

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ANABİLİM DALI

MİMARİDE ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME
KAYAKÖY ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİLAL ALYANAK

HAZİRAN 2012

MUĞLA

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENERJİ ANABİLİM DALI

MİMARİDE ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME
KAYAKÖY ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİLAL ALYANAK

HAZİRAN 2012

MUĞLA

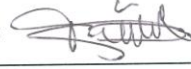
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEZ ONAYI

HİLAL ALYANAK tarafından hazırlanan **MİMARİDE ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME KAYAKÖY ÖRNEĞİ** başlıklı tezinin, 08/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enerji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans derecesi için gerekli şartları sağladığı oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

TEZ SINAV JÜRİSİ

Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA (**Jüri Başkanı**)
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir

İmza: 

Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ (**Danışman**)
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza: 

Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA (**Üye**)
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Ege Üniversitesi, İzmir

İmza: 

Yrd. Doç. Dr. Deniz ÜLGEN (**Üye**)
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza: 

Yrd. Doç. Dr. Altuğ SAYGILI (**Üye**)
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza: 

ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞI ONAYI


Prof. Dr. Tayfun BÜKE
Enerji Anabilim Dalı Başkanı, Y. Doç. Dr. N. Emre Altun
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza: 

Yrd. Doç. Dr. Asude ELTEZ
Danışman, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla

İmza: 

Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA
İkinci danışman, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
Ege Üniversitesi, İzmir

İmza: 

Savunma Tarihi: 08/06/2012

Tez çalışmalarım sırasında elde ettiğim ve sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgelerin tarafımdan bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde edildiğini; akademik ve bilimsel etik kurallarına uygun olduğunu beyan ederim. Ayrıca, akademik ve bilimsel etik kuralları gereği bu tez çalışması sırasında elde edilmemiş başkalarına ait tüm orijinal bilgi ve sonuçlara atıf yaptığımı da beyan ederim.

Hilal Alyanak

08/05/2011



ÖZET

MİMARİDE ENERJİ ETKİN İYİLEŞTİRME KAYAKÖY ÖRNEĞİ

Hilal ALYANAK

Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enerji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Asude ELTEZ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA

Haziran 2012, 93 sayfa

Bu çalışmada, mevcut yapıların enerji etkin hale dönüştürülmesiyle elde edilecek enerji ve ekonomik tasarrufunun analizi yapılmıştır.

Türkiye ve dünyadaki enerji tüketimi istatistiksel olarak incelenmiş ve çevre sorunları ortaya konulmuştur. Enerji tüketimde yapı sektörünün payı vurgulanmış, ekolojik mimarlık ve sürdürülebilirlik kavramlarının önemi açıklanmıştır. Ardından dünyadaki enerji verimliliği kanunları tarih sırasıyla incelenmiş, Türkiye'deki enerji verimliliğine ilişkin yönetmelikler olan 'TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı' ve 'Binalarda Enerji Verimliliği Performansı BEP-TR' açıklanmıştır. Dünyada son yıllarda en çok kabul gören Leed ve Breeam sertifikaları araştırılmıştır.

En eski ve en büyük Anadolu-Rum yerleşim yerlerinden biri olan Levissi-Kayaköy'ün ekolojik ve geleneksel mimari özellikleri incelenmiştir. Yerleşkedeki mevcut yapının enerji tüketimi 'TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı', 'Binalarda Enerji Verimliliği Performansı (BEP-TR)' ve 'DesignBuilder' simülasyon programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Özellikle yapı kabuğunda iyileştirme yapılmasıyla tasarruf edilecek enerji hesaplanmış ve ekonomik analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre elde edilen tasarruf ve maliyet analizleriyle okuyucuya sunulmuştur. Çalışmanın sonucunda binalarda en enerji etkin sonucu alabilmek için geleneksel yapı uygulama tekniklerinin ilke edinilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin bina, Ekolojik iyileştirme, Güneş enerjisi, BEP-TR, DesignBuilder

ABSTRACT
ENERGY EFFICIENT DEVELOPMENT KAYAKOY SAMPLE

Hilal ALYANAK

Master of Science (M.Sc.)

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Energy

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Asude ELTEZ

Co-supervisor: Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA

June 2012, 93 pages

This study aims to analysis the economic and energy savings by retrofitting an existing building.

Energy consumption of earth and Turkey are searched statistically and environmental problems are discussed. Building sector's share in said consumption is examined and importance of ecological architecture and sustainability is discussed. Energy efficiency regulations have been examined chronologically; regulations about energy efficiency in Turkey -'TS 825 Heat Insulation Rules Standard in Buildings' and 'Energy Efficiency Performance in Buildings BEP-TR' have been clarified. Leed and Breeam certificates that have been generally accepted in the world recently have been researched.

One of the oldest and biggest Anatolian-Greek sites, ecological and traditional specialties of Levissi-Kayaköy have been analyzed. Energy consumption of the existing building in the site has been calculated by modeling in TS 825 Heat Insulation Rules Standard in Buildings, Energy Efficiency Performance in Buildings BEP-TR and DesignBuilder simulation program.

Energy efficiency by especially improving structure has been calculated and economic analysis has been made. As a result of thesis the most positive result in buildings is to do designs in a traditional way principle has been stressed.

Keywords: Energy efficient building, Ecological improvement, Solar energy, BEP-TR, DesignBuilder

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında öncelikle iş yoğunluğum konusunda sonsuz anlayış ve destek gösteren tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Asude Eltez'e,

Yoğun iş programı içerisinde bana her ihtiyacım olduğunda zaman ayıran Prof. Dr. Türkan Göksal Özbalta'ya,

Tezimi tamamlamam konusunda bana uzaktan da olsa sürekli destek veren Dr. Özge Yalçiner Ercoşkun'a,

Sevgili aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. Kaynak Özetleri.....	2
1.3. Dünya ve Türkiye'de Enerji Tüketim İstatistikleri	4
1.3.1. Binalarda enerji tüketimi	7
2. MALZEME VE YÖNTEM	9
2.1. Ekolojik Mimarlık	9
2.1.1. Sürdürülebilirlik.....	11
2.1.2. Ekolojik bina tasarım kriterleri	14
2.1.2.1. <i>Binanın konumu ve güneş enerjisi ilişkisi</i>	14
2.1.2.2. <i>Binanın formu ve hacim-yüzey ilişkisi</i>	18
2.1.2.3. <i>Geometrik şekil ve hacim-yüzey ilişkisi</i>	18
2.1.2.4. <i>Hacimlerin birleşimleri</i>	20
2.1.2.5. <i>Yapı kabuğu optik ve termofiziksel özellikler</i>	23
2.1.2.6. <i>Güneş pencereleri</i>	26
2.1.2.7. <i>Isıl konfor</i>	27
2.1.3. Ekolojik ve geleneksel mimari	28
2.2. Enerji Verimliliği	28
2.2.1. Enerji verimliliğine ilişkin yönetmelikler.....	32
2.2.1.1. <i>TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardı</i>	32
2.2.1.2. <i>Binalarda enerji verimliliği ve performansı (BEP-TR)</i>	32
2.2.2. Yeşil bina sertifika sistemleri	33
2.2.2.1. <i>Leed sertifikası</i>	33
2.2.2.2. <i>Breeam sertifikası</i>	35
3. BULGULAR VE İRDELEME	38
3.1. Alan Çalışması	38

3.2. Materyal ve Yöntem	50
3.3. Enerji Etkin İyileştirme Yapılan Binanın Özellikleri ve Mevcut Durum	
Analizi	52
3.3.1. Arsa bilgileri ve proje tanımı	52
3.3.2. Örnek binanın ısı kaybı/kazançlarının TS 825, binalarda enerji verimliliği ve performansı (BEP-TR) ve DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak incelenmesi.....	55
3.3.2.1. İzoder TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardı.....	55
3.3.2.2. Bina enerji verimliliği uygulaması (BEP-TR).....	57
3.3.2.3. DesignBuilder	61
3.4. Örnek Binada Enerji Etkin İyileştirme Önerileri.....	66
3.4.1. Aydınlatma	67
3.4.2. Yalıtım	67
3.4.3. Teras ve rüzgarlık kapatma.....	71
3.4.4. Güneş kırıcılar ve doğal havalandırma	72
3.4.5. Yönlenme.....	73
3.4.6. PV ile elektrik üretimi	74
3.4.7. Güneş paneli	75
3.5. Ekonomik Analiz	77
3.5.1. Birinci senaryo ilk yatırım maliyeti	78
3.5.2. İkinci senaryo ilk yatırım maliyeti.....	78
3.5.3. Mevcut durum enerji giderleri	79
3.5.4. I. senaryo enerji giderleri	79
3.5.5. II. senaryo enerji giderleri.....	79
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Binaların yaşamları boyunca harcadığı enerji (Kısa Ovalı, 2009).....	10
Çizelge 2.2. Çevreye duyarlı tasarımı yönlendiren genel ölçütler (Koçhan, 2002).....	12
Çizelge 2.3. Türkiye'nin Aylık ve Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli (EİE Genel Müdürlüğü).....	15
Çizelge 2.4. Türkiye'de coğrafi bölgelere göre günlük güneş enerjisi ve güneşlenme süresi (URL-1).....	17
Çizelge 2.5. Binalardaki hacimlerin konfor için uygun yönlendiriliş durumları (Özdemir, 2005).....	27
Çizelge 2.6. Konforlu bir iç mekân için önerilen değerler (Kraus, 1989).....	27
Çizelge 3.1. Binalarda enerji korunumu sağlamaya yönelik ölçütlerin Kayaköy yerleşmesinde irdelenmesi (Kısa Ovalı, 2009).....	51
Çizelge 3.2. Dalkılıç Evi bilgileri.....	53
Çizelge 3.3. Dalkılıç Evi - Yapı Bileşenlerinin Özellikleri	56
Çizelge 3.4. Dalkılıç Evi - BEP-TR Hesap Programında Kullanılan Malzeme ve Değerlerin Listesi (Mevcut Durum).....	61
Çizelge 3.5. Fethiye aylık iklim bilgisi (1975-2008)(T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşl. Genel Müdürlüğü).....	63
Çizelge 3.6. Dalkılıç Evi-Isıtma Çizelgesi.....	64
Çizelge 3.7. Dalkılıç Evi-Soğutma Çizelgesi.....	65
Çizelge 3.8. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartı Geri Ödeme Süresi İşlemleri.....	68
Çizelge 3.9. Dalkılıç Evi Binalarda Enerji Verimliliği ve Performansı (BEP-TR) Sonuç Belgesi).....	70
Çizelge 3.10. Dalkılıç Evi DesignBuilder Yalıtım İyileştirmesi Sonuç Belgesi.....	71
Çizelge 3.11. Dalkılıç Evi (3. İyileştirme).....	72
Çizelge 3.12. Dalkılıç Evi (4. İyileştirme).....	72
Çizelge 3.13. Dalkılıç Evi Isıtma Yüğü (4. Durum).....	73
Çizelge 3.14. Dalkılıç Evi Soğutma Yüğü (4. Durum).....	73

Çizelge 3.15. Dalkılıç Evi-PV Panel Maliyet Hesabı.....	75
Çizelge 3.16. Dalkılıç Evi-Ekonomik Analiz Alternatifleri.....	78
Çizelge 3.17. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık enerji giderleri.....	81
Çizelge 3.18. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık yapım kullanım maliyetleri.....	82
Çizelge 3.19. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık yapım kullanım tasarrufları.....	83
Çizelge 3.20. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık birikimli yapım kullanım tasarrufları.....	84

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. BP 2030 Yılı Dünya enerji tüketimi tahmini (BP, 2011).....	5
Şekil 1.2. Dünyanın 2010 yılı petrol tüketim payları (a) (BP, 2010), Ülkelerin 2010 yılı petrol tüketim oranları (b) (BP, 2010).....	5
Şekil 1.3. Sektörlere Göre 2009 Yılı Toplam Sera Gazı Emisyonları (a) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011), Kişi Başına Düşen Enerji Arzı (Tep/Kişi) (b) (EPDK, 2010).....	6
Şekil 1.4. Türkiye'nin 2009 yılları Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).....	7
Şekil 1.5. Enerji Türlerine Göre 2009 Yılı Bina Sektörü Enerji Tüketimi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).....	8
Şekil 2.1. Sürdürülebilir kalkınma anlayışının binaya yansımaları (Özmehmet, 2005).....	13
Şekil 2.2. Yapı üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabileceği sistem ve alt sistemler (Demir, 2011).....	14
Şekil 2.3. Farklı iklim bölgelerine göre bina optimum yönlendirilmeleri (Özdemir, 2005).....	16
Şekil 2.4. Kuzey yarımkürede farklı mevsimlerde güneş yörünge diyagramı (Çelebi, 2002).....	15
Şekil 2.5. Etken-Edilgen Güneş Enerjisi Sistemleri (Göksal, 2000).....	17
Şekil 2.6. Güneş enerjisinden yararlanmada kullanılan edilgen sistemler (Özdemir, 2005).....	19
Şekil 2.7. Aynı hacme, değişik dış yüzey ve taban alanına sahip geometrik birim şekillerin ısı kayıp oranları (F =dış yüzey alanı, Q =ısı kaybı) (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009).....	20
Şekil 2.8. Geometrik birim şeklin hacminin iki katına çıkartıldığı durumlarda ısı kayıp oranları (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009).....	20
Şekil 2.9. Aynı büyüklükteki geometrik birim şekillerin farklı birleşimleri durumunda ısı kayıp oranları (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009).....	20

Şekil 2.10. Edilgen güneş enerjisi istemlerinde genel olarak kullanılan alt sistemler (Koçlar Oral, 2011).....	21
Şekil 2.11. Alan/Hacim oranı ve ısıtma yükü arasındaki ilişki (TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardına göre) (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011).....	22
Şekil 2.12. Aynı alana sahip yapı geometrilerinin ısıtma yükü ve güneş kazanımı (TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardı) (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011).....	22
Şekil 2.13 İklim bölgelerine göre optimum bina formları (Weber, 1983).....	24
Şekil 2.14. Betonarme Duvarda Isıtma, Yalıtım ve Toplam Maliyetin Yalıtım Kalınlığı ile Değişimi (Göksal Özbalta ve Özbalta, 2012).....	25
Şekil 2.15 Vitruvius'a göre mimarlık (a) Günümüzde mimarlığın tanımı (b) (Özmehmet, 2005).....	29
Şekil 2.16. Dünyanın Enerji Tüketim Haritası (Enerdata, 2010).....	30
Şekil 2.17. İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı Yapısı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).....	31
Şekil 2.18. LEED NC (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) v 3.0. performans kategorileri ve dağılım oranları (Sev ve Canbay, 2009).....	34
Şekil 2.19. BREEAM Avrupa performans kategorileri ve dağılım oranları (Sev ve Canbay, 2009).....	37
Şekil 3.1 Kayaköy'ün yamaçtan görünüşü (a) (Sağ Üstte Yukarı Kilise-Arşiv:Barbaros Kale)-Kayaköy Haritası (b) (C. Bektaş 2008 Kayaköy/Tersane Anadolu Evleri Dizisi-8).....	38
Şekil 3.2. Levissi (Arşiv: H. Alyanak).....	39
Şekil 3.3. Kayaköy yerleşiminin vaziyet planı ve topografik yapısı (P. Kısa Ovalı, 2009).....	40
Şekil 3.4 Kayaköy Su Sarnıcı (Arşiv: H. Alyanak).....	41
Şekil 3.5. Kayaköy Tuvalet (a) (Arşiv: H. Alyanak)-Tuvalet Plan Çizimi (b) (H. Saraç, 2001).....	42
Şekil 3.6. Kayaköy- 'Alaf' (Arşiv: H. Alyanak).....	42
Şekil 3.7. Kayaköy Mevcut Konut (a) (Ahşap pencere, kapı ve panjurlar) Yamaç Görünüşü (b) (Çatı detayları) (Arşiv: H. Alyanak).....	43
Şekil 3.8. Kayaköy Duvar Tipi Ocak (a) Köşe Tipi Ocak (b) (Arşiv: H. Alyanak)..	44
Şekil 3.9. Kayaköy (Arşiv: H. Alyanak).....	44

Şekil 3.10. Kayaköy-Bacalar (Arşiv: H. Alyanak).....	45
Şekil 3.11. Kayaköy-Ahşap ayırıcı dolap (a- Arşiv: H. Alyanak) Duvar Dolabı (b-Arşiv: H. Alyanak).....	45
Şekil 3.12. Kayaköy-İnce Sıva (a)-Yatay Çizgi Sıvası (b) (Arşiv: H. Alyanak).....	46
Şekil 3.13. Kayaköy-Varsayıma dayalı (hipotez) ev çizimi (a) (H. Saraç, 2001) Kayaköy ev planı (b) (H. Saraç, 2001).....	47
Şekil 3.14. Kayaköy konutlarının plan tipolojisi (TMMOB, 2000; Kısa Ovalı, 2009).....	48
Şekil 3.15. Kaya'dan bir ev planı (C. Bektaş 2008 Kayaköy/Tersane Anadolu Evleri Dizisi-8).....	49
Şekil 3.16. Dalkılıç Evi - Zemin ve Birinci Kat Planları.....	53
Şekil 3.17. Dalkılıç Evi - Kuzey (Giriş) ve Güney Cephesi.....	53
Şekil 3.18. Dalkılıç Evi - Doğu ve Batı Cephesi.....	53
Şekil 3.19. Dalkılıç Evi - İki Kesit.....	53
Şekil 3.20. Dalkılıç Evi - Vaziyet Planı.....	55
Şekil 3.21. TS 825 Isı Yalıtım Türkiye Haritası $U < 0,70$ (W/m ² K).....	55
Şekil 3.22. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programına Girilen Malzeme Detayları.....	56
Şekil 3.23 Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programı Sonuç Belgesi.....	57
Şekil 3.24. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programı - Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı.....	58
Şekil 3.25. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi.....	59
Şekil 3.26. Dalkılıç Evi BEP-TR Hesap Programı Sonuç Belgesi (Mevcut Durum).....	60
Şekil 3.27. Dalkılıç Evi - Mevcut Durum - Arka Görünüş.....	61
Şekil 3.28. Dalkılıç Evi Zemin (a) - 1. (b) Kat Planları DesignBuilder (Mevcut Durum).....	62
Şekil 3.29. Dalkılıç Evi – Simülasyon DesignBuilder (Mevcut Durum).....	63
Şekil 3.30. Dalkılıç Evi – Isıtma Raporu - DesignBuilder (Mevcut Durum).....	64
Şekil 3.31. Dalkılıç Evi – Soğutma Raporu- DesignBuilder (Mevcut Durum)	65
Şekil 3.32. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi.....	68

Şekil 3.33. Dalkılıç Evi (2. İyileştirme) - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programı - Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı.....	69
Şekil 3.34. Dalkılıç Evi –DesignBuilder Teras- Rüzgarlık Kapatma (3. İyileştirme).....	71
Şekil 3.35. Fethiye PV Tipi-Üretebilecek Enerji (kWh-Yıl) (URL-1).....	75
Şekil 3.36. Doğal dolaşimli güneşle su ısıtma sistem şeması (URL-8).....	76

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün kısa adıdır. Bu örgüte üye ülkeler Avusturya, Belçika, Kanada, Danimarka, Fransa, Almanya, Yunanistan, İzlanda, İrlanda, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Macaristan, Japonya, Meksika, Yeni Zelanda, Polonya, Slovakya, Güney Kore, Şili, Estonya, Slovenya, İsrail'dir.
İMHK	İç mekan hava kalitesi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
AB	Avrupa Birliği
KP	Kyoto Protokolü
CFC _s	Chlorofluorocarbons. Küresel ısınmaya sebep olan ve Kyoto Protokolü kapsamında yer alan gazlar.
HFC _s	Hydrofluorcarbon. . Küresel ısınmaya sebep olan ve Kyoto Protokolü kapsamında yer alan gazlar.
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)
USGBC	U.S. Green Building Center (ABD Çevre DostuBinalar Konseyi)
LCC	Yapım - Kullanım Maliyetleri

1.GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Evren, oluştuğu andan itibaren kendi yapısını zaman zaman tahrip ederken, bünyesini daha hızla yenileyen bir oluşum içerisindeydi. İnsanoğlunun çeşitli teknolojiler kullanarak, milyonlarca yılda oluşmuş olan petrol, doğalgaz, kömür gibi fosil yakıtları yer altından çıkartmaya başlaması, onları işleme ve kullanmasıyla birlikte evren farklı bir sürece girmiştir. Ekolojik dengenin bozulmaya başlamasından dolayı, günümüzde alarm sinyallerini veren evrenin yaşadığımız parçası olan dünya, tahrip gücünün artmasından dolayı artık yapısını aynı hızda yenileyemez haldedir. Bu denge bozukluğu kendisini küresel ısınma, denizlerde yaşam çeşitliliğinin azalması, sel, tayfun gibi doğa felaketlerle göstermektedir.

Enerjiye hâkim olma isteğinde olan insanoğlu, doğa kaynakların tükenmeye yüz tuttuğunu fark etmiştir. Bununla beraber, 1970'li yıllardan bu yana toplumlar arasında savaş ve çatışmaların temel nedenini ise 'enerji' oluşturmaya başlamıştır. Enerjiye hâkim olan toplumdaki nüfus artışı ve küreselleşmenin bir sonucu olarak, tüketimi amaçlayan bir yaşam tarzı öğretilmiş, kendi kendine yeterlilik ve sürdürülebilirlik kavramı yaşamın her alanında göz ardı edilmeye başlamıştır.

Enerjinin çeşitli fosil kökenli kaynaklardan elde edilmesi ve teknolojinin de buna paralel olarak hızla ilerlemesi, insanoğlunu çevresiyle ve bulunduğu iklimle uyumlu yapılar yapmaktan uzaklaştırmıştır. Doğaya saygılı yapılar yapmak yerine ona meydan okuyan yapılar yaparak kendini üstün görme çabasına girilmiştir.

Doğanın bu denli dengesinin bozulmasının ana nedenlerinden biri de kırsaldan kente olan mutlak göçtür. Göç eden insanlar, kentte yaşamak için yeterli ekonomik güce sahip olmadıklarından dolayı kontrolsüz yapılaşma sonucu ortaya çıkan gecekonduarda yaşamak zorunda kalmışlardır. Bunun sonucunda ise çarpık ve plansız kentleşme olgusu ile yüz yüze gelinilmiştir.

Geleneksel yerleşim alanları incelendiğinde, topografyaya uygunluk, yerel malzemeyle inşa etme ve ısıtma-soğutma sistemlerinin iklim koşullarına uygunluğu dikkat çekmektedir. Aslında bunun altında iş gücünün, teknolojinin ve en önemlisi enerjinin yeterli olmaması durumu yatmaktadır. Son yıllarda inşa edilen yapılarda ise, doğal çevreden ve topraktan koparak yükselme isteği, doğaya karşı koymanın gözle görülen yegâne yolu olarak görülmüştür. Gelenek ve teknolojinin çatışmasının gözle görülen sonuçlarını mimari ürünler sergilemektedirler.

Bu çalışmada, 21. yüzyılda yaşayan insanoğlunun gereksinimlerini, doğayı göz ardı etmeden, doğru teknikler kullanarak, sürdürülebilirlik bağlamında enerji tüketiminde büyük orana sahip var olan binaların enerji etkin hale dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, yapının ekonomik analizinin yapılması enerji tüketimi bağlamında sağlanacak tasarruf araştırılmaktadır.

Tez hazırlanırken, enerji etkin yapılar, yenilenebilir enerji, sürdürülebilir mimarlık konularında ulusal ve uluslar arası kitaplar, yayınlar, makaleler, bildiriler ve tezler incelenerek literatür taraması yapılmıştır. Muğla ili, Fethiye ilçesi, Kayaköy'ünde bulunan mevcut bir yapının TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı, Binalarda Enerji Verimliliği Uygulaması (BEP-TR) ve DesignBuilder simülasyon programları aracılığı ile modellenerek, enerji tüketimi miktarları belirlenmiştir. Standartlara uygunluk açısından, mevcut binanın enerji etkin olarak iyileştirilmesi konusunda bina kabuğunda yalıtım, güneşten korunma, doğal havalandırma ve güneş enerjisi kazancı için öneriler sunulmuştur. Yapılan iyileştirmenin enerji tüketim miktarını azaltma konusunda sağladığı miktar hesaplanarak, ekonomik analizi yapılmıştır.

1.2. Kaynak Özetleri

Soysal, 2008 yılında tamamladığı yüksek lisans tezinde dünyamızın karşı karşıya geldiği çevresel sorunların oluşmasında bina üretim, kullanım ve işletim aşamasında kullanılan enerji miktarlarının önemli rolü olduğunu belirtmiştir. Kabuk bileşenlerinin U değeri, duvar/pencere oranı, yönlenme, camlı yüzeylerin yönü, balkonların camla kapatılması, ısıtılmayan mekanlar ile yalıtılma düzeyi ve katlar

itibari ile güneşten yararlanma parametrelerinin enerji etkin tasarımdaki önemini ortaya koymuştur (Soysal, 2008).

Berberoğlu iklim dengelerini sağlamak üzere öncelikle yapılması gerekenin, bütüncül bir anlayış çerçevesinde sürdürülebilir mimarlık ve enerji verimliliği konularına her alanda öncelik tanınması gerektiğini belirtmiştir. Bu anlamda 'doğa'nın yeniden hatırlanması, doğa ile yeniden ve bilinçli bağların kurulmasının gerektiğini vurgulamıştır (Berberoğlu, 2009).

Bekar binalarda yenilenebilir enerji kaynakları dönüşüm sistemlerini kullanarak enerji üretmek, tasarımda enerji tasarrufu sağlayacak kriterlere dikkat etmekten ve yüzyılımızdaki enerji krizinde mimarlara düşen önemli sorumluluklardan bahsetmektedir (Bekar, 2007).

Ulukavak Harputlugil 2009 yılında tamamladığı doktora tezinde bina tipi olarak seçtiği ilköğretim okul yapıları basit şemaları üzerinden Türkiye'nin dört iklim bölgesinin örneklenmesi ile irdelemiştir. Aynı yöntem kullanılarak, diğer bina tipleri için, genişletilmiş ya da daraltılmış parametreler listesine dayalı olarak ve farklı alternatif şemalar üzerinden yeni önermeler geliştirmenin mümkün olduğunu vurgulamıştır. Mimari tasarımların doğası gereği kendine özgü bir yapı üzerine kurulu olduğunu ve her tasarımın kendi özel bağlamında değerlendirilmek zorunda olduğuna dikkat çekmiştir (Ulukavak Harputlugil, 2009).

Yıldız yapılarda 'iyileştirme' yapılarak enerji tüketiminin azaltılacağına analizini 2008 yılında tamamladığı yüksek lisans tezinde belirtmiştir. Temel olarak, izolasyon kalınlığının artırılması, çift cam ve PVC pencere kullanımı gibi yöntemlerle sağlanacak enerji ve ekonomik tasarrufu düzenli ölçümler yaparak ortaya koymuştur (Yıldız, 2008).

Ciravoğlu 2006 yılında tamamladığı doktora tezinde binaları salt enerji üreten ya da tüketen, çevresini kirleten ya da daha az kirleten birer nesne olarak ele almıştır. Yer in örüntüsüyle kent mekanının, toplumsal, ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirlik yolunda ne tür katkılar yapabileceğini araştırmış, burada sürdürülebilirliğin en önemli değişkeninin cansız nesnelerin (binaların) özelliklerinde değil canlıların yaptığı tercihlerde olduğu düşüncesinden hareket etmiştir. Çevre için endişe taşımanın göstergelerini daha çok üretmek, daha az tüketmek, tüketilen nesnelerin

çevresel risk oluşturmadıklarından emin olmak, daha az enerji harcamak, daha az atık üretmek gibi davranışlardan oluşabileceği gibi yaşadıkları ortama ve onun çevresel niteliklerine sahip çıkarak kolektif bilincin oluşturulabileceğini tanımlamaktadır (Ciravoğlu, 2006).

Çelik 'Yeşil Bina Sertifika Sistemleri'ni incelediği yüksek lisans tezinde Yeşil Bina üretimini destekleyen bir sistem olarak değerlendirilen sertifika sistemlerinin yerel kod ve yönetmeliklerle uyuşması ve mutlaka sürdürülebilir devlet politikaları ile desteklenmesinin önemini vurgulamaktadır. Devlet politikası olarak benimsenen bu yaklaşımın kamu ve özel sektörün tüm aktörleri ile birlikte oluşturulması ve sürekli geliştirilmesi gerekliliğini vurgulamış, yeşil bina sektörünün devlet tarafından verilen teşvikler, krediler ve vergi indirimleri ile desteklenmesi gerektiğini belirtmiştir (Çelik, 2009).

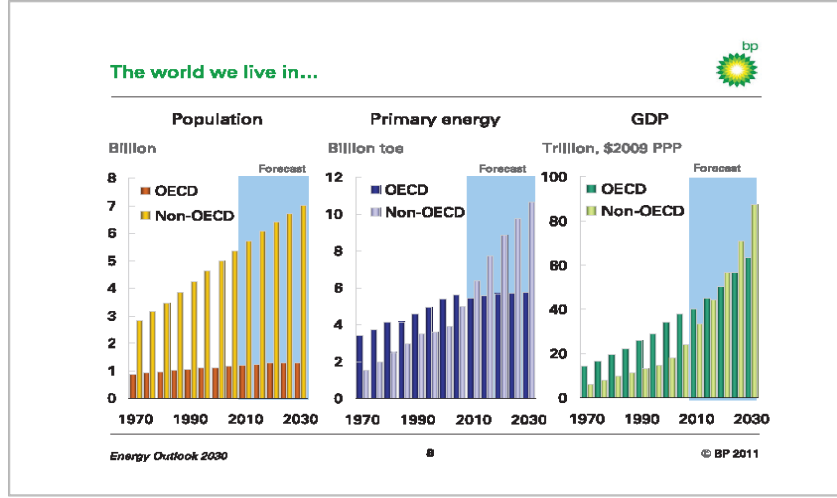
Demir 2011 yılında tamamladığı 'Yüksek Yapılar ve Sürdürülebilir Enerji' isimli yüksek lisans tezinde güneş enerjisinin aktif ve pasif sistemler olarak yapıda ısıtma, soğutma ve enerji elde etmek için kullanıldığını anlatmaktadır. Güneş pili (PV) panelleri; yapılarda çatı, cephe, saçak, güneş kırıcı gibi elemanlar üzerine yerleştirilmekte; farklı renk, kombinasyon ve dokularla görsel olarak da tercih edilmekte olduğuna dikkati çekmiştir.

1.3. Dünya ve Türkiye'de Enerji Tüketim İstatistikleri

Enerji, yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan temel gereksinimlerden birisidir. Binalar, tarım, ulaştırma ve sanayi olmak üzere başlıca birçok alanda enerji kullanılmaktadır.

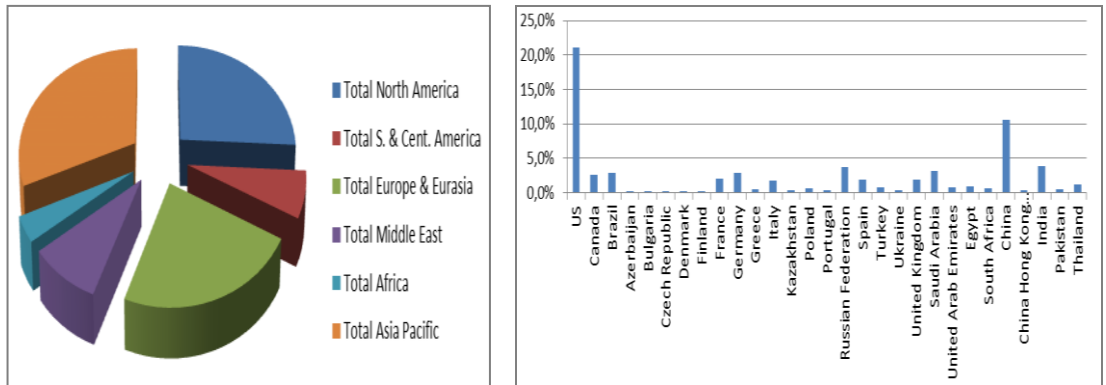
Dünyada her yıl yaklaşık % 4-5 oranında artan enerji gereksinimi, enerji kaynaklarının hızla tüketilmesine neden olmakta ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Örneğin; 1960'lı yıllardan bu yana dünya nüfusunun 2,25 kat artmasına karşın, petrol tüketiminin 1970-2010 yılları arasında 2,5 katın üstünde artış gösterdiği görülmektedir (bkz. Şekil 1.1). Nüfus artışı, teknoloji ve tüketimdeki bu paralellik 2010-2030 yılları arasında enerji talebinin her yıl % 1,7, toplamda ise % 40 oranında artacağını öngörmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2008; BP, 2010; BP,

2011). Bu çerçevede, Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi 2030 yılında ön görülen enerji tüketim miktarının nüfus artış oranından daha fazla olması beklenmektedir.



Şekil 1.1. BP 2030 Yılı Dünya enerji tüketimi tahmini (BP, 2011)

Dünya enerji tüketimine ülkeler bazında bakıldığında, nüfus oranları az olmasına karşın gelişmiş ülkelerin payının daha büyük olduğu gözlenmektedir (bkz. Şekil 1.2.a.) (BP, 2011). Gelişmiş ülkelerdeki birey başına düşen enerji tüketimi, gelişmekte olan ülkelerdeki tüketime oranla on kattan fazladır. Bugün ABD’de bir kişinin tükettiği enerjiyi, 3 Fransız/İtalyan/Japon, 4 İspanyol, 7 Türk, 13 Çinli, 35 Hintli, 38 Pakistanlı tüketmektedir (Bozdoğan, 2003). Ülkelerin gelişme ve nüfus artış hızına bağlı olarak gerçekleşen enerji tüketim değerleri Şekil 1.2.(b)'de belirtilmiştir.



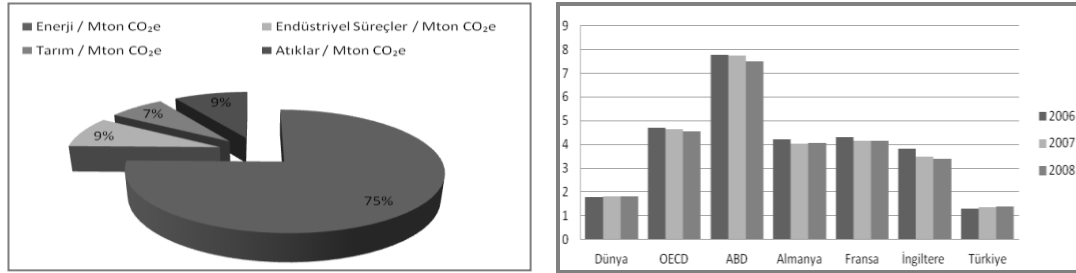
(a)

(b)

Şekil 1.2. Dünyanın 2010 yılı petrol tüketim payları (a) (BP, 2010), Ülkelerin 2010 yılı petrol tüketim oranları (b) (BP, 2010)

Dünya enerji gereksinimini karşılamada fosil yakıtların kullanımı incelendiğinde, depolama ve taşınma olanağı getiren elektrik enerjisi üretiminin ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan termik santraller aracılığıyla olduğu görülmektedir (Bozan, 2011). Kömür ve petrolün dünya pazar payındaki oranlarının son zamanlarda yatırımların bu yönde yapılmaması sebebiyle önümüzdeki yıllarda düşmesi, doğalgaz payının ise artması beklenmektedir. Rusya ve İran'dan ithal edilen doğalgazın % 40-45'i sanayi ve konut tüketiminde kullanılmakta, % 60'ı ise elektrik elde edilmesi için doğalgaz santrallerinde tüketilmektedir. Ülkeler arası siyasal krizler nedeniyle sürekliliğinde aksamalar olması ayrıca elde edilecek elektriğin pahalı oluşu, enerji alanında ülkemizin dış ülkelere bağımlı olmasının tehlikelerini açıkça ortaya koymaktadır. EPDK'nın 2010 raporuna göre Türkiye'nin fosil kaynaklara özellikle de doğalgaza olan bağımlılığı dünya ortalamasının üzerindedir.

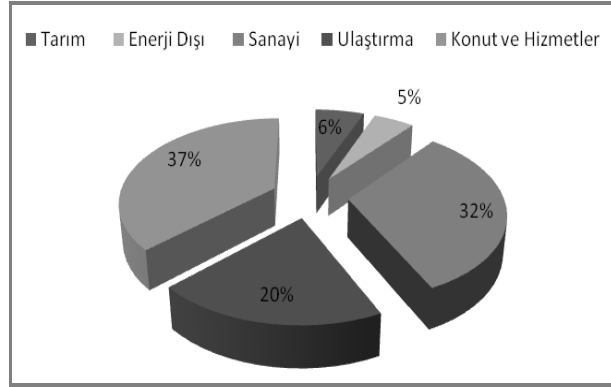
Türkiye'nin 2009 yılı sera gazı emisyonlarının sektörlere göre dağılımı Şekil 1.3.(a)'da verilmektedir ve toplam emisyonlar içinde en büyük payı % 75 ile enerji sektörü oluşturmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011). Türkiye'de kişi başına düşen enerji tüketimi gelişmiş ülkelerin ve dünya ortalamasının altında olmasına karşın enerji talebi artış oranı söz konusu ortalamanın çok üstündedir (bkz. Şekil 1.3.b) (EPDK, 2010).



Şekil 1.3. Sektörlere Göre 2009 Yılı Toplam Sera Gazı Emisyonları (a) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011), Kişi Başına Düşen Enerji Arzı (Tep/Kişi) (b) (EPDK, 2010)

Türkiye'nin 2009 yılı nihai enerji tüketiminin sektörlere dağılımı incelediğinde Konut ve Hizmetlerin % 37'lik oranla en yüksek paya sahip olduğu görülür. Uzun yıllardır sanayi sektörü nihai tüketimde en büyük paya sahipken, küresel ekonomik krize bağlı olarak üretimin düşmesi nedeniyle tüketim paylarında 2008 yılından başlayarak bu eğilimin aksine bir değişim yaşanmıştır. Yapı sektörünün ise krize

karşın enerji tüketimindeki normal yıllık artışı devam etmiştir (bkz. Şekil 1.4.) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).



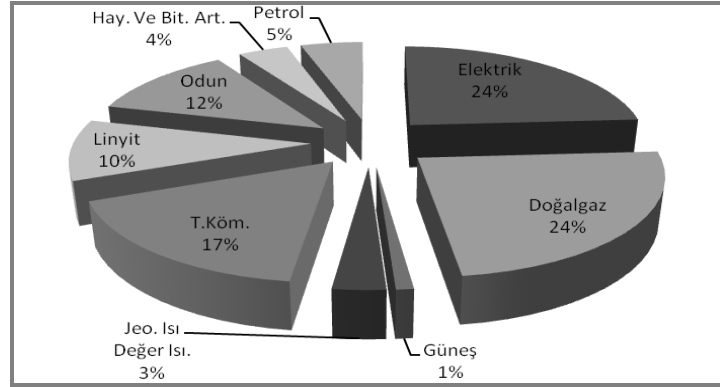
Şekil 1.4. Türkiye'nin 2009 yılları Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011)

Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan Türkiye'de Enerji Verimliliği, Durum ve Gelecek Planlaması (Kasım 2009) raporunda ülkemizde binaların en az % 35 elektrik tasarruf potansiyeline sahip olduğu vurgulanmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).

1.3.1. Binalarda enerji tüketimi

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, Türkiye genelinde bina sayısı 1984 yılında 4,3 milyon iken, 2000 yılında % 78 artışla 7,8 milyona ulaşmıştır. 2000-2008 yılları arasında alınan inşaat izinlerine göre konutlar, ticari binalar ve kamu binaları kapladığı alan bakımından % 56 oranında artış göstermiş ve sayı bakımından ise % 7 oranında artarak 8,35 milyona ulaşmıştır. Bina sektörü, ülkemizde 2009 yılında 53,4 Mton CO₂ emisyonuna sebep olmuştur ve sektörün 2009 yılında 29,5 milyon TEP olan enerji tüketiminin 2020 yılında 47,5 milyon TEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu da CO₂ emisyonunun 2009 yılı değerlerine oranla yaklaşık iki misline ulaşacağına işaret etmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011). Şekil 1.5.'de gösterildiği gibi, 2009 yılı bina sektörü enerji tüketimi incelendiğinde doğalgazın ve elektriğin tüketiminin en yüksek oranlarda olduğunu görüyoruz. Bunun yanı sıra güneşin kullanımı ise en düşük orandadır (bkz. Şekil 1.5.). Gelecekte yapılması gereken, binaları tasarlarken güneşi daha önemli bir tasarım ilkesi olarak

görmek ve yapılarda doğalgaz, kömür, petrol gibi fosil yakıtların kullanımları yerine mümkün olduğunca güneşten daha fazla yararlanmanın yollarını aramak olmalıdır.



Şekil 1.5. Enerji Türlerine Göre 2009 Yılı Bina Sektörü Enerji Tüketimi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011)

Türkiye'deki binalarda ısıtma amaçlı enerji tüketiminin yüksek olmasının temel nedenlerinden birisi, ısı yalıtımı uygulamalarının yetersiz olmasının yanı sıra, daha önce belirtildiği gibi güneş enerjisinden yeterince yararlanılmamasıdır. Enerji tüketimini ve atmosfere verilen emisyonları azaltmak amacıyla öncelikle gelişmiş ülkeler olmak üzere Türkiye'de de, ısı kayıplarını azaltmaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarından kazanç sağlamaya yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Günümüzde binalar klasik işlevlerinin yanı sıra enerji üretimi, geri dönüşüm ve sürdürülebilir bir yaşam gibi kavramlara yaklaşımlarıyla yeni anlamlar kazanmaktadır (Kartal, 2009).

2.MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Ekolojik Mimarlık

'Ekoloji' sözcüğü ilk olarak 1866 yılında Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından kullanılmıştır; kökenini Yunanca "ev" (oikos) ve "anlama" (logos) sözcüklerinden türetilmiştir. Ekoloji tanım olarak "gezegenimizi anlamamıza aracılık eden" anlamına gelmektedir. Ekolojik mimarlık ise binanın yapımı ile başlayan süreç olarak inşasının başlamasından yıkımına kadar olan tüm yaşam döngüsünü ele alır ve kaynakların ekonomik kullanımıyla insancıl tasarımı öngörür. Dünyanın sunduğu kaynaklar ve kapasitesi sınırlarında yaşayan yapılar ise ekolojik mimarlık ürünleri olarak tanımlanır (Soysal, 2008).

İlk olarak 1980'li yıllara ait mimari literatürde karşımıza çıkan 'ekolojik mimari', 'yeşil mimari', 'çevre dostu mimari' veya 'iklimsel mimari' olarak adlandırılan mimari yaklaşımların ortak odağını, enerji oluşturmaktadır. 1990'lı yıllarda enerji etkin tasarımı insanlığın doğadaki 'ekolojik ayak izleri'ni en aza indirmek üzere yaygınlaşan, bir mimari strateji veya araç olarak görmek mümkündür. 1970'lerde 'çevresel tasarım', 1980'lerde 'yeşil mimari' ve 1990'lardan bu yana 'ekolojik' veya 'sürdürülebilir mimarlık' olarak gözlemlendiğimiz terminolojideki bu değişim, teori ve pratikte devamlı genişleyen bir kapsamın varlığını göstermektedir (Durmuş Arsan, 2009).

Binalar, ekonomi sektöründeki en uzun ömürlü ve yapım aşamasında yıkım aşamasına geçene kadar olan süreç boyunca önemli ölçüde enerji tüketirler (bkz. Çizelge 2.1.).

Yapı sektörü bütün dünyadaki yıllık enerji tüketiminin % 40'ından sorumludur. Dünya üzerinde tüketilen enerjinin % 50'si, suyun ise % 42'si bina yapımında ve kullanım süreçlerinde tüketilmektedir. Yapıların enerji tüketimini azaltmanın temel yolu, binaları tasarlama aşamasındayken işletim sistemlerini de baştan tasarlamaktır

(Mustafa Omer, 2007; Canan, 2008). Binalardaki enerji tüketiminin nedeni yapay ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatmadır. Enerji etkinliğine yönelik iyileştirmelerle iç ortam konfor düzeyi iyileştirilirken, ısıtma ve soğutma çerçevesinde yaklaşık % 60, yapay aydınlatma çerçevesinde % 50 enerji tasarrufu sağlanabileceği bilinmektedir. Genellikle iyi tasarlanmış teknik önlemlerin ekonomik analizlerinde, geri dönüş periyodu beş yıl ya da daha az sürede gerçekleşebilmektedir (Ulukavak Harputlugil, 2009).

Çizelge 2.1. Binaların yaşamları boyunca harcadığı enerji (Kısa Ovalı, 2009)

Yapım Enerjisi	Bakım Enerjisi	Kullanım Enerjisi	Yıkım Enerjisi
hammadde kazancı	temizleme	ısıtma, soğutma,iklimlendirme	geri dönüştürme
yapı malzemelerinin, elemanlarının, bileşenlerin üretimi.	onarım	sıcak su, aydınlatma, pişirme, ev aletleri, vb.	
taşıma,şantiye üretimi	iyileştirme		

Ülkelerin ekonomik gelişmişlikleri arttıkça mimari tüketimleri de artmaktadır. Bir ülkenin ekonomik olarak kalkınması daha çok fabrikaya, ofis binasına ve konuta gereksinim duymasına neden olur. Gelirin artması daha büyük evlere, daha pahalı yapı malzemelerine, mobilya ve ev aletlerine, termal konforu daha iyi olan mekânlara ve daha büyük bahçelere sahip olma isteğini arttırmıştır (Özdemir, 2005). Bina sektöründe planlama, tasarım, uygulama, kullanım ve geri dönüşüm konularında en büyük söz sahipliği ve sorumluluk, mimari tasarım sürecinde yer alan aktörlerindir. İşveren, işletmeci, kullanıcı, yerel yönetim, mimar, mühendisler, yüklenici, danışmanlar, malzeme üreticileri gibi çok taraflı olan mimari tasarım sürecinde ilgili yönetmelik (yasal durum), eğitim ve bilinç (farkındalık) etkin role sahip konulardır (Berberoğlu, 2009).

Ekolojik mimarlık grubuna giren yapılar; enerjilerini kendi üreten, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan sistemlere sahiptirler. Ayrıca daha az toksik madde içeren ya da geri dönüşümle elde edilen malzemelere yer vermek,

mümkün olduğunca yeşil çevreyi korumak, yağmur suyunu ve atık sularını toplayıp arıtarak yeniden kullanmak gibi çevreci özellikleri de taşımaktadırlar (Akyol Altun, 2009). Sürdürülebilir ve enerji etkin bir mimari tasarım için yerleşim ölçeğinden başlayarak arazinin eğimi, yönü, dokusu ve çevre engelleri gibi parametrelere bağlı değerlerin göz önüne alınıp değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu parametreler binaların birbirlerine oluşturdukları engeller ve yansıtıcılık özellikleri bakımından önemlidir (Kesten, 2009).

Ekolojik mimarlık;

- Doğaya ve insana saygılı yaşam alanları oluşturmak,
- Su-hava-toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımlarını sağlamak,
- İklim, topografya ve çevre verilerine uyumlu tasarımlar yapmak,
- Tükenmeyen enerji kaynaklarının binalarda kullanımını artırmak,
- Gelişen teknolojiyi kullanarak kendi kendine yetebilen binalar oluşturmak,
- Yalıtımlı binalar inşa ederek enerji tüketimini azaltmak,
- Geri dönüşümlü yapı malzemeleri kullanarak doğal kaynakları korumak,
- Atıkları azaltarak ve ayrıştırarak, çevre sistemleri üzerindeki olumsuz etkiyi

azaltmak,

• Yeni binaların tasarımları yanında eski binaları da ekolojik kabuller çerçevesinde yenileyerek, mevcut yapı stoklarından faydalanmak ve böylece daha az yapılaşmak gibi makro ölçekte bir dizi genel kabul ile ifade edilmektedir. Çevreye duyarlı tasarımı yönlendiren genel ölçütler Çizelge 2.2.'de verilmiştir. (Koçhan, 2002; Kısa Ovalı, 2009).

2.1.1. Sürdürülebilirlik

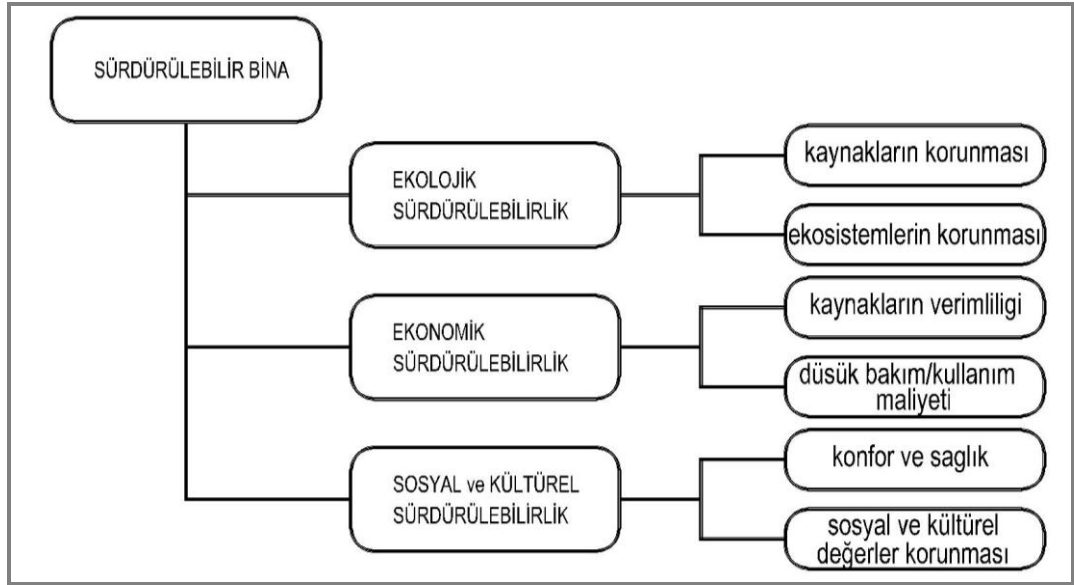
Sürdürülebilirlik, 'her şeye rağmen' değil 'her şeyi dikkate alarak' yaşamı sürdürme çabasıdır. Gelecekteki yaşam çevrelerini oluşturmak için benimsenmesi gereken amaçlar;

Çizelge 2.2. Çevreye duyarlı tasarımı yönlendiren genel ölçütler (Koçhan, 2002)

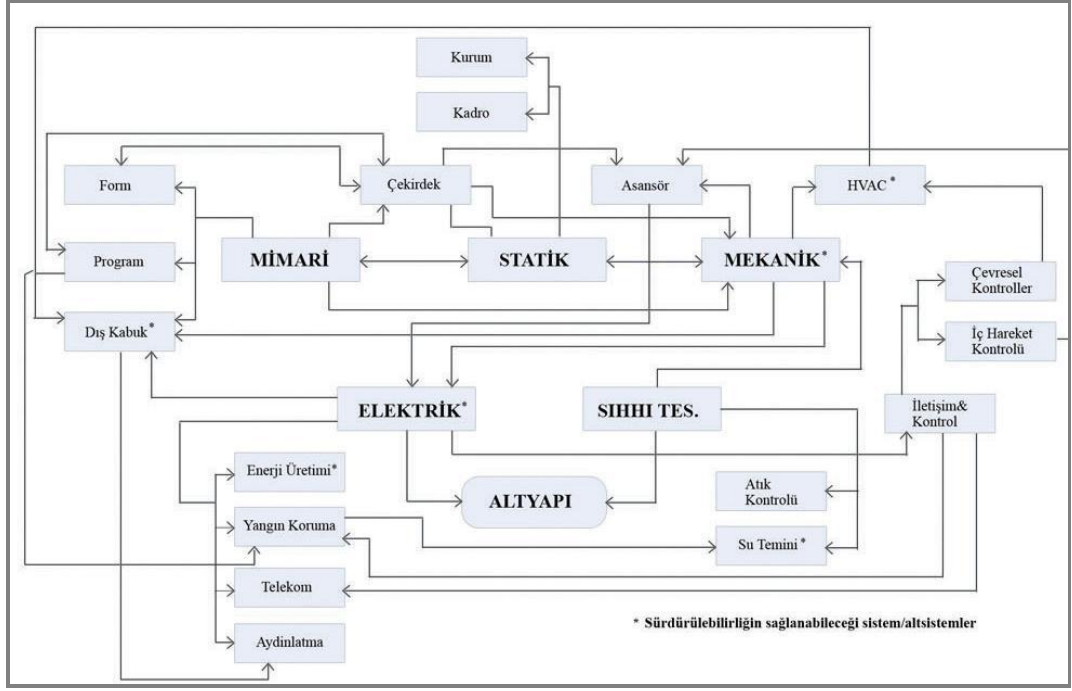
Ölçütler	Dikkat Edilmesi Gereklı Noktalar
Şantiye ve Yapım	Bölgenin veya alanın yerel verileri analiz edilerek, zamanlama ve enerji kullanımı akılcı şekilde planlanır. Mevcut yeşil dokuya zarar verilmez, oranı artırılır. Atıklar sınıflanır, dönüştürülür ve tekrar kullanılır.
Arazi Kullanımı	Binanın biçimlenmesinde arazi eğimine uyum ön ölçüttür. Verimli topraklar korunur, orman ve tarım arazileri kullanılmaz.
Kentsel İlişki	Açık alanlar ve toplumsal mekânlar korunur, güneş ver rüzgar dikkate alınır, toplumsal kurallara saygılıdır. Toprak, hava, su, ses ve görsel kirliliğe izin verilmez.
Bina Formu	Bina ısı kayıplarının ve kazançlarının kontrol edilmesi amacıyla, uygun geometrik biçim, dış yüzey alanı ve taban alanı seçilir. Bina kabuğu ve boşluklar yerel verilere bağlı olarak doğru yönde ve büyüklükte tasarlanır.
Mekân Organizasyonu	Isı kayıplarını azaltmak veya artırmak, gün ışığından ve doğal havalandırmadan maksimum oranda yararlanmak amacıyla, mekânlar uygun konumlarda, doğru yönde ve yeterli büyüklükte tasarlanır.
Yapı Malzemesi	Doğaya zarar vermeyen, geri dönüşümlü, yöresel, bölgenin iklim koşullarına uygun ısı geçirgenliğinde, üretim ve uygulamada çok enerji gerektirmeyen vb. özelliklere sahip malzemelerdir. Ancak bu malzemelerin akılcı ve doğru detaylarla uygulanması başarı için ön koşuldur.
Enerji Kullanımı	Fosil temelli enerji kullanımından kaçınılır, enerji tasarrufu sağlayan sistemler üzerinde durulur. Yenilenebilir enerjiler kullanılır. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjilerinden yararlanan etken, edilgen veya karma sistemler tasarlanır.
Atıklar	Atık miktarının en aza indirgenmesi amacıyla özel dolaşım sistemleri tasarlanır. Katı ve sıvı atıklar sınıflanır ve işlenerek yeniden kullanılır.
Su	Temiz su kaynaklarına zarar verilmez, bölgesel olanaklar kullanılır. Yağmur suları depolanarak, atık sular dönüştürülerek kullanılır.
Hava	Atmosfere zararlı, hava kirliliğine yol açan malzeme ve sistemler, özellikle CFC gibi bileşikler içeren malzemeler kullanılmaz.
Toprak	Uygun arazi kullanımları, topografyaya uyumlu yapılaşma, yeşil dokunun korunması, çevreye uyumlu malzeme seçimi ölçütleri sayesinde toprak kirliliği ve erozyon engellenir.
Yıkım Aşaması	Binanın ekonomik ömrü, verimli kullanım süreci ve gerekli öngörülerde bulunulur.

- Yerleşim yerlerindeki bütün insanlar için, insanlığa yaraşır bir yaşam kalitesi,
- İnsanların, sosyal, kültürel ve estetik gereksinmelerine saygılı bir teknik uygulama; yapılı çevrenin ekolojiye duyarlı ve sürdürülebilir gelişimi,
- Herkesin kendi malı ve sorumluluğu olarak görüp değer verdiği bir mimari olarak belirlenmiştir (bkz. Şekil 2.1.) (Özmehmet, 2005).

Enerjinin etkin kullanımı için, yenilenebilir doğal kaynaklardan etken ve edilgen olarak yararlanılır. Yapının kullanım ömrü boyunca ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcanan enerjinin, etken yöntemlerle (güneş toplacıları, fotovoltaiik sistemler, rüzgâr türbinleri) üretilmesi ve kullanılması mümkündür. Enerji etkin tasarım veya yenileme çalışmaları, binaların edilgen sistemler olarak performanslarının artmasını ve etken sistemlerinin enerji harcamalarını azaltılmasını olanaklı kılar. Diğer bir deyişle konfor koşullarını minimum enerji harcamasıyla sağlayan enerji etkin binalar ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini azaltacak ve ekonomik birer ürün olacaktır (Demir, 2011; Manioğlu 2011). Binaların tasarım aşamasındayken sürdürülebilirliğin sağlanması için gerekli olan sistem ve alt sistemler Şekil 2.2'de verilmiştir (bkz. Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Sürdürülebilir kalkınma anlayışının binaya yansması (Özmehmet, 2005)



Şekil 2.2. Yapı üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanabileceği sistem ve alt sistemler (Demir, 2011)

2.1.2. Ekolojik bina tasarım kriterleri

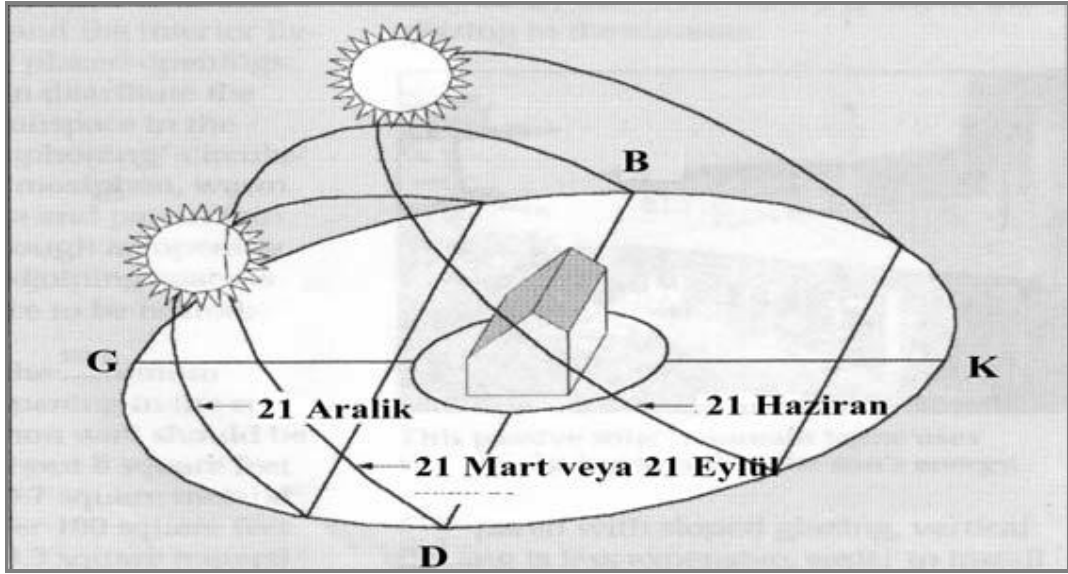
2.1.2.1. Binanın konumu ve güneş enerjisi ilişkisi

Binalarda yaşam döngüsünün her aşamasında enerji kullanılmaktadır. Binanın konumlanması tasarımın ilk aşamasında karar verilmesi gereken konudur. Arazide topografya, mevcut yapılaşma, biyolojik çeşitlilik, rüzgâr-iklim gibi etmenler yapının yerinin belirlenmesinde etkin rol oynarlar. Binanın çevresindeki diğer binalarla olan etkileşimi, çevredeki ağaçların boyu-cinsi gibi nedenler güneş ışınımını etkilediği için önemli birer tasarım kriteridir. Binanın yönü, güneş ışınımını en fazla veya en az alacak şekilde konumlanması, ısı kayıp-kazançları için tasarımın olmazsa olmaz öğelerinden birisi olmalıdır (Alparslan vd., 2009). Yapılan tahminler, yapıların mimarisini güneşin yönüne göre tasarlanması durumunda 1/3 oranında ısıtma enerji tasarrufu sağlayacağını göstermektedir (Mutlu Danacı ve Gültekin, 2009).

2000’li yılların enerji ve ekolojik çevre sorunlarına çözüm arayışları sürerken; güneş, binaya enerji sağlayan, çevreye zarar vermeden kendini yenileyebilen kaynakların başında görülmektedir ve ülkemiz konumu itibariyle güneş enerjisinden 2.derecede yararlanabilen bölgede yer almaktadır (bkz. Çizelge 2.3.-2.4) (Çelebi, 2002).

Çizelge 2.3. Türkiye'nin Aylık ve Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli (EİE Genel Müdürlüğü)

Ölçütler	Dikkat Edilmesi Gerekli Noktalar		
OCAK	4,45	51,75	103,00
ŞUBAT	5,44	63,27	115,00
MART	8,31	96,65	165,00
NİSAN	10,51	122,23	197,00
MAYIS	13,23	153,86	273,00
HAZİRAN	14,51	168,75	325,00
TEMMUZ	15,08	175,38	365,00
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,00
EYLÜL	10,60	123,28	280,00
EKİM	7,73	89,90	214,00
KASIM	5,23	60,82	157,00
ARALIK	4,03	46,87	103,00
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün



Şekil 2.4. Kuzey yarımkürede farklı mevsimlerde güneş yörünge diyagramı (Çelebi, 2002)

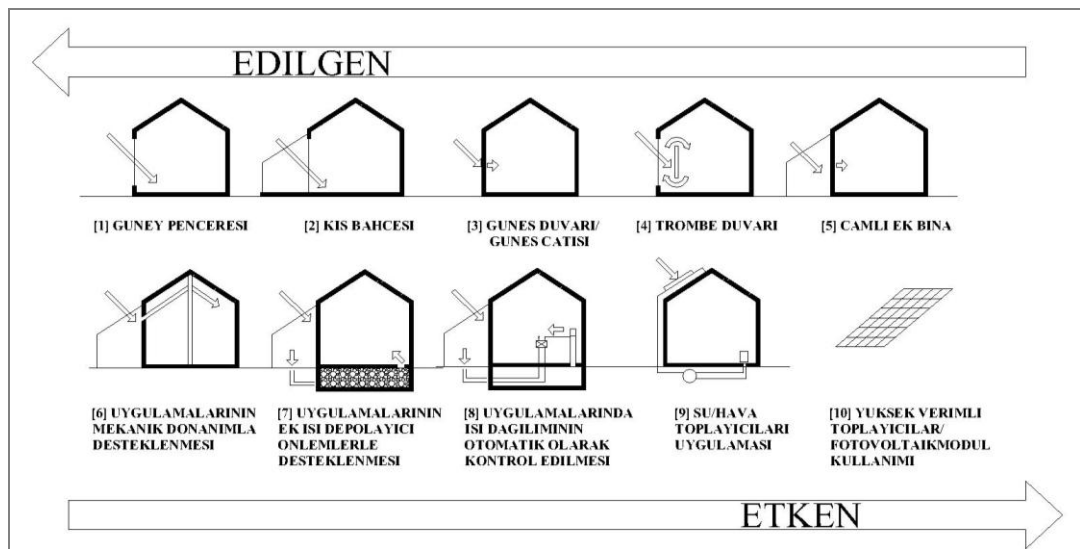
BİNA OPTİMUM YÖNLENDİRMELERİ	
<p><u>Sıcak Nemli İklim Bölgesi</u></p> <p>Geniş Yüzey, S → 3° E, rüzgara açık</p>	
<p><u>Sıcak Kuru İklim Bölgesi</u></p> <p>Geniş Yüzey, S → 18° E, açıklıklar avlu yönünde</p>	
<p><u>Ilımlı Kuru İklim Bölgesi</u></p> <p>Geniş Yüzey, S → 27° E, rüzgara geniş açıklık vermeyen</p>	
<p><u>Ilımlı Nemli İklim Bölgesi</u></p> <p>Geniş Yüzey, S → 10° E, rüzgara geniş yüzey veren</p>	
<p><u>Soğuk İklim Bölgesi</u></p> <p>Geniş Yüzey, S → 22° E, rüzgara kapalı</p>	

Şekil 2.3. Farklı iklim bölgelerine göre bina optimum yönlendirilmeleri (Özdemir, 2005)

Çizelge 2.4. Türkiye’de coğrafi bölgelere göre günlük güneş enerjisi ve güneşlenme süresi (URL-1)

Coğrafi Bölgeler	Toplam güneş enerjisi MJ/ m ² -gün	Yıllık toplam güneşlenme süresi saat/yıl
Güneydoğu Anadolu	5256,0	2993
Akdeniz	5004,0	2956
Ege	4694,4	2738
İç Anadolu	4730,0	2993
Doğu Anadolu	4914,0	2664
Marmara	4204,8	2409
Karadeniz	4032,0	1971
Türkiye Ortalaması	4719,6	2640

Güneş enerjisinden mimari tasarımda işlevsellik açısından etken ve edilgen kullanımları, güneş enerjisinin toplanması, taşınması ve dağıtılmasına ilişkin kriterleri kapsadığını söylemek olanaklıdır. Edilgen yararlanmada sistem binaya entegre edilmiş ve yapı elemanları bu sistemin bir parçasıdır. Bu nedenle tasarımda alınacak önlemler öncelikli olup, olabildiğince az tesisat kullanımını söz konusudur. Edilgen sistem öğelerinden olan kış bahçesi, Trombe duvarı ve saydam yalıtımlı duvar kuruluşu bina kabuğuna uygulanan güneş mimarisi elemanlarıdır (bkz. Şekil 2.5.) (Göksal Özbalta, 2005; Kartal, 2009).



Şekil 2.5. Etken-Edilgen güneş enerjisi sistemleri (Göksal, 2000)

Edilgen güneş enerjisi sistemleri, güneş enerjisi kullanımı için geliştirilen en eski sistemlerden biridir. İnsanın yapay çevresini oluşturmak için çevre etkilerini kontrol altına alma ve gereksinimlerine uygun olarak biçimlendirme çabası varlığının başlangıcından beri süregelmiştir. İklimin başlıca belirleyicisi olan güneş ise dünyadaki yaşam enerjisinin en önemli kaynağı olarak ışığı ve enerjisiyle, insana konforlu bir çevre yaratmaya çalışan mimarının vazgeçilmez bir ögesi olmuş ve olmaktadır. Edilgen sistemlerin tasarımını zorunlu kılan başlıca nedenler, iklim kontrolünün sağlanması, ısı konfor koşullarının sağlanması, enerji korunumunun sağlanarak enerji maliyetinin minimize edilmesi olarak ele alınabilir. Edilgen güneş sistemlerini oluşturan alt sistemler Şekil 2.6'de açıklanmıştır (Koçlar Oral 2011).

Binanın edilgen sistem olarak enerji performansını etkileyen başlıca tasarım parametreleri olarak; binanın yeri, binanın çevresindeki binalarla olan ilişkisi, binanın yönü ve binanın formu sıralanabilir (Yılmaz, 2006).

2.1.2.2. Binanın formu ve hacim-yüzey ilişkisi

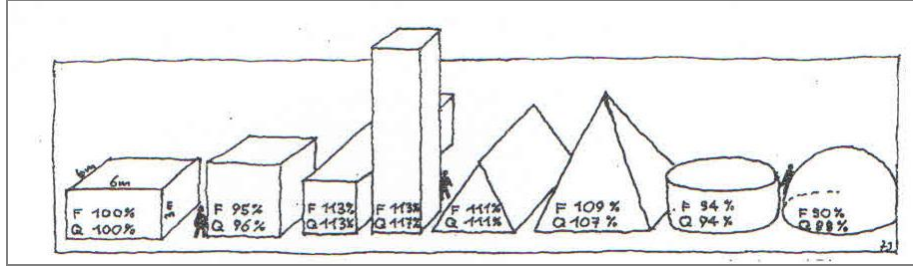
Binanın formu da biçim, yapı yüksekliği, çatı türü ve eğimi, cephe eğimi gibi geometrik değişkenlerdir. Soğuk iklim bölgelerinde enerji kaybeden yüzeylerin alanını minimize etmek üzere kompakt formlar, sıcak kuru iklim bölgelerinde ısı kazançlarını minimize etmek, gölgeli ve serin yaşama alanları elde etmek açısından kompakt ve avlulu formlar doğru çözümlerdir. Sıcak nemli iklim bölgesinde karşılıklı havalandırmaya maksimum düzeyde olanak sağlayan, hâkim rüzgâr doğrultusuna uzun cephesi yönlendirilmiş ince uzun formlar ve ılımlı iklim bölgelerinde mümkün olduğunca kompakt formlar enerji etkin tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar arasındadır (Alparslan vd., 2009).

2.1.2.3. Geometrik şekil ve hacim-yüzey ilişkisi

Enerji etkin tasarımda bina yüzey alanı/hacim ilişkisi önemli bir parametredir. Şekil 2.7'de aynı hacme, değişik dış yüzey ve taban alanları olanlarına sahip geometrik şekiller içinde küresel ve silindirik geometrilerin ısı kaybının diğer geometrik şekillere oranla daha az olduğu görülmektedir (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009).

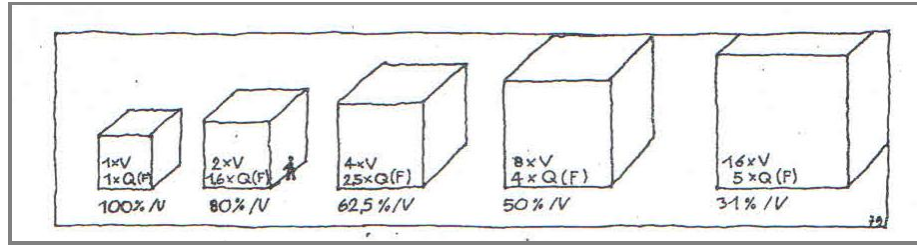
<p>Direkt Kazanç</p> <p>direkt kazanç</p>	<p>Direkt Kazanım Sistemleri</p> <p>Bu sistemlerde, güneş enerjisi kuzey yarım küre için, güneye bakan yönde pencereler yardımıyla toplanır. Güney cephesindeki saydam alanın çift cam olarak oluşturulmasıyla bu sistemin verimi artar. Gün boyunca saydam yüzeyden geçen güneş enerjisi, beton döşeme ve masif duvarlar gibi bina elemanları aracıyla iletilir ve gece kullanılmak için depolanır.</p>
<p>gündüz Dolaylı Kazanç</p> <p>gece Dolaylı Kazanç</p>	<p>Dolaylı Kazanım Sistemleri</p> <p>Dolaylı kazanç sistemlerinde, termal depolayıcı bir kütle güneşten direkt kazanılan ısıyı daha sonra yaşama alanlarına iletmek için toplar ve depolar. Dolaylı kazanç sistemlerini farklı türlerde oluşturmak mümkündür;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Trombe Duvar -Bidon Duvar -Çatı havuzu Sistemleri
<p>İzole Edilmiş Kazanç sers</p> <p>İzole Edilmiş Kazanç güneş odası</p>	<p>Yalıtılmış Kazanç Sistemleri</p> <p>Yalıtılmış edilgen kazanç sistemlerinde, ısı toplama ve depolama mekânı binanın ana kullanım alanlarından yalıtılmıştır. Böylece bu sistem ısı toplama ve depolama görevini binadan bağımsız olarak gerçekleştirmektedir. Sistem iki farklı şekilde oluşturulabilir;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Seralar -Güneş Odaları
<p>Termosifon Sistemler</p>	<p>Termosifon Sistemler</p> <p>Bu sistemde, bina cephesinden ayrı olarak direkt güneş ışınımı ve yaşama mekânı arasındaki bağlantıyı sağlayacak şekilde toplayıcı bir alan bulunur.</p>

Şekil 2.6. Güneş enerjisinden yararlanmada kullanılan edilgen sistemler (Özdemir, 2005)



Şekil 2.7. Aynı hacme, değişik dış yüzey ve taban alanına sahip geometrik birim şekillerin ısı kayıp oranları (F=dış yüzey alanı, Q=ısı kaybı) (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009)

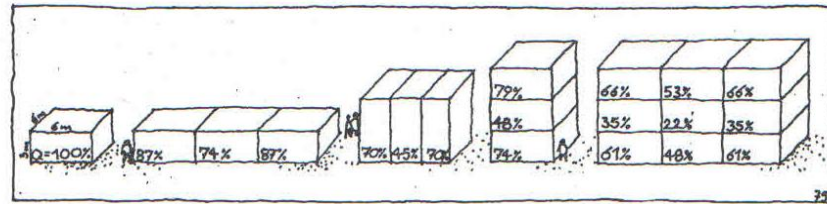
Şekil 2.8.'de binanın hacmi büyüdükçe dış yüzey alanının azaldığı, dolayısıyla dış yüzeylerden kaybedilen ısı miktarının düştüğü görülmektedir (Krusche vd., 1983; Kısa Ovalı, 2009).



Şekil 2.8. Geometrik birim şeklin hacminin iki katına çıkartıldığı durumlarda ısı kayıp oranları (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009)

2.1.2.4. Hacimlerin birleşimleri

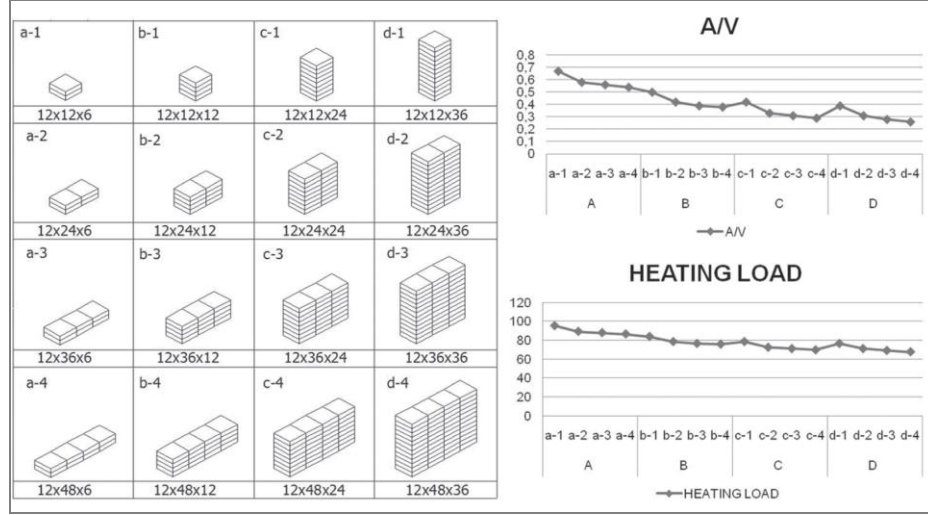
Binalardaki ısı kayıp oranı üzerinde etkili bir diğer ölçüt hacimlerin yan yana getirilmeleridir. Şekil 2.9'de farklı birleşim alternatifleri içinde bitişik nizam-çok katlı yapıların enerji korunumu açısından daha olumlu olduğu görülmektedir (Krusche vd., 1983; Kısa Ovalı, 2009).



Şekil 2.9. Aynı büyüklükteki geometrik birim şekillerin farklı birleşimleri durumunda ısı kayıp oranları (Krusche vd., 1982; Kısa Ovalı, 2009)

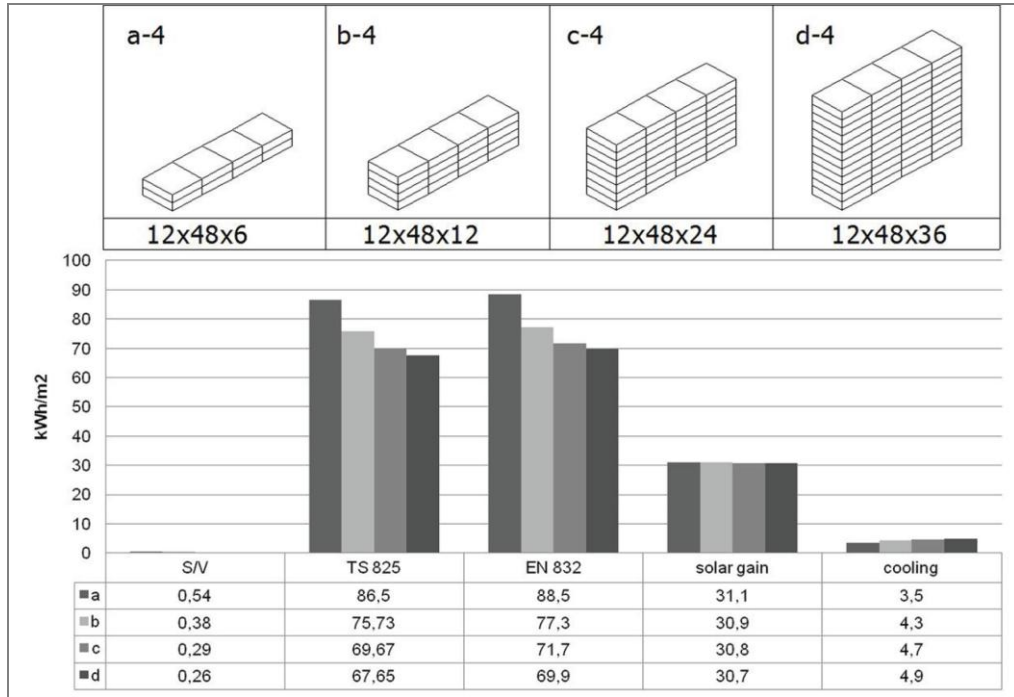
KONTROL	<p>Doğal havalandırma, güneş kontrolü, sabit veya hareketli yalıtım sistemleri</p> <p>Kış döneminde, gece saatlerinde gündüz kazanılan ısıyı korumak ve ısı kayıplarını önlemek için hareketli yalıtım sistemleri, yaz döneminde ise gün saatlerinde aşırı ısınmayı önlemek için yalıtım sistemleri ve güneş kontrol sistemleri kullanılmaktadır.</p>	<p>Kış Gecesi - Yaz Günü - Doğal Havalandırma - Yaz Günü</p>
	<p>DAĞITIM</p> <p>Güneş ışınımının yüzeyler tarafından yansıtılması, iç hava hareketi</p> <p>Kış döneminde gün boyunca camdan geçen güneş ışınımının iç yüzeylerde yansması ve yüzeylerde depolanması ile sağlanan ısı enerjisi gece saatlerinde konveksiyon yolu ile iç mekâna iletilmektedir.</p> <p>Yaz döneminde iç mekânlarda ısınmayı önlemek için doğal hava hareketleri (havalandırma) önem taşımaktadır.</p>	
DEPOLAYICI	<p>Isıl kütle, ısı depolama kapasitesi yüksek yüzeyler</p> <p>Kış döneminde, gün boyunca ısı depolama kapasitesi yüksek çoğunlukla kagir veya su dolu yüzeyler güneş ışınımını depolamada kullanılır, gece saatlerinde depolanan ısı mekâna iletilir.</p> <p>Yaz döneminde aşırı ısınmayı önlemek için gün boyunca güneş kontrolü veya hareketli yalıtım panelleri uygulanır, gece doğal havalandırma ile kütlelerin serinletilmesi sağlanır.</p>	
YUTUCU	<p>Yutucu malzeme yüzeyleri</p> <p>Kış döneminde, gündüz toplayıcıdan gelen güneş ışınlarını alacak şekilde konumlandırılırlar, gece iç mekâna ısının iletimi sağlanır.</p> <p>Yaz döneminde, gündüz yüzeye gelen güneş ışınımı kontrol edilmelidir.</p>	
TOPLAYICI	<p>Güneşe yönlendirilmiş cam yüzeyler/paneller</p> <p>Kış döneminde, gündüz güneş ışınlarını alacak şekilde yönlendirilirler, gece ısı kayıplarını önlemek için yüzeyler yalıtılmalıdır.</p> <p>Yaz döneminde, gündüz iç hacimlerde aşırı ısınmayı önlemek için toplayıcı yüzeylerde güneş kontrolü uygulanmalıdır, gece doğal havalandırma yoluyla binanın serinletilmesi sağlanabilir.</p>	

Şekil 2.10. Edilgen güneş enerjisi istemlerinde genel olarak kullanılan alt sistemler (Koçlar Oral, 2011)



Şekil 2.11. Alan/Hacim oranı ve ısıtma yükü arasındaki ilişki (TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardına göre) (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011)

Bu örnekler sonucunda kompakt bina biçimlenişlerinin enerji korunumlu bina tasarımında ısıtma gereksinimi duyulan bölgelerde olumlu sonuçlar vereceği görülmektedir. Bu bağlamda form ölçütünün iklim bölgesinin gereksinimleri doğrultusunda tasarımcı tarafından optimize edilmesi gerekmektedir (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011).



Şekil 2.12. Aynı alana sahip yapı geometrilerinin ısıtma yükü ve güneş kazanımı (TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardı) (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011)

Şekil 2.12'da görüldüğü gibi 1 ve 2. bloklardaki ısıtma yükü en fazla, güneş kazanımı ve soğutma yükü en düşük oranlardadır. Karaaslan ve Hisarlıgil tarafından yapılan bu çalışmada EN 832 (Avrupa Standardı) ve TS 825 Isı Yalıtım Kuralları Standardına göre yapılan hesaplamalarda iki uygulama sonuçlarının birbirine yakın çıkması dikkat çekmiştir. Şekil 2.12'de farklı iklim bölgeleri için optimum bina formları belirtilmektedir (Karaaslan ve Hisarlıgil, 2011).

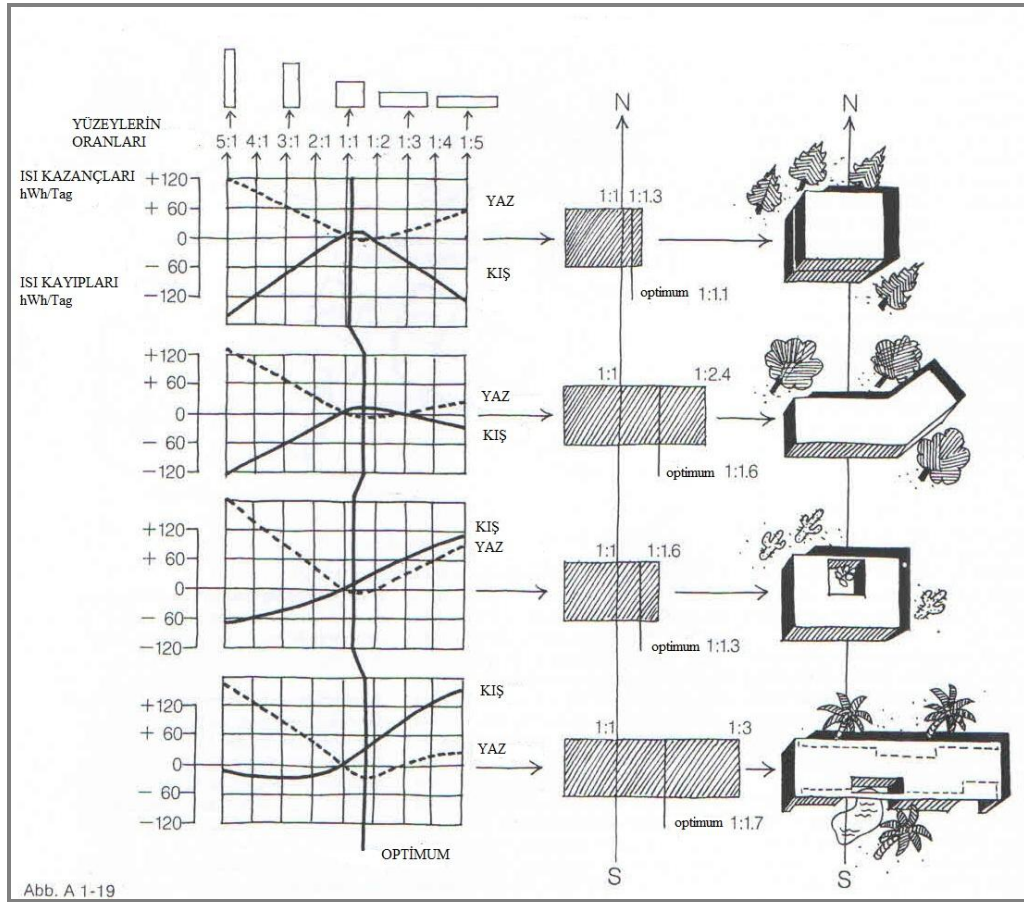
Şekil 2.13'de gösterildiği gibi binanın oranı, soğuk iklimler için 1:1:3; ılımlı iklimler için 1:2:4; sıcak kuru iklimler için 1:1:6; sıcak nemli iklimler için 1:1:3 olarak uygun görülmüştür. Hesaplamalarda bina 21 Eylül-21 Mart tarihleri için yazın ve kışın başlangıç noktasında alınmıştır.

1. durumda; bina soğuk bölgede doğu-batı doğrultusunda uzanmış ve yüzey/hacim oranını düşürmek için bina kompakt hale getirilerek kare formu dönüştürmüştür.
2. durumda; ılımlı bölgelerde ise; uzun dikdörtgen formun sakıncasının olmadığı ve biraz da doğuya doğru yönelmesinin uygun olduğu görülmüştür.
3. durumda; sıcak kuru bölgelerde kışın soğuk olduğunda yine binaların şekli dikdörtgendir ve yine hava bacasına göre dikdörtgene yakın bir form almaktadır. Orta bahçenin gölge yaratmakta olması ve yakın çevrenin bitkilendirilmesi uygundur.
4. durumda: sıcak nemli bölgelerde binanın dikdörtgen olması uygundur. Binanın cephesindeki doluluk ve boşluklar, girinti ve çıkıntılar binanın hava sirkülasyonuna yardımcı olmaktadır (Özdemir, 2005).

2.1.2.5. Yapı kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri

Yapı kabuğu binalarda iç ve dış mekânı birbirinden ayıran ve ısı enerjisinin yapının bünyesinde tutulması için gerekli donanımda olması gereken bir elemandır. Bina kabuğunun ısı, ışık, su buharı, hava, su ve ses geçişine direnç göstermesi gerekir. Ayrıca, iklimsel değişiklikleri gereksinimleri çerçevesinde süzerek, yumuşatabilen dinamik bir filtre şeklinde tasarlanması halinde binanın ısı performansına önemli katkılar sağlar. Isı kayıp- kazanımları iç dış ortam arasındaki sıcaklık farkına dayalı olarak, kabuktan geçen ısı miktarı ile gerçekleşir ve kabuk sahip olduğu ısı geçirme direnci ile doğru orantılı olarak ısı geçişini azaltır. Geçirdiği ısı miktarı ise, ısı

geçirme direncinin aritmetik tersi olan ısı geçirme katsayısı ile doğru orantılıdır. Bu bağlamda kabuk U değeri, ısı kayıp ve kazançlarının belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken önemli bir parametredir. Bu nedenle enerji etkin bina tasarım kriterlerinin en önemlilerinden biri bina kabuğuna ısı yalıtımı uygulanması ile elde edilen düşük ısı geçirgenlik katsayısıdır ve ısı yalıtımıyla maliyet ters orantılıdır (bkz. Şekil 2.14.) (Ulukavak Harputlugil, 2009; Göksal Özbalta ve Özbalta, 2012).

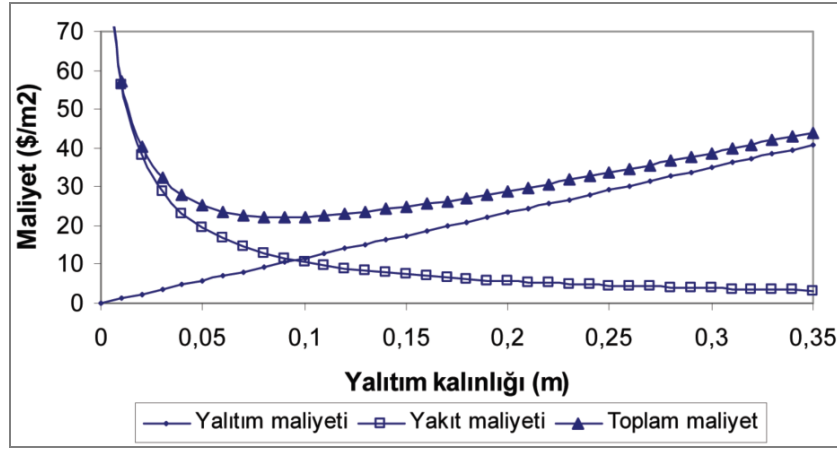


Şekil 2.13 İklim bölgelerine göre optimum bina formları (Weber, 1983)

Binalarda güneş enerjisinden ısıtma amaçlı yararlanmanın söz konusu olduğunda, öncelikli olarak yapı kabuğundan gerçekleşen ısı kayıpları sorunun ortaya çıktığı belirtilmiştir. Isı kayıplarının temel nedeni, iklimsel özelliklere uygun duvar kuruluşlarının kullanılmaması ve duvarlarda ısı geçirimsizliğinin sağlanamamasıdır. Güneşten kazanç sağlamak bağlamında dış duvarlarda yalıtım uygulanmasında amaç, ısı kayıplarını en aza indirmekle birlikte dış duvarların ısı kazancını da olanaklı

kılan edilgen sistemin öğeleri şeklinde çalışmasını sağlamaktır (Göksal Özbalta ve Özbalta, 2004).

Binanın güneş ışınımı ve rüzgâr gibi çevresel etkenlerden gerektiğinde yararlanabilmesi, gerektiğinde korunabilmesi için yukarıda sıralanan tasarım değişkenlerinin yanı sıra bina kabuğu üzerinde güneş kontrolü ve doğal havalandırma sistemlerine gereksinim duyulabilir. Binanın enerji giderlerini en az düzeyde tutabilmek için bu sistemlerin uygun yönlerde uygun biçim ve boyutlarda tasarlanmış olması gerekir (Yılmaz, 2006).



Şekil 2.14. Betonarme duvarda ısıtma, yalıtım ve toplam maliyetin yalıtım kalınlığı ile değişimi (Göksal Özbalta ve Özbalta, 2012)

Ekolojik tasarımlarda yapı kabuğundaki boşlukların % 40 ile sınırlandırılması önerilmekte, kışın yapı içinde ısınan havanın dışarı çıkması ve yazın dışarıdaki sıcak havanın içeri girmesi engellenerek ısısal konfor sağlanabilir (Alparslan vd., 2009). Duvarlar ve pencereler yalıtılmış olmalarına karşın ısı köprülerinin kış aylarında % 50 iç enerji kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra balkon, pencere pervazı, çatı üstü, üst üste binen yüzeyler ısı köprüsü oluşturan yerlerdir (Zhu ve Lin, 2004).

Bina inşaat maliyetinde ısı yalıtımı maliyetinin oranı yüzde 3 ile yüzde 5 arasında değişmektedir (Keskin, 2010). Bir binanın cephe maliyetinin toplam bina maliyeti içerisindeki payının ise % 15-40 arasında olmasına karşın, bina cephesinin bina işletim maliyeti üzerindeki etkisi % 40 veya daha fazla olabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda fosil enerji kaynaklarının elde edilmesindeki sıkıntılar, bu kaynakların kullanılmasının yarattığı çevre sorunları, bir ülkedeki toplam enerjinin % 40-50 gibi

çok önemli payının binalarda kullanılıyor olması ve dolayısıyla binalarda enerji verimliliğinin önem kazanmasıyla akıllı kabuk tasarımı gündeme gelmiştir (Yılmaz, 2006).

Güneş ışınlarından etken ve edilgen anlamda yararlanarak binaya enerji sağlama sistemlerinde, güneş ışınlarına doğrudan maruz kalan yapı kabuğunun özel bir önemi vardır. Akıllı bir kabuk tasarımının gerçekleştirilebilmesini olası kılan etken ve edilgen sistemlerin güneş enerjisinden yararlanma yöntemleri kabukta farklı sistem bileşenlerinin kullanımını doğurmaktadır (Çelebi, 2002).

Akıllı kabuklar en basit şekliyle doğal havalandırma ve güneş kontrol elemanlarının otomatik hareketiyle binanın havalandırma, klima ve aydınlatma enerjisi yüklerini en aza indirgeyen ve kullanıcı konforunu olabildiğince doğal yollarla sağlayan kabuklardır. (Yılmaz, 2006). Enerji etkin binalarda son yıllarda kullanılmaya başlanan akıllı kabuk, tasarımcıya amaçladığı enerji tasarrufunu sağlamada çok yardımcı olmaktadır. Otomatik kontrol ile pozisyonu değişen gölgeleme elemanlarının, optik özellikleri güneş ışınımına göre değişebilen kaplamalı camların, güneş ışığına duyarlı açılıp kapanabilen boşlukların olduğu yapı elemanlarıdır.

Bina kabuğu enerji korunumu ve iklimsel konforun sağlanmasında tasarımcının kontrolünde olan en önemli değişkendir. Bina kabuğunun, dış iklim koşullarına bağlı olarak iç mekânda iklimsel konfor koşullarını ısıtma, soğutma ve aydınlatma için gerekli olacak en az enerji desteğiyle sağlayacak şekilde oluşturulması gerekmektedir (Kısa Ovalı, 2009).

2.1.2.6. Güneş pencereleri

Güneşten maksimum ısı kazancı sağlamaya yönelik olarak yapı kabuğunun şeffaf bileşenleri temel görev üstlenmektedir. Şeffaf yüzeylerin doğru tasarımı, soğuk dönemlerde güneşten ısıtma amaçlı yararlanmayı ve ısıtma yüklerinin azalmasını sağlarken, sıcak dönemlerde aşırı ısınmanın önüne geçecek ve soğutma yükünün artmasını engelleyecek önlemlerin alındığı bir tasarımı gerekli kılar (Ulukavak Harputlugil, 2009). Pencere büyüklükleri bu basit ve kolay uygulanabilir olan edilgen kullanım açısından güneş ışınım etkisine ve binanın ısı gereksinime bağlı olarak değişir. Yapının masif duvar ve döşemelerinde depolanarak ısıya dönüşen

güneşin miktarını pencere form ve pozisyonu belirler. Yatay düzenlenmiş pencereler, güneş ışınlarının daha geniş alana yayılmasını olanaklı kılar. Düşey konumlanmış pencerelerde ise ışınların mekan derinliğince etkimesi söz konusudur (Göksal Özbalta, 2005).

2.1.2.7. Isıl konfor

Bireyden bireye farklılık göstermekle birlikte ısıtma sezonu için ısı konfor şartı; % 50 bağıl nem ve 20-25 °C arasında değişen iç ortam sıcaklığı olarak kabul görmektedir (Coşkun vd., 2010). Isıl konforun sağlanması için gereken bina yönleri Çizelge 2.5.'da verilmiştir.

Çizelge 2.5. Binalardaki hacimlerin konfor için uygun yönlendiriliş durumları (Özdemir, 2005)

Hacimlerin Önerilen Yönlenmeleri	K	KD	D	GD	G	GB	B	KB
Yatak Odası	x	x	x	x	x	x		
Yaşam Odası				x	x	x	x	
Yemek Odası			x	x	x	x	x	
Mutfak			x	x	x	x		
Kütüphane	x	x						x
Çamaşır Odası	x	x						x
Banyo	x	x	x	x	x	x	x	x
Garaj	x	x	x	x	x	x	x	x
Teras			x	x	x	x	x	
Güneş Sundurma				x	x	x	x	

Çizelge 2.6. Konforlu bir iç mekân için önerilen değerler (Kraus, 1989)

Mekân adı	İç Ortam Havası °C		İç yüzey sıcaklığı Mekân °C	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış
Yaşama	22-25	19-22		
Yatma	19-22	17-20		
Mutfak	20-22	18-20		
Banyo	22-25	20-23	hava	Hava
WC	19-22	17-20	sıcaklığının	Sıcaklığının
Koridor	19-22	17-20	2-3 °C	2-3 °C
Merdiven	18-20	16-18	altında	üstünde

Konforlu bir iç mekân için önerilen optimum değerler; mekân sıcaklığı (20-22 °C), iç yüzey sıcaklığı (17-19 °C), döşeme sıcaklığı (18-20 °C), tavan döşemesi sıcaklığı (18-20 °C), hava hareketi ($\leq 0,2$ m/s), bağıl hava nemi (% 50) ve düşeyde sıcaklık farkı (≤ 3 °C) olarak verilmektedir. Bu değerlerin dışına çıkılması kişiler açısından konforsuz iç mekân oluşumuna, dolayısıyla yapma ısıtma veya soğutma enerjisi gereksinimine neden olacaktır (bkz. Çizelge 2.6.) (Göksal ve Ülgen, 2000).

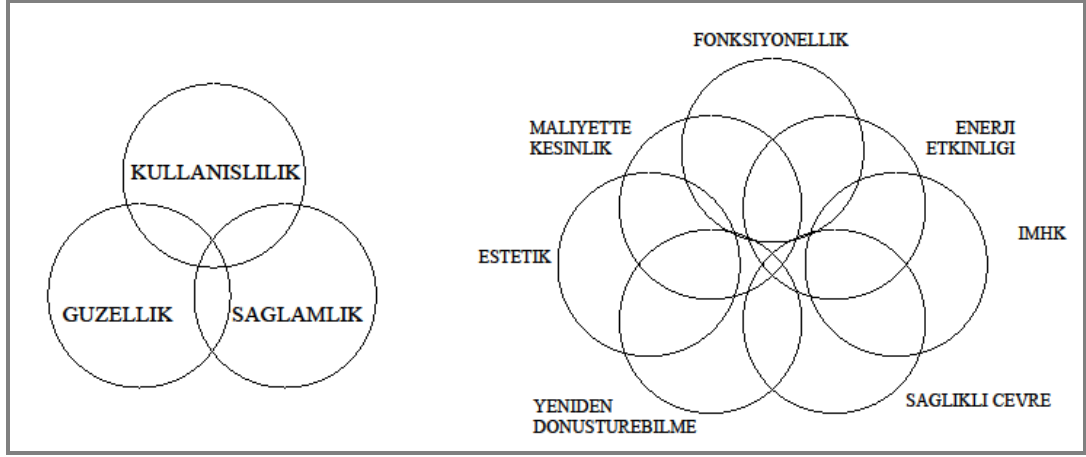
2.1.3. Ekolojik ve geleneksel mimari

Ekolojik yapı yeni bir anlayış değildir ve mimarlık tarihine bakıldığında, insan-doğa-çevre ilişkisinin hep var olduğu görülür. 19.yy'da Frank Lloyd Wright ve Alvar Alto ile yaygınlaşan organik mimarlık anlayışı da ekolojik mimarlık ile aynı bakış açısına sahiptir (Özmehmet, 2005).

Geleneksel yapı tarzından kopuş 18. yüzyılın ikinci yarısında gerçekleşen endüstri devrimi ile yaşanmaya başlanmıştır. Teknolojiye dayalı bir yaşam tarzı oluşmuş, enerji tüketim ve talebinde artışlar meydana gelmiştir. Özellikle 1945'ten sonra petrol ve nükleer endüstri, bu enerji açığını kapatmak için kullanılmaya başlamış ve yaşam standartlarını yükseltmek adına elektronik aletler, arabalar ve iklimlendiriciler üretilmiştir (Bozdoğan, 2003). Değişim mimarlık alanında da gözlenmektedir. Romalı mimar Vitruvius "De Architectura" isimli kitabında, mimarlığı firmitas-sağlamlık, utilitas-kullanışlılık ve venustas-güzellik olarak üç önemli özelliklerle tanımlanmaktadır (bkz. Şekil 2.15.a.). Günümüzde mimarlığın tanımı ise Şekil 2.15.b.'de görüldüğü gibi, artık mimari ürün fonksiyonellik, estetik, verimli enerji kullanımı, iç mekan hava kalitesi (İMHK), sağlık, maliyette kesinlik ve yeniden dönüştürebilme olanağına göre değerlendirilmektedir (Özmehmet, 2005).

2.2. Enerji Verimliliği

Son yıllarda dünya nüfusunun % 20'sinin dünya kaynaklarının % 80'ini tükettiği ve dünya nüfusunun Kuzey Amerikalılar gibi yaşaması için üç dünyaya daha gereksinim olduğu gerçeği ülkeleri yakın geçmişte çevresel etkilerin azaltılabilmesi için uluslararası anlaşmalar yapmaya itmiştir (Ciravoğlu, 2006).



(a)

(b)

Şekil 2.15. Vitruvius'a göre mimarlık (a) Günümüzde mimarlığın tanımı (b) (Özmehmet, 2005)

1987 yılında Birleşmiş Milletlerin, 'Brundtland Raporu' olarak da bilinen, Çevre ve Kalkınma Komisyonu raporunda söz edilen kavramın kısa tanımı, ekonomik hayatla çevrenin uyumlu entegrasyonu olarak özetlenmektedir. Brundtland raporunda, sürdürülebilir kalkınma 'günümüz gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerinden karşılama olanaklarından fedakârlık yapılmaksızın, karşılanabilmesi süreci' olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımdaki en önemli unsur kuşaklar arası eşitliğin vurgulanmasıdır (Doğaner Gönel, 2002).

16 Eylül 1987 tarihinde Kanada'nın Montreal kentinde imzalanan ve sonrasında yedi revizyon geçiren 'Montreal Protokolü' 196 ülke ve Avrupa Birliği tarafından tanınmıştır. Ozon tabakasının delinmesine neden olan CFC_s gazını çıkartan tüm ürünlerin kaldırılıp, yerlerine ozon dostu ürünlerin kullanılmasını sağlayan protokole Türkiye 19 Aralık 1991 yılında taraf olmuştur.

1992 Rio Konferansı ile başlayan süreçte ortaya konulan ve 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'nin amacı atmosferdeki Sera Gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmaktır.

Sera gazı salımlarını 2000 yılı sonrasında azaltmaya yönelik yasal yükümlülükleri, Kyoto Protokolü (KP) düzenlemektedir. KP'ne göre OECD, AB ve eski sosyalist doğu Avrupa ülkeleri, KP'de listelenen sera gazlarını 2008-2012 döneminde 1990 düzeylerinin en az % 5 altına indirmekle yükümlüdür. Bazı taraflar, bu ilk

yükümlülük döneminde sera gazı salımlarını arttırma ayrıcalığı alırken (örneğin, Avustralya % 8 arttırabilecek), Yeni Zelanda, Rusya Federasyonu ve Ukrayna'nın sera gazı salımlarında 1990 düzeylerine göre herhangi bir değişiklik olmayacaktır. AB, hem birlik olarak hem de üye ülkeler açısından % 8'lik bir azaltma yükümlülüğü almıştır. ABD'nin salım azaltma yükümlülüğü ise % 7'dir (Türkeş, 2006).

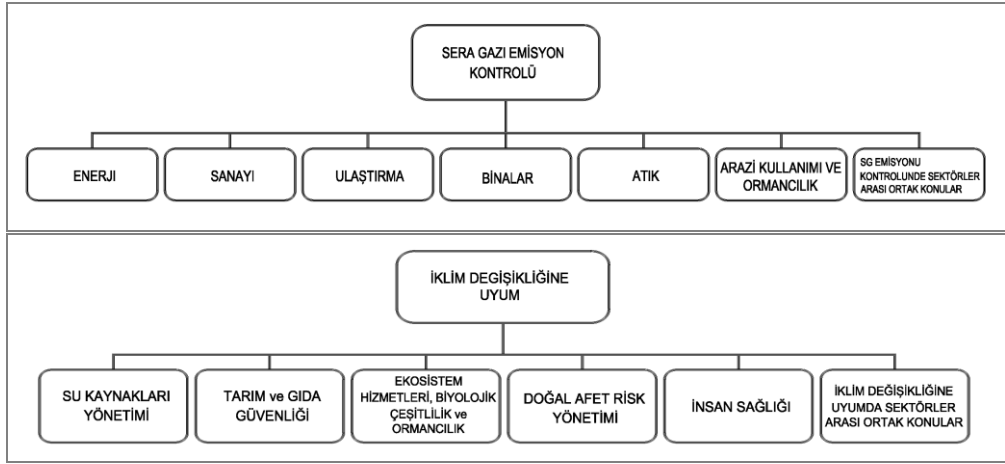


Şekil 2.16. Dünyanın enerji tüketim haritası (Enerdata, 2010)

AB ve Almanya onaylamış oldukları Kyoto Protokolü çerçevesinde 2008-2012 dönemine kadar CO₂ emisyon oranlarında önemli düşüşler kaydetmeyi ve bir çok devlet de sera gazı salımlarını azaltmayı amaçlamaktadırlar. AB'nin bu konudaki hedefi % 8 emisyon düşüşü sağlamak iken Almanya % 21 emisyon azalması hedeflemektedir (Hegner ve Sağlam, 2004; Aste vd., 2010).

Türkiye küresel iklim değişikliği ile mücadele konusundaki en önemli yasal düzenlemeler olan BMİDÇS'ye 2004, KP ise 2009 yılında taraf olmuştur. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü, içerdiği esneklik mekanizmalarıyla bir yandan küresel sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedeflerken, diğer yandan teknoloji transferini ve küresel sermaye hareketlerini tetiklemekte ve dolayısıyla başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere birçok alanda yeni istihdam olanakları sağlamaktadır. Bununla birlikte, 2012 yılının sonunda Kyoto Protokolü'nün uygulama dönemi sona ermektedir. 2012 sonrasında ilişkin uluslararası rejimin oluşturulmasına yönelik olarak 2007 yılında gerçekleştirilen 13. Taraflar Konferansı'nda BMİDÇS'ye taraf ülkelerce Bali Eylem Planı kabul edilmiştir. Taraflar iklim değişikliği ile mücadelenin, önemli fırsatlar getiren, sürekli yüksek gelişme ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayan düşük karbonlu toplumun inşasına doğru bir paradigma değişimini gerektirdiğini kabul etmişlerdir (Çevre ve Şehircilik, 2011).

Binalar, geniş ürün-hizmet aralığını kapsamaları ve enerji verimliliğinin artırılması sebebiyle, iklim değişikliğine yönelik programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir (Keskin, 2010). İklim değişikliğine karşı uluslararası ve ulusal birçok yasal önlem alınmaktadır. Bu önlemler içerisinde sürdürülebilir mimarlık ve enerji verimliliği çok önemli bir yere sahip iki konudur (Berberoğlu, 2009). Küresel ölçekte çağın en önemli sorunu olan küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının % 50'si, hava kirliliğinin % 24'ü, CFC_s ve HFC_s emisyonlarının % 50'si de yapı ile ilişkili faaliyetlerden oluşmaktadır (Canan, 2008).



Şekil 2.17. İklim değişikliği ulusal eylem planı yapısı (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011)

İklim değişikliğine yönelik olarak, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ilgili sektörlerde öncelikli olarak yapılması gereken çalışmaları ve iklim değişikliğine uyuma yönelik önlemleri tanımlamaktır. Bina sektörü, önemli ölçüde enerji tüketen sektör olması nedeniyle enerji verimliliğinin artırılmasında ve iklim değişikliğine yönelik politika ve programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir. AB'ye üye ülkelerde ve tüm gelişmiş ülkelerde sera gazı emisyon azaltılması ile ilgili eylemlerin başında binalarda enerji verimliliğinin artırılması gelmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).

2.2.1. Enerji verimliliğine ilişkin yönetmelikler

2.2.1.1. TS 825 Binalarda ısı yalıtımı kuralları standardı

Türkiye’de binalarda, birim alanı ısıtmak için kullanılan enerjinin Avrupa Birliği ülkelerine göre 2–3 kat daha fazla olması nedeniyle 1985 tarihli ‘Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Türk Standardı’ TS 825 ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nın ‘Isı Yalıtım yönetmeliği revize edilmiş ve 2000 tarihinden itibaren zorunlu olarak yürürlüğe girmiştir (Lakot, 2007). Türkiye’de 14 Haziran 1999 tarihinde ‘TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’ standardı 23725 sayılı resmi gazetede yayınlanmıştır ve ülkemizde enerjinin etkin kullanımı üzerine ilk çıkartılan yasa olmasından dolayı önemlidir. Ayrıca uygulama havalandırma ve ısı kayıpları ısı köprüleri ve güneş enerjisi kazançlarını dikkate almasından dolayı olumlu bulunmuştur (Dilmaç, 1999).

2.2.1.2. Binalarda enerji verimliliği ve performansı (BEP-TR)

Türkiye’de enerji verimliliği konusunda 18.04.2007 tarihli “Enerji Verimliliği Kanunu yayınlanmıştır. Bu kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır (URL-2). Enerji Verimliliği Kanununa bağlı olarak ülkemizde gündemde olan iki yeni yönetmelik taslağı, “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik Taslağı ve “Binalarda Enerji Performansı Yönetmelik Taslağı”dır (Koçlar Oral, 2007).

05.Aralık.2008 tarihinde yönetmeliğe dönüşen taslağının önemi mevcut ve yeni yapılacak mesken, ticari ve hizmet amaçlı kullanılan binalarda uygulanmak üzere; mimari tasarım, ısı yalıtımı, ısıtma, soğutma, sıcak su, aydınlatma, elektrik tesisatı ve elektrik tüketen binanın sabit ekipmanları konularındaki normları, standartları, asgari performans kriterlerini, enerji kimlik belgesi düzenlemesini, bilgi toplama ve kontrol prosedürlerine, iki bin metrekarenin üstünde kullanım alanına sahip binalarda; elektrik, ısı ve sıcak suyun kojenerasyon sistemi ve/veya yenilenebilir enerji

kaynaklarından üretim imkânlarının araştırılarak, ekonomik yapılabilirliği olan uygulamalara ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır (Koçlar Oral, 2007; URL-3).

Sistemin işleyişi, girdi, çıktı ve ara işlemleri kapsamaktadır. Sistemin, dışarıdan aldığı girdi, süreç aşamasında belirli bir teknoloji ile bir araya getirilir ve süreç sonucu, ortaya çıkan mal veya hizmet çıktı olur. Girdi, sistemi harekete geçiren bir uyarıcı, çıktı ise sürecin sonucudur. Bütün içinde ilişkilerden doğan bir akış dizgesi bulunmaktadır. Amaçlara bağlı yan sistemin çıktısı, bir diğer alt sistemin girdisini oluşturabilmektedir. Geri besleme bu akışın (girdi-süreç-çıkıtı) düzenliliğini sağlamaktadır (Kısa Ovalı, 2009).

2.2.2. Yeşil bina sertifika sistemleri

Sürdürülebilir bina; yaşam döngüsü süresince arazi seçimi, yerleşim, tasarım, konstrüksiyon, işletim, bakım ve yıkım süreçleriyle insan sağlığı ve çevre üzerindeki negatif etkileri azaltılmış, enerji, su ve malzemenin etkin olarak kullanımına odaklanmış bir tasarım sonucu ortaya çıkan yapıdır (Çelik, 2009).

Yapılan araştırmalarda günümüzde küresel ısınmayla mücadele etmek, sera gazı salımlarını düşürmek ve iklim değişikliği ile mücadele edebilmek için dünya lideri ülkelerin inşaat sektöründe yeşil dönüşüme yönelmiş oldukları görülmüştür. LEED ve BREEAM dünyada en çok tanınan, yaygın kullanılan ve en detaylı yeşil bina sertifika sistemleridir.

2.2.2.1. LEED Sertifikası

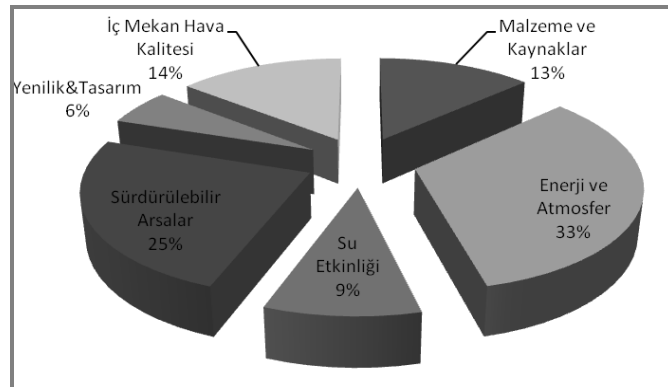
Yapının yeşil bir yapı olduğunu gösteren başta Amerika olmak üzere ve 70'den fazla ülkede tanınan sertifikadır. Kar amacı gütmeyen Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) sertifikası, ABD Çevre Dostu Binalar Konseyi (USGBC) tarafından geliştirilen bir dizi kriterler listesidir ve 1998 yılında LEED sertifika sistemini oluşturmuştur (URL-4). LEED sertifikası sahibi olmak, binanın tasarımında, imalatında ve işletilmesi süresince çevre dostu bir yapısının olduğunu kanıtlamaktadır.

Farklı projeler için farklı LEED sertifika sistemleri geliştirilmiştir:

- LEED-NC: Yeni inşaat ve renovasyon
- LEED-EB: Varolan Binalar
- LEED-CI: Binada yaşayanlar için iç tasarım
- LEED-CS: Çekirdek ve Kabuk Projeleri
- LEED-H: Evler
- LEED-ND: Mahalle Gelişimi

LEED sertifikasının alınması amaçlanıyorsa, tasarım aşamasında gerekli düzenlemeleri yerine getirmek daha olumlu sonuçları ortaya koyacaktır. Sertifika almak isteyen kişi, kurum veya kuruluşlar sertifikayı vermeye yetkili kurumlara başvurarak USGBC tarafından 6 farklı sistemde puanlandırılır.

- Sürdürülebilir Araziler
- Su kullanımında verimlilik
- Enerji ve Atmosfer
- Malzeme ve Kaynaklar
- İç Mekân Kalitesi
- Tasarımda Yenilikler
- Bölgesel Öncelik (URL-5).



Şekil 2.18. LEED NC (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) v 3.0. performans kategorileri ve dağılım oranları (Sev ve Canbay, 2009)

2009 yılında yenilenen LEED Sertifika Sistemine göre binalar yapılan 100'den fazla konuda değerlendirildikten sonra dört ayrı derecede sertifika alabilirler.

2.2.2.2. BREEAM Sertifikası

Bina Araştırma Kurumu (BRE) İngiltere’de faaliyet gösteren bina endüstrisine çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma ile ilgili destekleyici metotları araştırarak bilgi sağlayan devlet destekli bağımsız bir kuruluştur. BREEAM (Bina Araştırma Kurumu Çevre Değerlendirme Yöntemi), BRE’nin bağımsız uzmanlarla birlikte çalışması sonucu ilk olarak 1990 yılında oluşturulan ve hala en geniş kullanımlı olan çevresel değerlendirme yöntemidir (Çelik, 2009). Kurumun BREEAM’i oluştururken hareket noktası, sürdürülebilir kalkınmanın en geniş kapsamlı bileşeni olan çevresel kalkınmadır (Sev ve Canbay, 2009).

1998 yılında ilk olarak İngiltere’de ofis ve konut yapılarını kapsayan iki versiyon olarak kullanılmaya başlanmıştır. İngiltere’de tüm konutlar ve devlet desteği ile yapılacak tüm okullarda BREEAM sertifikası alınması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca devlet dairelerinde yapılacak her türlü yenileme ve ek yapının BREEAM sertifikası alması zorunluluğu da bulunmaktadır (Çelik, 2009).

Breeam Sertifika Kategorileri;

- Ekolojik Konutlar
- Adliye Binaları
- Eğitim Binaları
- Endüstriyel Binalar
- Sağlık Yapıları
- Ofis Yapıları
- Alışveriş Merkezleri
- Çoklu Konaklama (Yurtlar, huzur evleri)
- Özel "*Bespoke*"
- Bina Yönetimi'dir.

BREEAM'in amaçları;

- tasarım aşamasında çevresel konulara karşı daha fazla duyarlılık sağlamak,
- kullanıcıların çevreyle dost binaları tercih-talep etmelerini ve bu yönde bir piyasa oluşmasını sağlamak,
- binaların evre sorunları üzerinde büyük etkisi olduğu konusunda farkındalığı artırmak,
- binaların çevreye olan uzun vadeli etkilerini azaltmak,
- gün geçtikçe azalan su ve fosil yakıtlar gibi kaynakların kullanımını azaltmak,
- bina içi ortam kalitesini ve bu sayede kullanıcıların esenliğini ve konforunu artırmaktır.

BREEAM Sertifikası; projenin tasarım, konstrüksiyon sonrası ya da yönetim ve operasyon aşamalarında alınabilir.

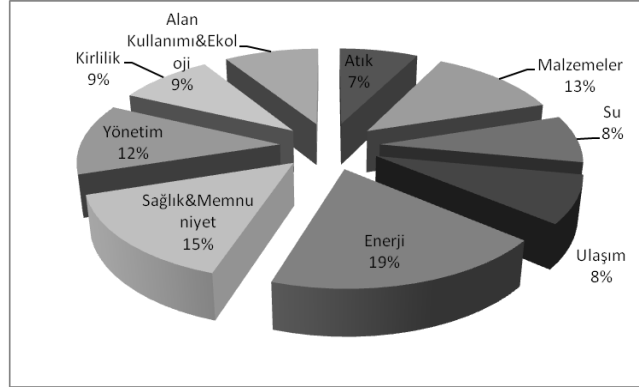
BREEAM sertifikasyon sürecinin lisanslı bir uzman tarafından yürütülmesi zorunludur. Proje bu uzman tarafından gözden geçirilir, değerlendirme raporu doldurularak, BREEAM takımının bir üyesine sunulur. Değerlendirme ve puanlama çeşitli performans kategorileri altında tanımlanan kriterlere göre yapılır ve proje sağladığı her kriter için puan toplar (Sev ve Canbay, 2009).

BREEAM yapıları;

- Sağlık ve İyi Hal
- Enerji
- Su
- Arazi Kullanımı ve Ekoloji
- Ulaşım
- Malzeme
- Atıklar
- Kirlilik

- İnnovasyon olmak üzere on ana kriter ve bunların alt kriterleri çerçevesinde incelemektedir (URL-6).

BREEAM Sertifika Sistemine göre binalar beş ayrı derecede sertifika alabilirler.

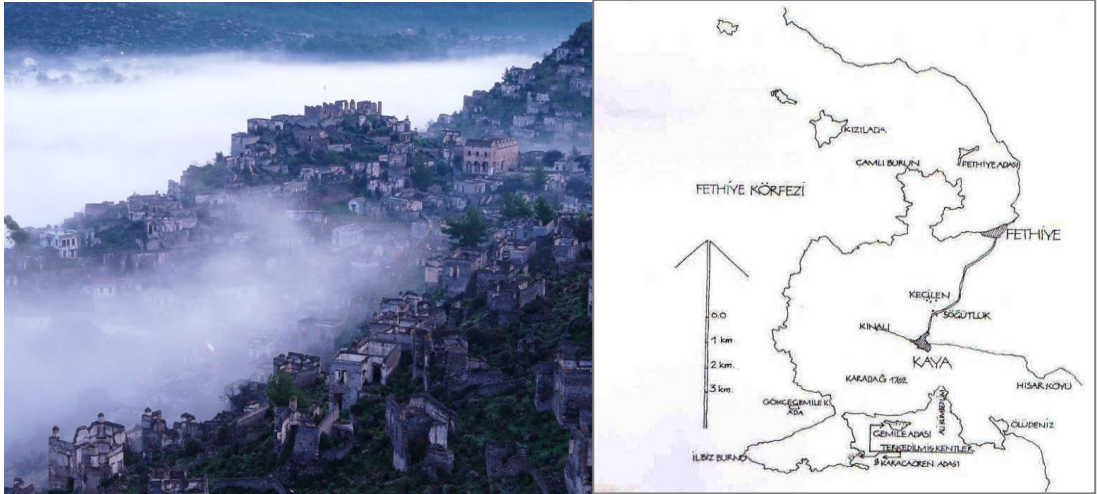


Şekil 2.19. BREEAM Avrupa performans kategorileri ve dağılım oranları (Sev ve Canbay, 2009)

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. Alan Çalışması

Muğla ili Fethiye ilçesindeki eski adı “Levissi” olan Kayaköy, Güney Ege’nin Akdeniz’le buluştuğu bölgedeki en eski ve en büyük Anadolu-Rum yerleşim yerlerinden biridir. Kesin olarak bilinmeyen antik Likya Uygarlığı'na ait Karmyllassos kentinin kalıntıları üzerinde bulunan Kayaköy'ün 20.yy'ın başına kadar zengin bir kent olduğu bilinmektedir. 1912 yılı nüfusunun 6500 kişiye ulaştığı bilinen yerleşim, 1991 yılında III. derece arkeolojik ve kentsel sit alanı olarak tescil edilmiştir. 1000 civarında konut, konutlarla orantılı sarnıç ve tuvalet kalıntıları, 2 okul, 2 kilise, 1 kütüphane, 2 çeşme, 1 çarşı, 9 şapel, hastane, eczaneler, dükkânlar, atölyeler ve diğer amaçlı binalar mübadeleden sonra özellikle ahşap bölümleri sökülerek sadece taş duvarlarıyla harabe olan yapılar günümüze ulaşmıştır (TMMOB, 2000).



(a)

(b)

Şekil 3.1 Kayaköy'ün yamaçtan görünüşü (a) (Sağ Üstte Yukarı Kilise-Arşiv:Barbaros Kale)-Kayaköy Haritası (b) (C. Bektaş 2008 Kayaköy/Tersane Anadolu Evleri Dizisi-8)

Halkın deyimiyle Kaya çukurunda yüzyıllar boyu Rumlar ve Türkler birlikte barış içinde yaşamışlardır. Bölgede tarım ve hayvancılıkla geçimlerini sürdüren Türkler ovada, zanaat ve ticaretle-inşaat işlerinde usta olan (demircilik, marangozluk, duvarcılık gibi) Rumlar ise yamaçlarda kurulu evlerde yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Nüfusunun 12,000 'e ulaştığı ve gazete çıkartıldığı söylenen yöreye Rumlar Levissi, Türkler Kaya adını vermişlerdir ve yerleşimde nüfus değişimine (mübadeleye) kadar her iki isim de kullanılmıştır. 30 Ocak 1923 tarihinde Yunanistan ile yapılan Türk-Yunan Nüfus değişimine ilişkin anlaşma hükümlerine göre boşaltılan Levissi metruk bir Rum kenti olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.2.) (Ekinci, 1997; Köktürk, 2005).

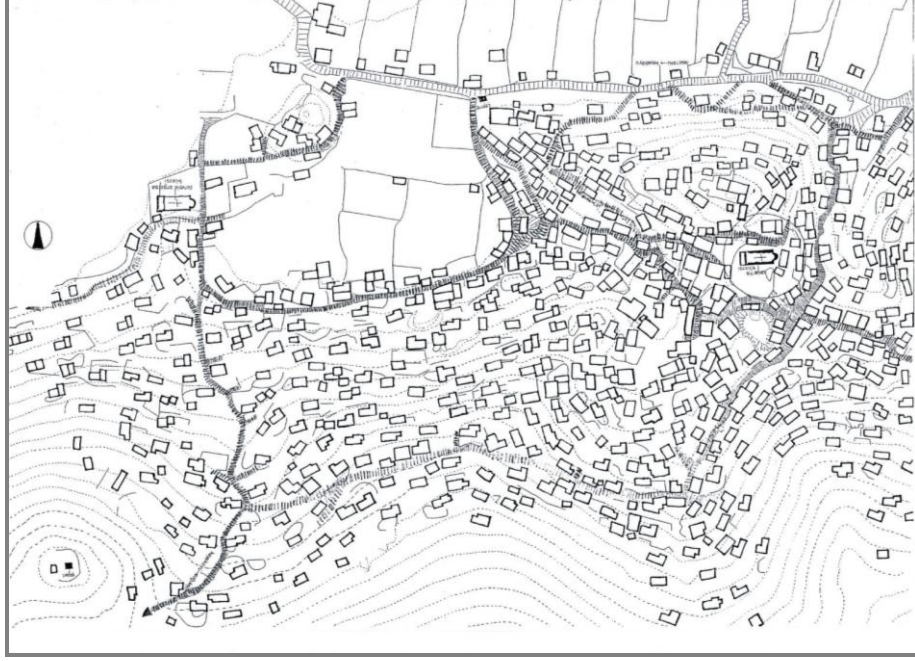


Şekil 3.2. Levissi (Arşiv: H. Alyanak)

Mimari karakteri incelediğinde, Kayaköy'deki yapılar topografyadaki eğime uyumlu, ışık ve manzara açısından birbirlerini kapatmayacak şekilde inşa edilmişlerdir.

Saraç yapmış olduğu tez çalışmasında Kayaköy yerleşkesinde incelenen 860 yapıda 802 adet konut, 806 adet harabe ve kullanım dışı yapı olduğunu belirtmiştir. Günümüzde terk edilmiş ve yaşanmayan bir yerleşim yeri olan Kayaköy'deki konutların geleneksel mimarisi incelendiğinde bazı varsayımlarla kentin dokusu tamamlanabilmektedir. İncelenen 802 yapının sadece % 3,62'si düz arazide, % 16,71'i az eğimli arazide, % 46,38'i eğimli arazide ve % 33,29'u çok eğimli arazide yer almaktadır. Binalar farklı kotlara şaşırtmalı olarak yerleştirilmiştir. Binalar arası uzaklık yamaç yönünde 12 metre civarındadır ve yukarılara doğru gittikçe bu değer 15-20 metrelere çıkmaktadır. Kayaköy yerleşmesi, topografyaya uyum, arazi

kullanım kararlarındaki doğrulukla (yamaca yerleşilerek tarım topraklarının ve su kaynaklarının korunması) ekolojik olma ölçütlerinin ilkinin yerine getirmektedir. (Saraç, 2001; Kısa Ovalı, 2009).



Şekil 3.3. Kayaköy yerleşiminin vaziyet planı ve topografik yapısı (P. Kısa Ovalı, 2009)

Yerleşim Kayaçukuru'nun güney cephesinde yer aldığı için, çoğu yapının ana cepheleri kuzeye, kör cepheleri ise güneye bakmaktadır. Yerleşimin Kayaçukuru'nun kuzeyindeki tepede de aynı yaklaşım olduğu fakat yapıların ana cephelerinin güneye baktığı ve kör cephelerinin ise kuzeye baktığı görülmektedir. Buradan ise yapıların inşası aşamasında en önemli kriterin topografyaya uymak olduğu sonucu çıkartılmaktadır (Saraç, 2001).

Konutların yamaçta olmasından ve kaynak sularının çevrede yetersizliğinden dolayı her konuta bitişik su sarnıcı bulunmaktadır. Çatıdaki suyu toplayan oluk sistemi harabe kalıntılarda hala gözle görülmektedir ve toplanan suyun kullanma suyu olarak değerlendirildiği bilinmektedir.

Sarnıçlar genellikle cephe elemanlarıdır ve moloz taş işçiliği ile yapılmışlardır. İçleri ise su geçirmeyen sıva ile sıvanmıştır ve güvenlik nedeniyle ahşap kapaklarının olduğu düşünülmektedir. Sarnıçların çevresinde 15-20 cm boyunda korkuluk bulunmaktadır ve taşan suyun akıp gitmesi için yapılarında atık su gideri mevcuttur.

İncelenen yapıların % 80,97 'sinde sarnıçlar yapıya bitişik, girişe yakın ve % 37,32 oranında dairesel formda inşa edilmişlerdir (bkz. Şekil 3.4) (Saraç, 2001).

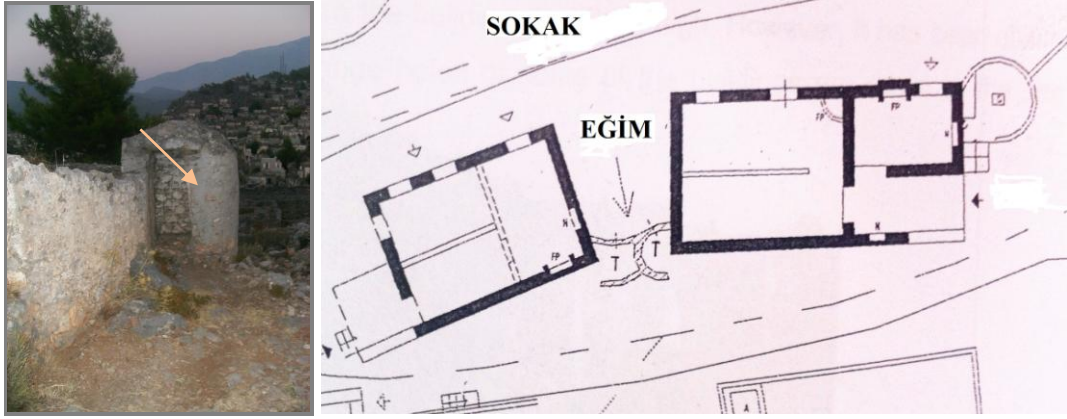


(a)

(b)

Şekil 3.4 Kayaköy su sarnıcı (Arşiv: H. Alyanak)

Yapıların tuvaletleri yapıya bitişik veya ondan ayırık olarak dışta konumlanmaktadır (bkz. Şekil 3.5.a). Saraç'ın çalışmasında belirtildiği gibi yapılara bitişik tuvaletlerin oranı % 68,63, yapıların dışındaki tuvaletlerin oranı ise % 50,90 ve yapıdan ayrı yer alan tuvaletlerin oranı ise % 31,37'dir. Tuvaletler moloz taş işçiliği ile inşa edilmişlerdir ve genellikle içeriği gizleyen silindirik formdadırlar. Kayaköy yerleşkesi arıtmaya sahip değildir ve tuvaletlerin küçük septik tankları olduğu bilinmektedir. Septik tankların yola bakan yüzeylerinde gider delikleri olduğu ve büyük yağmurlarda içeri giren yağmur suyunun giderleri temizlediği sözlü olarak anlatılmaktadır. Girişleri üst kottan verilen tuvaletlerin, pis suları tuvaletten akıp gidecek şekilde inşa edilmiştir. Bu sebeple tuvaletler yerleşimlerin giriş kapılarından uzak inşa edilmiş ve bazen de sırt sırta yerleştirilerek aynı duvarı kullanmışlardır (bkz. Şekil 3.5.b) (Ekinci, 1997; Saraç, 2001).



(a)

(b)

Şekil 3.5. Kayaköy tuvalet (a-Arşiv: H. Alyanak)-Tuvalet plan çizimi (b-H. Saraç, 2001)

Bodrum katların zeminleri sıkıştırılmış toprak veya taştan olup, genellikle pencereleri yoktur, ayrıca sıvanmamışlardır. Yükseklikleri zemin katlardan daha alçak genellikle 1,50-2,00 m. arasında değişmektedir. Bodrum katlardaki en tipik mimari eleman ise moloz taştan inşa edilen ve sayıları 1-6 arasında değişen, yerel adı 'alaf' olan 50-60 cm derinliğinde yapı elemanlarıdır. Mehmet Gökçe'nin belirttiğine göre 'alaf'lar deri üretiminde kullanılmışlardır. Her üç evden birinde olan 'alaf' Kayaköy yerleşkesinde önemli deri üretiminin göstergesidir (bkz. Şekil 3.6.) (Saraç, 2001).



Şekil 3.6. Kayaköy- 'Alaf' (Arşiv: H. Alyanak)

Evlerin taban ve tavan döşemeleri ahşaptır. Mübadele sonrası terk edilen evlerin ahşap elemanları, yörede oturanlar tarafından sökülerek ya kendi evlerinde yapı elemanı olarak ya da yakacak malzeme olarak kullanılmıştır. Çatılarda kullanılan ahşap kirişlerin kesitleri 6x10-8x10 cm ve yaklaşık 20-30 cm uzunluğu arasındadır.

Kiriş delikleri genellikle yapıların uzun duvar yüzeylerindedir ve çapraz kirişler kısa kenarlara paralel yerleştirilmişlerdir. Çatıların çoğu düz veya sıkıştırılmış topraktan imal edilmiştir (bkz. Şekil 3.7.b). Ahşap hatıllarla taşınan toprak çatı ve üzerine döşenen çakıl taşları güneşin sıcaklık etkisine karşı doğal bir yalıtım katmanı olarak çalışmaktadır Cam kullanılmayan pencereler kepenklerle örtülmektedir ve genelde 100x170 cm. veya 110x175 cm. boyutlarındadır (bkz. Şekil 3.7.a) (Saraç, 2001; Köktürk, 2005; Kısa Ovalı, 2009).



(a)

(b)

Şekil 3.7. Kayaköy mevcut konut (a) (Ahşap pencere, kapı ve panjurlar) Yamaç görünüşü (b) (Çatı detayları) (Arşiv: H. Alyanak)

Yapılarda her odada ocak yer almakta olup, oturma odalarında ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanıldıkları yöre halkı tarafından belirtilmektedir. Saraç'ın da belirttiği gibi iki çeşit ocak bulunmaktadır. Bunlar köşe ve duvar tipi olarak adlandırılabilir (bkz. Şekil 3.8.).



(a)



(b)

Şekil 3.8. Kayaköy duvar tipi ocak (a) Köşe tipi ocak (b) (Arşiv: H. Alyanak)

Sergen adı verilen ahşap açık rafların evlerde yer aldığı kalıntı resimlerinde de kolaylıkla görülmektedir. Yapıların yüzeylerinde yer alan nişler genellikle zemin katta yer alırlar. Bazı pencerelerin sonradan kapatılmasıyla oluşan nişlerde su giderleri mevcuttur (bkz. Şekil 3.9.) (Saraç, 2001).



(a)



(b)

Şekil 3.9. Kayaköy (Arşiv: H. Alyanak)

Ocağın şekline göre değişiklik göstermeyen bacalar, en genel şekilde kubik formda ve üstte piramit şeklindedirler (bkz. Şekil 3.10.).



(a) (b)
Şekil 3.10. Kayaköy-Bacalar (Arşiv: H. Alyanak)

Duvar dolapları da Kayaköy'deki yapılarda görülen bir yapı elemanıdır. İncelenen yapıların % 72'sinin zemin katında 60-70 cm genişliğinde, 120-150 cm yüksekliğinde ve 30-35 cm derinliğinde yer almaktadır. Ahşap kapaklarının ve raflarının olduğu bilinen dolaplar genellikle ocakların yanında bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.11.b.) (Saraç, 2001).



(a) (b)
Şekil 3.11. Kayaköy-Ahşap ayırıcı dolap (a- Arşiv: H. Alyanak) Duvar dolabı (b-Arşiv: H. Alyanak)

Zemin katta ana mekânların ortasında yer alan ve mekânı odalara ayıran 50-60 cm genişliğinde ve yapının kısa kenarına paralel ahşap ayırıcı dolap bulunmaktadır. Mekânlar arasında içeriden geçişi de sağlayan yapı elemanı tavana değmez ve yaklaşık olarak 2,30 m yüksekliğindedir. Ocak kenarına yakın kısmında ise 'yükçük'

adı verilen yatak ve döşeklerin konulduğu kısım bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.11.a) (Saraç, 2001).

Kayaköy yerleşkesinde kullanılan genel olarak kullanılan malzemeler taş, toprak, çakıl ve ahşap gibi çevre kaynaklardır. Beden duvarlar taş, kat bölücüler, kapılar, pencereler ve mekân bölücüler ahşaptır. Temel inşaat malzemesi moloz taş işçiliğidir. Yapıştırıcı malzeme olarak ise harç kullanılmıştır ve sözlü-yazılı kaynaklara göre çimentodan güçlü olan bu harç basit olarak 'dargilli' adı verilen kum, su ve kirecin karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. Bazı yapıların dış yüzeyleri ve bütün yapıların iç yüzeyleri sıvanmıştır. Sıvanın içersine ufak kiremit parçalarının da su yalıtımının gerekli olduğu sarnıçlar, giderler, parapetler gibi yerlerde kullanıldığı gözlenmiştir. Dış yüzeylerde genellikle yatay çizgi (Çivileme) tekniği kullanılmıştır. İç mekânlarda ise Saraç'ın incelediği yapıların % 94,55'inde ince sıva yapıldığı tespit edilmiştir. İç mekânların renklerinin ise sarı, mavi ve kırmızı olduğu harabelerden hala görülmektedir. Tamamı doğal ve yerel olan malzemeler tekrar kullanılabilen, doğada ayrışabilen malzemelerdir (bkz. Şekil 3.12.) (Ekinci, 1997; Saraç, 2001; Kısa Ovalı, 2009).



(a)

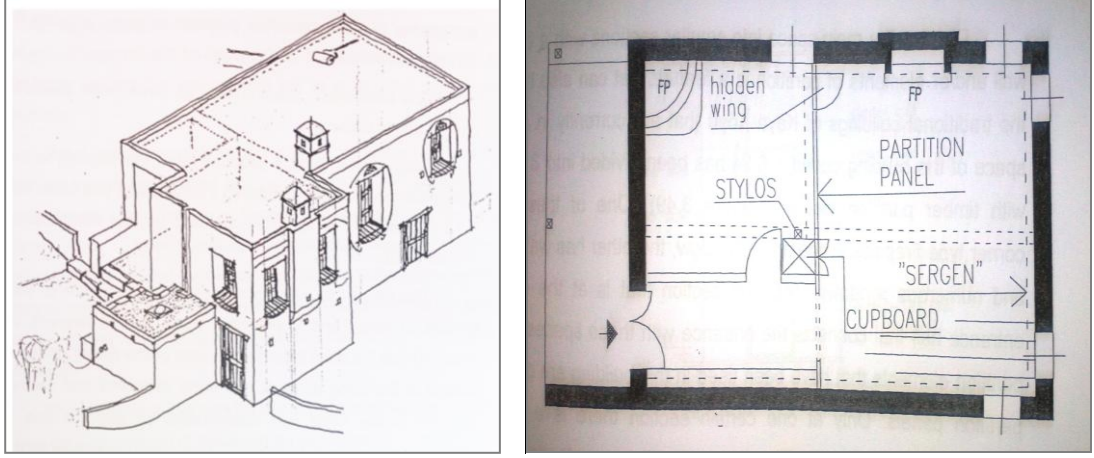


(b)

Şekil 3.12. Kayaköy-İnce sıva (a)-Yatay çizgi sıvası (b) (Arşiv: H. Alyanak)

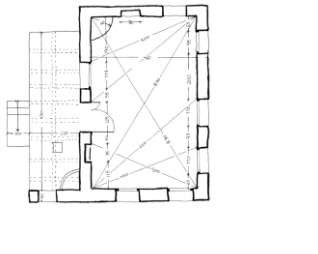
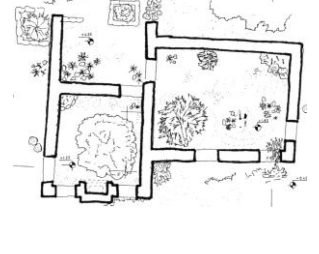
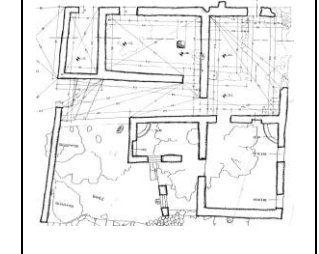
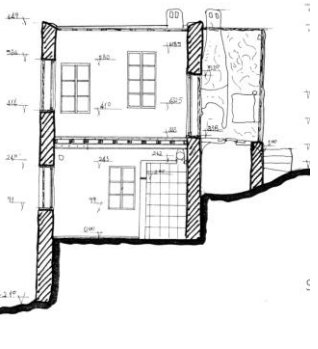
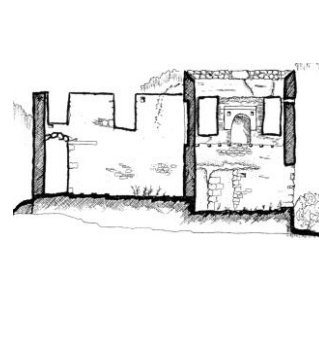
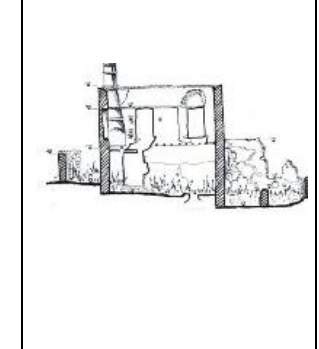
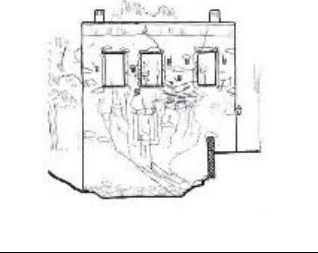
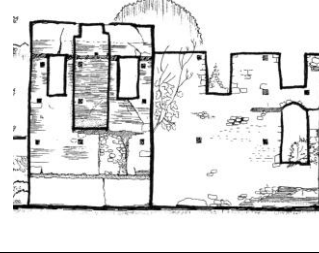
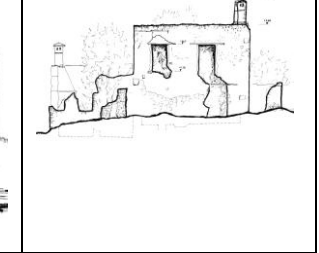
Yarı açık alanlar Kayaköy yerleşkesinde genellikle ana mekâna girmeden önce yer alırlar ve ana mekânla aynı uzunluktadırlar. Boyutları 2m x 4m civarındadır ve yapının çatısıyla üstleri örtülüdür. Yüzyıllardan beri geleneksel Anadolu ve Akdeniz mimarisinin en önemli öğelerinden birisi olan 'hayat'a yerleşkede Saraç'ın incelediği 682 yapının % 10,11'inde rastlanmıştır. Tespit edilen hayatların % 65,08'inin yapının ön cephesini, % 26,98'inin cephenin bir kısmını ve % 7,94'ünün ise yapının çevresini

L şeklinde kapladığı tespit edilmiştir. Genellikle hayatlar da sarnıçlarla ilişkilidir (Saraç, 2001).



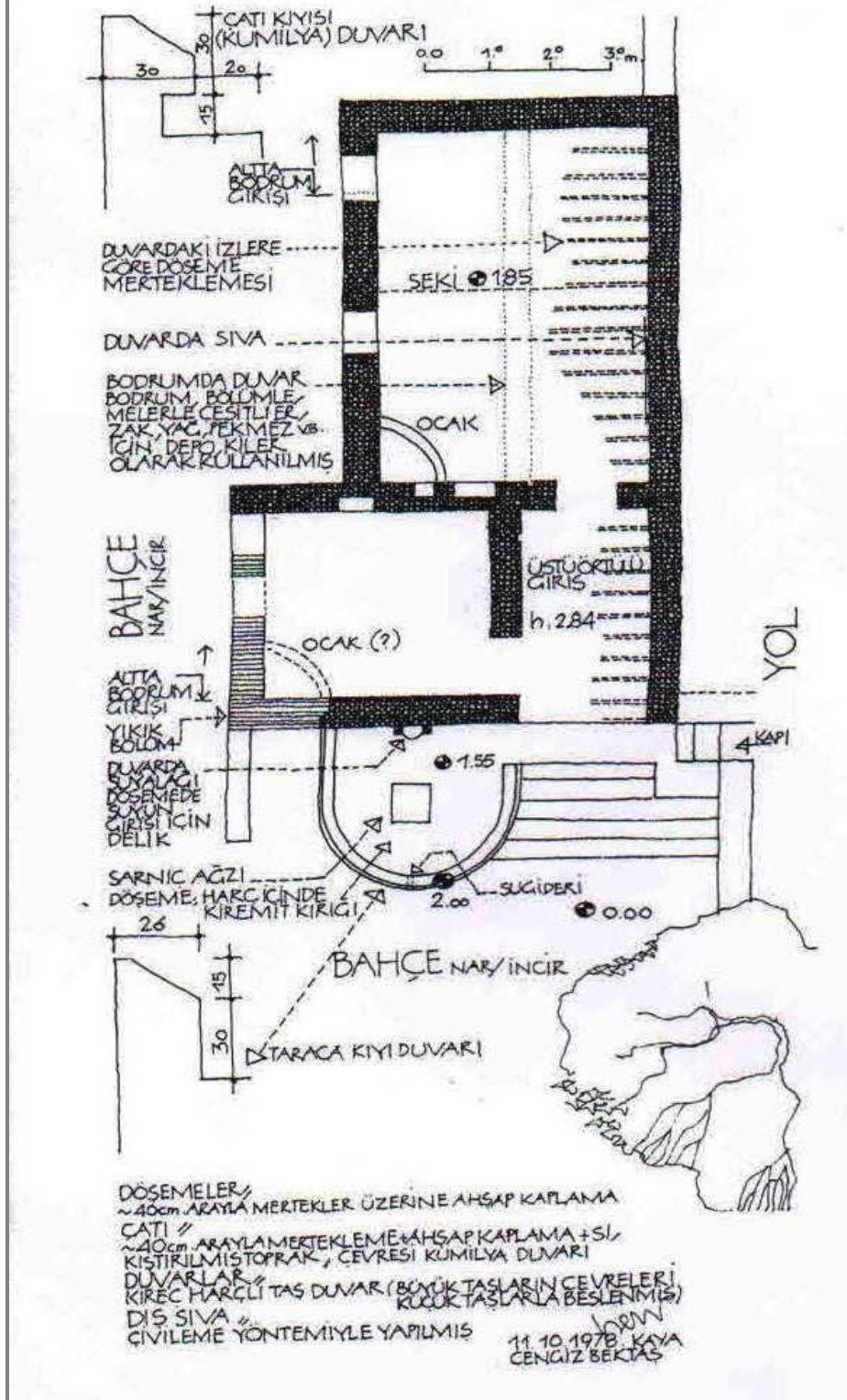
(a) (b)
Şekil 3.13. Kayaköy-Varsayımaya dayalı (hipotez) ev çizimi (a-H. Saraç, 2001) Kayaköy ev planı (b-H. Saraç, 2001)

Saraç'ın incelediği 682 yapı mekânlarına göre 8 kategoriye ayrılmışlardır. Tek odalı (% 9,24), tek odalı ve hayatlı (% 4,85), tek odalı ve giriş mekânlı (% 14,66), iki odalı ve giriş mekânlı (% 58,06), 3 odalı (% 0,29), 3 odalı ve giriş mekânlı (% 0,59), 2 yaşam odalı (% 2,49), 2 yaşam odalı ve hayatlı (% 4,55) olmak üzere listelenmişlerdir (Saraç, 2001). Bektaş'ın da belirttiği gibi yapılar plan tiplerini çekirdek aile boyutu belirlemektedir.

	A tipi plan	B tipi plan	C tipi plan
Plan tipi	Tek mekânli yapılar (tek veya iki katlı olarak alan içine dağılmış şekildedir)	Sarnıç, giriş mekânı ve ana mekândan oluşan yapılar (genelde 2 katlı, ocaklı ana mekân ve ek mekân ilaveli)	Karmaşık planlı yapılar (sarnıç, giriş mekânı, ana mekân ilişkisi kısmen kaybolmaktadır)
Mekân Boyutları	Mekân 4.7x7.6 m. boyutlarındadır. Bina oranı: 1:1,6 Doğu-batı aksında	Ocaklı mekân 4x4.2 m., ek mekân 4.8x6.5 m. boyutlarındadır. Bina oranı: 1: 2.2 Doğu-batı aksında	Ocaklı mekân 3.8x6.4 m., birinci ek mekân 4.8x6.6 m., ikinci ek mekân 2x4.2 m. boyutlarındadır. Bina oranı: 1: 2.2, doğu-batı aksında
Zemin kat planı			
Kesit			
Görüntü			

Şekil 3.14. Kayaköy konutlarının plan tipolojisi (TMMOB, 2000; Kısa Ovalı, 2009)

KAYA' DAN BİR EV



Şekil 3.15. Kaya'dan bir ev planı (C. Bektaş 2008 Kayaköy/Tersane Anadolu Evleri Dizisi-8)

Kayaçukuru'nun çevresindeki dağların oluşturduğu vadi ve rüzgâr koridorları Kayaköy'ün iklimsel özelliklerinin daha elverişli olmasını sağlamaktadır. 140 rakımda bulunan yerleşim yeri, yıllardan beri Fethiye'nin yaylası olarak kullanılmaktadır ve yaz aylarında Fethiye'ye göre daha serin bir havası vardır. Sıcak-nemli iklim bölgesinde yer alan Fethiye'de en sıcak devre sıcak ve nemli, en az sıcak devre yağışlı ve ılıman karakterdedir. Ortalama sıcaklık 17,9 °C'dir. En yüksek sıcaklık 44 °C (1988), en düşük sıcaklık -4,5 °C'dir (1983). İlçede dağların denize dik uzanması nedeniyle iç kesimler kıyı alanlarına oranla daha fazla yağış almaktadır. En fazla yağış Aralık ve Ocak aylarında görülmektedir. Yıllık yağış ortalaması 808,5 kg/m²'dir. En sıcak devrede yağış olmamaktadır. Ortalama nem % 64 olup, en sıcak devrede bağıl nem oranı % 85-90'lara çıkabilmektedir. İlçenin hâkim rüzgâr yönü doğu, kuzeydoğudur ve ortalama rüzgar hızı 1,4 m/sn'dir (bkz. Çizelge 3.1.) (Kısa Ovalı, 2009).

1-2 Ekim 1988'de Muğla Belediyesi, TMMOB Mimarlar Odası; Türk Yunan Dostluk Derneği'nin ortak girişimleriyle Muğla'da Kayaköy Forumu düzenlenmiş ve Kayaköy'ün Dostluk ve Barış Köyü olması için çeşitli kararlar alınmıştır. Bu tarihten günümüze kadar çeşitli paneller, sempozyumlar ve Türkiye Mimarlık Öğrencileri (1998) buluşması gerçekleştirilmiştir. Bu etkinliklerde Kayaköy'ün dostluğa dayalı bir geleneği olduğu, kültürel bir sit olduğu ve mimarisi ile kent planlama laboratuvarı olduğu için tipik bir tatil köyü olmaması gerektiği konusunda uzlaşmıştır (Bektaş, 2008). Günümüzde halen Kayaköy TMMOB Mimarlar Odası Muğla Şubesinin çalışmaları kapsamında yer almaktadır.

3.2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada yazar tarafından tasarlanmış ve mevcut durumda inşa edilmiş olan bir konut binası ele alınarak sürdürülebilirlik bağlamında enerji etkin bir binaya dönüştürülmesi ve yapılacak müdahalenin ekonomik analizinin yapılması amaçlanmaktadır.

Çizelge 3.1. Binalarda enerji korunumu sağlamaya yönelik ölçütlerin Kayaköy yerleşmesinde irdelenmesi (Kısa Ovalı, 2009)

<u>Fiziksel çevre etmenleri</u>		<u>Ekolojik tasarım ölçütleri</u>	<u>Kayaköy Verileri</u>
Topografya		Tepelere yerleşim tercih edilir.	Arazi ovada olduğu için düzlükte yer almaktadır.
İklim	Sıcaklık	EASD (en az sıcak dönem) 'de yararlanma, ESD' de korunma	ESD (en soğuk dönem)'de korunma
	Nem	ESD' de istenmez	Nem düzeyini artıracak unsurlar yok
	Rüzgar	EASD ve ESD' de yararlanma	EASD ve ESD' de Yararlanma
	Işınım	EASD yararlanma, ESD' de korunma	ESD' de korunma
Yeşil Doku	Güneş Kırıcı	EASD' de gerekebilir	Kullanılmamış
	Gölgeleme	ESD' de istenir	Kepenler
<u>Yapılı çevre Organizasyonu</u>		<u>Ekolojik tasarım ölçütleri</u>	<u>Kayaköy Verileri</u>
Bina konumu		Güneye bakan yamaçların serin rüzgâr alan yüksek kısımları veya kuzey yön	Kuzeye bakan yamaçlara yerleşilmiş
Bina yönelmesi		Rüzgâra açık, binanın geniş yüzeyi güneyden 5-10 ° güneydoğu veya kuzey yönelimli	Hâkim rüzgâra açık, binaların geniş yüzeyi kuzeye yönelmiş
Bina formu		Zeminden yükseltilmiş serbest form, bina oranı: 1:1,7 (1:3'e kadar), doğu-batı aksında	Dikdörtgen planlı, bina oranı 1:1.6 ve 1:2.2, doğu-batı aksında
Bina aralıkları ve yükseklikleri		Rüzgâra göre (hâkim rüzgâr doğrultusunda, $5 - 7 H < DX$) Güneşe göre (kuzey-güney doğrultusunda, $1 \frac{1}{2} - 2 \frac{1}{2} H$)	Binalar arası mesafe arazi eğimi doğrultusunda kot çizgileri hizalarınca 12 m. dolayında (3H)
Bina kabuğu ve yalıtım		Yüzey alanı fazla kabuk oluşumları, zaman geciktirmesi istenmez	Yüzey alanı fazla, 50 cm. taş duvar
Doğal havalandırma ve güneş kontrolü		Konfor ve karşılıklı havalandırma, ızgara türü gölgeleme aracı	Karşılıklı havalandırma kepenk kullanımı
Mekân organizasyonu		Mekân derinliği minimum	Mekânlar genelde 5 x 6,75 m., derinlik optimum
Malzeme seçimi ve kullanımı		Isı depolama kapasitesi düşük ve geri dönüşümlü malzeme kullanımı	Isı depolama kapasitesi yüksek, % 100 geri dönüşümlü malzeme (taş)
Sağlık donatı sistemleri		Su kaynaklarının akılcı kullanımı, arıtım, teknolojik tesisatlarla ek enerji elde edilmesi	Yağmur suyu kullanma, teknolojik tesisat eksikliği

2005-2006 yıllarında tasarlanan yapı, Kayaköy-Fethiye-Muğla'da yer almaktadır. III. Derece Kentsel ve Arkeolojik Sit alanı olan Kayaköy-Keçiler Köyü Gökçeburun mevkiinde bulunan arsaya ait mimari projeler hazırlanıp Muğla Anıtlar Kurulu (şimdiki adıyla Muğla Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu) tarafından 15.03.2002 tarih ve 1177 sayılı kararı ile belirlenen geçiş dönemi yapılanma koşulları kapsamında onaylanmıştır. Yapının ruhsatı 2007 yılında alınarak, inşaatı 2008 yılında tamamlanmıştır ve yapının oturma iznini alma çalışmaları hala sürmektedir. Çalışmanın amacı, öncelikle yapının mevcut durumdaki enerji kayıp ve kazançlarını hesaplamaktır.

Bunu takiben binada enerjiyi verimli kullanmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından kazanç sağlamak amacı ile önerilen enerji etkin iyileştirme doğrultusunda tasarruf edilen enerji miktarının belirlenmesi ve her iki durum için maliyet analizinin yapılarak geri ödeme sürelerinin bulunmasıdır. Öncelikle mevcut durum için ısı kayıp-kazanç hesapları İzoder TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ve Bina Enerji Performansı Yönetmeliğine göre hesaplamaları yapılmıştır. Simülasyon programı olarak DesignBuilder programı kullanılmış ve binanın ısıtma-soğutma yükleri hesaplanmıştır.

3.3. Enerji Etkin İyileştirme Yapılan Binanın Özellikleri ve Mevcut Durum Analizi

3.3.1. Arsa bilgileri ve projenin tanımı

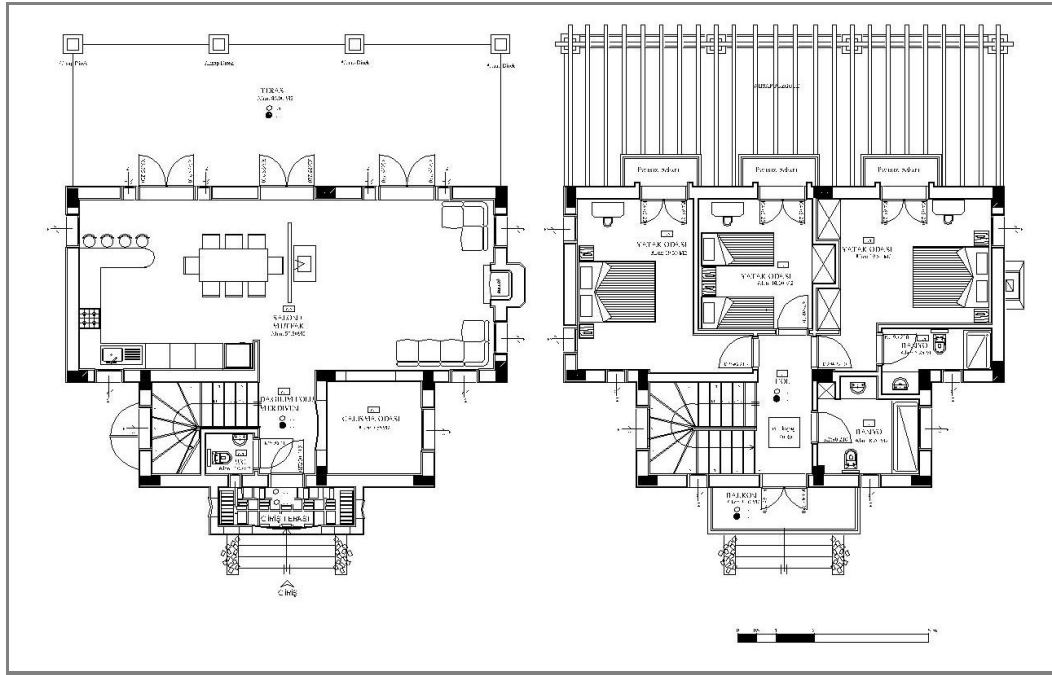
Projenin Adı: Dalkılıç Evi

Proje arsa bilgileri: Muğla ili, Fethiye ilçesi, Kayaköy, Keçiler mahallesinde inşa edilmiştir.

Kayaköy'de tasarlanan bu konut, geçici plan hükümleri gereğince, bodrum veya çatı katı olmadan, tamamen taş kaplama, taban alanı 80,00 m²'yi geçemeyecek şekilde betonarme bir yapı olarak projelendirilmiştir.

Çizelge 3.2. Dalkılıç Evi Bilgileri

Alan-Hacim Büyüklükleri	
Arsa Alanı	2.000,00 m ²
Taks (Taban Alan Katsayısı)	80,00 m ²
Kaks (Kat Alan Katsayısı)	160,00 m ²
Bahçe Alanı	1.800,00 m ²
Toplam Hacim-V _{Brüt} (m ³)	480,00 m ³
Alan/Hacim Oranı: A _{top} /V _{brüt} (m ⁻¹)	0,81



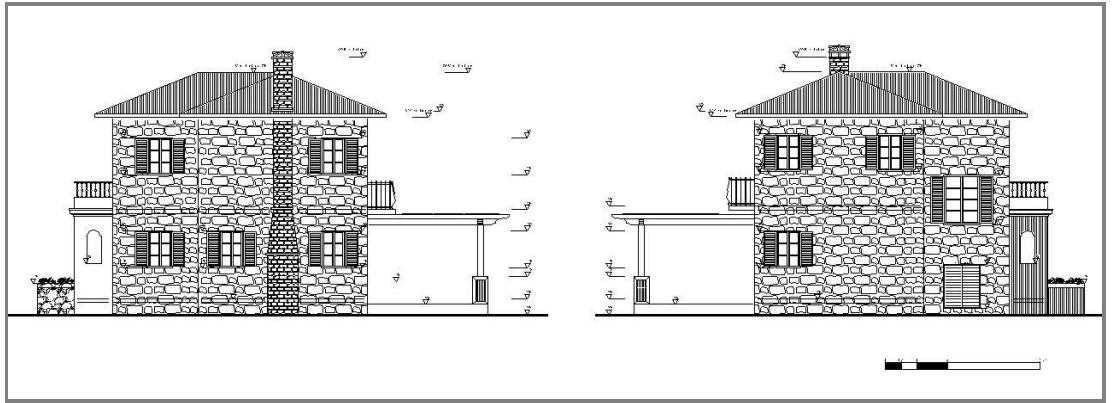
Şekil 3.16. Dalkılıç Evi - Zemin ve birinci kat planları

Su basman kotu +0.50 m olan konutun zemin katında açık salon, mutfak, hobi odası ve rüzgârlık bulunmaktadır. Açık mutfak ve salondan terasa direk çıkış vardır ve terasın üç tarafı açıktır. Birinci katında ise 2 yatak odası, 1 ebeveyn yatak odası, 1 ebeveyn banyosu ve bir genel banyo bulunmaktadır (bkz. Şekil 3.16).

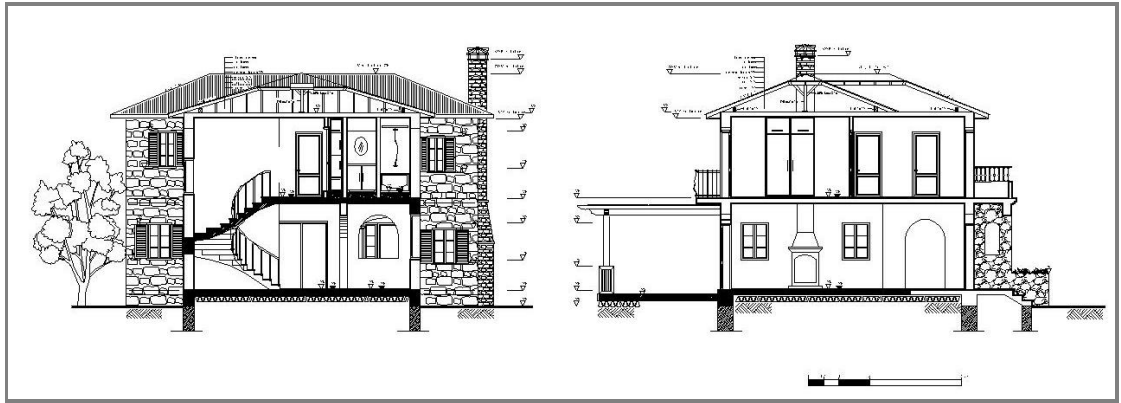
Çatısı plan hükümlerine göre kırma çatı olarak tasarlanmış ve katların yükseklikleri de 3.00'er metre olarak planlanmıştır (bkz. Şekil 3.17.-18.-19).



Şekil 3.17. Dalkılıç Evi - Kuzey (Giriş) ve güney cephesi

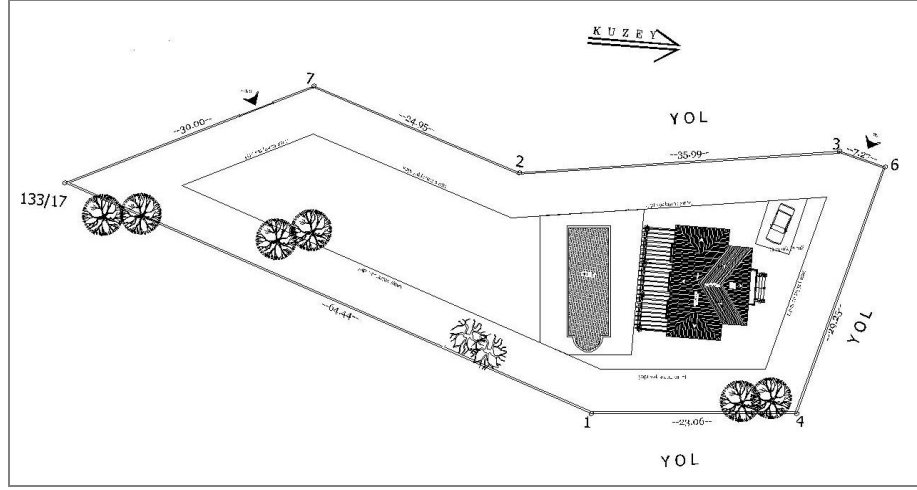


Şekil 3.18. Dalkılıç Evi - Doğu ve batı cephesi



Şekil 3.19. Dalkılıç Evi - İki kesit

Kayaköy mimarisini de göz önünde bulundurularak, birbirine kenetlenen üç dikdörtgen form tasarlanmış, ve kütle uzun cephesi güneye yönelecek şekilde doğu-batı aksında araziye yerleştirilmiştir (bkz. Şekil 3.20).

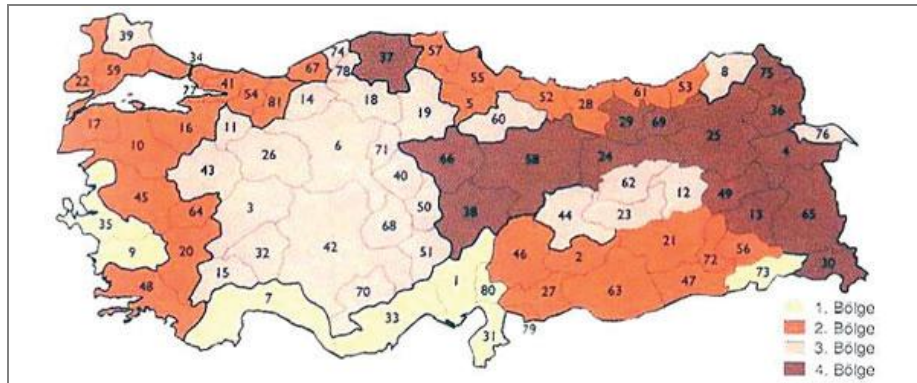


Şekil 3.20. Dalkılıç Evi - Vaziyet planı

3.3.2. Örnek binanın ısı kayıp/kazançlarının TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardı, Binalarda enerji verimliliği ve performansı (BEP-TR) ve DesignBuilder simülasyon programı kullanılarak incelenmesi

Yapı tasarlanırken, Dalkılıç ailesinin istekleri de göz önüne alınmıştır. Yılın dört mevsimi yaşanan konutun, günümüzde ısıtma problemi olduğu gibi yapının soğutulmasının da bölgenin iklimine bağlı olarak çok önemli bir problem halindedir. TS 825 Isı Yalıtım Türkiye Haritasına göre Fethiye, bağlı bulunduğu il 2. Bölgede olmasına karşın kendisi 1. Bölgede bulunan bir ilçedir (bkz. Şekil 3.21.).

3.3.2.1. İzoder TS 825 binalarda ısı yalıtım kuralları standardı








Şekil 3.21. TS 825 Isı yalıtım Türkiye haritası $U < 0,70$ (W/m²K)

Mevcut duvarlarda (zemin ve 1. katta) dıştan içe doğru 5cm taş kaplama (U değeri: 1.3 W/m²K, 19 cm tuğla (U değeri 0.39 W/m²K) ve 2 cm alçı sıva (U değeri 0.7 W/m²K) bulunmaktadır. Mevcut duvarların ısı geçirgenlik katsayısı 0,912 W/m²K'dir.

Çizelge 3.3. Dalkılıç Evi - Yapı bileşenlerinin özellikleri

Yapı Bileşenleri	Kalınlık (m)	Isı İletkenlik Değeri (W/mK)
Yatay Delikli Tuğla	0,19	0,39
Beton Elemanlar (kolon-kiriş)	0,25/0,50/0,60	2,5
İnce Yapı Elemanları		U Değeri (W/m²K)
Pencere- Ahşap Çer. Çift Cam		2
Kapı- Ahşap Çer.Çift Cam		
Dış Kapı		3,5
İç Kapı		2

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı programında konutun verileri Şekil 3.22.'de gösterilen veriler girilerek, Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi, Isı İhtiyacı Kimlik Belgesi ve Özgül Isı kaybı Çizelgesi elde edilmiştir (bkz. Şekil 3.23-24).


DUVAR	MALZEME BİLEŞENLERİ	U değeri	
Dış Havaya Acık	4.3. Alçı Harcı, kireçli alçı harcı	0,912	
DOLGU_DUVAR	7.1.5.3.Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1) 1.8. Yapay Taslar		
Dış Havaya Acık	4.3. Alçı Harcı, kireçli alçı harcı		
Kolon_Kiris	5.1.1. Donatılı 1.8. Yapay Taslar		
Topraga temas eden	4.1. Kirec Harcı, kireçli cimento harcı		
Duvar 1.1	5.1.1. Donatılı 10.5.2. Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri		
Topraga temas eden	9.1.3.Sentetik malzemeden kaplamalar	0,387	
Taban	4.6. Cimento harçlı sap 10.3.2.1.1.Ekstrüde polistren kopugu		
Cati	4.6.Cimento harçlı sap 5.1.1. Donatılı		
Catı arası kullanılmayan	4.1. Kirec Harcı, kireçli cimento harcı	0,305	
	5.1.1. Donatılı 10.5.2. Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri		

Şekil 3.22. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı hesap programına girilen malzeme detayları

Geri ödeme süresi ve katı yakıtla ısıtılan yapının yakıt tüketimi program arayıcılığıyla hesaplanmıştır (bkz. Şekil 3.23-24-25. - Çizelge 3.4.). TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı hesap programı yapının yıllık ısıtma yükünün standartların üstünde olduğunu belirtmekte ve yapıya onay vermemektedir.

3.3.2.2. Bina enerji verimliliği uygulaması (BEP-TR)

Yapının mevcut halinin Bina Enerji Verimliliği Uygulaması programında Çizelge 3.4.'de verilen malzemeler girilerek hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç yapının Sera Gazı Emisyon Sınıfının **-D-** olduğunu göstermekte ve projeye onay vermemektedir. (bkz. Şekil 3.23). Bina Enerji Verimliliği Uygulaması yapılırken programa girilen malzemeler Çizelge 3.4'teki gibidir (bkz. Çizelge 3.4).



ENERJİ KİMLİK BELGESİ
HESAPLAMA SONUÇ FORMU

Proje Kodu : 55518

Proje Adı : DALKIÇ EVİ
Kapalı Kullanım Alanı : 159,65
Ada/Pafta/Parsel : 2/1
Adres : KAYAKOY
İl : MULA
İlçe : Fethiye
Belediye : Fethiye
Bina Yapılış Tarihi :
Bina Yenileme Tarihi :
Bina Tipi : Müstakil Konut
Bina Sahibinin Adı : ELİF DALKIÇ
Bina Sahibinin Adresi : KAYAKOY

SORUMLU FİRMANIN

Firma Kodu : F06H9087
Unvanı : ATLIHAN Mimarlık Bürosu
Adresi : Cumhuriyet Mah. 503. Sok. No:8 Kat:3
Şehir : ANKARA
Telefon / Faks : 05322088542
Vergi dairesi : Fethiye
Vergi numarası : 103 053 8099

SORUMLU EKB UZMANININ

Adı Soyadı : Eylem ATLIHAN
Uzman sertifika no'su : MMO-20-0497
Sertifika veriliş tarihi : 17.06.2012
Adresi : Cumhuriyet Mah. 503. Sok. No:8 Kat:3
Telefonu : 05322088542

ENERJİ KİMLİK BELGESİ DEĞERLERİ					
İzlenir kullanım alanı	Kullanılan sistem	Nihai tüketim (kWh/yıl)	Birincil tüketim (kWh/yıl)	m ² başına tüketim	SINIFI
TOPLAM		553.111,89	620.684,93	3.464,53	G
Isıtma	Isıtma Sistemi	494.072,54	494.072,54	3.094,72	G
Sıhhi Sıcak Su	Sıcak Su Sistemi	9.353,28	9.353,28	58,59	C
Soğutma	Soğutma Sistemi	46.893,78	110.669,31	293,73	B
Havalandırma	Havalandırma Sistemi	645,26	1.522,82	4,04	D
Aydınlatma	Enkandesan	2.147,02	5.066,97	13,45	E
Sera Gazı Emisyonu				1.034,79	D
Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı	%0,00				

Şekil 3.23. Dalkıç Evi BEP-TR Hesap Programı sonuç belgesi (Mevcut Durum)

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_V$ (W/K)	$\hat{\phi}_i - \phi_e$ (K,°C)	$H(\hat{\phi}_i - \phi_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\hat{\phi}_T = \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	524,18	10,6	5.556	768	1.293	2.061	0,37	0,93	9.433.864
ŞUBAT		10,0	5.242		1.585	2.353	0,45	0,89	8.158.579
MART		7,4	3.879		1.826	2.594	0,67	0,78	4.809.798
NISAN		3,2	1.677		2.014	2.782	1,66	0,45	1.102.834
MAYIS		0,0	0		2.263	3.031	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		2.373	3.141	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		2.312	3.080	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		2.193	2.961	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		1.900	2.668	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	282		1.587	2.355	8,99	0,00	0
KASIM		6,0	3.145		1.222	1.990	0,63	0,80	4.025.583
ARALIK		9,7	5.085		1.136	1.904	0,37	0,93	8.589.489
$Q_{ay} = [H(\hat{\phi}_i - \phi_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t$ 1 kJ=0,278.10 ⁻³ kWh Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 36.120.735$ (kj) = 10.042 kwh İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W) Güneş enerjisi kazancı $\phi_{s,ay} = \sum \eta_{i,ay} \times G_{i,ay} \times A_{i,ay} \times A_i$ Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\hat{\phi}_{i,ay} - \phi_{e,ay})$ Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$ $A_{toplam} = 388,92$ m ² $V_{brüt} = 480$ m ³ Hesaplama yapılan binadaki birim alan başına düşen yıllık ısıtma enerjisi $Q = Q_{yıl} / A_n = 65,37$ kWh/m ² $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 153,6$ m ² $A_{top} / V_{brüt} = 0,81$ oranı 1. bölge için EK A.2' den alınan $Q' = 44,1 \times AV + 10,4$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 46,13$ kWh/m ² bulunur.							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 36.120.735$		
Q > Q' (65,37 > 46,13) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değer üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil 3.24. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı hesap programı sonuç belgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Eleman Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m ² K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (m ² K/W)	Isı Kaybedilen Yüzey A (m ²)	Isı Kaybı A x U (W/K)	
DUVAR:Diş Havaya Açık DOLGU_DUVAR	1/ç ₁ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029				
	7.1.5.3 Yalay delikli tuğlalarla yapılan	0,2	0,39	0,513				
	1.8 Yapay Taşlar	0,5	1,3	0,385				
	1/ç _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,040				
TOPLAM				1,096	0,912	160,00	145,98	
DUVAR:Diş Havaya Açık Kolon_kiriş	1/ç ₁ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	4.3 Alçı harcı,kireçli alçı harcı	0,02	0,7	0,029				
	5.1.1 Donatılı	0,2	2,5	0,080				
	1.8 Yapay Taşlar	0,5	1,3	0,385				
	1/ç _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,040				
TOPLAM				,663	1,508	13,70	20,66	
TAVAN:Çatılı cabi	1/ç ₁ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,130				
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,02	1	0,020				
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048				
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,12	0,04	3,000				
	1/ç _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,080				
TOPLAM				0,8 x A x U	3,278	0,305	90,00	21,96
TABAN:Toprak Temaslı doseme	1/ç ₁ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (iç)			0,170				
	9.1.3 Sentetik malzemeden kaplamalar	0,05	0,23	0,217				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,021				
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS	0,06	0,03	2,000				
	4.6 Çimento harçlı şap	0,02	1,4	0,014				
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160				
	1/ç _d Yüzeysel ısı iletim katsayısı (diş)			0,000				
TOPLAM				0,5 x A x U	2,583	0,387	80,00	15,49
Diş Pencere1					4,9	43,22	211,778	
Diş Kapı1					3,5	2	7	
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						422,8		
∑ AU = UDAD + Up.Ap + Uk.Ak + 0.8 UT.AT + 0.5 UIAt + UdAd +				İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; HT = ∑ AU + I UI				
∑ AU = 422,8				Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 . nh . Vh = 101,38 W/K				
Özgül ısı kaybı ; H = HT + Hv				H = Hl + Hh = 524,18 W/K				

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 3.25. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı hesap programı - binanın özgül ısı kaybı hesabı

Proje No	:	1
Ada Parsel	:	/1
Binanın Tanımı	:	Konutlar
Cadde ve Bina Numarası	:	KAYAKÖY - KEÇİLER
Semt/İlçe/İl	:	MUĞLA/FETHİYE
Kullanılacak Yakıt Türü	:	Linyit Kömürü

			Müsade edilen Maksimum Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	Hesaplanan Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı
A_{top}	388,92	m ²	Q' =	kWh/m ³
V_{brüt}	480	m ³	veya	
A/V	0,81	m ⁻¹	Q' =	46,13 kWh/m ²
A_n	153,6	m ²		Q' = 65,37 kWh/m ²

Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı [kg,m³]

$860 \times Q_{yil} / (\text{Yakıtın kalorifik değeri} \times \text{Sistem verimi}) [\text{Kcal}/(\text{kg} \cdot \text{m}^2)] = 2.616,17 \text{ kg yakıt}$

Önemli Not: Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı binanın TS 825'deki kabullere göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.

A_{top} : Dış duvar, tavan, tabandöşeme, pencere, kapı vb. yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı olup,dış ölçülere göre bulunur.Birimi "m²" dir.

V_{brüt} : Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hesaplanan hacimdir. Birimi "m³"

A/V : Isı kaybeden toplam yüzeyin (A_{top}) ısıtılmış yapı hacmine (V_{brüt}) oranıdır. Birimi "m⁻¹"dir.

Q' : A/V oranına bağlı olarak müsade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi "kWh/m²", kWh/m³" dır.

Q_{yil} : Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi "kWh/m²", kWh/m³" dır.

A_n : Binanın net kullanım alanıdır (A_n = 0,32 x V_{brüt} formülü ile hesaplanır).

Binanın Enerji Verimliliği İndeksi

<input type="checkbox"/> C Tipi Bina Normal Verimli Bina	<input type="checkbox"/> B Tipi Bina Enerji Verimli Bina	<input type="checkbox"/> A Tipi Bina Süper Enerji Verimli
--	--	---

Not : Q_{yil} ≤ 0,99 x Q' ise C Tipi Bina,
Q_{yil} ≤ 0,90 x Q' ise B Tipi Bina,
Q_{yil} ≤ 0,80 x Q' ise A Tipi Bina bölümü işaretlenmelidir.

Düzenleyenler		Onay
Adı Soyadı, Ünvanı İmza :.....	Adı Soyadı, Ünvanı İmza :.....	

Şekil 3.26. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ısı ihtiyacı kimlik belgesi

Çizelge 3.4. Dalkılıç Evi BEP-TR Hesap programında kullanılan malzeme ve değerlerin listesi (Mevcut durum)

	<u>Malzeme</u>	<u>Kod Adı</u>	<u>U</u>
Dış Duvar	Tuğla dolgu duvar - Yalıtımsız	OB1	1,56
İç Duvar	Tuğla dolgu duvar - Yalıtımsız	OB1	1,56
Döşeme	Toprağa temas eden döşeme- Yalıtımlı (15cm)(Mineral yün)	OB51	0,22
	Arakat döşemesi – Yalıtımsız	OB56	3,26
Çatı	Ahşap çatı - Mertek arası - Tip 1 - Yalıtımlı (Mineral yün)	OB36	0,19
Pencereler	Ahşap (iğne yapraklı yumuşak ağaçlar) doğramalı (4-12-4) çift camlı açılır pencere	A12015	1,9
Kapılar	Ahsap Plastik		
Aydınlatma	Enkandesan	75 watt	Işık Akısı 850 lm

3.3.2.3. DesignBuilder

Fethiye Türkiye'nin güneyinde 29° 70' Enlem ve 36 ° 37' Boylam meridyenlerinde yer almaktadır. Kışları ılıman ve yağışlı yazları ise nemli ve oldukça sıcaktır.



Şekil 3.27. Dalkılıç Evi - Mevcut durum - Arka görünüş

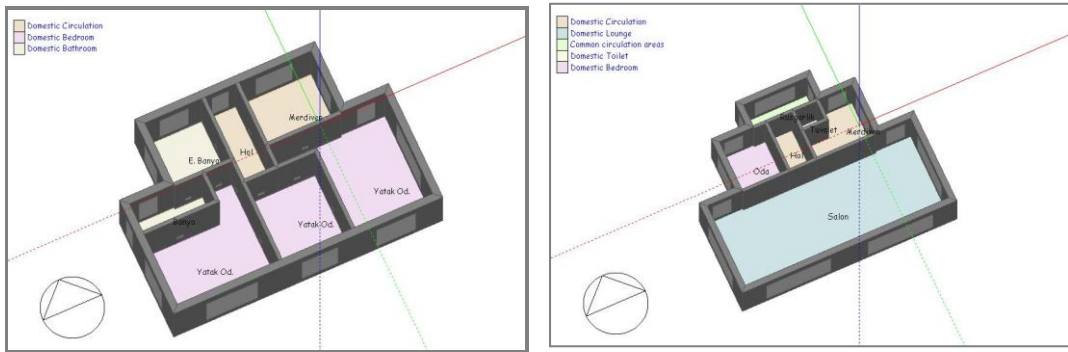
Konutun ısı modelini DesignBuilder programı kullanılarak hazırlanmıştır. DesignBuilder EnergyPlus programının kapsamlı bir arayüzüdür. EnergyPlus

binaların ısı yüklerini enerji dengesi (Energy Balance) yöntemi ile hesaplamaktadır. Bu metoda göre, binanın mimari planına uygun olarak bütün iç ve dış yüzeylerin ısı dengesi, seçilen her zaman adımında iletim, taşınım ve ışınlama ile olan ısı geçişleri, güneş enerjisinden olan kazançlar dikkate alınarak hesaplanmakta; anlık soğutma ve/veya ısıtma yükleri bulunmaktadır. Bu simülasyon programı, hesaplarda kullanılan binaya ve ortama ait termofiziksel özelliklerin sıcaklık ve ortam nem oranlarına göre etkileşimi ve zamanla değişimine izin vermektedir (Eskin, 2009).

DesignBuilder simülasyon programında Muğla ilinde olmak koşuluyla modellenerek, mekanlar işlevine göre bölümlere ayrılmıştır:

Zemin kattaki Bölümler: Hol, merdiven, oda, salon-mutfak, wc.

Birinci kattaki Bölümler: Merdiven, hol, banyo, ebeveyn banyosu, yatak od.1, yatak od. 2, yatak od. 3, olarak mimari projedeki ölçülerine göre belirlendi (bkz. Şekil 3.28.).



(a) (b)
Şekil 3.28. Dalkılıç Evi Zemin (a) - 1. (b) Kat planları DesignBuilder (Mevcut Durum)

Konutta yaşayacak kişilere uygun ısı konfor ısı araştırılmıştır. Toksoy'unda belirttiği gibi ısı konforu bulmak, insanlar tarafından belli bir amaç ve belli bir zaman diliminde kullanılacak bir hacmin hava sıcaklığına, hava nemine, yüzey sıcaklıklarına, hacimdeki izafi hava hızlarına ait değişim aralıklarına, hacmi çevreleyen yapı elemanlarına, dış hava koşullarına, hacmin bulunduğu yere ve ülkeye, hacmi kullanacak insanların giysilerine ve aktivitelerine bağlı olarak üç boyutlu dağılımını bulmaktır.

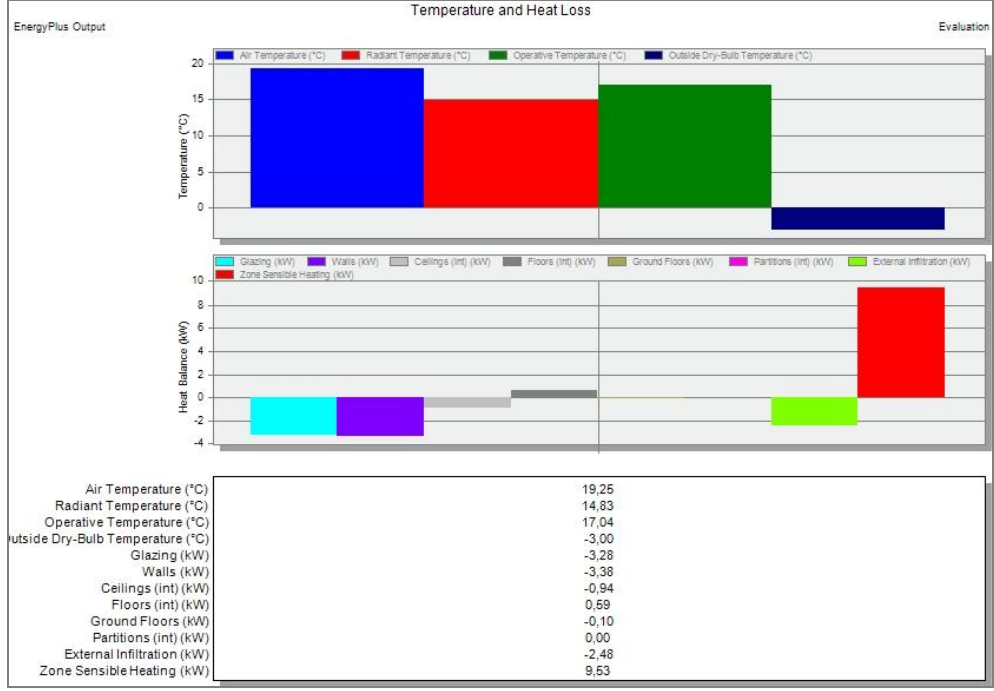


Şekil 3.29. Dalkılıç Evi – Simülasyon DesignBuilder (Mevcut durum)

Isıtma yükü hesabı için kış ayları (aralık, ocak, şubat) ortalaması 11,76 °C bulunmuştur (Çizelge 3.5.). Kullanıcı tarafından istenilen iç mekân konfor sıcaklığı ise 22 °C 'dir. Soğutma yükü hesabı için yaz ayları (haziran, temmuz, ağustos) ortalaması 26,53 °C bulunmuştur (Çizelge 3.5.). Kullanıcı tarafından istenilen iç mekân konfor sıcaklığı ise 22 °C 'dir.

Çizelge 3.5. Fethiye aylık iklim bilgisi (1975-2008)(T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşl. Genel Müdürlüğü)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Nem (%)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Metrekare Başına Yağmur (kg)
Ocak	10.0	67.9	1.6	156.0
Şubat	10.5	65.1	1.8	116.0
Mart	12.6	66.1	1.7	82.1
Nisan	15.9	66.2	1.6	51.1
Mayıs	20.3	64.5	1.6	22.2
Haziran	24.8	59.4	1.7	3.1
Temmuz	27.5	58.5	1.7	1.0
Ağustos	27.3	60.2	1.6	0.5
Eylül	23.7	61.6	1.5	9.3
Ekim	19.0	65.4	1.4	59.6
Kasım	14.1	68.2	1.4	124.9
Aralık	11.2	69.5	1.5	174.9



Şekil 3.30. Dalkılıç Evi – Isıtma raporu - DesignBuilder (Mevcut durum)

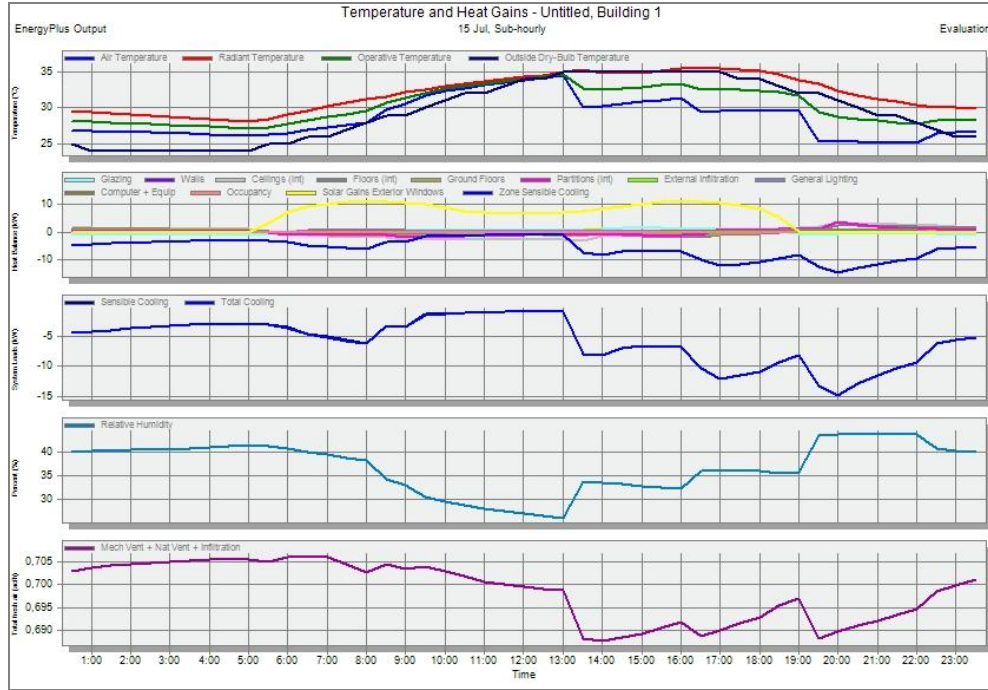
Çizelge 3.6. Dalkılıç Evi-Isıtma çizelgesi

Bulunduğu Kat	Bölüm	Konfor Sıcaklığı (°C)	Tasarımdaki ısı kayıp oranı (W)	Tasarım Kapasitesi (kWh)
Zemin K.	Depo	19,47	0,51	0,64
	Salon-Mutfak	18,41	316	3,96
	Wc	18,45	0,12	0,15
	Hol	17,16	0,23	0,28
	Oda	16,25	0,42	0,53
Birinci K.	Merdiven	15,58	0,69	0,86
	Yatak Od. 3	15,65	1,23	1,54
	E. Banyo	15,81	0,41	0,51
	Hol	16,56	0,34	0,43
	Yatak Od. 2	16,47	0,65	0,81
	Yatak Od. 1	15,91	1,10	1,38
	Banyo	15,38	0,65	0,81
Çatı		-4,94	0,00	0,00

Zemin kat toplam ısıtma yükü: 5,560 (kWh)

Birinci kat toplam ısıtma yükü: 6,350 (kWh)

Toplam ısıtma yükü: 11,910 (kWh)



Şekil 3.31. Dalkılıç Evi – Soğutma raporu- DesignBuilder (Mevcut durum)

Çizelge 3.7. Dalkılıç Evi-Soğutma çizelgesi

Bulunduğu Kat	Bölüm	Tasarım Kapasitesi (kWh)	Tasarımdaki ısı kayıp oranı (m3/s)	Toplam Soğutma Yükü (kWh)
Zemin K.	Merdiven	1,60	0,11	1,39
	Salon-Mutfak	8,21	0,53	7,14
	Tuvalet	0,24	0,02	0,21
	Hol	0,97	0,06	0,84
Birinci K.	Oda	1,85	0,12	1,60
	Merdiven	1,36	0,09	1,19
	Yatak Od. 3	2,61	0,17	2,27
	E. Banyo	1,22	0,08	1,06
	Hol	0,95	0,06	0,83
	Yatak Od. 2	1,84	0,12	1,60
	Yatak Od. 1	2,89	0,19	2,51
Banyo	1,74	0,11	1,51	
Çati		0	-	-

Zemin kat toplam soğutma yükü: 12,870 (kWh)

Birinci kat toplam soğutma yükü: 12,610 (kWh)

Toplam soğutma yükü: 25,480 (kWh)

3.4. Örnek Binada Enerji Etkin İyileştirme Önerileri

Tezin bu bölümünde, sıcak ve nemli iklim bölgesi için ekolojik tasarım ölçütleri sistematığının tanımlanan verileri enerji korunumu sağlamak, enerji kazancını artırmak ve atık üretimini azaltmak amaçlı ele alınan yapıda iyileştirmeler önerilmektedir.

Müstakil konut olmasından dolayı evin, kış aylarında tamamı ısıtılmakta ve yazın ise tamamı soğulmak istenmektedir.

Yapıyı enerji etkin hale dönüştürmek için yapılacak iyileştirmeleri listelersek;

- Aydınlatma
 - Enkandesen aydınlatma yerine Kompakt Floresan kullanımı uygulanmıştır.
- Yalıtım
 - İçten dış duvar yalıtımıyla iyileştirme
- Teras
 - Kış Bahçesi dönüşümü ile iyileştirme
 - Rüzgârlık dönüşümü ile iyileştirme
- Güneş Kırıcılar
 - Yapının batı yönündeki pencerelerine güneş kırıcı eklenmiştir.
- Doğal Havalandırma
 - Doğal havalandırma eklenerek, yapının içinde havanın sirkülasyonu sağlayarak iyileştirme
- Yönlenme

- Yapının yönü DesignBuilder programında yapılan modellemede değiştirilerek ısıtma-soğutma yükleri açısından optimum yönlenme bulunmuştur.
- Fotovoltaik Paneller
 - Sisteme PV eklenerek, elektrik üretimi sağlanmıştır.
- Güneş Panelleri
 - Sisteme güneş paneli eklenerek, sıcak su üretimi sağlanmıştır.

Binalarda enerji verimliliği uygulamasıyla elde ettiğimiz sertifikada yer alan

Nihai enerji tüketimi; son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerjinin ve elektrik enerjisinin toplam tüketimini ifade eder.

Birincil enerji tüketimi; son kullanıcı tarafından binasında veya bağımsız bölümünde katı, sıvı veya gaz yakıtlardan elde edilen enerji ile tüketilen elektrik enerjisinin üretilmesi ve dağıtılması safhalarında tüketilen enerjilerle birlikte toplam tüketimlerini ifade eder (URL-7). Birincil enerji tüketimi ilerleyen çalışma hesaplarında ele alınacaktır.

3.4.1. Aydınlatma (1. İyileştirme)

Bina Enerji Verimliliği Uygulaması (BEP-TR) programında aydınlatmalar Enkandesen aydınlatmadan Kompakt Floresana değiştirilmiştir. E sınıfında olan aydınlatma sistemi A sınıfına yükseltilmiştir. Sonuç olarak, 1. iyileştirmede enerji kimlik belgesindeki aydınlatma enerji tüketiminde yıllık 4.222,47 kWh enerji tasarrufu sağlanmış fakat söz konusu tasarruf çok yüksek olduğu için ekonomik analizde yer almamıştır.

3.4.2. Yalıtım (2. İyileştirme)

Yapıya yalıtım yapılması durumu TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı uygulamasında elde edilen sonuçlar Şekil 3.32-33'de verilmiştir.

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı	Isıl İletkenlik Hesap Değeri	Isıl İletkenlik Direnci	Isı Geçirgenlik Katsayısı	Isı Kaybedilen Yüzey	Isı Kaybı
	d(m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)	U (m ² K/W)	A (m ²)	AxU (W/K)
DUVAR:Diş Havaya Açık DOLGU_DUVAR	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	4.3 Ağız harcı,kireçli ağız harcı	0,02	0,7	0,029		
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TB	0,5	0,035	14,286		
	4.3 Ağız harcı,kireçli ağız harcı	0,02	0,7	0,029		
	7.1.5.3 Yatay delikli tuğlalara yapılan	0,19	0,39	0,487		
	1.8 Yapay Taşlar	0,5	1,3	0,385		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Diş)			0,040		
TOPLAM			15,385	0,065	160,00	10,40
DUVAR:Diş Havaya Açık KOLON_KIRIS	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	4.3 Ağız harcı,kireçli ağız harcı	0,02	0,7	0,029		
	10.3.1.1.1 Polistiren - Partiküler Köpük - TB	0,5	0,035	14,286		
	4.3 Ağız harcı,kireçli ağız harcı	0,02	0,7	0,029		
	5.1.1 Donatılı	0,19	2,5	0,076		
	1.8 Yapay Taşlar	0,5	1,3	0,385		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Diş)			0,040		
TOPLAM			14,973	0,067	13,00	0,87
TAVAN:Çatılı CATI	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,130		
	4.1 Kireç harcı,kireç-gımento harcı	0,02	1	0,020		
	5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048		
	10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım	0,12	0,04	3,000		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Diş)			0,080		
TOPLAM		0,8 x A x U	3,278	0,304	90,00	21,88
TABAN:Toprak Teması DOĞEME	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,170		
	9.1.3 Sentetik malzemeden kaplamalar	0,05	0,23	0,217		
	4.6 Çimento harçlı çap	0,03	1,4	0,021		
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistiren köpüğü - TB	0,06	0,03	2,000		
	4.6 Çimento harçlı çap	0,02	1,4	0,014		
	5.1.1 Donatılı	0,4	2,5	0,160		
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (Diş)			0,000		
TOPLAM		0,5 x A x U	2,583	0,387	80,00	15,49
Diş Pencere1				2	43,22	86,44
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =						135,1
$\Sigma AU = U_0A_0 + U_p.A_p + U_k.A_k + 0.8 U_r.A_r + 0.5 U_t.A_t + U_dA_d + \dots$			$\Sigma AU =$			135,1
Özgül ısı kaybı ; H = Hr + Hv			İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; Hr = $\Sigma AU + I UI$			
			Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı Hv = 0,33 . n . Vn =			101,38 W/K
H = Hr + Hv = 236,48 W/K						

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

Şekil 3.32. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ısı ihtiyacı kimlik belgesi

Çizelge 3.8. Dalkılıç Evi - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı geri ödeme süresi işlemleri

Yalıtımsız durumdaki net ısıtma enerjisi gereksinimi	14,362 kWh
Yalıtımlı durumdaki net ısıtma enerjisi gereksinimi	2,731 kWh
Tasarruf edilen enerji miktarı	- 11,631 kWh
Tasarruf edilen yakıt miktarı	+ 3030,326
Tasarruf edilen yakıt miktarının bedeli	818 YTL

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T - \phi_i + \phi_s$ (W)			
OCAK	236,48	10,6	2.507	768	1.293	2.061	0,82	0,70	2.757.857
ŞUBAT		10,0	2.365		1.585	2.353	1,00	0,63	2.287.181
MART		7,4	1.750		1.826	2.594	1,48	0,49	1.241.184
NİSAN		3,2	757		2.014	2.782	3,68	0,00	0
MAYIS		0,0	0		2.263	3.031	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		2.373	3.141	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		2.312	3.080	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		2.193	2.961	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		1.900	2.668	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	118		1.587	2.355	19,92	0,00	0
KASIM		6,0	1.419		1.222	1.990	1,40	0,51	1.047.116
ARALIK		9,7	2.294		1.136	1.904	0,83	0,70	2.491.057
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{s,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t(J)$ 1 kJ=0,278.10 kWh ⁻³							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$ 9.825.081		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 9.825.081$ (kJ) = 2.731 kWh									
İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\phi_{s,ay} = \sum \eta_{s,ay} \times G_{s,ay} \times I_{s,ay} \times A_s$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_i - \theta_e, ay)$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{-1/KKO_{ay}}$									
$A_{toplam} = 386,22$ m ²									
$V_{brüt} = 480$ m ³									
Hesaplama yapılan binadaki birim alanına düşen yıllık ısıtma enerjisi									
$Q = Q_{yıl} / A_n$ 17,78 kWh/m ² $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 153,6$ m ²									
$A_{top} / V_{brüt} = 0,8$ oranı bölge için EK A.2'de verilen $Q' = 44,1 \times A/V + 10$ mülünde									
yerine konduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 44,1 \times 386,22 / 480 + 10 = 45,88$ bulunur. ²									
<div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> $Q < Q'$ (17,78 < 45,88) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerdir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur. </div>									

Şekil 3.33. Dalkılıç Evi (2. İyileştirme) - TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı hesap programı - Binanın özgül ısı kaybı hesabı

Yapıya içten yapılacak olan yalıtımın TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'na göre hesaplanmasıyla Çizelge 3.8.'deki veriler elde edilmektedir. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı uygulamasında geri ödeme hesaplamalarında pencerenin etkisi göz ardı edilmiş, soğutma yükü göz ardı edilmiş

ve yakıt türü olarak Linyit Kömürü seçilmiştir. Ancak ılıman iklim bölgelerinde ısıtma-soğutma sistemlerinde genellikle elektrik kullanılmaktadır. Alan çalışmasının yapıldığı Dalkılıç evinde de ısıtma sistemi elektrik kullanılarak yapılmaktadır.

Binalarda enerji verimliliği ve performansı (BEP-TR) uygulamasına göre yapının dış duvarlarına 10cm EPS ile içten yalıtım yapıldığında enerji tüketimi

- Sonuç olarak, **G** sınıfında olan ısıtma sistemi **C** sınıfına yükseltilmiştir. Yapılan bu uygulama ile yıllık 381.200,82 kWh ısıtma yükü tasarrufu sağlanmıştır.
- Sonuç olarak, **B** sınıfında olan soğutma sistemi **E** sınıfına inmiştir. Yapılan bu uygulama ile yıllık 132.676,25 kWh soğutma yükü artmıştır.

Fethiye'nin Türkiye Isı Yalıtım Haritasına göre I. Bölgede yer alması yörede soğutmanın ısıtmadan daha büyük bir problem olduğunu göstermektedir. Ayrıca Yıldız ve Durmuş Arsan'nın da belirttiği gibi şu ana kadar ısıtma yüklerinin azaltılmasına yönelik önlemlerin hâkim olduğu (termal yalıtım) bir tasarım anlayışına sahip olmamıza karşın, soğutma odaklı tasarımlar ve önlemler de ön plana çıkartılmalıdır. Ayrıca apartman binalarında ısıtma yükünün bugünle kıyaslandığında 2080 yılında % 45 daha az olacağı, soğutma yükünün ise tahmini olarak 4 kat daha fazla olması beklenmekte olacağını belirtmişlerdir (Durmuş Arsan ve Yıldız, 2011).

Çizelge 3.9. Dalkılıç Evi Binalarda Enerji Verimliliği ve Performansı (BEP-TR) sonuç belgesi

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Nihai Tüketim (kWh/Yıl)	Birincil Tüketim (kWh/Yıl)	M ²	
				Başına Tüketim	SINIFI
TOPLAM		228.072,71	372.025,59	1.428,58	D
Isıtma	Isıtma Sistemi	112.871,72	112.871,72	706,99	C
Sıhhi Sıcak Su	Sıcak Su Sistemi	9.353,28	9.353,28	58,59	C
Soğutma	Soğutma Sistemi	103.112,53	243.345,56	645,87	E
Havalandırma	Havalandırma Sistemi	588,16	1.388,05	3,68	C
Aydınlatma	Kompakt Floresan	2.147,02	5.066,97	13,45	A
Sera Gazı Emisyonu				1.029,46	D

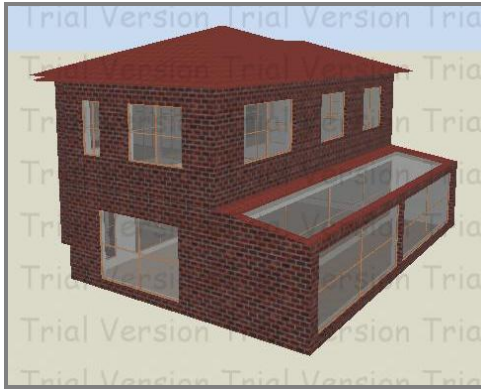
Coğrafi konum açısından ısıtmadan çok soğutma mekân konforu için büyük önem taşımaya başlamıştır. Bu sebeple soğutma yükünden ziyade ısıtma yükü daha fazla olan Binalarda Enerji Verimliliği ve Performansı (BEP-TR) sonuçları ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı sonuçları ekonomik analizde kullanılmayacaktır.

DesignBuilder programına göre dış duvarlara yalıtım yapıldığında ise yapının ısıtma ve soğutma yükleri aşağıdaki değerlere düşmektedir ve ekonomik analizde bu değerler göz önüne alınmıştır.

Çizelge 3.10. Dalkılıç Evi DesignBuilder yalıtım iyileştirmesi sonuç belgesi

Yalıtım	Isıtma Yükü	Soğutma Yükü
Zemin Kat	5,260 kWh	12,780
1. Kat	3,940 kWh	11,320
Toplam	9,200 kWh	24,100
Tasarruf	Isıtma Yükü	Soğutma Yükü
Zemin Kat	300 kWh	90 kWh
1. Kat	2,410 kWh	1,290 kWh
Toplam	<u>2,710 kWh</u>	<u>1,380 kWh</u>

3.4.3. Kuzey-güney teras kapatma (3. İyileştirme)



(a)



(b)

Şekil 3.34. Dalkılıç Evi –DesignBuilder teras- rüzgarlık kapatma (3. İyileştirme)

Mevcut güney terasın kış ayları için kapatılarak, yaz aylarında ise yine açılacak bir konstrüksiyon ile kış bahçesi olacak şekilde kapatılması önerilmiştir. Mevcut kuzey terasına ise kış ve yaz aylarında kapalı olarak kullanılacak bir konstrüksiyon eklenmiştir. Bu müdahalelerin evin ısıtma ve soğutma yüklerine olan etkisi

DesignBuilder programında modellenmiştir. Çıkan sonuçlar ise Çizelge 3.11.'deki 3. İyileştirme (a-b) bölümünde belirtilmiştir (bkz. Çizelge 3.11.). Güney cephesindeki kışın kapatılıp yazın açılacağından soğutma yüküne olan etkisi göz ardı edilecek şekilde enerji tasarruf miktarları ekonomik analizde yer almıştır.

Çizelge 3.11. Dalkılıç Evi (3. İyileştirme)

	<u>3. Güney Teras Kapatma (a)</u>		<u>3. Kuzey Teras Kapatma (b)</u>	
	<u>Isıtma Yükü</u>	<u>Soğutma Yükü</u>	<u>Isıtma Yükü</u>	<u>Soğutma Yükü</u>
	<u>(kWh)</u>	<u>(kWh)</u>	<u>(kWh)</u>	<u>(kWh)</u>
Zemin Kat	4,970	8,950	5,350	8,950
Birinci Kat	5,540	8,170	6,260	8,170
Toplam	10,510	31,930	11,610	31,930

3.4.4. Güneş kırıcılar ve doğal havalandırma (4. İyileştirme)

Yansıtıcı özelliği yüksek güneş kırıcılar pencerelerin dışlarından yapı cephesine uygulanması durumu modellendiğinde ise Çizelge 3.12. (a) verileri elde edilmiştir. Yapıda doğal havalandırma durumu modellendiğinde ise Çizelge 3.12. (b)'deki veriler elde edilmiştir. Sonuç olarak 4.(a) iyileştirmesinde ısıtma yükü değişmezken soğutma yükünde 2.230 kWh, 4(b) iyileştirmesinde ısıtma yükünde 750 kWh, soğutma yükünde ise 10 kWh enerji tasarruf edilmiş ve bu değerler ekonomik analizde yer almıştır.

Çizelge 3.12. Dalkılıç Evi (4. İyileştirme)

	<u>4. Güneş Kırıcı (a)</u>		<u>4. Doğal Havalandırma (b)</u>	
	<u>Isıtma Yükü</u>	<u>Soğutma</u>	<u>Isıtma Yükü</u>	<u>Soğutma</u>
	<u>(kWh)</u>	<u>Yükü</u>	<u>(kWh)</u>	<u>Yükü</u>
		<u>(kWh)</u>		<u>(kWh)</u>
Zemin Kat	5,560	11,190	5,110	12,860
Birinci Kat	6,350	12,060	6,050	12,610
Toplam	11,910	23,250	11,160	25,470

3.4.5. Yönlenme (5. İyileştirme)

Yapı güney cephesine yönelmiş durumdadır. En uygun yönü bulmak için DesignBuilder programında bina 45°, 90°, 135° ve 180° doğu ve batı yönlerinde döndürülerek, yapının ısıtma ve soğutma yükleri analiz edilmiştir (Çizelge 3.13.-14.).

Çizelge 3.13. Dalkılıç Evi Isıtma yükü (5. İyileştirme)

	<u>5. Durum (45°)</u>		<u>5. Durum (90°)</u>		<u>5. Durum (135°)</u>		<u>5. Durum (180°)</u>	
	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>
Zemin Kat	5,550	13,480	5,560	13,630	5,560	13,540	5,560	11,910
Birinci Kat	6,350	14,190	6,370	14,610	6,360	14,400	6,350	12,910
Toplam	11,900	27,670	11,930	28,240	11,920	27,940	11,910	24,820

Çizelge 3.14. Dalkılıç Evi Isıtma yükü (5. İyileştirme)

	<u>5. Durum (225°)</u>		<u>5. Durum (270°)</u>		<u>5. Durum (315°)</u>		<u>5. Durum (360°)</u>	
	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Isıtma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>	<u>Soğutma</u> <u>Yükü</u> <u>(kWh)</u>
Zemin Kat	5,560	14,080	5,560	15,080	5,550	14,630	5,560	12,870
Birinci Kat	6,350	14,570	6,350	14,870	6,340	14,590	6,350	12,610
Toplam	11,910	28,650	11,910	29,950	11,890	29,220	11,910	25,480

Sonuç olarak yapının 180° çevrilmesiyle en enerji etkin durum elde edilmektedir. Kayaköy yerleşkesindeki evlerin kuzeye yönelmelerinin en enerji etkin çözüm olduğu da bu iyileştirmede görülmektedir. Yapının yönlendirilmesi bu aşamada değiştirilemeyeceği için ekonomik analizde göz ardı edilecektir.

3.4.6. PV ile elektrik üretimi (6. İyileştirme)

Fotovoltaik panellerle güneş enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu bağlamda kullanılan Fotovoltaik pillerin çalışma prensibi, güneş ışınımları (fotonlar), plaka üzerindeki elektronları kopararak elektron akış hareketine neden olmaktadır ve bu hareket sonucu direkt akım enerjisi oluşmaktadır. 1 m² fotovoltaik panel 2 ton CO² emisyonunu engellemektedir (Mutlu Danacı ve Gültekin, 2009).

Fethiye'nin ortalama güneşlenme süresi 8,31 saat ve ortalama global radyasyon değeri günlük 4,1 kWh/m² gün, yıllık 1.496,5 kWh'dir (URL-8).

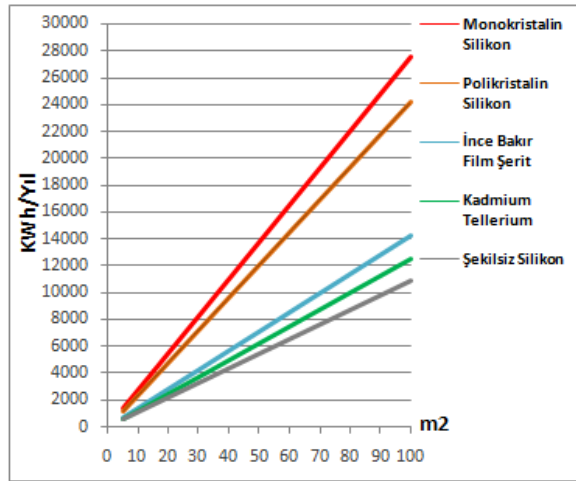
PV sistemleri ya tek başlarına ya da elektrik şebekesine bağlı olarak kullanılabilirler. Bu iki sistemde PV'lerin kurulumu çok farklıdır. Tek başına kurulan PV sistemler elektrik şebekesine bağlı olmayan konutlar içindir ve tüm elektrik ihtiyacını karşılarlar. Gündüz üretilen elektrik akülerde depolanır ve ihtiyaç duyuldukça özellikle gece kullanılır. Şebekeye bağlı sistemler ise genelde ihtiyacın % 50'si veya bira fazlasını karşılayacak şekilde projelendirilir. Panellerdeki ancak optimum şartlarda optimum güçlerini verebilirler. (Koroğlu vd., 2010).

Koroğlu, Teke, Bayındır, Tümay'ın yaptığı çalışmada 4 kişilik bir ailenin elektrik tüketimi göz önüne alınmıştır. Tasarlanan sistem günlük ortalama 1,5 kW elektrik üretimi gerçekleştiren günlük ortalama 5 kWh olarak sağlayan bir sistemdir. PV sistemlerin bakımları oldukça basittir. Şebekeye bağlı sistemler için yapılması gereken sadece panellerin temiz tutulmasıdır. Panelin camının kirlenmesi güneş ışınlarının sabah ve akşam dik açıyla gelmemesi, havanın çok sıcak ve soğuk olmasından dolayı veriminin düşmesi gibi nedenlerden ötürü 1,5 kW'lık monokristalin silikon güneş paneli günlük 5 kWh ihtiyacı rahatlıkla sağlayabilecektir. Tek başına sistemlerde ise akülerin belirli aralıklarla bakım-onarımlarının yapılması gerekmektedir.

Sistemde 6 adet, toplam yüz ölçümü 7,8 m² olan %30 derece eğimle bahçeye yerleştirilecektir. Panellerin verimi ise % 15'dir. Panellerin garanti süresi 18 yıl ömürleri ise 35-40 yıl arasındadır. Bu sistemde yılda 13.140 kWh elektrik üretilecektir ve sistemin maliyeti ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 3.15. Dalkılıç Evi-PV Panel maliyet hesabı

Donanım	Özellik (Güç-Akım)	Fiyat
Fotovoltaik Hücreler	6 X 175 = 1050 W	778*6 Avro
Akü Grubu	6 X 12 V 200 AH = 12 V 1200 AH	1700 Avro
Akü Şarj Regülatör	12 V 60 A	200 Avro
Evirici (Inverter)	12 V DC - 230 V AC / 50 Hz 2500 V	1200 Avro
Toplam Maliyet	4975Avro + KDV = 5.870 Avro (1 Avro = 2,30 TL)	13.500 TL



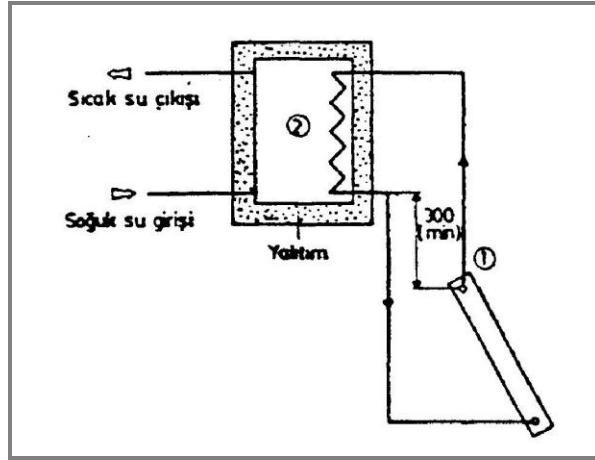
Şekil 3.35. Fethiye PV Tipi-Üretebilecek enerji (kWh-Yıl) (URL-1)

3.4.7. Güneş paneli (7. İyileştirme)

Sıcak su ihtiyacını sağlamak için yapıda 2 kW ısıtma gücünde olan elektrikli termosifon kullanılmaktadır. Isıtıcının elektrik tüketimi ortalama 2.372 TL'dir. Elektrikli ısıtıcının yerine kişi başına 1-1,5 m² olacak şekilde güneş kolektörlerinin konutun sistemine entegre edilmesi durumunun da ise;

Kolektörün üzerine düşen güneş enerjisi miktarının çoğunu absorbe etmesi, kolektörlerden çevreye olan ısı kaybı en düşük düzeyde olması ve absorbe ettiği enerjiyi içindeki ısı taşıyıcı akışkana yüksek bir verimlilikle geçirebilmesi beklenmektedir. Doğal dolaşimli güneşle su ısıtma sistemlerinde devredeki ısı aktarma sıvısını dolaştıran itme gücü soğuk su ile sıcak su arasındaki yoğunluk farkına ve deponun sıcak su girişi ile kolektör panelinin soğuk su girişi arasındaki seviye farkına bağlıdır. Doğal dolaşimli sistemlerde, kolektör paneli ile depo

arasında olabilecek ters dolaşımı önlemek için depo tabanı kolektör paneli üst kenarından en az 30 cm daha yüksekte olmalıdır (URL-9).



Şekil 3.36. Doğal dolaşimli güneşle su ısıtma sistem şeması (URL-9)

İstenilen su sıcaklığının 45 °C'dir ve şebekeden gelen suyun sıcaklığı ortalama sıcaklığı ise 16,48 °C'dir.

Konutun sıcak su ihtiyacı:	Kişi sayısı	X	Kişi başına sıcak su
	4	X	45 = 180lt/gün

Yapının günlük enerji ihtiyacı ($Q_{gün}$)

$$Q_{gün} = 180 (45-16,48)$$

$$Q_{gün} = 5133 \text{ kcal/gün}$$

Toplam gerekli kolektör alanı (A_k)

$$A_k = Q_{gün} / Q_{ışınım} \times n \text{ (verim)}$$

$$A_k = 5133 / 1600 \times 0,74$$

$$A_k = 4,33 \text{ m}^2$$

Bir adet kolektör alanı 2,1 m²'dir ve 2 adet kolektöre ihtiyaç vardır. Bu kolektörlerin kurulum fiyatı 1.500,00 TL'dir. Sonuç olarak 7. İyileştirmede önerilen sistem maliyetini 2 yıl içerisinde geri ödemektedir.

3.5. Ekonomik Analiz

Mevcut konutun ısıl modeli oluşturulduktan sonra ise program yardımıyla ısıtma amaçlı enerji tüketiminin yapılan enerji etkin iyileştirmeler sonucundaki değişimleri irdelenmiştir. Ekonomik analizde Yapım Kullanım Maliyetleri tekniğinden yararlanılmıştır. Bu yöntemde yapılacak yatırımın kullanım ömrü boyunca bütün fayda ve masrafları bugünkü değerlere ya da yıllık değerlere çevrildikten sonra Yapım-Kullanım Maliyetleri (LCC) bulunur. Bu teknikte farklı seçeneklerin Yapım-Kullanım Maliyetleri belirlendikten sonra Yapım-Kullanım Tasarrufları (LCS) hesaplanır (Eltez ve Eltez, 2007). Yapıya uygulanacak olan iyileştirmelerin sağlayacağı yapım-kullanım maliyeti (LCC) analizi iki farklı senaryoda ele alınmıştır.

- Veriler TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programı, Bina Enerji Performansı (BEP-TR) ve DesignBuilder programlarından alınmıştır.
- Faiz oranı %14 olarak T.C. Merkez Bankasından alınmıştır (Haziran-2012) (URL-10).
- Enflasyon oranı %10,43 olarak alınmıştır (URL-11).
- Yapılan hesaplamalarda 20 yıllık bir süre öngörülmüş ayrıca bakım, onarım ve hurda değerleri göz ardı edilmiştir.
- EPDK'nın birim elektrik fiyatında Mart 2012 tarihinde yaptığı güncelleme ile konutlarda 1kWh elektriğin birim fiyatı 0,32515 TL olmuş ve bu değer hesaplamalarda kullanılmıştır.
- Isıtma ve soğutma sistemlerinde ise elektriğin kullanıldığı varsayılmıştır.

Yapılan iyileştirmeleri tekrar listelersek;

1-Aydınlatma

2- İçten dış duvar yalıtımı

3a- Güney terasının kapatılması

3b- Kuzey terasının kapatılması

- 4-Pencerelere gölgeleme elemanı uygulaması
- 5-Elektrik üretimi için fotovoltaik eklenmesi
- 6-Sıcak su eldesi için güneş panelleri eklenmesi
- 7-Doğal havalandırma sistemi

Çizelge 3.16. Dalkılıç Evi-Ekonomik Analiz Alternatifleri

Alternatifler		
Mevcut Durum	Birinci Senaryo	İkinci Senaryo
	1,2,3a,6	1,2,3a,3b,4,5,6,7

$$LCC = P - S + M + R + E$$

Burada; (LCC) Yapım - Kullanım Maliyetleri, (P) satın alma ve montaj giderleri, (S) hurda değeri, (M) bakım-onarım giderleri, (R) yenileme giderleri, (E) enerji ve işletme giderlerini ifade etmektedir. Bu giderlerin gelecekteki değerlerini bulmak için reel faiz oranı hesaplanır. Reel faiz oranı enflasyondan arındırılmış faiz oranıdır ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Eltez ve Eltez, 2007; Demir, 2008).

$$d = \left(\frac{1+i}{1+e} \right) = \left(\frac{1,14}{1,1043} \right) = 1,03233 \text{ İskonto Oranı}$$

3.5.1. Birinci senaryo ilk yatırım maliyeti

İçten dış duvar yalıtımı	11.325,00 TL
Güney balkon kapatılması	3.504,60 TL
Güneş paneli	1.500, 00 TL
Toplam	16.329,60 TL

3.5.2. İkinci senaryo ilk yatırım maliyeti

İçten dış duvar yalıtımı	11.325,00 TL
Güney+kuzey terasının kapatılması	5.646,40 TL
Pencerelere gölgeleme elemanı uygulaması	725,00 TL

Elektrik üretimi için fotovoltaik eklenmesi	13.500,00 TL
Sıcak su eldesi için güneş panelleri eklenmesi	1.500,00 TL
Doğal havalandırma sistemi	750,00 TL
Toplam	33.446,40 TL

3.5.3. Mevcut durum enerji giderleri

$$Q_{is} = \text{Isıtma Yüğü} = 11.910 \text{ kWh}$$

$$Q_{soğ} = \text{Soğutma Yüğü} = 25.480 \text{ kWh}$$

$$Q_{s.su} = \text{Sıcak Su İhtiyacı Yüğü} = 2.372 \text{ kWh}$$

$$Q_{top} = \text{Toplam Yüğü} = 39.762 \text{ kWh}$$

$$\text{Elektriğın Birim Fiyatı} = 0,3251 \text{ TL}$$

$$\text{Mevcut durumda elektrik sarfiyatı} = 12.926,62 \text{ TL}$$

3.5.4. I. Senaryo enerji giderleri

- İçten dış duvar yalıtımı yapılmasıyla ısıtma ve soğutmada sistemlerinde toplam 4.090 kWh tasarruf sağlanmıştır.
- Güney Balkonun Kapatılmasıyla 1.400 kWh tasarruf sağlanmıştır.
- Güneş panelleri ile 2.372 kWh tasarruf sağlanmıştır.

Bütün sistemlerde elektrik kullanılmıştır böylece

$$Q_{yük} = 39.762 - 7.862 = 31.900 \text{ kWh} * 0,3251 = 10.370,60 \text{ TL}$$

3.5.5. II. Senaryo enerji giderleri

- Kuzey balkon kapatma uygulamasıyla 300 kWh ısıtmada + 140 kWh soğutmada tasarruf sağlamıştır.
- Pencerelele gölgeleme elemanı uygulamasıyla 2.230 kWh soğutmada tasarruf sağlamıştır.

- Elektrik üretimi için fotovoltaik eklenmesi uygulamasıyla 13.140 kWh tasarruf sağlamıştır.
- Doğal havalandırma uygulamasıyla 750 kWh ısıtma + 10 kWh soğutmada tasarruf sağlamıştır.

Bütün sistemlerde elektrik kullanılmıştır ve toplamda 16.570 kWh tasarruf sağlanmıştır.

$$Q_{\text{yük}} = 31.900 - 16.570 = 15.330 \text{ kWh} * 0,3251 = 4.983,78 \text{ TL}$$

20 yıl sonunda mevcut durum toplam giderleri 23.660,10 TL iken, I. Senaryoda bu miktar 18.981,53 TL'ye, II. Senaryoda ise 9.121,01 TL'ye düşmektedir.

Bütün durumlar için 1. yılda tasarruflar (-)'de iken hemen 2. yılda bu değerlerin (+) olması bu yıldan itibaren ekonomik tasarrufa geçildiğini göstermektedir. Hangi tasarrufun daha doğru olduğuna karar vermek için birikimli tasarruflara bakmak gerekmektedir.

Mevcut durum yerine I. Senaryodaki iyileştirmeleri yaparsak 6. yılda yaptığımız iyileştirme tutarını tasarruflarla karşıladığımızı görüyoruz. Bundan sonraki yıllarda yapılan iyileştirme bize kar sağlamaktadır. Bu değer ise 20. yılın sonunda 53.219,88 TL'dir.

Mevcut durum yerine II. Senaryodaki iyileştirmeleri yaparsak 4. yılda yaptığımız iyileştirme tutarını tasarruflarla karşıladığımızı görüyoruz. Bundan sonraki yıllarda yapılan iyileştirme bize kar sağlamaktadır. Bu değer ise 20. yılın sonunda 184.274,64 TL'dir.

I. Senaryo yerine II. Senaryodaki iyileştirmeleri yaparsak 3. yılda yaptığımız iyileştirme tutarını tasarruflarla karşıladığımızı görüyoruz. Bundan sonraki yıllarda yapılan iyileştirme bize kar sağlamaktadır. Bu değer ise 20. yılın sonunda 131.054,80 TL'dir.

Sonuç olarak II. Senaryonun ilk yatırım maliyetinin daha yüksek fakat 20 yılın sonunda daha ekonomik sonuç vereceğini söyleyebiliriz.

Çizelge 3.17. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık enerji giderleri

Yıllar	Mevcut			Mevcut Durum Enerji Gideri	I. Senaryo	
	Durum İlk Yatırım Maliyeti	I.Senaryo İlk Yatırım Maliyeti	II.Senaryo İlk Yatırım Maliyeti		I. Senaryo Enerji Gideri	II. Senaryo Enerji Gideri
1	0	16330	33446	12926	10370	4983
2				13343,89758	10705,2621	5144,10039
3				13775,30579	11051,36322	5310,409156
4				14220,66142	11408,6538	5482,094684
5				14680,41541	11777,49557	5659,330805
6				15155,03324	12158,26201	5842,29697
7				15644,99546	12551,33862	6031,178431
8				16150,79817	12957,12339	6226,166429
9				16672,95347	13376,02719	6427,45839
10				17211,99006	13808,47415	6635,25812
11				17768,4537	14254,90212	6849,776015
12				18342,9078	14715,76311	7071,229273
13				18935,93401	15191,52373	7299,842116
14				19548,13276	15682,66569	7535,846011
15				20180,12389	16189,68627	7779,479913
16				20832,5473	16713,09883	8030,990498
17				21506,06355	17253,43331	8290,632421
18				22201,35459	17811,23681	8558,668567
19				22919,12438	18387,0741	8835,370322
20				23660,09967	18981,52821	9121,017845

Çizelge 3.18. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık yapım kullanım maliyetleri

YILLAR	Yapı		
	Kullanım Maliyeti Mevcut Durum	Yapı Kullanım Maliyeti I. Senaryo	Yapı Kullanım Maliyeti II. Senaryo
1	12926	26700	38429
2	13343,8976	10705,2621	5144,10039
3	13775,3058	11051,36322	5310,409156
4	14220,6614	11408,6538	5482,094684
5	14680,4154	11777,49557	5659,330805
6	15155,0332	12158,26201	5842,29697
7	15644,9955	12551,33862	6031,178431
8	16150,7982	12957,12339	6226,166429
9	16672,9535	13376,02719	6427,45839
10	17211,9901	13808,47415	6635,25812
11	17768,4537	14254,90212	6849,776015
12	18342,9078	14715,76311	7071,229273
13	18935,934	15191,52373	7299,842116
14	19548,1328	15682,66569	7535,846011
15	20180,1239	16189,68627	7779,479913
16	20832,5473	16713,09883	8030,990498
17	21506,0636	17253,43331	8290,632421
18	22201,3546	17811,23681	8558,668567
19	22919,1244	18387,0741	8835,370322
20	23660,0997	18981,52821	9121,017845

Çizelge 3.19. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık yapım kullanım tasarrufları

YILLAR	Yapı	Yapı	Yapı
	Kullanım	Kullanım	Kullanım
	Tasarrufu	Tasarrufu	Tasarrufu
	(M-I)	(M-II)	(I-II)
1	-13774	-25503	-11729
2	2638,635	8199,79719	5561,16171
3	2723,943	8464,89663	5740,95407
4	2812,008	8738,56674	5926,55911
5	2902,92	9021,0846	6118,16477
6	2996,771	9312,73627	6315,96504
7	3093,657	9613,81703	6520,16019
8	3193,675	9924,63174	6730,95696
9	3296,926	10245,4951	6948,5688
10	3403,516	10576,7319	7173,21603
11	3513,552	10918,6777	7405,12611
12	3627,145	11271,6785	7644,53383
13	3744,41	11636,0919	7891,68161
14	3865,467	12012,2867	8146,81968
15	3990,438	12400,644	8410,20636
16	4119,448	12801,5568	8682,10833
17	4252,63	13215,4311	8962,80089
18	4390,118	13642,686	9252,56825
19	4532,05	14083,7541	9551,70378
20	4678,571	14539,0818	9860,51036

Çizelge 3.20. Dalkılıç Evi-Karşılaştırılan senaryoların 20 yıllık birikimli yapım kullanım tasarrufları

YILLAR	Birikimli	Birikimli	Birikimli
	Yapı	Yapı	Yapı
	Kullanım	Kullanım	Kullanım
	Tasarrufu	Tasarrufu	Tasarrufu
	(M-I)	(M-II)	(I-II)
1	-14556	-26345	-11789
2	-11917,3645	-18145,2028	-6227,83829
3	-9193,42195	-9680,30618	-486,884222
4	-6381,41433	-941,739436	5439,674891
5	-3478,49449	8079,345169	11557,83966
6	-481,723259	17392,08144	17873,8047
7	2611,93359	27005,89847	24393,96488
8	5805,60836	36930,53021	31124,92185
9	9102,53464	47176,02529	38073,49065
10	12506,0505	57752,75723	45246,70668
11	16019,6021	68671,43491	52651,83279
12	19646,7468	79943,11344	60296,36662
13	23391,1571	91579,20534	68188,04824
14	27256,6242	103591,4921	76334,86792
15	31247,0618	115992,1361	84745,07428
16	35366,5103	128793,6929	93427,18261
17	39619,1405	142009,124	102389,9835
18	44009,2583	155651,81	111642,5517
19	48541,3085	169735,5641	121194,2555
20	53219,88	184274,6459	131054,7659

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde, ülkelerin gelişmişlik seviyelerinde, enerji üretim ve tüketim miktarları en temel kavram olarak ele alınmaya başlanmıştır. Ekonomik olarak gelişme ise enerji üretimindeki ve tüketimindeki bağımsızlığa bağlıdır. Özellikle kentlerde yaşayan insanların hızlı yaşamı ulaşım, iletişim teknolojilerindeki hızlı artış, tüketime dikkatleri çekmiştir. Son yıllarda uluslararası konferanslarda sürdürülebilirlik bağlamında çalışmalar yapılmaya başlanmış ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarının da karşılanabilmesi için çeşitli önlemler alınmaya çalışılmıştır.

Çevresel sorunların en önemli nedenlerinden birisi olan yapı sektörü de bu oluşum içerisinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Yapım aşamasından yıkım aşamasına kadar enerji tüketen binaların özellikle işletim sırasında en çok enerjiyi tükettikleri gözlenmiştir. Bu durum ise ekolojik mimarlığa dikkatleri çekmiş, doğal kaynakların doğru kullanımlarının önemi tekrar hatırlanmaya başlanmıştır. Daha fazla enerji üretmek yerine daha az tüketmenin unutulduğu günümüz yaşamında, mevcut ve yeni yapılacak yapıların rolü ise çok önemlidir. Yeni yapılar yapılırken, enerji etkin yapı kriterleri göz önüne alınmalı ve ekolojik-geleneksel yapı tasarımı ilkeleri yeniden uyarlamalıdır. Mevcut yapılarda ise eskiyen yapı elemanları için yapılan tadilatlar sırasında enerji etkin yapı kriterleri de dikkate alınmalıdır.

Yapılan çalışmada analiz edilen en önemli tasarım kriteri iklime ve yapının bulunduğu coğrafyaya göre konumlandırılmasıdır. Alan çalışmasında yapının uzun kenarı güney cephesine doğru yönlendirilmiştir. DesignBuilder simülasyon programında yapılan modelleme sonucunda da görüldüğü gibi yapı 180 °C ters çevrildiğinde ısıtma yükü artış göstermesine rağmen soğutma yükü daha önemli bir oranda düşüş göstermiştir. TS 825 Isı Yalıtım Türkiye Haritasına göre Fethiye, bağlı bulunduğu il 2. Bölgede olmasına karşın kendisi 1. Bölgede bulunan bir ilçedir. Bu sebeple soğutma problemi ısıtma probleminden daha önemli bir sorundur ve bu sorun önümüzdeki yıllarda daha da artacaktır.

Çevre yapılarla olan ilişkisi de rüzgar ve güneş hareketlerini etkileyeceği için irdelenmelidir. Alan çalışmasında büyük bir arazide konumlanan yapı için gölgelenme faktörü göz ardı edilmiştir fakat kent yapılaşması tasarımlarında dikkat edilmesi gereken bir unsurdur.

Aydınlatma elemanlarının değiştirilmesiyle sağlanacak tasarruf analiz edilmiştir.

Yapı kabuğunun özellikle iklimlendirilen alandaki dış kabuğun iyileştirilmesinin sağlayacağı ısıtma ve soğutma yük tasarrufları TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı Hesap Programı, Bina Enerji Performansı (BEP-TR) ve DesignBuilder programlarında hesaplanmış, yapılacak tasarruf DesignBuilder verilerine göre irdelenmiştir.

Konutun güney cephesinde yer alan terasın ve kuzey cephesinde yer alan rüzgarlığın cam ile kapatılmasıyla ise ısıtma yükü düşmesine rağmen soğutma yükü çok yükselmiştir. Yapıya güneş kırıcı ve doğal havalandırma özellikleri eklendiğinde ise soğutma yükü artmıştır çünkü kapanan teras kış bahçesine dönüştürülmüştür. Bu nedenle camla kapatma işlemi sadece kışın uygulanması önerilmektedir.

Yapı sistemine entegre edilen PV uygulaması ile elektrik üretimi sağlanmıştır. Güneş paneli uygulaması ile ise sıcak su eldesi elektrikli termosifon yerine güneş enerjisinden sağlanmıştır. Bu iki uygulama ile konutun elektrik tüketimi miktarının düşürülebileceği gözlenmiştir.

Yapılabilecek bir diğer çalışma ise Türkiye’de farklı iklim tipleri için benzer çalışmalar yapılabilir, böylece iklime göre tasarım kriterleri vurgulanabilir. Ayrıca müstakil konuların yanı sıra apartman daireleri içinde soğutma yükü analizleri hesaplanabilir.

KAYNAKLAR

- Akyol Altun, D. (2009) Sürdürülebilir, enerji korunumlu bir mimarlıkta 'Tasarım', *Ege Mimarlık Mimarlar Odası İzmir Şubesi*, Ocak, 68: 28-33.
- Alparslan, B., Gültekin, A.B., Dikmen, Ç.B. (2009) Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin Türkiye'deki güneş evleri kapsamında incelenmesi, 5. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*, 13-15 Mayıs, Karabük.
- Aste, N., Adhikari R.S., Buzzetti M. (2010) Beyond the EPBD: The low energy residential settlement Borgo Solare, *Appl Energ*, 87: 629-642.
- Bektaş, C. (2008) *Kayaköy/Tersane Anadolu Evleri Dizisi*, 21s., 8. Bileşim Yayınevi, İstanbul, 96s.
- Berberoğlu, U. (2009) *Sürdürülebilir mimarlık anlayışı çerçevesinde enerji verimliliği kavramının güncel konumu ve yeni yaklaşımlar*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, 135s.
- Bozan, A. (2011) *Türkiye'de termik santraller sorunu: Enerji güvenliği ve çevre açısından bir değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 182s.
- Bozdoğan, B. (2003) *Mimari tasarım ve ekoloji*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 130s.
- BP (2010) Dünya Enerji Tüketimi İstatistik Rapor, Haziran (June), 50s.
- BP (2011) Dünya Enerji Tüketimi İstatistik Raporu, Haziran (June), 49s.
- Canan, F. (2008) *Enerji etkin tasarımda parametrelerin denetlenmesi için bir model denemesi*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, 245s.
- Ciravoğlu, A. (2006) *Sürdürülebilirlik düşüncesi –Mimarlık etkileşimine alternatif bir bakış: 'Yer'in çevre bilincine etkisi*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 167s.

- Coşkun, C, Oktay, Z., Ertürk, M. (2010) Konutların ısıtma sezonunda seçilen iç ortam sıcaklık parametresinin enerji-maliyet-çevre açısından değerlendirilmesi ve bir uygulama örneği, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 6-9 Mayıs, İzmir, 529-538.
- Çelebi, G. (2002) Bina düşey kabuğunda fotovoltaiik panellerin kullanım ilkeleri, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17 (3): 17-34.
- Çelik, E. (2009) *Yeşil bina sertifika sistemlerinin incelenmesi Türkiye'de uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 97s.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2011) Türkiye Cumhuriyeti İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı, Temmuz, Ankara.
- Demir, N. (2011) *Yüksek yapılar ve sürdürülebilir enerji*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 197s.
- Demir, Ö. (2008) *Yatağan termik santrali baca gazı ve ile bölgesel ısıtma olanaklarının analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Muğla, 92s.
- Dilmaç, Ş. (1999) Yeni TS 825'de önerilen hesap metodunun değerlendirilmesi, *IV Ulusal tesisat mühendisliği kongresi*, 4-7 Kasım, İzmir Efes Convention Center, 107-116.
- Doğaner Gönel, F. (2002) Globalleşen Dünyada (Nasıl Bir) Sürdürülebilir Kalkınma, *Birikim Dergisi*, 158: 72-80, İstanbul.
- Durmuş Arsan, Z. (2009) Enerji etkin mimarlık üzerine bir eleştiri, *Ege Mimarlık Mimarlar Odası İzmir Şubesi*, Ocak, 68 (1): 18-23.
- Ekinci, O. (1997) Tatil köyü mü, Dostluk köyü mü... Kayaköyü'nün yolları taştan... 6s. Niko amcanın cevapları, s37-40, *Kayaköyü dostluk ve barış köyü olsun*, birinci baskı, Mimarlar Odası İstanbul Büyükşehir Şubesi, Beyoğlu-İstanbul, 63s.
- Eltez, M., Eltez, A. (2007) PV/T destekli yer kaynaklı ısı pompaları ve Muğla evlerinde kullanımı, *II. Ulusal İklimlendirme Kongresi*, İklim, Bildiriler Kitabı, 413-425.

EPDK, (2010) Elektrik piyasası raporu, 13s.

Eskin, N. (2009) Konut dışı binaların yıllık enerji ihtiyaçlarının incelenmesi, *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 6-9 Mayıs, İzmir, 467-473.

Göksal, T. (2000) Enerji korunumlu cephelerde saydamlık ve saydam yalıtım uygulaması, *Arredamento Mimarlık Dergisi*, 125(5): 147-153.

Göksal, T., Ülgen, K., (2000) Güneş ve mimari bağlamında enerji korunumlu cephe kuruluşlarında ısı davranışlarının deneysel araştırılması, *Anadolu Üniversitesi Araştırma Projesi*, 980 (207): 10-52.

Göksal Özbalta, T. (2005) Mimari, güneş ve teknoloji ilişkisi, *Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi*, 24-25 Haziran, Mersin.

Göksal Özbalta, T., Özbalta, N. (2012) Dış duvarda ısı davranışlarının mekan konforuna etkisi, *Tesisat Mühendisliği*, 127: 36-46.

Hegner, H.D., Sağlam, O. (2004) Binaların enerji performansı AB yönergesi 2002/91/EC: AB, Almanya ve Türkiye'deki hazırlıklar, *TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri*, 434(6): 30-33.

Karaaslan, Ş., Hisarlıgil H. (2011) Energy efficient residential block desing: The case of Ankara, 112-132s, Yalçın Ercoşkun, Ö. *Green and Ecological Technologies for Urban Planning: Creating Smart Cities (Premier Reference Source)*, Information Science Publishing, Hersey, ABD, 402s.

Kartal, S. (2009) *Güneş mimarisi elemanlarının ısı verimlerinin Türkiye iklim şartları ve yapı konstrüksiyonları için hesaplanması*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, 146s.

Keskin, T. (2010) Binalar sektörü mevcut durum değerlendirmesi raporu 2. taslağı, Ağustos.

Kesten, D. (2009) Yerleşim ölçeğinden bina ölçeğine sürdürülebilir ve etkin tasarımda günışığının verimli kullanımı, *V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri*, 7-10 Mayıs, İzmir Fuar Alanı.

- Kısa Ovalı, P. (2009) *Türkiye iklim bölgeleri bağlamında ekolojik tasarım ölçütleri sistematığının oluşturulması 'Kayaköy Yerleşmesinde Örnekleme'*, doktora tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, 223s.
- Koçhan, A. (2002) Sürdürülebilir gelecek için ekolojik tasarım, *Yapı Dergisi*, 249: 49-51.
- Koçlar Oral, G. (2007) Sürdürülebilir enerji sağlamak için enerji verimliliğinde etkin bina yaklaşımı, *Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi "Enerji ve Ekoloji Paneli" Bildiriler Kitapçığı*, 27 Kasım, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi/Şehir Tiyatrosu, Cengiz Dirim Basımevi, 32s.
- Koçlar Oral, G. (2011) Güneş enerjisinden pasif yararlanma, *Kmim Mimarlar Odası Kocaeli Şubesi*, Haziran, 7: 44-50.
- Köktürk, H. (2005) *Kayaköy*, Kalemkar Matbaacılık Yayın Ltd. Şti., Ankara, 22s.
- Köroğlu, T., Teke, A., Bayındır, K.Ç., Tümay, M. (2010) Güneş paneli sistemlerinin tasarımı, *Elektrik Mühendisliği*, 439: 98-104.
- Kraus, W.D., Die Aussenwand:eine bauphysikalische Analyse, Karl Kramer Verlag, Stuttgart/Zürich, 1989.
- Krusche, P., Althaus, D., Gabriel, I. (1982) *Ökologisches Bauen*, Vieweg Verlagsgesellschaft, Bauverlag.
- Lakot, E. (2007) *Ekolojik ve sürdürülebilir mimarlık bağlamında enerji etkin çift kabuklu bina cephe tasarımlarının günümüz mimarisindeki yeri ve performansı üzerine analiz çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 198s.
- Liu, H., Wu, S. (2010) An assessment on the planning and construction of an island renewable energy system - A case study of Kinmen Island, *Renew Energ*, 35 (12): 2723-2731.
- Manioğlu, G. (2011) Enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarının örneklerle değerlendirilmesi, *Tesisat Mühendisliği*, 126: 35-47.
- Mustafa Omer, A. (2007) Energy, environment and sustainable development *Renew Sust Energ Rev*, 12 (9): 2265-2300.

Mutlu Danacı, H., Gültekin, R.E. (2009) Yapılaşmada güneş enerjisi kullanımı ve estetik çözüm örnekleri, V. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, 19-21 Haziran, Diyarbakır, 243-248.

Özdemir, B.B. (2005) *Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 123s.

Özmehmet, E. (2005) *Sürdürülebilir mimarlık bağlamında Akdeniz iklim tipi için bir bina modeli önerisi*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 202s.

Saraç, H. (2001) *Conversation and restoration problems of Kaya Köyü (Levissi) houses*, Yüksek Lisans Tezi, OrtaDoğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 281s.

Sev, A., Canbay, N. (2009) Dünya genelinde uygulanan Yeşil Bina değerlendirme ve sertifika sistemleri, CEDBİK.

Soysal, S. (2008) *Konut binalarında tasarım parametreleri ile enerji tüketimi ilişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 129s.

Şenpınar, A., Gençoğlu, M. T. (2008) Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri açısından karşılaştırılması, *Elektrik Dergisi*, 232:133-138.

TMMOB (2000) Kayaköyü Dünya Barış ve Dostluk Köyü Tanıtım Dosyası.

Türkeş, M. (2006) Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü, *Jeopolitik* 29: 99-107s.

Ulukavak Harputlugil, G. (2009) *Enerji performansı öncelikli mimari tasarım sürecinin ilk aşamasında kullanılacak tasarıma destek değerlendirme modeli*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 196s.

Weber, H. (1983) *Energie-bewußt Planen*, Kastner & Callwey Verlag, München, 27s.

Yıldız, Y. (2008) *Retrofitting existing mass housing for energy efficiency: A case study in Gaziemir Emlak Bank Housing Area, İzmir, Turkey*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, 142.

Yıldız Y., Durmuş Arsan, Z. (2011) İklim değişikliğinin apartman binalarındaki ısıtma/soğutma yükleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, X. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 13-16 Nisan, İzmir, 943-950.

Yılmaz, Z. (2006) Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 91: 7-15.

Zhu, Y., Lin, B. (2004) Sustainable housing and urban construction in China, *Energy and Buildings*, 36 (12): 1287-1297.

URL-1, <http://www.eie.gov.tr>

URL-2, <http://www.resmigazete.gov.tr>

URL-3, <http://www.bep.gov.tr>

URL-4, <http://www.usgbc.org>

URL- 5, <http://www.ecobuildturk.com>

URL- 6, <http://www.cedbik.org>

URL- 7, <http://idarehukuku.net/>

URL- 8, <http://www.worldbank.org>

URL- 9, <http://www.belgeler.com/blg/2hxm/gunes-enerjisi-ile-sicak-su-temini>

URL-10, <http://www.tcmb.gov.tr>

URL-11, <http://www.dunya.com/haber/asp?d=162>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Hilal Alyanak
Uyruk : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi: Eskişehir-Çifteler 02/10/1979
Medeni Hali : Bekar
Telefon : 0 536 289 18 19
E-posta : hilalalyanak@hotmail.com

Eğitim

Alınan Derece	Aldığı Kurum/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lise	Hoca Ahmed Yesevi Lisesi Eskişehir	1997
Lisans	Osmangazi Üniversitesi Eskişehir	2003

İş Tecrübesi

Yıl	Yer	Pozisyon/görev
2005-2006	Tasarım Mimarlık Ltd. Şti.	Mimar
2006	Hilal Alyanak Mimarlık Ofisi	Şirket Sahibi

Yabancı Dil(ler)

Dil (İngilizce, vs)	Başlangıç	Orta	İleri
Yazma			X
Konuşma			X
Anlama			X
Okuma			X