

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ HARCAMALARINA
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali Savaş YASAN**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNA TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ HARCAMALARINA
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali Savaş YASAN
(502091539)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Haziran 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gül Koçlar ORAL (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Öğr. Gör. Dr. Filiz AKŞİT (İTÜ)
Prof. Dr. Gülay Zorer GEDİK (YTÜ)

HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince, bu çalışmanın oluşturulmasında doğrudan ya da dolaylı olarak nitelikli katkıları olan değerli hocalarıma, tez danışmanım Prof. Dr. Gül Koçlar Oral'a, tezimin ilk aşamalarındaki katkılarından ötürü Öğr. Gör. Dr. Ş. Filiz Akşit'e, zihnimizin sınırlarını genişleten ve üretken olmayı öğreten Prof. Dr. Ferhan Yürekli ve Araş. Gör. Dr. A. İrem M. Falay'a ve her dönemimde yanımda olan aileme ve İdil Sönmez'e içtenlikle teşekkür ederim.

Mayıs 2011

Ali Savaş Yasan

(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Sorun Ve Önemi.....	1
1.2 Amaç.....	3
1.3 Kapsam	4
1.4 Yöntem	4
2. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINI ZORUNLU KILAN	
FAKTÖRLER.....	7
3. ENERJİ HARCAMALARINI AZALTAN BİNANIN TANIMLANMASI....	11
4. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN BİNA	
TASARIM PARAMETRELERİ.....	15
4.1 Dış Çevresel Parametreler	17
4.1.1 Topografya.....	17
4.1.2 İklimsel koşullar	17
4.1.2.1 Hava sıcaklıkları.....	18
4.1.2.2 Güneş ışıınımı ve güneşlenme süreleri.....	18
4.1.2.3 Nem.....	18
4.1.2.4 Rüzgar.....	19
4.1.3 Bitki dokusu ve peyzaj elemanları	19
4.1.4 Yakın çevredeki yapılaşma	22
4.2 Bina Ölçeğindeki Parametreler	22
4.2.1 Yer seçimi	23
4.2.2 Binanın yönlendiriliş durumu	26
4.2.3 Bina Biçimi	29
4.2.4 Bina aralıkları ve yükseklikleri	34
4.2.5 Mekân organizasyonu-zonlama.....	37
4.2.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri	38
Toplam ısı geçirme katsayısı.....	40
Saydamlık oranı.....	40
4.2.7 Bina kabuğunda sürdürülebilir malzemelerin kullanımı	43
4.2.7.1 Geri dönüştürülebilir veya dönüştürülmüş içerikli olması ve yeniden	
kullanılabilir malzemelerin kullanımı.....	43
4.2.7.2 Yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla elde edilebilen malzemelerin	
kullanımı.....	44

4.2.7.3 Dayanıklı ve kullanım periyodu boyunca daha az bakım gerektiren malzemelerin kullanımı	45
4.2.7.4 Yerel malzemelerin kullanımı	45
4.2.8 Ventilasyon (Havalandırma).....	46
4.2.9 Güneş Kontrol Elemanları.....	48
5. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN BİNA TASARIM SİSTEMLERİ.....	51
5.1 Pasif Sistemler	51
5.1.1 Doğrudan kazanç sistemleri.....	51
5.1.2 Dolaylı kazanç sistemleri	53
5.1.2.1 Trombe duvarı	54
5.1.2.2 Bidon duvarı	56
5.1.2.3 Çatı havuzu sistemi	57
5.1.3 İzole edilmiş kazanç sistemleri.....	59
5.1.4 Termosifon sistemleri.....	62
5.1.4.1 Düşey panel sistemi	62
5.1.4.2 U-tüpü paneli sistemi	63
5.2 Aktif Sistemler	63
5.2.1 Fotovoltaik paneller (PV paneller) ve binalarda kullanım alanları.....	65
5.2.1.1 PV panellerin bina çatısında kullanımı	67
Çatı örtüsü üzerine ek bir strüktür ile kullanımı	68
Çatı örtüsü olarak kullanımı	68
5.2.1.2 PV panellerin düşey bina kabuğunda kullanımı	68
Doğrudan bina kabuğunu oluşturan PV paneller	68
Mevcut kabuğa uygulanmış PV paneller	70
5.2.2 Isıl güneş teknolojileri.....	72
5.2.2.1 Düşük sıcaklık sistemleri (güneş kolektörlü sıcak su sistemleri)	72
Tabii dolaşımli sistemler	72
Pompalı sistemler	72
5.2.2.2 Yoğunlaştırıcı sistemler	74
Doğrusal yoğunlaştırıcılar	74
Noktasal yoğunlaştırıcılar	75
5.2.3 Rüzgâr türbini ve bina-rüzgâr türbini ilişkisi sınıflandırılması	75
5.2.3.1 Binadan bağımsız rüzgâr türbinleri	77
5.2.3.2 Binaya eklenmiş rüzgâr türbinleri	77
5.2.3.3 Binaya entegre rüzgâr türbinleri	78
Bina mesnetsiz rüzgâr türbinleri	79
Bina mesnetli rüzgâr türbinleri	79
6. BİNA TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ HARCAMALARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA: URFA TARIMKÖY PROJESİ ÖRNEĞİ.....	81
6.1 Çalışmanın Yöntemi.....	81
6.2 Seçilen Referans Bina ve Binaya İlişkin Veriler	84
6.3 Referans Binanın Enerji Yüklerinin Belirlenmesi.....	88
6.4 Tasarım Parametreleri Alternatiflerinin Geliştirilmesi, Enerji Yüklerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması.....	90
6.4.1 Bina yönlendiriliş durumu alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	92
6.4.2 Bina kabuğu alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması.....	95

6.4.2.1 Opak bileşen alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	95
6.4.2.2 Saydam bileşen alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	99
Saydamlık oranı alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	99
Saydam bileşen türü alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	104
6.4.2.3 Opak ve saydam bileşen (trombe duvar sistemi) alternatiflerin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	107
6.4.2.4 Güneş kontrolü alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması	112
6.5 Geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin seçilmesi	117
6.6 Uygulama Çalışmasının Sonuçları	123
7. SONUÇLAR	129
KAYNAKLAR	133

KISALTMALAR

A 1	: En Düşük Isıtma Yükünü Sağlayan Alternatiflerin Kombinasyonu
A 2	: En Düşük Soğutma Yükünü Sağlayan Alternatiflerin Kombinasyonu
A 3	: En Düşük Aydınlatma Yükünü Sağlayan Alternatiflerin Kombinasyonu
A 4	: En Düşük Toplam Yükü Sağlayan Alternatiflerin Kombinasyonu
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GK	: Güneş Kontrol Alternatifleri
OB	: Opak Bileşen Alternatifleri
PV	: Fotovoltaik panel
SB	: Saydam Bileşen Türü Alternatifleri
SO	: Saydamlık Oranı Alternatifleri
TD	: Trombe Duvarı Alternatifleri
TOKİ	: Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
U	: Toplam Isı Geçirme Katsayısı
YD	: Yönlendiriliş Durumu Alternatifleri

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : İklim bölgelerine göre dış zemin malzeme seçimi.	21
Çizelge 4.2 : Konut içerisindeki fonksiyonların uygun yönlendirilme şeması (Olgvay, 1992).....	28
Çizelge 4.3 : İklim bölgelerine göre çatı biçimi seçimi.....	33
Çizelge 4.4 : İklim bölgelerine göre yerleşme dokusu karakterleri.	37
Çizelge 4.5 : İklim bölgelerine göre genel pencere açıklık kararları.	42
Çizelge 4.6 : İklim bölgelerine göre genel kapı konumlandırılış kararları.....	42
Çizelge 4.7 : Malzemelerin üretim aşamasında gerekli olan enerji miktarları (Tuğlu, 2005).	45
Çizelge 6.1 : Referans bina yıllık toplam ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri	89
Çizelge 6.2 : Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları.....	94
Çizelge 6.3 : Opak bileşen alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları	99
Çizelge 6.4 : Saydamlık oranı alternatifleri için binanın toplam ve cephelere ait saydamlık oranları	100
Çizelge 6.5 : Saydamlık oranı alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları	103
Çizelge 6.6 : Saydam bileşen türü alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları.....	107
Çizelge 6.7 : Trombe duvarı alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları	112
Çizelge 6.8 : Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları.....	116
Çizelge 6.9 : Geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin seçilmesi.....	118
Çizelge 6.10 : En düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A1) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü	119
Çizelge 6.11 : En düşük soğutma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A2) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü	119
Çizelge 6.12 : En düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A3) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yük	120
Çizelge 6.13 : En düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A4) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü	120
Çizelge 6.14 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları	123
Çizelge 6.15 : Bütüncül karşılaştırma sonuçları çizelgesi (Uygulama sonuçları) ...	126

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Binanın ömrü boyunca çevresel etkileri (Oral, 2010).....	12
Şekil 3.2 : Tasarım süreci (Oral, 2010).	13
Şekil 4.1 : Ağaçlar ile güneş-ısı kontrolü (Seçkin, 2007).....	20
Şekil 4.2 : Farklı iklim bölgelerine göre uygun yer yer parçaları (Lechner, 1990, Özdemir, 2005).....	24
Şekil 4.3 : Farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yerleşim (Berköz vd. 1995).	25
Şekil 4.4 : Farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yer yer eğimi ve yönü (Zeren, 1987, Özdemir, 2005).....	26
Şekil 4.5 : Hakim rüzgar yönüne göre bina konumlandırışı (Anon, 1979).	28
Şekil 4.6 : Bina formu yüzey ilişkisi (Daniels, 1979).	30
Şekil 4.7 : Binaların farklı şekillerde biraraya gelmesi sonucu telep ettiği ısı yüzdeleri karşılaştırması (Tönük,2001).	30
Şekil 4.8 : Farklı iklim bölgelerine göre bina formları ve yönlendiriliş durumları (Zeren, 1987, Oral, 2010).	32
Şekil 4.9 : İklim bölgelerinde bina formları (Olgvay, 1992).	33
Şekil 4.10 : Kutup evinde yükseltile platform- insanların yaşama mekanı (Roaf, 2001).	34
Şekil 4.11 : Binalar arası açık mekan boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri (hakim rüzgar doğrultusunda, rüzgara göre) (Orhon, 1988, Özdemir, 2005).	36
Şekil 4.12 : İklim bölgelerine göre tercih edilebilecek bina kabuğu özellikleri (Oral, 2010).	41
Şekil 4.13 : Ventilasyon giriş ve çıkış açıklıkları (Berköz vd. 1995).	46
Şekil 5.1 : Doğrudan kazanç sistemi (Wachberger, 1983).	52
Şekil 5.2 : Socrates'in güneş evi prensibi (Bozdoğan, 2003).	53
Şekil 5.3 : Trombe duvarı şematik katmanlaşması.	54
Şekil 5.4 : Trombe duvarı (Wachberger,1983).	55
Şekil 5.5 : Trombe duvarı görünüşü.	56
Şekil 5.6 : Bidon duvar (Alword, Ron, and AdnyShapiro, 2008).....	57
Şekil 5.7 : Çatı havuzu yönteminin çalışma prensibi (Wachberger, 1983).	58
Şekil 5.8 : Güneş odası tipleri (Efe, 2009).....	59
Şekil 5.9 : İzole kazanım sisteminde gündüz toplama ve gece dağıtma (Efe, 2009).	61
Şekil 5.10 : İzole kazanım sisteminde doğal havalandırma ve hareketli güneş kontrolü (Efe, 2009).	61
Şekil 5.11 : Termosifon sistemleri (Efe, 2009).	62
Şekil 5.12 : Güneş pili modül oluşum prensibi (Uğur, 2006).....	65
Şekil 5.13 : Çatı penceresine yarı saydam güneş pili panel uygulama örneği (Uğur, 2006).	69
Şekil 5.14 : Düşeyde kırıklı giydirme cepheler (Uğur, 2006).....	69

Şekil 5.15 : Akordeon sistem giydirmce cephele (Uğur, 2006).....	70
Şekil 5.16 : Güneş pili panelli yatay güneş kırıcı ve giydirmce cephe hibrid sistem(Uğur, 2006).....	71
Şekil 5.17 : Bina kabuğundan bağımsız güneş pili panelli yatay güneş kırıcı sistemi (Uğur, 2006).....	71
Şekil 5.18 : Binaya eklenmiş rüzgar türbinleri için bazı entegrasyon stratejileri (Günel, Ilgın, 2008).....	78
Şekil 5.19 : Binaya eklenmiş rüzgar türbinleri (Günel, Ilgın, 2008).	78
Şekil 5.20 : Bina-entegre rüzgar türbinleri (Günel, Ilgın, 2008).	79
Şekil 6.1 : İzlenen adımların akış diyagramı.	83
Şekil 6.2 : Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy konutu (referans bina) vaziyet planı	85
Şekil 6.3 : Referans bina zemin kat planı.....	86
Şekil 6.4 : Referans bina perspektif çizimleri.....	13
Şekil 6.5 : Referans binanın görünüşleri	87
Şekil 6.6 : Referans binanın tasarım parametrelerine yönelik alternatifleri.....	13
Şekil 6.7 : Referans binanın yönlendiriliş durumu alternatifleri	92
Şekil 6.8 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması	13
Şekil 6.9 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için soğutma yükünün karşılaştırılması	93
Şekil 6.10 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için aydınlatma yükünün karşılaştırılması	13
Şekil 6.11 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için toplam yüklerin karşılaştırılması	94
Şekil 6.12 : Referans binanın opak bileşen alternatifleri ve katmanlaşma detayları .	96
Şekil 6.13 : Opak bileşen alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması	97
Şekil 6.14 : Opak bileşen alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması.....	98
Şekil 6.15 : Opak bileşen alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması	98
Şekil 6.16 : Referans binanın saydamlık oranı alternatifleri	100
Şekil 6.17 : Saydamlık oranı alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması .	101
Şekil 6.18 : Saydamlık oranı alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması	102
Şekil 6.19 : Saydamlık oranı alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması	102
Şekil 6.20 : Saydamlık oranı alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması	103
Şekil 6.21 : Referans binanın saydam bileşen türü alternatifleri	104
Şekil 6.22 : Saydam bileşen türü alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması.....	105
Şekil 6.23 : Saydam bileşen türü alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması	105
Şekil 6.24 : Saydam bileşen türü alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması	106
Şekil 6.25 : Saydam bileşen türü alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması	106
Şekil 6.26 : Referans binanın trombe duvarı alternatifleri	108
Şekil 6.27 : Trombe duvarı kesit.....	109
Şekil 6.28 : Trombe duvarı alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması....	109
Şekil 6.29 : Trombe duvarı alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması	110

Şekil 6.30 : Trombe duvarı alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması	110
Şekil 6.31 : Trombe duvarı alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması...	111
Şekil 6.32 : Referans binanın güneş kontrol elemanları alternatifleri	113
Şekil 6.33 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması	114
Şekil 6.34 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması	115
Şekil 6.35 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması	115
Şekil 6.36 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması	116
Şekil 6.37 : En düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları ve referans bina.....	117
Şekil 6.38 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin ısıtma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş).....	120
Şekil 6.39 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin ısıtma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş).....	121
Şekil 6.40 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin soğutma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmiş).....	121
Şekil 6.41 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş)	122
Şekil 6.42 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin toplam yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş).....	122

BİNA TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ HARCAMALARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Günümüzde binalarda kullanılan enerjinin büyük bir oranı yenilenemez kaynaklardan sağlanmakta ve kontrolsüz enerji harcamaları ile birlikte ekolojik denge daha hissedilir ve gözlemlenebilir bir düzeyde değişmekte ve bozulmaktadır. Bu sebeble, enerji ve kaynak kullanımının doğru yönetimi ile ekosistemde yaratılan tahribatın telafi edilebilir seviyede tutulabilmesinin sağlanması güncel politikalar içerisinde önemini artırmaktadır.

Bu çalışmada, enerji harcamalarının önemli bir bölümünün kaynağı olan binalar ele alınmış ve enerji harcamalarında etkili olan bina tasarım parametrelerinin uygun değerleri aracılığı ile enerji verimliliği sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda çalışmada ele alınan bir referans binanın, tasarım parametreleri alternatifleri geliştirilmiş ve bu parametrelerin enerji harcamalarına etkileri irdelenmiştir. Çalışmada referans bina olarak, Urfa tarımköy projesi kapsamında bir tarımköy konutu ele alınmıştır.

Tez kapsamında, giriş bölümünde kaynak ve enerji harcamaları ile çevresel değişimler arasındaki ilişki açıklanmış; ikinci bölümde “enerji harcamalarının azaltılmasını zorunlu kılan faktörlerin” günümüzde sahip olduğu kritik önem hakkında genel bir çerçeve çizilmiştir. Üçüncü bölümde “enerji harcamalarını azaltan binanın tanımlanması” yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, bina tasarımı aşamasında minimum enerji gereksinimli sistemler yaratmayı hedefleyen “enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametreleri” ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Beşinci bölümde bina sistemi içerisinde ihtiyaç duyulan enerjiyi yenilenebilir kaynaklarla karşılayan aktif ve pasif sistemleri kapsayan “enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım sistemlerinden” yaygın olarak kullanılanlar açıklanmıştır.

Altıncı bölümde, seçilen referans binanın tasarım parametrelerinin farklı değerler alması durumunda enerji harcamalarına etkisinin araştırılabilmesi amacıyla, tasarım parametreleri için alternatifler geliştirilmiştir. Referans bina ve oluşturulan alternatifler arasındaki farklılıkların enerji kullanımı açısından etkileri, enerji simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırmalar yoluyla saptanmıştır. Ayrıca, enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi için elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları oluşturulmuş, bu kombinasyonların yıllık toplam enerji harcamaları hesaplanmış ve hesaplama sonuçları karşılaştırılmıştır. Referans bina ve oluşturulan alternatifler için karşılaştırma sonuçları tablolar şeklinde derlenerek, alternatiflerin enerji performansı irdelenmiştir.

Sonuç bölümünde ise, harcanan enerji miktarının azaltılmasının zorunlu olması ve enerji harcamalarının önemli bir bölümünün binalardan kaynaklanmasından ötürü, gerek kullanılmakta olan binalarda gerekse tasarım aşamasında farklı tasarım parametrelerine bağlı olarak binanın enerji performansının değerlendirilmesi ve enerji harcamalarının azalmasına yönelik çalışmaların geliştirilmesinin önemi önerilerin ışığında irdelenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada belirli sayıda alternatif kombinasyonu üzerinde bir değerlendirme yapılmıştır. Tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı istekleri, çevresel ve maliyet açısından sınırlamalar gibi farklı kriterler doğrultusunda, farklı tasarım parametreleri alternatifleri ile farklı kombinasyonlar oluşturularak, bu kombinasyonların sağladığı enerji yükleri değerlendirilebilir. Bu aşamada, öncelik taşıyan kritere –ısıtma veya soğutma harcamalarını azaltma önceliği- karar vermek ve bu kriteri sağlayan ve enerji yüklerini minimize eden alternatifler kombinasyonu oluşturmak önem taşımaktadır.

A STUDY ON THE DETERMINATION OF THE EFFECT OF BUILDING DESIGN PARAMETERS ON ENERGY CONSUMPTION

SUMMARY

Nowadays, a large proportion of energy, used in buildings, is provided from non-renewable sources and due to the uncontrolled energy expenditure, the ecological balance is changing and disturbing in a more perceivable and observable level. Hence, providing ecological destruction at the repaired level by qualified use of energy and source management, increases its importance within current policies .

In this study, the buildings, the important part of the energy expenditure, are discussed and, it is aimed to ensure energy efficiency by the appropriate values of building design parameters that are effective on energy expenditure. In line with this goal, alternatives for the design parameters of the reference building are developed and the effect of these design parameters on the building energy expenditure is researched. In this study, a housing unit in Urfa agri-village settlement is considered as the reference building.

Within the thesis, in introductory chapter the relationship between environmental changes and resource and energy expenditure is explained; in second chapter today's critical importance of the compelling factors to reduce energy expenditure is explained in a general framework. In third chapter the building that reduces energy consumption is defined.

In fourth chapter, the building design parameters, which aim to create minimum energy requiring systems at building design stage and are effective in reducing energy expenditure, are described in detail.

In fifth chapter, most widely used building design systems that decrease the required amount of energy in a building and meet the required energy source in a building system with renewable sources, involving, active and passive systems are explained.

In sixth chapter as a practice, primarily alternatives are developed for the building design parameters, due to investigate the effect of energy expenditure, in case the building design parameters take different values in selected reference building. Then, the effects of the differences between the reference building and developed alternatives in terms of energy use were determined by means of numerical comparisons with the energy simulation program. Additionally, to determine the appropriate alternatives reducing energy use from among alternatives, a combination of alternatives which provide the lowest heating, the lowest cooling, the lowest lighting and the lowest total energy load, were set, their total annual energy expenditures were identified and the results of them were compared. The result of the energy performance comparisons between reference building and developed alternatives are compiled in the form of tables and energy performance of the alternatives analyzed.

In conclusion chapter, since reducing the amount of energy spent is compulsory and substantial portion of energy consumption is building sourced, for both buildings being used and in design process, the importance of the evaluation of energy performance depending on the different design parameters and development of studies which's scope is energy efficiency is analyzed.

As a result, in this study, an evaluation was made on a number of alternative combinations. Different combinations can be created with different design parameters alternatives considering different criterias such as the designer, the contractor, user requests, environmenral and cost limitations, and then loads of these combinations can be evalutaed. At this stage, it is important to decide on the prior criteria -priority of reduction of heating or cooling costs- and to create the combination of the alternatives which provides the criteria and also minimizes energy loads.

1. GİRİŞ

Karbon emisyonlarının ve atmosferdeki karbondioksit birikiminin sonucunda hava kirliliğindeki artış ile küresel iklim değişikliği günümüzde kayda değer etkiler göstermeye başlamıştır. Sahip olduğumuz doğal kaynaklar büyük ölçüde zarar görmüş ve ekolojik denge daha hissedilir ve gözlemlenebilir bir düzeyde değişmeye ve bozulmaya başlamıştır. Bu sürecin oluşmasında etken olan insan, çevresel sorunların çözümünde doğanın kendini yenileyebilme hızından fazla yük bindirmeden en az olumsuz etkiye neden olmaya yönelik teorik ve pratik çalışmalarla aktif bir duruma geçmelidir. Bu yaklaşımda benimsenmesi gereken temel anlayış, enerji ve kaynak kullanımında verimliliği sağlamaktır.

Enerji harcamalarında önemli bir oranın kaynağı binalardır. Binalar malzeme hammaddesi elde edilmesinden başlayıp, binanın ömrünü tamamlamasına kadar geçen süreç içerisinde enerji kullanımı sonucu oluşan zararlı emisyon ve atıkların çevreye bırakılması sonucu çevresel sorunların oluşmasında büyük bir rol sahibidir. Bu sebeple, günümüzde bina sektöründe enerji harcamaları konusunda bilinç düzeyi ve enerji etkin iyileştirme politikaları geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve bina sektöründe uygulanma olanaklarının artırılması gereklidir. Dolayısıyla bu politikalara bağlı olarak bina sektöründe enerji harcamalarını azaltan çalışmalara hız kazandırılmalıdır.

1.1 Sorun Ve Önemi

Enerji – ekonomi ilişkisi, ülkeler bazında çok uzun bir süre öncesinde kritik bir önemle ele alınmış, ülke politikalarının geliştirilmesinde birer girdi olarak yer teşkil etmiştir. Diğer taraftan enerji kullanımı ve ekolojik bozulmanın sahip olduğu güçlü neden-sonuç ilişkisi daha fazla sorgulanmaya başlamıştır. Bütün bunlar enerji verimliliği konusunu ön plana çıkararak, ülke gündeminde yaygın olarak yer bulmaya başlamasına da neden olmuştur.

Enerji ihtiyacının önemli bir oranının bina kaynaklı olduğu ve yapılaşmanın artan nüfus ve büyüyen şehirler ile daha kritik bir öneme sahip olacağı düşünüldüğünde, bina sektörünün enerji verimliliği kapsamında daha bilinçli bir şekilde ilerlemesi gereği kaçınılmazdır. Sürekli artış gösteren nüfus değerleri, yeni yerleşim bölgelerinin oluşması ile büyüyen şehirlere bağlı olarak artış gösteren konut talebi bina sektörünün önemini daha da vurgulamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda enerji etkin ve ekolojik konut kavramı gündemde önemini artırmıştır. Yeniden gündeme yaşanan kavram, aslında mimarlık tarihinde yeni bir anlayış olmamakta, geleneksel mimari örneklerinde sıkça rastlanmaktadır. Ancak, endüstri devrimi ile hızlı gelişen sanayileşme sürecinin ardından değişen yaşam şekilleri hızlı bir yapılaşmaya ve bunun sonucunda geleneksel değerlerin göz ardı edilmesine yol açmıştır.

Teknolojinin gelişimi, insanların iklimsel ve görsel konfor koşullarını gerçekleştirmek için binalarını ısıtmak, soğutmak, aydınlatmak amacıyla çözümler arayıp bulmasına yol açmıştır. Çözüm yolları zamanla çeşitlenmiş ve önceleri üretilen enerji büyük bir savurganlıkla harcanabilirken, sonraları enerji kaynaklarının sonsuz olmadığı anlaşılmıştır. Böylece, bu anlayış enerjinin verimli kullanılması gerektiği düşüncesinin ve alternatif enerji kaynaklarına dayalı tasarım yaklaşımının benimsenmesine yol açmıştır. Alternatif enerji kaynakları arasında ilk akla gelen güneş enerjisi olmaktadır. Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının kıt ve tükenebilir oluşu, çevreyi kirletmeyen ve elde edilme maliyeti olmayan güneş enerjisinin kullanımına yönelmeyi gerektirmektedir. Bu durum günümüzde güneş enerjisinden yararlanan enerji etkin bina tasarımı anlayışını yeniden güncel hale getirmiştir (Oral, 2010).

Sonuç olarak; günümüzde kullanılan enerjinin büyük bir oranı yenilenemez kaynaklardan sağlanmakta, yıllık toplam talep edilen enerji miktarının her yıl artış göstermesine karşılık, fosil yakıt kaynakları hızlı bir biçimde azalış göstermektedir. Artan enerji ihtiyacı, ülkemizin dış enerji bağımlılığını ve bunun sonucu, ekonomik olarak da dışa bağımlılığı doğurmaktadır.

Enerji kullanımının önemli bir bölümü, binalarda kullanıcı konforunu sağlamak için ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı olmaktadır. Bu nedenle binalarda enerji verimliliğinde en etkili yol öncelikle ısıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi korunumu sağlamaya yönelik çalışmaların geliştirilmesidir.

1.2 Amaç

En az enerji kullanımının hedefi, sahip olduğumuz ekosisteme geri dönen zararlı artıkların en aza indirilmesidir. Bu hedefe yönelik yöntem ve sağladığı fayda “fosil enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılmasıyla, atmosferdeki CO ve metan emisyonlarını düşürerek, ekstrem iklim değişikliklerini önlemek ve doğadaki ekolojik dengeyi korumak” olarak özetlenebilir (Can, 2008).

Bina ölçeğinde gerek güneş enerjisi ile çalışan aktif (yapma), gerekse diğer enerji kaynaklarının kullanılması ile çalışan aktif ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin istenen iç iklimsel koşulları sağlamada düşen görev payının minimuma indirgenmesi için, binanın öncelikle ısıtıcı ajanlar olan güneş ışıınımı ve hava sıcaklığı gibi dış iklimsel elemanların etkisinden yarar sağlayan pasif sistemler olarak tasarlanması zorunludur. Aktif sistemlere düşen görev payının minimuma indirgenmesi, yakıt kullanımında ekonomi sağlanmasının yanı sıra, daha küçük kapasitede sistemlere gereksinme duyulmasından ötürü, bu tür sistemlerin yapım ve bakım maliyetlerinin de önemli ölçüde azalmasını olanaklı kılmaktadır (Oral, 2010).

Amaç; insanın her türlü konfor koşulunu sağlarken doğadaki ekolojik dengeyi korumak olduğundan, binanın tüm yaşamı boyunca izlediği,

- üretim süreci
- yapım süreci
- tasarım süreci
- kullanım süreci
- yıkım süreci
- geri dönüşüm süreci

gibi süreçlerin tamamında enerji harcamalarının doğru yönetimi ile ekosistemde yaratacağı tahribatın telafi edilebilir seviyede tutulmasıdır. Bu kapsamda, bu çalışmada enerji harcamalarının azaltılmasını olanaklı kılan bina tasarım yaklaşımı irdelenmiş, ele alınan bina tasarım parametreleri ve sistemlerinin binanın enerji harcamaları üzerindeki etkilerinin enerji simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırma yoluyla saptanması ve enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

1.3 Kapsam

1.2 bölümünde açıklandığı gibi, enerji harcamalarının doğru yönetimi ile ekosistemde yaratacağı tahribatın telafi edilebilir seviyede tutulabilmesi için; bina süreç şeması içerisindeki “bina tasarım süreci”; binanın "üretim, yapım, kullanım, yıkım ve geri dönüşüm" süreçlerini bütüncül olarak ele alıp; her bir süreçte enerji yönetimi hakkında doğru kararlar verilebilmesi amacıyla kapsamlı bir biçimde tanımlanmalıdır.

Bu çalışmada, enerji harcamalarının önemli bir bölümünün kaynağı olan binaların kullanım sürecindeki enerji harcamalarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu noktada, binalarda enerjinin verimli kullanılması gerektiği düşüncesi ile birlikte alternatif enerji kaynaklarından güneş enerjisine dayalı tasarım öncelikle ele alınmıştır.

Tez kapsamında bina ölçeğinde “enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametreleri ve sistemleri” irdelenmiş ve bu parametrelerin alacağı değerlere bağlı olarak bina enerji harcamalarına etkileri enerji simülasyon programı ile sayısal karşılaştırma yoluyla saptanmış ve enerji harcamalarını azaltan uygun alternatifler geliştirilmiştir.

1.4 Yöntem

Öncelikle literatür taraması yapılarak “enerji verimliliğinin sağlanmasını zorunlu kılan faktörlerin” günümüzde sahip olduğu kritik önem tartışılmış, mimarlık alanında “enerji harcamalarını azaltan binanın tanımlanması” yapılmış ve “enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametreleri ve sistemleri” iki grupta sınıflandırılarak incelenmiştir. “Bina tasarım yaklaşımları ve sistemlerinin” irdelenmesinden sonra; ele alınan mevcut referans binanın kat planları, biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü gibi geometrik değişkenleri sabit tutularak ;

- bina yönlendiriliş durumu
- bina kabuğu özellikleri (opak bileşen ve saydam bileşen özellikleri)
- güneş kontrol elemanları

gibi binaya ilişkin tasarım parametreleri için farklı alternatifleri oluşturulmuştur.

Oluşturulan alternatif durumların ve referans binanın enerji performansı enerji simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırmalar yoluyla saptanmıştır.

Ayrıca, enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi için elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam enerji yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları oluşturulmuş, yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri sayısal olarak saptanmış ve karşılaştırılmıştır. Referans bina ve oluşturulan alternatiflerin enerji performansı değerlendirmelerine dayanılarak bütün karşılaştırma sonuçları tablolar aracılığı ile sunulmuştur.

Çalışmada izlenen ana adımlar aşağıda açıklanmıştır :

1. Mevcut binaya (referans bina) ilişkin verilerin derlenmesi
2. Mevcut binanın yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
3. Tasarım parametreleri için alternatiflerin geliştirilmesi
4. Geliştirilen herbir alternatif için yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
5. Hesaplanan yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması
6. En düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji harcamasını sağlayan tasarım parametresi alternatiflerinin seçilmesi
7. Seçilen uygun tasarım parametreleri değerler kombinasyonlarının mevcut binaya uygulanması ile oluşturulan alternatif bina modellerinin yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
8. Sonuçların birbirleri ve mevcut referans binanın enerji yükleri ile karşılaştırılması ve enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi.

2. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINI ZORUNLU KILAN FAKTÖRLER

Ülkeler bazında sosyal ve ekonomik büyümenin temel girdisi olan enerjiye gün geçtikçe daha çok bağımlı duruma gelinmesi, dünyanın enerji rezervlerinin sınırlı olması ve hızlıca azalması ile birlikte günümüz toplumlarının enerji politikalarını irdelemesi ve yeni arayışlara doğru yönelmesi zorunlu olmaktadır.

Sanayi devrimi ile başlayan süreç içerisinde enerji kavramı önemli bir rol üstlenmekle birlikte, ülkelerin fosil yakıt kullanımına olan zorunlu bağımlılığı azami boyutlara ulaşmıştır.

Endüstri devrimi ile birlikte, teknolojiye dayalı bir yaşam tarzı oluşmuş, enerji tüketim ve talebi artmıştır. Özellikle 1945'ten sonra petrol ve nükleer endüstri, ihtiyaçları karşılamak için ekonomik çözüm olarak benimsenmiş, yaşam standartlarını yükseltmek adına en son teknolojiyi kullanan sistemler geliştirilmiştir. (Bozdoğan, 2003).

Önümüzdeki yıllarda dünya enerji talebinin daha da artması beklenmektedir. Yakın gelecekte fosil kaynakların talebi karşılayamayacak bir seviyeye gelecek olmasının yanında, gün geçtikçe maliyetinin de artması, ülkelerin politik anlamda karşı karşıya gelmelerine neden olabilmektedir.

Aynı zamanda yoğun fosil yakıt kullanımı ile birlikte karbondioksit emisyonlarına bağlı olarak sera etkisinin oluşması da günümüz dünyasında çevre üzerinde kendini göstermeye başlayan ve yakın geleceği tehdit eden bir diğer önemli durumdur.

Bilinçsiz enerji ve kaynak kullanımı sonucunda doğal çevrenin kendini yenileyemez bir hızda zarar görmesi, “sürdürülebilirlik” kavramını gündeme getirmiş ve çevresel etkilerin sorgulanmasına neden olmuştur.

Sürdürülebilirliğin anlamı, yaşamsal gereksinimlerimizi gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını engellemeden karşılamak olarak açıklanabilir. Daha açık bir ifade ile, içinde bulunduğumuz çevrenin biyolojik kapasitesi ile tüketim dengesinin orantılı bir biçimde ele alınması gerekmektedir.

Kaynak, enerji ve çevre sorunları ile ilgili uluslararası enstitü ve kuruluşların yaptığı araştırmalar sonucundaki tespit ve öneriler, bu konudaki mevcut problemlerin ve bunlara karşılık alınması gereken tedbirlerin zaman kaybedilmeden gerçekleştirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Aşağıda söz konusu önerilerden bazı örnekler verilmiştir.

- Wuppertal Enstitüsü, çevresel arazi analizlerine göre sürdürülebilir bir seviyeye ulaşabilmek için malzeme, enerji, su ve alan kullanımının küresel ekonomiye girdisinin yüzde 50-60 arasında düşürülmesi gerektiğini açıklamıştır (1995).
- M. Wackernagel'e göre insan, gezegenin kendini yeniden onarabilmesi için gerekli olan doğal sistemlerin üretebileceğinden yüzde 30 daha fazlasını tüketmektedir (2000).
- WWF'ye göre doğal zenginliğin yüzde 30'u son 30 yıl içinde kaybolmuştur (1999).
- IPCC'ye göre, ekosistemlerin iklim değişikliği koşullarına adapte olabilmelerini sağlamak için küresel karbondioksit emisyonlarının yüzde 50 oranında azaltılması gerektiğini açıklamıştır (1995).

Enerji krizleri sonucunda, fosil kaynaklara ve ülke dışına olan bağımlılığını azaltmak üzere çalışmalara verilen önem artmıştır. Bu çerçevede varolan enerjiyi verimli kullanma, yeni enerji kaynakları bulma, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı teknolojiler üretme gibi temellere dayanan projeler günden güne çoğalmaktadır (Tokuç, 2005).

Ülkemizde yeterli enerji üretiminin yapılamaması, artan enerji taleplerinin karşılanmasında zorluklarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, enerjide dışa bağımlılığın azalması yönünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek kaçınılmazdır (Karagözlü, 2006).

Enerji kullanımının azaltılmasını zorunlu kılan başlıca faktörler özet ile aşağıda verilmiştir.

1. Belirginleşen ve hızla ilerleyen küresel ısınma ve yarattığı problemler

- Sanayileşmenin yarattığı çevresel sorunlar
- Yapılaşmanın yarattığı çevresel sorunlar

2.Dünya geneli nüfus artışı dolayısıyla enerji kaynaklarına olan talebin giderek yükselmesine karşılık, talep edilen ve edilecek yeryüzü enerji kaynaklarının ters orantılı olarak azalması (Fosil kaynakların tükenmesi)

3.Ekonomi

4.Ülkelerin dışa bağımlı olmayan temalı izledikleri politikalar

Kaynak ve enerji kullanımının azaltılmasını zorunlu kılan faktörler bir çok değişik ölçekte bireyler, toplumlar ve ülke yönetimleri tarafından ele alınmalıdır. Herbir birey yaşam süreci boyunca ve gelecek dönemde ardında bırakacağı çevre koşulları problemleri hakkında bireysel sorumluluk almalı ve “kaynak ve enerji kullanımının azaltılmasını zorunlu kılan faktörler” üst ölçekte toplum ve ülke politikalarında problemlerin çözüm adımları sırasında bir altlık oluşturmalıdır.

Çeşitli disiplinlerdeki bilimsel araştırmalarda, en az kaynak ve enerji kullanım hedefi ayrıntılı olarak ele alınmalı, bu araştırmalardan elde edilen kazanımların farklı sektörlerde uygulamalarının artırılması sağlanmalıdır.

3. ENERJİ HARCAMALARINI AZALTAN BİNANIN TANIMLANMASI

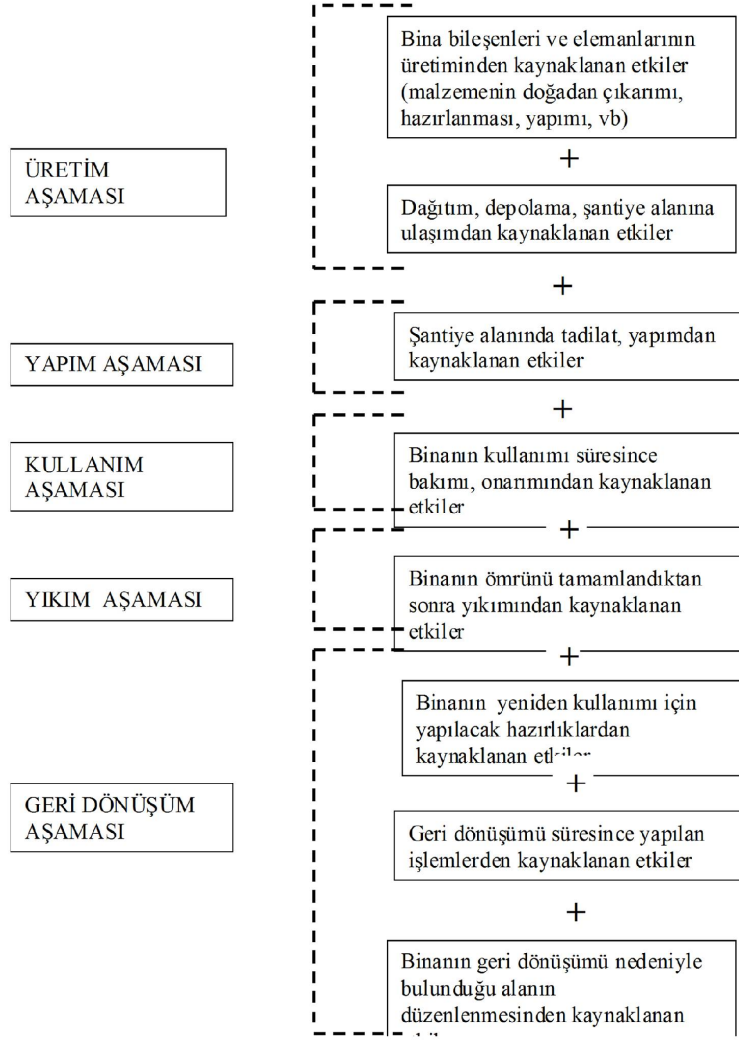
20 yy. başlarında, bulunduğu coğrafyanın sahip olduğu kaynaklar ve iklimsel verileri ile şekillenen yapılaşma mevcut iken; petrol ve gazın yaygınlaşması ,endüstri devrimi ve sonrasındaki hızlı sanayileşme süreci ile bu öncelik kaybolmuştur ve seri üretim yapılaşmaya geçilmiştir. Fakat binaların kullanıcı konfor şartlarını sağlamak amacı ile ısıtma ve soğutma servis sistemleri altında sarfedilen enerji ve kaynak tüketimi çevresel sorunlar ile birlikte artış gösteren maliyet nedenleri ile bina sektörü, kaynak ve enerji kullanımını azaltan, bulunduğu coğrafyanın verileriyle şekillenen yapılaşmaya tekrar ilgi duymaya başlamıştır.

Bu sorgulama bina sektörünü, maliyeti ve çevresel yarattığı sorunları asgariye indirmeyi amaçlayan yenilenebilir kaynaklardan doğru ve verimli bir biçimde yarar sağlayan nitelikli bir bina üretimine yönelmektedir.

Enerji verimli ve çevre dostu binaların amacı, binanın şekil 3.1’de görülen tüm aşamalarında, enerji kullanımını ve çevreye verilen zararları minimize etmektir. Diğer bir deyişle enerji verimli ve çevre dostu binalar, tüm süreçlerde ekosisteme vereceği zararı telafi edecek niteliklere sahip olacak şekilde, doğal enerji kaynaklarını bilinçli kullanan bütüncül bir yaklaşım ile tasarlanmasını ve yapılmasını ve dolayısıyla, enerji ve kaynakların doğru yönetimi ile doğaya kalıcı zarar vermeden geri dönüşümü sağlayacak binaların gerçekleştirilmesini olanaklı kılar (Oral, 2010).

Şekil 3.1’de görülen bina bileşenlerinin ve elemanlarının elde edilmesinden, binanın geri dönüşümüne kadar ki her bir süreç içerisinde kullanılan kaynak ve enerji doğrudan ya da dolaylı olarak doğanın kendini yenileyebilmesine olanak vermeyecek bir hızda etki etmekte ve çevresel sorunlara sebep olmaktadır.

Şekil 3.1’de binanın sahip olduğu bütün süreçler içerisinde sebep olduğu çevresel etkiler verilmektedir.



Şekil 3.1 : Binanın ömrü boyunca çevresel etkileri (Oral, 2010).

Bu sorunları önleyebilmenin etkili yollarından biri, binalarda enerji harcamalarını azaltmaktır. Bu amaçla çalışmada,

- 1- enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametreleri
- 2- enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım sistemleri

örnekleri irdelenmiştir.

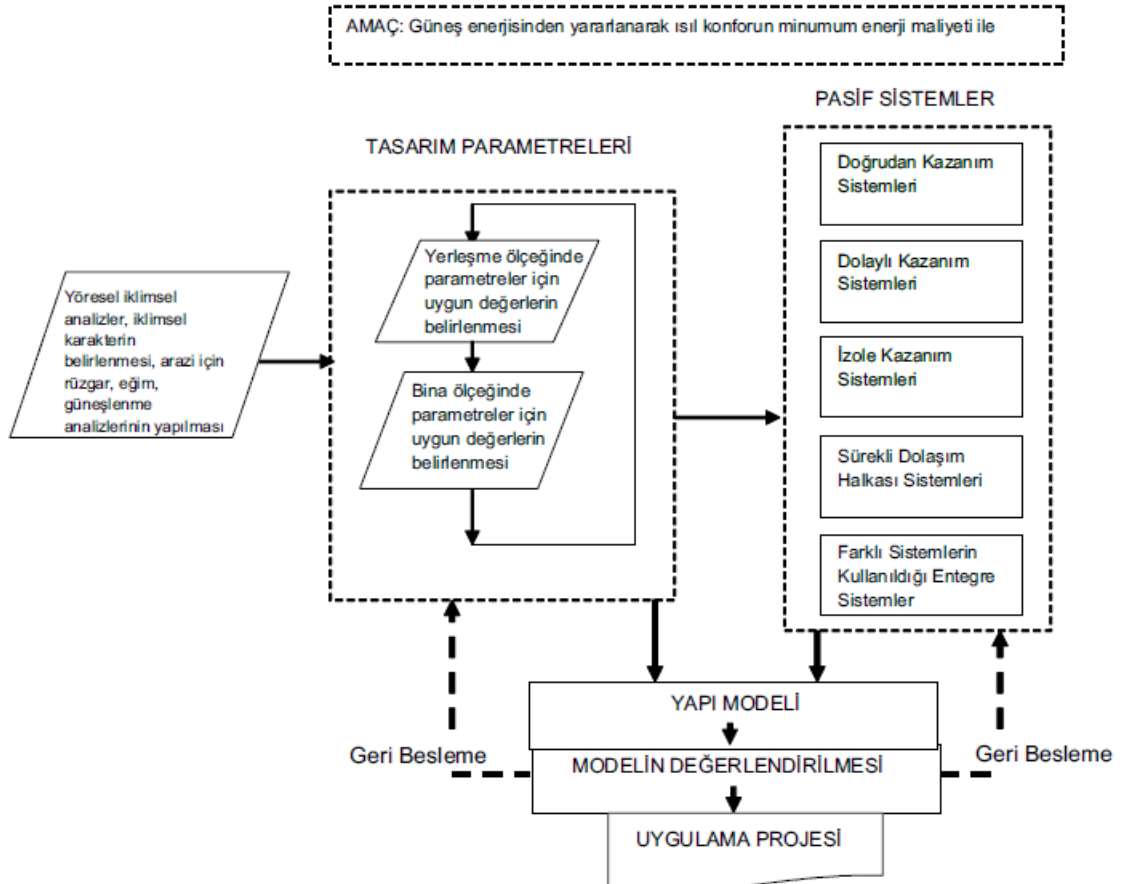
Tasarım parametreleri aracılığı ile enerji harcamalarının azaltılmasında hedeflenen yerleşme ve bina ölçeğinde, yer seçimi, bina biçimi, bina yönlendiriliş durumu, bina kabağı gibi parametrelere güneş ışıını ve hava sıcaklığı, rüzgar gibi dış iklimsel verilerden doğru ve verimli yararlanmak amacıyla en uygun değerleri sağlamaktır.

Enerji harcamalarının azaltılmasını sağlayan bina tasarım sistemi örnekleri olarak yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisini toplayıcı, depolayıcı ve dağıtıcı

elemanlar kullanarak kullanıcı konfor şartlarını sağlayan, bina sistemi içerisinde servis sistemleri altında ihtiyaç duyulan enerji talebini azaltan ve hatta ihtiyaç duyulan enerjinin bir bölümünü çeşitli teknolojik ekipmanların entegre edilmesi ile kendi üreten ve yaygın olarak kullanılan sistemler incelenmiştir.

Enerji harcamalarının azaltılmasını sağlayan sistemler pasif ve aktif sistemler olmak üzere iki ayrı sınıflandırma içerisinde ele alınmıştır. Pasif sistemler, enerji harcayan herhangi mekanik bir donanım kullanılmadan, bina tasarım parametrelerinin aldığı değerlere bağlı olarak konfor koşullarını sağlamada yarar sağlamayı hedefler. Aktif sistemler ise konfor koşullarını sağlamada kullanılan mekanik servis sistemleridir. Aktif sistemler, pasif sistemlere ek olarak güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından çeşitli mekanik ekipmanlar aracılığı ile elektrik, ısıtma ve kullanım amaçlı sıcak su, soğutma vb. dönüşümler ile yarar sağlar.

Şekil 3.2’de güneş enerjisinden yararlanarak ısı konforunun minimum enerji maliyeti ile elde edilmesi amacı ile önerilen tasarım süreci verilmektedir.



Şekil 3.2 : Tasarım süreci (Oral, 2010).

Binaların ısıtma ve soğutma servis sistemlerinin enerji etkin olarak kurgulanabilmesi ve kaynak kullanımının azaltılması amacıyla, şekil 3.2’de gösterildiği gibi öncelikle, uygun sistem seçimi ile pasif sisteme ilişkin tasarım parametreleri aracılığı ile oluşturulan bina modelinin enerji etkinliği açısından performansı değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda bina modeli istenen performansı sağlıyorsa, uygulama projesi gerçekleştirilebilir. İstenen performans sağlanamıyorsa, tasarım parametrelerinde yapılacak uygun değişikliklerin irdelenmesi gerekmektedir.

4. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN BİNA TASARIM PARAMETRELERİ

Bina tasarımı aşamasında, enerji gereksinmesini -talebini- azaltma amaçlı tasarım parametrelerine çevre koşullarına uygun değerler kazandırılarak minimum enerji gereksinimli sistemler hedefine ulaşılabilir.

Tasarım ve değerlendirme aşamasında göz önüne alınması gereken başlıca etkenler,

- Binaya ilişkin tasarım parametrelerinin değerleri (binanın bulunduğu yer, yerin topografik özellikleri, peyzaj, binanın yönü, formu, bina kabuğu özellikleri gibi)
- Binanın karşılaması gereken fonksiyon ve performans gereksinimleri ve kullanma periyotları
- İklim koşullarının analizi
- Fayda-maliyet analizleri

olarak ele alınabilir.

Kullanıcı sağlığı düşünüldüğünde bina tasarımında öncelikle iklimsel konfor koşulların ele alınması gerekmektedir.

Çeşitli ölçeklerde ele alınabilecek bir yapma çevrede, iklimsel konfor koşullarını sağlayabilmek için, doğal çevrenin iklimsel karakteristiğine bağlı olarak gereksinme duyulan enerjiyi karşılayabilmek için, yapma çevrenin kendisi bir pasif iklimlendirme sistemi olarak dizayn edilmelidir (Özdemir, 2005).

Binanın iklimsel konfor koşullarını sağlamada enerji harcamalarını azaltmaya yönelik tasarım parametreleri aşağıda verilmiştir.

A-Dış Çevresel Parametreler

- Topografya
- İklimsel koşullar
- Bitki dokusu ve peyzaj elemanları

- Yakın çevredeki yapılaşma

B- Bina ölçeğindeki parametreler

- Yer seçimi
- Binanın yönlendiriliş durumu
- Bina biçimi
- Bina aralıkları ve yükseklikleri
- Mekân organizasyonu – zonlama
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri
- Bina Kabuğunda sürdürülebilir malzemelerin kullanımı
 - Geri dönüştürülebilir veya dönüştürülmüş içerikli olması ve yeniden kullanılabilir malzemelerin kullanımı
 - Yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla elde edilebilen malzemelerin kullanımı
 - Dayanıklı ve kullanım periyodu boyunca daha az bakım gerektiren malzemelerin kullanımı
 - Yerel malzemelerin kullanımı
- Havalandırma
- Pencereler ve güneş kontrol elemanlarının belirlenmesi

Bina tasarımı sürecinde, yukarıda açıklanan her bir parametre diğer parametrelerle bir bütün olarak ve kullanıcı gereksinimlerine cevap verecek bir biçimde ele alınmalıdır.

Görsel konfor gereksinimlerinin karşılanması ve aydınlatma enerjisi korunumu açılarından kontrol altına alınmış bir yapma çevrenin oluşturulmasında etkili olan tasarım parametreleri doğal tasarım parametreleri ve fiziksel tasarım parametreleri olarak iki ana grupta incelenmektedir.

Doğal tasarım parametreleri, göğün parıltı dağılımı ve aydınlığı, güneşin pozisyonu, parıltı ve aydınlık etkisi, yer örtüsünün ışık yansıtma özellikleri, doğal engellerin boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri olup mimarın kontrolü dışındadır.

Fiziksel tasarım parametreleri, yapma engellerin (çevre bina ve benzeri yapılar) boyut, konum ve ışık yansıtma özellikleri, pencerelerin baktığı yön, pencerelerin boyut, biçim ve yerleştiriliş düzeni, pencerelerin ışık geçirme özellikleri, hacim boyutları, iç yüzeylerin ışık yansıtma özellikleri, yapma aydınlatma sisteminde kullanılan lambalar, aygıtlar ve kontrol sistemi olup yapma çevreye ilişkindir.

Bu tez kapsamında referans binanın öncelikle pasif ısıtma ve soğutma açısından performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ancak binanın ısıtma ve soğutma yüklerinin yanısıra yapma aydınlatma yükleri de hesaplanarak, toplam enerji yüklerindeki değişim irdelenmiştir.

4.1 Dış Çevresel Parametreler

Bu başlık içerisinde binanın bulunduğu topografya, iklimsel koşullar, bitki dokusu ve peyzaj elemanları ile yakın çevredeki yapılaşma biçimi incelenmiştir.

4.1.1 Topografya

Bina tasarımı ile ilgili alınan kararlar, kullanıcı gereksinimleriyle birlikte ilk olarak araziden -topografyadan- şekillenmeye başlar. Arazi yöneliş durumu ve eğimi, önemli tasarımsal sorgulamaların başında gelir ve kararların verilmesinde, kütle oluşumunda belirleyici etkindir. Arazinin eğimi ve yönelişi, güneş ışıınım ve rüzgar gibi iklimsel etkenlerden yararlanma açısından önem taşımaktadır.

4.1.2 İklimsel koşullar

İklimin tasarımdaki önemini W.Gropius “ Mimariye etki eden iklimsel koşulları dikkate alırsak, aradığımız ifade değişikliklerini yakalamış oluruz ” şeklinde açıklamıştır (Markus ve Morris, 1980).

Doğal çevrede hâkim olan iklim, hava sıcaklıkları, güneş ışıınımı ve güneşlenme süreleri, yağış rejimi (yağmur, kar, dolu, yıldırım, şimşek), nem ve rüzgâr gibi verilerin derlenmesi ile iklimsel analizler oluşturulur. Doğal iklim verilerinin, coğrafi konuma göre değişkenlik göstermesi ile ele alınan tasarım parametrelerin optimum çözümleri de buna bağlı olarak değişkenlik gösterirler.

Farklı bölgelerde oluşan karakteristik bina tarzları; o coğrafyanın iklimsel verileri dolayısıyla, insanların bu verilere karşı oluşturduğu koruma ve potansiyelden doğru

yararlanma çabaları sonucunda oluşmuşlardır. Doğal çevredeki koşullara uyum sağlarken, çevresel zararlı etkenlere de bir karşı olma söz konusudur.

4.1.2.1 Hava sıcaklıkları

T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden yöreye ilişkin ay, gün ve saatlere ait dış hava sıcaklığı değerleri elde edilebilir.

4.1.2.2 Güneş ışıınımı ve güneşlenme süreleri

Yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük global güneş ışıınımı değerleri, yöreye ve zamana göre değişim göstermektedir (Berköz vd. 1995).

Güneş ışıınımı ve güneşlenme süreleri bina tasarımında genel anlamda en önemli verilerden biridir. Örneğin aydınlatma ve ısıtma-soğutma yükünün miktarı, elde edilebilecek olan sıcak su ve elektrik enerjisi miktarı, güneş ışıınımı ve güneşlenme süreleri ile doğrudan bağlantılıdır. Soğuk mikroklimatik iklim tiplerinde güneş faktörü ısı artırıcı yönde, yapay ısıtma yükünü azaltıcı; sıcak mikroklimatik iklim tiplerinde ise gölgeleme, güneş kontrol yöntemleri ile fazla ısıya maruz kalmayacak biçimde ele alınmalıdır.

4.1.2.3 Nem

Nem, binaların iç ortam hava kalitesini etkilediği gibi, aynı zamanda binaların bina malzemeleri ve bileşenlerinin yıpranması, zarar görmesi ve binaların enerji performansını açısından da önemli bir faktör olarak etki gösterir.

Mekân içi nem düzeyinin yüksek olması durumunda, sıcak ya da soğuk havanın etkilerini artırıcı bir etki yaratır. Mekân içi nem düzeyinin düşük olması durumunda ise çok kuru bir hava oluşarak, konfor şartlarının sağlanılamamasına neden olur.

Nem faktörünün özellikle bina kabuk tasarımı yapılırken önemle ele alınması gereklidir. Dış havadaki ya da iç ortamdaki nem, dış kabuk ya da çatı kabuğuna geçtiği takdirde yoğuşma problemi oluşmakta ve bu mikroorganizmaların üremesine olanak tanıyarak malzeme ve bina elemanlarının bozulmasına sebep olmaktadır. Bu durumda malzeme ve bina bileşenlerinin performans sürekliliği zarar görür. Özellikle ısı yalıtım malzemeleri, nem problemleri dolayısıyla zarar görerek, bina ısıl dirençlerinin düşmesine sebep olabilmektedir.

Özellikle deniz kenarı gibi büyük su kütesinin olduğu, zengin bitki dokusunun ve yağışların olduğu yerleşmelerde buharlaşmanın etkisiyle nem daha fazladır.

- Bu gibi yerlere yapılacak binaların bina kabuğu oluşturulurken nemi depolamayan malzemeler seçilmesi hızlı drenaj koşulları neticesinde nemin olumsuz etkilerinden korunmaya çalışılabilir (Soysal, 2008).

4.1.2.4 Rüzgâr

Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır, daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. Rüzgârdan enerji tasarrufu için doğru yararlanılmalıdır. Örneğin sıcak iklimlerde serinletici ve buharlaşmayı giderici konfor etkisinden yararlanılırken, soğuk iklim bölgelerinde bina kabuğundan ısı kaybını artırıcı etki sağlamaktadır. Rüzgârın bölgesel yönü, hızı ve frekansının mevsimlere göre değişimi enerji tasarrufu açısından tasarıma önemli bir girdi oluşturur (Soysal, 2008).

Soğuk iklim bölgelerinde ise tasarlanan bina kabuğunun hava sızdırmazlığı önemli bir noktadır. Bina kabuğundaki yapı malzemesi ve bina bileşenlerinin birleşme noktalarının sadece bünyesindeki nemi uzaklaştıran bir hava sızdırmazlığı sağlanarak; enerji kaybı engellenebilir ya da asgariye indirgenebilir.

- Hâkim rüzgâr yönünün etki alanındaki bina cephesi yüzey alanını asgari düzeyde tutmak önemli bir avantaj sağlar.

Rüzgâr ile etkileşim halinde olan yüzey ne kadar küçük bir alana sahip olur ise, ısı kaybı da o derece asgari derecede olur.

- Sıcak iklimli bölgelerinde, binaları rüzgâr etkisine bilinçli maruz bırakmak, serinletici etkisinden ötürü avantaj sağlar. Büyük ölçekteki yerleşimlerde, binaların birbirinin rüzgârını kesmeyecek bir dizilişte yerleştirilmeleri, iç mekânların serinlemesini ve nemin uzaklaştırılmasını sağlar.

4.1.3 Bitki dokusu ve peyzaj elemanları

Doğal örtü doğrudan ve dolaylı yollardan ortam şartlarına ve bina sistemine etki eder. Bitki yerleşim alanı çok az bir değere sahip olan yoğun kent yerleşimlerinde hava kirliliği, hava kirliliği dolayısıyla yararlanılması güçleşen güneş ışınlamı ve azalan nem oranı gibi bazı olumsuz etkiler görülmektedir.

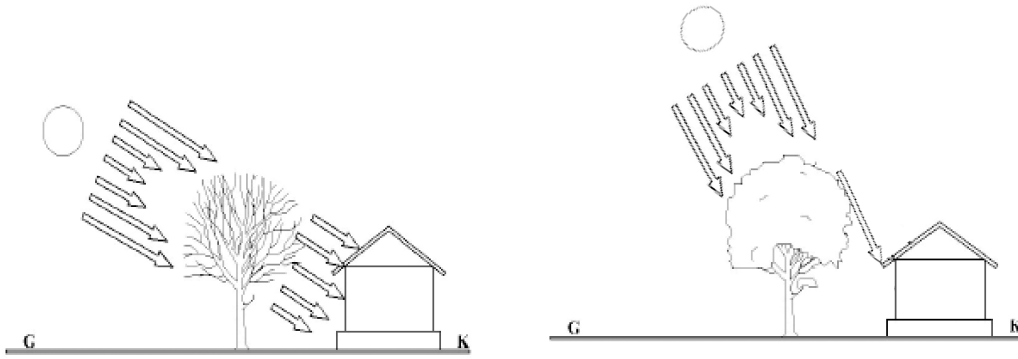
Bitki kümeleri, çevresel doğal döngü açısından önemli olmakla birlikte, yapılaşmış kent dokularında oluşan tozu filtre eder, tutar; gürültüyü absorbe eder, yansıtır; rüzgârı perdeler.

Bitki dokusu ve bina kümelerinin ilişkileri ele alınır ise, yapraklarını döken bitkilerin yaz ve kış mevsimleri arasındaki değişim davranışlarından, binaların ihtiyaç duyulan dönemsel güneş kontrol ve dönemsel güneşten yararlanma seçenekleri bir arada sağlanabilir.

- Yaz mevsimi süresince bitkiler yaprakları ile birlikte binalar için bütüncül bir engel oluşturarak güneş kontrolü görevi yapar. Bina kabuğunun doğrudan güneş ışınlamına maruz kalmasını önleyerek fazla ısınmayı engeller ve iç ortam soğutma enerjisinde azalma meydana gelir.

- Kış mevsimi sürecinde ise bitkiler yapraklarını döküp güneş ışınlamına karşı geçirgen bir yapıya bürünerek, binanın potansiyel güneş ışınlamından yararlanabilmesini sağlamaktadır.

Şekil 4.1’de uygun ağaç seçiminin, kış mevsimi sürecinde binaların güneş ışınlamından yararlanmasına izin vermesi, yaz mevsimi sürecinde ise binaların güneş ışınlamına doğrudan maruz kalmasını engellediği gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Ağaçlar ile güneş-ısı kontrolü (Seçkin, 2007).

- Soğuk iklimsel verilere sahip alanlarda binanın kuzey cephesinde sürekli yeşil kalan -yaprak dökmeyen- ve bodur bitkilerin kullanımı ile rüzgâr kırıcı olarak görev yapmaları hedeflenir.

Kullanıcı ve performans gereksinimleri sağlanıldığı durumlarda, çatı örtülerinin bitkilendirilmesi diğer bir kazanım şeklidir. Bu yöntem ile, çatıdan uzaklaştırılması gereken su miktarı önemli derece azalır. Bundan dolayı şehir şebekesine olan

yüklenme azalır ve bina sistemi drenaj donanım maliyeti de azaltılmış olunur. Çatı örtüsü olan bitki dokusu tozu emer. Polistren köpüğü ile iyi detaylandırılmış bir bitkilendirilmiş çatı ile çok verimli ısı yalıtım değerlerine ulaşılabilir, ısıtma ve soğutma enerjilerinden kazanç sağlanabilir. Kısaca, bitki dokulu çatı örtüleri kış mevsimi süresince soğuk havanın binaya etkisini engeller ve aynı şekilde yaz mevsimi süresince de binadaki aşırı ısınmaya engel olurlar.

Bina çevresinde su ögesi kullanımı da etkili sonuçlar verebilmektedir. Buharlaştırma sırasında su, ısıyı alır ve çevreyi serinleterek olumlu etki sağlar.

- Binanın çevresinde uygulanabilecek derinliği az, mümkün olduğunca uzun şerit buharlaştırma havuzları, fiziksel konfor sağlanması açısından serinletici yönde, oldukça verimli sonuçlar vermektedir.
- Peyzaj tasarımı sürecinde, zemin malzemesi seçimi yapılırken kullanılacak malzemenin iklim bölgelerine göre uygunluğuna dikkat edilmelidir. Çizelge 4.1’de iklim bölgelerine göre uygun dış zemin malzemeleri verilmiştir.

Çizelge 4.1 : İklim bölgelerine göre dış zemin malzeme seçimi.

SOĞUK BÖLGE	Isı soğurma-depolama kapasitesi yüksek koyu renk malzemeler
SICAK KURU BÖLGE	Çim, çakıl, stabilite yol, su ögesi
SICAK NEMLİ BÖLGE	Açık renk asfalt, çim, çakıl
ILIMLI KURU BÖLGE	Asfalt, çim, toprak, su ögesi
ILIMLI NEMLİ BÖLGE	Asfalt, çim, toprak, beton, taş

Binalar arası ve binalar grubu çevresindeki açık alanların peyzaj (doğa) düzenlemesinde, güneş ışıınımı ve rüzgâr etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bitki toplulukları ve ağaçların rüzgar yönlendirici, rüzgar hızı arttırıcı yâda kesici etkisi düşünülmelidir. Güneş ışıınımı açısından da bitki ve ağaçların gölge ve ısı kazanımı etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (Kılıç, Öztürk, 2008).

Farklı iklim bölgelerine göre binalar arası açık mekanlarda uygun olabilecek peyzaj değerlendirmeleri aşağıda verilmiştir (Özdemir, 2008):

- Sıcak nemli iklim bölgesi: Kuzey-güney doğrultusunda rüzgar etkisini kesmeyecek, yazın gölge etkisi sağlayacak, doğu ve batı cephelerinde güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir.
- Sıcak kuru iklim bölgesi: Kuzey ve güney yönlerinde ağaçlandırmadan kaçınılmalı, doğu ve batı yönlerinde ise (konumlandırmalar yer değiştirebilir), çalılar, duvarlara yerleştirilmiş sarmaşıklar ve yaprak döken ağaçlar uygulanmalıdır.
- Ilımlı kuru ve ılımlı nemli iklim bölgesi: Kuzey cephesinde soğuk kış rüzgarlarından korunmak için sürekli yeşil ve dalları alçak olan ağaçlar, güney de alçak çalılar veya yüksek olmayan ağaçlar uygulanmalı, doğu ve batı cephelerinde ise güneşi engelleyen, vantilasyona izin veren yüksek gövdeli, yaprak döken ağaçlar yerleştirilmelidir.
- Soğuk iklim bölgesi: Kuzey cephesinde kısmen yükseltilmiş toprak uygulama yararlıdır. Kuzey, doğu ve batı cephelerinde sürekli yeşil olan çalılar ve yeşil, alçak dalları olan ağaçlar tercih edilmeli, güney de ise rüzgar kırıcı alçak çalılar ve çim uygulanmalıdır.

4.1.4 Yakın çevredeki yapılaşma

Binaların enerji etkin tasarım için, kent gibi yapılaşmanın yoğun olduğu bölgelere konumlanmasıyla, yapılaşmanın az olduğu kırsal alanlara konumlanması oldukça önemli bir farklılık teşkil eder. Yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda hava hareket hızı daha az, hava sıcaklığı daha yüksek, hava kirlilik oranı daha fazla, artan hava kirliliği nedeniyle güneş ışıınımı etkileri daha zayıf, azalmış bitki dokusuyla nem oranı daha düşüktür. Kentsel alanlardaki rüzgâr hızı kırsal alanlardakine oranla %25 daha azdır. Ancak yüksek binaların arasında oluşan lokal kanyonlarda yüksek rüzgar hızları oluşabileceği unutulmamalıdır (Utkutuğ, 2007).

Yoğun kent içi yerleşimlerde, binalar arası fiziksel etkileşimlere dikkat edilmelidir. Binalar arası gölgelendirme, çatı ve cephe kaynaklı güneş ışıınımı yansıması sonucu olası ısı ve optik problemlere karşı önlem alınmalıdır.

4.2 Bina Ölçeğindeki Parametreler

Bu başlık içerisinde enerji kullanımını azaltmayı hedefleyen bina ölçeğindeki tasarım parametreleri ele alınmıştır.

4.2.1 Yer seçimi

Yerleşme birimleri için uygun yerleşme bölgelerinin seçilmesinde kullanılan yöntem aşağıda verilmiştir.

- 1.Yöresel iklimsel analizler ve iklimsel karakterin belirlenmesi
- 2.Yerey parçalarının güneş ışıını kazancı açısından yerleşmeye uygunluk derecelerinin saptanması

Güneş ışıını kazancının optimizasyonu açısından yerey parçalarının yerleşmeye uygunluk dereceleri (1., 2., 3., 4. derecede yerleşilebilecek arazi parçaları) belirlenebilmektedir. Yerey parçası ısıtmanın istendiği dönemde maksimum, istenmediği dönemde minimum güneş ışıını kazancını olanaklı kılan yön ve eğime sahip olmalıdır. Yerleşilebilir arazi parçası eğim açısı olarak 0 ve 24 derece arası ele alınmaktadır. Eğim açısı 24 dereceyi aştığı zaman bu eğimdeki arazi üzerinde yer alacak binanın inşa edilmesi güçleşmekte ve maliyeti artmaktadır.

Ele alınan tüm yöreler için, yönlendiriliş durumu dört grupta aşağıda verilmiştir.

Yerleşmeye 1. derecede uygun bölgeyi, S

Yerleşmeye 2. derecede uygun bölgeyi, W,E

Yerleşmeye 3. derecede uygun bölgeyi, NW,NE

Yerleşmeye 4. derecede uygun bölgeyi, N

yönü tanımlamaktadır (Berköz vd. 1995).

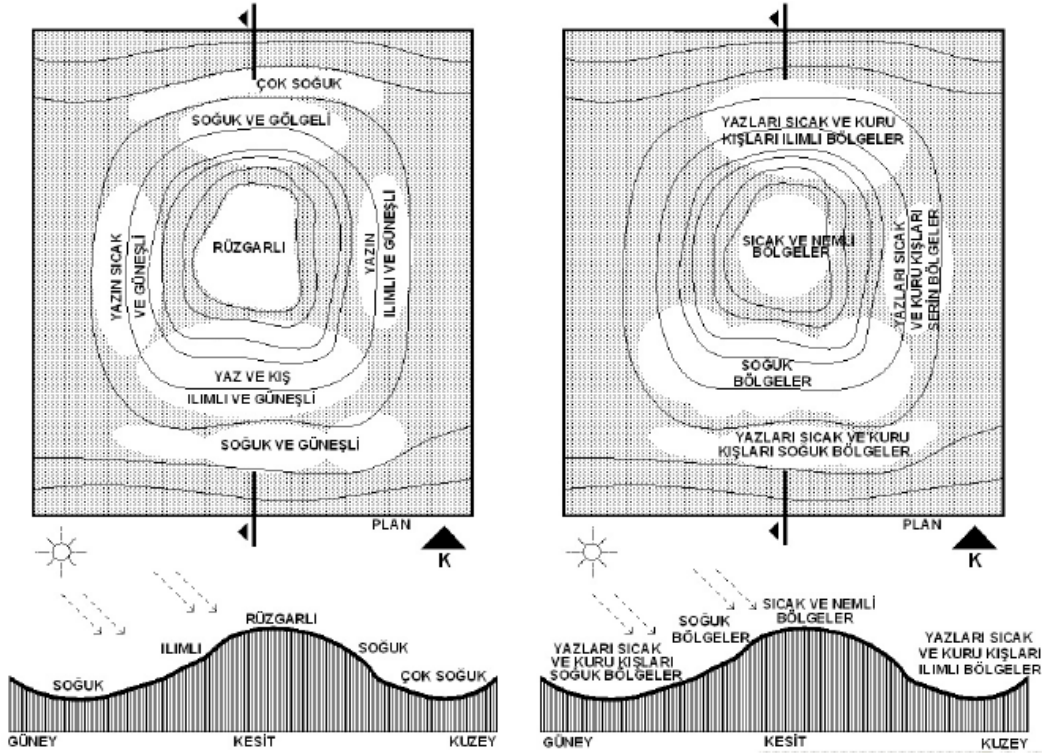
- 3.Yerey parçasının iklim türüne ve termal kuşağa bağlı olarak arazideki konumunun belirlenmesi.

Arazi üzerinde bina için yerleşim alanı seçimi yapılırken iklim ve termal kuşak belirleyici unsurlardır. Termal kuşak, yamaç içerisinde en ılımlı şartlara sahip bölüm olarak tanımlanabilir.

Şekil 4.2’de (Lechner, 1990) farklı iklim bölgelerine göre bina yerleşimi için uygun yerey parçaları plan ve kesit üzerinde gösterilmiş ve aşağıda açıklanmıştır:

- Ilımlı nemli iklim bölgelerinde, rüzgârdan yararlanmak ve konfor şartlarını sağlamak amacıyla, termal kuşağın daha fazla rüzgâr alan tepe bölümlerine yerleşmesinde yarar vardır.

- Ilımlı kuru iklim bölgelerinde, termal kuşağın az rüzgâr alan alt bölümlerine yerleşmelidir.
- Soğuk iklim bölgelerinde, güneş ışınlamından azami şekilde yararlanabilmek ve rüzgârdan kaçınmak amacıyla, yamacın alt bölümlerine yerleşilir. Güneye bakan, çevresindeki alanlara göre daha sıcak ve rüzgara karşı daha korunaklı alanlar tercih edilmelidir.
- Sıcak ve de nemli iklim bölgelerinde rüzgârdan yararlanabilmek temel amaçlardan biridir. Rüzgardan azami bir verimlilik ile yararlanarak, nemliliğin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla tepe bölümlere yerleşmek tercih edilmelidir.
- Sıcak ve kuru iklim bölgelerinde rüzgârdan korunmak, güneş ışınlamının ısıtıcı etkilerini azaltmak amacıyla vadi tabanlarına yerleşmek uygun bir çözümdür.



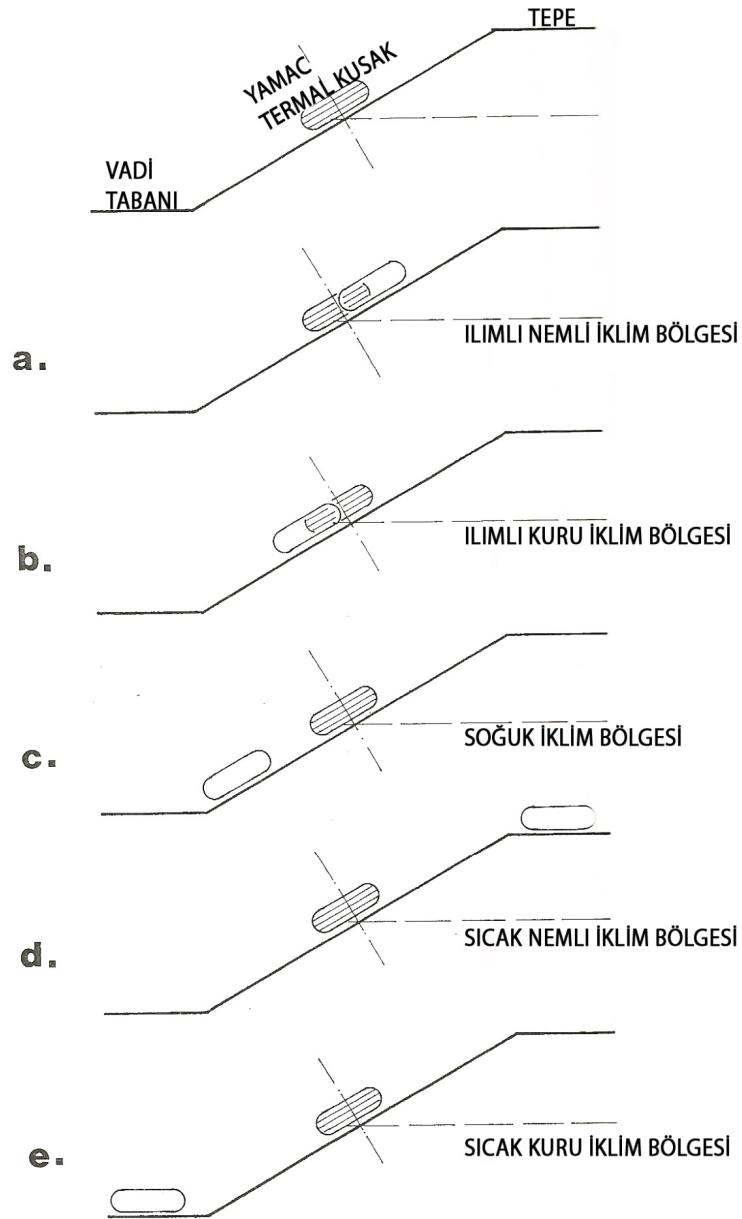
Şekil 4.2 : Farklı iklim bölgelerine göre uygun yer yer parçaları (Lechner, 1990, Özdemir, 2005).

Yerleşme bölgeleri için iklimsel etkilerin optimizasyonu hedefleyerek binaları doğru bir yer seçimi aşağıdaki olumlu sonuçların elde edilmesini olanaklı kılar.

- Yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesi

- Kirletici niteliğe sahip yerleşme birimlerinin (endüstriyel) diğer fonksiyonlara sahip yerleşme birimlerine olan kirlenici etkilerinin önlenmesi
- Maksimum bina yoğunluğu insan sağlığından ödün vermeksizin gerçekleştirilerek arazinin rasyonel kullanımının sağlanması
- Bahçe-şehir anlayışı çerçevesinde sağlıklı ve konforlu açık mekanların (parklar, oturma-oyun terasları, spor alanları v.b) oluşturulması (Berköz vd. 1995).

Şekil 4.3’de farklı iklim bölgelerine göre uygun arazi yerleşimleri gösterilmektedir.



Şekil 4.3 : Farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yerleşim (Berköz vd. 1995).

Şekil 4.4’de farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yerey eğim ve yönleri verilmektedir.

UYGUN ARAZİ EĞİMİ VE YÖNÜ ■ optimum yön geçerli yön	
<u>Sıcak Nemli İklim Bölgesi</u> Arazi eğimi: yatay 0° - 6°	
<u>Sıcak Kuru İklim Bölgesi</u> Arazi eğimi: yatay 0° - 6°	
<u>Ilımlı Kuru İklim Bölgesi</u> Arazi eğimi: Max. 24°	
<u>Ilımlı Nemli İklim Bölgesi</u> Arazi eğimi: Max. 24°	
<u>Soğuk İklim Bölgesi</u> Arazi eğimi: Max. 24°	

Şekil 4.4 : Farklı iklim bölgelerine göre seçilmiş uygun yerey eğimi ve yönü (Zeren, 1987, Özdemir, 2005).

4.2.2 Binanın yönlendiriliş durumu

Binanın yönlendiriliş manzaraya açılma, gürültüden kaçma, mahremiyet gibi temel yaklaşımlar ile birlikte binanın sahip olacağı güneş ışıınımı miktarını, güneşten pasif

olarak yararlanabilme olanağını ve hâkim rüzgârdan soğutma ve havalandırma amaçlı elde edebilecek kazancı doğrudan etkiler. Buradaki elde edilen tüm faydalar, doğal yollar ile binanın kullanıcı gereksinimlerini karşılanmasına katkıda bulunan, bu kazanımdan ötürü enerji giderlerinin azaltılmasını sağlayan ve aynı zamanda kullanıcı konforunu sağlayan kazanımlar bütünüdür.

Bina yönlendirilmesinde temel prensip güneş kazancının kışın en yüksek düzeyde olmasını sağlamak, yazın ise minimize etmektir. Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağında bu temel prensip güney ve güneye yakın yönler yöneldirilebilir. Kış aylarında bir günde gelen güneş enerjisinin yaklaşık % 90'ı 09.00–15.00 saatleri arasında geldiğinden, bu zaman aralığında güneş ışıınının bir engel ile karşılaşmadan binaya ulaşması sağlanmalıdır. Bina yönlendirilmesinde, hâkim rüzgâr etkisi dikkate alınarak da kışın soğuk rüzgârın neden olacağı kayıpları önlenebilir, yazın da binayı soğutması ve doğal havalandırması sağlanabilir (Yüksek, 2009).

Güneydoğu ve güneybatıya bakan cephelerde güney yönüne göre güneş kontrolü daha zordur. Güney cephesi geniş ve kuzey cephesi ısı kayıplarını azaltıcı önlem alınmış, güney ve güneye yakın yönelimli kütleler tercih edilebilir.

- Isıtma yükü daha fazla olan iklimsel koşullarda, kuzey duvarlarında minimum açıklık sağlama, güneye yönlendirilmiş pencereler ve kuzeyde kalan bölgeler içinde güneye bakan çatı pencereleri ile güneş kazancının artırılması olumludur. Doğu ve batıdan alınan güneş ışıınının kontrolünün zor olması nedeniyle bu cephelerdeki saydam yüzeylerin uygun güneş kontrolünün yapılması, binanın doğu-batı aksında güneye daha geniş bir cephe oluşturacak şekilde planlanması tasarımın temel prensibi olarak kullanılmaktadır (Soysal, 2009).

Farklı iklim bölgelerine göre uygun yönlendiriliş durumları bina biçimi bölümünde verilmektedir.

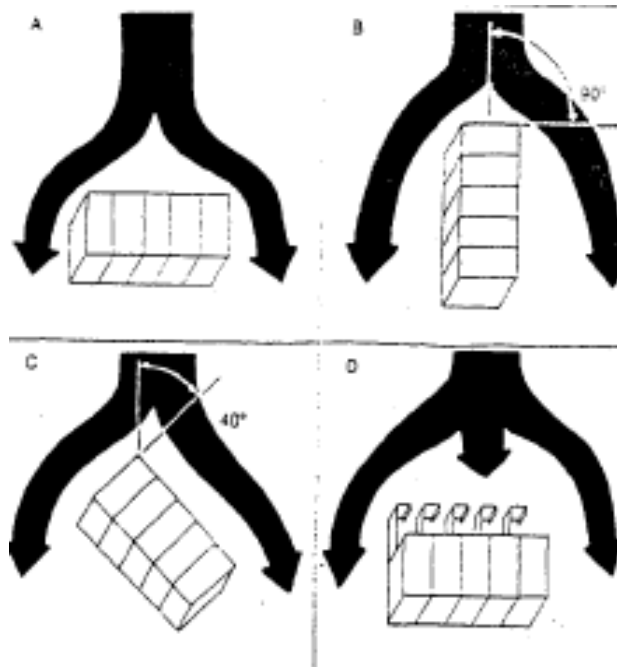
Çizelge 4.2'de konut içerisindeki hacimlerin fonksiyonlarına göre uygun yönlendiriliş durumları verilmektedir.

Çizelge 4.2 : Konut içerisindeki fonksiyonların uygun yönlendirilme şeması (Olgvay, 1992).

	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Yatak odası	●	●	●	●	●	●		
Yemek odası				●	●	●	●	
Mutfak			●	●	●	●	●	
Kütüphane			●	●	●	●		
Çamaşır odası	●	●						●
Banyo	●	●						●
Garaj	●	●	●	●	●	●	●	●
Teras	●	●	●	●	●	●	●	●
Güneş sundurma			●	●	●	●	●	
Yatak odası				●	●	●	●	

Binanın yönlendiriliş durumu hakim rüzgardan soğutma ve havalandırma amaçlı elde edilecek kazancı belirlerken, aynı zamanda hakim rüzgar dolayısıyla oluşan istenmeyen ısı kayıplarının da belirleyicisidir. Bina hakim rüzgar yönüne uygun bir biçimde yönlendirilmesi istenmeyen ısı kayıplarını kabul edilebilir bir seviyede tutar. Şekil 4.5’de, Anon’un yaptığı bir araştırmaya göre B, A’ya göre %50, C, A’ya göre %60 ve D, A’a göre %25 daha az ısı kaybı oluşturur.

Şekil 4.5’de hakim rüzgar yönüne göre binanın konumlandırılış durumları verilmektedir.



Şekil 4.5 : Hakim rüzgar yönüne göre bina konumlandırılış (Anon, 1979).

4.2.3 Bina Biçimi

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

- binanın toplam dış yüzey alanı
- farklı yönlere bakan ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzeyleri alanları
- cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar,

değişim gösterir.

Bina biçimi,

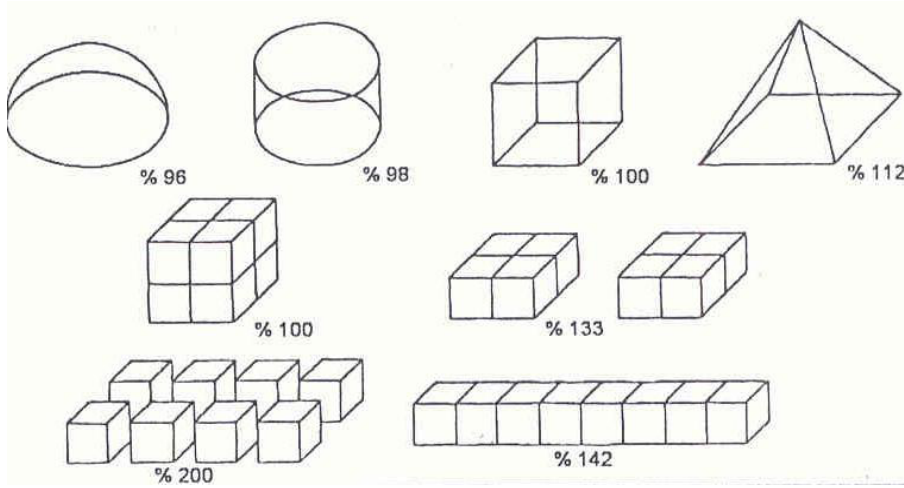
- biçim faktörü (plandaki bina uzunluğunun bina derinliğine oranı)
- bina yüksekliği
- çatı türü (düz, beşik ve kırma çatı)
- çatı eğimi
- cephe eğimi

gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanabilirler (Berköz vd. 1995).

Binalar yaz mevsimi sürecinde istenmeyen ısı kazancı, kış mevsimi süresince de istenmeyen ısı kayıpları gerçekleştirir. Bu gerekçeden ötürü binaların biçimleri, etkin bir enerji korunumu sağlaması amacıyla yaz mevsimi süresince en az ısı kazancı ve kış mevsimi süresince de en fazla ısı kazancı sağlayacak bir biçimde oluşturulmalıdır.

Bina kütesinin güneş aracılığı ile elde ettiği ısı kazancı ve yüzey aracılığı ile olan ısı kaybı, binaların yüzeylerinin hacmine oranına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Örneğin aynı hacim değerine sahip kürenin yüzey alanı silindirden, silindirinki küpten ve küpünki ise dikdörtgenler prizmasından düşüktür.

Şekil 4.6’da bina formu yüzey alanı ve hacimleri arasındaki ilişki karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

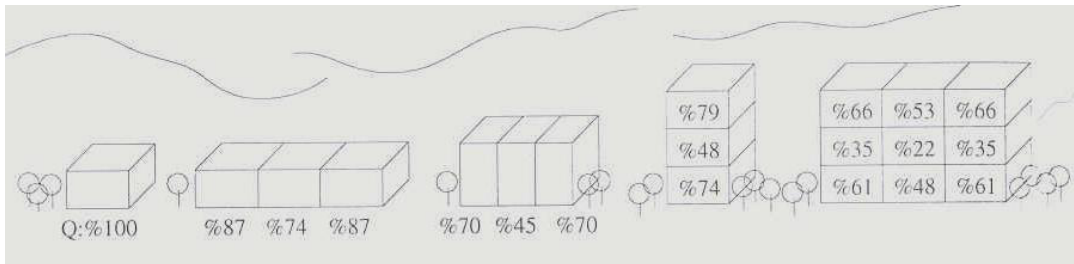


Şekil 4.6 : Bina formu yüzey ilişkisi (Daniels, 1979).

- Sıcak kuru iklim şartlarına sahip bölgelerde, kompakt ve gölgeli alan yaratmak amacı ile avlulu bina formları tercih edilir.

-Soğuk iklim şartlarına sahip bölgelerde, dış yüzey etkileşim alanının azaltılabilmesi için içerisinde bir çok kullanıcının bulunduğu çok katlı binalar tercih edilebilir. Bina formunun fazla hareketli, dış atmosfer ile temas eden yüzey alanını artıran tipteki oluşumlar daha yüksek bir miktarda enerji kaybına sebep olacağı için soğuk iklim bölgelerinde tercih edilmemelidir.

Hegger'in 2003 yılında yaptığı araştırmaya göre, sekiz adet konuttan oluşan bir konut grubunun ısı gereksinimi, aynı konutların tek tek sıralanmalarına göre %80, aynı taban alanlarının üst üste gelerek oluşturduğu dört katlı bir konuta göre %65 daha düşük olarak bulunmuştur. Benzer biçimde bu sekiz birimin her birini birer küp olarak düşünülürse, bir araya gelme biçimlerine bağlı olarak yüzey hacim oranları değişir .Yapılan diğer bir araştırmaya göre şekil 4.7'de binaların farklı şekillerde bir araya gelmesi sonucu talep ettiği toplam ısı yükü yüzdeleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



Şekil 4.7 : Binaların farklı şekillerde biraraya gelmesi sonucu talep ettiği ısı yüzdeleri karşılaştırması (Tönük,2001).

- Sıcak ve nemli iklim şartlarına sahip bölgelerde, rüzgâr etkileşim alanını artırmak amacıyla tekil yerleşimler tercih edilebilir. Mümkün olduğunda binaların zemin kotu boşaltılıp, kolonlar üzerinde yapılandırarak, hava dolaşımından azami bir şekilde yararlanılabilir.

- Bina kütlesi ve dolayısıyla bina kabuğu, gerekli kullanıcı gereksinimlerini sağlayabilmesi şartı ile mümkün olduğunca asgari boyutlarda şekillendirilerek elde edilen mekanlarda, gerekli konfor şartlarını daha az enerji sarfederek karşılanabilir. Ayrıca kullanım periyodu boyunca bakım ve onarım kolaylaşır.

Ayrıca, prensip olarak binaların yükseklikleri arttıkça yüzey artırımına sebep olduğu için ısı kayıp ve kazanç miktarı bulunulan iklim bölgesi de dikkate alınarak doğru bir biçimde ele alınmalıdır. Bu noktadan hareketle, bina yükseklik ve derinlik oranı doğru kurgulanmalıdır.

Bina biçiminde:

Oran; soğuk iklimler için 1:1:3; ılımlı iklimler için 1:2:4; sıcak kuru iklimler için 1:1:6; sıcak nemli iklimler için 1:1:3 olarak uygun görülmüştür. Hesaplamalarda bina 21 Eylül – 21 Mart tarihleri için yazın ve kışın başlangıç noktası ve 0 noktasında yer almıştır.

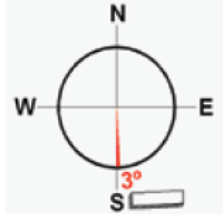
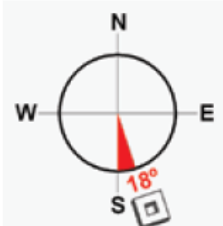
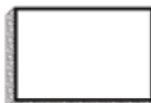
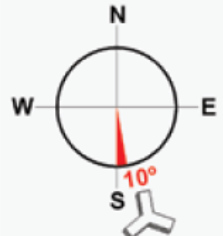
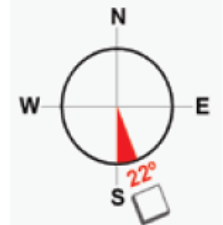
1. durumda; bina soğuk bölgede Doğu – Batı doğrultusunda uzanmış ve yüzey / hacim oranını düşürmek için bina kompakt hale getirilerek kare forma dönüşmüştür.

2. durumda; ılımlı bölgelerde ise; uzun dikdörtgen formun sakıncasının olmadığı ve biraz da doğuya doğru yönelmesinin uygun olduğu görülmüştür.

3. durumda; sıcak kuru bölgelerde kışın soğuk olduğundan yine binaların şekli dikdörtgendir ve hava basıncına göre dikdörtgene yakın avlulu bir form almaktadır. Orta bahçenin gölge yaratmakta olması ve yakın çevrenin bitkilendirilmesi uygundur.

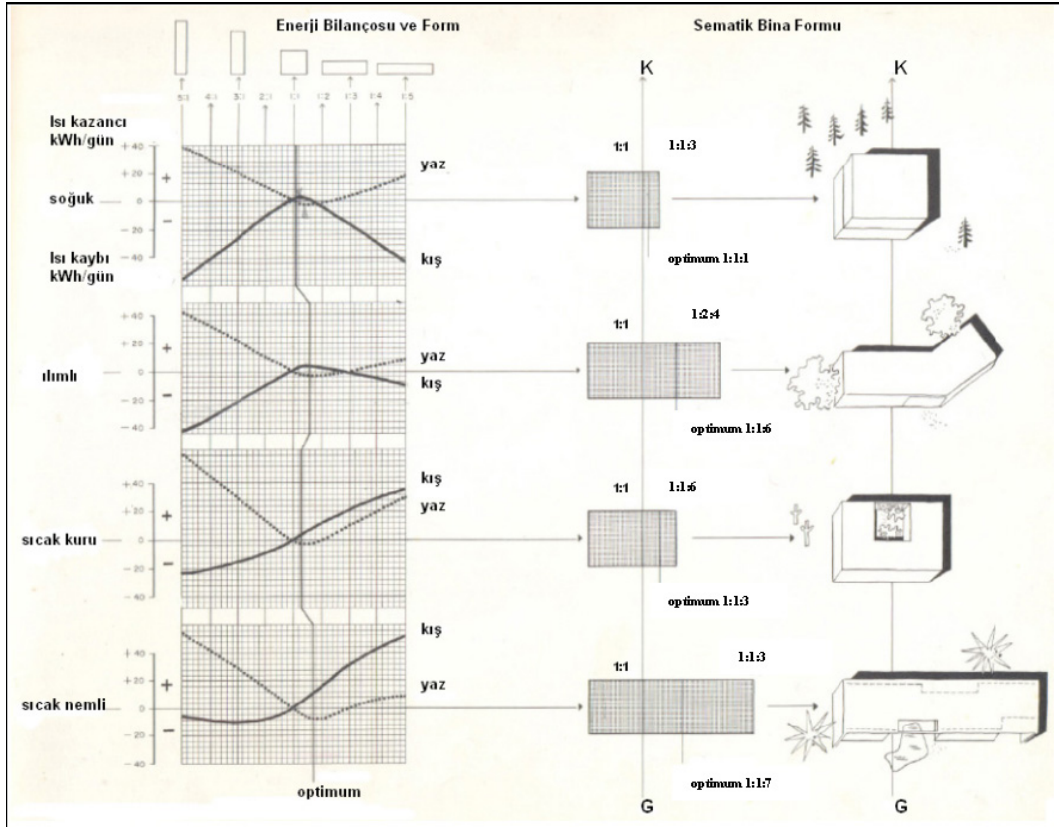
4. durumda; sıcak nemli bölgelerde binanın dikdörtgen olması uygundur. Binanın cephesindeki doluluk ve boşluklar, girinti ve çıkıntılar binanın hava sirkülasyonuna yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2008).

Şekil 4.8’de farklı iklim bölgelerine göre uygun bina formları ve yönlendiriliş durumları gösterilmektedir.

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 yakın 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 minimize eden, kompakt, kare vb. tabanlı 	

Şekil 4.8 : Farklı iklim bölgelerine göre bina formları ve yönlendiriliş durumları (Zeren, 1987, Oral, 2010).

Şekil 4.9’da Olgvay tarafından iklim bölgelerine göre uygun bina formları gösterilmekte ve bina formuna göre ısı kazanç ve kayıp değerleri verilmektedir.



Şekil 4.9 : İklim bölgelerinde bina formları (Olgvay, 1992).

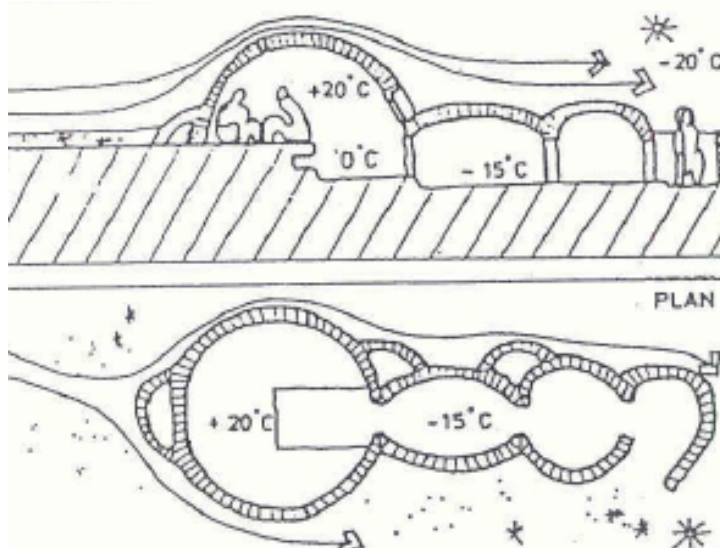
Bina biçimi ve iklim arasındaki ilişki içerisinde, çatı seçimlerinden de bahsedilebilir. Genel olarak, karakteristik iklimlerin hakim olduğu coğrafyalarda iklim bölgelerine göre çatı biçimi seçimleri çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.3 : İklim bölgelerine göre çatı biçimi seçimi.

SOĞUK BÖLGE	Eğimli çatı
SICAK KURU BÖLGE	Düz çatı (güneş ışıınımı etkisini azaltma)
SICAK NEMLİ BÖLGE	Yükseltilmiş veya eğimli çatı (hava sirkülasyonu sağlama)
ILIMLI KURU BÖLGE VE ILIMLI NEMLİ BÖLGE	Eğimli çatı

Şekil 4.10’da bina formu ve çatı formunun iç iklimsel koşullara etkisini gösteren bir örnek verilmiştir. Bu örnekle, geodezik kubbe formu ile alan-hacim oranını minimize

eden ve rüzgarın etkilerini azaltan kutup evleri gösterilmektedir. Isınan havanın yükselmesi prensibi dolayısı ile, yaşam alanı yüksek kote konumlandırılmıştır.



Şekil 4.10 : Kutup evinde yükseltelen platform- insanların yaşama mekanı (Roaf, 2001).

4.2.4 Bina aralıkları ve yükseklikleri

Binanın içinde yer aldığı yerleşmenin dokusu; bina adaları içerisindeki binaların birbirine olan mesafeleri, bitişik ya da ayrı nizam olmaları ve binaların yükseklik ilişkileri bina adası içerisinde tasarlanacak bina için çeşitli veriler sağlamakta ve süreç içerisinde çeşitli problem ve avantajlara sebep olmaktadır. Bu veriler ile bina tasarım sürecinde, bina adasının sahip olduğu problemler çözülmeli ya da etkileri azaltılmalı, aynı şekilde sahip olunan avantajlar ise doğru bir şekilde kullanılmalıdır.

Binalar, aralarındaki uzaklıklara, yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınlamı ve rüzgâr engelleri olarak işlev görebilirler. Güneş ışınlamının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesi, tüm güneşli saatler boyunca cephelerin direkt güneş ışınlamı etkisi altında kalmaları sağlanarak gerçekleştirilebilir. Bu durumu gerçekleştirmek, bina aralıklarının, binaların birbirleri için güneş engelleri teşkil etmemelerini sağlayan sınır değerlerinin bilinmesi ve u değerlerin tasarım kararları olarak uygulanmasıyla olanaklıdır (Berköz vd. 1995).

- Sıcak ve kuru iklim bölgelerinde, binaların birbirini gölgelemesi, bu sebeple yoğun bir yerleşim tercih edilir. Güneşin etkilerinden korunmak için binalar birbirlerine yakın ve iç içe bir kompozisyon oluşturmalarıdır. Yüksek duvarlarla oluşturulan sokaklar, hem sokakları hem de binaları gölgelemektedir.

- Soğuk iklim bölgelerinde, kompakt tasarımlar ile ısı kayıpları asgari düzeye indirilebilir ve güneş ışınlamından verimli ve etkili bir şekilde yararlanması şartı ile bitişik nizam yerleşimler tercih edilir. Bu noktadaki ana hedef, mümkün olduğunca güneşten yararlanabilen, aynı zamanda rüzgardan korunmayı sağlayabilecek, birbirine yakın ya da ısı kayıplarını azaltmak için kompakt kütleler yaratmaktır.

Soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde, güneş ışınlamının ısıtıcı etkisinin maksimize edilmesi, direkt güneş ışınlamının cepheleri etkileyebileceği tüm gün saatleri boyunca, cephelerin bu etkinin altında kalmaları sağlanarak gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumun sağlanması için gölgeli alan derinliklerinin ve de dolayısıyla bina aralıklarının E, ESE, SE yönleri için güneş doğuşu ve W, WSW, SW yönleri için güneş batışı saatlerinde oluşan düşük profil açılara göre belirlenmesi gerekli olmaktadır. Ancak bu durumda da, bina aralıkları yüksek değerlere ulaşırlar (Berköz vd. 1995). Bu nedenle hem güneş ışınlamından yarar sağlamak, hem de araziye rasyonel kullanmak için uygun profil açıları seçilmelidir.

- Sıcak ve nemli iklim bölgelerinde, rüzgâr kaynaklı doğal bir serinleme, havalandırma sağlayabilmek için ayrık nizam yerleşimler tercih edilir. Binaların yerden yükseltilmiş ve çatı ve bina arası boşluklar yaratılarak, hava akımlarına izin verilecek bir şekilde tasarlanması uygun bir çözümdür.

Sıcak iklim bölgelerinde bina aralıkları, ısıtmanın istendiği dönemde cephelerin gölgede kalmasına göre belirlendiğinde, ısıtmanın istenmediği dönemde cepheler direkt güneş ışınlamı etkisi altında kalmamaktadır. Dolayısıyla ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma yükü artmakta, ısıtmanın istenmediği dönemde ise binalar arasındaki uzaklıklar az olduğundan cephelerin rüzgar alamaması söz konusu olmaktadır. Ayrıca ısıtmanın istenmediği dönemde profil açıları ve yükseliş açıları yüksek olduğu için cepheler direkt güneş ışınlamı etkisi altında kalsalar bile hacim içinde güneşin etkili olacağı alan derinliği düşük olacaktır (Berköz vd. 1995). Bu nedenle sıcak iklim bölgelerinde tasarım hem ısıtmanın istendiği hem de istenmediği dönem koşullarına dayandırılır.

- Ilıman iklim bölgelerinde güneş ışınlamı, güneş kontrolü ve havalandırma sağlanması durumunda serbest bir yerleşim yapılabilir.

Şekil 4.11’de binalar arası açık mekan boyutlarının hakim rüzgar doğrultusunda, rüzgara göre seçilebilecek uygun değerleri verilmektedir.

<u>Sıcak Nemli</u> <u>İklim Bölgesi</u> 5H – 7H	
<u>Sıcak Kuru</u> <u>İklim Bölgesi</u> 2H – 5.5H	
<u>Ilımlı Kuru /</u> <u>Ilımlı Nemli /</u> <u>Soğuk İklim</u> <u>Bölgesi</u> H – 5H	

Şekil 4.11 : Binalar arası açık mekan boyutlarının seçilebilecek uygun değerleri (hakim rüzgar doğrultusunda, rüzgara göre) (Orhon, 1988, Özdemir, 2005).

Güneş ışınımı etkilerinden yararlanmak açısından uygun bina aralıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntem aşağıdaki adımları kapsamaktadır (Berköz vd. 1995).

a- Isıtmanın istendiği dönemin karakteristik gününün belirlenmesi

Isıtmanın istendiği dönem için karakteristik gün 21 Ocak'tır.

b- Profil açılarının belirlenmesi

Profil açısı, güneş-bina ilişkisi kuran bir değişkendir ve binanın ele alınan cephesine dik olarak geçirilen kesit düzlemi üzerindeki izdüşümü ile yatay düzlem arasındaki açıdır.

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

c- Binanın önündeki zeminde oluşacak gölgeli alan derinliğinin belirlenmesi

Bir binanın etrafındaki zeminde oluşturduğu gölgeli alan derinlikleri, arazinin yatay veya eğimli olmasına bağlı olarak hesaplanabilir.

d- Bina aralıkları için uygun değerlerin belirlenmesi

Bina aralıklarına ait uygun değerlerin tanımlanması, gölgeli alan derinliklerinin sınır değerlerine göre yapılmalıdır.

Arazi maliyetlerinin yüksekliği düşünüldüğünde arazinin daha rasyonel kullanılabilmesi açısından;

- Profil açılarının çok düşük olduğu güneş doğuşu ve batışı saatleri ve
- Gölgeli alan derinliğinin, arazinin eğimine bağlı olarak sonsuz veya çok fazla olduğu saatler dışında kalan saatlerde oluşan profil açıları
- Kabul edilebilir sınır gölgeli alan derinlikleri

bina aralıkları için uygun sınır değerlerin belirlenmesinde kullanacak profil açıları olarak alınmalıdır.

Çizelge 4.4’de iklim bölgelerine göre uygun yerleşme dokusu karakterleri verilmiştir.

SICAK NEMLİ BÖLGE	Belirleyici faktör yılın büyük bir döneminde doğrudan güneş ışınlamından korunmak ve nem dolayısı ile rüzgar dolaşımına izin vermek. Rüzgarın yaratacağı hava sirkülasyonuna izin veren seyrek yerleşim.
SICAK KURU BÖLGE	Belirleyici faktör yılın büyük bir döneminde doğrudan güneş ışınlamından ve rüzgarın getireceği sıcak havadan korunmak. Güneş ışınlamını ve rüzgar etkileşimini azaltan sıkışık ve az katlı yerleşim.
ILIMLI NEMLİ BÖLGE	Belirleyici faktör nem dolayısı ile rüzgar dolaşımına izin vermek ve güneş ışınlamından her mevsim yararlanabilmek. Sıcak hava şartlarına sahip periyotlarda rüzgarın yaratacağı hava sirkülasyonuna izin veren, soğuk periyotlarda güneş ışınlamına olanak tanıyan homojen yayılı bir yerleşim.
SOĞUK BÖLGE	Belirleyici faktör soğuk havadan korunmak. Soğuk hava şartlarına sahip periyot içerisindeki rüzgardan korunabilmek için kompakt yerleşim.

Çizelge 4.4 : İklim bölgelerine göre yerleşme dokusu karakterleri.

4.2.5 Mekân organizasyonu-zonlama

Mimarların hacim organizasyonlarını doğru şekilde planlanması, bina kullanım süreci içerisinde enerji kullanımını doğrudan etkilemektedir. Alman Araştırma ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan bir araştırmada, mekânların plan organizasyonundaki yerinin enerji tüketimi açısından yönlendirilmesinden daha etkili olduğu açıklanmaktadır (Yüksek, 2009).

- Temel olarak bina içerisinde kullanıcı konforu sağlanması açısından ısıtma ihtiyacının diğer bölümlere göre daha fazla olduğu mekânlar bina güney, güney batı ve güney doğu yönlerine yönlendirilmelidir. Garaj, sirkülasyon, banyo, wc, hol, çamaşır odası gibi daha az ısıtma gereksinimine sahip mekânlar ise kuzey yönüne yerleştirilerek enerji verimi açısından doğru bir mekân organizasyonu sağlanmış olunur. İzlenilen bu planlama stratejisi ile binaların daha verimli bir enerji performansı göstermesi sağlanmış olunur.

- Ayrıca bina içerisinde ısıtma gereksinimi daha yüksek olan mekanlar ile dış atmosferik ortam arasına daha az ısıtma gereksinimi olan mekanlar tampon bölge olarak yerleştirilerek, yüksek oranda bir verim sağlanabilir. Bu yöntem ile binalarda daha az ısıtılan ya da ısıtılması gerekli olmayan alanlar ile tampon bölgeler oluşturulur.

Tampon bölgeler, yaz mevsimi sürecinde kullanılan iç mekanları gölgeler, doğrudan güneş ışınlamına maruz kalmasını önler. Kış mevsiminde ise dış atmosferik şartlar ile doğrudan fiziksel etkileşimi önlediği gibi, mekan içinin soğuma süresini uzatır. Bu uygulamanın yüksek performans gösterebilmesi için ana mekan ile tampon bölgenin arasındaki ayırıcı iç duvarın nitelikli bir şekilde yalıtım uygulamasının yapılması gerekmektedir.

Bir diğer tampon bölge ise toprak ile temas eden bodrum katlarıdır. Kış aylarında toprak sıcaklığı dış hava sıcaklığına oranla daha yüksek bir değerde olmaktadır. Nitelikli bir yalıtım uygulaması ile elde edilen bodrum kat, dış hava sıcaklığından çok etkilenmeyen bir alan sağlar. Bu mekanların yaz aylarında da doğal güneş ışınlamı ve doğal havalandırma ile desteklenmesi takdirde, konforlu mekânlar elde edilmesi mümkündür.

- Bina içi mekân organizasyonu yapılırken yerleşimsel bir karar olarak odaların karşılıklı yerleştirilmeleri ile etkili bir doğal havalandırma sağlanılarak, kullanıcı konforunun sağlanması ve enerji kullanımının azaltılması sağlanabilir.

4.2.6 Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

Bina kabuğu, bina içi çevreyi, bina dışı çevreden ayıran, yatay, düşey ve eğimli tüm bina bileşenlerinin oluşturduğu bina ögesi olup, enerji korunumu ve iklimsel konforun sağlanmasında tasarımcının kontrolünde olan en önemli değişkendir. Pasif ısıtma ve iklimlendirme işlevi açısından bina kabuğunun tanımı, bina kabuğunun

güneş ışınlamına ilişkin yutuculuk ve geçirgenlik gibi optik ve toplam ısı geçirme katsayısı , zaman gecikmesi , sönüm oranı ve saydamlık oranı gibi termofiziksel özellikleri ile yapılmaktadır (Yılmaz,Cerit, 2007).

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri, bina kabuğunun birim alanından, dış hava sıcaklığı ve güneş ışınlamı etkileriyle kazanılan ve yitirilen ısı miktarlarının belirleyicileridirler (Oral, 2010).

İç çevre iklimsel durumu ve yapma ısıtma ve iklimlendirme yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Dolayısıyla, bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri aynı zamanda gerek iç iklim durumunun gerekse yapma ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin belirleyicisidir.

- Soğuk ve ılımlı iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği dönem süresi daha uzun olduğundan, iklimsel konforu sağlayacak bina kabuğuna ilişkin termofiziksel özellikler ısıtmanın istendiği döneme ait tasarımın dayandırıldığı koşullara göre belirlenmektedir. Isıtmanın istendiği dönemde, en az ısı kaybını gerçekleştiren kabuk elemanın, enerji ekonomisi açısından en uygun olma niteliğine sahip olacağı açıktır.

- Sıcak iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerin sürelerinin birbirine yakın olması nedeniyle kabuğun daha doğru ve dikkatli tasarlanabilmesi açısından, hem ısıtmanın istendiği hem de ısıtmanın istenmediği dönemlere ait tasarımın dayandırıldığı dış koşullara göre iklimsel konforu sağlayacak bina kabuğuna ilişkin termofiziksel özellikler belirlenmeli ve bu özelliklerin tanımladığı kabuk alternatifleri açısından enerji korunumu açısından en uygun olanlar seçilmelidir. Sıcak iklim bölgelerinde, ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlere ait tasarımın dayandırıldığı dış koşullara göre iklimsel konfor açısından yeterli olarak belirlenen termofiziksel özellikler değerlerinin tanımladığı kabuk alternatiflerinin, birim alanlarından yapma ısıtma ve iklimlendirmenin istendiği dönem sürelerince kaybedilen ve kazanılan (devrelik) ısı miktarları belirlenmelidir.

- Sıcak iklim bölgelerinde yapma ısıtmanın istendiği dönem süresi ile yapma iklimlendirmenin istendiği dönem süresinin birbirlerine olan oranlarına ve
- Isıtma yükü birim maliyeti ile iklimlendime yükü birim maliyetinin birbirlerine olan oranlarına

bağlı olarak, ısıtma ve iklimlendirme enerjisi korunumları açısından karşılaştırılan kabuk elemanlarının birim alanlarından ısıtmanın istendiği dönemde kaybedilen saatlik ısı miktarları değerleri ile yapma iklimlendirmenin istendiği dönemde kazanılan ısı miktarları değerlerinden hangisinin uygun termofiziksel özellikler değerleri kombinezonlarının belirlenmesinde daha etkili olacağı belirlenebilmektedir (Berköz vd. 1995).

Bina kabuğu elemanları tasarımı ve malzeme seçimi, bulunulan iklimin verileri dikkate alınarak oluşturulmalıdır.

Bina kabuğunun ısı geçişine ilişkin başlıca termofiziksel özellikleri toplam ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranıdır.

Toplam ısı geçirme katsayısı

Toplam ısı geçirme katsayısı, farklı iki çevreyi ayıran bir bina bileşeninin iki tarafında etkili olan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 derece iken, 1 m² alandan, bu alana dik doğrultuda 1 saatte geçen toplam ısı miktarı olarak tanımlanmaktadır.

- Bina kabuğunu oluşturan yüzeylerin toplam ısı geçirgenlik katsayısının, bulunulan iklimsel verilere göre değişkenlik gösteren değerlerde olması için gerekli hesaplamalar yapılarak, bina kabuğu malzemeleri uygun seçilmelidir.

Bu tip hesaplamalar için çeşitli bilgisayar programları kullanılabilir. Bina kabuğu ısı geçirme direnci artırılarak, bina kabuğunda gerçekleşen ısı transferi azaltılabilir ve kullanıcı konforunu sağlamak için sarf edilecek ısıtma ve soğutma enerjisinde azaltım mümkün olur.

Saydamlık oranı

Saydamlık oranı, binanın saydam yüzey alanının, toplam cephe alanına oranıdır.

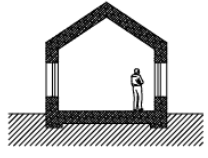
Çoğunlukla, saydam bileşenlerin ısı geçirgenlik direnci bina kabuğunu oluşturan opak yüzeylere göre daha düşüktür. Cam malzemesi bina kabuğunda kullanılarak, güneş aracılığı ile elde edilen ısı kazanımının artırılması mümkün olmak ile birlikte, aynı zamanda yüksek miktarlarda da ısı kayıplarına sebebiyet vermelerinden ötürü saydamlık oranı önemli bir değişkendir. Saydamlık oranı aynı zamanda bina içerisindeki doğal aydınlatma performansının da belirleyicisidir.

Bina kabuğunda cam malzemesinin kullanımı ile birlikte bina sistemi bünyesinde birçok avantaj ve dezavantaj gözlenebilir. Isı kazancı, ventilasyon ve gün ışığı elde

etmek gibi hedefler için belirlenen saydamlık oranları farklılık göstermektedir. Kullanıcı konforu ve enerji etkinliği için, elde edilmesi istenilen hedeflerin optimizasyonu sağlanmalıdır.

- Saydamlık oranı bu hedeflerden her birinin birlikte ele alınıp değerlendirilmesi ile belirlenerek, herhangi birinden ödün verilmeden sentez bir sonuç elde edilmelidir.

Şekil 4.12’de iklim bölgelerine göre uygun bina kabuğu elemanlarının özellikleri verilmektedir.

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

Şekil 4.12 : İklim bölgelerine göre tercih edilebilecek bina kabuğu özellikleri (Oral, 2010).

Bina kabuğu saydam bileşen (pencere) özellikleri

Güneş ışıınılarından faydalanmak, görsel ve fiziksel anlamda dış ortama erişilebilirlik pencerelerin temel görevleridir. Pencerelerin bina içi enerji etkinliğini sağlaması için kullanılan malzemelerin ısı geçirgenlik performansı, pencere alanlarının bulunduğu hacmin döşeme alanına oranı, hangi cephelerde ne oranda yer aldığı, ne ölçüde gölgelendiği dikkat edilmesi gereken başlıca kriterlerdir.

Örneğin Danimarka’da AB enerji performansı direktifleri çerçevesinde, binanın cephesindeki kapı ve pencere açıklık alanlarının, toplam ısıtılan döşeme alanının %22’sini geçmemesi, Pencere U değeri hesaplamanın ön koşulu olarak gösterilmektedir (Soysal, 2009).

- Sıcak kuru iklim bölgelerinde, güneş ışınlamına maruz kalan cam alanların asgari şekilde tutulması gerekli olduğu için, küçük pencereler tercih edilmelidir.
- Sıcak ve nemli iklim bölgelerinde ise hava akımı ile havalandırma sağlamak amacıyla güneş kontrol önlemleri alınması şartı ile büyük boyutlu pencereler tercih edilmelidir.
- Soğuk iklim bölgelerinde ısı kayıp oranlarını azaltmak amacıyla küçük boyutlu ve az sayıda pencere kullanılmalıdır. Kış mevsimi süresince güney yönünden elde edilebilecek potansiyel ısı kazancının yüksek olması sebebiyle, güney cephesi saydamlık oranı diğer cephelere göre daha yüksek olmalıdır.

Çizelge 4.5 ve 4.6’da iklim bölgelerine göre oluşturulması uygun pencere açıklığı ve kapı yerleşimi kararları verilmektedir.

Çizelge 4.5 : İklim bölgelerine göre genel pencere açıklık kararları.

SOĞUK BÖLGE	Küçük açıklıklar
SICAK KURU BÖLGE	Gölgelede bırakılması durumunda büyük açıklıklar
SICAK NEMLİ BÖLGE	Güneş kontrolü sağlanmış büyük açıklıklar
ILIMLI NEMLİ BÖLGE	Hava sirkülasyonu yeterince sağlayabilecek ebatta açıklıklar

Çizelge 4.6 : İklim bölgelerine göre genel kapı konumlandırılış kararları.

SICAK NEMLİ BÖLGE	Rüzgar ile etkileşime izin verilmiş
ILIMLI NEMLİ BÖLGE	Rüzgar ile etkileşimli ya da etkileşimsiz olabilir
DİĞER BÖLGELER	Rüzgar ile etkileşime izin verilmemiş

4.2.7 Bina kabuğunda sürdürülebilir malzemelerin kullanımı

Bina üretiminde sürdürülebilir malzemelerin kullanımı, geleneksel mimarlığın önemli karakteristik özelliklerinden iken, endüstri devrimi ve ardından hızlı gelişen sanayileşme sürecinin ardından hızlı bir yapılaşma ihtiyacı ile birlikte bu anlayış büyük ölçüde önemini yitirmiştir. Günümüzde sürdürülebilir mimarlık kavramı ile birlikte bina bünyesinde sürdürülebilir malzemelerin kullanımı tekrar gündeme gelmektedir. Son yıllar içerisinde, sürdürülebilir mimarlık bağlamında tamamiyle sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ile oluşturulmuş tasarımlar görülmeye başlanmıştır.

Sürdürülebilir malzemelerin binada kullanımı;

- 1- geri dönüştürülebilir ve dönüştürülmüş içerikli ve yeniden kullanılabilir malzemelerin kullanımı,
 - 2- yenilenebilir kaynaklar aracılığı ile elde edilen malzemelerin kullanımı,
 - 3- dayanıklı ve kullanım periyodu boyunca daha az bakım gerektiren malzemelerin kullanımı
 - 4- yerel malzemelerin kullanımı,
- şeklinde olabilir.

4.2.7.1 Geri dönüştürülebilir veya dönüştürülmüş içerikli olması ve yeniden kullanılabilir malzemelerin kullanımı

Bina malzeme ve elemanlarının kullanım ömürleri tamamlandığında geri dönüştürürerek ya da geri dönüştürülmüş içerikli bina malzeme ve elemanları kullanarak kaynak kullanımını ve yeni malzeme üretimi azaltılabilir. Yeni bir hammadde kullanımının önlenmesi gibi, hammaddesinin işlenmesi için gerekli olan maliyet ve işletim sırasındaki oluşan çevresel sorunlar da azaltılabilir.

Ömrü tamamlanan binaların bina malzeme ve elemanlarının bir bölümü ya da mümkün ise tamamı, uygun şekilde yerinden sökülerek doğrudan ya da belirli bir ölçüde bakım-onarımdan geçirilerek başka bir binada kullanılarak da kaynak kullanımını azaltılabilir.

Bina bünyesinde kısmi olarak geri dönüştürülebilir veya geri dönüştürülmüş içerikli ve yeniden kullanılabilir bina elemanları ve malzemeleri kullanmak, bina sistemi

tasarımında alınabilecek temel kararları oluşturabilmektedir ve tamamı ile bu bağlamda oluşturulmuş binalar mevcuttur.

Geri Kazanım (geri dönüşüm) Edwards (1996)'a göre:

- Doğal kaynakları muhafaza eder;
- Yeni bir ürün imal etmekten ziyade mevcut bir ürün tekrar kullanılarak üretim ve taşımada enerji tasarruf eder;
- Kirlilik riskini azaltır;
- Çöplük alanları için talebi azaltır;
- Geri kazanılmış malzemeleri dahil ederek veya çöpten kazanılan enerjiyi kullanarak malların imal edilmesini daha ucuza getirilip gerçekleşmesini sağlar.

Geri dönüşüm için daha elverişli olan malzemeler Edwards (1996)'a göre genel bir çerçeve ile;

- Çelik ve ahşap kolon, kiriş ve diğer bağlantı elemanları
- Toprak esaslı tuğla, kiremit ve kaplama elemanları
- Pencere ve kapı bileşenleri ve diğer dekoratifler geri dönüşüm çerçevesinde yatkınlık gösteren malzemelerdir.

4.2.7.2 Yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla elde edilebilen malzemelerin kullanımı

Doğal kaynaklardan elde edilebilen ahşap, bambu, saman, mantar ve saz gibi malzemeler daha az enerji ve işçilik ile kullanılabilir duruma getirilebilir. Ayrıca bu tip malzemeler, bulunan konuma göre yerel bina malzemelerini oluşturmalarından ötürü temin edilmesi kolay olmak ile birlikte nakliye problemini de çözmektedir.

Sınırlı olan kaynakların kullanımı, yenilenebilir kaynakların kullanımı vasıtasıyla azaltılabilir. Ayrıca bu tip doğal malzemeler kullanılarak, yöresel mimarlık oluşmuş ve kendini sürekli onarması mümkün olabilmektedir. Yöresel mimarlığın sürekliliği ve zengin niteliği kullanılan doğal malzemeler vasıtası ile oluşmuştur.

Çizelge 4.7'de ekolojik açıdan bazı bina malzemelerinin üretim aşamasında gerekli olan enerji ihtiyaçları verilmektedir.

Çizelge 4.7 : Malzemelerin üretim aşamasında gerekli olan enerji miktarları (Tuğlu, 2005).

Malzeme	Enerji (kWh/m3)
Ahşap	5
Granit	10
Eternit	15
Cam pamuğu	26
Perlit	28
Cam köpük	32
Beton	45
Cam	60
Plastik	120-150
Dolu tuğla	140
Alüminyum	350
Çelik	550

4.2.7.3 Dayanıklı ve kullanım periyodu boyunca daha az bakım gerektiren malzemelerin kullanımı

Bina sistemi kullanım döngüsündeki önemli bir aşama yıpranma payı ve bunun sonucunda gerekli olan bakım-onarım ve yenileme gerekliliğidir. Teorik olarak bütün bina elemanları ve malzemeleri yıpranma payına sahiptir ve dolayısı ile bakım ve belirli bir süre sonra da yenileme gerektirir. Ancak bina sistemi tasarımında daha dayanıklı malzemelerin kullanımı tercih edilmelidir. Çünkü, zaman içerisindeki yıpranma durumu daha uzun süre sonunda gerçekleşecek malzemelerin kullanımı tercih edilerek yenileme gereksinimi geciktirilebilir. Bu sayede atık oluşumu azaltılabileceği gibi daha az bakım gerektirir ve malzeme-işçilik ve maliyetten kazanç sağlanabilir.

4.2.7.4 Yerel malzemelerin kullanımı

Hammaddenin üretim yerine, malzemelerin de bina alanına taşınması sırasında ortaya çıkan çevre sorunların önlenmesi, taşıma enerjisinin azaltılması, ürünün kayıp vermeden taşınması, kirletici atıkların oluşumunun engellenmesi için yerel ürünlerin kullanımı taşıma mesafesinin kısaltıldığı için çevresel bir davranış olmaktadır. (Esin, Yüksek, 2009).

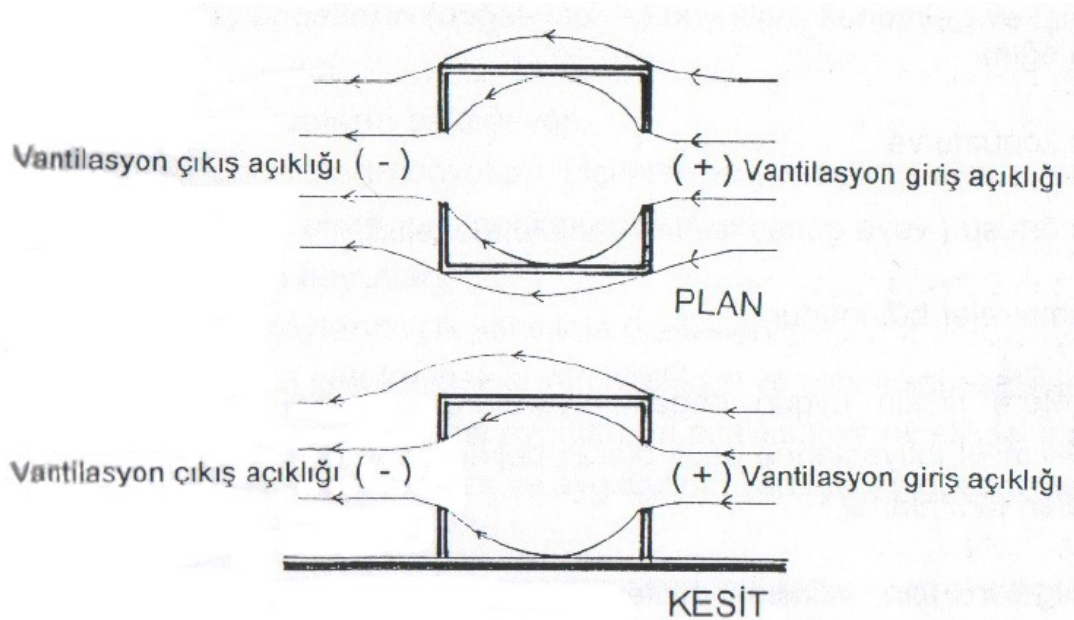
4.2.8 Ventilasyon (Havalandırma)

Doğal ventilasyon, kullanılmış havanın taze hava veya dış hava ile yer değiştirmesi olayıdır. Hacimlerde, iç hava sıcaklığı, nem ve yüzey sıcaklıkları gibi iklimsel konfor elemanlarının ulaştığı değerlere bağlı olarak iklimsel konfor durumunun sağlanabilmesi açısından hava hareketine ihtiyaç duyulması, sözü edilen hacimlerde hava hareketinin yaratılması dolayısıyla doğal ventilasyonu gerekli kılmaktadır (Berköz vd. 1995).

Bina kabuğunda hava giriş ve çıkış açıklıkları doğru belirlenerek, tam verimli bir hava dolaşımı sağlanmalıdır.

Şekil 4.13’de görüldüğü gibi, rüzgarların kabuk dış yüzeyine basınç yapması sonucunda, kabuk çevresinde + ve - basınç bölgeleri meydana gelmektedir. Bu koşullarda hava, hacim içine rüzgar üstü cephedeki (+ basınç bölgesi) açıklıklardan girip, rüzgar altı cephedeki (- basınç bölgesi) açıklıklardan çıkmaktadır. + basınç bölgesinde yer alan açıklıklara ventilasyon giriş açıklıkları, - basınç bölgesinde yer alan açıklıklara ise ventilasyon çıkış açıklıkları adı verilir (Özdemir, 2005).

Şekil 4.13’de plan ve kesit üzerinde ventilasyon giriş-çıkış açıklıkları ve kabuk çevresinde oluşan + ve - basınç bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 4.13 : Ventilasyon giriş ve çıkış açıklıkları (Berköz vd. 1995).

Vantilasyon düzeni bileşeni olarak (Berköz vd. 1995),

- Vantilasyon giriş ve çıkış açıklıklarının birbirlerine göre konumları
- Vantilasyon giriş ve çıkış açıklıklarının alanları ve
- Rüzgarın hakimiyetine bağlı olarak üzerinde yer alacakları cephenin yönü ele alınabilir.

Birim zamanda hacme giren hava miktarı çoğaldıkça:

- Hacmin hava değişimi sayısı ve dolayısıyla iç hava hızı artmaktadır.
- Dış havanın hacim içi havasıyla karışım oranı büyümekte ve iç hava sıcaklığı ve nemi dış hava koşullarına yakın değerlere ulaşmaktadır.

Hacimlerde ve binalarda konfor sağlanması açısından doğal vantilasyon düzeninin belirlenmesinde kullanılan yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Berköz vd. 1995).

- a- Yöresel rüzgar analizlerinin yapılması, yönlere göre ortalama rüzgar hızı ve esme sayısının belirlenmesi;

Çeşitli yönlerden esen rüzgarlara ilişkin, farklı yönlere ait hız ve esme sayısı verileri derlenerek rüzgar gülleri hazırlanmalıdır.

- b- Konfor vantilasyonu ihtiyacının (istenen iç rüzgar hızlarının) belirlenmesi;

Hacimlerde izin verilebilen maksimum iç rüzgar hızı 0.80 m/sn olduğundan, bu sınırı altında ve iç rüzgar hızının 0.25 m/sn'nin üzerinde olduğu durumlarda (hareketli hava koşullarında konforun sağlanabileceği dönemde) iç hızlarının gerçekleşmesini sağlayacak çözüm arayışlarına gidilmelidir. İstenen iç rüzgâr hızlarının 0.80 m/sn'den büyük olduğu ve dış hızların 0.80 m/sn' ye kadar olan iç hız ihtiyacını sağlamak açısından yetersiz olduğu durumlarda mekanik soğutmanın gerekliliği açık olarak görülmektedir.

- c- Dış tasarım rüzgar hızlarının belirlenmesi;

- d- Yön ve yerleşme birimi türüne bağlı olarak farklı vantilasyon açıklığı alanları ve konumlarının belirlenmesi;

olarak sıralanabilir.

Bina tasarımı sürecinde verimli bir doğal vantilasyon sağlanabilmesi için bazı önemli noktalar aşağıda verilmiştir.

- Kullanılan mekân içerisinde tek yönlü bir havalandırma tercih ediliyor ise enine şerit pencereler tercih edilmelidir.
- Hava akımı için açıklıklar duvar yüzeyi orta hizasına yakın bir doğrultuda olmalı ve akım yaşama alanına yönelik yaratılmalıdır.

Bina kabuğu bünyesinde istenmeyen hava değişimleri iç ortamdan dış ortama ya da dış ortamdan iç ortama olabilmektedir. Bina elemanları, bina kabuğu bünyesinde yoğunlaşan nemin buharlaşmasına olanak verecek şekilde detaylandırılmalıdır.

4.2.9 Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrolü sağlanmasında pencerelerde kullanılan camlar etkili olabilmektedir.

Güneş kontrolü ve ısı korunumuna yönelik olarak yaygın olarak kullanılan camlar aşağıda verilmektedir.

- Isı Soğuran (Renkli) Camlar (Heat Absorbing-Tinted Glass)
- Yansıtıcı (Reflektif) Camlar
- Düşük Emissiviteli (Low-E) Camlar
- Seçici Geçirgen (Spectrally Selective) Özellikteki Camlar
- Polyester Film Kaplamaları
- Isı Aynası (Heat Mirror) Cam
- Camlar arası Boşlukta Asal Gaz Kullanımı
- Akıllı Camlar (Smart, Switchable Glazing) (Soysal, 2009).

Güneş kontrolü sağlayan ve ısısal direnç gösteren camlar arasında maliyet değerleri düşünüldüğünde uygulanma şansı daha yüksek olan seçenek, renkli cam uygulamalarıdır.

Beyaz ya da renkli camların bir yüzeyinin metal ile kaplanması ile yansıtıcı camlar elde edilir.

Low-e cam, boşluğa bakan yüzeylerden en az bir tanesinin low-e kaplandığı bir yalıtımlı cam cinsidir. Low-e kaplamalı camlar genelde argon, kripton, xenon gibi gazlarla doldurulur (Tokuç, 2005).

Akıllı camlar dış atmosferdeki değişen hava koşullarına göre tepki vererek, renk ve saydamlık oranını değiştirebilir. Hızlı gelişen teknoloji ile mimari tasarımlarda az miktarda da olsa görülmeye başlamış olmasına rağmen, maliyet yüksekliği kullanımı için bir engel oluşturmaktadır.

- İklim bölgelerine bağlı olarak bina kabuğunda iç ve dış ortam arasında kullanıcı konforunu sağlayan ve mevsimsel periyotlara göre üstlendikleri görevler değişkenlik gösteren kepenk, şerit perde, hareketli duvarlar ve cama film uygulanması ile binanın enerji etkinliği artırılabilir.

Güneş kontrol elemanları aşırı ısınmayı ve kamaşmayı önledikleri gibi, mahramiyet sağlamak amacıyla da kullanılabilir. Nitelikli bir gölgeleme elemanı uygulaması ile doğal havalandırma ve aydınlatmadan ödün verilmeden kullanıcı konforunu sağlamak için istenilen zamanlarda gün ışığını tamamen kesmek ya da azaltmak mümkün olabilmektedir.

Güneş kontrol elemanları tasarlanırken binanın yönlendirilişi, diğer binalar ile olan fiziksel etkileşimi ve meteorolojik veriler dikkate alınmalıdır.

Güneş kontrol elemanları bina cephesi dışarısında ve içerisinde konumlandırılabilirler. Kullanım ve temizlenme kolaylığı düşünüldüğünde, iç mekân uygulamaların daha avantajlı olmasına karşılık, dış ortama uygulanan elemanlar ile daha verimli bir performans sağlanır. Bunun sebebi dış alandaki kontrol elemanları güneşten gelen ışınmı bina hacmi dışarısında yansıtır, bina içerisindeki kontrol elemanın yansıttığı güneş ışınının bir kısmı ise yine bina içerisinde kalır. Bu durumda istenmeyen aşırı ısınma, kullanıcı konforunu sağlayabilecek ölçüde önlenememiş olunur. Bu sebeple bina içerisinde uygulanan güneş kontrol sistemlerin optik önlem hedefi için kullanılmasında yarar görülmektedir.

Güneş kontrol elemanları, mevsimsel ve gece-gündüz değişiminden kaynaklanan hava şartlarına olan uyumu sağlayan birer kabuk elemanları olmak ile birlikte, birer görsel öge olarak binayı olumlu olarak tamamlayabilmektedir. Bina kabuğu bünyesinde kullanılan çeşitli elemanlar maliyeti artırmaktadırlar. Ancak bina

kullanım süreci içerisinde, kullanıcı konforu sağlanması açısından hava sıcaklığını yükseltmek ve azaltmak gibi amaçlar için kullanılacak kaynak kullanımı maliyeti düşünüldüğünde, uzun vadede daha ekonomik bir çözüm olduğu görülebilmektedir. Lechner'in 1991 yılında yayınladığı bir araştırmaya göre, bina kabuğunun toplam inşaat maliyetine yükü % 15–40 kadar olurken bina yaşam dönemi maliyetlerine katkısı % 60 oranında olmaktadır (Esin, Yüksek, 2009).

5. ENERJİ HARCAMALARININ AZALTILMASINDA ETKİLİ OLAN BİNA TASARIM SİSTEMLERİ

Bina kullanım sürecinde enerji kullanımını azaltan bina tasarım sistemleri olan pasif ve aktif sistemlerin tekil uygulamalarının yanı sıra, birlikte kullanıldıkları entegre sistemler de mevcuttur.

Aktif ve pasif sistemlerin kullanılmasındaki esas amaç; güneş enerjisinden konfor şartlarını iyileştirecek şekilde yarar sağlamak, bina sistemi içerisinde ihtiyaç duyulan enerji miktarını azaltmak ve enerjinin kaynağını yenilenebilir kaynaklarla karşılamaktır.

Bu bölümde enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan yaygın olarak kullanılan sistemler pasif ve aktif sistemler olarak açıklanmıştır.

5.1 Pasif Sistemler

Pasif sistemler; aktif sistemlerin dışında tutulduğu; enerji harcayan herhangi mekanik bir donanım kullanılmadan; bina formu, yön, bina kabuğu ve malzemelerinin aracılığı ile bina içi konfor koşullarını gerçekleştirmede güneş enerjisinden optimum yarar sağlamayı hedefler.

Binalarda enerji tasarrufu elde etmeye yönelik olarak uygulanan pasif güneş sistemlerinin temel özelliği ısıtmaya ihtiyaç duyulan dönemde güneş ışınlamından ısı kazançlarını maksimize etmek, ısıtmaya ihtiyaç duyulmayan dönemde (soğutma dönemi) ise minimize etmektir. Pasif bir güneş binasının temel hedefi, iklim kontrolü, ısıl konforun sağlanması ve enerji tasarrufu sağlanmasıdır (Oral, 2010).

5.1.1 Doğrudan kazanç sistemleri

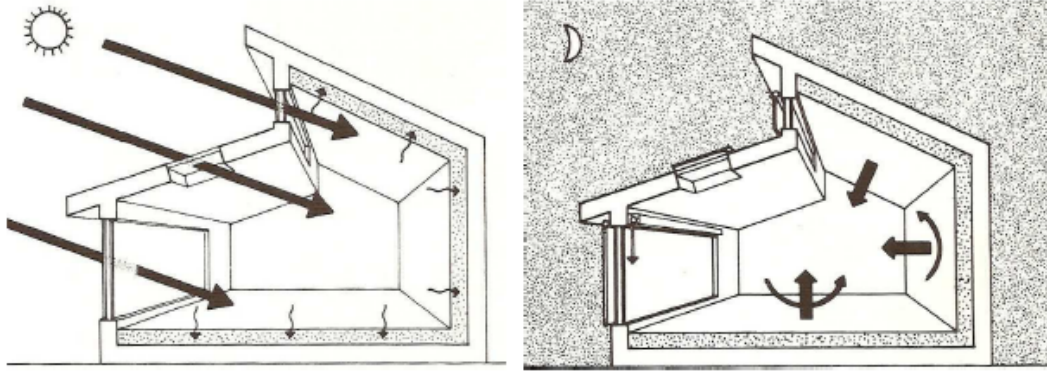
Duvarlarda bırakılan açıklıklar (pencereler), cam çıkmalar, çatı pencereleri doğrudan kazanç biçimleridir (Yürekli, 1983).

Doğrudan kazanım sistemlerinde, binanın kendisi güneş enerjisi toplayıcısı olarak bütünüyle doğrudan kazanım sistemi olarak düşünülebilir. Güneş ışınlamı güneye yönlendirilen pencerelerden veya direkt güneş ışınlamı alabilen herhangi bina kabuğu

boşluklarından içeri girerek duvar ve/veya ısı depolama işlevi görecek yüzey üzerine gelir. Bu sistemlerde çoğu zaman duvar veya zeminin üst yüzeyi, güneş ışınlamını yutan ve duvar içine ileten koyu renkli seçici bir malzemeyle kaplanmaktadır (Oral, 2010).

Güneş enerjisinden yararlanmak için kullanılan en basit ve aynı zamanda en eski yöntemdir. Kuzey yarım küredeki yapılaşmada güney cephe; güney yarım küredeki yapılaşma da ise kuzey cephelerdeki cam yüzeylerden, güneş enerjisinden ısı performans olarak kazanç sağlanma prensibidir.

Şekil 5.1’de doğrudan kazanç sisteminin çalışma prensibi gösterilmektedir.



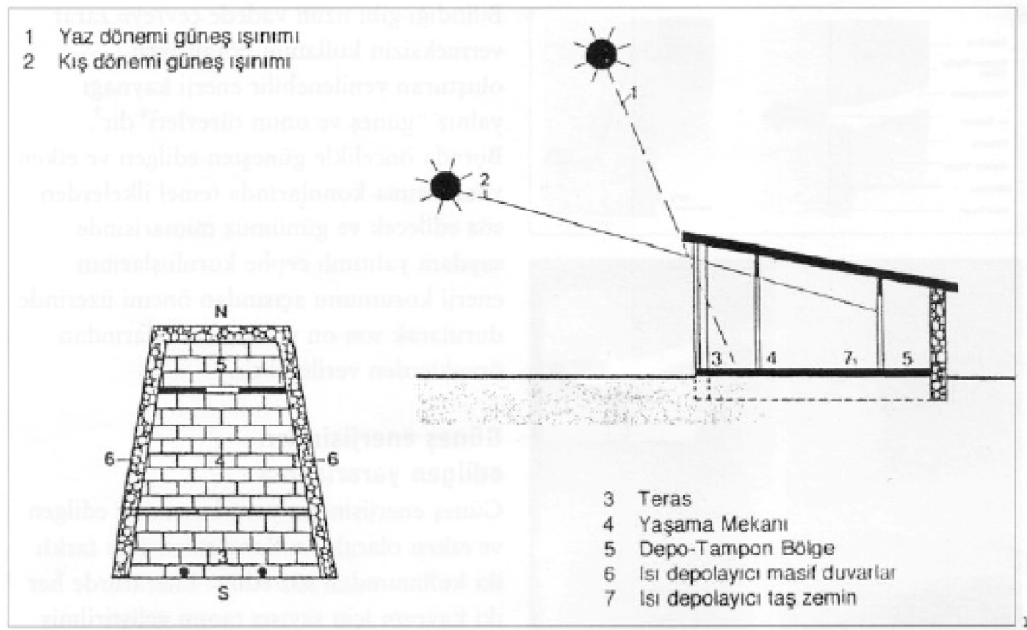
Şekil 5.1 : Doğrudan kazanç sistemi (Wachberger, 1983).

Kuzey Yarımküre ele alındığında, kış mevsimi sürecince, binanın güney cephesindeki pencereler, kışın yatık gelen güneş ışınlarından neredeyse gün boyu bütün güneşlenme süresince yararlanabilir. Aynı zamanda yaz mevsimi süresince, daha dik gelen ışınlardan korunmaları kolaydır. Kış mevsimi soğuk karakter taşıyan iklim bölgelerinde, kapı ve pencere açıklıklarının kuzeye yerleştirilmeleri tercih edilmemelidir. Çünkü kış rüzgârları genellikle kuzeyden eserler ve güneşten ısı kazancı ihmal edilebilecek kadar az bir miktardadır. Kuzey, güney, doğu ve batı yönleri analiz edildiğinde; bina açıklıklarının güney cephesinde diğer cephelere göre daha fazla alan kaplaması gerektiği görülebilir.

Doğrudan kazanım sisteminde, soğutmaya ihtiyaç duyulan yaz döneminde aşırı ısı kazanımından korunmak ve bütün sistemin performansını arttırmak için, doğrudan kazanım toplayıcılarında güneş kontrolü elemanlarının kullanılması gereklidir. En etkin güneş kontrolü elemanları binanın dışında konumlanan, basit asılı elemanlar (sabit ya da hareketli), ızgara kafes, bitkilendirme (yaprak döken vb.), tente, panjur (yatay, düşey, sabit veya hareketli) ve saçaklar olabilmektedir (Oral, 2010).

Bu tip uygulamalar aynı zamanda mahremiyet, kamaşma, yalıtım gibi sorunların da çözümleri olarak kullanılabilir. Doğu, batı ve kuzey cephelerinde ise doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak amacı ile asgariye indirgenmiş küçük açıklıkların daha uygun olabileceği söylenebilir. Doğu ve batı cephelerine yerleştirilen açıklıklardan, kışın güney cephesine oranla elde edilen ısıl kazanç az olmakla birlikte, kazanç elde etmek mümkündür. Ancak yaz mevsimi sürecinde, güneş ışınlarının sabah ve öğleden sonraki saatlerde yatık gelmesi nedeniyle, bu açıklıkları korumak gereklidir.

Şekil 5.2’de Socrates’in güneş evi prensibi verilmektedir.



Şekil 5.2 : Socrates'in güneş evi prensibi (Bozdoğan, 2003).

5.1.2 Dolaylı kazanç sistemleri

Dolaylı kazanım sistemleri, ısı depolayıcı bir kütlenin güneşten doğrudan kazandığı ısıyı daha sonra yaşama alanlarına dağıtmak üzere toplanması ve depolanması prensibine dayanır. Dolaylı kazanım sistemlerinde ısıtmanın istendiği dönemde (kış dönemi) güneş ışınımı toplayıcıdan geçer, ısıl kütle tarafından emilerek kütle ısıtır. Isıl kütle tarafından depolanan ısı bitişikteki yaşam alanına geçer ve bu alanı ısıtır. Sistem gece boyu yaşam alanına yeterli ısıyı sağlar. Isıtmaya ihtiyaç duyulmayan soğutma döneminde aşırı ısınmadan korunmak için güneye bakan toplayıcıda güneş kontrolü sağlanmalıdır (Oral, 2010).

Termal depolayıcı kütlenin değişkenliğine bağlı olarak çeşitli tiplerde dolaylı kazanç sistemleri mevcuttur. Dolaylı kazanç sistemleri aşağıda verilmiştir.

- trombe duvarı
- bidon duvarı
- çatı havuzu sistemleri

5.1.2.1 Trombe duvarı

Cam bir yüzey ve arkasına yerleştirilmiş, tercihen siyaha boyanmış ya da seçici yüzeye sahip beton, dolu tuğla, kerpiç veya taş gibi ısı depolamaya uygun bir ısıtıl kütleden oluşmaktadır. Bu sistemin en verimli olarak çalışabileceği alan; güneşli ve soğuk kışların görüldüğü iklim kuşaklarıdır.

Şekil 5.3’de trombe duvar uygulamasının detayı gösterilmektedir.



Şekil 5.3 : Trombe duvarı şematik katmanlaşması.

Trombe duvarı, dışta bir cam, içte bir masif kitle ve aralarındaki hava boşluğu ile toplama, depolama ve dağıtma fonksiyonlarını gerçekleştirebilen bir düzenlemedir. Güneş duvarı camlarından geçen kısa dalga boylu ışın, trombe duvarı aracılığı ile ısıya dönüşmekte ve dalga boyu büyümektedir. Dalga boyu fiziki olarak büyüdüğü için girdiği camdan tekrar geri çıkamayan ışın, “sera etkisi” dediğimiz iç ısınmayı yaratmaktadır. Bu ısının, güneş olmadığı zaman, bir süre daha kalıcı olması için trombe duvarı ısı tutucu özellikteki malzemeler ile oluşturularak, ısı depolayıcı bir kütlen yaratılır. Güneş duvarlarında, iç ve dış mekâna açılan dış menfezler vardır. Trombe duvarının mevsimsel ve gün içerisindeki süreç içerisindeki işleyiş mekanizmasını tam olarak algılayarak; sistemin avantajları ve dezavantajları birlikte

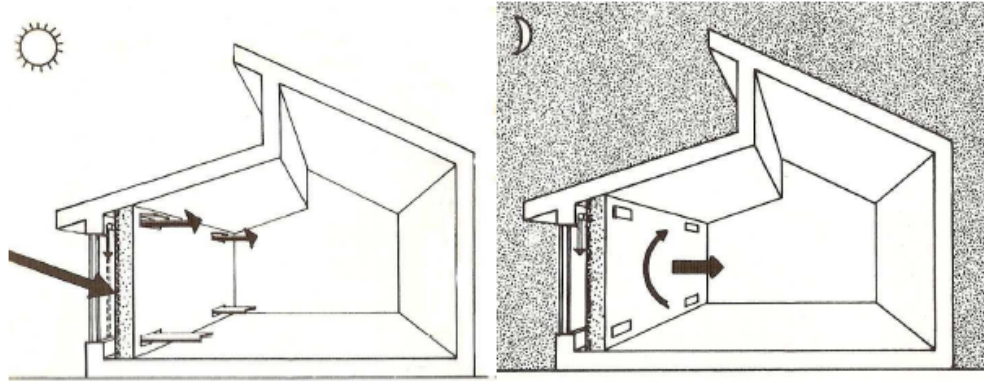
görölüp, olası karşılaşılabacak problemler çeşitli yöntemler ile çözümlenerek daha verimli bir sistem elde edilebilir.

Trombe duvarı iç mekânı aşırı iklimsel şartlardan izole eder. Diğer önemli bir nokta ise, manzaraya açılma olanağının bulunmamasıdır.

Kış günü, güneş ışığından yararlanılarak elde edilen ısı, cam ve ısı tutucu kitle arasından yükselerek duvar üst yüzeyindeki menfezlerden mekân içerisine alınırlar. Bununla birlikte, mekân içerisindeki soğumuş hava, depolayıcı duvarın alt kısmındaki menfezlerden geçerek, duvar ve cam yüzey arasından geçerek ısınmakta ve sürekli bir hava sirkülasyonu sağlanmaktadır.

Kış gecesi, gündüz masif kütle duvar aracılığı ile toplanan ısı, geceleyin duvar üzerindeki menfezler kapalı duruma getirilerek iç mekâna verilmektedir.

Şekil 5.4’de trombe duvarının gündüz ve gece çalışma prensipleri gösterilmektedir.



Şekil 5.4 : Trombe duvarı (Wachberger,1983).

Yaz dönemi, bina içerisindeki pencereler ile birlikte trombe duvarı cam yüzey üzerinde bulundurulmuş kanatlar açıldığı zaman, mekân içerisinde doğal bir havalandırma ve ortam sıcaklığı ısı konfor açısından istenilen yönde tutulabilir.

Mevsimsel ve gün içi periyotlardaki trombe duvarının davranışları incelendiğinde, yaz mevsimi gündüz vakitleri içerisinde sistemin aşırı ısınması ve kış mevsimi içerisinde gündüz vakitleri boyunca toplanan ısı geceleyin dışarı kaçarak kaybedilmesi muhtemel problemlerdir. Bunlardan ötürü, trombe duvarının 12 aylık süreç içerisinde sürekli ve verimli bir performans gösterebilmesi için, trombe duvarı dış yüzeyinde güneş kontrol ve yalıtım sağlayan panel, kepenk gibi sistemler kullanılmalıdır.

Trombe duvarı uygulamalarında basit bir işlerlik şeması olmasına karşılık, gerçek bir işlerlik kazandırmak konusunda bazı güçlükler vardır. Tasarlanan trombe duvarlarının süreç içerisinde nasıl davranacağını tam olarak öngörmek ve aynı zamanda tasarlanan sistemin detayını belirlemek, ihtiyaca cevap verebilen bir sistem oluşturmak açısından zordur. Trombe duvarı ile oluşturabilecek sistemin en önemli avantajı kolay uygulanabilir olması, diğer bir ifadeyle yapım kolaylığıdır.

Şekil 5.5’de trombe duvarının örnek bir uygulaması gösterilmektedir.



Şekil 5.5 : Trombe duvarı görünüşü.

5.1.2.2 Bidon duvarı

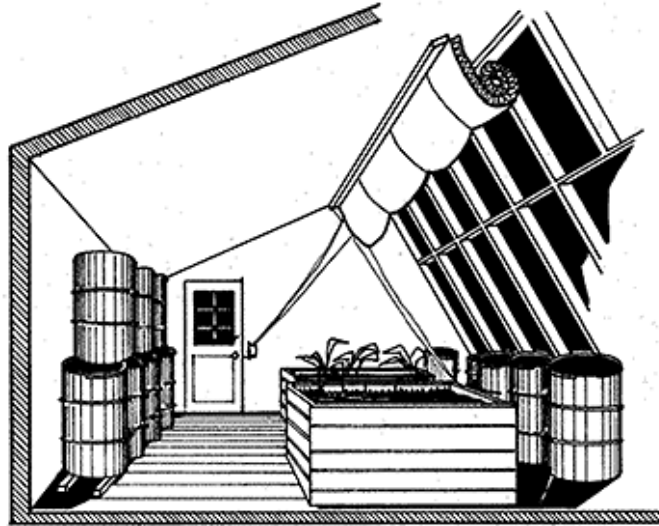
Cam yüzey ve arkasına konumlandırılan içi sıvı dolu bidonlar vasıtasıyla sistem oluşturulabilir. Isı toplama kütlesi olarak kullanılan malzeme su veya başka bir akışkan malzeme ile doldurulmuş bidon hacimlerdir. Bidon hacimler siyah renk ile boyanarak ısı toplayıcı olurlarken, içindeki akışkan ile bu ısıyı depo eder. Camdan geçen güneş ışınları, bidonların siyah yüzeyleri tarafından yutulurken, bidonun içerisindeki sıvı ısınır. Bidon duvar sistemin mevsimsel ve gün içerisindeki işleyiş mekanizmasını tam olarak algılayarak; sistemin avantajları ve dezavantajları birlikte görülüp, olası karşılaşılabilecek problemler çeşitli yöntemler ile çözümlenerek daha verimli bir sistem elde edilebileceği unutulmamalıdır.

Kış günü, cam yüzeyden geçen güneş ışınları, bidon içerisindeki sıvıyı ısıtmasıyla, kazanılan ısı ışıma ve taşınım yolu ile mekân içerisine ısı vererek, iç mekân sıcaklık derecesini artırır.

Kış gecesi, akışkan dolu bidonlar, kazandıkları ısıyı depolarlar ve gece süresince iç mekâna vermeye devam ederler. Kış geceleri bu sistemin verimli bir sonuç vermesinin anahtarı, geniş cam yüzey ve hemen arkasındaki geniş yüzeye sahip bidon duvarlardır. Sistem oluşturulurken, bidon duvar büyüklüğü ile doğru orantılı olarak uzun süreli depolama özelliği oluşabileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Yaz döneminde, mevsimsel ve gün içi periyotlardaki bidon duvar sistemin davranışları incelendiğinde, trombe duvarı ile benzer problemler ile karşılaşılır. Yaz mevsimi gündüz vakitleri içerisinde sistemin aşırı ısınması muhtemel bir problemdir. Aynı şekilde, kış mevsimi içerisinde gündüz vaktinde toplanan ısının geceleyin dışarı verilerek kaybedilmesi muhtemel bir diğer problemdir. Bunlardan ötürü, bidon duvarının 12 aylık süreç içerisinde sürekli ve verimli bir performans göstermesi için, bidon duvarı dış yüzeyinde güneş kontrol ve yalıtım sağlayan panel, kepenk gibi sistemler kullanılmalıdır.

Şekil 5.6’da bidon duvar uygulamasının örnek bir çizimi gösterilmektedir.



Şekil 5.6 : Bidon duvar (Alword, Ron, and AdnyShapiro, 2008)

5.1.2.3 Çatı havuzu sistemi

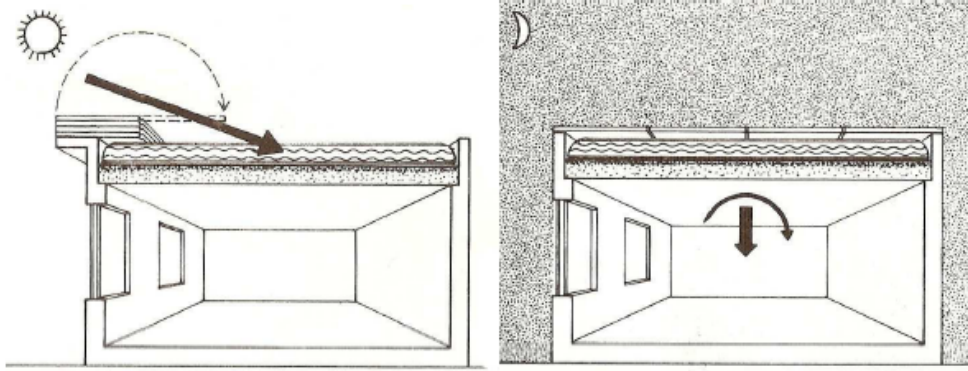
Çatı, bina kabuğunun gökyüzüne ve güneş ışınımına maruz kalan bölümü olarak, özellikle tek katlı binalarda pasif kazanım potansiyeli yüksek bir bina elemanıdır.

Tek katlı bir binanın ısı kazanımının büyük bir bölümü çatı yüzeyinden sağlanırken, kaybedilen ısınn da önemli bir bölümü yine çatı yüzeyinden gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle, çatı havuzu sistemlerinin uygun tasarlanmadığı durumlarda binanın göstereceği enerji performansı yüksek oranda olumsuz etkilenir.

Güneş enerjisinin, çatı kısmında toplanması ve alttaki hacmin bu kanal ile ısıtılması sistemidir. Isıl kütle olarak yine su ögesi kullanılmaktadır. Yazın serinletme, kışın da ısıtma fonksiyonlarına cevap verebilir.

Çatı havuzu sistemi, pasif soğutma açısından büyük olanaklar sağladığından sıcak bölgelerde tercih edilir (Oral, 2010).

Şekil 5.7’de çatı havuzu yönteminin gündüz ve gece çalışma prensipleri gösterilmektedir.



Şekil 5.7 : Çatı havuzu yönteminin çalışma prensibi (Wachberger, 1983).

Kış günü, güneş ışınnı alan süreç içerisinde güneş ışınnına maruz kalarak ısınan su havuzu, ısınnı iç mekâna aktararak, ortam sıcaklığını artırır.

Kış gecesi, güneş ışınnına maruz bırakılarak gündüz ısıtılan çatı havuzu,, kazandığı ısıyı depolarlar ve gece süresince iç mekâna vermeye devam eder.

Yaz günü, çatı havuzu üstü çeşitli sistemler ile kapatılarak, güneş ışınnına doğrudan maruz kalması engellenir. Çatı havuzu sebebiyle serinleyen hava ısınan hava ile yer değiştirir. Sıcak havayı bünyesine çekerek iç mekânın serinlemesine olanak verir.

Yaz gecesi, gündüz kapalı olan sistem açık duruma getirilerek, sıcaklığı düşen havuz iç mekândaki sıcak havayı çekerek dışarı iletir.

Mevsimsel ve gün içi periyotlardaki çatı havuzu sistemin davranışları incelendiğinde, trombe duvarı, bidon duvar uygulamalarına benzer bir şekilde; yaz mevsimi gündüz vakitleri içerisinde sistemin aşırı ısınması muhtemel bir problemdir. Aynı şekilde, kış mevsimi içerisinde gündüz vaktinde toplanan ısının geceleyin dışarı kaçarak kaybedilmesi muhtemel bir diğer problemdir. Bunlardan ötürü, çatı havuzu sisteminin 12 aylık süreç içerisinde sürekli ve verimli bir performans göstermesi için, çatı dış yüzeyinde güneş kontrol ve yalıtım sağlayan panel, kepenk gibi sistemler kullanılmalıdır.

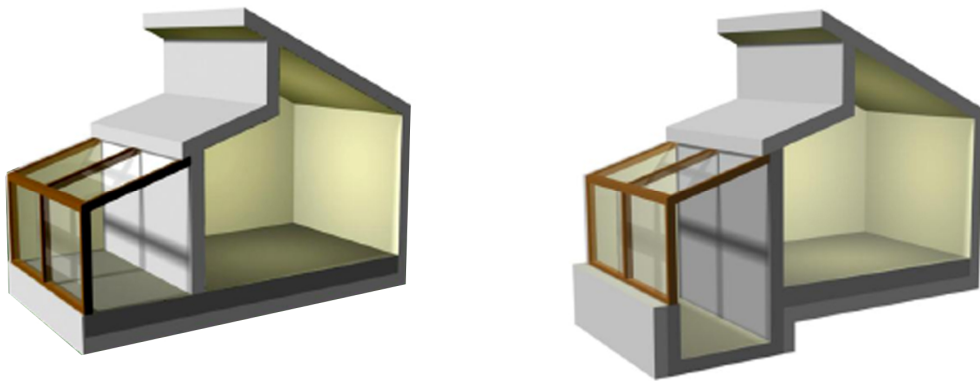
Sistem bina strüktürüne ilave bir yük getirmekle birlikte, nitelikli bir drenaj sistemine de ihtiyaç duyar. Sistem, düşük nemli iklimlere sahip bölgelerde daha elverişlidir.

5.1.3 İzole edilmiş kazanç sistemleri

Büyük ölçekli ısı toplayıcı, depolayıcı ve dağıtıcı araç olmak ile birlikte mekân olarak kullanılabilmekte oldukları için de önemlidirler. Bina kullanım alanı ile birbirlerinden ayrılmalarından ötürü, iç mekân ile dış ortam arasında planlamada bir geçiş alanı ve konfor koşullarının sağlandığı (yaz gündüz periyodunda güneş kontrol ve kış gece periyodunda kepenk gibi yalıtım araçları kullanılmasını gerektirir) bir yaşama mekânı yaratılmakla birlikte, enerji performansı açısından da olumlu etkileri olan tampon bir bölge oluşturulmuştur.

Bitki yetiştirmek için elverişli mekânlar olmalarından ötürü “limonluk” olarak da literatürde geçmektedirler. Genel anlamda iç ve dış mekanlar arası geçişi sağlayan, iç mekana ısı, temiz hava ve nem sağlayan ve içerisinde yaşanabilen mekanlardır.

Şekil 5.8’de temel güneş odası tipleri gösterilmektedir.



Şekil 5.8 : Güneş odası tipleri (Efe, 2009).

Eklenmiş güneş odaları genel olarak iki temel şekilde olabilir (Oral, 2010).

Birincisi ve en yaygını, güneş odasının zemin seviyesinin komşu mekan kotu ile aynı veya sadece biraz altında ya da üstünde olduğu şekildir.

İkincisi zemin kotunun altında, alçaltılmış güneş odasıdır ve yanındaki yaşama alanının altında yer almaktadır. Bu ikinci tip, kışın etrafını saran toprağın sıcaklığına bağlı olarak ısı kayıplarının azaltılması, yüksek hacim boşluğu gibi avantajlara sahiptir. Doğru tasarlanır ve kontrol edilirse güneş odasındaki depolama kütlesi aynı zamanda yazın soğutmaya yardımcı olabilir. Yazın menfezlerden gece saatlerinde serin havanın girmesine izin verilerek, ısıl kütlenin soğuması sağlanabilir. Bu soğuma miktarı düzenli güneş kontrolü ile etkin hale getirilebilir. Yazın aşırı ısınmaya önlemede hareketli yalıtım etkilidir.

Sistemin çalışma prensibi, termal kütle güneş ışıınımı ile gün içerisinde ısınır. İç mekandaki serin hava termal kütledeki alt açıklıklardan izole edilmiş mekana geçer. İzole edilmiş mekandaki serin hava da ısınarak termal kütle üzerindeki üst açıklıktan iç mekana geçmektedir. Sürekli olarak bu sirkülasyon devam eder.

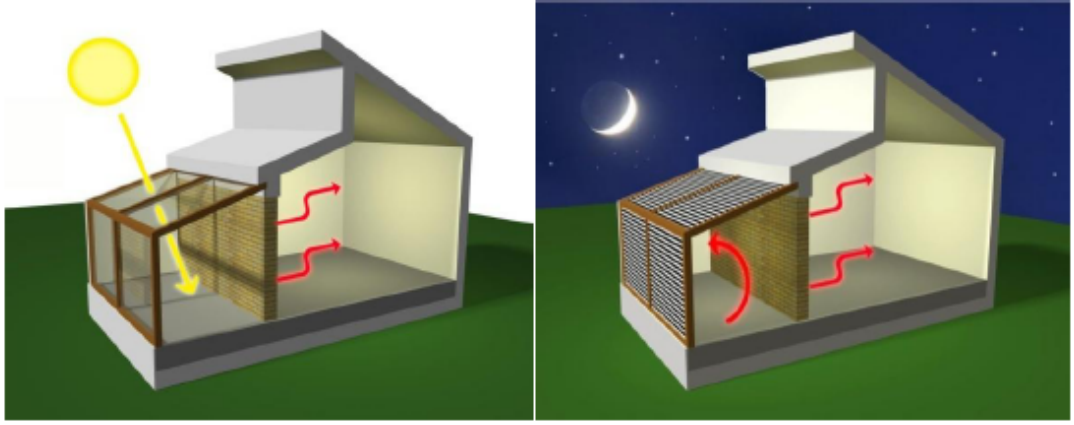
Gece periyodunda termal kütle üzerindeki menfezler kapatılarak, termal kütledeki depolanan ısı iç mekana gece boyunca dağılmaktadır.

Seraların ısı depolama kapasitesini artırabilmek amacı ile zeminine çakıl döşemesi yapılabilir.

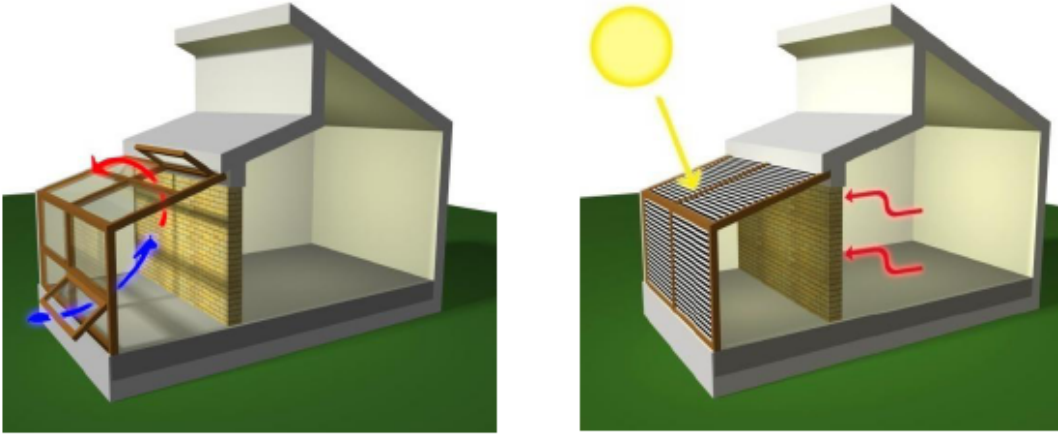
Sera uygulamaları yaz mevsimi gündüz periyodu sürecinde güneşin rahatsız edici etkilerinden korunmayı gerektirir. Bu amaçla saçak ve hareketli güneş kontrol elemanlarının kullanılması gereklidir. Ayrıca kış mevsimi gece periyodunda yüksek oranda ısı kayıplarına neden olduklarından ötürü, yine kepenk vb. hareketli yalıtım uygulamaları ile sistemin verimi artırılır.

Şekil 5.9’da izole kazanım sistemlerinde, güneş odalarının gündüz ısı toplama ve gece toplanan ısının iç mekana dağıtılması prensibi gösterilmektedir.

Şekil 5.10’da izole kazanım sisteminde, güneş odalarındaki doğal havalandırma ve hareketli güneş kontrol elemanlarının çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 5.9 : İzole kazanım sisteminde gündüz toplama ve gece dağıtma (Efe, 2009).



Şekil 5.10 : İzole kazanım sisteminde doğal havalandırma ve hareketli güneş kontrolü (Efe, 2009).

Yaz geceleri seraların, sadece dış hava ile hava sirkülasyonu sağlandığı durumlarda, diğer bina malzemelerine göre daha çabuk soğuyan şeffaf malzemelerden kurgulanmalarından ötürü aynı zamanda serin hava kaynağı olarak da kullanılabilmektedirler.

Sıcak iklim bölgelerinde bu amaçla, güney serasının benzeri bir kuzey serası oluşturulabilir. Taban ve tavan kotundaki yapısal ya da mekanik kanallarla iki sera arasında sirkülasyon oluşturulduğunda, kuzey serasındaki serin havanın gece ve gündüz soğutma amacı ile kullanıma olanağını elde edilebilir. Yazın tavandaki menfez kapatılır ve her iki mekânın pencereleri açılır. Bu durumda güney serasında ısınan hava pencereden dışarı çıkarken, bunun yerine kuzeydeki camlı bölme

pencerelerinden giren serin hava tabandaki kanallar aracılığı ile binanın en çok ısınan güney bölümüne yönlendirilir (Özdemir, 2005).

5.1.4 Termosifon sistemleri

Termosifon sistemleri (sürekli dolaşım halkası sistemleri) ısınan havanın yükselmesi prensibiyle çalışır ve güneş ışınımını ısıya dönüştüren toplayıcı panel ve bunun yaşama mekanı ile bağlantısını gerçekleştiren hava dolaşım kanalları barındırır.

Sürekli dolaşım halkası toplayıcısı güneş ışınımının emici yüzeye gelmesini ve ısı kazancına dönüşmesini sağlar. Termosifon akım paneli (TAP) içinde ısınan hava yükselir ve üst taraftaki menfezden yaşama alanına iletilir, mekanda sıcaklığı düşen hava panelin altındaki menfezden tekrar panele döner. Bu sistemlerde ısı enerjisinin muhafaza edilmesinde ısı taş depoları da kullanılabilir (Oral, 2010).

Şekil 5.11’de termosifon sistemleri çeşitleri ve çalışma prensipleri gösterilmektedir.



Şekil 5.11 : Termosifon sistemleri (Efe, 2009).

Termosifon sistemlerin düşey panel sistemi ve U tüpü paneli sistemi olmak üzere iki alt sistemi mevcuttur.

5.1.4.1 Düşey panel sistemi

Bu sistemde depolama özelliği bulunmamakta, sadece gündüz pasif ısıtma sağlanılabilmektedir. Ancak iç mekana sağlanan sıcak hava ile döşeme, duvar ve tavan bina elemanlarında depolama gerçekleşebilmektedir. Bu alternatifteki paneller düşey ve eğimli bir açıyla güney cephesine monte edilirler.

Sistem işleyişi trombe duvarlarıyla benzerdir. Depolayıcı olmayan bu sistemin kurulumu düşük maliyetlidir, az bakım gerektirir ve en etkili pasif güneş tasarımlarından biridir. Isıtma istenen dönemde menfezler açık, havalandırma

kapakları kapalıdır. Soğutma döneminde menfezler kapatılır, havalandırma kapakları açılır (Efe, 2009).

Panelde güneş ışınımı ısıya dönüştürülür ve üst menfez aracılığı ile yaşama alanlarına aktarılırken, yaşama alanı içerisindeki soğuk hava da alt menfezden çekilerek hava dolaşımı döngüsü sürdürülür. Soğutma döneminde ise besleyici menfezler kapatılarak yaşama alanı ile sistemin hava alışveriş ilişkisi kesilmelidir.

Yaz mevsimi gündüz periyodu içerisinde sistemin aşırı ısınmasını engellemek amacı ile dış güneş kontrol elemanları kullanılmalıdır.

5.1.4.2 U-tüpü paneli sistemi

Bu alternatifte paneller belirli bir açıyla yaşam alanının alt kotunda çözümlenmiştir.

Depolayıcı, beton bloklardan oluşan hava kanallı zemin altı döşemesi ve radye temeldir. Sistemin yerle ısıl bağlantısı kesilmiştir. Sistemin üst menfezi arka (kuzey) duvardaki çıkış menfezidir. Buradan yaşam alanına sıcak hava girişi sağlanır. Alt menfez ise ön (güney) duvarın alt kısmındadır. Bu menfezden alınan hava, ısınıp zemin altı kanalları yoluyla dolaşarak ısı depolamasını ve depolanan ısıyı mekana alınmasını sağlar (Efe, 2009).

Isıtma istenmeyen dönemlerde panel için güneş kontrol önlemlerinin alınması ve menfez kapakları kapatılarak sistemin çalışmasının durdurulması gereklidir.

5.2 Aktif Sistemler

Enerji harcamalarının azaltılmasında aktif sistemler, fiziksel çevre koşullarını düzenlemek için kullanılan mimari servis sistemleri bünyesinde ihtiyaç duyulan enerjinin kaynaklarını yenilenebilir kaynaklara çevirmekle sağlar.

Teknolojik gelişmeler sonucunda elde edilmiş ve ilerleme göstermeye devam eden bilinçli bir enerji üretme sürecinin oluşturduğu sistemler “yeni arayışlar” olarak da tanımlanabilirler.

Aktif sistemler, bina kullanım sürecinde güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından çeşitli ekipmanlar aracılığı ile elektrik, ısıtma ve kullanım amaçlı sıcak su, soğutma vb. dönüşümler ile yarar sağlar.

Aktif sistemlerin kullanılmasındaki esas amaç; bina sistemi içerisinde ihtiyaç duyulan enerjinin kaynağını yenilenebilir kaynaklara çevirme stratejileri oluşturmaktır.

Bireysel ve ülke ekonomilerinde sarfettiğimiz yüksek miktardaki enerji harcamaları mikro ve makro ölçek ekonomilerde büyük açıklar oluşturmaktadır. Bu zararları önleme ve mümkün olan en az seviyeye indirgeme faaliyetleri için belirlenen yöntemler, bundan sonraki yaşayışımız için kurtarıcı anahtarları oluşturmaktadır (Yasan, 2009). Buradaki yönelimin belirgin kaynağı ülke ekonomileri, yani ülkesel bazda izlenen politikalardır. Ülkeler, dışarı bağımlılık doğuran petrol, doğal gaz gibi kaynakların tüketimini, dışa olan bağımlılığını ve masraflarını azaltma hedefleri taşıdıkları için, bu çalışmanın ekolojik yönünden ziyade ekonomik boyutundan hareket ederek yeni arayışlara yönelim göstermişlerdir. Yeni arayışların hedefi, sadece ekonomik bir amaç taşımamalı, ekoloji ve ekonomi birlikte ele alınmalıdır. En az enerji kullanım hedefi sahip olduğumuz ekosisteme geri dönen zararlı artıkların da en aza indirilmesidir. Amaçlanan yöntem ve sağladığı fayda “fosil enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılmasıyla, atmosferdeki CO ve metan emisyonlarını düşürerek, ekstrem iklim değişikliklerini önlemek ve doğadaki ekolojik dengeyi korumak” olarak özetlenebilir (Can, 2008).

Bina bünyesinde kullanılan enerjinin bir bölümünü ya da tamamını kendi sistemi içerisinde elde etme amacıyla, yenilenebilir kaynaklar (güneş, rüzgâr, dalga vb.) kullanılarak elektrik ve ısı enerjisi üretme teknolojileri yakın zamanda oluşmakla birlikte, teknolojinin ilerlemesi ile daha da ileri boyutlar kazanmaktadır. Aynı şekilde bina içerisindeki gerekli kaynaklardan olan suyun şehir şebekesinden kısmen ya da tamamen bağımsız temini de gündemde olmakla birlikte, bu konuda teknoloji endeksli ilerlemeler görülmektedir.

Ludwig Mies van der Rohe’nin “Teknoloji ve mimarlık ” manifestosunda teknoloji ve mimarlık için “ asıl umudumuz bunların birlikte gelişmeleri ve ileride birinin diğerinin anlatımı olabilmesidir” diyerek bir anlamda teknolojinin mimarlığa dönüşeceğini vurgulamıştır. “Günümüzde önem kazanmaya başlayan ve daha da önemli bir konuma gelmesi muhtemel ekolojik mimarlık kavramı, teknolojik bir içerikle bütünleştirilemez mi? Ekolojik önlem, belki teknolojinin kontrolsüzlüğünden ortaya çıkmakla birlikte; ekolojik çözümün kontrollü bir teknoloji ile verimli bir

entegrasyona dönüşmesi muhtemel değil midir? Bu durumda ekolojik mimarlık içerisine teknolojiyi almıştır bile” (Yasan, 2009).

Teknolojiden faydalanılarak üretilen güneş toplaçları (güneş kolektörleri), fotovoltaiik paneller (PV paneller) ve rüzgar türbini gibi sistemlerden oluşan aktif sistemlerin binaya tasarım aşamasında entegre edilmesi, verimin artması ve bütünsel bir mimari dilin oluşturulabilmesi açısından önemlidir.

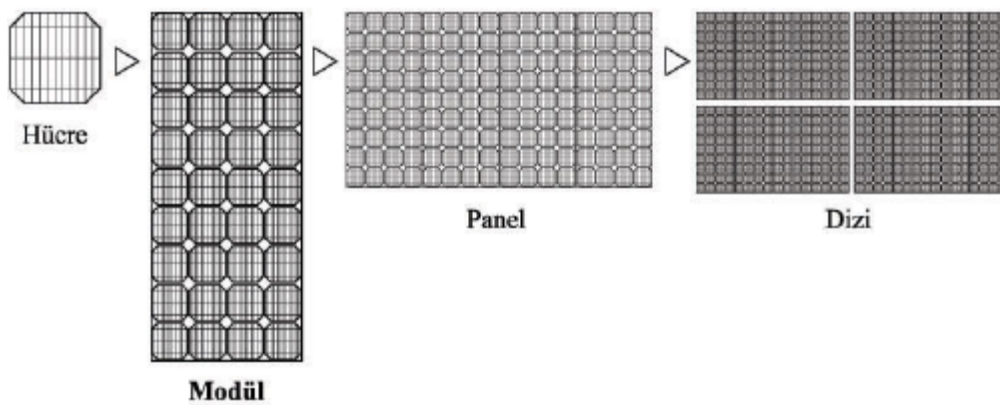
Güneş enerjisinden yarar sağlayan aktif sistemler üç ayrı grup olarak aşağıda verilmektedir.

- Fotovoltaiik paneller (PV paneller)
- Isıl güneş teknolojileri
- Rüzgâr türbini

5.2.1 Fotovoltaiik paneller (PV paneller) ve binalarda kullanım alanları

Fotovoltaiik hücreler, yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilen yarı iletken, ileri teknoloji ürünleridir. PV paneller, bir veya daha çok fotovoltaiik hücre ile buna yardımcı elemanların birleştirilerek elde edilen sistem ile güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirir. Fotovoltaiik piller aynı zamanda PV panel olarak da adlandırılmaktadır.

Şekil 5.12’de güneş pili hücre, modül, panel ve dizi oluşum prensibi verilmektedir.



Şekil 5.12 : Güneş pili modül oluşum prensibi (Uğur, 2006).

PV paneller, kurulan sisteme bağlı olarak bir kaç kW'dan birkaç MW'a kadar elektrik üretebilir. Yüksek üretim maliyetleri nedeniyle, yakın zamana kadar oldukça az kullanılmıştır. 1950'lerden bu yana uzayda uydularda, 1970'li yıllarda elektrik

hattından uzak yerlerde, yol kenarlarındaki acil telefon cihazları ya da uzaktan algılama gibi uygulamaların enerji gereksiniminin karşılanmasında kullanılmıştır. Son yıllarda, evlerde elektrik şebekesi ile birlikte çalışan sistemler de yaygınlaşmıştır.

Şu an mevcut kurulu güneş pili kapasitesinin gelişmiş ülkelerin PV panellerin evsel amaçlı kullanımına yönelik teşvikleri nedeniyle, ilerleyen yıllarda ciddi bir artış göstermesi beklenmektedir. Gerek kullanımdaki artış, gerekse teknolojik gelişmeler nedeniyle PV panellerin üretim maliyetinde her yıl azalış görülmektedir. Bir güneş pili panelinin watt başına maliyeti 1990 yılında yaklaşık 7,5 USD iken, 2005 yılında bu rakam yaklaşık 4 USD seviyesine gerilemiştir. Gelişmiş ülkelerin sunmuş olduğu teşvikler, PV panellerin yatırım maliyetinin 5 ile 10 yıl arasında geri dönebilmesini sağlamaktadır. Evsel amaçlı kullanılan PV paneller bir inverter aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanmakta, böylece üretilen elektriğin akülerde depolanmasından tasarruf edilmektedir. 2003 yılı içerisinde tüm dünyada gerçekleşen güneş pili üretiminde %32'lik bir artış gözlenmiştir. Güneş pili kullanımındaki artış o kadar büyüktür ki, yarıiletken üretiminin talebi karşılayamaması, güneş pili üretiminin artışında kısıtlamaya neden olmuştur (<http://tr.wikipedia.org>).

PV paneller ile ilgili bilinmesi gereken önemli bir ayrıntı ise, enerji korunumu yasasına uygun olarak ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürler ancak, enerji depolama yapamazlar. Işık kaynağı olan güneş ışınımından yararlanılamayan periyotlarda elektrik üretimi sona erer. Elde edilen elektriği, güneşten yararlanılamayan periyotlarda kullanabilmek için sisteme elektrik depolayıcı (akü) ilave edilmelidir. Güneşten yararlanılamayan ya da verimi düşük oranda yararlanabilen periyotlardaki (gece, bulutlu hava) kullanılacak elektrik enerjisi ihtiyacı akülerde depolanabilir. Paneller ile toplanan enerji kimyasal enerjiye dönüştürülerek akülerde depolanabilmektedir.

Sistem oluşturulurken yüksek bir verim elde edebilmek için dikkat edilmesi gereken birçok nokta mevcuttur. Sistem oluşturulurken uygulamanın tipi, hava koşulları ve kullanıcı profili kritik noktalar. Güneş panellerin, güneş enerjisini elektrik enerjisine yüksek bir verim ile çevirebilmesi için güneş ışınlarını mümkün olduğu kadar dik açı ile alması gereklidir. Bundan dolayı paneller ile ilgili en önemli unsur yönlenme açısı ve eğim açısıdır. Sistemin uygulanacağı bölge kuzey yarım küre ise güney yönelim, güney yarım küre ise kuzey yönelişi doğru yerleşimlerdir. Sistemin

uygulanacağı bölgenin enlem derecesi de, uygulanacak panel için en verimli açıdır. 1990'lı yılların ilk yarısında yapılan araştırmalar, panellerin aşırı ısınması durumunda performansında önemli kayıplar olduğunu, dolayısıyla daha az elektrik üretebildiğini göstermiştir. PV panelin arka yüzünün havalandırılması ve ısıtım açısının veya diğer bir deyişle, panel eğiminin uygun seçilmesi durumunda, aşırı ısı yükleri de azaltılabilmektedir. Bir diğer verim azaltıcı faktör ise, PV panel yüzeylerinin kirlenmesidir. Yüzey kirlenmesi yaklaşık olarak %3,5 dolaylarında bir verim düşüklüğüne neden olması sebebiyle, yüzeyler zaman zaman temizlenmelidir (Çelebi, 2002).

PV panellerin verimi aşağıda verilenler ile ana hatları ile ilişkilendirilebilir.

- Yönelim (kuzey-güney)
- Eğim (bulunan enlem derecesi)
- Bölge hava koşulları (sıcaklık, kar, don olayı, gölgeleme)

Yukarıda verilenlere ek olarak kullanıcı profili, kullanıcı gereksinimleri de sistem oluşturulurken ele alınması gereken diğer noktaları oluşturur. Muhtemel elektrik çeken yükler hesaplandığında, panel sayısı ve yerleşimi ile birlikte akü seçimi ve sayıları da belirlenir.

PV panellerin kabuğun sistem bileşeni olduğu durumlarda yönlenme ve biçimlenme, bina kabuğunda taşıyıcı konstrüksiyonun tasarımı, PV türleri (geçirgen veya opak), dolu-boş alanların oranları ve uygun detaylandırma (panel-panel ve panel-taşıyıcı eleman birleşim noktaları) bina içinde oluşturulması gereken görsel, işitsel ve ısısal konfor için doğru seçilmelidir (Çelebi, 2002).

PV panellerin bina sistemi içerisinde bina çatısında ve düşey bina kabuğunda olmak üzere iki şekilde uygulaması yapılabilir.

5.2.1.1 PV panellerin bina çatısında kullanımı

PV panel sistemlerin uygulanmasına yönelik en önemli kriterlerden olan yönelim ve yerleşim açısı için en elverişli alan çatılardır. Muhtemel gölgelenme sorununun yaşanması en zor olan bölge olmak ile birlikte uygulaması kolay ve maliyeti düşüktür. Fakat aşırı ısınma durumu ise karşılaşılabilecek önemli bir sorundur.

Bina çatısında aşağıda açıklandığı gibi uygulanabilirler.

Çatı örtüsü üzerine ek bir strüktür ile kullanımı

PV paneller, mevcut çatı kaplama elemanlarının üzerine ek bir strüktür ile doğrudan yerleştirilebilir.

Çatı örtüsü olarak kullanımı

PV paneller çok fonksiyonlu bir bina malzemesi görevi göstererek, hem çatı örtüsü malzemesi hem de elektrik enerjisi üreticisi olabilmektedir. Bu uygulama şekli malzeme maliyeti açısından daha elverişli olarak gözükmekle birlikte, detaylandırma ve uygulamada çeşitli zorluklar ile karşılaşılabilir.

5.2.1.2 PV panellerin düşey bina kabuğunda kullanımı

Düşey bina kabuklarında ön üretimli PV paneller kullanılabilir. PV panellerde iklimsel konfor sağlanabilmesi açısından şeffaf, opak ve yarı geçirgen bölgelerle sentezlenerek kontrol sağlanmalıdır. Düşey uygulamalara ek olarak, kırıklı ve açılı paneller ile de kontrol sağlanabilir. PV paneller bina kabuğunu doğrudan oluşturabildiği gibi, dış ve iç ortam arasında yer alarak gerekli işlevi üstlenen geleneksel kabuğa apliance olarak da tasarlanabilir. Kabuğa apliance olarak kullanılan PV panelleri elektrik üretici olmasının yanı sıra mevcut kabukta yağmur perdesi veya güneş kırıcı olarak da kullanılabilir (Çelebi, 2002).

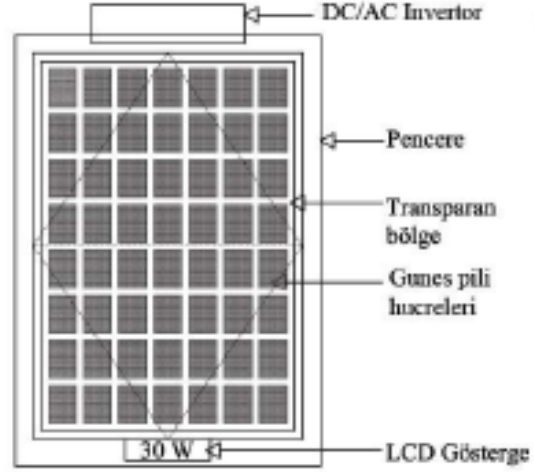
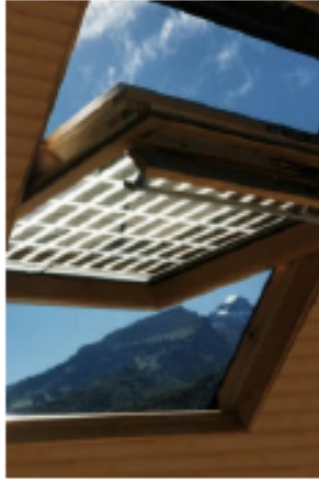
PV paneller, doğrudan bina kabuğunu oluşturan veya mevcut kabuğa apliance edilmiş uygulamalar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

Doğrudan bina kabuğunu oluşturan PV paneller

Doğrudan bina düşey kabuk oluşturan PV panel uygulamalarının ana kullanım hedefi elektrik enerjisi üretimi ile birlikte, güneş ışıınımları denetleme ve su-hava sızdırmazlık gibi görevler de üstlenir. Aynı zamanda ısı geçirgenlik direnci de önem kazanır.

Düzlemsel duvarlar, bilinen giydirme cephe uygulamalarındaki konstrüksiyon ile binalara uygulanabilir. PV panelli düşey duvarlarda elde edilen elektrik enerjisi, eğimli yüzeylere karşılaştırıldığında daha düşük bir verime sahiptir.

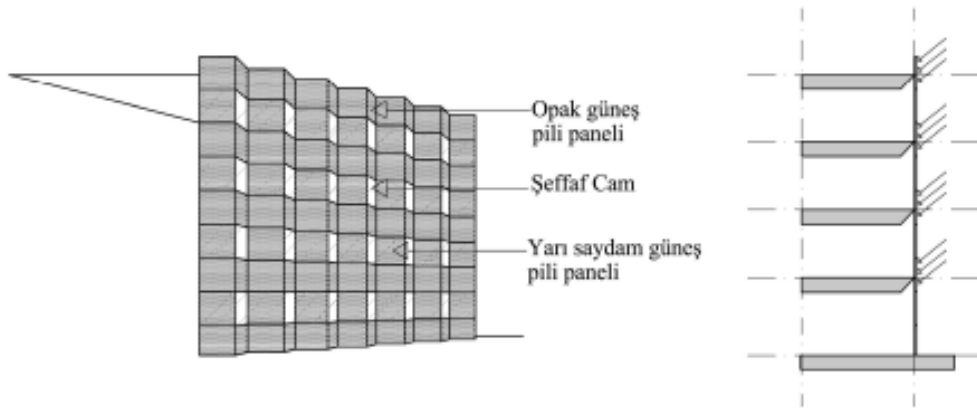
Şekil 5.13'de çatı penceresine yarı saydam güneş pili paneli uygulama örneği gösterilmiştir.



Şekil 5.13 : Çatı penceresine yarı saydam güneş pili panel uygulama örneği (Uğur, 2006).

Düşeyde kırıklı duvarlar, düzlemsel duvarlar ile aynı şekilde konstrüksiyon ile uygulanır ancak, maliyeti daha fazladır. Açılıp-kapanabilen bir çözüm olmasından ötürü kullanıcı konforu sağladığı gibi temizlenebilme olanağı sağlayarak, verimin daha yüksek olmasını sağlar.

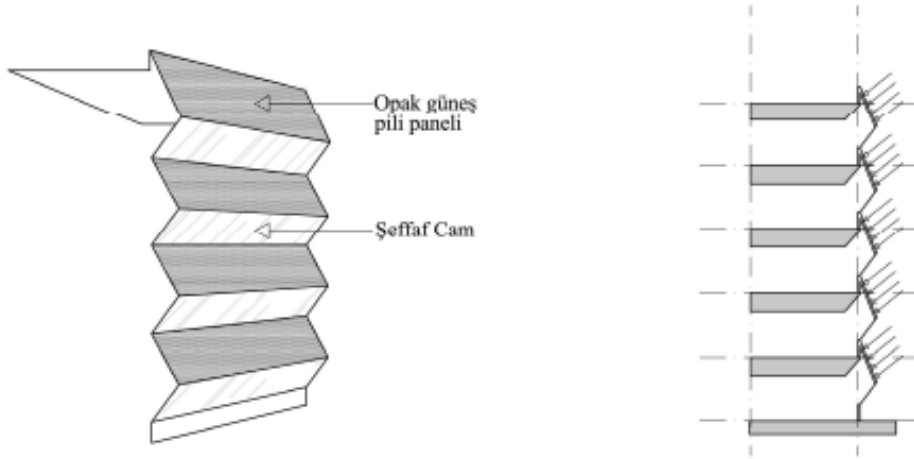
Şekil 5.14’de düşeyde kırıklı PV panel giydirme cepheler verilmiştir.



Şekil 5.14 : Düşeyde kırıklı giydirme cepheler (Uğur, 2006).

Akordeon duvarlar, kırıklı yüzey fazlaştığı için karışık bir konstrüksiyona sahip olmakla birlikte, panellerin güneş ışınım yönüne uyarlanabilmesinden ötürü sağlanılabilen verim oldukça yüksektir.

Şekil 5.15’de akordeon sistem PV panel giydirme cepheler verilmiştir.



Şekil 5.15 : Akordeon sistem giydirme cepheler (Uğur, 2006).

Yatayda kırıklı duvarlar, güneş ışınımı kontrolü sağlaması nedeniyle, fiziksel konfor açısından oldukça verimli bir uygulamadır. Panellerin konstrüksiyon yapısı, güneş ışınımını panellerin açılı ve dik olarak almasını sağlayarak elektrik enerjisi üretim verimini artırırken, cephe yüzeyi temizleme sıkıntısına sebep olur.

Açılı düzlemsel duvarlar, 40 ve 60 derecelik açılar ile en yüksek verim sağlayan uygulama biçimidir. Opak ve yarı geçirgen PV paneller ile geçirgen veya seçici cam yüzeyler kullanılarak yüksek performanslı sistemler elde edilebilir. Yüzey temizleme sorunu bu uygulamada da sorun teşkil edebilmektedir.

Açılı kırıklı duvarlar, genel yaklaşım olarak açılı düzlemsel duvarlar ile benzerdir ve performans değerleri de birbirine oldukça yakındır. Eğimli yüzeyde opak PV panel, dik yüzeyde de ışık geçirgen cam kullanılarak güneş ışınımı kontrolü sağlanabilir.

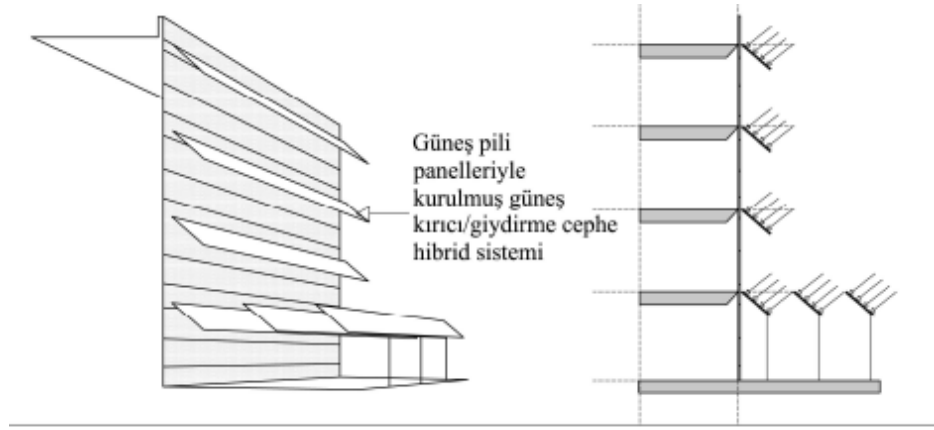
Mevcut kabuğa uygulanmış PV paneller

Güneş kırıcı, bina kabuğundan bağımsız oluşturulacak konstrüksiyon ile yatay veya eğimli olarak düzenlenerek; güneş enerjisini toplayarak elektrik enerjisi üretmek ile birlikte doğal gün ışınımını kontrol edebilen sistemlerdir. Özellikle gün ışığı aydınlığının direkt istendiği durumlarda opak veya yarı geçirgen PV panellerin yatay, kontrollü istendiği durumlarda ise eğimli düzenlenmesi ile güneş ışınımı denetlenebilir ve pencere gölgelenebilir (Çelebi, 2002).

Çok yüksek miktarda güneş ışığı alan bölgelerde sıcaklık dolayısıyla PVpanellerin verimi azalmakta, bundan dolayı havalandırarak soğutmak gereklidir. Çok soğuk iklimlerde de, donma gibi sorunlar ile karşılaşilmektedir.

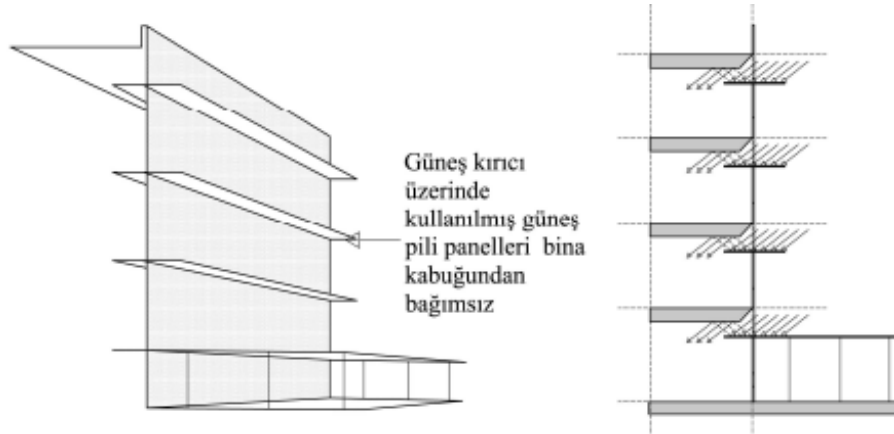
Genel bir değerlendirme olarak, binaya entegre edilmiş PV sistemler elektrik kullanım harcamalarını azaltır, elektrik kesintilerini engeller ve yaşadığımız çevreye olan zararlı karbon emisyonunu azaltır. Bu hedefler doğrultusunda PV panellerin uygulanabilirliğinin en önemli ölçütü, yüksek maliyetinin öngörülen bir süreç sonunda geri kazanılabilir olması olarak görülmelidir. Çok büyük bir yüzey alanı kaplayacak uygulamalardan ziyade, gerekli analizler ile elde edilebilecek verimli alanların tespit edilip, bu alanlara bölgesel uygulamalar daha gerçekçi yaklaşımlar olarak görülmelidir.

Şekil 5.16’da güneş pili paneli yatay güneş kırıcı ve giydirme cephe hibrid sistem verilmiştir.



Şekil 5.16 : Güneş pili paneli yatay güneş kırıcı ve giydirme cephe hibrid sistem(Uğur, 2006).

Şekil 5.17’de bina kabuğundan bağımsız güneş pili paneli yatay güneş kırıcı sistemleri verilmiştir.



Şekil 5.17 : Bina kabuğundan bağımsız güneş pili paneli yatay güneş kırıcı sistemi (Uğur, 2006).

5.2.2 Isıl güneş teknolojileri

Isıl güneş teknolojileri kullanılarak elde edilen sistemlerdeki amaç, güneş enerjisinden ısı elde etmektir. Elde edilen ısı doğrudan kullanılabilceği gibi, elektrik enerjisi üretmek amacıyla da kullanılabilir.

5.2.2.1 Düşük sıcaklık sistemleri (güneş kolektörlü sıcak su sistemleri)

Güneş kolektörlü sıcak su sistemleri, güneş enerjisini toplama görevi üstlenen düzlemsel kolektörler, ısınan suyun aktarıldığı depo, bu iki fonksiyonu yerine getiren elemanlar arasında bağlantı görevi üstlenen yalıtımı yapılmış boru ve pompadan oluşmaktadır. Tabii dolaşım ve pompalı sistemler olmak üzere iki gruba ayrılarak sınıflandırılabilirler.

Tabii dolaşım sistemler

Sistem içerisindeki akışkanın hareketinin kendiliğinden olduğu düzeneklerdir. Kolektörlerdeki ısınan suyun yoğunluğu azalır ve yükselir. Bu durumdan yararlanabilen sistemler oluşturabilmek için, depo güneş kolektörlerinin üst hizasından asgari olarak 30 cm dolaylarında yukarıda olmalıdır. Deponun alt kısmındaki soğuk su kolektörlerde ısıtılır, yoğunluğu azalır ve dolayısıyla deponun üst kısmına yükselir. Gün içerisinde devam eden bu döngü sonucunda, depoda sıcak su elde edilmiş olur. Sistem içerisinde pompa ve kontrol mekanizması gerektirmediği için, pompalı sistemler ile karşılaştırıldığında daha ucuzdurlar. Ancak deponun kolektör üst hizasından yukarıda bulunması zorunluluğundan ötürü büyük bina sistemlerinde kullanılamazlar.

Pompalı sistemler

Sistem içerisindeki akışkanın hareketinin pompa ile oluşturulduğu sistemlerdir. Büyük bina sistemlerinde deponun kolektör üst hizasından yukarıda bulunmasının çok zor olmasından ötürü, pompa kullanımı tercih edilmek durumunda kalmaktadır. Pompalı sistemler otomatik kontrol devresi yardımı ile çalışırlar. Depo tabanına ve kolektör çıkışına yerleştirilen diferansiyel termostatin sensörleri, kolektörlerdeki suyun depodaki sudan 10 °C daha sıcak olması durumunda pompayı çalıştırarak sıcak suyu depoya alır, bu fark 3 °C olduğunda ise pompayı durdurur. Pompa ve otomatik kontrol devresinin zaman zaman arızalanması nedeniyle işletilmesi tabii dolaşım sistemlere göre daha zor olmaktadır (Özdemir, 2005).

Tabi dolaşım ve pompalı sistemler açık ve kapalı sistem olarak iki gruba ayrılabilirler.

-Açık sistemler

Kullanıcı tarafından kullanılan ve kolektörlerde ısıtma amaçlı kullanılan suyun aynı olduğu sistemlerdir. Kapalı sistemler ile karşılaştırıldığında maliyeti daha düşük olmak ile birlikte verimi daha yüksektir. Bu sistem seçimi yapılırken, sistemin uygulanacağı bölgede donma olaylarının gerçekleşmemesi ve suyun kireçsiz olmasına dikkat edilmelidir.

-Kapalı sistemler

Kullanıcı tarafından kullanılan ve kolektörlerde ısıtma amaçlı kullanılan suyun farklı olduğu sistemlerdir. Kolektörlerdeki su güneş enerjisi vasıtasıyla ısınır ve eşanjör vasıtasıyla ısı enerjisini kullanıcı tarafından kullanılacak suya aktarır. Maliyet ve performans, açık sistemler ile karşılaştırıldığında daha düşüktür. Donma, kireçlenme gibi muhtemel problemlere karşı çözüm olarak tercih edilmektedirler fakat eşanjör kullanımı sebebiyle verimde azalma olmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ısısal toplama daha çok düzlemsel güneş kolektörleri aracılığı ile yapılmaktadır. Düzlemsel kolektörler üst noktadan alt noktaya doğru üst örtü, absorban plaka, yalıtım ve kasa olarak katmanlaşır.

Üst örtü, güneş ışınlarının içeri geçirilmesini engellemeyen ve aynı zamanda üst yüzeyden olabilecek ısı kayıplarını en aza indirebilecek malzemeden oluşturulmaktadır. Bu katmanda genellikle tercih edilen malzeme camdır. Cam güneş ışınlarını içeri alabilmesi ile birlikte, absorban plakadan yayılan uzun dalga boylu ışınları geri yansıtabilmesi nedeniyle üst örtü olarak oldukça verimli bir malzemedir.

Yutucu plaka, güneş ışınlarını yutarak ısıya dönüştürür ve ardından ısıyı sistemdeki suya aktarır.

Yutucu plaka tabanda ve üstte birer manifold ile bunların arasına yerleştirilmiş akışkan boruları ve yutucu plakadan oluşur. Yutucu plaka ışınları yutması için koyu bir renge genellikle siyaha boyanmıştır. Kullanılan boyanın yutma katsayısının (absorptivite) yüksek, uzun dalga boylu radyasyonu yayma katsayısının (emissivite) düşük olması gerekmektedir. Bu nedenle de bu özelliklere sahip seçici yüzeyler

kullanılmaktadır. Yutucu plaka, borular ile sıkı temas halinde olmalıdır. Alüminyumda olduğu gibi, akışkan borularının kanatlarla bir bütün teşkil etmesi en iyi durumdur. Bakır ve sacda bu mümkün olmadığı için akışkan boruları ile plakanın birbirine temas problemi ortaya çıkmaktadır. Bu problem ya tamamen yâda belli aralıklarla lehim veya kaynak yapmakla çözülebilir (<http://www.eie.gov.tr>).

Yalıtım, güneş kolektörünün arka yüzeyden oluşabilecek ısı kayıplarını asgari düzeyde tutabilmek için, yutucu plaka ile kasa arasına sistem verilerine uygun yalıtım malzemesi uygulanmalıdır. Yutucu plaka sıcaklığı yaklaşık 150 C' e kadar ulaşabildiği göz önüne alındığında, sıcak yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Soğuk yalıtım malzemeleri poliüretan kökenli seçimler tek başına kullanılmamalı, absorban plaka yüzeyi sıcak yalıtım malzemeleri ile takviye edilerek uygulanmalıdır.

Kasa, yutucu plakanın su ile temas etmesini engellemeli, özellikle kolektör giriş ve çıkışlarında su sızdırmazlığı kesinlikle sağlanmalıdır.

5.2.2.2 Yoğunlaştırıcı sistemler

Düzlemsel güneş kolektör sistemlerinin ulaşabildiği sıcaklık değerlerinden çok daha yüksek sıcaklıklara ulaşabilmek için yoğunlaştırıcı kolektör sistemleri kullanılmaktadır. Düzlemsel kolektörler ile benzerlikler taşırlar fakat sistem daha karmaşık bir yapıdadır.

Düzlemsel kolektörler ile yoğunlaştırıcı kolektörlerin esas farkı yoğunlaştırma oranı; yani açıklık alanının alıcı yüzey alanına oranıdır. Kolektörler için açıklık alanı güneş enerjisinin temas ettiği net alan; alıcı yüzey alanı ise güneş enerjisinin yutularak ısı enerjisine çevrildiği yüzey olarak tanımlanabilir. Düzlemsel kolektörlerde açıklık alanı ve alıcı yüzey alanı eşittirler. Yoğunlaştırıcı kolektörlerde, güneş enerjisi alıcı yüzeye gelmeden önce optik olarak yoğunlaştırılır, bundan dolayı alıcı yüzey açıklık alanından daha küçüktür.

Bu tip güneş kolektörlerinde güneş enerjisinin yansıtıcı ve ışın kırıcı yüzeyler ile yoğunlaştırılması için doğrusal ve noktasal yoğunlaştırıcılar kullanılır.

Doğrusal yoğunlaştırıcılar

Parabolik oluk kollektörler, doğrusal yoğunlaştırma yapan ve kesiti parabolik olan dizilerden oluşur. Oluğun iç kısmındaki yansıtıcı yüzeyler, güneş enerjisini parabolğin odağında yer alan ve boydan boya uzanan siyah bir absorban boruya

yansıtır. Orta derecede sıcaklık isteyen uygulamalarda kullanılan bu sistemlerde, güneş enerjisi bir doğru üzerinde yoğunlaştırılacağından tek boyutlu hareket ile güneşi izlemek yeterlidir (<http://www.eie.gov.tr>).

Noktasal yoğunlaştırıcılar

İki boyutta güneşi izleyip noktasal yoğunlaştırma yapan ve daha yüksek sıcaklıklara ulaşan bu tür sistemler, parabolik çanak ve merkezi alıcı olmak üzere iki gruba ayrılır (<http://www.eie.gov.tr>).

Parabolik çanak kollektörler iki ekseninde güneşi takip ederek sürekli olarak güneşi odak noktasına yoğunlaştırırlar.

Merkezi alıcı sistemde, tek tek odaklama yapan ve heliostat adı verilen düzlemsel aynalardan oluşan bir alan, güneş enerjisini, bir kule üzerine monte edilmiş ve alıcı denilen ısı eşanjörüne yansıtır. Heliostatlar bilgisayar tarafından kontrol edilerek, alıcının devamlı güneş alması sağlanır.

5.2.3 Rüzgâr türbini ve bina-rüzgâr türbini ilişkisi sınıflandırılması

Temel prensip olarak rüzgâr, atmosfer basıncının bölgeler arası değişmesi dolayısıyla dünya yüzeyine yakın gerçekleşen, atmosferdeki havanın yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru doğal yatay hava hareketleridir.

Rüzgâr, güneş enerjisinin dolaylı bir sonucudur ve güneş enerjisi dolayısı ile rüzgâr da sürekli, elverişli ve yenilenebilir bir doğal kaynak oluşturmaktadır. MÖ 200 yıllarında antik Babylon'da rüzgâr değirmeni kullanıldığı bilinmektedir. Yüzyıllardır insanlara hizmet eden rüzgâr kaynağı, Ortaçağ Avrupa'sının sembolü yel değirmenlerinde de kullanılmışlardır. 1970'lerde ortaya çıkmaya başlayan petrol krizi sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim ile birlikte, rüzgar enerjisi Danimarka, Almanya ve İspanya başta olmak üzere bir çok ülkede büyük bir enerji sektörüne dönüşmüştür. Günümüzde daha çok rüzgâr çiftliklerinde yararlanılmakta olan rüzgâr enerjisi, binalarda da uygulanmaya başlamış ve yakın gelecekte uygulama örneklerinin artması muhtemeldir.

Rüzgâr enerjisinin sağladığı yararlardan bazıları; ilk kurulum maliyeti ardından elde edilmesinin bir maliyet gerektirmemesi, hava kirliliğine neden olmaması, kaynak tükenmesi sorunu olmaması ve fosil yakıt sebebiyle dışa olan bağımlılığı azaltabilmesidir.

Dünya rüzgâr potansiyeli yüksek olan ülkeler, Avustralya, Kanada, Çin, Fransa, Hindistan, İtalya, Filipinler, Polonya, Türkiye, ABD ve İngiltere'dir. Bu ülkelerde geniş ölçekli rüzgâr tribünleri yerleşimleri görülmektedir fakat dünya genelinde rüzgâr enerjisi gelişme safhasında bulunmaktadır.

Rüzgâr enerjisini kullanımının yarattığı bazı çevresel sorunlar da bulunmaktadır. İlkel rüzgâr türbinleri için büyük bir sorun teşkil eden gürültü problemi, teknolojik gelişmeler ile birlikte büyük ölçüde çözüme kavuşturulmuştur. Rüzgâr santrali içerisindeki ses, geliştirilmiş türbinlerin bulunduğu ortamda bile 85 dB düzeyindedir ki, araba içerisindeki gürültü 80-90 dB ya da insanın normal konuşma seviyesi 60 dB kadardır (Günel, Ilgın, 2008).

Rüzgar türbinleri kullanımının yarattığı diğer bir çevresel sorun ise, kuş ve yarasal ölümlerine neden olmasıdır. Kuşlar ve yarasalar yüksek gerilim hatlarına, yüksek binalara ve direklerle çarpabildikleri gibi rüzgar türbinlerini de çarpabilmektedirler. Ancak rüzgar türbinlerinin neden oldukları kuş ölümleri, insan kaynaklı ölümler ile karşılaştırıldığında önemli derecede küçük bir orana sahip olduğu görülebilir.

Tarihsel süreç içerisinde yel değirmenleri ile su pompalamak ve buğday öğütmek amacıyla kullanılan rüzgâr enerjisi günümüzde, binalarda havalandırma ve elektrik enerjisi üretmek için de kullanılmaya başlamıştır. Rüzgar türbinlerinin binalardaki elektrik ihtiyacının bir bölümünü karşılama konusu günümüzde oldukça yeni bir durum olmak ile birlikte, gelişmeye ve yaygınlaşmaya açık bir konudur. Bölgenin aldığı rüzgâra, binanın yüksekliğine ve türbinlerin kapasitesine bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, şu anda elektrik ihtiyacının %10-15'lik bir oranını sağlayabilen binalar mevcuttur. Örneğin Bahreyn'de bulunan 240 m yüksekliğindeki Dünya Ticaret Merkezi binasında elektrik üretme amacı ile çapı 30 m olan 3 ayrı rüzgar türbinleri kullanılmıştır. Ayrıca mimari tasarımsal kararlar ile rüzgârı çoğaltarak ya da debisini artırarak, var olan rüzgâr potansiyelinin üzerinde verim elde edebilmek mümkündür.

Rüzgâr türbini, rüzgârdaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye ve ardından da elektrik enerjisine çevirir. Bir rüzgâr türbini genel olarak kule, jeneratör, hız dönüştürücüleri (dişli kutusu), elektrik-elektronik elemanlar ve pervaneden oluşur. Rüzgârın kinetik enerjisi motorda mekanik enerjiye çevrilir. Rotor milinin devir hareketi hızlandırılarak gövdedeki jeneratöre aktarılır. Jeneratörden elde edilen

elektrik enerjisi aküler vasıtasıyla depolanarak veya doğrudan alıcılara ulaştırılır (<http://tr.wikipedia.org>).

Rüzgar türbinleri, binadan bağımsız, binaya eklenmiş ve binaya entegre olmak üzere üç temel grupta incelenebilir.

5.2.3.1 Binadan bağımsız rüzgâr türbinleri

Binadan bağımsız rüzgâr türbinleri binadan ya da yapılı çevreden bağımsız olarak ele alınan uygulamalardır. Bu tip için örnek olarak rüzgar çiftlikleri verilebilir.

5.2.3.2 Binaya eklenmiş rüzgâr türbinleri

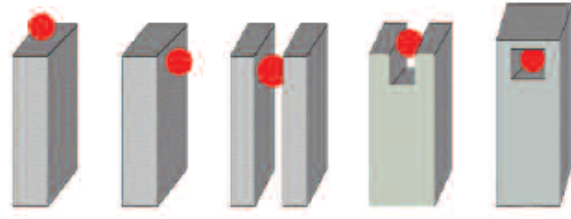
Bu tip rüzgar türbinleri, binaları bir nevi kule olarak kullanmaktadır. Binaya tam entegre edilmiş rüzgar türbinlerinin aksine, bina formunu rüzgar akış yönü ve debisini değiştirecek şekilde tam olarak kullanamamaktadır. Mevcut bir binaya eklenebildiği gibi, tasarım aşamasında da binaya uygulanması öngörülebilir.

Binaya entegre rüzgar türbinleri ile binaya eklenmiş rüzgar türbinleri arasındaki ana ayrım, oluşturulan bina formunun potansiyel rüzgar enerjisi kapasitesini etkin kullanmaya yönelik oluşturulup, oluşturulmaması noktasında ortaya çıkmaktadır.

Binaya eklenmiş rüzgar türbinleri örneklerinin görülebileceği bazı binalar aşağıda verilmektedir.

- Hollanda Pavyonu, Expo 2000, Hannover, Almanya
- The Lighthouse Tower, Dubai
- Aquarius Tower , Atlanta, A.B.D
- Strata , Londra
- Centre International Rogier, Brüksel, Belçika
- Jet Stadium, New York, A.B.D
- Pearl River Tower, Guangzhou, Çin
- Vauxhall Tower, London, İngiltere

Şekil 5.18’de binaya eklenmiş rüzgar türbinlerinin bina kütesine eklenme çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 5.18 : Binaya eklenmiş rüzgar türbinleri için bazı entegrasyon stratejileri (Günel, Ilgın, 2008).

Şekil 5.19’da binaya eklenmiş rüzgar türbinlerinin uygulandığı örnek binalar verilmiştir.



Şekil 5.19 : Binaya eklenmiş rüzgar türbinleri (Günel, Ilgın, 2008).

5.2.3.3 Binaya entegre rüzgâr türbinleri

Binaya entegre rüzgar türbinlerinde esas olan, mimari tasarımın etkin ve verimli bir rüzgar enerjisi kullanımını temel almasıdır.

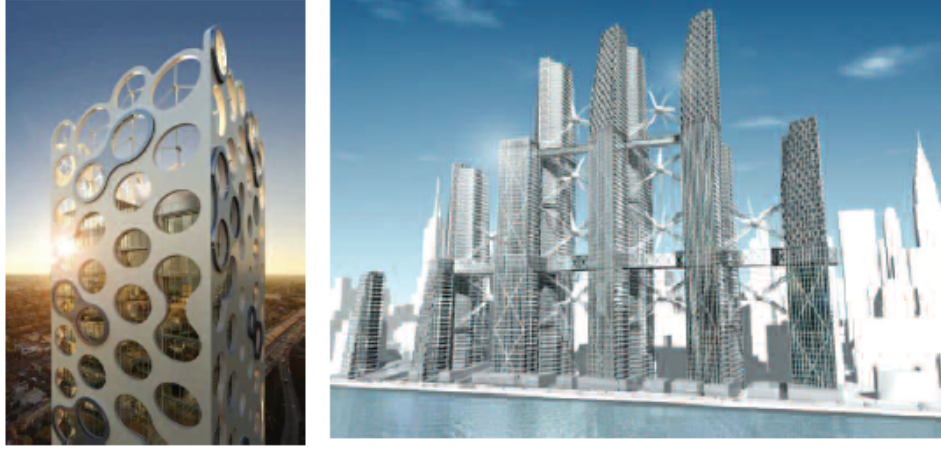
Bina-mesnetsiz ve bina-mesnetli olmak üzere iki temel sınıfta incelenen binaya entegre edilen rüzgar türbinleri, mimari tasarım sırasında sürece dahil edilmiş olup binanın formu tarafından desteklenerek rüzgarın yönünü, hızını ya da yoğunluğunu değiştirmek veya arttırmak suretiyle, elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükseltilmesi hedeflerine yönelik olarak tasarlanan türbinlerdir. Özetle, rüzgâr türbini mimari form üzerinde büyük bir etkiye sahip olup binanın, rüzgârı toplayarak türbine yönlendiren bir mekanizmaya dönüştürülmesi hedeflenmektedir (Günel, Ilgın, 2008).

Binaya entegre rüzgar türbinleri örneklerinin görülebileceği bazı binalar aşağıda verilmektedir.

- COR Tower, Miami, A.B.D
- Moshie Safdie’nin konsept halindeki bir tasarımı, New York
- Web concentrator, Stuttgart Üniversitesi

- Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Manama, Bahreyn

Şekil 5.20’de bina entegre rüzgar türbinlerinin uygulandığı örnek binalar verilmiştir.



Şekil 5.20 : Bina-entegre rüzgar türbinleri (Günel, Ilgın, 2008).

Binaya entegre rüzgar türbinleri iki alt başlık altında incelenebilirler.

Bina mesnetsiz rüzgâr türbinleri

Mimari tasarım bütünlüğü içerisinde olmasına karşılık, strüktürel olarak bina ile bir bağlantısı olmayan rüzgâr türbinleridir. Binanın genel tasarımını etkilemekle birlikte, kendi konstrüksiyonu ile bağımsız bir birimdir.

Bina mesnetli rüzgâr türbinleri

Binanın strüktürünü potansiyel rüzgardan azami şekilde yararlanmak için kule olarak kullanan rüzgar türbinleridir. Bina mesnetli rüzgar türbinlerinde genellikle tercih yüzeyi bina üst bölümleridir. Bu alanlarda oluşturulan türbin düzeneği ile değişik deneyim mekanları yaratılabilmektedir. Olumlu veriler ile birlikte göz ardı edilmemesi gereken diğer veriler ise, türbinlerin neden olacağı gürültü iletimi, ışık yansıması ve elektromanyetik parazittir. Bu sebeplerden ötürü türbin yakınındaki alanlarda iyi bir mekan organizasyonu yapılarak, tampon bölgeler yaratılmaya çalışılmalıdır.

Avrupa ve A.B.D’de belirginleşen rüzgar enerjisi stratejisi, binalarda birer kaynak olarak görülmeye başlamış olup, gün geçtikçe somutlaşan sonuçlarda artışlar görülebilmektedir.

Rüzgâr enerjisi kaynakları, teorik olarak elektrik ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayabilecek bir düzeyde olmasına rağmen bu potansiyelini kullanmayan, diğer taraftan da enerji maliyetlerinin yüksekliği, yeterli ölçüde sağlanamaması ve çevreye

olumsuz etkileri konusundaki şikayetlerle de karşı karşıya kalan Türkiye'nin bu platformda hak ettiği yere gelebilmesi için, rüzgar çiftliklerinin yanı sıra yüksek binaların da avantajını kullanarak disiplinler arası çalışmaların da teşvikiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen rüzgar enerjisinden istifade etmesi kaçınılmazdır (Günel, Ilgın, 2008).

6. BİNA TASARIM PARAMETRELERİNİN ENERJİ HARCAMALARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA: URFA TARIMKÖY PROJESİ ÖRNEĞİ

Bu çalışmada mevcut bir referans bina ele alınarak, bu binaya ilişkin tasarım parametrelerinin bina enerji harcamalarına etkisinin araştırılması hedeflenmiş, bu hedef doğrultusunda tasarım parametrelerinin farklı değerlerden oluştuğu kabul edilerek alternatifler geliştirilmiştir. Herbir alternatif için hesaplanan enerji yükleri karşılaştırılarak enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi sağlanmıştır.

6.1 Çalışmanın Yöntemi

Seçilen bir referans binanın tasarım parametrelerine yönelik alternatifleri oluşturularak referans bina ve oluşturulan alternatiflerin enerji performansı, enerji simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırmalar yoluyla saptanmıştır. Ayrıca elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları oluşturulmuş, yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri sayısal olarak saptanmış ve karşılaştırılmıştır.

Ele alınan herbir tasarım parametresi için oluşturulan alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılabilmesi ve bu alternatiflerin uygun değerler kombinasyonlarının enerji yüklerine etkilerinin irdelenmesi amacıyla enerji simülasyonu sonucunda bulunan karşılaştırma sonuçları tablolar aracılığı ile sunulmuştur.

Çalışmada referans bina ve geliştirilen alternatiflerinin enerji performanslarının karşılaştırılması için yıllık toplam ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükler belirlenirken “design builder” enerji simülasyon programı kullanılmıştır.

Design builder enerji simülasyon programında öncelikli olarak ele alınacak bina üç boyutlu olarak modellenir. Ardından binaya ilişkin bulunduğu şehir, kullanım türü

(konut, ofis, vb.), potansiyel kullanıcı sayısı, mekana ilişkin veriler, bina kabuğu opak (duvar, döşeme, çatı detayı, vb.) ve saydam bileşen detayları (pencere ebatları, cam ve doğrama türü seçimi), ısıtma, soğutma ve aydınlatma sistem seçimleri, kullanım periyotları ve bina kullanıcılarının sahip olduğu gereçler gibi kullanıcıları ve binayı tanımlayan yapım ve kullanım süreci aşamalarındaki bütün bilgilerin programa işlenmesinin ardından binanın yıllık, aylık ve günlük ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri elde edilebilmektedir.

Tez kapsamında referans bina için alternatifler geliştirilirken, mevcut binanın kat planları, biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü gibi geometrik değişkenler sabit tutulmuştur. Dolayısıyla bina formu sabit tutularak,

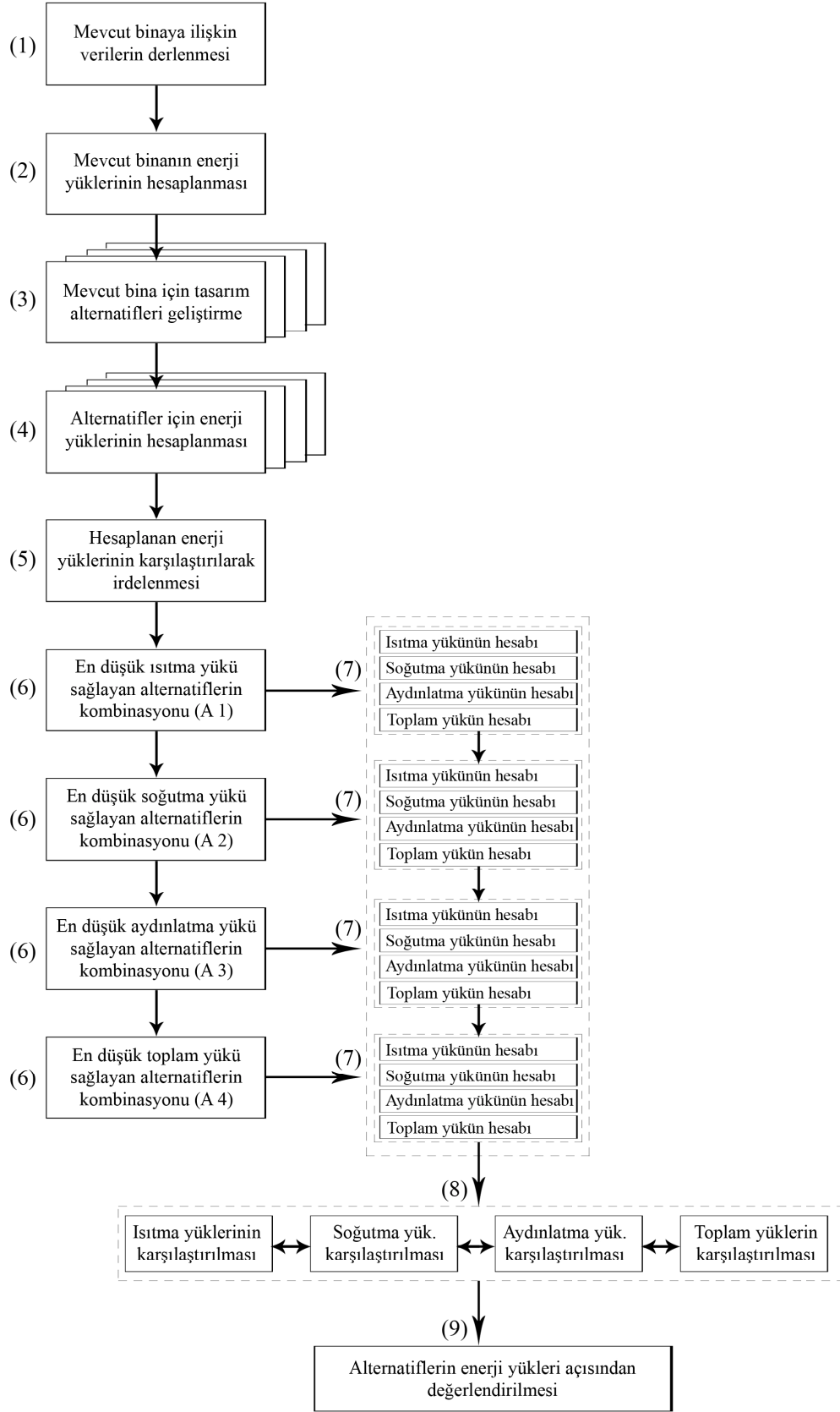
- bina yönlendiriliş durumu
- bina kabuğu özellikleri (opak bileşen ve saydam bileşen özellikleri)
- güneş kontrol elemanları

gibi binaya ilişkin tasarım parametreleri için farklı alternatifler oluşturulmuştur.

Çalışmada izlenen ana adımlar aşağıda açıklanmıştır :

1. Mevcut binaya (referans bina) ilişkin verilerin derlenmesi
2. Mevcut binanın yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
3. Tasarım parametreleri için alternatiflerin geliştirilmesi
4. Geliştirilen herbir alternatif için yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
5. Hesaplanan yıllık enerji yüklerinin karşılaştırılması
6. En düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji harcamasını sağlayan tasarım parametresi alternatiflerinin seçilmesi
7. Seçilen uygun tasarım parametreleri değerler kombinasyonlarının mevcut binaya uygulanması ile oluşturulan alternatif bina modellerinin yıllık enerji yüklerinin hesaplanması
8. Sonuçların birbirleri ve mevcut referans binanın enerji yükleri ile karşılaştırılması
9. Alternatiflerin enerji yükleri açısından değerlendirilmesi

Şekil 6.1’de çalışmada izlenen adımlar şematik olarak özetlenmiştir.



Şekil 6.1 : Çalışmada izlenen adımlar

6.2 Seçilen Referans Bina ve Binaya İlişkin Veriler

Çalışmada referans bina olarak alt gelir grubuna yönelik TOKİ tarafından projelendirilen ve uygulaması gerçekleştirilen Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy konutları ele alınmıştır.

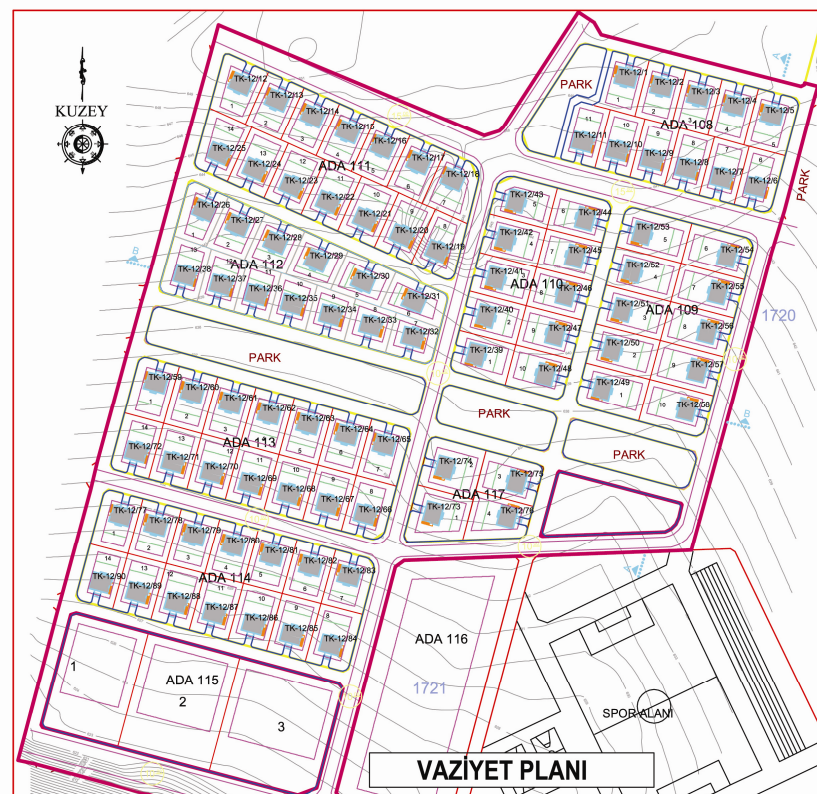
Başbakanlık Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) bünyesinde; tarımköy projeleri ile köy ve kırsal alanda yaşayan insanların geçim kaynaklarının geliştirilmesi, yerel halkın iş görmede örgütlenmesi, ülke içinde ve dışında pazarlanabilir nitelikte tarımsal ürünlerin üretilmesi, depolanması, işlenmesi, değerlendirilmesi, bozulmadan saklanması, oluşturulacak şirket veya kooperatifler aracılığı ile pazarlanması, üretim ve verimliliği geliştirici bilgi ve yüksek teknoloji yaratılmasına yönelik üreten köylüler oluşturulması ve kullanılmayan veya en iyi verimi alacak şekilde kullanılmayan köy topraklarının ve imkanlarının devletin yönlendirmesi ve kamu imkanları çerçevesinde desteklenerek işler halde tutulması, sosyal yaşamlarının iyileştirilmesi, halkın yerinde iskanı, sağlıklı yaşanabilir konutlara kavuşturulmasına yönelik çalışma projeleri oluşturularak şehre göçün önlenmesini sağlamak; kurum ve kuruluşlarının mevcut imkanlarını bir araya getirmek, iş birliğini geliştirip güçlendirmek, mevcut kaynaklarının verimli kullanılması amaçlanmaktadır (www.toki.gov.tr).

Tarımköy projeleri ile alt gelir grubundaki insanlar için alt yapı sorunu çözülmüş, sosyal olanakları geliştirilmiş sağlıklı bir yaşam yerleşimi kurgulanarak, kırsal alandan şehre yaşanan göçü azaltma ve kırsal bölgedeki üretimi teşvik etme kazanımları sağlanılabilir.

Tarımköy projelerinin Şanlıurfa gibi GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) projesi kapsamındaki illerde gerçekleştirilmesi bölgeye ve GAP projesine pozitif katkılar sağlayacaktır. Temel hedefi Güneydoğu Anadolu Bölgesi halkının gelir düzeyi ve hayat standardını yükselterek, bu bölge ile diğer bölgeler arasındaki gelişmişlik farkını ortadan kaldırmak, kırsal alandaki verimliliği ve istihdam imkanlarını artırarak, sosyal istikrar, ekonomik büyüme gibi milli kalkınma hedeflerine katkıda bulunmak olan GAP projesi, çok sektörlü, entegre ve sürdürülebilir bir kalkınma anlayışı ile ele alınan bir bölgesel kalkınma projesidir (www.gap.gov.tr).

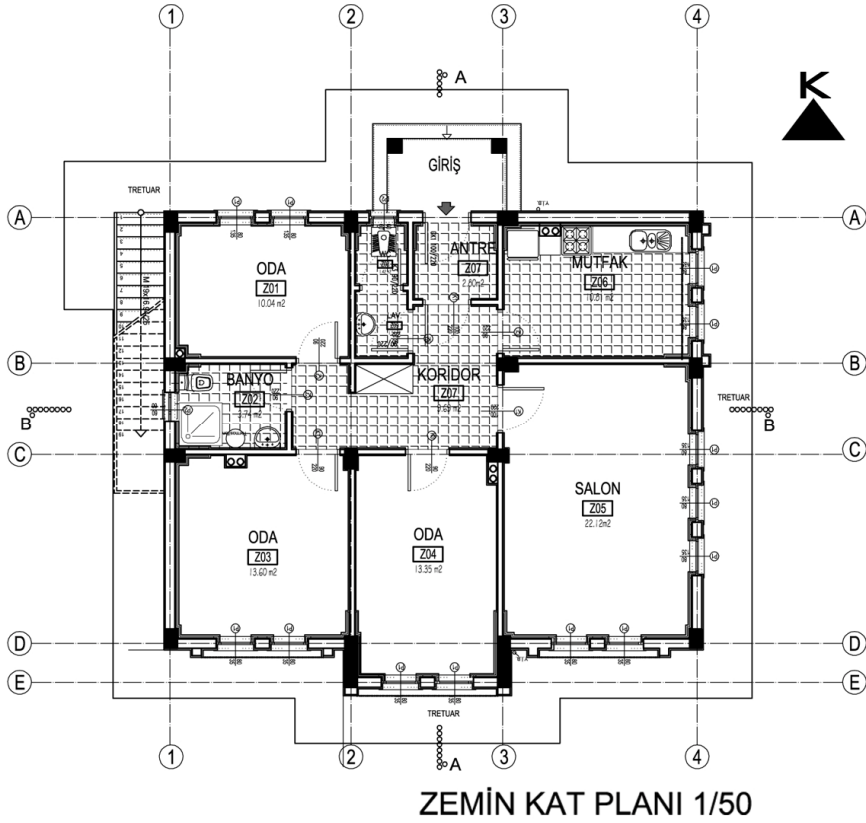
Yukarıdaki irdelemeler ışığında GAP bölgesi ve bu bölgede yer alan konutların ülkemiz açısından büyük bir önem taşıdığı açıkça görülmektedir. Diğer taraftan

Şekil 6.2’de referans bina olarak seçilen Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi Tarımköy yerleşkesinin vaziyet planı verilmektedir.



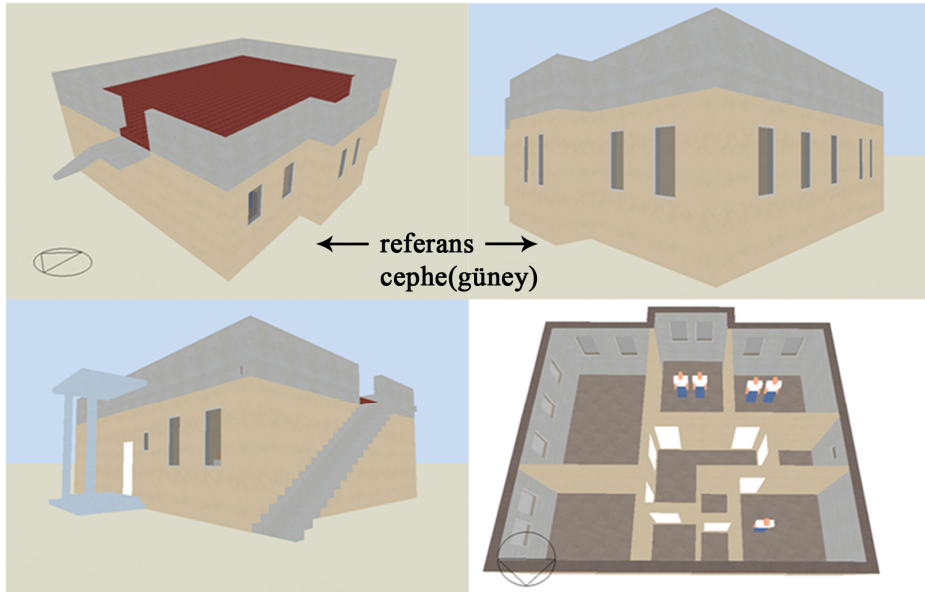
Şekil 6.2 : Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi Tarımköy konutu(Referans bina) vaziyet planı

Referans bina olarak seçilen Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy konutu tek katlı bir yapı olup, şekil 6.3’de zemin kat planı verilmektedir.



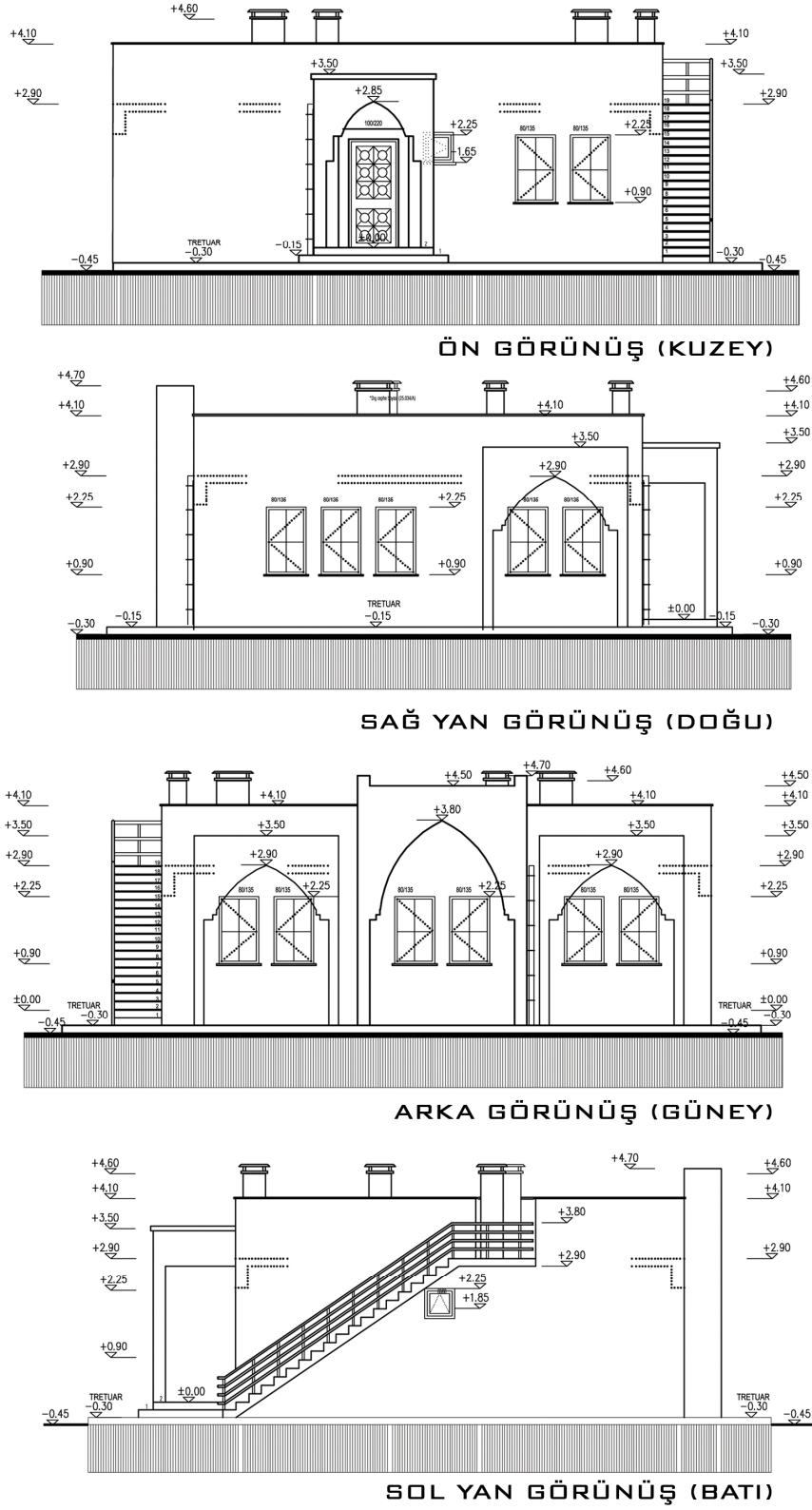
Şekil 6.3 : Referans bina zemin kat planı

Şekil 6.4’de referans bina olarak seçilen Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy konutunun perspektif çizimleri verilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, çalışmada yaşama hacminin bulunduğu ön cephenin güney yönüne yönlendirildiği varsayılarak referans cephe olarak tanımlanmıştır.



Şekil 6.4 : Referans bina perspektif çizimleri

Şekil 6.5’de referans bina olarak seçilen Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy konutunun görünüşleri verilmektedir.



Şekil 6.5 : Referans binanın görünüşleri

6.3 Referans Binanın Enerji Yüklerinin Belirlenmesi

Seçilen referans bina Urfa tarımköy konutunun tasarım parametrelerine yönelik oluşturulacak alternatifleri ile enerji performansının karşılaştırılması amacı ile ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) enerji yükleri “design builder” enerji simülasyon programı ile modellenerek belirlenmiştir.

Isıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin belirlenmesinde ele alınan kabuller aşağıda açıklanmıştır:

- Referans binanın fonksiyonu konut, konumu Şanlıurfa, kullanıcı sayısı 5’tir.
- Referans bina plan organizasyonunda kuzey doğu ve güney doğu yönündeki odalar yatak odası olarak belirlenmiştir. Güney cephesinde salon ve yatak odası bölümleri arasında kalan oda ise ikincil bir yaşama hacmi (oturma odası) olarak belirlenmiştir.
- Bina ısıtması sisteminde enerji kaynağı olarak doğal gaz, soğutma sisteminde ise elektrik enerjisi kullanılmıştır. Bina iç hava sıcaklığı konfor değeri ısıtma sistemi için 21°C, soğutma sistemi için 25°C’dir.
- Referans binada kullanılan aydınlatma eleman türü floresandır. Aydınlatma enerjisi kullanımında bir kontrol sistemi olduğu varsayılmıştır. Bu sistem kademeli (stepped) kontrol sistemidir. Bu kontrol sisteminde istenen aydınlık düzeyini elde edebilmek için lambaların kademeli olarak denetlendiği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. Diğer bir deyişle, istenen aydınlık düzeyinin gün ışığı ile sağlanmış olduğu durumlarda ışıkların tamamen kapalı konumda olması durumu için hesaplamalar yapılmıştır. Konut fonksiyonu için uluslararası standartlarda belirlenmiş hedef bir aydınlık düzeyi değeri bulunmamaktadır. Bunun sebebi, konut bünyesinde birçok fonksiyonun birarada bulunması gösterilmektedir. Tez çalışması süresince kullanılan “design builder” enerji simülasyon programı veri dosyasında, seçilen konut fonksiyonu ile eşleşen hedef aydınlık düzeyi 150 lux’tür.

- Kullanıcıların aktivite düzeyi olarak 0,9 met, kışlık giysi yalıtım değeri 1 clo ve yazlık giysi yalıtım değeri ise 0,5 clo olarak kabul edilmiştir.
- Güneş kontrol elemanları uygulanan alternatiflerde ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri hesaplanırken, doğu-batı cephelerindeki kepenkler tanımlanmış olan iç hava sıcaklığı konfor değeri 25°C'nin aşılması durumunda gündüz periyodunda kapalı duruma gelmekte; güney cephesinin pencere yüzeyi üzerine uygulanan yatay şerit elemanların açıları da yine tanımlanmış iç hava sıcaklığı konfor değerinin aşıldığı durumlarda değişmektedir.
- Çalışmada bir tasarım sistemi olarak bina kabuğuna ilişkin geliştirilen alternatiflerden biri de referans binanın güney cephesine “trombe duvarı” uygulamasının olduğu varsayımdır. Bu varsayımda, trombe duvarı uygulanan alternatiflerde kullanıcı konforunun ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemler süresince sağlanabilmesi ve sistemin veriminin artırılması için cam ile duvar yüzeyi arasına uygulanan güneş kontrolü elemanı stor kepenkler, ısıtmanın istenmediği yaz mevsimi gündüz ve ısının korunmasının hedeflendiği kış mevsimi gece süresince kapalı durumda tutularak ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri hesaplanmıştır.

Çizelge 6.1’de yukarıda belirtilen kabuller çerçevesinde, referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri verilmiştir.

Çizelge 6.1 : Referans bina yıllık toplam ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri

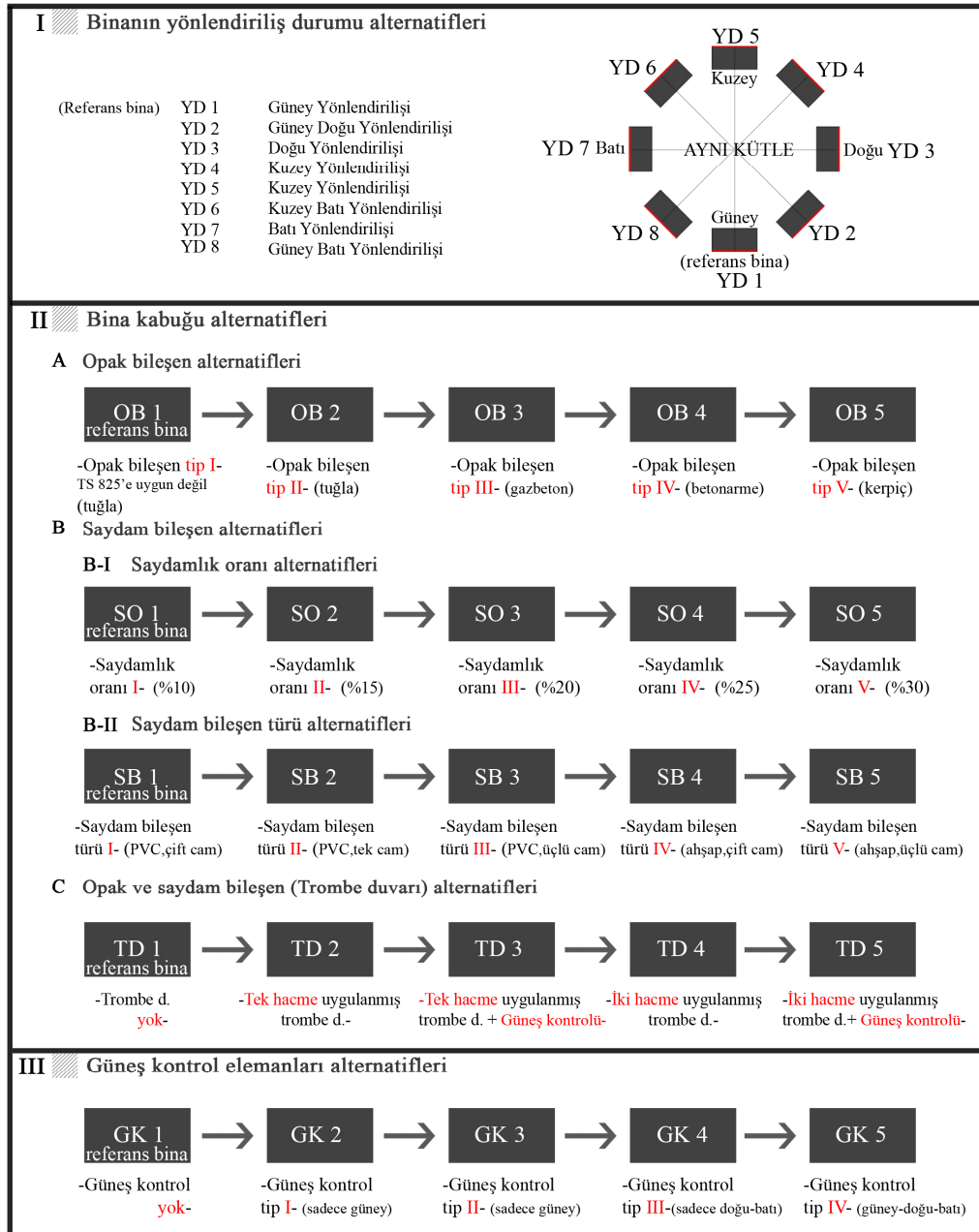
REFERANS BİNA	
Yıllık toplam ısıtma yükü	2483 kWh
Yıllık toplam soğutma yükü	2202 kWh
Yıllık toplam aydınlatma yükü	728 kWh
TOPLAM	5413 kWh

6.4 Tasarım Parametreleri Alternatiflerinin Geliştirilmesi, Enerji Yüklerinin Belirlenmesi ve Karşılaştırılması

Çalışmada mevcut binanın formuna ilişkin geometrik değişkenleri sabit tutularak, binaya ilişkin tasarım parametreleri için farklı alternatifler oluşturulmuştur.

Tasarım parametreleri alternatifleri; binanın yönlendiriliş durumu alternatifleri, bina kabuğu alternatifleri, güneş kontrolü alternatifleri başlıkları altında geliştirilmiştir.

Şekil 6.6 geliştirilen alternatifleri özetlemektedir.



Şekil 6.6 : Referans binanın tasarım parametrelerine yönelik alternatifleri

I- Binanın yönlendiriliş durumu alternatifleri:

Bölüm 6.2’de açıklandığı gibi, mevcut durumda binanın yaşam hacminin bulunduğu güney cephesi, binanın referans cephesi olarak kabul edilmiştir. Binanın yönlendiriliş alternatifleri referans cephenin farklı yönlere baktırılması ile oluşturulmuştur. Buna göre mevcut yönlendiriliş (YD 1-güney) dışında binanın yönlendiriliş alternatifleri,

- güney-doğu yönlendiriliş (YD 2)
- doğu yönlendiriliş (YD 3)
- kuzey-doğu yönlendiriliş (YD 4)
- kuzey yönlendiriliş (YD 5)
- kuzey-batı yönlendiriliş (YD 6)
- batı yönlendiriliş (YD 7)
- güney-batı yönlendiriliş (YD 8)

olmak üzere 7 alternatifi kapsamaktadır. Oluşturulan alternatifler ayrıntılı olarak bölüm 6.4.1.’de açıklanmıştır.

II- Bina kabuğu alternatifleri:

- Opak bileşen alternatifleri (OB 1, OB 2, OB 3, OB 4, OB 5),
- binanın toplam saydamlık oranı alternatifleri (SO 1, SO 2, SO 3, SO 4, SO 5),
- saydam bileşen türü alternatifleri (SB 1, SB 2, SB 3, SB 4, SB 5),
- opak ve saydam bileşen (trombe duvarı sistemi) alternatifleri (TD 1, TD 2, TD 3, TD 4, TD 5),

olmak üzere 4 farklı grup oluşturulmuştur. Herbir grup için oluşturulan alternatifler ayrıntılı olarak bölüm 6.4.2’de açıklanmıştır.

III- Güneş kontrol elemanları alternatifleri:

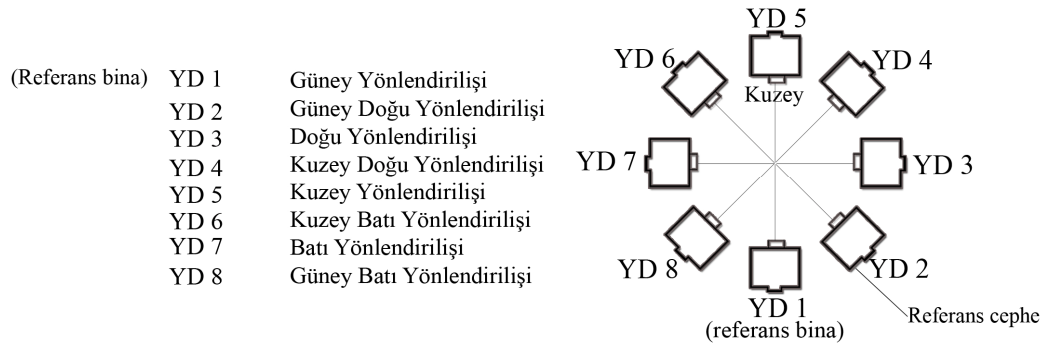
Ele alınan referans binada güneş kontrol elemanları bulunmamaktadır. Çeşitli gölgeleme elemanlarının, farklı yönlerde ve bir arada uygulanması ile oluşturulan alternatifler (GK 1, GK 2, GK 3, GK 4, GK 5) ayrıntılı olarak bölüm 6.4.3’de açıklanmıştır.

Oluşturulan alternatiflerin ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri (ısıtma+soğutma+aydınlatma) birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

6.4.1 Bina yönlendiriliş durumu alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

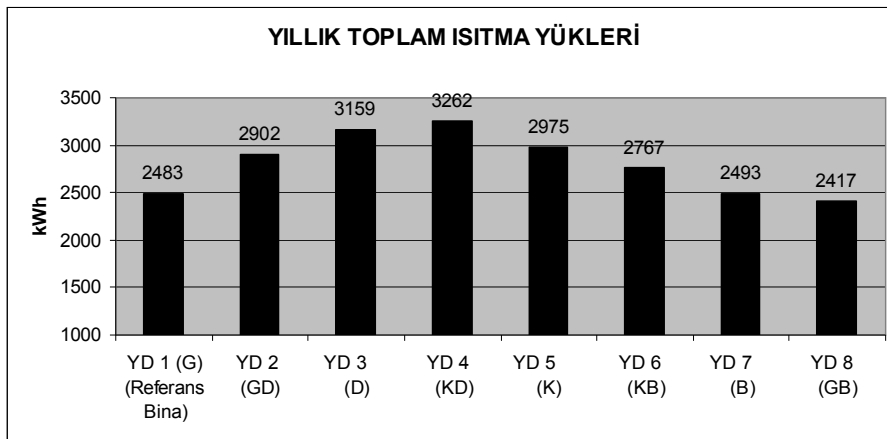
Bu adımda, enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametrelerinden biri olan “bina yönlendiriliş durumunun” enerji harcamalarına etkisinin saptanması hedeflenmiştir. Bu amaçla ele alınan referans bina ve referans binanın diğer yedi farklı yönlendiriliş alternatifleri için enerji simülasyon programı aracılığı ile bulunan enerji yükleri sayısal karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmiştir.

Şekil 6.7’de referans binaya bağlı olarak geliştirilen yönlendiriliş durumu alternatifleri gösterilmektedir.



Şekil 6.7 : Referans binanın yönlendiriliş durumu alternatifleri

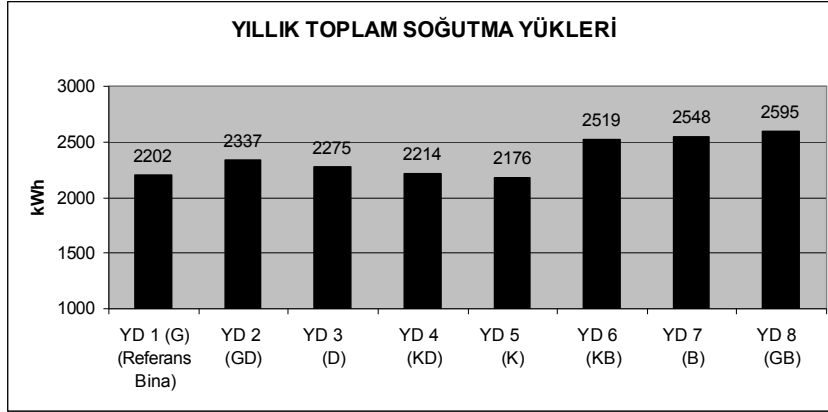
Şekil 6.8’de ele alınan referans bina ve yönlendiriliş durumu değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.8 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif güneybatı yönlendirilişi (YD 8), en yüksek ısıtma yükünü sağlayan alternatif ise kuzeydoğu yönlendirilişidir (YD 4).

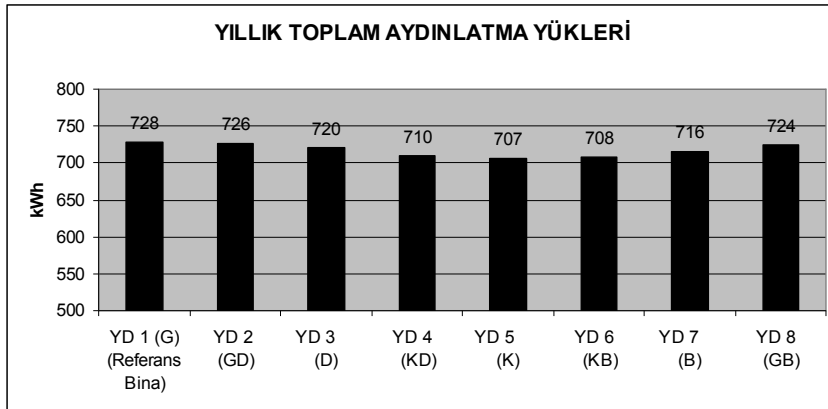
Şekil 6.9’da ele alınan referans bina ve yönlendiriliş durumu değiştirilerek elde edilen alternatifler için yıllık toplam soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.9 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif kuzey yönlendirilişi (YD 5), en yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatif ise güneybatı yönlendirilişidir (YD 8).

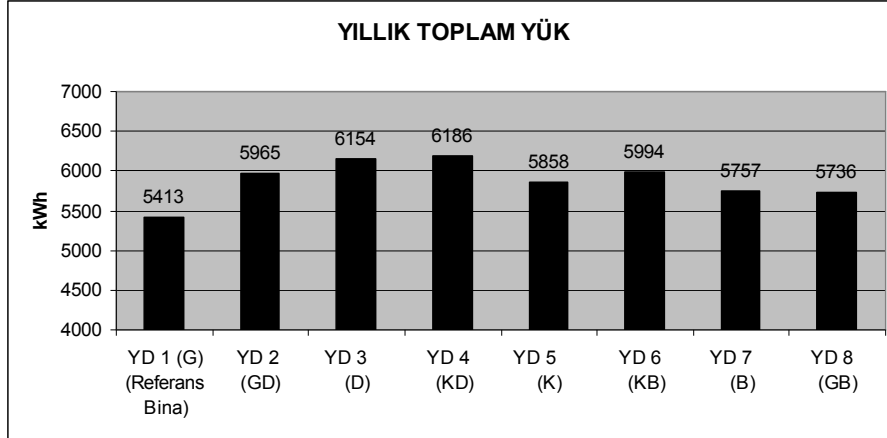
Şekil 6.10’da ele alınan referans bina ve yönlendiriliş durumu değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.10 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması

Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif kuzey yönlendirilişidir (YD 5). En yüksek aydınlatma yükünü ise güney yönlendiriliş sağlamaktadır (referans bina-YD 1).

Şekil 6.11’de ele alınan referans bina ve yönlendiriliş durumu değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.11 : Yönlendiriliş durumu alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması

Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü güney yönlendiriliş (referans bina-YD 1) sağlamıştır. En yüksek toplam yükü sağlayan alternatif ise kuzeydoğu yönlendirilişidir (YD 4).

Çizelge 6.2 : Yönlendiriliş durumu alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	YD 1 (G) ReferansB.	YD 2 (GD)	YD 3 (D)	YD 4 (KD)	YD 5 (K)	YD 6 (KB)	YD 7 (B)	YD 8 (GB)
Yıllık toplam ısıtma yükü	2483	2902	3159	3262	2975	2767	2493	2417
Yüzdelik değişim		16,87%	27,23%	31,37%	19,81%	11,44%	0,40%	-2,66%
Yıllık toplam soğutma yükü	2202	2337	2275	2214	2176	2519	2548	2595
Yüzdelik değişim		6,13%	3,32%	0,54%	-1,18%	14,40%	15,71%	17,85%
Yıllık toplam aydınlatma yükü (kWh)	728	726	720	710	707	708	716	724
Yüzdelik değişim		-0,27%	-1,10%	-2,47%	-2,88%	-2,75%	-1,65%	-0,55%
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5965	6154	6186	5858	5994	5757	5736
Yüzdelik değişim		10,20%	13,69%	14,28%	8,22%	10,73%	6,36%	5,96%

Çizelge 6.2’de yönlendiriliş durumu alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

6.4.2 Bina kabuğu alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Bu adımda, enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametrelerinden biri olan “bina kabuğu optik ve termofiziksel özelliklerinin” enerji harcamalarına etkisinin saptanması hedeflenmiştir. Bu amaçla ele alınan referans bina ve referans bina kabuğu için farklı alternatifler oluşturulmuş, enerji simülasyon programı aracılığı ile bu alternatiflerin enerji harcamaları hesaplanarak sayısal karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmiştir.

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri başlığının altında opak bileşen, saydam bileşen ve opak-saydam bileşen alternatifi (trombe duvarı) ele alınmıştır.

6.4.2.1 Opak bileşen alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Bu adımda, mevcut referans bina ve döşeme, dış duvar, iç duvar, çatı gibi bina elemanlarının malzeme katmanlaşmasının değiştirilmiş alternatifleri arasındaki enerji kullanımı açısından farklılıklar simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırma yoluyla yapılan değerlendirme açıklanmıştır.

Referans bina (OB 1) olarak seçilen Şanlıurfa tarımköy konutu yapımında Şekil 6.12’de detaylarda gösterildiği gibi yapı sektöründe sıkça görülebilen malzemeler kullanılmıştır. Dış ve iç duvar çekirdek malzemesi düşey delikli tuğladır. Dış duvar çekirdek kalınlığı 20 cm, iç duvar çekirdek kalınlığı ise 10 cm’dir. Ele alınan referans binanın zemine oturan döşeme ve teras çatı elemanları U değerleri (toplam ısı geçirme katsayısı) açısından TS 825 yönetmeliğinde verilen değerleri sağlamadığı görülmektedir. (Şekil 6.12-a)

Alternatif OB 2, referans bina elemanlarından çatı ve zemine oturan döşemenin TS 825 yönetmeliğinde verilen U (toplam ısı geçirme katsayı) değerlerine uygun hale getirilmesi ile oluşturulmuştur. Referans binanın dış duvar U değeri TS 825’e uygun olmasından ötürü herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. (Şekil 6.12-b)

Alternatif OB 3-4-5, alternatif OB 2'nin sadece iç ve dış duvar ana malzemesinin değiştirilmesi ile oluşturulmuştur. Çalışmada aynı U (toplam ısı geçirme katsayı) değerini sağlayan farklı opak bileşen alternatiflerinin enerji yüklerine etkisinin irdelenmesi hedeflenmiş, bu amaçla OB 2, OB 3, OB 4 ve OB 5 opak bileşen alternatifleri U değerleri aynı olacak şekilde geliştirilmiştir. (Şekil 6.12-c)

Şekil 6.12'de referans bina ve opak bileşenlerinin değiştirilerek elde edilen alternatifler gösterilmektedir.

OB 1 referans bina -Opak bileşen tip I- (tuğla) TS 825'e uygun değil	OB 2 -Opak bileşen tip II- (tuğla)	OB 3 -Opak bileşen tip III- (gazbeton)	OB 4 -Opak bileşen tip IV- (betonarme)	OB 5 -Opak bileşen tip V- (kerpiç)
-OB 1- (Referans Bina)	-OB 2-	-OB 3,4,5-		
ZEMİNE OTURAN DÖŞEME $U = 0,699 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$	ZEMİNE OTURAN DÖŞEME $U = 0,376 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$	ZEMİNE OTURAN DÖŞEME Bkz. OB2	ZEMİNE OTURAN DÖŞEME Bkz. OB2	ZEMİNE OTURAN DÖŞEME Bkz. OB2
YÜRÜYEN TERAS ÇATI $U = 0,451 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$	YÜRÜYEN TERAS ÇATI $U = 0,398 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,40 \text{ W/m}^2\text{-K}$	YÜRÜYEN TERAS ÇATI Bkz. OB2	YÜRÜYEN TERAS ÇATI Bkz. OB2	YÜRÜYEN TERAS ÇATI Bkz. OB2
DIŞ DUVAR $U = 0,458 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$	DIŞ DUVAR $U = 0,458 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$	DIŞ DUVAR $U = 0,458 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$ Dış duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır	DIŞ DUVAR $U = 0,458 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$ Dış duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır	DIŞ DUVAR $U = 0,458 \text{ W / m}^2\text{-K} < 0,60 \text{ W/m}^2\text{-K}$ Dış duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır
İÇ DUVAR $U = 2,043 \text{ W / m}^2\text{-K}$	İÇ DUVAR $U = 2,043 \text{ W / m}^2\text{-K}$	İÇ DUVAR $U = 2,043 \text{ W / m}^2\text{-K}$ İç duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır	İÇ DUVAR $U = 2,043 \text{ W / m}^2\text{-K}$ İç duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır	İÇ DUVAR $U = 2,043 \text{ W / m}^2\text{-K}$ İç duvar ana malzemeleri: OB 3 : Gaz beton OB 4: B.A. duvar OB 5: Kerpiç olacak şekilde OB 2 detayı uygulanmıştır

a

b

c

Şekil 6.12 : Referans binanın opak bileşen alternatifleri ve katmanlaşma detayları

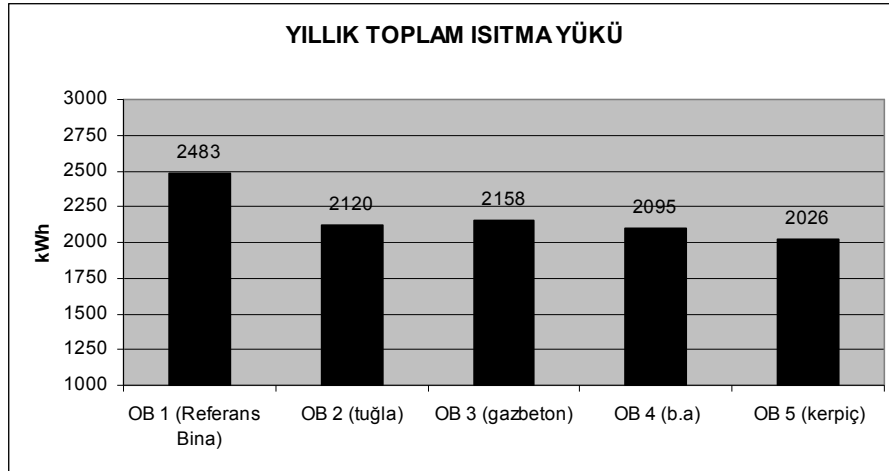
Alternatiflerin dış duvar U değeri 0,458 W/m²-K ve iç duvar U değeri ise 2,043 W/m²-K'dir.

Bu açıklama ışığında dış ve iç duvar ana malzemesi olarak;

- alternatif OB 3'de hafif ve yalıtım değeri avantajlı olarak değerlendirilen gaz beton,
- alternatif OB 4'de betonarme duvar,
- alternatif OB 5'de ise Urfa yöresi geleneksel mimarisinde sıklıkla görülen kerpiç bloklar,

kullanılarak oluşturulmuştur.

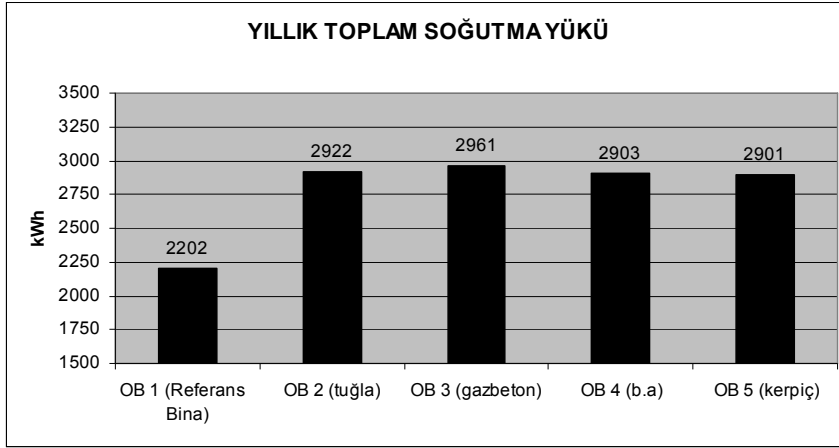
Şekil 6.13'te ele alınan referans bina ve opak bileşenlerinin değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.13 : Opak bileşen alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Opak bileşen alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatifin duvar malzemesinin kerpiç (OB 5) olduğu görülmektedir. En yüksek ısıtma yükünü duvar malzemesi tuğla olan referans bina-OB 1 sağlamıştır.

Şekil 6.14'te ele alınan referans bina ve opak bileşenlerinin değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



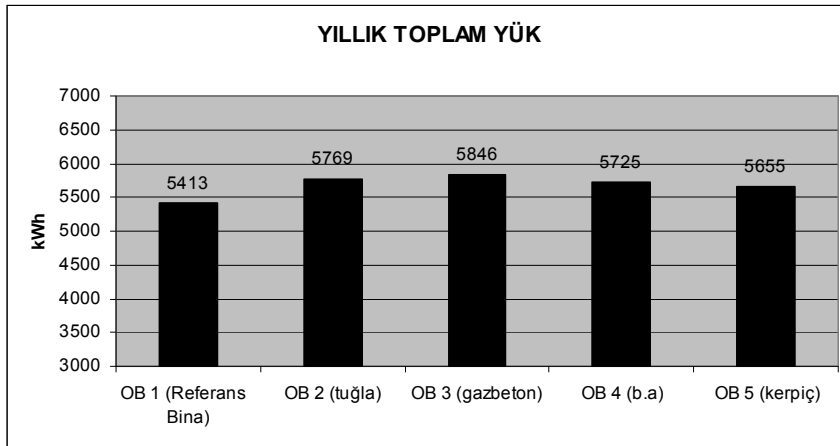
Şekil 6.14 : Opak bileşen alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Opak bileşen alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü duvar malzemesi tuğla olan referans bina-OB 1 sağlamıştır. En yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatifin duvar malzemesi ise gazbetondur (OB 3).

Referans bina bileşenlerinin, dış duvar dışında TS 825 binalarda ısı yalıtım kurallarında verilen değerlere uygun olmadığı görülmektedir. Bina bileşenlerine uygun ısı yalıtım değerlerinin kazandırılması ile oluşturulan alternatiflerde soğutma yükü referans binaya oranla yükselmiştir.

Ele alınan referans bina ve opak bileşenlerinin değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin değişmeyeceği açıktır.

Şekil 6.15’de ele alınan referans bina ve opak bileşenlerinin değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.15 : Opak bileşen alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması

Opak bileşen alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükünü duvar malzemesi tuğla olan referans bina-OB 1 sağlamıştır. En yüksek toplam yükü sağlayan alternatifin duvar malzemesi gazbetondur (OB 3).

Çizelge 6.3’de opak bileşen alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

Çizelge 6.3 : Opak bileşen alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	OB 1 (Referans Bina)	OB 2 (tuğla)	OB 3 (gazbeton)	OB 4 (b.a)	OB 5 (kerpiç)
Yıllık toplam ısıtma yükü(kWh)	2483	2120	2158	2095	2026
Yüzdelik değişim		-14,62%	-13,09%	-15,63%	-18,41%
Yıllık toplam soğutma yükü (kWh)	2202	2922	2961	2903	2901
Yüzdelik değişim		32,70%	34,47%	31,83%	31,74%
Yıllık toplam aydınlatma yükü (kWh)	728	727	727	727	728
Yüzdelik değişim		-0,14%	-0,14%	-0,14%	0,00%
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5769	5846	5725	5655
Yüzdelik değişim		6,58%	8,00%	5,76%	4,47%

6.4.2.2 Saydam bileşen alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Saydam bileşen alternatifleri oluşturulurken, referans binanın saydamlık oranı ve saydam bileşen türü değiştirilerek çeşitli alternatifler oluşturulmuştur.

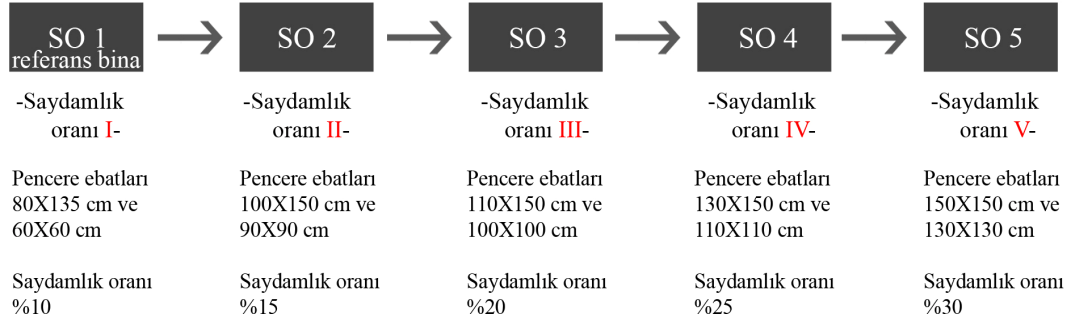
Saydamlık oranı alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Mevcut referans bina ve saydamlık oranı değiştirilmiş alternatifleri arasındaki enerji kullanımı açısından farklılıklar simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırma yoluyla saptanmıştır.

Saydamlık oranı alternatifleri, binanın toplam saydam yüzey alanlarının (pencere alanlarının) belirli oranlarda artırılması yoluyla elde edilmiştir. Dolayısıyla burada sözü edilen saydamlık oranları (SO 1, SO 2, SO 3, SO 4, SO 5) binaya ilişkin olup, binanın toplam saydam alanının, binanın toplam cephe alanına oranıdır. Binanın bir

bütün olarak saydamlık oranının değişmesi durumunda, herbir cephenin aldığı saydamlık oranı değerleri aşağıda açıklanmıştır.

Şekil 6.16'da referans bina ve saydamlık oranı değiştirilerek oluşturulmuş alternatifler gösterilmektedir.



Şekil 6.16 : Referans binanın saydamlık oranı alternatifleri

Çizelge 6.4'de saydamlık oranı alternatifleri için binanın toplam ve cephelere ait saydamlık oranları verilmiştir.

Çizelge 6.4 : Saydamlık oranı alternatifleri için binanın toplam ve cephelere ait saydamlık oranları

	Binanın toplam saydamlık oranı	Güney cephesi	Kuzey cephesi	Batı cephesi	Doğu cephesi
Referans bina (SO 1)	10,00%	15,22%	7,16%	18,34%	1,23%
SO 2	15,00%	20,96%	10,39%	25,08%	2,71%
SO 3	20,00%	23,06%	11,73%	27,60%	3,34%
SO 4	25,00%	27,25%	13,94%	32,61%	4,05%
SO 5	30,00%	31,45%	16,88%	37,63%	5,65%

Referans bina (SO 1) kabuğunda kullanılan pencere boyutları 80X135 cm ve 60X60 cm, binanın toplam saydamlık oranı %10'dur. Referans bina (SO 1) tarımköy konutunun güney cephesinin saydamlık oranı %15,22 , kuzey cephesinin saydamlık oranı %7,16 , batı cephesinin saydamlık oranı %18,34 ve doğu cephesinin saydamlık oranı %1,23'tir.

Alternatif SO 2, kullanılan pencere boyutları 100X150 cm ve 90X90 cm, binanın toplam saydamlık oranı %15'tir. Güney cephesinin saydamlık oranı %20,96, kuzey

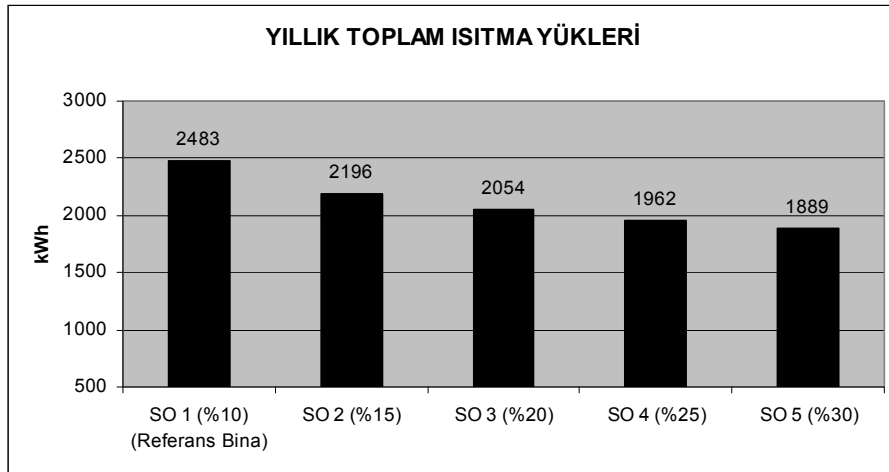
cephesinin saydamlık oranı %10,39 , batı cephesinin saydamlık oranı %25,08 ve doğu cephesinin saydamlık oranı %2,71'dir.

Alternatif SO 3, kullanılan pencere boyutları 110X150 cm ve 100X100 cm, binanın toplam saydamlık oranı %20'dir. Güney cephesinin saydamlık oranı %23,06 , kuzey cephesinin saydamlık oranı %11,73 , batı cephesinin saydamlık oranı %27,60 ve doğu cephesinin saydamlık oranı %3,34'tür.

Alternatif SO 4, kullanılan pencere boyutları 130X150 cm ve 110X110 cm, binanın toplam saydamlık oranı %25'tir. Güney cephesinin saydamlık oranı %27,25 , kuzey cephesinin saydamlık oranı %13,94 , batı cephesinin saydamlık oranı %32,61 ve doğu cephesinin saydamlık oranı %4,05'tir.

Alternatif SO 5, kullanılan pencereler 150X150 cm ve 130X130 cm, binanın toplam saydamlık oranı %30'dur. Güney cephesinin saydamlık oranı %31,45 , kuzey cephesinin saydamlık oranı %16,88 , batı cephesinin saydamlık oranı %37,63 ve doğu cephesinin saydamlık oranı %5,65'tir.

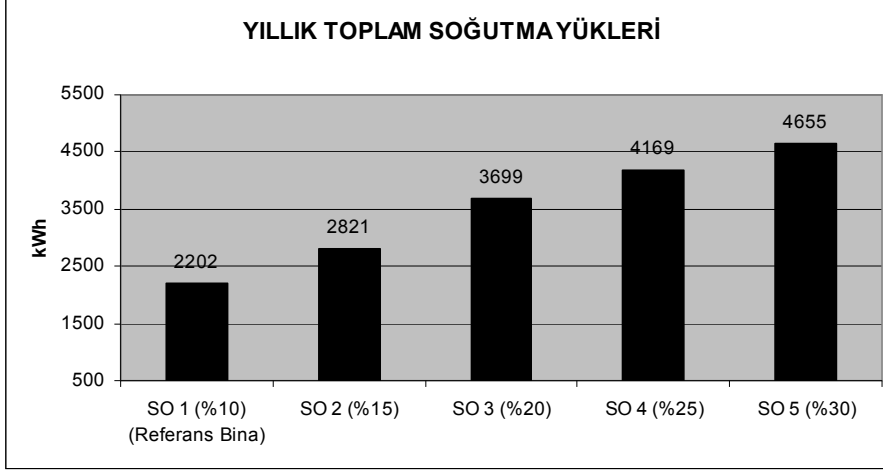
Şekil 6.17'de ele alınan referans bina ve saydamlık oranı değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.17 : Saydamlık oranı alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Saydamlık oranı alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif % 30 saydamlık oranıdır (SO 5). En yüksek ısıtma yükünü ise %10 saydamlık oranına sahip olan referans bina-SO 1 sağlamıştır.

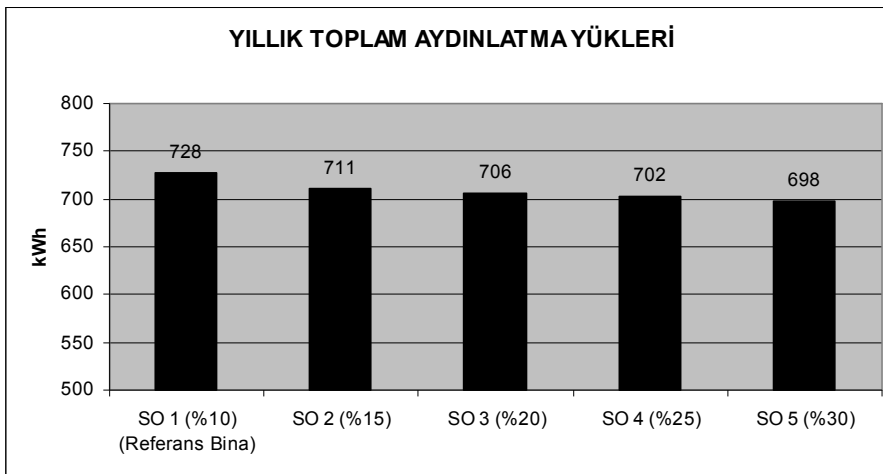
Şekil 6.18’de ele alınan referans bina ve saydamlık oranı değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.18 : Saydamlık oranı alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Saydamlık oranı alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü % 10 saydamlık oranına sahip referans bina-SO 1 sağlamıştır. En yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatif ise %30 saydamlık oranıdır (SO 5).

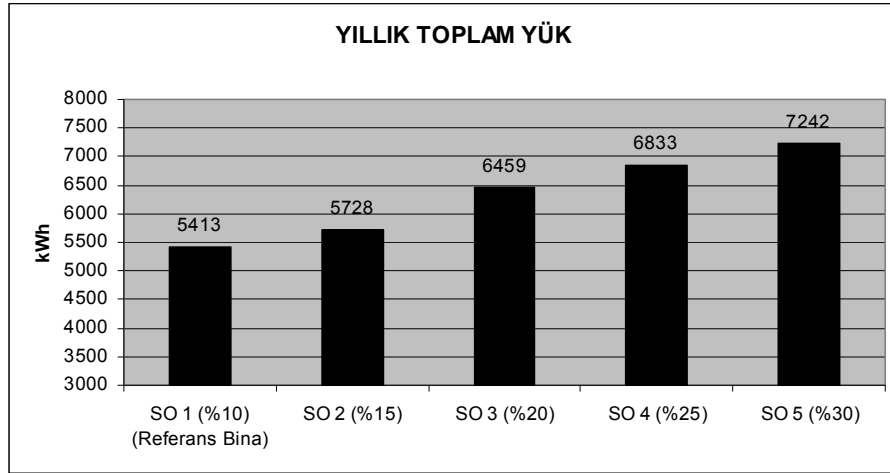
Şekil 6.19’da ele alınan referans bina ve saydamlık oranı değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.19 : Saydamlık oranı alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması

Saydamlık oranı alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif % 30 saydamlık oranıdır (SO 5). En yüksek aydınlatma yükünü ise %10 saydamlık oranına sahip referans bina-SO 1 sağlamıştır.

Şekil 6.20’de ele alınan referans bina ve saydamlık oranı değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.20 : Saydamlık oranı alternatifleri için yıllık toplam yüklerinin karşılaştırılması

Saydamlık oranı alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü % 10 saydamlık oranına sahip referans bina-SO 1 sağlamıştır. En yüksek toplam yükü sağlayan alternatif ise %30 saydamlık oranıdır (SO 5).

Çizelge 6.5 : Saydamlık oranı alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	SO 1 (%10) Ref. bina	SO 2 (%15)	SO 3 (%20)	SO 4 (%25)	SO 5 (%30)
Yıllık toplam ısıtma yükü	2483	2196	2054	1962	1889
Yüzdelik değişim		-11,56%	-17,28%	-20,98%	-23,92%
Yıllık toplam soğutma yükü (kWh)	2202	2821	3699	4169	4655
Yüzdelik değişim		28,11%	67,98%	89,33%	111,40%
Yıllık toplam aydınlatma yükü (kWh)	728	711	706	702	698
Yüzdelik değişim		-2,34%	-3,02%	-3,57%	-4,12%
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5728	6459	6833	7242
Yüzdelik değişim		5,82%	19,32%	26,23%	33,79%

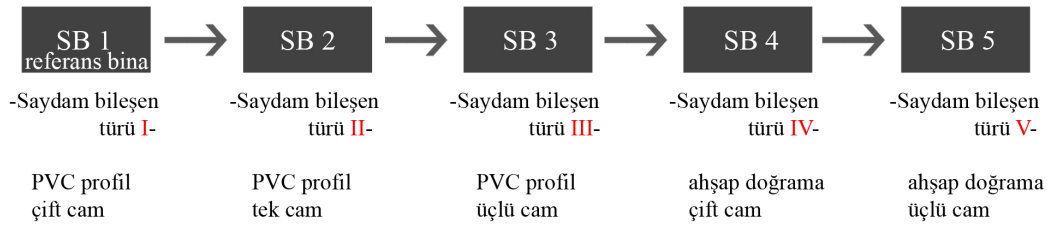
Çizelge 6.5'te saydamlık oranı alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

Saydamlık oranı ve bina enerji yükleri irdelendiğinde genel olarak bina saydamlık oranı artırıldığında ısıtma ve aydınlatma yükü azalmakta ancak soğutma yükü oran olarak daha fazla artmaktadır.

Saydam bileşen türü alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Bu adımda, mevcut referans bina ve saydam bileşen türü alternatifleri arasındaki enerji kullanımı açısından farklılıklar simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırma yoluyla değerlendirilerek elde edilen değerler aşağıda açıklanmıştır.

Şekil 6.21'de referans bina ve saydam bileşen türü değiştirilerek oluşturulmuş alternatifler gösterilmektedir.



Şekil 6.21 : Referans binanın saydam bileşen türü alternatifleri

Referans bina (SB 1) saydam bileşen türü olarak PVC profil ve çift cam kullanılmıştır.

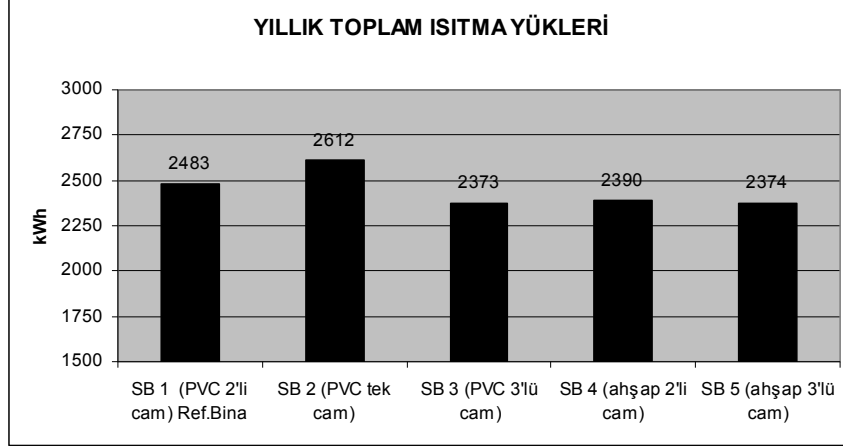
Alternatif SB 2, bina saydam bileşen türü olarak PVC profil ve tek cam kullanılmıştır.

Alternatif SB 3, bina saydam bileşen türü olarak PVC profil ve üçlü cam kullanılmıştır.

Alternatif SB 4, bina saydam bileşen türü olarak ahşap doğrama ve çift cam kullanılmıştır.

Alternatif SB 5, bina saydam bileşen türü olarak ahşap doğrama ve üçlü cam kullanılmıştır.

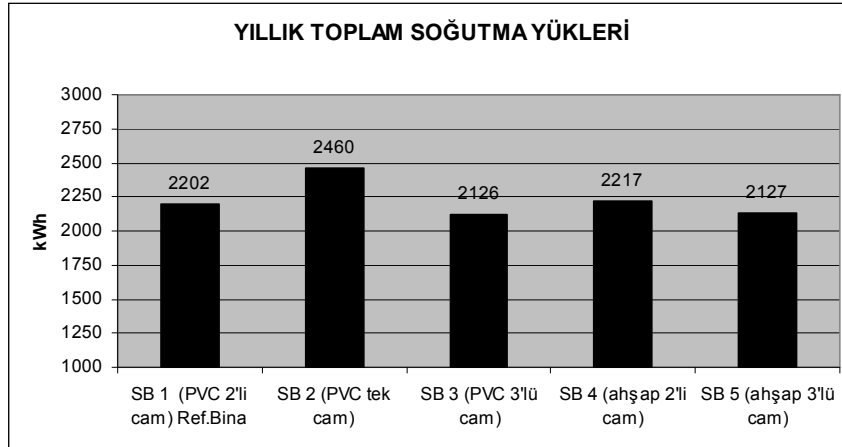
Şekil 6.22’de ele alınan referans bina ve saydam bileşen türü değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.22 : Saydam bileşen türü alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Saydam bileşen türü alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif PVC 3’lü cam (SB 3) ve ahşap 3’lü cam (SB 5), en yüksek ısıtma yükünü sağlayan alternatif ise PVC tek camdır (SB 2).

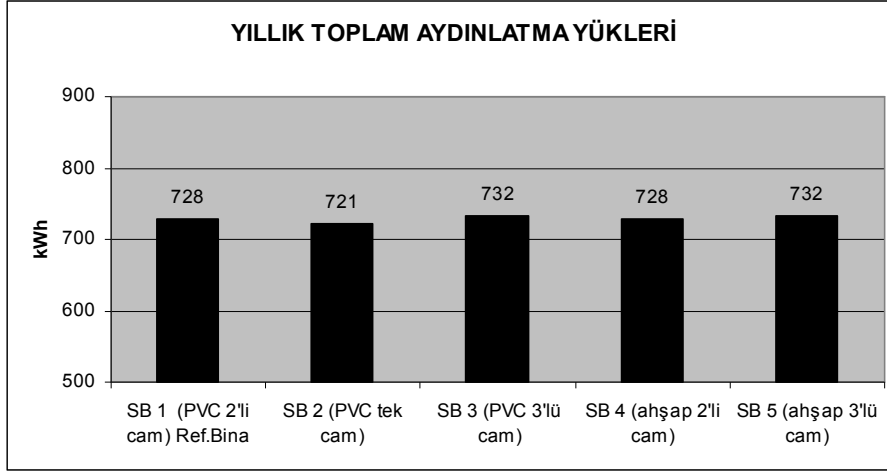
Şekil 6.23’te ele alınan referans bina ve saydam bileşen türü değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.23 : Saydam bileşen türü alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Saydam bileşen türü alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif PVC 3’lü cam (SB 3), en yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatif ise PVC tek camdır (SB 2).

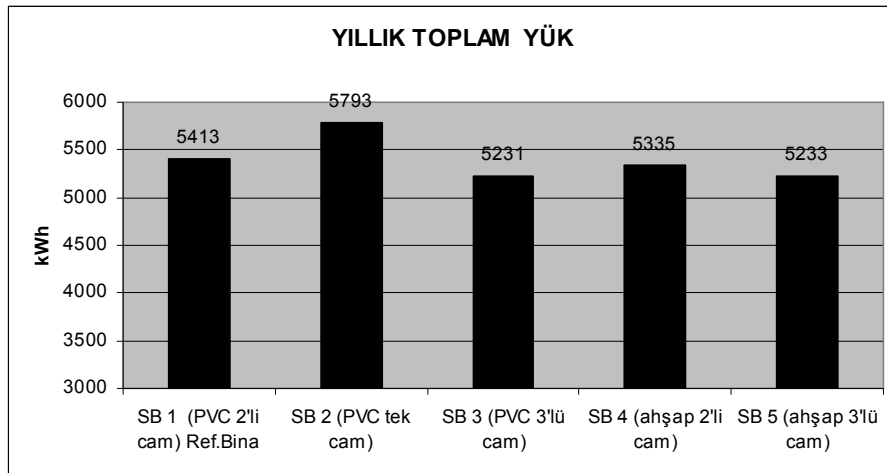
Şekil 6.24'te ele alınan referans bina ve saydam bileşen türü değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.24 : Saydam bileşen türü alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması

Saydam bileşen türü alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif PVC tek cam (SB 2), en yüksek aydınlatma yükünü sağlayan alternatifler PVC ve ahşap üçlü camdır (SB 3-5).

Şekil 6.25'te ele alınan referans bina ve saydam bileşen türü değiştirilerek elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.25 : Saydam bileşen türü alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması

Saydam bileşen türü alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü sağlayan alternatif PVC üçlü cam (SB 3) ve ahşap üçlü cam (SB 5), en yüksek toplam yükü sağlayan alternatif PVC tek camdır (SB 2).

Çizelge 6.6'da saydam bileşen türü alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

Çizelge 6.6 : Saydam bileşen türü alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	SB 1 (PVC 2'li cam) Ref. Bina	SB 2 (PVC tek cam)	SB 3 (PVC 3'lü cam)	SB 4 (ahşap 2'li cam)	SB 5 (ahşap 3'lü cam)
Yıllık toplam ısıtma yükü	2483	2612	2373	2390	2374
Yüzdelik değişim		5,20%	-4,43%	-3,75%	-4,39%

Yıllık toplam soğutma yükü	2202	2460	2126	2217	2127
Yüzdelik değişim		11,72%	-3,45%	0,68%	-3,41%

Yıllık toplam aydınlatma yükü (kWh)	728	721	732	728	732
Yüzdelik değişim		-0,96%	0,55%	0,00%	0,55%

Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5793	5231	5335	5233
Yüzdelik değişim		7,02%	-3,36%	-1,44%	-3,33%

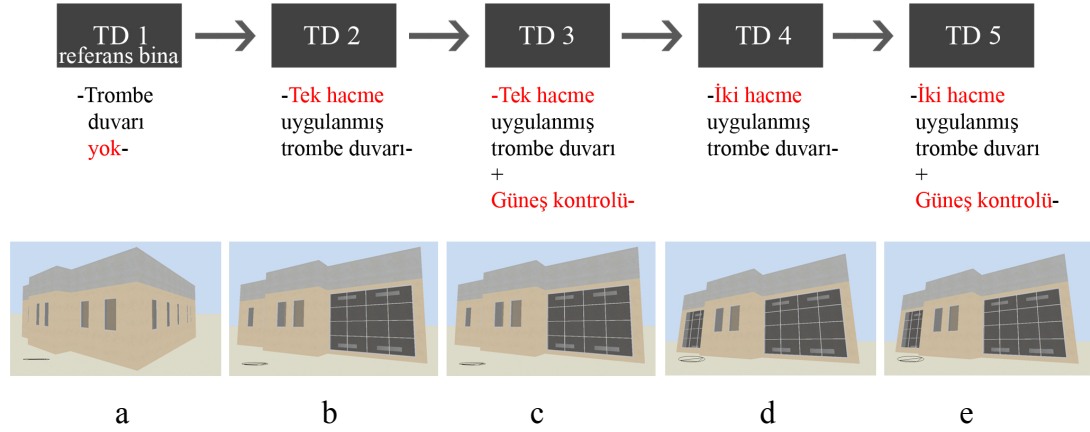
6.4.2.3 Opak ve saydam bileşen (trombe duvar sistemi) alternatiflerin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Bu adımda, referans binanın güney cephesinde opak ve saydam bileşenler trombe duvarı oluşturacak şekilde değiştirilmiştir.

Trombe duvarı uygulaması bezen soğutma amaçlı da kullanılmasına rağmen, başlıca kullanım amacı pasif ısıtmadır ve genellikle soğuk ve ılımlı bölgeler için düşünülmelidir (Torcellini, 2004). Bu yaklaşım gereğince soğutma açısından etkili olamayacağı bilinmekle birlikte, referans binada ısıtma yüküne olan etkisini irdelemek, sistemi teorik olarak denemek ve ayrıca ele alınan enerji simülasyon programında da yer alması sebebiyle trombe duvar uygulaması yapılmıştır.

Trombe duvarı uygulaması mevcut olmayan referans bina ve trombe duvarının referans binaya entegre edilmiş durumları arasında enerji harcaması açısından

farklılıklar simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırma yoluyla saptanmıştır. Şekil 6.26'da referans bina ve referans binaya trombe duvarı uygulanarak elde edilen alternatifler gösterilmektedir.



Şekil 6.26 : Referans binanın trombe duvarı alternatifleri

Referans bina (TD 1) kabuğunda trombe duvarı uygulaması bulunmamaktadır. (Şekil 6.26-a)

Alternatif TD 2, trombe duvarının bir hacime uygulanması ile oluşturulan alternatiftir. (Şekil 6.26-b)

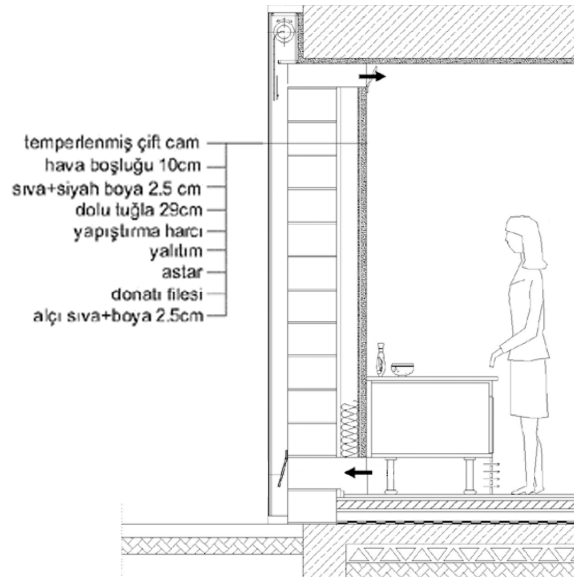
Alternatif TD 3, bir hacime uygulanan trombe duvarının aşırı ısınmasını önlemek amacı ile cam yüzey ile depolayıcı duvar arasına açılıp, kapanabilen stor uygulaması ilave edilen alternatiftir. (Şekil 6.26-c)

Alternatif TD 4, trombe duvarının iki hacime uygulanması ile oluşturulan alternatiftir. (Şekil 6.26-d)

Alternatif TD 5, iki hacime uygulanan ve trombe duvarlarının aşırı ısınmasını önlemek amacı ile TD III'deki gibi cam yüzey ile depolayıcı duvar arasına açılıp, kapanabilen stor uygulaması ilave edilen alternatiftir. (Şekil 6.26-e)

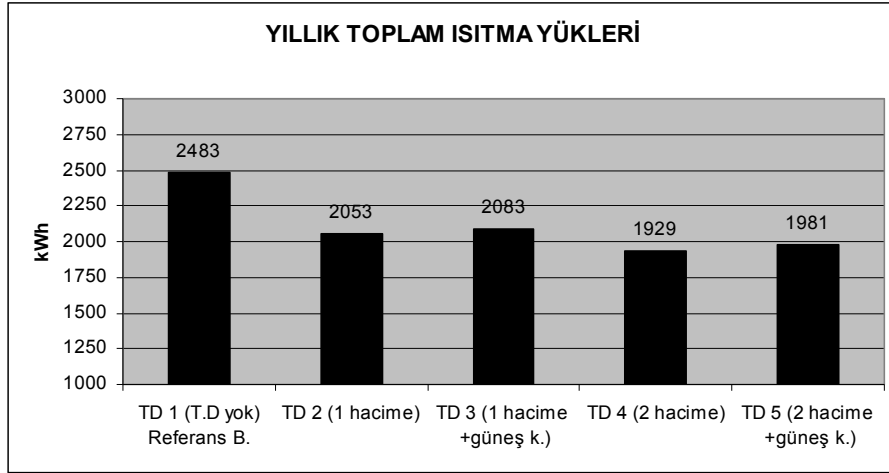
Trombe duvarı uygulanan alternatiflerde kullanıcı konforunun ısıtmanın istendiği (kış dönemi) ve istenmediği dönemler (yaz mevsimi) süresince sağlanabilmesi ve sistemin veriminin artırılması için cam ile duvar yüzeyi arasına uygulanan güneş kontrolü elemanı stor, yaz dönemi gündüz ve kış dönemi gece süresince açık durumda tutularak ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri hesaplanmıştır.

Şekil 6.27'de uygulanan trombe duvarının kesiti verilmektedir.



Şekil 6.27 : Trombe duvarı kesit

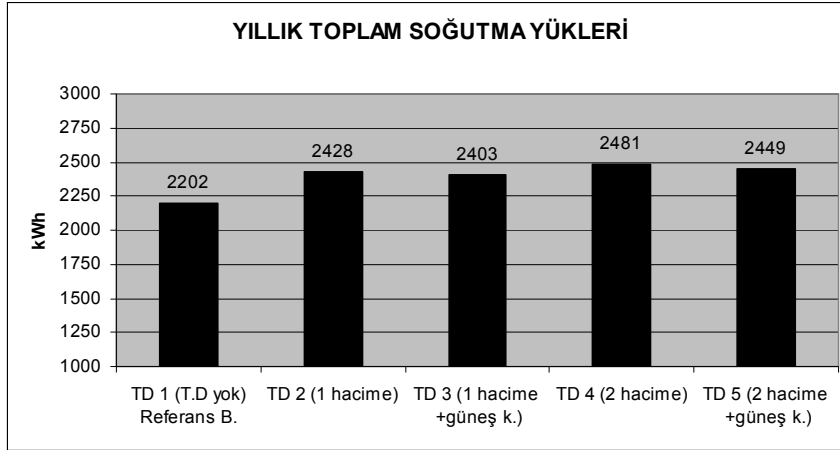
Şekil 6.28’de ele alınan referans bina ve trombe duvarı uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.28 : Trombe duvarı alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Trombe duvarı alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarıdır (TD 4). En yüksek ısıtma yükünü trombe duvarının bulunmadığı referans bina (TD 1) sağlamıştır.

Şekil 6.29’da ele alınan referans bina ve trombe duvarı uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

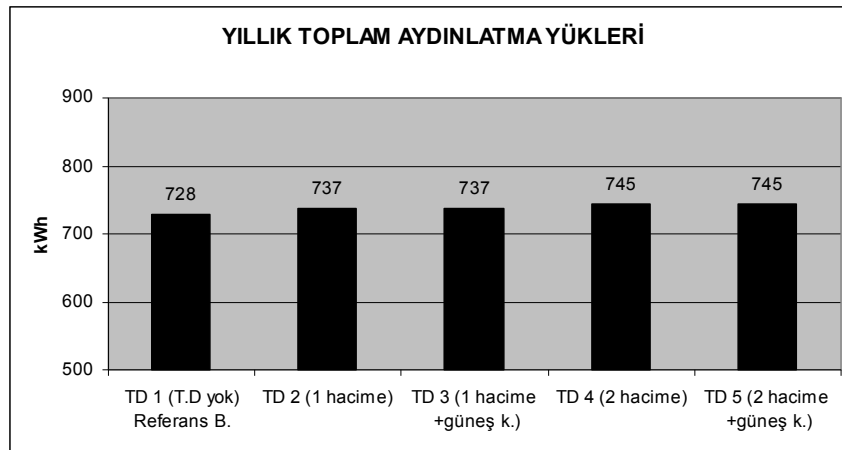


Şekil 6.29 : Trombe duvarı alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Trombe duvarı alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü trombe duvarının bulunmadığı referans bina-TD 1 sağlamıştır. En yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarıdır (TD 4).

Trombe duvarı sisteminin soğutma yüklerini artırdığı görülmüştür. Bilindiği gibi, trombe duvarı sistemlerinde yaz koşullarında iç hacimlerde konfor koşullarını sağlayabilmek için dış duvar ile cam yüzeyi arasında sıcaklığı artarak yükselen havanın dışarı atılması yoluyla soğutma yüklerinin azaltılması sağlanabilmektedir. Ancak tez kapsamında kullanılan enerji simülasyon programının bu tür bir sistem için hesaplamada yetersiz olduğu düşünülmektedir.

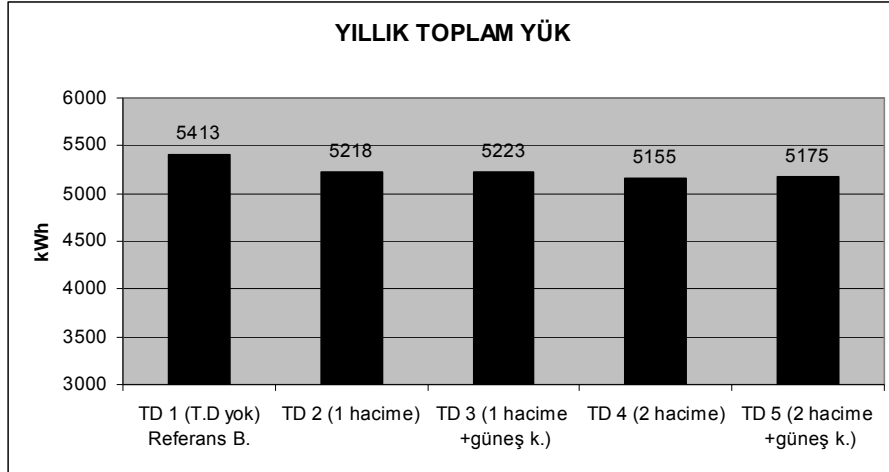
Şekil 6.30'da ele alınan referans bina ve trombe duvarı uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.30 : Trombe duvarı alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması

Trombe duvarı alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü trombe duvarının bulunmadığı referans bina-TD 1 sağlamıştır. En yüksek aydınlatma yükünü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarı uygulamalarıdır (TD 4-5).

Şekil 6.31’de ele alınan referans bina ve trombe duvarı uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.31 : Trombe duvarı alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması

Trombe duvarı alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarı uygulamasıdır (TD 4). En yüksek toplam yükü trombe duvarının bulunmadığı referans bina-TD 1 sağlamıştır.

Simülasyon programı sonuçlarına göre trombe duvarı sistemi alternatiflerinin enerji harcaması karşılaştırmalarına bakıldığında, trombe duvarı binanın bir hacmine entegre edildiğinde, referans binaya oranla binanın ısıtma yükü azalmakta, soğutma yükü ise artmaktadır (TD 2). Uygulanan trombe duvarı sisteminin yaz ve gündüz dönemlerinde aşırı ısınmasını önleyebilmek amacı ile güneş kontrol elemanları entegre edilmiştir (TD 3). Bu durumda ısıtma yükü artmış, soğutma yükü ise azalmıştır. Trombe duvarından elde edilen verimi artırabilmek amacı ile trombe duvarı bir hacme daha entegre edilmiş (TD 4) ve yine sistemin yaz ve gündüz periyotlarında aşırı ısınmasını önlemek amacı ile güneş kontrol elemanları ile önlem oluşturulmuştur (TD 5).

Çizelge 6.7’de trombe duvarlarının alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

Çizelge 6.7 : Trombe duvarı alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	TD 1 (TD yok) Ref.Bina	TD 2 (1 hacime)	TD 3 (1hacime+ Güneş k.)	TD 4 (2 hacime)	TD 5 (2hacime+ Güneş k.)
Yıllık toplam ısıtma yükü (kWh)	2483	2053	2083	1929	1981
Yüzdelik değişim		-17,32%	-16,11%	-22,31%	-20,22%

Yıllık toplam soğutma yükü	2202	2428	2403	2481	2449
Yüzdelik değişim		10,26%	9,13%	12,67%	11,22%

Yıllık toplam aydınlatma yükü	728	737	737	745	745
Yüzdelik değişim		1,24%	1,24%	2,34%	2,34%

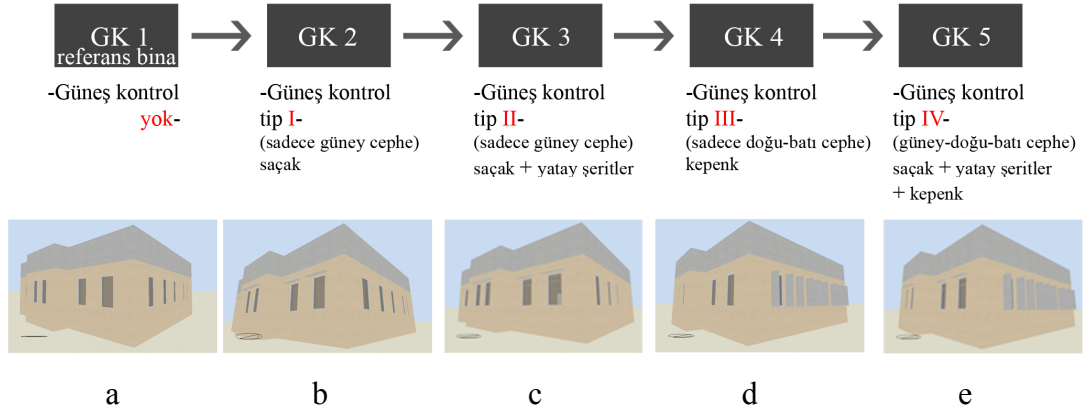
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5218	5223	5155	5175
Yüzdelik değişim		-3,60%	-3,51%	-4,77%	-4,40%

Bölümün başında da belirtildiği gibi trombe duvarının başlıca kullanımı ısıtma amaçlı olmakla birlikte, yaz döneminde dış duvar ve cam tabakası arasındaki sıcak havanın bina içine alınmadan dışarı atılması ve strüktürün gece serinlemesi yoluyla soğutma amaçlı da yarar sağladığı bilinmektedir. Ancak bu tür verileri ele alarak gereken hassasiyet ile hesaplayacak programlara ihtiyaç duyulmaktadır.

6.4.2.4 Güneş kontrolü alternatiflerinin enerji yüklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması

Bu adımda, enerji harcamalarının azaltılmasında etkili olan bina tasarım parametrelerinden bir diğeri olan “güneş kontrol elemanlarının” enerji kullanımı yönünden yarattığı etkinin saptanması hedeflenmiştir. Bu amaçla ele alınan referans bina ve referans binaya güneş kontrol elemanlarının entegre edildiği alternatifler oluşturulmuş, enerji simülasyon programı aracılığı ile bu alternatifler sayısal karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilerek elde edilen değerler açıklanmıştır.

Şekil 6.32’de referans bina ve referans binaya güneş kontrol elemanları uygulanarak elde edilen alternatifler gösterilmektedir.



Şekil 6.32 : Referans binanın güneş kontrol elemanları alternatifleri

Referans bina (GK 1) kabuğunda herhangi bir güneş kontrol elemanı bulunmamaktadır. (Şekil 6.32-a)

Alternatif GK 2, binanın sadece güney yönüne güneş kontrol elemanlarının uygulandığı alternatiftir. Referans binanın güney cephesindeki pencere yüzeyleri üst hizasına yatay saçaklar uygulanmıştır. (Şekil 6.32-b)

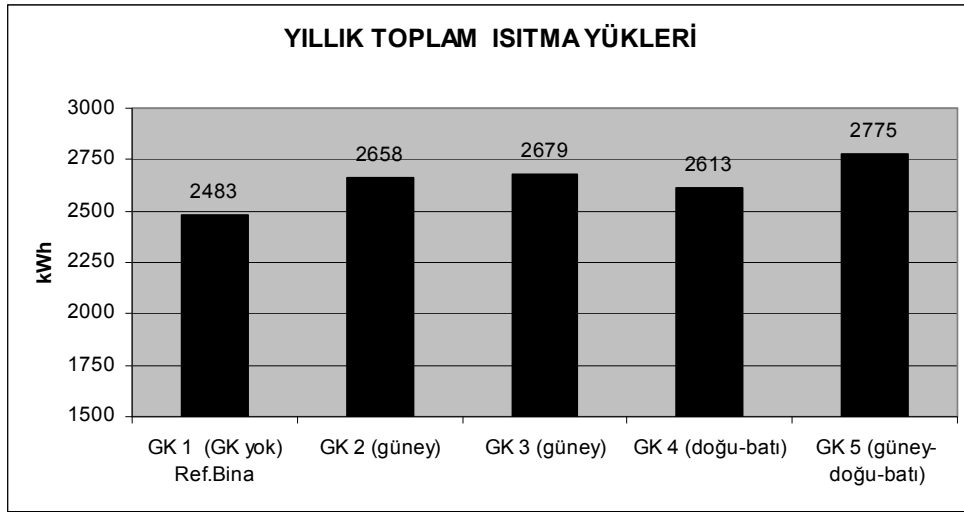
Alternatif GK 3, binanın sadece güney yönüne güneş kontrol elemanlarının uygulandığı alternatiftir. Alternatif GK2’deki güney cephesindeki saçak uygulamasına ek olarak pencere yüzeyi üzerine açıları kontrol edilebilen yatay şerit güneş kontrol elemanları uygulanmıştır. (Şekil 6.32-c)

Alternatif GK 4, binanın sadece doğu ve batı yönlerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı alternatiftir. Referans binanın doğu ve batı cephesindeki pencere yüzeyleri üzerinde düşey, açılıp kapanabilen kepenk güneş kontrol elemanları uygulanmıştır. (Şekil 6.32-d)

Alternatif GK 5, binanın kuzey yönü haricindeki bütün cephelerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı alternatiftir. Referans binanın güney cephesindeki pencere yüzeyleri üst hizasına yatay saçaklar, pencere yüzeyi üzerine açıları kontrol edilebilen yatay şerit güneş kontrol elemanları ve doğu ve batı yönlerine ise pencere yüzeyleri üzerinde düşey, açılıp kapanabilen kepenk güneş kontrol elemanları uygulanmıştır. (Şekil 6.32-e)

Alternatiflerde güney cepheye uygulanan saçaklar sabit bir gölgeleme elemanıdır. Güneş kontrol elemanları uygulanan alternatiflerde ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri hesaplanırken, doğu-batı cephelerindeki kepenkler tanımlanmış olan iç ortam hava sıcaklığı 25°C'nin aşılması durumunda gündüz periyodunda kapalı duruma gelmekte; güney cephesinin pencere yüzeyi üzerine uygulanan yatay şerit elemanların açıları da yine tanımlanmış iç ortam hava sıcaklığın aşıldığı durumlarda değişmektedir.

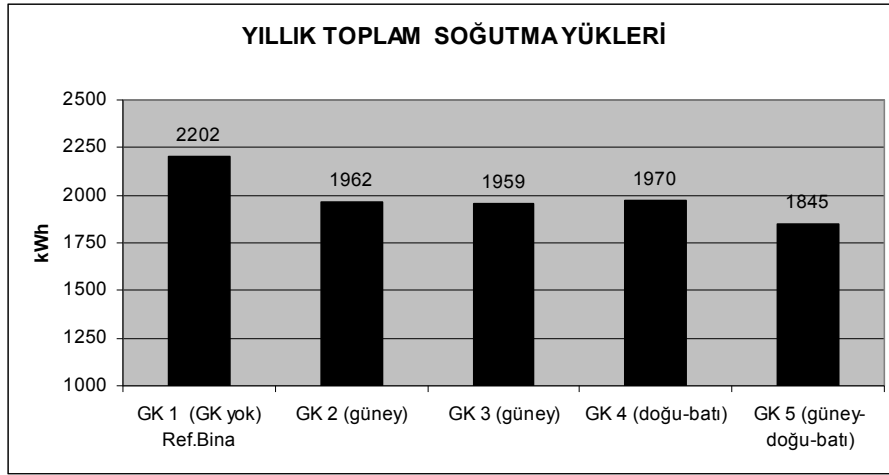
Şekil 6.33'de ele alınan referans bina ve güneş kontrol elemanları uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.33 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için ısıtma yüklerinin karşılaştırılması

Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır. En yüksek ısıtma yükünü sağlayan alternatif güney, doğu ve batı yönlerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı GK 5'tir.

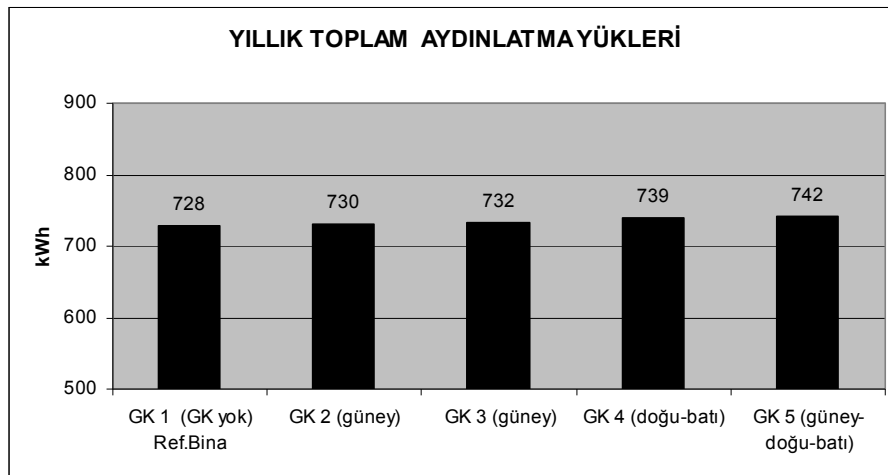
Şekil 6.34'de ele alınan referans bina ve güneş kontrol elemanları uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.34 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için soğutma yüklerinin karşılaştırılması

Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif güney, doğu ve batı yönlerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı GK 5'tir. En yüksek soğutma yükünü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır.

Şekil 6.35'de ele alınan referans bina ve güneş kontrol elemanları uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

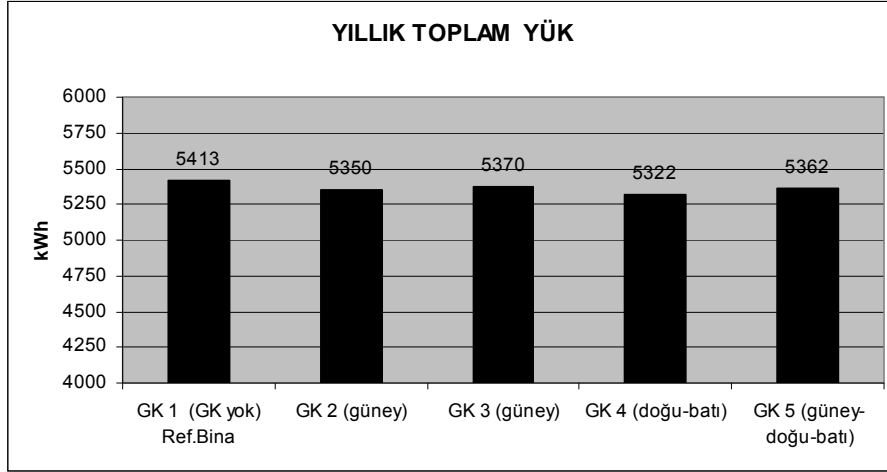


Şekil 6.35 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması

Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır. En yüksek aydınlatma

yükünü sağlayan alternatif güney, doğu ve batı yönlerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı GK 5'tir.

Şekil 6.36'da ele alınan referans bina ve güneş kontrol elemanları uygulanarak elde edilen alternatifleri için yıllık toplam yüklerin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.36 : Güneş kontrol elemanları alternatifleri için toplam yüklerinin karşılaştırılması

Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü sağlayan alternatif sadece doğu ve batı yönlerinde güneş kontrol elemanlarının bulunduğu GK 4'tir. En yüksek toplam yükü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır.

Çizelge 6.8 : Güneş kontrol elemanları alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

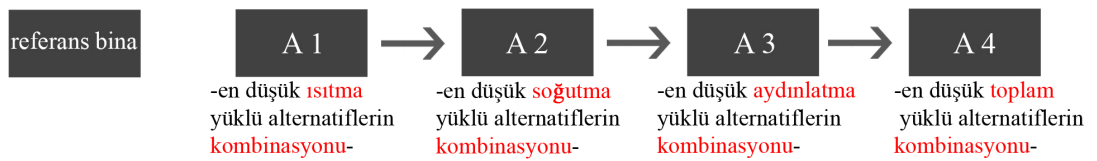
	GK 1 (G.K yok)	GK 2 (sadece güney)	GK 3 (sadece güney)	GK 3 (sadece doğu-batı)	GK 3 (güney doğu- batı)
Yıllık toplam ısıtma yükü (kWh)	2483	2658	2679	2613	2775
Yüzdelik değişim		7,05%	7,89%	5,24%	11,76%
Yıllık toplam soğutma yükü (kWh)	2202	1962	1959	1970	1845
Yüzdelik değişim		-10,90%	-11,04%	-10,54%	-16,21%
Yıllık toplam aydınlatma yükü	728	730	732	739	742
Yüzdelik değişim		0,27%	0,55%	1,51%	1,92%
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	5350	5370	5322	5362
Yüzdelik değişim		-1,16%	-0,79%	-1,68%	-0,94%

Çizelge 6.8’de güneş kontrol elemanları alternatiflerinin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

6.5 Geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin seçilmesi

Bu aşamada, elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma (A1), en düşük soğutma (A2), en düşük aydınlatma (A3) ve en düşük toplam yükü (A4) sağlayan tasarım parametreleri alternatiflerinin kombinasyonları oluşturulmuş, yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri sayısal olarak saptanmış ve karşılaştırılmıştır.

Şekil 6.37’de referans bina ve en düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları gösterilmektedir.



Şekil 6.37 : En düşük ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları ve referans bina

- A 1, en düşük ısıtma yükünü sağlayan YD 8, OB 5, SO 5, SB 3, GK 1 alternatiflerinin kombinasyonudur.
- A 2, en düşük soğutma yükünü sağlayan YD 5, OB 1, SO 1, SB 3, GK 5 alternatiflerinin kombinasyonudur.
- A 3, en düşük aydınlatma yükünü sağlayan YD 5, OB 2, SO 5, SB 2, GK 1 alternatiflerinin kombinasyonudur.
- A 4, en düşük toplam yükü sağlayan YD 1, OB 1, SO 1, SB 3, GK 4 alternatiflerinin kombinasyonudur.

Çizelge 6.9’da geliştirilen bütün alternatiflerin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükleri verilmiş ve geliştirilen alternatifler arasında en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yük değerlerini sağlayan alternatifler gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 : Geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin seçilmesi

		YILLIK TOPLAM ISITMA YÜKÜ kWh	YILLIK TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ-kWh	YILLIK TOPLAM AYDINLATMA YÜKÜ-kWh	YILLIK TOPLAM YÜK -kWh
I- Binanın Yönlendiriliş Durumu Alternatifleri	YD 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	YD 2	2902	2337	726	5965
	YD 3	3159	2275	720	6154
	YD 4	3262	2214	710	6186
	YD 5	2975	2176	707	5858
	YD 6	2767	2519	708	5994
	YD 7	2493	2548	716	5757
	YD 8	2417	2595	724	5736
II-A Opak Bileşen Alternatifleri	OB 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	OB 2	2120	2922	727	5769
	OB 3	2158	2961	727	5846
	OB 4	2095	2903	727	5725
	OB 5	2026	2901	728	5655
II-B-1 Saydamlık Oranı Alternatifleri	SO 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	SO 2	2196	2821	711	5728
	SO 3	2054	3699	706	6459
	SO 4	1962	4169	702	6833
	SO 5	1889	4655	698	7242
II-B-2 Saydam Bileşen Türü Alternatifleri	SB 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	SB 2	2612	2460	721	5793
	SB 3	2373	2126	732	5231
	SB 4	2390	2217	728	5335
	SB 5	2374	2127	732	5233
II-C Trombe Duvarı Alternatifleri	TD 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	TD 2	2053	2428	737	5218
	TD 3	2083	2403	737	5223
	TD 4	1929	2481	745	5155
	TD 5	1981	2449	745	5175
III- Güneş Kontrol Elemanları Alternatifleri	GK 1 Referans B.	2483	2202	728	5413
	GK 2	2658	1962	730	5350
	GK 3	2679	1959	732	5370
	GK 4	2613	1970	739	5322
	GK 5	2775	1845	742	5362

Bölüm 6.4.2.3’de açıklandığı gibi, tez kapsamında kullanılan enerji simülasyon programının trombe duvarı sisteminin soğutma yükleri için gerekli hesaplamalarda yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ele alınan parametrelerden olan trombe duvarı sistemi, bu bölümde geliştirilen alternatifler arasında en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yük değerleri taşıyan kombinasyonları oluştururken ele alınmamıştır. Ancak trombe duvarı sisteminin başlıca ısıtmada kullanılması yaklaşımından hareketle, trombe duvarının ısıtma yüklerine katkısını irdelemek için en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatifler kombinasyonu, trombe duvarının olduğu varsayımı ile de oluşturulmuştur. A1-TD bu alternatifler kombinasyonunu tanımlamaktadır.

Çizelge 6.10’da en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A1) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yük değerleri verilmektedir.

Çizelge 6.10 : En düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A1) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü

EN DÜŞÜK ISITMA YÜKÜ SAĞLAYAN ALTERNATİFLERİN KOMBİNASYONU (A1)	
Yıllık toplam ısıtma yükü	1302 kWh
Yıllık toplam soğutma yükü	5614 kWh
Yıllık toplam aydınlatma yükü	696 kWh
TOPLAM	7612 kWh

Çizelge 6.11’de en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A2) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yük değerleri verilmektedir.

Çizelge 6.11 : En düşük soğutma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A2) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü

EN DÜŞÜK SOĞUTMA YÜKÜ SAĞLAYAN ALTERNATİFLERİN KOMBİNASYONU (A2)	
Yıllık toplam ısıtma yükü	3082 kWh
Yıllık toplam soğutma yükü	1960 kWh
Yıllık toplam aydınlatma yükü	732 kWh
TOPLAM	5774 kWh

Çizelge 6.12’de en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A3) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yük değerleri verilmektedir.

Çizelge 6.12 : En düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A3) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü

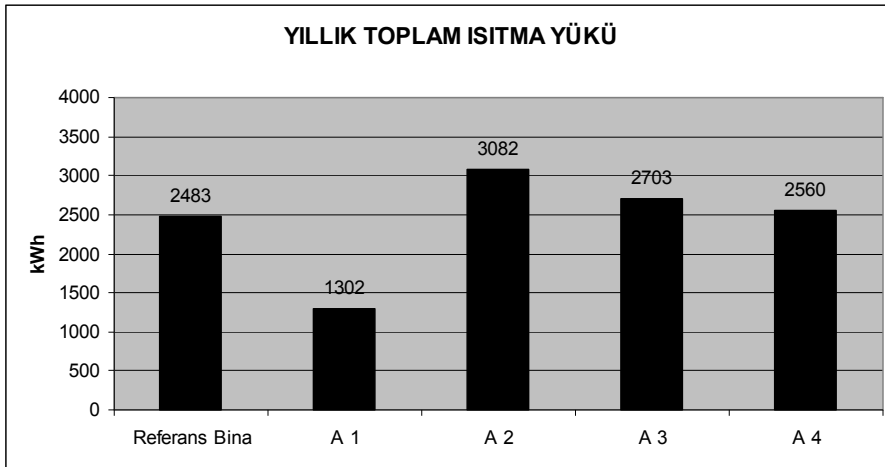
EN DÜŞÜK AYDINLATMA YÜKÜ SAĞLAYAN ALTERNATİFLERİN KOMBİNASYONU (A3)	
Yıllık toplam ısıtma yükü	2703 kWh
Yıllık toplam soğutma yükü	5217 kWh
Yıllık toplam aydınlatma yükü	686 kWh
TOPLAM	8606 kWh

Çizelge 6.13’de en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A4) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yük değerleri verilmektedir.

Çizelge 6.13 : En düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A4) için ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yükü

EN DÜŞÜK TOPLAM YÜKÜ SAĞLAYAN ALTERNATİFLERİN KOMBİNASYONU (A4)	
Yıllık toplam ısıtma yükü	2560 kWh
Yıllık toplam soğutma yükü	1994 kWh
Yıllık toplam aydınlatma yükü	742 kWh
TOPLAM	5296 kWh

Şekil 6.38’de geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin ısıtma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

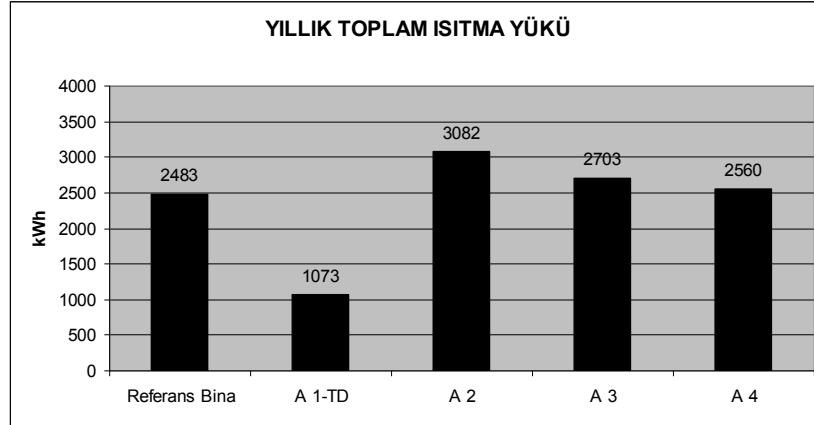


Şekil 6.38 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin ısıtma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş)

En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif A1 (en düşük ısıtma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu), en yüksek ısıtma yükünü sağlayan alternatif A2’dir (en düşük soğutma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu).

Şekil 6.39, en düşük ısıtma yükü alternatiflerine trombe duvarı alternatifinin de

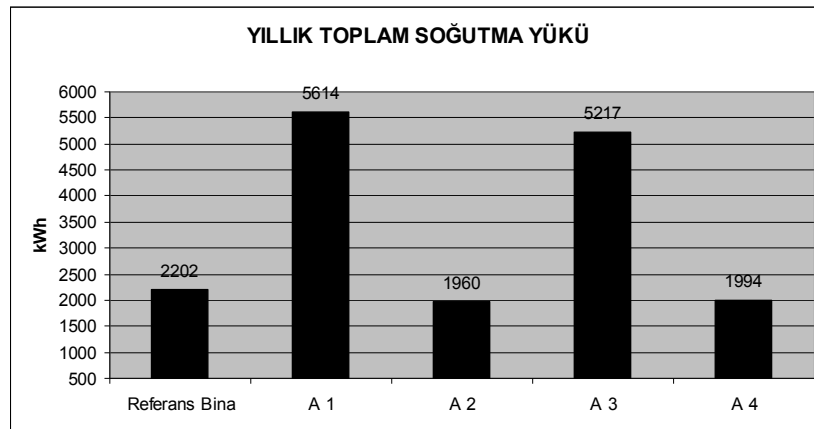
katılarak oluşturulan alternatifler kombinasyonu (A1-TD) ile diğer alternatiflerin sağladığı ısıtma yüklerinin karşılaştırılmasını vermektedir.



Şekil 6.39 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin ısıtma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmiş)

En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin yıllık toplam ısıtma yükleri karşılaştırıldığında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif A1-TD (en düşük ısıtma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu), en yüksek ısıtma yükünü sağlayan alternatif A2'dir (en düşük soğutma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu).

Görüldüğü üzere en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu oluşturulurken trombe duvarı sisteme entegre edilmediğinde (A 1) toplam ısıtma yükü 1302 kWh (Şekil 6.38), entegre edildiğinde (A 1-TD) ise 1073 kWh'dır (Şekil 6.39). Trombe duvarı uygulaması ile ısıtma yükünün %18 oranında azaldığı görülmektedir.

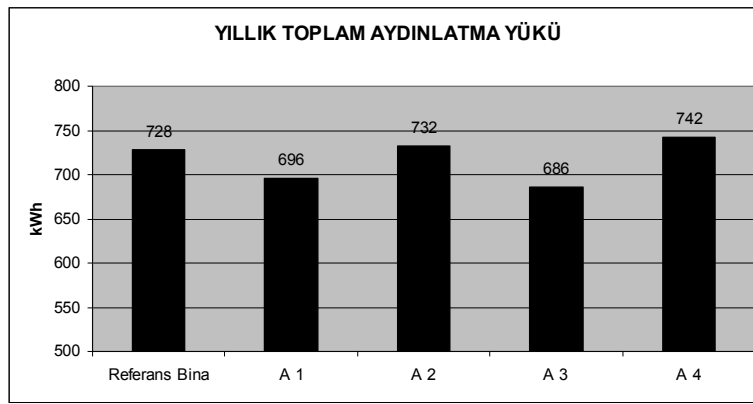


Şekil 6.40 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin soğutma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş)

Şekil 6.40'da geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin soğutma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

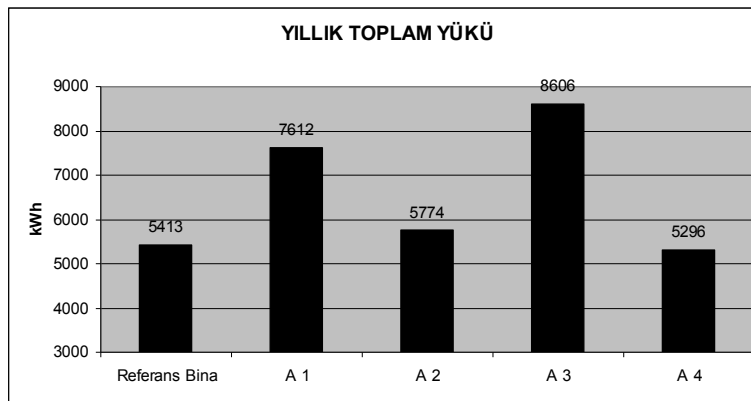
En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin yıllık toplam soğutma yükleri karşılaştırıldığında en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif A2 (en düşük soğutma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu), en yüksek soğutma yükünü sağlayan alternatif A1'dir (en düşük ısıtma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu).

Şekil 6.41'de geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin aydınlatma yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.



Şekil 6.41 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin aydınlatma yüklerinin karşılaştırılması (Trombe duvar sistemi kombinasyona dahil edilmemiş)

En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin yıllık toplam aydınlatma yükleri karşılaştırıldığında en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif A3 (en düşük aydınlatma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu), en yüksek aydınlatma yükünü sağlayan alternatif A4'dir (en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu).



Şekil 6.42 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin toplam yüklerinin karşılaştırılması

Şekil 6.42’de geliştirilen alternatifler arasında en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin toplam yüklerinin karşılaştırma sonuçları verilmektedir.

En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin yıllık toplam yükleri karşılaştırıldığında en düşük toplam yükü A 4 (en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu) sağlamıştır. En yüksek toplam yükü sağlayan alternatif A3’dür (en düşük aydınlatma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu).

Çizelge 6.14’de geliştirilen en düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam yüklerinin referans binanın yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri ile karşılaştırıldığında gözlemlenen yüzdelik değişimler verilmiştir.

Çizelge 6.14 : En düşük enerji harcamasını sağlayan alternatiflerinin, referans binaya göre enerji yüklerinin değişim miktar ve oranları

	Referans Bina	En düşük ısıtma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A1)	En düşük soğutma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A2)	En düşük aydınlatma yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A3)	En düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonu (A4)
Yıllık toplam ısıtma yükü (kWh)	2483	1302	3082	2703	2560
Yüzdelik değişim		-47,56%	24,12%	8,86%	3,10%
Yıllık toplam soğutma yükü(kWh)	2202	5614	1960	5217	1994
Yüzdelik değişim		154,95%	-10,99%	136,92%	-9,45%
Yıllık toplam aydınlatma yükü	728	696	732	686	742
Yüzdelik değişim		-4,40%	0,55%	-5,77%	1,92%
Yıllık toplam yük (kWh)	5413	7612	5774	8606	5296
Yüzdelik değişim		40,62%	6,67%	58,99%	-2,16%

6.6 Uygulama Çalışmasının Sonuçları

Bu bölümde seçilen referans binanın enerji performansı ile tasarım parametrelerine ilişkin oluşturulan alternatiflerin enerji performansının karşılaştırılması ile elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.

Önceki bölümlerde açıklandığı gibi çalışmada ayrıca, enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi için elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yükü sağlayan

alternatiflerin kombinasyonları oluşturulmuş, yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yükleri sayısal olarak saptanmış ve karşılaştırılmıştır.

Çalışmada geliştirilen alternatiflerin enerji performansının ortaya konulması amacıyla alternatiflerin hesaplanan enerji yükleri referans binanın enerji yükleri ile karşılaştırıldığında, her bir alternatifin referans binaya göre enerji yükleri değişim yüzdeleri çizelge 6.15’de verilmiştir.

Çizelge 6.15 aracılığı ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Yönlendiriliş durumu alternatifleri arasında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif güneybatı yönlendirilişi (YD 8), en düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif kuzey yönlendirilişi (YD 5), en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif kuzey yönlendirilişi (YD 5) olup, en düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükünü güney yönlendirilişine sahip referans bina-YD 1 sağlamıştır.
- Opak bileşen alternatifleri arasında en düşük ısıtma yükünü, opak bileşen malzemesi kerpiç olan alternatif (OB 5) sağlamış olup, en düşük soğutma yükünü ve en düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükü opak bileşen malzemesi tuğla olan referans bina-OB 1 sağlamıştır.
- Saydamlık oranı alternatifleri arasında en düşük ısıtma yükünü binanın toplam saydamlık oranının % 30 olduğu alternatif (SO 5), en düşük soğutma yükünü binanın toplam saydamlık oranının % 10 olduğu referans bina-SO 1 , en düşük aydınlatma yükünü binanın toplam saydamlık oranının % 30 olduğu alternatif (SO 5) ve en düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükünü binanın toplam saydamlık oranının % 10 olduğu referans bina-SO 1 sağlamıştır.
- Saydam bileşen türü alternatifleri arasında en düşük ısıtma ve soğutma yükünü sağlayan alternatif PVC 3’lü cam (SB 3), en düşük aydınlatma yükünü sağlayan alternatif PVC tek cam (SB 2) ve en düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükü sağlayan alternatif PVC üçlü camdır (SB 3).
- Trombe duvarı alternatifleri arasında en düşük ısıtma yükünü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarı (TD 4) dır. En düşük soğutma

yükünü ve en düşük aydınlatma yükünü trombe duvarının bulunmadığı referans bina-TD 1 sağlamıştır. En düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükü sağlayan alternatif, 2 hacime uygulanan trombe duvarı uygulamasıdır (TD 4).

- Güneş kontrol alternatifleri irdelendiğinde en düşük ısıtma yükünü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır. En düşük soğutma yükünü sağlayan alternatif güney, doğu ve batı yönlerine güneş kontrol elemanlarının uygulandığı GK 5 alternatifidir. En düşük aydınlatma yükünü herhangi bir güneş kontrol elemanının bulunmadığı referans bina-GK 1 sağlamıştır. En düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükü sağlayan alternatif sadece doğu ve batı yönlerinde güneş kontrol elemanlarının bulunduğu GK 4'dür.
- En düşük ısıtma yükü, en düşük soğutma yükü, en düşük aydınlatma yükü ve en düşük toplam (ısıtma+soğutma+aydınlatma) yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları sırası ile A1, A2, A3, A4 ile referans bina sağladıkları enerji yükleri açısından karşılaştırıldığında,
 - A1 referans binaya göre ısıtma yüklerinde % 47,56 oranında azalma sağlamakta, A2 referans binaya göre soğutma yüklerinde % 10,99 oranında azalma sağlamakta, A3 referans binaya göre aydınlatma yüklerinde % 5,77 azalma sağlamakta, A4 ise referans binaya göre toplam enerji yüklerinde ancak % 2,16 oranında azalma sağlayabilmektedir.

Çizelge 6.15'de yapılan sayısal karşılaştırmalardan görüldüğü gibi bu çalışma, tasarım parametrelerinin farklı değerlerinin oluşturduğu alternatifler ile bu alternatiflerin kombinasyonlarının yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma ve toplam enerji yüklerine etkisini irdeleyerek, mevcut referans binanın performansının ortaya konulmasını hedeflemiş olup, sınırlı sayıda alternatif ile gerçekleştirilen bir değerlendirme çalışmasıdır. Burada mevcut binanın performansını artırıcı alternatifler seçilebilir. Ancak optimum değerler kombinasyonunun belirlenebilmesi için farklı tasarım parametre değerlerinin birbirleri ile oluşturabileceği farklı kombinasyonlar için enerji yüklerinin belirlenerek, maliyet kriterinin de ele alınması yararlı olacaktır.

Çizelge 6.15 : Bütüncül karşılaştırma sonuçları çizelgesi (Uygulama sonuçları)

		YILLIK TOPLAM ISITMA YÜKÜ	YILLIK TOPLAM SOĞUTMA YÜKÜ	YILLIK TOPLAM AYDINLATMA YÜKÜ	YILLIK TOPLAM YÜK
I- Bina'nın Yönlendiriliş Durumu Alternatifleri	YD 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	YD 2	(+) %16,87	(+) %6,13	(-) %0,27	(+) %10,20
	YD 3	(+) %27,23	(+) %3,32	(-) %1,10	(+) %13,69
	YD 4	(+) %31,37	(+) %0,54	(-) %2,47	(+) %14,28
	YD 5	(+) %19,81	(-) %1,18	(-) %2,88	(+) %8,22
	YD 6	(+) %11,44	(+) %14,40	(-) %2,75	(+) %10,73
	YD 7	(+) %0,40	(+) %15,71	(-) %1,65	(+) %6,36
	YD 8	(-) %2,66	(+) %17,85	(-) %0,55	(+) %5,96
II-A Opak Bileşen Alternatifleri	OB 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	OB 2	(-) %14,62	(+) %32,70	(-) %0,14	(+) %6,58
	OB 3	(-) %13,09	(+) %34,47	(-) %0,14	(+) %8
	OB 4	(-) %15,63	(+) %31,83	(-) %0,14	(+) %5,76
	OB 5	(-) %18,41	(+) %31,74		(+) %4,47
II-B-1 Saydamlık Oranı Alternatifleri	SO 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	SO 2	(-) %11,56	(+) %28,11	(-) %2,34	(+) %5,82
	SO 3	(-) %17,28	(+) %67,98	(-) %3,02	(+) %19,32
	SO 4	(-) %20,98	(+) %89,33	(-) %3,57	(+) %26,23
	SO 5	(-) %23,92	(+) %111,40	(-) %4,12	(+) %33,79
II-B-2 Saydam Bileşen Türü Alternatifleri	SB 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	SB 2	(+) %5,20	(+) %11,72	(-) %0,96	(+) %7,02
	SB 3	(-) %4,43	(-) %3,45	(+) %0,55	(-) %3,36
	SB 4	(-) %3,75	(+) %0,68		(-) % 1,44
	SB 5	(-) %4,39	(-) %3,41	(+) %0,55	(-) % 3,33
II-C Trombe Duvarı Alternatifleri	TD 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	TD 2	(-) %17,32	(+) %10,26	(+) %1,24	(-) %3,60
	TD 3	(-) %16,11	(+) %9,13	(+) %1,24	(-) %3,51
	TD 4	(-) %22,31	(+) %12,67	(+) %2,34	(-) %4,77
	TD 5	(-) %20,22	(+) %11,22	(+) %2,34	(-) %4,40
III- Güneş Kontrol Elemanları Alternatifleri	GK 1 Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	GK 2	(+) %7,05	(-) %6,36	(+) %0,27	(-) %1,12
	GK 3	(+) %7,89	(-) %6,49	(+) %0,55	(-) %0,79
	GK 4	(+) %5,24	(-) %5,99	(+) %1,51	(-) %1,68
	GK 5	(+) %11,76	(-) %11,67	(+) %1,92	(-) %0,94
En Düşük Isıtma(A1), Soğutma(A2), Aydınlatma(A3) Toplam(A4) Yüğü Sağlayan Alternatiflerin Kombinasyonu	Referans B	2483 kWh	2202 kWh	728 kWh	5413 kWh
	A 1	(-) %47,56	(+) %154,95	(-) %4,40	(+) %40,62
	A 2	(+) %24,12	(-) %10,99	(+) %0,55	(+) %6,67
	A 3	(+) %8,86	(+) %136,92	(-) %5,77	(+) %58,99
	A 4	(+) %3,10	(-) %9,45	(+) %1,92	(-) %2,16

Bina tasarımı aşamasında belirlenen ısıtma, soğutma veya aydınlatma yüklerini azaltma önceliğinin; binanın fonksiyonu, bulunduğu konum, iklim kuşağı ve öngörülen maliyete bağlı olarak değişkenlik göstereceği açıktır. Bunun dışında kullanıcı gereksinimleri ya da tercihleri de bina tasarımı aşamasında bu önceliklerin seçimi konusunda etkindir.

Tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı istekleri, çevresel sınırlamalar gibi farklı kriterleri ele alarak, farklı tasarım parametreleri alternatifleri ile farklı kombinasyonlar oluşturulup, bu kombinasyonların sağladığı enerji yükleri değerlendirilebilir. Bu aşamada öncelik taşıyan kriterlere karar vermek ve bu kriteri sağlayan ve enerji yüklerini minimize eden alternatifler kombinasyonu oluşturmak önem taşımaktadır.

7. SONUÇLAR

Günümüzde, enerji harcamalarının önemli bir bölümü, binalarda iklimsel ve görsel konfor koşullarını sağlamak amacıyla ısıtma, soğutma ve aydınlatma amaçlı olmaktadır. Yaşanan enerji ve çevresel sorunlar karşısında, binalarda konfor koşullarının doğa ile uyumlu sistemler aracılığı ile sağlanarak doğal kaynakların korunması ve dolayısıyla harcanan enerjinin azaltılması çağdaş bir yaklaşım olarak benimsenmektedir.

Binalar, malzeme hammaddesi elde edilmesinden başlayıp binanın ömrünü tamamlamasına kadar geçen süreç içerisinde kaynak ve enerji kullanımı sonucu oluşan zararlı emisyon ve atıkların çevreye bırakılması sonucu çevresel sorunların oluşmasında büyük bir rol sahibidir. Sürekli yükselen nüfus değerlerine paralel olarak yükselen konut talebi, bina sektörünün diğer sektörlerle göre önemini daha da arttırmaktadır. Bina sektörünün kaynak ve enerji verimliliği kapsamında daha bilinçli bir şekilde ilerlemesi gereği kaçınılmazdır. Çevresel sorunlara çözüm sağlamak için bina sektörü, maliyeti ve yarattığı çevresel sorunları en aza indirmeyi amaçlayan, yenilenebilir kaynaklardan doğru ve verimli bir biçimde yarar sağlayan nitelikli bir bina üretimine yöneltilmelidir.

Nitelikli bir bina sektörünün gerektirdiği enerji verimli ve çevre dostu binaların amacı, binaların tüm yaşamı boyunca izlediği süreçlerde, enerji kullanımını ve çevreye verilen zararları minimize etmektir. Diğer bir deyişle enerji verimli ve çevre dostu binalar, tüm süreçlerde doğal enerji kaynaklarını bilinçli kullanan bütüncül bir yaklaşım ile tasarlanarak, enerji ve kaynakların doğru yönetimi ile doğaya kalıcı zarar vermeden geri dönüşümü sağlayacak yapma çevrelerin gerçekleştirilmesini olanaklı kılar.

Enerji ve kaynakların doğru yönetimi anlayışından yola çıkılarak bu çalışmada, enerji harcamalarının önemli bir bölümünün kaynağı olan binalar ele alınmış ve enerji harcamalarında etkili olan bina tasarım parametrelerinin uygun değerleri aracılığı ile bina enerji yüklerinin azaltılması hedeflenmiştir. Böylece, bina sistemi

içerisinde ihtiyaç duyulan enerji miktarını azaltan minimum enerji gereksinimli alt sistemler yaratmak ve ihtiyaç duyulan enerjinin kaynağını mümkün olduğunca pasif sistemler ile karşılamak olanaklı olabilir. Bu hedef doğrultusunda çalışmada ele alınan bir referans bina için tasarım parametreleri alternatifleri geliştirilmiş ve bu parametrelerin enerji harcamalarına etkileri irdelenmiştir.

Referans bina olarak GAP bölgesi içerisinde Şanlıurfa İli Halfeti İlçesi Yukarıgöklü Beldesi tarımköy yerleşkesinden bir konut seçilmiştir. Gelişmekte olan ve ülkemiz için önem taşıyan bu bölgede yer alan konutların enerji etkin geliştirilmesi ile sağlanılacak enerji tasarrufu da ülkemiz açısından önem taşımaktadır. Ayrıca enerji etkin önlemlerin küçük ölçekli, maliyeti düşük binalarda uygulanabilirliğinin gösterilmesi ve bu değerlendirmenin de diğer binalara örnek teşkil ederek ışık tutabilmesi hedeflenmiştir.

Bölüm 6, yapılan uygulama çalışmasını kapsamakta olup, bu uygulama çalışmasında referans bina olarak belirlenen Urfa tarımköy konutunun tasarım parametrelerine yönelik alternatifler oluşturularak, referans bina ve oluşturulan alternatiflerin yıllık ısıtma, soğutma, aydınlatma yükleri ve toplam enerji yükleri enerji simülasyon programı aracılığı ile sayısal karşılaştırmalar yoluyla saptanmıştır. Ayrıca, enerji harcamalarını azaltan uygun alternatiflerin belirlenmesi için elde edilen alternatifler arasından en düşük ısıtma, en düşük soğutma, en düşük aydınlatma ve en düşük toplam yükü sağlayan alternatiflerin kombinasyonları oluşturulmuş, bu kombinasyonların yıllık toplam enerji harcamaları birbirleri ve referans binanın enerji yükleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Değerlendirme süreci, yapımı bitmiş veya kullanılmakta olan binalara uygulandığında, binanın enerji yüklerinin azaltılması açısından gösterdiği performans düzeyinin saptanması gerekmektedir. Bu çalışmada performans düzeyi hesaplama yoluyla saptanmıştır. Bu tür bir değerlendirme süreci, binanın enerji yükleri açısından gösterdiği performansın arttırılmasına yöneliktir. Bu çalışmada geliştirilen alternatifler arasından enerji yüklerini azaltan alternatifler seçilebilir. Bu tür bir değerlendirme, daha sonra yapılacak binaların tasarımında yol gösterici sonuçlar elde etmek açısından önem taşımaktadır. Bu açıdan, bu tez çalışmasında izlenen yol aracılığı ile bundan sonra yapılacak Tarımköy konutları için enerji etkin sonuçlar elde etmede yarar sağlanabilir.

Değerlendirme sürecinin, tasarım sürecinin bir alt süreci olarak ele alınması, yapım aşamasına geçmeden projenin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu tür bir değerlendirme, uygulama projesi aşamasında binanın enerji yüklerine bağlı olarak analiz edilmesi ve tasarım parametre değerlerine ilişkin enerji korunumu açısından doğru kararlar alınması açısından önem taşımaktadır. Değerlendirme süreci sonunda, binanın enerji korunumu açısından yeterli performans gösterdiği sonucuna varılırsa, uygulama aşaması gerçekleştirilebilir. Burada istenilen performans sağlanana kadar hangi tasarım parametre değerlerinin değiştirileceği veya düzeltileceğine karar verilmesi ve istenen performans sağlanana kadar düzeltmenin tekrarlanması gerekmektedir.

Oluşturulan alternatifler arasında genel değerlendirme yapılırken, ısıtma, soğutma ve aydınlatma yükleri bir bütün olarak incelenmeli ve bina tipolojisi, binanın bulunduğu yer, iklim kuşağı ve proje için öngörülen maliyete bağlı olarak öncelikli gereksinimler göze alınmalıdır.

Tasarım aşamasında, tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı istekleri, çevresel sınırlamalar gibi farklı kriterler ele alınarak, farklı tasarım parametreleri alternatifleri ile farklı kombinasyonlar oluşturulup, bu kombinasyonların sağladığı enerji yükleri değerlendirilebilir. Bu aşamada öncelik taşıyan kritere karar vermek ve bu kriteri sağlayan ve enerji yüklerini minimize eden alternatifler kombinasyonu oluşturmak önem taşımaktadır.

Belirlenen alternatifler kombinasyonu arasından en uygun olanın seçilmesi için bu çalışmada incelenmeyen maliyet faktörünün ele alınması gerekmektedir. Isıtma, soğutma ve aydınlatma enerjisi maliyetleri hesaplanarak en düşük enerji maliyetini sağlayan alternatif seçilebilir. Bina pasif bir ısıtma, iklimlendirme sistemi niteliği kazanması hedefi için bina yapım maliyetinde meydana gelen artışın kabul edilebilir düzeyde tutulabilmesi, tasarımcının tasarım parametreleri değerleri için alacağı doğru kararlar ile elde edilebilir. Tasarımcı ve yapımcı tarafından yapılacak doğru bir fizibilitenin ardından elde edilen sistem, süreç içerisinde çevresel ve ekonomik kazanımlar bakımından çok yüksek oranlarda yarar sağlar. Bu noktada bina sektöründeki uzmanlar kadar, işverenler ve kullanıcılar da bilinçlenmeli ve enerji etkinliği sağlama çalışmaları için teşvik politikaları oluşturulmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sistemlerin yapım sektöründe kullanılabilirliğinin

arttırılması, kredi ve teşvik sistemlerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir çevrelerin yaratılması konusunda atılacak önemli adımlardır.

Ülkemizde enerji kullanımındaki artış ve çevresel etkileri göz önünde bulundurulduğunda;

- gerek mevcut yapıların enerji performansının değerlendirilerek, performansın artırılmasına yönelik alternatiflerin geliştirilmesi,
- gerekse tasarım kararları alınırken doğru sonuçlara ulaşmak, dolayısıyla bina enerji performans değerlendirmesini tasarım sürecinin bir alt süreci olarak ele almak,

büyük bir önem taşımaktadır.

Mevcut binaların enerji performansının değerlendirilmesi ve/veya yeni yapılacak binaların tasarımı aşamasında gerçekleştirilecek değerlendirme çalışmaları ile elde edilen kazançların ülke ekonomisine destek olacağı ve enerji sorunlarının çözümünde büyük katkılar sağlayacağı, enerji etkin sürdürülebilir çevrelerin yaratılmasının olanaklı olacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- Akpınar, A., ve Kömürcü, M., Filiz, H.M.,** 2008. Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Çevre Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Enerji Kaynakları, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008 17-19 Aralık 2008, İSTANBUL.
- Altın, M.,** Fotovoltaik Malzeme İle Elektrik Üreten Cepheler ve Çatılar. (http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_013.pdf)
- Alward, Ron, and Andy Shapiro.** 1981. Low-Cost Passive Solar Greenhouses. National Center for Appropriate Technology, MT. 173 p.
- Anon.** 1979. Energy Conservation - Design Resource Handbook . The Royal Architectural Institute of Canada, OTTOWA.
- Ayaz, E.,** 2002. Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.
- Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G., Ak, F., ve diğerleri,** 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK- İNTAG 201, Araştırma Raporu İSTANBUL.
- Boysan, O.,** 2003. Sürdürülebilirlik Kavramı Ve Mimarlıkta Tasarıma Yansıması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.
- Can, A.,** 2008., Yapılarda Isı Yalıtımı ve Türkiye'de Enerji İhtiyacının Azaltılması Yönünden Önemi. (http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/93002e668758ea9_ek.pdf?dergi=187)
- Cerit, B., Yılmaz, B.,** Isı Yalıtımlı Düşük Enerjili Binalar ve Çevre Kirliliğine Etkileri. (<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/11179.pdf>)
- Conrads, U.,** 1991, 20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı, ANKARA.
- Çelebi, G.,** 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi Yıl 2002, Cilt 17, No 3, Syf 17-33, ANKARA.
- Daniels, K.,** 1979. The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas, *Birkhauser Verlag Basel Boston*, Berlin 56.
- Edwards, B.,** 1996. Towards Sustainable Architecture, European Directives and Building Design, *Butterworth Architecture*, Oxford, 11, 147-148.
- Efe, A.,** 2009. Pasif Güneş Evlerinde Bina Kabuğu Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.

- Esin, T., Yüksek, İ.,** 2009. Çevre Dostu Ekolojik Yapılar (Environmental Friendly Ecological Buildings), 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs 2009, KARABÜK.
- Günel, H.M. ve İlgin, E.,** 2008. Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgâr Enerjisi Kullanımı(http://www.emo.org.tr/ekler/975727c448e45ab_ek.pdf?dergi=4)
- Hegger, M.,** 2003. In Detail Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts, In C. Schittich(Ed.), From Passive Utilization to Smart Solar Architecture Yıl 2003.
- Tönük,S.,** 2001. Bina Tasarımında Ekoloji, *YTÜ Basım Yayın Merkezi*, İstanbul, 5
- Karagözlü, B.,** 2006. Konutlarda Enerji Giderlerinin Azaltılmasına Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.
- Kılıç, A., Öztürk, A.,** 1983. Güneş Enerjisi, İSTANBUL.
- Lechner, N.,** 2000. Heating, Cooling, Lighting Design Methods For Architects, John Wiley and Sons
- Olgvay, V.,** 1992. Bioclimatic Design With Climate, Approach to Architectural Regionalizm, Yıl 1992, s:89, NEW YORK.
- Oral, G.K.,** 2010. Güneş Enerjisi ve Yapı, diyARCH bülten, Yıl 2010, s:8-20
- Oral, G.K.,** 2010. “Enerji Verimli ve Çevre Dostu Konutlar” (<http://www.asansordunyası.com>)
- Orhon, İ.,** 1998. Toplu Konut İşletmesi, Proje Planlama-Tasarım El Kitabı, Yayın No: U.9
- Özdemir, B.B.,** 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.
- Özler, B.E.,** 2003. Akıllı Binalarda Enerji Etkin Tasarım Parametreleri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.
- Roaf, S.,** 2001. Ecohouse: A Design Guide, OXFORD.
- Soysal, S.,** 2008. Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA.
- Tokuç, H.U.,** 2005. Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Yapılar ve Malzeme, Yüksek Lisans Tezi, MSGSÜ, İSTANBUL.
- Torcellini, P., Pless, S.,** 2004. Trombe Walls in Low-Energy Buildings: Practical Experiences. To be Presented at World Renewable Energy Congress VIII and Expo Denver, Dolorado.
- Tuğlu, A.,** 2005. İzmir’de Enerji Etkin Konut Yapıları İçin Tasarım Kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İZMİR.
- Uğur, E.M.,** 2006. Güneş Pillerinin Yapı Kabuk Elemanları İle Bütünleştirilmesine Yönelik Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İSTANBUL.

- Utkutuğ, G.,** 2000. Yeni Bin Yıla Girerken Sürdürebilir Bir Gelecek İçin Ekolojik ve Enerji Etkin Hedefler ile Bina Tasarımı ve İşletimi, *Ulusal Enerji Verimliliği Kongre Kitabı*, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, 148.
- Yasan, A.S.,** 2009. “Ziyan Ekonomi-Ekoloji” Ve Ardından “Yeni Bir Başlangıç”, *İzolasyon Dünyası Dergisi* Yıl 2009, Sayı: 77, Mayıs- Haziran 2009, Syf 51-53, İSTANBUL.
- Yasan, A.S.,** 2009. “İki katman bir sentez”, *Mimarlık Okumaları Atölyesi: 2. Ödüllü Okuma, Değerlendirme Yazıları Seçkisi*, İSTANBUL.
- Yürekli, H. ve F.,** 1983. Örneklerle Mimari Tasarımda Enerji, İ.T.Ü Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.
- Yürekli, H. ve F.,** 2004. Mimarlık Bir Entelektüel Enerji Alanı, Yapı Yayın, İSTANBUL.
- Zeren, L. ve diğ.,** 1987. Türkiye’de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma, Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İ.T.Ü, İSTANBUL.
- Wubbertal Enstitüsü,** 1995. Mimarlık Ekolojik Ayak İzi Raporu.
- Wackernagel, M.,** 2000, Ekolojik Ayak İzi Analiz Raporu.
- WWF,** 1999. Yaşayan Gezegen Raporu
- Url-1** < <http://www.kageridonusum.com/index.php> >, alındığı tarih 10.10.2010.
- Url-2** < <http://tr.wikipedia.org> >, alındığı tarih 11.09.2010.
- Url-3** < <http://www.eie.gov.tr> >, alındığı tarih 11.12.2010.
- Url-4** < <http://www.toki.gov.tr> >, alındığı tarih 26.12.2010.
- Url-5** < <http://www.gap.gov.tr> >, alındığı tarih 26.12.2010.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ali Savaş Yasan

Doğum Yeri ve Tarihi: Konya, 02/06/1986

Adres: İstanbul

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi