

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE BİR İLKÖĞRETİM TİP PROJESİNİN
ENERJİ ETKİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Yiğit YILMAZ**

Anabilim Dalı : Mimarlık

**Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı
Teknolojisi**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE BİR İLKÖĞRETİM TİP PROJESİNİN
ENERJİ ETKİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Yiğit YILMAZ
(502071724)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 04 Haziran 2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gül KOÇLAR ORAL(İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Gülay GEDİK ZORER (YTÜ)
Doç. Dr. Alpin KÖKNEL YENER (İTÜ)**

HAZİRAN 2009

Aileme ithaf ediyorum...

ÖNSÖZ

Tez çalışmasında, enerji etkin dönüşümün gerekliliği ve önemi vurgulanmış, Türkiye'nin 5 farklı iklim bölgesinde yapılan uygulamalarla enerji etkin dönüşümde iklim faktörüne dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, enerji verimliliğini arttırmaya yönelik adımların ve elde edilen enerji etkin sonuçların reelde yapılacak uygulamalara örnek bir ön çalışma teşkil edebilmesi istenmiştir.

Tez çalışmasının ortaya çıkmasında bana yol gösteren, her aşamasında ilgi, destek ve sabrını esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Gül Koçlar Oral'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın geride kalan kısmına dönüp baktığımda, gece vakti uçsuz bucaksız bir ormanda yürüyormuşum gibi özgür, yürüdüğüm yolların gündüz kadar aydınlık ve güvenli olduğunu görüyorum. Hür ve kendine güvenen bireyler olarak yetişmemiz için biz daha doğmadan yollarımıza sokak lambalarını koyan sevgili annem ve babam Hanife ve İsmail Yılmaz'a, yollarımızda bana bazen iz, bazen ses, bazen de el olan ağabeyim Mert Yılmaz'a, dostum Erdi Meliköylü'ye ve benden emeğini, sevgisini ve desteğini esirgemeyen Berrin Değirmenci ve tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Mayıs 2009

Yiğit Yılmaz
(Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
2. TÜRKİYE’NİN FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE ENERJİ ETKİN MİMARİ YAKLAŞIMLAR	5
2.1 Türkiye’de İklimler	5
2.1.1 Ilımlı nemli iklim bölgesi	6
2.1.1.1 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme	6
2.1.1.2 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin form	6
2.1.1.3 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme	7
2.1.1.4 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon	7
2.1.1.5 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu	7
2.1.2 Ilımlı kuru iklim bölgesi	8
2.1.2.1 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme	8
2.1.2.2 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu	9
2.1.2.3 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme	9
2.1.2.4 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin form	10
2.1.2.5 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon	10
2.1.3 Sıcak nemli iklim bölgesi	10
2.1.3.1 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme	10
2.1.3.2 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme	11
2.1.3.3 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin form	11
2.1.3.4 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon	12
2.1.3.5 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu	12
2.1.4 Sıcak kuru iklim bölgesi	13
2.1.4.1 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme	13
2.1.4.2 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme	13
2.1.4.3 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin form	14
2.1.4.4 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu	14
2.1.4.5 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon	14
2.1.5 Soğuk iklim bölgesi.....	15
2.1.5.1 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme	15
2.1.5.2 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme	15
2.1.5.3 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin form	16

2.1.5.4 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon	16
2.1.5.5 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu	16
3. TÜRKİYE’DE İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ENERJİ ETKİNLİK VE ÖNEMİ, SEÇİLEN İLKÖĞRETİM OKULU TİPİNİN TANITIMI.....	17
3.1 İlköğretim Okulları ve Önemi	17
3.2 Enerji Etkin Yaklaşım ve Önemi	18
3.3 İlköğretim Binalarında Enerji Etkin Yaklaşımın Önemi	19
3.4 Seçilen İlköğretim Okulunun Tanıtımı	19
3.4.1 Planların tanıtımı.....	20
3.4.2 Cephelerin tanıtımı.....	22
4. FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE BİR İLKÖĞRETİM BİNASINI ENERJİ ETKİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ 25	
4.1 Uygulamanın Amacı	25
4.2 Uygulamanın Adımları.....	26
4.2.1 Mevcut ilköğretim projesinin genel özelliklerinin ortaya konup modellenmesi	27
4.2.1.1 Mevcut projenin uygulama yerleri ve konumları	27
4.2.1.2 Mevcut projenin yönlendirilişi	27
4.2.1.3 Mevcut projenin plan şeması ve formu	28
4.2.1.4 Mevcut proje uygulamasının kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri	29
4.2.1.5 Mevcut proje iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin seçimi	30
4.2.2 Mevcut Durumların İklim Verilerin Hazırlanması	30
4.2.2.1 Dış iklim koşulları	30
4.2.2.2 İç iklim koşulları	33
4.2.3 Mevcut ilköğretim okulunun kullanım sürelerinin girilmesi.....	33
4.2.4 Mevcut projenin simülasyonunun yapıpı enerji giderlerinin hesaplanması	33
4.2.5 Mevcut projenin enerji etkin yenilenebilmesi için alternatifler oluşturma ve alternatiflerin enerji giderlerinin hesaplanarak karşılaştırılması	37
4.2.5.1 Yönlendirme alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerini karşılaştırma	38
4.2.5.2 TS 825’e göre opak ve saydam bileşen alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerini hesaplama	41
4.2.5.3 Farklı dış duvar alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerinin karşılaştırılması	50
4.2.5.4 Hacimlerin yön ve konumuna bağlı olarak alternatiflerin oluşturulması ve bu alternatiflerin enerji giderlerinin karşılaştırılması	55
4.2.6 Sonuçların karşılaştırılması, bugünün birim fiyatlarına göre maliyetlerinin ve geri ödeme sürelerinin hesaplanması	61
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	75
EKLER	77

KISALTMALAR

AR	: Yatırımdan elde edilen yıllık kazanç, TL/yıl
ASRAE	: Amerikan Isıtma-Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği
GTZ	: Alman Teknik İşbirliği Kurumu
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
IWEC	: Enerji hesaplamaları için kullanılan uluslararası hava durumu datası
MMO	: Makine Mühendisleri Odası
PC	: Yatırım maliyeti, TL
PT	: Geri ödeme süresi, yıl
PVC	: Polivinil klorür
TS 825	: 825 numaralı Türk Standardı
U	: Toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $kcal/m^2h\text{°C}$
U_D	: Dış duvarın toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $kcal/m^2h\text{°C}$
U_p	: Pencerenin toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $kcal/m^2h\text{°C}$
U_t	: Tabanın toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $kcal/m^2h\text{°C}$
U_T	: Tavanın toplam ısı geçirme katsayısı, $W/m^2\text{°C}$, $kcal/m^2h\text{°C}$
UK NCM	: Birleşik Krallık Ulusal Hesaplama Metodu
XPS	: Basınçla çekilmiş polistiren

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Türkiye’deki İlköğretim okulu ve öğrenci sayısı [14].	18
Çizelge 4.1 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.	29
Çizelge 4.2 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.	30
Çizelge 4.3 : İstanbul’un saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].	31
Çizelge 4.4 : Ankara’nın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].	32
Çizelge 4.5 : İlköğretim okulunda istenen iç mekan sıcaklıkları (°C) [20,21,22].	33
Çizelge 4.6 : İlköğretim okullarının öğretimin olmadığı tatil dönemleri [14].	34
Çizelge 4.7 : Farklı illerdeki İlköğretim okullarının enerji giderleri.	34
Çizelge 4.8 : Ankara’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.	34
Çizelge 4.9 : Antalya’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.	35
Çizelge 4.10 : Diyarbakır’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.	36
Çizelge 4.11 : Erzurum’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.	36
Çizelge 4.12 : İstanbul’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.	37
Çizelge 4.13 : İstanbul’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.	39
Çizelge 4.14 : Ankara’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.	39
Çizelge 4.15 : Antalya’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.	40
Çizelge 4.16 : Diyarbakır’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.	40
Çizelge 4.17 : Erzurum’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.	41
Çizelge 4.18 : TS 825’e göre Türkiye’deki farklı iklim bölgelerinde ki yapıların azami kabukları için U değerleri [21].	43
Çizelge 4.19 : Kullanılan pencerelerin fiziksel özellikleri.	43
Çizelge 4.20 : İstanbul’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.	44
Çizelge 4.21 : İstanbul’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.	45
Çizelge 4.22 : Ankara’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.	46
Çizelge 4.23 : Ankara’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.	46
Çizelge 4.24 : Antalya’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.	47
Çizelge 4.25 : Antalya’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.	47
Çizelge 4.26 : Diyarbakır’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.	48
Çizelge 4.27 : Diyarbakır’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.	48

Çizelge 4.28 :	Erzurum'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.....	50
Çizelge 4.29 :	Erzurum'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.....	50
Çizelge 4.30 :	Malzemelerin fiziksel özellikleri.....	51
Çizelge 4.31 :	İstanbul'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	52
Çizelge 4.32 :	Ankara'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	52
Çizelge 4.33 :	Antalya'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	53
Çizelge 4.34 :	Diyarbakır'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	54
Çizelge 4.35 :	Erzurum'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	54
Çizelge 4.36 :	Farklı iklim bölgesindeki ilköğretim okullarının ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerin yıllık enerji giderleri.....	56
Çizelge 4.37 :	İstanbul'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	57
Çizelge 4.38 :	Ankara'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	58
Çizelge 4.39 :	Antalya'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	58
Çizelge 4.40 :	Diyarbakır'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	59
Çizelge 4.41 :	Erzurum'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	60
Çizelge 4.42 :	PVC doğramalı, elektronla işlenmiş 6 mm'lik çift cam arası 13 mm hava boşluklu pencerelerin birim fiyatları [23]......	61
Çizelge 4.43 :	XPS ısı yalıtımı birim fiyatları [24]......	61
Çizelge 4.44 :	Enerji birim fiyatları [25,26].	61
Çizelge 4.45 :	Güneş kırıcı adet fiyat listesi [27].	62
Çizelge 4.46 :	İlköğretim okulunda yalıtım yapılacak alanlar.....	62
Çizelge 4.47 :	İstanbul'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	63
Çizelge 4.48 :	Ankara'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	65
Çizelge 4.49 :	Antalya'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	66
Çizelge 4.50 :	Diyarbakır'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	67
Çizelge 4.51 :	Erzurum'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.	68
Çizelge 4.52 :	Pilot illerdeki ilköğretim okullarında yapılan enerji etkin iyileştirme adımlarının amorti süreleri.	72

Çizelge A.1 : Antalya'nın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].	84
Çizelge A.2 : Diyarbakır'ın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].	85
Çizelge A.3 : Erzurum'un saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].	86
Çizelge A.4 : İstanbul'un saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].	87
Çizelge A.5 : Ankara'nın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].	88
Çizelge A.6 : Antalya'nın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].	89
Çizelge A.7 : Diyarbakır'ın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].	90
Çizelge A.8 : Erzurum'un saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].	91
Çizelge A.9 : İstanbul'un saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m ²) [19].	92
Çizelge A.10 : Ankara'nın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m ²) [19].	93
Çizelge A.11 : Antalya'nın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m ²) [19].	94
Çizelge A.12 : Diyarbakır'ın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m ²) [19].	95
Çizelge A.13 : Erzurum'un saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m ²) [19].	96
Çizelge A.14 : İstanbul İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	97
Çizelge A.15 : Ankara İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	97
Çizelge A.16 : Antalya İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	98
Çizelge A.17 : Diyarbakır İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	98
Çizelge A.18 : Erzurum İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	99
Çizelge A.19 : İstanbul İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	100
Çizelge A.20 : Ankara İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	100
Çizelge A.21 : Antalya İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	101
Çizelge A.22 : Diyarbakır İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	101
Çizelge A.23 : Erzurum İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).	102
Çizelge A.24 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	103
Çizelge A.25 : Ankara İlköğretim okulu okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	103
Çizelge A.26 : Antalya İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	104
Çizelge A.27 : Diyarbakır İlköğretim okulu okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	104
Çizelge A.28 : Erzurum İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	105
Çizelge A.29 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	106
Çizelge A.30 : Ankara İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	107
Çizelge A.31 : Antalya İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).	108

Çizelge A.32 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).....	109
Çizelge A.33 : Erzurum İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).....	110
Çizelge A.34 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).	111
Çizelge A.35 : Ankara İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).	112
Çizelge A.36 : Antalya İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).	113
Çizelge A.37 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).	114
Çizelge A.38 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).	115

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Türkiye’de iklim bölgelerinin dağılımı [10].	5
Şekil 2.2 : Ilımlı nemli iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].	6
Şekil 2.3 : Ilımlı nemli iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [8].	7
Şekil 2.4 : Ilımlı kuru iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].	8
Şekil 2.5 : Ilımlı kuru iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [8].	9
Şekil 2.6 : Sıcak nemli iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].	10
Şekil 2.7 : Sıcak nemli iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].	11
Şekil 2.8 : Sıcak kuru iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].	12
Şekil 2.9 : Sıcak kuru iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [8].	13
Şekil 2.10 : Soğuk iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].	14
Şekil 2.11 : Soğuk iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [8].	15
Şekil 2.12 : Soğuk iklim bölgesinde bina form ve hava akımları [11].	16
Şekil 3.1 : Türkiye’de enerjinin kullanım oranları [15].	18
Şekil 3.2 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu zemin kat planı.	20
Şekil 3.3 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu birinci kat planı.	21
Şekil 3.4 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu ikinci kat planı.	22
Şekil 3.5 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu ön cephesi.	23
Şekil 3.6 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu sağ cephesi.	24
Şekil 4.1 : 131/a ilköğretim okulunun yönlendiriliş biçimi.	28
Şekil 4.2 : 131/a ilköğretim okulunun formu.	28
Şekil 4.3 : 131/a ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar detayları.	29
Şekil 4.4 : İlköğretim okullarının yönlendirme şekilleri.	38
Şekil 4.5 : TS 825’e göre Türkiye iklim bölgeleri [21].	42
Şekil 4.6 : TS 825’e göre İstanbul’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.	44
Şekil 4.7 : TS 825’e göre Ankara’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.	45
Şekil 4.8 : TS 825’e göre Antalya’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.	47
Şekil 4.9 : TS 825’e göre Erzurum’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.	49
Şekil 4.10 : TS 825’e göre İstanbul’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.	51
Şekil 4.11 : TS 825’e göre Ankara’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.	52
Şekil 4.12 : TS 825’e göre Antalya’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.	53
Şekil 4.13 : TS 825’e göre Erzurum’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.	54
Şekil A.1 : Design builder programı ön tasarım penceresi.	79
Şekil A.2 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu bodrum kat planı.	81
Şekil A.3 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu çatı planı ve kesitleri.	81

Şekil A.4 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu arka cephesi.	82
Şekil A.5 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu sol cephesi.	82
Şekil A.6 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu güneş kontrol elemanı detayı....	83

FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE BİR İLKÖĞRETİM TİP PROJESİNİN ENERJİ ETKİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında enerji etkin dönüşümün zorunluluğu ve Türkiye'nin tamamında uygulanan kamusal bir örnek olan 131/a ilköğretim okulunun enerji etkin iyileştirilmesi aşamasal olarak ele alınmıştır. Türkiye'nin iklimsel karakteri ele alındığında 5 farklı iklim bölgesi görülmektedir ve 5 farklı iklim bölgesinden birer pilot ilde aşamalar halinde enerji verimliliğini artırma uygulama çalışmaları yapıp, sonuçları hesaplanıp, çizelgelerde sunulmuştur.

Tez çalışması 5 bölüm ve ekler bölümünden oluşmaktadır.

Birinci bölüm olan giriş bölümünde, enerji etkin kullanımının önemi açıklanmış, uygulamanın amacı, kapsamı ve aşamalarına teorik olarak değinilmiştir.

İkinci bölümde, Türkiye'deki iklim bölgeleri ve bu iklim bölgelerinde enerji etkin yaklaşımlar anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, İlköğretim okullarında enerji etkin dönüşümün önemi ve dönüşüm uygulaması yapılan 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulunun tanıtımı yapılmıştır.

Dördüncü bölümde ise ilköğretim okulunun mevcut durum enerji giderleri pilot illere göre hesaplanıp, ilköğretim okulu aşağıdaki aşamalarla enerji etkin iyileştirilmeye çalışılmıştır:

- Enerji etkin yön,
- Kabuğun optik ve termofiziksel özelliklerini enerji etkinleştirme,
- Farklı termal kütlelerde enerji etkin malzeme alternatifleri üretme,
- Cephelere göre farklılaşmalarla enerji etkinliği artırma,

Sonuçlar hesaplanmış çizelgelerle sunulmuş, sağlanan tasarruflarla, enerji etkin yatırım maliyetlerinin geri ödeme süreleri güncel birim fiyatlarla göre hesaplanmış, amorti süreleri bulunmuştur.

Beşinci bölümde ise enerji etkin iyileştirme adımlarının sonuçları elde edilip, tavsiyelerde bulunulmuştur.

Ekler bölümünde ise kullanılan simülasyon programının tanıtımı ve ilköğretim okulunun çizimleri, pilot illerin iklim verileri, önerilen kabuk alternatiflerinden elde edilen solar kazanımlar, ısı kayıp ve kazançları yer almaktadır.

AN APPLICABLE MODEL FOR A PRIMARY SCHOOL TYPE OF PROJECT IN DISTINCTCLIMATIC REGIONS TO ENHANCE THE ENERGY EFFICIENCY

SUMMARY

In this thesis, the requirement of the energy efficient renovation and energy efficient improvement of a public representative Primary School 131 A which is applied all over Turkey is depicted gradually. When observed the climatic characterization of Turkey, it is seen that five distinct climatic regions occur thus in the pilot cities that are chosen from these five regions, the studies are based on increasing the energy efficiency and finally the results are presented as charts.

The thesis is consisted of five sections and an appendix:

In the first part, the use of the energy efficient renovation is explained, the aim, concept and the stages of this study are mentioned.

In the second part, the climatic regions of Turkey and the energy efficient approaches are represented.

In the third part, the importance of the energy efficient renovation is emphasized and 131 a type 12 classed primary school which is subjected to renovation is introduced.

In the forth part, the present energy outgoings of this primary school are calculated according to these five pilot cities and by following steps the school is tried to be energy efficient improvement :

- Energy efficient orientation ,
- The energy efficiency of the optical and thermo physical properties of the surface
- The production of the alternative energy efficient materials in different thermal masses
- The improvement of the energy efficiency according to the presented facades.

The results are computed and explained with the charts, the payback times are calculated according to actual entity prices and the obtained values are taken into consideration.

In the fifth part according to conclusions, new suggestions are recommended.

In appendix, The Designer Builder Simulation Program, drawings of 131 a type 12 classed primary school, weather data of pilot cities and heat transfer from alternative surfaces of the school are presented.

1. GİRİŞ

Ülkemizde ekonomik ve sosyal gelişmenin istenilen düzeyde olmaması, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak çıkan konut açığına yönelik gerekli ekonomik ve yönetsel önlemlerin alınmaması hızlı ve plansız yapılaşmaya yol açmıştır [1]. İnşaat sektöründe; estetik, fonksiyonel, ekolojik ve enerji etkin yaklaşım kaygılarının yerini iş verenin ve koşulların zorlamasıyla kısa sürede ekonomik yapı yapma düşüncesi almıştır. İklim bölgelerinin özellikleri ve yerel malzemeler göz ardı edilip, her iklim kuşağında iş verenin bakış açısının doğurduğu tek düze yapılaşma ortaya çıkmıştır. Günümüzde çevre ve enerji sorunları, binalarda enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacı karşılamada kullanılan fosil yakıt tüketimini minimize etmeyi gerekli kılmaktadır. Dünya'da enerji tüketiminin bu şekilde devam etmesi durumunda 2020 yılında fosil yakıt kaynaklarının yarısının tüketilmiş olacağı tahmin edilmektedir. Bugünkü tüketim oranları baz alınarak yapılan hesaplamalara göre, kömür 240, petrol 43 ve doğal gaz 67 yıl sonra tükenecektir. Fosil kaynakların sadece yakıt olarak değil başta ilaç olmak üzere kimya sektöründe geniş bir kullanım alanı vardır. Bu yönü ile de korunması, en azından tüketiminin azaltılması gereklidir. Kömür veya petrol gibi fosil enerji kaynaklarının yanması sonucu CO₂ meydana gelir, yapılan ölçümler milyonlarca yıldır 180-280 ppm arasında değişen CO₂ oranının günümüzde 360 ppm seviyesine ulaştığını göstermektedir. Karbondioksit diğer sera gazlarına göre %55'lik bir oranla, doğal sıcaklık dengelerinin bozulmasında en büyük etkiyi yaparak küresel ısınmaya sebep olmaktadır [2]. Fosil yakıtların yenilenemez olması ve çevreye etkileri göz önüne alındığında, fosil yakıtların geniş bir kullanım alanı olan bina sektörünün önemi ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de binalarda kullanılan enerjinin toplam enerji içerisindeki payı %30-35 civarında olmaktadır. Bu durum, binalarda enerji etkinliğinin ne kadar gerekli olduğunun göstergesidir. Ülkemizde yapılarda kullanılan, özellikle yapay aydınlatma ve iklimlendirme sistemlerinin kullandığı enerjinin toplamda kullanılan enerjinin büyük bir kısmını oluşturduğu bilinmektedir [3]. Mevcut binalarda kullanılan enerji giderlerinin azaltılması, mevcut binaların enerji etkin yenilenmesiyle olanaklıdır. Bu nedenle bu çalışmada, mevcut

binalarda enerji etkin iyileştirme çalışmasının önemini vurgulamak, konuya ilişkin öneriler geliştirmek hedeflenmiştir.

Bu hedefe yönelik olarak yapılan örnek çalışma Türkiye'nin 5 farklı iklim bölgesinde, bir ilköğretim tip projesi için enerji simülasyonlarının EK A.1'de tanıtılmış olan Design Builder simülasyon programı aracılığı ile yapılmasını kapsamaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Dünyada yoğun bir şekilde enerji tüketimi devam etmekte, bu enerjinin ana kaynağını ise fosil yakıtlar oluşturmaktadır. Fosil yakıtlar çevre kirliliğine ve artmasına sebep oldukları CO₂ seviyesi ile küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Daha da önemlisi şu an enerji kaynaklarımızın % 88'ini oluşturan fosil yakıtlar, yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır ve tükenmektedirler. Dünyada kullanılan enerjinin dağılımına bakarsak; binalar, sarf edilen enerjinin % 40-45'inin harcandığı yerlerdir. Türkiye'de binalarda harcanan enerjinin büyük çoğunluğu fosil yakıtlardan elde edilmektedir, fosil yakıtların tükenmekte olduğu ve çevreye olan olumsuz etkilerini göz önüne aldığımızda, bina enerji giderlerinin en aza indirgenmesi zorunlu olmaktadır. 1970'lerden bu yana hızla inşa edilen yapma çevre, yasalarla belirli sınırlamalar konulmasına rağmen Türkiye'nin sosyal ve ekonomik yetersizliği nedeniyle plansız ve yoğun gelişmiştir. Bu süreçte hızlı yapıma ve ilk yatırım maliyetinin düşük olmasına önem verilmiş, kullanım maliyetleri göz ardı edilmiştir. Mimarlar tasarım sürecinde mimari fonksiyonellik, estetik ve ekonomiklik kadar ekolojik ve enerji etkinlik konusunda çalışmalar yapma misyonunu yüklemektedir. Binalarda enerji harcamaları önemli seviyede olmasına rağmen bina projelendirilmesi ve yapımında yapının enerji etkinliği açısından hakim iklim koşulları, bina aralıkları, yönlendirme, yerel ve ekolojik malzeme seçimi, form, dış kabuğun optik ve termofiziksel özellikleri göz ardı edilmiştir. Tüm bu problemler kamusal yapılar için de geçerlidir. 1998 yılına kadar tüm Türkiye'de iklim bölgeleri göz ardı edilerek tip projeler, tip detaylar uygulanmıştır. 1998 yılından sonra kamusal yapıların dış kabukları, aynı yıl yürürlüğe girmiş TS 825'e göre yalıtılmışlardır. Bu yalıtım da kabuğun sadece optik ve termofiziksel özelliklerinde belli oranda enerji etkin iyileşme sağlamaktadır [4]. Türkiye'de 34990 ilköğretim okulu olduğu göz önüne alınırsa, ilköğretim okulları enerji etkinlik açısından yaygın bir uygulama

ağına örnek teşkil etmesi sebebiyle bu alanda yapılacak enerji etkin çalışmaların bina sektöründe önemli bir yeri olacağı ve bu alanda elde edilecek enerji tasarrufunun bina sektörüne önemli bir kazanç sağlayacağı açıktır. Bu yüzden kamusal yapılar içinden ilköğretim okulları çalışma konusu olarak seçilmiştir.

Çalışmada Milli Eğitim Bakanlığından alınan bir ilköğretim tip projesinin farklı iklim bölgelerinde yer alması durumunda enerji simülasyonlarının yapılması, mevcut enerji giderlerinin azaltılması için öneriler geliştirilmesi, her bir öneri için enerji simülasyonlarının yapılarak karşılaştırılması ve uygun seçeneğin seçilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda yapılan çalışma 5 aşamadan oluşmaktadır.

Birinci aşamada, ilköğretim okullarının uygulandığı varsayılan pilot illerdeki enerji giderleri hesaplanmış, iklim bölgelerinin enerji giderlerine etkileri ortaya konmuştur.

İkinci aşamada, İlköğretim okulları 4 ana ve 4 ara yöne yönlendirilerek enerji giderleri hesaplanmış, enerji giderlerinin en az olduğu yön üzerinden diğer aşamalara devam edilmiştir.

Üçüncü aşamada, ilköğretim okullarının kabukları TS 825'in gerektirdiği toplam U değerlerine getirilmiş, enerji giderlerindeki değişimler hesaplanmıştır.

Dördüncü aşamada, dış duvar alternatifleri üretilmiş, enerji giderleri hesaplanmıştır.

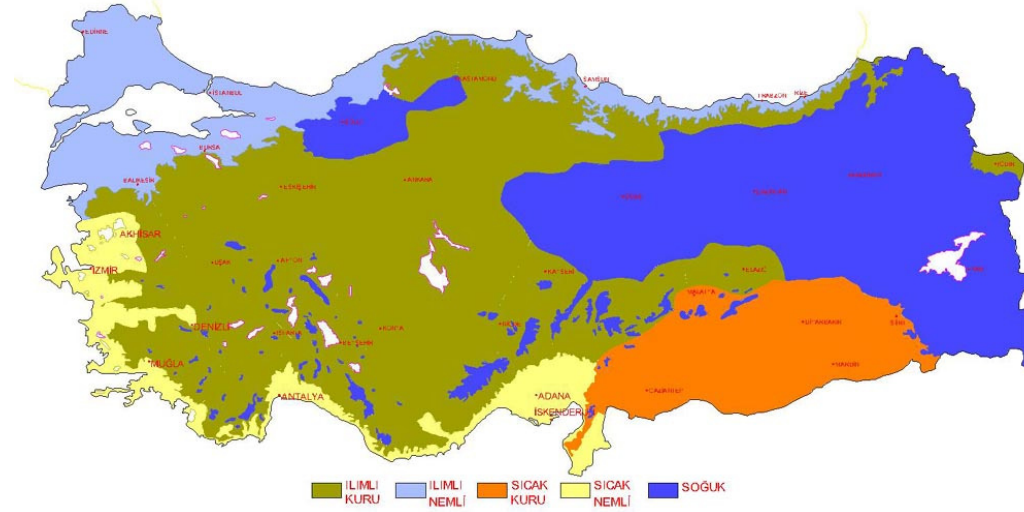
Beşinci aşamada, uygun yönlendirme, kabuk detayı ve malzeme bulunduktan sonra uygulamanın cephesel performansları ortaya konup, gerekli görülen enerji etkin yenileme ve değiştirmeler yapılmış, performanslara etkileri hesaplanmıştır.

2. TÜRKİYE’NİN FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE ENERJİ ETKİN MİMARİ YAKLAŞIMLAR

Alt başlıklarda Türkiye’deki iklim bölgeleri ve bu iklim bölgelerindeki mimari yaklaşımlara değinilmektedir.

2.1 Türkiye’de İklimler

Türkiye, iklim kuşaklarından ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer alır. Türkiye’nin coğrafi konumu ve yeryüzünün aldığı şekiller farklı özellikte iklim tiplerinin doğmasına yol açmıştır. Kıyı bölgelerinde denizlerin etkisiyle daha ılıman iklim özellikleri görülür. Dağların konumu deniz etkilerinin iç kesimlere girmesini engeller. Bu nedenle iç kesimlerde karasal iklim özellikleri görülür [5].



Şekil 2.1 : Türkiye’de iklim bölgelerinin dağılımı [9].

Sahil şeridinde güneyden kuzeye doğru bakıldığında iklim koşulları sıcaktan ılımana doğru değişmektedir. Bu bölgeler denizin etkisiyle nemlidir. Türkiye’de dağlar, deniz ikliminin iç bölgelere girmesine izin vermemekte, denizden uzaklaştıkça iklim kurulaşmakta ve bulunduğu enleme göre ortalama yıllık sıcaklıkları artıp azalmaktadır. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, Türkiye 5 ana iklim bölgesine ayrılmaktadır. Bu iklimler; ılımlı kuru, ılımlı nemli, sıcak nemli, sıcak kuru ve soğuk

iklim bölgeleridir. Bu iklim bölgelerindeki enerji etkin mimari yaklaşımlar; yerleşme, yönlendirme, form, vantilasyon ve bina kabuğu başlıklarıyla incelenmiştir.

2.1.1 Ilımlı nemli iklim bölgesi

Ilımlı nemli iklim bölgesi, Türkiye'nin Balıkesir'den başlayarak kuzey sahil şeridini içerir. Denizin etkisiyle bu iklim bölgesi nemlidir ve mevsim sıcaklıkları ılımandır. Ilımlı nemli iklim bölgesinde yazın nemin de etkisiyle sıcaklıklar 30 °C'nin üstüne çıkabilmekte, kışın da zaman zaman 0 °C'nin altına inebilmektedir, mevsimlik ortalama sıcaklık farkları çok yüksek değildir. Ilımlı nemli iklim bölgesine giren iller: Amasya, Artvin, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Edirne, Giresun, İstanbul, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Zonguldak.

2.1.1.1 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme

Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme; şekil 2.2'de görüldüğü gibi vadi yamaçlarında termal kuşağın yukarı kısımlarına doğru eğime paralel ve şaşırtmalı konumlanmış, kuzey bölgelerde dağınık, genel olarak güneye yönlendirilmiştir. Yaz mevsimlerinde nemin etkisini azaltmak için vantilasyona ihtiyaç duyulur, vadi yamaçlarının yukarı kısımlarında bulunması sebebi ile yamaç rüzgarlarından faydalanılmaktadır. Bina yerleşiminin şaşırtmalı yapılması bu açıdan önemlidir [6].



Şekil 2.2 : Ilımlı nemli iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].

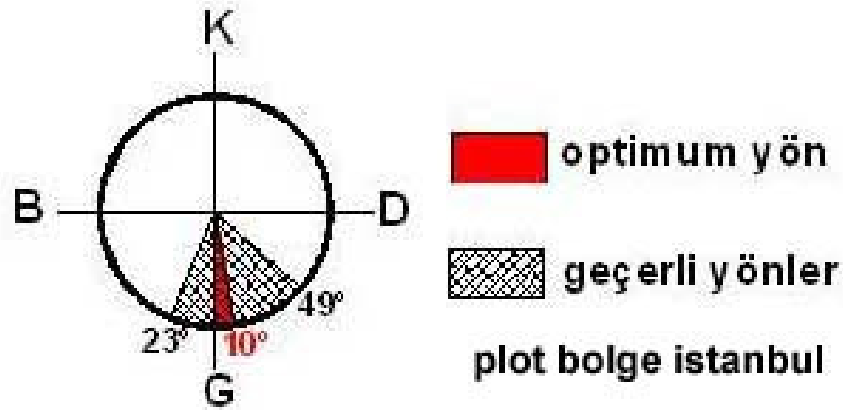
2.1.1.2 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin form

Ilımlı nemli iklim bölgesinde binalar serbest formudur. Genellikle kompakt yapılardır. Kübik form yaygındır. Yamacın eğimine paralel olarak, hava akımlarına izin verecek şekilde farklı zemin kotlarında konumlandırılırlar. Geleneksel binalar yığma taş duvarlar üzerine oturan en az iki katlı yığma veya ahşap iskeletli

yapılardır. Yazın hava akımlarını içeriye almak önem kazanır. Hava akımlarının yapı içinden geçmelerini sağlamak için zemin kat üzerindeki yapı cephelerinde karşılıklı büyük açıklıklı pencereler yer alır. Çatı beşik veya kırma formu, geniş saçaklıdır [7].

2.1.1.3 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme

Vadilerin güneşe bakan yamaçlarına yerleşilmiş, kuzey yarımkürede güneş enerjisi için maksimum kazanım sağlayan güneşe yönelmiştir. Bu iklim bölgesinde uygun yön bölgenin pilot şehri İstanbul için aşağıdaki şekil 2.3’de verildiği gibi 23° güney batı ile 49° güney doğu aralığındadır [7].



Şekil 2.3 : Ilımlı nemli iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].

2.1.1.4 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin ventilasyon

İklimsel bölgenin meteorolojik verilerine bağlı olarak hava hareketi hızı, ventilasyonun sağlanacağı zaman aralığı, rüzgar yönü ve esme hızı saptanarak ventilasyonun oluşum yolu olan giriş-çıkış açıklıkları, büyüklükleri, yönleri ayarlanır. Pencerelerin ya da ventilasyon kapakçıklarının rüzgarın estiği yönde, (+) basınç bölgesinde, çıkış açıklığının (-) negatif basınç bölgesinde bulunması lazımdır. Ilımlı-nemli iklim bölgelerinde rüzgar bina ve hacim ölçeğinde sağlanması gereken temel gereksinimlerden biridir [7].

2.1.1.5 Ilımlı nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu

Yaz ve kış mevsimleri sıcaklık farkı çok yüksek olmayıp, ılımlı hissedilmektedir. Yapıların kabuğundan yaz ve kış koşulları için ayrı performanslar beklenmektedir.

Yazın iç mekanlarda iklimsel konfor için vantilasyon sağlamalı, kışın ise iç mekanlarda yeterli sıcaklığı sağlayacak termal alan oluşturmalı ve güneşten maksimum fayda sağlamalıdır. Dış iklimsel koşullarda aşırı sıcaklık farklarının olmaması sebebiyle kabuğun termal kütesinin yüksek olmasına gerek duyulmaz. Vantilasyon ve güneşten optimum yararlanabilmek için %40 – 60 arası saydamlık oranı tercih edilmektir. Yazın nemden ötürü havalandırma önemlidir. Geleneksel yapılarda genel olarak beşik ve kırma çatı görülmektedir, bu da iç ve dış arasında dikeyde tampon bölge olması sebebiyle faydalıdır [7].

2.1.2 Ilımlı kuru iklim bölgesi

Türkiye'nin iç kesimlerini içine alır. İklimsel özellikleri denizle sınırı olmamasından ötürü, gün içi ve mevsimlik sıcaklık farkları ılımlı nemli iklim bölgesine göre daha fazladır. Kışlar yazlara göre daha baskın yaşanır. Ilımlı kuru iklim bölgesine giren iller: Afyon, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Isparta, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Nevşehir, Niğde, Uşak.



Şekil 2.4 : Ilımlı kuru iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].

2.1.2.1 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme

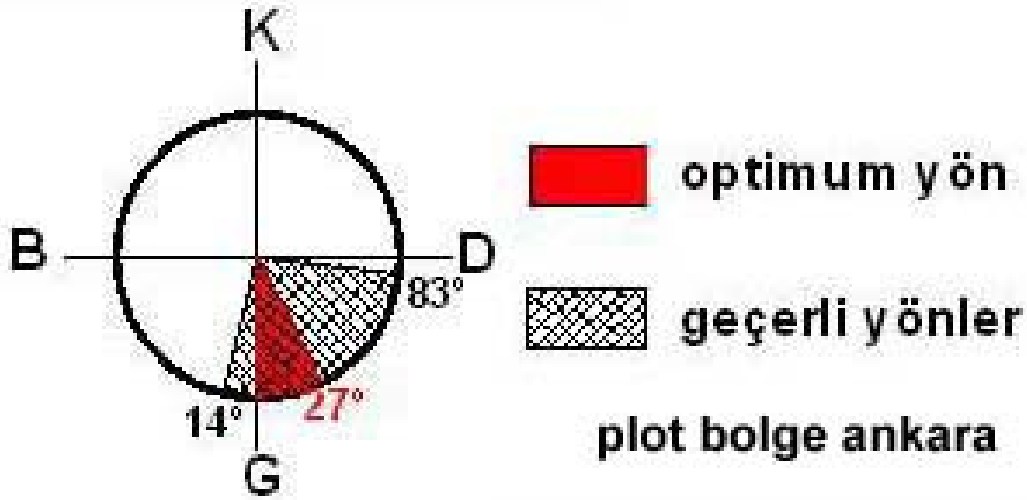
Şekil 2.4'te görüldüğü gibi vadi yamaçlarında termal kuşağın aşağı kısımlarına doğru, eğime paralel olarak yerleşen, yoğun veya dağınık gruplanmış, güneşe doğru yönlendirilmiş yerleşmelerdir. Ilımlı nemli iklim bölgesiyle benzerdir. Yerleşmeler dik yamaçlar ve ormanlar tarafından sınırlandırılır. Nemli iklim bölgesi olmadığı için rüzgarın konforu restore edici etkisi bu bölge için önem taşımaz, vantilasyona sadece

sağlık için ihtiyaç duyulur. Vadi yamaçlarının aşağı kısımları vadi rüzgarlarından etkilenmemeleri için tercih edilir [6].

2.1.2.2 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu

Yaz ve kış mevsimleri sıcaklık farkı ılımlı nemli iklim bölgesine göre daha yüksek olup, yine de ılımlı hissedilmektedir. Kabuktan mevsimler için ayrı performanslar beklenmektedir. Yazın iç mekanların iklimsel konfor koşullarını sağlamak için güneşten kazanımlar düşük olmalı, kışın ise iç mekanlarda yeterli sıcaklığı sağlayacak termal alan oluşturmalı ve güneşten maksimum faydayı sağlamalıdır.

Dış iklimsel koşullarda aşırı sıcaklık farklarının olmaması sebebiyle kabuğun termal kütlelerinin çok yüksek olmasına gerek duyulmaz ama yine de kabuğun termal kütlesi ılımlı nemli iklim bölgesinden fazladır. Geleneksel yapılarda genel olarak beşik ve kırma çatı görülmektedir, dış duvarlar ise yöresel malzemeye göre bazen taş bazen kerpiç olmaktadır.



Şekil 2.5 : Ilımlı kuru iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].

2.1.2.3 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme

Ilımlı nemli iklim bölgesinde olduğu gibi vadilerin güneye bakan yamaçlarına yerleşilmiş, kuzey yarım kürede kışın güneş enerjisi için maksimum kazanım sağlayan güneye yönlendirilmişlerdir. Bu iklim bölgesinde bölgenin pilot şehri Ankara için uygun yön aralığı aşağıdaki şekil 2.5'de verildiği gibi 14° güney batı ile 83° güney doğu aralığındadır.

2.1.2.4 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin form

Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin form yaklaşımları ılımlı nemli iklim bölgesiyle benzerlikler göstermektedir. Bu iki iklim bölgesi arasındaki farklar daha çok opak bileşende kullanılan malzemelerde, ya da kabuğun saydamlık oranındadır. Ilımlı kuru iklim bölgesinde kışlar daha sert geçtiği için dış duvarda daha ağır malzeme uygulamaları görülür, saydamlık oranı da daha düşüktür.

2.1.2.5 Ilımlı kuru iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon

Ilımlı-kuru iklim bölgelerinde rüzgar etkisinden korunulması gerekir. Bu yüzden genel arazi yerleşim seçimi ve binaların yerleşimleri rüzgarın etkisini azaltacak şekilde seçilir. Vadi rüzgarlarından etkilenmemek için vadi yamaçlarına yakın yerleştirilmektedir.

2.1.3 Sıcak nemli iklim bölgesi

Türkiye'nin Balıkesir'e kadar güney ve batı sahil şeridini içerir. Denizin etkisiyle bu iklim bölgesi nemli ve güneyde yer alması sebebiyle sıcaktır. Güneş ışınlarının düşme açısına bağlı olarak yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Maksimum yağış kışın, minimum yağış yazın düşer. En sıcak ay ortalaması 26-30 °C, en soğuk ay ortalaması 8-10 °C'dir. Yıllık sıcaklık ortalaması 18 °C'dir. Yaz ve kış yağışları arasındaki fark oldukça fazladır. Sıcak nemli iklim bölgesine giren iller: Adana, Antalya, Aydın, Denizli, İçel, İskenderun, İzmir, Manisa, Muğla.



Şekil 2.6 : Sıcak nemli iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].

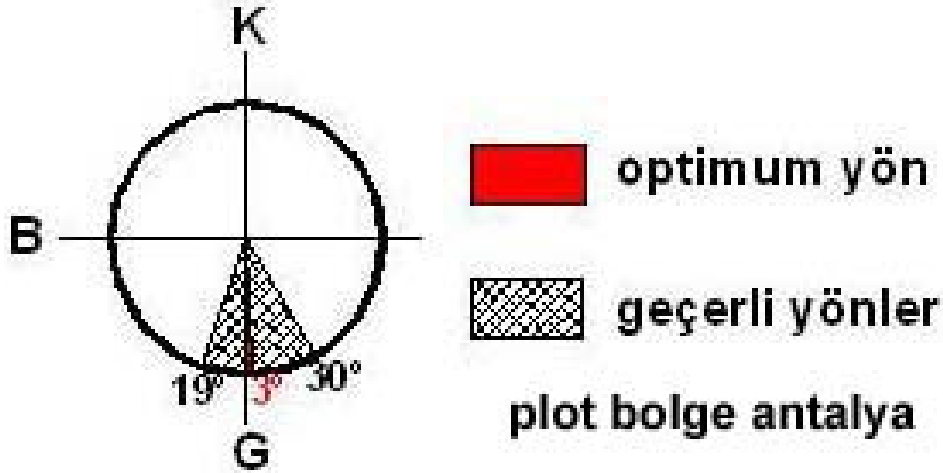
2.1.3.1 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme

Sıcak nemli iklim bölgesinde nemin yarattığı konforsuzluğu önlemek üzere özellikle en sıcak dönemde rüzgardan maksimum yararlanılmalıdır. Yerleşme dokusu seyrek

ve rüzgara açık olmalıdır. Şekil 2.6’da görüldüğü gibi tepeler, rüzgar etkisinin fazla olması sebebiyle sıcak nemli iklim bölgeleri için en uygun yerleşme noktalarıdır. Böylece yamaç rüzgarlarında optimum fayda sağlanmış olur.

2.1.3.2 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme

Güneş ışınlamından ve rüzgar etkilerinden yeteri derecede yararlanmak için uygun yerey parçaları seçilmelidir. Sıcak nemli iklim bölgelerinde arazi eğimi yatay da 0° - 6° arasında olmalıdır. Binanın optimum yönlendirmesi geniş yüzeyin güneyden 3° ‘lık açı yapacak şekilde ve rüzgara açık bir konumda yerleştirilmesiyle mümkündür. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi bölgenin pilot şehri Antalya için geçerli yönler ise güneyden doğuya doğru 30° ve güneyden batıya doğru 19° ’dir. Doğal havalandırmanın sağlanabilmesi için binalar arasındaki mesafeler geniş olacak şekilde düzenleme yapılmalıdır [7].



Şekil 2.7 : Sıcak nemli iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].

2.1.3.3 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin form

Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin form, rüzgara geniş açıklık veren uzun dikdörtgen formdur. İç mekanda konfor koşullarını sağlamak için Yeterli hava sirkülasyonunu gerektmektedir, hava sirkülasyonunu oluşturabilmek için zeminden kaldırılmış döşeme ve yükseltilmiş çatı kullanımı faydalıdır. Güneş ışınlarından korunmak için geniş saçaklar kullanılmalıdır. Bu iklim bölgesinde yılın büyük bir bölümü dışarıda geçtiği için geniş verandalar, sofa ve taşlıklarla karşılaşılır. Duvarlarda rüzgar sirkülasyonuna olanak veren geniş açıklıklar bulunur [8].

2.1.3.4 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon

Yılın her döneminde sağlık vantilasyonu ve nemin yarattığı konforsuzluğu gidermek için konfor vantilasyonu sağlanmalıdır. Hakim rüzgar doğrultusunda yönlendirme olmalıdır ve yapıların cephelerinde gerekli vantilasyon açıklıkları bırakılmalıdır.

2.1.3.5 Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu

Güneş ışınlamını en çok alan güney cephesinde geniş açıklıklı hafif duvarlar, ahşap, kerpiç vb. kullanmak uygundur. Güneşi yansıtması açısından açık renkler idealdir. Bina kabuğu olarak; ısı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, yansıtıcılığı yüksek, hafif konstrüksiyonla oluşturulmuş hafif duvarlar kullanılmalıdır [7]. Isınan havanın yükselerek çıkması için çatılarda genellikle açıklıklar bulunur. Bu açıklıklar özellikle az katlı binalarda çok etkilidir. Böylece hem soğutma hem de sağlanan hava hareketleriyle nemin dağıtılması mümkün olur. Aynı zamanda çatıdan alınacak doğal ışıkla ortamın iç aydınlık seviyesine katkı sağlanır. Hava akışına izin veren yükseltilmiş, eğimli çatılar kullanılmalıdır [7].



Şekil 2.8 : Sıcak kuru iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].

Duvar yüzeyinde bırakılan boşluklarda esas amaç, havalandırmayı sağlayarak nemi dağıtmaktır. Pencerelerin karşılıklı havalandırmaya imkan verecek şekilde yerleştirilmeleri öncelikle tercih edilir. Sıcaklığın fazla olması sebebiyle bir diğer amaç ise güneşten korunmak ve gölge temin etmektir. Hava akımlarını içeri almasının yanı sıra güneşi kısmen de olsa engelleyen pencere kafesleri vb. yapı elemanlarını da kullanmak mümkündür. Sıcak nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğundaki boşluklar iç ve dış mekan arasında hava akışına izin verip direk

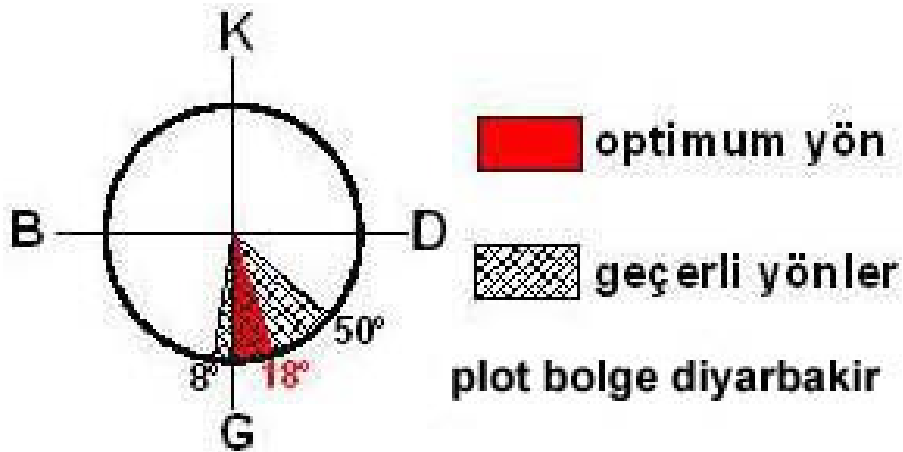
güneş ışıını ve parlamaya karşı gölgelendirilmiş ve geniş açıklıklı olmalıdır. Ayrıca bu bölgede hava akımını sağlamak için yükseltilmiş döşemeler tercih edilir [7].

2.1.4 Sıcak kuru iklim bölgesi

Bu iklim bölgesi Türkiye'nin güney doğusunda bulunmaktadır. Güneyde olduğu için sıcak, denize kıyısı olmadığı için kuru bir bölgedir. Bu iklim bölgesinde kış mevsiminde don olayları az olmakta, yaz mevsiminde şiddetli kuru sıcaklar egemen olmaktadır. Bölgede yıllık ortalama sıcaklık, 15-16°C, kış sıcaklığı, 3-4°C, yaz sıcaklığı ise, 30-35°C'dir. Sıcak kuru iklim bölgesine giren iller: Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Mardin, Urfa, Siirt.

2.1.4.1 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme

Şekil 2.8'de görüldüğü gibi vadi tabanları, vadi rüzgarlarından etkilenmemeleri için tercih edilir Aynı zamanda vadi tabanları sıcak kuru iklim bölgesinde soğuk hava göllerinden yararlanmaya ve rüzgardan korunmaya olanak sağladığından tercih edilmektedir. En sıcak dönemde güneş ışınlarından korunmayı sağlayan, rüzgardan korunmuş az katlı ve sıkışık doku tercih edilir. Rüzgarın nem getirici etkisi varsa rüzgardan yararlanılmalıdır [6].



Şekil 2.9 : Sıcak kuru iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].

2.1.4.2 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme

Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme için yatay 0° - 6° arazi eğimi tercih edilir. Güneş ışıınından ve rüzgar etkilerinden yeterli derecede faydalanmak için topografik düzen içinde uygun eğim ve yöndeki yer yer parçaları seçilmelidir. Bu

bölge için uygun yönlendirme bölgenin pilot şehri Diyarbakır için şekil 2.9’da verildiği gibi güneyden doğuya doğru 8° ve güneyden batıya doğru 50°’dir.

2.1.4.3 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin form

Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin form, güneş ışınlamıyla aşırı ısınan dış cephe alanını azaltmak amacıyla dışa kapalı kare şeklindedir ve avlulu yapılardır. Avluyu çevreleyen doğal ikinci bir açık mekan bulunur ve gölge etkisini artırır, böylece iç mekanların iklimlendirilmesi sağlanabilir [10].

2.1.4.4 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu

Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu için dış cephede küçük boyutlu ve az sayıda pencere kullanımı tercih edilmektedir. Kuzey cephesinde vantilasyon için küçük aralıklar bulunur. Yapı kabuğu olarak termal kütlesi yüksek ve ısı depolama özelliğine sahip yapı bileşenleri tercih edilmelidir. Geleneksel mimarilerinde yerleşme yerine göre çatı formu ve malzemesi değişiklik gösterir. Teras çatıların kullanıldığı yamaç yerleşimlerinde genel çatı yapım malzemesi ahşap ve çamur esastır. Bunun dışında ova yerleşimlerinde ise kubbeler görmek mümkündür [7].



Şekil 2.10 : Soğuk iklim bölgesi enerji etkin yerleşim alanı [7].

2.1.4.5 Sıcak kuru iklim bölgesinde enerji etkin vantilasyon

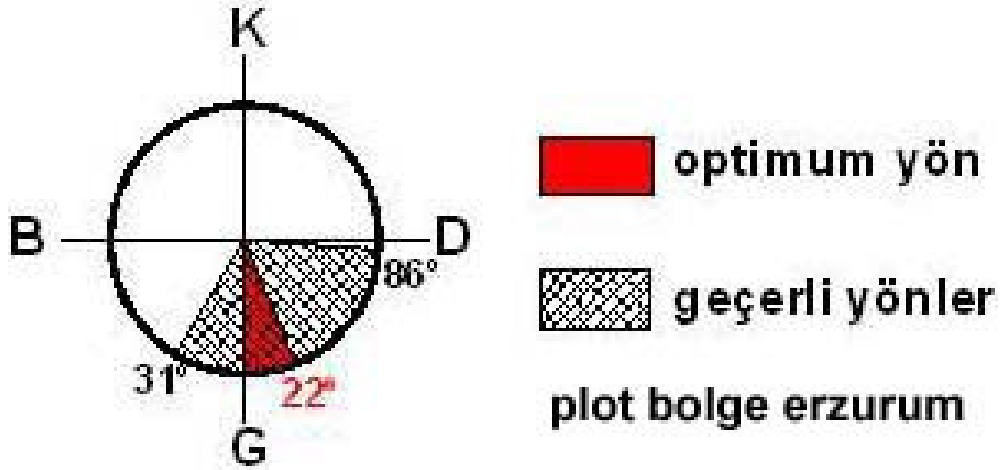
Sıcak kuru iklim bölgesinde vantilasyon yazın nemli bir hava akımı oluşturulabilmesi durumunda istenir. Bu yüzden bölgedeki yapıların büyük kısmının avlularında havuz bulunmaktadır. Havuz vantilasyon için nem sağlayıp, buharlaşırken çevreden ısı alarak sıcaklığı düşürmektedir.

2.1.5 Soğuk iklim bölgesi

Bu iklim bölgesi ülkemizin iç ve doğusunu içermektedir. Bölgede kışlar çok soğuk, yazlar ılık geçmektedir. Doğu Anadolu Bölgesinin kuzeydoğu kesiminde yıllık sıcaklık ortalaması, 4-6 °C'dir. Bu iklim bölgesinin en belirgin özelliklerini taşıyan şehir Erzurum'dur. Kış aylarında ortalama sıcaklık -3 °C - -10 °C olup, zaman zaman -35 °C - -40 °C dereceyi bulur. Yaz aylarında ise ortalama 14 °C - 19 °C'dir. Soğuk iklim bölgesine giren iller: Ağrı, Bingöl, Bitlis, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkari, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat.

2.1.5.1 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin yerleşme

Soğuk iklim bölgesinde enerji etkinliği arttırmak için güneşten optimum faydalanmak gerekir. Ayrıca rüzgarın olumsuz etkisinin de azaltılması için şekil 2.10'da görüldüğü gibi yamaçların güneşe bakan yüzeylerinin termal kuşağın aşağı kısımlarına doğru yerleştirilmelidir.



Şekil 2.11 : Soğuk iklim bölgesi enerji etkin yön aralığı [10].

2.1.5.2 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin yönlendirme

Soğuk iklim bölgesinde yapılar güneşten maksimum fayda elde edebilmek için güneşe yönlendirilmelidir ve güneş ışınlamından optimum faydalanmak için topografyada uygun eğim ve yöndeki yer yer parçasına yerleştirilmelidir. Eğim, kuzeye doğru artmalı ve baskın kuzey rüzgarının konforsuz koşullarını azaltmalıdır. Bu bölge için uygun yönlendirme pilot şehir Erzurum için şekil 2.11'de verildiği gibi güneyden doğuya doğru 31° ve güneyden batıya doğru 86°'dir.

2.1.5.3 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin form

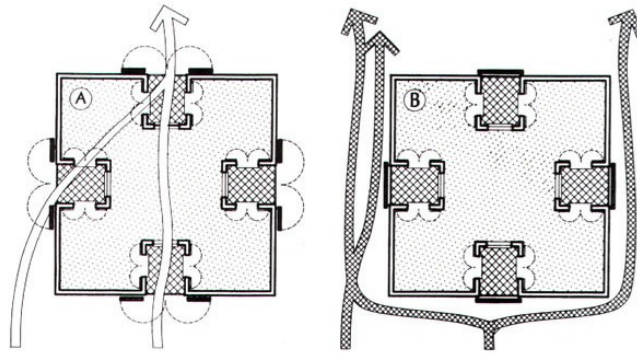
Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin form kare yada kareye yakın kompakt formlardır. Isı kayıplarını en aza indirmek için cephe yüzeyleri minimize edilmelidir.

2.1.5.4 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin ventilasyon

Soğuk iklim bölgesinde yerleşim ölçeğinde ısı kayıplarının minimize edilmesi için binaları etkileyen hava akımlarından kaçınılmalıdır. Şekil 2.12’de olduğu gibi bina içinde ventilasyon; olduğunca kontrollü temin edilmeli, bunu da sağlayabilmek için ventilasyon açıklıkları bırakılan yerlerde tampon bölgeler oluşturulmalıdır.

2.1.5.5 Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu

Soğuk iklim bölgesinde enerji etkin bina kabuğu sağlamak için kabuktan ısı kayıplarının minimize edilmesi gerekir. Genellikle cam yüzeylerden meydana gelen ısı kaçışını düşürmek için, yapının kabuğunda meydana gelebilecek deformasyonları ve pencerelerden kaynaklanan kontrolsüz hava giriş-çıkışlarını engellemek gerekmektedir. Bu iklim bölgelerinde yalıtım direnci ve ısı depolama kapasitesi yüksek, termal kütle etkisi sağlayan kalın, masif duvarlar, yalıtımlı pencereler tercih edilmelidir.



Şekil 2.12 : Soğuk iklim bölgesinde bina form ve hava akımları [11].

3. TÜRKİYE’DE İLKÖĞRETİM BİNALARINDA ENERJİ ETKİNLİK VE ÖNEMİ, SEÇİLEN İLKÖĞRETİM OKULU TİPİNİN TANITIMI

Okul yapılarında eğitim ve öğretim faaliyetlerinin istenen performansta yürütülebilmesi için konfor koşullarının sağlanması zorunludur. Ülkemizdeki enerji sorunu karşısında bu yapılarda konfor koşullarının minimum enerji kullanılarak sağlanması ülke ekonomisi açısından büyük bir önem taşımaktadır. Diğer bir deyişle ilköğretim binalarının enerji etkin tasarlanması, mevcut olanların enerji etkin geliştirilmesi enerji giderlerinin azaltılması yönünde önemli bir adımdır. Bu açıdan bu çalışmada, bir ilköğretim tip projesinin enerji etkin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3.1 İlköğretim Okulları ve Önemi

Türk milli eğitim sistemi örgün eğitim ve yaygın eğitim olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Örgün eğitim; okul öncesi eğitimi, temel eğitim, orta öğrenim ve yüksek öğrenim kurumlarını kapsar. Yaygın eğitim ise örgün eğitimin yanında veya dışında düzenlenen eğitim faaliyetlerinin tümünü kapsar [12]. İlköğretim okulları örgün eğitimin ikinci basamağı ve temelini oluşturmaktadır. 6 ile 14 yaş grubundaki öğrencilere okuma yazmayla başlayan temel bilimsel, sosyal, kültürel eğitim ve öğretim verilmektedir. İlköğretim okulları, sonraki yüksek öğrenim ve meslek hayatının tabanını oluşturması ve öğrencilerin bu konulardaki yönelişi etkilemesi sebebiyle çok önemlidir.

Milli Eğitim Temel Kanunu İlköğretimin amaçlarını şöyle belirlemektedir.

- Her Türk çocuğuna, iyi bir vatandaş olabilmek için gerekli temel bilgi, davranış ve alışkanlıklar kazandırmak, onu, milli ahlak anlayışına uygun olarak yetiştirmek.
- Her Türk çocuğunu, ilgi, istidat ve kabiliyetleri yönünde yetiştirerek hayata ve üst öğrenime hazırlamaktır [13].

Türkiye genç bir nüfusa sahip, gelişmekte olan bir ülkedir. Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi nüfusun yaklaşık 1/6’sı ilköğretim okullarında öğrenim görmektedir. Bu

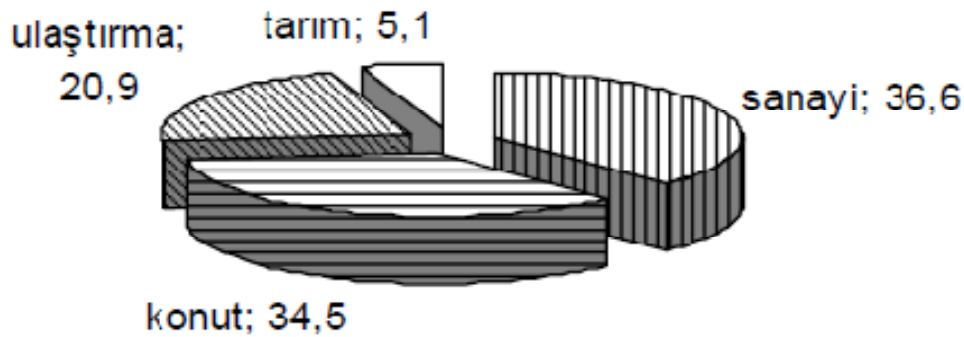
yapıların önemi, kullanan kişi sayısından da anlaşılmaktadır. Bu açıdan bu kadar yoğun kullanıma sahip başka bir bina tipi yoktur.

Çizelge 3.1 : Türkiye’deki İlköğretim okulu ve öğrenci sayısı [14].

EĞİTİM KADEMESİ	SAYISI	TOPLAM	ERKEK	KIZ
İLKÖĞRETİM OKULLARI TOPLAMI	34.990	10.673.935	5.615.591	5.058.344

3.2 Enerji Etkin Yaklaşım ve Önemi

İnsanlar sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli konfor şartlarını, inşa ettikleri yapılarla çevresel etmenleri kontrol ederek sağlamışlardır. Teknolojinin bugünkü kadar gelişmiş olmadığı dönemlerde konfor koşullarını sağlayabilmek için iklime uygun yapılar tasarlanarak enerjinin etkin kullanımı sağlanmıştır. Geleneksel mimari yapılara bakıldığında iklimle dengeli doğal yalıtım sistemlerinin bulunduğu görülmektedir. Fakat yapma iklimlendirme sistemlerin gelişmesiyle her türlü konfor koşulunun sağlanabileceği düşüncesi geleneksel yalıtım sistemlerinin ihmal edilmesine ve enerjinin bilinçsizce tüketilmesine sebep olmuştur [15]. Güncel çevre ve enerji sorunları enerjinin etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Etkin enerji kullanımının tanımı, tüketilen enerji miktarının üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden ekonomik kalkınmayı ve sosyal refah düzeyini düşürmeden minimize edilmesi şeklinde ifade edilmektedir. Enerjinin etkin kullanımının bir çevresel bir de ekonomik yönü vardır. Enerjinin çoğunlukla fosil yakıtlardan sağlanması, hava kirliliğine ve artan CO₂ ile küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Çevresel yönden dünyada önemli sorunlar yaratmaktadır [16].



Şekil 3.1 : Türkiye’de enerjinin kullanım oranları [15].

Türkiye’de enerji ihtiyacının % 70’ini ithalatla sağlanmaktadır, bu yüzden Türkiye’nin kalkınma ve sanayileşmesinde bir engel oluşturmaması için enerjinin

etkin kullanılması zorunlu hâle gelmiştir. Yapılarda enerjinin etkin kullanımıyla yıllık enerji tüketiminin %30'u kadar tasarruf sağlanacağı yapılan çalışmalarla görülmektedir [17].

Türkiye'de kullanılan enerjinin şekil 3.1'de görüldüğü gibi %34'ünün binalarda kullanıldığı düşünülürse ülke ekonomisi için ne kadar büyük bir önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır.

3.3 İlköğretim Binalarında Enerji Etkin Yaklaşımın Önemi

İlköğretim Okulları bireylerin sosyal, kültürel ve kamusal hayata ilk adımlarını attıkları yerdir. Bireylerin kişilik oluşumunda ilköğretim okullarında verilen eğitim ve öğretimden, okulun mimari, yapısal, ekolojik özellikleri ve kullanımına kadar tüm faktörler etkili olmaktadır.

Toplumun sosyal ve ekonomik yapısı, okulların tüm etkinliklerini yönlendirebilir, aynı şekilde okullar da sosyal ve ekonomik yapıyı etkileyebilmektedir. Okullar diğer kamusal kurumlar gibi toplumun kültürlerini aksettirirler, bu yönüyle kültürün önemli bir parçasıdır [18]. Bu yüzden ilköğretim okulları sosyokültürel değişimde önemlidir, enerji duyarlılığını toplum bilinci haline getirmek için ilk müdahale edilmesi gereken yerlerdendir.

Şu anda Türkiye'de 34990 ilköğretim okulu faaliyet göstermektedir, bu da ülkenin yapısal alanında önemli bir yer teşkil etmektedir. İlköğretim okullarında başlatılacak enerji etkin dönüşüm, ilköğretim okullarının yaygınlığı, kamusal bir bina türünün halka örnek teşkil etmesi ve yetişen 10.673.935 kişilik genç nüfusa öğretici olması açısından da önemlidir.

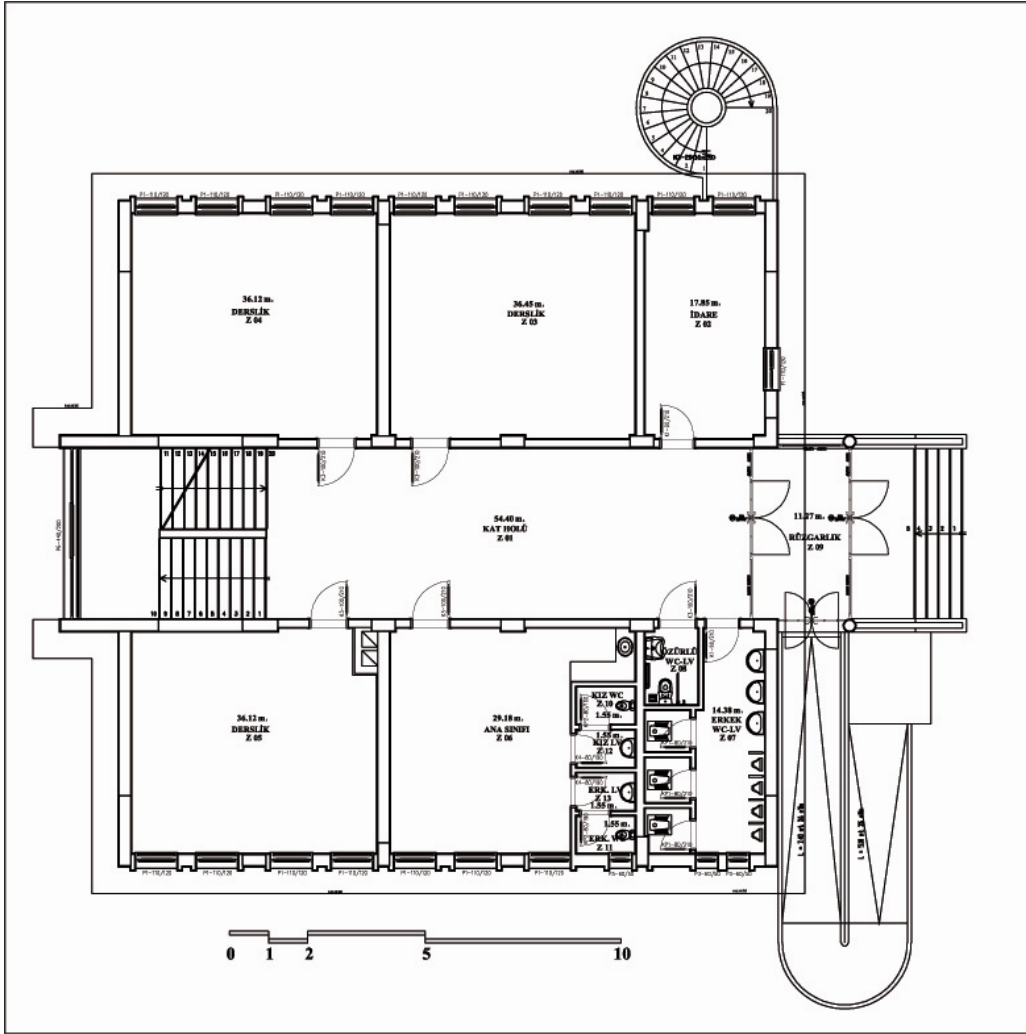
3.4 Seçilen İlköğretim Okulunun Tanıtımı

Seçilen okul Milli Eğitim Bakanlığı tarafından projelendirilip uygulanan 131/a tip 12 derslikli ilköğretim okulu projesidir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ülkenin gerekli görülen her bölgesinde uygulanan proje, bodrum kat dahil olmak üzere toplam dört kat ve kırma çatının oluşturduğu çatı arasından oluşmaktadır. Toplam kullanılan yapı alanı 1195 m²dir.

Okulların toplanma ve spor alanı gereksinimlerinden ötürü bu yapılar bahçeli olmaktadır.

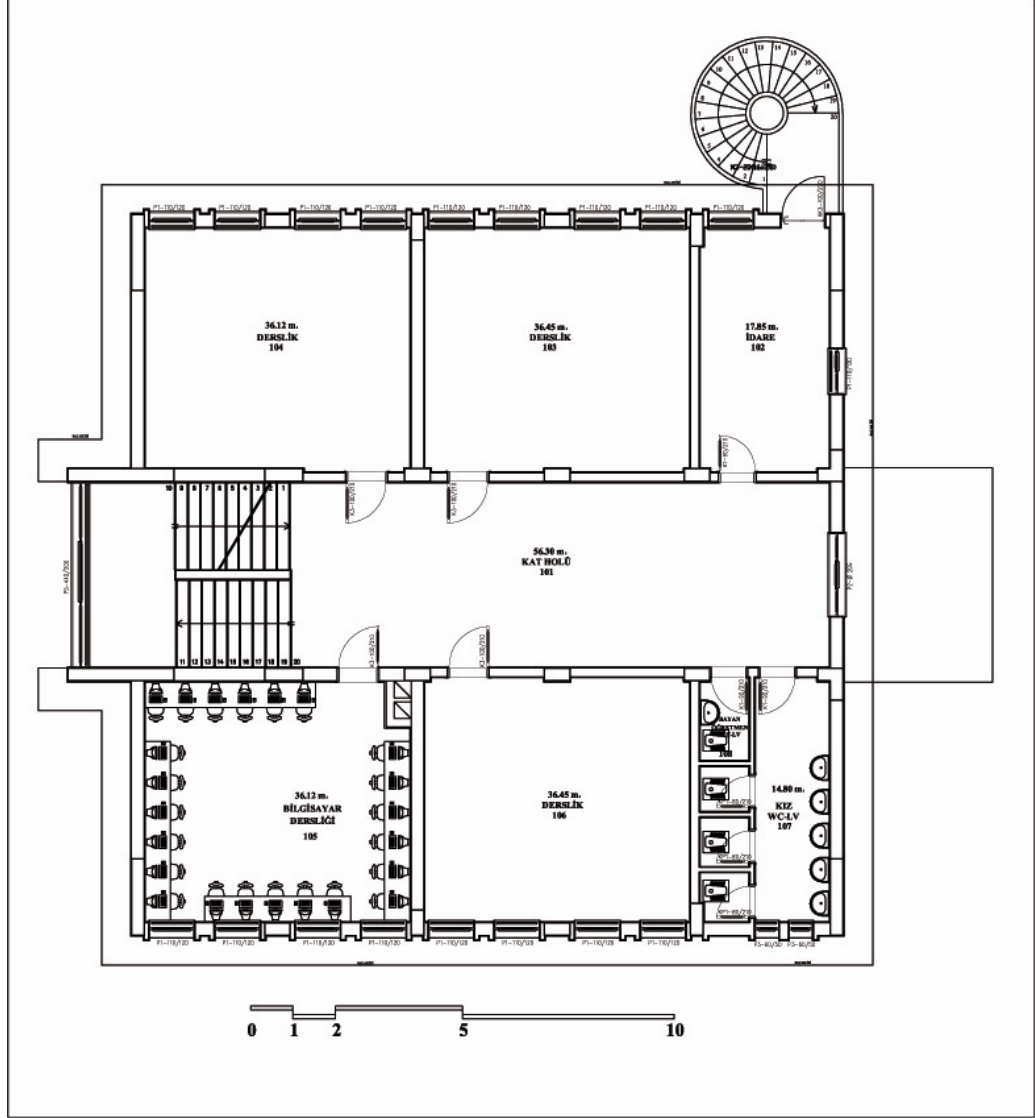
3.4.1 Planların tanıtımı

131/a tip 12 derslikli ilköğretim okulu projesinde dersliklerin on tanesi normal derslik, biri anasınıfı, biri de bilgisayar dersliği olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.2’de görüldüğü zemin kat planında okula girişte dışarıyla tampon bölge oluşturan rüzgarlık bulunmaktadır. Girişin baktığı ön cepheye göre mekanlar sağ ve sol cephelere konumlandırılıp aralarında kat holü bırakılmıştır. Bu şekilde tüm mekanların ışık alması sağlanmıştır. Sol cephede 2 derslik ve idare, sağ cephede ise erkek tualeti, derslik ve anasınıfı vardır.



Şekil 3.2 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu zemin kat planı.

Şekil 3.3’te görülen birinci kat planında; sol cephede yine 2 derslik ve idare, sağ cephede ise bilgisayar dersliği, derslik ve kız tualeti bulunmaktadır. Merdiven sağanlığının arka cepheye dayandırılmış açılan pencerelerle doğal ışık alması sağlanmıştır.

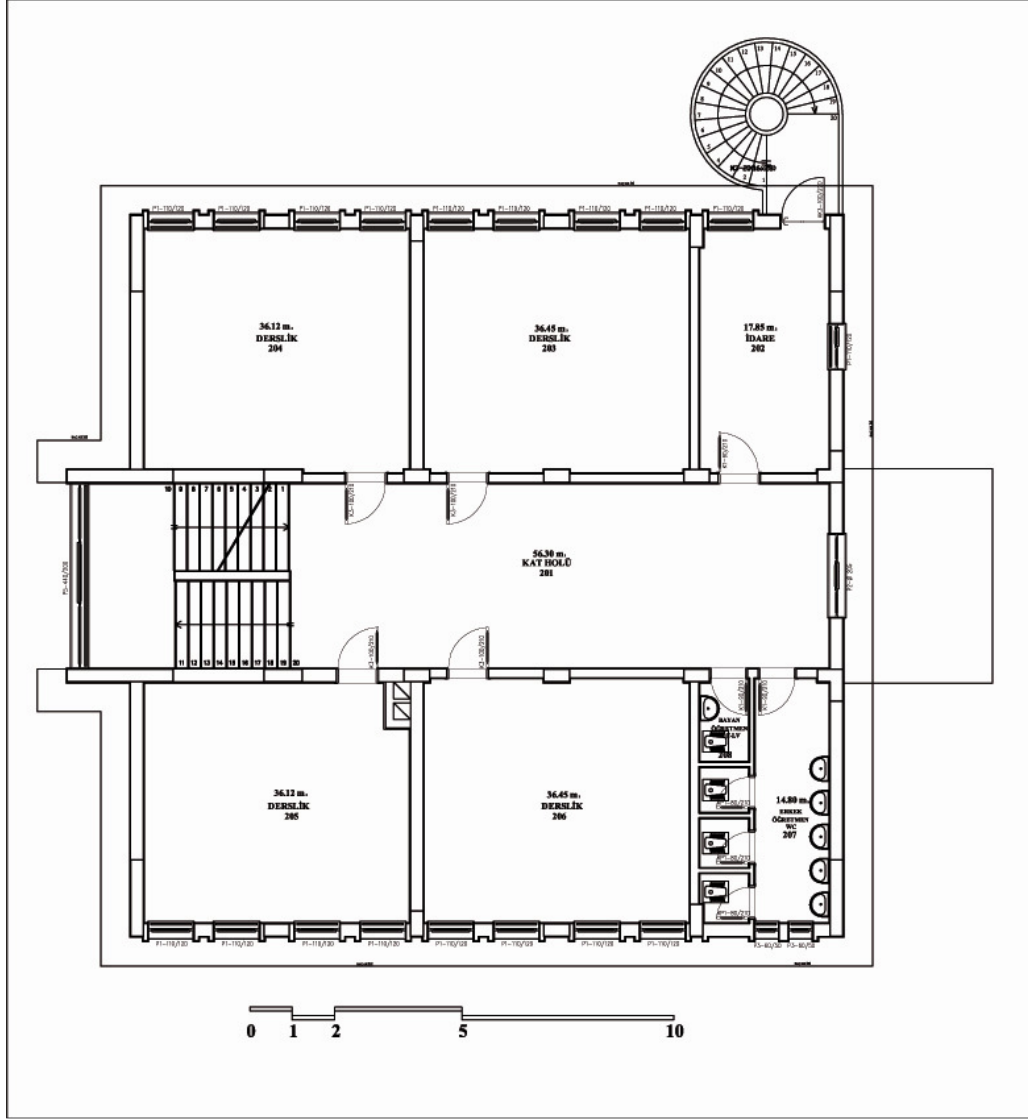


Şekil 3.3 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu birinci kat planı.

Şekil 3.4'te verilmiş olan ikinci kat planında sol cephe alt katlarla aynı, sağ cephe de ise 2 derslik ve öğretmenler tuvaleti vardır. Kat holünün uzunluğu yaklaşık 13 m'dir ve devamında merdiven kovası bulunmaktadır. Kat holünün uzun bir dikdörtgen formunda olması ve uzun kenarlardan doğal ışık alamaması sebebiyle yapay aydınlatmayla desteklenmesi mecburdur.

Ek A.2'de verilen bodrum kat planında; sol cephede erkek tuvaleti, çok amaçlı salon ve soyunma odaları bulunmaktadır. Sağ cephede ise ısıtma merkezi ile kantin bulunmaktadır. Doğal aydınlatmaya daha az ihtiyaç duyulan, daha az kullanılan mekanlar bodrum katında bulunmaktadır. Kantin, servis bölümü haricinde sadece

teneffüs ve öğle aralarında kullanılmaktadır. Çok amaçlı salon da kullanım şekline bağlı olarak belli aralıklarla kullanılan bir yerdir.



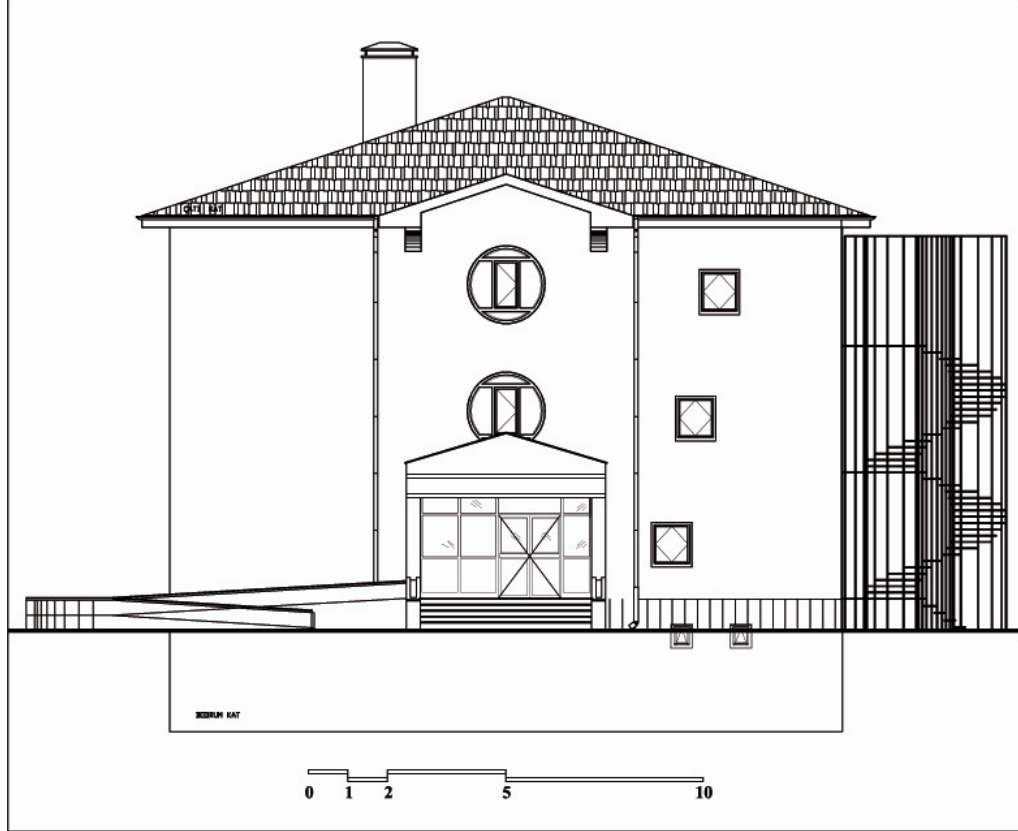
Şekil 3.4 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu ikinci kat planı.

3.4.2 Cephelerin tanıtımı

Cepheler güneş ışığını homojen bir şekilde alabilecek gibi tasarlanmış, sağ ve sol cephede en yoğun kullanılan mekanları aydınlatan 110x120 cm'lik pencereler yaklaşık 50 cm'de bir kullanılmıştır.

Şekil 3.5'de ön cephe görülmektedir. Giriş rüzgarlığını ve çıkmaları beşik çatı, ana kütleli kırma çatı örtmektedir. Giriş rüzgarlığını cam yüzeyler sınırlamaktadır. Üst katlardaki oval pencereler kat hollerini, yapının sağındaki pencereler ise idare mekanlarını aydınlatmaktadır.

Ek A.2’de verilmiş olan arka cephe, kat merdivenlerine açılan pencereler haricinde opaktır. Çatılardaki eğim % 33’tür ve kiremitle kaplanmaktadır. Cephele okul uygulamalarında birkaç istisna haricinde su basman kotuna kadar kaplama, üzeri dış sıva ve üzeri boyadır. Okula girişte özürllüler için bir rampa görölmektedir, fakat okul içinde üst katlara ya da bodrum katına ulaşabilmeleri için bir yol görölmemektedir.

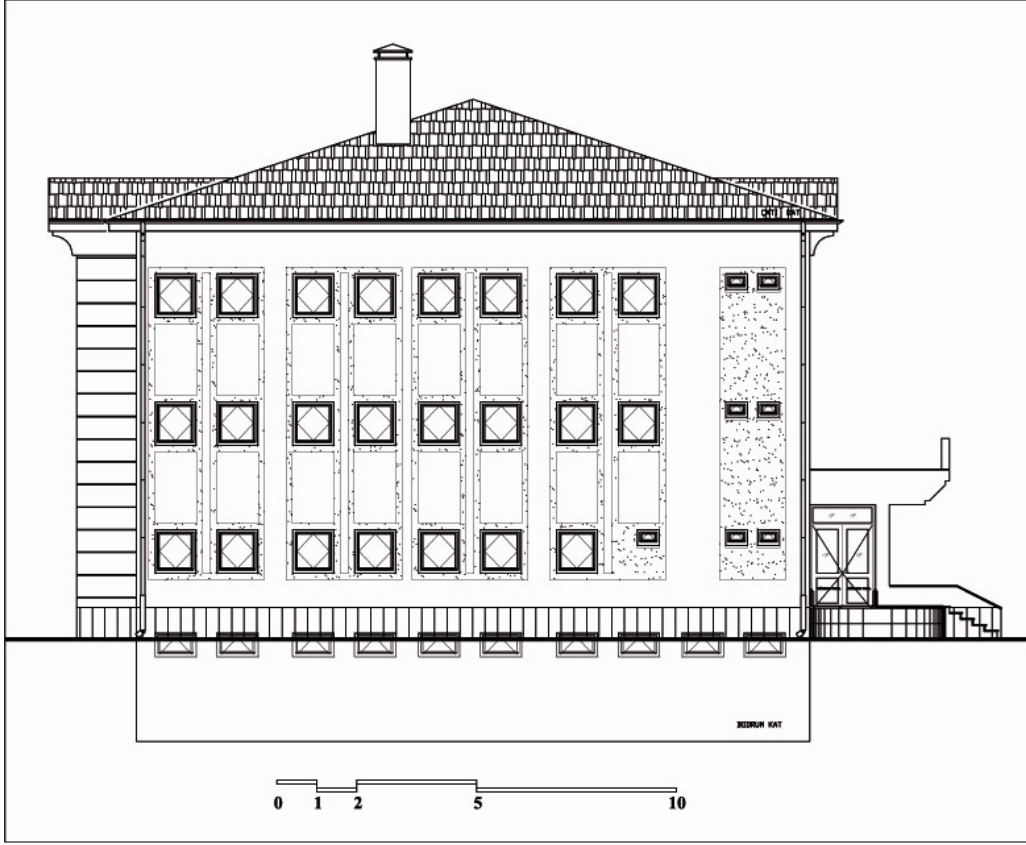


Şekil 3.5 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu ön cephesi.

Şekil 3.6’da sağ cephe yer almaktadır. Kat tuvaletleri ve derslikler bu cepheye dayanmaktadır . 60x50 cm’lik pencereler kat tuvaletlerini, 110x120 lik pencereler derslikleri aydınlatmaktadır. Cephede hareket oluşturmak için pencere etraflarında şeritler oluşturulmuştur.

Ek A.2’de bulunan sol cephe, derslikler ve idare mekanlarının dış ortamla sınırını oluşturmaktadır. Bu cephede 110x120 cm’lik pencereler kullanılmıştır. Bodrum katlar, cephe önlerinde bırakılan hendekler sayesinde kullanabilen 110x50 cm’lik pencerelerle aydınlatılmaktadır.

131/a 12 derslikli ilköğretim okulu üçüncü boyutta arka cephesinde kat holleri tarafından parçalanmış dikdörtgenler prizmasından oluşmaktadır.



Şekil 3.6 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu sağ cephesi.

4. FARKLI İKLİM BÖLGELERİNDE BİR İLKÖĞRETİM BİNASININ ENERJİ ETKİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMA ÖRNEĞİ

Bu çalışmada öncelikle seçilen 131/a ilköğretim okulunun enerji performansını değerlendirmek için enerji hesaplamaları, Design Builder ara yüzü Energy Plus simülasyon programı ile yapılmıştır. Enerji giderlerini azaltmak amacıyla binanın enerji etkin iyileştirilmesi için öneriler geliştirilmiş, öneriler enerji etkinliği ve ekonomikliği açısından değerlendirilmiş, optimum fayda sağlanmaya çalışılmıştır.

4.1 Uygulamanın Amacı

Birinci bölümde de açıklandığı gibi, Türkiye’de yoğun bir şekilde kullanılmakta olan fosil yakıtlar enerji kaynakları arasında en büyük oranı teşkil etmektedir. Fosil yakıt kullanımıyla atmosferde artan CO₂ seviyesi sera etkisi yaratarak küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Fosil yakıtların enerjiye dönüştürülmesi sonucu çıkan gazlar, radyoaktif maddeler ve küller çevreye önemli zararlar vermektedir [15]. Bu çevresel sorunların çözülebilmesi için mimara, tasarım ve yapım sürecinde ilk maliyet, fonksiyonellik ve estetik kaygılarının yanı sıra ekolojik ve enerji etkin yaklaşımda bulunma misyonu yüklenmektedir.

Yapma çevre hızlı ve ekonomik binalaşma ihtiyacı sonucu, plansız ve karmaşık yapıda gelişmiştir. Bu yapılaşma 1970’lerden günümüze kadar sürekli artmıştır.

Enerji etkin dönüşümün kamusal yapılarla ve kamusal teşvikle başlatılması gerektiği açıktır. Bu durum da ilköğretim okullarını ön plana çıkarmaktadır . Türkiye’de 34990 ilköğretim okulu bulunmakta ve bu okullarda 10.673.935 öğrenci öğrenim görmektedir. İlköğretim okulları temel eğitim kurumları oldukları için hemen hemen her semtte bulunmakta, bu sebeple yaygın bir örnek oluşturmaktadır. İlköğrenim zorunlu olduğu için nüfusun yaklaşık 1/6’sı sözü geçen okulları kullanmaktadır. İlköğretim; 6 ila 14 yaş arası gruba temel eğitim ve öğretimini verip, kişilik oluşumunda temel adımlarını atmada yönlendirici olup mesleki yönelmeleri sağlamaktadır. Bu uygulamalar yetişmekte olan bu büyük öğrenci kitlesine öğretici olmakta, nüfusun büyük bir kısmına şekil vermektedir.

Bu çalışmayla amaçlanan; yapının mevcut durum ve enerji etkin iyileştirilmesi sonucunda enerji giderlerini ortaya koyarak, dönüşümün kaçınılmazlığını bir kamusal yapı örneğinde göz önüne serip, dönüşümde dikkat edilmesi gereken prensipler için bir ön çalışma oluşturabilmektir.

4.2 Uygulamanın Adımları

Milli Eğitim Bakanlığı'ndan, Türkiye'nin tüm bölgelerinde uygulanmış örnekleri bulunan 131/a tip 12 derslikli ilköğretim okulu projesi alınmıştır. Mevcut projenin Türkiye'nin sırasıyla ılımlı nemli, ılımlı kuru, sıcak nemli, sıcak kuru, soğuk iklim bölgelerini temsil eden İstanbul, Ankara, Antalya, Diyarbakır, Erzurum'da yer aldığı kabul edilmiş; hesaplamalar 5 iklim bölgesi için yapılmıştır. Yapı bahçeli olup düz bir araziye yerleştiği kabul edilerek, kıyaslama imkanı sağlayabilmek için girişlerinin batıya yönlendirildiği varsayılmıştır. İlköğretim okulu mevcut projeye göre planları, cepheleri ve formu incelenmiş, Design Builder simülasyon programında modellenmiştir. Yapı kabuğunun opak bileşeninin yalıtımsız olduğu, saydam bileşeninin ise ahşap doğramalı tek camı olduğu varsayılarak simülasyon programında gerekli veriler girilmiştir. Seçilen pilot iller için gereken dış iklimsel veriler, kullanılan simülasyon programının veri tabanında bulunmaktadır. Uygulama yerine göre dış iklim verileri girilmiştir. Programın yine veri tabanında yer alan ilköğretim okullarında bulunan mekanların iç iklimsel verileri, TS 825'le öngörülen değerlerle karşılaştırılarak programa girilmiştir. İlköğretim Okulu projesi modellemelerinin simülasyonu yapıp, yapıda meydana gelen enerji giderleri hesaplanıp, pilot illerdeki uygulamaları birbirleri ile karşılaştırılmıştır .

Mevcut durum üzerinden modellemede; yönlendirme, opak ve saydam bileşen, opak bileşende malzeme alternatifleri oluşturulup simülasyonla hesaplanan enerji giderlerinden optimum faydayı sağlayanlar seçilmiştir. Optimum faydayı sağlayan durumla oluşturulan kombinasyon, kütlenin total davranışına göre elde edilmiş olduğundan cephelere göre performans değerlendirilmesi yapıp enerji etkinlikleri geliştirilmiştir.

Önerilen enerji etkin yenileme adımlarının uygulama birim fiyatlarına göre maliyetleri hesaplanmış, bu adımların sağladığı yıllık enerji kazançlarıyla da ne kadar sürede kendini amorti ettiği hesaplanmıştır.

4.2.1 Mevcut ilköğretim projesinin genel özelliklerinin ortaya konup modellenmesi

Mevcut proje, Türkiye'nin her ilinde yaklaşık 400 öğrenci kapasiteli bir okul ihtiyacında uygulanan 131/a tip 12 derslikli ilköğretim okuludur. Bu yüzden ülkemizde var olan 5 iklim bölgesini temsil eden pilot şehirler ele alınmış, iklimsel koşullarının yapının performansını nasıl değiştirdiğini görebilmek için uygulandığı araziler ve yönler aynı kabul edilmiştir. Yapı Milli Eğitim Bakanlığı'ndan alınmış çizimlere göre simülasyon programında modellenip, kabuk detayları işlenmiştir. Projenin uygulandığı farz edilen illerin dış iklim verileri programın veri tabanından alınmıştır. Programın yine veri tabanında bulunan ilköğretim okullarındaki iç mekanların konfor verileri UK NCM'ye göre hazırlanmış olup, TS 825 ve Makine Mühendisleri Odasının (MMO) belirlediği soğutma eşik sıcaklığından yararlanılarak Türkiye'ye uyarlanmıştır.

4.2.1.1 Mevcut projenin uygulama yerleri ve konumları

131/a tip 12 derslikli ilköğretim okulu ülkemizde var olan 5 iklim bölgesinden seçilen 5 ilde uygulandığı kabul edilmiştir. Bu iller ve iklim bölgeleri :

- Ankara, ılımlı kuru iklim bölgesi.
- Antalya, sıcak nemli iklim bölgesi.
- Diyarbakır, sıcak kuru iklim bölgesi.
- Erzurum, soğuk iklim bölgesi.
- İstanbul, ılımlı nemli iklim bölgesi.

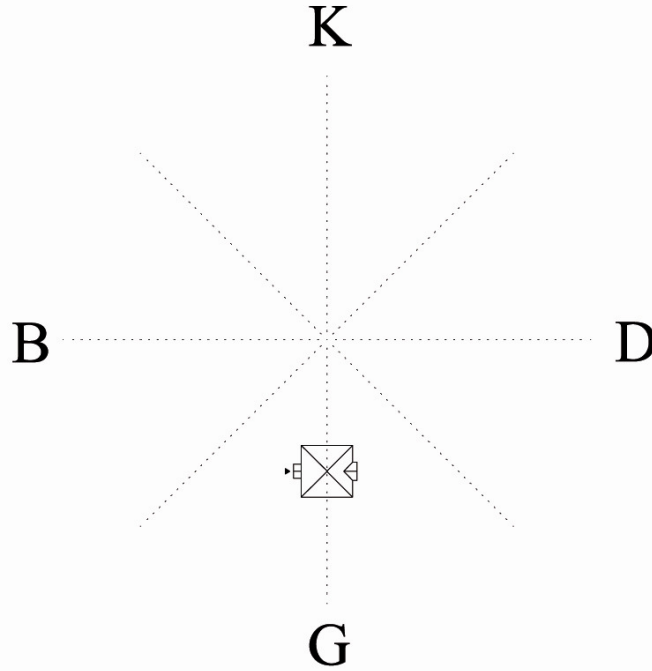
Uygulamalar, okulların ihtiyaç duyduğu toplanma ve spor alanları sebebiyle düz bir arazide konumlandırılıp bahçeli oldukları kabul edilmiştir. Bu yüzden modellemede okulun etrafında bina olmadığı kabul edilmiştir.

4.2.1.2 Mevcut projenin yönlendirilişi

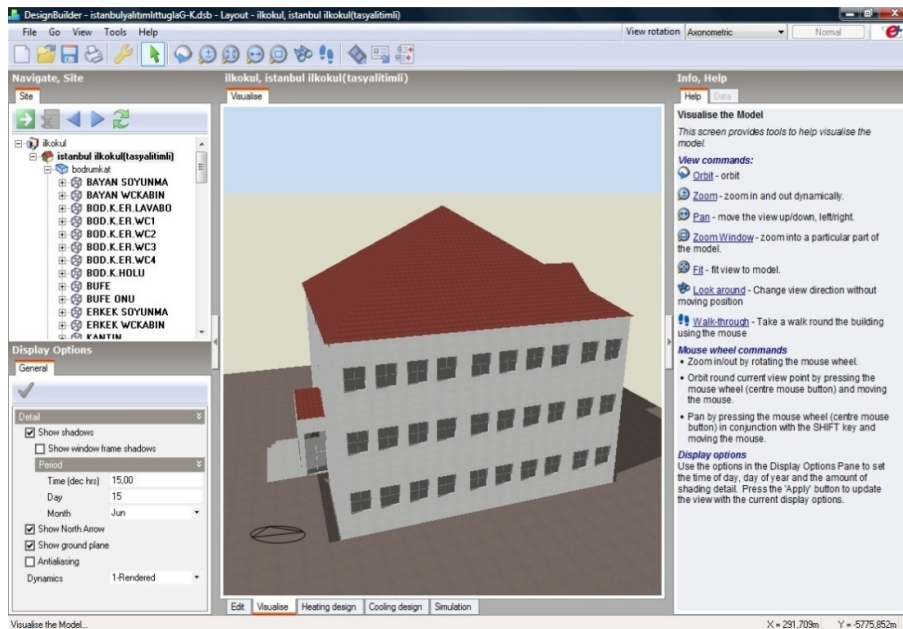
Farklı iklim bölgelerinde aynı binaların performanslarını değerlendirebilmek için yönlendirilişleri aynı varsayılmıştır. Yapı uygulandığı varsayılan her ilde şekil 4.1'de gösterildiği gibi girişin batıya, dersliklerin ağırlıkta olduğu cephenin güneye yönlendirildiği kabul edilerek programa işlenmiştir.

4.2.1.3 Mevcut projenin plan şeması ve formu

Mevcut projenin Autocad formatındaki planlarından yararlanılarak simülasyon programında yeniden çizilmiştir. Üç boyutlu çizimler yapılarak tüm mekanlar oluşturulmuş, oluşan tüm mekanları adlandırarak şekil 4.2'deki ana forma ulaşılmıştır.



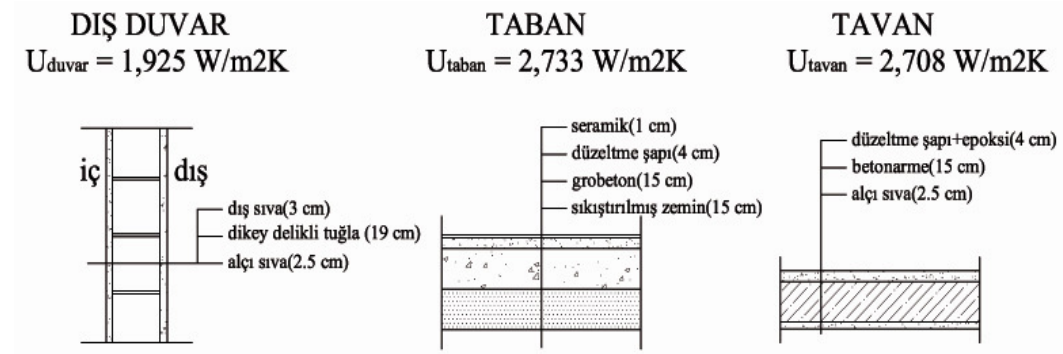
Şekil 4.1 : 131/a ilköğretim okulunun yönlendiriliş biçimi.



Şekil 4.2 : 131/a ilköğretim okulunun formu.

4.2.1.4 Mevcut proje uygulamasının kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri

131/a tip 12 derslikli ilköğretim okulu Design Builder simülasyon programında modellenerek yapı kabuğuna ilişkin veriler programa aktarılmıştır. Şekil 4.3'te dış duvar, döşeme ve tavan detayları verilmektedir .



Şekil 4.3 : 131/a ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar detayları.

Design Builder simülasyon programı enerji giderlerinin yanı sıra binanın istenen gün ve saatteki gölgeleme etkilerini oluşturabilmektedir. Diğer bir deyişle güneşin hangi cepheyi nasıl etkilediği, çevreye düşen gölgelerin boyutları görüntülenebilmektedir.

Çizelge 4.1'de yapıda kullanılan malzemelerin enerji performanslarını etkileyen fiziksel özellikleri bulunmaktadır. Simülasyon programı, bu değerlere bağlı olarak yapı kabuğu detaylarının U değerlerini ve ısı performanslarını hesaplayabilmektedir. Bu işlemin amacı ısı performansını düşünülmeden yapılan kamusal ve özel yapıların enerji performanslarını incelemektir.

Çizelge 4.1 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.

MALZEMELER	Isıl iletkenlik değeri	Özgül ısı	Yoğunluk
	W/mK	J/kgK	kg/m3
Dikey delikli tuğla	0,84	800	1700
Dış siva	0,5	1000	1300
Alçı siva	0,4	1000	1000
XPS yalıtım	0,034	1400	35
seramik	1,3	840	2300
şap	1,35	1000	1800
betonarme	2,5	1000	2400

Kabuğun saydam bileşeni olarak Çizelge 4.2'de ısı ve ışık geçirgenlik performansları verilen ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camdan oluşan pencereler kullanılmıştır. Bu da ilk yatırım maliyetini düşürmek amaçlı yapılmıştır. Bu

pencerenin ısıl geçirgenliği oldukça yüksektir. Kabuğun optik ve termofiziksel özellikleriyle ilgili yapılan seçimler programa işlenmiştir.

Çizelge 4.2 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.

PENCERELER	ışık geçirgenliği	güneş ışıını geçirgenliği	toplam güneş ışıını geçirgenliği(SHGC)	U değeri
				W/M2k
Ahşap çerçevesi 6 mm lik tek camlı	0,881	0,775	0,81	6,121

4.2.1.5 Mevcut proje iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin seçimi

Ülkemizde 1987’de kullanılmaya başlanan ve yaygın bir kullanım ağı olan doğal gaz, ısıtma sisteminin enerji kaynağı olarak seçilmiş ve sıcak sulu radyatör sistemi kullanıldığı kabul edilmiştir.

Soğutma sisteminde ise en yaygın kullanılan ve elektrik enerjisiyle çalışan klimalar seçilmiştir.

Aydınlatmada elektrik enerjisi kullanılmış, mekanların aydınlatılması için floresan lambalar seçilmiştir. Seçimlerin tümü Design Builder programına veri olarak girilmiştir.

4.2.2 Mevcut Durumların İklim Verilerin Hazırlanması

Seçilen illerin dış iklim verileri programın veri tabanından seçilmiştir. Dış iklim verileri Design Builder simülasyon programı tarafından ASHRAE/IWEC’ten temin edilmektedir. ASHRAE bu verileri 2002 yılını esas alarak hazırlamıştır.

Mekanlarda istenen iç iklim koşulları için UK NCM, TS 825 ve MMO’nun öngördüğü değerlerden yararlanılmıştır.

4.2.2.1 Dış iklim koşulları

Dış iklim verileri, programın veri tabanından 5 il için ayrı ayrı programa aktarılmıştır. Çalışmanın en kritik aşamalarından biri yapının farklı iklim bölgelerinde gösterdiği performansı ortaya koymaktır. Bu performans farklılıkları, Türkiye’nin yerel mimarileri göz önüne alındığında yapma çevremizde ihmal edilmiş kritik bir durum olduğu açıkça görülmektedir.

Ilımlı nemli iklim bölgesinden uygulama için seçilen İstanbul’un aylık saatlere göre ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.3’da verilmektedir. Mevsimler arası ortalama sıcaklık farkı yüksek değildir.

Çizelge 4.3 : İstanbul'un saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	5.3	4.2	6.0	10.5	14.7	19.3	21.7	22.1	18.7	14.4	10.6	7.2
1:01- 2:00	5.3	3.9	5.8	10.2	14.4	18.9	21.4	21.8	18.4	14.5	10.5	7.3
2:01- 3:00	5.2	3.8	5.7	10.0	14.3	18.6	21.3	21.6	18.2	14.5	10.4	7.2
3:01- 4:00	5.1	3.9	5.6	9.8	14.2	18.3	21.1	21.5	17.9	14.5	10.3	7.2
4:01- 5:00	5.1	4.0	5.4	9.6	14.0	18.1	20.9	21.4	17.7	14.4	10.4	7.1
5:01- 6:00	4.9	3.8	5.5	9.8	14.6	19.1	21.4	21.9	17.9	14.2	10.3	7.2
6:01- 7:00	4.9	3.6	5.7	10.1	15.2	20.2	22.3	22.6	18.5	14.2	10.3	7.2
7:01- 8:00	5.0	3.6	6.1	10.8	15.8	21.3	23.0	23.3	19.6	14.9	10.7	7.3
8:01- 9:00	5.3	4.4	6.9	11.7	16.5	22.1	23.9	24.3	21.3	16.7	11.3	7.8
9:01-10:00	5.9	5.1	7.5	12.6	17.2	22.6	24.9	25.3	22.4	17.8	11.9	8.2
10:01-11:00	6.5	5.6	8.2	13.6	18.0	23.3	26.0	26.4	23.3	18.8	12.5	8.6
11:01-12:00	6.8	6.2	8.7	14.1	18.6	23.9	26.5	26.7	23.9	19.1	12.8	8.8
12:01-13:00	7.2	6.4	9.2	14.6	19.2	24.3	27.4	27.0	24.4	19.6	13.2	9.0
13:01-14:00	7.1	6.7	9.4	15.1	19.8	24.8	27.8	27.6	24.4	19.8	13.2	9.1
14:01-15:00	7.1	6.6	9.4	15.4	19.8	24.7	27.7	27.4	24.3	19.6	13.0	9.0
15:01-16:00	6.8	6.4	9.3	15.3	19.7	24.3	27.5	27.2	24.0	19.1	12.8	8.8
16:01-17:00	6.4	6.0	9.2	15.0	19.7	24.5	27.1	27.0	23.3	18.4	12.4	8.7
17:01-18:00	6.1	5.4	8.5	14.2	18.8	23.6	26.0	26.0	22.3	17.3	11.9	8.4
18:01-19:00	5.6	4.9	7.9	13.3	17.9	22.7	25.2	24.9	21.2	16.6	11.3	8.0
19:01-20:00	5.6	4.7	7.3	12.4	17.0	21.9	24.2	23.9	20.5	15.8	10.9	7.7
20:01-21:00	5.4	4.6	7.0	11.9	16.5	21.4	23.5	23.5	19.9	15.7	10.7	7.5
21:01-22:00	5.2	4.5	6.9	11.4	16.0	20.8	22.8	23.1	19.5	15.5	10.7	7.3
22:01-23:00	5.2	4.4	6.6	10.9	15.4	20.3	22.4	22.8	19.2	15.2	10.7	7.1
23:01-24:00	5.1	4.3	6.3	10.8	15.2	19.8	22.1	22.4	18.9	14.6	10.4	7.1

Ilımlı kuru iklim bölgesinden pilot il olarak Ankara seçilmiştir. Ilımlı iklim bölgelerinin özellikleri birbirine benzemektedir fakat ılımlı kuru iklim bölgesinde nem daha düşüktür ve Çizelge 4.4'te de görüldüğü gibi mevsimsel sıcaklık farkları daha fazladır.

Sıcak nemli iklim bölgesinden seçilen il Antalya'dır. Mevsimlik ortalama sıcaklık farkları çok yüksek değildir. Ek A.2'deki yıllık ortalama sıcaklıkları göz önüne alındığında, bu bölgede uygulanacak ilköğretim okulun ısıtma yükünün diğer iklim bölgelerine göre daha düşük olması beklenmektedir. Bu iklim bölgesi denizin etkisiyle nemlidir. Sıcak kuru iklim bölgesiyle kıyaslandığında saatlik ve mevsimlik sıcaklık farkları azdır.

Çizelge 4.4 : Ankara'nın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	-4.1	-1.6	-0.4	5.8	9.6	12.4	17.9	16.9	13.0	7.5	1.9	-0.9
1:01- 2:00	-4.5	-1.6	-0.9	5.0	8.7	11.2	16.9	15.8	12.3	6.9	1.6	-0.9
2:01- 3:00	-4.6	-1.9	-1.0	4.7	8.3	10.5	16.2	15.0	11.2	6.4	1.3	-1.1
3:01- 4:00	-4.9	-2.3	-1.3	4.5	7.5	9.8	15.3	14.3	10.4	5.9	1.0	-1.1
4:01- 5:00	-5.0	-2.5	-1.3	4.0	7.1	9.0	14.4	13.5	9.7	5.6	0.7	-1.1
5:01- 6:00	-5.1	-2.5	-1.6	4.2	7.5	10.5	14.9	15.0	9.3	5.5	0.9	-1.0
6:01- 7:00	-5.1	-2.7	-1.5	4.9	9.0	12.3	16.3	16.7	10.3	5.5	1.1	-1.1
7:01- 8:00	-5.3	-2.8	-0.6	6.3	11.0	15.2	19.4	18.3	13.0	6.4	1.3	-1.2
8:01- 9:00	-4.4	-1.3	1.4	8.4	13.4	17.7	21.0	20.4	16.6	8.8	2.8	-0.2
9:01-10:00	-3.0	0.1	3.4	10.1	15.5	19.7	22.8	22.5	19.4	11.3	4.4	1.0
10:01-11:00	-1.7	1.9	4.7	11.7	17.4	21.2	24.3	24.6	21.1	13.6	6.0	2.1
11:01-12:00	-0.2	2.9	5.5	12.2	18.3	22.3	25.1	25.6	22.6	14.9	6.8	3.0
12:01-13:00	1.0	3.6	6.4	13.0	19.1	23.0	26.2	26.6	23.5	15.7	7.5	3.8
13:01-14:00	1.8	4.4	7.4	13.4	19.5	23.5	27.1	27.9	24.3	16.2	8.2	4.5
14:01-15:00	2.1	4.4	7.5	13.6	19.6	23.6	27.4	27.7	24.2	16.1	7.7	4.1
15:01-16:00	1.9	4.4	7.5	13.7	19.5	23.5	27.6	27.6	24.2	15.5	7.2	3.6
16:01-17:00	1.1	4.0	7.4	13.6	19.2	23.0	27.5	27.7	23.6	14.7	6.7	3.0
17:01-18:00	-0.4	3.0	6.3	12.5	18.1	21.9	26.5	25.9	22.0	13.4	5.7	2.2
18:01-19:00	-1.6	2.1	4.9	11.4	16.7	20.5	25.1	24.2	20.0	11.9	4.7	1.5
19:01-20:00	-2.2	1.4	3.6	9.9	15.0	18.5	23.3	22.4	18.3	10.8	3.7	0.8
20:01-21:00	-2.6	0.8	2.3	9.1	13.6	16.6	22.1	21.2	16.6	9.8	3.2	0.3
21:01-22:00	-3.1	0.3	1.5	8.1	12.5	15.1	20.8	20.1	15.6	8.9	2.6	-0.2
22:01-23:00	-3.6	-0.2	0.8	7.3	11.4	13.9	19.6	18.9	14.6	8.3	2.2	-0.6
23:01-24:00	-3.9	-0.7	0.2	6.7	10.6	13.1	18.9	17.9	13.8	7.6	2.0	-0.9

Sıcak kuru iklim bölgesinde uygulama yapılan il Diyarbakır'dır. Diyarbakır'da, Ek A.3'te görüldüğü gibi mevsimlik ortalama sıcaklık farkları ılımlı nemli iklim bölgesine göre daha fazladır. Okulun açık olduğu süreler göz önüne alındığında ısıtma yükleri soğutma yüklerinden daha fazladır. Soğutma yükleri yazın okulların kapalı olduğu düşünülürse - tüm yıllık kullanım hesaba katılmadığı için - o iklim bölgesinde tüm yıl kullanılan yapılara göre çok daha azdır.

Soğuk iklim bölgesinden seçilen pilot şehir Erzurum'dur. Bu iklim bölgesinde mevsimlik sıcaklık farkı diğer iklim bölgelerine göre daha fazladır. Ek A.3'te yer alan sıcaklıklar ve soğuk iklim bölgesi olması sebebi ile en fazla ısıtma yüküne sahip olan iklim bölgesi olacağı açıktır.

4.2.2.2 İç iklim koşulları

Mekanlarda istenen iç konfor koşulları, UK NCM, TSE 825 ve MMO'dan yararlanılarak oluşturulmuştur. Mekanın kullanım şekli, kullanıcı sayısı hesaba katılarak UK NCM tarafından hesaplanmış olan ısıtma eşiği sıcaklıkları ve MMO'nun soğutma eşiği için verdiği değerle oluşturulan iç mekan konfor sıcaklık aralıkları Çizelge 4.5'de yer almaktadır. Boş bırakılan yerler ısıtma ya da soğutmanın istenmediğini ifade etmektedir. Derslikler için UK NCM'de yer alan sıcaklık değeri değil de, TS 825'te okulların genel sıcaklığı için verilen değer alınmıştır [20,21,22].

Çizelge 4.5 : İlköğretim okulunda istenen iç mekan sıcaklıkları (°C) [20,21,22].

MEKANLAR	Isıtmanın devreye girdiği sıcaklık değeri	soğutmanın devreye girdiği iç ortam sıcaklık değeri
	°C	°C
Derslikler	20	24
İdare	22	24
Sirkülasyon alanları	15	24
tuvaletler	15	24
Çok amaçlı salon	18	24
Kantin	23	24
Kantin Mutfağı	17	24
Kazan Dairesi		
Soyunma Odaları	15	

4.2.3 Mevcut ilköğretim okulunun kullanım sürelerinin belirlenmesi

İlköğretim okulları, Milli Eğitim müfredatına göre cumartesi pazarları tatil olarak kabul edilmiş, yıl içi tatiller Çizelge 4.6'daki gibi programa girilmiştir. Okulların 08.00 ile 17.00 arasında kullanıldığı kabul edilip, Design Builder simülasyon programına verileri girilmiştir. Kullanım şekline bakıldığında okulların kışın kullanılıp yazın kullanılmadığı görülmektedir. Bu da, ısıtma yükünün tüm yıl kullanılan binalara yakın, soğutma yükünün ise tüm yıl kullanılan binaların çok aşağısında olacağını göstermektedir.

4.2.4 Mevcut projenin simülasyonunun yapılp enerji giderlerinin hesaplanması

Tüm verileri girilen ilköğretim okulunun iklim bölgelerine göre simülasyonu yapılp enerji giderleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.7, farklı iklim bölgeleri için enerji giderlerini vermektedir. Sıcak kuru iklim bölgesinde olan Antalya'daki okulla soğuk iklim bölgesinden olan Erzurum'daki okul arasında iklimlendirme için harcanan enerjiler arasında yaklaşık 13 kat fark vardır.

Çizelge 4.6 : İlköğretim okullarının öğretimin olmadığı tatil dönemleri [14].

TATİLLER	başlangıç tarihi	gün sayısı
	°C	°C
Cumhuriyet Bayramı	29.Eki	1
Şeker Bayramı	27.Kas	3
Yılbaşı	01.Oca	1
Yarıyıl tatili	26.Oca	16
Çocuk Bayramı	23.Nis	1
Gençlik Bayramı	19.May	1
Yaz tatili	12.Haz	86
TOPLAM		112

Çizelge 4.7 : Farklı illerdeki İlköğretim okullarının enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
Ankara	4191,645	96265,34	735,8929	101192,8779
Antalya	3445,563	8206,361	6141,504	17793,428
Diyarbakır	3479,002	21727,56	5772,021	30978,583
Erzurum	5897,922	216309,2	209,6841	222416,8061
İstanbul	4095,815	45746,22	1438,932	51280,967

Çizelge 4.8 : Ankara'daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
ocak	540,1824	23948,79	0
şubat	264,2548	15599,9	0
mart	365,4612	13013,75	0
nisan	327,0428	4661,961	2,020924
mayıs	307,4045	2071,001	114,3916
haziran	66,70677	177,2148	203,4636
temmuz	0	0	0
ağustos	0	0	0
eylül	298,9143	694,9453	364,8906
ekim	406,6138	4109,286	50,85795
kasım	824,7977	12460,94	0,268215
aralık	790,2667	19527,55	0
TOPLAM	4191,64497	96265,3381	735,892889

Ilımlı kuru iklim bölgesinde bulunan Ankara'daki İlköğretim okulu, soğuk iklim bölgesinde bulunan Erzurum'daki ilköğretim okulundan sonra en çok enerji gideri olan uygulamadır. Ilımlı kuru iklim bölgesinde kışlar yazlara göre daha baskındır ve Ankara'daki ilköğretim okulunun ısıtma giderleri dış iklimsel koşullardan ötürü yüksektir. Okullar yazın kullanılmadığı için ısıtma giderleri soğutma giderlerinden

daha ön plana çıkmaktadır. Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi ısıtma giderlerinin en fazla olduğu ay ocaktır. Okulların 12 Haziran’da yaz tatiline girmesine rağmen haziranda mayısta harcanandan daha fazla soğutma enerjisi sarf edilmiştir. Soğutma giderinin en fazla olduğu ay ise eylülüdür.

Çizelge 4.9 : Antalya’daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
ocak	414,8882	1987,096	0,230405
şubat	214,0747	1286,245	4,72067
mart	311,5756	1618,072	2,531841
nisan	306,0459	771,2991	360,8214
mayıs	296,1694	236,4094	875,8851
haziran	66,95973	28,38331	376,6517
temmuz	0	0	0
ağustos	0	0	0
eylül	309,2934	79,07196	2674,878
ekim	362,4044	186,483	1361,494
kasım	617,5414	667,5049	442,3434
aralık	546,6099	1345,797	41,94667
TOPLAM	3445,56263	8206,36167	6141,503186

Antalya’daki ilköğretim okulu, sıcak nemli iklim bölgesinde kışların ılık geçmesinden ötürü en az ısıtma enerjisi giderine sahiptir. Soğutmanın kısa bir dönem yapıldığı hesaba katılırsa, uygulamada ısıtma ve soğutma giderlerinin birbirine yakın çıkmasına rağmen Antalya’da tüm yıl kullanılan yapıların soğutma giderlerinin - eylüldeki kullanımın 2674,878 kWh olduğu düşünülünce - ısıtma giderlerinin çok üstüne çıkacağı düşünülebilir. Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi ısıtma için kullanılan enerji ocakta, soğutma için kullanılan enerji eylülde en fazladır.

Sıcak kuru iklim bölgesi örneği olan Diyarbakır’daki ilköğretim okulu, Antalya ilköğretim okuluna kıyasla kışların daha soğuk geçmesinden ötürü daha fazla ısıtma enerjisine ihtiyaç duymaktadır. Çizelge 4.10’daki değerlere göre ısıtma sistemi en yoğun ocakta, soğutma sistemi ise en yoğun eylülde çalışmaktadır.

Soğuk iklim bölgesinde Erzurum’da bulunan ilköğretim okulu en yüksek enerji giderlerine sahiptir. Çizelge 4.11’a bakıldığında ısıtma için harcanan enerji ocak ayında en yüksek olup İstanbul’daki ilköğretim okulunun yıllık ısıtma enerjisinden

yaklaşık 2500 kWh fazladır. Soğutma gibi aydınlatma için de en fazla enerji bu yapıda harcanmaktadır.

Çizelge 4.10 : Diyarbakır'daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
ocak	430,1726	5901,035	0,00922
şubat	223,3199	3995,74	1,715669
mart	296,0766	3174,172	4,847235
nisan	311,2202	1327,931	269,7116
mayıs	300,3508	269,435	1338,434
haziran	66,68948	20,49417	676,0548
temmuz	0	0	0
ağustos	0	0	0
eylül	300,9379	123,1683	2495,126
ekim	358,3312	393,153	888,7056
kasım	638,3843	1783,991	91,2743
aralık	553,5186	4738,438	6,141382
TOPLAM	3479,00158	21727,55747	5772,019806

Çizelge 4.11 : Erzurum'daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
ocak	844,9247	48216,82	0
şubat	366,1648	39553,07	0
mart	354,9667	29967,73	0
nisan	357,9904	10147,26	3,503791
mayıs	309,3349	1711,29	48,00189
haziran	68,88282	91,86603	145,0812
temmuz	0	0	0
ağustos	0	5,618987	0
eylül	459,1684	2926,515	13,09719
ekim	748,5931	10841,31	0
kasım	1196,525	30610,95	0
aralık	1191,371	42236,82	0
TOPLAM	5897,92182	216309,25	209,684071

Ilımlı nemli iklim bölgesi örneği olan İstanbul'daki ilköğretim okulunun diğer ılımlı iklim bölgesi örneği olan Ankara ilköğretim okuluna göre yaklaşık yarısı kadar enerji gideri olmaktadır. Bunun sebebi, İstanbul'da kış mevsiminin Ankara'daki kadar sert geçmemesidir. Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi ısıtma enerjisi tüketiminin en fazla olduğu ay şubat, soğutma enerjisinin en fazla olduğu ay ise eylül'dür. Aydınlatma için harcanan enerji ısıtma giderleri gibi kış aylarında en fazladır.

Aynı tip ilköğretim okulunun enerji performansı farklı iklim bölgelerinde çok farklılık göstermiştir. Bu durumda, harcanan enerjilerin miktarları ve ne için harcandığından yola çıkmak ilköğretim okullarına iklim bölgesine göre yapılacak müdahaleler için yol gösterici olmaktadır. Ek A.3'te pilot illerdeki ilköğretim okullarının yüzeylerinde oluşan ısı kayıp ve kazançları yer almaktadır. İklim koşulları sertleştikçe dış duvar ve pencerelerde oluşan ısı kayıpları fazlalaşmakta, camlardan elde edilen solar kazanımlar düşmektedir. Kullanılan pencerelerin toplam ısı geçirgenlik değerleri yüksek olduğu için pencerelerde oluşan ısı kayıpları fazladır, bu durum ilköğretim okullarının enerji giderlerini arttırmaktadır.

Çizelge 4.12 : İstanbul'daki İlköğretim okulu aylık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
ocak	568,8676	9886,86	0
şubat	264,8512	11844,14	0,022303
mart	345,0795	7453,497	0
nisan	326,903	2790,307	15,9689
mayıs	310,886	1083,182	232,9872
haziran	62,68346	65,60677	127,8799
temmuz	0	0	0
ağustos	0	0	0
eylül	314,5792	266,5782	904,653
ekim	407,3014	1020,054	144,8982
kasım	746,139	3749,953	12,52289
aralık	748,5243	7586,042	0
TOPLAM	4095,81466	45746,21997	1438,932393

4.2.5 Mevcut projenin enerji etkin yenilenebilmesi için alternatifler oluşturma ve alternatiflerin enerji giderlerinin hesaplanarak karşılaştırılması

İlköğretim okulları kullanım şekli itibariyle bahçeye ihtiyaç duyan yapılardır. Bahçeli olmaları da yeni yapılacak okullar için enerji etkin yönlendirmeye olanak verebilir. Doğru yönlendirmeleri bulabilmek için her iklim bölgesinde ilköğretim okulları farklı yönlemlere yönlendirilerek enerji performansları belirlenmiştir.

Enerji etkin iyileştirmede etkin yön bulunduğundan sonra ikinci adım olarak iklim bölgelerine göre TS 825'in verdiği değerlere bağlı olarak kabuğun optik ve termofiziksel özelliklerine ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Kabuğun opak ve saydam

kısımlarındaki değişikliklerin yapının enerji performansına etkisini irdelemek için opak ve saydam bileşenler değiştirilerek, her bir durum için enerji giderleri hesaplanmış ve birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 4.4 : İlköğretim okullarının yönlendirme şekilleri.

4.2.5.1 Yönlendirme alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerini karşılaştırma

Enerji ihtiyacı en yüksek olan mekanlar olan derslikler ve idare birimleri sol cepheye yaslandıkları için yönlendirmede öncelikle onlar göz önüne alınmıştır.

Ilımlı nemli iklim bölgesi örneği olan İstanbul uygulamasının yönler göre enerji performansı çizelge 4.13’de görülmektedir. Isıtma enerji giderlerinin azaltılması için en uygun yönlendirme 2 (güney), 8 (güney doğu), 7 (güney batı), 3 (batı), 4 (doğu), 1 (kuzey), 5 (kuzey batı), 6 (kuzey doğu) numaralı yönlendirmedir. Çıkan sonuçlara göre güney yönü en etkin yöndür çünkü ilköğretim okullarının kullanıldığı zamanlara bakıldığında ısıtma yükü en önemli faktördür ve 2 numaralı yönlendirme en etkin yönlendirmedir.

Çizelge 4.13 : İstanbul’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
1 (KUZEY)	3986,698	46999,73	1364,793	52351,221
2 (GÜNEY)	4095,815	45746,22	1438,932	51280,967
3 (BATI)	3954,71	46796,05	1419,155	52169,915
4 (DOĞU)	4044,56	46834,21	1372,349	52251,119
5 (KUZEYBATI)	3983,926	47143,55	1385,769	52513,245
6 (KUZEYDOĞU)	4049,715	47215,56	1335,772	52601,047
7 (GÜNEYBATI)	4037,165	46310,92	1437,744	51785,829
8 (GÜNEYDOĞU)	4107,837	46205,68	1393,237	51706,754

Çizelge 4.14 : Ankara’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
1 (KUZEY)	4080,343	98201,24	683,1121	102964,6951
2 (GÜNEY)	4191,645	96265,34	735,8929	101192,8779
3 (BATI)	4081,129	97731,29	711,2139	102523,6329
4 (DOĞU)	4145,5	97978,16	700,1207	102823,7807
5 (KUZEYBATI)	4068,527	98514,76	699,412	103282,699
6 (KUZEYDOĞU)	4137,243	98714,49	689,0965	103540,8295
7 (GÜNEYBATI)	4155,448	97151,85	738,7982	102046,0962
8 (GÜNEYDOĞU)	4189,77	97325,77	720,2593	102235,7993

Ilımlı kuru iklim bölgesi uygulaması olan Ankara’daki ilköğretim okulunun 4 ana ve 4 ara yöne göre enerji performansları çizelge 4.14’de yer almaktadır. Isıtma enerjisi giderlerinin azaltılması açısından en etkin yönlendirme 2 (güney) numaralı yönlendirmedir. Isıtma giderleri ılımlı nemli iklim bölgesinin yaklaşık iki katı olduğu gibi yönlendirmeler arası performans farkları da daha fazladır. En uygun

yönlendirme 2 numaralı yönlendirme olmakta 6 numaralı yönlendirmeye enerji giderlerini karşılaştırdığımızda 2448 kWh gibi önemli bir fark hesaplanmaktadır.

Antalya, sıcak nemli iklim bölgesinde bulunmasından dolayı çizelge 4.15’de görüldüğü gibi en az ısıtma giderlerine sahiptir. Antalya’da tüm yıl kullanılacak bir yapının enerji performansı aşağıdaki çizelgeden farklı olacaktır çünkü Antalya için soğutma giderleri daha önemlidir. İlköğretim okulları yazın kullanılmadığı için bu uygulama örneğinde soğutma gider değerleri düşük olmaktadır.

Çizelge 4.15 : Antalya’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
1 (KUZEY)	3448,857	9434,703	5771,896	18655,456
2 (GÜNEY)	3445,563	8206,361	6141,504	17793,428
3 (BATI)	3477,021	8963,745	6233,302	18674,068
4 (DOĞU)	3436,37	8488,421	6034,52	17959,311
5 (KUZEYBATI)	3472,854	9463,195	6045,268	18981,317
6 (KUZEYDOĞU)	3504,255	9375,917	5786,173	18666,345
7 (GÜNEYBATI)	3493,004	8748,962	6236,165	18478,131
8 (GÜNEYDOĞU)	3448,979	8273,617	6105,734	17828,33

Çizelge 4.16 : Diyarbakır’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
1 (KUZEY)	3518,034	23516,38	5484,212	32518,626
2 (GÜNEY)	3479,002	21727,56	5772,021	30978,583
3 (BATI)	3555,496	22466,53	5970,178	31992,204
4 (DOĞU)	3494,461	22186,54	5841,706	31522,707
5 (KUZEYBATI)	3523,7	23774,62	5773,06	33071,38
6 (KUZEYDOĞU)	3574,778	23870,57	5624,935	33070,283
7 (GÜNEYBATI)	3551,783	22699,66	5985,389	32236,832
8 (GÜNEYDOĞU)	3475,359	22298,46	5837,499	31611,318

Yapının sıcak kuru iklim bölgesi uygulaması olan Diyarbakır’da olması durumunda yönlere göre performansı çizelge 4.16’da yer almaktadır. Bu bölgede tüm yıl kullanılan binalar için enerji giderlerinin toplam payında soğutma giderleri ısıtma giderlerinden daha fazla olmaktadır. Ancak ilköğretim okullarının açık olduğu dönemde ısıtma giderleri ön plandadır bu nedenle 2 (güney) numaralı yönlendirme en etkin olmuştur.

Erzurum uygulaması soğuk iklim bölgesinde olduğu için enerji giderleri en fazla olan ildir. Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi solar kazanımı en yüksek olan yönlendirme 2 (güney) numaralı yönlendirmedir. 2 ile 6 numaralı yönlendirmelerin enerji giderleri arasında 2751 kWh’lik gibi önemli bir fark söz konusudur. 2 numaralı yönlendirmeden sonra en uygun yönlendirmeler 7 ve 8 numaralı olanlardır.

Çizelge 4.17 : Erzurum’daki İlköğretim okulunun farklı yönlendirmelere göre enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
1 (KUZEY)	5796,156	218548,7	191,9982	224536,8542
2 (GÜNEY)	5897,922	216309,2	209,6841	222416,8061
3 (BATI)	5690,786	218490,3	200,2199	224381,3059
4 (DOĞU)	5768,411	219200,1	201,3893	225169,9003
5 (KUZEYBATI)	5759,694	218744,8	201,4367	224705,9307
6 (KUZEYDOĞU)	5794,899	219174	198,386	225167,285
7 (GÜNEYBATI)	5825,698	217190,4	211,6409	223227,7389
8 (GÜNEYDOĞU)	5894,145	217656,6	212,8175	223763,5625

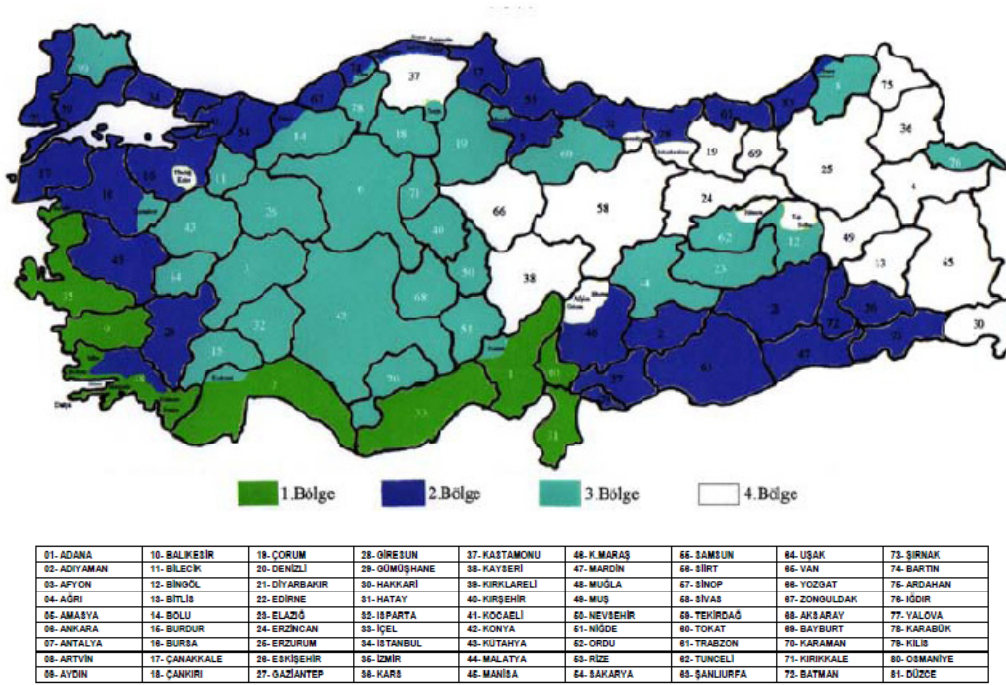
İlköğretim okullarında yönlendirme açısından enerji giderlerine bakıldığında, açık olduğu zaman birimi sebebiyle, en fazla enerji harcamaları ısıtma giderleri için olmaktadır ve 2 numaralı yönlendirme en az enerji harcamalarını sağlamaktadır. Tüm yıl kullanılan bina tipleri için sıcak iklim bölgelerinde enerji etkin yön, soğutma giderlerinin etkisiyle farklılık gösterebilmektedir. Çalışmanın sonraki aşamalarında enerji etkin iyileştirme için 2 numaralı yönlendirme esas alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

4.2.5.2 TS 825’e göre opak ve saydam bileşen alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerini hesaplama

TS 825, “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” adında Mayıs 2008’de çıkarılan Türk Standardıdır ve binalarda net ısıtma enerjisi ihtiyaçlarını hesaplama kuralları ile binalarda izin verilebilir en yüksek ısıtma enerjisi değerlerinin belirlenmesini içermektedir [21].

TS 825, yeni yapılacak binaları ve mevcut binaların tamamında veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümlerini kapsar. Bu standard; binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplama

kurallarını, izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ve hesaplama ile ilgili bilgilerini vermektedir [21].



Şekil 4.5 : TS 825’e göre Türkiye iklim bölgeleri [21].

Bu standartta, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarının sınırlanması, dolayısıyla enerji tasarrufunun artırılması ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standard hesap metodunun ve değerlerinin belirlenmesi amaç edinilmiştir. TS 825 ayrıca aşağıdaki amaçlar için de kullanımı içermektedir:

- Yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesap metodunu ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek,
- Mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek,
- Mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf tedbirlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek,
- Bina sektörünü temsil edebilecek muhtelif binaların enerji ihtiyacını hesaplayarak, bina sektöründe gelecekteki enerji ihtiyacını milli seviyede tahmin etmek [21].

Bu standartta Türkiye, alınması gereken ısısal önlemler açısından şekil 4.5’de görüldüğü gibi 4 bölgeye ayrılmıştır. İllerin bölgelere göre dağılımları ise şeklin alt kısmında yer almaktadır.

Çizelge 4.18 : TS 825’e göre Türkiye’deki farklı iklim bölgelerinde ki yapıların azami kabukları için U değerleri [21].

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p^* (W/m ² K)
1. Bölge	0,70	0,45	0,70	2,4
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,4
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,4
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,4

Çizelge 4.19 : Kullanılan pencerelerin fiziksel özellikleri.

PENCERELER	ışık geçirgenliği	güneş ışıınımı geçirgenliği	toplam güneş ışıınımı geçirgenliği(SHGC)	U değeri
				W/M2k
Ahşap doğramalı 6 mm lik tek camlı	0,881	0,775	0,81	6,121
PVC doğramalı 6 mm lik elektronla işlenmiş 13 mm hava boşluklu çift cam	0,635	0,752	0,739	1,772

TS 825; konutlar, yönetim binaları, iş ve hizmet binaları, otel, motel ve lokantalar, öğretim binaları, tiyatro ve konser salonları, kışlalar, ceza ve tutuk evleri, müze ve galeriler, hava limanları, hastaneler, yüzme havuzları, imalât ve atölye mahalleri, genel kullanım şekilleri sebebiyle iç sıcaklıkları maksimum 15°C olacak şekilde ısıtılan iş yerleri ile endüstri ve sanayi binalarında kullanılır. Ayrıca burada belirtilen amaçların birkaçına yönelik olarak veya bunlara benzer amaçlar için kullanılan binalar için de kullanılabilir [21].

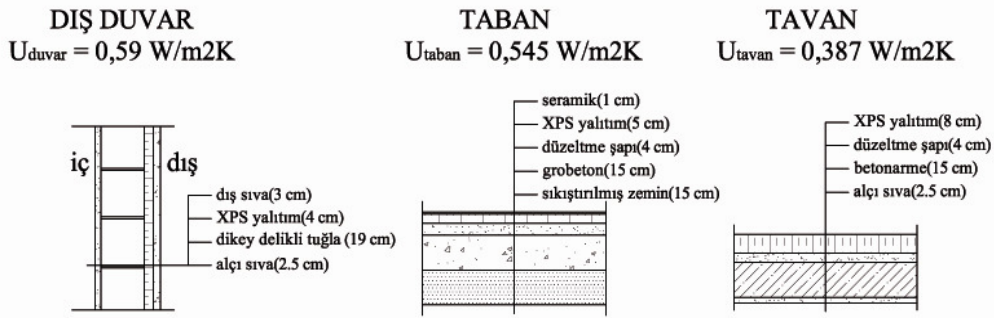
Çizelge 4.18’de TS 825 standardına göre, Türkiye’nin 4 iklim bölgesi için verilmiş olan yapı kabuğunun opak ve saydam bileşenlerinin azami toplam ısı geçirgenlik katsayıları (U değerleri) verilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında uygulama yapılan iller için ilköğretim binası kabuğunun TS 825’e göre istenen U değerleri çizelge 4.18’ten alınarak, geliştirilen alternatifler için simülasyon programı kullanılarak enerji giderleri hesaplanmıştır.

Opak ve saydam kısımdaki değişikliklerin ısısal performansa etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Tüm iklim bölgeleri için saydam bileşen olarak aşağıdaki çizelge 4.19’da fiziksel özellikleri verilen (PVC doğramalı elektronla işlenmiş 13 mm hava boşluklu 6 mm’lik çift cam) pencere tipi kullanılmıştır.

Ilımlı nemli iklim bölgesinin pilot şehri İstanbul’daki İlköğretim okulu TS 825’e göre 2. bölgededir ve bu standartta verilen kabuğun toplam ısı geçirgenlik değerleri şekil 4.6’da verilen detaylarla karşılanmıştır.



Şekil 4.6 : TS 825’e göre İstanbul’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.

Çizelge 4.20 : İstanbul’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.

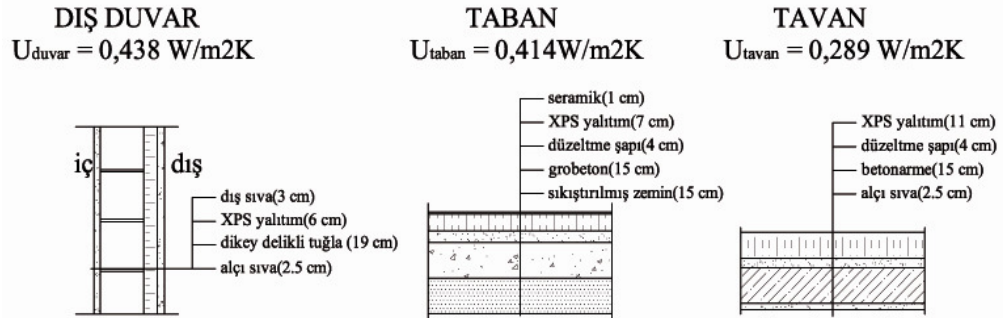
	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
TAMAMEN YALITIMLI	4622,593	23435,59	1586,225	29644,408
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	4095,815	29654,82	1525,48	35276,115
MEVCUT DURUM	4095,815	45746,22	1438,932	51280,967

Opak bileşenin azami U değerleri TS 825’e göre karşılandıktan sonra ısısal performansı saptanmıştır. Daha sonra saydam bileşen de değiştirilip enerji giderleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.20’de ele alınan alternatifler için enerji giderleri değerleri verilmektedir. Yapıda dış duvar, tavan ve döşeme katmanlarının gerekli U değerlerine çekilmesiyle % 31 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Pencereilerin istenen U değerini sağlamasıyla enerji giderlerindeki toplam düşüş % 42’ ye ulaşmıştır. İstanbul gibi kışların çok sert geçmediği bir şehir için enerji giderlerindeki toplam %42’lik düşüş oranı önemlidir.

Çizelge 4.21 : İstanbul'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.

Aylar	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
Ocak	635,7101	4370,612	0
Şubat	306,3306	5712,492	0,023741
Mart	397,3191	3476,536	0,000292
Nisan	365,6069	1879,057	24,34812
Mayıs	340,1653	896,6477	244,9663
Haziran	66,34856	90,1182	132,4167
Temmuz	0	0	0
Ağustos	0	0	0
Eylül	356,8249	308,333	955,0341
Ekim	469,8131	817,2713	212,274
Kasım	839,5086	2188,228	17,16194
Aralık	844,966	3696,292	0
TOPLAM	4622,59316	23435,5872	1586,225193

Yapının tamamen yalıtımlı olması durumunda aylık enerji giderleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Aydınlatma ve soğutma yüklerindeki artışa rağmen ısıtma yükündeki büyük düşüş dikkati çekmektedir. Aydınlatma giderindeki artış, pencere tipinin değiştirilmesi sonucu düşen ışık geçirim oranından kaynaklanmaktadır. Ancak yalıtımlı durumda toplam enerji giderlerinde önemli bir düşüş görülmektedir.



Şekil 4.7 : TS 825'e göre Ankara'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.

Ankara ılımlı kuru iklim bölgesinde olup TS 825'e göre 3. bölgededir. Bu standartta verilen azami kabuk toplam ısı geçirgenlik katsayılar (U değerleri) aşağıdaki şekil 4.7'de verilen detaylarla karşılanmıştır.

ılımlı nemli iklim bölgesinde olduğu gibi opak bileşenin U değerleri TS 825'e uygun olarak karşılandıktan sonra simülasyon yapılmış, sonra saydam bileşeni de

değiştirilerek simülasyonu yapılarak enerji giderleri elde edilmiştir. Çizelge 4.22’de hesaplamaların karşılaştırmalı sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4.22 : Ankara’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
TAMAMEN YALITIMLI	4688,024	42907,94	929,0445	48525,0085
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	4191,645	56481,78	863,1545	61536,5795
MEVCUT DURUM	4191,645	96265,34	735,8929	101192,8779

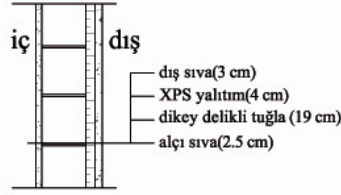
Çizelge 4.23 : Ankara’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.

Aylar	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
Ocak	607,4506	10724,7	0
Şubat	304,2783	6836,4	0,087016
Mart	415,4592	5024,123	0,000754
Nisan	361,5363	2602,76	5,885034
Mayıs	332,1943	1337,892	149,1714
Haziran	73,57539	147,744	181,3667
Temmuz	0	0	0
Ağustos	0	0	0
Eylül	330,9446	547,8141	500,8497
Ekim	471,0997	1974,383	91,10976
Kasım	916,3799	5143,036	0,574088
Aralık	875,1057	8569,087	0
TOPLAM	4688,02399	42907,9391	929,044452

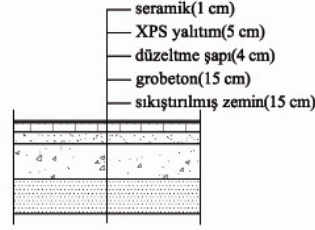
Yapıda sadece opak bileşenin gerekli U değerine çekilmesiyle enerji tasarrufu % 39 olmuştur. Saydam bileşenin de istenen U değerini sağlamasıyla enerji giderlerindeki düşüş toplamda % 52’ye ulaşmıştır. Ankara’daki ilköğretim okulunun gerekli U değerlerini sağladığı durumdaki aylık enerji giderleri Çizelge 4.23’de görülmektedir. Enerji giderleri kış aylarında en yüksek seviyededir. Yaz aylarına doğru enerji tüketimi düşmektedir.

Sıcak nemli iklim bölgesinin pilot şehri olan Antalya’daki ilköğretim okulu uygulaması TS 825’e göre 1. bölgededir ve azami U değerleri şekil 4.8’deki kabuk detaylarıyla karşılanmaktadır. Antalya’daki uygulama sıcak nemli iklim bölgesinde olması sebebiyle ısıtma enerjisi giderleri düşüktür ve Çizelge 4.24’de görüldüğü gibi diğer iklim bölgelerinden farklılıklar göstermektedir.

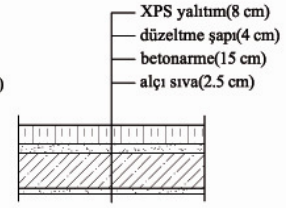
DIŞ DUVAR
 $U_{duvar} = 0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$



TABAN
 $U_{taban} = 0,545 \text{ W/m}^2\text{K}$



TAVAN
 $U_{tavan} = 0,387 \text{ W/m}^2\text{K}$



Şekil 4.8 : TS 825'e göre Antalya'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.

Çizelge 4.24 : Antalya'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
TAMAMEN YALITIMLI	3886,153	6161,912	6127,063	16175,128
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	3445,563	6904,041	6112,938	16462,542
MEVCUT DURUM	3445,563	8206,361	6141,504	17793,428

Çizelge 4.25 : Antalya'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki aylık enerji giderleri.

Aylar	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
Ocak	414,8882	1987,096	0,230405
Şubat	214,0747	1286,245	4,72067
Mart	311,5756	1618,072	2,531841
Nisan	306,0459	771,2991	360,8214
Mayıs	296,1694	236,4094	875,8851
Haziran	66,95973	28,38331	376,6517
Temmuz	0	0	0
Ağustos	0	0	0
Eylül	309,2934	79,07196	2674,878
Ekim	362,4044	186,483	1361,494
Kasım	617,5414	667,5049	442,3434
Aralık	546,6099	1345,797	41,94667
TOPLAM	3445,56263	8206,36167	6141,503186

Antalya'daki ilköğretim okulunda sadece opak bileşenin standartta istenen U değerine çekilmesiyle enerji kazancı % 7,5 olmuştur. Saydam bileşenin de istenen U değerini sağlamasıyla enerji giderlerindeki toplamda düşüş % 9'a ulaşmıştır. Yalıtımsız durumda toplam sarfiyat 17793 kWh olmaktadır.

Çizelge 4.25’den görüldüğü gibi, Antalya’da yer aldığı varsayılan okulun aylık toplam enerji giderleri birbirine yakın değerler vermektedir. Bunun sebebinin kışların çok soğuk geçmemesi ve havaların sıcaklığının arttığı aylarda soğutma için kullanılan enerjinin aylık toplam enerji giderlerini aylara göre dengelemesi olduğu düşünülebilir.

Çizelge 4.26 : Diyarbakır’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki yıllık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
TAMAMEN YALITIMLI	3902,31	11545,11	5825,128	21272,548
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	3479,002	14521,72	5825,65	23826,372
MEVCUT DURUM	3479,002	21727,56	5772,021	30978,583

Çizelge 4.27 : Diyarbakır’daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825’ i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.

Aylar	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
Ocak	478,7854	2691,032	0,331008
Şubat	256,9755	1902,297	4,659532
Mart	333,232	1799,56	12,70993
Nisan	340,7556	945,318	307,7004
Mayıs	331,0317	292,1766	1344,341
Haziran	74,53058	26,20136	613,2682
Temmuz	0	0	0
Ağustos	0	0	0
Eylül	333,8147	148,3329	2356,26
Ekim	417,3323	367,606	1008,638
Kasım	711,8945	1172,693	160,3618
Aralık	623,9573	2199,889	16,8567
TOPLAM	3902,30958	11545,10586	5825,12657

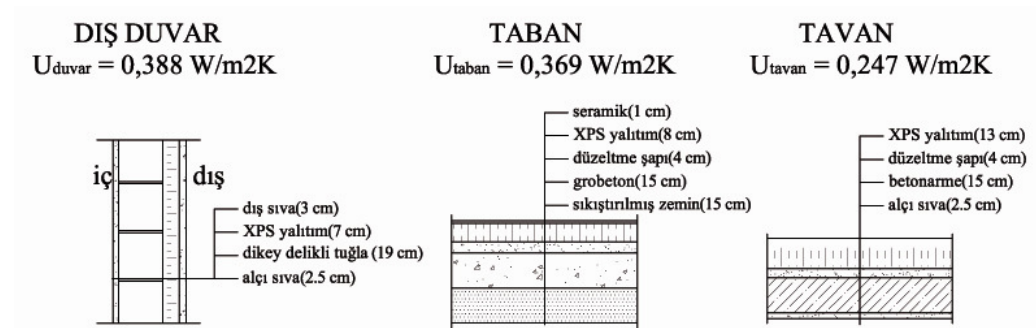
Sıcak kuru iklim bölgesi örneği Diyarbakır, TS 825’ e göre İstanbul gibi 2. bölgede yer almaktadır. TS 825’de iki ilin aynı bölgeye alınmasının, sıcak kuru iklim bölgesiyle ılımlı nemli iklim bölgesinin yıllık ortalama sıcaklıklarının birbirine yakın olması nedeniyle olduğu anlaşılmaktadır. Nem oranı ve günlük sıcaklıkları oldukça farklı olduğundan 2 ilin aynı bölgede olması doğru bir yaklaşım değildir. Sıcak kuru iklim bölgesinde mevsimlik ve günlük sıcaklıklarda önemli bir fark olduğu

görülmektedir. Çizelge 4.26’da görüldüğü gibi okulun Diyarbakır’da olması durumunda İstanbul’da olmasına göre daha düşük enerji giderleri elde edilmiştir.

Sıcak kuru iklim bölgesi örneği olan Diyarbakır’daki ilköğretim okulunda sadece opak bileşenin TS 825’e göre gerekli U değerine çekilmesiyle enerji kazancı % 23 olmuştur. Pencereilerin de istenen U değerini sağlamasıyla enerji giderlerindeki toplam düşüş % 31’e ulaşmıştır.

Çizelge 4.27’ye bakıldığında Diyarbakır’da, sıcak nemli iklim bölgesinde olan Antalya’daki gibi aylık enerji giderlerinde denge görülmemektedir fakat ılımlı kuru ve soğuk iklim bölgeleri kadar da farklı değildir.

Soğuk iklim bölgesi örneği olan Erzurum TS 825’te 4. bölgededir. İlköğretim okulu örneği 4. bölgenin azami kabuk ısı geçişi değerlerini şekil 4.9’daki detaylarla karşılamaktadır.



Şekil 4.9 : TS 825’e göre Erzurum’daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan kabuk detayları.

Erzurum’daki uygulamanın, soğuk iklim bölgesinde olması ve kışların çok soğuk geçmesi sebebiyle enerji giderleri çizelge 4.28’de görüldüğü gibi oldukça yüksek olmaktadır.

Örnek bina için sadece opak bileşenin TS 825’e göre gerekli U değerine çekilmesiyle enerji tasarrufu % 37,5 olmuştur. Saydam kısmında istenen U değerini sağlamasıyla enerji giderlerindeki toplamda düşüş % 50’ye ulaşmıştır. Bu önemli enerji tasarrufunun sebebi yapı kabuğunun ısı yalıtım direncini arttırarak ısıtma için harcanan enerjiyi azaltmış olmasıdır. Erzurum soğuk iklim bölgesindedir ve ısıtma enerjisi giderleri yalıtımlı durumda bile toplamda harcanan enerjinin % 94’ünü teşkil etmektedir.

Çizelge 4.28 : Erzurum'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.

	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
TAMAMEN YALITIMLI	6539,91	103985,2	238,9406	110764,0506
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	5897,922	132627,9	221,4099	138747,2319
MEVCUT DURUM	5897,922	216309,2	209,6841	222416,8061

Çizelge 4.29 : Erzurum'daki ilköğretim okulunun tavan, döşeme ve dış duvar U değerlerinin TS 825' i karşıladığı durumdaki enerji giderleri.

Aylar	Aydınlatma	Isıtma	Soğutma
	kWh	kWh	kWh
Ocak	907,0273	23489,82	0
Şubat	423,2166	19627,03	0
Mart	431,2306	13509,98	0
Nisan	411,5113	4928,854	7,822541
Mayıs	345,2074	1251,314	74,79031
Haziran	76,74122	106,8664	137,442
Temmuz	0	0	0
Ağustos	0	0,200398	0
Eylül	540,2088	1880,54	18,8829
Ekim	856,2151	4872,654	0,002869
Kasım	1292,973	14079,81	0
Aralık	1255,578	20238,14	0
TOPLAM	6539,90932	103985,2088	238,94062

Yapının çizelge 4.29'da görülen aylık performansları incelendiğinde soğuk iklimin etkisiyle ısıtmanın istendiği ve istenmediği dönemlerdeki enerji giderleri farkları oldukça yüksektir. En fazla enerji tüketimi ocak ayında olmaktadır.

Pilot illerimizdeki ilköğretim okullarının yüzeyleri TS 825'e göre azami U değerlerine getirilmesiyle oluşan ısı kaybı ve kazançları Ek A.6'da yer almaktadır.

4.2.5.3 Farklı dış duvar alternatifleri oluşturma ve enerji giderlerinin karşılaştırılması

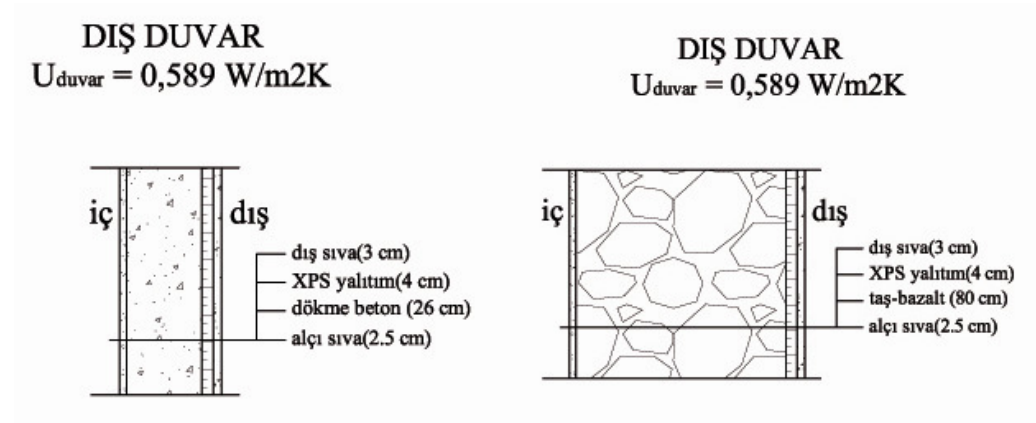
İlköğretim okulu simülasyonları, ülkemizde en yaygın uygulaması olan düşey boşluklu tuğlanın kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada az yoğun bir malzeme olan tuğla ile çizelge 4.30'da görülen, yoğunluğu ve özgül ısısı farklı olan malzemelerin oluşturduğu, farklı iklim bölgesinde olan pilot şehirlerdeki ilköğretim

okullarında uygulandığı varsayılan katmanlaşma detaylarının hesaplanan enerji giderlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarla enerji etkinlik açısından en az enerji gideri sağlayan detayın saptanması hedeflenmiştir. Bu açıdan en iyi performansı gösteren malzemede iklim ve okulların açık olduğu süre belirleyici olmuştur.

Çizelge 4.30 : Malzemelerin fiziksel özellikleri.

MALZEMELER	Isıl iletkenlik değeri	Özgül ısı	Yoğunluk
	W/mK	J/kgK	kg/m3
Dikey delikli tuğla	0,84	800	1700
Dış sıva	0,5	1000	1300
Alçı sıva	0,4	1000	1000
XPS yalıtım	0,034	1400	35
seramik	1,3	840	2300
şap	1,35	1000	1800
betonarme	2,5	1000	2400
dökme beton	1,13	1000	2000
taş (bazalt)	3,5	1000	2850

Ilımlı nemli iklim bölgesi İstanbul'daki ilköğretim okuluna, TS 825'teki azami U değerlerini sağlayacak şekil 4.11'deki dış duvar alternatifleri oluşturulmuştur. Çizelge 4.31'de görüldüğü gibi termal kütlesi en büyük olan taş duvar en az ısıtma giderleri sağlamıştır.



Şekil 4.10 : TS 825'e göre İstanbul'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.

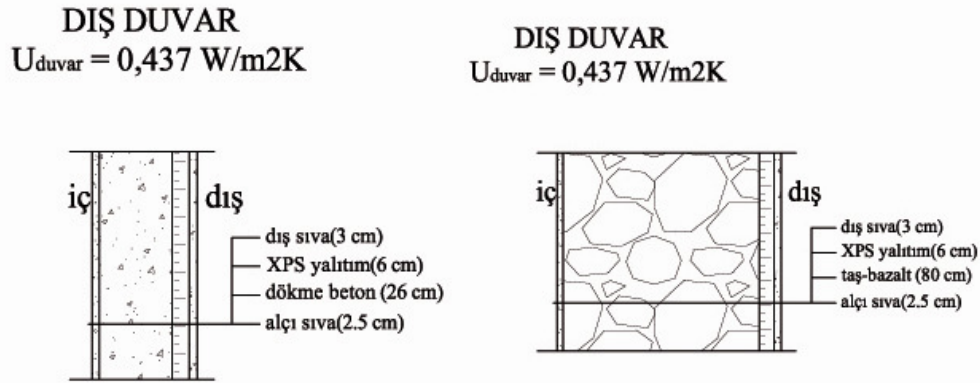
Dış duvar malzemesi olarak farklı malzemelerin (beton, taş, tuğla) kullanılması durumunda yapılmış olan simülasyon sonuçları çizelge 4.31'de yer almaktadır. Taş,

yoğunluğu ve özgül ısı en yüksek olan ve termal kütlesi en fazla olan malzemedir. Bu nedenle en düşük ısıtma giderlerini sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.31 : İstanbul'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

MALZEME	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
BETON	4622,593	22966,33	1551,623	29140,546
TAŞ	4622,593	21593,98	1551,052	27767,625
TUĞLA	4622,593	23435,59	1586,225	29644,408
TUĞLA (yalıtımsız)	4095,815	45746,22	1438,932	51280,967

Ilımlı kuru iklim bölgesinde olan Ankara'daki ilköğretim okulu, TS 825'te 3. bölge için azami kabuk U değerlerini şekil 4.12'deki detaylarla sağlanmıştır.



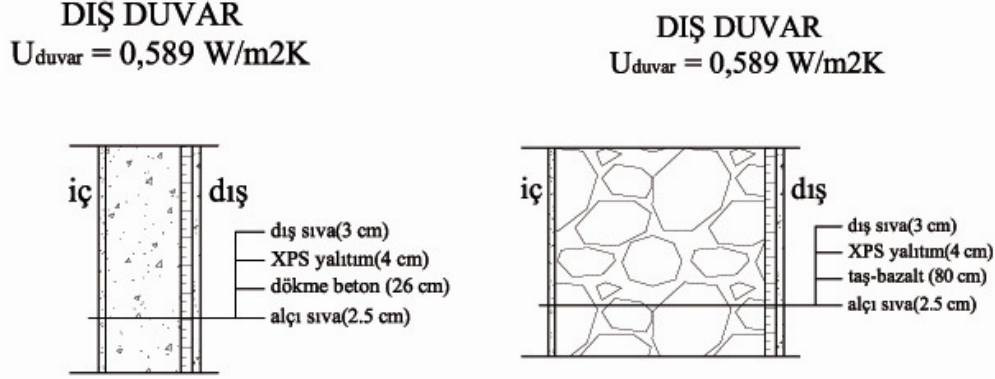
Şekil 4.11 : TS 825'e göre Ankara'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.

Çizelge 4.32 : Ankara'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

MALZEME	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
BETON	4688,024	42264	903,8516	47855,8756
TAŞ	4688,024	40292,31	888,5367	45868,8707
TUĞLA	4688,024	42907,94	929,0445	48525,0085
TUĞLA (yalıtımsız)	4191,645	96265,34	735,8929	101192,8779

Çizelge 4.32'de Ankara için elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Bu bölgede de termal kütlesi en yüksek olan taş duvar, ısıtma giderlerinin azaltılması açısından en iyi ısısal performansı göstermiştir. İstanbul'da tuğlayla taş kullanılması durumunda enerji gideri farkı 1877 kWh iken Ankara'da 2657 kWh olmuştur.

Antalya'daki İlköğretim okulu sıcak nemli iklim bölgesi örneğidir. Antalya TS 825'te 1. bölgededir. Oluşturulan dış duvar alternatiflerinde azami U değerleri şekil 4.13'deki gibi sağlanmıştır.



Şekil 4.12 : TS 825'e göre Antalya'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.

Antalya'daki ilköğretim okulu için dış duvarda kullanılan farklı malzemelere bağlı olarak yapılan hesaplamalar çizelge 4.33'te verilmektedir. Çizelge 4.33'te görüldüğü gibi ısıtma giderleri az olan bir bölge olduğu için önemli farklar görülmemektedir. Okulun kullanım süresi göz önüne alındığında kış ağırlıklı bir dönem olduğu için ısıtma giderleri açısından taş duvar toplamda diğer alternatiflere göre daha az enerji gideri sağlamıştır.

Çizelge 4.33 : Antalya'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

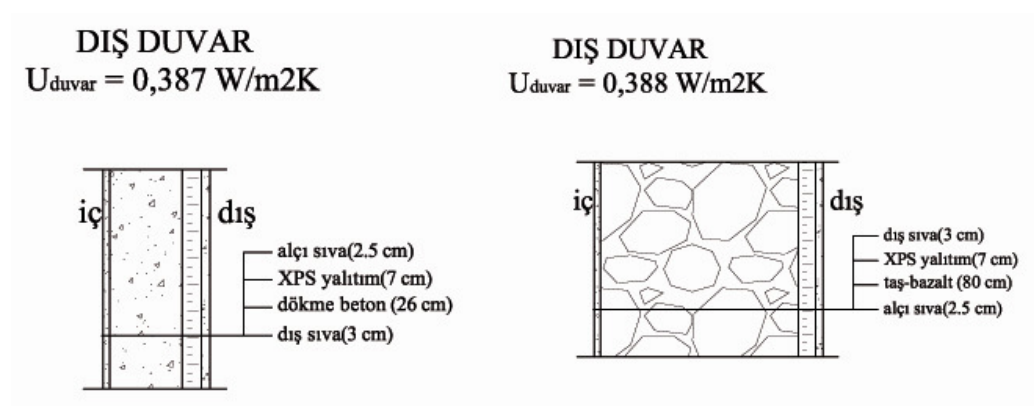
MALZEMELER	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
BETON	3886,153	6127,894	6138,21	16152,257
TAŞ	3886,153	6019,257	6198,698	16104,108
TUĞLA	3886,153	6161,912	6127,063	16175,128
TUĞLA (yalıtımsız)	3445,563	8206,361	6141,504	17793,428

Diyarbakır'daki ilköğretim okulu TS 825 standardına göre 3. bölgede olduğu için şekil 4.12'deki detaylarla azami U değerlerini sağlanmıştır. Bilindiği gibi Diyarbakır gibi sıcak kuru iklim bölgelerinde mevsimlik ve günlük sıcaklık farkları fazla olduğundan kabuğun termal kütle etkisi önem kazanmaktadır. Çizelge 4.34'te görüldüğü gibi termal kütlesi yüksek olan taş duvar diğerlerine göre yaklaşık 1000 kWh kadar daha az enerji tüketimi sağlamıştır.

Çizelge 4.34 : Diyarbakır'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

MALZEMELER	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
BETON	3902,31	11331,67	5818,355	21052,335
TAŞ	3902,31	10347,65	5762,351	20012,311
TUĞLA	3902,31	11545,11	5825,128	21272,548
TUĞLA (yalıtımsız)	3479,002	21727,56	5772,021	30978,583

Soğuk iklim bölgesinde olan Erzurum TS 825 standardına göre 3. bölgededir. Bu bölgede olduğu varsayılan ilköğretim okulunun standardı sağlayacak kabuk alternatifleri şekil 4.14'teki verilmiş olup bu alternatiflere göre hesaplanan enerji giderleri çizelge 4.35'de verilmiştir.



Şekil 4.13 : TS 825'e göre Erzurum'daki ilköğretim okulunda azami U değerlerini karşılayan dış duvar alternatifleri.

Çizelge 4.35 : Erzurum'daki ilköğretim okulunun TS 825'e uygun dış duvar alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

MALZEMELER	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
BETON	6539,91	103617,3	219,8135	110377,0235
TAŞ	6539,91	101182,4	161,9601	107884,2701
TUĞLA	6539,91	103985,2	238,9406	110764,0506
TUĞLA (yalıtımsız)	5897,922	216309,2	209,6841	222416,8061

Erzurum'da termal kütlesi en yüksek olan taş duvar çizelge 4.35'te görüldüğü gibi diğer malzemelere göre en az ısıtma giderlerini sağlamaktadır. Taş duvar, tuğla duvar alternatifine göre 2880 kWh enerji tasarrufu sağlamıştır. Bu değer diğer iklim bölgelerine göre önemli bir fark değeridir.

Bölgelerin yöresel mimarilerine bakıldığında Erzurum ve Diyarbakır'da taş mimari uygulamaları görülmektedir. Diyarbakır'da yöresel malzemelerden biri olan bazalt ve Erzurum'da ise kamber taşıyla inşa edilmiş yapı örnekleri görülmektedir. Termal kütlesi yüksek olan taş duvarın bu iki ildeki etkin performansları sebebiyle yöresel çeşitleriyle kullanılmasının teşvik edilmesi, enerji giderlerinin azaltılmasında etkin bir öneridir. Dış duvar alternatiflerinin enerji kayıp ve kazançları Ek A.6'da yer almaktadır.

4.2.5.4 Hacimlerin yön ve konumuna bağlı olarak alternatiflerin oluşturulması ve bu alternatiflerin enerji giderlerinin karşılaştırılması

İlköğretim okullarında kullanıcı sayısı en fazla olan ve gün içerisinde en fazla kullanılan hacimler dersliklerdir. Bu nedenle derslikler enerji giderlerinin azaltılmasında 1. derecede önemli hacimler olarak kabul edilebilir. Bu açıdan, bu çalışmada dersliklerin enerji giderleri de hesaplanarak hesaplama sonuçları karşılaştırılmıştır. Pilot şehirlerdeki ilköğretim okullarının derslikleri için enerji giderlerine ilişkin hesaplama sonuçları çizelge 4.36'da verilmiştir. Bu çizelgeye göre kuzey cephesindeki dersliklerin ısıtma giderleri yüksek, soğutma giderleri düşük, güney cephesindeki dersliklerin ısıtma giderleri düşük, soğutma giderleri yüksektir. Bu durum Türkiye'deki tüm iklim bölgeleri için geçerlidir fakat iklim bölgesinin özelliklerine göre ısıtma yada soğutma giderleri ön plana çıkmaktadır. Sıcak iklim bölgeleri için soğutma giderleri, soğuk ve ılımlı kuru iklim bölgesi için ısıtma giderleri ön plandadır. Ilımlı nemli iklim bölgesi için ise giderlerin önceliği yöne göre değişmektedir. Kuzey cephesinde ısıtma giderleri, güney cephesinde soğutma giderleri daha yüksektir.

Yöne göre irdelemeler göz önüne alındığında tüm iklim bölgelerinde benzer sonuçlar görülmüştür. Bu nedenle tüm ilköğretim okullarında kuzey cephelerinde yalıtımın artırılması, güney cephesinde ise güneş kırıcı sistem kullanılması öneri olarak geliştirilmiştir.

Bu önerinin uygulanmasına yönelik olarak farklı iklim bölgelerinde yer aldığı varsayılan okulların enerji performanslarını arttırmak için öncelikle ikinci kat kuzey dersliğinin yalıtım kalınlığı birer cm artırılarak enerji gider değişimi irdelenmiş ve en uygun kalınlık tespit edilmeye çalışılmıştır. Güney cephelerine ise camların dışına yansıtıcılığı yüksek - şekil A.6'da detayları verilmiş olan - güneş kırıcı elemanlar

(kompakt laminat güneş kırıcılar) konularak, soğutmanın istendiği dönemlerde direk gelen güneş ışınlarını kırarak şekilde devreye sokularak soğutma giderlerinin düşürülmesi sağlanmıştır. Okulun kullanılmadığı saatlerde güneş kırıcı elemanlar pencereleri kapatarak ısıtma giderlerinin azalmasına da katkı sağlamıştır. Bu öneriler her iklim bölgesinde yer aldığı varsayılan ilköğretim okulu için denenmiştir. Hesaplama sonuçları çizelgeler 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42’de verilmektedir.

Çizelge 4.36 : Farklı iklim bölgesindeki ilköğretim okullarının ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerin yıllık enerji giderleri.

	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan toplam enerji	ŞEHİR
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	
KUZEY DERSLİĞİ	175,6755	1065,09	988,1105	81,89468	1245,68068	Ankara
GÜNEY DERSLİĞİ	59,06106	2255,557	671,6686	207,7057	938,43536	Ankara
KUZEY DERSLİĞİ	122,6833	1047,282	55,17053	595,2551	773,10893	Antalya
GÜNEY DERSLİĞİ	34,7418	2835,344	17,85614	1049,698	1102,29594	Antalya
KUZEY DERSLİĞİ	124,8068	1075,326	237,8789	537,0857	899,7714	Diyarbakır
GÜNEY DERSLİĞİ	36,76841	2894,865	72,7627	914,4082	1023,93931	Diyarbakır
KUZEY DERSLİĞİ	320,27	870,6589	2460,944	19,98686	2801,20086	Erzurum
GÜNEY DERSLİĞİ	116,192	2142,097	2015,39	58,62887	2190,21087	Erzurum
KUZEY DERSLİĞİ	173,1658	1016,987	386,935	157,099	717,1998	İstanbul
GÜNEY DERSLİĞİ	49,70007	2132,947	292,5172	344,7732	686,99047	İstanbul

Kuzeyde yalıtım, güneyde güneş kırıcı kullanılması durumunda ılımlı nemli iklim bölgesinde olan İstanbul’da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerin enerji giderleri çizelge 4.37’de görülmektedir. Güneş kırıcı uygulaması okulun kullanılmadığı saatlerde pencereleri kapatarak pencerelerden oluşan ısı kaybını azalttığı için hem ısıtma, hem de soğutma giderlerini düşürmektedir. Okulların yazın kullanılmadığı düşünülürse, bir güney dersliğinde kullanım sürecinde soğutma giderlerinde 82 kWh düşüş oluşturması önemli sayılabilir. Güneş kırıcılar gerekli görüldüğü zamanlarda güneşi kontrol ettiğinden aydınlatma için 13 kWh fazla harcanmıştır. Fakat güneş kırıcılı güney

dersliği sonuçlarına bakıldığında % 10,5'lik bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Kuzey dersliğinde 1 cm'lik yalıtım artışında % 1,9'luk enerji tasarrufu, 2 cm'lik yalıtım artışında % 3,3'lük, 3 cm'lik yalıtım artışında % 4,3' lük, 4 cm'lik yalıtım artışında ise % 5,1 verimlilik sağlanmıştır. Opak bileşenin gerekli U değerini sağlaması için mevcut 4 cm'lik yalıtıma 4 cm daha yalıtım ilave edildiği durumda kuzey dersliğindeki enerji kazancı % 5,1 olmaktadır.

Çizelge 4.37 : İstanbul'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

DERSLİKLER	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan enerji toplam
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
KUZEY DERSLİĞİ	173,1658	1016,987	386,935	157,099	717,1998
K. D. +1 cm Yalıtım	173,1658	1016,987	371,2561	159,2332	703,6551
K. D. +2 cm Yalıtım	173,1658	1016,987	359,7884	160,838	693,7922
K. D. +3 cm Yalıtım	173,1658	1016,987	351,1527	162,196	686,5145
K. D. +4 cm Yalıtım	173,1658	1016,987	344,4206	163,2561	680,8425
GÜNEY DERSLİĞİ	49,70007	2132,947	292,5172	344,7732	686,99047
G.D. + güneş kırıcı	62,24572	1996,197	289,5555	262,0597	613,86092

Ilımlı kuru iklim bölgesinde olan Ankara'da yer aldığı varsayılan okulun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerin enerji giderleri çizelge 4.38'de yer almaktadır.

Güneş kırıcı, ikinci kat güney dersliğinde bir yıllık kullanım sürecinde soğutma giderlerinde 48 kWh düşüşe, aydınlatma giderlerinde 9 kWh artışa, ısıtmada ise 8 kWh düşüşe sebep olmuştur. Güneş kırıcılı güney dersliğinde toplam sonuçlara bakıldığında % 5,1'lik enerji etkin iyileşme görülmektedir. Kuzey dersliğinde 1 cm'lik yalıtım artışında % 1,9'luk enerji tasarrufu, 2 cm'lik yalıtım artışında % 3,5'lik, 3 cm'lik yalıtım artışında % 4,7'lik, 4 cm'lik yalıtım artışında ise % 5,1 verimlilik sağlanmıştır. Opak bileşenin gerekli U değerini sağlaması için yapılan 6 cm'lik yalıtımın ek olarak 4 cm daha yalıtım yapıldığı durumda kuzey dersliğindeki enerji giderlerinde 37 kWh düşüş sağlanmaktadır.

Çizelge 4.38 : Ankara'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

DERSLİKLER	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan enerji toplam
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
KUZEY DERSLİĞİ	175,6755	1065,09	988,1105	81,89468	1245,68068
K. D. +1 cm Yalıtım	175,6755	1065,09	962,8154	83,08331	1221,57421
K. D. +2 cm Yalıtım	175,6755	1065,09	942,2142	83,52946	1201,41916
K. D. +3 cm Yalıtım	175,6755	1065,09	925,7529	84,87013	1186,29853
K. D. +4 cm Yalıtım	175,6755	1065,09	911,8796	85,56426	1173,11936
GÜNEY DERSLİĞİ	59,06106	2255,557	671,6686	207,7057	938,43536
G.D. + güneş kırıcı	68,90457	2167,451	663,3613	158,2195	890,48537

Çizelge 4.39 : Antalya'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

DERSLİKLER	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan enerji toplam
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
KUZEY DERSLİĞİ	122,6833	1047,282	55,17053	595,2551	773,10893
K. D. +1 cm Yalıtım	122,6833	1047,282	53,03852	599,4002	775,12202
K. D. +2 cm Yalıtım	122,6833	1047,282	51,56334	601,7352	775,98184
K. D. +3 cm Yalıtım	122,6833	1047,282	50,31296	605,1127	778,10896
K. D. +4 cm Yalıtım	122,6833	1047,282	49,38488	607,1675	779,23568
GÜNEY DERSLİĞİ	34,7418	2835,344	17,85614	1049,698	1102,29594
G.D. + güneş kırıcı	68,80807	2540,265	17,75547	857,9144	944,47794

Sıcak nemli iklim bölgesinde olan Antalya'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerinin enerji gider değişimleri çizelge 4.39'da verilmektedir. Güneş kırıcı, ikinci kat güney dersliğinde bir yıllık kullanım sürecinde soğutma giderlerinde % 18 düşüş sağlamıştır. Güneş kırıcı elemanlar aydınlatma

giderlerinde 34 kWh artışa, ısıtmada ise 0,1 kWh düşüğe sebep olmuştur. Güneş kırıcı güney dersliği toplam sonuçlarına bakıldığında % 14,3'lük önemli bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Kuzey dersliğinde 1 cm'lik yalıtım artışında 2 kWh'lik enerji tasarrufu, 2 cm'lik yalıtım artışında 2,8 kWh'lik, 3 cm'lik yalıtım artışında 5 kWh'lik, 4 cm'lik yalıtım artışında ise 4 kWh'lik düşüş sağlanmıştır. Opak bileşenin gerekli U değerini sağlaması için mevcut 4 cm'lik yalıtımın 8 cm'e çıkarıldığı durumda kuzey dersliğindeki enerji kazancı ancak 4 kWh olmaktadır.

Sıcak kuru iklim bölgesinde bulunan Diyarbakır'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerin enerji giderleri çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40 : Diyarbakır'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

DERSLİKLER	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan enerji toplam
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
KUZEY DERSLİĞİ	124,8068	1075,326	237,8789	537,0857	899,7714
K. D. +1 cm Yalıtım	124,8068	1075,326	228,0126	541,0278	893,8472
K. D. +2 cm Yalıtım	124,8068	1075,326	220,7986	543,9249	889,5303
K. D. +3 cm Yalıtım	124,8068	1075,326	214,8934	546,5109	886,2111
K. D. +4 cm Yalıtım	124,8068	1075,326	210,3478	548,4938	883,6484
GÜNEY DERSLİĞİ	36,76841	2894,865	72,7627	914,4082	1023,93931
G.D. + güneş kırıcı	73,3438	2642,77	72,36489	756,071	901,77969

Güneş kırıcı, ikinci kat güney dersliğinde bir yıllık kullanım sürecinde soğutma giderlerinde 158 kWh düşüş sağlamıştır. Güneş kırıcı elemanlar aydınlatma için 37 kWh artış, ısıtmada ise 0,4 kWh düşüş yaratmıştır. Güneş kırıcılı güney dersliğinin toplam sonuçlarına bakıldığında % 12'lik önemli bir enerji tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Kuzey dersliğinde 1 cm'lik yalıtım artışında 9 kWh'lik, 2 cm'lik yalıtım artışında 17 kWh'lik, 3 cm'lik yalıtım artışında 23 kWh'lik, 4 cm'lik yalıtım artışında ise 27 kWh'lik enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Opak bileşenin TS 825 için gerekli U değerini sağlaması için mevcut olan 4 cm'lik yalıtımın üstüne 4

cm daha yalıtım yapıldığı durumda toplamda kuzey dersliğindeki enerji kazancı %1.7 olmaktadır.

Soğuk iklim bölgesinde olan Erzurum'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklerinin enerji giderlerindeki değişimleri çizelge 4.41'de görülmektedir.

Çizelge 4.41 : Erzurum'daki ilköğretim okulunun ikinci kat kuzey ve güney cephesindeki dersliklere yapılan enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

DERSLİKLER	Aydınlatma	Camlardan solar kazanım	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma (Elektrik)	harcanan enerji toplam
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
KUZEY DERSLİĞİ	320,27	870,6589	2460,944	19,98686	2801,20086
K. D. +1 cm Yalıtım	320,27	870,6589	2418,138	20,14879	2758,55679
K. D. +2 cm Yalıtım	320,27	870,6589	2382,846	20,19437	2723,31037
K. D. +3 cm Yalıtım	320,27	870,6589	2353,719	20,40365	2694,39265
K. D. +4 cm Yalıtım	320,27	870,6589	2329,024	20,50539	2669,79939
GÜNEY DERSLİĞİ	116,192	2142,097	2015,39	58,62887	2190,21087
G.D. + güneş kırıcı	117,7361	2108,279	1992,94	43,00065	2153,67675

Güneş kırıcı, ikinci kat güney dersliğinde bir yıllık kullanım sürecinde soğutma giderlerinde 5,6 kWh düşüş sağlamıştır. Güneş kırıcı elemanlar aydınlatma giderlerinde 1,6 kWh artış, ısıtmada ise 23 kWh düşüş sağlamıştır. Güneş kırıcılı güney dersliği toplam sonuçlarına bakıldığında 47 kWh'lik bir enerji tasarrufu görülmektedir.

Kuzey dersliğinde 1 cm'lik yalıtım artışında 42 kWh'lik, 2 cm'lik yalıtım artışında 78 kWh'lik, 3 cm'lik yalıtım artışında 107 kWh'lik, 4 cm'lik yalıtım artışında ise 131 kWh'lik enerji tasarrufu sağlanmıştır. 1. bölge için gerekli yalıtımın üstüne ikinci kat kuzey dersliğinde yalıtımın 4 cm artırılması dersliğe toplamda % 4,7'lik bir enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Cephelere göre yapılan enerji etkin iyileştirmeler sonucu pencereler ve dış duvardan elde edilen enerji kayıp ve kazançlar, solar kazanımlar çalışmanın aşamalarına göre sıralanmış haliyle Ek A.7 ve Ek A.8'de yer almaktadır.

4.2.6 Sonuçların karşılaştırılması, bugünün birim fiyatlarına göre maliyetlerinin ve geri ödeme sürelerinin hesaplanması

Bu çalışmada ele alınan farklı iklim bölgelerinde yer aldığı varsayılan ilköğretim okulları için enerji etkin yenileme uygulamasında en uygun yönlendirme sağlandıktan sonra kabuğun optik ve termofiziksel özellikleri enerji etkin iyileştirilmeye çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın bugünün koşullarıyla ne kadar ekonomik olduğu, kaç yıl içinde amorti olabileceği ekonomik açıdan önemlidir. Kabuğun saydam bileşeni için TS 825 e göre her bölgede istenen azami U değeri aynıdır, bu yüzden uygulama çalışmasında 5 ilde de çizelge 4.18’de fiziksel özellikleri gösterilen aynı pencere tipi kullanılmıştır. Bu pencere tipinin uygulama maliyeti çizelge 4.42’de yer almaktadır.

Çizelge 4.42 : PVC doğramalı, elektronla işlenmiş 6 mm’lik çift cam arası 13 mm hava boşluklu pencerelerin birim fiyatları [23].

	Fiyat	Adet sayısı	TOPLAM
	TL	adet	TL
110 X 120 PVC ÇERÇEVELİ	460	54	24840
110x50 PVC ÇERÇEVELİ	300	20	6000
60x50 PVC ÇERÇEVELİ	230	9	2070
440x200 PVC ÇERÇEVELİ	1800	2	3600
OVAL PVC ÇERÇEVELİ(çap 205)	520	3	1560
ana toplam			38070

Yalıtım maliyeti hesaplamaları için gerekli fiyatlar da çizelge 4.43’te yer almaktadır.

Çizelge 4.43 : XPS ısı yalıtımı birim fiyatları [24].

	Fiyat
	TL
XPS ISI YALITIMI (m3)	130
İŞÇİLİK (m2)	5

Çizelge 4.44 : Enerji birim fiyatları [25,26].

	1 kWh fiyatı
	TL
doğal gaz(İGDAŞ)	0,073
Elektrik(Boğaziçi elektrik dağıtım a.ş)	0,0164

Doğal gaz ve elektrikten elde edilen enerji fiyatlarının hesaplanabilmesi için gereken birim fiyatlar çizelge 4.44’te yer almaktadır. Güney cephelerinde enerji tüketimini düşürmek için kullanılan güneş kırıcılara ait birim fiyatlar çizelge 4.45’te bulunmaktadır.

İlköğretim okulunda yalıtım yapılan mekanların alanları aşağıdaki çizelge 4.46’da yer almaktadır. Kuzey cephesine yapılan ek yalıtımda, toprakla çevrili olan bodrum kat cephesi dahil edilmemiştir.

Çizelge 4.45 : Güneş kırıcı adet fiyat listesi [27].

	adet fiyatı
	TL
güneş kırıcı (kompakt laminat)	130
işçilik (montaj)	20

Bu birim fiyatlar üretici firmalardan alınmıştır. Pratikte kullanılan ortalama değerlerdir.

Çizelge 4.46 : İlköğretim okulunda yalıtım yapılacak alanlar.

	ALAN
	m2
BÜTÜN CEPHELER	908,8
BODRUM KAT	294,4
KUZEY CEPHESİ	122,3

Önceki bölümlerde de açıklandığı gibi, elde edilen sonuçlarda okulların kullanım saatleri ve kullanım günleri çok etkili olmuştur.

İlköğretim okullarında enerji etkin iyileştirmek için uygulanan aşamaların maliyetleri (PC) güncel birim fiyatlarına göre hesaplanmıştır. Sağlanan enerji tasarrufunun tutarı (AR) güncel birim fiyatlarından elde edildikten sonra maliyetlerin geri ödeme süreleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (4.1).

$$PT = \frac{PC}{AR} \quad (4.1)$$

PT : geri ödeme süresi, PC : Yatırım maliyeti, AR : Elde edilen yıllık kazanç [28].

Enerji birim fiyatlarının ilerleyen yıllardaki zam artışı sonucu elde edilen enerji tasarrufu tutarlarının, bugünkü para değerine eşitlemek için kullanılacak iskonto oranıyla birbirini eşitlediği kabul edilmiştir. Çünkü enerji birim fiyatlarına gelecek zamanda, o yıl elde edilen paranın güncel karşılığını alabilmek için kullanılan iskonto değeri de birer öngörüdür, birbiriyle ve o günün koşullarıyla bağlantılıdır. Türkiye’deki hızlı değişen koşulları hesaba katarsak gerçeğe yakın öngörülerde bulunmak çok zordur. Kullanılan enerji kaynaklarının azalmasından dolayı enerjinin

değerini kaybetmeyeceği ve ilerleyen yıllarda birim fiyatların güncel karşılığının aynı olacağı düşünülmektedir.

İstanbul’da yer aldığı var sayılan ilköğretim okulunda opak bileşenin toplam ısı geçirgenlik katsayısını TS 825’e uygun hale getirince, ısıtmada 16092 kWh düşüş, soğutmada 84 kWh artış olmuştur. Bunun tutarı ise birim fiyatlardan elde edilen 1160,94 TL’dir:

$$“(16092 \times 0,073) - (84 \times 0,164) = 1160,94 \text{ TL}”$$

Yalıtımın maliyeti ise tavan, döşeme ve dış duvarlara yapılan yalıtımın malzeme ve işçilik toplamından bulunabilir. O da 17189,12 TL’dir. Geri ödeme denkleminde (4.1) göre yapılan enerji tasarrufu yapı yalıtım maliyetini 14,8 yılda amorti etmektedir:

$$“[(908,8 \times 0,04) + (294,4 \times (0,05 + 0,08))] \times 130 = 9701,12 \text{ TL malzeme tutarı.}”$$

$$(908,8 + (294,4 \times 2)) \times 5 = 7488 \text{ TL işçilik tutarı.}”$$

Çizelge 4.47’den hesaplanabileceği gibi pencerelerin gerekli U değeri taşıyan tipiyle değişimiyle, yıllık ısıtmada 6219 kWh düşüş, aydınlatmada 527 kWh artış, soğutmada 61 kWh artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.47 : İstanbul’daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

YALITIM KALINLIĞI	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
YALITIMSIZ	4095,815	45746,22	1438,932	51280,967
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	4095,815	29654,82	1525,48	35276,115
TAMAMEN YALITIMLI(4 cm xps)	4622,593	23435,59	1586,225	29644,408
TUĞLA(5 cm xps)	4622,593	23221,19	1591,788	29435,571
TUĞLA(6 cm xps)	4622,593	23054	1596,11	29272,703
TUĞLA(6cm xps)+güneş kircili	4665,878	23046,64	1325,758	29038,276
TUĞLA(7 cm xps)	4622,593	22930,42	1599,527	29152,54
TUĞLA(8 cm xps)	4622,593	22831,24	1602,283	29056,116

Kuzey cephesinin yalıtımının 1 cm artırıldığı durumda ısıtmada 214 kWh azalma, soğutmada 5 kWh artma olmaktadır. Bu da 14,8 TL yapmaktadır. Yalıtımı sadece kuzey cephesinde 1 cm arttırmanın maliyeti 158,86 TL’dir ve yalıtım artırıldığı için sadece malzeme tutarı eklenmiştir. Geri ödeme denkleminde göre kuzey cephesinde yalıtım 1 cm artırıldığında kendini 10,7 yılda, 2 cm artırıldığında 12,1 yılda, 3 cm artırıldığında 13,7 yılda, 4 cm artırıldığında ise 15,3 yılda kendini amorti etmektedir:

“(122,2 x 0,01) x 130 = 158,86 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılmasının maliyeti.

158,86 x 2 = 317,72 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılmasının maliyeti.

158,86 x 3 = 476, 58 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılmasının maliyeti.

158,86 x 4 = 635,44 TL 4 kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılmasının maliyeti.

(214 x 0,073) – (5 x 0,164) = 14,8 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

(381 x 0,073) – (10 x 0,164) = 26,17 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

(505 x 0,073) – (13 x 0,164) = 34,73 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

(604 x 0,073) – (16 x 0,164) = 41,47 TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.”

Güney cephesindeki pencerelere yerleştirilen güneş kırıcı sayesinde ısıtmada 8 kWh düşüş, aydınlatmada 43 kWh artış, soğutmada ise 271 kWh düşüş olmuştur.

Ankara’daki ilköğretim okulunda opak bileşenin U değerlerini TS 825’e uygun hale getirince, şekildeki gibi, ısıtmada 36784 kWh düşüş, soğutmada 128 kWh artış olmuştur. Bu da yıllık 2883,24 TL kazanç sağlamaktadır:

$$“(39784 \times 0,073) - (128 \times 0,164) = 2883,24”$$

Yalıtımın maliyeti, opak kısma yapılan yalıtımın malzeme ve işçilik toplamından bulunur. Bu tutar da 21465,6 TL’dir. Geri ödeme denkleminde göre yapılan enerji tasarrufu, yapı yalıtım maliyetini 7,4 yılda amorti etmektedir:

$$“[(908,8 \times 0,06) + (294,4 \times (0,07 + 0,11))] \times 130 = 13977,6 \text{ TL malzeme tutarı.}”$$

$$(908,8 + (294,4 \times 2)) \times 5 = 7488 \text{ TL işçilik tutarı.”}$$

Çizelge 4.48’den hesaplanabileceği gibi pencerelerin gerekli U değeri taşıyan tipiyle değişimiyle, yıllık ısıtmada 13574 kWh düşüş, aydınlatmada 497 kWh artış, soğutmada 66 kWh artış meydana gelmiştir.

Bunun tutarı ise 347,55 TL olmuştur. Geri ödeme denkleminde göre camlar kendi maliyetini bu durumda 42,4 yılda amorti etmektedir:

$$“(13574 \times 0,073) - (497 \times 0,164) - (66 \times 0,164) = 898,57 \text{ TL camlarda yıllık kazanç.”}$$

Çizelge 4.48 : Ankara'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

YALITIM KALINLIĞI	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
YALITIMSIZ	4191,645	96265,34	735,8929	101192,8779
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	4191,645	56481,78	863,1545	61536,5795
TAMAMEN YALITIMLI	4688,024	42907,94	929,0445	48525,0085
TUĞLA(7 cm xps)	4688,024	42577,91	932,4508	48198,3848
TUĞLA(8 cm xps)	4688,024	42334,84	935,275	47958,139
TUĞLA(8 cm xps)+güneş kircili	4724,398	42263,16	779,2406	47766,7986
TUĞLA(9 cm xps)	4688,024	42104,18	937,5969	47729,8009
TUĞLA(10 cm xps)	4688,024	41934,1	939,5896	47561,7136

Kuzey cephesinin yalıtımının 1 cm arttırıldığı durumda ısıtmada 330 kWh azalma, soğutmada 3 kWh artma olmaktadır. Bu da 23,6 TL yapmaktadır. Yalıtımı sadece kuzey cephesinde bir cm arttırmanın maliyeti 158,86 TL'dir ve yalıtım arttırıldığı için sadece malzeme tutarı eklenmiştir. Geri ödeme denkleminde göre kuzey cephesinde yalıtım 1 cm arttırıldığında 6,7 yılda, 2 cm arttırıldığında 7,8 yılda, 3 cm arttırıldığında 8,3 yılda, 4 cm arttırıldığında 9,2 yılda kendini amorti etmektedir:

$$“(122,2 \times 0,01) \times 130 = 158,86 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılmasının maliyeti.}”$$

$$158,86 \times 2 = 317,72 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$158,86 \times 3 = 476, 58 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$158,86 \times 4 = 635,44 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$(330 \times 0,073) - (3 \times 0,164) = 23,6 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.}$$

$$(573 \times 0,073) - (6 \times 0,164) = 40,85 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.}$$

$(803 \times 0,073) - (8 \times 0,164) = 57,307$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm artırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(973 \times 0,073) - (10 \times 0,164) = 69,39$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm artırılması ile elde edilen yıllık kar.”

Güney cephesindeki pencerelere yerleştirilen güneş kırıcı sayesinde ısıtmada 71 kWh düşüş, aydınlatmada 36 kWh artış, soğutmada ise 156 kWh düşüş olmuştur.

Antalya’daki ilköğretim okulunda tavan, döşeme ve dış duvarların toplam ısı geçirgenlik katsayısını TS 825’e uygun hale getirince, şekildeki gibi, ısıtmada 1302 kWh düşüş, soğutmada 29 kWh düşüş olmuştur.

Çizelge 4.49 : Antalya’daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

YALITIM KALINLIĞI	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
YALITIMSIZ	3445,563	8206,361	6141,504	17793,428
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	3445,563	6904,041	6112,938	16462,542
TAMAMEN YALITIMLI(4 cm xps)	3886,153	6161,912	6127,063	16175,128
TUĞLA(5 cm xps)	3886,153	6135,572	6137,632	16159,357
TUĞLA(6cm xps)	3886,153	6121,716	6145,729	16153,598
TUĞLA(6cm xps)+güneş kırıcılı	4016,18	6168,632	5436,479	15621,291
TUĞLA(7 cm xps)	3886,153	6106,681	6152,203	16145,037
TUĞLA(8 cm xps)	3886,153	6095,984	6157,426	16139,563

Çizelge 4.49’dan hesaplanabileceği gibi güney cephesindeki pencerelere yerleştirilen güneş kırıcı sayesinde ısıtmada 47 kWh artış, aydınlatmada 130 kWh artış, soğutmada ise 709 kWh düşüş olmuştur. Bu da güneş kırıcıdan yıllık 91,53 TL kazanç sağlamaktadır. Güneş kırıcıların maliyetinin 4350 TL olduğu düşünülürse geri ödeme denklemine göre 47,5 yılda kendi tutarını amorti etmektedir:

$-(47 \times 0,073) + ((709 - 130) \times 0,164) = 91,53$ TL güneş kırıcıdan kazanç.

$(29 \times (130 + 20)) = 4350$ TL güneş kırıcı maliyeti.”

Diyarbakır’daki ilköğretim okulunda opak bileşenin toplam ısı geçirgenlik katsayısını TS 825’e uygun hale getirince ısıtmada 7206 kWh düşüş, soğutmada 53 kWh artış olmuştur. Bunun tutarı ise birim fiyatlardan elde edilen 517,35 TL’dir.

$(7206 \times 0,073) - (53 \times 0,164) = 517,35$ TL opak bileşenin yalıtımında kazanç. Yalıtımın maliyeti ise tavan, döşeme ve dış duvarlara yapılan yalıtımın malzeme ve

işçilik toplamından bulunabilir. O da 17189,12 TL'dir. Geri ödeme denklemine göre enerji tasarrufu yapı yalıtım maliyetini 33,2 yılda kendini amorti etmektedir:

$$[(908,8 \times 0,04) + (294,4 \times (0,05 + 0,08))] \times 130 = 9701,12 \text{ TL malzeme tutarı}$$

$$(908,8 + (294,4 \times 2)) \times 5 = 7488 \text{ TL işçilik tutarı}$$

Çizelge 4.50 : Diyarbakır'daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

YALITIM KALINLIĞI	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
YALITIMSIZ	3479,002	21727,56	5772,021	30978,583
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	3479,002	14521,72	5825,65	23826,372
TAMAMEN YALITIMLI(4 cm xps)	3902,31	11545,11	5825,128	21272,548
TUĞLA(5 cm xps)	3902,31	11424,97	5836,413	21163,693
TUĞLA(6cm xps)	3902,31	11327,24	5845,149	21074,699
TUĞLA(6cm xps)+güneş kircili	4274,963	11380,08	5273,928	20928,971
TUĞLA(7 cm xps)	3902,31	11260,17	5852,084	21014,564
TUĞLA(8 cm xps)	3902,31	11204,9	5857,707	20964,917

Çizelge 4.50'den hesaplanabileceği gibi pencerelerin gerekli U değeri taşıyan tipiyle değişimiyle, yıllık ısıtmada 2976 kWh düşüş, aydınlatmada ise 423 kWh artış meydana gelmiştir.

Kuzey cephesinin yalıtımının 1 cm arttırıldığı durumda ısıtmada 119 kWh azalma, soğutmada 11 kWh artma olmaktadır. Bu da 6,53 TL yapmaktadır. Yalıtımı sadece kuzey cephesinde bir cm arttırmanın maliyeti 158,86 TL'dir ve yalıtım arttırıldığı için sadece malzeme tutarı eklenmiştir. Geri ödeme denklemine göre kuzey cephesinde yalıtım 1 cm arttırıldığında kendini 24,3 yılda, 2 cm arttırıldığında 25,2 yılda, 3 cm arttırıldığında 30,7 yılda, 4 cm arttırıldığında 32,3 yılda kendini amorti etmektedir:

$$((122,2 \times 0,01) \times 130 = 158,86 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$158,86 \times 2 = 317,72 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$158,86 \times 3 = 476, 58 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$$158,86 \times 4 = 635,44 \text{ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılmasının maliyeti.}$$

$(119 \times 0,073) - (11 \times 0,164) = 6,53$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(218 \times 0,073) - (20 \times 0,164) = 12,63$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(285 \times 0,073) - (27 \times 0,164) = 15,52$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(341 \times 0,073) - (32 \times 0,164) = 19,65$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.”

Güney cephesindeki pencerelere yerleştirilen güneş kırıcı sayesinde ısıtmada 53 kWh artış, aydınlatmada 372 kWh artış, soğutmada ise 572 kWh düşüş olmuştur.

Erzurum’daki ilköğretim okulunda tavan, döşeme ve dış duvarların toplam ısı geçirgenlik katsayısını standarda uygun hale getirince ısıtmada 83682 kWh düşüş, soğutmada 12 kWh artış olmuştur. Bunun tutarı ise birim fiyatlardan elde edilen 517,35 TL’dir.

Çizelge 4.51 : Erzurum’daki ilköğretim okulunu enerji etkin iyileştirme alternatiflerinin yıllık enerji giderleri.

YALITIM KALINLIĞI	Aydınlatma	Isıtma (doğal gaz)	Soğutma(Elektrik)	TOPLAM
	kWh	kWh	kWh	kWh
YALITIMSIZ	5897,922	216309,2	209,6841	222416,8061
OPAK BİLEŞEN YALITIMLI	5897,922	132627,9	221,4099	138747,2319
TAMAMEN YALITIMLI(7 cm xps)	6539,91	103985,2	238,9406	110764,0506
TUĞLA(8 cm xps)	6539,91	103403,8	239,4701	110183,1801
TUĞLA(9cm xps)	6539,91	102971,7	239,9001	109751,5101
TUĞLA(9cm xps)+güneş kırıcılı	6544,208	102744,7	198,6545	109487,5625
TUĞLA(10 cm xps)	6539,91	102596,8	240,2904	109377,0004
TUĞLA(11 cm xps)	6539,91	102313,1	240,6184	109093,6284

$“(83692 \times 0,073) - (53 \times 0,164) = 6100,82$ TL opak bileşenin yalıtımından yıllık kazanç.”

Yalıtımın toplam maliyeti ise opak bileşenine yapılan yalıtımın malzeme ve işçilik toplamından bulunabilir. O da 23795,2 TL’dir. Geri ödeme denkleminde göre yapılan enerji tasarrufu yapı yalıtım maliyetini 3,9 yılda amorti etmektedir:

$“[(908,8 \times 0,07) + (294,4 \times (0,08 + 0,13))] \times 130 = 16307,2$ TL malzeme tutarı.

$(908,8 + (294,4 \times 2)) \times 5 = 7488$ TL işçilik tutarı.”

Çizelge 4.51'den hesaplanabileceği gibi kuzey cephesinin yalıtımının 1 cm arttırıldığı durumda ısıtmada 582 kWh azalma, soğutmada 1 kWh artma olmaktadır. Bu da 74,02 TL yapmaktadır. Yalıtımı sadece kuzey cephesinde 1 cm arttırmanın maliyeti 158,86 TL'dir ve yalıtım arttırıldığı için sadece malzeme tutarı eklenmiştir. Geri ödeme denkleminde göre kuzey cephesinde yalıtım 1 cm arttırıldığında 3,8 yılda, 2 cm arttırıldığında 4,3 yılda, 3 cm arttırıldığında 4,7 yılda, 4 cm arttırıldığında 5,2 yılda kendini amorti etmektedir.

$“(122,2 \times 0,01) \times 130 = 158,86$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılmasının maliyeti.

$158,86 \times 2 = 317,72$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılmasının maliyeti.

$158,86 \times 3 = 476, 58$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılmasının maliyeti.

$158,86 \times 4 = 635,44$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılmasının maliyeti.

$(582 \times 0,073) - (1 \times 0,164) = 42,32$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 1 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(1014 \times 0,073) = 74,02$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 2 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(1389 \times 0,073) - (1 \times 0,164) = 101,23$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 3 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

$(1672 \times 0,073) = 122,06$ TL kuzey cephesine yapılan yalıtımın 4 cm arttırılması ile elde edilen yıllık kar.

Güney cephesindeki pencerelere yerleştirilen güneş kırıcı sayesinde ısıtmada 227 kWh düşüş, aydınlatmada 5 kWh artış, soğutmada ise 41 kWh düşüş olmuştur. ”

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Milli Eğitim Bakanlığı'nın bir ilköğretim tip projesi için, projede ele alınan binanın Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde yer alması durumunda enerji performansı değerlendirilerek, enerji giderlerini azaltıcı önerilerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Enerji performansının saptanması ve enerji giderlerinin hesaplanmasında Design Builder arayüzlü Energy Plus enerji simülasyon programından yararlanılmıştır. Çalışmada projenin enerji etkin iyileştirilmesi için binanın yönlendiriliş durumuna, opak ve saydam bileşenlerin ısı yalıtım değerlerine, ilköğretim binasının fonksiyonellik açısından birinci derecede önemli mekanı olan dersliklerin yönlendirilişine, güneş kontrolüne ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Her bir önerinin her bir iklim bölgesindeki uygulaması için enerji simülasyon programı aracılığı ile enerji giderleri hesaplanmış, hesaplama sonuçları çizelgeler aracılığı ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, geliştirilen öneriler ekonomik etkinlikleri açısından da değerlendirilmiştir.

Günümüzde kullanılan betonarme yapılar korozyon etkisiyle taşıyıcılıklarını 50-60 yıl sonra kaybetmektedirler. İlköğretim okulunun ömrü için alt değer olan 50 yılın ömür süresi olarak alınması, enerji etkin iyileştirme açısından yapılacak değişikliklerin ekonomikliğini göstermektedir.

Çizelge 4.52'de Pilot illerdeki ilköğretim okullarına yapılan enerji etkin adımların amorti süreleri bulunmaktadır (X = yapı ömrü süresince kendini amorti etmiyor).

İstanbul'da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulunun TS 825 'e göre opak bileşeninin yalıtılması ve kuzey cephesinde 4 cm daha yalıtım yapılması ekonomiktir. Bu durumda enerji tüketimi yıllık toplam 16596 kWh düşmektedir. Yapı kendi ömrü içinde bu maliyetleri amorti etmektedir. Güneş kırıcı yapımı ve pencere değişiklikleri şu anki koşullarla ekonomik durmamaktadır. Bu tür sistemler maliyetlerin iyileşmesiyle sonraki yıllarda kullanılabilir ya da aktif sistemlerle entegre edilerek yapıya sağladığı faydalar arttırılabilir.

Ankara'da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulu kendi ömrü süresince standarda göre opak bileşeninin yalıtılması, kuzey cephesinde 4 cm daha yalıtım yapılmasını ve

pencerelerin standarda uygun yenilenmesini karşılayacak enerji tasarruflarına varmaktadır, bu da yılda 53631 kWh yapmaktadır. Güneş kırıcılar, pasif kullanımlarıyla ekonomik durmamaktadırlar.

Antalya’da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulu sıcak ve nemli iklim bölgesinde bulunduğu için standarda göre kabuğun optik ve termofiziksel özelliklerini değiştirmek ve standarda uygun U değerlerine getirmek ekonomik durmamaktadır. Güneş kırıcı kullanmak ekonomiktir ve yılda 532 kWh tasarruf sağlamaktadır.

Diyarbakır’da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulunun opak bileşenin TS 825 e uygun U değerlerine getirilmesi ve kuzey cephesinde 4 cm yalıtım daha yapılması maliyetini yapının ömrü süresinde amorti ettiği için uygun bir öneri olarak kabul edilebilir ve yılda 7462 kWh kazanç sağlamaktadır. Güneş kırıcıların kullanılması ve saydam kısmın standarda göre kullanılması ekonomik durmamaktadır. Diyarbakır’ın yöresel taşı olan bazalt uygulaması, tuğlayla kıyaslırsak 1260 kWh enerji kazancı sağlamaktadır ve bazalt taşı kullanımının teşvik edilmesi önemlidir.

Çizelge 4.52 : Pilot illerdeki ilköğretim okullarında yapılan enerji etkin iyileştirme adımlarının amorti süreleri.

	İSTANBUL	ANKARA	ANTALYA	DİYARBAKIR	ERZURUM
	amorti süresi - yıl	amorti süresi - yıl	amorti süresi - yıl	amorti süresi - yıl	amorti süresi - yıl
TS 825'E göre opak bileşeni yalıtımk	14.8	7.4	X	33.2	3.9
TS 825'E göre saydam bileşeni değiştirmek	X	42.4	X	X	19.2
Kuzey cephesine ek + 1 cm yalıtım	10.7	6.7	X	24.3	3.8
Kuzey cephesine ek + 2 cm yalıtım	12.1	7.8	X	25.2	4.3
Kuzey cephesine ek + 3 cm yalıtım	13.7	8.3	X	30.7	4.7
Kuzey cephesine ek + 4 cm yalıtım	15.3	9.2	X	32.3	5.2
Güney cephesinde ek güneş kontrol elemanı	X	X	47.5	X	X

Erzurum’da yer aldığı varsayılan ilköğretim okulu için dış duvar, tavan, döşeme katmanlarının ve pencerelerin TS 825’teki U değerlerine getirilmesi ve kuzey cephesine 4 cm yalıtım yapılması ekonomiktir ve yılda 11323 kWh kazanç sağlamaktadır. Soğuk iklim bölgesi olması sebebiyle bu yapıda güneş kırıcı kullanmak uygun değildir ve kendi ömrü süresince maliyetini karşılayamamaktadır.

Kamber taşı uygulaması, tuğlaya göre yılda 2880 kWh enerji tasarrufu sağlaması ve Erzurum'un yöresel malzemelerinden olması sebebiyle kullanımının teşvik edilmesi önemlidir.

Farklı iklim bölgelerinde yer aldığı varsayılan ilköğretim okulu projesinin enerji etkinliğinin ekonomik açıdan değerlendirilmesinde , iklim bölgelerinin özellikleri ve okulların açık olduğu zaman birimleri etkili olmuştur. Okulların yaz ayları boyunca kapalı olması sebebiyle soğutma yükleri normalden çok daha düşük olmuştur ve genel olarak güneş kırıcı kullanımına gerek duyulmamıştır. Kış aylarında eğitim yapıldığı için ısıtma giderleri ön plana çıkmıştır. Yapı kabuğun ısı yalıtım direncinin arttırılması enerji giderlerinin azaltılmasında etkili olmuştur.

Sonuç olarak; Türkiye'de 34990 ilköğretim olduğu düşünülecek olursa, ilköğretim okullarında yapılacak enerji etkin iyileştirme çalışmaları ile ilköğretim okullarında enerji giderlerinin azaltılmasının sağlanması ve dolayısı ile ülkenin enerji giderlerinin azaltılmasının sağlanabileceği görülmektedir. Yıllık enerji giderlerinin azaltılması çalışmalarının öncelikle eğitim ve öğretim alanında çok sayıda kullanıcısı olan ilköğretim okullarında yapılması, genç nüfusa sahip Türkiye için büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca, enerji etkin iyileştirme çalışmaları ile geliştirilecek enerji giderlerini azaltan tasarım parametresi alternatiflerin ilköğretim projelerinin tasarım ve yapım aşamalarında kullanılarak, minimum enerji harcamaları ile ekonomik, sağlıklı, konforlu eğitim ve öğretim ortamlarının gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1]<http://www.izafet.com/genel-tarih/88797-cumhuriyet-donemi-turk-mimarligi.html>, 20.03.2009.
- [2] http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/bina_ulas.html, 01.04.2009
- [3] **ORAL KOÇLAR, G., YENER ALPİN**, 1992. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Ve Enerji Tasarrufu Sempozyumu, Syf 95 – 103, İSTANBUL.
- [4] <http://www.en-ver.com/inde.php?page=20¶m=46>, 05.01.2009.
- [5]http://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye'de_%C4%B0klim_%C3%87e%C5%9Fitleri , 05.03.2009.
- [6] **ELGİZ C.**, 1978.Türkiye’de İlkokul Binalarında Endüstrileşme Olanakları, Doktora Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İSTANBUL.
- [7] **BERKÖZ, E. ve diğ.**, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Proje No:INTAG201, TUBİTAK, İstanbul
- [8] **ORAL KOÇLAR, G. ve diğ.**, 2004. Fiziksel Çevre Kontrolü Ders Notları, Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi, İ.T.Ü., İSTANBUL.
- [9] **YILMAZ, Z. ve diğ.**, 2006. Türkiye ve İrlanda Binaların Enerji Etkin Tasarım ve Yapımı için Sürdürülebilirlik Stratejileri, syf 190-240, İ.T.Ü. Araştırma Fonu, Proje No:30657.
- [10] **ÖZDEMİR BAHAR B.**, 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, İSTANBUL.
- [11] **GIVONI B.**,1998, Bina ve Kentsel Tasarımda İklim Faktörü, syf 52, John Winley & Sons yayınevi,Kanada.
- [12] **1739 sayılı milli eğitim kanunu**, 2008, madde : 2-19.
- [13] **ÇABUK S.**, 2003. İstanbul’da Eğitim Donatılarının Planlanmasına ve Uygulanmasına Yönelik Model Araştırması, Doktora Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İSTANBUL.
- [14] <http://iogm.meb.gov.tr/> , 10.03.2009.
- [15] **ORAL KOÇLAR, G.**, 2007. Sağlıklı Binalar İçin Enerji Tasarrufu Ve Isı Yalıtımı, syf 253-265, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İZMİR.
- [16] **ÇALIKOĞLU E.**, 2004. Enerji Tasarrufu ve EİEİ Tarafından Yürütülen Çalışmalar, syf 59-64, 23. Ulusal Enerji Tasarrufu Kongresi, EİE İşleri Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Yayını, ANKARA.

- [17] **BÜYÜKMIHÇI, MUSTAFA K.**, 2004. Verimli Kullanılan Enerji: Geleceğimizin Güvencesi, 23 Enerji Tasarrufu, 1+1=3, EİE İşleri Genel Müdürlüğü, Enerji Tasarrufu Merkezi, ANKARA.
- [18] **VARIŞ F.**, 1963. Dersliklerin Eğitsel Kuruluşu ve Standartlarının Araştırılması, syf 2-9, İlkokul Paneli 1, İSTANBUL.
- [19] **ASHRAE/IWEC**, 2002. The International Weather for Energy Calculation, American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers, ATLANTA.
- [20] **UK NCM**, 2008. Energy Performance of Builmiştirings Directive, United Kingdom National Calculation Method, LONDON.
- [21] **TS 825**, 2008. Binalar Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standardları Enstitüsü, ANKARA.
- [22] http://www.mmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=7735, 10.01.2009.
- [23] **ADALI CAM DEKORASYON SAN. TİC. LTD. ŞTİ.**, Mart 2008. Pencere fiyat teklifi.
- [24] **İSTANBUL YALITIM SAN. TİC. LTD. ŞTİ.**, Mart 2008. XPS yalıtım fiyat teklifi.
- [25] **İGDAŞ**, Mart 2008. Doğal gaz faturası.
- [26] **BOĞAZİÇİ ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.**, Mart 2008. Elektrik faturası.
- [27] **ANKA MOB. DEK. TİC. LTD. ŞTİ.**, Mart 2008. Güneş kırıcı fiyat teklifi.
- [28] **ELLINGHAM I, FAWCETT W.**, 2006, New Generation Whole-Life Costing, syf 11, Taylor & Francis Group, New York.
- [29] <http://www.designbuilder.co.uk>, 15.12.2008.

EKLER

- EK A.1 :** Simülasyon programının tanıtımı.
- EK A.2 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu plan ve görünüşleri.
- EK A.3 :** Pilot illerin saatlik ortalama iklim verileri.
- EK A.4 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu uygulamalarının yalıtımsız durumda ısı kayıp ve kazançları.
- EK A.5 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu uygulamalarının TS 825'e göre yalıtılmış durumunda ısı kayıp ve kazançları.
- EK A.6 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu uygulamalarının farklı termal kütlede dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları.
- EK A.7 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu uygulamalarının tüm enerji etkin alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları.
- EK A.8 :** 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu uygulamalarının pencere alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları.

EK A.1

ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME HESAPLARINDA KULLANILAN DESIGN BUILDER ADLI HESAP PROGRAMININ TANITILMASI

Üretici Firma Genel Bilgileri

Design Builder yazılım şirketi 1999 yılında kurulmuştur. Yapıların enerji etkinliğini hesaplamayı kolaylaştıran, arayüz yazılım programlamacılığı üzerine yaptıkları çalışmalar adını duyurmuştur. İlk yazılımları olan DesignBuilder v.1.0'ı 2005 yılında piyasaya sürülmüştür.

Programın Tanıtımı

Program bir arayüz olup, yapıyı simule edip, enerji yüklerinin hesaplanmasını sağlamaktadır. Yapı arayüzde tüm detaylarıyla 3 boyutlu modellenip gereken tüm iç ve dış veriler girilip, programın uzantısı olan Energy Plus'ta ASHRAE tarafından onaylanmış enerji dengesi yöntemiyle binanın havalandırma, ısıtma, soğutma yüklerini ve yapı elemanlarından elde edilen enerji kayıp ve kazançlarını vermektedir.

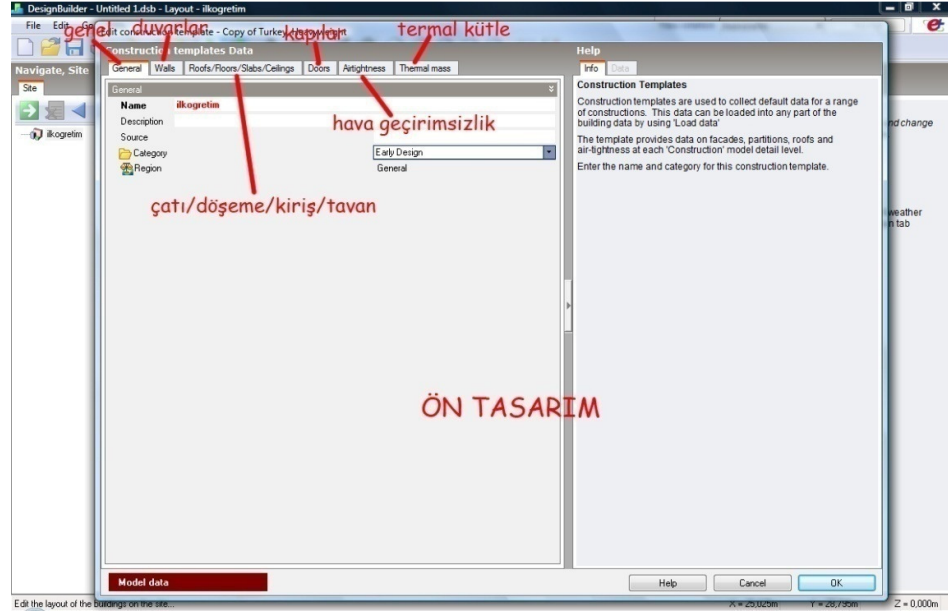
Programda dış koşullar için ashrae tarafından hazırlanmış son dünya hava durumu verileri kullanılmaktadır. İç koşullar için bina tiplerine göre UK NCM'de hazırlanmış veri tabanları bulunmaktadır, bunlardan yararlanılabilir yada yenileri var olan koşullar için yapılabilir. Yapılarda kullanılan malzemelerin, pencere ve kapı alternatifleri verileri bulunmakta, istenilen yapı bileşeni detayını oluşturma imkanı sunmaktadır [29]. Yapıyla birlikte, yapının çevresi ve topografya modellenip var olan koşullara en yakın sonucu almayı sağlamaktadır.

Programın Kullanımındaki Adımlar

Bir yapıyı simule edip, havalandırma, ısıtma, soğutma yüklerini ve yapı elemanlarından elde edilen enerji kayıp ve kazançlarını ulaşabilmek için şu adımlar izlenir:

- Program çalıştırıldıktan sonra yeni proje seçeneği seçilip, binanın inşa edildiği yer (iklim verileri o yere girilmiş oluyor bu işlemle) ve kullanım tipi işaretlenir.
- Şekil A.1'de de görüldüğü gibi Early design (ön tasarım) penceresi açılarak, bütün yapı elemanlarının (iç-dış duvar, döşemeler, çatı, kapı, pencere) detayları

ve alternatifleri oluşturulur. Termal kütle ve açıklıkların hava geçirimsizliği ayarlanır.

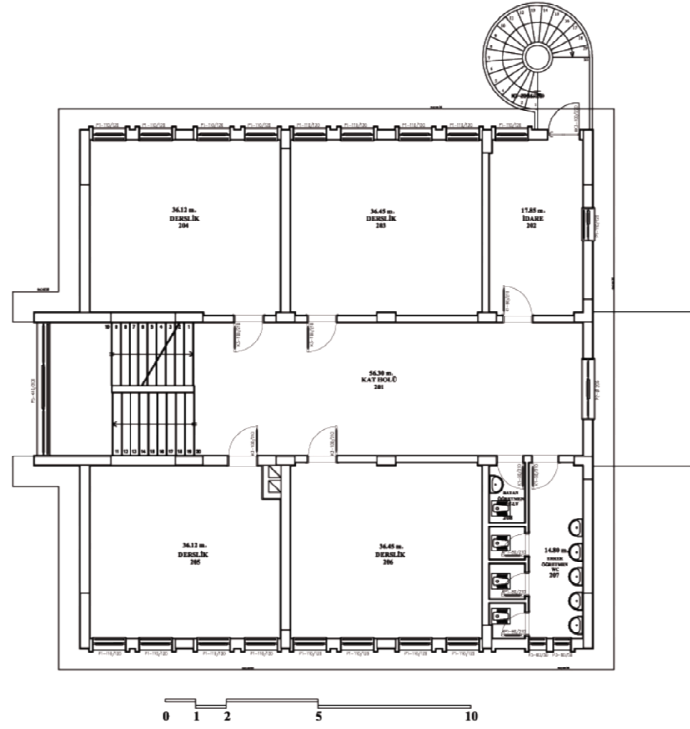


Şekil A.1 : Design builder programı ön tasarım penceresi.

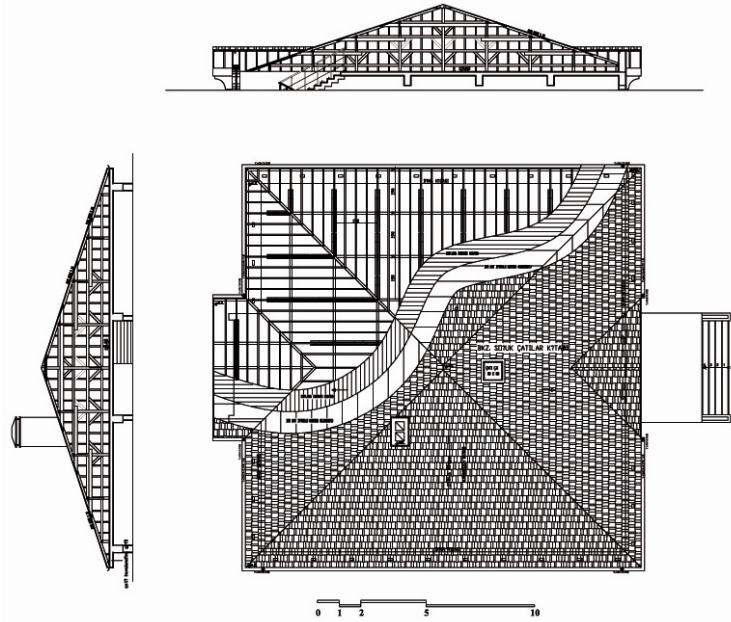
- Yeni proje açıldıktan sonra varolan projenin saydamlık oranı, pencere aralıkları girilebilir. Bu aşamada kullanılacak ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri ve bunlarda kullanılacak enerji kaynakları belirlenir. Aydınlatma sistemindeki kullanılacak armatür ve lamba türü, istenen aydınlık seviyesi ayarlanır.
- Yapının modellenmesi aşamasında varsa autocad çizimi altlık olarak atılıp işlem kolaylaştırılabilir. Modellenmeye başlandığında kat yüksekliği seçilip çizime başlanır, katman detayları early design da ki ayarlamalara göre yapılır. Katmanlarda ki farklılıkları modelleme bittikten sonra değişmesi gereken yüzeyler seçilerek tekrar detaylandırılabilir.
- Modellemede öncelikle dış kabuk çizilip, sonra iç mekanlara ve detaylara geçilir.
- İç mekanlar modellendikten sonra UK NCM'den yararlanılarak oluşturulmuş mekan tiplerini programın veritabanında seçerek, istediğimiz iç iklimsel konfor koşullarını oluşturabiliriz. Ayrıca Kapı, pencere ve vantilasyon açıklıkları bu aşamada ayarlanır.

- Yapının modellenmesi, iç detay, konfor koşulları girildikten sonra, dış etkenler ve topografya modellenir. Yapının yönlendirilmesi de yapıldıktan sonra simülasyon yapılır, binanın ısıtma, havalandırma, soğutma yükleri ve yapı elemanlarından elde edilen enerji kayıp ve kazançlarına ulaşılabilir.
- Simülasyonlarla aylık, günlük, saatlik sıcaklıklar, ısı kayıp ve kazançları ve enerji yükleri hesaplanabilir.
- Yapıda sonradan yapılacak değişiklikler için değişiklik yapılacak eleman seçilip değişiklik yapmak istenen özellik penceresi açılır. Gerekli değişiklikler yapıldıktan sonra simülasyon tekrar yapılabilir.
- Elde edilen grafikler resim dosyası olarak, tablolarda excel dosyası olarak dönüştürülüp, kullanılabilir.

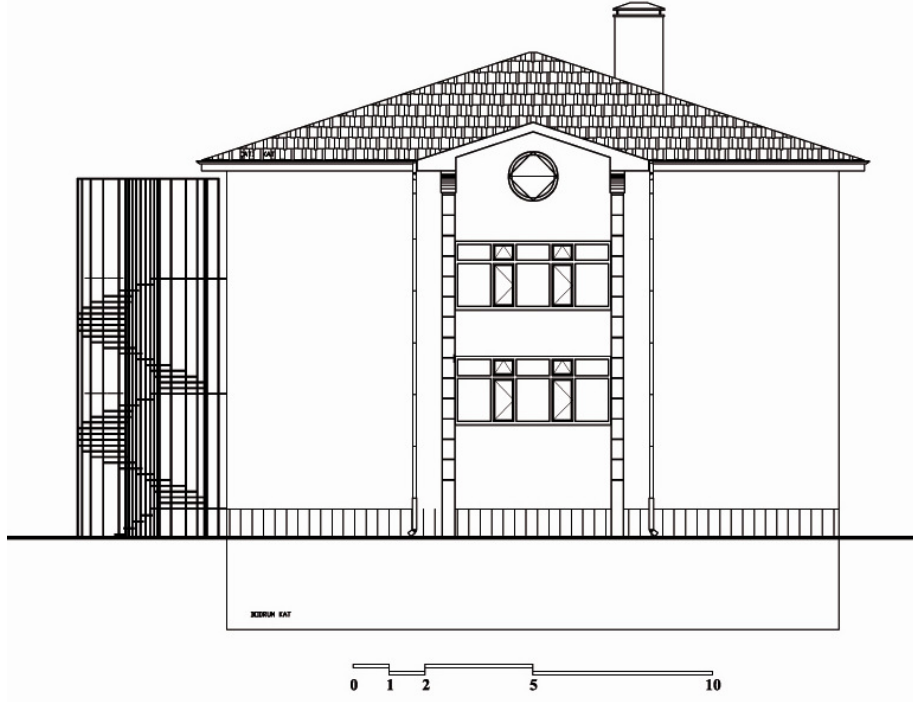
EK A.2



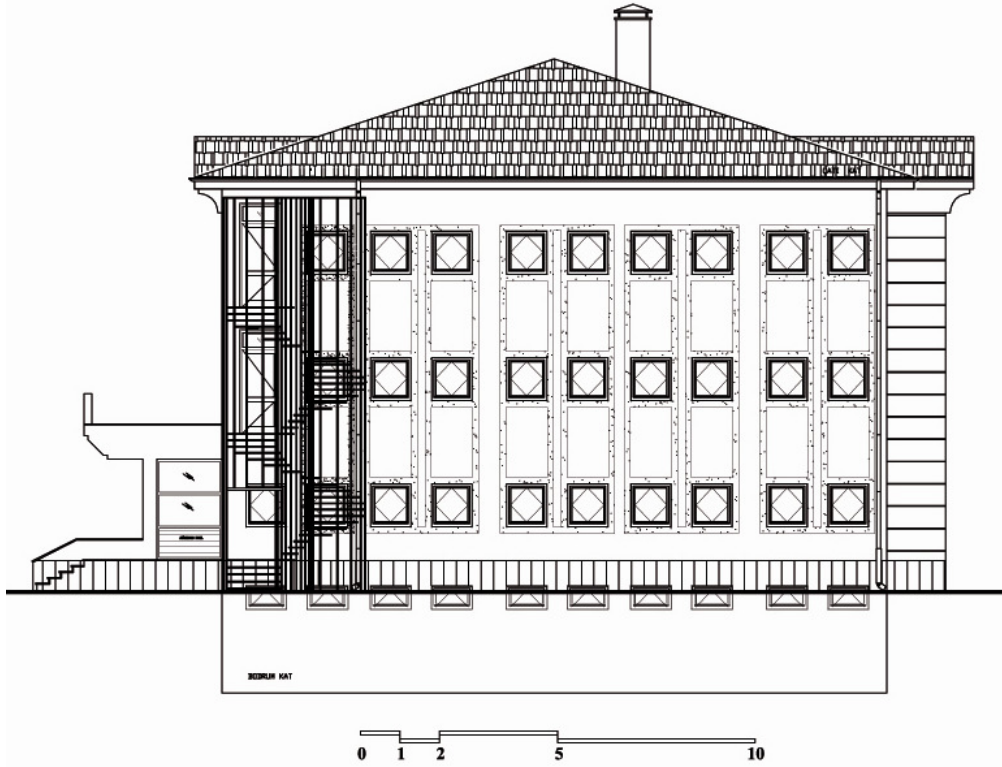
Şekil A.2 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu bodrum kat planı.



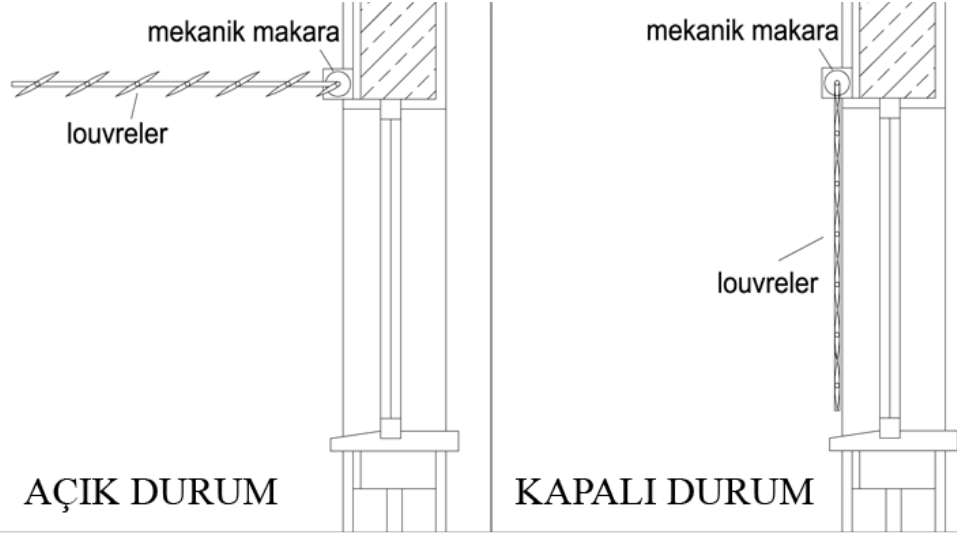
Şekil A.3 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu çatı planı ve kesitleri.



Şekil A.4 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu arka cephesi.



Şekil A.5 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu sol cephesi.



Şekil A.6 : 131/a tipi 12 derslikli ilköğretim okulu güneş kontrol elemanı detayı.

EK A.3

Çizelge A.1 : Antalya'nın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	9.8	8.8	10.7	13.9	18.2	21.6	24.2	25.0	22.6	18.4	14.8	10.9
1:01- 2:00	9.6	8.4	10.4	13.3	17.7	21.0	24.0	24.5	21.9	18.1	14.4	10.8
2:01- 3:00	9.5	8.1	10.2	13.0	17.6	20.6	23.6	24.1	21.3	17.8	14.3	10.7
3:01- 4:00	9.3	8.1	10.0	12.5	17.4	20.2	23.3	23.7	21.0	17.6	14.1	10.5
4:01- 5:00	9.2	8.1	9.8	12.3	17.2	19.8	22.9	23.3	20.6	17.3	13.9	10.3
5:01- 6:00	9.3	8.1	10.5	13.0	18.7	21.5	24.5	24.5	21.8	18.6	13.7	10.6
6:01- 7:00	9.5	8.2	11.2	14.9	20.3	23.4	26.4	26.2	23.2	20.0	14.0	10.8
7:01- 8:00	9.6	9.5	12.0	18.0	21.9	25.3	28.3	28.1	25.5	21.3	15.4	11.0
8:01- 9:00	11.4	12.2	13.4	19.6	22.6	26.0	29.1	29.0	26.9	22.7	18.2	13.1
9:01-10:00	13.1	14.0	14.7	20.6	23.3	26.8	29.8	30.0	27.9	24.2	19.8	15.1
10:01-11:00	15.1	15.2	16.1	21.5	24.0	27.5	30.5	30.8	28.8	25.7	20.9	17.1
11:01-12:00	15.1	15.7	16.2	21.6	24.1	27.7	30.8	31.0	29.1	25.7	21.0	17.3
12:01-13:00	15.2	15.8	16.3	21.5	24.4	27.9	31.1	31.7	29.3	25.7	21.2	17.5
13:01-14:00	15.5	15.8	16.4	21.5	24.6	28.1	31.2	32.1	29.6	25.8	21.4	18.0
14:01-15:00	15.0	15.7	16.0	20.9	24.1	27.9	30.7	31.6	29.2	25.2	20.8	17.2
15:01-16:00	14.4	15.4	15.6	20.8	23.7	27.7	30.3	31.0	28.7	24.6	20.2	16.5
16:01-17:00	13.9	14.7	15.3	20.2	23.2	27.5	29.9	30.4	28.2	23.9	19.3	15.8
17:01-18:00	13.0	13.7	14.4	19.4	22.5	26.6	28.8	29.5	27.1	22.9	18.6	14.8
18:01-19:00	12.1	13.0	13.5	18.2	21.8	25.7	27.7	28.5	26.2	21.8	17.7	13.7
19:01-20:00	11.2	11.6	12.6	17.2	21.0	24.7	26.6	27.6	25.4	20.7	17.0	12.7
20:01-21:00	10.9	11.0	12.0	16.4	20.4	24.1	26.1	27.0	24.8	20.2	16.1	12.2
21:01-22:00	10.5	10.3	11.6	15.6	19.8	23.5	25.4	26.4	24.1	19.6	15.7	11.7
22:01-23:00	10.2	9.7	11.3	14.9	19.2	23.0	24.9	25.9	23.5	19.0	15.4	11.2
23:01-24:00	10.0	9.1	11.0	14.4	18.7	22.4	24.5	25.5	23.0	18.6	14.9	11.1

Çizelge A.2 : Diyarbakır’ın saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	3.6	4.1	5.6	9.8	15.0	18.6	20.4	20.1	17.6	13.3	8.5	4.1
1:01- 2:00	3.4	3.3	5.3	8.9	13.8	17.7	19.6	19.3	16.8	12.7	7.7	3.8
2:01- 3:00	3.0	2.9	4.7	8.4	13.3	17.1	18.9	18.3	15.8	12.2	7.2	3.2
3:01- 4:00	2.3	2.1	4.5	7.8	12.7	16.5	18.2	17.1	15.0	11.4	7.0	2.7
4:01- 5:00	1.9	1.8	3.8	6.7	12.5	16.2	17.9	16.7	14.3	11.0	6.3	2.3
5:01- 6:00	1.9	1.6	4.2	7.4	14.4	18.0	19.5	17.3	14.4	11.6	5.9	2.1
6:01- 7:00	1.8	2.2	5.7	11.0	17.3	21.1	22.3	20.6	17.3	13.5	7.1	2.1
7:01- 8:00	2.6	4.0	8.0	14.1	20.0	23.6	24.8	23.7	20.9	16.0	10.2	4.1
8:01- 9:00	4.7	7.2	10.9	16.4	22.4	26.2	27.4	27.0	23.9	18.7	13.0	7.0
9:01-10:00	6.7	9.5	12.6	18.0	24.6	28.5	29.8	29.8	26.6	20.6	14.9	9.5
10:01-11:00	9.1	10.8	14.2	19.6	26.4	30.3	31.3	32.2	29.1	22.4	16.4	11.6
11:01-12:00	10.6	12.3	15.5	20.8	27.9	31.3	32.9	34.0	30.8	23.5	17.9	13.0
12:01-13:00	11.9	13.2	16.2	21.7	28.7	31.9	34.0	35.2	32.1	24.3	18.7	14.1
13:01-14:00	12.4	13.8	16.5	22.0	29.3	32.4	34.7	35.7	32.8	25.2	19.4	14.8
14:01-15:00	12.4	14.1	17.0	22.4	29.1	32.3	34.7	36.3	33.1	24.9	19.4	14.5
15:01-16:00	11.7	13.6	17.0	21.9	28.8	31.6	34.3	36.0	32.5	24.2	18.4	13.5
16:01-17:00	10.4	12.6	15.6	20.5	28.0	30.6	33.1	34.5	31.3	22.4	16.2	11.4
17:01-18:00	8.7	10.6	12.8	18.3	25.8	28.5	31.3	31.8	28.0	20.3	14.4	9.7
18:01-19:00	7.3	9.1	11.0	16.2	23.2	26.4	28.6	28.7	25.2	18.8	13.1	8.2
19:01-20:00	6.5	7.8	9.9	14.6	21.1	24.5	26.5	26.4	23.3	17.3	12.1	7.3
20:01-21:00	5.8	6.7	8.8	13.2	19.8	23.3	24.9	24.7	22.0	16.2	11.3	6.1
21:01-22:00	5.1	5.9	8.1	12.3	18.2	22.1	23.5	23.1	20.8	15.2	10.5	5.6
22:01-23:00	4.2	5.3	7.2	11.3	16.9	20.7	22.4	21.8	19.9	14.3	9.9	5.0
23:01-24:00	3.9	4.6	6.6	10.5	16.1	19.7	21.3	20.9	18.4	13.7	9.1	4.3

Çizelge A.3 : Erzurum'un saatlik ortalama hava sıcaklıkları (°C) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	- 11.0	- 10.9	-7.4	3.2	10.3	14.2	16.3	14.2	9.3	4.4	-4.4	-8.0
1:01- 2:00	- 11.1	- 11.1	-7.7	2.9	9.7	13.7	15.9	13.7	9.1	4.1	-4.6	-7.9
2:01- 3:00	- 11.2	- 11.3	-8.0	2.5	9.1	13.3	15.5	13.3	9.0	3.9	-4.7	-7.9
3:01- 4:00	- 11.3	- 11.6	-8.3	2.2	8.5	12.8	15.1	12.8	8.8	3.6	-4.8	-7.9
4:01- 5:00	- 11.4	- 11.7	-8.4	2.2	9.1	13.6	16.0	13.0	8.9	3.4	-5.0	-7.8
5:01- 6:00	- 11.5	- 11.8	-8.5	2.2	9.7	14.4	16.5	13.2	8.8	3.1	-5.2	-7.7
6:01- 7:00	- 11.5	- 12.0	-8.6	2.1	10.3	15.3	17.1	13.5	8.8	2.9	-5.4	-7.7
7:01- 8:00	- 11.5	- 11.7	-7.8	3.4	12.1	16.8	18.6	15.2	10.3	3.6	-5.2	-7.6
8:01- 9:00	- 11.5	- 11.5	-7.1	4.7	14.0	18.4	20.1	17.0	11.7	4.3	-4.9	-7.5
9:01-10:00	- 11.4	- 11.2	-6.3	5.9	15.8	20.0	21.6	18.8	13.1	5.0	-4.7	-7.5
10:01-11:00	- 10.8	- 10.3	-5.3	7.0	16.8	21.0	22.4	19.9	14.1	5.9	-3.9	-7.3
11:01-12:00	- 10.1	- -9.3	-4.2	8.0	17.8	22.0	23.2	20.9	15.2	6.8	-3.1	-7.1
12:01-13:00	- 9.4	- -8.4	-3.1	9.0	18.9	22.9	24.0	22.0	16.2	7.8	-2.2	-6.9
13:01-14:00	- 9.4	- -8.0	-2.6	9.4	19.0	22.9	24.0	22.2	16.0	8.0	-2.1	-6.9
14:01-15:00	- 9.2	- -7.7	-2.1	9.7	19.1	22.9	24.2	22.4	16.2	8.2	-2.0	-6.9
15:01-16:00	- 9.0	- -7.4	-1.7	10.0	19.1	22.9	24.5	23.0	16.5	8.4	-1.9	-7.0
16:01-17:00	- 9.3	- -8.1	-2.2	9.6	18.7	22.5	24.0	22.2	15.7	7.8	-2.4	-7.3
17:01-18:00	- 9.7	- -8.8	-2.7	9.1	18.2	22.1	23.4	21.5	14.9	7.2	-2.9	-7.7
18:01-19:00	- 10.0	- -9.5	-3.3	8.6	17.7	21.6	22.8	20.7	14.0	6.6	-3.4	-8.0
19:01-20:00	- 10.3	- -9.8	-4.0	7.5	16.1	20.2	21.5	19.2	12.8	6.0	-3.7	-8.2
20:01-21:00	- 10.6	- 10.1	-4.7	6.4	14.6	18.9	20.2	17.7	11.6	5.5	-4.0	-8.3
21:01-22:00	- 10.9	- 10.4	-5.4	5.2	13.1	17.5	18.9	16.2	10.4	4.9	-4.2	-8.4
22:01-23:00	- 11.0	- 10.6	-5.8	4.7	12.2	16.4	18.1	15.5	9.9	4.6	-4.3	-8.4
23:01-24:00	- 11.1	- 10.9	-6.3	4.2	11.3	15.3	17.2	14.8	9.4	4.3	-4.3	-8.3

Çizelge A.4 : İstanbul'un saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlık
0:01- 1:00	82	71	81	73	78	73	83	83	77	82	81	86
1:01- 2:00	83	73	82	74	79	75	85	85	79	82	81	86
2:01- 3:00	83	74	83	74	80	76	86	86	81	82	81	86
3:01- 4:00	83	74	83	74	81	77	87	87	82	81	81	86
4:01- 5:00	83	74	83	76	82	78	86	88	82	82	80	85
5:01- 6:00	83	75	82	76	81	76	85	86	82	82	79	85
6:01- 7:00	83	74	80	75	80	73	82	84	80	81	79	85
7:01- 8:00	81	74	79	73	79	69	77	82	74	76	77	85
8:01- 9:00	80	71	77	69	76	65	72	77	65	69	74	83
9:01-10:00	77	69	76	65	73	62	66	72	59	62	71	81
10:01-11:00	75	67	72	62	70	60	61	67	54	56	69	80
11:01-12:00	74	63	71	59	68	57	59	66	51	56	69	78
12:01-13:00	72	59	68	58	66	55	54	65	50	54	66	78
13:01-14:00	72	60	67	56	64	53	51	62	49	53	67	77
14:01-15:00	73	60	67	56	63	53	51	62	48	53	67	78
15:01-16:00	74	62	67	56	62	54	52	61	50	55	68	79
16:01-17:00	75	65	66	56	62	52	54	61	52	58	70	79
17:01-18:00	77	67	68	59	64	55	58	65	56	67	71	81
18:01-19:00	79	69	72	62	66	58	63	68	61	70	75	82
19:01-20:00	79	69	75	65	69	60	68	72	65	74	77	84
20:01-21:00	80	69	76	67	71	62	73	75	68	75	78	85
21:01-22:00	80	68	78	70	73	66	78	77	71	75	78	85
22:01-23:00	80	69	79	72	75	69	81	79	73	77	79	86
23:01-24:00	81	70	80	73	77	71	82	81	75	80	80	86

Çizelge A.5 : Ankara'nın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	84	75	75	78	77	71	57	57	69	71	77	87
1:01- 2:00	84	74	77	80	81	75	61	61	72	73	78	87
2:01- 3:00	85	76	77	80	83	77	63	63	77	75	79	87
3:01- 4:00	85	77	78	81	86	79	66	66	80	77	80	87
4:01- 5:00	86	77	78	82	87	83	70	69	83	78	82	87
5:01- 6:00	87	78	79	82	86	79	70	65	85	79	82	87
6:01- 7:00	87	79	80	80	84	74	66	60	84	80	82	87
7:01- 8:00	87	79	80	77	77	65	58	57	77	79	82	87
8:01- 9:00	87	74	72	68	66	55	53	50	61	72	76	85
9:01-10:00	81	69	65	62	58	48	47	44	50	63	71	82
10:01-11:00	79	63	58	57	51	43	42	39	44	57	67	80
11:01-12:00	75	58	55	55	49	39	39	36	39	50	63	75
12:01-13:00	70	56	52	51	45	37	36	33	35	48	60	70
13:01-14:00	66	54	50	50	43	36	33	29	33	45	58	67
14:01-15:00	63	52	49	49	44	36	32	29	31	44	59	69
15:01-16:00	63	53	48	48	44	36	31	30	31	45	60	70
16:01-17:00	66	56	48	48	45	38	30	30	32	47	62	74
17:01-18:00	71	58	52	52	49	41	33	33	36	50	64	75
18:01-19:00	76	62	56	55	54	44	37	36	41	54	67	78
19:01-20:00	79	67	61	62	58	50	40	40	48	57	72	81
20:01-21:00	81	68	65	65	62	57	44	44	54	62	73	83
21:01-22:00	82	70	68	69	66	61	47	47	57	66	75	83
22:01-23:00	82	71	71	73	71	66	52	51	61	69	78	85
23:01-24:00	82	73	73	75	73	69	55	54	65	70	77	86

Çizelge A.6 : Antalya'nın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	84	79	84	67	83	77	77	76	71	74	77	79
1:01- 2:00	84	81	84	68	85	77	75	76	72	74	77	80
2:01- 3:00	85	81	84	69	84	77	76	74	74	75	76	80
3:01- 4:00	85	81	84	71	83	78	74	74	75	75	76	81
4:01- 5:00	85	81	83	71	82	78	74	75	76	75	77	82
5:01- 6:00	84	81	82	69	77	74	70	73	73	72	78	81
6:01- 7:00	84	79	81	65	72	69	66	70	70	69	78	81
7:01- 8:00	83	76	79	58	67	65	61	66	66	66	73	80
8:01- 9:00	77	70	74	54	65	62	58	63	63	61	66	73
9:01-10:00	71	61	68	49	62	60	56	59	59	55	61	66
10:01-11:00	65	58	64	47	60	57	53	56	56	51	59	60
11:01-12:00	65	56	63	46	59	57	53	56	54	51	59	59
12:01-13:00	64	55	62	47	58	56	53	52	53	51	59	58
13:01-14:00	63	54	62	49	56	55	53	50	51	51	59	56
14:01-15:00	66	56	63	50	60	56	54	52	53	54	61	59
15:01-16:00	68	57	65	52	63	57	56	55	54	56	64	63
16:01-17:00	71	60	65	53	66	57	59	59	57	59	67	66
17:01-18:00	75	65	70	57	68	61	64	63	61	61	69	69
18:01-19:00	78	67	75	62	71	65	69	67	64	64	72	72
19:01-20:00	82	72	80	64	74	69	74	70	66	67	71	75
20:01-21:00	82	74	82	65	76	71	75	72	68	69	75	76
21:01-22:00	83	76	82	66	78	73	76	74	69	71	75	78
22:01-23:00	83	79	83	67	80	75	77	76	69	73	75	79
23:01-24:00	83	80	84	67	82	76	77	76	70	73	76	80

Çizelge A.7 : Diyarbakır'ın saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	90	77	81	70	59	59	73	69	65	76	76	79
1:01- 2:00	89	80	82	74	64	64	77	75	69	78	77	80
2:01- 3:00	91	81	84	76	67	68	79	79	71	81	80	79
3:01- 4:00	91	83	84	76	66	72	83	82	74	83	81	82
4:01- 5:00	93	83	86	82	69	73	85	84	76	84	83	84
5:01- 6:00	91	82	86	79	65	67	81	84	76	83	85	85
6:01- 7:00	90	82	82	70	55	55	68	73	70	77	81	84
7:01- 8:00	90	80	73	58	47	46	56	61	58	69	73	79
8:01- 9:00	83	68	63	47	38	36	45	48	46	60	66	72
9:01-10:00	79	61	56	41	30	28	36	37	38	52	62	63
10:01-11:00	72	54	48	35	25	22	29	29	30	45	58	59
11:01-12:00	66	49	42	33	22	20	24	24	24	42	54	52
12:01-13:00	62	45	37	29	20	19	22	21	21	39	50	48
13:01-14:00	61	44	36	28	19	17	21	19	19	35	48	44
14:01-15:00	61	43	35	26	19	17	22	19	19	36	47	45
15:01-16:00	63	44	35	27	20	19	22	19	20	37	51	47
16:01-17:00	68	48	40	31	21	21	23	21	22	42	58	54
17:01-18:00	75	55	53	38	26	25	26	26	30	48	61	59
18:01-19:00	80	60	59	45	32	28	32	32	36	54	65	64
19:01-20:00	82	66	63	49	39	35	39	38	42	59	67	69
20:01-21:00	85	69	68	55	42	38	46	45	46	63	69	72
21:01-22:00	87	72	71	60	47	44	53	52	52	68	70	74
22:01-23:00	89	75	73	62	51	48	59	58	56	72	71	78
23:01-24:00	90	77	76	67	54	54	66	63	62	74	74	79

Çizelge A.8 : Erzurum'un saatlik ortalama bağıl nem oranı (%) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	83	86	86	75	69	82	90	85	84	86	90	84
1:01- 2:00	83	88	86	75	71	83	91	87	84	86	90	84
2:01- 3:00	84	89	85	76	73	85	93	89	85	86	89	84
3:01- 4:00	83	90	85	77	76	86	93	90	86	86	89	84
4:01- 5:00	84	90	85	77	75	85	92	90	87	87	90	84
5:01- 6:00	84	90	86	77	75	83	91	90	87	88	90	84
6:01- 7:00	84	90	86	78	75	81	90	90	87	88	91	84
7:01- 8:00	84	90	85	72	66	74	84	83	82	86	90	84
8:01- 9:00	83	90	84	67	59	68	79	77	76	84	89	83
9:01-10:00	83	89	83	63	53	62	73	71	71	82	89	83
10:01-11:00	83	88	82	58	49	57	69	66	66	77	87	82
11:01-12:00	82	85	81	55	45	53	65	61	62	72	86	81
12:01-13:00	81	83	79	53	42	49	61	56	58	68	84	80
13:01-14:00	81	82	77	52	41	49	61	55	58	66	83	80
14:01-15:00	81	80	75	51	41	49	61	54	57	64	83	79
15:01-16:00	80	79	74	52	40	50	59	51	55	64	84	79
16:01-17:00	81	81	75	53	42	51	62	54	58	66	84	79
17:01-18:00	81	83	76	55	43	53	65	57	62	69	85	79
18:01-19:00	82	85	78	58	45	54	68	61	66	74	86	79
19:01-20:00	83	87	79	61	50	59	73	66	70	76	87	80
20:01-21:00	83	89	81	64	55	65	78	72	75	79	88	80
21:01-22:00	83	90	83	69	60	71	84	78	80	83	89	81
22:01-23:00	83	89	85	70	63	74	86	81	81	84	89	82
23:01-24:00	83	88	85	72	66	78	88	83	82	85	90	83

Çizelge A.9 : İstanbul'un saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m²) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:01- 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:01- 3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:01- 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:01- 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:01- 6:00	0	0	0	0	2	10	6	0	0	0	0	0
6:01- 7:00	0	0	0	16	104	159	132	73	26	0	0	0
7:01- 8:00	0	1	19	91	180	284	267	227	180	58	4	0
8:01- 9:00	52	48	71	164	255	401	367	351	317	159	82	37
9:01-10:00	128	116	122	222	288	461	421	414	399	247	150	93
10:01-11:00	188	177	163	267	297	462	449	448	451	311	189	114
11:01-12:00	203	182	187	284	341	476	518	485	475	331	206	109
12:01-13:00	214	172	194	292	366	471	536	500	491	329	223	103
13:01-14:00	217	150	201	304	397	443	545	517	485	304	219	94
14:01-15:00	167	128	177	278	399	421	570	482	445	218	159	87
15:01-16:00	103	84	122	241	354	367	545	424	376	122	67	46
16:01-17:00	11	23	55	158	265	280	470	308	235	20	0	0
17:01-18:00	0	0	2	41	116	144	248	133	42	0	0	0
18:01-19:00	0	0	0	0	2	22	48	2	0	0	0	0
19:01-20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:01-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:01-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:01-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:01-24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.10 : Ankara'nın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m²) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:01- 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:01- 3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:01- 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:01- 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:01- 6:00	0	0	0	1	28	84	66	3	0	0	0	0
6:01- 7:00	0	0	14	90	171	285	296	199	97	13	0	0
7:01- 8:00	0	48	133	171	290	443	484	448	330	142	64	0
8:01- 9:00	62	182	189	223	342	513	629	588	525	244	162	37
9:01-10:00	111	257	209	231	328	492	648	659	618	281	204	52
10:01-11:00	160	309	209	198	303	465	629	679	651	326	215	72
11:01-12:00	187	331	201	206	280	442	606	647	633	323	218	97
12:01-13:00	216	331	199	205	258	390	543	602	590	324	204	120
13:01-14:00	212	329	198	223	256	351	483	569	543	310	174	114
14:01-15:00	174	301	195	217	261	360	475	555	483	240	137	65
15:01-16:00	92	208	171	183	234	358	443	481	347	155	46	8
16:01-17:00	1	58	96	126	153	273	326	333	160	27	0	0
17:01-18:00	0	0	5	22	57	150	190	126	6	0	0	0
18:01-19:00	0	0	0	0	0	10	11	0	0	0	0	0
19:01-20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:01-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:01-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:01-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:01-24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.11 : Antalya'nın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m²) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:01- 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:01- 3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:01- 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:01- 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:01- 6:00	0	0	0	0	24	52	21	0	0	0	0	0
6:01- 7:00	0	0	37	144	219	275	256	203	155	58	4	0
7:01- 8:00	74	149	213	328	410	515	514	460	428	315	214	103
8:01- 9:00	265	319	371	461	536	661	674	653	640	525	436	288
9:01-10:00	373	412	468	539	604	747	765	765	766	635	520	410
10:01-11:00	400	439	508	564	641	803	809	827	831	662	521	445
11:01-12:00	437	448	484	570	650	792	812	847	844	665	530	480
12:01-13:00	444	432	427	544	611	775	806	841	832	633	511	475
13:01-14:00	412	396	357	508	563	711	774	809	781	577	458	418
14:01-15:00	375	380	347	473	519	709	734	752	715	503	385	353
15:01-16:00	277	320	291	379	437	643	645	658	561	334	222	201
16:01-17:00	49	140	179	214	279	473	455	432	283	59	1	0
17:01-18:00	0	0	6	44	91	195	193	124	8	0	0	0
18:01-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:01-20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:01-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:01-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:01-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:01-24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.12 : Diyarbakır'ın saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m²) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:01- 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:01- 3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:01- 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:01- 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:01- 6:00	0	0	0	9	67	138	83	7	0	0	0	0
6:01- 7:00	0	1	54	231	291	406	349	261	201	170	26	0
7:01- 8:00	81	170	282	458	498	629	572	562	477	456	233	150
8:01- 9:00	262	356	484	560	614	738	764	738	700	630	442	343
9:01-10:00	371	450	600	610	688	809	839	830	806	711	568	464
10:01-11:00	439	472	622	591	745	877	891	880	855	728	566	477
11:01-12:00	481	483	629	583	744	878	898	901	869	720	566	491
12:01-13:00	488	472	620	557	732	867	897	895	858	716	579	476
13:01-14:00	444	434	597	496	658	815	846	855	816	684	518	439
14:01-15:00	364	416	549	512	612	770	819	777	708	593	445	380
15:01-16:00	215	331	392	467	502	662	712	638	498	389	213	167
16:01-17:00	4	111	165	290	307	450	496	373	184	57	0	0
17:01-18:00	0	0	0	25	72	147	165	71	0	0	0	0
18:01-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19:01-20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20:01-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:01-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:01-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:01-24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge A.13 : Erzurum'un saatlik ortalama solar radyasyonu (Wh/m²) [19].

	ock	şbt	mar	nsn	mys	hzrn	tmz	ağs	eyl	ekm	ksm	arlk
0:01- 1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:01- 2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:01- 3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:01- 4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:01- 5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:01- 6:00	0	0	0	0	7	25	0	0	0	0	0	0
6:01- 7:00	0	0	0	42	108	116	67	18	0	0	0	0
7:01- 8:00	0	0	49	162	232	236	173	135	16	0	0	0
8:01- 9:00	0	39	161	282	302	339	271	240	71	20	1	0
9:01-10:00	49	126	258	341	340	404	349	327	140	61	33	3
10:01-11:00	89	190	313	383	357	419	405	367	193	97	68	54
11:01-12:00	173	199	332	377	336	430	420	361	221	107	84	78
12:01-13:00	185	198	327	377	319	419	421	331	221	98	74	112
13:01-14:00	176	223	377	345	311	426	413	343	215	93	65	101
14:01-15:00	157	238	413	320	313	405	392	313	187	69	44	62
15:01-16:00	96	224	424	282	290	356	353	265	137	34	11	15
16:01-17:00	15	154	347	243	272	342	286	203	85	5	0	0
17:01-18:00	0	14	196	176	206	256	198	117	19	0	0	0
18:01-19:00	0	0	14	63	119	155	90	30	0	0	0	0
19:01-20:00	0	0	0	0	12	36	8	0	0	0	0	0
20:01-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:01-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:01-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:01-24:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EK A.4

Çizelge A.14 : İstanbul İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-2918,601	-5622,316	2725,598
şubat	-2891,055	-5817,494	2761,156
mart	-2754,289	-5094,921	3858,164
nisan	-2010,648	-3227,768	4825,146
mayıs	-1652,443	-2099,191	5487,517
haziran	-979,7495	-366,0896	5665,114
temmuz	-838,0218	92,88826	5947,684
ağustos	-790,6607	19,66614	5808,164
eylül	-1092,252	-1058,291	5525,396
ekim	-1417,747	-2304,66	4270,548
kasım	-2001,182	-3770,965	2878,984
aralık	-2377,063	-4911,425	2052,342
TOPLAM	-21723,712	-34160,5662	51805,813

Çizelge A.15 : Ankara İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-4836,083	-10099,06	2767,549
şubat	-3709,653	-7457,222	3827,382
mart	-3760,579	-7178,427	4266,894
nisan	-2618,023	-4285,099	4868,178
mayıs	-2062,052	-2901,972	5537,107
haziran	-1459,222	-1000,448	5813,884
temmuz	-1187,232	-204,7509	6397,055
ağustos	-1220,74	-381,8816	6336,986
eylül	-1772,325	-2049,986	6207,586
ekim	-2425,081	-4019,873	4528,32
kasım	-3494,816	-7077,562	3016,563
aralık	-4059,273	-8901,642	1929,069
TOPLAM	-32605,079	-55557,9235	55496,573

Çizelge A.16 : Antalya İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-1825,892	-3016,266	4804,542
şubat	-1668,353	-2455,668	4885,656
mart	-1926,263	-2816,716	5564,524
nisan	-1539,725	-1847,599	5629,23
mayıs	-1157,981	-881,7816	5576,928
haziran	-803,2128	267,7148	5574,002
temmuz	-646,8103	703,3102	5735,835
ağustos	-655,0644	651,1	5995,197
eylül	-604,08	252,9216	6363,641
ekim	-1064,553	-1035,885	6220,206
kasım	-1510,078	-2180,805	5250,832
aralık	-1708,074	-2841,822	4836,248
TOPLAM	-15110,0865	-15201,496	66436,841

Çizelge A.17 : Diyarbakır İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-2711,409	-4790,653	4905,528
şubat	-2296,049	-3642,544	5022,6
mart	-2509,152	-3775,193	6206,814
nisan	-1945,855	-2440,554	5869,953
mayıs	-1319,722	-740,9139	5804,213
haziran	-942,2577	313,2958	5702,299
temmuz	-803,4278	615,1158	5872,605
ağustos	-847,2805	522,105	6047,478
eylül	-968,1395	-213,9906	6478,238
ekim	-1661,378	-1795,145	6721,88
kasım	-2095,622	-3287,518	5352,012
aralık	-2625,161	-4565,856	5073,533
TOPLAM	-20725,4535	-23801,8509	69057,153

Çizelge A.18 : Erzurum İlköğretim okulu (yalıtımsız) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-7850,511	-16915,95	1727,819
şubat	-6579,212	-13997,64	2757,358
mart	-6005,256	-12023,65	4960,64
nisan	-3300,413	-5973,605	5457,765
mayıs	-1988,579	-2547,142	6198,923
haziran	-1355,641	-935,2694	6398,015
temmuz	-1197,941	-582,2712	6321,888
ağustos	-1277,255	-934,384	5739,765
eylül	-1849,035	-3164,947	3865,019
ekim	-2989,203	-6083,322	2289,366
kasım	-5362,316	-11919,68	1203,68
aralık	-6860,388	-15274,92	1062,915
TOPLAM	-46615,75	-90352,7806	47983,153

EK A.5

Çizelge A.19 : İstanbul İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-1020,413	-2152,437	2155,048
şubat	-946,5721	-2366,182	2169,445
mart	-838,9202	-2072,593	3010,647
nisan	-399,1003	-1570,61	3740,41
mayıs	-133,7311	-866,3438	4230,841
haziran	269,7834	-175,3226	4356,304
temmuz	405,8911	161,7205	4563,559
ağustos	417,2293	212,3129	4465,357
eylül	195,864	-308,8125	4286,76
ekim	-196,5918	-905,2335	3351,518
kasım	-660,6284	-1526,392	2270,548
aralık	-910,4395	-1981,18	1618,192
TOPLAM	-3817,6286	-13551,073	40218,629

Çizelge A.20 : Ankara İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-1901,474	-2912,539	2185,764
şubat	-1252,219	-2467,179	3014,764
mart	-1268,039	-2123,712	3320,688
nisan	-710,6224	-1593,569	3780,798
mayıs	-378,7841	-1090,141	4281,176
haziran	-26,59828	-464,0938	4480,749
temmuz	273,7519	-87,03688	4907,068
ağustos	233,8527	-97,66227	4855,895
eylül	-100,5674	-597,8599	4804,666
ekim	-710,4215	-1143,072	3544,803
kasım	-1317,673	-2083,223	2378,629
aralık	-1664,406	-2644,376	1520,478
TOPLAM	-8823,20008	-17304,46385	43075,478

Çizelge A.21 : Antalya İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-390,3682	-1418,059	3796,434
şubat	-261,8865	-1214,512	3833,185
mart	-301,7009	-1269,885	4307,583
nisan	-43,25862	-935,7336	4316,616
mayıs	171,8845	-327,469	4270,617
haziran	378,4969	176,3409	4268,105
temmuz	522,3705	487,7275	4378,029
ağustos	558,6974	525,4917	4553,456
eylül	604,8838	278,8252	4877,717
ekim	306,7144	-308,9112	4853,883
kasım	-100,8666	-786,1178	4141,595
aralık	-318,1076	-1279,201	3830,638
TOPLAM	1126,85908	-6071,5033	51427,858

Çizelge A.22 : Diyarbakır İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-750,6966	-2092,182	3872,562
şubat	-528,3643	-1721,526	3935,776
mart	-493,1591	-1748,909	4789,089
nisan	-227,9676	-1203,464	4500,916
mayıs	145,1756	-262,9031	4440,143
haziran	338,3833	281,0107	4369,073
temmuz	453,7994	417,3592	4484,191
ağustos	464,3622	429,9524	4588,686
eylül	436,5421	105,8508	4954,678
ekim	39,92938	-630,3966	5228,102
kasım	-422,0584	-1433,277	4217,832
aralık	-731,2809	-1944,531	4014,598
TOPLAM	-1275,33492	-9803,0156	53395,646

Çizelge A.23 : Erzurum İlköğretim okulu (TS 825'e göre yapı kabuğu yalıtımlı) ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh
ocak	-3228,005	-4056,969	1375,25
şubat	-2598,201	-3598,205	2182,689
mart	-2124,245	-3028,411	3898,727
nisan	-907,7536	-1951,512	4259,049
mayıs	-263,895	-941,2086	4805,778
haziran	121,8553	-356,6133	4941,947
temmuz	216,0042	-123,8668	4889,454
ağustos	48,53241	-164,2497	4463,762
eylül	-510,9718	-1032,353	3028,29
ekim	-1217,159	-1537,897	1799,045
kasım	-2280,4	-2883,623	949,6819
aralık	-2886,831	-3779,972	843,4564
TOPLAM	-15631,06949	-23454,8804	37437,1293

EK A.6

Çizelge A.24 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (taş)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (tuğla)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (beton)
	kWh	kWh	kWh
ocak	-1289,856	-2152,437	-2064,447
şubat	-2241,719	-2366,182	-2436,63
mart	-2576,811	-2072,593	-2099,797
nisan	-2594,644	-1570,61	-1727,969
mayıs	-1564,628	-866,3438	-892,424
haziran	-749,8431	-175,3226	-276,8808
temmuz	-207,7845	161,7205	113,2836
ağustos	158,7783	212,3129	215,7535
eylül	154,3521	-308,8125	-227,311
ekim	29,07252	-905,2335	-759,452
kasım	-618,3658	-1526,392	-1395,527
aralık	-1367,167	-1981,18	-1907,411
TOPLAM	-12868,61548	-13551,073	-13458,8117

Çizelge A.25 : Ankara İlköğretim okulu okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (taş)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (tuğla)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (beton)
	kWh	kWh	kWh
ocak	-2507,542	-2912,539	-2861,948
şubat	-2968,9	-2467,179	-2657,932
mart	-2166,571	-2123,712	-2047,822
nisan	-2808,332	-1593,569	-1772,453
mayıs	-1800,825	-1090,141	-1148,606
haziran	-748,3364	-464,0938	-506,7444
temmuz	-725,6254	-87,03688	-180,6777
ağustos	-167,4822	-97,66227	-110,2625
eylül	-151,0297	-597,8599	-488,9615
ekim	311,4421	-1143,072	-843,9634
kasım	-1081,115	-2083,223	-1989,334
aralık	-1962,771	-2644,376	-2604,48
TOPLAM	-16777,0876	-17304,46385	-17213,1845

Çizelge A.26 : Antalya İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (taş)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (tuğla)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (beton)
	kWh	kWh	kWh
ocak	-439,3268	-1418,059	-1371,132
şubat	-1284,643	-1214,512	-1259,084
mart	-1407,614	-1269,885	-1250,6
nisan	-1806,619	-935,7336	-1082,696
mayıs	-814,6858	-327,469	-358,8141
haziran	-215,5281	176,3409	107,8138
temmuz	94,85325	487,7275	436,0017
ağustos	445,8409	525,4917	535,2584
eylül	676,6776	278,8252	338,0572
ekim	266,0661	-308,9112	-227,3331
kasım	-58,97606	-786,1178	-655,6533
aralık	-542,2606	-1279,201	-1179,244
TOPLAM	-5086,21551	-6071,5033	-5967,4254

Çizelge A.27 : Diyarbakır İlköğretim okulu okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (taş)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (tuğla)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (beton)
	kWh	kWh	kWh
ocak	-1190,509	-2092,182	-2111,345
şubat	-2027,978	-1721,526	-1829,304
mart	-2100,864	-1748,909	-1781,009
nisan	-1911,55	-1203,464	-1299,413
mayıs	-1270,199	-262,9031	-356,5959
haziran	-5,617743	281,0107	261,5184
temmuz	99,62339	417,3592	358,6445
ağustos	374,3755	429,9524	425,5281
eylül	480,4015	105,8508	179,314
ekim	268,9111	-630,3966	-467,4773
kasım	-680,3778	-1433,277	-1353,029
aralık	-962,2524	-1944,531	-1802,666
TOPLAM	-8926,036453	-9803,0156	-9775,8342

Çizelge A.28 : Erzurum İlköğretim okulunda farklı dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (taş)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (tuğla)	Dış duvarlardan ısı kaybı ve kazancı (beton)
	kWh	kWh	kWh
ocak	-3448,584	-4056,969	-4042,231
şubat	-3741,784	-3598,205	-3693,44
mart	-3178,902	-3028,411	-2982,91
nisan	-3617,252	-1951,512	-2247,643
mayıs	-1882,786	-941,2086	-1037,001
haziran	-888,6317	-356,6133	-424,4837
temmuz	-423,1733	-123,8668	-133,6824
ağustos	448,3434	-164,2497	-13,27214
eylül	-375,5276	-1032,353	-1003,553
ekim	-137,4354	-1537,897	-1273,726
kasım	-2053,289	-2883,623	-2771,33
aralık	-3409,557	-3779,972	-3785,566
TOPLAM	-22708,5786	-23454,8804	-23408,83824

EK A.7

Çizelge A.29 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvar yalıtımsız	Dış duvar TS 825'e uygun	Dış duvar TS 825'e uygun +1 yalıtım cm kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +2 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +3 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +4 cm yalıtım kuzey cephesi
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-5622,316	-2152,437	-2094,142	-2050,086	-2015,633	-1988,442
şubat	-5817,494	-2366,182	-2309,026	-2265,945	-2232,332	-2205,344
mart	-5094,921	-2072,593	-2019,828	-1979,681	-1948,217	-1922,804
nisan	-3227,768	-1570,61	-1538,506	-1514,086	-1494,902	-1479,202
mayıs	-2099,191	-866,3438	-841,7354	-823,0441	-808,3316	-796,3513
haziran	-366,0896	-175,3226	-172,0084	-169,3729	-167,2295	-165,4598
temmuz	92,88826	161,7205	160,7107	159,999	159,483	159,0732
ağustos	19,66614	212,3129	211,4273	210,7804	210,2876	209,8988
eylül	-1058,291	-308,8125	-294,5194	-283,6366	-275,1086	-268,215
ekim	-2304,66	-905,2335	-877,7038	-856,7224	-840,1328	-826,6553
kasım	-3770,965	-1526,392	-1483,745	-1451,205	-1425,635	-1404,893
aralık	-4911,425	-1981,18	-1929,653	-1890,548	-1859,816	-1834,979
TOPLAM	-34160,5662	-13551,073	-13188,729	-12913,5476	-12697,5669	-12523,3734

Çizelge A.30 : Ankara İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvar yalıtımsız	Dış duvar TS 825'e uygun	Dış duvar TS 825'e uygun +1 yalıtım cm kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +2 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +3 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +4 cm yalıtım kuzey cephesi
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-10099,06	-2912,539	-2848,195	-2796,377	-2753,74	-2718,044
şubat	-7457,222	-2467,179	-2419,392	-2380,973	-2349,321	-2322,836
mart	-7178,427	-2123,712	-2075,422	-2036,469	-2004,335	-1977,401
nisan	-4285,099	-1593,569	-1566,481	-1544,503	-1526,548	-1511,267
mayıs	-2901,972	-1090,141	-1068,644	-1051,21	-1036,607	-1024,447
haziran	-1000,448	-464,0938	-454,3411	-446,3443	-439,6676	-434,0094
temmuz	-204,7509	-87,03688	-84,70806	-82,77475	-81,14816	-79,7603
ağustos	-381,8816	-97,66227	-93,17841	-89,49937	-86,42664	-83,82088
eylül	-2049,986	-597,8599	-580,2982	-566,0469	-554,2327	-544,3105
ekim	-4019,873	-1143,072	-1111,835	-1086,51	-1065,504	-1047,867
kasım	-7077,562	-2083,223	-2036,767	-1999,309	-1968,453	-1942,656
aralık	-8901,642	-2644,376	-2588,508	-2543,477	-2506,413	-2475,391
TOPLAM	-55557,9235	-17304,46385	-16927,76977	-16623,49332	-16372,3961	-16161,81008

Çizelge A.31 : Antalya İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvar yalıtımsız	Dış duvar TS 825'e uygun	Dış duvar TS 825'e uygun +1 yalıtım cm kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +2 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +3 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +4 cm yalıtım kuzey cephesi
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-3016,266	-1418,059	-1382,278	-1354,775	-1333,061	-1315,551
şubat	-2455,668	-1214,512	-1189,071	-1169,546	-1154,156	-1141,727
mart	-2816,716	-1269,885	-1236,221	-1210,45	-1190,063	-1173,46
nisan	-1847,599	-935,7336	-915,8793	-900,6343	-888,6254	-878,8358
mayıs	-881,7816	-327,469	-315,9809	-307,1263	-300,0988	-294,387
haziran	267,7148	176,3409	173,7639	171,9078	170,5048	169,4073
temmuz	703,3102	487,7275	479,4777	473,2198	468,3005	464,3285
ağustos	651,1	525,4917	518,7822	513,669	509,6381	506,3781
eylül	252,9216	278,8252	280,6637	282,0959	283,2232	284,1389
ekim	-1035,885	-308,9112	-294,645	-283,7779	-275,1927	-268,2327
kasım	-2180,805	-786,1178	-759,2649	-738,8516	-722,7565	-709,7516
aralık	-2841,822	-1279,201	-1244,965	-1218,743	-1198,028	-1181,271
TOPLAM	-15201,496	-6071,5033	-5885,6176	-5743,0116	-5630,3148	-5538,9633

Çizelge A.32 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvar yalıtımsız	Dış duvar TS 825'e uygun	Dış duvar TS 825'e uygun +1 yalıtım cm kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +2 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +3 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +4 cm yalıtım kuzey cephesi
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-4790,653	-2092,182	-2038,559	-1997,731	-1965,569	-1939,707
şubat	-3642,544	-1721,526	-1681,63	-1651,242	-1627,236	-1607,83
mart	-3775,193	-1748,909	-1704,151	-1669,692	-1642,529	-1620,45
nisan	-2440,554	-1203,464	-1174,567	-1152,312	-1134,746	-1120,364
mayıs	-740,9139	-262,9031	-250,7896	-241,4479	-234,0166	-227,969
haziran	313,2958	281,0107	280,3304	279,9146	279,6545	279,4826
temmuz	615,1158	417,3592	412,1787	408,3283	405,3492	402,9713
ağustos	522,105	429,9524	427,2949	425,355	423,8737	422,7052
eylül	-213,9906	105,8508	115,1985	122,3734	128,0544	132,6612
ekim	-1795,145	-630,3966	-603,019	-582,0432	-565,4418	-551,9786
kasım	-3287,518	-1433,277	-1392,176	-1360,67	-1335,852	-1315,672
aralık	-4565,856	-1944,531	-1889,756	-1847,873	-1814,739	-1787,98
TOPLAM	-23801,8509	-9803,0156	-9499,6451	-9267,0398	-9083,1976	-8934,1303

Çizelge A.33 : Erzurum İlköğretim okulunda farklı yalıtılmış dış duvar alternatiflerinin ısı kayıp ve kazançları (kWh).

Tarih	Dış duvar yalıtımsız	Dış duvar TS 825'e uygun	Dış duvar TS 825'e uygun +1 yalıtım cm kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +2 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +3 cm yalıtım kuzey cephesi	Dış duvar TS 825'e uygun +4 cm yalıtım kuzey cephesi
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-16915,95	-4056,969	-3976,953	-3911,323	-3856,519	-3810,057
şubat	-13997,64	-3598,205	-3529,837	-3473,672	-3426,712	-3386,84
mart	-12023,65	-3028,411	-2964,53	-2912,003	-2868,046	-2830,741
nisan	-5973,605	-1951,512	-1921,044	-1895,976	-1875,042	-1857,247
mayıs	-2547,142	-941,2086	-925,1432	-911,8489	-900,5767	-890,9731
haziran	-935,2694	-356,6133	-350,6956	-345,7896	-341,6253	-338,0602
temmuz	-582,2712	-123,8668	-120,7878	-118,2139	-116,0327	-114,1625
ağustos	-934,384	-164,2497	-157,3927	-151,7055	-146,903	-142,7957
eylül	-3164,947	-1032,353	-1014,285	-999,2873	-986,6617	-975,9543
ekim	-6083,322	-1537,897	-1504,34	-1476,662	-1453,36	-1433,537
kasım	-11919,68	-2883,623	-2825,135	-2777,05	-2736,813	-2702,642
aralık	-15274,92	-3779,972	-3706,635	-3646,384	-3595,998	-3553,239
TOPLAM	-90352,7806	-23454,8804	-22996,7783	-22619,9152	-22304,2894	-22036,2488

EK A.8

Çizelge A.34 : İstanbul İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).

	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı
Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-2918,601	2725,598	-1020,413	2155,048	-1010,586	2155,048
şubat	-2891,055	2761,156	-946,5721	2169,445	-936,393	2169,445
mart	-2754,289	3858,164	-838,9202	3010,647	-833,9788	3010,647
nisan	-2010,648	4825,146	-399,1003	3740,41	-397,8364	3721,879
mayıs	-1652,443	5487,517	-133,7311	4230,841	-149,586	4123,618
haziran	-979,7495	5665,114	269,7834	4356,304	263,892	4310,907
temmuz	-838,0218	5947,684	405,8911	4563,559	407,4918	4563,559
ağustos	-790,6607	5808,164	417,2293	4465,357	419,4077	4465,357
eylül	-1092,252	5525,396	195,864	4286,76	144,8462	3875,632
ekim	-1417,747	4270,548	-196,5918	3351,518	-209,919	3169,512
kasım	-2001,182	2878,984	-660,6284	2270,548	-659,0878	2244,894
aralık	-2377,063	2052,342	-910,4395	1618,192	-906,6868	1618,192
TOPLAM	-21723,712	51805,813	-3817,6286	40218,629	-3868,4361	39428,69

Çizelge A.35 : Ankara İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kaybı ve kazançları (kWh).

	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı
Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-4836,083	2767,549	-1901,474	2185,764	-1879,55	2185,764
şubat	-3709,653	3827,382	-1252,219	3014,764	-1235,949	3014,764
mart	-3760,579	4266,894	-1268,039	3320,688	-1253,833	3320,688
nisan	-2618,023	4868,178	-710,6224	3780,798	-702,4077	3776,412
mayıs	-2062,052	5537,107	-378,7841	4281,176	-379,1757	4233,719
haziran	-1459,222	5813,884	-26,59828	4480,749	-29,16383	4448,799
temmuz	-1187,232	6397,055	273,7519	4907,068	276,9512	4907,068
ağustos	-1220,74	6336,986	233,8527	4855,895	237,9292	4855,895
eylül	-1772,325	6207,586	-100,5674	4804,666	-134,6409	4475,839
ekim	-2425,081	4528,32	-710,4215	3544,803	-707,8826	3467,427
kasım	-3494,816	3016,563	-1317,673	2378,629	-1302,808	2378,629
aralık	-4059,273	1929,069	-1664,406	1520,478	-1646,238	1520,478
TOPLAM	-32605,079	55496,573	-8823,20008	43075,478	-8756,76833	42585,482

Çizelge A.36 : Antalya İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kayıp ve kazançları (kWh).

	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı
Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-1825,892	4804,542	-390,3682	3796,434	-384,937	3795,842
şubat	-1668,353	4885,656	-261,8865	3833,185	-259,2917	3810,452
mart	-1926,263	5564,524	-301,7009	4307,583	-297,8628	4292,167
nisan	-1539,725	5629,23	-43,25862	4316,616	-66,93794	4148,799
mayıs	-1157,981	5576,928	171,8845	4270,617	141,4689	4090,193
haziran	-803,2128	5574,002	378,4969	4268,105	373,2605	4237,068
temmuz	-646,8103	5735,835	522,3705	4378,029	524,1652	4378,029
ağustos	-655,0644	5995,197	558,6974	4553,456	561,233	4553,456
eylül	-604,08	6363,641	604,8838	4877,717	522,867	4359,048
ekim	-1064,553	6220,206	306,7144	4853,883	248,5488	4340,067
kasım	-1510,078	5250,832	-100,8666	4141,595	-126,5033	3829,236
aralık	-1708,074	4836,248	-318,1076	3830,638	-320,939	3730,867
TOPLAM	-15110,0865	66436,841	1126,85908	51427,858	915,07166	49565,224

Çizelge A.37 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kaybı ve kazançları (kWh).

	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı
Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-2711,409	4905,528	-750,6966	3872,562	-816,3199	3872,562
şubat	-2296,049	5022,6	-528,3643	3935,776	-495,9314	3934,81
mart	-2509,152	6206,814	-493,1591	4789,089	-448,4942	4780,356
nisan	-1945,855	5869,953	-227,9676	4500,916	-183,7995	4369,224
mayıs	-1319,722	5804,213	145,1756	4440,143	194,9338	4266,491
haziran	-942,2577	5702,299	338,3833	4369,073	367,2851	4334,252
temmuz	-803,4278	5872,605	453,7994	4484,191	492,9152	4484,191
ağustos	-847,2805	6047,478	464,3622	4588,686	475,0885	4588,686
eylül	-968,1395	6478,238	436,5421	4954,678	319,0998	4380,682
ekim	-1661,378	6721,88	39,92938	5228,102	-98,74885	4602,347
kasım	-2095,622	5352,012	-422,0584	4217,832	-499,8129	3970,184
aralık	-2625,161	5073,533	-731,2809	4014,598	-804,4563	3980,88
TOPLAM	-20725,4535	69057,153	-1275,33492	53395,646	-1498,24065	51564,665

Çizelge A.38 : Diyarbakır İlköğretim okulunda farklı pencere alternatiflerinden elde edilen ısı kaybı ve kazançları (kWh).

	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	Ahşap doğramalı 6 mm'lik tek camlı pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı	TS 825'e uygun pencere + güney cephe güneş kırıcı
Tarih	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım	Pencerelerden ısı kaybı ve kazancı	Camlardan solar kazanım
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
ocak	-7850,511	1727,819	-3228,005	1375,25	-3187,931	1375,25
şubat	-6579,212	2757,358	-2598,201	2182,689	-2566,395	2182,689
mart	-6005,256	4960,64	-2124,245	3898,727	-2090,004	3898,727
nisan	-3300,413	5457,765	-907,7536	4259,049	-795,6297	4254,879
mayıs	-1988,579	6198,923	-263,895	4805,778	-187,8659	4754,539
haziran	-1355,641	6398,015	121,8553	4941,947	175,5481	4897,836
temmuz	-1197,941	6321,888	216,0042	4889,454	263,768	4889,454
ağustos	-1277,255	5739,765	48,53241	4463,762	-11,48533	4463,762
eylül	-1849,035	3865,019	-510,9718	3028,29	-574,4587	3003,296
ekim	-2989,203	2289,366	-1217,159	1799,045	-1281,285	1799,045
kasım	-5362,316	1203,68	-2280,4	949,6819	-2266,476	949,6819
aralık	-6860,388	1062,915	-2886,831	843,4564	-2855,097	843,4564
TOPLAM	-46615,75	47983,153	-15631,06949	37437,1293	-15377,31153	37312,6153

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yiğit YILMAZ

Doğum Yeri ve Tarihi: 12.01.1984 - Balıkesir

Adres: Şişli, İstanbul

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi