

**SICAK İKLİM BÖLGELERİNDEKİ BİNALARIN
OPTİMUM YÖNLENME VE OPTİMUM
GÖLGELEMESİ İÇİN BİR YÖNTEM**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

SİMGE EĞİTMEN VAROĞLU

DOKTORA TEZİ

LEFKOŞA, 2017

**Simge EĞİTMEN VAROĞLU: SICAK İKLİM BÖLGELERİNDEKİ BİNALARIN
OPTİMUM YÖNLENME VE OPTİMUM GÖLGELEMESİ İÇİN BİR YÖNTEM**

Fen Bilimleri Enstitüsü Başkanının Onayı

Prof. Dr. Nadire ÇAVUŞ

**Bu çalışma jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak
kabul edilmiştir.**

JÜRİ ÜYELERİ:

Prof. Dr. H. Çetin Türkçü

Jüri Başkanı,
Dokuz Eylül Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Prof. Dr. Mesut B. Özdeniz

Jüri Üyesi,
Lefke Avrupa Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Prof. Dr. Uğurcan Akyüz

Jüri Üyesi,
Yakın Doğu Üniversitesi,
Güzel Sanatlar ve Tasarım Bölümü

Prof. Dr. Türköz Kolozali

Jüri Üyesi,
Yakın Doğu Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Doç Dr. Müjde Altın

Danışman,
Yakın Doğu Üniversitesi,
Mimarlık Bölümü

Bu tezin içerisindeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edilip, sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kural ve davranışların gerektirdiği şekilde, bu teze ait olmayan tüm bilgi ve sonuçlardan alıntı yaptığımı da beyan ederim

İsim, Soyisim: Simge Eğitimci Varoğlu

İmza:

Tarih:

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez danışmanım ve doktoradaki ilk danışmanım olan Sayın Prof. Dr. H. Çetin Türkçü'ye, doktora başlamamda beni cesaretlendirdiği, sonrasında tez danışmanlığımı üstlenen Sayın Doç. Dr. Müjde Altın ile tanışmamızı sağladığı ve desteğini hiçbir zaman bizden esirgemeyen saygıdeğer Çetin Hocama çok teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Lisans döneminde tanıdığım Sayın Prof. Dr. B. Mesut Özdeniz'e doktora süreci boyunca beni hep daha ileriye taşıyan yönlendirmeleri ve desteğini esirgemediği için çok teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Her zaman her konuda yanımda olan, hiçbir desteğini bizlerden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Uğurcan Akyüz Hocam ve saygıdeğer eşi Yükselen Akyüz'e çok teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Bu zorlu doktora süreci ve çalışma sürecinde hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, beni her zaman hep cesaretlendiren tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Müjde Altın'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Bu zorlu süreçte maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her zaman yanımda olan ailem ve annem Emel Eğitimci ile babam Ahmet Eğitimci'ye sonsuz teşekkür ederim.

Doktora süreci boyunca her zaman yanımda olan, bana her türlü desteğini her zaman hissettiren sevgili eşim Dr. Hüseyin Varoğlu'na sonsuz teşekkür ederim.

Son olarak varlığından haberdar olduğumuz andan itibaren bize şans getiren minik kızımıza teşekkür ediyorum. O'nu kucağımıza alacağımız günü sabırsızlıkla bekliyor ve bu tezi O'na armağan ediyorum. Seni seviyoruz minikim...

Canım Kızıma...

ÖZET

Bu doktora tez çalışmasının birinci bölümünde problemin tanımı, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi gibi konular ile çalışmaya giriş yapılmıştır. İkinci bölümde konu ile ilgili literatür çalışmaları anlatılmıştır. Üçüncü bölümde binalarda yönlenme, gölgeleme ve enerji kullanımı konularından bahsedilmiştir. Dördüncü bölüme gelindiğinde, tezde önerilen yöntem adım adım tanımlanmıştır. Beşinci bölümde önerilen yöntemin uygulaması yapılmıştır. Burada yapılan uygulamalarda Kıbrıs iklim koşulları dikkate alınmıştır. Binalarda yönlenme ve gölgeleme elemanlarının birlikte kullanılmasıyla enerji tüketiminin nasıl etkilendiğine bakılmıştır. Çalışmada yapılan hesaplamalarda Ecotect simülasyon programı kullanılmıştır. Simülasyon programından çıkan sonuçlar hazırlanan tablolara işlenerek değerlendirmeler yapılmıştır. Altıncı bölüm olan son bölüm sonuç ve önerilerin yer aldığı bölümü oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Optimum yönlenme; optimum gölgeleme; profil açısı; genişlik açısı; simülasyon; minimum enerji tüketimi

ABSTRACT

In the first section of this phd dissertation; definition of the problem, the aim, content and method of the study has presented. In the second section, related literature studies are explained. In the third section, direction, shading and energy usage are mentioned for the buildings. The method which proposed in the thesis is defined step by step at the fourth section. The proposed method has applied at the fifth section. The climate conditions in Cyprus have considered on applications which performed. In buildings, the effect of using the orientation and shading elements together on energy consumption has studied. Ecotect simulation programme was used for calculations in this study. The results of the simulation program were evaluated by the processing the tables which prepared. The final part which is the sixth section, consists of the part of the conclusion and suggestions.

Keywords: Optimum orientation; optimum shading; the angle of profile; the angle of wideness; simulation; minimum energy consumption

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İTHAF	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLO LİSTESİ	
ŞEKİL LİSTESİ	
SİMGELER VE KISALTMALAR	
BÖLÜM 1: GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	3
1.3 Çalışmanın Kapsamı	4
1.4 Çalışmanın Yöntemi	4
BÖLÜM 2: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
BÖLÜM 3: ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA YÖNLENME İLE GÖLGELEME	16
3.1 Güneş	16
3.2 Binaların Yönlenmesi.....	16
3.2.1 Güneş radyasyonu etkilerinin optimizasyonu için binaların optimum yönlenmesi	22
3.3 Gölgeleme Elemanları	26
3.3.1 Yatay gölgeleme elemanı	27
3.3.2 Düşey gölgeleme elemanı	28
3.3.3 Kafes tipi (yatay +dikey) gölgeleme elemanları	29
3.4 Enerji Etkin Bina Tasarımı ve İklim	30
3.4.1 İklim bileşenleri.....	30
3.4.1.1 Güneş ışıınımı.....	31

3.4.1.2 Sıcaklık	33
3.4.1.3 Nem.....	33
3.4.1.4 Rüzgâr	34
3.4.2 Binalarda enerji kullanımı ve konfor koşulları	34
3.4.2.1 İklimsel konfor koşulları.....	35
3.4.2.2 Görsel konfor koşulları	36

BÖLÜM 4: YÖNTEMİN TANIMLANMASI

4.1 Simülasyon Programının Tanıtılması	37
4.2 Yöntemin Tanımlanması.....	43
4.2.1 Uygulama yapılacak bölgenin iklimsel verileri	43
4.2.1.1 Programdaki mevcut iklim verilerinin kullanılması	43
4.2.1.2 İklim verilerinin elle girilmesi	44
4.2.2 Uygulama çalışmasında izlenecek yol	44
4.3.1 Küp modelinin oluşturulması	45
4.3.1.1 Küp modelinin optimum yönlenme açısının belirlenmesi	46
4.3.1.2 Küp modelinin optimum gölgeleme açısının belirlenmesi	47
4.3.1.3 Küp modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması	48
4.3.2 Konut modelinin oluşturulması	50
4.3.2.1 Konut modelinin optimum yönlenme açısının belirlenmesi (gölgeleme elemanının olmadığı durum).....	52
4.3.2.2 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan profil açısının belirlenmesi (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)	53
4.3.2.3 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum).....	54
4.3.2.4 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan genişlik açısının belirlenmesi (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batı cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)	57
4.3.2.5 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batı cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)	58

BÖLÜM 5: ÖNERİLEN YÖNTEMİN KIBRIS'TA UYGULANMASI	60
5.1 Kıbrıs'ın İklimsel Verileri(uygulama yapılacak bölgenin).....	60
5.2 Uygulama Çalışmasında İzlenecek Yol	66
5.2.1 Küp modelinin oluşturulması	68
5.2.1.1 Küp modelinin optimum yönlenme açısının belirlenmesi.....	70
5.2.1.2 Küp modelinin optimum gölgeleme açısının belirlenmesi	71
5.2.1.3 Küp modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması	73
5.2.2 Konut modelinin oluşturulması	78
5.2.2.1 Konut modelinin optimum yönlenme açısının belirlenmesi (gölgeleme elemanının olmadığı durum).....	81
5.2.2.2 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan profil açısının belirlenmesi (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum).....	82
5.2.2.3 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum).....	84
5.2.2.4 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan genişlik açısının belirlenmesi (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batıya cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum).....	88
5.2.2.5 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batıya cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum).....	90
BÖLÜM 6: SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR.....	95

TABLO LİSTESİ

- Tablo 3.1:** İklim bölgelerine göre optimum yön, iyi ve geçerli yönlenme aralıkları
- Tablo 4.1:** Küp modelinin Ecotect simülasyon verileri
- Tablo 4.2:** Profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları
- Tablo 4.3:** Küp modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10°'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)
- Tablo 4.4:** Optimum yönlenme açısının bulunması için 1°'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (yönlenmeler örnek olarak belirlenmiş olup, bulunan azimut açıları yazılmalıdır)
- Tablo 4.5:** Optimum yönlenme açısının bulunması için azimut c ile azimut d arasında 1°'lik azimut açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması
- Tablo 4.6:** Azimut x için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan e ile f arasındaki açıların 1°'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması
- Tablo 4.7:** Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri
- Tablo 4.8:** Profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları
- Tablo 4.9:** Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10°'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)
- Tablo 4.10:** Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 1°'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (yönlenmeler örnek olarak belirlenmiş olup, bulunan azimut açıları yazılmalıdır)
- Tablo 4.11:** Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için azimut c ile azimut d arasında 1°'lik azimut açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması
- Tablo 4.12:** Azimut x için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan e ile f arasındaki açıların 1°'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Tablo 4.13: Genişlik açılarına göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları

Tablo 4.14: Azimut açısı ile profil açısı bulunan konut modeli için 0° - 40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Tablo 4.15: Azimut açısı ile profil açısı bulunan konut modeli için g ile h arasındaki açıların 1° 'lik genişlik açısı artırımı yapılarak optimum düşey gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.1: Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri

Tablo 5.2: Profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

Tablo 5.3: Küp modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10° 'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Tablo 5.4: Optimum yönlenme açısının bulunması için 1° 'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.5: Optimum yönlenme açısının bulunması için azimut 160° ile azimut 190° arasında 1° 'lik azimut açısı artırımına 0° - 40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.6: Azimut 171° için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan 20° ile 30° arasındaki açıların 1° 'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.7: Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri

Tablo 5.8: Profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

Tablo 5.9: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10° 'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Tablo 5.10: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 1° 'lik azimut açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.11: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için azimut 170° ile azimut 190° arasında 1° 'lik azimut açısı artırımına 0° - 40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.12: Azimut 177° için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan 20° ile 30° arasındaki açılar 1° 'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.13: Genişlik açılarına göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları

Tablo 5.14: Azimut 177° ile profil açısı 22° olarak bulunan yatay gölgeleme elemanı ile konut modeli için 0° - 40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Tablo 5.15: Azimut 177° ile profil açısı 22° bulunan yatay gölgeleme elemanı ile konut modeli için 0° ile 10° arasındaki açılar 1° 'lik genişlik açısı artırımı yapılarak optimum düşey gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Soğuk iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Şekil 3.2: Ilıman-nemli iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Şekil 3.3: Ilıman-kuru iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Şekil 3.4: Sıcak-nemli iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Şekil 3.5: Sıcak kuru iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Şekil 3.6: Biyoklimatik grafik

Şekil 3.7: Güzelyurt ve Gazimağusa'nın meteorolojik verileri işlenmiş yeni biyoklimatik çizelgesi

Şekil 3.8: Girne ve Lefkoşa'nın meteorolojik verileri işlenmiş yeni biyoklimatik çizelgesi

Şekil 3.9: Yatay gölgeleme elemanları

Şekil 3.10: Yatay gölgeleme elemanları

Şekil 3.11: Yatay gölgeleme elemanları

Şekil 3.12: Düşey gölgeleme elemanları

Şekil 3.13: Kafes tipi (yatay + düşey)gölgeleme elemanları

Şekil 3.14: Yaz günü ısı alışverişini ifade eden temsili oranlar

Şekil 3.15: Güneş ile ilgili açılar

Şekil 4.1: Ecotect ekranı

Şekil 4.2: Ecotect ile yapılabilecek analizler

Şekil 4.3: Ecotect ile yapılabilecek analizler

Şekil 4.4: Tüm günlerin tüm saatlerinde yapılabilecek gölge analizleri

Şekil 4.5: Malzeme seçimi

Şekil 4.6: Malzeme değerleri

Şekil 4.7: Analiz aşaması

Şekil 4.8: İklim verilerinin sisteme tanıtılması

Şekil 4.9:Küp modelinin zemin kat planı

Şekil 4.10: Yatay Gölgeleme Elemanı Boyutlarının Belirlenmesi

Şekil 4.11: Konut modelinin zemin kat planı

Şekil 4.12:Yatay gölgeleme elemanı plan ve kesiti

Şekil 4.13: Düşey gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

Şekil 5.1:Aylara göre sıcaklık grafiği

Şekil 5.2:Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama en yüksek hava sıcaklığı dağılımı

Şekil 5.3:Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama en yüksek hava sıcaklığı dağılımı

Şekil 5.4:Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama hava sıcaklığı dağılımı

Şekil 5.5:Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama nispi nem dağılımı

Şekil 5.6:Kuzey Kıbrıs'ta ortalama yağış ve ortalama buharlaşma grafiği

Şekil 5.7:Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama yağış dağılımı

Şekil 5.8:Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre yıllık ortalama rüzgâr şiddeti

Şekil 5.9:Kuzey Kıbrıs'a ait rüzgârgülü

Şekil 5.10:Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre güneşlenme süreleri

Şekil 5.11:Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre güneş enerjisi

Şekil 5.12:Küp modelinin zemin kat planı

Şekil 5.13: Küp modelinin güney cephesi (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Şekil 5.14: Küp modelinin güney cephesi

Şekil 5.15: Simülasyonu yapılan küp modeli (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Şekil 5.16: Simülasyonu yapılan küp modeli (yatay gölgeleme elemanı olduğu durum)

Şekil 5.17:Yatay gölgeleme elemanı kesiti

Şekil 5.18: Konut modelinin zemin kat planı

Şekil 5.19: Konut modelin güney ve kuzey cephesi

Şekil 5.20: Konut modelin batı ve doğu cephesi

Şekil 5.21: Simülasyonu yapılan konut modeli (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Şekil 5.22: Simülasyonu yapılan konut modeli (yatay gölgeleme elemanı olduğu durum)

Şekil 5.23: Yatay gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

Şekil 5.24: Simülasyonu yapılan konut modeli

Şekil 5.25:Düşey gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

γ_s : Azimut açısı

β : Eğim açısı

α_s : Güneşin yükseklik açısı

Ω : Profil açısı

θ_z : Zenit açısı

ESD: En sıcak devre

EASD: En az sıcak devre

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde enerji kaynaklarının sürekli olarak azalması, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının aranmasını beraberinde getirmekte ve mevcut kaynakların bilinçli kullanılmasını gerektirmektedir.

Dış çevredeki iklimsel koşullara bağlı olarak, bina içinde oluşan termal koşulların dış iklimsel koşullardan farklı olması ile yılın belirli dönemlerinde yapma ısıtma ve soğutma enerjisinin kullanılması, enerji harcamalarında önemli bir yer tutmaktadır (Akşit, 2002).

Enerji tüketiminin azaltılması ve harcamalarının minimuma indirilmesi amacıyla binaların, optimum performans gösteren pasif ısıtma, iklimlendirme, yönlenme ve gölgeleme elemanları ile birlikte düşünülmesi gerekmektedir. Böylelikle, kullanıcıların konfor gereksinimleri en iyi düzeyde karşılanarak, aktif (güneş pilleri, güneş toplayıcıları, ışık rafları, vb.) sistemlere minimum görev yüklenmesi sağlanmakta ve enerji harcamaları en aza indirilmektedir. Mimarlar ve şehirciler, özellikle sıcak iklim bölgelerinde doğal iklimlendirme yollarını kullanarak soğutma enerjisi giderlerini en aza indirmeye çalışmaktadır.

Güneşin insanlar üzerindeki fizyolojik ve psikolojik açılardan olumlu yönde etkili olduğu tarih boyunca kabul edilmiştir. Güneşin ısı ve ışık etkilerinin insanın yaşamını sürdürmesi, sağlıklı olabilmesi, çevreyi algılaması ve üretim yapabilmesi açısından gerekli olmasına karşın, insanlarda yılın belirli bir döneminde güneş ışınlamından korunmak ve gölgede bulunmak isteği bulunmaktadır.

Gölge istenen dönem boyunca, iklimsel açıdan konforda olmak için gölgede bulunmak gerekmektedir. Bu dönemde hacimlerde oluşabilecek istenmeyen ısı kazançlarına engel olmak amacıyla pencerelere gölgeleme elemanı uygulanması, binanın pasif sistem olarak göstereceği performansı arttırarak, iklimlendirme sisteminin yükünü azaltacaktır.

Gölge istenmeyen (ısıtma istenen) dönemde, güneş ışıınının ısıtıcı etkisinden maksimum düzeyde yararlanmak üzere tasarlanan doğal iklimlendirme yolları ile ısıtma yükü azaltılarak, enerji harcamaları minimize edilecektir.

Gölge istenilen ya da istenmeyen dönemler için uygulanacak gölgeleme elemanları ile bina yönlmesi birlikte ele alınmalıdır. Bina yönlmesi ve gölgeleme elemanlarının bir arada düşünülmesi ile enerji tüketimi de minimize edilebilecektir.

Bu doktora tez çalışmasında, literatürde ayrı ayrı yer alan gölgeleme elemanları ve bina yönlmesi konuları bir bütün olarak ele alınmıştır. Optimum gölgeleme ve yönlmenin birlikte uygulanması ile binalardaki enerji ihtiyacına gereksinim minimum olacağı düşünülmektedir.

1.1 Problemin Tanımı

Değişen ve gelişen teknoloji ile birlikte artık günümüzde tasarımlar daha karmaşık hale gelmekte, bununla birlikte mimar ve tasarımcılardan da beklentiler artmaktadır. Mimar ve tasarımcılardan beklenenler arasında kullanıcı konforu, enerji tüketimi, vb. kaygılar yer almaktadır. Mimarların bu beklentileri karşılayabilmeleri ve nitelikli mekânlar tasarlayabilmeleri, bilgi birikimi ve bu bilgilerin tasarım süreçlerine dâhil edilmesi gerekmektedir.

Güneş, mimarlığın en temel gereksinimlerinden biridir. Güneş ve güneş ışığının tasarımda etkin kullanımı, mekânın yaşam kalitesini, kullanıcı konforunu ve tasarımcının memnun edici bir mekân oluşturma başarısını arttıracaktır. Bu nedenle güneş ışığının, mekân tasarımında etkin kullanımı önemlidir.

Bina tasarımında, kullanıcıların yaşamsal kalitesini arttıracak şekilde güneş ışığından yararlanabilmesi sağlanmalıdır. Bina tasarımında bina yönlmesi ile gölgeleme elemanlarının kullanımı, tasarımlarda ısı ve enerji konularından bağımsız düşünülmemelidir.

Kaliteli, konforlu ve kullanıcılar tarafından memnuniyet verici mekânların yaratılması, tasarım sürecinin erken tasarım evresinde en fazla değişikliğin yapılabildiği ve belirlenen sorunların çözümünün sağlandığı aşamadır. Buna bağlı olarak, tasarım evresinde kullanılacak simülasyon programı yardımı ile binalarda yönlenme, gölgeleme elemanı tasarımı ve enerji tüketiminden kaynaklanacak sorunlara çözüm bulmakta etkili olacaktır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Binalarda gölgeleme elemanları ve bina yönlenmeleri iklim özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde tasarlanmaktadır. Soğuk, ılıman-kuru, ılıman-nemli, sıcak-kuru, sıcak-nemli iklimlerde etkin güneşten yararlanabilmek açısından farklı iklim bölgelerindeki binalar için farklı gölgeleme elemanı boyutlarına ve bina yönlenmelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, sıcak iklim bölgelerindeki binalarda optimum yönlenme ve optimum gölgeleme elemanı açısının bulunması ile iç mekanda termal konforun sağlanmasıdır.

Bunu sağlamak için bu çalışmada, optimum gölgeleme ve optimum yönlenmenin nasıl olacağı kontrol edilecektir. Bu kontroller yapılırken, binanın toplam yıllık enerji tüketimi dikkate alınacaktır. Optimum yönlenme ve optimum gölgelemenin belirlenmesine yönelik ele alınan bu doktora tez çalışması, binalardaki enerji ihtiyacının minimum seviyeye ulaşmasını amaçlamaktadır.

Gölgeleme elemanı tasarımı, güneşin en sıcak dönemindeki pozisyonu, güneş radyasyonu istenmeyen saatler dikkate alınarak yöne bağlı olarak maske ve güneş yörüngesi (sunpath) diyagramının kullanımıyla gölgeleme elemanlarına dair boyutsal bilgilere ulaşılabilir. Ancak, maske ve güneş yörüngesi diyagramı kullanılarak enerji anlamında bir karşılaştırma yapılamadığı için bu doktora tez çalışmasında Ecotect simülasyon programı kullanılarak çıkan sonuçlar üzerinde karşılaştırmalar yapılmıştır.

Ecotect programı ile binada minimum enerji ihtiyacının olduğu noktada yönlenme ile gölgeleme için optimum sonuca ulaşılmıştır. Burada dikkate alacağımız değer, binanın toplam yıllık enerji ihtiyacıdır. Bu programda, binanın daha tasarım aşamasında iken binanın enerji performansını ölçmede yararlanılmıştır. Binanın tasarımı sırasında, tasarımcı

iç mekân kalitesi ve enerji performansı ile ilgili kararlar vermek zorundadır. Isıtma, soğutma, bina yönlenmesi, gölgeleme gibi konular bu bakımdan yakın ilişkilidir. Bunun için konu ile ilgili disiplinler arası bütünleşik çalışmalar yapılmalıdır.

1.3 Çalışmanın Kapsamı

Bu doktora tezinde, güneş ışığından optimum düzeyde yararlanılması ile optimum yönlenme ve optimum gölgeleme ile ilişkili olan ısı performans ve enerji konuları kapsamı içine alınarak bu çalışma yapılmıştır. Modelleme yapılan bu doktora tezinde, geliştirilen model için tasarım sürecinde sadece optimum yönlenme için oluşturulabilecek çözümler ile sadece optimum gölgeleme için oluşturulabilecek çözümlerin birbirinden farklı olacağı, buna bağlı olarak optimum yönlenme ile optimum gölgelemenin bir arada düşünüldüğü durumlarda enerji ihtiyacının da dikkate alındığı zaman farklı sonuçların ortaya çıkacağı öngörülmüştür.

Çalışma kapsamında, binalarda yönlenme ve gölgelemenin birlikte kullanılmasıyla enerji tüketiminin nasıl etkileneceğine bakılarak küp ve konut binaları üzerinde modelleme yapılmıştır.

1.4 Çalışmanın Yöntemi

Bu doktora tez çalışmasında, yönlenme ve gölgeleme ile birlikte erken tasarım evresinde enerji simülasyonu kullanılarak, tasarım sürecini geliştirecek ve kullanıcı konforuna etkili olacak tasarımların yapılması amacıyla, yöntem olarak aşağıdaki adımlar izlenecektir.

- Çalışmada ele alınacak problemin belirlenmesi ve problemin çözümüne yönelik olarak çalışmanın amacı ve kapsamının açıklanması,
- Çalışmada temel varsayımlar belirlenerek, ilgili literatür araştırması yapılması,
- Çalışmada sınanacak olan modelin tüm aşamalarının belirlenmesi ve uygulama modelinin simülasyonlarının yapılması,
- Sınanacak olan model ile birlikte optimum yönlenme ve optimum gölgeleme

açısının belirlenip, burada yıllık bazdaki enerji tüketiminin belirlenmesi,

- Sonuç ve değerlendirmeler açıklandıktan sonra, ilerleyen süreçte yapılabilecek çalışmalar hakkında önerilerde bulunulması, çalışmanın aşamalarını oluşturmaktadır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Konuya ilişkin yapılan literatür araştırmasında, optimum yönlenme ve optimum gölgeleme konularının ayrı ayrı ele alındığı birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat bu çalışmada, literatürde ayrı ayrı yer alan gölgeleme elemanları ve bina yönlenmesi konuları bir bütün olarak ele alınmıştır. Konunun bir bütün olarak ele alındığı zaman bu süreçte verilecek kararlarda optimum öneriyi getirecek çalışma eksikliği olduğu görülerek bu doktora tez çalışmasının yapılmasının gerekliliğine karar verilmiştir.

Bina yönlenmesi ve gölgelemesi konuları ile ilgili literatürde yapılmış olan çalışmalar kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Yönlendirme konusunda **A. ve V. Olgyay** tarafından ortaya konulan ve insanın gereksinimlerine bağlı **Sol-Air Yönlendirme Teorisi'**ne öncelikle değinmek gereklidir (Olgyay, 1963). Bu yöntem binanın düşey dış yüzeyinde gerçekleşen direkt güneş ışıının yönlerine göre değişimi dikkate alınarak bir optimum yön, iyi yönler ve geçerli yönler tanımlanmaktadır. Bu hesaplamada çatı yüzeylerinin aldığı güneş ışıını ihmal edilmektedir. Bu yöntemde, bina düşey dış yüzeylerinde ‘‘En Az Sıcak Dönemde maksimum, En Sıcak Dönemde minimum güneş ışıını alan yön optimaldir’’ kriteri esas alınmakla birlikte, amaç binanın dengeli ışıını almasıdır. Optimum yönde alınan güneş ışıını miktarına yaklaşık değerler veren yönler iyi yönlerdir. Daha sonraki çalışmalarda, optimum yönde En Az Sıcak Dönemde ve En Sıcak Dönemde alınan güneş ışıını miktarları farkının %90'ına kadar fark gösteren yönler iyi yönler sektörü, %75'ine kadar fark gösteren yönler Geçerli Yönler sektörü olarak tanımlanmıştır. Binanın referans yüzeyi optimum yöne baktırılmakla birlikte, iklim bölgesinin karakterine bağlı olarak rüzgar etkisinin de dikkate alınması gerektiği yöntemde anlatılmıştır.

Zeren Yöntemi'nde, Biyoklimatik konforu etkileyen altı değişkenden söz edilmiştir. Bunlar; etkinlik düzeyi, giysinin ısı yalıtım değeri, kuru termometre sıcaklığı, bağlı hava hızı, havanın bağlı nemliliği ve ortalama ışıısal sıcaklıktır. Bu altı değişkenin

hangi bileşimlerinin insanın en uygun biyoklimatik konforunu sağlayacağını belirlemek önemlidir. Etkinlik düzeyi ve giysinin ısı yalıtım değeri, mekânın ne iş için kullanılacağı ve yöresel giyinme görenekleri göz önüne alınırsa yeterli bir duyarlılıkta tahmin edilebilir. Kuru termometre sıcaklığı, bağıl hava hızı, havanın bağıl nemliliği ve ortalama ışınsal sıcaklık, bina içi çevre iklim etmenlerini oluştururlar. Bu dört bina içi çevre iklim etmeninin kuru termometre hava sıcaklığı ve kişiye göre bağıl hava hızı, vücudun taşınım yolu ile ısı alışverişi için önemlidir. Havanın bağıl nemliliği, su buharının ciltten yayılımı ve terin cilt yüzeyinden buharlaşması açısından önemlidir. Ortalama ışınsal sıcaklık ise, ışınlama yolu ile ısı alışverişinde belirlenir. Bunların tümü ile yapı arasındaki ilişkileri inceleyerek, ‘iklimle dengeli yapı’ yapabilme konusu, bilimsel bir yöntem halinde ilk olarak Olgyay kardeşlerce ortaya konmuştur denilebilir. Bu yöntemin eksik yanları, Zeren ve Berköz tarafından geliştirilmiştir. Olgyay Yöntemi, Zeren tarafından Türkiye’nin iklim bölgelerine uygulanmıştır (Zeren, 1962); (Zeren, 1967).

M. R. Sharma Yöntemi’nde, bu çalışmada bina üzerindeki toplam güneş radyasyonu yükünün binaların yönlendiriliş durumlarına bağlı olarak göstereceği değişiklikler farklı enlemler için ele alınmıştır. Uygulama, düz çatılı dikdörtgen bina blokları üzerinde yapılmış olup, bina genişliğinin bina uzunluğuna oranı $\frac{1}{2}$ olarak kabul edilmiştir. Hesaplamalar 16 Mayıs ve 22 Aralık günleri için yapılmış ve 22 Aralık gününde günlük toplam güneş radyasyonu yükünün maksimize, 16 Mayıs gününde de minimize edilebilmesi açısından farklı yönlendiriliş durumları karşılaştırılmıştır.

Valko Yöntemi’nde, çeşitli silindir ve dikdörtgenler prizması biçimindeki binalar için, binanın tüm dış yüzeyindeki günlük toplam güneş ışınlama yüklerinin, farklı yönlendiriliş durumları ve bina biçimlerine göre gösterdiği değişimi belirlemeye yönelik bir yöntemdir. Silindir ve dikdörtgenler prizması formundaki binaları kapsayan yöntem, 15 Ocak ve 15 Temmuz günleri için yapılmıştır (Valko, 1973).

Berköz Yöntemi’nde binanın en fazla kullanılan mekânlarının yer aldığı cephedeki ve bu mekânlara ait çatı yüzeyinde ve binanın tüm dış yüzeyindeki güneş ışınlama yüklerinin optimizasyonunu gerçekleştirecek yönlendiriliş durumunu, farklı bina

biçimleri için belirleyen bir yöntem geliştirilmiştir (Berköz, 1973); (Berköz, 1983).

Olgyay & Olgyay Yöntemi, 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 rüzgâra, 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. Olgyay & Olgyay gölgeleme aracının tasarımında izlenen adımlar; ısı kazancı istenmeyen yıllık periyodun belirlenmesi, yıllık ve günlük gölgeleme periyodunun mekânın işlevine göre belirlenmesi, kritik güneş açılarının belirlenmesi, gölgeleme aracının fiziksel özelliklerinin (kaç elemandan oluşacağı, çeşidi, ölçüsü, yüzey özellikleri) belirlenmesidir (Olgyay and Olgyay, 1957).

Yellot Yöntemi, 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 (Yellot, 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 gölgeleme katsayısına bağlı olarak farklı cam tiplerinin toplam ısı kazançları açısından karşılaştırılması yapılmıştır (Yellot, 1966). 1977 yılında yöntemin daha da geliştirilmesiyle, camın güneş ışınımı alan ve almayan bölgeleri için ısı kazancı

formülleri ve örnek çözümler yer almaktadır (Yellot, 1977).

Givoni'nin çalışmasında, tek hacimden oluşmuş modellerin kullanılmasıyla farklı yönlendiriliş durumlarının (genellikle pencerelerin yer aldığı, referans cephenin doğu, batı, güney ve kuzeye baktığı durumların) gösterdiği performans, iç hava ve yüzey sıcaklıklarının karşılaştırılmasına dayanılarak belirlenmiştir. Ayrıca farklı yönlere bakan pencerelere ait dış yüzey sıcaklıklarının ölçümleri ve karşılaştırmaları da çalışmaların kapsamına girmektedir. Deneyler senenin belirli günlerinde yapılmıştır (Givoni, 1969).

Elagöz, çalışmasında enerji korunumunu gölge analizi tekniğiyle, farklı iklim bölgelerinden seçilen iller için ele alarak, ısıtma veya soğutma istenen dönemlerin saptanmasına ilişkin bir metot önermiştir (Elagöz, 1989).

Sun Yöntemi, camdan kazanılan güneş ışımasını, önceki yöntemlere göre daha ayrıntılı bir şekilde ele alan bir yöntemdir. Bu yöntemde sonlu uzunluktaki pencere üstünde yer alan yatay gölgeleme elemanları ve pencerenin kenarında yer alan düşey gölgeleme elemanlarının pencerede oluşturdukları gölgeli alanlar hesaplanmaktadır. Hesaplama, 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).

Rogers ve diğ. Yöntemi, binalarda ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında, güneş ışımasının etkisinden dolayı, gölgelemenin etkisinin öneminden hareketle hesaplamaların yapılarak sonuçların grafikler aracılığı ile ortaya konulduğu bir yöntemdir. Isıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanabilmesi için, GLAS adlı bilgisayar programı yardımıyla gölgeli alanlar hesaplanmaktadır. Bilgisayar programının ilk iki bölümü enerji analizleri için gerekli girdilerin elde edilmesini kapsamaktadır. Üçüncü bölümde ise ekli bir grafik programının kullanılması ile bina yüzeyindeki pencere ve kapıların konumlandırılmasını, 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'nde, sıcak ve kuru iklim bölgelerinde avlulu binalarda, avluyu çevreleyen cephelerdeki güneşli ve gölgeli alanları, Şekil 2.2'de gösterilen açı ve bağlantılar yardımı ile belirlemektedir. Hacimlerin istenen ısısal performansını sağlamak amacıyla, güneş ışıınının, 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 ışıınının 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).

Numan Yöntemi'nde, sıcak kuru iklim bölgeleri için form ile güneş ışıınını arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel bir model geliştirilmiştir. Binaların birbirleri üzerinde oluşturacakları gölgeli alanları belirlemek amacı ile uzaydaki herhangi bir noktanın bir yüzey üzerindeki gölgesinin koordinatları belirlenerek gölgeli alan tanımlanmaktadır. Gölgeli ve güneşli alanlar yardımı ile ortalama gölgeleme faktörü (SF) bulunmakta ve buna bağlı olarak birim alana düşen ortalama güneş ışıınını hesaplanmaktadır (Numan, 1979).

Utzinger, Klein Yöntemi'nde, sonlu uzunlukta ve genişlikteki bir gölgeleme elemanının etkisinde bulunan düşey düzlemdeki ortalama günlük ışıının miktarını hesaplamaktadır. Liu-Jordan bağıntılarına (eğik yüzeye gelen güneş ışıınını hesabı) dayanmaktadır.

- Alıcı yüzey (A),
- Genişlik (w),
- Yükseklik (h),
- Saçağın dik izdüşümü (p),

- Alıcının üst sınırını ile saçağın alt sınırının arasındaki uzaklık (g),
- Saçağın alıcının sağ ve sol yanlarından uzantısı (eL , eR), (Şekil 2.5) olmak üzere 5 değişkene bağlı olarak tanımlanabilmektedir. Sonuç olarak, ortalama günlük veya aylık ışıınım değerleri belirlenebilmektedir (Utzinger and Klein, 1979).

Shaviv Yöntemi, 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. Numerik değerler, grafik haline getirilebilmektedir (Shaviv, 1978). Bu yöntem, 1981 yılında geliştirilerek, pencerelerin yönlendiriliş durumunun binalarda enerji tüketimine etkisi incelenmiştir. Isıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerde, pencerelerin güney, güneyden 30 derece doğuya ve güneyden 30 derece batıya doğru yönlendirildikleri kabul edilmiş ve enerji tüketimi açısından birbirleriyle karşılaştırılmışlardır.

Etzion Yöntemi'nde, güneş açılarından yararlanılarak gölgeleme elemanının tasarlanmasını ele almıştır. Önerilen bu yöntem, gölgeleme elemanlarının boyutlarının ve şeklinin doğru olarak belirlenmesi için, çizim yoluyla hesap yapılmasının önermektedir. Pencerenin genişliği, yüksekliği ve baktığı yön ile güneşin azimut ve yükseliş açılarına bağlı olarak gölgeleme aracı tasarımı yapabilmektir (Etzion, 1985). Bu yöntemin 1992'deki geliştirilmiş halinde, pencerenin kesit ve plan üzerindeki gölgeli ve güneşli alanları grafik yardımıyla belirlemektedir. Bu grafik yöntemde, tasarlanan gölgeleme elemanı için ele alınan zamanda güneşin azimut ve yükseliş açıları, pencerenin güneşli bölgesinin genişliğinin, tüm pencere genişliğine oranı ve pencerenin güneşli bölgesinin yüksekliğinin, tüm pencere yüksekliğine oranı yardımı ile pencerenin güneş ışıınımı alan bölgenin tüm pencere alanına oranı bulunabilmektedir (Etzion, 1992).

Ok Yöntemi'nde, 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 (Ok, 1983); (Ok, 1992).

Yener Yöntemi'nde, 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 gereksinimi 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).

Kocaaslan, çalışmasında ısıtma sürecini iç hava sıcaklığı ve dış hava sıcaklığı olmak üzere iki temel değişkene bağlayarak, belirlediği hacim alternatiflerinin ısıtma açısından gösterdikleri performansı değerlendirilmiştir (Kocaaslan, 1991).

Dörter, çalışmasında ısıtma enerjisi korunumunda etkili olan yapı çevre oluşumunu pasif ısıtma yöntemlerinin türleri, avantaj ve dezavantajları kapsamında teorik olarak incelenmiştir. Bu yöntemlerin mimari tasarımın hangi aşamasında değerlendirilmesi gerektiğine dair bir yöntem önerilmiştir (Dörter, 1994).

İklimler yaşama mekân formlarının şekillenmesindeki en önemli etkenlerden biridir. Zayıf bina teknolojileri ve sınırlı çevresel kontrol, iklim, gibi etkenler de bina formlarının şekillenmesinde öneme sahiptir. Bunun yanında enerji problemleri mimari planlamaya yenilikçi bir tutum getirmektedir. Geleneksel mimaride ekolojik tasarımdaki kaygılarla birlikte bu kaygıyı tüm doğal sisteme adapte ettiği görülmektedir (Lee, Han, Lee, 1996).

Hançer, ‘‘Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde Çatıların Isıl Davranışları’’ isimli doktora çalışmasında, bir yıl boyunca çeşitli çatı konstrüksiyonlarının ısı ve nemsel davranışlarının izlenmesi yoluyla uygun çatı çözümlerinin bulunmasını amaçlamıştır. Çalışmada, Lefkoşa, Girne ve iklimlerin arakesiti olan Gazimagosa’da bir deney evinin çatısında elektronik ölçüm aletleri, dataloggerlar ve bilgisayardan oluşan bir deney düzeneğiyle dış ve iç hava sıcaklıklarının, tavan dış ve iç yüzey sıcaklıklarının, iç ve dış bağıl nem yüzdelerinin yıl boyu değişimi sürekli olarak izlendiği bir çalışma yapılmıştır (Özdeniz, Numan, Hançer, 2003).

Bayraktar, çalışmasında ESD’de farklı tipte gölgeleme araçlarının etkilerini, takılı oldukları pencereden hava akımı ve güneş ışıınım geçiriş miktarları ile değişime uğrayan mekân kazanım ve yüklere bağlı olarak değerlendirmiştir. Çalışmada, ESD’de cephede güneş kontrol elemanlarının, güneşin istenmeyen ısı etkilerinden korunmak üzere tasarlandığı ve bu dönemde doğal havalandırma etkilerini değiştiren özelliklerinin ortaya konularak, hava akımı ve güneş ışıınımı miktarlarının iç ısı yüklerine yaptığı etkilere bağlı olarak, türetilen gölgeleme araç alternatifleri içerisinde optimum olanların belirlenmesidir (Bayraktar, 2008).

Bayraktar, Schulze ve Yılmaz, çalışmasında, binaların performanslarının belirlenmesi için yapılacak simülasyon çalışmalarının temelleri anlatılmakta ve gerekli verilerin kısa sürede ve az bir hata payıyla toplanması ve düzenlenmesi için kullanılacak bir yaklaşım hazırlanan listeleri üzerinden açıklanmıştır (Bayraktar ve diğ., 2009).

Koca, çalışmasında, yapı çevre oluşumuna ilişkin ölçütlere değinerek, ısıtma ve soğutma amaçlı pasif sistemleri tanımlayarak, enerji-etkin tasarımda kullanılabilecek bir akış diyagramı oluşturmuştur (Koca, 2006).

Ovalı, çalışmasında Türkiye iklim bölgeleri bağlamında ekolojik tasarımı oluşturan ölçütleri tanımlayarak, güneş enerjisinin binalarda kullanım yöntemleri içinden optimum verimlilik sağlayacak öneri alternatifler sunarak, tasarımcılara karar verme sürecinde yardımcı olayı amaçlamaktadır (Ovalı, 2009).

Yaşa, çalışmasında sıcak-kuru iklim bölgelerinde gerek mikro klimayı düzenleyici, gerekse kent ölçeğinde iklim dengeleyici olarak kullanılan avlulu binaların enerji etkinliklerini araştırmıştır. Bu çalışma bina içi ve avlu içi konfor durumlarını belirlemek amacı ile yapılmıştır (Yaşa, 2010).

Gün geçtikçe dünya üzerindeki enerji kaynakları azalmaktadır. Azalan enerji kaynakları ile birlikte sıcak iklim bölgelerindeki yapı sorunları günümüzün temel sorunları arasına girmiştir. Çevresel sürdürülebilirliğin yanında, iklim ve çevre üzerindeki olumsuz etkiler bina ve kullanıcı konforunu da etkilemektedir. Kullanıcıların ısı konforu, iklimlendirme için harcanacak etkin enerji kullanımı gibi konularda son yıllarda çalışmalar yapılmaya başlansa da, sıcak iklimlerdeki yapı sorunları halen çözümlenememiştir (Divsalar, 2010).

Bayraktar ve Ok, ısıtmaya gereksinim duyulmayan dönemde (ESD) güneşin istenmeyen ısı etkilerinden korunmak üzere gölgeleme araçları kullanılmaktadır. Dış hava sıcaklığının iç hava sıcaklığından az olduğu saatlerde, açıklıklardan rüzgâr basıncı ile içeri giren akımlarının etkisi ile yüzeyden ısı taşınımıyla soğutma sağlamak mümkündür. Güneşin açılarına göre farklı tipte tasarlanan gölgeleme araçlarının hem doğal havalandırma hem de güneş korunumuna bağlı bileşik etkinliğinin değerlendirilmesi ile optimum gölge aracı tasarlayarak etkinliğinin değerlendirilmesi yapılarak, çıkan sonuçlarda karşılaştırmalar yapılmıştır (Bayraktar, 2010); (Ok, 2010).

Aydın, çalışmasında enerji bilinçli bina tasarımında kullanıcıların iklimsel konfor ve enerji ekonomisi gereği ısıtma enerjisi korunumu sağlayan bina konstrüksiyon çözümleri ile tasarım kararlarının enerji etkin bina tasarım sürecine nasıl yansıtılacağı probleminin araştırılmasını amaçlamaktadır (Aydın, 2011).

Manioğlu, çalışmasında binalarda enerji gereksinimi miktarlarını azaltmanın yolu enerji etkin dizayn parametreleridir. Binaların diğer binalara göre konumu, yönlendiriliş durumları, bina formu ve bina kabuğu binaların enerji etkin tasarımı veya yenilenmesinde başlıca önemli parametrelerdir. Bu parametreler yardımı ile güneş ışınlamı ve rüzgâr gibi dış iklim elemanlarının tasarım üzerindeki etkilerini kontrol edebilmek ve iç konfor koşullarını minimum yapma enerji harcayarak sağlayabilmek mümkün olabilecektir. Bu

çalışmada da enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarında göz önünde bulundurulması gereken tasarım parametrelerinin önemi, çeşitli çalışmalara ait örnekler yardımıyla ele alınmıştır (Manioğlu, 2011).

Ekici, çalışmasında bina simülasyon ve güneş enerjisi sistem tasarımlarında kullanılacak olan ekipman boyut ve kapasitenin belirlenmesinde önemli ölçüde etkili olan güneş ışıınımı verisinin doğru olarak tespit edilmesi ve bu verilerden yola çıkılarak farklı cephelerde konumlandırılan opak ve saydam yüzeylerin güneş etkisi altındaki davranışlarının değerlendirmiştir (Ekici, 2012).

Güneş dünyamızdaki en önemli kaynaklardan biridir. Güneş enerjisinin etkili bir biçimde kullanılmaya çalışılması, binalardaki minimum enerji kullanımında etkili olmuştur. Yapıların enerji performansları bulundukları bölgenin iklim verilerine göre değişim göstermektedir. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin güneşlenme süresinin uzun olması vb nedenlerden, tasarıma bağlı olarak güneş enerjisinden en iyi derecede yararlanılabilmektedir (Kahoorzadeh, 2013).

Kalfa, çalışmasında, konuta ait tasarım parametrelerinin ısıtma ve soğutma yüklerine etkisini belirlemek, istatistiksel modeller vasıtasıyla tasarım aşamasında konutların ısıtma ve soğutma yüklerini seçilen parametre değerlerine göre hesaplayabilmek ve Türkiye iklim bölgeleri için enerji tasarrufu açısından konutlarda optimum çözümü sunan tasarım parametrelerinin belirlenmesini amaçlamıştır (Kalfa, 2014).

Yüceer, çalışmasında enerji etkin bina tasarımının bir parçası olan gölge elemanları, pencerenin konumuna göre, iç mekânlardaki güneş ışıınımını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapma çevre değişkenidir. Gölge elemanı tasarımında, pencere ölçüleri, güneş geometrisi ve iklim verileri gibi birçok değişken bir arada değerlendirilir. Bu araştırmada Adana'da ve 37 derece enlemde yer alan binalara uygulanabilecek gölge elemanları incelenmiştir (Yüceer, 2010).

BÖLÜM 3

ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA YÖNLENME İLE GÖLGELEME

3.1 Güneş

Güneş, yenilenebilir enerji kaynaklarının kuşkusuz en önemlisidir. Güneş, binaların ısıtma, soğutma, havalandırma vb. gereksinimlerinde ve doğal iklimlendirilmesi sürecinde yer alan iklimsel etkenler arasında yer almaktadır. Mimarlar ve tasarımcılar konfor koşullarına ulaşmak ve binanın enerji ihtiyacını karşılanmasında, en büyük enerji deposu olan güneşten yararlanırlar.

3.2 Binaların Yönlenmesi

Güneş radyasyonu şiddeti ve rüzgâr hızı, yönlerle göre değişim göstermektedir. Dolayısıyla, güneş radyasyonu ve rüzgâr etkilerinin binaların yönlendirilmesi yoluyla optimizasyonu olanaklıdır. Bu nedenle bina yönlenmesi, iklimsel açıdan konforlu olan bir iç çevrenin oluşumunda rol oynamakta, mimarlar, şehirciler, vs. tarafından kontrol edilebilen parametrelerden birisi olarak ele alınmaktadır.

Optimum yönlenme, binaya ve hacimlere olan güneş radyasyonu ve rüzgâr etkilerinin optimizasyonunu, iklimsel ihtiyaçlarla dengelenmesini olanaklı hale getirmektedir. Yönlenme için optimum değerlerin belirlenmesi ile optimum yönlenme de belirlenmiş olacaktır. Yönlenme, rüzgâr, güneş, vb. dış etmenler dikkat alınarak tasarımlar yapıldığında, minimum enerji tüketimini olanaklı kılan ve optimum olanı seçmeye olanak sağlayarak iklimin olumsuz etkilerini azaltmaktadır.

Güneş ışıınının direk bileşeninin doğrusal olduğu bilinmektedir. Tasarımlarda, binanın baktığı yönü etkileyen güneş ışıını şiddetleri cephelerin baktığı yönlerle göre değişim göstermektedir. Binanın güneş ışıınıından kazandığı ısı miktarları, hacmin dış yüzeyinin

baktığı yön ile doğrudan ilgilidir. Binanın yönlenmesi, iç mekândaki iklimsel konforu etkileyen en önemli etkenler arasında yer almaktadır.

Güneşin ısıtıcı, rüzgârın serinletici etkisi binaların yönlendirilişine göre değişim göstermektedir. Güneş ışınımının geliş açıları yaz aylarında dik, kış aylarında yatık olmaktadır. Bu da kış aylarında güney cephelerinin daha fazla güneş ışınımı almasını, güneşin çok fazla istenmediği yaz aylarında ise saçak veya gölgeleme elemanları ile güneşten korunmayı sağlamaktadır. Bunun sonucunda, güneye bakan cephelerin enerji etkin bina tasarımlarında önemli yeri olduğu görülmektedir.

İnsanın çevresiyle ısı dengesinin kurulmasında önemli bir rol oynayan güneş ışınımından ısı kazancı miktarının değişiminde etki etmesi nedeniyle, binanın yönlendiriliş durumu bina içi hacimlerde yapma çevre değişkenlerinden biri olmakta ve iklimsel konforu etkileyen en önemli değişkenlerden biridir (Manioğlu, 2002).

Binaların iklimsel etkilerin optimizasyonu açısından tasarlanması veya iklimsel etkilerin bina aracılığıyla kontrol altına alınması, bölgede süregelen iklimsel koşulları ile bağlantılı olarak önem kazanmaktadır. Binanın yönlendirilmesinde temel amaç, konfor koşullarının sağlanmasında iklim etkilerinin optimize aracılığıyla enerji etkinliğinin artırılmasıdır. Buna bağlı olarak;

- En Sıcak Devrede (ısınmanın istenmediği dönem-yaz), güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden korunurken (gölgeleme), rüzgârın serinletici etkisinden yararlanmak,
- En Az Sıcak Devrede (ısınmanın istendiği dönem-kış), güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden yararlanırken, rüzgârın serinletici etkisinden korunmak gerekmektedir.

Bina yüzeyini etkileyen güneş ışınım miktarı, enlem, eğim, yön ve mevsimlere bağlı olarak değişim göstermekte ve ortalama ışımsal sıcaklığı etkilemektedir. Dolayısıyla bina kabuğundan geçen ısı miktarı değişmekte, bu da kabuğun iç yüzey sıcaklığını ve buna bağlı mekân iç sıcaklığını etkilemektedir. Bu bağlamda yön, bina içi iklimsel konforun en az düzeyde enerji tüketimiyle karşılanmasında diğer yapısal çevre ölçütleri üzerinde

doğrudan etkili olmaktadır. Güneş ışınlamı açısından Türkiye’de hazırlanan beş farklı iklim bölgesine göre optimum yönlenme, iyi ve geçerli yönlenme aralıkları Tablo 3.1’de görülmektedir (Zeren, 1987, Orhon ve diğ. 1988).

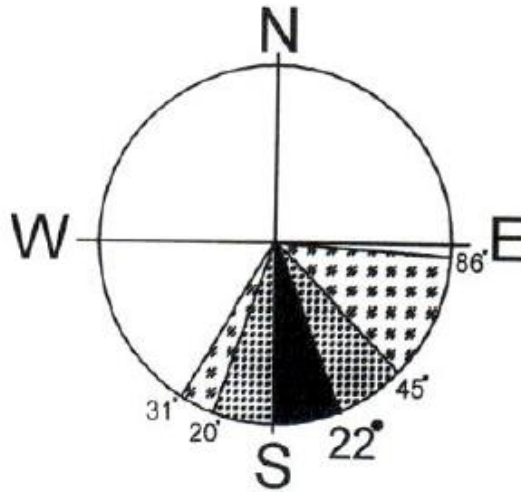
Tablo 3.1: İklim bölgelerine göre optimum yön, iyi ve geçerli yönlenme aralıkları (Zeren, 1987, Orhon ve diğ. 1988)

İklim bölgesi	Bina yönlenmesi				
	Optimum güneş yönlenmesi	İyi yönlenme aralıkları	Geçerli yönlenme aralıkları	Güneşe göre yerleşim doğrultusu	Rüzgârdan korunma /yararlanma
Soğuk	Geniş yüzey, güneyden 22° güneydoğu	20° güneybatı ile 45° güneydoğu	31° güneybatı ile 86° güneydoğu	Doğu-batı aksı	Rüzgâra kapalı, kuzeydoğu-güneybatı aksında
Ilıman-nemli	Geniş yüzey, güneyden 10° güneydoğu	13° güneybatı ile 35° güneydoğu	23° güneybatı ile 49° güneydoğu	Doğu-batı aksı	Rüzgâra geniş yüzey veren
Ilıman-kuru	Geniş yüzey, güneyden 27° güneydoğu	10° güneybatı ile 56° güneydoğu	14° güneybatı ile 83° güneydoğu	Doğu-batı aksı	Rüzgâra geniş açıklık vermeyen
Sıcak-nemli	Geniş yüzey, güneyden 3° güneydoğu veya kuzey yön	10° güneybatı ile 19° güneydoğu	19° güneybatı ile 30° güneydoğu	Doğu-batı aksı	Rüzgâra açık, zeminden yükseltilmiş
Sıcak-kuru	Geniş yüzey, güneyden 18° güneydoğu	0° güney ile 40° güneydoğu	8° güneybatı ile 50° güneydoğu	Güneybatı-kuzeydoğu aksı	Açıklıklar avlu yönünde, avlu kuzey yönde

Yönlenmede ısınım kadar hâkim rüzgâr da etkili olmaktadır. Isı kayıplarının önlenmesi gereken dönemler için hâkim rüzgâra kapalı, güneye yönelmiş, az parçalı, doğu-batı doğrultusunda yerleşmiş, dış yüzey alanı azaltılmış bina kütleleri tasarlanmalıdır.

Hâkim rüzgârın serinletici etkisinden yararlanılmak isteniyorsa, En Sıcak Devrede binada depolanacak ısı enerjisi miktarının azaltılması gerekmektedir. Bu noktada soğutma öncelikli sıcak-nemli iklim bölgelerinde kuzey yönlü bir yönelme soğutma yüklerini azaltacak ve enerji korunumu sağlayacaktır. Yönelmeye ile gösteren fiziksel çevre koşulları, iklimsel konfor gereksinimleri ile mekân organizasyonu, bina kabuk oluşumu ve malzeme seçimiyle optimize edilmeye çalışılmalıdır.

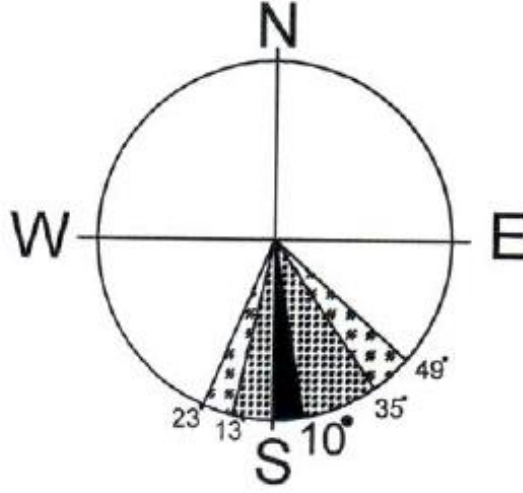
Farklı iklim bölgeleri için bina tasarımına ilişkin yönelmeler de bulundukları iklim kuşağına göre farklılık gösterecektir. Tablo 3.1’de ve Şekil 3.1’de gösterildiği gibi soğuk iklim bölgelerinde, optimum güneş yönelmesi güneyden 22° güneydoğuya bakan konumlardır. İyi yönelmeler 20° güneybatı - 45° güneydoğu, geçerli yönelmeler 31° güneybatı - 86° güney doğu arasındadır.



Şekil 3.1: Soğuk iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönelmeleri
(Orhon ve diğ. 1988)

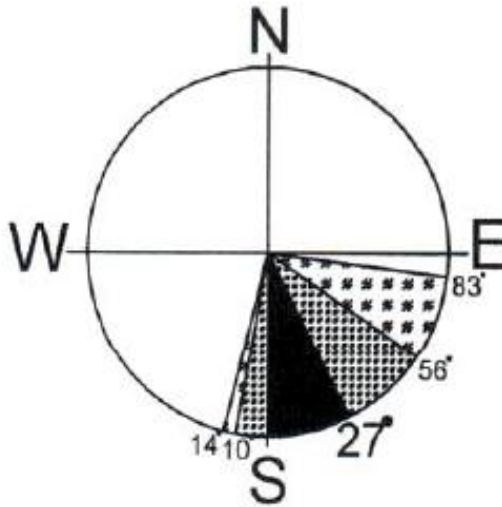
Tablo 3.1’de ve Şekil 3.2’de gösterildiği gibi ılıman-nemli iklim bölgelerinde, optimum

güneş yönlenmesi güneyden 10° güneydoğuya bakan konumlardır. İyi yönlenmeler 13° güneybatı -49° güneydoğu arasındadır.



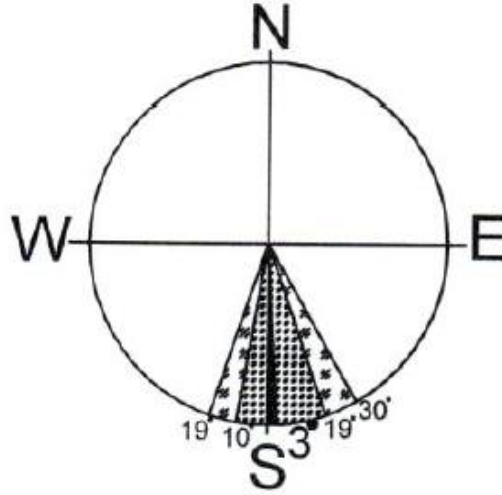
Şekil 3.2: Ilıman-nemli iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri (Orhon ve diğ. 1988)

Tablo 3.1’de ve Şekil 3.3’de gösterildiği gibi ılıman-kuru iklim bölgelerinde, optimum güneş yönlenmesi güneyden 27° güneydoğuya bakan konumlardır. İyi yönlenmeler 10° güneybatı -50° güneydoğu, geçerli yönlenmeler 14° güneybatı - 83° güney doğu arasındadır.



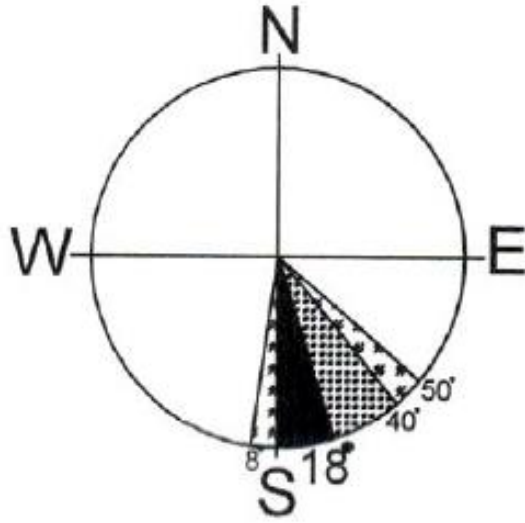
Şekil 3.3: Ilıman-kuru iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri (Orhon ve diğ. 1988)

Tablo 3.1’de ve Şekil 3.4’te gösterildiği gibi sıcak-nemli iklim bölgelerinde, optimum güneş yönlenmesi güneyden 3° güneydoğuya veya kuzeye bakan konumlardır. İyi yönlenmeler 10° güneybatı - 19° güneydoğu, geçerli yönlenmeler 19° güneybatı - 30° güneydoğu arasındadır.



Şekil 3.4: Sıcak-nemli iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri (Orhon ve diğ. 1988)

Tablo 3.1’de ve Şekil 3.5’te gösterildiği gibi sıcak-kuru iklim bölgelerinde, optimum güneş yönlenmesi güneyden 18° güneydoğuya bakan konumlardır. İyi yönlenmeler 0° güney - 40° güneydoğu, geçerli yönlenmeler 8° güneybatı – 50° güneydoğu arasındadır.

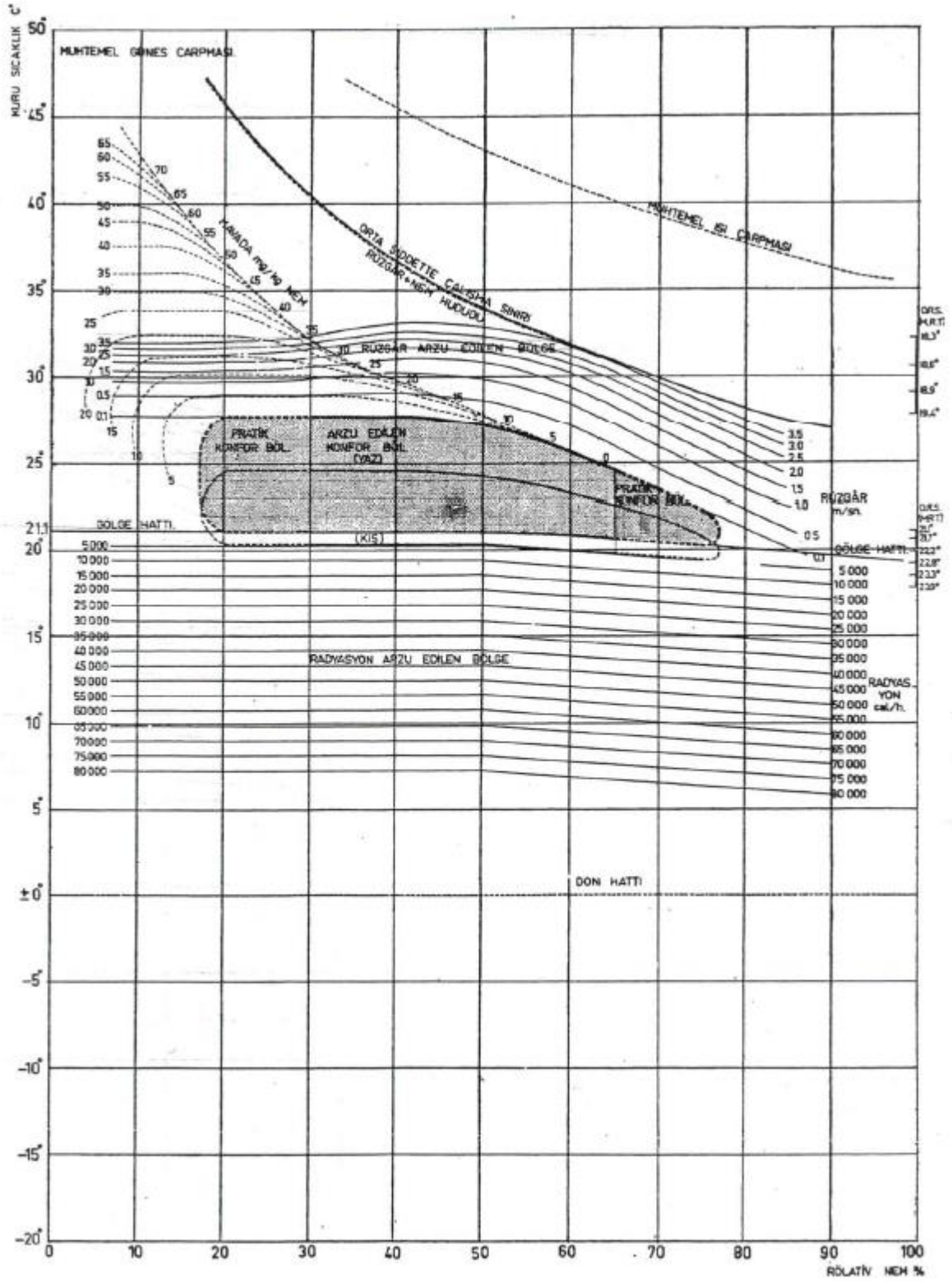


Şekil 3.5: Sıcak kuru iklim bölgelerinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri (Orhon ve diğ. 1988)

3.2.1 Güneş radyasyonu etkilerinin optimizasyonu için binaların optimum yönlenmesi

Güneş radyasyonu etkisinin optimizasyonunu gerçekleştirebilmek açısından, öncelikle güneş radyasyonuna ihtiyaç duyulan ve güneş radyasyonu etkisinin konforsuzluk yaratabileceği devrelerin saptanması gerekmektedir. Belirli bir kullanıcı grubu için belirli eylemler durumlarında güneş radyasyonu ihtiyacının belirlenmesi; kullanıcı grubunun iklimsel konfor durumunda bulunabilmesi için çevrede gerçekleştirilmesi gereken koşulların bilinmesi ve bu koşullara dayanılarak iklimsel durumun yorumlanmasıyla olanaklıdır.

Gölge çizelgesi, Şekil 3.6'daki BiyoklimatikGrafik'te yer alan iki ana ihtiyaç bölgesi arasındaki sınırı meydana getirmektedir. Her yerleşme bölgesi için gölge çizelgesinin altında kalan bölgede yer alan bağıl nem ve hava sıcaklığı kombinezonlarının hüküm sürdüğü ve güneş radyasyonuna ihtiyaç duyulan bir devrenin belirlenmesi olanaklıdır. Bunun yanı sıra gölge çizelgesinin üst tarafında kalan bölgede yer alan hava sıcaklığı ve bağıl nem kombinezonlarının süregeldiği ve güneş radyasyonu etkilerinin iklimsel konforsuzluğa yol açabilmesi ikinci bir devrenin de belirlenmesi söz konusudur.

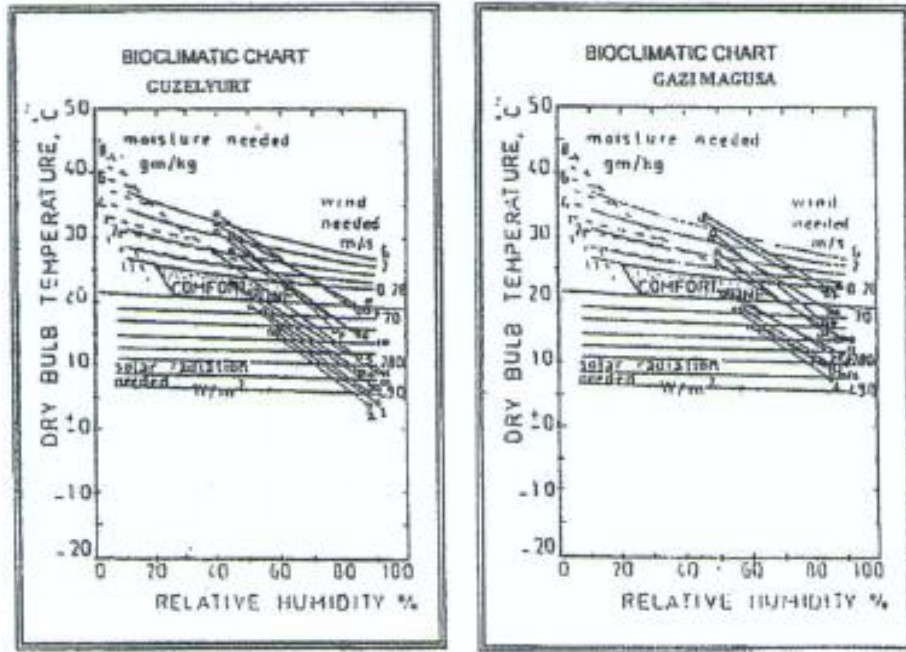


Şekil 3.6: Biyoklimatik grafik (Olgay, 1957); (Zeren 1967)

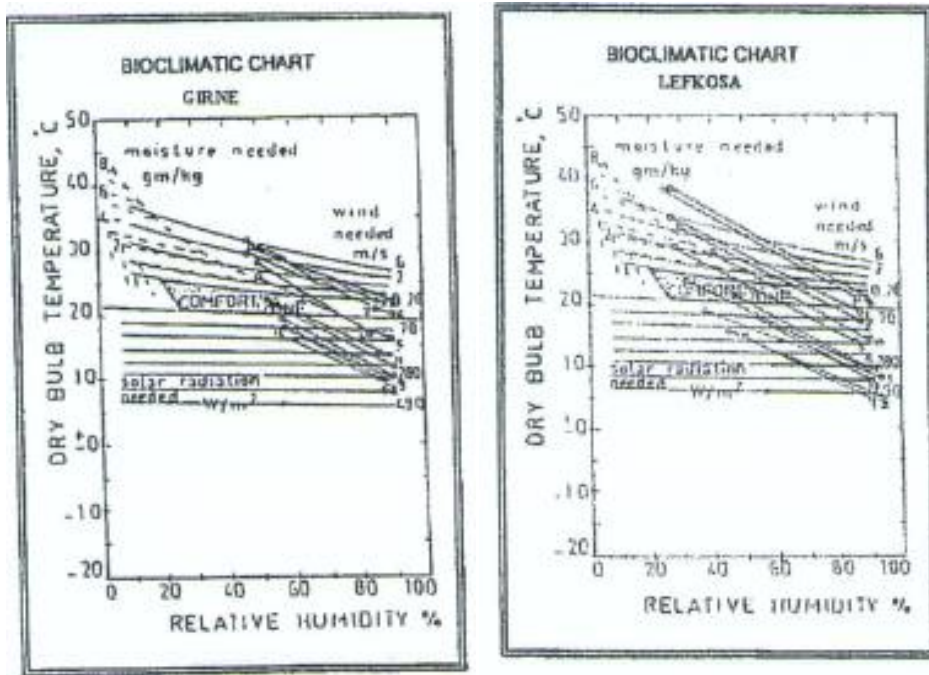
Gölge çizelgesi, bölgesel ortalama hava sıcaklığı ve bağıl nem verilerinden yararlanılarak ve gölge çizgisini meydana getiren noktaların belirlediği hava sıcaklığı ve bağıl nem kombinezonlarına dayanılarak; apsisler ekseninde aylar ve günlerin, ordinatlar ekseninde de gün saatlerinin yer aldığı izoplat sistemde hazırlanmış yıllık bir grafiğe taşınabilir. Dolayısıyla yıl; gölge çizgisi aracılığıyla insan ihtiyaçlarına dayanılarak En Az Sıcak ve En Sıcak Devreler olmak üzere iki ana iklimsel devreye ayrılabilir.

En Sıcak Devre ve En Az Sıcak Devrelerin süreleri, iklimsel koşulların farklılığından dolayı bölgelere göre değişim gösterirler. İklimsel konfor durumunun sağlanabilmesi açısından En Az Sıcak Devre’ de güneş radyasyonu etkilerinden maksimum derecede yararlanmanın, En Sıcak Devre’ de güneş radyasyonu etkilerinin minimize edilmesinin gerekli olduğu sonucuna konfor koşulları ve meteorolojik verilere dayanılarak varılabilir.

1981’de Arens, Zeren, Gonzales, Burglund ve McNalls Biyoklimatik çizelgenin geliştirilmiş şekli olan Yeni Biyoklimatik çizelgeyi önerdiler. Bu basitleştirilmiş yöntemle göre; her ayın Ortalama Yüksek Sıcaklığı ile saat 14:00 bağıl nem yüzdesi ve ortalama düşük sıcaklığı ile saat 7:00 bağıl nem yüzdesi Yeni Biyoklimatik Çizelgeye noktalar şeklinde işlenir. Noktaların ısı konfor bölgesine göre dağılımları iklimin türünü göstermektedir (Özdeniz ve diğerleri, 2002). Kuzey Kıbrıs’ın Lefkoşa, Girne, Gazimağusa ve Güzelyurt bölgelerinde bulunan meteoroloji istasyonlarının iklimsel verileri yeni biyoklimatik çizelgeye işlenmiştir (Özdeniz ve diğerleri, 2002).



Şekil 3.7: Güzeyurt ve Gazimağusa'nın meteorolojik verileri işlenmiş yeni biyoklimatik çizelgesi (Özdeniz ve diğerleri, 2002)



Şekil 3.8: Girne ve Lefkoşa'nın meteorolojik verileri işlenmiş yeni biyoklimatik çizelgesi (Özdeniz ve diğerleri, 2002)

3.3 Gölgeleme Elemanları

Gölgeleme elemanları enerji etkin tasarımın önemli bileşenlerinden biri olmakta ve binadaki pencere tasarımına göre, iç mekâna alınacak olan güneş ışınımını denetleyen bir değişkendir. Gölgeleme elemanı tasarımında, pencere boyutları, güneş geometrisi, bölgenin iklim koşulları vb. değişkenlerin tümü bir bütün olarak ele alınmaktadır.

Isıtmanın istenmediği En Sıcak Dönemde (ESD), pencerelerin yer aldığı bölgelerde gölgeleme elemanları tasarlanarak istenmeyen ısı kazanımlarını engellenmesine katkıda bulunmada tercih edilen yöntemler arasındadır.

Gölgeleme elemanları aracılığı ile güneş kontrolünün yapılması özellikle sıcak iklim bölgelerinde önemli bir yere sahiptir. Tasarlanan yapı, özellikle sıcak iklim bölgesinde yer alıyorsa, burada meydana gelecek ısı kazanımları, konfor koşullarının sağlanması için soğutma ihtiyacını arttıracak ve buna bağlı olarak da enerji tüketiminde artışları meydana getirecektir. Bu nedenle mimarlar ve tasarımcılar binalardaki ısı kazanımı ve soğutma ihtiyacını azaltmayı hedeflemelidir.

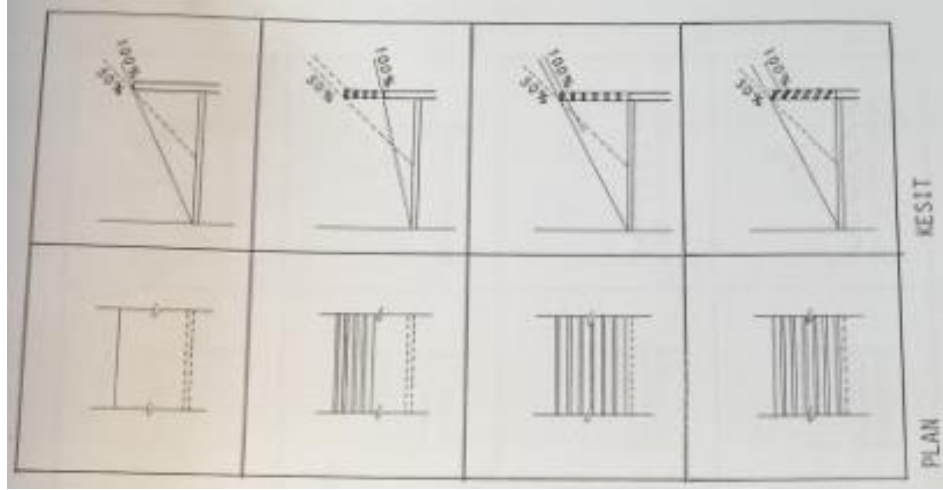
“Gölgeleme elemanı tasarım yöntemlerinde, güneşin azimut ve yükseklik açıları ile pencere ve gölgeleme elemanı ölçüleri arasında kurulan trigonometrik bağlantılar ve güneş diyagramları temel alınır (Olgyay, 1956).”

ESD’de güneş ışınlarının fazla olması nedeniyle iç mekânda ısı artışlarına sebep olmaktadır. Bu ısı artışlarını cephede tasarlanan gölgeleme elemanları ile azaltılabilmektedir (Zeren, 1978). Cephede tasarlanan gölgeleme elemanları ile gün içerisinde güneşin yükseklik ve azimut açısına bağlı olarak bina üzerine gelen ışınım miktarlarının istenen ve istenmeyen saatlere göre ayarlanarak istenmeyen ısı kazanımlarını azaltmada etkilidir. Ancak gölgeleme elemanlarının etkililiğinin binanın cephelerinin baktığı yönle ilgili oluşunu da göz ardı etmemek gerekmektedir.

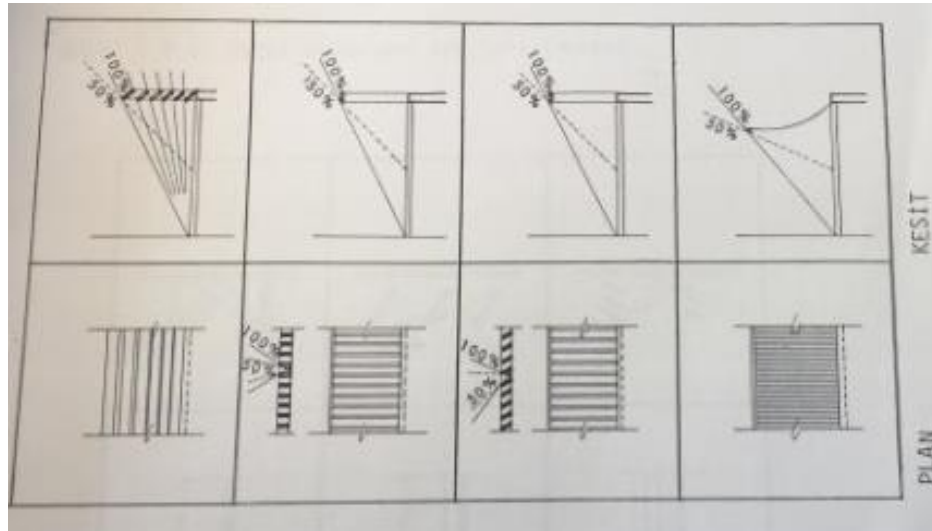
Gölgeleme elemanları; yatay gölgeleme elemanı, dikey gölgeleme elemanı ve kafes tipi (yatay + düşey) gölgeleme elemanları olarak üç grupta ele alınabilir (Zeren, 1956).

3.3.1 Yatay gölgeleme elemanı

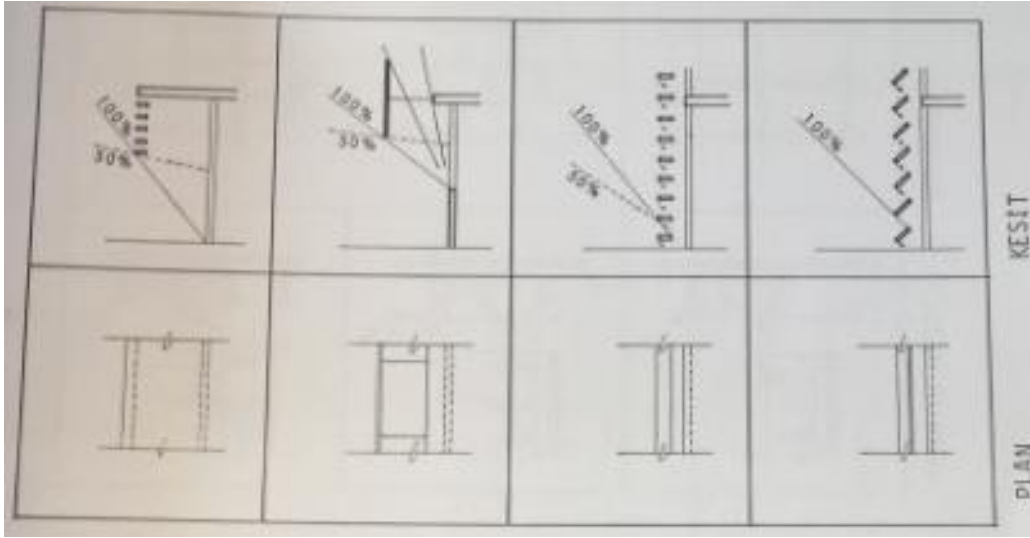
Yatay gölgeleme elemanları, güney ve güneyli yönlerde güneş kontrolü sağlamak amacıyla tasarlanan elemanlardır. Pencere önünde yer alabilecek balkon, çıkma, saçak vb. gibi elemanlar bu amaçla tasarlanabilmektedirler.



Şekil 3.9: Yatay gölgeleme elemanları (Zeren, 1956)



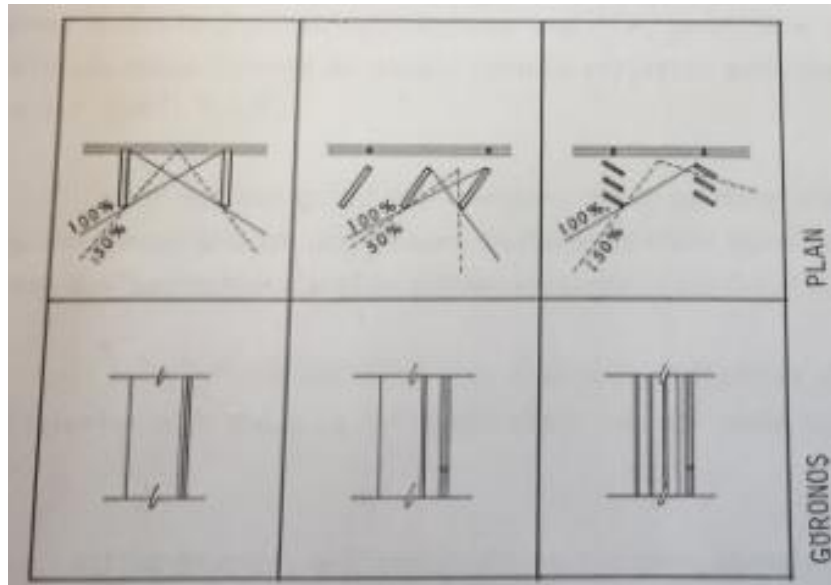
Şekil 3.10: Yatay gölgeleme elemanları (Zeren, 1956)



Şekil 3.11: Yatay gölgeleme elemanları (Zeren, 1956)

3.3.2 Düşey gölgeleme elemanı

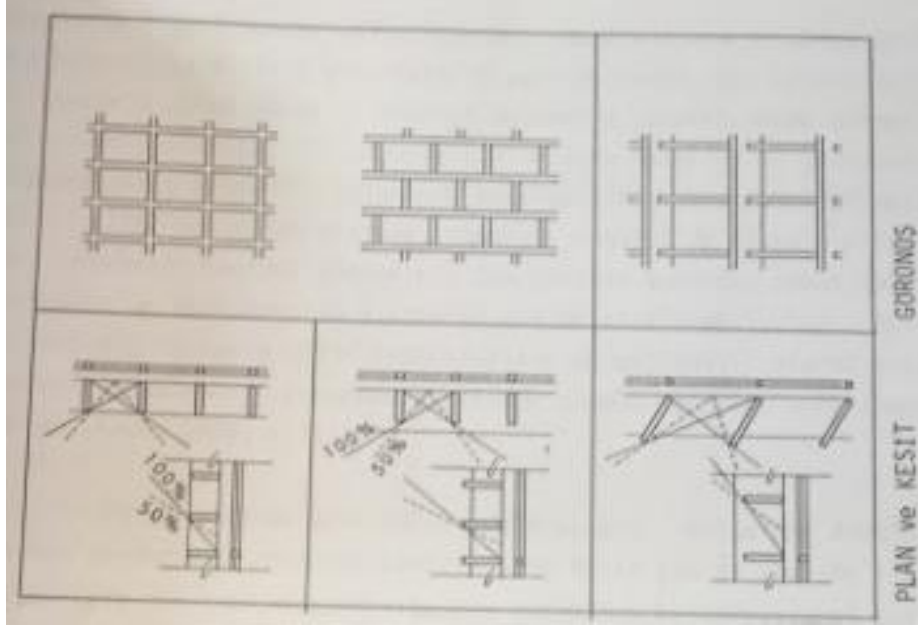
Düşey gölgeleme elemanları, doğuya veya batıya bakan cephelerde güneş kontrolünü gerçekleştirebilmek amacıyla, genellikle pencerenin yalnızca güneş ışıınımlı açısından sorunlu parçasını engelleyen elemanlardır.



Şekil 3.12: Düşey gölgeleme elemanları (Zeren, 1956)

3.3.3 Kafes tipi (yatay +düşey) gölgeleme elemanları

Kafes tipi gölgeleme elemanları, yatay ve düşey elemanların tek başlarına istenilen performansı sağlayamadıkları durumlarda, birlikte kullanılmalarıyla elde edilen tiplerdir.



Şekil 3.13: Kafes tipi (yatay + düşey) gölgeleme elemanları (Zeren, 1956)

İşleyişlerine göre gölgeleme elemanları, sabit ve hareketli olmak üzere iki gruba ayrılabilirler. İklimsel konfor açısından, gölgeleme elemanları gölge istenen dönemde direkt güneş ışınlarını engellememeli, fakat ısıtmanın istenildiği dönemde de güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden yararlanmayı sağlamalıdır. Bu açıdan bakıldığında hareketli gölgeleme elemanları daha iyi performans gösterebilirler. Fakat sabit gölgeleme elemanlarının tasarımından gölge istenen döneme ait kritik güneş açıları ele alınıp, bu açılara göre tasarım yapıldığında, kış aylarında farklı açılarla gelen güneş ışınımının pencereye gelerek hacme girmesi engellenmiş olmaktadır (Zeren, 1956).

3.4 Enerji Etkin Bina Tasarımı ve İklim

Enerji etkin bina tasarımı, iklim, yön, hakim rüzgar gibi değişkenlerle enerjiyi etkin kullanımı yanında verimli kullanmaya yönelik tasarım yapılması olarak tanımlanabilir (Dikmen, 2011).

İklimle dayalı enerji etkin tasarımlarda, kullanıcı konforunun maximum düzeyde olması sağlanarak, enerji tüketiminin minimum seviyelerde olması sağlanmalıdır.

Yapının, bulunduğu bölgesel iklim koşullarına göre tasarlanması, biçimlenmesi, yönlenmesi vs. ile konfor koşullarının sağlanması ile enerji tüketiminde azalmalar olacaktır. Sıcak iklim bölgelerinde soğutma gereksinimi önem kazanırken, soğuk iklim bölgelerinde ısıtma gereksinimi önem kazanmaktadır. Sıcak iklimlerde güneşten korunma ihtiyacı ön plana çıkmakta, bununla birlikte rüzgâr ve havalandırma ile hava akımlarından faydalanacak tasarımların yapılmalıdır. Kurak iklimlerde, gün içerisinde sıcaklık farklılıklarının olmasına bağlı olarak, yine gün içerisinde meydana gelecek ısı değişimlerini dikkate alarak bu yapılacak tasarımlara yansımalarıdır. Ilıman iklim bölgelerinde, yılın belirli bir döneminde ısıtma, diğer döneminde ise soğutma ihtiyacı olduğu bilinmektedir. Karasal iklim bölgelerinde ısıtma, denizsel iklim bölgelerinde ise soğutma gereksinimi önem kazanmaktadır.

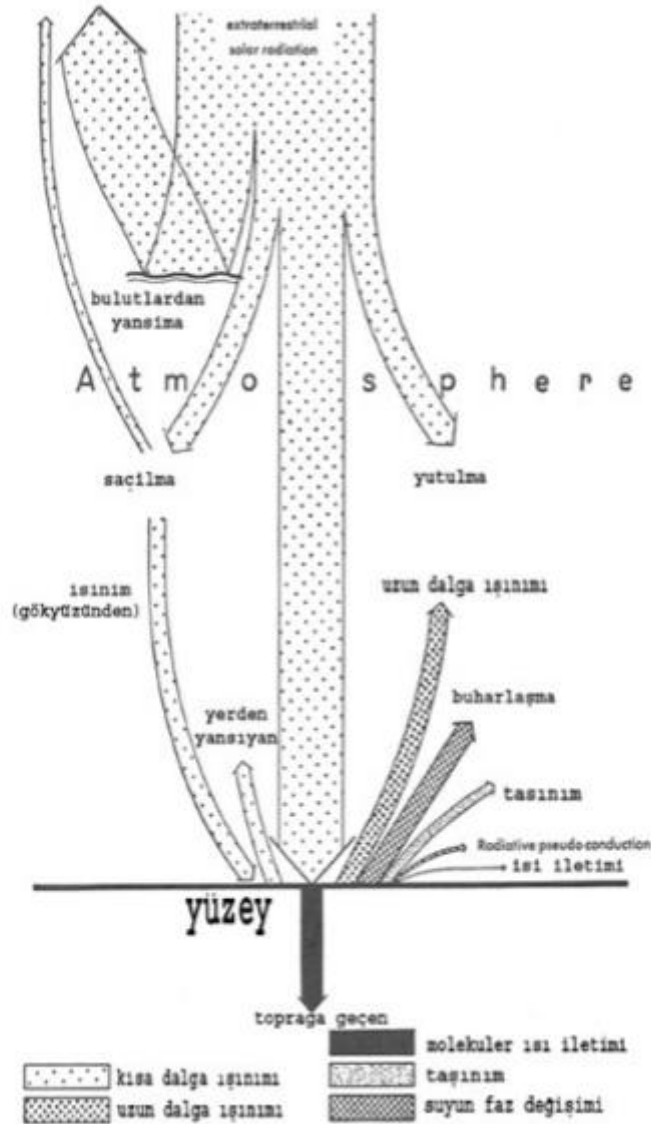
Yapılan tasarımlarda, bölgenin iklimsel verileri dikkate alınmalıdır. Buna bağlı olarak yaz ve kış aylarında farklılıkları olan doğal iklim elemanları kullanarak optimum koşulların sağlanması ile minimum enerji tüketimi yapılmalıdır.

3.4.1 İklim bileşenleri

İklimi oluşturarak binalardaki enerji korunumunu sağlayan iklim elemanları; güneş ışıınımı, sıcaklık, nem ve rüzgâr gibi iklimsel elemanlardan oluşmaktadır.

3.4.1.1 Güneş ışıını

İklimsel konforu etkileyen en önemli iklimsel değışkenin güneş ışıını olduğu kabul edilmektedir. Atmosfere giren güneş ışıınının bir kısmında hiçbir değışiklik olmadan yeryüzüne ulaşmakta, bir kısmında ise atmosfere saçılıp yutularak azalarak ulaşmaktadır. Güneş ışıını yeryüzünün ısınmasına neden olmaktadır. Güneş ışıını binalarda genellikle cam vb. bölümlerden geçerek yaz ve kış döneminde hacmin pasif olarak ısınmasını, sağlamaktadır. Ancak yaz döneminde binaya gelen güneş ışıınının belirli oranda engellenmemesi veya kontrol altına alınmaması durumunda, bu ışıınımlar binalarda iklimsel konfor açısından rahatsızlık verici ısı kazancına neden olacaktır.



Şekil 3.14: Yaz günü ısı alışverişini ifade eden temsili oranlar (Zeren, 1956)

Güneş ışınlarının izlediği yolun uzunluğu ve atmosferin içerdikleri ile yeryüzüne düşen ışıının miktarları da azalmaktadır. Atmosferden geçmeye çalışan güneş ışınları, hava molekülleri, toz parçacıkları ve su damlacıkları tarafından saçılmakta, bir kısmı da su buharı, ozon, karbondioksit vb. gazlar tarafından emilmektedir. Güneş ışınları özellikle bulutlar tarafından saçılıp absorbe edilirler. Güneş ışınlarının atmosferde takip ettiği yolun uzunluğu ve su buharı ile toz parçacıklarının yoğunluğu ne kadar fazla ise, buna ters olarak güneş ışıının miktarı o kadar az olmaktadır.

Azimet açısı (γ_s): Güneş ışınının yatay düzlemdeki izdüşümünün güneyden veya kuzeyden yaptığı sapma açısıdır.

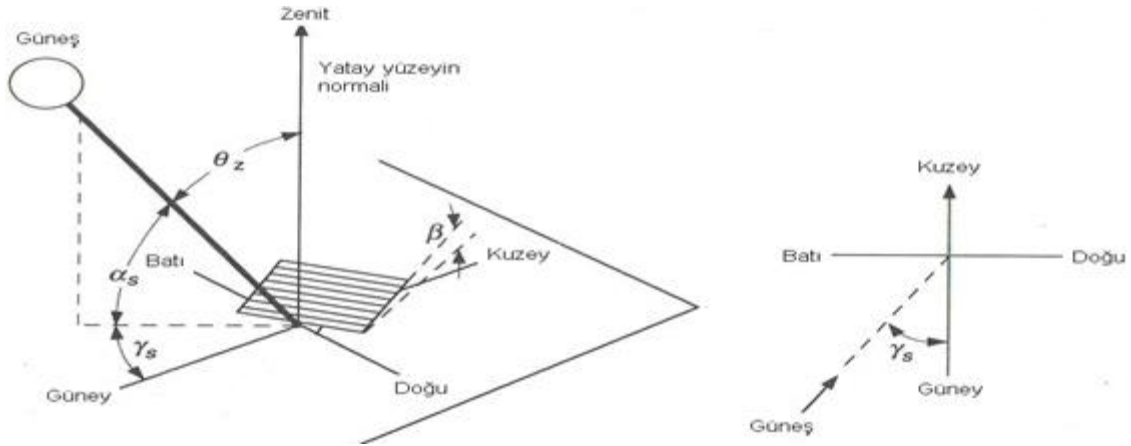
Eğim açısı (β): Yatay ile verilen panel yüzey düzleminin oluşturduğu açı miktarıdır.

Genişlik açısı: Güneş ışınının düşey düzlemdeki izdüşümünün yaptığı açısıdır ve yatay düzlemde ölçülmektedir (Yener 1996).

Güneşin yükseklik açısı (α_s): Güneş ışını ile güneş ışınının yatay düzlemi üzerindeki izdüşümü arasındaki açıdır.

Profil açısı (Ω): Güneş ışınının, binanın ele alınan cephesine dik olarak geçirilen kesit düzlemi üzerindeki izdüşümü ile yatay düzlem arasındaki açıdır (Zeren, 1956).

Zenit açısı (θ_z): Direk güneş ışınlarının yatay düzleminin normali ile yaptığı açıdır (Yatay yüzeyin normali ile güneş ışınları arasında oluşan açıdır).



Şekil 3.15: Güneş ile ilgili açılar

3.4.1.2 Sıcaklık

Sıcaklık ısı enerjisinin çevreye yayılması ile ortaya çıkan kinetik enerjidir. Sıcaklık, yağış, rüzgâr vb. hava olaylarını etkilemektedir. Bu enerjinin yeryüzüne dağılışında; güneş ışınlarının yeryüzüne düşme açısı, atmosferde aldığı yol, güneşlenme süresi, rüzgârlar, nemlilik vb. etkili olan faktörler arasındadır.

3.4.1.3 Nem

Atmosferde sürekli olarak bulunan su buharı, yeryüzündeki su birikintilerinin buharlaşması ile meydana gelmektedir. Havanın içindeki su buharı miktarını etkileyen faktörler;

- Kuru ve yaş termometre sıcaklığı
- Hava sıcaklığı ve bağıl nemlilik
- Buhar basıncı
- Çiğ noktası'dır.

Bağıl nemlilik gün içerisinde değişken bir veri olmasına karşın, buhar basıncı sabit bir veridir. Hava sıcaklığında artışlar olduğu zaman, bağıl nemlilikte düşüşler görülmektedir. Bağıl nemliliğin doymuş buhar basıncı ile ilgili olmasından dolayı bu

durum görülmektedir. Doymuş buhar basıncındaki artışlar sıcaklıktaki artışlar ile artmaktadır. Bağlı nemlilikteki düşüşler, yaz günlerinin gün ortasında en fazla olma eğilimindedir. Ancak bu düşüş gerçekleşmez ve konforsuzluk hissi oluşturur. Yüksek nem oranı olan yerlerde güneş ışınımının hareketi de az olmakla birlikte, çok kuru havaların yaşandığı dönemle, sıcak günlere ve soğuk gecelere sebep olmaktadır.

3.4.1.4 Rüzgâr

Rüzgâr, iklimsel faktörler etkisi ile oluşan basınç farklılıklarının meydana gelmektedir. Rüzgârlar, mimarlar ve tasarımcılar tarafından dikkat edilmesi gereken unsurlar arasında yer almaktadır. Rüzgârların oluşturduğu hava hareketleri ile yaz aylarında gereksinim duyulan soğutma etkisi iç mekânda termal konfor koşullarının oluşmasını sağlamaktadır (Kalfa, 2014).

3.4.2 Binalarda enerji kullanımı ve konfor koşulları

Geçmişten günümüze geline süreçte enerji, ülkelerin kalkınmasında önemli bir etken olmuştur. Bunun yanında enerji çevre kirliliğine de neden olan etmenler arasında yer almaktadır (Koca, 2006). Gelişen sanayi ile birlikte fosil yakıtlarının da tükenebilir olması, ülkelerin yenilenebilir enerji ve enerjinin etkin bir biçimde kullanımına olan yönelimleri ortaya çıkarmıştır.

Enerjinin önemli bir bölümü sanayi, inşaat vb. alanında kullanılmaktadır. Tüketilen enerji miktarlarının diğer büyük bir bölümü, binalarda konfor koşullarını sağlamak amacı ile binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılmaktadır (Bayraktar, Yılmaz, 2008). Binalarda ısı konfor koşullarının sağlanması için ısıtma ve soğutma enerjisi tüketiminin azaltılması ve bina tasarım aşamasında iken doğru kararların alınması ile mümkün olacaktır (Manioğlu, 2011).

Mimarlar ve tasarımcılar, konfor koşullarını dikkate alınarak tasarlayacağı mekânlarla, tükenebilir enerji kaynakları yerine, tükenmez enerji kaynakları olarak isimlendirilebilecek güneş, rüzgâr vb. kaynaklara göre yapılan yönelimleri tasarımlarına yansıtmalıdır.

Binalarda konfor koşulları, iklimsel konfor koşulları ve görsel konfor koşulları olarak sınıflandırılabilir.

3.4.2.1 İklimsel konfor koşulları

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarının ortaklaşa gerçekleştirdikleri etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumdur (Koca, 2006). Konfor durumu, insanın kendisini psikolojik açıdan hoşnut hissettiği ve fizyolojik açıdan çevresine en az düzeyde enerji harcayarak uyum sağladığı durumdur.

Konfor koşulları, bir binanın sağlaması gereken iç iklim bileşenlerini tanımlar. İç iklim bileşenleri çevre etkisi altındayken rahatsızlık yani konforsuzluk hissi uyandıran durumdur (Yener, 1996). İç iklim durumunun bileşenleri;

- Hava sıcaklığı,
- Yüzey sıcaklığı,
- Nem
- Hava hareketi'dir (Berköz, 1983).

İç çevresel değişkenler kişinin; yaş ve cinsiyetine, yapılan eylemin düzeyine, giysi türüne, mekânda içerisinde bulunulan konumuna bağlı olarak değişim göstermektedir.

Kullanıcı konfor koşullarının belirlenmesine ilişkin olarak Olgyay'ın geliştirdiği 'Biyoklimatik Grafik' (Şekil 3.6) iklimle uyumlu tasarım konusundaki pek çok çalışmaya temel oluşturmuştur. Bu grafik Zeren tarafından 'Türkiye'de İklimle Dengeli Mimari Uygulama' adlı araştırmada metrik sisteme dönüştürülmüştür.

Şekil 3.6'da, iç mekânda giysileriyle, hafif düzeyde eylemde bulunan yetişkinler için hazırlanmış olan konfor grafiğidir. Biyoklimatik grafiğinin X ekseninde bağıl nem yüzdeleri, Y ekseninde kuru termometre sıcaklıkları yer almaktadır. Bu eksen gölge çizgisi tarafından iki ana gereksinim bölgesine ayrılmaktadır. Gölge çizgisinin altında

kalan bölge En Az Sıcak Devre (EASD), gölge çizgisinin üzerinde kalan bölge En Sıcak Devre (ESD)'dir. Bu bölgede durgun ve hareketli hava koşulları için belirlenen temel gereksinimi gölgedir. Yalnız gölge ihtiyacının belirlendiği bölge konfor bölgesidir. Konfor bölgesinin üst sınırı üzerinde kalan bölgede iklimsel konforun sağlanabilmesi için gölge ihtiyacının yanında belirli miktarlarda hava hareketi ve nemlendirme gereksinimi bulunmaktadır (Berköz, 1973).

Yapılı çevrenin oluşturulmasında ve iklimsel konfora dayalı Biyoklimatik Tasarım yöntemlerinin sağlanmasında Biyoklimatik grafikten yararlanılmaktadır.

3.4.2.2 Görsel konfor koşulları

Kullanıcının görsel konforda olması, en az enerji tüketimi ile sağlanmalıdır. Psikolojik ve fiziksel gereksinimler görsel konforu etkileyen ışığın niteliğine bağlı olarak belirli düzeyde hacmin içerisinde alınması ile sağlanmaktadır (Yener, 1996). Işık, görsel konforu etkileyen etmendir. Işık mekân içerisinde belirli bir oranda yer almalıdır. Aydınlık düzey, parlılık ve renk görsel konforu belirleyen etmenler arasındadır.

Ancak bu doktora tez çalışmasında sınanacak olan modelde görsel konfor koşulları dikkate alınmamıştır.

BÖLÜM 4

YÖNTEMİN TANIMLANMASI

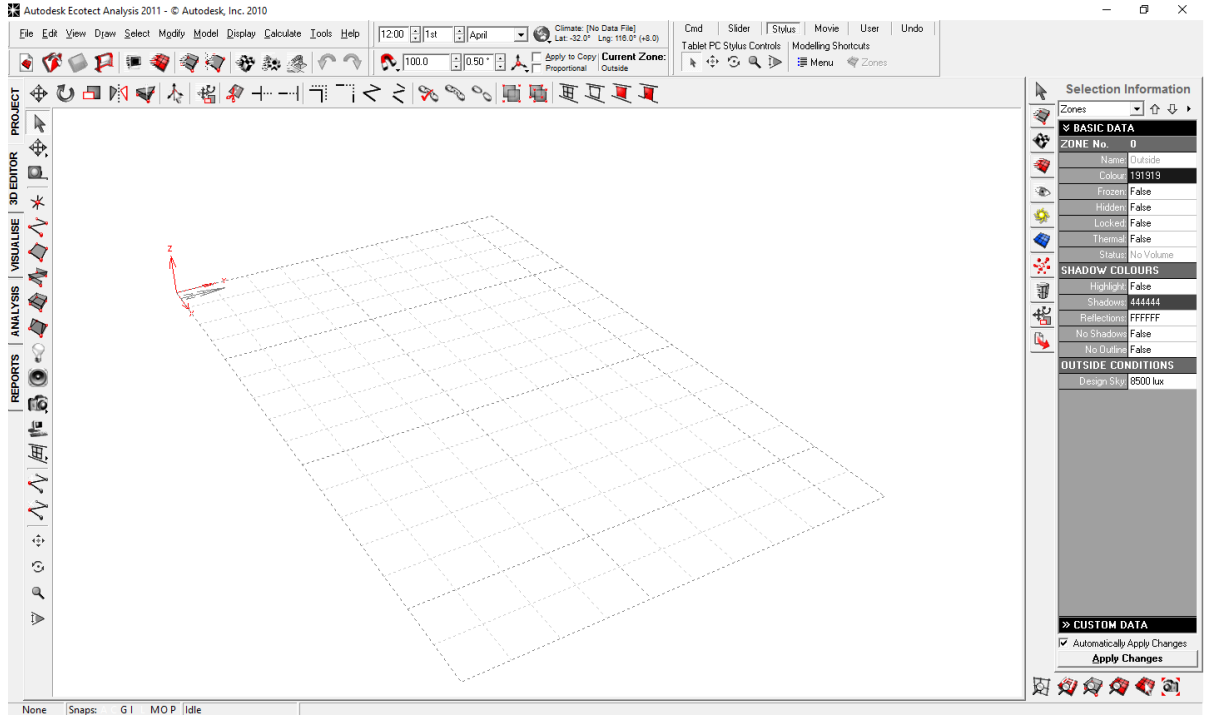
4.1 Simülasyon Programının Tanıtılması

Ecotect, Andrew Marsh tarafından Batı Avustralya Üniversitesi Mimarlık Bilimi Laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Ecotect, mimarlar tarafından mimarların kullanımı için geliştirilmiştir. Özellikle bina tasarım süreci göz önüne alınarak geliştirilen yazılımda mühendisler, yerel yetkililer, çevresel danışmanlar, tasarımcılar ve müteahhitler de yararlanmaktadır (Yüceer, 2015).

Tasarımın ilk haftalarında alınan kararlar, binanın toplam performansı üzerindeki en çok etkisi olan kararlardır. Bu kararlar binanın arazideki yeri, temel biçimi, yönlenmesi, mekân dizimi vb.'dir. Ecotect, tasarımın hem başlangıç aşamasında hem de son aşamasında gerek tasarım kararlarının değerlendirilmesinde gerekse çevresel etkileri optimize etmekte aynı derecede yararlı olmayı hedeflemektedir.

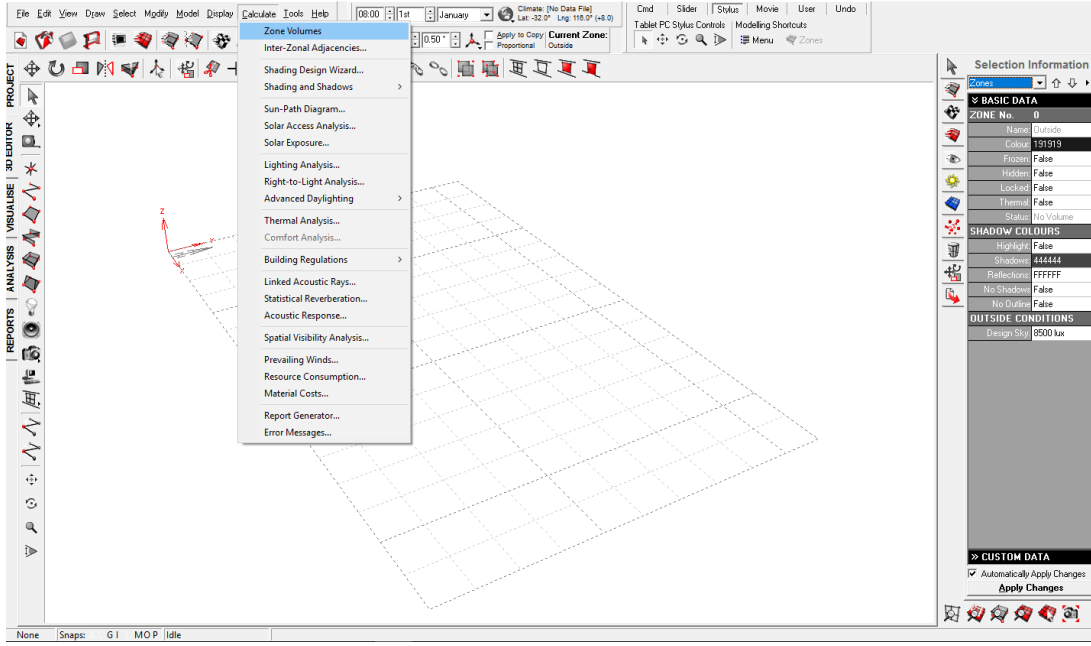
İnteraktif bina tasarım arayüzü ve üç boyutlu modelleyicisi ile bir bina tasarımının nasıl çalışacağını ve performans göstereceğini tamamen anlamak ve değerlendirmek için gerekli çeşitli çevresel tasarım detaylı değerlendirme araçlarını içerir. Bu araçlar yardımıyla; güneş, ısı, aydınlatma, gölge ve gölgeleme tasarımı, akustik, hava akışı, fiyat ve kaynak performansı gibi konularda detaylı değerlendirmeler yapılabilmektedir (Tokuç, 2009).

Şekil 4.1'de Ecotect'in ekranı görülmektedir. Burada, main menü (ana menü) ile programı çalıştıran komutlar yer almaktadır.



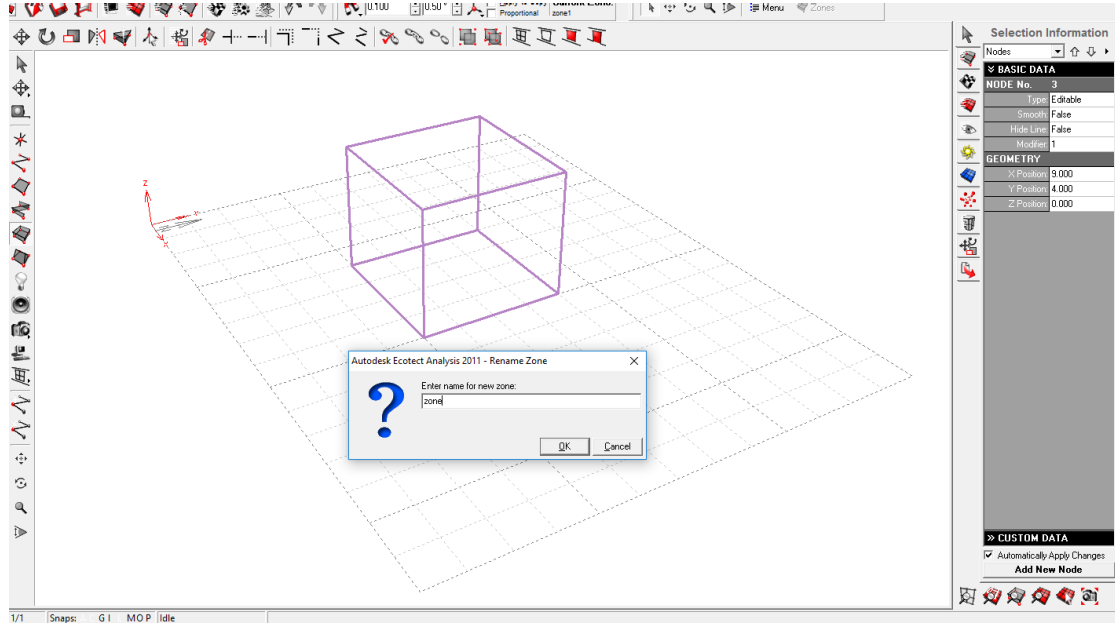
Şekil 4.1: Ecotect ekranı

Şekil 4.2’de menüden açılmış Ecotect ile yapılabilecek analizler görülmektedir. Bu menüde güneş çizelgeleri, güneş ile güneş ışıınımı, gün ışıınımı, aydınlatma, ısı verim ve konfor, akustik, ses, rüzgâr, malzeme çözümler ile ilgili komutlar bulunmaktadır. Ecotect, enerji ve ısı konfor modellemenin yanı sıra çizim yapılabilen CAD tabanlı bir yazılımdır.



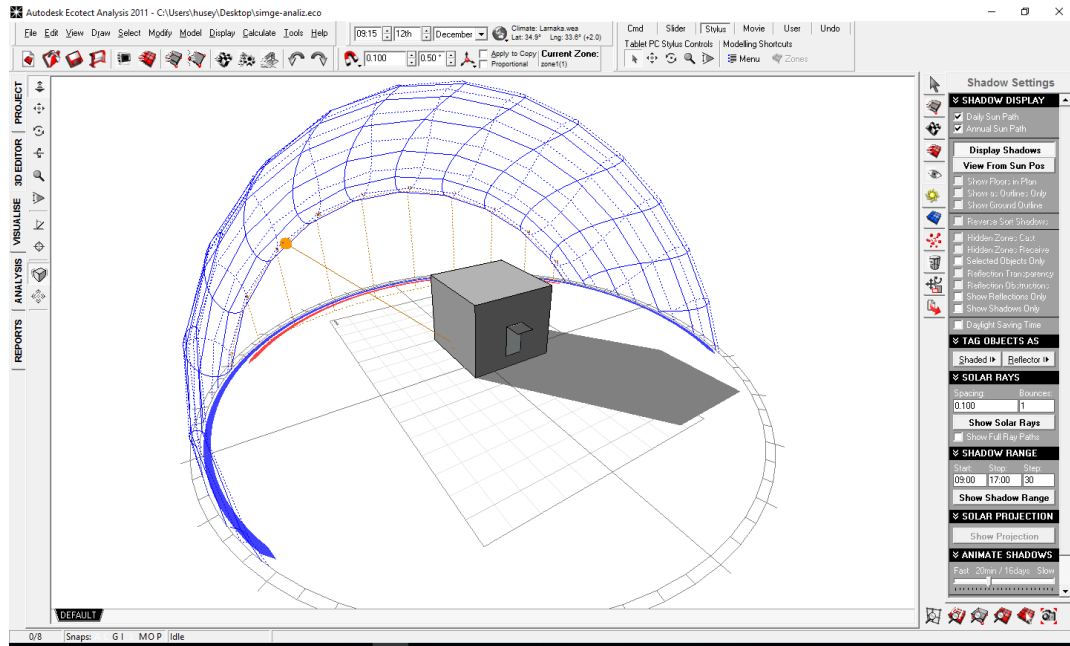
Şekil 4.2: Ecotect ile yapılabilecek analizler

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi ekranın sol üst köşesinde çizim komutları bulunmaktadır. Bu komutlardan da anlaşılacağı gibi çizimler 3 boyutlu yapılmalıdır. Şekil 4.3’de görüldüğü gibi Ecotect’e yapılan çizimlerde ‘Zon’ yani kuşak komutunu kullanmak gerekiyor. Zon, diğer bir deyişle katman kavramı, binayı ısı kuşaklarına ayırarak çizmek anlamına geliyor. Binada bulunan mekânların kullanımı yönlenme ve konumuna göre gerekli olan ısıtma ve soğutma değerleri değişir. Bu doğrultuda iklimlendirme değerleri farklı olan her mekân tek tek çizilip birleştirilir ve binanın tamamı elde edilir. Daha sonra binanın ısı verimi, bu kuşaklara (zon’lara) ayrılmış şekli ile yapılır.



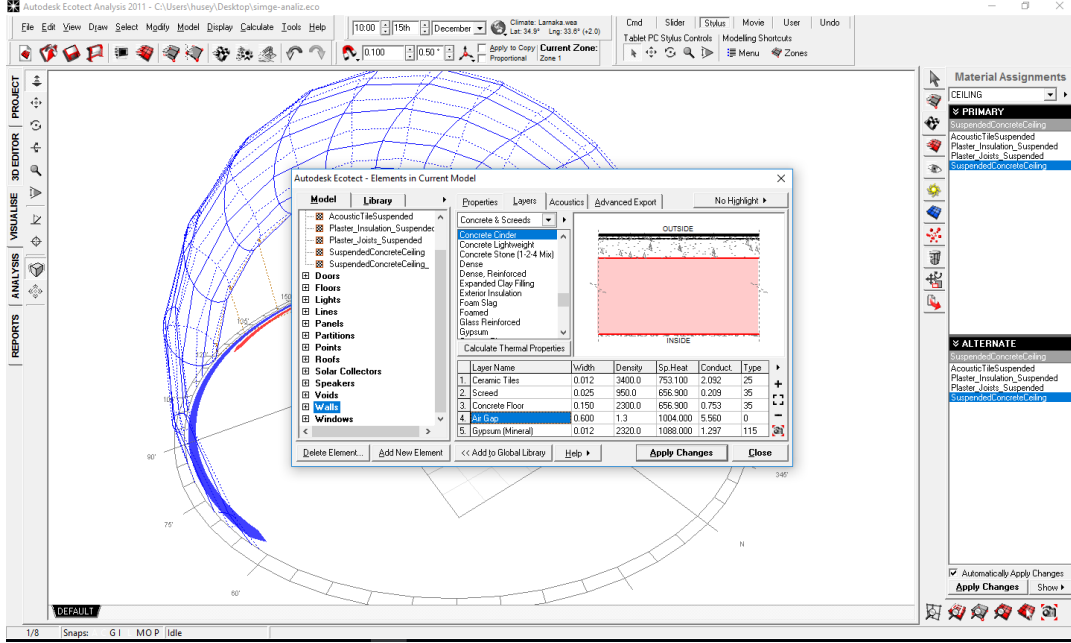
Şekil 4.3: Ecotect ile yapılabilecek analizler

Ecotect programına yüklenen veya programda yapılan CAD tabanlı çizimler pencere ve duvar kalınlıkları olmadan tek çizgi ile ifade edilir. Şekil 4.4'te görüldüğü gibi sınımanması istenilen hacim çizildikten sonra günün her saati için gölge durumu gözlemlenebilmektedir.



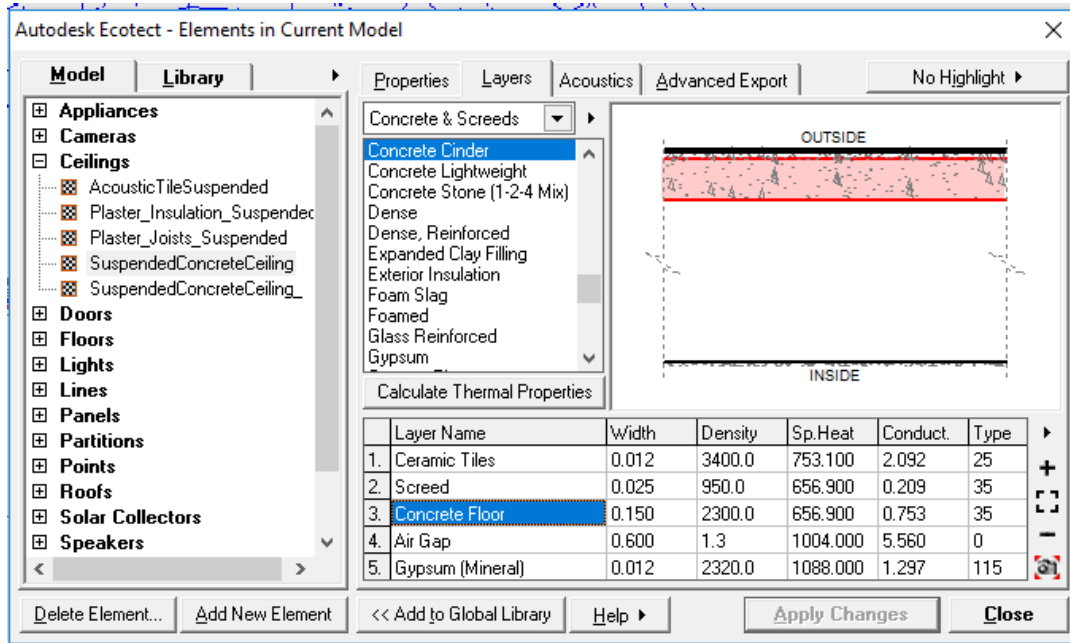
Şekil 4.4: Tüm günlerin tüm saatlerinde yapılabilecek gölge analizleri

Binaya malzeme seçmek için Şekil 4.5'te görüldüğü gibi malzeme seçim penceresinden malzeme kütüphanesine girmek gerekir. Kütüphanede kayıtlı olan birçok kaplama ve yalıtım malzemeleri ile bunların U ısı geçirgenlik değerleri bulunur.



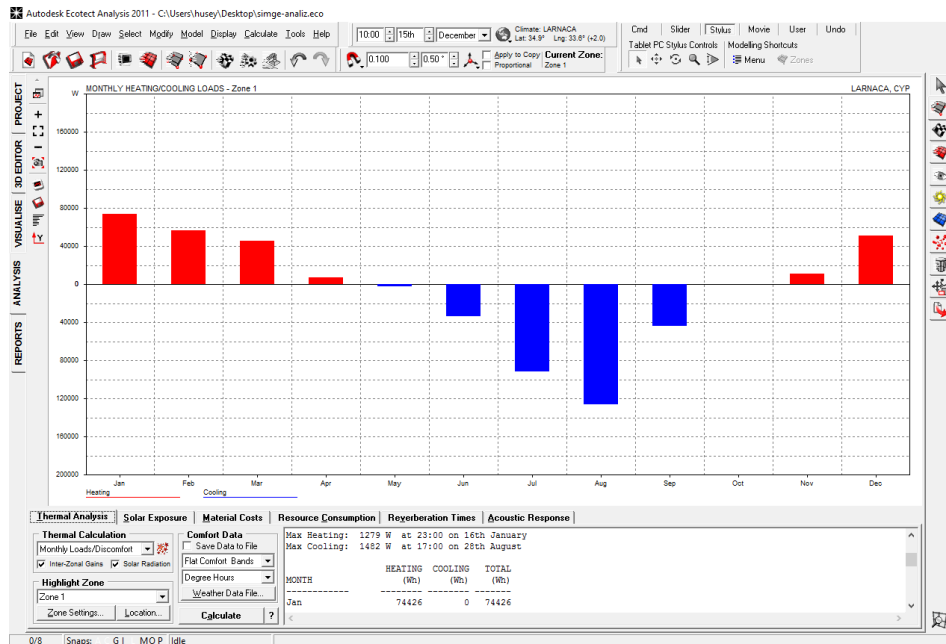
Şekil 4.5: Malzeme seçimi

Seçilen bir malzemenin ülkemizde olup olmadığına dikkat edilmelidir. Çizilmiş olan binaya seçilen malzemelerin U değerleri ve miktarları, tasarımın biçimine göre aldığı ısı kazanç ve kayıpları Şekil 4.6'da görülen malzeme panelinden izlenir. Bu panelde malzeme seçiminin uygun olup olmadığı panelde gösterilen sonuç kısmından okunabilir. Böylece malzeme seçimi başarılı değilse, kütüphaneye dönülür ve yeni malzeme seçenekleri denenir veya seçilir.



Şekil 4.6: Malzeme değerleri

Seçilen bina hacminde, kullanıcının konfor koşullarının sağlanması için seçilen ısı değer aralığı ısıtma ya da soğutma ihtiyacı istendiği saatler ve belirlenen saatler doğrultusunda analizler yapılır (Şekil 4.7). Buna göre hangi ay ya da aylarda minimum ve maksimum enerjiye ihtiyaç olduğu ve toplamda gerekli enerji ihtiyaçları da görülmektedir.



Şekil 4.7: Analiz aşaması

4.2. Yöntemin Tanımlanması

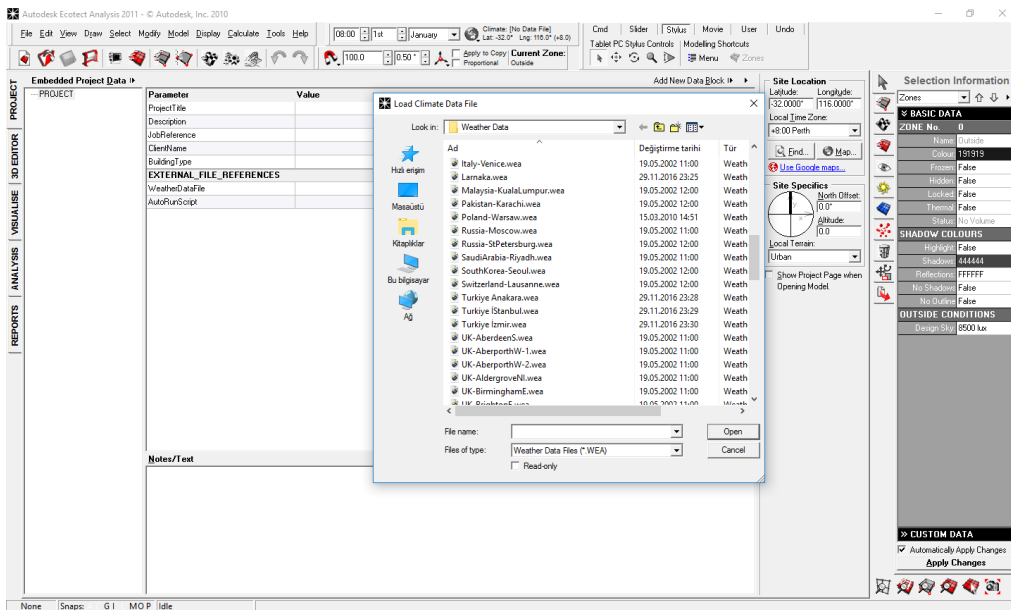
Bu bölümde, simülasyon aracılığı ile optimum yönlenme ve optimum gölgeleme açısının belirlenmesi için kullanılabilen ve bu tez çalışması kapsamında geliştirilen, yeni bir yaklaşım amaçlanmaktadır.

4.2.1 Uygulama yapılacak bölgenin iklimsel verileri

Ecotect'in iklim aracı 'weather maneger'dir. İklim aracı Ecotect altında çalışan bir yazılımdır. Şekil 4.8'de görüldüğü gibi weather manager yazılımında dünyadaki bazı yerleşimlerin iklim verileri yüklüdür.

4.2.1.1 Programdaki mevcut iklim verilerinin kullanılması

Tasarım yapılan yerleşim alanının iklim verileri Weather maneger'in menüsünde mevcut değil ise şekil 4.8'de ekranın sağ üst köşesinde bulunan 'climate' komutuna gidilerek burada bulunan 'Convert toweather' sekmesi ile sistemde kayıtlı istenilen yerleşim yerinin mevcut iklim verileri yüklenebilir.



Şekil 4.8: İklim verilerinin sisteme tanıtılması

4.2.1.2 İklim Verilerinin Elle Girilmesi

Tasarım yapılan yerleşim alanının iklim verileri Weather maneger'in menüsünde ve 'climate' komutunda da yoksa program için gerekli veriler buraya işlendikten sonra 'Convert to weather' sekmesi ile istenilen yerleşim yerinin iklim verileri yüklenebilir.

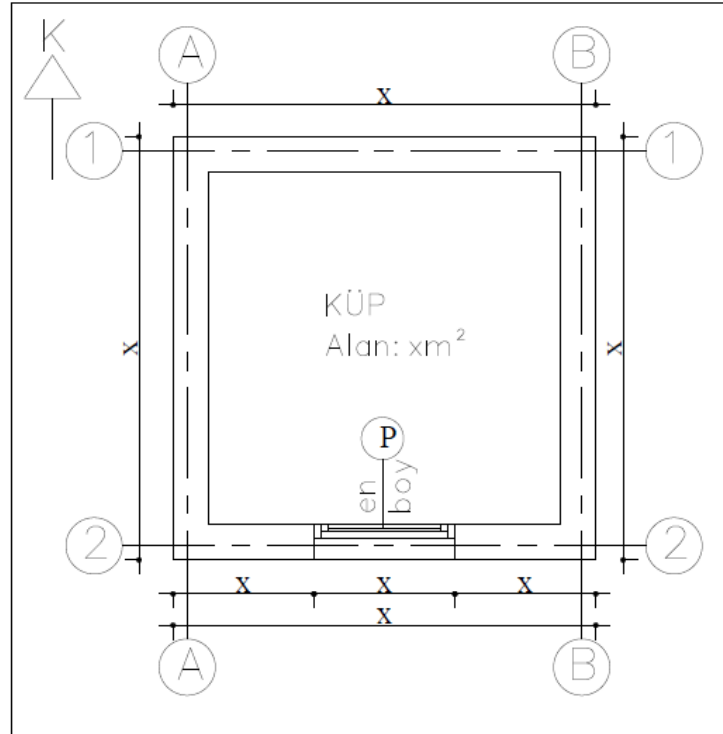
4.3 Uygulama Çalışmasında İzlenecek Yol

Uygulama çalışmasında izlenecek yol ile çalışmadaki ön kabul ve sınırlılıklar aşağıda sıralanmıştır.

- Uygulama çalışmasının hangi ülkede koşullarında yapılacağına karar verilmedir.
- Küp modelinin oluşturulması
- Küp modeli optimum gölgeleme açısının belirlenmesi
- Küp modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması
- Konut modelinin oluşturulması
- Konut modelinin optimum yönelme açısının belirlenmesi (gölgeleme elemanının olmadığı durum)
- Konut modelinin optimum gölgeleme yapan profil açısının belirlenmesi (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)
- Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)
- Konut modelinin optimum gölgeleme yapan genişlik açısının belirlenmesi (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batıya cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)
- Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batıya cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

4.3.1 K p modelinin oluşturulması

K p modelinin optimum yönlenme açısının bulunması için binanın hangi yönden başlanarak kaç derecelik azimut açısı artışları ile kaç farklı açıda yönlendirileceğine karar verilmelidir. K p modelinin simülasyon sonuçlarında, toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) t ketimeinin minimum olduğu bölge optimum yönlenme aralığı olarak belirlenmelidir. Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1 'lik azimut açısı artırımıyla simülasyonlar yapılarak optimum yönlenme açısı (yıllık toplam ısıtma ve soğutma ihtiya ı toplamının minimum olduğu açı) bulunmalıdır. Bunun sonucunda, bulunan optimum bina yönlenmesine, pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0  ile 40  arasında olacak şekilde 10 'lik profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji (soğutma) t ketimeinin olduğu profil açıları arasında 1 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmalıdır. Optimum yönlenme için toplam soğutma t ketimeinin minimum olduğu profil açısı ise optimum gölgeleme elemanı açısını belirleyecektir.



Şekil 4.9: K p modelinin zemin kat planı

Yapılan çalışmada birbirinden farklı bina yönlenmeleri, en ve boy uzunluklarına karar verilerek küp model üzerinde analiz edilmelidir. Bu analizler, yönlenme, gölgeleme elemanı, iklim bölgesi verileri gibi özellikleri Ecotect simülasyon programına girilerek bunun sonucunda çıkan değerler yorumlanmalıdır. Simülasyonu yapılan küp modelinin kat yüksekliğine, hangi cephesinde pencere olacağına, pencere boyutlarına, cam/çerçeve özelliklerine karar verilmelidir. Modelin yapım sistemi ve dış örtü malzemesine karar verildikten sonra kullanılan malzemelerin ebatları belirlenmelidir. Gölgeleme elemanı malzemesine karar verilerek, bunun da en ve boy uzunlukları belirlenmelidir.

Küp modelinde kullanılan malzemelerle ilgili değerler Tablo 4.1’de olduğu gibi belirlenmelidir. Bu bilgiler Ecotect simülasyon programına aktarılmalıdır.

Tablo 4.1: Küp modelinin Ecotect simülasyon verileri

Yapı detayları	U-Value (W/m ² K)	Admittance (W/m ² K)	Solar Absorption
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

4.3.1.1 Küp modelinin optimum yönlenme açısının belirlenmesi

Yapılan çalışmada küp modelinde birbirinden farklı bina yönlenmelerinin simülasyonu yapılmalıdır. Bu kapsamda öncelikle küp modelinin Ecotect programına aktarılması ve modelin güneş ile ilişkilendirilmesi yapılmalıdır. Optimum bina yönlenmesinin bulunması için azimut 90° ile azimut 270° arasında 10° açı artırımla 19 farklı simülasyon yapılmalıdır. Daha sonra yıllık toplam enerji ihtiyacının minimum olduğu açı aralıklarında 1° açı artırımla tekrar simülasyonlar yapılmalıdır. Bu simülasyonlar sonucu, en düşük toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) ihtiyacını veren yönlenme, optimum yönlenmesi olacaktır.

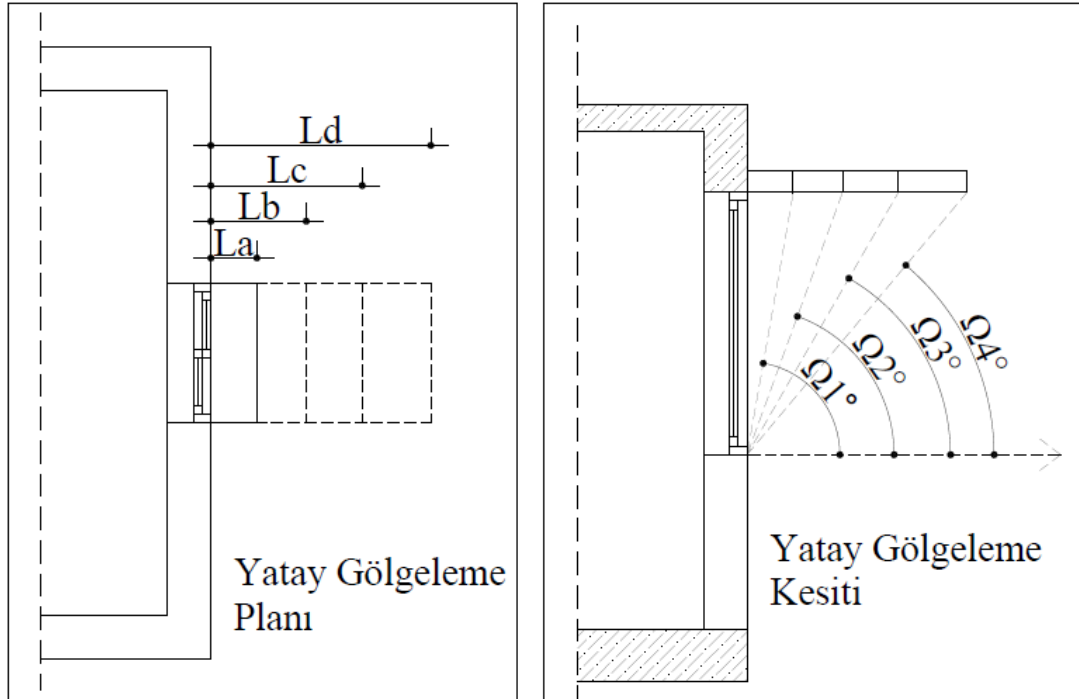
4.3.1.2 K p modelinin optimum gölgeleme açısının belirlenmesi

Yapılan çalışmada, k p modelinin hangi cephesinde pencere ve yatay gölgeleme elemanı tasarlanacağına karar verilmelidir (şekil 4.9). Optimum bina yönlenmesine, pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0  ile 40  arasında olacak şekilde 10 'lık profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji t keticiminin olduğu profil açıları arasında 1 'lık profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmalıdır.

K p modelinde profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 4.2 ve şekil 4.10'daki gibi gösterilebilecektir.

Tablo 4.2: Profil açılarına göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı profil açısı (�)	Gölgeleme elemanı uzunluğu (cm)
a)	0	0
b)	$\Omega 1^\circ$	La
c)	$\Omega 2^\circ$	Lb
d)	$\Omega 3^\circ$	Lc
e)	$\Omega 4^\circ$	Ld



şekil 4.10: Yatay gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

4.3.1.3 K p modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması

Simülasyonu yapılan k p modelinin sonuçları Tablo 3’te gösterilmelidir.

Tablo 4.3: K p modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10 ’lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Profil Açısı Azimut Açısı	0� (W/m ²)	Profil Açısı Azimut Açısı	0� (W/m ²)
Azimut 90�		Azimut 190�	
Azimut 100�		Azimut 200�	
Azimut 110�		Azimut 210�	
Azimut 120�		Azimut 220�	
Azimut 130�		Azimut 230�	
Azimut 140�		Azimut 240�	
Azimut 150�		Azimut 250�	
Azimut 160�		Azimut 260�	
Azimut 170�		Azimut 270�	
Azimut 180�			

Çalışmada, azimut 90  ile azimut 270  arasında ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin bulunması için simülasyonlar yapılmalıdır. K p modelinin simülasyon sonuçlarında yıllık toplam enerji tüketiminin minimum olduğu aralık (azimut a azimut b) belirlenmelidir. Sonrasında bulunan optimum yönlenme aralığı için 1 ’lik azimut a ı artırımını ile tekrar simülasyonlar yapılmalıdır. Simülasyon sonuçları Tablo 4.3’teki gibi gösterilmelidir.

Tablo 4.4: Optimum yönlenme açısının bulunması için 1°'lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma_enerjisi tüketiminin hesaplanması (yönlenmeler örnek olarak belirlenmiş olup, bulunan azimut açıları yazılmalıdır)

Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m ²
Azimut a	
Azimut a+1	
Azimut a+2	
Azimut a+3	
Azimut a+4	
Azimut a+5	
Azimut a+.	
Azimut a+.	
Azimut a+.	
Azimut b	

Küp modelinin 1°'lik açı artırımıyla yapılan simülasyon sonuçlarında, minimum enerji tüketimi olan bölge belirlenmelidir. Bulunan bu optimum yönlenme için, 10°'lik profil açısı artırımıyla 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı yapılarak simülasyonların sonuçları Tablo 4.4'te gösterilmelidir.

Tablo 4.5: Optimum yönlenme açısının bulunması için azimut c ile azimut d arasında 1°'lik azimut açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma_tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimut Açısı	0°	10°	20°	30°	40°
Azimut c					
Azimut c+1					
Azimut c+2					
Azimut c+3					
Azimut c+4					
Azimut c+5					
Azimut c+.					

Azimet c+.
Azimet c+.
Azimet d

1°'lik azimet açısı artırımını ile 0°-40° profil açısı arasında yapılan simülasyon sonuçlarında optimum yönlenme açısı, bulunan azimet açısı için profil açısının kaç derece arasında olduğu belirlenmelidir (Tablo 4.5). Optimum profil açısının hesaplanması için yapılan simülasyonlarda sonuçları Tablo 4.5'teki gibi gösterilmelidir.

Tablo 4.6: Azimet x için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan e ile f arasındaki açıların 1°'lik profil açısı artırımını yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

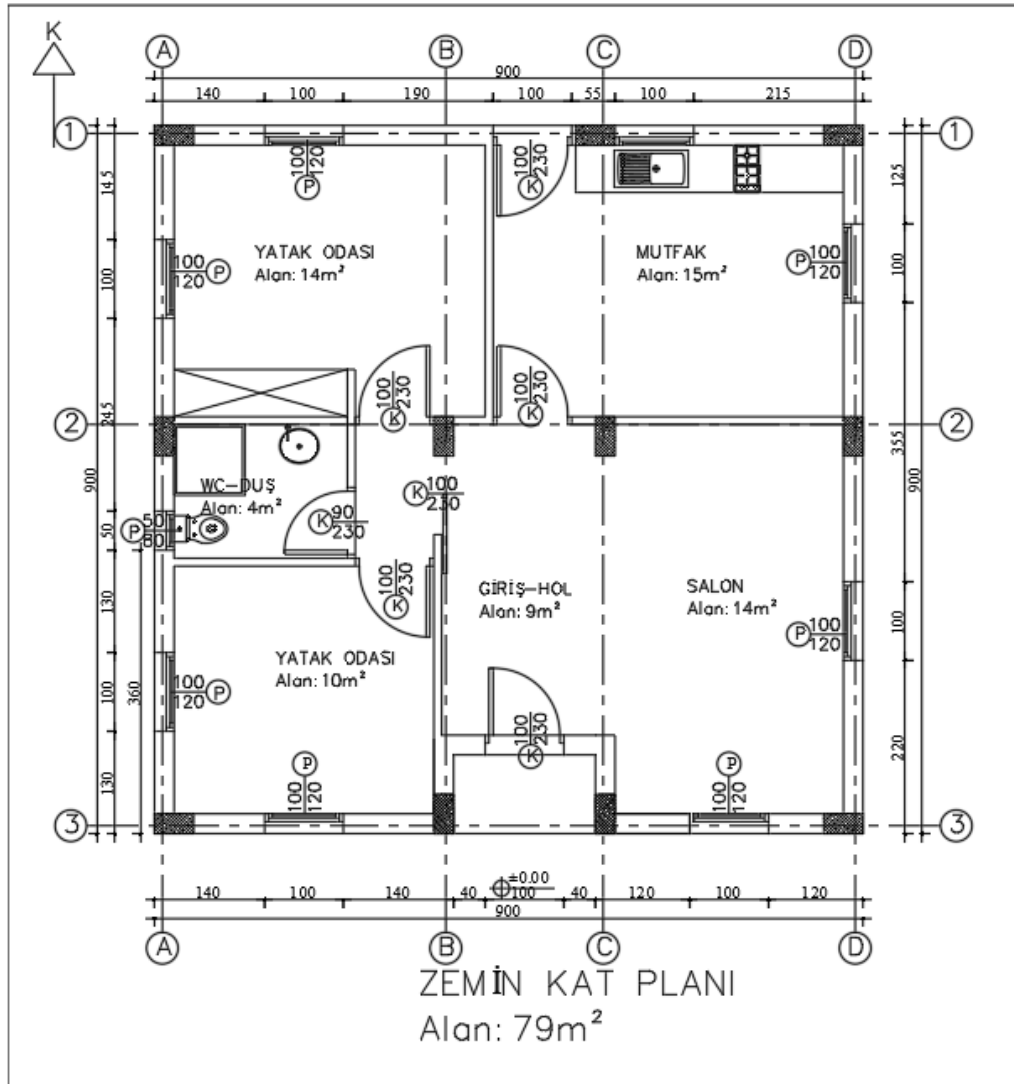
Profil Açısı Azimet Açısı Azimet x	e	e+1	e+2	e+3	e+4	e+5
Profil Açısı Azimet Açısı Azimet x	e+.	e+.	e+.	f		

Küp modelinin simülasyon sonuçlarında, profil açısının artmasıyla ısıtma ve soğutma yükündeki değişimler görülebilecektir. Optimum profil açısını veren çözüm, soğutma yükünün minimum olduğu profil açısıdır. Bunun sonucunda küp modeli için optimum yönlenme açısı ve optimum profil açısı belirlenmiş olacaktır (Tablo 4.6).

4.3.2 Konut modelinin oluşturulması

Konut modelinin optimum yönlenme açısının bulunması için binanın hangi yönden başlanarak kaç derecelik azimet açısı artışları ile kaç farklı açıda yönlendirileceğine karar verilmelidir. Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, toplam yıllık enerji

(ısıtma+soğutma) tüketiminin minimum olduğu bölge optimum yönlenme aralığı olarak belirlenmelidir. Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1°'lik azimut açısı artırımıyla simülasyonlar yapılarak optimum yönlenme açısı (yıllık toplam ısıtma ve soğutma ihtiyacı toplamının minimum olduğu açı) bulunmalıdır. Bunun sonucunda, bulunan optimum bina yönlenmesine, tüm cephelere pencere üzerlerine yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10°'lik profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji (soğutma) tüketiminin olduğu profil açıları arasında 1°'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmalıdır. Optimum yönlenme için toplam soğutma tüketiminin minimum olduğu profil açısı ise optimum gölgeleme elemanı açısını belirleyecektir.



Şekil 4.11: Konut modelinin zemin kat planı

Çalışmada, birbirinden farklı bina yönelmeleri için en ve boy ölçüleri belirlenmiş ve mekan tasarımları yapılmış olan konut model üzerinde analiz edilmelidir. Bu analizler, yönelme, gölgeleme elemanı, iklim bölgesi verileri gibi özellikleri Ecotect simülasyon programına girilerek bunun sonucunda çıkan değerler yorumlanmalıdır.

Simülasyonu yapılan küp modelinin kat yüksekliğine, hangi cepesinde pencere olacağına, pencere boyutlarına, kapı, cam/çerçeve özelliklerine karar verilmelidir. Modelin yapım sistemi ve dış örtü malzemesine karar verildikten sonra kullanılan malzemelerin ebatları belirlenmelidir. Gölgeleme elemanı malzemesine karar verilerek, bunun da en ve boy uzunlukları belirlenmelidir.

Konut modelinde kullanılan malzemelerle ilgili değerler Tablo 4.7’de olduğu gibi belirlenmelidir. Bu bilgiler Ecotect simülasyon programına aktarılmalıdır.

Tablo 4.7: Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri

Yapı detayları	U-Value (W/m ² K)	Admittance (W/m ² K)	Solar Absorption
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			
f)			

4.3.2.1 Konut modelinin optimum yönelme açısının belirlenmesi (gölgeleme elemanının olmadığı durum)

Yapılan çalışmada konut modelinde birbirinden farklı bina yönelmelerinin simülasyonu yapılmalıdır. Bu kapsamda öncelikle küp modelinde olduğu gibi konut modelinde de Ecotect programına aktarılması ve modelin güneş ile ilişkilendirilmesi yapılmalıdır. Optimum bina yönelmesinin bulunması için azimut 90° ile azimut 270° arasında 10° açı artırımla 19 farklı simülasyon yapılmalıdır. Daha sonra yıllık toplam enerji ihtiyacının minimum olduğu açı aralıklarında 1° açı artırımla tekrar simülasyonlar yapılmalıdır. Bu simülasyonlar sonucu, en düşük toplam yıllık enerji

(ısıtma+soğutma) ihtiyacını veren yönlenme, optimum yönlenmeyi belirleyecektir.

4.3.2.2 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan profil açısının belirlenmesi

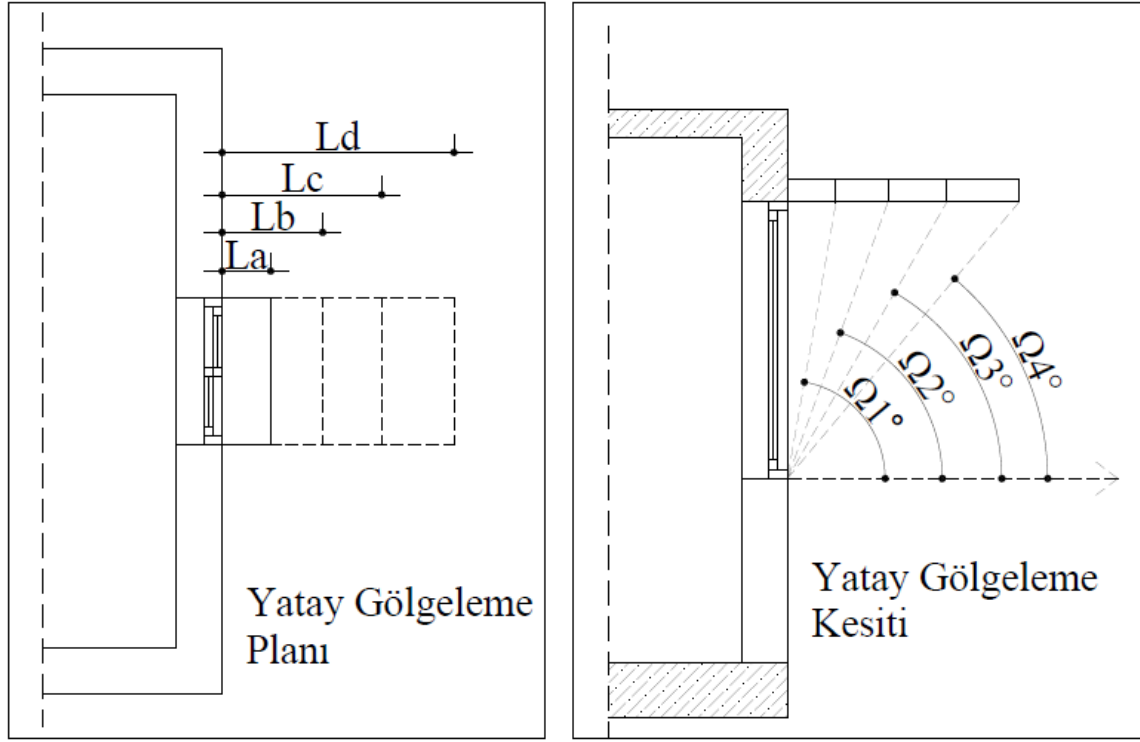
(tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

Yapılan çalışmada, konut modelinin hangi cephelerine pencere ve yatay gölgeleme elemanı tasarlanacağına karar verilmelidir (Şekil 4.12). Optimum bina yönlenmesine, tüm cephelerde pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10° 'lik profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji tüketiminin olduğu profil açıları arasında 1° 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmalıdır.

Konut modelinde profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 4.8 ve Şekil 4.12'deki gibi gösterilebilecektir.

Tablo 4.8: Profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı profil açısı ($^\circ$)	Gölgeleme elemanı uzunluğu (cm)
a)	0	0
b)	$\Omega 1^\circ$	La
c)	$\Omega 2^\circ$	Lb
d)	$\Omega 3^\circ$	Lc
e)	$\Omega 4^\circ$	Ld



Şekil 4.12: Yatay gölgeleme elemanı plan ve kesiti

4.3.2.3 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

Simülasyonu yapılan konut modelinin sonuçları tablo 4.9’da gösterilmelidir.

Tablo 4.9: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10°’lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Profil Açısı Azimut Açısı	0°	Profil Açısı Azimut Açısı	0°
Azimut 90°		Azimut 190°	
Azimut 100°		Azimut 200°	
Azimut 110°		Azimut 210°	
Azimut 120°		Azimut 220°	
Azimut 130°		Azimut 230°	

Azimet 140°	Azimet 240°
Azimet 150°	Azimet 250°
Azimet 160°	Azimet 260°
Azimet 170°	Azimet 270°
Azimet 180°	

Konut modeli için yapılan çalışmada, azimet 90° ile azimet 270° arasında ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin bulunması için simülasyonlar yapılmalıdır. Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, yıllık toplam enerji tüketiminin minimum olduğu aralık (azimet a azimet b) belirlenmelidir. Sonrasında bulunan optimum yönelme aralığı için 1°'lik azimet açısı artırımı ile tekrar simülasyonlar yapılmalıdır. Simülasyon sonuçları Tablo 4.9'taki gibi gösterilmelidir.

Tablo 4.10: Konut modelinde optimum yönelme açısının bulunması için 1°'lik azimet açısı artırımı ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (yönlendirmeler örnek olarak belirlenmiş olup, bulunan azimet açıları yazılmalıdır)

Enerji İhtiyacı Azimet Açısı	W/m ²
Azimet a	
Azimet a+1	
Azimet a+2	
Azimet a+3	
Azimet a+4	
Azimet a+5	
Azimet a+.	
Azimet a+.	
Azimet a+.	
Azimet b	

Konut modelinin 1°'lik açı artırımıyla yapılarak simülasyon sonuçlarında, minimum enerji tüketimi azimet açısı belirlenmelidir. Bulunan bu optimum yönelme için, 10°'lik profil

açısı artırımıyla 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçları Tablo 4.10'da gösterilmelidir.

Tablo 4.11: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için azimut c ile azimut d arasında 1°'lik azimut açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimut Açısı	0°	10°	20°	30°	40°
Azimut c					
Azimut c+1					
Azimut c+2					
Azimut c+3					
Azimut c+4					
Azimut c+5					
Azimut c+.					
Azimut c+.					
Azimut c+.					
Azimut d					

1°'lik azimut açısı artırımını ile 0°-40° profil açısı arasında yapılan simülasyon sonuçlarında optimum yönlenme açısı, azimut açısı için profil açısının kaç derece olduğu belirlenmelidir (Tablo 4.11). Optimum profil açısının hesaplanması için yapılan simülasyonlarda sonuçları Tablo 4.11'de gösterilmelidir.

Tablo 4.12: Azimut x için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan e ile f arasındaki açıların 1°'lik profil açısı artırımını yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimut Açısı	e	e+1	e+2	e+3	e+4	e+5
Azimut x						

Profil Açısı Azimut Açısı	e+.	e+.	e+.	f
Azimut				
x				

Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, profil açısının artmasıyla soğutma yükünün nasıl değişeceğine bakılmalıdır. Sonuç olarak konut modeli için yapılan çalışmada optimum yönlenme açısı azimut ve optimum profil açısı belirlenmiş olacaktır (Tablo 4.12).

4.3.2.4 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan genişlik açısının belirlenmesi (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batı cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

Konut modelinin optimum yönlenme açısı olan azimut açısı, Tablo 4.11'deki simülasyon sonuçlarında belirlenmişti. Daha sonra belirlenen azimut açısı ile tüm cephelere yatay gölgeleme elemanı uygulandığı durumda optimum gölgeleme açısı (profil açısı) belirlenmişti.

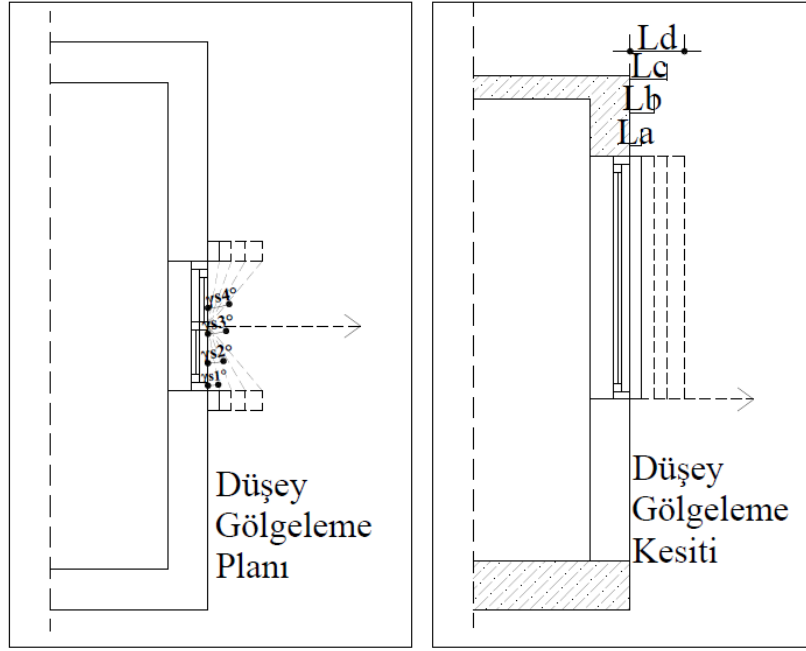
Çalışmada, belirlenen optimum yönlenme açısı ile güney ve kuzey cepheleri için bulunan optimum profil açısı sabit tutularak, konut modelinin doğu ve batı cephelerine düşey gölgeleme elemanı tasarlanarak optimum genişlik açısı belirlenmelidir.

Optimum bina yönlenmesine, kuzey ve güney cephelerinde pencereye yatay gölgeleme elemanı ile doğu ve batı cephelerinde düşey gölgeleme elemanı eklenip genişlik açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10° 'lik genişlik açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji tüketiminin olduğu genişlik açıları arasında 1° 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmalıdır.

Konut modelinde genişlik açılara göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 4.13 ve Şekil 4.13'te gösterilmelidir.

Tablo 4.13: Genişlik açılarına göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı genişlik açısı (°)	Gölgeleme elemanı uzunluğu (cm)
a)	0	0
b)	$ys1^\circ$	La
c)	$ys2^\circ$	Lb
d)	$ys3^\circ$	Lc
e)	$ys4^\circ$	Ld



Şekil 4.13: Düşey gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

4.3.2.5 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batı cephesinde düşey gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

Simülasyonu yapılan konut modelinin sonuçları tablo 4.14'te gösterilmelidir.

Tablo 4.14: Azimut açısı ile profil açısı bulunan konut modeli için 0°-40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimut Açısı					
Genişlik Açısı	0°	10°	20°	30°	40°

Enerji
İhtiyacı

Konut modeli için belirlenen azimut açısı ve profil açısı için, 10°'lik genişlik açısı artırımıyla 0°-40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçları Tablo 4.14'te gösterilmelidir.

Tablo 4.15: Azimut açısı ile profil açısı bulunan konut modeli için g ile h arasındaki açılar 1°'lik genişlik açısı artırımını yapılarak optimum düşey gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimut Açısı						
Genişlik Açısı	e	g+1	g+2	g+3	g+4	g+5
Enerji İhtiyacı						
Profil Açısı Azimut Açısı						
Genişlik Açısı	g+.	g+.	g+.	h		
Enerji İhtiyacı						

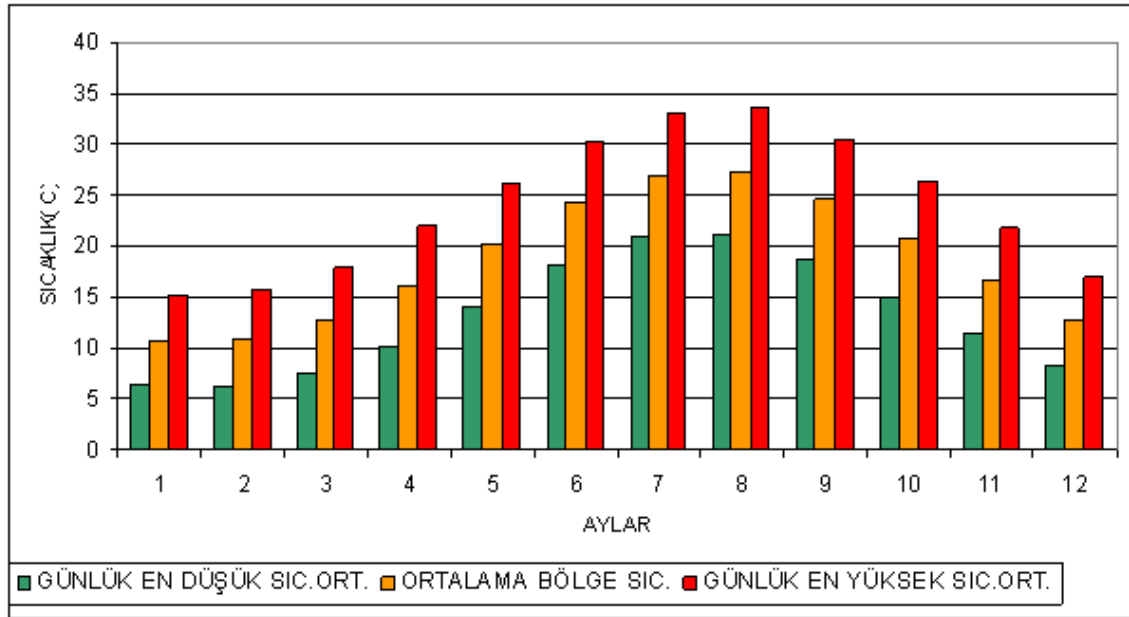
Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, 1°'lik genişlik açısı artmasıyla soğutma yükünün nasıl değişeceğine bakılmalıdır. Sonuç olarak yapılan çalışmada optimum yönlenme açısı azimut açısı, optimum profil açısı ve optimum genişlik açısı belirlenmiş olacaktır (Tablo 4.15).

BÖLÜM 5

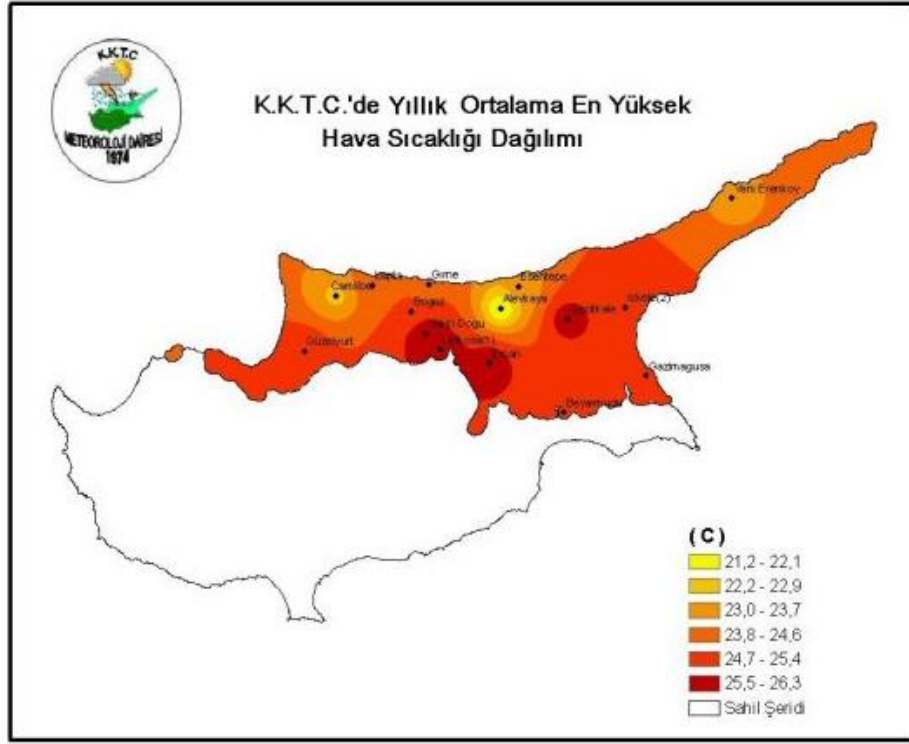
ÖNERİLEN YÖNTEMİN KIBRIS'TA UYGULAMASI

5.1 Kıbrıs'ın İklimsel Verileri(Uygulama Yapılacak Bölgenin)

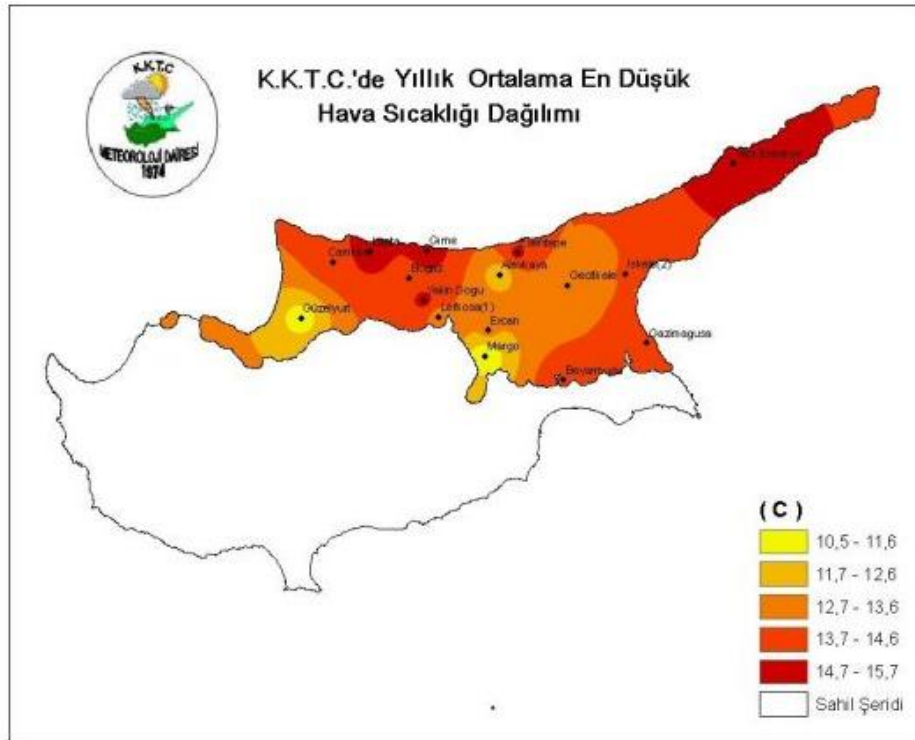
Kuzey Kıbrıs yarı kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Akdeniz adasında yer alan Kıbrıs'ta yaz mevsimi sıcak ve kuru, kış mevsimi ılık ve az yağışlıdır. Kuzey Kıbrıs'ın yıllık ortalama hava sıcaklığı 19°C olup, yıl boyunca en sıcak ay genellikle temmuz ayıdır. Temmuz ayında gündüz saatlerinde gölgedeki hava sıcaklığı 37°C - 40°C arasındadır. Yılın en soğuk ayı genellikle ocak ayı olup, gündüz saatlerindeki hava sıcaklığı 9°C - 12°C arasında olup yılın en soğuk geceleri de bu ay içerisinde yaşanmaktadır (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017).



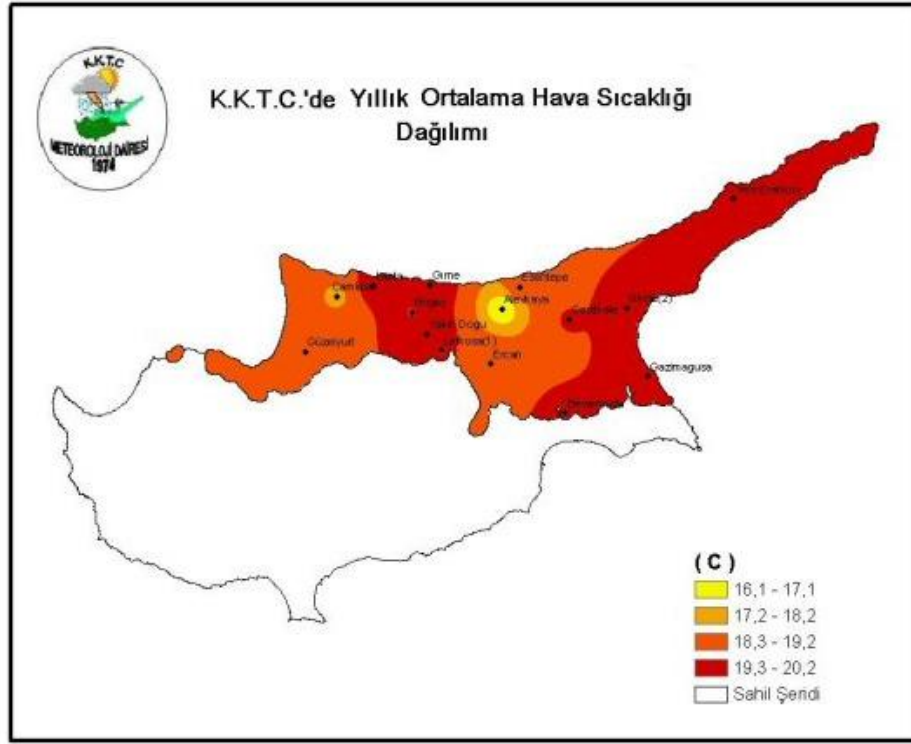
Şekil 5.1: Aylara göre sıcaklık grafiği (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017).



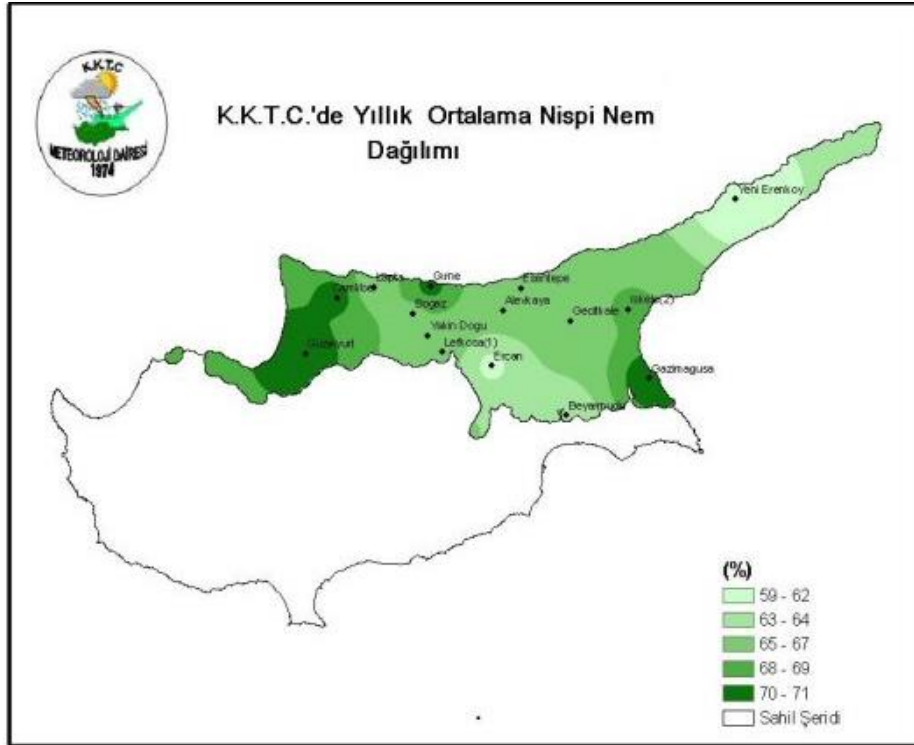
Şekil 5.2: Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama en yüksek hava sıcaklığı dağılımı (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)



Şekil 5.3: Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama en düşük hava sıcaklığı dağılımı (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

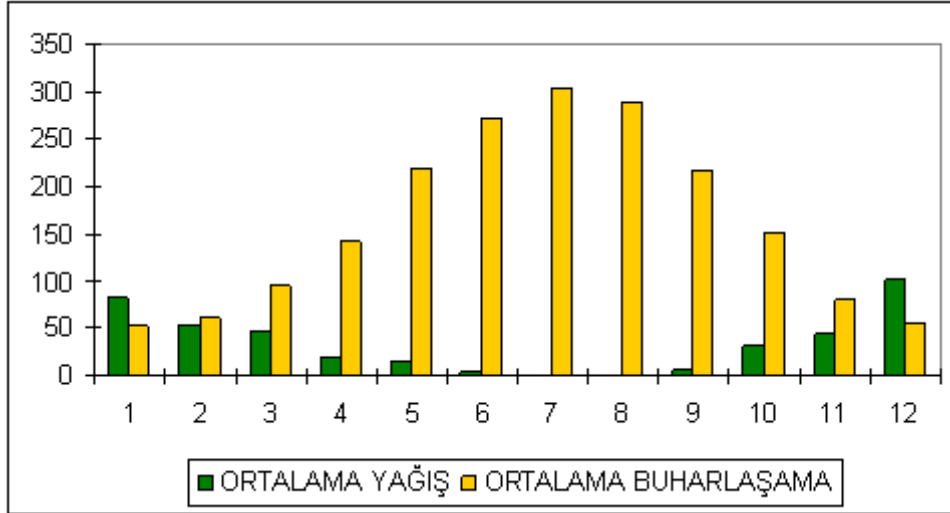


Şekil 5.4: Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama hava sıcaklığı dağılımı
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

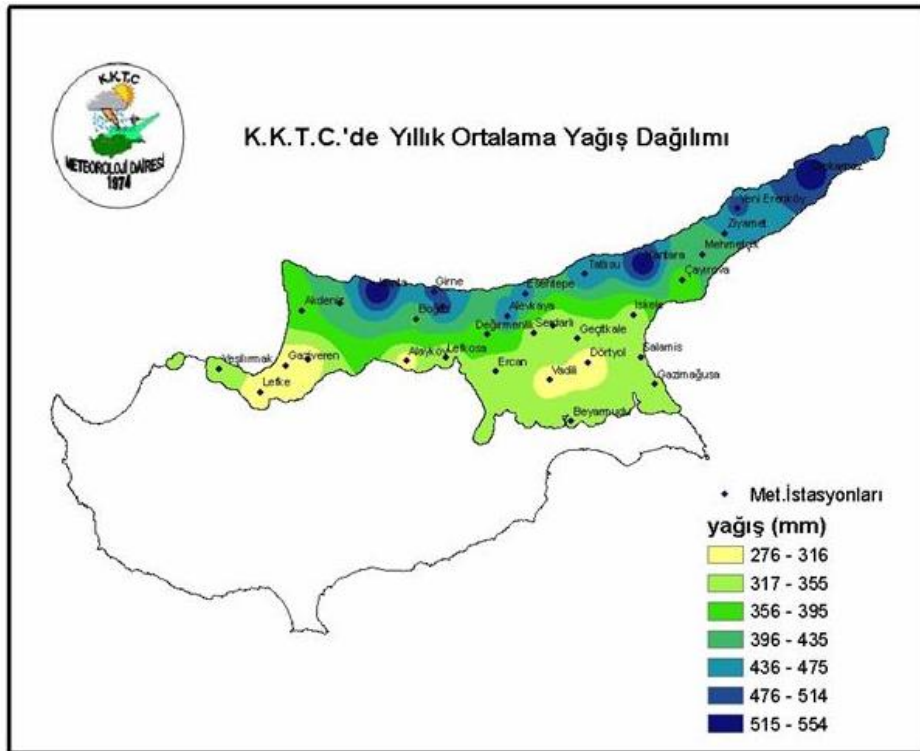


Şekil 5.5: Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama nispi nem dağılımı
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

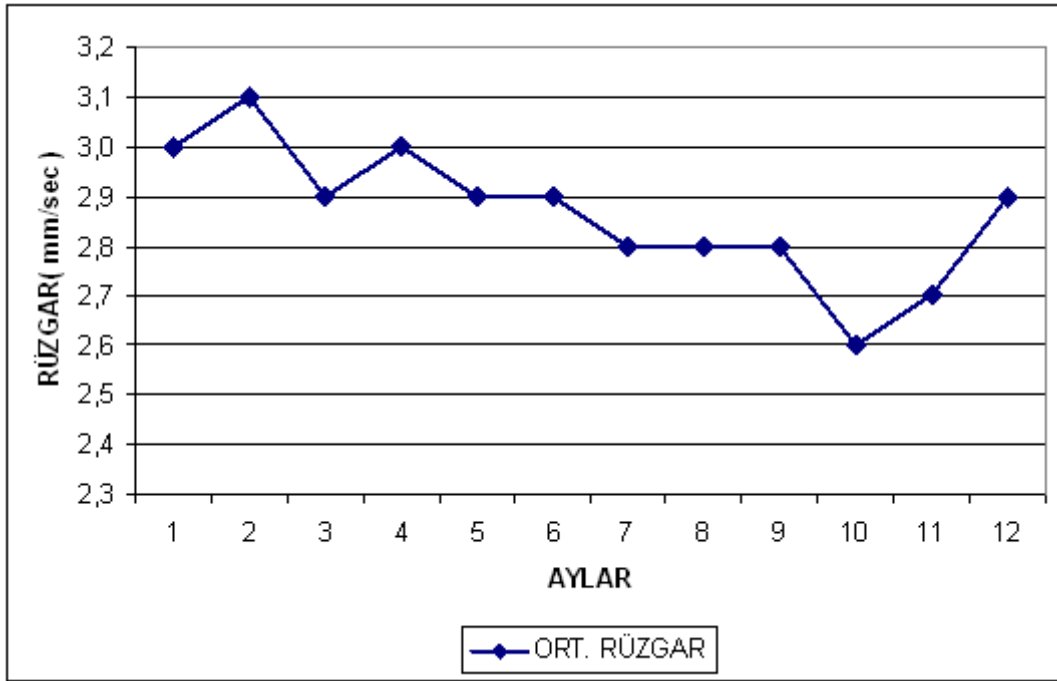
Kuzey Kıbrıs'ta yağışlar genellikle ekim-mart aylarında görülmektedir. En yağışlı ay aralık, en kurak ay ise temmuz ve ağustos aylarıdır (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017).



Şekil 5.6: Kuzey Kıbrıs'ta ortalama yağış ve ortalama buharlaşma grafiği (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

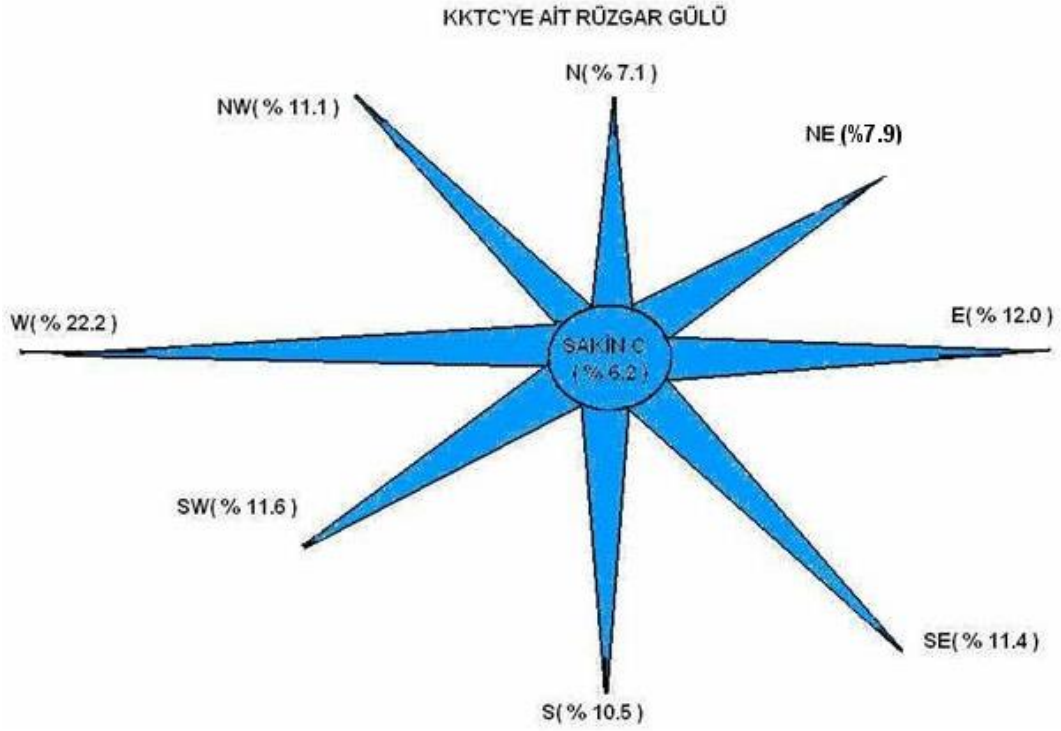


Şekil 5.7: Kuzey Kıbrıs'ta yıllık ortalama yağış dağılımı (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)



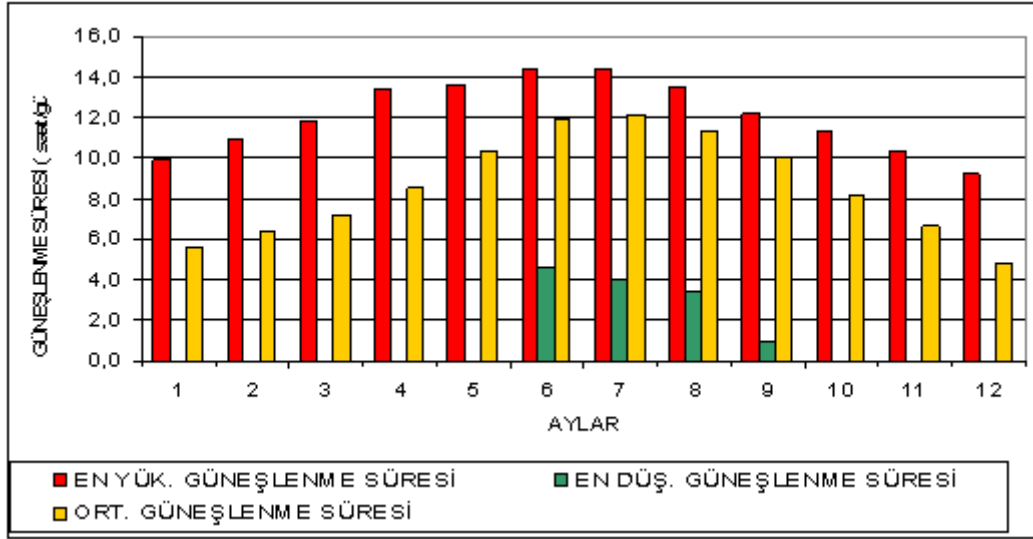
Şekil 5.8: Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre yıllık ortalama rüzgar şiddeti
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

Kuzey Kıbrıs'ta rüzgar genellikle, bölgelerin topoğrafik özelliklerine göre farklı yönlerden esmektedir. Kuzey Kıbrıs genelinde hakim rüzgar yönü batı (W)'dır. Yıllık ortalama rüzgar şiddeti 2/8m/sn.'dir.

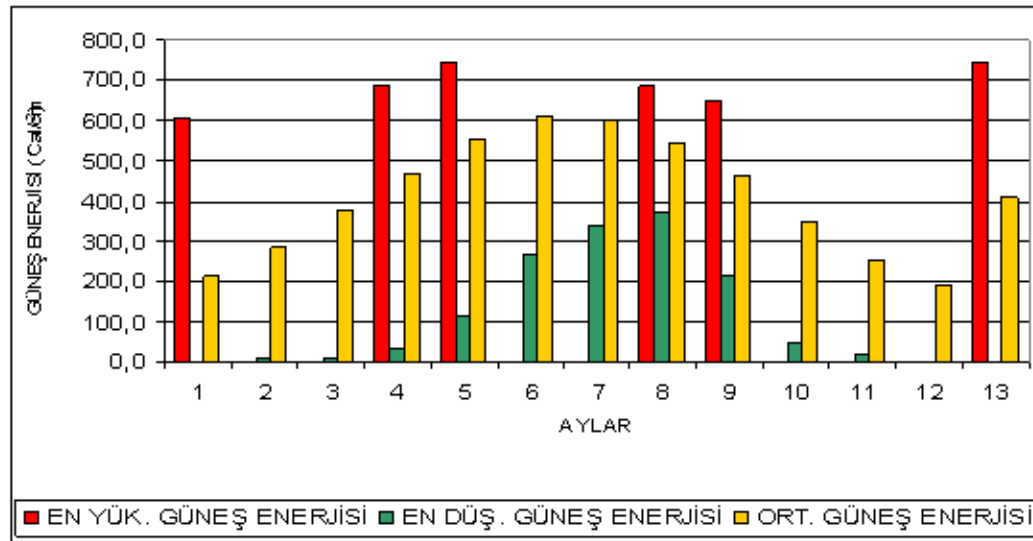


Şekil 5.9: Kuzey Kıbrıs'a ait rüzgar gülü
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

Kuzey Kıbrıs'ta bulunduğu enlem derecesi ile bağlantılı olarak güneşlenme süreleri fazla olup, bol miktarda da güneş enerjisi bulunmaktadır. Kuzey Kıbrıs'ın yaz döneminde güneşlenme süresi yaklaşık 12 saat, kış döneminin güneşlenme süresi yaklaşık olarak 5 saattir. Günlük ortalama güneş enerjisi miktarı yıl genelinde 417.3cal/cm²'dir. Kuzey Kıbrıs'taki en fazla güneş enerjisi temmuz ayında olup, ortalama günlük 622.2cal/cm²'dir. En az güneş enerjisi ise aralık ayında, günlük ortalama 214.5cal/cm² değerindedir (Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017).



Şekil 5.10: Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre güneşlenme süreleri
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)



Şekil 5.11: Kuzey Kıbrıs'ta aylara göre güneş enerjisi
(Kuzey Kıbrıs Meteoroloji Dairesi, 2017)

5.2 Uygulama Çalışmasında İzlenecek Yol

Uygulama çalışmasında izlenen yol ile çalışmadaki ön kabul ve sınırlılıklar aşağıda sıralanmıştır.

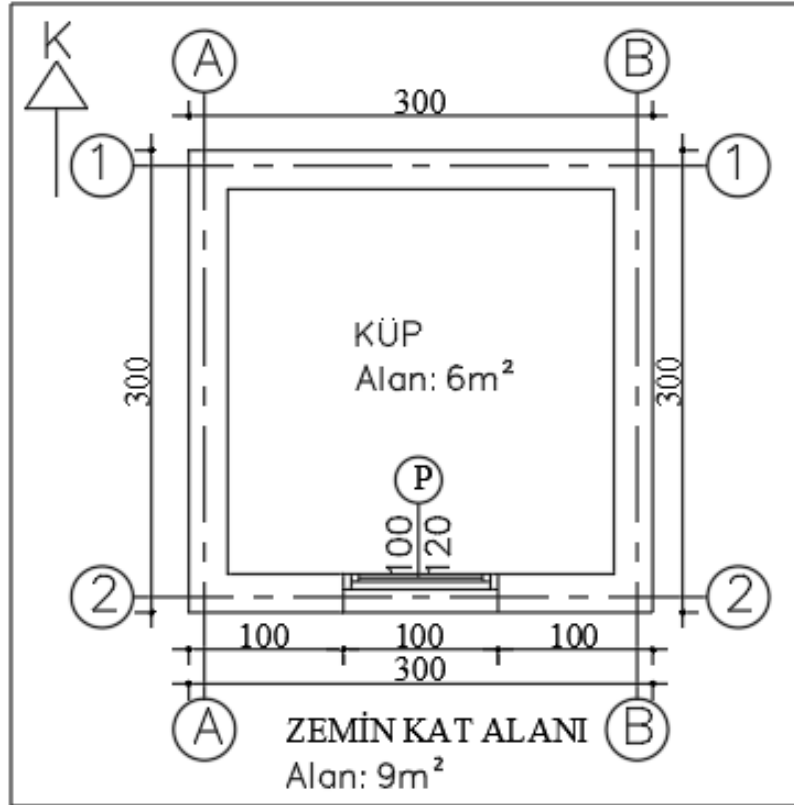
- Yapılan çalışma, Akdeniz iklim koşullarında Kıbrıs'ta yapılmıştır.
- Çalışmada birbirinden farklı bina yönelmeleri, küp ve konut modeli üzerinde

Ecotect simülasyon programı kullanılarak analiz edilmiştir.

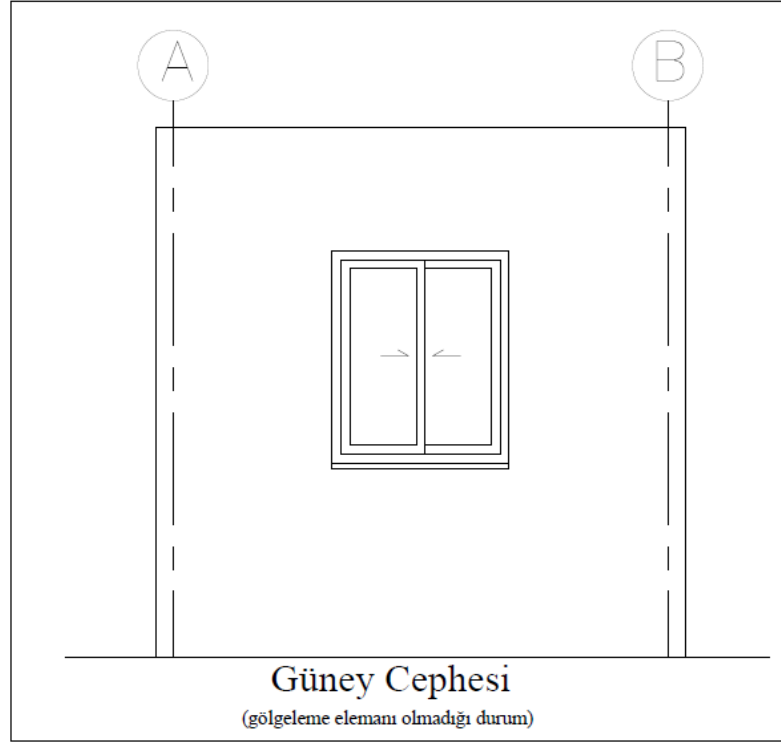
- Simülasyonlar sonucunda, toplam yıllık minimum enerji (ısıtma+soğutma) tüketiminin olduğu bölge optimum yönlenme ve optimum gölgeleme açısını belirlemiştir.
- Küp ve konut modelinin optimum yönlenme açısının bulunması için kuzey yönünden başlayarak saat yönünde 10°'lik (gölgeleme elemanı yok) azimut açısıyla zemine oturtulmuştur.
- Modellerin simülasyon sonuçlarında, minimum enerji tüketimi olan bölge belirlenmiştir. Bu yönlenmeler için, +10° ile -10° arasında, 1°'lik azimut açısı artırımla analizler yapılmıştır.
- Küp ve konut modeli için bulunan optimum bina yönlenmesine, 0° ile 40° arasında 10°'lik profil açısı artırımla, sonrasında 1°'lik profil açısı artırımla yapılarak buna yatay gölgeleme elemanı eklenip analizler yapılmıştır.
- Küp modelinin simülasyon sonuçlarında yatay gölgeleme elemanı için profil açısı, konut modeli için tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı için profil açısı ve kuzey ve güney cephelerinde yatay gölgeleme, doğu ve batı cephelerinde dikey gölgeleme elemanı için genişlik açısı belirlenmiştir.
- Yapılan çalışmada, küp ve konut modeli için optimum bina yönlenmesi, optimum profil açısı optimum genişlik açısı belirlenmiştir.
- Küp ve konut modelin kullanım saatleri 00:00-24:00 arasında ve 7 gün 24 saat boyunca yazın soğutma kışın ısıtma yapılmıştır.
- Kıbrıs'ta yaşayan insanlar için konfor sıcaklığı 18°-22.1°C olarak belirlenmiştir (Özdeniz, 2013). Küp ve konut modelinde, ısı 18°'nin altına düştüğü zaman ısıtma, 22.1°C'nin üzerinde olduğunda soğutma yapılmıştır. Konfor sıcaklığının 18°-22.1°C aralığında olduğu durumda ise ısıtma veya soğutma yapılmamıştır.
- Yapılan simülasyonlar sonucunda, optimum yönlenme ve optimum gölgeleme açısına karar verebilmek için tüm sonuçları gösteren ayrı ayrı tablolar oluşturulmuştur.

5.2.1 K p modelinin oluşturulması

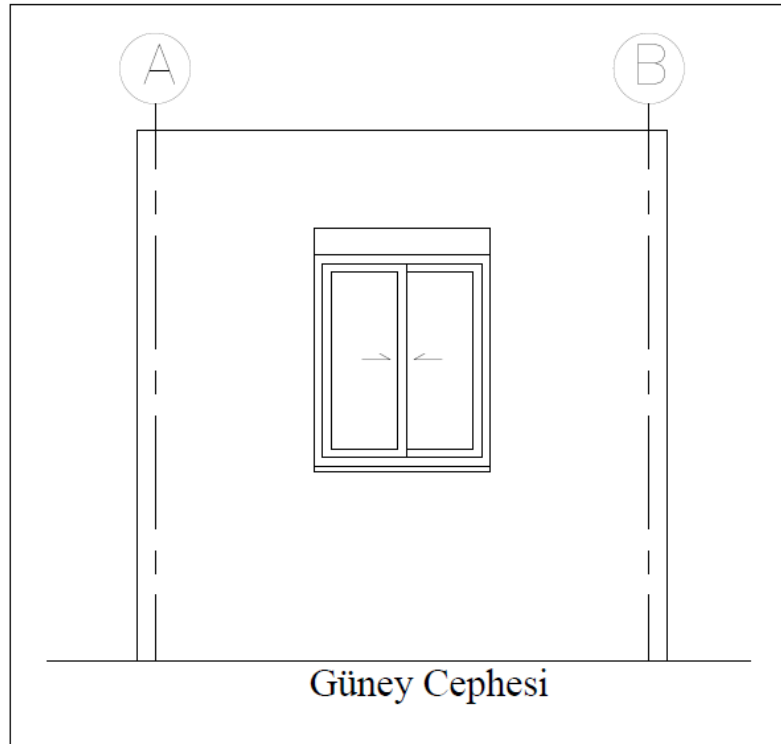
K p modelinin optimum yönlenme açısının bulunması için bina, kuzey yönünden başlayarak saat yönünde 10 'lik azimut açısı artışlarıyla 19 farklı açıda (gölgeleme elemanı olmadan) yönlendirilmiştir. K p modelinin simülasyon sonuçlarında, toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) t ketimeinin minimum olduğu bölge optimum yönlenme aralığı olarak belirlenmiştir. Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1 'lik azimut açısı artırımıyla simülasyonlar yapılarak optimum yönlenme açısı (yıllık toplam ısıtma ve soğutma ihtiya ı toplamının minimum olduğu açı) bulunmuştur. Bunun sonucunda, bulunan optimum bina yönlenmesine, pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0  ile 40  arasında olacak şekilde 10 'lik profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji (soğutma) t ketimeinin olduğu profil açıları arasında 1 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmıştır. Optimum yönlenme için toplam soğutma t ketimeinin minimum olduğu profil açısı ise optimum gölgeleme elemanı açısını belirlemiştir.



şekil 5.12: K p modelinin zemin kat planı



Şekil 5.13: Küp modelinin güney cephesi (gölgeleme elemanı olmadığı durum)



Şekil 5.14: Küp modelinin güney cephesi

Çalışmada, birbirinden farklı bina yönelmeleri, 3m x 3m taban alanından oluşan bir küp model üzerinde analiz edilmiştir. Bu analizler, yönelme, gölgeleme elemanı, iklim bölgesi verileri gibi özellikleri Ecotect simülasyon programına girilerek bunun sonucunda çıkan değerler yorumlanmıştır.

Simülasyonu yapılan küp modelinin kat yüksekliği 3m olup, tek katlı, tek pencereli ve düz (teras) çatılıdır. Küp modelinin sadece güney cephesinde pencere olup, pencere boyutları 1m x 1.2m ve tek camlı alüminyum çerçevedir. Betonarme çerçeveli yapı tuğla duvarlarla örülmüştür. Tuğla duvarlar 11cm tuğla ebadında olup, duvarların her iki yönünde (iç/dış) 0.1cm sıva uygulanmıştır. Gölgeleme elemanı malzemesi 15cm genişliğinde betonarmedir. Yapı 15cm betonarme tavandan oluşmakta ve 10cm beton zemine oturmaktadır.

Küp modelinde kullanılan malzemelerle ilgili değerler Tablo 5.1’de gösterilmiştir. Bu bilgiler Ecotect simülasyon programına aktarılmıştır.

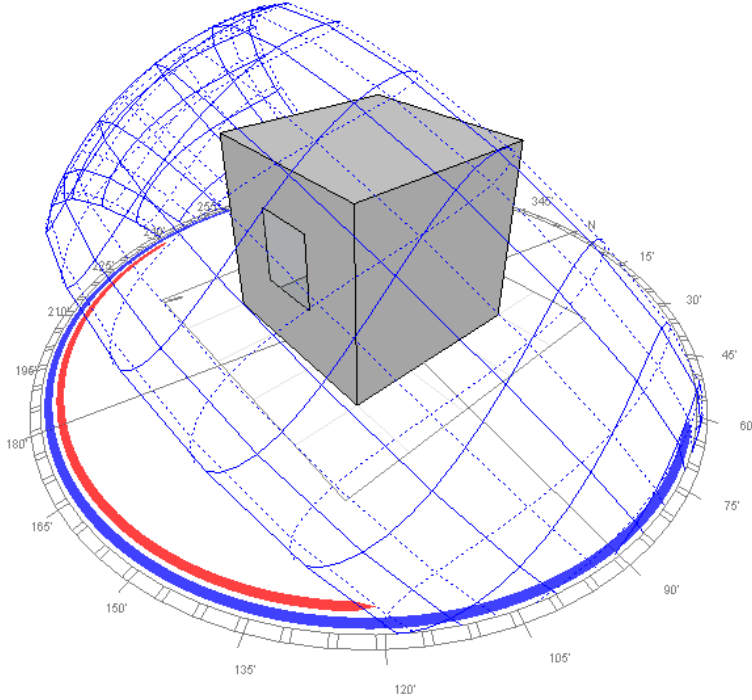
Tablo 5.1: Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri

Yapı detayları	U-Value (W/m ² K)	Admittance (W/m ² K)	Solar Absorption
Brick Plaster (110mm brick with 10mm plaster either side)	2.620	4.380	0.418
Suspended Concrete Ceiling	2.560	4.200	0.326
Concrete Slab On Ground	0.880	6.000	0.467
Single Glazed Aluminium Frame	6.000	6.000	0.94
Concrete shading element	2.560	4.200	0.326

5.2.1.1 Küp modelinin optimum yönelme açısının belirlenmesi

Binaların yönelmesindeki amaç, konfor koşullarının sağlanmasında iklim etkilerinin optimize edilerek enerji etkinliğinin artırılmasıdır. Stereografik diyagramlar, gökyüzünde güneşin değişen pozisyonunu gün ve yıl boyunca temsil etmek için kullanılmaktadır. Küp modeli için, güneşin yıllık devriminde enleme bağlı olarak yer düzlemi ile yaptığı açılar

ve yörüngelerin stereografik olarak yer düzlemine yatırıldığı güneş diyagramı Şekil 5.15’de görülmektedir.



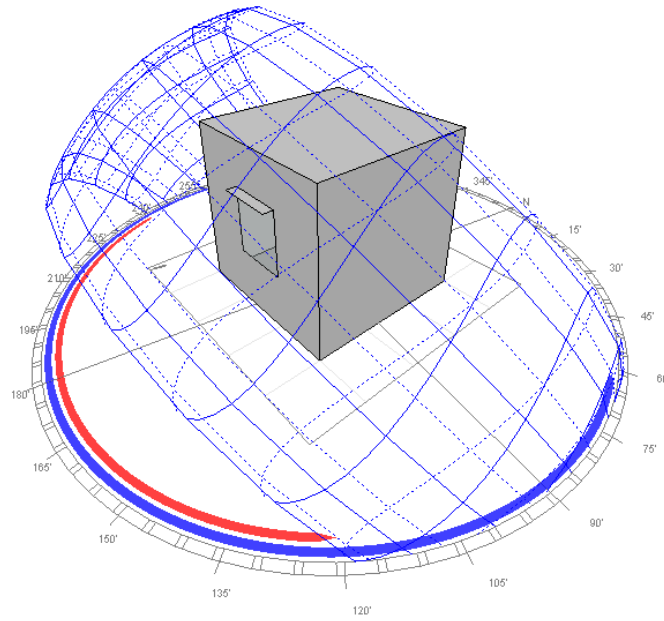
Şekil 5.15: Simülasyonu yapılan küp modeli (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Yapılan çalışmada küp modelinde birbirinden farklı bina yönlenmelerinin simülasyonu yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle küp modelinin Ecotect programına aktarılması ve modelin güneş ile ilişkilendirilmesi yapılmıştır. Optimum bina yönlenmesinin bulunması için azimut 90° ile azimut 270° arasında 10° açı artırımla 19 farklı simülasyon yapılmıştır. Daha sonra yıllık toplam enerji ihtiyacının minimum olduğu açı aralıklarında 1° açı artırımla tekrar simülasyonlar yapılmıştır. Bu simülasyonlar sonucu, en düşük toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) ihtiyacını veren yönlenme, optimum yönlenmedir.

5.2.1.2 Küp modelinin optimum gölgeleme açısının belirlenmesi

Enerji etkin tasarımın bir parçası olan gölgeleme elemanları, binalardaki pencere konumuna göre, iç mekâna giren güneş ışınımını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapma çevre değişkenidir. Gölgeleme elemanları, özellikle sıcak iklimlerde,

tasarımcıların dikkat etmesi gereken önemli etkenler arasındadır. Sıcak iklimlerde aşırı ısı kazanımı, soğutma yüklerini dolayısıyla tüketilecek olan enerji miktarını arttıracaktır. Gölgeleme elemanları; yatay, dikey ve kafes tipi gölgeleme elemanı olarak üç grupta ele alınabilmektedir (Zeren, 1956). Bu çalışmada yatay gölgeleme elemanı kullanılmıştır. Zeren, 1987, Orhon ve diğ. (1988) tarafından yapılan çalışmada, iklim bölgelerine göre optimum yön, iyi ve geçerli yönlenme aralıkları 3. Bölümde Tablo 3.1’de gösterilmiştir.



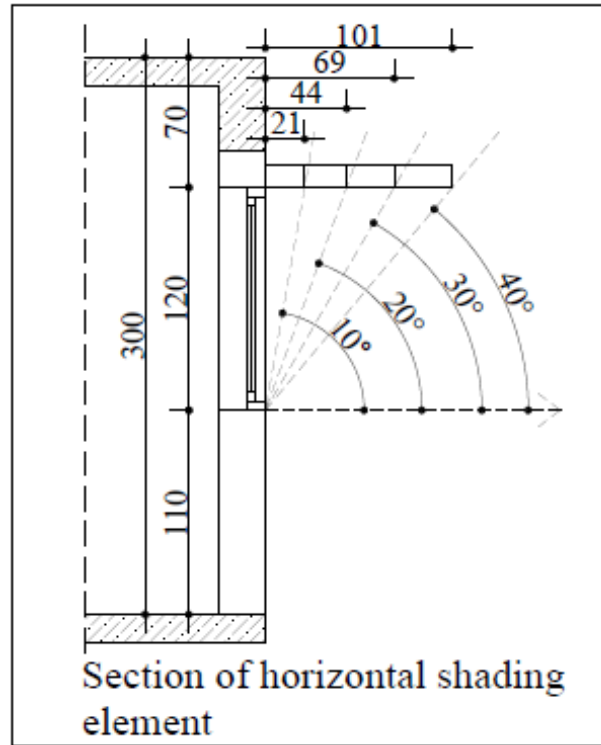
Şekil 5.16: Simülasyonu yapılan küp modeli (yatay gölgeleme elemanı olduğu durum)

Yapılan çalışmada, küp modelinin güney cephesinde bulunan pencere üzerinde yatay gölgeleme elemanı tasarlanmıştır (Şekil 5.16). Optimum bina yönlenmesine, pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10° 'lik profil açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji tüketiminin olduğu profil açıları arasında 1° 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmıştır.

Küp modelinde profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 5.2 ve Şekil 5.17'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2: Profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı profil açısı (°)	Gölgeleme elemanı uzunluğu (cm)
a)	0°	-
b)	10°	21cm
c)	20°	44 cm
d)	30°	69 cm
e)	40°	101 cm



Şekil 5.17: Yatay gölgeleme elemanı kesiti

5.2.1.3 Küp modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması

Simülasyonu yapılan küp modelinin sonuçları Tablo 5.3'te gösterilmiştir.

Tablo 5.3: Küp modelinde optimum yönelme açısının bulunması için 10°'lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Profil Açısı	0°	Profil Açısı	0°
Azimut Açısı		Azimut Açısı	
Azimut 90°	Isıtma:147216W/m ² Soğutma:287018W/m ² Toplam:434234 W/m ²	Azimut 190°	Isıtma:148197W/m ² Soğutma:285203 W/m ² Toplam:433400 W/m ²

Azimut 100°	Isıtma:146351 W/m ² Soğutma:288584 W/m ² Toplam:434935 W/m ²	Azimut 200°	Isıtma:150574 W/m ² Soğutma:287055 W/m ² Toplam:437630 W/m ²
Azimut 110°	Isıtma:145670 W/m ² Soğutma:289935 W/m ² Toplam:435605 W/m ²	Azimut 210°	Isıtma:151840 W/m ² Soğutma:288303 W/m ² Toplam:440144 W/m ²
Azimut 120°	Isıtma:145326 W/m ² Soğutma:290944 W/m ² Toplam:436270 W/m ²	Azimut 220°	Isıtma:152659 W/m ² Soğutma:289194 W/m ² Toplam:441854 W/m ²
Azimut 130°	Isıtma:145133W/m ² Soğutma:291087 W/m ² Toplam:436220 W/m ²	Azimut 230°	Isıtma:153140 W/m ² Soğutma:289268 W/m ² Toplam:442407 W/m ²
Azimut 140°	Heating:145155W/m ² Cooling:290604 W/m ² Toplam:435759 W/m ²	Azimut 240°	Isıtma:153350 W/m ² Soğutma:288800 W/m ² Toplam:442149 W/m ²
Azimut 150°	Isıtma:145405W/m ² Soğutma:289278 W/m ² Toplam:434683 W/m ²	Azimut 250°	Isıtma:153469 W/m ² Soğutma:287395 W/m ² Toplam:440864 W/m ²
Azimut 160°	Isıtma:145936 W/m ² Soğutma:287479 W/m ² Toplam:433415W/m ²	Azimut 260°	Isıtma:153474 W/m ² Soğutma:285403 W/m ² Toplam:438877 W/m ²
Azimut 170°	Isıtma:146759 W/m ² Soğutma:285604W/m ² Toplam:432363 W/m ²	Azimut 270°	Isıtma:153663 W/m ² Soğutma:283637 W/m ² Toplam:437300 W/m ²
Azimut 180°	Isıtma:147885W/m ² Soğutma:285114 W/m ² Toplam:432998 W/m ²		

Yapılan çalışmada, azimut 90° ile azimut 270° arasında ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin bulunması için simülasyonlar yapılmıştır. Küp modelinin simülasyon sonuçlarında, azimut 90° ile azimut 160° ve azimut 200° ile azimut 270° olan yönlenme aralığındaki toplam enerji tüketiminde önce artış olduğu sonrasında da azalma olduğu görülmüştür. Çalışmada, toplam minimum enerji tüketimi olan bölge azimut 160°, azimut 170°, azimut 180°ve azimut 190° yönlenmeleri olarak belirlenmiştir (Tablo 5.3).

Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1°'lik azimut açısı artırımını ile simülasyonlar yapılmıştır. Yapılan simülasyon sonuçları Tablo 5.4'te gösterilmiştir.

Tablo 5.4: Optimum yönlenme açısının bulunması için 1°'lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma_enerjisi tüketiminin hesaplanması

Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²	Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²	Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²
Azimut 160°	Isıtma:145936 Soğutma:287479 Toplam:433415	Azimut 170°	Isıtma:146759 Soğutma:285604 Toplam:432363	Azimut 180°	Isıtma:147885 Soğutma:285114 Toplam:432998
Azimut 161°	Isıtma:146001 Soğutma:287280	Azimut 171°	Isıtma:14685 Soğutma:28546	Azimut 181°	Isıtma:148001 Soğutma:285094

	Toplam:433280		Toplam:432328		Toplam:433095
Azimet 162°	Isıtma:146079 Soğutma:287008 Toplam:433087	Azimet 172°	Isıtma:146957 Soğutma:285400 Toplam:432357	Azimet 182°	Isıtma:148121 Soğutma:285082 Toplam:433203
Azimet 163°	Isıtma:146143 Soğutma:286829 Toplam:432972	Azimet 173°	Isıtma:147056 Soğutma:285283 Toplam:432339	Azimet 183°	Isıtma:148231 Soğutma:285182 Toplam:433413
Azimet 164°	Isıtma:146220 Soğutma:286770 Toplam:432990	Azimet 174°	Isıtma:147162 Soğutma:285198 Total:432359	Azimet 184°	Isıtma:148352 Soğutma:285071 Toplam:433423
Azimet 165°	Isıtma:146324 Soğutma:286475 Toplam:432798	Azimet 175°	Isıtma:147302 Soğutma:285160 Toplam:432462	Azimet 185°	Isıtma:148522 Soğutma:285099 Toplam:433621
Azimet 166°	Isıtma:146409 Soğutma:286242 Toplam:432651	Azimet 176°	Isıtma:147415 Soğutma:285175 Toplam:432591	Azimet 186°	Isıtma:148647 Soğutma:285138 Toplam:433785
Azimet 167°	Isıtma:146496 Soğutma:286074 Toplam:432569	Azimet 177°	Isıtma:147527 Soğutma:285100 Toplam:432627	Azimet 187°	Isıtma:148767 Soğutma:285152 Toplam:433919
Azimet 168°	Isıtma:146544 Soğutma:285842 Toplam:432386	Azimuth 178°	Isıtma:147607 Cooling:285217 Total:432823	Azimet 188°	Isıtma:148881 Soğutma:285388 Toplam:434269
Azimet 169°	Isıtma:146636 Soğutma:285761 Toplam:432397	Azimet 179°	Heating:147722 Cooling:285165 Total:432887	Azimet 189°	Isıtma:149017 Soğutma:285420 Toplam:434438
				Azimet 190°	Isıtma:148197 Soğutma:285203 Toplam:433400

Küp modelinin 1°'lik açı artırımıyla yapılan simülasyon sonuçlarında, minimum enerji tüketimi azimet 171° olarak belirlenmiştir. Bulunan bu optimum yönlenme için, 10°'lik profil açısı artırımıyla 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçları Tablo 5.4'da gösterilmiştir.

Tablo 5.5: Optimum yönlenme açısının bulunması için azimet 160° ile azimet 190° arasında 1°'lik azimet açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimet Açısı	0°	10° (21cm)	20° (44cm)	30° (69cm)	40° (101cm)
Azimet 160°	I:145936 W/m ² S:287479 W/m ² T:433415W/m ²	I:146894W/m ² S:287024W/m ² T:433918W/m ²	I:147952W/m ² S:286994W/m ² T:434946W/m ²	I:148933W/m ² S:287144W/m ² T:436077W/m ²	I:150207W/m ² S:287653W/m ² 437860W/m ²
Azimet 161°	I:146001W/m ² S:287280W/m ² T:433280W/m ²	I:146959W/m ² S:286896W/m ² T:433855W/m ²	I:148017W/m ² S:286792W/m ² T:434809W/m ²	I:149006W/m ² S:286898W/m ² T:435904W/m ²	I:150272W/m ² S:287407W/m ² 437679W/m ²
Azimet 162°	I:146079W/m ² S:287008W/m ² T:433087W/m ²	I:147037W/m ² S:286694W/m ² T:433731W/m ²	I:148095W/m ² S:286601W/m ² T:434695W/m ²	I:149076W/m ² S:286751W/m ² T:435827W/m ²	I:150342W/m ² S:287161W/m ² 437503 W/m ²
Azimet 163°	I:146143W/m ² S:286829W/m ² T:432972 W/m ²	I:147101W/m ² S:286379W/m ² T:433480W/m ²	I:148158W/m ² S:286346W/m ² T:434504W/m ²	I:149148W/m ² S:286496W/m ² T:435644 W/m ²	I:150413W/m ² S:286906W/m ² 437320W/m ²
Azimet 164°	I:146220W/m ² S:286770W/m ²	I:147178W/m ² S:286230 W/m ²	I:148237 W/m ² S:286198 W/m ²	I:149226 W/m ² S:286348 W/m ²	I:150492W/m ² S:286741W/m ²

	T:432990W/m ²	T:433409W/m ²	T:434434 W/m ²	T:435574 W/m ²	437233W/m ²
Azimut 165°	I:146324 W/m ²	I:147282W/m ²	I:148340 W/m ²	I:149322W/m ²	I:150588W/m ²
	S:286475 W/m ²	S:286002 W/m ²	S:285970 W/m ²	S:286076W/m ²	S:286514W/m ²
	T:432798 W/m ²	T:433284 W/m ²	T:434310W/m ²	T:435398W/m ²	437102W/m ²
Azimut 166°	I:146409W/m ²	I:147367W/m ²	I:148425W/m ²	I:149407W/m ²	I:150673W/m ²
	S:286242W/m ²	S:285935W/m ²	S:285836W/m ²	S:285960W/m ²	S:286326W/m ²
	T:432651W/m ²	T:433302W/m ²	T:434261W/m ²	T:435367W/m ²	436999W/m ²
Azimut 167°	I:146496W/m ²	I:147454W/m ²	I:148513W/m ²	I:149494W/m ²	I:150769W/m ²
	S:286074W/m ²	S:285766W/m ²	S:285667W/m ²	S:285791W/m ²	S:286158W/m ²
	T:432569W/m ²	T:433220W/m ²	T:434179W/m ²	T:435286W/m ²	436927W/m ²
Azimut 168°	I:146544W/m ²	I:147537W/m ²	I:148595W/m ²	I:149556W/m ²	I:150843W/m ²
	S:285842W/m ²	S:285535W/m ²	S:285511W/m ²	S:285505W/m ²	S:285926W/m ²
	T:432386W/m ²	T:33072W/m ²	T:434107W/m ²	T:435061 W/m ²	436769W/m ²
Azimut 169°	I:146636W/m ²	I:147630W/m ²	I:148688W/m ²	I:149649W/m ²	I:150937W/m ²
	S:285761W/m ²	S:285454W/m ²	S:285431W/m ²	S:285354W/m ²	S:285864W/m ²
	T:432397W/m ²	T:433084W/m ²	T:434119W/m ²	T:435003W/m ²	436801W/m ²
Azimut 170°	I:146759W/m ²	I:147754W/m ²	I:148814W/m ²	I:149775W/m ²	T:151062W/m ²
	S:285604W/m ²	S:285340W/m ²	S:285320W/m ²	S:285243W/m ²	S:285750W/m ²
	T:432363W/m ²	T:433094W/m ²	T:434134W/m ²	T:435018W/m ²	T:436812W/m ²
<u>Azimut 171°</u>	I:146859W/m ²	I:147854 W/m ²	I:148892 W/m ²	I:149875W/m ²	I:151141W/m ²
	S:285468W/m ²	<u>S:285205W/m²</u>	<u>S:285008W/m²</u>	<u>S:285159W/m²</u>	<u>S:285615W/m²</u>
	<u>T:432328W/m²</u>	T:433058 W/m ²	T:433900W/m ²	T:435034W/m ²	T:436756W/m ²
Azimut 172°	I:146957W/m ²	I:147917W/m ²	I:148991W/m ²	I:149973W/m ²	I:151239W/m ²
	S:285400W/m ²	S:285136W/m ²	S:285035W/m ²	S:285056W/m ²	S:285566W/m ²
	T:432357W/m ²	T:433052W/m ²	T:434025W/m ²	T:435029W/m ²	T:436805W/m ²
Azimut 173°	I:147056W/m ²	I:148029W/m ²	I:149089W/m ²	I:150071W/m ²	I:151337W/m ²
	S:285283W/m ²	S:285019W/m ²	S:284857W/m ²	S:284924W/m ²	S:285434W/m ²
	T:432339W/m ²	T:43304 W/m ²	T:433946W/m ²	T:434995 W/m ²	T:436772W/m ²
Azimut 174°	I:147162W/m ²	I:148101W/m ²	I:149196W/m ²	I:150179W/m ²	I:151445W/m ²
	S:285198W/m ²	S:284937W/m ²	S:284775W/m ²	S:284877W/m ²	S:285312W/m ²
	T:432359W/m ²	T:433038W/m ²	T:433971W/m ²	T:435056W/m ²	T:436758W/m ²
Azimut 175°	I:147302W/m ²	I:148242W/m ²	I:149337W/m ²	I:150320W/m ²	I:151586W/m ²
	S:285160W/m ²	S:284896W/m ²	S:284734W/m ²	S:284761W/m ²	S::285250W/m ²
	T:432462W/m ²	T:433138W/m ²	434071W/m ²	T:435080W/m ²	436837W/m ²
Azimut 176°	I:147415W/m ²	I:148356W/m ²	I:149451W/m ²	I:150434W/m ²	I:151700W/m ²
	S:285175W/m ²	S:284911W/m ²	S:284601W/m ²	S:284704W/m ²	S:285177W/m ²
	T:432591W/m ²	T:433266W/m ²	T:434052W/m ²	T:435137W/m ²	T:436877W/m ²
Azimut 177°	I:147527W/m ²	I:148467W/m ²	I:149563W/m ²	I:150545W/m ²	I:151812W/m ²
	S:285100W/m ²	S:284836W/m ²	S:284724W/m ²	S:284737W/m ²	S:285168W/m ²
	T:432627W/m ²	T:433303W/m ²	T:434287W/m ²	T:435282W/m ²	T:436980W/m ²
Azimut 178°	I:147607W/m ²	I:148567W/m ²	I:149627W/m ²	I:150645W/m ²	I:151912W/m ²
	S:285217W/m ²	S:284952W/m ²	S:284775W/m ²	S:284842W/m ²	S:285224W/m ²
	T:432823W/m ²	T:433519W/m ²	434402W/m ²	T:435487W/m ²	T:437136W/m ²
Azimut 179°	I:147722W/m ²	I:148683W/m ²	I:149743W/m ²	I:150761W/m ²	I:152029W/m ²
	S:285165W/m ²	S:284860W/m ²	S:284683W/m ²	S:284710W/m ²	C:285148W/m ²
	T:432887W/m ²	T:433543W/m ²	T:434426W/m ²	T:43547W/m ²	T:437177W/m ²
Azimut 180°	I:147885W/m ²	I:148845W/m ²	I:149906W/m ²	I:150924W/m ²	I:152192W/m ²
	S:285114W/m ²	S:284688W/m ²	S:284536W/m ²	S:284679W/m ²	S:285134W/m ²
	T:432998W/m ²	T:433533W/m ²	T:434441W/m ²	T:435603W/m ²	T:437326W/m ²
Azimuth 181°	I:148001W/m ²	I:148962W/m ²	I:150022W/m ²	I:151041W/m ²	I:152309W/m ²
	S:285094W/m ²	S:284672W/m ²	S:284560W/m ²	S:284663W/m ²	S:285170W/m ²
	T:433095W/m ²	T:433634W/m ²	T:434582W/m ²	T:435703W/m ²	T:437479W/m ²
Azimut 182°	I:148121W/m ²	I:149082W/m ²	I:150144W/m ² S	I:151163W/m ²	I:152432W/m ²
	S:285082W/m ²	S:284678W/m ²	:284580W/m ² T:	S:284628W/m ²	S:285020W/m ²
	T:433203W/m ²	T:433760W/m ²	434724W/m ²	T:435791W/m ²	T:437453W/m ²
Azimut 183°	I:148231W/m ²	I:149192W/m ²	I:150253W/m ²	I:151272W/m ²	I:152542W/m ²
	S:285182W/m ²	S:284902W/m ²	S:284762W/m ²	S:284813W/m ²	S:285090W/m ²
	T:433413W/m ²	T:434094W/m ²	T:435016W/m ²	T:436085W/m ²	T:437632W/m ²
Azimut 184°	I:148352W/m ²	I:149313W/m ²	I:150375W/m ²	I:151395W/m ²	I:152666W/m ²
	S:285071W/m ²	S:284807W/m ²	S:284767W/m ²	S:284752W/m ²	S:285030W/m ²
	T:433423W/m ²	T:434120W/m ²	T:435143W/m ²	T:436148W/m ²	T:437696W/m ²
Azimut 185°	I:148522W/m ²	I:149484W/m ²	I:150546W/m ²	I:151566W/m ²	I:152838W/m ²

	S:285099W/m ² T:433621W/m ²	S:284741W/m ² T:434225W/m ²	S:284702W/m ² T:435248W/m ²	S:284644W/m ² T:436211W/m ²	S:285006W/m ² T:437843W/m ²
Azimet 186°	I:148647W/m ² S:285138W/m ² T:433785W/m ²	I:149609W/m ² S:284792W/m ² T:434400W/m ²	I:150671W/m ² S:284678W/m ² T:435349W/m ²	I:151655W/m ² S:284550W/m ² T:436206W/m ²	I:152963W/m ² S:285048W/m ² T:438011W/m ²
Azimet 187°	I:148767W/m ² S:285152W/m ² T:433919W/m ²	I:149730W/m ² S:284889W/m ² T:434619W/m ²	I:150793W/m ² S:284775W/m ² T:435568W/m ²	I:151778W/m ² S:284772W/m ² T:436550W/m ²	I:153087W/m ² S:285144W/m ² T:438231W/m ²
Azimet 188°	I:148881W/m ² S:285388W/m ² T:434269W/m ²	I:149843W/m ² S:285049W/m ² T:434892W/m ²	I:150906W/m ² S:284936W/m ² T:435842W/m ²	I:151892W/m ² S:285016W/m ² T:436908 W/m ²	I:153201W/m ² S:285388W/m ² T:438589W/m ²
Azimet 189°	I:149017W/m ² S:285420W/m ² T:434438W/m ²	I:149980W/m ² S:285082W/m ² T:435062W/m ²	I:151043W/m ² S:284969W/m ² T:436012W/m ²	I:152031W/m ² S:285112W/m ² T:437143W/m ²	I:153342W/m ² S:285400W/m ² T:438742W/m ²
Azimet 190°	I:148197W/m ² S:285203 W/m ² T:433400 W/m ²	I:150162W/m ² S:285263W/m ² T:435425W/m ²	I:151227W/m ² S:285224W/m ² T:436451W/m ²	I:152215W/m ² S:285292W/m ² T:437507W/m ²	I:153527W/m ² S:285504W/m ² T:439031W/m ²

1°'lik azimet açısı artırımı ile 0°-40° profil açısı arasında yapılan simülasyon sonuçlarında optimum yönlenme açısı, azimet 171° için profil açısının 20°-30° arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.5). Optimum profil açısının hesaplanması için yapılan simülasyonlarda sonuçları Tablo 5.6'da gösterilmiştir.

Tablo 5.6: Azimet 171° için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan 20° ile 30° arasındaki açılarda 1°'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimet Açısı	20° (44cm)	21° (46cm)	22° (48cm)	23° (51cm)	24° (53cm)	25° (56cm)
Azimet 171°	H:148892W/m ² C:285008W/m ² T:433900W/m ²	H:148905W/m ² C:285018W/m ² T:433923W/m ²	H:149023W/m ² <u>C:284878W/m²</u> T:433901W/m ²	H:149069W/m ² C:284919W/m ² T:433987W/m ²	H:149226W/m ² C:285063W/m ² T:434290W/m ²	H:149419W/m ² C:284993W/m ² T:434411W/m ²

Profil Açısı Azimet Açısı	26° (59cm)	27° (61cm)	28° (64cm)	29° (67cm)	30° (69cm)
Azimet 171°	H:149501W/m ² C:285067W/m ² T:434568W/m ²	H:149504W/m ² C:285068W/m ² T:434571W/m ²	H:149559W/m ² C:285117W/m ² T:434677W/m ²	H:149855W/m ² C:285142W/m ² T:434997W/m ²	H:149875W/m ² C:285159W/m ² T:435034W/m ²

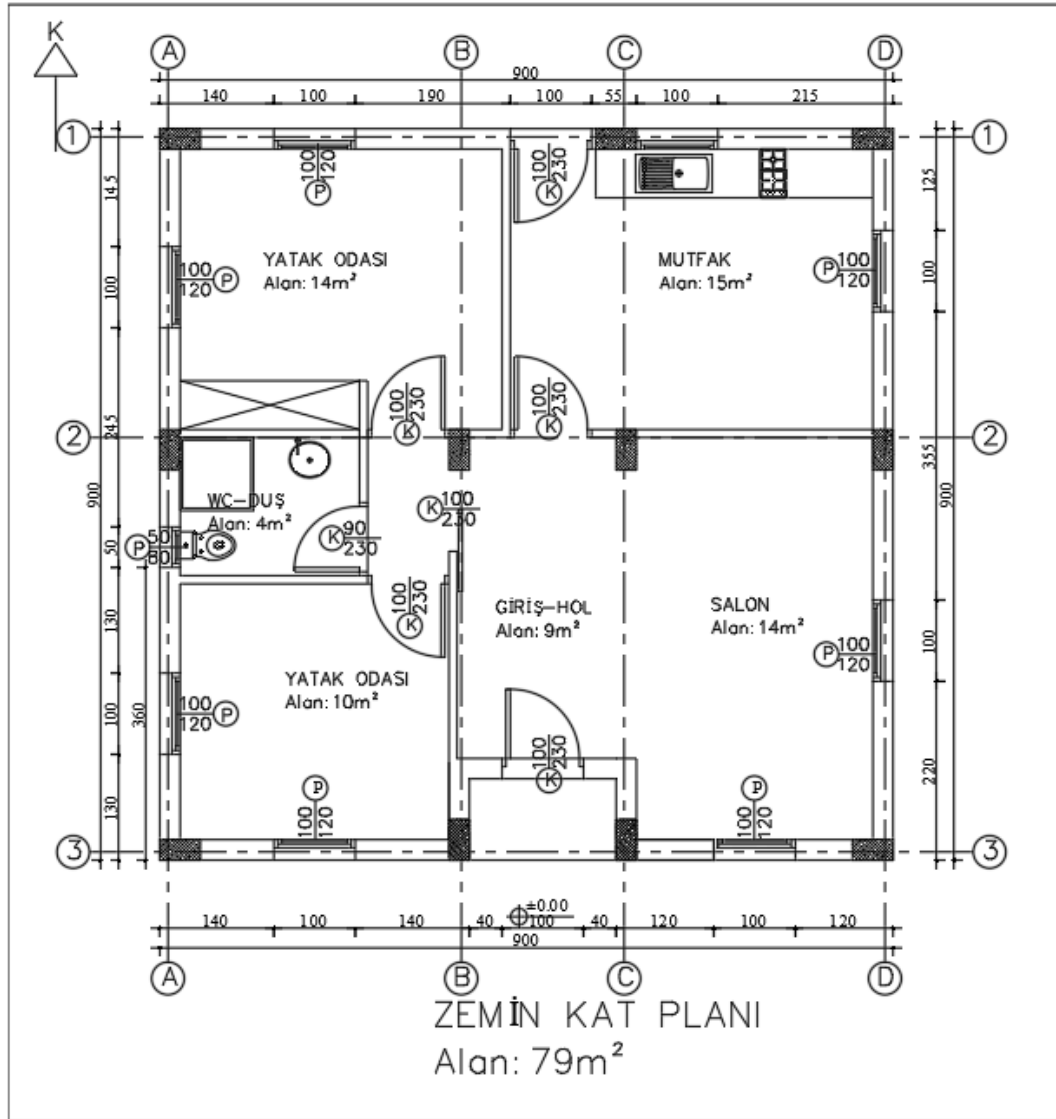
Küp modelinin simülasyon sonuçlarında, profil açısının artmasıyla soğutma yükünün de arttığı görülmüştür. Sonuç olarak küp modeli için yapılan çalışmada optimum yönlenme açısı azimet 171°, optimum profil açısı 22° olarak belirlenmiştir (Tablo 5.6).

5.2.2 Konut modelinin oluşturulması

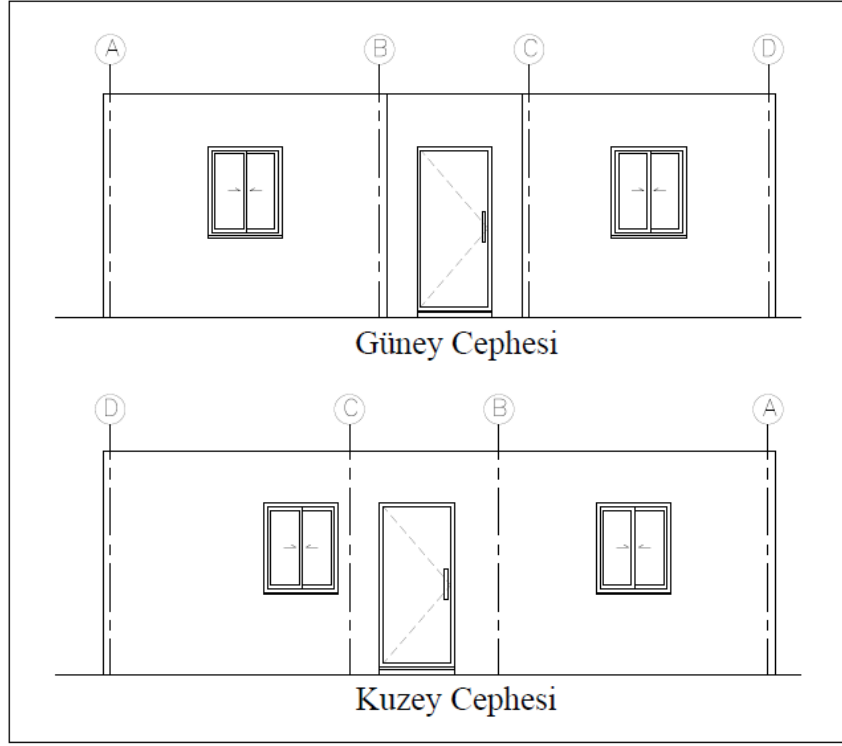
Konut modelinin optimum yönlenme açısının bulunması için bina küp modelinde olduğu gibi, kuzey yönünden başlayarak saat yönünde 10°'lik azimut açısı artışlarıyla 19 farklı açıda (gölgeleme elemanı olmadan) yönlendirilmiştir.

Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) tüketiminin minimum olduğu bölge optimum yönlenme aralığı olarak belirlenmiştir. Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1°'lik azimut açısı artırımıyla simülasyonlar yapılarak optimum yönlenme açısı (yıllık toplam ısıtma ve soğutma ihtiyacı toplamının minimum olduğu açı) bulunmuştur. Bunun sonucunda, bulunan optimum bina yönlenmesine, ilk seçenekte pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10°'lik profil açısı artırımını ile ikinci seçenekte yatay ve düşey gölgeleme elemanı eklenerek, sonrasında bulunan minimum enerji (soğutma) tüketiminin olduğu profil açıları arasında 1°'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmıştır.

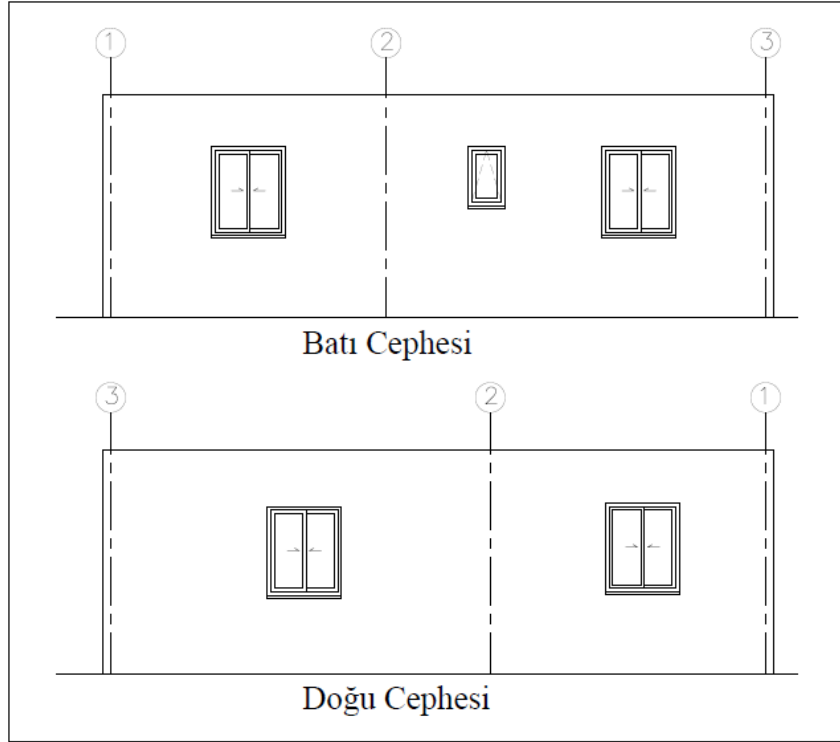
Optimum yönlenme için toplam soğutma tüketiminin minimum olduğu profil açısı ise optimum gölgeleme elemanı açısını belirlemiştir. Seçilen konut modeli, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Bayındırlık ve Ulaştırma Bakanlığı'nın uygulatmış olduğu sosyal konut projesidir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18: Konut modelinin zemin kat planı



Şekil 5.19: Konut modelin güney ve kuzey cephesi



Şekil 5.20: Konut modelin batı ve doğu cephesi

Çalışmada, birbirinden farklı bina yönelmeleri, 9m x 9m taban alanından oluşan bir konut model üzerinde analiz edilmiştir. Simülasyonu yapılan konut modelinin kat yüksekliği 3m olup, 1 salon, 1 mutfak, 2 yatak odası ve wc-duş olan, tüm cephelerinde penceresi olan tek katlı ve düz (teras) çatılıdır.

Konut modelinin tüm cephelerinde pencere tasarlanmıştır. Konut modelindeki pencere boyutları 8 adet 1m x 1.2m, 1 adet 0.50m x 0.80m ve tek camlı alüminyum çerçevedir. Konut modelinde 5 adet 1m x 2.3m ahşap kapı yer almaktadır. Betonarme çerçeveli yapı tuğla duvarlarla örülmüştür. İç ve dış tuğla duvarlar 11cm tuğla ebadında olup, duvarların her iki yönünde (iç/dış) 0.1cm sıva uygulanmıştır. Gölgeleme elemanı malzemesi 15cm genişliğinde betonarmedir. Yapı 15cm betonarme tavandan oluşmakta ve 10cm beton zemine oturmaktadır.

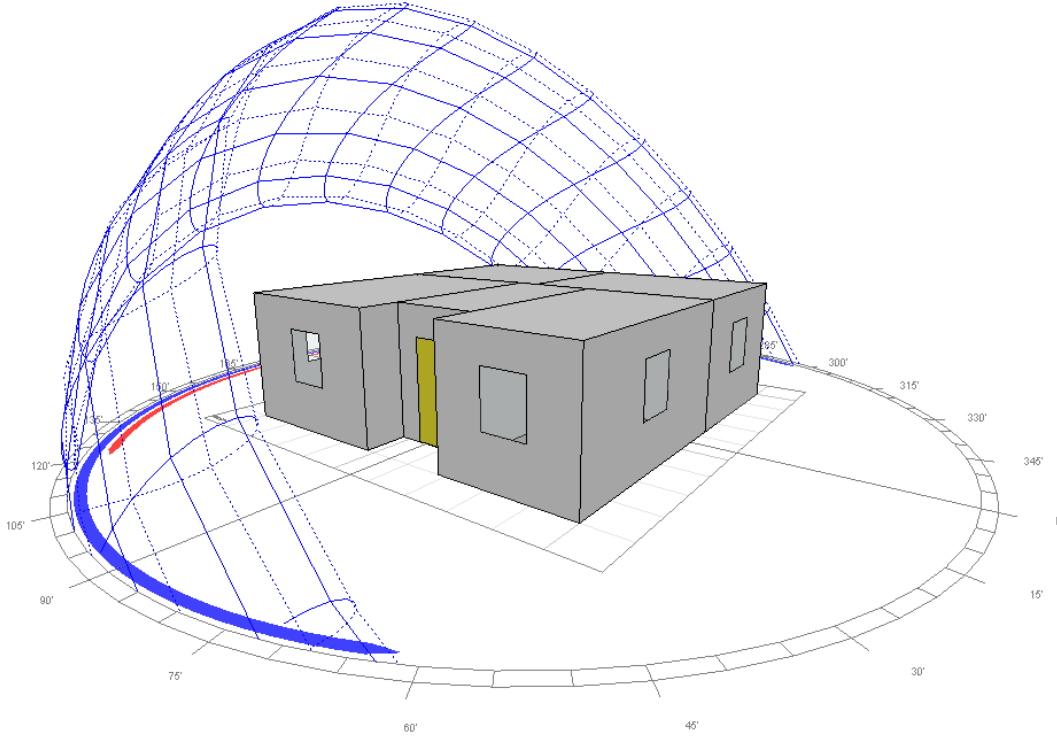
Konut modelinde kullanılan malzemeler Tablo 5.7’de gösterilmelidir. Bu bilgilerin Ecotect simülasyon programına aktarılmalıdır.

Tablo 5.7: Konut modelinin Ecotect simülasyon verileri

Yapı detayları	U-Value (W/m ² K)	Admittance (W/m ² K)	Solar Absorption
Brick Plaster (110mm brick with 10mm plaster either side)	2.620	4.380	0.418
Suspended Concrete Ceiling	2.560	4.200	0.326
Concrete Slab On Ground	0.880	6.000	0.467
Single Glazed Aluminium Frame	6.000	6.000	0.94
Concrete shading element	2.560	4.200	0.326
Door	2.260	3.190	0.46

5.2.2.1 Konut modelinin optimum yönelme açısının belirlenmesi

Konut modeli için, güneşin yıllık devriminde enleme bağlı olarak yer düzlemi ile yaptığı açılar ve yörüngelerin stereografik olarak yer düzlemine yatırıldığı güneş diyagramı Şekil 5.21’de görülmektedir.



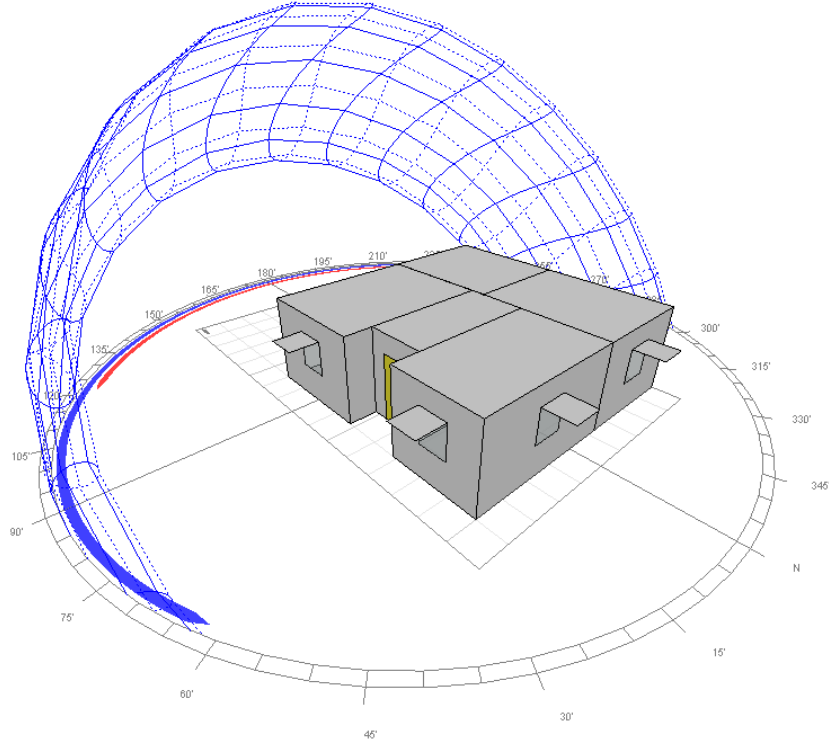
Şekil 5.21: Simülasyonu yapılan konut modeli (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Yapılan çalışmada konut modelinde birbirinden farklı bina yönlenmelerinin simülasyonu yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikle küp modelinde olduğu gibi konut modelinde de Ecotect programına aktarılması ve modelin güneş ile ilişkilendirilmesi yapılmıştır. Optimum bina yönlenmesinin bulunması için azimut 90° ile azimut 270° arasında 10° açı artırımla 19 farklı simülasyon yapılmıştır. Daha sonra yıllık toplam enerji ihtiyacının minimum olduğu açı aralıklarında 1° açı artırımla tekrar simülasyonlar yapılmıştır. Bu simülasyonlar sonucu, en düşük toplam yıllık enerji (ısıtma+soğutma) ihtiyacını veren yönlenme, optimum yönlenmedir.

5.2.2.2 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan profil açısının belirlenmesi (tüm cephelerde yatay gölgeleme elemanı tasarlandığı durum)

Yapılan çalışmada, konut modelinin tüm cephelerinde bulunan pencere üzerinde yatay gölgeleme elemanı tasarlanmıştır (Şekil 5.27). Optimum bina yönlenmesine, pencereye yatay gölgeleme elemanı eklenip profil açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10° 'lik

profil açısı artırımı ile, sonrasında da bulunan minimum enerji tüketiminin olduğu profil açıları arasında 1°'lik profil açısı artırımı yapılarak analizler yapılmıştır.

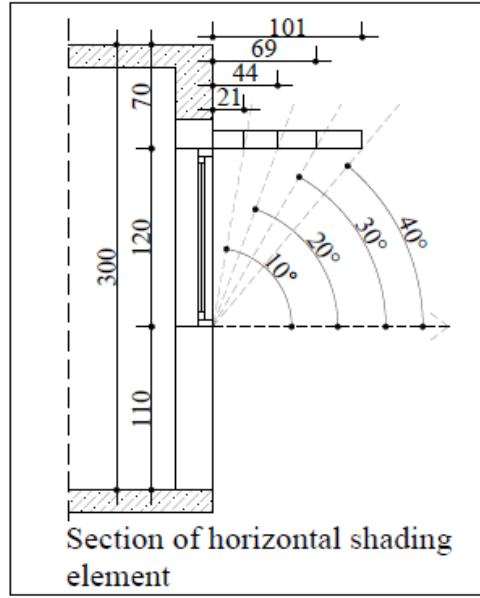


Şekil 5.22: Simülasyonu yapılan konut modeli (yatay gölgeleme elemanı olduğu durum)

Konut modelinde profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 5.8 ve Şekil 5.23'te gösterilmiştir.

Tablo 5.8: Profil açılara göre belirlenen yatay gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı profil açısı (°)	Gölgeleme elemanı uzunluğu (cm)
a)	0°	-
b)	10°	21cm
c)	20°	44 cm
d)	30°	69 cm
e)	40°	101 cm



Şekil 5.23: Yatay gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

5.2.2.3. Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması

Simülasyonu yapılan konut modelinin sonuçları Tablo 5.9’da gösterilmiştir.

Tablo 5.9: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 10°’lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması (gölgeleme elemanı olmadığı durum)

Profil Açısı Azimut Açısı	0°	Profil Açısı Azimut Açısı	0°
<u>Azimuth 90°</u>	I:92022W/m ² S:187413W/m ² T:279435W/m ²	<u>Azimuth 190°</u>	I:92523W/m ² S:185990W/m ² <u>T:278514 W/m²</u>
<u>Azimuth 100°</u>	I:92137W/m ² S:187605W/m ² T:279742W/m ²	<u>Azimuth 200°</u>	I:92749W/m ² S:186679W/m ² T:279428W/m ²
<u>Azimuth 110°</u>	I:92277W/m ² S:188057W/m ² T:280334 W/m ²	<u>Azimuth 210°</u>	I:92962W/m ² S:187388 W/m ² T:280350W/m ²
<u>Azimuth 120°</u>	I:92458W/m ² S:188401 W/m ² T:280858W/m ²	<u>Azimuth 220°</u>	I:93028W/m ² S:187841W/m ² T:280868W/m ²
<u>Azimuth 130°</u>	I:92511W/m ² S:188502 W/m ² T:281013W/m ²	<u>Azimuth 230°</u>	I:92960W/m ² S:188036W/m ² T:280996W/m ²
<u>Azimuth 140°</u>	I:92470W/m ² S:188259W/m ² T:280729W/m ²	<u>Azimuth 240°</u>	I:92779W/m ² S:187942W/m ² T:280721W/m ²
<u>Azimuth 150°</u>	I:92353W/m ² S:187612W/m ² T:279964W/m ²	<u>Azimuth 250°</u>	I:92600W/m ² S:187579 W/m ² T:280180W/m ²
<u>Azimuth 160°</u>	I:92268W/m ²	<u>Azimuth 260°</u>	I:92473W/m ²

	186872W/m ² 279140 W/m ²		187022W/m ² 279495W/m ²
Azimuth 170°	I:92247W/m ² S:186001W/m ² T:278248 W/m ²	Azimuth 270°	I:92496W/m ² 186775W/m ² 279271W/m ²
Azimuth 180°	I:92342 W/m ² S:185662W/m ² T:278004 W/m ²		

Konut modeli için yapılan çalışmada, azimut 90° ile azimut 270° arasında ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin bulunması için simülasyonlar yapılmıştır. Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, azimut 90° ile azimut 160° ve azimut 200° ile azimut 270° olan yönlenme aralığındaki toplam enerji tüketiminde önce artış olduğu sonrasında da azalma olduğu görülmüştür. Çalışmada, toplam minimum enerji tüketimi olan bölge azimut 160°, azimut 170°, azimut 180° ve azimut 190° yönlenmeleri olarak belirlenmiştir (Tablo 5.9).

Bulunan optimum yönlenme aralığı için 1°'lik azimut açısı artırımını ile simülasyonlar yapılmıştır. Yapılan simülasyon sonuçları Tablo 5.10.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.10: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için 1°'lik azimut açısı artırımını ile yıllık toplam ısıtma+soğutma enerjisi tüketiminin hesaplanması

Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²	Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²	Enerji İhtiyacı Azimut Açısı	W/m²
Azimut 160°	I:92268 S:186872 T:279140	Azimut 170°	I:92247 S:186001 T:278248	Azimut 180°	I:92342 S:185662 T:278004
Azimut 161°	I:92260 S:186761 T:279021	Azimut 171°	I:92254 S:185938 T:278192	Azimut 181°	I:92356 S:185658 T:278014
Azimut 162°	I:92257 S:186664 T:278921	Azimut 172°	I:92262 S:185896 T:278158	Azimut 182°	I:92372 S:185664 T:278036
Azimut 163°	I:92257 S:186562 T:278818	Azimut 173°	I:92271 S:185844 T:278116	Azimut 183°	I:92388 S:185725 T:278113
Azimut 164°	I:92250 S:186483 T:278733	Azimut 174°	I:92279 S:185772 T:278051	Azimut 184°	I:92402 S:185718 T:278120
Azimut 165°	I:92244 S:186396 T:278640	Azimut175°	I:92286 S:185758 T:278045	Azimut 185°	I:92425 S:185733 T:278158
Azimut 166°	I:92241 S:186296 T:278537	Azimut 176°	I:92292 S:185720 T:278012	Azimut 186°	I:92442 S:185771 T:278213
Azimut	I:92244	Azimut	I:92304	Azimut	I:92458

167°	S:186220 T:278464	177°	S:18569 <u>T:277997</u>	187°	S:185816 T:278274
Azimet 168°	I:92246 S:186139 T:278385	Azimet 178°	I:92316 S:185714 T:278030	Azimet 188°	I:92478 S:185923 T:278401
Azimet 169°	I:92251 S:186056 T:278307	Azimet 179°	I:92324 S:185682 T:278007	Azimet 189°	I:92498 S:185960 T:278458
				Azimet 190°	I:92523 S:185990 T:278514

Konut modelinin 1°'lik açı artırımıyla yapılan simülasyon sonuçlarında, minimum enerji tüketimi azimet 177° olarak belirlenmiştir. Bulunan bu optimum yönlenme için, 10°'lik profil açısı artırımıyla 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçları Tablo 5.11'de gösterilmiştir.

Tablo 5.11: Konut modelinde optimum yönlenme açısının bulunması için azimet 170° ile azimet 190° arasında 1°'lik azimet açısı artırımına 0°-40° arasında yatay gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimet Açısı	0°	10° (21cm)	20° (44cm)	30° (69cm)	40° (101cm)
Azimet 170°	92247 186001 278248	93094 185738 278832	93377 185730 279107	95127 185693 280820	96445 186229 282674
Azimet 171°	92254 185938 278192	93099 185675 278774	94184 185592 279776	95136 185620 280756	96457 186157 282614
Azimet 172°	92262 185896 278158	93108 185626 278734	94193 185528 279721	95145 185568 280713	96466 186104 282571
Azimet 173°	92271 185844 278116	93119 185569 278689	94200 185478 279678	95153 185518 280671	96469 186054 282523
Azimet 174°	92279 185772 278051	93125 185503 278628	94206 185423 279629	95159 185461 280620	96478 185998 282476
Azimet 175°	92286 185758 278045	93134 185492 278626	94219 185420 279640	95172 185444 280616	96490 185980 282470
Azimet 176°	92292 185720 278012	93144 185458 278602	94224 185387 279611	95175 185420 280596	96499 185954 282453
<u>Azimet 177°</u>	I:92304 S:18569 <u>T:277997</u>	93156 185421 278577	94236 185361 279597	95188 185399 280587	96511 185929 282440
Azimet 178°	92316 185714 278030	93171 185438 278609	94252 185375 279627	95203 185416 280619	96522 185951 282473
Azimet 179°	92324 185682 278007	93179 185419 278598	94261 185357 279618	95216 185391 280606	96533 185927 282460
Azimet 180°	92342	93197	94279	95235	96558

	185662	185421	185350	185388	185913
	278004	278618	279630	280623	282471
Azimet 181°	92356	93210	94294	95246	96570
	185658	185410	185336	185384	185909
	278014	278620	279630	280630	282480
Azimet 182°	92372	93228	94311	95263	96586
	185664	185413	185338	185372	185898
	278036	278641	279649	280635	282484
Azimet 183°	92388	93244	94327	95283	96601
	185725	185479	185405	185432	185964
	278113	278724	279732	280714	282565
Azimet 184°	92402	93258	94342	95298	96616
	185718	185474	185400	185426	185952
	278120	278732	279742	280724	282568
Azimet 185°	92425	93282	94364	95320	96640
	185733	185491	185418	185461	185986
	278158	278772	279782	280782	282626
Azimet 186°	92442	93298	94380	95337	96654
	185771	185525	185449	185496	186010
	278213	278823	279829	280832	282665
Azimet 187°	92458	93311	94397	95354	96672
	185816	185576	185496	185538	186068
	278274	278888	279894	280892	282740
Azimet 188°	92478	93329	94417	95374	96693
	185923	185678	185608	185645	186168
	278401	279007	280025	281019	282861
Azimet 189°	92498	93348	94437	95391	96716
	185960	185690	185621	185662	186180
	278458	279038	280058	281053	282895
Azimet 190°	92523	93377	94465	95419	96746
	185990	185730	185659	185702	186221
	278514	279107	280124	281121	282967

1°'lik azimet açısı artırımı ile 0°-40° profil açısı arasında yapılan simülasyon sonuçlarında optimum yönlenme açısı, azimet 177° için profil açısının 20°-30° arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.11). 1°'lik profil açısı artırımı optimum profil açısının hesaplanması için yapılan simülasyonlarda sonuçları Tablo 5.12'de gösterilmiştir.

Tablo 5.12: Azimet 177° için optimum profil açısı aralığı olarak bulunan 20° ile 30° arasındaki açıların 1°'lik profil açısı artırımı yapılarak optimum yatay gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı Azimet Açısı	20° (44cm)	21° (46cm)	22° (48cm)	23° (51cm)	24° (53cm)	25° (56cm)
Azimet 177°	94236W/m ²	94224W/m ²	94362W/m ²	94462 W/m ²	94573W/m ²	94769W/m ²
	185361W/m ²	185346W/m ²	<u>185238W/m²</u>	185307 W/m ²	185401W/m ²	185348W/m ²
	279597W/m ²	9570 W/m ²	279600W/m ²	279769 W/m ²	279974 W/m ²	280117 W/m ²

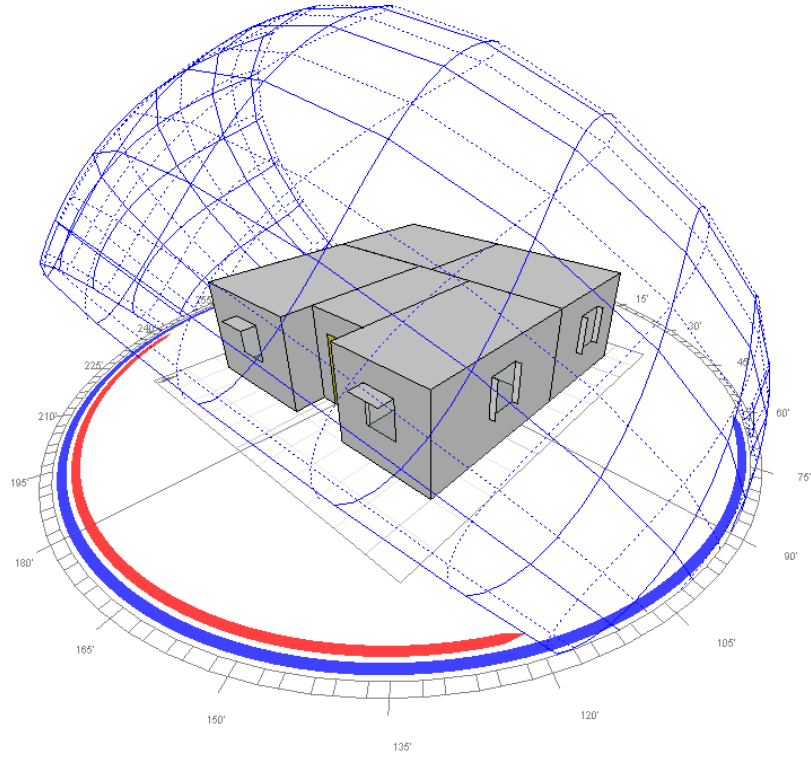
Profil Açısı Azimet	26° (59cm)	27° (61cm)	28° (64cm)	29° (67cm)	30° (69cm)
------------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Açı					
Azimet	94896W/m ²	94854W/m ²	94951 W/m ²	95132 W/m ²	95188W/m ²
177°	185414W/m ²	185372 W/m ²	185445 W/m ²	185354 W/m ²	185399W/m ²
	280310W/m ²	280226 W/m ²	280397 W/m ²	280486 W/m ²	280587 W/m ²

Konut modelinin simülasyon sonuçlarında küp modelinde olduğu gibi, profil açısının artmasıyla soğutma yükünün de arttığı görülmüştür. Sonuç olarak küp modeli için yapılan çalışmada optimum yönlenme açısı azimet 177°, optimum profil açısı 22° olarak belirlenmiştir (Tablo 5.12).

5.2.2.4 Konut modelinin optimum gölgeleme yapan genişlik açısının belirlenmesi (güney-kuzey cephesinde yatay gölgeleme, doğu-batı cephesinde düşey gölgeleme elemanın tasarlandığı durum)

Konut modelinin optimum yönlenme açısı olan azimet açısı, yukarıdaki Tablo 5.10'daki simülasyon sonuçlarında belirlenmişti. Daha sonra belirlenen azimet açısı ile tüm cephelere yatay gölgeleme elemanı uygulandığı durumda optimum gölgeleme açısı (profil açısı) belirlenmiştir.



Şekil 5.24: Simülasyonu yapılan konut modeli

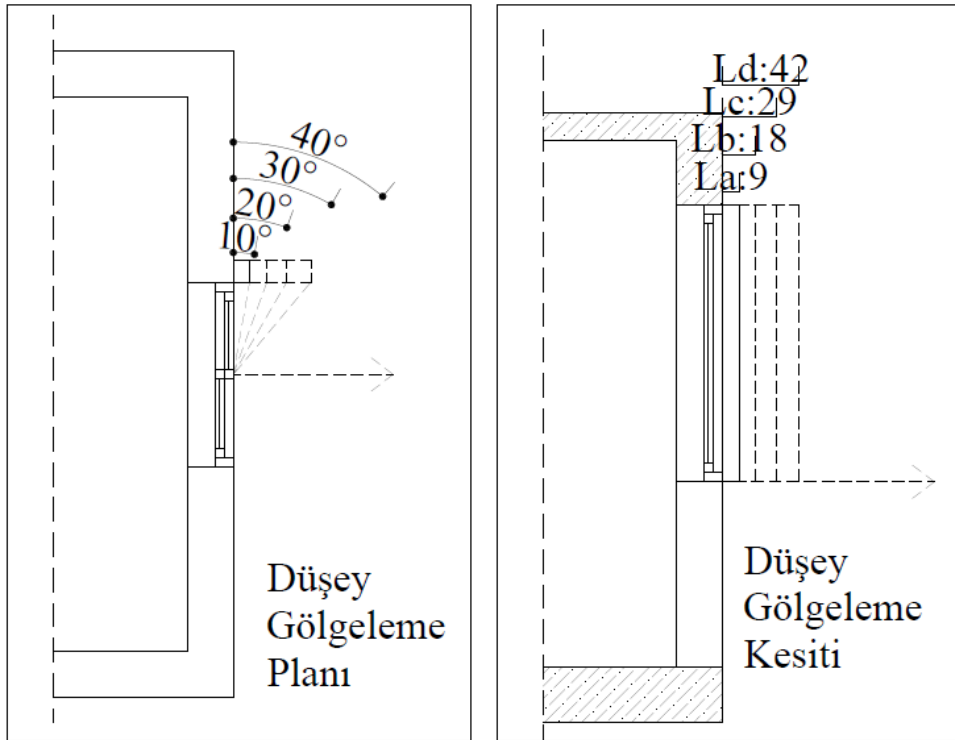
Çalışmada, belirlenen optimum yönlenme açısı ile güney ve kuzey cepheleri için bulunan optimum profil açısı sabit tutularak, konut modelinin doğu ve batı cephelerine düşey gölgeleme elemanı tasarlanarak optimum genişlik açısı belirlenmiştir.

Optimum bina yönlenmesine, kuzey ve güney cephelerinde pencereye yatay gölgeleme elemanı ile doğu ve batı cephelerinde düşey gölgeleme elemanı eklenip genişlik açısı 0° ile 40° arasında olacak şekilde 10° 'lik genişlik açısı artırımını ile, sonrasında da bulunan minimum enerji tüketiminin olduğu genişlik açıları arasında 1° 'lik profil açısı artırımını yapılarak analizler yapılmıştır.

Konut modelinde genişlik açılarına göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları aşağıdaki Tablo 5.13 ve Şekil 5.25'te gösterilmiştir.

Tablo 5.13: Genişlik açılarına göre belirlenen düşey gölgeleme elemanı boyutları

	Gölgeleme elemanı genişlik açısı (°)	Gölgeleme elemanı uzunluğı (cm)
a)	0	0
b)	10°	9
c)	20°	18
d)	30°	29
e)	40°	42



şekil 5.25: Düşey gölgeleme elemanı boyutlarının belirlenmesi

5.2.2.5 Konut modelinin simülasyon sonuçlarının yorumlanması

Simülasyonu yapılan konut modelinde kullanılan malzemelerle ilgili değerleri yukarıdaki Tablo 5.14’te gösterilmiştir. Bu bilgiler yine Ecotect simülasyon programına aktarılmıştır.

Tablo 5.14: Azimut 177° ile profil açısı 22° olarak bulunan yatay gölgeleme elemanı ile konut modeli için 0°-40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yıllık toplam ısıtma+soğutma tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı	22°				
Azimut Açısı	Azimut 177°				
Genişlik Açısı	0°	10° (9cm)	20° (18cm)	30° (29cm)	40° (42cm)
Enerji İhtiyacı	92836 W/m ² <u>185596W/m²</u> 278432 W/m ²	93605W/m ² 185659W/m ² 279264 W/m ²	94036W/m ² 185822 W/m ² 279858 W/m ²	94664 W/m ² 186216W/m ² 280880 W/m ²	95203W/m ² 186590W/m ² 281794 W/m ²

Konut modeli için belirlenen azimut açısı ve profil açısı için, 10°'lik genişlik açısı artırımla 0°-40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçlarında Azimut 177° yönlenme açısı, 22° profil açısı ve 0°-10° arasında optimum genişlik açısı belirlenmiştir.

Tablo 5.15: Azimut 177° ile profil açısı 22° bulunan yatay gölgeleme elemanı ile konut modeli için 0° ile 10° arasındaki açıların 1°'lik genişlik açısı artırımlı yapılarak optimum düşey gölgeleme elemanı boyutunun belirlenmesi için yıllık toplam ısıtma, soğutma ve toplam enerji tüketiminin hesaplanması

Profil Açısı	22°					
Azimut Açısı	Azimut 177°					
Genişlik Açısı	0°	1° (1cm)	2° (2cm)	3° (3cm)	4° (3cm)	5° (4cm)
Enerji İhtiyacı	92836W/m ² 185596W/m ² 278432 W/m ²	93260W/m ² 185541W/m ² 278801 W/m ²	93331W/m ² <u>185509W/m²</u> 278841 W/m ²	93337W/m ² 185513W/m ² 27 8850 W/m ²	93337W/m ² 185513W/m ² 278850 W/m ²	93384W/m ² 185562W/m ² 278947 W/m ²

Profil Açısı	22°					
Azimut Açısı	Azimut 177°					
Genişlik Açısı	6° (5cm)	7° (6cm)	8° (7cm)	9° (8cm)	10° (9cm)	11° (10cm)
Enerji İhtiyacı	93472W/m ² 185649W/m ² 279121 W/m ²	93483W/m ² 185563W/m ² 279046 W/m ²	93534W/m ² 185587W/m ² 279121 W/m ²	93622W/m ² 185675W/m ² 279296 W/m ²	93605W/m ² 185659W/m ² 279264 W/m ²	93680W/m ² 185624W/m ² 279304 W/m ²

Konut modelinin simülasyon sonuçlarında, azimut 177°, profil açısı 22°'ye 0°-10°'lik genişlik açısı aralığında 1°'lik genişlik açısı artmasıyla simülasyonlar yapıldığında soğutma yükünün de arttığı görülmüştür. Sonuç olarak konut modeli için yapılan çalışmada optimum yönlenme açısı; azimut 177°, optimum profil açısı 22°, genişlik açısı 2° olarak belirlenmiştir (Tablo 5.15).

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, enerji etkin bina tasarımı için bina yönlenmesi seçenekleri ile gölgeleme elemanı boyutları seçenekleri oluşturulmuş ve bu seçenekler küp ve konut modeli üzerinde incelenmiştir. Küp ve konut modelinin incelendiği Kıbrıs'ın iklim verileri doğrultusunda, bina enerji yükü hesaplama yazılımı olan Ecotect simülasyon programı kullanılarak bina yönlenme seçenekleri ve gölgeleme elemanı seçenekleri analiz edilmiştir. Yıl boyunca iç mekândaki kullanıcı konforunu sağlamak amacıyla uygulanan iklimlendirme sistemleri, önemli ölçüde enerji tüketimine neden olmaktadır. Bina yönlenmesi ile birlikte gölgeleme elemanının yeterliliği de enerji tüketimi ve kullanıcı konforunu belirleyen önemli etkenlerdir. Gölgeleme elemanı kullanıldığında, yaz ayları için optimum sonucu veren yönlenme ve o gölgeleme açısı, kış aylarında da aynı gölgelemeyi yaparak, iç mekanlardaki termal konforu düşürebilmektedir.

Ecotect programından elde edilen simülasyon sonuçları doğrultusunda, küp modelinde minimum enerji tüketimi olan bölge azimut 160°, azimut 170°, azimut 180° ve azimut 190° yönlenmesi olarak belirlenmiştir. Sonrasında 1°'lik açı artırımıyla yapılan simülasyonlarda toplam minimum enerji (ısıtma + soğutma için) tüketiminin olduğu yönlenme azimut 171° (güneyden 9° doğuya) olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, bu yönlenme için pencereye yatay gölgeleme elemanı eklediğinde, profil açısının 20° ile 30° arasında minimum toplam soğutma yükleri meydana gelmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Kıbrıs'ta bulunan küp modeli için optimum bina yönlenmesi azimut 171° (güneyden 9° doğuya), optimum profil açısı 22° olarak belirlenmiştir.

Konut modelinde minimum enerji tüketimi olan bölge azimut 160°, azimut 170°, azimut 180° ve azimut 190° yönlenmesi olarak belirlenmiştir. Sonrasında 1°'lik açı artırımıyla yapılan simülasyonlarda toplam minimum enerji (ısıtma + soğutma için) tüketiminin olduğu yönlenme azimut 177° (güneyden 3° doğuya) olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, bu yönlenme için tüm pencerelere yatay gölgeleme elemanı eklediğinde, profil

açısının 20° ile 30° arasında minimum toplam soğutma yükleri meydana gelmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, Kıbrıs'ta bulunan konut modeli için optimum bina yönelmesi azimut 177° (güneyden 3° doğuya), optimum profil açısı 22° olarak belirlenmiştir.

Konut modeli için belirlenen azimut 177° yönelmesi ve 22° profil açısı için güney/kuzey cephelerinde yatay gölgeleme elemanı, doğu/batı cephelerine düşey gölgeleme elemanı tasarlanmıştır. Konut modelinde, 10° 'lik genişlik açısı artırımıyla 0° - 40° arasında düşey gölgeleme elemanı eklenerek yapılan simülasyonların sonuçlarında optimum profil açısının 0° - 10° arasında minimum soğutma yükleri belirlenmiştir. Sonrasında 0° - 10° arasında 1° 'lik genişlik açısı artırımıyla yapılan simülasyonlarda soğutma yüklerinde artışlar olduğu görülmüştür. Sonuç olarak konut modeli için yapılan çalışmada optimum yönelme açısı azimut 177° , optimum profil açısı 22° iken, genişlik açısı 2° olarak belirlenmiştir.

Zeren, 1987, Orhon ve diğ. (1988) tarafından yapılan çalışmada, sıcak iklim bölgelerinin optimum yönelmesinin güneyden 3° güneydoğu veya kuzey yön, iyi yönelme aralıkları 10° güneybatı ile 19° güneydoğu olarak belirlenmişti.

Küp ve konut model sonuçları, Zeren ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada bulunan optimum yönelme bölgesi içinde yer almaktadır ve sonuçların birbiri ile tutarlı olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, küp modeli ile konut modeli sonuçlarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Bu nedenle daha büyük bina projelerinin simülasyonları yapılması yerine çok basit bir küp modeli ile ele alınarak yaklaşık sonuçların elde edilebileceği bu tezin sonuçları arasında yer almaktadır.

Literatürde ayrı ayrı yer alan bina yönelmesi ve bina gölgelemesi çalışmaları, küp ve konut modelleri için yapılan çalışma ile optimum yönelme açısına optimum yönelme açısı da eklenerek çalışma daha ileriye taşınmıştır. Yapılan bu çalışmanın ileride yapılabilecek birçok çalışmaya ışık tutacağı düşünülmektedir. Konu ile ilgili olarak yapılabilecek çalışmalar arasında; bina modelinde kullanılan malzemeler değiştirildiği zaman çıkacak sonuçların bina yönelmesi ve gölgeleme açısından ne gibi sonuçlar meydana getireceğine bakılabilir. Kat yüksekliği değiştiğinde, bunun sonuçları nasıl

etkilediği ile ilgili çalışma yapılabilir. Doğu ve batı yönleri için genişlik açıları birbirinden farklı alınarak simölasyonu yapılabilir.

Sıcak iklim bölgelerinde yapılan bu çalışma, farklı iklim bölgeleri için de uygulanıp sonuçlar arasında karşılaştırmalar yapılabilir. Yatay olarak kullanılan gölgeleme elemanına düşey ve kafes tipi gölgeleme elemanı eklenerek daha birçok farklı birçok çalışmanın yapılabilmesi için araştırmacılara ışık tutacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Akşit, Ş. F. (2002). *Soğutma enerjisi korunumunu hedefleyen cephe dokusunun belirlenmesinde kullanılacak bir yaklaşım*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Bayraktar, M. ve Yılmaz, Z. (2008). Bina enerji tasarrufunda pasif akıllılığın önemi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 103, 5-15.
- Bayraktar, N. ve OK, V. (2011). Gölgeleme araçlarının mekânın toplam soğutma yükleri açısından etkinliklerinin belirlenmesi. *İTÜDERGİSİ/a*, 9(1).
- Baker, N. and Steemers, K. (2003). *Energy and environment in architecture: a technical design guide*. Taylor & Francis.
- Berköz, E. (1969). *Biyoklimatik konfor yönünden tavan yüksekliğinin belirlenmesinde kullanılacak bir metot*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Berköz, E. (1973). *Güneş radyasyonu etkisinin optimizasyonu açısından binaların yönlendiriliş durumlarının belirlenmesi*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Berköz, E., Yılmaz, Z., Ünver., L. (1975). *Güneş radyasyonu ve hava sıcaklığının birleşik etkisinin kontrolünde optimum performans gösteren kabuk dizaynı*. Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyum Bildirisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.
- Berköz, E. (1978). *Antalya Ankara bölgelerinde biyoklimatik konfor yönünden optimum tavan yüksekliğinin araştırılması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Berköz, E. (1983). *Güneş ışıınımı ve yapı dizaynı*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Buldurur, M. (1983). *Kentsel tasarımda güneş enerjisinden optimum yararlanma konusunda bir araştırma ve İstanbul'da çeşitli uygulama örnekleri*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Buldurur, M. (1987). *Toplu konut planlanmasında güneş ışıınım etkeni ve mevcut imar mevzuatı*. Toplu konutlarda mekân standartları paneli bildirileri. Yapı-Endüstri Merkezi.
- Çelik, A. P. (1973). *İklimle dengeli bina tasarımında mahoney tablolarının Türkiye'ye uygulanabilirliği yönünden tartışılması*. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Yapı Araştırma Enstitüsü.

- Çelik, A. P. (1976). *Biyoklimatik konfor açısından çatı eğitimi ile izolasyon direnci bağıntısının saptanmasında bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Dikmen, Ç. B. (2011). Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örneklenmesi. *Politeknik Dergisi*, 14(2).
- Dörter, C. H. (1975). *Güneş radyasyonundan yararlanmada binalarda kabuk, yön ve form ilişkisinin araştırılması*. Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyum Bildirisi. İTÜ Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Dörter, C. H. (1994). *Konutlarda ısıtma enerjisi korunumu amaçlı mimari tasarıma yön verici ilkelerin ve çözümlerin belirlenmesinde bir yaklaşım araştırması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi İstanbul.
- Dörter, C. H. (1994). *Konutlarda ısıtma enerjisi korunumu amaçlı mimari tasarıma yön verici ilkelerin ve çözümlerin belirlenmesinde bir yaklaşım araştırması*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Elagöz, A. (1989). *Enerji korunumlu yapıların yönlendirilmesi ve biçimlendirilmesi için yeni bir metod*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Etzion, Y. (1985). Design of shading devices using a one point method. A technical communication. *Energy and buildings*, 8(4), 287-290.
- Etzion, Y. (1992). An improved solar shading design tool. *Building and Environment*, 27(3), 297-303.
- Gallo, C. Sala, M. and Sayigh, A. (1998). Architecture: comfort and energy.
- Givoni, B. (1969). *Man, climate and architecture, building research station technion*. Israel Institute of Technology. Elsevier Publishing Company Limited, Amsterdam.
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons.
- Göçer, Ö. (2015). *Atrium Tipi Binalarda Enerji Tüketiminin Azaltılması Ve Kullanıcı Konforunun Sağlanması İçin Uygun Camlama Ve Denetim Sistemi Modeli*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Göksal, T. (1998). Mimaride Güneş Enerjisi. *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, (1041).
- Kalfa, S., M. (2014). *Türkiye İklim Bölgelerinde Konut Binaları İçin Isıtma ve Soğutma Yüklerinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Keleş, N. S. (2016). *Gölgeleme elemanlarının bina enerji harcamasına ve kullanıcı konforuna etkisinin değerlendirilmesi*. 2. Ulusal yapı fiziği ve çevre kontrolü kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Kambezidis, H. (1997). *Solar Radiation and Daylight Models For The Energy Efficient Design of Buildings*. Napier University, Architectural Press, Great Britain.
- Kazmerski, L. L. Gallo, C. Sala, M. and Sayigh, A. A. M. (1998). *Architecture: comfort and energy*.
- Koca, Ö. (2015). *Sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım*. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocaaslan, G. (1991). *Hacimlerin pasif ısıtma sistemleri olarak değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Küçükdoğu, M. Ş. (1975). *Güneş enerjisinin ısısal ve ışıksal etkilerinin optimizasyonu açısından pencere boyutlandırılması*. Güneş enerjisi ve çevre dizaynı ulusal sempozyum bildirisi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Küçükdoğu, M. Ş. (1976). *İklimsel konfor ve aydınlık seviyesine bağlı görsel konfor gereksinimleri açısından pencerelerin tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Küçükdoğu, M. (1987). *Konutlarda görsel konfor gereksinimlerini karşılamada optimum performansı gösteren aydınlatma sistemi*. Toplu konutlarda mekân standartları paneli bildirileri. Yapı-Endüstri Merkezi, Harbiye-İstanbul.
- Manioğlu, G. (2002). *Isıtma enerjisi ekonomisi ve yaşam dönemi maliyeti açısından uygun Bina kabuğu ve işletme biçimi seçeneğinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir yaklaşım*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Manioğlu, G. (2011). *Enerji Etkin Tasarım ve Yenilenme Çalışmalarının Örneklerle Değerlendirilmesi*. *Tesisat Mühendisliği*, 126, 35-47.
- Ok, V. (1983). *İklimsel Karaktere Bağlı Olarak Optimum Performans Gösteren Yerleşme Yoğunluğunun Belirlenmesinde Geliştirilen Bir Yöntem*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Ok, V. (1987). *Yerleşme ölçeğinde dizayn değişkenlerinin iklimsel performansa etkileri*. Toplu konutlarda mekân standartları paneli bildirileri. Yapı-Endüstri Merkezi, Harbiye-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*, 19(1), 11-20.

- Olgyay, A. (1957). Solar control and shading devices.
- Olgyay, V. (2015). *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.
- Orhon, I. Küçükdoğu, M. Ş. ve Ok, V. (1988). *Doğal İklimlendirme*. Toplu Konut İşletmesi Proje Planlama Tasarım El Kitabı. TUBITAK YAE. Ankara.
- Özdeniz, M. (1979). *Yapma çevre tasarımı rüzgar etkeni*. Çevre, yapı ve tasarım, çevre ve mimarlık bilimleri derneği, Ankara.
- Özdeniz, M. B. (2013). *Environmental Factors (Climate Design)*. Note, Graphs and Charts. European University of Lefke.
- Rogers, R. Atherton, P. Nall, D. and Greenberg, D. (1978). A means for including shadowing in a building's thermal analysis. *Proceeding CAD*, 78.
- Sirel, H. K. (1991). *Yapılarda güneş denetimine ilişkin problemlerin çözülmesinde gölge eğrileri yönteminin kullanılması*. Mimarlık Fakültesi Yıldız Üniversitesi Matbaası. İstanbul.
- Shaviv, E. (1978). The Determination of the form of windows and sunshades in a hot climate-a case study.
- Sun, T. Y. (1968). Shadow area equations for window overhangs and side fins and their application in computer calculation. *ASHRAE J.; (United States)*, 74.
- Tokuş, A. (2009). *Bina enerji benzeşim araçları ve seçim ölçütleri Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. Mühendislik Bilimleri Dergisi. İzmir.
- Valko, P. (1973). *The Effect of shape and orientation on the radiation impact on building. Teaching the teachers on building climatology CIB colloquium*. The National Swedish Institute for Building Research, D20 Stockholm.
- Yaşa, E. (2010). *Avlulu bina biçiminin farklı iklim bölgelerinde iklimsel performansa göre optimizasyonu için geliştirilen bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Yellott, J. I. (1966). Shading coefficients and sun-control capability of single glazing. *ASHRAE Trans.; (United States)*, 72.
- Yellot, I. J. (1977). Fenestration and heat flow through fenestration, energy conservation through building design.
- Yener, C. (1973). *Yatay güneş saatleri ile yapılarda deneysel güneş kontrolü*. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. Yapı Araştırma Enstitüsü. Ankara.

- Yener, C. (1977). *Ortalama ışınsal sıcaklığa göre mimarlıkta mekânın yatay boyutlarda ölçülendirilebilmesi için bir yöntem önerisi*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Yener, A. K. (1996). *Pencerelere uygulanan gölgeleme araçlarının tasarımında iklimsel ve görsel konfor koşullarının sağlanması amacıyla kullanılacak bir yaklaşım*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Yıldız, E. (1989). *Bina içi çevre mekânlarının işlevine ve bina kabuğuna bağlı iklimsel konfor açısından yön seçiminde bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Yılmaz, Z. (1983). *İklimsel konfor sağlanması ve yoğunlaşma kontrolünde optimum performans gösteren yapı kabuğunun hacim konumuna ve boyutlarına bağlı olarak belirlenmesinde kullanılacak bir yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Yücesoy, L. (1985). *Bina dış kabuğunda yoğunlaşma ve buharlaşma miktarları ile ısı iletkenliğine etkilerinin belirlenmesi için grafik yöntem*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Yüceer, N. S. (2015). *Yapıda Çevre ve Enerji*.
- Yürekli, H. Ve Yürekli, F. (1983). *Mimari tasarımda enerji*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Zeren, L. (1956). *Mimaride güneş kontrolü*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Zeren, L. (1962). *Radyasyon hesaplayıcıları*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Yapı Araştırma Kurumu. İstanbul.
- Zeren, L. (1967). *Türkiye'nin tipik iklim bölgelerinde en sıcak devre ve en az sıcak devre tayini*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Zeren, L. (1975). *Mimarlıkta yapma çevre dizaynı ve güneş enerjisi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. Güneş enerjisi ve çevre dizaynı ulusal sempozyum bildirisi. İstanbul.
- Zeren, L. (1985). *Grand National Mosque Islamabad, Environmental Control*. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. İstanbul.
- Zeren, L. (1987). *İklimsel kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesinde yeni bir konfor grafiği. Toplu konutlarda mekân standartları paneli bildirileri*. Yapı-Endüstri Merkezi. Harbiye-İstanbul.

Zeren, L. Berköz, E. Küçükdoğu, M. Ş., ve Yılmaz, Z. (1987). Türkiye'de yeni yerleşmeler ve binalarda enerji tasarrufu amacıyla bir mevzuat modeline ilişkin çalışma. *İstanbul: İTÜ Uyg-Ar Merkezi*.

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı:** Simge Eğitimci Varoğlu
2. **Doğum Tarihi:** 18/05/1985
3. **Unvanı:** Yüksek Mimar
4. **Öğrenim Durumu:** Doktora Öğrencisi
5. **Görev Yeri:** Planlama ve İnşaat Dairesi/Bayındırlık ve Ulaştırma Bakanlığı

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
3.07	Fen Bilimleri Enstitüsü/Mimarlık Anabilim Dalı/Lisans	Doğu Akdeniz Üniversitesi	2007
3.79	Fen Bilimleri Enstitüsü/Mimarlık Anabilim Dalı/Yüksek Lisans	Yakın Doğu Üniversitesi	2013
4.00	Fen Bilimleri Enstitüsü/Mimarlık Anabilim Dalı/Doktora	Yakın Doğu Üniversitesi	halen

6. Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler (SCI& SSCI & Arts and Humanities)

Varoğlu, S. E., & Altın, M. (2017). A Method Developed for Determining the Optimum Orientation and the Optimum Shading of School Buildings in Warm Climatic Regions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(12), 7637-7649. Doi:10.12973/ejmste/80315

7. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler

Varoğlu, S. E., & Altın, M. (2017). A Method Developed for Determining the Optimum Orientation and the Optimum Shading of School Buildings in Warm Climatic Regions. *International Conference on Environmental Sciences & Educational Studies*, 18-20 October 2017 Kyrenia/Cyprus.

8. Diğer yayınlar

Özay, N., Varoğlu, S. E., ve diğerleri (2015). *Eğitimde ve Pratikte Ortaklıklar ve Sınırlılıklar*, Mimarlar Odası IV Konut Kurultayı, Lefkoşa.

Öge, F., Varoğlu, S. E., ve diğerleri (2015). *Engelli Standartları, Kent ve Binalara Yönelik Uygulama Kriterleri*, Mimarlar Odası Yayınları, Lefkoşa.

9. Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlara Üyelikler

KKTC Mimarlar Odası

10. Son iki yılda verilen lisans ve lisansüstü düzeydeki dersler

Akademik Yıl	Dönem	Dersin Adı	Haftalık Saati		Öğrenci Sayısı
			Teorik	Uygulama	
2015-2016	Güz	Profesyonel Pratik ve Uygulama	4		99
	Bahar	Profesyonel Pratik ve Uygulama	4		101
2016-2017	Güz	Profesyonel Pratik ve Uygulama	4		83
	Bahar	Profesyonel Pratik ve Uygulama	4		73
2017-2018	Güz	Profesyonel Pratik ve Uygulama	4		36

