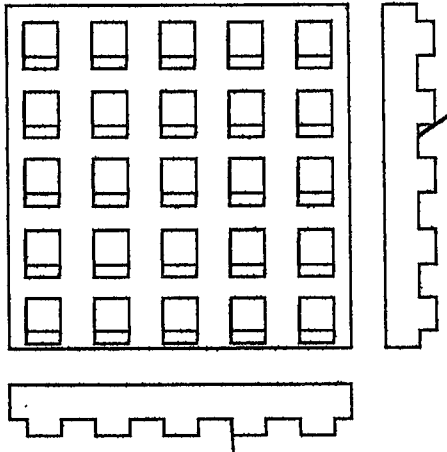
A1GO: 0.074 A2GO: 0
A1GU: 0.676 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.179 A2GO: 0
A1GU: 0.571 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.094 A2GO: 0
A1GU: 0.656 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

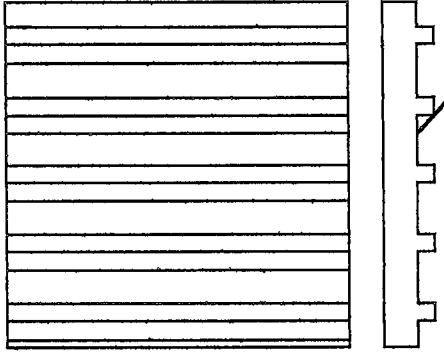
Saat : 8.00

Profil Açısı : 35,04

Genişlik Açısı : 87

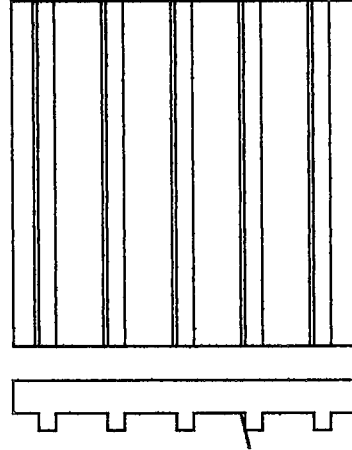
Şekil C.39. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

CD : 1



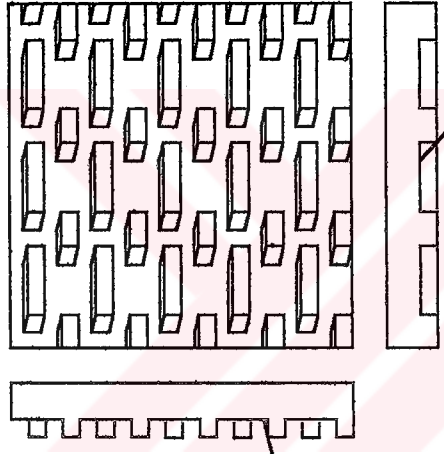
A1GO: 0.268 A2GO: 0
A1GU: 0.482 A2GU: 0.25

CD : 2



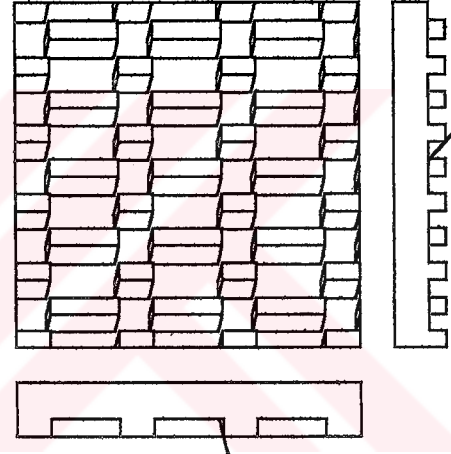
A1GO: 0.062 A2GO: 0
A1GU: 0.688 A2GU: 0.25

CD : 3



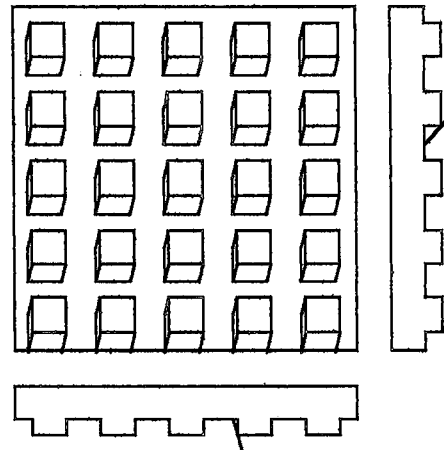
A1GO: 0.156 A2GO: 0
A1GU: 0.594 A2GU: 0.25

CD : 4



A1GO: 0.288 A2GO: 0
A1GU: 0.462 A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.165 A2GO: 0
A1GU: 0.585 A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

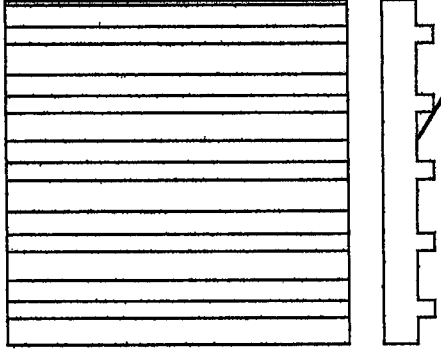
Saat : 9.00

Profil Açısı : 47,86

Genişlik Açısı : 76

Şekil C.40. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

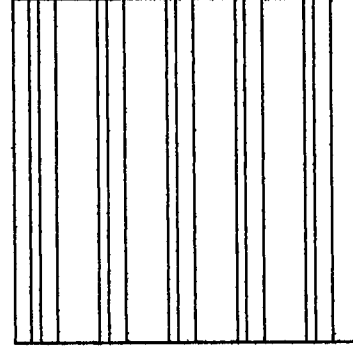
CD : 1



A1GO: 0.433
A1GU: 0.317

A2GO: 0
A2GU: 0.25

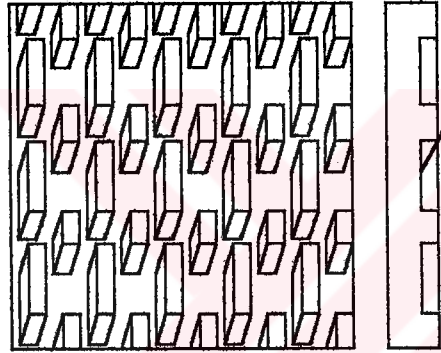
CD : 2



A1GO: 0.139
A1GU: 0.612

A2GO: 0
A2GU: 0.25

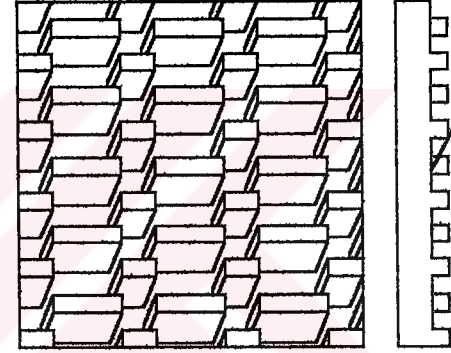
CD : 3



A1GO: 0.29
A1GU: 0.46

A2GO: 0
A2GU: 0.25

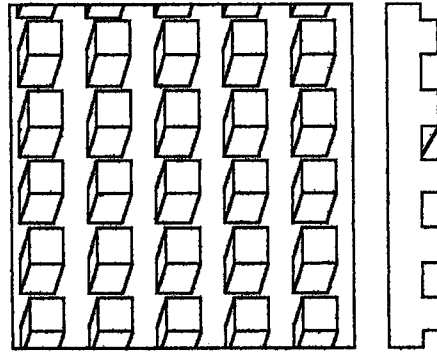
CD : 4



A1GO: 0.451
A1GU: 0.299

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.286
A1GU: 0.464

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

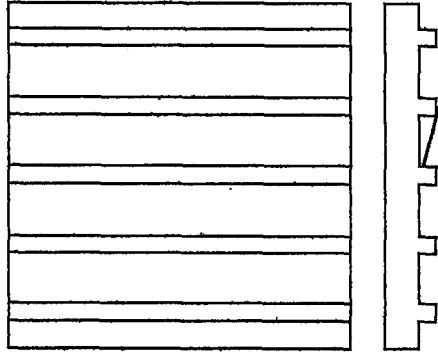
Saat : 10.00

Profil Açısı : 60,41

Genişlik Açısı : 61

Şekil C.41. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

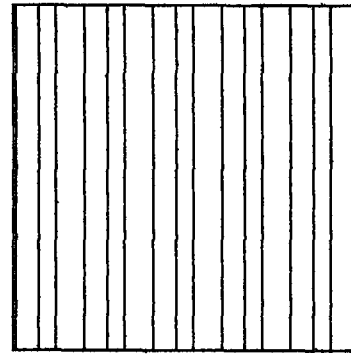
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

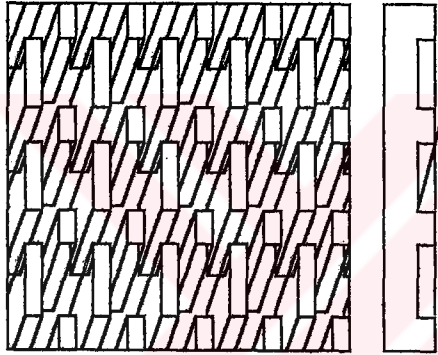
CD : 2



A1GO: 0.332
A1GU: 0.418

A2GO: 0
A2GU: 0.25

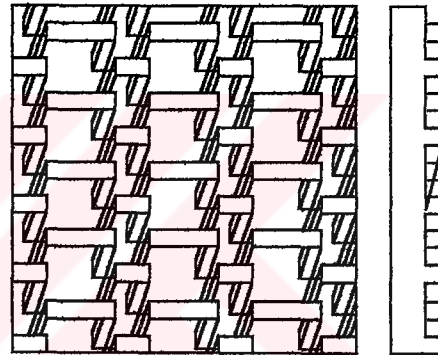
CD : 3



A1GO: 0.566
A1GU: 0.184

A2GO: 0
A2GU: 0.25

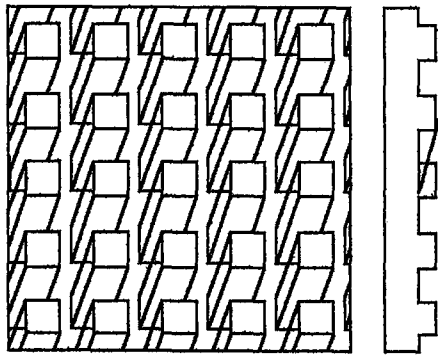
CD : 4



A1GO: 0.711
A1GU: 0.039

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.49
A1GU: 0.26

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

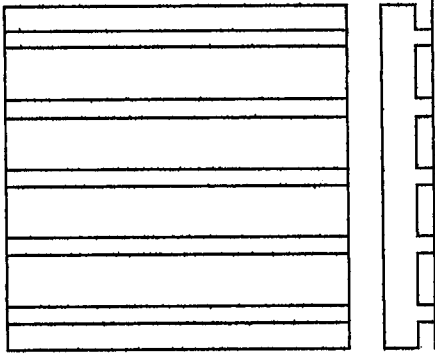
Saat : 11.00

Profil Açısı : 75,02

Genişlik Açısı : 37

Şekil C.42. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

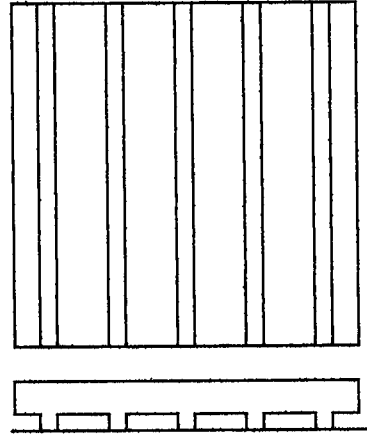
CD : 1



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

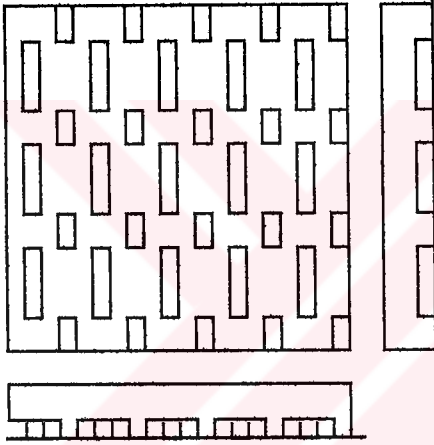
CD : 2



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

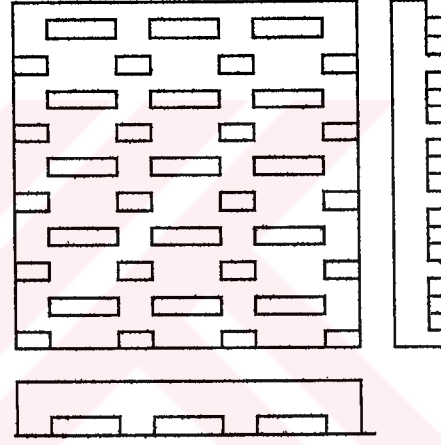
CD : 3



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

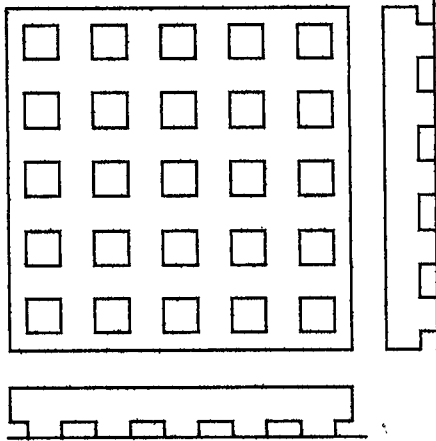
CD : 4



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

CD : 5



A1GO: 0.75
A1GU: 0

A2GO: 0
A2GU: 0.25

21 TEMMUZ

Yön : E

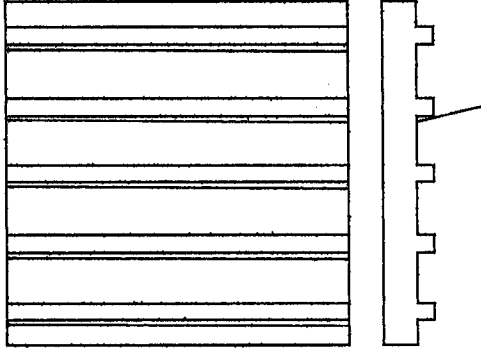
Saat : 12.00

Profil Açısı : 90,05

Genişlik Açısı : 0

Şekil C.43. Cephe dokularının 21 Temmuz'da cephede oluşturdukları gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

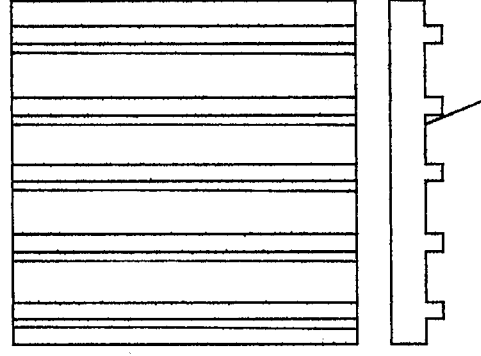
CD : 1



Saat : 8.00 ve Saat : 16.00
Profil Açısı : 14

A1GO: 0.062 A2GO: 0
A1GU: 0.688 A2GU: 0.25

CD : 1



Saat : 9.00 ve Saat : 15.00
Profil Açısı : 23

A1GO: 0.106 A2GO: 0
A1GU: 0.644 A2GU: 0.25

CD : 1



Saat : 10.00 ve Saat : 14.00
Profil Açısı : 27

A1GO: 0.127 A2GO: 0
A1GU: 0.623 A2GU: 0.25

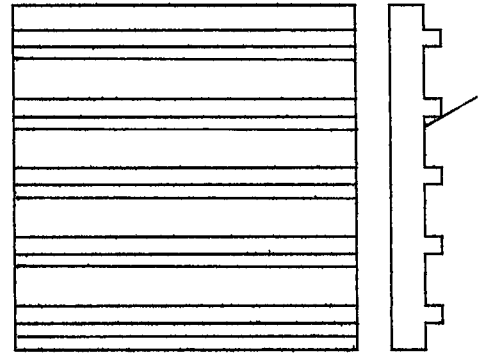
CD : 1



Saat : 11.00 ve Saat : 13.00
Profil Açısı : 29

A1GO: 0.139 A2GO: 0
A1GU: 0.611 A2GU: 0.25

CD : 1



Saat : 12.00
Profil Açısı : 30

A1GO: 0.144 A2GO: 0
A1GU: 0.606 A2GU: 0.25

21 OCAK

Yön : S

Şekil C.44. CD=1'in 21 Ocak'ta cephede oluşturduğu gölgeli ve güneşli alanların belirlenmesi.

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Ankara'da doğan Şule Filiz Akşit, 1985 yılında Bolu-Seben Lisesi'ni 1.'likle bitirdi. Aynı yıl başladığı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1989 yılında 4.'lükle mezun oldu. 1987, 1988 ve 1989 yıllarında 'Ord. Prof. Emin Onat, Dr.Ing. E.H. Ödülü'nü aldı. 1989 yılında, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Programı'nda başladığı Yüksek Lisans Eğitimini, 1993 yılında tamamladı ve aynı yıl doktora çalışmasına başladı. 1988-1991 yılları arasında Aksoy İnşaat ve Tic. A.Ş.'de Proje Mimarı olarak çalıştı. 06.12.1991 tarihinden itibaren İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Enerji etkin konut ve yerleşme birimi, güneş kontrolü vb. konularda çalışmalarını sürdürmektedir. Evli ve bir çocukludur.

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ