

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ SOĞUTMA ENERJİSİ
YÜKLERİNE ETKİSİNİN İRDELENMESİNE İLİŞKİN BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ayşegül CİRİT

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL
Eş Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**

OCAK 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ SOĞUTMA ENERJİSİ
YÜKLERİNE ETKİSİNİN İRDELENMESİNE İLİŞKİN BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ayşegül CİRİT
(502091517)**

Mimarlık Anabilim Dalı

Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Programı

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL
Eş Danışman: Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**

OCAK 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502091517 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Ayşegül CİRİT**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNE ETKİSİNİN İRDELENMESİNE İLİŞKİN BİR ÇALIŞMA**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr.Gül KOÇLAR ORAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Eş Danışman : **Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr.Alpin KÖKNEL YENER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr.Rana KUTLU GÜVENKAYA
İstanbul Kültür Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZGÜNLER
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Teslim Tarihi : **14 Aralık 2011**
Savunma Tarihi : **25 Ocak 2012**

Saint Exupery sevenlere,

ÖNSÖZ

Binaların ısı korunumu ve enerji harcamalarının azaltılması enerji kaynaklarının korunması ve verimli kullanılması açısından önem taşımaktadır. Bu açıdan bakıldığında, iklim koşullarına paralel olarak bir takım tasarımlar yapılmakta, ısıtma ve soğutma enerjisi yükleri azaltılmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada, soğutmanın istendiği dönemlerde gerekli bir tasarım ögesi olan güneş kontrol elemanlarının soğutma enerjisi yüklerine, iç mekan konforuna, güneş ışıınımı kazanımı etkilerine bakılarak, pek çok alanda yararlanılabilecek bir örnek çalışma önerilmektedir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde her türlü yardımı yapan sevgili danışman hocalarım Prof. Dr. Gül Koçlar ORAL ve Yrd. Doç. Dr. Gülten MANİOĞLU'na sevgi ve saygılarımla birlikte teşekkürlerimi sunarım.

Hayat ışığıma, canım babama, fedakar anneme, hayatımda hep yolumu açan sevgili ablama, kısa sürede büyük dostum olan Banu DEMİREL'e, anlayışlarından ötürü Aydın Valiliği'nde ve AFAD'daki çalışma arkadaşlarıma ve müdürüme, fiziksel çevre denetimini bana sevdiren sayın hocam İdil AYÇAM'a (Gazi Üniversitesi Öğretim Üyesi), beni ben yapan tüm kadim dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2011

Ayşegül Cirit
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. BİNALARDA ENERJİ ETKİNLİĞİ VE ENERJİ YÜKLERİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER.....	5
2.1 Enerji Etkinliği	5
2.2 Enerji Etkinliği ve Enerji Yüklerini Etkileyen Tasarım Parametreleri.....	7
2.2.1 Binanın bulunduğu yer.....	8
2.2.1.1. İklim bölgelerine göre yer seçimi.....	8
2.2.2 Bina aralıkları.....	9
2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu	10
2.2.4 Binanın formu	11
2.2.5 Bina kabuğunun termofiziksel özellikleri.....	13
3. BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ KULLANIMI.....	17
3.1 Güneş Işınımları ve Güneş Kontrol Elemanı.....	17
3.2 Güneşin İç Mekana Etkisi.....	18
3.2.1 Saydımlık oranı	19
3.2.2 Güneş kontrol elemanının boyutlandırılması.....	19
3.2.3 Pencere düzeni.....	20
3.2.4 Yaz / kış mevsim koşulları için güneş kontrol elemanı tipolojileri.....	20
3.3 Geleneksel Güneş Kontrol Sistemleri.....	22
3.4 Güneş Kontrol Elemanı Çeşitleri.....	23
3.4.1 Dış güneş kontrol elemanları.....	24
3.4.2 İç güneş kontrol elemanları.....	26
3.4.3 Sabit güneş kontrol elemanları.....	28
3.4.4 Ayarlanabilir güneş kontrol elemanları.....	29
3.4.5 Hareketli – toplanabilen güneş kontrol elemanları.....	31
3.4.6 Pencere arası güneş kontrol sistemleri.....	32
3.5 Güneş Kontrol Elemanlarının Enerji Performansı ve İç Mekan Konforu Üzerindeki Etkisi.....	33
3.6 Güneş Kontrol Elemanlarının Soğutma Yüklerine Etkisi	34
4. KONUTLARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANININ SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA.....	35

4.1 Çalışmada İzlenen Yol.....	35
4.2 İç Çevreye Ait Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi.....	37
4.2.1 Binanın yeri ve diğer binalara göre konumu.....	37
4.2.2 Binanın formu ve yönlendiriliş durumu.....	38
4.2.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri.....	41
4.2.3.1 Opak bileşene ait özellikler.....	43
4.2.3.2 Saydam bileşene ait özellikler.....	43
4.3 Binaya ilişkin Verilerin Programa Aktarılması ve Programın Çalıştırılmasında Yapılan Kabuller.....	44
4.3.1 Yazılım programının tanıtılması.....	44
4.3.2 Bina işlevinin belirlenmesi.....	48
4.3.3 Binanın pencere açıklıklarının tanımlanması.....	49
4.4 Referans Bina İçin Güneş Kontrol Elemanı Alternatiflerinin Geliştirilmesi...	49
4.4.1 Referans binanın İstanbul için enerji simülasyonu sonuçları.....	50
4.4.1.1 İstanbul ili verilerine göre iç hava sıcaklığı değişimi.....	51
4.4.1.2 İstanbul ili verilerine göre güneş ışıınımı kazanımı değişimi.....	52
4.4.1.3 İstanbul ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi.....	53
4.4.2 Referans binanın Antalya için enerji simülasyonu sonuçları.....	53
4.4.2.1 Antalya ili verilerine göre iç hava sıcaklıkları değişimi.....	54
4.4.2.2 Antalya ili verilerine göre güneş ışıınımı kazanımı değişimi.....	55
4.4.2.3 Antalya ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi.....	56
4.4.3 Referans binanın Diyarbakır için enerji simülasyonu sonuçları.....	56
4.4.3.1 Diyarbakır ili verilerine göre iç hava sıcaklıkları değişimi.....	57
4.4.3.2 Diyarbakır ili verilerine göre güneş ışıınımı kazanımı değişimi.....	58
4.4.3.3 Diyarbakır ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi.....	59
4.4.4 Isıtmanın istenmediği dönemlerde simülasyon sonuçlarının illere göre dönemlik değişimleri.....	59
5. SONUÇLAR.....	73
KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR

ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers
CLO	: Giysilerin Yalıtım Değeri
CO²	: Karbondioksit
D/H	: Saçak Boyunun Pencere Boyuna Oranı
GKE	: Güneş Kontrol Elemanı
GLF	: Glass Load Factor / Pencere Camı Soğutma Faktörü
HVAC	: Heating Ventilation Air Conditioning
IWEC	: The International Weather for Energy Calculation
kWh	: Kilowatt saat
PVC	: Polivinil klorür
TS EN	: Türk standartları
U	: Isı geçirme katsayısı, W/m ² K
Λ	: Isı iletkenlik katsayısı, W/m [°] K

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Referans binaya ilişkin bina kabuğu katman özellikleri	42
Çizelge 4.2 : Cepelerde saydamlık oranları	43
Çizelge 4.3 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi	51
Çizelge 4.4 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışınlamı kazanımı değişimi	52
Çizelge 4.5 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi	53
Çizelge 4.6 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi	54
Çizelge 4.7 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışınlamı kazanımı değişimi	55
Çizelge 4.8 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi.....	56
Çizelge 4.9 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi	57
Çizelge 4.10 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışınlamı kazanımı değişimi	58
Çizelge 4.11 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediği toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi	59
Çizelge 4.12 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi	60
Çizelge 4.13 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.....	61
Çizelge 4.14 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.....	62
Çizelge 4.15 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.....	63
Çizelge 4.16 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışınlamı kazanımı	64
Çizelge 4.17 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışınlamı kazanımı	65
Çizelge 4.18 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışınlamı kazanımı.....	66
Çizelge 4.19 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışınlamı kazanımı.....	67
Çizelge 4.20 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.....	68

Çizelge 4.21 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.....	69
Çizelge 4.22 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.....	70
Çizelge 4.23 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.....	71
Çizelge 5.1 : İstanbul ili için güneş kontrolü elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.....	74
Çizelge 5.2 : Antalya ili için güneş kontrolü elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.....	75
Çizelge 5.3 : Diyarbakır ili için güneş kontrol elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.....	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Farklı iklim bölgeleri için uygun arazi parçaları.	8
Şekil 2.2 : Rüzgar etkileri.	10
Şekil 2.3 : Bina formları ve yönlendiriliş durumları	12
Şekil 2.4 : Bina kabuğu termofiziksel özellikleri.	14
Şekil 3.1 : Direkt, yayınlık ve yansıyan ışıma.	17
Şekil 3.2 : Gölgeleme oranı D/H.	19
Şekil 3.3 : Kış gündüzü güneş kontrol elemanı konumu.	20
Şekil 3.4 : Kış gecesi güneş kontrol elemanı konumu.	20
Şekil 3.5 : Yaz gündüzü güneş kontrol elemanı konumu.	21
Şekil 3.6 : Yaz gecesi güneş kontrol elemanı konumu.	21
Şekil 3.7 : Engellerin binaya olan mesafesinin güneş ışınlamı geçirimine etkisi.	22
Şekil 3.8 : Dış güneş kontrol elemanı örnekleri.	26
Şekil 3.9 : İç ve dış güneş kontrol elemanı karşılaştırılması.	27
Şekil 3.10 : Yaz ve kış koşullarında sabit yatay güneş kontrol elemanı.	29
Şekil 3.11 : Farklı sabit güneş kontrol elemanlarının güneş ışınlamı geçirimi.	29
Şekil 3.12 : Dış ortama entegre edilmiş saçakların yüksek ve alçak güneş ışınlamalarına etkisi	30
Şekil 3.13 : Hareket ettirilebilen dış elemanlar	30
Şekil 3.14 : İç ortamda kullanılmış ayarlanabilir güneş kontrol elemanı	31
Şekil 3.15 : Dış ortamda kullanılmış ayarlanabilir güneş kontrol elemanı.	32
Şekil 3.16 : Ara yüzey güneş kontrol elemanı jaluzi	32
Şekil 4.1 : Güney cepheye uygulanan yatay güneş kontrol elemanı	36
Şekil 4.2 : Doğu ve batı cephelerinde uygulanan düşey güneş kontrol elemanı	36
Şekil 4.3 : Örnek projenin yer aldığı vaziyet planı	38
Şekil 4.4 : Toplu konut projesi 4. blok kat planı	39
Şekil 4.5 : Toplu konut projesi 4. blok kesiti	40
Şekil 4.6 : Toplu konut projesi 4. bloğu.	41
Şekil 4.7 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın görseli.	45
Şekil 4.8 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın doğu-batı yönünde düşey güneş kontrol elemanı uygulanması.	46
Şekil 4.9 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın güney cephesinde yatay güneş kontrol elemanı uygulanması.	47
Şekil 4.10 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın güney cephesinde yatay güneş kontrol elemanı ve doğu-batı yönünde düşey güneş kontrol elemanı uygulanması.	48

BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİNE ETKİSİNİN İRDELENMESİNE İLİŞKİN BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Dünya genelindeki sanayileşme ve kentleşmenin etkisiyle birlikte, artan nüfus için gerekli enerjiyi sağlamak giderek daha zor bir hale gelmiştir. Pek çok ülkede fosil yakıtların büyük bir bölümü binalar tarafından harcandığından, binalar yüksek miktardaki karbon dioksit salınımından da sorumlu tutulmaktadır. Yenilenebilir kaynakların kullanımı hem doğal kaynakların kullanımına hem de çevre kirliliğine engel olacaktır. Yenilenebilir enerji, güneş, rüzgar, su ve toprak gibi sürekli kaynaklardan elde edilen bir enerji türüdür. Bu nedenle günümüzde, yenilenebilir enerji kaynaklarının en etkin şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Binalarda enerji harcamalarını azaltmanın yolu öncelikle binanın enerjiye olan gereksinimini enerji etkin tasarım değişkenleri yardımıyla azaltmakla mümkündür.

Yönlendirme ve bina kabuğu gibi tasarım değişkenlerinin binalarda enerji etkinliğini etkileyen en önemli parametrelerden olduğu söylenebilir. Dış ve iç ortamı birbirinden ayıran bir ayırıcı olması nedeniyle, bina kabuğu enerji kazanç ve kayıplarında bir arayüz olarak tanımlanabilir. Bina kabuğu, binanın enerji sistemlerini kontrol eden ve enerji harcamalarını azaltan en önemli elemandır. Aynı şekilde bina kabuğunda yönlendirmenin de toplam enerji harcamaları üzerindeki etkisi küçümsenemeyecek kadar fazladır. Bina kabuğundan kazanılan güneş ışıını yeglinliğı yönlendirmeye göre farklılık göstermektedir. Farklı yönlele yönlendirilmiş bir bina kabuğunun ısıtma ve soğutma enerji yüklerini etkileyen en önemli eleman olmasından dolayı, bina kabuğunun enerji etkin kontrolü binanın pasif sistemlerinin performansının artması ile mümkün olabilecektir.

Güneş ışıınıını etkisinde olan bir bina kabuğu soğutma amaçlı enerji ihtiyacını artırabilir. Direkt ya da dolaylı ısı geçişini engellemek için güneş ışıınııların değıdiğı yüzey korunmalıdır. Güneş kontrol elemanları, özellikle sıcak iklim bölgelerinde, cam yüzeylerden iç mekana geçerek fazla ısınmaya yol açan güneş ışıınıına karşı koruma gerçekleştiren en önemli pasif sistem elemanlarıdır. Bir güneş kontrol elemanının en önemli görevi güneş ışıınılarını binanın iç mekanına girmeden kesmektir. Eğer güneş kontrol elemanları pencerelerin dış yüzeylerine yerleştirilirse, güneş ışıınııların cadan geçmeden önce engellemekte daha efektif olabilirler.

Bu çalışma seçilen bir bina üzerinde yatay ve düşey güneş kontrol elemanlarının etkisini incelemektedir. Dış güneş kontrol elemanlarının farklı yerleştirilmelerinin etkisini araştırmak amacıyla, yatay ve düşey güneş kontrol elemanları dış cephede farklı yönlele yerleştirilmişlerdir. Farklı pozisyonlardaki güneş kontrol elemanlarının performansını incelemek amacıyla, iç hava sıcaklığı, direkt güneş ışıınıını kazancı ve soğutma yükü harcamalarının değışimleri, Energyplus simülasyon programının bir arayüzü olan Designbuilder isimli bir bilgisayar programı yardımıyla incelenmiştir. Çalışma; ılımlı-nemli, sıcak-kuru ve sıcak-nemli iklim bölgelerinin temsili şehirleri

olan, İstanbul, Diyarbakır ve Antalya illeri için gerçekleştirilmiştir. Çalışma aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır.

Giriş bölümünde, yaşanan enerji sıkıntısına zemin hazırlayan gelişmeler özetlenmiştir. Sanayi devrimi etkisiyle gerçekleşen hızlı kentleşme ve nüfus artışı ile birlikte enerji gereksinimindeki artış, enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan fosil yakıtların çevreye verdiği zarar ve küresel ısınma hakkında bilgi verilmiştir. Binaların enerji etkinliğinin önemi ve bina kabuğunun soğutma yükleri üzerindeki etkisi açıklanmıştır.

İkinci bölümde, enerji yükleri üzerinde etkili olan enerji etkin pasif tasarım değişkenleri açıklanmıştır. Bu değişkenler;

- Yerleşme
- Bina aralıkları
- Binanın yönlendiriliş durumu
- Bina formu
- Bina kabuğunun ıoptik ve termofiziksel özellikleri

olarak sayılabilir.

Bina kabuğunun, soğutma yükleri üzerinde etkili olan en önemli değişken olması nedeniyle bu ölçekte çeşitli önlemler alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Üçüncü bölümde, direkt, yaygın ve yansımış güneş ışıınımı, güneş ışıınımının etkileri, geleneksel güneş kontrol elemanları ve cephelerdeki güneş kontrol elemanlarının etkilerinden bahsedilmiştir. Güneş kontrol elemanları, iç güneş kontrol elemanı, dış güneş kontrol elemanı ve pencere arası güneş kontrol elemanı olarak üç farklı başlıkta incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, güneş kontrol elemanlarının soğutma enerjisi yüklerine etkisinin değerlendirildiği bir çalışma sunulmuştur. Bu çalışmada öncelikle, çalışmanın uygulanacağı binanın sahip olması gereken özellikler tanımlanmaktadır. Daha sonra referans binanın bulunduğu yer, diğer binalara göre konumu, bina formu ve , binanın yönlendiriliş durumu, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri belirlenmelidir. İklimsel koşullar için ise, çalışmada kullanılan hesaplama için hem ısıtmanın istenmediği döneme ilişkin dış iklimsel veriler hem de iç hava sıcaklığı gibi iç iklimsel verilerin gözönünde tutulmasına ihtiyaç vardır. Son olarak dış güneş kontrol elemanlarının farklı biçimlerde yerleştirilmelerine bağlı olarak farklı soğutma yükü hesaplama alternatifleri belirlenmelidir. Bu alternatifler;

- Binanın mevcut durumu (güneş kontrol elmanı yok)
- Doğu ve batı yönlerinde düşey güneş kontrol elemanı kullanılması
- Güney yönünde yatay güneş kontrol elemanı kullanılması
- Doğu ve batı yönlerinde düşey, güney yönünde ise yatay güneş kontrol elemanı kullanılması

şeklinde sıralanabilir. Mevcut bina ile ilgili özellikler belirlendikten sonra, seçilen bir simülasyon programı (Designbuilder) ile binanın tüm hesaplama alternatifleri için iç hava sıcaklıkları, direkt güneş ışıınımı kazançları ve soğutma enerjisi harcamaları hesaplanmıştır. Sonuçlar grafiklerle ifade edilmiştir.

Son olarak, beşinci bölümde ise, yapılan çalışmanın sonuçlarının değerlendirilmesi yer almaktadır. Simülasyon sonuçlarına göre, ılımlı ve sıcak iklim bölgelerinde, tasarım aşamasında cephede sadece güneş kontrol elemanı uygulamasıyla önlemler alınarak soğutma enerjisi harcamalarında %28-42'lere varan tasarruf sağlanabildiği görülmüştür.

AN EVALUATION STUDY ON THE EFFECT OF SOLAR CONTROL DEVICES ONTO COOLING ENERGY LOADS IN BUILDINGS

SUMMARY

With the effect of worldwide industrialization and urbanization, providing energy for the increasing population has become more difficult. In most countries buildings are the major consumer of fossil fuels and are responsible for a large fraction of carbon dioxide (CO₂) emissions. Using renewable resources will help to prevent the energy consumption, and environmental pollution. Renewable energy, is the energy derived from continuous resources like the sun, wind, water or from heat generated deep within the earth. Therefore, efficient use of renewable energy resources is of great importance nowadays.

One of the ways to decrease the amount of energy consumption in buildings is to minimize the energy need of the building first by means of energy efficient design parameters. Orientation and building envelope are the main design parameters affecting energy efficiency in buildings. Building envelope may be defined as an interface of the energy loss and gain as it is the separator between outside and inside of the building. Building envelope is the major element of a building with the aim of controlling energy systems and reducing energy consumption and energy expenses to a minimum. Evidently, the influence of the orientation of the building envelope has an important bearing on the overall energy consumption. The solar radiation intensity gain by means of building envelope varies according to orientation. As the major element in order to minimize heating and cooling energy load is differently oriented building envelope, energy efficient controlling of building envelope of a building will result in an increased performance of its passive system.

Building envelope exposed to the sun can admit heat from solar radiation, leading to an increase in the amount of energy needed for cooling purposes. To avoid the inflow of heat, whether direct or indirect, the surfaces on which the sun's rays fall must be protected. Sun control devices are the most important passive systems which protect the sun radiation from glazed windows which allow the penetration of incoming heat and consequently increases the risk of overheating especially in hot regions. The basic function of a sun control device is to intercept the sun's rays before reaching the building interior. If sun control devices are installed on the exterior of the windows, they are able to block solar radiation effectively before it passes through the fenestration glazing.

This study examines the effect of vertical and horizontal shading devices on a selected building. For the purpose of investigating the effects of different positions of external shading devices, vertical and horizontal shading devices were externally fixed on different directions. In order to find the performance of different positions of shading devices, the variations of the indoor air temperature, the direct solar gain and the cooling energy consumption are investigated by using a computer modeling

techniques, Designbuilder software which is an interface of Energyplus simulation program. The study was conducted for Istanbul, Diyarbakır and Antalya which are the representative cities for temperate humid, hot and dry and hot and humidclimatic regions respectively. This study consists of five chapters.

In introduction, developments causing current energy crisis are summarized. The increasing energy requirement with the effect of industry revolution, urbanization and population growth and the environmental results of burning fossil fuels and global warming are mentioned. The importance of building energy efficiency and the role of building envelope specially on cooling energy consumption are explained.

In second chapter, energy efficient design parameters effective on energy loads of building are explained. These parameters are

- Site
- Distance between building
- Orientation of building
- Building form
- Optical and thermophysical properties of building envelope

Since building envelope is the most important components wich effect the cooling load of the whole building, the precautions taken on this scale should be investigated.

In the third chapter; direct, diffuse and reflected sun radiations, the effect of sun radiation, traditional sun control devices and shading devices effects on sun control of a facade are explained. Sun control devices types are examined under three headings such as; external sun control systems, mid pane sun control systems and internal sun control systems.

In forth chapter, the approach to evaluate the effect of solar control devices onto cooling energy loads in buildings is introduced. Firstly, the essential properties of the selected building to be used in cooling energy consumption calculations are defined. Afterwards, building site, orientation of building, location of building according to the other buildings, building form and orientation, optical and thermophysical properties of building envelope should be determined. For climatic conditions, outdoor climatic data for cooling period and indoor climatic data such as indoor air temperature should be taken into consideration. Finally, different cooling loads calculation alternatives related to different positions of external sun control devices should be specified. These alternatives may be listed as;

- Current state of selected building (without sun control devices)
- Application of vertical sun control devices on west and east directions
- Application of horizontal sun control devices on south direction
- Application of horizontal sun control devices on south and vertical sun control devices on west and east directions

After determining the properties related to selected building, indoor air temperatures, direct solar radiations and cooling energy consumption for all alternatives are calculated by using a simulation programme (Designbuilder). Results are expressed with charts.

Finally, in sixth chapter, results of the study are evaluated. According to the simulation results, it is seen that during the cooling period, in the temperate and hot climatic regions, it is possible to accomplish %28-42 improvement in the cooling energy consumption by taking precautions on the facade of building only by using sun control devices.

1. GİRİŞ

Dünyada enerji kaynaklarının azalması, enerji maliyetin artmasına neden olmakta, özellikle kullanım yüzdesi büyük olan fosil enerji kaynaklarının insan sağlığı ve çevreye olan olumsuz etkileri enerji ve çevre problemlerinin yoğun olarak yaşanmasına yol açmaktadır. Bu açıdan enerji konusu gerek gelişmiş, gerekse gelişmekte olan ülkelerin gündeminde sürekli olarak yer almaktadır.

Enerji kaynaklarının giderek azalmasına karşın nüfusun giderek artmasına paralel olarak konfor gereksinmelerinin de artması, enerji gereksiniminin de giderek artmasına neden olmaktadır. Enerji harcamalarının önemli bir yüzdesi, konutlarda iklimsel konfor koşullarını sağlamak için konut ısıtılması ve soğutulması için harcanmaktadır. Teknolojinin bu günkü kadar gelişmediği dönemlerde, dış iklimsel koşulların şiddetine bağlı olarak konut ısıtması ve soğutmasında yerel mimari yöntemlerle pasif kontrol sistemleri çözümleri esas alınmıştır. Örneğin; soğuk iklimlerde ısıtma enerjisi kayıplarını minimize eden kompakt formlar kullanılırken, sıcak nemli iklimlerde daha geniş alana yayılmış, yerden yükseltilerek maksimum rüzgardan yararlanma sağlanmaya çalışılmış mimari çözümler gözlemlenmektedir [1]. Bu gibi önlemler pasif yollarla iç konfor koşullarının sağlanmasına yöneliktir. Bulunulan iklim bölgesine bağlı olarak ısıtmanın istendiği (kış dönemi) ve ısıtmanın istenmediği (yaz dönemi) süreleri değişmektedir. Bu açıdan bilindiği üzere soğuk iklim bölgelerinde birinci derecede ısıtma yükleri önem kazanırken, sıcak iklim bölgelerinde soğutma yükleri önem kazanmaktadır. Geçmiş yıllarda ülkemizde ısıtma enerjisi giderleri öncelikli öneme sahipken, özellikle son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde etkileri görülen global ısınma gibi çevresel problemlerin yanı sıra, yanlış kentleşme, aşırı yapılaşma ısıtmanın istenmediği dönemlerde (yaz aylarında) ılımlı ve sıcak iklim bölgelerinde soğutma enerjisine duyulan ihtiyacın artmasına neden olmuştur. Teknolojinin de sağladığı olanaklar sonucunda ısıtmanın istenmediği dönemde soğutma enerji ihtiyacının artması ve dolayısıyla soğutma yüklerinin artması, konutlarda soğutma yüklerinin azaltılmasına yönelik çalışmalara önem verilmesini gerekli kılmıştır.

Türkiye’de tüketilen enerjinin %40 a yakın bir oranı konutlarda tüketilen enerjidir. Konutlarda enerji tüketimi, mekan ısıtma ve soğutmasında olduğu gibi, aydınlatma, elektronik ev eşyalarının tükettiği enerjiden de kaynaklanmaktadır. Konut binalarında enerji gereksinimi miktarlarını azaltmak için yasa ve yönetmelikler yardımıyla çeşitli adımlar atılsa da, henüz yeterli verimliliğe ulaşamamıştır.

Ülkemizde güncel olarak yenileme çalışmalarında başlıca ısı kayıplarını önlemek için dış cephe yalıtım sistemlerinin bilinçli ya da bilinçsizce uygulanmaya başlandığı görülmektedir. Enerji etkin tasarımda bina içi ve bina çevresinin kontrol edilmesi esastır. Bu açıdan bina dışı çevre ve bina içi çevreyi ayırması sebebiyle bina kabuğunda alınacak önlemler büyük önem taşımaktadır. Yurt dışı ve yurt içindeki örnekler incelendiğinde mevcut binaların enerji etkin yenileme çalışmalarında en çok uygulanan yöntemler;

- Bina kabuğunun yalıtım özelliklerini geliştirmek,
- Mekanik ısıtma ve soğutma sistemleri ve sistem bileşenlerinin enerji etkin sistemlerle değiştirilmesi ve geliştirilmesi,
- Dış cephede saydam bileşene ait cam ve doğrama türlerinin enerji etkin türlerle değiştirilmesi,
- Cephelerde güneş kontrolü elemanı kullanılarak, güneş enerjisinden ısıtmanın istendiği dönemde yararlanmak, istenmediği dönemde korunmak,

olduğu görülmektedir.

Bu önlemler arasında ısıtmanın istenmediği dönemde güneş ışımasını kontrol ederek iç mekanlarda aşırı ısınmayı önlemek, dolayısıyla güneş kontrol elemanları kullanmanın, soğutma yüklerinin azaltılmasında en basit ve etkili yollardan biri olduğu bilinmektedir. Enerji etkin tasarımda soğutma yüklerinin azaltılabilmesi için en önemli strateji, güneş kontrolü ve gölgeleme araçlarının kullanımıdır. Böylece, ısıtmanın istenmediği dönemde, dış gölgeleme araçlarının kullanımı ile güneşin neden olduğu istenmeyen ısı kazançları önlenabilmektedir. Yapılan benzer çalışmalar aracılığıyla, pencerelere uygulanan gölgeleme araçlarının iklimsel ve görse konfor açısından uygun koşulları sağlayacak şekilde tasarlanmalarının ısıtma ve soğutma yükleri açısından da olumlu sonuçlar doğuracağı ve tasarımın enerji etkinliğini artıracığı vurgulanmıştır.

Bu tez çalışmasında, güneş kontrolü araçlarının soğutma yüklerine etkilerinin araştırılması ele alınmıştır. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı, mevcut bir konut binası örneğinde ısıtmanın istenmediği dönem için cephelerdeki saydam yüzeylerde (pencerelerde) yatayda ve düşeyde gölgeleme elemanları geliştirilerek, geliştirilen alternatiflerin mevcut durumdaki soğutma yüklerine etkisini incelemek, mevcut binalarda da enerji etkin tasarımda soğutma yüklerini azaltıcı öneriler geliştirilmesini sağlamaktır.

2. BİNALARDA ENERJİ ETKİNLİĞİ VE ENERJİ YÜKLERİNİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Bu başlık altında öncelikle enerji etkinliği tanımlanarak, enerji etkinliğinin önemine değinilmektedir. Bu kapsamda, binalarda soğutma enerjisi yüklerini etkileyen parametreler ısıtma yükleri ile de ilişkili olduğundan enerji yüklerini etkileyen parametreler olarak bütünlük içinde açıklanmıştır.

2.1 Enerji Etkinliği

Enerji etkinliği, enerji kaynaklarının yüksek etkinlikte kullanımı ve enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması yolu ile enerji tüketiminin ekonomik kalkınma, sosyal refah, konfor koşulları, istenilen performans düzeyi ve kaliteden ödün vermeden enerji sarfiyatının azaltılması anlamına gelmektedir. Etkin bir anlamda enerji ısıtmada, aydınlatmada, ulaşım, ev araç-gereçlerinde ve günlük yaşamın her basamağında kullanıldığında, hem ev ekonomisine hem de ulusal ekonomiye pozitif olarak ve çevreyi de ihtiyaçlardan ödün vermeden korumaya katkıda bulunmaktadır.

Enerjinin en önemli kaynağı olan petrol ve kömür gibi fosil yakıtlar hızla tükenmektedir. Sera gazı salımı enerji eldesi ve tüketimi sırasında sürekli artmakta, bunlar da küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin temel sebepleri olarak ortaya çıkmaktadır.

Enerjinin üretiminden kullanımına kadar, enerji etkinliğini artırmak, atıkları ve artık enerjiyi önlemek için enerji kaynaklarını garantiye almak, enerji bakımından dışa bağımlılığı (şu an %73) azaltmak ve enerji ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak, iklim değişikliklerine karşı daha etkin bir savaş vermek son derece önemlidir.

Ülkemiz enerji tasarruf potansiyelinin %30'unu yapı endüstrisinde, %20'sini üretim endüstrisinde, ve %15'ini de ulaşım endüstrisinde ölçümlemiştir [2].

Bina ölçeğinde ele alınacak olursa, kullanıcının kontrolünde olan değişkenler; istenilen konfor koşullarını sağlamak için, yaz aylarında güneş ışıınımını kontrol ederek, doğru tasarımıyla ve doğal havalandırma yoluyla serinletme; kış aylarında

güneşten iç mekanda hem ısıtma hem aydınlatma gereksinimi için maksimum yararlanma, ev araç ve gereçlerinde A enerji sınıfı ve üstü kimlik belgesi olan ürünler kullanma, yapma aydınlatma için etkinlik faktörü yüksek ışık kaynaklar ve aydınlatma gereçleri, otomasyon sistemleri kullanma ve tüm bunların yanı sıra bina yalıtımını iyileştirerek enerji kayıp ve istenmeyen enerji kazançlarını azaltmak olmaktadır.

Endüstriyel sektöre dünya bazında bakarak yorum yapan Lovins, aydınlatma, havalandırma ve pompalama masraflarında %70-90 oranında, elektrik motorlarında %50, ısıtma- soğutma- ofis araç gereçlerinde %60 oranlarında tasarruf olasılıklarının çokluğuna değinmiştir [3].

Günümüzde Avrupa Birliği'nde olan birçok ülke de enerji etkinliği artırarak rekabet gücünü, enerji kaynaklarının tüketilmemesini, "Kyoto Protokolü" altında iklim değişikliği konusunda varılan anlaşmaları korumak için kesin adımlarda ilerlemektedir. Bu amaca ulaşmak için, toplum bilincini aktif hale getirmeye, pazarlarda etkin olan birimleri teşvik etmeye, uygulamalarda, servislerde ve altyapıda enerji etkin standartları ve kuralları yasal olarak şart koşturmayı başlamışlardır [4].

Enerji etkinlikle ulaşılacak hedeflerden biri de 1996 yılında imzalanan Kyoto Protokolü hedefi ile aynıdır. Bu protokolün amacı, küresel ısınmayı ve buna bağlı olarak oluşan iklim değişikliğinin önüne geçebilmektir. Dünyada ülkelerin karbondioksit salımından sorumlu olmaları ve bu alanda azaltım çalışmaları yapılması beklenmektedir. Kyoto Protokolü sözleşmesinde;

- Atmosfere salınan sera gazı miktarı %5'e çekilecek,
- Daha az enerji ile ısınma, daha az enerji tüketen araçlarla uzun yol alma, daha az enerji tüketen teknoloji sistemlerini endüstriye yerleştirme sağlanacak, ulaşımda, çöp depolamada çevrecilik temel ilke olacak,
- Atmosfere bırakılan metan ve karbon dioksit oranının düşürülmesi için alternatif enerji kaynaklarına yönelinecek,
- Fosil yakıtlar yerine örneğin biyo dizel yakıt kullanılacak,
- Güneş enerjisinin önü açılacak, nükleer enerjide karbon sıfır olduğu için dünyada bu enerji ön plana çıkarılacak,

Fazla yakıt tüketen ve fazla karbon üretenden daha fazla vergi alınacak gibi binalarda enerji etkinliği gerektiren maddeler mevcuttur [5].

Kyoto Protokolü'nün 10. Maddesinde temiz kalkınma mekanizması tanımlanmaktadır. İklim değişikliğinin azaltılması ile ilgili gerçek, ölçülebilir ve uzun vadeli yararlar, proje faaliyetlerinin kontrol edilmesi, bu faaliyetleri ve protokolün uygulanması için gerekli yardımcı organların oluşturulması söz konusudur. Buradan da anlaşılağı üzere, enerji etkin tasarımı destekleyici metotlar benimsenmiştir.

Enerji etkin bina tasarımı, binadaki yapı bileşenlerinin “pasif sistemler” olarak iklimlendirmenin çözümünde kullanılmasıdır. Pasif sistemlerde, pencere, duvar ve döşeme gibi yapı bileşenleri iklimin ve güneş ışınımının etkisinden korunmak veya yararlanmak üzere birer araç olarak kullanılır. Böylece doğal olarak sağlanan iç ortam konforu ile mekanik iklimlendirme için harcanacak enerji yükü en aza indirilerek enerji verimliliğı elde edilir. Enerji etkin bina tasarımında yapı bileşenlerindeki ısı geçişleri, malzeme, iklim ve enerji temini gibi birçok konu ve bunlarla ilgili standartlar bir arada değerlendirilmektedir [6].

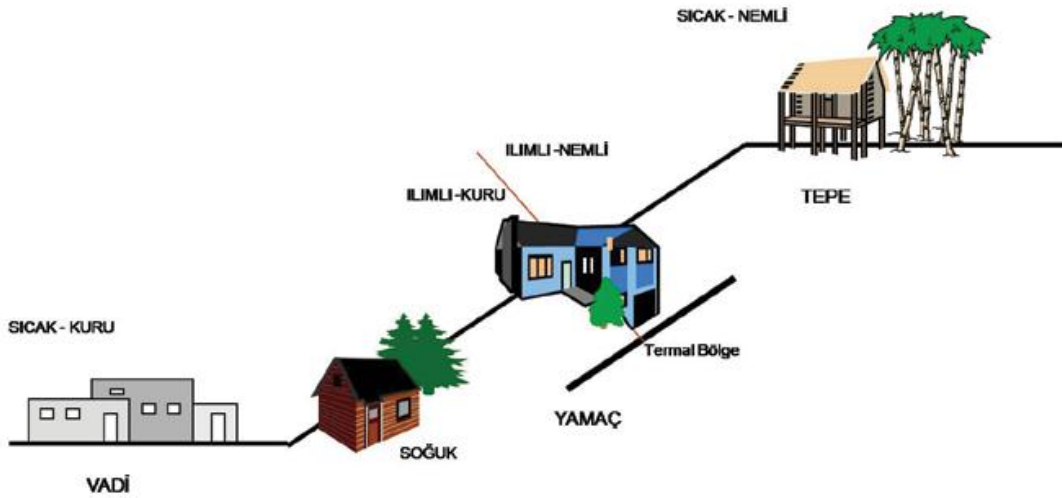
2.2 Enerji Etkinliğı ve Enerji Yüklerini Etkileyen Tasarım Parametreleri

Bir yapının enerji etkin olarak anılması için tasarım aşamasında bir takım esaslara dikkat edilmesi gereklidir. Karbon salımını azaltmak için dünyaca bir takım önlemler hedeflenmektedir. Enerji etkinlikle birlikte karbon ayak izi, bireysel olarak azaltılabilecektir. Bu açıdan yapıların tasarlanması, inşa aşaması, kullanımı ve kullanım süresini tamamladıktan sonraki yıkım ve geri dönüşüm aşaması sırasında enerjinin ve kaynakların korunumu gözetilmelidir. Alt başlıklarda açıklanacak konular, enerji etkinlik kapsamında, bir yapının tasarımından itibaren, kullanımda kaldığı sürece minimum enerji harcayarak işlevini yerine getirmesi için öngörülen parametrelerdir.

Bu parametrelerin başlıcaları, binanın bulunduğu yer, bina aralıkları, binanın formu, yönlendiriliş durumu, bina kabuğı gibi, tasarımcının kontrolünde olan parametrelerdir. Mevcut binalarda enerji etkinliğı sağlamada en etkili yol bina kabuğunda alınacak önlemler olmaktadır. Mevcut bir binanın enerji etkinliğini sağlayabilmek için, güneşten direkt etkilenen bina cephesindeki opak kabuk ve saydam kabuk aracılığı ile konfor koşullarının sağlanmasıönemlidir. Aşağıda tasarımcının kontrol edebileceğı tasarım parametreleri açıklanmıştır.

2.2.1 Binanın bulunduğu yer

Yer seçimi iklim ve hava kirliliği kontrolünde etkili olan bir dizayn değişkenidir. Bu değişken arazi parçasının eğimi, baktığı yön, yamaçtaki konumu ve örtüsü, güneş ışınlamı yansıtma özelliği gibi değişkenler bütünüdür. Konutların inşa edileceği yer seçiminde, iklim bölgelerinden yola çıkarak, güneş ışığından yararlanmak ya da korunmak alternatiflerinden birinin tercihiyle doğru karara varılır. Bu kapsamda 5 farklı iklim bölgesine göre en uygun yerleşme durumu Şekil 2.1 de verilmiştir.



Şekil 2.1: Farklı iklim bölgeleri için uygun arazi parçaları.

2.2.1.1 İklim bölgelerine göre yer seçimi

-Sıcak kuru iklim: Yüksek kotlardaki rüzgardan korunmak ve vadi tabanlarındaki göl ve nehirlerden nem sağlanması için vadi tabanına yerleşim uygundur. Sıcak kuru iklimlerde konforu sağlamak için neme ihtiyaç duyulmaktadır. Sıcak kuru iklimlerde rüzgarın konforu restore edici etkisi olmadığından rüzgardan korunmak gerekmektedir. Ancak rüzgarın karakteri değiştirilebilirse (örneğin nemli bir bölgeden geçirilerek nemli hale gelebilir) rüzgardan yararlanılabilir. Bir diğer sıcak kuru iklim tipi olan step ikliminde de yine yerleşim için su kenarlarını tercih etmek, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise yapay havuzlar yaratarak su buharının serinletici etkisinden yararlanmak gerekir. Örnek mimari olarak avluda yer alan çeşmeler avlunun serinlemesini sağlar.

-Sıcak nemli iklim: Isıtmanın istenmediği dönemde güneşin rahatsız edici etkisinin yanı sıra beraberinde deniz ve sulak alanlarda oluşan yüksek buharlaşmanın

belirleyici olduğu iklim tipidir. Nemin yarattığı konforsuzluğu önlemek için bol rüzgar alan tepeler tercih edilmelidir. Isıtmanın istenmediği dönemde güneş ışıını kazancı fazla olmamalı, cephe yüzeyleri açık renkli seçilerek, güneş ışıını yutuculuğu azaltılmalıdır. Yerleşme dokusu seyrek olmalı, rüzgara açık olmalıdır.

-Soğuk iklim: Kışların soğuk, yazların ise serin ve rahat geçtiği bölgeler olarak tanımlanır. Soğuk iklim bölgelerinde rüzgar minimize edilmelidir. Ama güneş ışıını için yamaca ve vadiye yakın yerlere yerleşilebilir. Güneş ışıınından maksimum ölçüde yararlanmak için yamaca, rüzgardan korunmak için ise yamacın alt kotlarına yerleşilmesi uygundur.

-Ilımlı iklim: Isıtmanın istendiği dönemde maksimum güneş ışıını kazancını sağlayan yön ve eğim kombinezonunu gerçekleştiren yamaç kısımları yerleşme açısından uygundur.

-Ilımlı nemli iklim tipi hakimse rüzgardan yararlanılarak nemin dağıtımının sağlanması için yamaçların üst kısımlarına yerleşilmelidir.

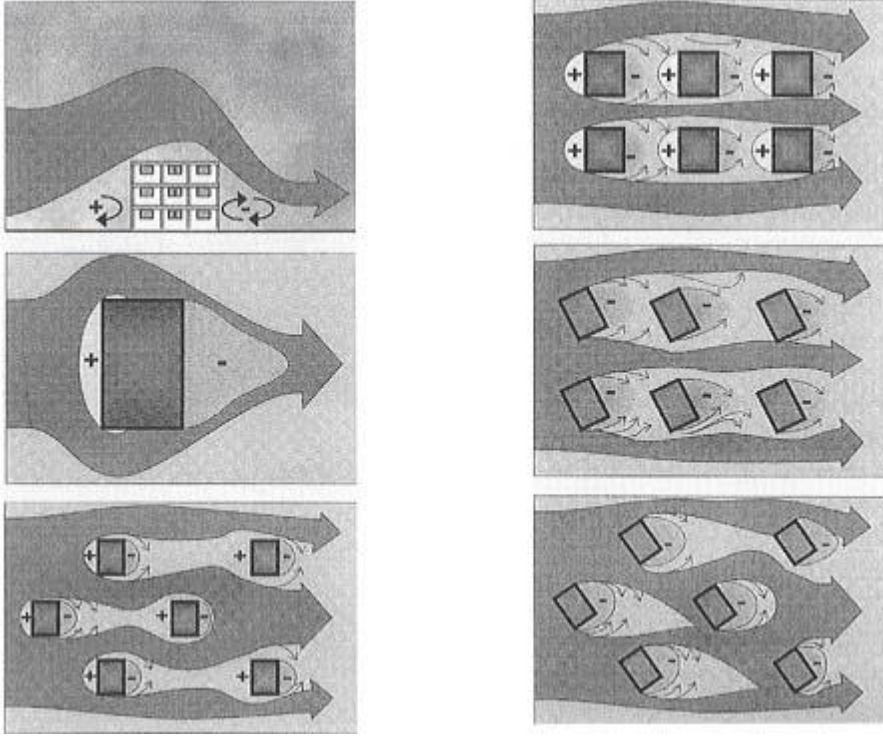
-Ilımlı kuru iklim tipi hakimse rüzgardan korunmak için yamacın orta ve alt kısımlarına yerleşilmelidir [7-14].

2.2.2 Bina aralıkları

Bina aralıklarının düzenlenmesi, yapı yükseklikleri de dikkate alınarak, binanın güneşten korunmasına ya da faydalanmasına ortam hazırlar. Bunun yanı sıra binaların konumlandırılış şekilleri, birbirleri ile olan uzaklıkları hakim rüzgarın, ya da anlık rüzgarların yönünü ve şiddetini etkiler.

İklimsel farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda; sıcak kuru iklimlerde su buharının rüzgar ile birleşerek yarattığı serinletici etkiden yararlanmak için binalar arası açık mekanların düzenlenmesinde binalar arası mesafeler önemlidir.

Binalar aralarındaki mesafelere, yüksekliklerine ve birbirlerine göre konumlarına bağlı olarak birbirleri için rüzgar açısından engel olabilirler. Tüm bu parametrelere bağlı olarak rüzgarın binalar üzerindeki etkisi ve yerleşmede oluşan rüzgar altı bölgeler (gölge bölgeleri) değişmektedir. Şekil 2.2’de bina aralıkları ve binaların konumlandırılış durumlarına bağlı olarak rüzgar etkilerinin değişimine ilişkin örnekler verilmektedir.



Şekil 2.2 : Bina aralıkları ve binaların birbirlerine göre konumuna bağlı olarak rüzgar etkilerinin değişimi [15].

Sıcak kuru iklim koşullarında bina aralıklarının sık tutularak ısıtmanın istenmediği dönemde güneşin ısıtıcı etkisi minimize edilmesi ve gölgeli alanların sağlanması olanaklıdır. Sıcak nemli iklim koşullarında ise, bina aralıkları rüzgardan yararlanmak için seyrek bir yerleşim uygulanması amacıyla düzenlenmelidir. Soğuk iklim koşullarında bina aralıkları rüzgardan korunmayı sağlayacak şekilde olmalıdır. Ilımlı iklimlerde ise, ısıtmanın istenmediği dönemlerde, soğutma enerjisi yüklerini azaltmak için rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmak üzere bina yerleşimi yapılmalıdır. Yine güneşten korunmak amacıyla binaların birbirine gölge düşürmesi sağlanmalıdır [16].

2.2.3 Binanın yönlendiriliş durumu

Binaların yönlendirilmesinde yöne göre değişkenlik gösteren iklim elemanları (güneş ışınımı, rüzgar) etkili olmaktadır. Yıl boyunca güneş ışınımı etkilerini optimize edecek bir yönlendirme ele alınmalıdır.

Serinleme ve soğutma enerjisi yüklerinin azaltılması için hakim rüzgarın serinletici etkisinden yararlanmak mümkündür. Güneş ışınımı kazancı bakımından binalarda ısıtmanın istenmediği dönemlerin hakim olduğu sıcak iklimlerde güney cephe yüzey

alanının minimum tutulması, kuzey yarım kürede yer alan binalar için kuzey cephenin geniş tutulması önemlidir. Doğu-batı yönelimlerde güneş ışıının etkisi engellenmek istendiğinden güneş kontrol elemanları kullanılabilmektedir. Güneş ışıının ısıtıcı etkisinin azaltılması amacıyla güney cephe yüzeyinde güneş kontrol elemanları uygun bir biçimde tasarlanmalıdır. Bu sayede, doğru yönlendirilmiş bir binanın, cephe üzerinde gerekli güneş kontrol elemanlarının da uygulanmasıyla soğutma enerjisi yüklerini azaltacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Soğuk iklim koşullarında bina soğutma enerjisi yüklerinden çok kısa bir dönem söz edileceğinden, güney cephe yönelimi etkindir, bu sayede güneşten maksimum yarar sağlanmalıdır.

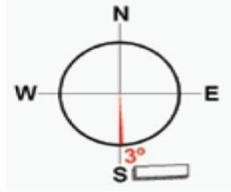
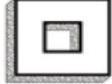
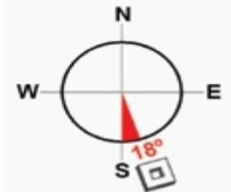
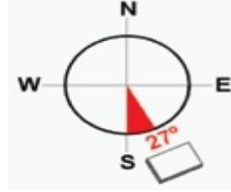
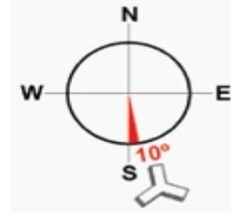
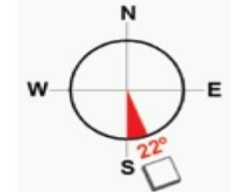
2.2.4 Binanın Formu

Bu parametre, dış kabuk alanı ilişkisi ve kabukta kazanılan veya kaybedilen ısı miktarlarının belirleyicisidir. Bina formuna bağlı olarak bina yüzeyi artmakta ya da azalmakta, bu sayede yüzeylerden kaybedilen ısı oranı yüzey alanına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Soğuk ve sıcak kuru iklim bölgelerinde rüzgara geniş cephe vermeyen bina formları, sıcak nemli iklim bölgelerinde rüzgara geniş açıklık veren bina formları, ılımlı nemli iklim bölgelerinde ise ısıtmanın istenmediği dönemde rüzgara geniş açıklık veren bina formları tercih edilmelidir. İklim bölgelerine göre uygun bina formları ve yönlendiriliş durumları Şekil 2.3'te verilmiştir.

İklim bölgesi, bina formu ve bina yönlendirilişi optimum kuzey-güney-doğu-batı yönlerine göre yapılmıştır.

Sıcak nemli iklim bölgesinde referans olarak Antalya ili, sıcak kuru iklim bölgesinde referans şehir olarak Diyarbakır ili, ılımlı kuru iklim bölgesine referans şehir olarak Ankara ili, ılımlı nemli iklim bölgesi için referans şehir olarak İstanbul ili ve son olarak soğuk iklim bölgesine referans şehir olarak Erzurum ili seçilmiştir. Bu beş şehir için rüzgar faktörü nem, sıcaklık gibi diğer iklim koşullarını taşıyıcı olarak belirlenmiş ve bina formları tüm bu parametreler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Yönlendirme açıları da belirlenerek tasarımcıya yol gösterilmiştir. Avlulu sistem, amorf formlar, mümkün olan en kompakt formlar, bina tipolojisine entegre edilerek ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler dikkate alınarak tasarlanması durumunda enerji etkinlikte rol oynayabilecektir.

İKLİM BÖLGESİ	BİNA FORMU	BİNA YÖNLENDİRİLİŞİ (Optimum Yön)
SICAK NEMLİ (Pilot Şehir: Antalya)	Rüzgara açık yüzeyli, uzun, dikdörtgene yakın 	
SICAK KURU (Pilot Şehir: Diyarbakır)	Avlulu kare tabanlı, avlulu mekana açık yüzeyli 	
ILIMLI KURU (Pilot Şehir: Ankara)	Isıtmanın istendiği dönemde rüzgara kapalı, kareye yakı kompakt 	
ILIMLI NEMLİ (Pilot Şehir: İstanbul)	Isıtmanın istenmediği dönemdeki rüzgara geniş yüzeyli, dikdörtgen ya da serbest planlı 	
SOĞUK (Pilot Şehir: Erzurum)	Rüzgara az yüzey veren, dış yüzeyi minimiz eden, kompakt, kare vb. tabanlı 	

Şekil 2.3 : Bina formları ve yönlendiriliş durumları. [17].

Ayrıca sıcak kuru iklim bölgelerinde soğutma enerjisi yüklerini azaltmak için masif, kompakt kütleler seçilmelidir. Bu sayede dış koşulların iç mekana etkisi azaltılmış olur. Sıcak nemli iklim bölgelerinde yazın aşırı ısınmayı önlemenin en önemli metotlarından biri de hakim rüzgardan yüzeyde en fazla yararlanmaktır. Bu sebeple cephe yüzeyleri olabildiğince rüzgarı alacak şekilde tasarlanmalıdır. Ilımlı iklimde de binalar soğutma enerjisi yüklerinin azaltılması bakımından rüzgardan yararlanacak şekilde, güneşten de özellikle güney cephede korunacak şekilde tasarlanmalıdırlar.

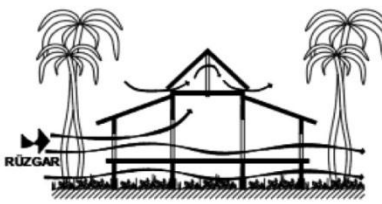
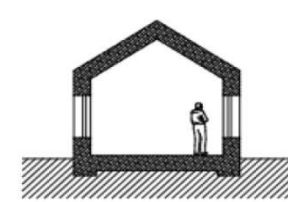
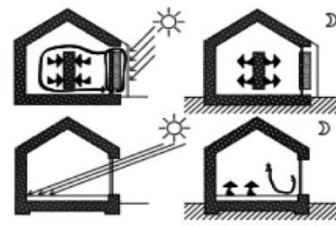
Soğuk iklimlerde öncelik soğutma yüklerinin düşürülmesi hedeflenmediğinden bina formu olabildiğince kompakt ve iç mekandaki ısıнын dış ortama çıkmasını engelleyecek biçimdedir.

2.2.5 Bina kabuğunun termofiziksel özellikleri

Bina kabuğu, optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanından, iç ve dış hava sıcaklığı ile güneş ışınımı etkileriyle, kazanılan/yitirilen ısı miktarının belirlenmesinde etkin rol oynar. İç çevre iklimsel durumu ile yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri, kabukdan yitirilen/kazanılan toplam ısı miktarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla optik ve termofiziksel özellikler, gerek iç iklim durumunun gerekse yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicileri konumundadır [18].

Binanın inşa edildiği yöresel iklimsel koşulların durumuna bağlı olarak iklimlendirme ile iç çevrede yılın yalnız belirli dönemlerinde iklimsel konfor durumu oluşturulabilir. Amaç minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre yaratma olduğundan, yapı kabuğunun minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal pasif sistem ögesi olarak işlevini yerine getirmesi sağlanmalıdır. [19]. Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin farklı iklim koşulları için değerlendirildiği özet bilgiler tablo 2.4'te verilmiştir.

Opak bileşenin yutuculuk katsayısına soğutma enerjisi yükleri açısından bakıldığında, kabuğun pürüzlülüğü, rengi, kullanılan cephe malzemesi vb. etki göstermektedir. Bunun yanı sıra, bina yüzeyinin saydamlık oranı da güneş ışınımının iç ortama geçişinin oranını, ısı kazanımını ve dolayısıyla soğutma enerjisi yüklerini kontrolü altına almaktadır. Saydamlık oranı; pencere alanının toplam cephe alanına oranlamasıyla elde edilen bir değerdir. U değeri (toplam ısı geçirme katsayısı), saydam ve opak bileşenlere özgü termofiziksel bir özellik olup bileşenlerden kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirlenmesinde etkilidir. U değeri, bileşenin ayırdığı ortamlar arasındaki sıcaklık farkı 1 °C iken birim zamanda (1 saat) bileşenin birim alandan ve bu alana dik yönde geçen ısı miktarıdır. Dolayısıyla U değeri, gerek ısıtma gerekse soğutma yüklerinde etkili olmaktadır. Bina bileşenlerinden ısı kaybı ve kazançlarında etkili diğer termofiziksel özellikler zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörüdür.

Sıcak nemli iklim bölgesi		<u>Duvarlar:</u> ısı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, güneş ışıını yansıtırlığı yüksek duvarlar, hafif konstrüksiyon <u>Pencereler:</u> İç ve dış mekan arasında hava hareketine izin veren, direkt güneş ışıınımdan korunma amacı ile gölgelendirilen, geniş açıklıklar <u>Çatılar:</u> Hava hareketine izin veren yükseltilmiş eğimli çatı
Sıcak kuru iklim bölgesi		<u>Duvarlar:</u> Günlük dış hava sıcaklıkları değişiminin büyük olması nedeni ile termal kütle etkisi sağlayan (ısı depolama kapasitesi yüksek) masif duvarlar <u>Pencereler:</u> Avlu yönünde büyük, dış cephede küçük açıklıklar <u>Çatılar:</u> Güneş ışıının ısısal etkisini azaltan düz çatılar
Ilımlı iklim bölgeleri		<u>Duvarlar:</u> İç mekanda konfor koşullarını sağlayacak yalıtım değerine sahip duvarlar <u>Pencereler:</u> Gerekli ısı kontrolünü sağlayacak büyüklükte açıklıklar <u>Çatılar:</u> Uygun izole edilmiş eğimli çatı
Soğuk iklim bölgeleri		<u>Duvarlar:</u> ısı depolama kapasitesi yüksek, iyi izole edilmiş masif duvarlar <u>Pencereler:</u> İyi izole edilmiş, gerektiğinde çok katlı camlı açıklıklar <u>Çatılar:</u> İyi izole edilmiş, eğimli çatı

Şekil 2.4 : Bina kabuğu termofiziksel özellikleri [20].

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü gibi termofiziksel özellikler, ısı depolama niteliklerinden ötürü, opak kabuk bileşenleri için söz konusu edilmektedirler. Bu özellikler bileşeni oluşturan katmanların, ısı iletkenlik katsayıları (λ), kalınlıkları (d), yağunlukları (ρ), özgül ısıları (c) ve dolayısıyla ısı kapasitelerinin fonksiyonudurlar.

Zaman geciktirmesi, gün içinde, kabuk bileşenini etkileyen maksimum dış yüzey sıcaklığı etkisinin, bileşenin iç yüzünde maksimum iç yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen zaman süresi olarak tanımlanmaktadır.

Genlik küçültme faktörü ise gün içinde, ele alınan bileşene ilişkin maksimum iç yüzey sıcaklığı ile ortalama iç yüzey sıcaklığının farkının maksimum dış yüzey

sıcaklığı ile ortalama dış yüzey sıcaklık farkına olan oranıdır, şeklinde tanımlanmaktadır.

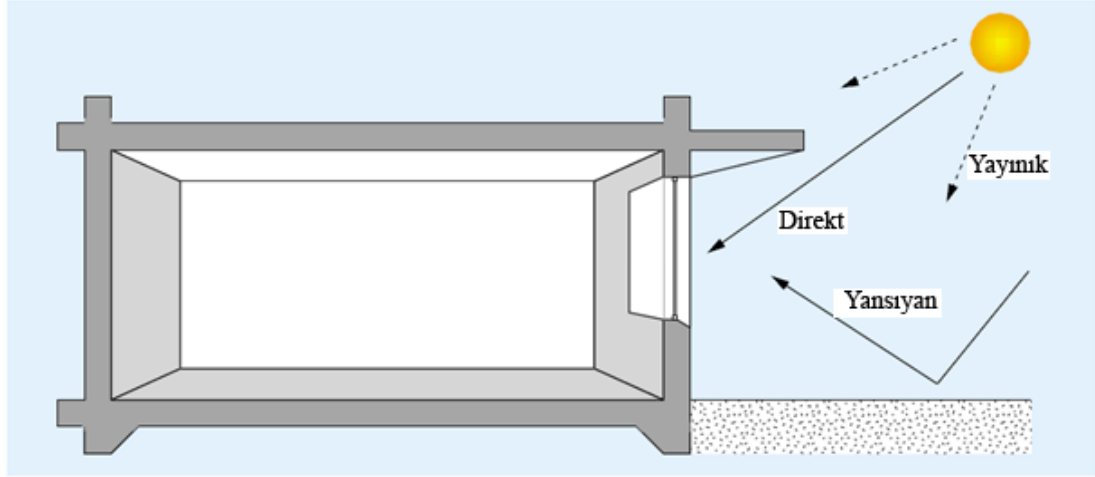
Yukarıdaki açıklamalarda da belirtildiği gibi, bina cephelerinde yalıtım, kabuğu oluşturan katmanlar, kabuk dış katmanı seçimi, saydam elemanın tasarımı vb. soğutma enerjisi yüklerini etkileyen pek çok değişken mevcuttur. Bu çalışmada, çok katlı konutlarda cephe üzerine entegre edilerek soğutma yüklerini azaltmaya yardımcı olan parametrelerden güneş kontrol elemanları ele alınmıştır. Güneş kontrol elemanları, iç, dış yada hem iç hem dışta yer alabilir. Eğer soğutma yüklerinin kontrol edilmesi amaçlanıyorsa güneş kontrol aracının cephenin dışında olmasında yarar vardı. Güneş kontrol elemanları; iç mekanda perde, jaluzi vb. elemanlarla, cephe boyunca sürekli sistemlerle (örnek çift cidar sistem) olduğu gibi, saydam yüzeylerde cam seçimiyle ara güneş kontrol elemanları kullanılarak, yatayda ve düşeyde saçaklar, panjurlar şeklinde bina cephesinde düzenlenebilmektedir.

3. BİNALARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANLARININ KULLANIMI

Güneş kontrolü, güneş enerjisi aracılığı ile ısı kazanımını önlemek ve dolayısıyla soğutma yüklerini azaltmak için binaya uygulanan ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu çalışmada güneş kontrolü elemanlarının soğutma yüklerine etkisinin araştırılması hedeflendiğinden, bu bölümde güneş kontrolü elemanları, iklimlendirme enerjisi korunumu ve ısıl konfor koşulları açısından değerlendirmeler yapılmıştır.

3.1 Güneş Işınmaları ve Güneş Kontrol Elemanı

Güneş ışınmaları genel olarak Şekil 3.1’de gösterildiği gibi üç farklı şekilde karşımıza çıkar.



Şekil 3.1 : Direkt, yayınık ve yansıyan ışıma [21].

Güneş ışınmaları yeryüzüne üç şekilde gelmektedir. Güneşten gelen direkt ışıma (kısa dalga ışıma), gökyüzünden gelen yaygın gök ışıma ve bina çevresindeki yüzeylerden ve diğer binalardan yansıyan ışıma. Güneş kontrol elemanları direkt gelen ışımları bloklamada kullanılabilirler, aynı zamanda da yaygın ışınların etkilerini de azaltabilirler [21].

Güneş kontrolü HVAC sistem denilen, ısıtma-soğutma iklimlendirme sistemlerinde soğutma enerjisi yüklerini düşüren önemli bir etkidir. Binaya etki eden güneş ışıını opak yüzeylere olduğu kadar saydam yüzeylerde de etkindir [22]. Sıydam yüzeylerden ısıtmanın istenmediğı dönemlerde bina içerisine girecek olan güneş ışıınıları iç mekana ulaşmadan engellenmelidir. Genel olarak sıcak iklimlerde güneşlenme gün sayısı fazla olduğundan soğutma enerjisi yükleri yaşam alanları için yüksek olacaktır. Sıcak nemli, sıcak kuru iklimlerin yerel mimarisi incelenecek olursa, bu tip mimaride güneşten korunma, güneşin iç mekana girişini engelleme üzerine çalışmalar yapıldığı ve güneş kontrolünün sağlandığı görölmektedir. Yaşam alanlarında konfor koşullarını sağlayabilmek için, güneşin kontrollü olarak iç mekana alınması gereklidir. Bina cephesinde saydam alanların duvarlara oranı dahil, eklenen aparatlar, storlar, vb. güneş kontrolünü sağlar [23].

Binanın bulunduğu iklim koşulları, binanın soğutma enerjisi harcamalarında kritik bir role sahiptir. Özellikle sıcak kuru - sıcak nemli iklimlerde yılın büyük bölümünde hüküm sürdüğü bölgelerde güneşin etkilerinden korunmak gereklidir. İklimsel koşullar, özellikle nemlilik ve soğutma gerekliliğı olan saatler, iç mekanda iklimlendirmenin gerekli olduğu sıcak dönemi belirler. Bu sebeple, güneş kontrol elemanları, Güneş ışıınıının binanın saydam yüzeylerinden içeri geçmesini engeller ve soğutma enerjisi yüklerini iklimlendirmede azaltmaya yardımcı olur [23].

Güneş kontrol elemanlarının kullanılmasıyla güneş ışıınımları tasarımcının kontrolüyle iç mekana etkiyebilmektedir. Farklı tipte güneş kontrol sistemleri uygulanarak direkt güneş ışıının engellenmesi mümkün olduğu gibi, yaygın gelen gün ışıının etkilerini azaltmak, yansıyarak gelen güneş ışıınıının doğrultusuna istenilen yönü vermek mümkündür.

3.2 Güneşin İç Mekana Etkisi

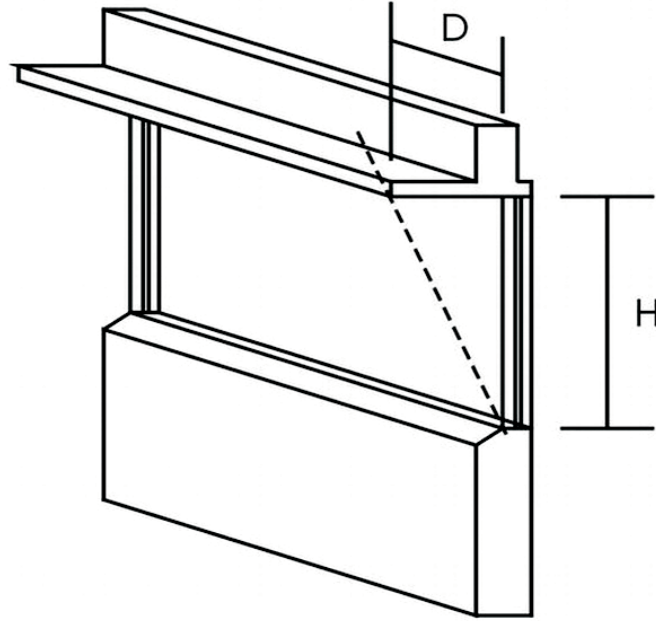
Güneşin iç mekana etkisinde, güneş kontrolü elemanı tipi, güneş kontrol elemanının derinliğı, kullanılan materyalin yansıtıcılığı, saydıamlık oranı, pencere düzeni tasarımı rol oynamaktadır.

3.2.1 Saydamlık oranı

Bina cephesinde, saydam yüzeylerin, toplam cephe alanına oranı saydamlık oranı olarak açıklanmaktadır. Güneye yönlendirilen büyük saydam yüzeyler güneş ışınımı kazancını artırır. Kuzey cephede saydamlık oranının büyük olması iç mekana direkt güneş ışınımı gelme miktarını düşürmektedir. Doğu ve batı cephelerde düzenlenecek saydamlık oranları ise gün içinde öğleden önce ve öğleden sonra elde edilen güneş ışınımı kazançlarını etkiler.

3.2.2 Güneş kontrol elemanının boyutlandırılması

Güneş kontrol elemanları profil ve genişlik açılarına göre boyutlandırılabilir. Güneş kontrol elemanlarının farklı derinliklerde olmaları aşağıda şekil 3.2’de gölgeleme oranları ile gösterilmiştir. Gölgeleme oranı D/H olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.2 : Gölgeleme oranı D/H [23].

Bir başka olgu ise, etki derecesindedir. Güneş kontrol elemanının derinliği güneş ışınımı kazancını etkileyen bir unsurdur. Derinlik faktörü arttıkça güneş ışınımı kazancı azalacaktır. Örneğin, kafes şeklinde yerleştirilecek olan güneş kontrol elemanında etki oranı hızla artmaktadır.

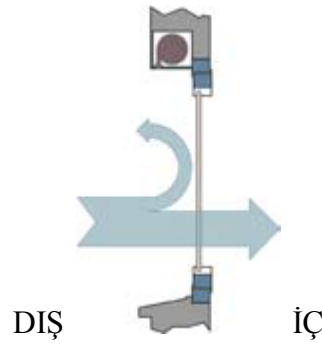
3.2.3 Pencere düzeni

Pencere düzeni genellikle tasarımcıya bırakılmış bir seçenektir. Aynı açıklıkta birden fazla pencere yerleştirildiğinde elde edilen güneş ışıını kazançlarının farklı olacağı açıktır. Pencere tasarımında uygulanan geometri, pencerede kullanılan cam çeşitleri, kasaların ve doğramaların oranı güneş ışıını etkileyecek, güneş kontrol elemanı olarak çalışacaktır.

3.2.4 Yaz /kış mevsim koşulları için güneş kontrol elemanı tipolojileri

Güneş Kontrolü, yaz ve kış mevsimlerinde, gündüz ve gece farklı şekillerde kullanılarak enerji etkin bir çözüm oluşturulabilir. Bunun için aşağıda dört farklı senaryo açıklanacaktır. (Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6)

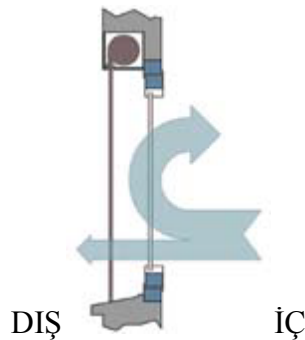
- Durum 1: kış gündüzü



Şekil 3.3 : Kış gündüzü güneş kontrol elemanı konumu [24].

Güneş kontrol elemanı, gündüz güneş enerjisinin iç mekana geçmesine izin verecek şekilde düzenlenebilir. Bu sayede ısıtma enerjisi yükü azaltılacaktır. Şekil 3.3'te dış güneş kontrol elemanı, açık pozisyonda tutulur. Cam yüzey güneş ışıının bir kısmını yansıtacak, ancak büyük bir çoğunluğunu da iç mekana iletacaktır.

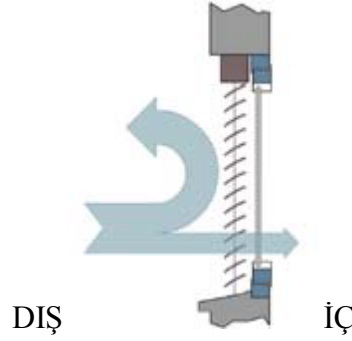
- Durum 2: kış gecesi



Şekil 3.4 : Kış gecesi güneş kontrol elemanı konumu [24].

Güneş kontrol elemanları ısı kayıplarını ekstra yalıtım oluşturmak koşuluyla minimize edecektir. Bu da ısıtma için daha az enerjiye ihtiyaç duyulacağının göstergesidir. Şekil 3.4'te gösterildiği üzere, dış güneş kontrol elemanı kapalı konumdadır. Güneş kontrol elemanının malzemesi ekstra yalıtım olarak, yani dış ortama ısı geçişini engelleyen bir unsur olarak görev yapar.

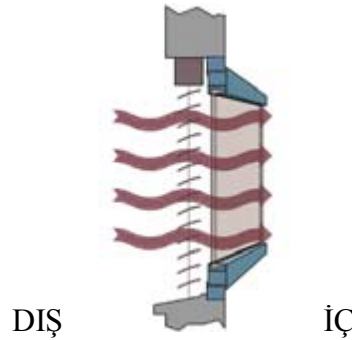
- Durum 3: yaz gündüzü



Şekil 3.5 : Yaz gündüzü güneş kontrol elemanı konumu [24].

Güneş kontrol elemanı yaz koşullarında istenmeyen ısınmayı engelleyecek unsurdur. Ayrıca daha az iklimlendirmeye ihtiyaç duyulmasını sağlar. Bu açıdan soğutma enerjisi yüklerini düşürecek en önemli faktördür. Şekilde açıklandığı gibi dış cepheye yerleştirilmiş stor sistemi aktif durumdadır. Pencere düzlemine gelen direkt güneş ışınımını %90'a varan oranda engellemiş olur (Şekil 3.5).

- Durum 4: Yaz gecesi



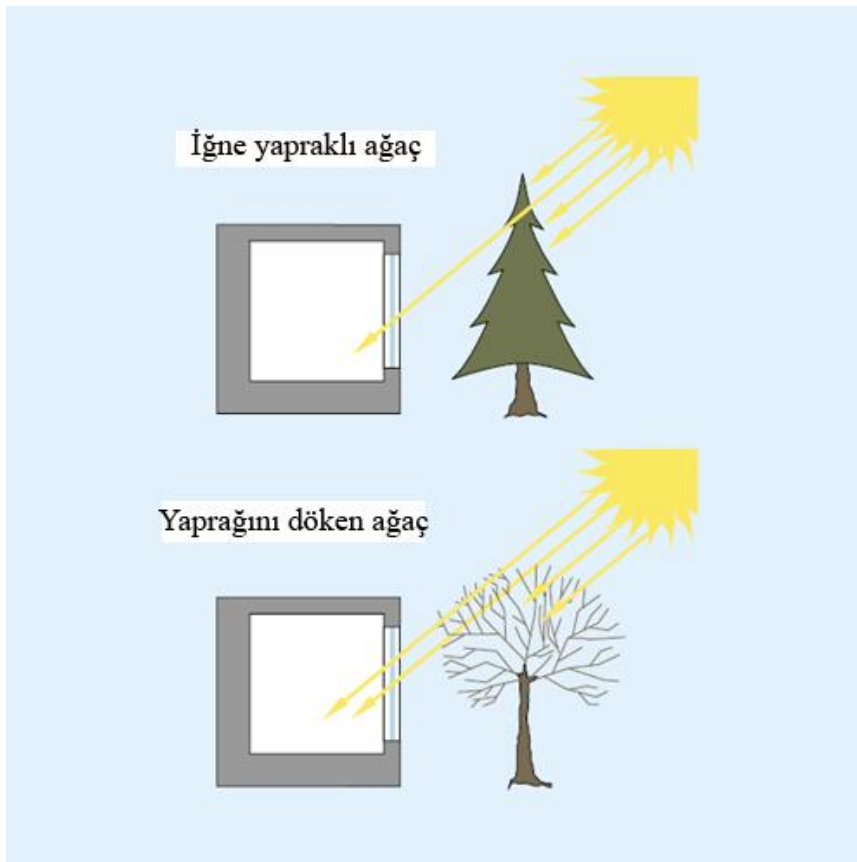
Şekil 3.6 : Yaz gecesi güneş kontrol elemanı konumu [24].

Güneş ışınlarının olmadığı zaman diliminde gece serinliğinden yararlanılabilir. Bunu da doğal havalandırma ile yapmak mümkündür. Bu husus, iklimlendirme için enerji sarfiyatını düşürecek önemli bir durum teşkil eder. Şekil 3.6'da gece esintisini iç mekana alan açık konumdaki bir pencere görülmektedir [24].

3.3 Geleneksel Güneş Kontrol Sistemleri

Geleneksel güneş kontrolünü irdelemek için tarihi kent dokusu incelenmelidir. Kentsel planlama, sıcak iklimlerde daha serin, daha konforlu bir çevre için gölgelemeyi gerektirir. Kompakt bir kentsel taslak, birbirine gölge düşüren komşu binaları gösterir [25].

Bitkilendirme ile ağaç, asma, çalı ve yer örtücü küçük bitkiler, güneş ışınımını kontrol etmede ve gölgeleme amacıyla kullanılabilir. Örneğin, yapraklarını döken bitkiler pergola sistemlerine sardırılarak geleneksel güneş kontrol elemanı oluşturulabilir (Şekil 3.7) [26].



Şekil 3.7 : Engellerin binaya olan mesafesinin güneş ışınımı geçirimine etkisi [21].

Geleneksel panjurlar özellikle Akdeniz iklim tipinde güneş kontrolü elemanı olarak sıkça karşımıza çıkar. Yatay çıtalarla gölgeleme başarıyla yapılırken, aydınlatma ve doğal havalandırmaya da sistem izin verir. Direkt ve yaygın ışınım güneşlikler tarafından kırılmış ve istenmeyen ısı, iç mekana ulaşmadan yansıtılmıştır. Bu sayede iç mekanda istenmeyen ısı kazanımlarına da engel olunmuştur [27].

Saçak şeklindeki aşıklar da geleneksel güneş kontrol elemanları kapsamında incelenebilir. Bu güneş kontrol elemanı sıcak iklimlerde sabit olarak tasarlanmıştır. Güney cephede, güneş tepedeyken direkt güneş ışınlarının iç mekana geçmesini engeller. Ancak güneşin açısı ve etkisi azalmaya başladığında ise iç mekana ulaşmasına izin verir. Yazın saçaklar farklı amaçlarla kullanılabilirken, kış mevsiminde güneş ışınlarını düşük açılı gelmesinden ötürü kırmaz, iç mekan ısıtma yüklerini de artırmaz [28].

3.4 Güneş Kontrol Elemanı Çeşitleri

Dış ve iç güneş kontrol elemanları seçenekleri çok fazladır. Bunlar yenilenen bir bina cephesine de yeni tasarlanan ve yeni inşa edilen bir bina cephesine yerleştirilebilir. Dış mekan için üretilen güneşlikler, düşey panjurlar, ve düşey kepenkler en iyi güneş kontrol elemanı olarak tariflendirilmektedirler. Ancak piyasada endüstriyel ürünler farklı ihtiyaçlar için lokal olarak üretilmektedir. İç mekan için de çok çeşitli güneş kontrol elemanları mevcuttur. Bunlardan bazıları jaluziler, stor perdeler, kırmalı ve Roma güneşlikleri, karartma perdeleri bunlardan bazılarıdır [29].

Güneş kontrol elemanları, dış, iç, dönemsel, sabitlenmiş ya da hareketli, gün ışığını geçirmeye yardımcı olan ve hatta yalıtım sağlayan güneş kontrol elemanları olarak sınıflandırılabilir.

Bazı güneş kontrol elemanları iki yönlü de çalışabilir. Yalıtılmış iç güneş kontrol elemanları ya da panjurlar, iyi bir tasarımla oluşturulduktan sonra gece kapalı tutulduklarında termal bariyer olarak davranırlar. Bu sayede iç mekandaki hava koşullarını dış ortama geçirmezler. İşlenmiş camlar, prizmatik araçlar, yansıtıcı yüzeyler gibi gölgelemeyi ve ışığın yönlendirilişini seçicilikle kontrol ederler [25, 30,31].

Güneş kontrol elemanı tipini seçerken bina özelliklerini ve binanın bulunduğu yerleşkeyi, yönlenmeyi, bina tipini ve binanın kullanım amacını, gökyüzü durumlarını (direk, yaygın ya da yansıyan güneş ışınımı bileşenleri) ve elverişsiz şekilde içeri giren sokak aydınlatmaları gibi diğer ışık kaynaklarını göz önünde bulundurmak gereklidir [32].

Binaya ulaşan güneş ışınımını miktarı, dış mekan yüzeylerinden yansılardan ve dış ortamın soğurma özelliklerinden etkilenir. Güneş kontrol elemanının rengi ve materyali, elemanın verimliliğini etkileyen bir faktördür. Güneş kontrol elemanının yansıtıcılık özellikleri geliştirilerek hacmin derinliklerine kadar gün ışığının ulaşmasını sağlamaları ile yapma aydınlatma yükünü azaltmaları mümkün olmaktadır. Sabit güneş kontrol elemanları, basitliğinden, dayanıklılığından, düşük maliyet ve bakım giderlerinden ötürü genellikle tercih edilir. Sabit güneş kontrol elemanları, yükselik açısı düşük olan kış güneşine izin verirken, yükseliş açısı büyük olan yaz mevsiminde binaya düşen güneş ışınlarını bloke etmedeki performansları yüksektir.

Bunun yanı sıra kapalı gökyüzü koşullarında iç mekan aydınlatması konusunda iyi tasarım ön plana çıkmaktadır [31,33-34].

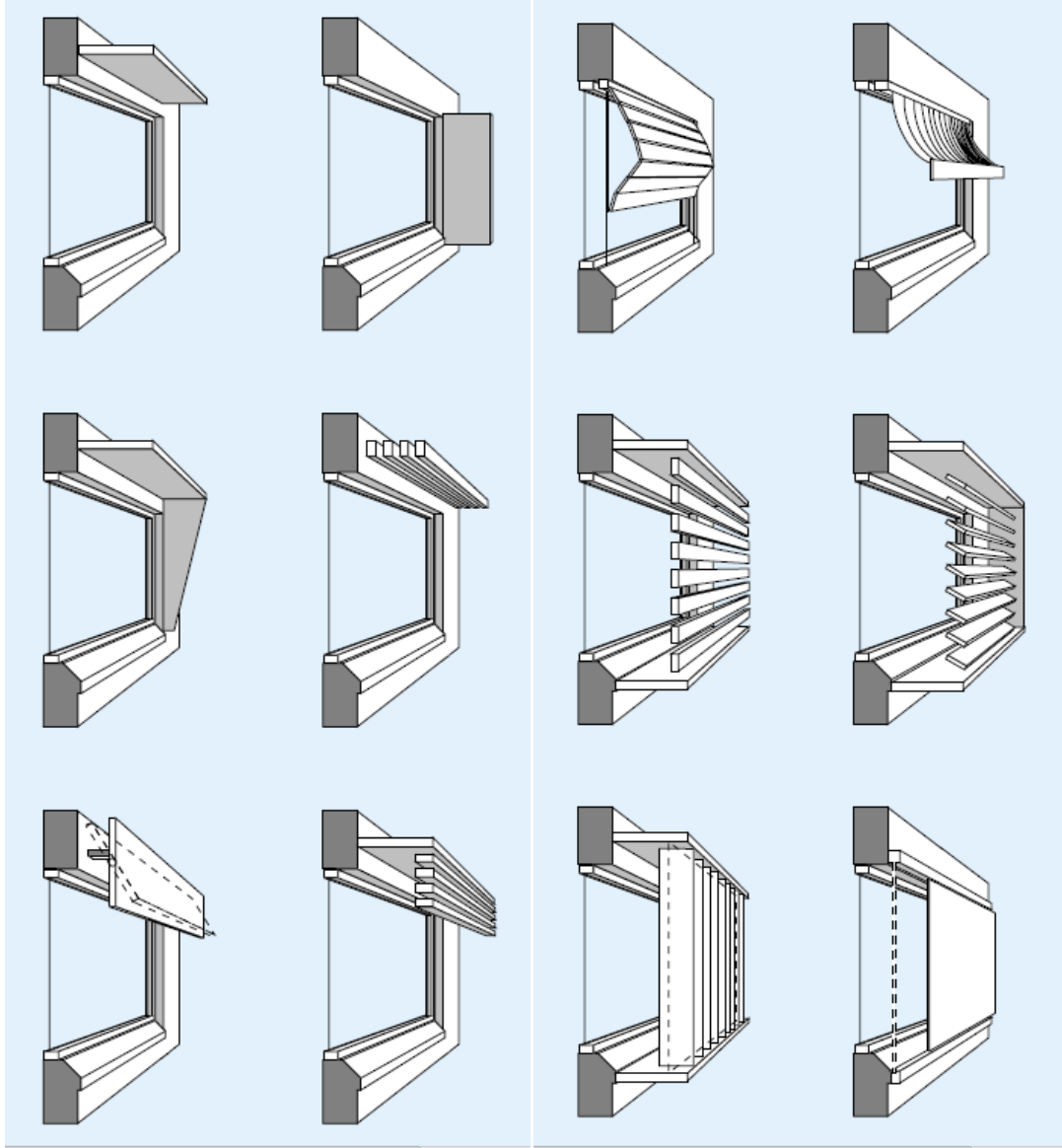
Hareketli güneş kontrol elemanları çok daha esnek uygulama alanına sahiptirler. Güneşin hareketlerine göre en uygun şekilde kontrolü sağlamada ve kamaşmayı engellemede etkin elemanlardır. Hareketli ve içeri çekilebilir-katlanabilir güneş kontrol elemanları, kış koşullarında ve bulutlu hava koşullarında hareket ettirilebildiğinden, optimum güneş kontrolü ve aydınlanmaya yardımcı olurlar. Pek çok iklim koşullarına uyum sağlama kabiliyetleri mevcuttur [34-35].

3.4.1 Dış güneş kontrol elemanları

Soğutma enerjilerinin azaltılmasına yönelik enerji etkin tasarımda en önemli strateji, güneş kontrolü yapılmasıdır. Gölgeleme istenen dönemde dış güneş kontrol araçlarının kullanılması, hacimde güneşin neden olduğu ısı kazançlarının önlenmesinde başarılı bir yöntemdir. Pek çok güneş kontrol elemanı tipi içerisinde en etkili olan kontrol sistemi, güneş ışınlarını durdurması ve güneş ışınlarının yarattığı enerji kazançlarını dağıtması sebebiyle dış güneş kontrol elemanlarıyla oluşturulandır. Ancak, bina imalatı sırasında uygulaması pahalı olan ve ileriye dönük bakım zorluğu olan ve estetik karakterini etkileyecek olan güneş kontrol sistemi de dış güneş kontrol sistemidir.

Bitkilendirme yöntemi ile genellikle yaprak döken ve dökmeyen ağaçlar, asma ve çalılar kullanılarak mevsimsel güneş kontrolü sağlanabilir. Sabit dış güneş kontrol elemanları genellikle yatay saçaklar, düşey elemanlar, kalıcı güneşlik ve markizler formlarında karşımıza çıkarlar. Hareketli dış güneş kontrol elemanları ise panjur, jaluzi, güneşlik sistemleri gibi farklı iklim koşullarına adaptasyonu sağlanabilen, tamamen toparlanıp katlanabilir, kontrol edilebilir şekillerde uygulanabilirler [32]. Hareketli güneş kontrol elemanları sert iklimlere dahi uygulanabilir, ancak güneş kontrol elemanının güçlendirilmesi ve rüzgarın yol açabileceği hasarlara karşı sağlamlaştırılması gereklidir. Öngörülere göre tasarlanmamış ve uygulanmamış olan güneş kontrol elemanlarının bakımı zor, pahalı ve tehlikeli olabilmektedir. Dış elemanlar, direkt, yaygın ve yansıyan ışınları kontrol etmede çok etkilidir. Bunun yanı sıra, gün ışığı derecelendirmesini de ısıl kazançları da kademelendirebilmektedir. Elemanlar, aynı zamanda, cepheden ve açıklıktan engellenmemiş havalandırmayı sağlayabilirler. Hareketli elemanlar kapatılmış konumdayken, kapalı hava koşullarında aydınlatmayı engelleyecek bir sorun olarak da problem yaratmazlar. Güç destekli dış güneş kontrol elemanları, güç kesintisinde de kullanıcı kontrolüyle denetlenebilmektedir [36].

Şekil 3.8’de dış güneş kontrol elemanlarına ait örnekler görülmektedir. Bu örneklerde, güneş kontrol elemanın sabit bir saçak olması durumu, sade bir saçak şeklinde tasarlanmış güneş kontrol elemanının yerleştirildiği pencere düzleminde doğu ve batı yönünden gelecek olan güneş ışınlarını kontrol edebilmek amaçlı, düşey elemanlar kırılımlı ve kırılımsız olarak yerleştirilmesi durumu, saçak elemanının perfore olarak uygulanmasıyla güneş kontrolüyle birlikte aydınlatma seviyesinin de kontrol edilmesi durumu, yatay güneş kontrol elemanının hareketli uygulanması durumu, sabit yatay güneş kontrol elemanına yatay ızgara sisteminin entegre edilmesi ile daha kontrollü bir gölgeleme sistemi oluşturulması durumu, pencere düzleminin yatayda alt ve üst noktalarına yerleştirilen elemanların arasına düşey ve hareketli güneş kontrol elemanının yerleştirilmesi durumu, yatayda yerleştirilen saçakların arasına yine yatayda ızgara sisteminin yerleştirilmesi durumu, yatayda ve düşeyde etkin güneş kontrolü sağlamak için eleman eklenmesi ve arasına ızgara sistemi döşenmesi durumu, yatay ve düşey sabitleme elemanları arasına panjur vb. sistemlerin yerleştirilmesi durumu şematik çizimlerle açıklanmıştır.



Şekil 3.8 : Dış güneş kontrol elemanı örnekleri [21].

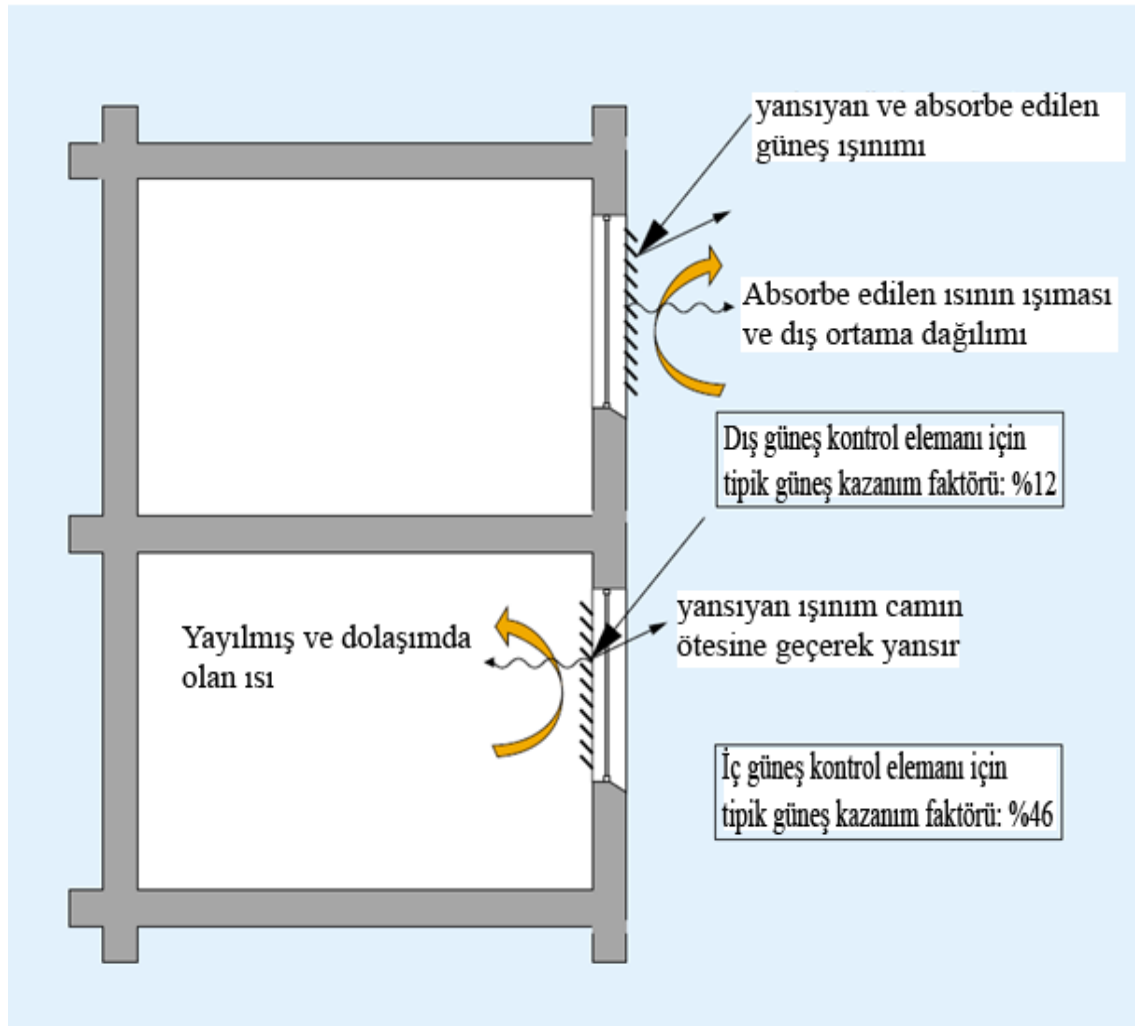
3.4.2 İç güneş kontrol elemanları

İçeride uygulanan güneş kontrol elemanları genellikle ayarlanabilir ve katlanabilir olmaktadır. Formları genellikle, stor perdeler, perdeler, ve jaluziler şeklindedir. Uygulamaları ve bakımları kolaydır ve gece dış mekan ile iletişimin kesilmesini de sağlarlar. Kamaşmanın temel sebebi olan yaygın ve yansıyan ışığı kontrol etmede çok etkili sistemlerdir. Perdeler ve jaluziler kamaşmayı azaltabilirler, panjurlar da güneş ışınımının direkt iç mekana ulaşmasını engellerler. İç güneş kontrol elemanları ortama ulaşan direkt gün ışığını pencere sistemini geçene kadar bloke edemezler. Bu sebeple iç güneş kontrol elemanları çok yüksek yansıtıcılık özelliğine sahip değillerse termal olarak efektif değildirler. Güneşlenme gün sayısı yüksek olan

yerlerde aşırı ısınmayı engellemek önemlidir. İç güneş kontrol elemanları bu noktada etkin bir çözüme ulaştıramayacaktır [34,36].

Doğru tasarımıyla uygulandıkları takdirde jaluziler, direkt gün ışığını yaygın ışık olarak iç mekana taşıyabilirler. Bu sistem, kullanıcılar tarafından çalıştırıldığından etkili olmayan uygulamalar da söz konusu olabilir. Otomasyon sistemi bir miktar maliyeti artıracak olsa da büyük ofis binalarında tercih edilmektedir [34].

İç güneş kontrol elemanları, aydınlatma açısından kamaşmanın önlenmesine olanak vermekle birlikte güneş ışıını iç mekana ulaşmış ve enerjilerini soğrulma yolu ile ortama bırakarak ısı açığa çıkarmış olduğundan, mekanik soğutma ya da havalandırma sistemlerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Reflekte sistemler kullanıldığında ışıınlar geri gönderilmektedir, ama geri yansıma söz konusu olduğundan sistem tam olarak çalışmamaktadır [37]. Şekil 3.9'da iç ve dış güneş kontrol elemanlarının karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 3.9 : İç ve dış güneş kontrol elemanı karşılaştırılması [21].

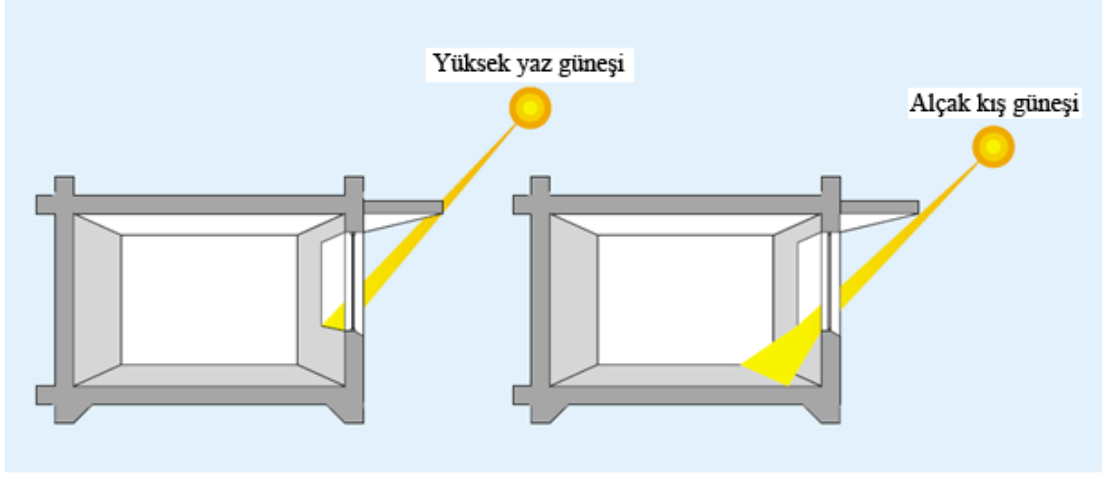
3.4.3 Sabit güneş kontrol elemanları

Sabit güneş kontrol elemanları genellikle bina dış cephesine kurgulanmıştır ve pek çok mimari tasarım olanağına imkan sunar. Tipik formları; yatay saçaklar, düşey elemanlar, ya da düşey ve yatayı kombine etmiş “egg-crate” olarak da nitelendirilebilen kare kafes sistem aygıtlar olarak karşımıza çıkar. Girintili pencereler de bir çeşit sabit güneş kontrolü elemanına sahiptir. Direkt güneş ışığını engellemede başarılıdır, imalat sırasında herhangi bir ekstra maliyet çıkarmaz, ancak yaygın ya da yansıyan ışığı engellemede efektif olamamaktadır.

Düşey elemanlı güneş kontrolü sistemi, sabit güneş kontrol elemanında kullanılan bir uygulamadır. Bu uygulama ile yüksek açılı direkt güneş ışığını engellemede kullanılabilecek en basit formattır. Küçük enlemde yer alan arazilerde doğu ve batı cephelerde uygulanması istenir. Sıcak ve ılımlı iklimlerde, Akdeniz iklimi gibi, soğutma yüklerinin yüksek olduğu bölgelerde, saçak genellikle jaluzi şeklindedir. Bu sayede bina cephesinde hava rahatlıkla hareket edebilecek, serinletici etkisini bırakabilecektir [30,38].

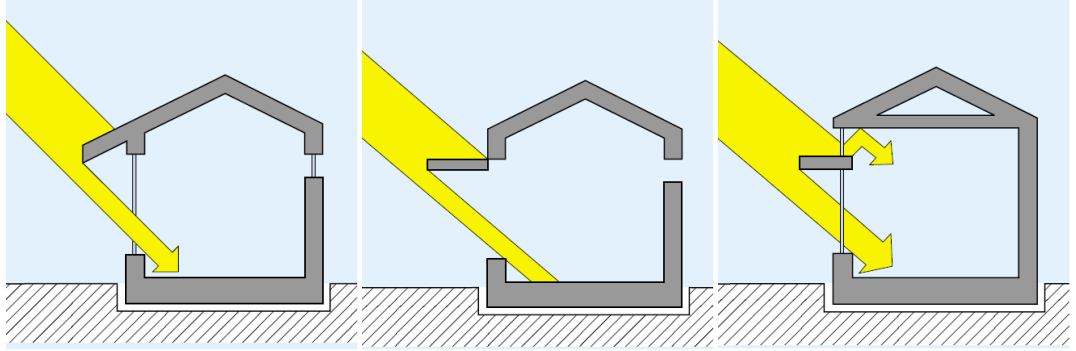
Sabit güneş kontrol elemanında temel karar, ışığın geçmesine izin verilen açıklığın yönlendirilişidir. Doğru tasarlandığı ve güneye yerleştirildiği takdirde yatay saçak, yaz mevsimi ortaları boyunca güneşten tam koruma sağlar ve kış mevsiminde güneşin iç mekana nüfuz etmesine olanak tanır. Güneş kontrolü elemanının en etkili biçimde kullanılması için (örneğin gündüz yükseliş açısı düşük güneş ışınlarını ve öğlen gelen ışınları kontrol etmek) pencere açıklığının her iki tarafına da etkili bir biçimde uzanarak koruma sağlayabilmelidir. Saçak uzunluğu, ışığın alınması için gerekli olan açıklığın genişliğine ve enleme bağlı olarak ölçümlenip yerleştirilmelidir. Aynı şekilde saçığın derinliğine de enleme, pencere yüksekliğine, pencere ve saçığın arasındaki düşey mesafeye göre karar verilmelidir [25].

Şekil 3.10’da güneş ışınlamalarının geliş açısının değişmesi durumu görülmektedir. Yaz koşullarında güneş ışınlamının geliş açısı yüksektir. Güneş ışınlamının yaz koşullarında enerjisinin de yüksek olmasından dolayı, bu yüksek açıyla gelen güneş ışınlamı kontrol altına alınmalıdır. Kış koşullarında güneş ışınlamının geliş açısı düşüktür. Kışın iç ortama alınacak olan güneş ışınlamı enerji sarfiyatını düşürecektir. Yatayda kullanılan güneş kontrol elemanı kış koşullarında düşük açıyla gelen güneş ışınlamının geçimine izin vermektedir.



Şekil 3.10 : Yaz ve kış koşullarında sabit yatay güneş kontrol elemanı [21].

Sabit güneş kontrol elemanları genellikle alçak açılarda gelen sabah ve öğle saatlerinde, özellikle doğu ve batı cephelerde etkin koruma sağlamamaktadır. Sabit düşey kanatlar çalıştırma imkanı olduğu ve maliyet yüksek olmadığı sürece bir miktar koruma sağlarlar [33]. Şekil 3.11’de farklı durumlarda güneş ışıınının geçişinin örnekleri görülmektedir.



Şekil 3.11 : Farklı sabit güneş kontrol elemanlarının güneş ışıınının geçirimi [21].

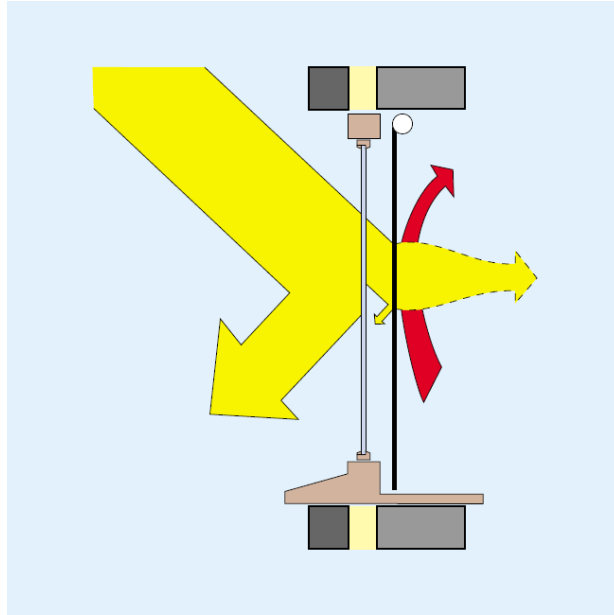
3.4.4 Ayarlanabilir güneş kontrol elemanları

Ayarlanabilir ve hareketli Güneş kontrol elemanları, dış cepheye, pencere camları arasına, iç mekana yerleştirilebilir. Uygulaması ve imalatı kolay olduğundan ayarlanabilir ya da hareketli elemanlar iç mekanlarda rahatlıkla uygulanabilmektedirler. Dış cepheye uygulanmış bir hareketli güneş kontrol elemanı, güneş ışığını istenildiği zaman iç mekana dahil eder, istenilmediğinde ise kolayca dış mekana doğru yönlendirebilir ve bu yöntem yaygın, yansıyarak gelen ve alçak açılı

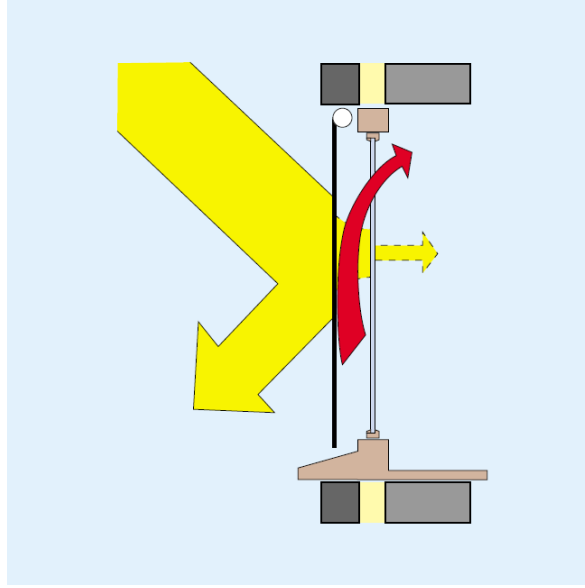
tamamen otomasyon sistemi kontrolünde ise, cepheye gelen ve pencereden geçerek güneşten elde edilecek olan ısı kazancını %10'a kadar düşürebilir. Ayarlanabilir güneş kontrolünde temel kanı, sürekliliktir: Bu sistem, iç mekan güneş kontrol elemanına ve sabit güneş kontrol elemanına göre daha çok bakıma ve tamire ihtiyaç duyar [40-42].

3.4.5 Hareketli - toplanabilir güneş kontrol elemanları

Bu güneş kontrolü, pencerenin çerçevelerine doğru tamamen, ya da belirli oranda toplanabilen, kapatılabilen sistemlerle sağlanır. Storlar ve perdeler bu kategori altına toplanır. Bu araçlar, yaz koşullarında yeterli gölgeleme ve kış koşullarında yeterli gün ışığının iç mekana alınmasını birleştirme fırsatı yaratırlar. Bu araçların kullanımı, tam gölgeleme gerekli olduğu durumlarda aşırı ısınmaya bağlı olarak havalandırmayı da gerektirebilir [27,42]. Şekil 3.14 ve 3.15'te iç ve dış ortamda kullanıcı tarafından kontrol edilebilen güneş kontrol elemanı şemaları gösterilmiştir. İç ortamda kullanılan kullanıcı tarafından ayarlanan güneş kontrol elemanında güneş ışınlarının pencere düzleminden iç ortama geçmesi engellenememiştir. Bu sebeple iç ortamdaki aşırı ısınma bu sistemle kullanılan güneş kontrol elemanı tipinde engellenememektedir. Dış ortamda, kullanıcı tarafından ayarlanması ve kontrolü söz konusu olan güneş kontrol elemanı uygulaması güneş ışınlarının iç ortama ulaşıp ısı enerjisini bırakma sorununu ortadan kaldırmaktadır.



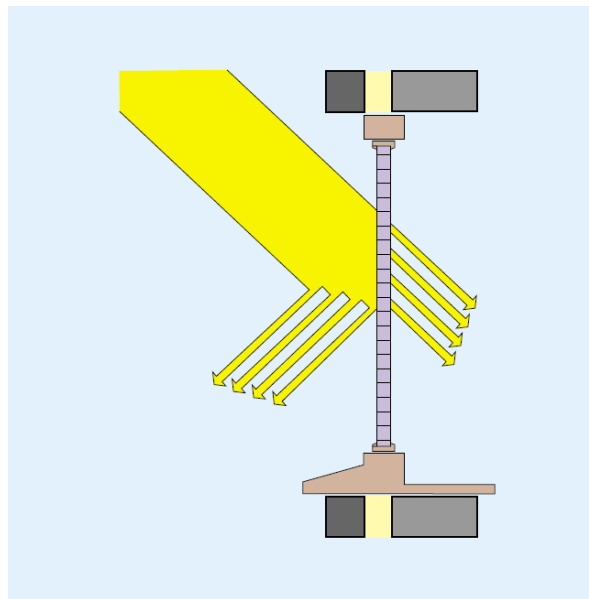
Şekil 3.14 : İç ortamda kullanılmış ayarlanabilir güneş kontrol elemanı [21].



Şekil 3.15 : Dış ortamda kullanılmış ayarlanabilir güneş kontrol elemanı [21].

3.4.6 Pencere arası güneş kontrol sistemleri

Saydam yüzeye yerleştirilen güneş kontrol elemanları, çift camlı bir pencere sistemin ya da giydirme cephenin arasında konuşlandırılan güneş kontrol elemanlarından oluşmaktadır. Bu tür araçlar, dış ortama açılan etkili bir havalandırma ile iç ve dışta uygulanmış güneş kontrol elemanlarının avantajlarını birleştirir. Isıl kazançlar dış ortama iletilebilir, ayrıca gölgelemeye yarayan aygıtlar dış koşulların yıpratıcılığından uzaktırlar. Bu sistem aynı zamanda kamaşmaya karşı da önlem almayı kolaylaştırır [35]. Şekil 3.16’da pencere sistemi üzerinde uygulanan güneş kontrol elemanının şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.16 : Ara yüzey güneş kontrol elemanı jaluzi [21].

Tipik olarak, yatay yansıtıcı jaluzi ya da panjurlardan meydana gelir. Her biri kamaşmayı kontrol eder ancak yansıtıcı panjurlar güneş ısı kazancını önlemede daha etkili bir sonuç verir [42].

Söz edilen güneş kontrol sistemlerinin yanı sıra, güneş kontrolünde uygulanan bir takım ek uygulamalar mevcuttur. Bunlardan bazıları;

- Tente güneş kırıcıları
- Transparan folyo uygulamaları
- Pencere camı arasına yerleştirilmiş gün ışığının yönünü değiştirerek güneş kontrolü sağlayan mikro aparatlar
- Yarı transparan güneş kontrol sistemleri
- Paslanmaz örgü çelik ağı cephelerde kullanımı
- Termotropik ve fotokromik cam sistemleri
- Fotovoltaik sistem uygulanmış kafes
- Prizmatik güneş kontrol sistemi
- Holografik filmlerin saydam bileşende kullanımıdır [43].

3.5 Güneş Kontrol Elemanlarının Enerji Performansı ve İç Mekan Konforu Üzerindeki Etkisi

Güneş ışığını binadan uzak tutmaya yarayan güneş kontrolü elemanları, en basit versiyonuyla perde ya da güneşlik olabilmektedir. Ancak, fonksiyona ve kapsamlılığine göre çok çeşitli güneş kontrol eleman tipi mevcuttur. Güneş kontrol elemanı, binaya ulaşan ısı ve ışık miktarını kontrol ederken, farklı alanlarda enerji kazanımını da sağlar. Güneş kontrol elemanları, iklim koşullarını çeşitlendirerek, soğutma ya da havalandırma için harcanacak enerji miktarı ihtiyacını azaltmaktadır. Aynı zamanda da aydınlatma enerjisi ihtiyacı miktarını da bulutlu hava koşullarında daha fazla ışığı iç mekana alarak azaltma imkanına sahiptir.

Isı ve ışık kontrolü dışında, güneş kontrolü daha iyi bir görsel konfora zemin hazırlar. Ofislerde çalışma koşullarını optimize eden, üreticiliği artıran, işyeri sağlığını ve güvenliğini artıran en önemli teşvikçilerden biri olan kamaşmanın önlenmiş olmasıdır. Güneş kontrolü kuzey cephede de kamaşmayı engellemek için kullanılabilir [29].

3.6 Güneş Kontrol Elemanının Soğutma Yüklerine Etkisi

Soğutma yükü, bir ortamı sabit sıcaklıkta tutmak için atılması gerekli ısı miktarıdır [45]. Soğutma yükü hesaplarına etki eden pek çok değişken vardır, bu bileşenlerin değerleri 24 saatlik zaman dilimi içinde değişkenlik gösterir. Soğutma yükü hesabında;

- Yapı bileşenlerinden,
- Sızma ve havalandırmadan,
- İnsan ve cihazlardan,

kaynaklanan ısı kazançlarının oluşturduğu soğutma yükleri de hesaplamalar dahilindedir [46].

Güneş alan dış yüzeyler ışınlam yoluyla doğrudan güneşten ısı kazanırlar. Bu nedenle sıcak yaz koşullarında soğutma yükü hesaplarında güneşin etkisi önemli bir faktördür. Enerjinin bir kısmı doğrudan yaşanan hacimlere gelir. Işık geçirmeyen opak duvar yüzeylere gelen ısı enerjisinin bir kısmı duvar tarafından yutulur ve daha sonra iletimle iç hacimlere geçer [47].

Temel olarak, üst başlıklarda örneklerine ve tipolojilerine yer verilerek açıklanan güneş kontrol elemanları, güneş ışınlarının bina yüzeyinde bulunan saydam alanlara gelişi ile ilgili optimizasyon ve kontrol mekanizmasını kurarlar. Yaz koşullarında dış ortam sıcaklığının da konfor koşullarının üzerinde olduğu dönemde, güneş enerjisinin de etkisiyle aşırı ısınmanın engellenmesi mümkün olabilecektir. Güneş kontrolü, binanın dış cephesinde yapılmalıdır. Ancak bu şekilde soğutma enerjisi yüklerinde azalma gözlenmesi mümkündür. Bu amaca yönelik olarak bir enerji simülasyon programı yardımıyla uygulama çalışması yapılmıştır.

4. KONUTLARDA GÜNEŞ KONTROL ELEMANININ SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Bu çalışmada, binalarda kullanılan güneş kontrol elemanlarının farklı iklim bölgelerine bağlı olarak binanın güneş enerjisi kazançları ve soğutma enerjisi yüklerine etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda mevcut bir konut binası referans bina olarak ele alınarak, bu binanın farklı iklim bölgeleri için, farklı güneş kontrol elemanlarının kullanılması durumunda soğutma enerjisi yükleri hesaplanmış ve hesaplama sonuçları irdelenmiştir.

Bu bölümde güneş kontrol elemanının soğutma enerjisi yükleri açısından seçilen bir konut örneğinde simülasyon ve modelleme yoluyla farklı iklim bölgeleri için değerlendirilmesine yönelik bir çalışmanın adımları açıklanmaktadır.

4.1 Çalışmada İzlenen Yol

Çalışma, güneş kontrol elemanlarının etkin olarak kullanıldığı, ısıtmanın istenmediği dönemin etkili olduğu ılımlı ve sıcak iklim bölgeleri için yapılmıştır. Çalışmada, ılımlı nemli iklim bölgesinin referans şehri olan İstanbul’da yer alan mevcut bir konut projesi ele alınmış, bu konutun sıcak nemli iklim bölgesinin referans şehri Antalya ve sıcak kuru iklim bölgesinin referans şehri olan Diyarbakır’da da yer aldığı var sayılarak, konutta farklı güneş kontrolü elemanı alternatifleri kullanılması durumunda soğutma enerjisi harcamalarının enerji simülasyon programı aracılığı ile karşılaştırması yapılmıştır.

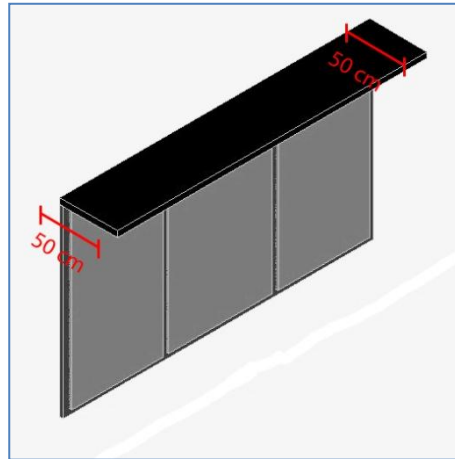
Çalışmada ele alınan bina ile geliştirilen güneş kontrolü elemanı alternatiflerinin güneş ışıınımı kazançları ve soğutma enerjisi harcamaları üzerindeki etkisinin karşılaştırılması için hesaplamalarda “Designbuilder” enerji simülasyon programı kullanılmıştır.

Çalışmada, simülasyon aracı olan yazılım programının ihtiyaç duyduğu veriler, soğutma enerjisi yüklerini elde etmek üzere gerekli verilerden oluşur. Belirli bir

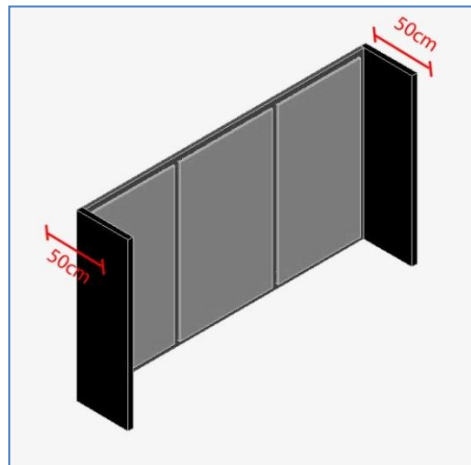
sistemle öncelikle model belirlenmiş ve Autocad yardımıyla detaylandırılarak çizilmiştir. Daha sonra referans binaya ilişkin veriler girilmiş, iklim bölgeleri belirlenmiş, referans bina üzerine güneş kontrol elemanının entegresi cephelere göre farklı seçilerek sonuca gidilmiştir.

İstanbul Antalya ve Diyarbakır illerine ait iklimsel veriler Designbuilder simülasyon programının iklim verileri dosyasından alınmıştır. Designbuilder iklim verileri ise, ASHRAE tarafından elde edilen, Amerika Birleşik Devletleri İklim Veri Merkezi'nde arşivlenen IWEK verilerini kullanmaktadır [44].

Simülasyon programında oluşturulan referans bina üzerine entegre edilen elemanlar, güney cephede 0,5 m eninde ve saydam yüzeylerin tamamında yatayda uygulanan cepheye paralel elemanlardır. Doğu ve batı cephesinde ise düşey güneş kontrol elemanları uygulanmıştır. Şekil 4.1 ve 4.2'de bu elemanlar gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Güney cepheye uygulanan yatay güneş kontrol elemanı.



Şekil 4.2 : Doğu ve batı cephelerinde uygulanan düşey güneş kontrol elemanı.

Tez kapsamında ele alınan bina için güneş kontrolü alternatifleri geliştirilirken, mevcut binanın formu (biçim faktörü, bina boyutları, çatı türü, vb.) bina yönlendiriliş durumu, bina kabuğu özellikleri gibi tasarım parametre değerleri sabit tutulmuştur.

Çalışmada izlenen ana adımlar aşağıda açıklanmıştır:

4.2 İç Çevreye Ait Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Bu adım, soğutma enerjisi yüklerini incelemek için seçilen çok katlı konut özellikleri, binanın bulunduğu yer, konutun mevcut durumda bulunduğu şehrin (İstanbul) iklimi, ve soğutma enerjisi yüklerinin yüksek olacağı referans il olarak seçilen diğer iki ilin (Antalya ve Diyarbakır) iklim verilerinin belirlenmesi ve programda tanımlanmasını kapsamaktadır.

Binaya ait pasif tasarım kararlarının sonucu olarak ortaya çıkan iç hava sıcaklıkları ile hacimde sağlanması beklenen konfor sıcaklığı arasındaki fark, yıllık enerji harcamalarının belirleyicileridir. Bunun yanı sıra, aktivite düzeyi, giysilerin ısı yalıtımı gibi kişisel değişkenler de insan ve çevresi arasındaki ısı alışverişini etkileyen en önemli değişkenler arasındadır. Bu nedenle yıllık enerji harcamalarını azaltmaya yönelik pasif kriterlerin en uygun değerleri alabilmesi için hacmin iç hava sıcaklıklarının konfor değeri, binanın fonksiyonuna, kullanım saatlerine ve yılın ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerine göre ayrı ayrı belirlenmelidir. Ayrıca, binanın diğer binalara göre konumu, binanın yönlendiriliş durumu, bina formu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi binaya ilişkin yapma çevre değişkenleri belirlenmelidir.

4.2.1 Binanın yeri ve diğer binalara göre konumu

İstanbul'un Yakuplu semtinde inşa edilen, 2'si zemin katta birbirine bağlı bulunan toplamda 4 bloktan oluşan sitedeki 4. blok, uygulama projesi olarak seçilmiştir.

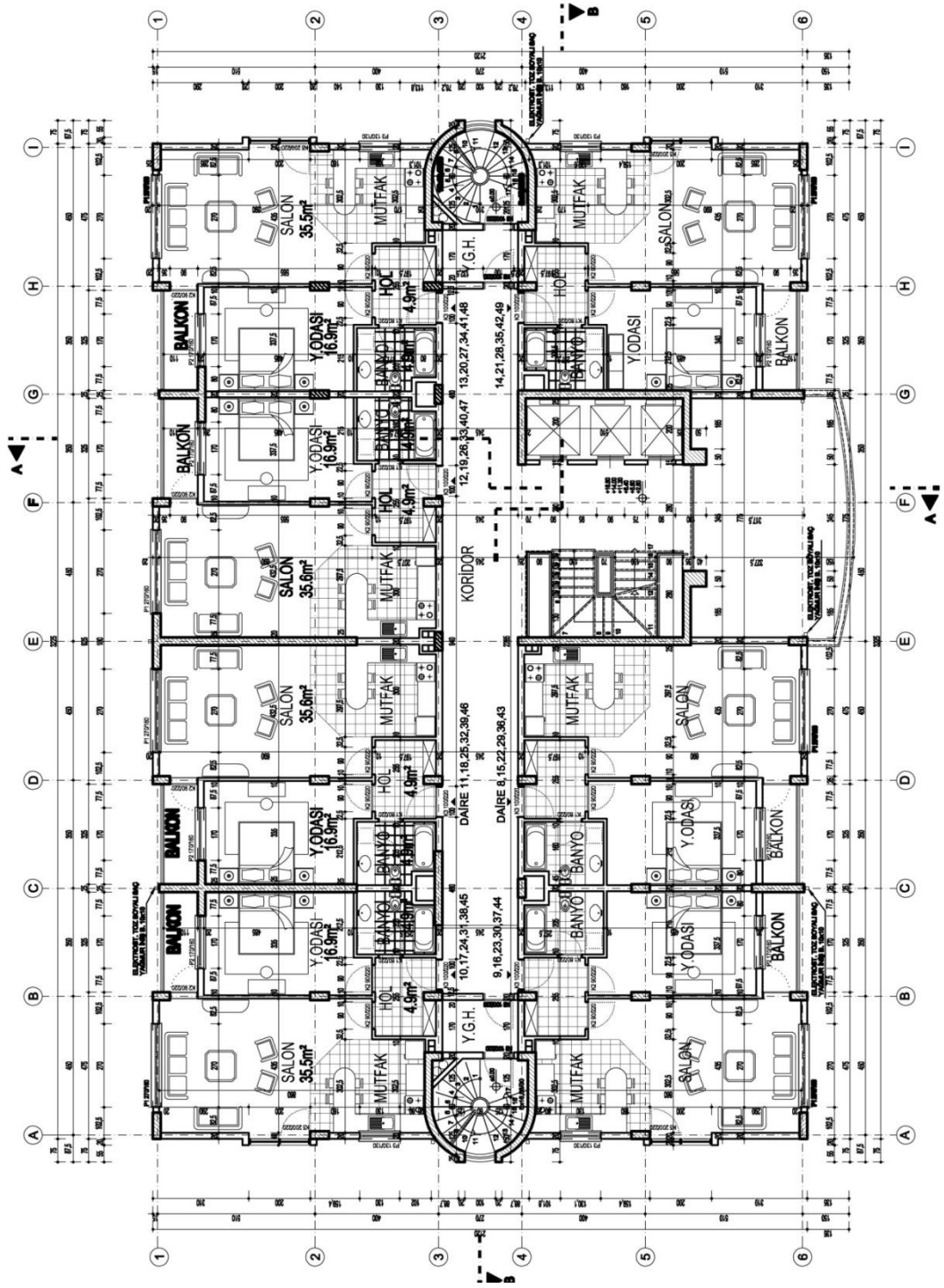
Toplamda binanın bulunduğu yerleşkede dört adet yapı bulunmaktadır. Bu binalardan kuzeydoğu da yer alan 4. blok çok katlı konut binası referans olarak seçilmiştir. Birbirine bağlı olan 2 blok dışındaki blokların yönlendirilişleri farklıdır. Binanın vaziyet planı Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Vaziyet plan şemasının, simülasyonu yapılan illerde de aynı şekilde olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 4.3 : Örnek projenin yer aldığı vaziyet planı.

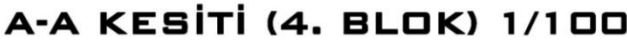
4.2.2 Binanın formu ve yönlendiriliş durumu

Referans bina olarak ele alınan konut bloğunun hacim organizasyonu, kat planı ve kesitleri Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te, bina görünüşü Şekil 4.6'da verilmiştir. Binada 9 kat bulunup her bir katta 4'er daire yer almaktadır. İç kısımda ortak bir sirkülasyon alanı mevcuttur. Her bir katın yüksekliği 2.80 metredir. Çatı yüksekliği 2.5 metredir. Şekil 4.4'te konut projesinin kat planında görüldüğü üzere, bir katta dört daire bulunmakta ve bu hacimler birbirlerine ortak bir koridorla bağlanmaktadır. Şekil 4.5'te binadan alınan bir kesitte binanın çatısı, her bir katta bulunan farklı hacimler, bina inşaatında kullanılmış olan malzemeler, kalınlıkları ve katmanları, sirkülasyon elemanı olan merdivenleri, zeminden yükselişi ve hacımsel diğer organizasyonlar takip edilmektedir. Şekil 4.6'da toplu konut binasının inşaatında tespit edilmiş ve kullanılan malzemeyi, pencere sistemlerini gösterir bir görsel yer almaktadır. Bu şekillerden anlaşılacağı üzere, konut projesi kompakt bir forma sahip, kuzey güney doğrultusuna oturtulmuş bir projedir.



4.(5) BLOK,1,2,3,4,5,6. KAT PLANI 1/100

Şekil 4.4 : Toplu konut projesi 4. blok kat planı.



Şekil 4.5 : Toplu konut projesi 4. blok kesiti.



Şekil 4.6 : Toplu konut projesi 4. bloğu.

4.2.3 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Binaya ilişkin alınan pasif tasarım kararlarının etkisiyle bina kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinden kazanılan ve kaybedilen ısı miktarlarının belirlenebilmesi için bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Opak ve saydam bileşene ait özellikler aşağıda açıklanmıştır. Çizelge 4.1’de referans binanın kabuğunu oluşturan saydam ve opak bileşenlerin kalınlıkları, ısı iletkenlik katsayıları ve ısı geçirme katsayıları belirtilmiştir.

Çizelge 4.1’de binayı oluşturan elemanlar kategorize edilerek, her bir katmanda kullanılan sıvanın, kolon ve kirişlerin, betonarme döşemenin, çatı kaplama ve ısı yalıtımı malzemelerinin, tuğla duvarın, doğrama ve cam tipinin, zemin kaplaması olarak seçilen malzemelerin (mermer, seramik, vb.), kaplama malzemesi uygulanması için yapılan tesviye betonunun, sıkıştırılmış dolgu üzerine uygulanan grobeton uygulamasının kalınlıkları belirlenerek, her bir malzeme için ısı iletkenlik katsayılarının ve ısı geçirme katsayılarının gösterimi referans bina dış kabuki katmanlarını açıklamak üzere verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Referans binaya ilişkin bina kabuğu katman özellikleri.

	REFERANS BİNA DIŞ CEPHE KATMANLARI			
	<i>Malzemeler</i>	<i>Kalınlık (cm)</i>	<i>Isı iletkenlik katsayısı, λ (W/m²K)</i>	<i>Isı geçirme katsayısı, U (W/m²K)</i>
ÇATI DETAYI	Çatı kaplaması Ahşap oturtma çatı Taşyünü ısı yalıtımı Betonarme döşeme Tavan sıvası Plastik boya	3 cm - 6 cm 15 cm 1 cm -	0,43 - 0,04 2,18 1,65 -	0,84
İÇ DUVAR	Dış sıva Betonarme kolon İç sıva	2 cm 25 cm 1 cm	1,65 1,18 1,65	2,152
DIŞ DUVAR	Hazır sıva Isı yalıtımı Tuğla duvar İç sıva	2 cm 5 cm 20 cm 1 cm	0,87 0,035 0,81 1,65	0,488
PENCERE	PVC doğrama Berrak cam	6 cm 0,2 cm	0,8	3,476
ZEMİN DÖŞEMESİ	Renkli mermer kaplama Tesfiye betonu Betonarme radye temel Grobeton Sıkıştırılmış alt zemin	Değişken 5 cm 100 cm 10 cm -	0,20 0,88 1,35 0,65 -	1,28

4.2.3.1 Opak bileşene ait özellikler

Bina kabuğunun opak bileşenleri, çatı ve duvarlardır. Çatı sistemi, ahşap oturtma çatıdır. Çatı döşemesi 15 cm kalınlığındaki betonarme tesviye betonu ile oluşturulmuştur. 5cm.'lik taş yünü ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır. 25 cm giriş genişliği, 20 cm dış cephe duvarlarından oluşmaktadır. 5cm mantolama sistemi uygulanan cephede astarı ile birlikte hazır sıva uygulanmıştır. Konfor koşullarının iç mekanda oluşturulabilmesi için önemli bir yapı bileşeni olan opak bileşenler, soğutma enerjisi yüklerini düşürmekte önemli bir role sahiptir.

4.2.3.2 Saydam bileşene ait özellikler

Saydam bileşenden güneş etkisi ile iç ortamda oluşan yüklerin hesaplanabilmesi için Pencere Camı Soğutma Faktörü (Glass Load Factor – GLF) değerleri geliştirilmiştir. Pencerenin net cam alanına, pencerenin yönüne ve dış sıcaklığa bağlı olarak seçilen GLF (W/m^2) faktörü ile birlikte saydam alanlardaki soğutma yükü bulunur. [46]. GLF faktörü Designbuilder programında ilgili şablonlardan saydam bileşene ait özellikler girilerek belirlenmiştir.

Bina kabuğunun saydam alanlarının tüm cephe alanına oranı olarak ifade edilen saydamlık oranı referans binada %30'dur. Saydam bileşenler (pencereler) çift camlı plastik doğramalardır. Pencere boyutları 130 cm * 130 cm'dir. Saydam bileşende standart 6mm'lik TS EN 1279-5 standardındaki cam kullanılmıştır. Camın ısı geçişine ilişkin fiziksel özellikleri seçilen malzeme ve kalınlığa göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.2'de binanın yönlendirilişi doğrultusunda cephelerin saydamlık oranları verilmiştir.

Çizelge 4.2 : Cephelerde saydamlık oranları.

	CEPHE ALANI	SAYDAM ALAN	SAYDAMLIK ORANI
GÜNEY CEPHE	622,52 m ²	127,6 m ²	0,204
DOĞU CEPHESİ	959,21 m ²	320,07 m ²	0,333
BATI CEPHESİ	901,36 m ²	296,96 m ²	0,329
KUZEY CEPHE	622,52 m ²	127,6 m ²	0,204

4.3 Binaya İlişkin Verilerin Programa Aktarımı ve Programın Çalıştırılmasında Yapılan Kabuller

Bir konutun enerji giderlerinde, bulunduğu iklim bölgesi, bina üzerine düşen güneş ışıınımı, hava sıcaklığı, nem, rüzgar gibi iklim elemanlarına ilişkin değerler, binanın konumu, yönü, bina kabuğu özellikleri gibi pasif sisteme ilişkin tasarım parametreleri, aktif ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemleri ve kullanıcıların konfor koşulları etkilidir. Simülasyon programlarında da ilgili verilerin tanımlanması gereklidir. Bu açıdan öncelikle simülasyon programı olarak kullanılan Designbuilder adlı yazılım programı tanıtılmıştır.

4.3.1 Yazılım programının tanıtılması

Designbuilder, Energyplus 6.0'ın ara yüzü olarak tanımlanmış bir yazılımdır. Uygulama çalışmasının yapılacağı Designbuilder versiyonu 2.3.6.005'tir ve en son güncellemesi 2010 yılında yapılmıştır. Bu programla, binanın tanımlanması ve üç boyutlu olarak çizilmesi mümkündür.

Energyplus'ın ara yüzü olarak geliştirilen Designbuilder programa veri girilmesinde ve sonuçların elde edilmesinde kullanıcı kolaylığı sağlamaktadır. Bu çalışmada, bu nedenlerle simülasyon programı olarak Designbuilder kullanılmıştır. İlk aşamada, konuta ilişkin veriler toplanarak programda tanımlanmalıdır. Designbuilder'da bu veriler aşağıda sıralanan altı ana başlıkta ele alınabilir.

- Konutun yeri, konumu ve formuna ilişkin veriler
- Konutun kullanım türünü, kullanım şeklini, istenilen konfor koşullarını, kullanıcılardan ve cihazlardan kaynaklanacak iç ısı kazanımlarını belirleyen aktiviteye ilişkin veriler
- Bina kabuğu konfigürasyonlarının tanımlandığı yapıya ilişkin veriler
- Pencerelerin, saydam elemanların, kapıların, menfezlerin, güneş kontrol elemanlarının tanımlandığı açıklıklara ilişkin veriler
- Aydınlatma elemanlarına ilişkin veriler
- Isıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerine ilişkin veriler

Bunların dışında,, konutun bulunduğu bölgeye ait enlem, boylam, deniz seviyesinden yükseklik gibi veriler ve iklim elemanlarına ilişkin veriler de programda

tanımlanmalıdır. Binanın enerji performansının doğru hesaplanabilmesi için, binayı programda doğru verilerle tanımlamak önemlidir.

Designbuilder ASHRAE'ye göre (ASHRAE, 1997), dünya çapında iklim datalarını ve yerleri bünyesinde barındırmaktadır [44].

Şekil 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10'da Designbuilder simülasyon programıyla mimari dataları girilen, üç boyutlu modeli oluşturulan referans bina gösterilmektedir.



Şekil 4.7 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın görseli.



Şekil 4.8 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın doğu-batı yönünde düşey güneş kontrol elemanı uygulanması.



Şekil 4.9 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın güney cephesinde yatay güneş kontrol elemanı uygulanması.



Şekil 4.10 : Designbuilder programı ile oluşturulan binanın güney cephesinde yatay güneş kontrol elemanı ve doğu-batı yönünde düşey güneş kontrol elemanı uygulanması.

4.3.2 Bina işlevinin belirlenmesi

Ortamdaki soğutma yükünün hesaplanabilmesi için; mekanların yapı elemanlarının yapısı, kesit özellikleri ve iklim bilgilerinin bilinmesi gereklidir. Bu amaçla;

- Yapı ya da hacme ilişkin veriler, fiziksel özellik ve büyüklükler, binanın konumu ve yönleri, binanın çevresi, yapı malzemeleri, bina kabuğu katmanları, ısıtma, soğutma havalandırma sistemleri, aydınlatma ve gölgeleme sistemleri ve yapma sistemler belirlenir.

- Hesaplama yapılacak zaman aralığı belirlenerek bu döneme ait dış iklimsel veriler kullanılır.
- Yapma aydınlatma sistemi, o mekanda yaşayan kişi sayısı, iç donanım, aletler vb. iç ısı yüküne etki edecek elemanlar belirlenir [48].

Çok katlı konut projesinin simülasyon programında çiziminden sonra hangi aktivite için kullanıldığı tanımlanmıştır. Bu sayede kullanıcı yoğunluğu, aydınlatma, ısıtma ve soğutma derecelerinin aralıkları ve havalandırma şekli belirtilmiştir. Çalışmada ısıtma yükleri açısından inceleme yapılmamıştır. Metrekareye düşen insan yoğunluğu %2 olarak kabul edilmiştir.

Aktivite düzeyi, programda 0,90 ortalama değerinde belirlenmiştir. Isıtmanın istenmediği 5 aylık periyot için simülasyon yapılacağından, yaz koşulları için giysilerin ısı yalıtım direnci 0,5 clo olarak alınmıştır [17]. Isıtmanın istenmediği dönem için iç hava sıcaklığı konfor değeri 25°C olarak belirlenmiştir. İç mekanlarda kullanılan ekipmanlardan kazanılan enerji miktarı 5 W/m² olarak kabul edilmiştir.

İklimlendirme için harcanması planlanan elektrik enerjisi, mevcut elektrik şebekesinden sağlanmaktadır. İklimlendirme (soğutma) amacıyla iç mekana takviye edilen havanın sıcaklığının 12°C olması Designbuilder program tarafından atanmıştır.

Binanın işlevinin belirlenmesi üzerine enerji simülasyon programında gerekli datalar seçilerek ve binanın fonksiyonel özellikleri belirlenerek gerekli tanımlamalar yapılmıştır.

4.3.3 Binanın pencere açıklıklarının tanımlanması

Çizelge 4.2’de verilen saydamlık oranı değerleri kullanılarak modelleme yapılmıştır. Saydam bileşenlerin doğrama ve cam bileşenlerine ilişkin değerler için programın mevcut verilerinden yararlanılmıştır.

4.4 Referans Bina İçin Güneş Kontrol Elemanı Alternatiflerinin Geliştirilmesi

Çalışmada ele alınan referans binanın enerji simülasyon sonuçları ile geliştirilen güneş kontrolü elemanlarının kullanılması durumunda elde edilen enerji simülasyon sonuçlarının karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, çalışmada;

1. Mevcut durum (güneş kontrolü olmaması durumu)
2. Doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrolü elemanları kullanılması durumu
3. Güney cephede yatay güneş kontrolü elemanları kullanılması durumu
4. Güney cephede yatay ve buna ilave olarak doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrolü elemanı kullanılması durumu

olmak üzere dört durum için ve İstanbul, Antalya ve Diyarbakır olmak üzere üç farklı iklim bölgesi için enerji simülasyonları yapılmıştır. Hesaplama sonuçları;

- İç hava sıcaklıklarının değişimi
- Güneş ışınlı kazanımlarının değişimi (saydam yüzeyden iç mekana alınan güneş enerjisinin değeri)
- Bina soğutma enerjisi yükleri değişimi

açılarından karşılaştırılmıştır. Hesaplamalarda soğutmanın istendiği dönem olarak 1 Mayıs – 30 Eylül tarihleri arasındaki dönem kabul edilmiştir. 4.3 bölümünde açıklanan kabuller doğrultusunda Designbuilder programı aracılığı ile elde edilen hesaplama sonuçları İstanbul, Diyarbakır ve Antalya illeri için ayrı ayrı aşağıda açıklanmıştır.

4.4.1 Referans binanın İstanbul için enerji simülasyonu sonuçları

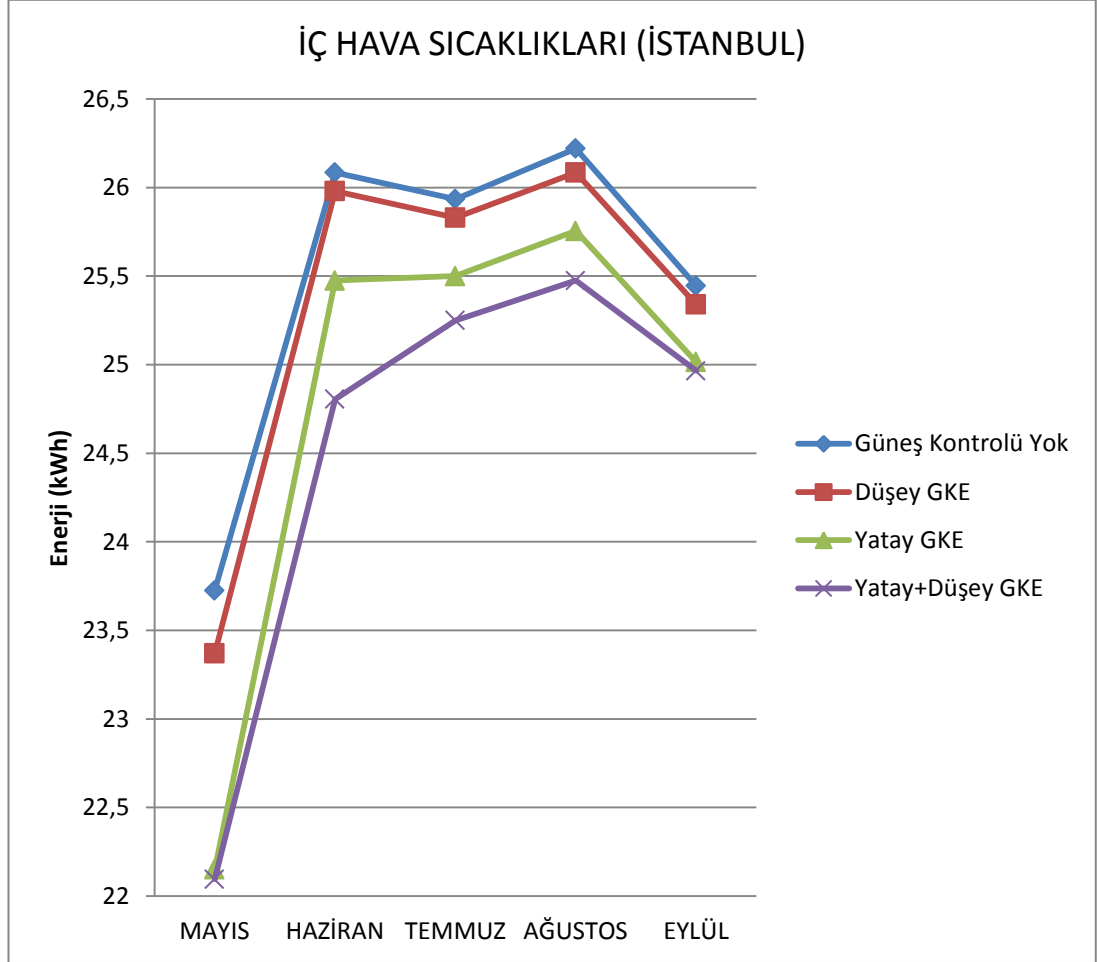
Bu başlık altında İstanbul iklim dataları kullanılarak iç hava sıcaklıkları hesabı, güneş ışınlı kazanımı ve toplam soğutma enerjisi yükleri güneş kontrol elemanı olduğu ve olmadığı durumlarda incelenmiştir.

Referans bina, İstanbul ılımlı nemli iklim bölgesinde yerleştirilerek, Antalya sıcak nemli iklim bölgesinde yerleştirilerek, Diyarbakır ili ise sıcak kuru iklim bölgesinde yerleştirilerek Designbuilder simülasyon programından seçilerek simülasyon sonuçları elde edilmiştir.

Mevcut bina üzerine güney cephede yatay ve sabit güneş kontrolü elemanları, doğu ve batı cephelerinde ise düşey güneş kontrol elemanları, ve yatay + düşey güneş kontrol elemanlarının doğu-batı-güney cephelerde uygulanması simülasyon için verilen temel kararlardır.

4.4.1.1 İstanbul ili verilerine göre iç hava sıcaklıkları değişimi

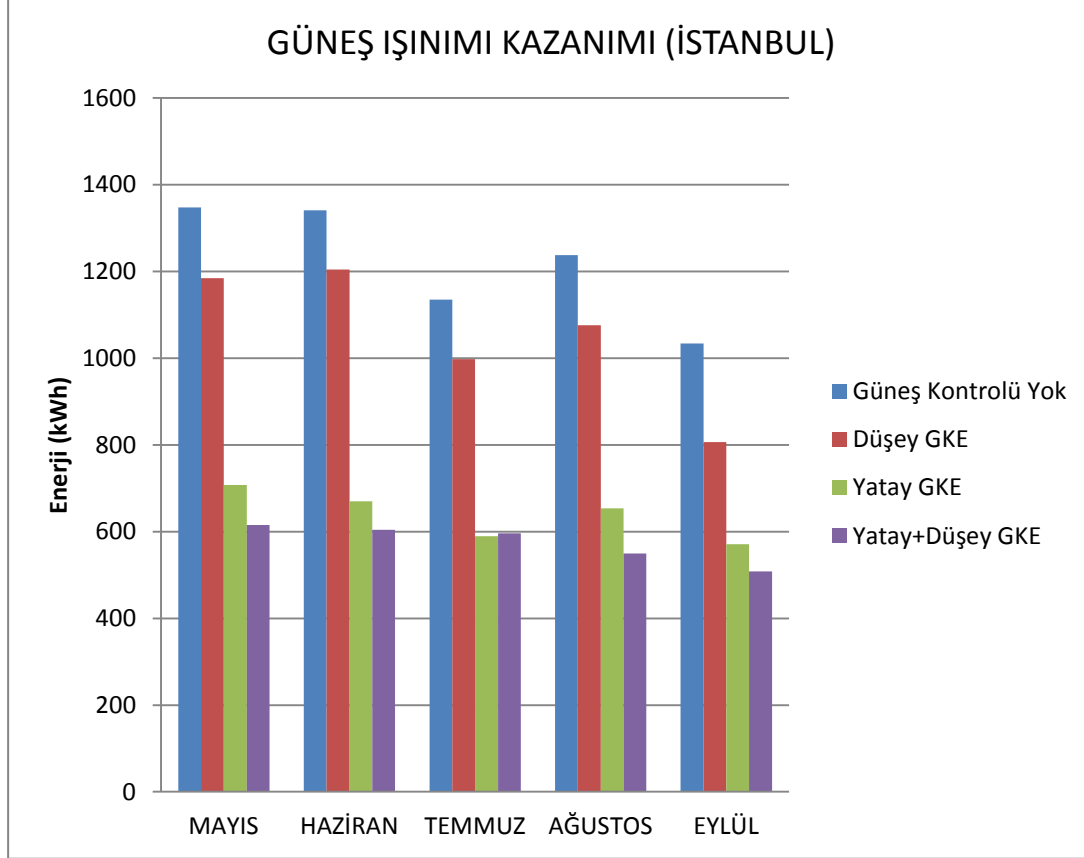
Çizelge 4.3 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



Mevcut bina üzerinde güneş kontrol elemanlarının sırayla denenmesi sonucu grafikte görüldüğü üzere, güneş kontrolü olmadığı durumla yatay güneş kontrolünün olduğu durum arasında mayıs ayı itibariyle 2 °C’lik fark oluşmaktadır. Haziran ve ağustos ayında 1 °C’ye çıkan fark güney cephede yatay ve güney cephede yatay + doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanı kullanımında büyük fark ortaya koymamaktadır. İç mekan sıcaklığı yatay ve düşey güneş kontrol elemanlarının birlikte kullanıldığı durumda İstanbul ili için mevcut duruma göre 2 °C’lik fark oluşturmaktadır.

4.4.1.2 İstanbul ili verilerine göre güneş ışıını kazanımı değışimi

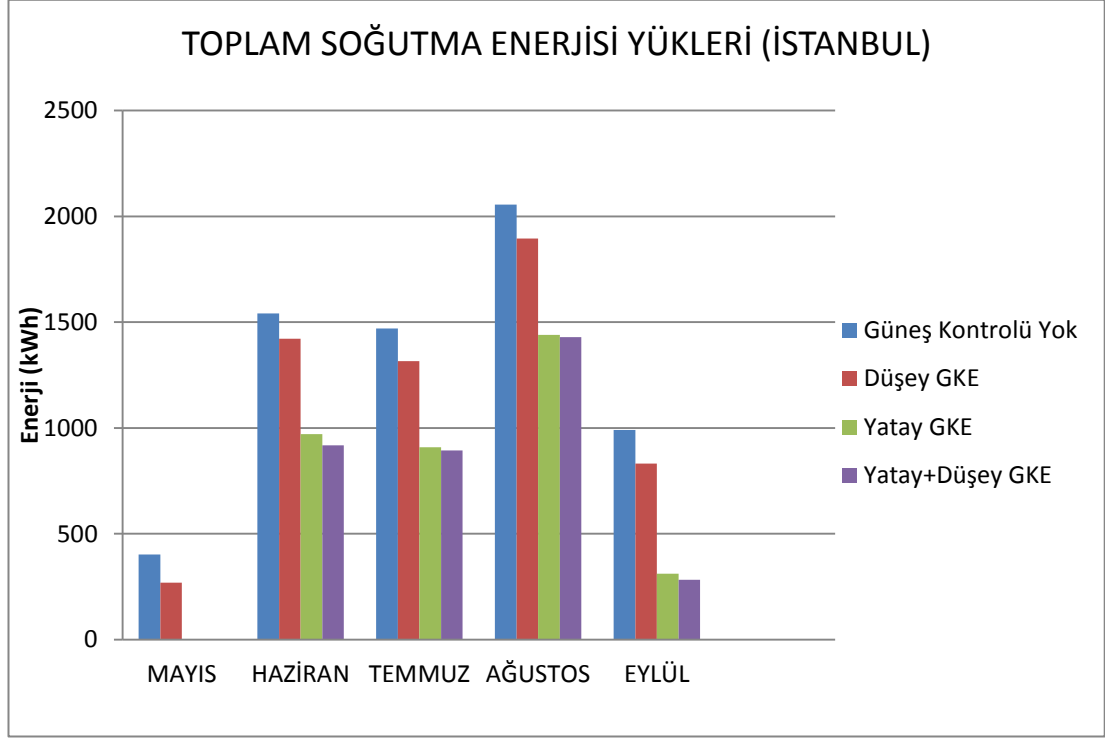
Çizelge 4.4 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediğı dönemde güneş ışıını kazanımı değışimi.



Çizelge 4.4’te görüldüğü gibi, referans bina olarak İstanbul ilinde seçilen toplu konut projesinin yine İstanbul ilindeki simülasyon sonuçlarına göre güneş kontrol elemanı kullanılmadığı zamanki güneş ışıını kazanımı Mayıs ayında 1347,7 kWh, Haziran ayında 1340,56 kWh, Temmuz ayında 1134,86 kWh, Ağustos ayında 1237,54 kWh, Eylül ayında ise 1033,92 kWh tespit edilmiştir. Doğu ve batı cephelerinde düşey yönlü güneş kontrol elemanı kullanılmasıyla, 163,14 kWh ile 227,69 kWh arasında enerji tasarrufu sağlanmıştır. Güney cephede yatay güneş kontrol elemanı kullanılması ile mevcut duruma göre, 670,745 kWh ile 462,92 kWh arasında enerji kazanımı azaltılmıştır. Yatay ve düşey elemanların birlikte kullanıldığı durum ile mevcut durum karşılaştırıldığında; 736,38 kWh ile 525,47 kWh arasında enerji tasarrufu sağlanmıştır.

4.4.1.3 İstanbul ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi

Çizelge 4.5 : Mevcut bina için İstanbul’da ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi.



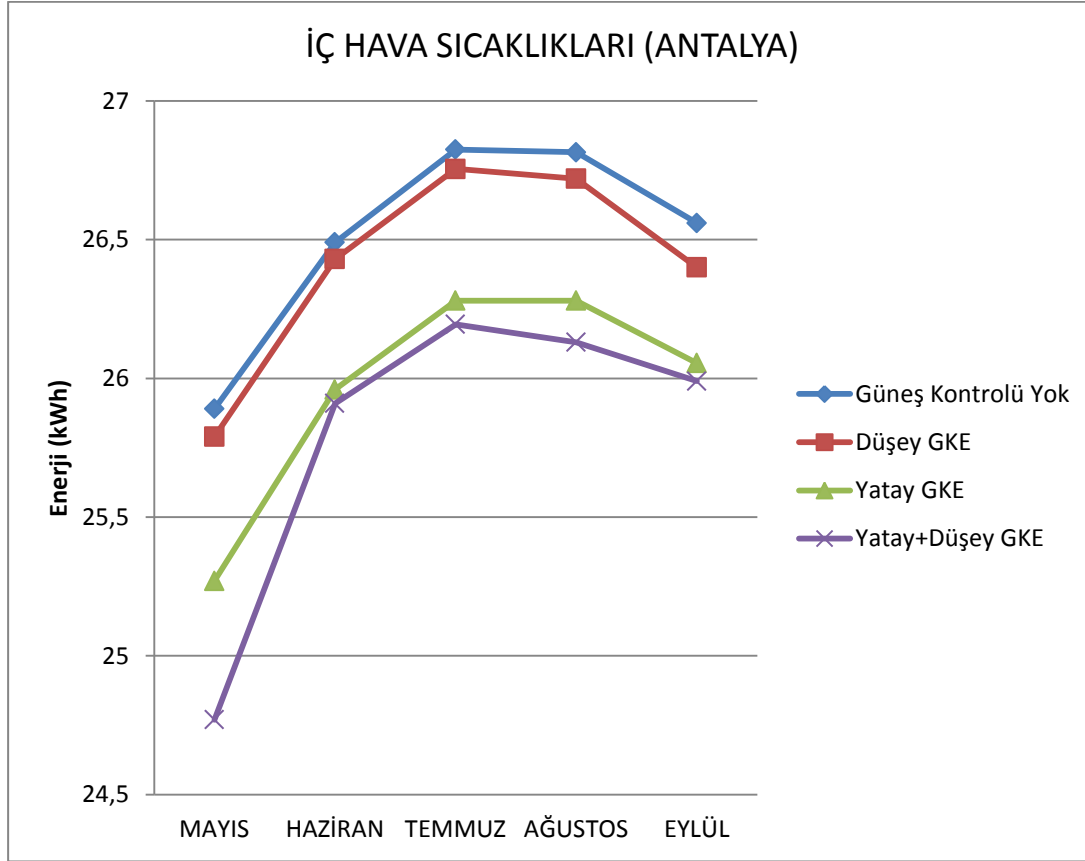
İstanbul koşullarında çok katlı bir konut projesinde yapılmış olan simülasyonun sonuçlarından toplam soğutma enerjisi yükleri incelenecek olursa, Mayıs ayı itibariyle soğutma enerjisi yüklerinde artış olduğu gözlemlenebilir. Yaz aylarında güneş kontrol elemanı kullanılmadığı durumdaki ve yatay ve düşeyde güneş kontrol elemanı kullanıldığı durumdaki toplam soğutma enerjisi yükleri farkı 700 kWh’i bulmaktadır. Güney cephede uygulanan yatay güneş kontrolü elemanı ve doğu-batı cephelerinde uygulanan düşey güneş kontrolü elemanının birlikte kullanıldığı durumda, Haziran ayında 622,70 kWh, Temmuz ayında, 575,995 kWh, Ağustos ayında 626,72 kWh, Eylül’de ise 706,86 kWh tasarruf sağladığı gözlemlenmiştir.

4.4.2 Referans binanın Antalya için enerji simülasyonu sonuçları

Bu başlık altında Antalya iklim dataları kullanılarak iç hava sıcaklıkları hesabı, güneş ışıınımı kazanımı ve toplam soğutma enerjisi yükleri güneş kontrol elemanı olduğu ve olmadığı durumlarda incelenmiştir.

4.4.2.1 Antalya ili verilerine göre iç hava sıcaklıkları değişimi

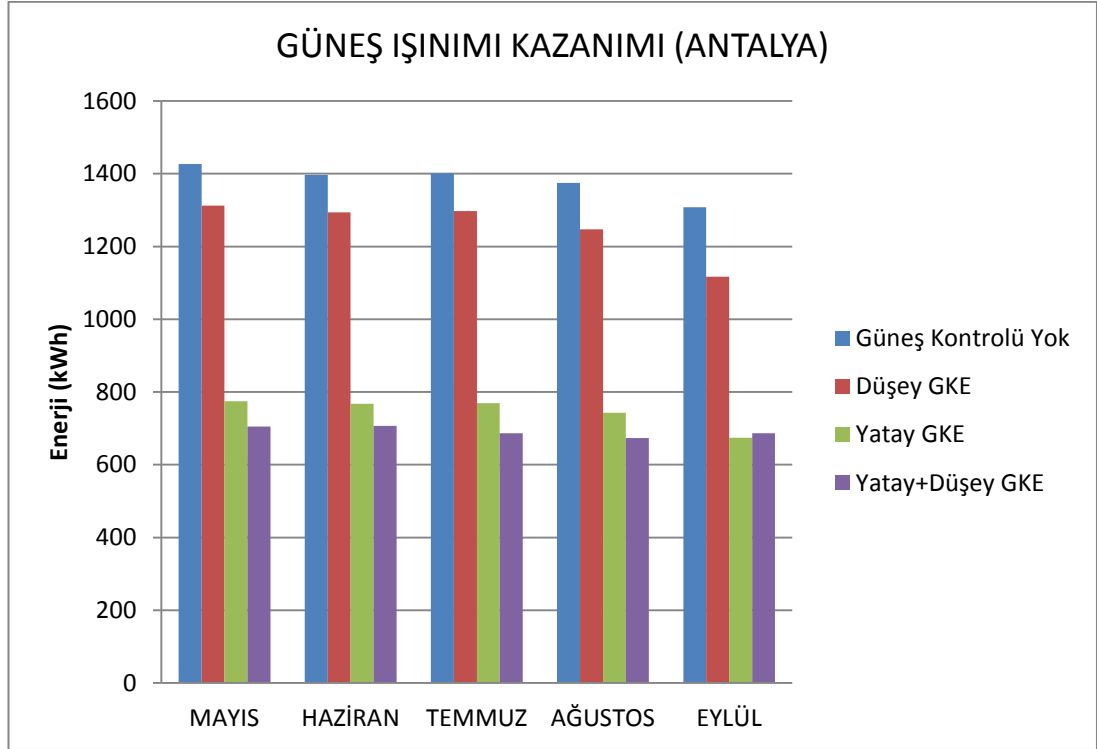
Çizelge 4.6 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



İç hava sıcaklığı grafiği güneş kontrolü olmaması durumu, düşey güneş kontrol elemanı uygulanması durumu, yatay güneş kontrol elemanı uygulanması durumu ve yatayda, düşeyde birlikte güneş kontrol elemanı uygulanması durumu için oluşturulmuştur. Konut binasında Antalya ilinde genel sıcaklıklar 26-27 °C arasında değişmektedir. Antalya ilinin soğutma enerjisi yüklerin Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yüksek olmaktadır. Güney cephede yatay ve güney cephede yatay, doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanının birlikte kullanıldığı durumda iç hava sıcaklıklarında fark yüksek çıkmamaktadır. Güneş kontrol elemanı kullanıldığı takdirde iç hava sıcaklıklarında fark Mayıs ayında 3,5 °C'nin üzerinde olmaktadır. Soğutmanın istendiği diğer dönemlerde de güneş kontrol elemanı kullanıldığı ve kullanılmadığı durum arasındaki fark 1-1,5 °C arasında değiştiği gözlemlenmektedir.

4.4.2.2 Antalya ili verilerine göre güneş ışınlmı kazanımı değışimi

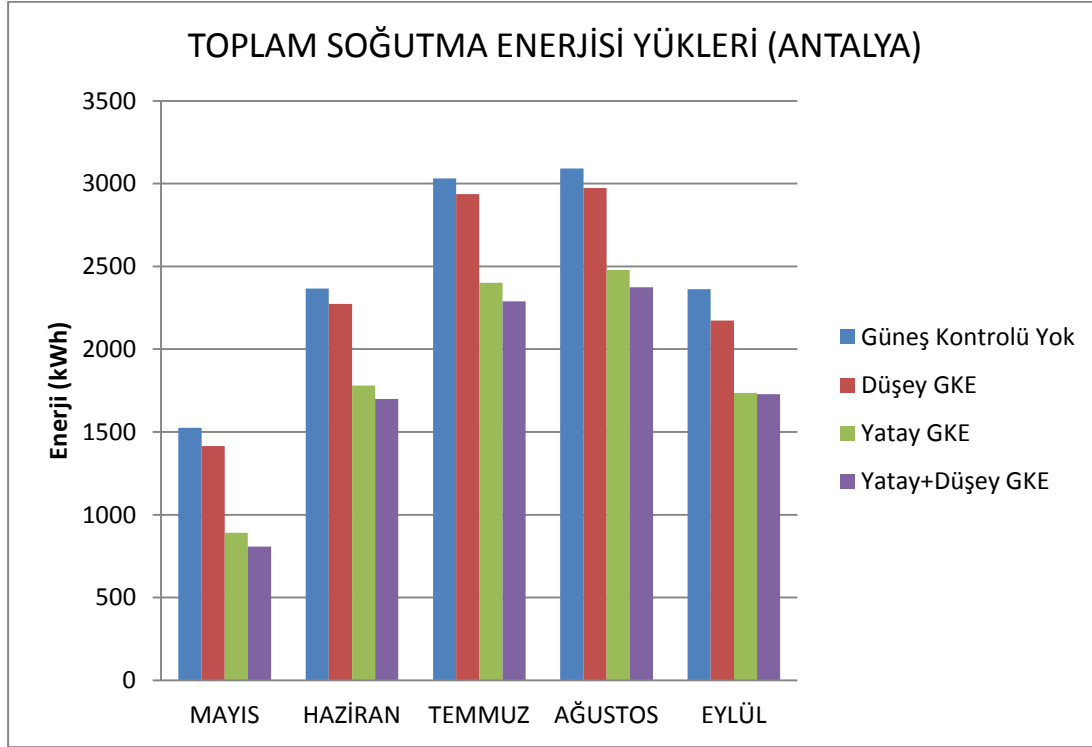
Çizelge 4.7 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediğı dönemde güneş ışınlmı kazanımı değışimi.



Antalya ilinde güneş kazanımları ısıtmanın istenmediğı dönemlerde genellikle yüksek olarak görölmektedir. Binanın mevcut durumunda güneş ışınlmı kazanımı 1426,71 kWh ve 1308,21 kWh arasında değışmektedir. Bunun yanı sıra, güneş kontrol elemanının binaya uygulanmasından sonra güneş ışınlmı kazanımında 708,61 kWh ile 689,37 kWh arasında azalma görölmektedir. Temmuz ayındaki enerji kazanımları incelenecek olursa, güneş kontrol elemanı kullanılmadığı zaman güneş ışınlmı kazanımı 1401,105 kWh olarak tespit edilmiştir. Doğı ve batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanı kullanıldığında ise, kazanım 1297,07 kWh olmuştur. Bu durumda mevcut duruma göre, 104.03 kWh enerji kazanımında azaltım yapılmıştır. Güneş kontrolü sadece güney cephede yatay elemanlarla yapıldığında 769,11 kWh güneş ışınlmı kazanımı oluşmuştur. Mevcut durumla karşılaştırıldığında ise, 631,99 kWh enerji kazanımı engellenmiştir. Yatay ve düşey güneş kontrol elemanı uygulamasında 686,87 kWh enerji kazanımı söz konusudur. Bu durumda ise mevcut duruma göre, 714.23 kWh’lik bir enerji kazanımı farkı gözlemlenmektedir.

4.4.2.3 Antalya ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yüklerinin değişimi

Çizelge 4.8 : Mevcut bina için Antalya’da ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi.



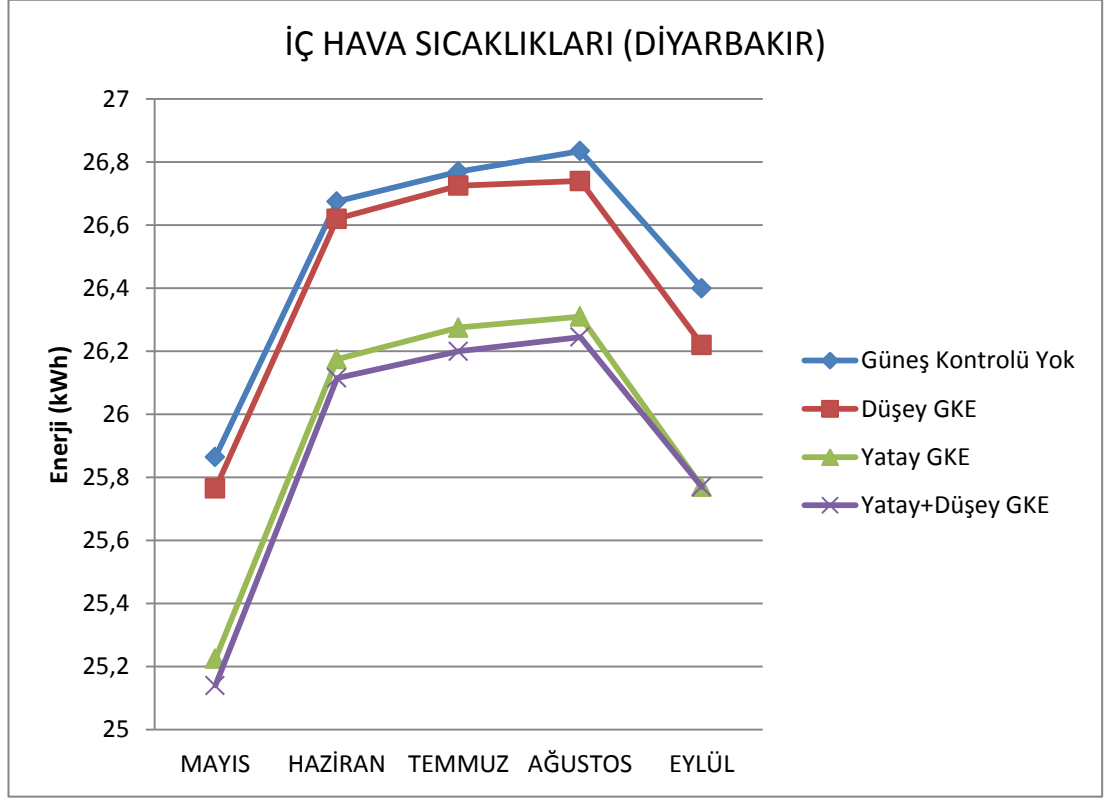
Antalya ilinde soğutmanın istendiği dönem için tespit edilmiş toplam soğutma enerjisi yükleri grafiği incelendiğinde, soğutma yüklerinin en yüksek olduğu ay Ağustos ayıdır. Ağustos ayında, mevcut binanın toplam soğutma enerjisi yükü 3091,99 kWh, doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanının uygulanmasıyla, 2972,92 kWh, güney cephede yatay güneş kontrol elemanı uygulanmasıyla, 2479,085 kWh ve doğu-batı cephelerde düşey güneş kontrol elemanı uygulanırken, güney cephede yatay elemanın da uygulandığı durumda 2374,54 kWh olarak belirlenmiştir. Simülasyon programı olarak kullanılan Designbuilder, iklim datalarını, binanın bulunduğu enlemi, yönlendiriliş durumunu ve diğer parametreleri de gözönünde bulundurarak hesaplamaları yaptığından, nem etkisinden dolayı iklimsel değişkenler sonuçları farklılaştırmada etkin rol oynamıştır.

4.4.3 Referans binanın Diyarbakır için enerji simülasyonu sonuçları

Bu başlık altında Diyarbakır iklim dataları kullanılarak iç hava sıcaklıkları hesabı, güneş ışınlamı kazanımı ve toplam soğutma enerjisi yükleri güneş kontrol elemanı olduğu ve olmadığı durumlarda incelenmiştir.

4.4.3.1 Diyarbakır ili verilerine göre iç hava sıcaklıkları değişimi

Çizelge 4.9 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.

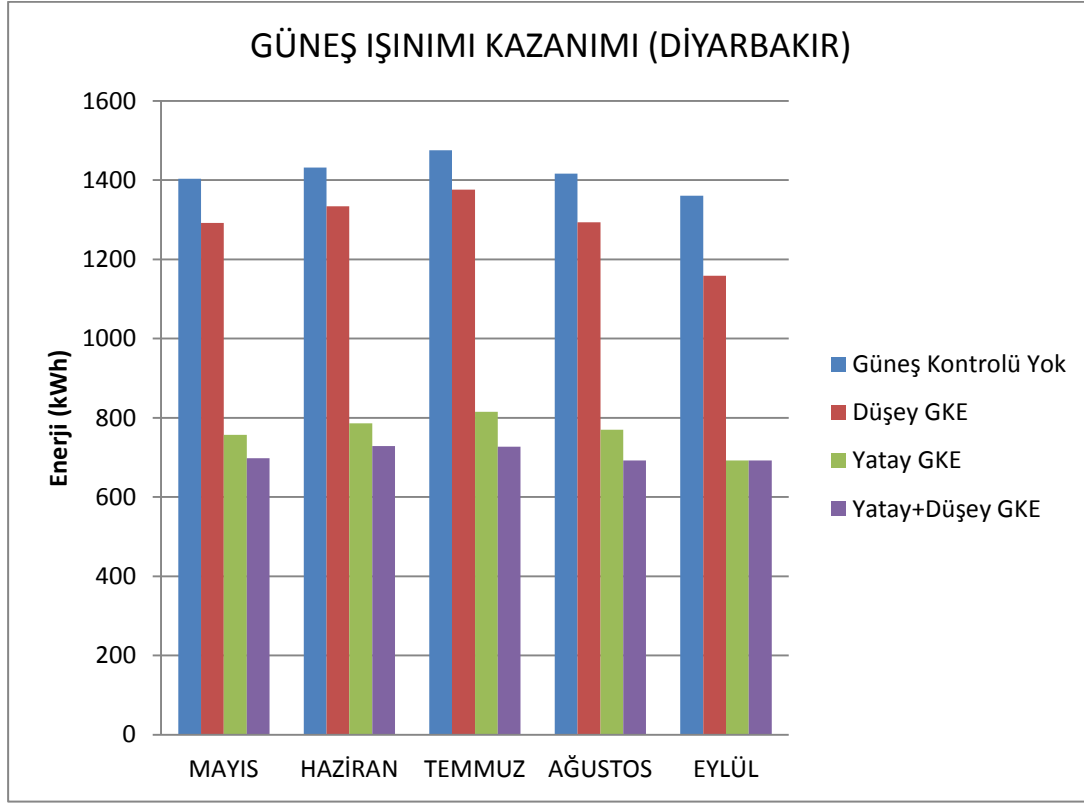


İç hava sıcaklığı çizelgesi güneş kontrolü olmaması durumu, düşey güneş kontrol elemanı uygulanması durumu, yatay güneş kontrol elemanı uygulanması durumu ve yatayda, düşeyde birlikte güneş kontrol elemanı uygulanması durumu için oluşturulmuştur. Genel duruma bakıldığında mevcut durumda iç mekan sıcaklıkları güneş kontrol elemanı kullanıldığındaki durumundan birkaç derece yüksek çıkmaktadır. Bu şehirde güneş kontrol elemanı kullanımı, mevcut duruma göre 1°C ve üzerinde sıcaklık farkına yol açmaktadır.

Diyarbakır ilinde iç hava sıcaklıkları, güneş kontrolü olmaması durumunda Mayıs ayında yüksek derecelerde tespit edilmezken, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında en yüksek değerlerine ulaşmıştır. İç hava sıcaklıkları her dört durum için de Eylül ayında düşüş yönünde ivme göstermiştir.

4.4.3.2 Diyarbakır ili verilerine göre güneş ışıını kazanımı değışimi

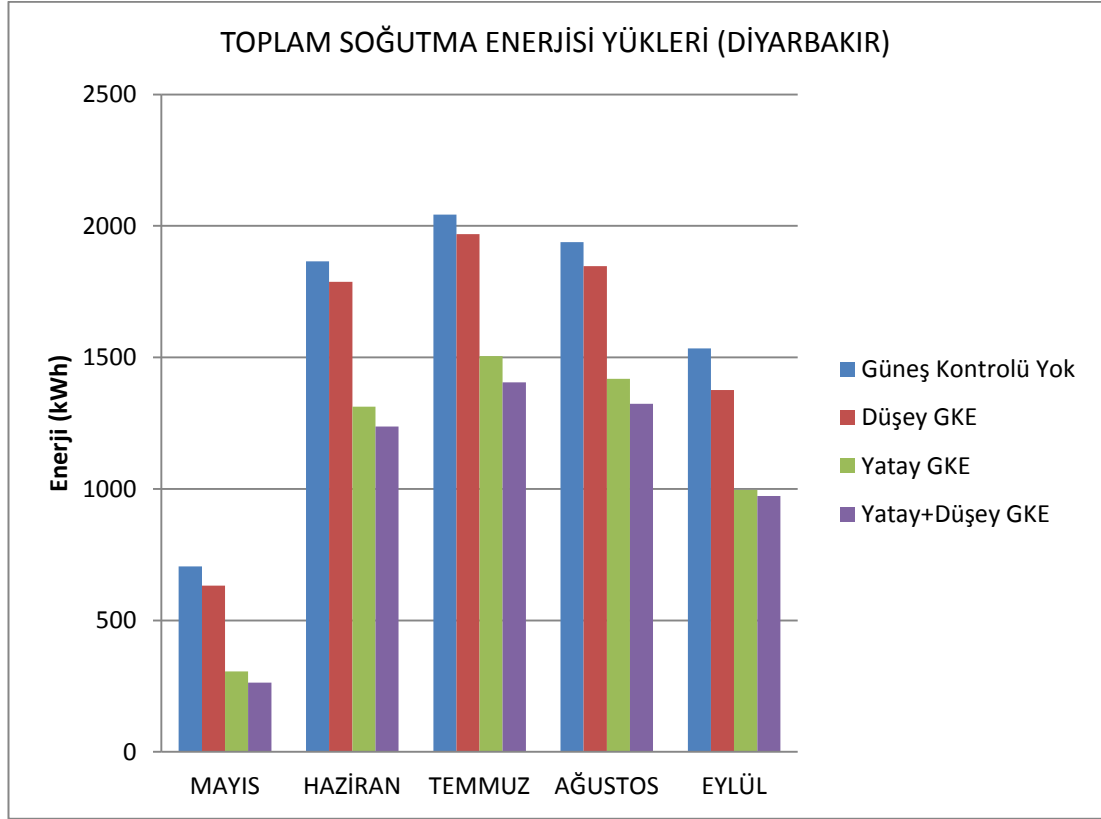
Çizelge 4.10 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediğı dönemde güneş ışıını kazanımı değışimi.



Güneş ışıını kazanımını gösterir grafik; güneş kontrolü olmaması durumu, düşey güneş kontrol elemanı uygulanması durumu, yatay güneş kontrol elemanı uygulanması durumu ve yatayda, düşeyde birlikte güneş kontrol elemanı uygulanması durumu için simülasyon sonuçları değerlendirilerek oluşturulmuştur. Diyarbakır ilinde Güneş kontrol elemanı uygulaması, güneş ışıını kazanım oranlarını düşürmektedir. Temmuz ayı incelemesinde, mevcut durum güneş ışıını kazanımı 1475,665 kWh, doğu ve batı cephesinde düşey güneş kontrol elemanı uygulaması ile 1375,885 kWh, güney cephede yatay güneş kontrol elemanı uygulanmasıyla 815,07 kWh, ve güney cephede yatay, doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanının uygulanmasıyla da 727,4 kWh güneş ışıını kazanımı olduğu belirlenmiştir. Güney cephede güneş kontrolünün olmasının ve sonrasında bu kontrolün, doğu ve batı cephelerinde düşey elemanlarla desteklenmesinin, güneş ışıınılarının kazanımının azaltılmasında rolü büyüktür.

4.4.3.3 Diyarbakır ili verilerine göre toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi

Çizelge 4.11 : Mevcut bina için Diyarbakır’da ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri değişimi.



Diyarbakır ilinde toplam soğutma enerjisi yükleri soğutmanın istendiği dönemin başlangıcı kabul edilen Mayıs ayında 705,455 kWh, Haziran’da 1864,705 kWh, Temmuz’da 2043,17 kWh, Ağustos’ta 1938,19 kWh, Eylül’de 1534,51 kWh olarak gözlemlenmektedir. Güneş kontrol elemanı kullanılmadığı durum ile kullanıldığı durum arasındaki enerji farkı 449,25 kWh ile 617,46 kWh arasındadır. Güney cephede yatay güneş kontrol elemanı ve güney cephede yatay ve doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanının bina cephesinde uygulandığı durumdaki toplam soğutma enerjisi yükleri farkı 102,38 kWh ile 42,5 kWh arasında tespit edilmiştir.

4.4.4 Isıtmanın istenmediği dönemlerde simülasyon sonuçlarının illere göre dönemlik değişimleri

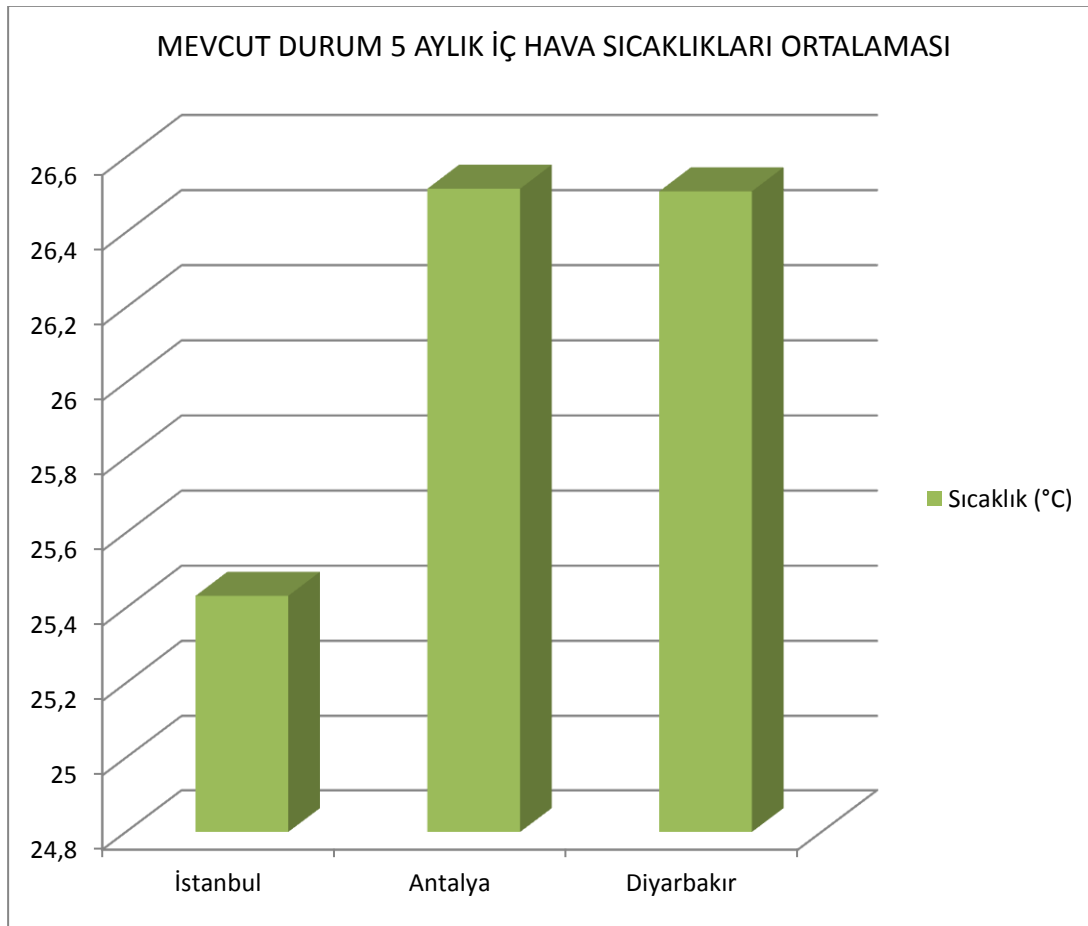
4.12 – 4.17 arasındaki çizelgelerde ısıtmanın istenmediği dönemlerde illere göre sırası ile mevcut durum (güneş kontrolü olmaması durumu), güney cephede yatay

güneş kontrolü, doğu ve batı cephelerinde dikey güneş kontrolü elemanı kullanılması ve güney cephede yatay, doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanı uygulanması durumları için,

- İç hava sıcaklıklarının değişimi (Çizelge 4.12-4.15)
- Güneş ışıınımı kazanımı değişimi (saydam yüzeyler aracılığı ile kazanılan) (Çizelge 4.16-4.19)
- Bina soğutma enerjisi yükleri değişimi (Çizelge 4.20-4.23)

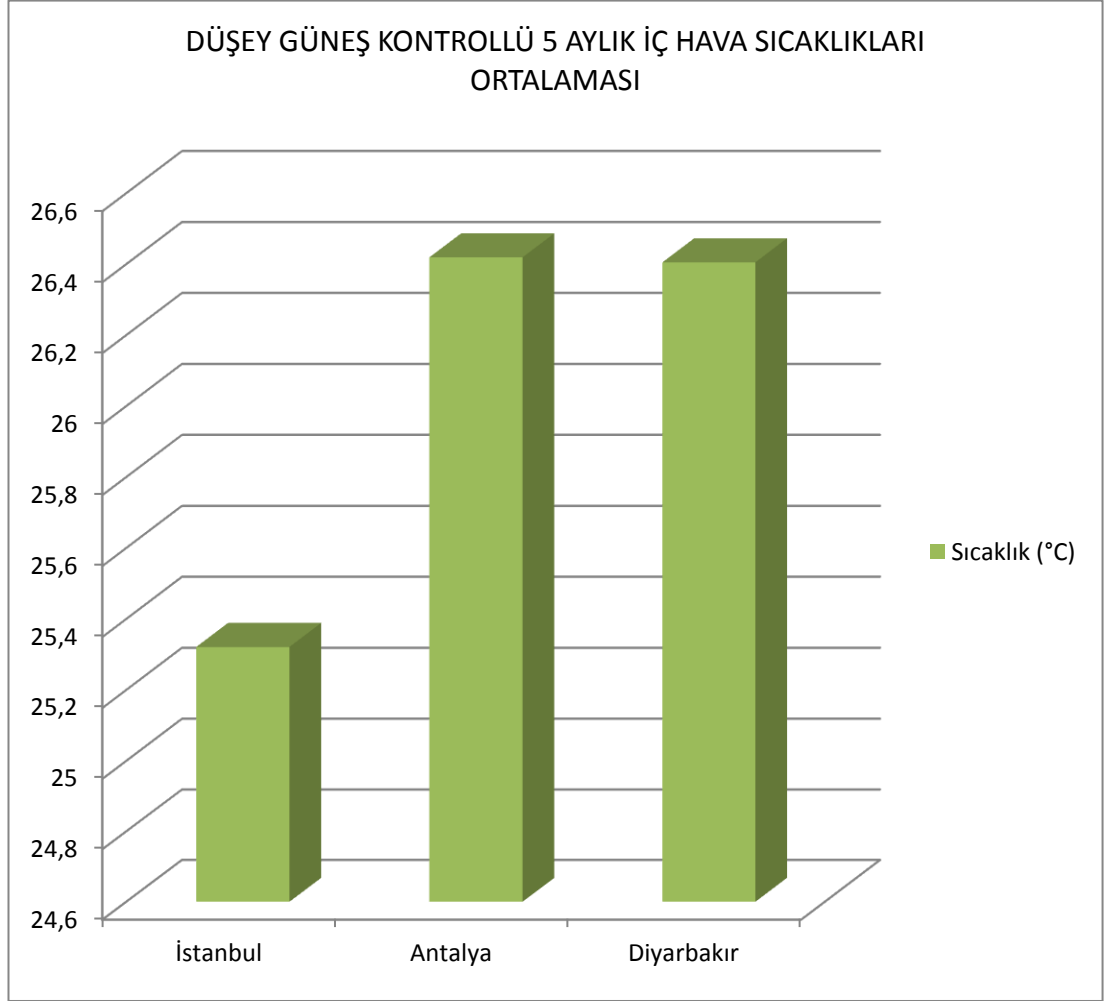
Dönemlik ortalama değerler olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



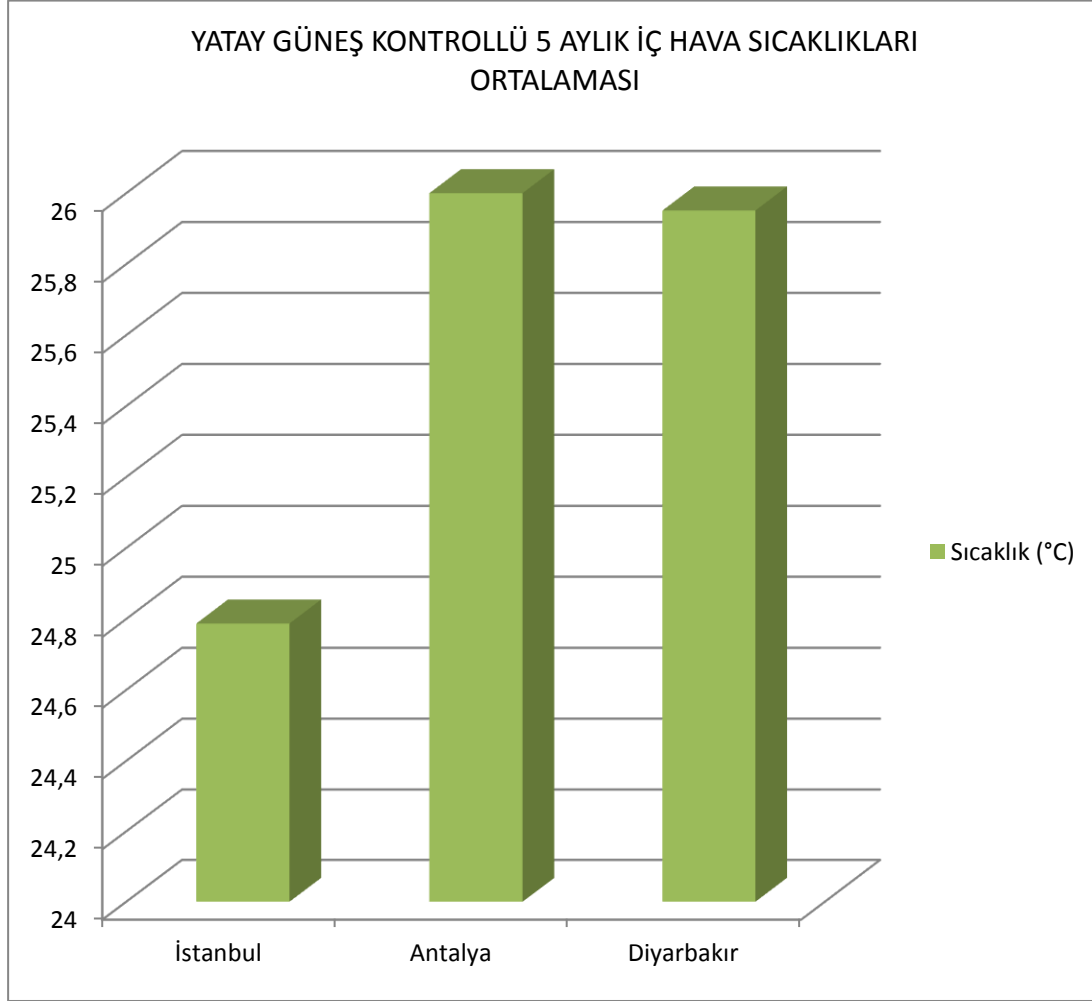
Isıtmanın istenmediği dönemde Antalya ve Diyarbakır illerinde iç hava sıcaklıkları değerleri birbirine yakın çıkmıştır. İstanbul ilinde ortalama 25, 432 °C iken, Antalya’da 26,516 °C ve Diyarbakır’da 26,509 °C olarak görülmüştür.

Çizelge 4.13 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



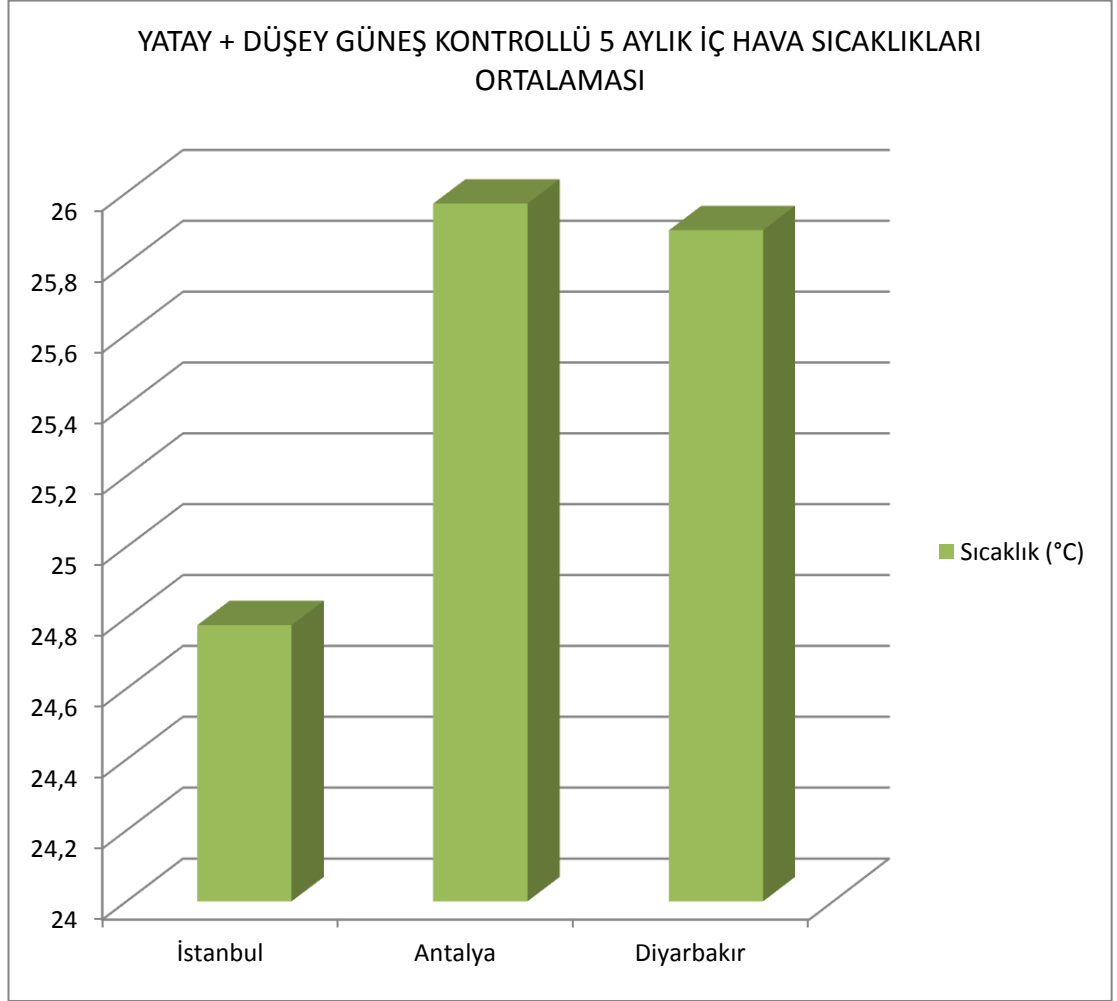
Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimini gösterir çizelge, doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrolü elemanı uygulanması durumunda simüle edilmiştir. Isıtmanın istenmediği 5 ayı kapsayan simülasyon sonuçlarına göre, referans bina üzerine doğu ve batı cephelerde düşey güneş kontrolü elemanı uygulanması ile, iç hava sıcaklıkları İstanbul'da ortalama 25.32 °C'ye, Antalya'da 26,419 °C'ye ve Diyarbakir'da ise 26.405 °C'ye düşürülmüştür. Doğü ve batı cephede güneş kontrolü uygulanması, iç hava sıcaklıklarını konfor değerine yaklaştırmıştır. Konfor koşulları Designbuilder simülasyon programında 19 °C ile 25 °C arasında işaretlenerek optimum değerlerin elde edilmesi sağlanmıştır.

Çizelge 4.14 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



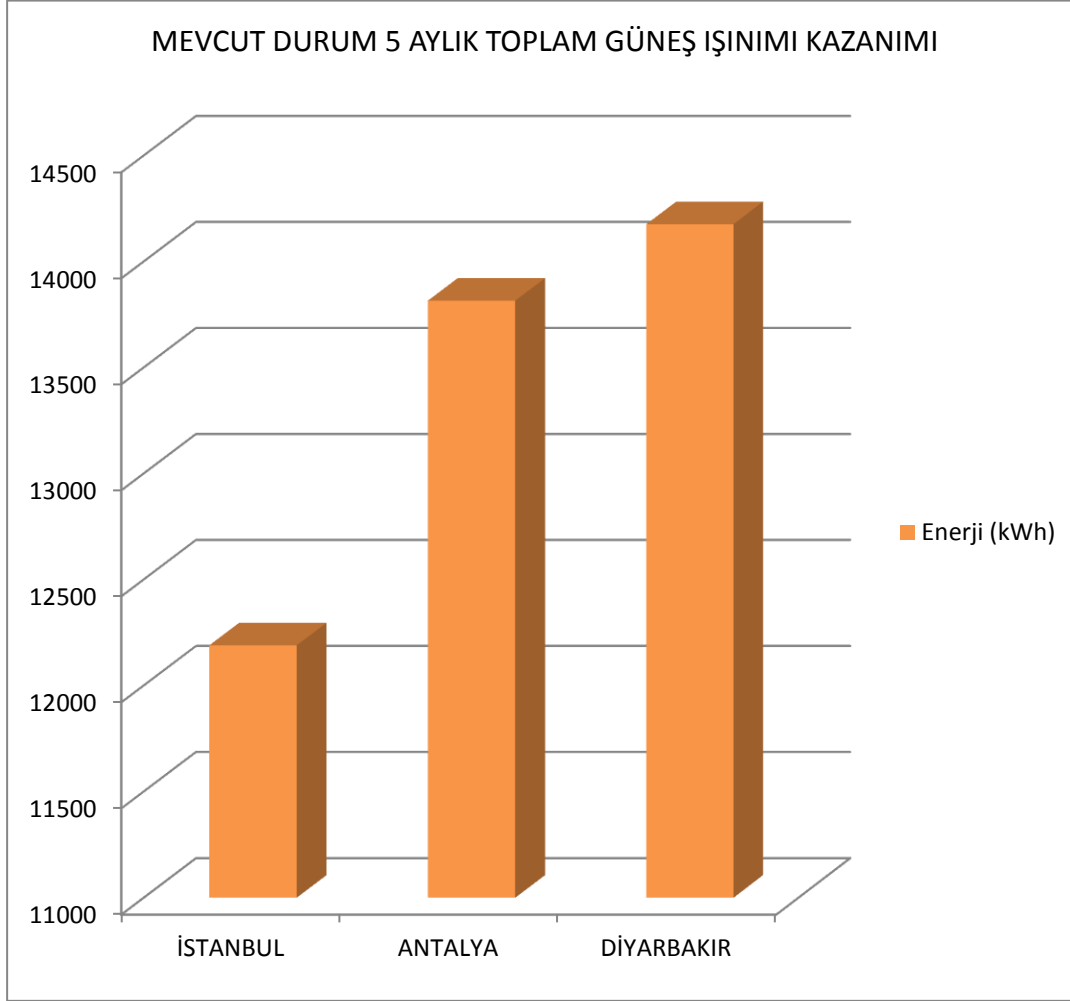
Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimini gösterir çizelge, güney cephede düşey güneş kontrolü elemanı uygulanması durumunda simüle edilmiştir. Isıtmanın istenmediği 5 ayı kapsayan simülasyon sonuçlarına göre, referans bina üzerine güney cephede yatay güneş kontrolü elemanı uygulanması ile, iç hava sıcaklıkları İstanbul'da ortalama 24,787 °C'ye, Antalya'da 26,009 °C'ye ve Diyarbakır'da ise 25,951 °C'ye düşürülmüştür. Designbuilder simülasyon programında elde edilen veriler ile, mevcut duruma (güneş kontrolü olmayan durum) göre iç hava sıcaklıklarında kontrol sağlanmış olduğu izlenmektedir.

Çizelge 4.15 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimi.



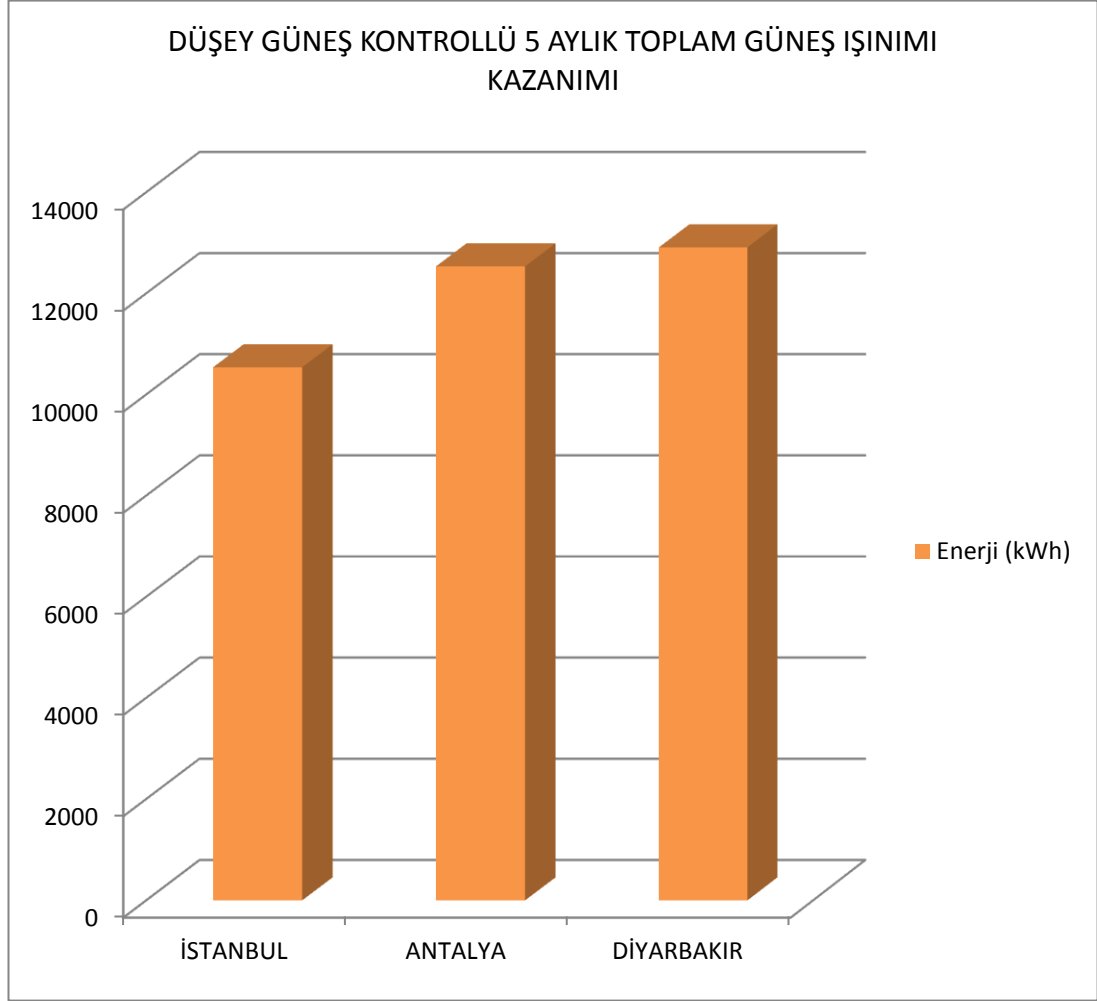
Yatayda ve düşeyde güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde iç hava sıcaklıkları değişimini gösterir çizelge, doğu-batı-güney cephelerinde güneş kontrolü elemanı uygulanması durumunda simüle edilmiştir. Isıtmanın istenmediği 5 ayı kapsayan simülasyon sonuçlarına göre, referans bina üzerine güney cephede yatay, doğu ve batı cephelerde ise düşey güneş kontrolü elemanı uygulanması ile, iç hava sıcaklıkları İstanbul'da ortalama 24.779 °C'ye, Antalya'da 25,969 °C'ye ve Diyarbakır'da ise 25,894 °C'ye düşürülmüştür. Doğru ve batı cephede düşey güneş kontrol elemanı ve güney cephede uygulanan yatay güneş kontrol elemanı uygulamasının etkinliği, diğer 2 uygulamaya göre en yüksek olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışıını kazanımı.



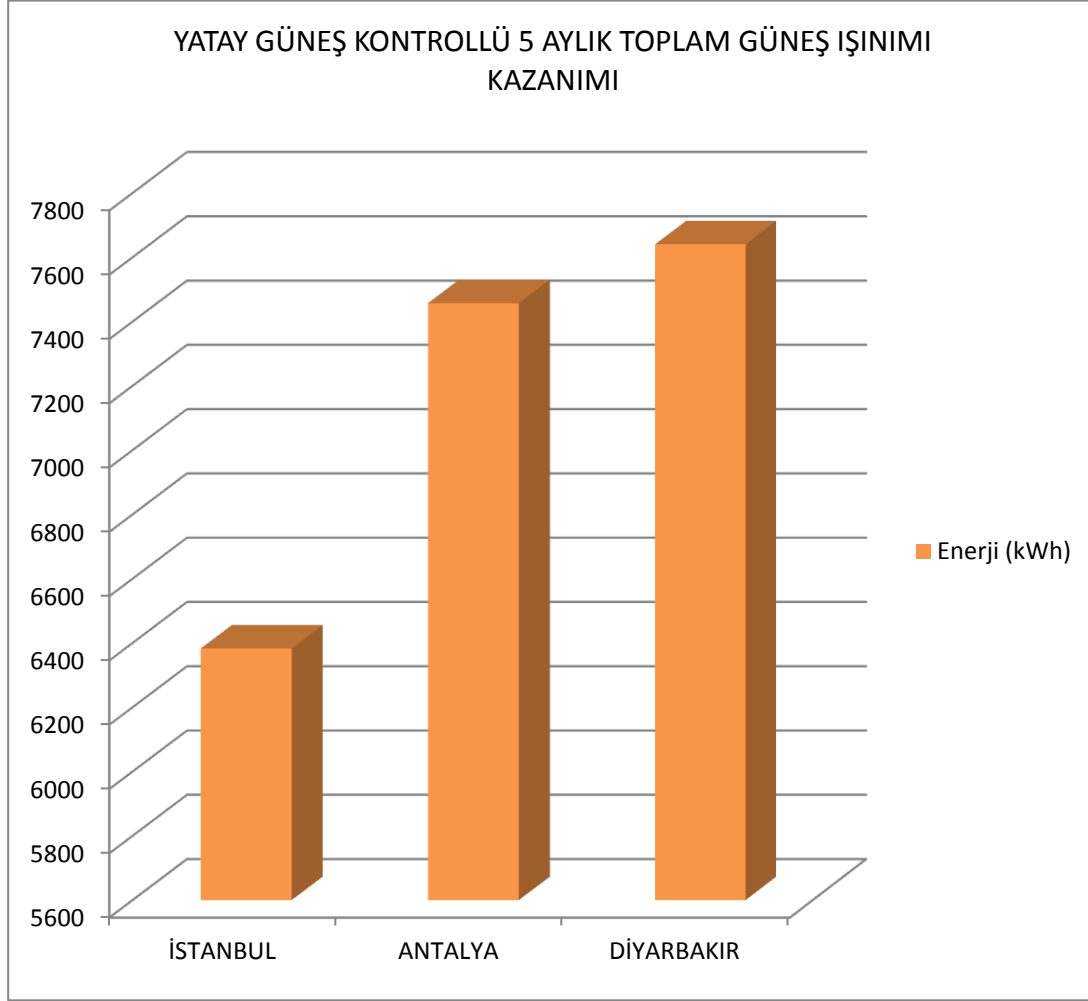
Bina üzerine güneş kontrol sistemleri güney cephede bulunan pencere düzlemlerinde yatay güneş kontrol elemanının ve doğu-batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanının entegre edilmediği mevcut durumda güneş ışıını kazanımlarını vermektedir. Çizelge 4.16, referans binanın İstanbul, Antalya ve Diyarbakır'da ısıtmanın istenmediği dönemdeki Designbuilder enerji programı ile elde edilen simülasyon sonuçlarını vermektedir. Çizelgede görüldüğü gibi güneş ışıını kazanımının en yüksek olduğu il Diyarbakır'dır. Güneş ışıını kazanım oranları dikkate alındığı durumda, güneş kontrol elemanları uygulamasının gerekli olduğu iller, sırasıyla Diyarbakır, Antalya ve İstanbul'dur. Isıtmanın istenmediği dönemlerde yatayda ve düşeyde güneş kontrol elemanları uygulanarak ısı kazançları engellenebilir.

Çizelge 4.17 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışınlamı kazanımı.



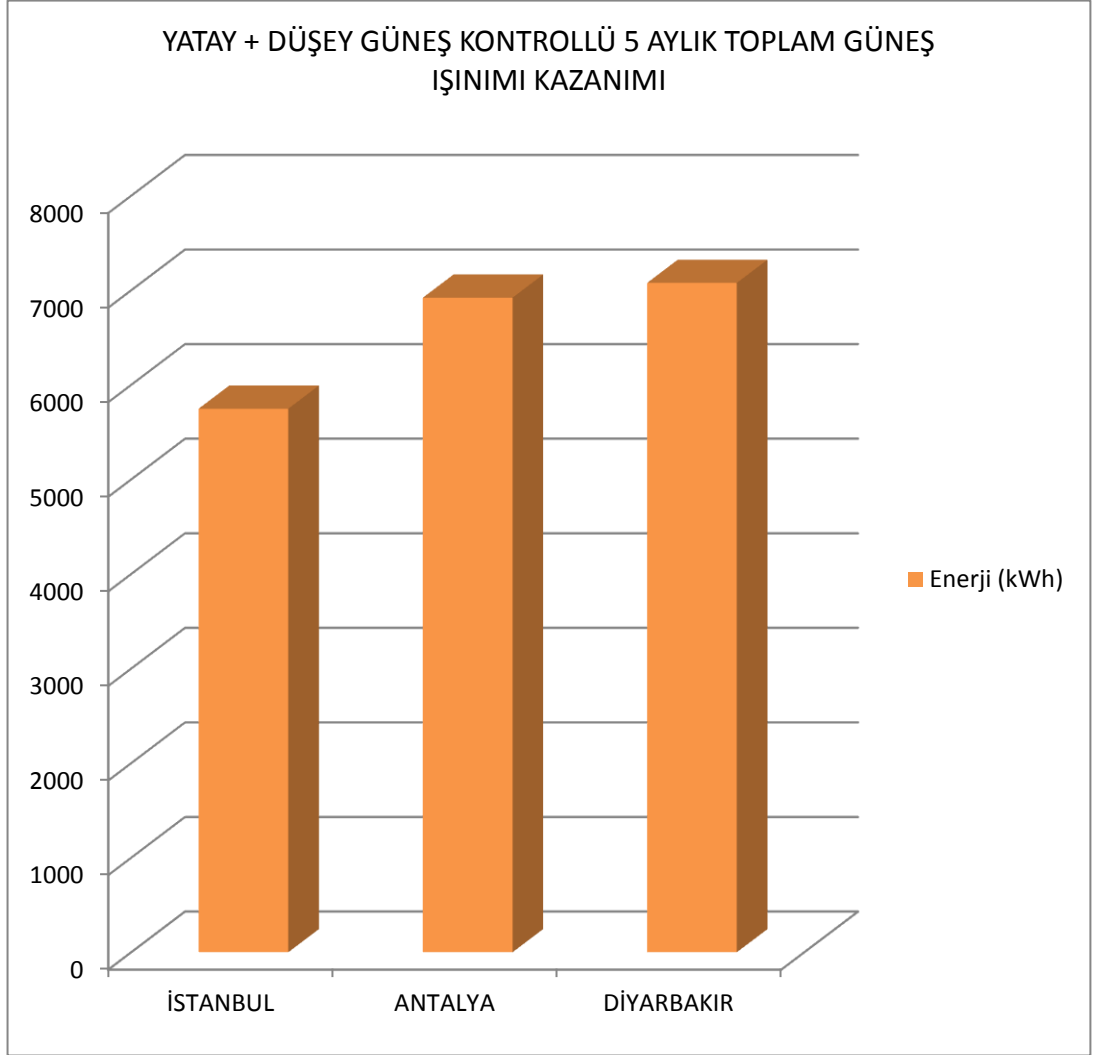
Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği güneş ışınlamı kazanımını gösterir çizelge, doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrolü elemanı uygulanması durumunda simüle edilmiştir. Çizelge 4.17, referans binanın İstanbul, Antalya ve Diyarbakır'da ısıtmanın istenmediği dönemdeki Designbuilder enerji programı ile elde edilen simülasyon sonuçlarını vermektedir. Çizelge 4.17, çizelge 4.16 ile karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre düşey güneş kontrol elemanı kullanılması durumunda, güneş ışınlamı kazanımı farkı, İstanbul için 1652,2 kWh, Antalya için 1281,53 kWh, Diyarbakır için 1265,83 kWh olmaktadır. Isıtmanın istenmediği dönemde, sadece doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrolü elemanı kullanımıyla enerji kazanımlarını düşürmek mümkündür.

Çizelge 4.18 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışıını kazanımı.



Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği güneş ışıını kazanımını gösterir çizelge, güney cephede düşey yatay güneş kontrolü elemanı uygulanması durumunda simüle edilmiştir. Çizelge 4.18, referans binanın İstanbul, Antalya ve Diyarbakır'da ısıtmanın istenmediği dönemdeki Designbuilder enerji programı ile elde edilen simülasyon sonuçlarını vermektedir. Çizelge 4.16'da mevcut durum 5 aylık toplam güneş ışıını kazanımı grafiği ile bu grafik karşılaştırıldığında İstanbul için 6442,55 kWh, Antalya için 6894,37 kWh, Diyarbakır için 7098,78 kWh güneş ışıını kazanımı farklı gözlemlenmektedir. Güneş kontrol elemanı kullanımı ile soğutmanın istendiği dönemlerde, iç ortama istenmeyen güneş ışıınımları girişi engellenerek enerji tasarrufu mümkündür.

Çizelge 4.19 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam güneş ışıını kazanımı.



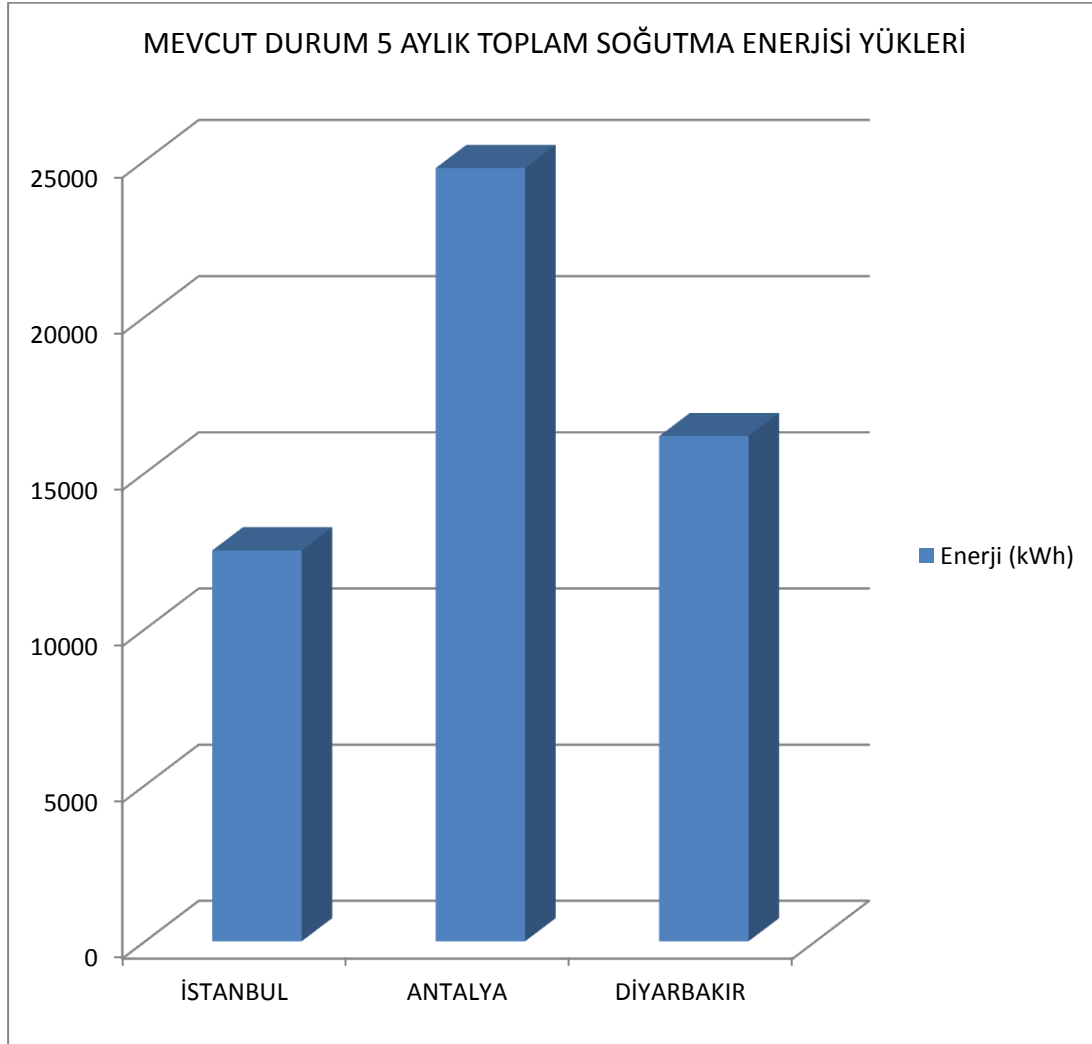
Konut binası üzerinde güney cephede yatay ve doğu ve batı cephelerinde düşey güneş kontrol elemanlarının birlikte kullanılması halinde her üç il için de bir önceki yatay güneş kontrol elemanı kullanımı grafiği ile karşılaştırıldığında 1000 kWh enerji farkı gözlemlenmektedir. Antalya ve Diyarbakır illerinin enerji kazanımları soğutmanın istendiği dönemlerde toplamda sırasıyla 6920,44 kWh ve 7077,11 kWh olarak tespit edilmiştir.

3 farklı ilde yapılan simülasyon sonuçlarına göre 5 aylık toplam güneş ışıını kazanımının en yüksek olduğu Diyarbakır ile karşılaştırıldığında, Diyarbakır'a göre güneş ışıını kazanımı Antalya'da %2.5, İstanbul'da %14 daha az olmaktadır. Aynı iller için yapılan güneş ışıını kazanımını yatay güneş kontrolü kullanılması durumunda gösteren simülasyon sonucunda da, kazancın en yüksek olduğu

Diyarbakır ili ile karşılaştırıldığında, Diyarbakır'a göre güneş ışıını kazanımı Antaşıya'da %2.22, İstanbul'da %18.71 daha az olmaktadır.

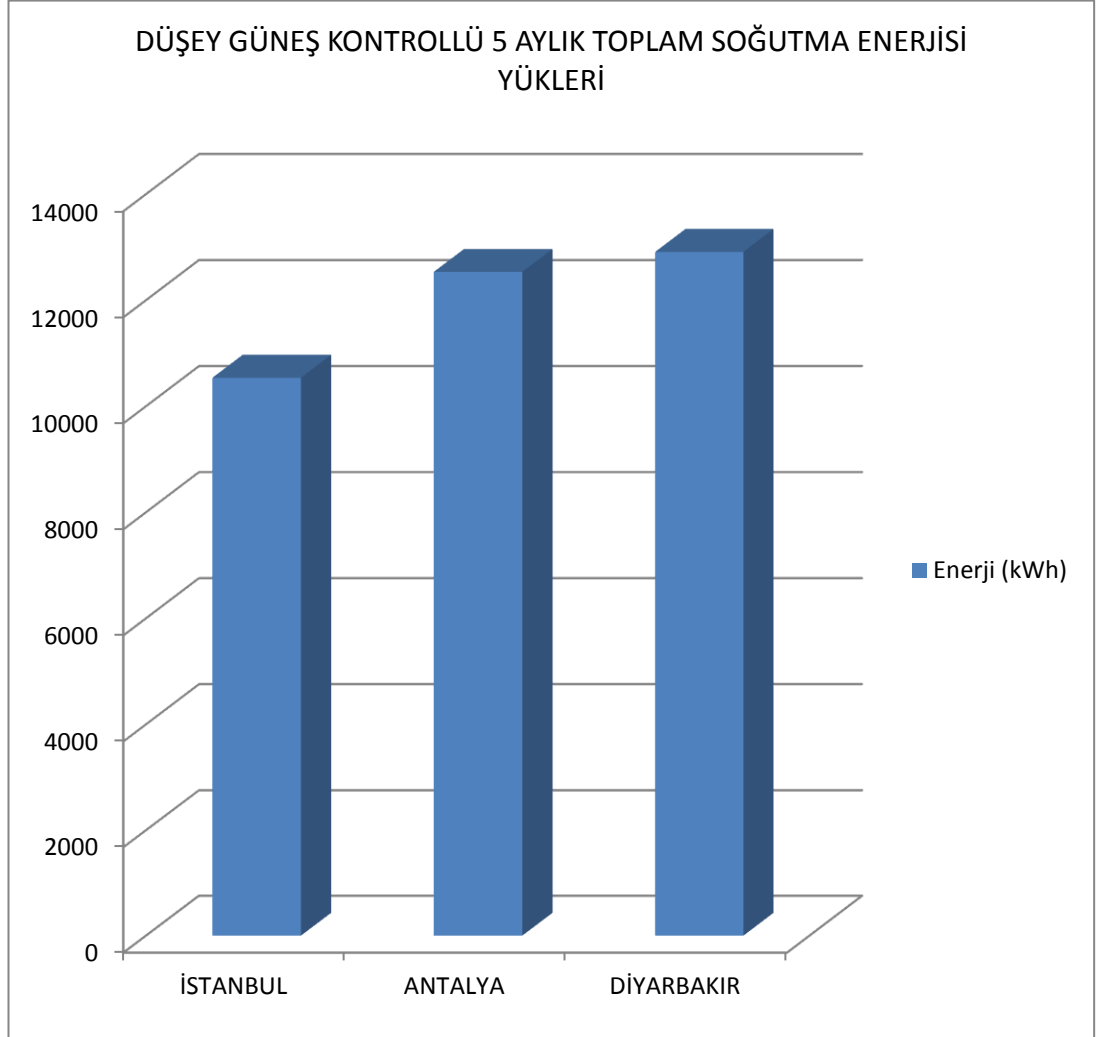
Çizelgeler 4.20, 4.21, 4.22, mevcut durumdaki binaya oranla yatayda ve yatay + düşeyde güneş kontrol elemanı uygulandığı durumda 5 aylık toplam soğutma enerjisi yükleri değışimini vermektedir.

Çizelge 4.20 : Mevcut bina için ısıtmanın istenmediğı dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.



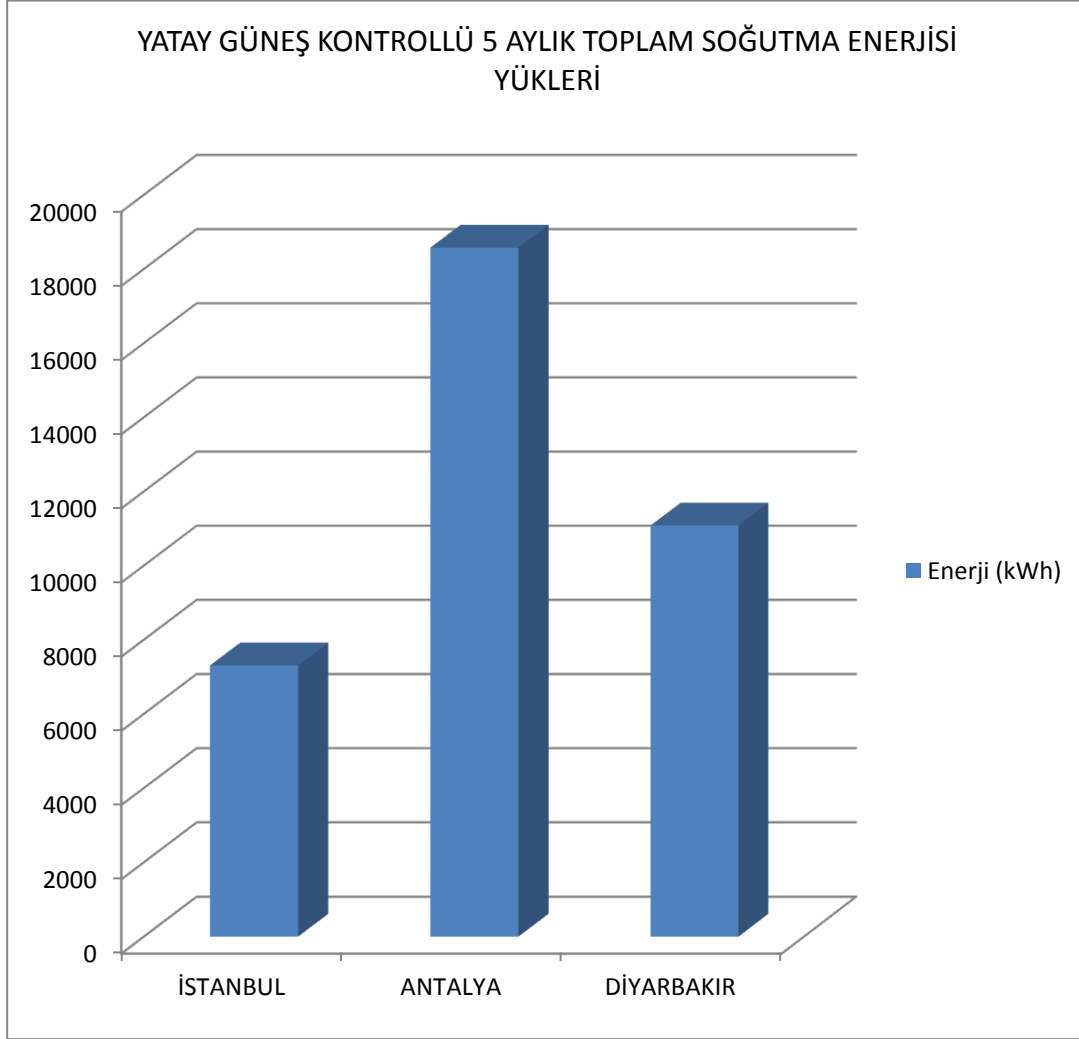
Referans bina mevcut haliyle soğutma enerjisi yüklerinin ısıtmanın istenmediğı dönemde kWh olarak değıerlendirilmiştir. Konut binasına güneş kontrol elemanları uygulanmadığı durumda, toplam soğutma enerjisi yükleri çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Soğutma enerjisi yükleri 5 aylık dönemde İstanbul için 12514,94 kWh, Diyarbakır için 16172,6 kWh, Antalya için 24756,45 kWh olmaktadır.

Çizelge 4.21 : Düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.



Isıtmanın istenmediği dönemde (Mayıs – Eylül ayları), doğu ve batı cephelerde düşey güneş kontrollü elemanlarının uygulanmasından sonra, 5 aylık toplam soğutma enerjisi yükleri İstanbul’da 10536,97 kWh, Antalya’da 12533,28 kWh ve Diyarbakır’da 12910,06 kWh olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, mevcut durum ile karşılaştırıldığında, soğutma enerjisi yüklerinde İstanbul ili için 1977,97 kWh, Antalya için 12223,2 kWh, Diyarbakır için 3262,54 kWh enerji azaltımı gözlenmektedir. Sıcak kuru iklim bölgesinde yer alan Diyarbakır için, soğutma enerjisi yüklerinin azaltılması güneş kontrol elemanı uygulaması ile en iyi oranda sağlanabilmektedir. Antalya ilinde nem faktörünün iklim koşullarını etkilemesi, güneş kontrol elemanının etkinlik derecesini düşürebilmektedir.

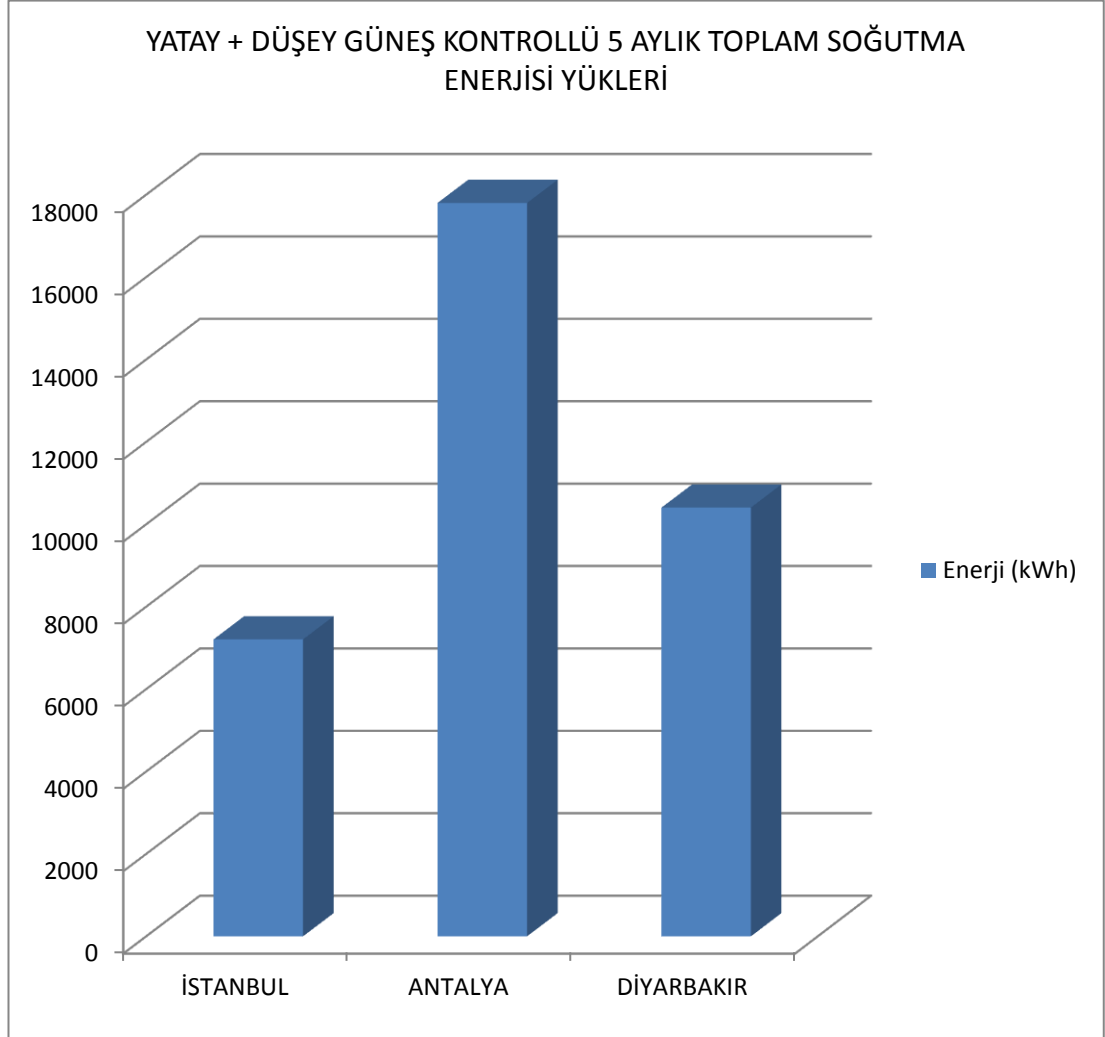
Çizelge 4.22 : Yatay güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.



Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi yatay güneş kontrol elemanı, referans binanın güney cephesinde bulunan tüm pencere düzlemlerinde kullanılarak İstanbul ilinin soğutma enerjisi yükleri ısıtmanın istendiği dönem olan Mayıs ve Eylül ayları arasında 5208,28 kWh düşürülebilmektedir. Ayrıca, Antalya ve Diyarbakır illerinde yine güney cephede bulunan saydam yüzeylerin tümünde yatay güneş kontrol elemanının cephe yüzeyine uygulanmasıyla, sırasıyla 18573,96 kWh ve 11080,51 kWh soğutma enerjisi yükü azaltımı olanaklı olmuştur.

Son olarak Çizelge 4.23’te referans bina saydam yüzeylerinde (saydamlık oranını oluşturan açıklık birimi pencereler), doğu ve batı cephelerde dikey, güney cephede yatay güneş kontrol elemanı uygulanmasıyla elde edilen 5 aylık toplam soğutma enerjisi yükleri gösterilmektedir.

Çizelge 4.23 : Yatay + düşey güneş kontrol elemanı uygulanmış bina için ısıtmanın istenmediği dönemde toplam soğutma enerjisi yükleri.



Yatay ve düşey güneş kontrol elemanlarının cephe yüzeyinde birlikte kullanılması durumunda, enerji yükü azaltımı en az İstanbul'da olmuştur (Çizelge 4.23). Bu durumda, soğutma enerjisi yüklerinde Antalya'da 776,68 kWh, Diyarbakır'da 676,43 kWh azalım görülmüştür.

Nem faktörünün ve diğer iklim koşullarının, coğrafi koşulların da soğutma enerjisi yüklerinde etkili olduğu, sıcak nemli iklim bölgesinde yer alan Antalya ili ve sıcak kuru iklim bölgesinde yer alan Diyarbakır ili gözlemlenerek belirlenebilir.

5. SONUÇLAR

Günümüzde enerji harcamalarının önemli bir bölümünün konutlarda olması nedeniyle, konutların enerji etkin sistemler olarak tasarlanması enerji ve çevre sorunlarının çözümünde çağdaş bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

Enerjinin etkin kullanımı, genel olarak, istenilen performans düzeyi, kalite ve konfor koşullarından ödün verilmeksizin, bir hizmet elde etmek için gerekli olan enerji miktarının azaltılması olarak tanımlanabilir. Enerjinin etkin kullanımı ile sağlanacak enerji tasarrufu daha ucuza elde edilebilen bir enerji kaynağıdır. Konut sektörü enerji tüketiminin önemli bir payını oluşturduğundan, bu sektörde enerjinin verimli kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulamasının sağlanması, diğer sektörlerde de bir kazanç olarak yansıtacaktır.

Binalarda iklimsel konfor ve enerji korunumunun sağlanması tasarım aşamasında, binaya ilişkin tasarım parametreleri için alınan enerji etkin kararlar yardımıyla sağlanabilmektedir. Binaların yıllık enerji harcamaları içinde, ısıtma enerjisi harcamalarının yanı sıra soğutma enerjisi harcamalarının da oranı giderek artmaktadır. Özellikle sıcak iklim bölgelerinde enerjinin büyük bir bölümü iklimsel konfor koşullarının sağlanabilmesi amacıyla soğutma sistemleri için kullanılmaktadır.

Bina içi mekanlarda soğutma yüklerini azaltmanın temel yollarından birisi, bina kabuğu saydam bileşenlerinden kazanılan güneş ışıınımı miktarını kontrol edebilmektir. Isıtmanın istenmediği dönemde soğutma enerji yüklerinin toplam enerji harcamalarında önemli bir yeri olduğundan bu dönemde sıcak ve ılımlı iklim bölgelerinde, saydam bileşenlere uygulanacak güneş kontrolü sistemleri ile soğutma yüklerini, dolayısıyla enerji harcamalarını azaltmak mümkündür.

Bu çalışmada; ısıtmanın istenmediği dönemde, ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul, sıcak nemli iklim bölgesinde yer alan Antalya ve sıcak kuru iklim bölgesinde yer alan Diyarbakır illeri için mevcut bir konut projesinin modellenerek,

- Mevcut durum (güneş kontrolü olmaması durumu)
- Sadece düşey güneş kontrolü elemanı kullanılması, (Düşey G.K.E.)

- Sadece yatay güneş kontrolü elemanı kullanılması, (Yatay G.K.E.)
- Yatay ve düşey güneş kontrol elemanları kullanılması; (Yatay + Düşey G.K.E.)

Durumları için enerji simülasyonları yapılması yoluyla iç hava sıcaklığı değerlerinin, güneş ışıınımı kazançlarının ve soğutma yüklerinin değişiminin belirlenmesi ve güneş kontrolü kullanılması alternatifleri ile elde edilen enerji tasarruf miktarlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Güneş kontrolü alternatiflerinin kullanılması durumunda mevcut duruma kıyasla elde edilen soğutma enerjisi tasarrufu ve güneş ışıınımı kazancı değerleri İstanbul, Antalya ve Diyarbakır için sırasıyla Çizelgeler 5.1, 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.1 : İstanbul ili için güneş kontrolü elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.

İSTANBUL	SOĞUTMA ENERJİSİ TASARRUFU		TOPLAM GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI	
	HARCAMA	TASARRUF	KAZANIM	AZALTIM
DÜŞEY G.K.E.	88,81%	11,20%	86,44%	13,56%
YATAY G.K.E.	58,37%	41,63%	52,35%	47,65%
YATAY + DÜŞEY G.K.E.	57,56%	42,44%	47,14%	52,86%

- Ilımlı-nemli iklim bölgesini temsil eden İstanbul'da soğutma enerjisi tasarrufu ve toplam güneş ışıınımı kazanımı Çizelge 5.1'de görüldüğü üzere; güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde harcanan soğutma enerjisi miktarı, sadece dış düşey güneş kontrolü elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması halinde % 11,20, sadece dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede kullanılması halinde % 41,63, dış yatay elemanın güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde % 42,44 azalmıştır. Güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde elde edilen toplam güneş ışıınımı kazancı ise, sadece dış düşey güneş kontrol elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması durumunda % 13,56, sadece dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede kullanılması halinde % 47,65, dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde % 52,86 azalmıştır.

Çizelge 5.2 : Antalya ili için güneş kontrolü elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.

ANTALYA	SOĞUTMA ENERJİSİ TASARRUFU		TOPLAM GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI	
	HARCAMA	TASARRUF	KAZANIM	AZALTIM
DÜŞEY G.K.E.	95,11%	4,89%	90,72%	9,28%
YATAY G.K.E.	75,02%	24,98%	53,98%	46,02%
YATAY + DÜŞEY G.K.E.	71,88%	28,12%	50,09%	49,91%

- Sıcak-nemli iklim bölgesini temsil eden Antalya’da Çizelge 5.2’de görüldüğü üzere; güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde harcanan soğutma enerjisi miktarı, sadece dış düşey güneş kontrolü elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması halinde % 4,89, sadece dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede kullanılması halinde % 24,98, dış yatay elemanın güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde % 28,12 azalmıştır. Güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde elde edilen toplam güneş ışıını kazanıcı ise, sadece dış düşey güneş kontrol elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması durumunda % 9,28, sadece dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede kullanılması halinde % 46,02, dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde % 49,91 azalmıştır.

Çizelge 5.3 : Diyarbakır ili için güneş kontrolü elemanı kullanılmasıyla elde edilen tasarruf miktarları.

DİYARBAKIR	SOĞUTMA ENERJİSİ YÜKLERİ TOPLAMI		TOPLAM GÜNEŞ IŞINIMI KAZANIMI	
	HARCAMA	TASARRUF	KAZANIM	AZALTIM
DÜŞEY G.K.E.	94,12%	5,88%	91,07%	8,93%
YATAY G.K.E.	68,51%	31,49%	53,89%	46,11%
YATAY + DÜŞEY G.K.E.	64,33%	35,67%	49,92%	50,08%

- Sıcak-kuru iklim bölgesini temsil eden Diyarbakır’da Çizelge 5.3’te görüldüğü üzere; güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde harcanan soğutma enerjisi miktarı, sadece dış düşey güneş kontrolü elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması halinde %5,88, sadece dış yatay güneş kontrol

elemanının güney cephede kullanılması halinde %31,49, dış yatay elemanın güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde %35,67 azalmıştır. Güneş kontrol elemanı uygulanmaması halinde elde edilen toplam güneş ışıını kazanıcı ise, sadece dış düşey güneş kontrol elemanının doğu ve batı cephelerinde kullanılması durumunda %8,93, sadece dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede kullanılması halinde %46,11, dış yatay güneş kontrol elemanının güney cephede ve dış düşey güneş kontrol elemanlarının doğu ve batı cephelerinde birlikte kullanılması halinde %50,08 azalmıştır.

Ülkemizin enerji sorunu göz önünde bulundurulduğunda, özellikle sıcak ve ılımlı iklim bölgelerinde ısıtmanın istenmediği dönemde giderek artan soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması, toplam enerji yüklerinin azaltılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu açıdan gölgeleme elemanları yardımıyla soğutma yüklerinin azaltılması hedeflendiğinde;

- Yatay ve düşey gölgeleme elemanlarının ayrı ayrı her yönde uygulanmasıyla elde edilebilecek soğutma yükü ve güneş ışıını kazançlarının değerlendirilmesi
- Gölgeleme elemanlarının sadece pencere dış yüzeyinde değil, pencere iç yüzeyi ve pencere camı içerisinde kullanımı sonucu elde edilebilecek soğutma yükü ve güneş ışıını kazançlarının değerlendirilmesi

gibi önerilerin gelecekteki bu yönde yapılacak çalışmalara ışık tutacağı ve binaların enerji etkin geliştirilmesi çalışmalarına katkı yapacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- [1]Url-1 <www.edubilim.com/forum/dunyada_gorulen_iklim_cesitleri_ve_ozellikleri_dunya_iklim_dogal_bitki_ortusu-t11967.0.html>, alındığı tarih: 27.09.2011.
- [2]Url-2 <http://www.enerji.gov.tr/index.php?dil=en&sf=webpages&b=enerjiverimliligi_EN&bn=217&hn=&id=40719>, alındığı tarih: 27.09.2011
- [3]Url-3 <http://en.wikipedia.org/wiki/Efficient_energy_use>, alındığı tarih: 30.09.2011.
- [4]Url-4 <http://ec.europa.eu/energy/efficiency/index_en.html>, alındığı tarih: 30.09.2011.
- [5]Url-5 <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protokol%C3%99>, alındığı tarih: 30.09.2011.
- [6]Url-6 <<http://www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=369&RecID=2483>>, alındığı tarih: 11.10.2011.
- [7] Detail, (2007). Sayı.47 no.6.,Detail,Almanya.
- [8] Givoni B. (1998) ‘Climate Considerations in Building and Urban Design’. John Wiley & Sons Inc., USA.
- [9] Hyde R., Watson S., Cheshire W., Thomson M. (2007). ‘The Environmental Brief, Pathways for Green Design’. Tylor & Francis Group, Oxon.
- [10] Jones D.L. (1998). ‘Architecture and the Environment, Bioclimatic Building Design’. The Overlook Press, Hong Kong, Çin.
- [11] Smith P.F. (Baskı, 2001 & 2005) Architecture in a Climate of Change, A Guide to Sustainable Design. Architectural, İngiltere.
- [12]Url-7 <http://www.rickriordan.com/12_climate_regions.htm>, alındığı tarih: 15.12.2011.
- [13]Url-8 <<http://www.blueplanetbiomes.org/climate.htm>>, alındığı tarih: 14.12.2011.
- [14] Url-9 <http://squ1.org/wiki/Climate_Classifications>, alındığı tarih: 15.12.2011.
- [15] Herzog T. (1996) Prestel, Munich.
- [16] Bozdoğan, B. (1990)- Mimari Tasarım Ve Ekoloji-Yüksek Lisans Tezi.Y.T.Ü, Mimarlık Anabilimdalı, İstanbul.
- [17] Zeren, L. ve diğ. (t.y.). Fiziksel Çevre Kontrolü Ders Notları, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İstanbul.
- [18] Url-10 <<http://www.msxlab.org/forum/soru-cevap/210971-isi-ve-sicakligin-cevremize-etkileri-nelerdir.html#ixzz1ax04mMqD>>, alındığı tarih: 07.08.2011.

- [19] **Özdemir,B.,B.** (2005). Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Danışman: Koçlar Oral, G.)
- [20] **Efe, A.** (2009). Pasif Güneş Evlerinde Bina Kabuğu Sistemi Tasarımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Danışman: Koçlar Oral, G.)
- [21] **Stack,I.A., Goulding J., Lewis J.O.** (2010). Shading Systems, European Commision Shading Systems Energy Research Group, University College Dublin, School of Architecture, Richview, Clonskeagh, Dublin 14.
- [22] **Url-11** <<http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/designguide.html>>, alındığı tarih 01.11.2011.
- [23] **Chou C.** (2004) The Performance of Daylighting with Shading Device in Architecture Design, *Tamkang Journal of Science and Engineering*, Department of Architecture Vol. 7, No 4,Taiwan.
- [24] **Url-12** <<http://www.es-so.org/documents/ES-SO-Flyer.pdf>> syf. 3, alındığı tarih 23.10.2011.
- [25] **Szokolay, SV.** (1980). Environmental Science Handbook for Architects and Builders. Construction Press.
- [26] **Parker, JH.** (1987). *Effectiveness of Vegetation on Residential Cooling. Passive Solar Journal* 2(2), syf. 123–132.
- [27] **Coch, H, Serra, R, and Isalgue, A.** (1998). The Mediterranean Blind: less light, better vision. *Renewable Energy* 15, syf. 431–436.
- [28] **Givoni, B.** (1994). Climate Considerations in Building and Urban Design. Van Nostrand Reinhold, NY.
- [29] **Erhorn-Kluttig, H.E.H.** (2010). Fraunhofer Institute for Building Physics (IBP), Innovative Solar Control Devices.
- [30] **Coronel, JF et al.** (1993). Solar and Thermal Performance of Louvre type Shading Devices. Solar Energy in Architect ure and Urban Planning: 3rd European Conference on Architecture, Florence.
- [31] **Fontoynt, M.** (1999). Daylight Performance of Buildings. James & James for European Commission DGXII.
- [32] **Correa, C.** (1985). The New Landscape. Book Society of India, Bombay.
- [33] **Yener, A.K.** (1999). A Method of obtaining Visual Comfort using Fixed Shading Devices in rooms. *Building and Environment* volume 34,no.3, syf. 285-291.
- [34] **Blanchet, Y and Girard, M.** (1993). Thermal and Visual Effectiveness of Shading Devices. Solar Energy in Architecture and Urban Planning: 3rd European Conference on Architecture, Florence.
- [35] **Tsangrassoulis, A, Santamouris, M, and Asimakopoulos, D.** (1996). Theoretical and Experimental Analysis of Daylight Performance for Various Shading Systems. *Energy and Buildings*, volume 24, no.3, syf. 223-230.

- [36] **Baker, N.** (1995). *Light and Shade: Optimising Daylight Design*. European directory of sustainable and energy efficient building, James & James.
- [37] **Littlefair, P.J.** (1996). *Designing with innovative daylighting*. Building Research Establishment, UK, syf 42.
- [38] **Danz, E.** (1967). *Sun Protection: An International Survey*. FA Praeger, New York.
- [39] **Givoni, B.** (1994). *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [40] **Givoni, B.** (1976). *Man, Climate and Architecture*. Applied Science Publishers, London.
- [41] **McNicholl, A & Lewis, J.O.** (1994). *Daylighting in Buildings THERMIE MaxiBrochure*, European Commission Directorate-General XVII.
- [42] **Salazar, JH.** (1995). *Sunlighting Evaluation in Buildings: Shading Device Evaluation Method with Qualitative Comparisons and Cost Benefit Analysis*. *Building Research and Information* volume 23, no.3
- [43] **Hall, A.** (2008). *Planning, purchasing and installing solar shading in public buildings*. Gothenburg.
- [44] **Url-13** <www.designbuilder.co.uk> DesignBuilder Software Ltd. Palace Chambers 41 London Rd, Stroud, Gloucestershire GL5 2AJ, United Kingdom, alındığı tarih 12.5.2010.
- [45] **Altıparmak, Ö.D.** (1999). *Binalarda Isı Kazancına Bağlı Soğutma Yükünün Bilgisayarlarla Hesabı, Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [46] **Anon.** (1998), *Konutlarda Isıtma ve Soğutma Yüğü Hesapları, Bölüm 25, ASHRAE Temel El Kitabı*, İstanbul.
- [47] **Erkmen, F. İ., Gedik, G. Z., Sözen, M. Ş.** (2006). *Sıcak İklim Bölgelerinde Soğutma Yüklerinin Karşılaştırılması, YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi Cilt 1, Sayı 2-3*.
- [48] **Erkmen, F. İ.** (2005). *Sıcak İklim Bölgelerinde Yapıların Soğutma Yüklerinin Karşılaştırılması (Antalya, Diyarbakır Örneği), Yüksek Lisans Tezi*, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [49] **Kutlu R.G.** (2008). *İlköğretim Dersliklerinde Aydınlatma Enerjisi Yönetimi Açısından Yönlere Göre Uygun Cephe Seçeneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Yaklaşım, Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [50] **Ok V.** (2009). *Gölgeleme Elemanlarının Rüzgar Üstü Bina Yüzeyindeki Basınç Katsayılarına Etkileri, İ.T.Ü. Dergisi/d, Cilt:8, Sayı:1, 28-40*, İstanbul.
- [51] **Ok V. ve diğ.** (2004). *Güneş Kontrol Elemanlarının Bina Yüzeyinde Rüzgar Etkisiyle Oluşacak Isı Taşınım ve Basınç Katsayılarına Etkisinin Deneyisel Olarak İncelenmesi, (Devam Ediyor)*, İstanbul.
- [52] **Ok V. ve diğ.** (2004). *Güneş Kontrol Elemanlarının Bina İç Hava Hareketi Hızına Etkileri, (Devam Ediyor)*, İstanbul.

- [53] **Bayraktar N.T.** (2008). Gölgeleme Araçlarının Mekanın Toplam Soğutma Yükleri Açısından Etkilerinin Değerlendirilmesinde Geliştirilen Yöntem, *Doktora Tezi*, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Ayşegül Cirit

Doğum Yeri ve Tarihi: 07/04/1987

Adres: Mimar Sinan Mah. Ünal Özgödek Bulv. Ayteks Sitesi 1691 Ada I Blok K:4
D:5 Merkez/AYDIN

E-Posta: agulcirit@gmail.com

Lisans: Gazi Üniversitesi

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Bahadır İnşaat – ofis mimarı

Kayhan Mimarlık – mimar

Varyap İnşaat – şantiye şefi

Yolsu Mühendislik – tasarım mimarı

T.C. Başbakanlık Aydın Afet Acil Durum Müdürlüğü – mimar

2007 “Wohnbrücke über Duisburg” tasarım yarışması mansiyon ödülü.

2008 Makedonya Kampüs Projesi www.arkitera.com öğrenci projeleri sunumu.