

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KIRSAL KONUTLARIN, ENERJİ ETKİN HALE
GETİRİLMESİNİN, FAYDA-MALİYET ANALİZİ
YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ:
GÜMÜŞKÖY/AYDIN ÖRNEĞİ**

Nurdan KASUL

Ocak, 2020
İZMİR

**KIRSAL KONUTLARIN, ENERJİ ETKİN HALE
GETİRİLMESİNİN, FAYDA-MALİYET ANALİZİ
YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ:
GÜMÜŞKÖY/AYDIN ÖRNEĞİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Bilgisi Yüksek Lisans Programı**

Nurdan KASUL

**Ocak, 2020
İZMİR**

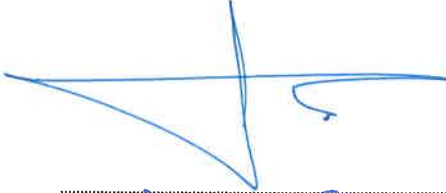
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NURDAN KASUL, tarafından DR. ÖĞR. ÜYESİ KUTLUĞ SAVAŞIR yönetiminde hazırlanan “KIRSAL KONUTLARIN, ENERJİ ETKİN HALE GETİRİLMESİNİN, FAYDA-MALİYET ANALİZİ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ: GÜMÜŞKÖY/AYDIN ÖRNEĞİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Dr. Öğr. Üyesi Kutluğ SAVAŞIR

Yönetici



Dr. Öğr. Üyesi Edna ÖZBEK

Jüri Üyesi



Doç. Dr. A. Vefa ÖRHO

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Kutluğ SAVAŞIR'a, tez çalışmam süresince her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarıma ve Meryem GEMİCİOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca ve tez çalışmam süresince her zaman beni destekleyen ve yanımda olan annem Sevim DÜNDAR, babam Mümtaz DÜNDAR ve kardeşim Ahmet DÜNDAR'a; tezimin başarıyla tamamlanmasını benden daha çok isteyen, desteğiyle ve yardımlarıyla her zaman yanımda olan sevgili eşim Mimar Murat KASUL'a ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bana moral olan ve çalışmalarımı keyifli hale getiren canım oğlum Mehmet KASUL'a sonsuz teşekkür ederim.

Nurdan KASUL

KIRSAL KONUTLARIN, ENERJİ ETKİN HALE GETİRİLMESİNİN, FAYDA-MALİYET ANALİZİ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ: GÜMÜŞKÖY/AYDIN ÖRNEĞİ

ÖZ

Kırsal konutlar, kırsal alanda bulunan doğal kaynak ve malzemeler kullanılarak, yerel yapım teknikleri ile inşa edilmiş bina türüdür. Günümüzde de kullanımı devam eden kırsal konutların birçoğu uzun yıllar önce inşa edilmiştir. Bu konutların birçoğu ev sahibi tarafından ya da yakın çevrede yaşayan komşu veya akrabalar tarafından geleneksel yöntemlerle, yakın çevredeki yapı malzemeleri kullanılarak yapılmış konutlardır. Yörede bulunan yerel yapı malzemelerinin tercih edilmesi sonucunda, Türkiye’de farklı bölgelerde farklı malzemeler kullanılarak inşa edilmiş kırsal konutlar bulunmaktadır.

TÜİK verilerine bakıldığında Türkiye’de 1992-2018 yılları arasında inşa edilmiş toplam 153.726 yığma konutun yüzde 91’ini tuğla duvarlı yığma konutlar oluşturmaktadır. Tuğla duvarlı yığma konut üretim oranının yüksek olması nedeniyle tez kapsamında Aydın’ın Gümüşköy bölgesinde yer alan yığma tuğla konutlar ele alınmıştır. Kırsal konutlar genellikle düşük bütçelerle ve kısıtlı imkânlarla inşa edildikleri için yalıtım, enerji korunumu gibi konular göz ardı edilmiştir. Bu nedenle, bu konutlarda enerji kaybı oldukça fazla olmaktadır. Bu çalışmada, kırsal konutların enerji ihtiyacını azaltmak, konutun ihtiyacı olan enerji üretimini desteklemek ve kullanıcıların yaşam kalitelerini artırmak için uygulanabilecek iyileştirme önerilerinin belirlenmesi ve bu iyileştirme önerilerinin karşılaştırmalı maliyet analizinin yapılması ile hangi iyileştirme önerisinin daha faydalı olabileceğine yönelik öneriler sunulması amaçlanmaktadır.

Gümüşköy bölgesinde bulunan yığma tuğla kırsal konutlar için on farklı iyileştirme çalışmaları önerilmiştir. Bu çalışmaların her biri için firmalardan maliyetler toplanmış ve her bir çalışmanın faydası belirlenmiştir. Fayda-maliyet analizi yöntemi kullanılarak önerilen iyileştirme çalışmaları karşılaştırılmıştır. Bu

Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ışığında, iyileştirme çalışması yapılması düşünölen farklı yapılar için de benzer çalışma yapılarak fayda-maliyet analizi sonuçları göz önünde alındıktan sonra iyileştirme çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırsal konut, sürdürülebilirlik, fayda-maliyet analiz



EXAMINATION OF ENERGY EFFICIENT UTILIZATION OF RURAL HOUSES USING COST AND BENEFIT ANALYSIS : EXAMPLE OF GÜMÜŞKÖY/AYDIN

ABSTRACT

Rural housing is a type of building constructed with local construction techniques using natural resources and materials found in rural areas. Many of the rural houses currently in use have been built many years ago. Most of these dwellings were built by the homeowners, neighbors or relatives living in the vicinity by using traditional methods and building materials in the vicinity. As a result of the preference of local building materials in the region, there are rural houses built by using different materials in different regions of Turkey.

Referring to TUIK data, there are 153.726 masonry rural houses built between the years of 1992-2018 in Turkey which 91 percent of these houses are masonry houses with brick walls. Due to the high production rate of masonry houses that were built by using brick, masonry houses with brick walls located in Gümüşkoy district of Aydın were discussed within the scope of the thesis. Since rural houses are generally built with low budgets and limited possibilities, issues such as insulation and energy conservation are ignored in such houses. Therefore, the energy loss in these houses is quite high. In this study, it is aimed to determine the improvement methods that can be applied to rural houses in order to reduce the energy need of houses, to support the energy production of the houses and to improve the quality of life of the users, and to make suggestions about which improvements would be more beneficial by using comparative cost and benefit analysis method.

Ten different improvement works have been proposed for masonry brick rural houses in Gümüşköy region. Costs were collected from companies for each of these studies and the benefits of each study were determined. The proposed improvement studies were compared using the cost-benefit analysis method. In the light of the data obtained as a result of this study, it is suggested to use a similar process to different

types of buildings that need improvement works by taking benefit-cost analysis results into consideration.

Keywords: Rural housing, sustainability, cost-benefit analysis



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xvi

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

1.1 Çalışmanın Amacı	3
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	4
1.3 Çalışmanın Yöntemi.....	5

BÖLÜM İKİ – KIRSAL MİMARİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE AYDIN/GÜMÜŞKÖY BÖLGESİ KIRSAL MİMARİSİNİN İNCELENMESİ.. 7

2.1 Kırsal Mimari Kavramı	8
2.2 Kırsal Mimariyi Biçimlendiren Faktörler.....	9
2.2.1 Fiziksel Faktörler	9
2.2.2 Sosyokültürel Yapı	12
2.2.3 Ekonomik Yapı.....	13
2.3 Aydın İlının Tarihçesi	14
2.4 Aydın İlının Coğrafyası ve İklimi	16
2.5 Aydın/Gümüşköy Kırsal Yerleşimi.....	19
2.6 Gümüşköy Kırsal Konutlarının İncelenmesi	21

BÖLÜM ÜÇ – SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE KIRSAL KONUTLARIN ENERJİ ETKİNLİK AÇISINDAN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER 24

3.1 Sürdürülebilirlik	24
3.1.1 Sürdürülebilir Mimarlık	25
3.1.2 Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Enerji	26
3.1.2.1 Güneş Enerjisi	27
3.1.2.2 Rüzgâr Enerjisi	28
3.1.2.3 Jeotermal Enerji	29
3.2 Kırsal Konutların Enerji Etkin Hale Getirilmesine Yönelik İyileştirme Önerilerinin İrdelenmesi.....	31
3.2.1 Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik İyileştirme Önerileri.....	31
3.2.1.1 Duvarda Isı Yalıtımı Uygulaması	32
3.2.1.2 Çatıda Isı Yalıtımı Uygulaması	36
3.2.1.3 Isı Yalıtımlı Pencere Uygulaması	37
3.2.1.4 Güneş Kontrol Elemanlarının Eklenmesi	38
3.2.1.5 Peyzaj Elemanlarının Katkısı.....	40
3.2.2 Enerji Üretimini Hedefleyen İyileştirme Önerileri.....	41
3.2.2.1 Rüzgâr Türbinleri	41
3.2.2.2 Güneş Kollektörleri.....	43
3.2.2.3 Fotovoltaik Paneller	44
3.2.2.4 Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması	44

BÖLÜM DÖRT – GÜMÜŞKÖY BÖLGESİ'NDE BULUNAN KIRSAL KONUTLARA UYGULANMASI ÖNERİLEN İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ YÖNTEMİYLE İRDELENMESİ 48

4.1 Fayda-Değer ve Fayda-Maliyet Analizi	48
4.2 İzoder TS825 Programı ve Fayda-Maliyet Analizinde Kullanılması.....	51
4.3 Fayda-Maliyet Analizi Yöntemiyle Kırsal Konutlara Uygulanacak İyileştirme Önerilerinin Değerlendirilmesi	53
4.3.1 Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik İyileştirme Önerileri.....	54
4.3.1.1 Mantolama (Duvarda Isı Yalıtımı Uygulaması)	54
4.3.1.2 Çatıda Isı Yalıtımı Uygulaması	62

4.3.1.3 Isı Yalıtımlı Pencere Uygulaması	66
4.3.1.4 Güneş Kontrol Elemanlarının Eklenmesi	70
4.3.1.5 Peyzaj Elemanlarının Katkısı.....	74
4.3.2 Enerji Üretimini Hedefleyen İyileştirme Önerileri.....	78
4.3.2.1 Rüzgâr Türbini (Konut Tipi) Uygulaması	78
4.3.2.2 Güneş Kollektörü Uygulaması.....	82
4.3.2.3 Fotovoltaik Panel Uygulaması	87
4.3.2.4 Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması	92
4.4 Değerlendirme	95
BÖLÜM BEŞ – SONUÇ	103
KAYNAKLAR	108
EKLER.....	118
EK 1: Konutun mevcut durumunda İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu.....	118
EK 2: Mantolama uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu.....	119
EK 3: Firma 1 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat listesi	120
EK 4: Firma 2 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.....	121
EK 5: Firma 3 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.....	122
EK 6: Çatıda ısı yalıtımı uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu	123
EK 7: Pencere iyileştirmeleri uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu	124
EK 8: Firma 4 PVC doğrama fiyat teklif listesi	125
EK 9: Firma 5 PVC doğrama fiyat teklif listesi	126
EK 10: Firma 6 PVC doğrama fiyat teklif listesi	127
EK 11: Ahşap kepenk uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu	128

EK 12: Firma 7 ahşap kepenk fiyat teklif listesi	129
EK 13: Firma 8 ahşap kepenk fiyat teklif listesi	130
EK 14: Firma 9 ahşap kepenk fiyat teklif listesi	131
EK 15: Peyzaj elemanlarının katkısı uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu	132
EK 16: Firma 10 meşe fidanı fiyatı	133
EK 17: Firma 11 meşe fidanı fiyatı	134
EK 18: Firma 12 meşe fidanı fiyatı	135
EK 19: Firma 13 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi	136
EK 20: Firma 14 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi	137
EK 21: Firma 15 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi	138
EK 22: Firma 16 güneş kollektörü fiyat teklif listesi	139
EK 23: Firma 17 güneş kollektörü fiyat teklif listesi	140
EK 24: Firma 18 güneş kollektörü fiyat teklif listesi	141
EK 25: Firma 19 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi	142
EK 26: Firma 20 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat listesi	143
EK 27: Firma 21 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi	144

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Ahşap karkas geleneksel konut örneği: Yusufeli, Artvin	11
Şekil 2.2 Kerpiç malzemeli geleneksel konut örneği: Midyat, Mardin	11
Şekil 2.3 Türkiye’de kırsal konut yapım sistemlerinin bölgelere göre dağılımı.....	12
Şekil 2.4 Şirince köyü pazarı sokak görünümü.....	14
Şekil 2.5 Ionia Bölgesi’nde bulunan kentleri gösteren harita	15
Şekil 2.6 Aydın ilinin Türkiye’deki konumu	16
Şekil 2.7 Aydın ilinin yıllık ortalama sıcaklık değerleri	17
Şekil 2.8 Aydın ilinin aylık yağış dağılımı	17
Şekil 2.9 Aydın ilinin yıllık toplam yağış değerleri	18
Şekil 2.10 Aydın ilinin aylara göre ortalama rüzgâr hızı	18
Şekil 2.11 Aydın ilinin hâkim rüzgâr yönü	19
Şekil 2.12 Gümüşköy’ün, Germencik ve Aydın yerleşimlerine olan konumu	19
Şekil 2.13 Gümüşköy’ün yerleşim dokusu	22
Şekil 2.14 Gümüşköy’de bulunan kırsal konut plan örneği	22
Şekil 2.15 Gümüşköy’den tuğla malzemeli kırsal konut	23
Şekil 3.1 Güneş enerjisi üreten sistemlerden fotovoltaik paneller	27
Şekil 3.2 Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli atlası	28
Şekil 3.3 Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyel atlası.....	28
Şekil 3.4 (a) Rüzgâr türbini örneği, (b) Denize kurulan rüzgâr türbini örnekleri	29
Şekil 3.5 Türkiye’de bulunan jeotermal enerji kaynakları haritası	30
Şekil 3.6 (a) Jeotermal enerji kullanılarak yapılan seracılık uygulaması, (b) Jeotermal enerji kullanılarak yapılan yerden ısıtma uygulaması.....	31
Şekil 3.7 Dış duvarlara dıştan uygulanan yalıtım (Mantolama) detayı.....	34
Şekil 3.8 Dış duvara içten uygulanan yalıtım detayı.....	35
Şekil 3.9 Dış duvara uygulanan duvar arası yalıtım detayı.....	35
Şekil 3.10 Isıtılan çatı katında çatı katmanına uygulanan ısı yalıtımı detayı.....	36
Şekil 3.11 Isıtılmayan çatı katında çatı döşemesine uygulanan ısı yalıtımı detayı....	36
Şekil 3.12 Teras çatıya (yürünebilen) uygulanan ısı yalıtımı detayı.....	37

Şekil 3.13 (a) Güneş kontrol sistemlerine örnek olarak balkona uygulanmış tente sistemi, (b) Güneş kontrol sistemlerine örnek olarak balkona uygulanmış panjur sistemi	39
Şekil 3.14 Eski yapılarda sıklıkla rastlanan pencerelere uygulanan ahşap kepenk gölgeleme elemanları örneği	39
Şekil 3.15 Yatay eksenli rüzgâr türbinleri	42
Şekil 3.16 Düşey eksenli rüzgâr türbini örnekleri.....	42
Şekil 3.17 (a) Düşey eksenli ev tipi rüzgâr türbini, (b) Yatay eksenli ev tipi rüzgâr türbini	43
Şekil 3.18 Güneş kolektörü.....	43
Şekil 3.19 Elektrik kablolu yerden ısıtma uygulaması.....	45
Şekil 3.20 Sulu-borulu yerden ısıtma uygulaması	45
Şekil 4.1 İzoder TS825 programı proje bilgileri	51
Şekil 4.2 Yığma tuğla olarak inşa edilen konutun dış duvarlarının görünüşü	55
Şekil 4.3 Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi	56
Şekil 4.4 (a) Konutun mevcut durumunu gösteren kesit, (b) Konuta uygulanan mantolama detayı	60
Şekil 4.5 Mantolama uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda.....	61
Şekil 4.6 Gümüşköy’de bulunan konutlardan çatı detayı	62
Şekil 4.7 İyileştirme önerileri getirilen konutun tavan kaplaması	63
Şekil 4.8 (a) Konutun mevcut çatı kesiti, (b) Kırsal konut örneği üzerinde öneri çatı yalıtım uygulamasının detay çizimi	63
Şekil 4.9 Çatıda ısı yalıtım uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda	66
Şekil 4.10 Gümüşköy’nde bulunan kırsal konutta metal doğrama görseli	67
Şekil 4.11 Gümüşköy’nde bulunan kırsal konutta metal doğramanın tuğla duvara bağlantı detayı	67
Şekil 4.12 (a) Gümüşköy’nde bulunan kırsal konuttaki mevcut metal doğrama, (b) Önerilen PVC doğrama detayı	68
Şekil 4.13 Pencere iyileştirmesi için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda.....	70

Şekil 4.14 Kırsal konutta yaşayan insanlar tarafından eklenen güneş kontrol elemanları.....	71
Şekil 4.15 Güneş kontrol elemanı olarak konuta eklenmiş oluklu sac saçak.....	71
Şekil 4.16 Ahşap kepenk detayı.....	72
Şekil 4.17 Ahşap kepenk uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve otuz yıl içinde sağladığı fayda grafiği.....	74
Şekil 4.18 Konutun bahçesinde bulunan kışın yapraklarını döken ağaç.....	75
Şekil 4.19 Ağaç dikilmesi önerisi için ilk yatırım maliyeti ve yirmi içinde sağladığı fayda grafiği	77
Şekil 4.20 Ev tipi rüzgâr türbini uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve beş yıl içinde sağladığı fayda grafiği.....	81
Şekil 4.21 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlasında, Aydın ilinin güneş enerjisi potansiyeli açısından durumunu gösteren harita	82
Şekil 4.22 Aydın ilinin güneşlenme süresini (saat)	83
Şekil 4.23 Basınçlı güneş kollektör sistemi	86
Şekil 4.24 Güneş kollektör sisteminin uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve beş yıl içinde sağladığı fayda grafiği.....	87
Şekil 4.25 Kırsal konutun güney cephesindeki çatı alanına yerleştirilen güneş panelleri.....	89
Şekil 4.26 Kırsal konuta uygulanacak güneş panelleri için ilk yatırım maliyeti ve beş yıl içinde sağladığı fayda grafiği.....	91
Şekil 4.27 Aydın ili jeotermal sahaları.....	92
Şekil 4.28 Jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanım alanları (Lindal Diagramı)	93
Şekil 4.29 Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda	94
Şekil 4.30 Enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerilerinin hesaplanan ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağladıkları faydalar (TL).....	96
Şekil 4.31 Enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerilerinin hesaplanan ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağladıkları faydalar (TL)	97
Şekil 4.32 İyileştirme önerilerinin hesaplanan geri ödeme süreleri (yıl)	100

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 1992-2018 yılları arasında inşa edilmiş tuğla dolgu malzemeli yığma konut sayısı ve yüzde oranları	2
Tablo 3.1 Sulu-borulu yerden ısıtma sistemlerinde modülasyon aralığı ve döşeme alanını gösteren tablo	46
Tablo 4.1 Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim direnç değerleri	56
Tablo 4.2 Bölgelere göre aylık ortalama dış sıcaklık değerleri	57
Tablo 4.3 İllere göre derece gün bölgeleri	57
Tablo 4.4 Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen ısı iletim katsayıları (U değerleri)	58
Tablo 4.5 Mantolama uygulaması için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler.....	61
Tablo 4.6 Çatı yalıtımı uygulaması için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler.....	65
Tablo 4.7 PVC doğrama için üç farklı firmadan alınan fiyatlar	69
Tablo 4.8 Ahşap kepenk sistemi için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler.....	73
Tablo 4.9 Peyzaj elemanlarının katkısı önerisinde konutun bahçesine dikilecek fidan için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler.....	77
Tablo 4.10 Elektrik tüketen ev aletlerinin saatte harcadıkları elektrik tüketim tablosu	79
Tablo 4.11 Dört kişilik bir ailenin haftalık enerji tüketimi	79
Tablo 4.12 Rüzgar türbini uygulaması için üç farklı firmadan alınan fiyatlar.....	81
Tablo 4.13 Güneş kollektör sistemi için üç farklı firmadan alınan fiyatlar	86
Tablo 4.14 Güneş panelleri için üç farklı firmadan alınan fiyatlar	89
Tablo 4.15 Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması için üç farklı firmadan alınan fiyatlar	94
Tablo 4.16 Gümüşköy bölgesinde bulunan kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi	95

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

İnsanoğlunun var oluşundan bu yana beslenme ve barınma öncelikli ihtiyaçları olmuştur. Doğa koşullarıyla mücadele etmek ve diğer canlılardan korunmak için insanlar kimi zaman mağara, kaya sığınağı ve kovuk gibi doğada hazır olarak buldukları kapalı alanları kullanmış kimi zaman da toprağa çukur kazarak ya da doğada bulduğu taş, dal, kamyı ya da hayvan kemikleri ile üstleri deriyle kapatılmış geçici kapalı mekanlar üretmiştir. İnsanlar uzun süre boyunca benimsedikleri göçebe ve avcı- toplayıcı yaşam tarzı nedeniyle aynı yerde uzun süre kalmadıklarından kalıcı barınak üretme ihtiyacı duymamıştır. Bu dönemde inşa edilen barınaklar ilkel yapım sistemleriyle inşa edilmiştir. İnsanoğlunun beslenme türünün değişip tarıma başlanmasıyla beraber tarlaların yakınında kalıcı barınak ihtiyacı doğmuştur. Güvenlik açısından konutların birbirlerine yakın olmaları ise günümüzdeki köylerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Özdoğan, 1996).

Dördüncü jeolojik zamanın son döneminde sıcaklığın artması kapalı havzalardaki suların çekilmesine ve tarıma elverişli arazilerin ortaya çıkmasına neden olmuş ve beraberinde Anadolu'da ilk köy tipi yerleşmeler oluşmaya başlamıştır. Neolitik döneme ait bu yerleşmeler, Nil Vadisi boyunca, Dicle ve Fırat Nehirleri'nin vadilerinde, İç Anadolu Bölgesi'nde kurulmuştur. Barınaklar bir araya gelerek önce köyleri, sonra kasabaları ve sonra kentleri oluşturmuştur.

Kırsal yerleşmeler, bölgede yaşayan insanların ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde şekillenen, bulunduğu bölgenin doğası ve iklimiyle uyum içinde olan yerleşmelerdir. Bölgede yaşayan insanların ekonomik faaliyetleri ve kültürel geçmişleri yerleşmelerin ve yerleşmeleri oluşturan kırsal konutun biçimlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Kırsal konutlar, bulundukları bölgede yaygın olarak bulunan yerel malzemeler (taş, toprak, ahşap v.b.) kullanılarak inşa edilmiştir. Günümüzde geleneksel yapım sistemi olarak sınıflandırılan tarzda inşa edilen kırsal konutlar, bölgede bulunan yerel malzemeye bağlı olarak kerpiç, tuğla, taş yığma kargir ve ahşap karkas sistem kullanılarak inşa edilmişlerdir. Türkiye'de yığma yapım

sistemiyle üretilen kırsal konutlarda genellikle malzeme olarak kerpiç kullanılmıştır. 1950’li yıllardan itibaren harman tuğlası kullanılarak yığma yapım sistemiyle inşa edilen yapılar, kerpiç evlerin yerini almaya başlamıştır.

TÜİK verilerine baktığımızda ülkemizde 1992 – 2018 yılları arasında inşa edilen yığma konut sayısı 153.726 olarak belirlenmiştir. Bu konutlar, kullanılan malzemeye göre briket, tuğla, taş, ahşap, kerpiç, gazbeton, beton blok, hafif panel ve diğerleri olarak ayrılmaktadır. 1992 – 2018 yılları arasında inşa edilmiş yığma konutların %91’ini yapı bileşeni tuğla olan konutlar oluşturmaktadır. TÜİK verilerine bakılarak bu yıllar arasında inşa edilen tuğla malzemeli yığma konut sayısının yıllara göre değişim tablosu ve yığma konutlar içerisindeki yüzde oranı Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1 1992-2018 yılları arasında inşa edilmiş tuğla dolgu malzemeli yığma konut sayısı ve yüzde oranları (www.tuik.gov.tr sitesinden TÜİK verileri kullanılarak hazırlanmıştır.)

YIL	YAPIM SİSTEMİ YIĞMA OLAN KONUT SAYISI	TUĞLA DUVARLI YIĞMA KONUT SAYISI	TUĞLA DUVARLI YIĞMA KONUT YÜZDESİ
1992	12.940	12.341	%95,4
1993	10.603	10.094	%95
1994	10.059	9599	%95
1995	7606	7101	%93,4
1996	8901	8331	%94
1997	8240	7737	%94
1998	6072	5766	%95
1999	7095	6982	%98,4
2000	4956	4829	%97,4
2001	5902	5797	%98,2
2002	2829	2729	%96,5
2003	2547	2506	%98,4
2004	3531	3454	%97,8
2005	4439	4111	%92,7
2006	4630	4075	%88
2007	3859	3280	%85
2008	4109	3494	%85
2009	5213	4435	%85,1
2010	5454	4582	%84
2011	5845	4701	%80,6
2012	5216	4359	%83,6
2013	5848	4817	%82,3
2014	5426	4506	%83,3
2015	3788	3158	%83,4
2016	3271	2573	%78,7
2017	2883	2279	%79
2018	2464	1815	%73,7
TOPLAM	153.726	139.451	%91 (Ortalama)

Yığma yapım sistemiyle, betonarme karkas sistemin Türkiye’de yaygınlaşmasına bağlı olarak konut üretimi yıllar içinde önemli ölçüde düşüş göstermiştir. Yığma

yapım sistemiyle üretilen konut sayısının azalmasına rağmen malzeme olarak tuğla kullanım oranı diğer malzemelere göre birinci sırada yer almaktadır.

Türkiye’de birçok bölgede tarım ve hayvancılık yapıldığı için kırsal konutlar, köy ve kırsal yerleşmelerde halen yoğun olarak iskân edilen yapılardır. Günümüzde kentlerin kalabalığından, trafiğinden ve yoğun yaşamından bunalan insanlar, kentlerden kırsala göç etmeye başlamıştır. Bu nedenle köylerdeki mevcut yapılara olan talep artmış ve bunun yanı sıra kentten göçen insanlar yeni konutlar inşa etmeye başlamıştır. Kırsal konutlar geleneksel yapım yöntemleri kullanılarak, kısıtlı imkanlarla inşa edildikleri için bu yapılar yalıtım açısından zayıftır. Günümüzde teknolojinin gelişimi ile yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten sistemlerin konutlara uygulanması kolaylaşmış ve enerji korunumu konusunda devam eden çalışmalar sayesinde yığma kargir yapım sistemiyle inşa edilen konutlara uygulanacak iyileştirme çalışmaları ile enerji kaybını en aza indirmek, enerji üretimini desteklemek ve konut sahiplerinin konfor kalitesini artırmak mümkündür.

1.1 Çalışmanın Amacı

Çalışmanın amacı, kısıtlı imkanlarla inşa edilmiş olan mevcut kırsal konutların enerji etkin hale getirilmesinde uygulanabilecek iyileştirme çalışmalarının, Aydın ilinin Gümüşköy bölgesindeki, devlet tarafından yaptırılmış, tuğla malzemeli yığma kargir konut örneği üzerinden irdelenmesidir.

Bu tezde çalışma alanı olarak Aydın ilinin Gümüşköy bölgesinin seçilmesinin nedenlerinden biri; sonbahar ve kış aylarında yaşanan yoğun yağışlar sonucunda su baskınları yaşanmakta ve su baskınlarının konutlardaki yaşam şartlarını ağırlaştırması nedeniyle 1975 yılında köy, yer değiştirerek şu anki mevcut konumuna taşınmıştır. Köyde bulunan 40 adet kırsal konut ve köy kahvesi, hane başı maddi destek sağlanarak devlet tarafından planlanmış ve köy halkına yaptırılmıştır. Tüm konutlar, tuğla malzeme kullanılarak yığma yapım sistemiyle ve aynı plan şeması kullanılarak inşa edilmiştir. İlk inşa edildiği yıllarda kullanıcıların ihtiyaçlarını

karşılayan bu konutlar, günümüz şartlarında kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap veremez duruma gelmiştir. Zaman içinde kullanıcılar tarafından kendi imkân ve ihtiyaçları doğrultusunda konutlara birtakım müdahaleler yapılmıştır. Bu tez kapsamında Gümüşköy’de bulunan ve inşa edildiği günden bugüne hiçbir müdahaleye uğramamış bir kırsal konut incelenmektedir. Ele alınan kırsal konut örneği üzerinden kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme çalışmaları belirlenmiş ve fayda-maliyet analizi yöntemi kullanılarak bu öneriler karşılaştırılmıştır.

Enerji etkinlik denildiğinde konu, iki başlık altında toplanabilir. İlki enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan iyileştirme çalışmaları, ikincisi ise enerji üretimini destekleyen iyileştirme çalışmalarıdır. Bu başlıklar altında irdelenen yöntemlerden çalışma alanında bulunan kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olanlar fayda maliyet analizi yöntemi kullanılarak ele alınmaktadır. Bu çalışma ile konut sahiplerinin enerji tüketimini azaltmak, konutun ihtiyacı olan enerji üretimini desteklemek ve yaşam kalitelerini artırmak için konutlarında ne gibi iyileştirmeler yapabilecekleri ve bu iyileştirmelerin karşılaştırmalı maliyet analizinin yapılması ile hangi iyileştirmenin daha faydalı olabileceğine yönelik öneriler sunulması amaçlanmıştır.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, kısıtlı imkanlarla ve geleneksel yapım yöntemleriyle inşa edilmiş kırsal konutlarda kullanıcı konforunun artırılması için uygulanabilecek iyileştirme önerileri, enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan ve enerji üretimini destekleyen olmak üzere iki başlık altında irdelenmiştir.

Bölgede yer alan konutların tuğla kullanılarak yığma yapım sistemiyle üretilmiş olması ve iklimi ve coğrafi konumu dolayısıyla güneş, rüzgâr ve jeotermal su bakımından zengin bir bölgede bulunması nedeniyle çalışma, Aydın ilinin Gümüşköy bölgesi ile sınırlandırılmıştır.

Tez kapsamında ele alınan Gümüşköy, 1970 yılında, köyün yaşam şartlarının çok kötü olması, yağışlar nedeniyle sürekli su baskınlarının olması ve köyde elektrik olmaması nedenleriyle bulunduğu bölgenin 3 km güneydoğusuna taşınmıştır. Köyün günümüzdeki yerleşim yerinde bulunan kırsal konutlar, devlet tarafından sağlanan malzeme ve bütçe ile bölge halkı tarafından yapılmış veya yaptırılmıştır. Sınırlı malzeme ve bütçe ile inşa edilen konutlar, yalıtım açısından zayıftır. Bu nedenle, tez kapsamında kullanıcı konforunun iyileştirilmesi ve ısı korunumunun artırılması için bölgedeki konutlara uygulanabilecek birtakım yöntemler önerilmiş ve bu yöntemler fayda-maliyet analizi yöntemiyle irdelenmiştir.

Günümüzde kullandığımız fosil yakıtların tükenme sorunu ile karşı karşıya olması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini ve buna bağlı olarak kendine yetebilen kentlerin ve konutların önemini artırmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan kırsal konutlara, ısı korunumu sağlayacak iyileştirme çalışmalarını uygulamanın önerilmesinin yanı sıra konutun kendi enerjisini karşılamasına yardım edecek sistemlerin konuta eklenmesinin maliyeti ve karşılığında sağlayacağı faydalar da irdelenmiştir.

Bu çalışmada, ele alınan bölgenin coğrafi ve iklim özelliklerine göre belirlenmiş olan ve bölgede bulunan kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olan öneriler irdelenmiştir. Farklı bir bölgede bulunan konutlar için veya aynı bölgede bulunan farklı yapı tipleri için ele alınan yöntemler ve elde edilen sonuçlar farklılık gösterebilecektir.

1.3 Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada, literatür taraması yapılarak kırsal konutlar, sürdürülebilir enerji kaynakları, kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme önerileri ve fayda-maliyet analizi yöntemi açıklanmaktadır. Önceki çalışmalar incelendiğinde, kırsal konutlar için incelenen iyileştirme önerilerinin hepsinin faydalı olduğu ve yapılmasının önerildiği görülmüştür. Bu çalışmada, araştırılan iyileştirme önerilerinin sağladıkları fayda ve maliyetler hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Fayda-maliyet analizi yöntemiyle

önerilerden, kırsal konutlar için uygulanması daha faydalı olan iyileştirme önerileri belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ele alınan bölge ve bölgede bulunan konutlar hakkında veriler de literatür çalışması yapılarak elde edilmiş ve alan çalışması yapılarak belirlenen konutun niteliğine uygun, enerji etkinlik bağlamında birtakım yöntemler önerilmiştir. Bu çalışmada, enerji etkinlik kapsamında önerilen yöntemler, enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan ve enerji üretimini destekleyen olmak üzere iki ana başlık altında açıklanmaktadır.

Kırsal konutlar için açıklanan iyileştirme önerilerinin maliyetlerinin belirlenebilmesi için her bir öneride yapılacak uygulamalar veya kullanılacak malzemeler, yapılan hesaplar ve detay çizimleri ile belirlenmiştir. Her bir öneri için piyasada hizmet veren üç farklı firmadan teklif alınmıştır. Teklif formu her bir öneri için ayrı hazırlanarak firmalara iletilmiştir. Tüm teklifler 1 hafta (29.11.2019-06.12.2019) içinde, 5,77 TL dolar kuru üzerinden alınmıştır. Önerilerin maliyetleri için teklif alınacak firmalar belirlenirken nakliye ücretinde çok fazla değişiklik olmaması için Gümüşköy'e yaklaşık olarak aynı uzaklıkta olmalarına dikkat edilmiştir. Enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerilerinin fayda analizi yapılırken İzoder TS825 programı kullanılmıştır.

Aydın ilinin Gümüşköy bölgesinde bulunan tuğla malzemeli yığma yapım sistemiyle inşa edilmiş konutlar için uygulanabilir iyileştirme önerileri belirlenerek, fayda-maliyet analizi yöntemiyle bu öneriler karşılaştırılmış ve elde edilen veriler yorumlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

KIRSAL MİMARİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE AYDIN/GÜMÜŞKÖY BÖLGESİ KIRSAL MİMARİSİNİN İNCELENMESİ

İlk insanların, bir milyon yıldan fazla bir süre boyunca yaşamını avlanarak ve besin toplayarak sağladığı, aynı yerde sürekli bulunmadığından kalıcı barınak da yapmadığı tahmin edilmektedir. Fakat insan en eski dönemden başlayarak sığınma ve barınma gereksinimi duyduğundan bu ihtiyacını zaman zaman mağara, kaya sığınağı, kovuk gibi doğadaki hazır oluşumlarla karşılamış, kimi zaman da kendisi geçici çözümler üretmiştir. Bu dönem boyunca, taşlardan basit “örüler”, dal, kamış ya da hayvan kemiklerinden üstleri deriyle kaplı çadır-sedir türü barınaklar yapmış; kimi zaman da barınağı korunaklı duruma getirmek için toprağa çukur kazmıştır (Özdoğan, 1996).

İlk zamanlarda doğanın insanoğlu üzerindeki hakimiyeti baskınken, yerleşik hayata geçişle insanın doğa üzerindeki hakimiyeti artmıştır. Doğanın kurallarına göre yaşayan insanoğlu, artık sosyal kurallar inşa edip, bu kurallara göre yaşamaya başlamıştır (Uyanık ve Berk, 2016). İlk yerleşimlerde gözlemlenen çadır ve kulübe türü barınakların kullanıldığı dönemlerden sonra beslenme türünün değişmesiyle köylerin ve köyleri oluşturan konutların ortaya çıktığı saptanmaktadır (Özdoğan, 1996). Anadolu’da ilk köy tipi yerleşmelerin ortaya çıkışı, dördüncü jeolojik zamanın son dönemine rastlamaktadır. Sıcaklığın artması ve beraberinde kapalı havzalardaki suların çekilmesiyle tarıma uygun alanlar ortaya çıkmıştır. Neolitik döneme ait bu yerleşimler, Nil Vadisi boyunca, Dicle-Fırat Nehirleri’nin vadilerinde ve İç Anadolu Bölgesi’nde kurulmuştur. Barınaklar bir araya gelerek önce köyleri, sonra kasabaları ve sonra kentleri oluşturmuştur.

Ortak gelenek, görenek ve yaşam tarzına sahip, fiziksel çevre tarafından şekillenmiş yerleşmeler “kırsal yerleşim” olarak tanımlanabilir. Kırsal yerleşimleri mimari açıdan ele alırsak; bölgede yaşayan insanların gereksinimlerine göre şekillenmiş yapıları bulunduran, bulunduğu bölgenin topografya ve iklimiyle uyum içinde ve kültürel bir geçmişe sahip olan alanlardır. Kırsal yerleşimlerde toplumsal

ve ekonomik bir bütünlük görülmektedir. Kırsal yerleşimler, fiziksel çevre ve iskân eden insanların yaşam biçimleri ile şekillenirken, benzer fiziksel koşullara ve yaşam biçimlerine sahip yerleşimlerde kültürel açıdan farklılıklar görülmektedir. Kırsal yerleşmelerde, bölgede bulunan yerel malzeme, konut tipolojisine etki etmektedir. Bölgede bulunan yerel malzemenin konut yapımında kullanımı sonucunda inşa edilen birbirine benzer nitelikteki kırsal konutlarla, kırsal yerleşmeye özgü bir doku oluşmaktadır.

Tezin ikinci bölümde kırsal mimari kavramı açıklanmış ve kırsal mimariyi biçimlendiren faktörler ele alınmıştır. Tez kapsamında çalışma alanı olarak seçilen Aydın ilinin ve Gümüşköy'ün tarihi ve kırsal mimarisiyle ilgili bilgiler de bu bölümde açıklanmaktadır.

2.1 Kırsal Mimari Kavramı

Bölgede yaşayan insanların kendi imkanlarıyla, yaşam biçimlerinden doğan gereksinimlerini karşılayabilecek nitelikte ve yörenin kültürüne, gelenek ve göreneklerine uygun olarak, geçmişten edindikleri bilgiler ile oluşturdukları yapılar, kırsal mimariyi oluşturmaktadır. Literatürde bu yapı türünü tanımlayan, vernaküler mimarlık, yerli mimari, indigène mimari, kırsal mimarlık, yöresel mimarlık, spontane mimarlık, halk mimarlığı, ilkel mimari, mimarsız mimarlık, yöre mimarisi, halk yapıları gibi birçok farklı terimlerle karşılaşmak mümkündür (Bektaş, 2001). Kırsal mimari, bulunduğu kırsal alan özelliklerini göz önünde bulundurarak bölge ihtiyaçlarına ve insanların yaşam biçimlerine göre mimari düzenin oluşması olarak tanımlanabilir.

Bu tür yapılar doğayla çatışmadan, doğayla uyum içindedirler ve aynı zamanda çevresindeki diğer yapılara da saygılıdır. Çevresindeki doğal yapıyı bozmayacak şekilde ve çevresinde bulunan yapıların güneşini engellememesine dikkat edilerek inşa edilmişlerdir. İnşa edilecek yapının mekanları ve ölçüleri, kullanıcının yaşam biçimi, aile yapısı ve insan ölçüleri ile belirlenmektedir. Yapıyı inşa etmek için belirlenen yapım yöntemi kolaylık ilkesine dayanır. Kırsal yapılar, yakın çevrede

bulunan, temin edilmesi kolay malzemeler ile bölgede yaşayan halkın bilgi birikimi çerçevesinde şekillenen geleneksel yapım yöntemleri ile inşa edilir. En azla en çoğa ulaşmaya çalışılır. Gereksiz malzeme kullanılmaz (Bektaş, 2001).

2.2 Kırsal Mimariyi Biçimlendiren Faktörler

Kırsal mimari doku, ülkeden ülkeye, aynı ülke sınırları içinde bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir. Ortak kültürel geçmişe, inanışa, gelenek ve göreneklere sahip bir toplumda dahi geleneksel mimari doku, bulunduğu bölgenin iklim ve coğrafi koşullarına, bölgede bulunan yerel yapı malzemesi türüne, kullanıcının yaşam biçimi ve aile yapısına göre değişiklik göstermektedir.

Türkiye'nin doğusundan batısına, kuzeyinden güneyine yerel mimari doku, farklı yerel malzemelere, geleneksel yapım sistemlerine ve mekân kullanımına bağlı olarak çeşitlenmektedir (Örmecioğlu, Akan ve Uçar, 2013). Gelenek ve görenekler, aile yapısı, din, toplumsal ilişkiler ve ekonomik faaliyetler, konutların biçimlenmesinde etkili olmaktadır.

Bir yörede yapılı çevreyi şekillendiren ve oranın yerel mimari dokusunu oluşturan yere özgü birçok faktör vardır. Bunlar mekânsal organizasyonlardan, plan tiplerine, taşıyıcı sistemlerden, malzeme kullanımına ve yapım süreçlerine kadar farklı birçok boyutta yapılaşma kültürünü etkilemiştir (Örmecioğlu ve diğer., 2013).

Kırsal mimari dokunun biçimlenmesinde, fiziksel faktörler (iklim, topografya, coğrafi konum, malzeme), sosyokültürel yapı (kültür, gelenek ve görenekler, aile yapısı, din ve inanış, sosyal ilişkiler) ve ekonomik yapı (üretim faaliyetleri, ticaret ve turizm) etkili olmaktadır.

2.2.1 Fiziksel Faktörler

Kırsal mimari şekillenirken fiziksel çevre koşulları yerleşmeyi etkileyen önemli bir faktördür. İklim ve coğrafi koşullar, toprakların tarıma elverişli olup olmadığı,

topografya, su kaynaklarına olan mesafe ve yerel malzemeler gibi faktörler kırsal mimarinin biçimlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Kırsal topluluklarda ulaşım, tarım ve sanayinin gelişmesi iklim ve topografya ile doğrudan ilişkilidir. Sert iklim koşullarına sahip ve su kaynaklarına uzak alanlar kırsal yerleşimin oluşmasını ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Fakat uygun iklim koşullarına sahip, su kaynaklarına, verimli arazilere ve ticaret yollarına yakın alanlarda ulaşım, tarım ve sanayi faaliyetleri daha rahat sürdürüldüğü için geçmişten günümüze kadar bu tip alanlar öncelikli yerleşim yeri olarak tercih edilmiştir. Topografya ve iklim kırsal mimariyi sadece yerleşim yeri ölçeğinde değil mekânsal ölçekte de etkilemektedir. İklim ve topografya, yapıların yönlenmesini, belirli bir alanda toplanmasını etkileyen, plan kurgusunu ve yapıların sokaklarla olan ilişkisini belirleyen faktörlerdir (Bayram, 2012).

Eğer bir coğrafi alan yiyecek ve tabii kaynaklar bakımından verimli ise, eğer nehirler ulaşımı kolaylaştırıyorsa ve hepsinden önemlisi bir millet Atina, Kartanca, Floransa ve Venedik gibi dünya ticaretinin ana yolu üzerindeyse, o zaman coğrafya tek başına bir şey sunmasa da medeniyete gülümser ve onu destekler (Uyanık ve Berk, 2016).

Kırsal mimaride malzeme, geleneksel yapıım sistemlerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Taşımacılığın zor olduğu geçmiş dönemlerde yapı malzemelerinin yakın çevreden elde edilmesi; ekonomiklik ve hız açısından kaçınılmazdı (Örmecioğlu ve diğer., 2013). Kırsal yerleşimin bulunduğu bölgenin iklimine, iklim etkisinde şekillenen bitki örtüsüne ve coğrafi koşullarına göre yapı üretiminde kullanılan yerel malzemeler değişiklik göstermektedir. Türkiye’de bölgeden bölgeye değişen topografya ve iklim özelliklerine göre konut yapımında kullanılan yerel malzeme de farklılık göstermektedir. Kırsal yerleşimlerin bulunduğu alanlarda taş, kerpiç ve ahşap gibi birden fazla doğal yapı malzemesi bulunmaktadır. Yapı üretiminde kullanılacak malzeme türünün belirlenmesinde, malzemenin özellikleri, hızlı temin edilebilmesi ve çok miktarda bulunabilmesi önemli rol oynamaktadır. Örneğin Türkiye’de Karadeniz Bölgesi’nde ahşap malzemenin hızlı ve bol miktarda elde edilmesi ve ahşap niteliğinin yapı üretimine elverişli olması, bu

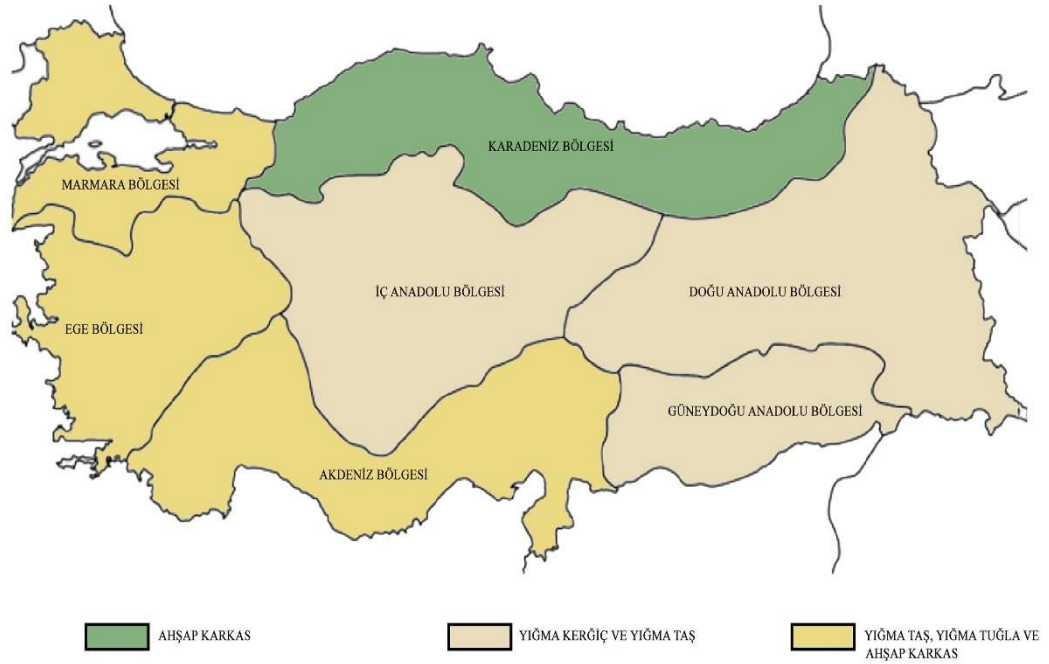
bölgede ahşap malzemeli kırsal konut dokusunun oluşmasına neden olmuştur (Şekil 2.1). Aynı şekilde Türkiye’de Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi’nde, taş ve kerpicing yaygın olarak bulunması nedeniyle, taş ve kerpiç malzeme ile üretilmiş kırsal konutlar bulunmaktadır (Şekil 2.2). İç Anadolu’da, iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak yine yığma kerpiç ve taş geleneksel konutlar öne çıkmaktadır. Batı Anadolu’da ve Akdeniz Bölgesi’nde, yığma taş, tuğla ve ahşap karkas geleneksel konutlar yaygın olarak görülmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.1 Ahşap karkas geleneksel konut örneği: Yusufeli, Artvin (Patikaa, 2015)



Şekil 2.2 Kerpiç malzemeli geleneksel konut örneği: Midyat, Mardin (TarihNeDio, 2018)



Şekil 2.3 Türkiye’de kırsal konut yapım sistemlerinin bölgelere göre dağılımı

2.2.2 Sosyokültürel Yapı

Kullanılan malzeme, yapım sistemi, iklim ve topografya gibi fiziksel etkenlerin yanı sıra, kültürel geçmiş, gelenek ve görenekler, aile yapısı, din ve inanış, mahremiyet, sosyal ilişkiler gibi sosyokültürel etkenler de kırsal konutların biçimlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Kırsal konut üretiminde, benzer yapı malzemesinin ve yapım sisteminin kullanıldığı bölgelerde yer alan kırsal konutlar, fiziksel etkenler benzer olmasına rağmen sosyokültürel etkenlere bağlı olarak farklı biçimlenebilmektedir. Kırsal yerleşimin zamanla oluşmuş, geçmiş tecrübelerle dayalı kültürel geçmişi, gelenek ve görenekleri kırsal konutların kurgulanmasında etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra, konutta yaşayan kişilerin aile yapısı, yetişkin ve çocuk sayısı da konutun biçimlenmesine etki eden önemli faktörlerdendir.

Kırsal yerleşimlerin biçimlenmesine etki eden diğer önemli nedenler ise din, inanış ve mahremiyet olgularıdır. Kırsal yerleşim yerlerinde yaşayan insanların

inancıları konut tipolojisine etki etmektedir. Din ve inanışların geleneksel konut mimarisine olan etkisine bağlı olarak, Türkiye’de bazı bölgelerde “Türk evi”, “Rum evi”, “Levanten evi” olmak üzere aynı bölgede bulunan geleneksel konut tipini tanımlayan farklı terminolojiler oluşmuştur.

Mahremiyet olgusu ve komşuya saygı, geleneksel konutların tasarımında öncelikli dikkat edilen konulardır. Üst kata oranla zemin katta daha küçük ve az sayıda pencere kullanımı, üst katta bulunan pencerelerin komşunun evinin içine bakmayacak şekilde tasarlanması mahremiyet olgusunun sonucudur. Geleneksel konutlar komşu yapılara ve çevresine duyarlı olacak şekilde inşa edilmiştir. Konutlar, komşunun güneşini ve rüzgarını kesmeyecek şekilde, topografyaya uyumlu olarak konumlanırlar.

2.2.3 Ekonomik Yapı

Kırsal yerleşimlerdeki sokak yapısının ve geleneksel konutların biçimlenişinde ekonomik faaliyetlerin önemli bir etkisi vardır. Bölgede yapılan ekonomik faaliyetlere bağlı olarak konutların plan kurguları da değişiklik göstermektedir. Konutların zemin katlarında konumlanan ahır ve kiler benzeri mekanlar ekonomik faaliyetlerin plan kurgusuna yansımalarıdır.

Ekonomik faaliyetler yalnızca kırsal yerleşim ve konut biçimlerine değil insanların yaşam biçimlerinin belirlenmesine de etki etmektedir. Avcılık faaliyetlerinden tarımsal faaliyetlere ve yerleşik hayata geçmek, yani çadırdan konuta geçmek, ekonomi ile gelişen bir olgudur (Ceylan ve Bulut, 2017).

Kırsal bölgelerde yaşayan halkın başlıca ekonomik faaliyetleri, tarım ve hayvancılıktır. Bu üretim faaliyetlerinin dışında, günümüzde kent yaşamından bunalan insanların doğaya duydukları özlem ve sakinlik arayışlarının sonucunda, kırsal alanlarda turizm faaliyetleri de gelişmeye başlamıştır. Kırsal alanlarda kurulan organik pazarlar (Şekil 2.4), geleneksel köy evlerinin butik otellere dönüştürülmesi

ve yöreye özgü lezzetlerin sunulduğu mekanların açılması, kırsal alanlardaki turizm faaliyetlerinin sonucudur.



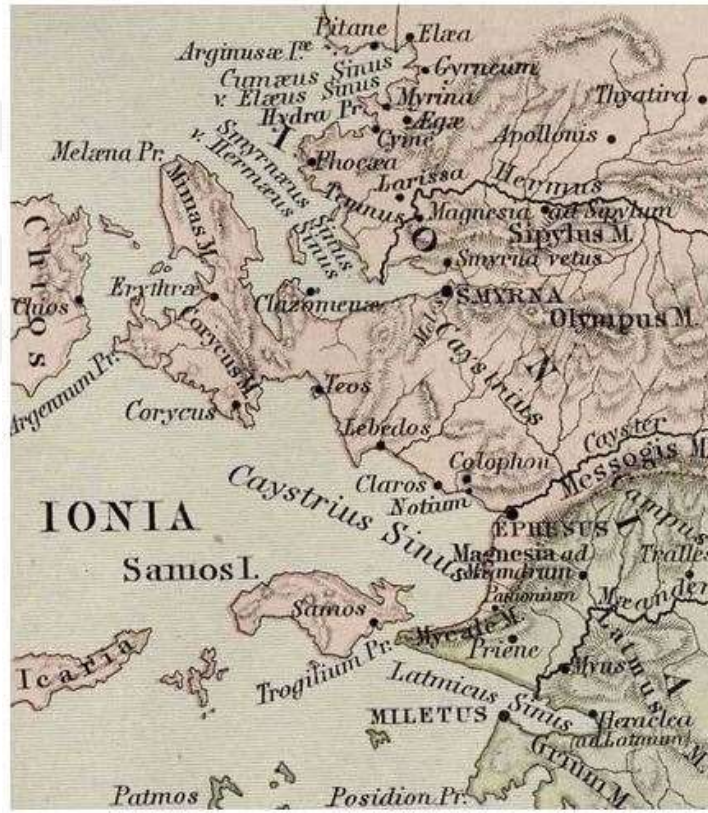
Şekil 2.4 Şirince köyü pazarı sokak görünümü (Kişisel arşiv, 2018)

2.3 Aydın İlinin Tarihçesi

Eski bir tarihe sahip olan Aydın ili Türkiye'nin batısında yer alan illerimizden birisidir. Menderes Havzası tarihin her döneminde iskân edilmiş, yoğun bir kültür gelişimine sahne olmuştur. Bu kültürel süreç içerisinde Aydın'ın önemli bir yeri vardır. İzmir- Denizli- Muğla yolları kavşağında olması onun bu önemini daha da artırmaktadır. Araştırmacıların Ege ve Orta Anadolu'da yaptıkları incelemelerde, Aydın'ın ilk tarihi bilgilerine Hitit kaynaklarında rastlandığı açıklanmaktadır. Hitit kaynaklarında Seha Irmağı'ndan yani Büyük Menderes Nehri'nden bahsetmektedir. Hititlerden başka Spartalılar ve Persler'e de ev sahipliği yapmıştır. Ardından Büyük İskender hakimiyeti altına girmiştir.

Helenistik Dönem sonrası bölge Roma İmparatorluğu hakimiyetine girmiştir. Romalıların yönetiminde bölgede birçok yerleşim yeri gelişmiştir (Şekil 2.5). Bunlar; Tralleis (Tralles), Didyma (Didim), Milethos (Milet), Aprodiasias (Afrodisyas), Nyssa (Nisa), Priene (Pirien), Mastaura (Mastavra), Alinda, Alabanda, Magnasia gibi

kalıntıları günümüze kadar ulaşmış tarihi kentlerdir. Aydın ilinde kazı çalışmaları yapılmış toplam 17 antik yerleşim merkezi bulunmaktadır. Tralleis (Tralles), Didyma (Didim), Milethos (Milet), Aprodias (Afrodisyas), Nyssa (Nisa), Priene (Pirien), Alinda, Alabanda ve Magnasia kazı çalışmaları yapılmış başlıca antik yerleşim merkezlerindendir. Bunların dışında Panionon, Neopolis, Myus, Lassos, Gerga, Mastaura (Mastavra), Orthasia (Ortosi) ve Acharaka (Akaraka) gibi bölgede bulunan daha küçük ölçekli tarihi yerleşimlerde de kazı çalışmaları yapılmıştır (Yelken, 2011).



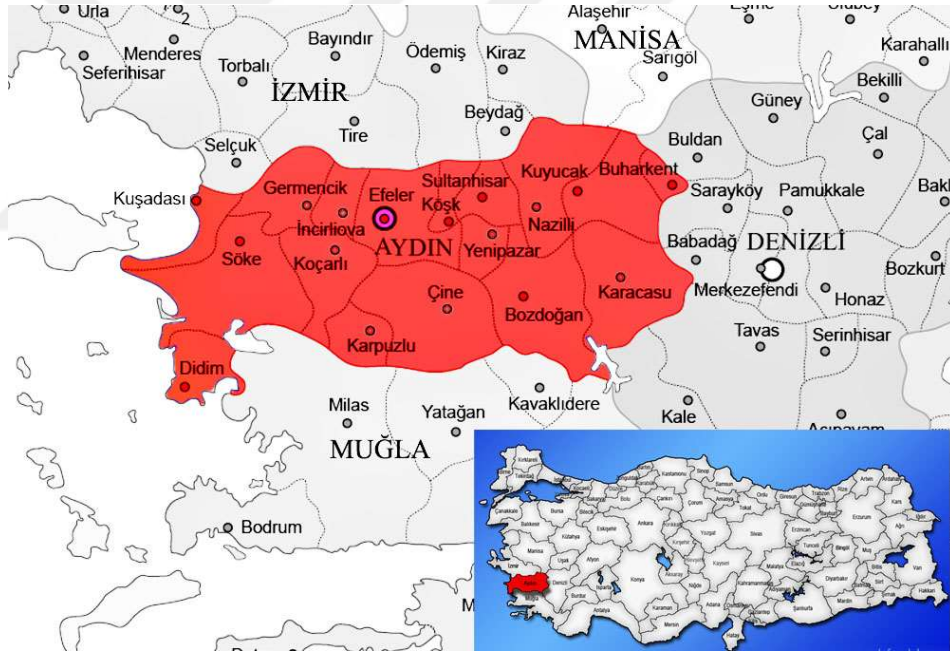
Şekil 2.5 Ionia Bölgesi'nde bulunan kentleri gösteren harita (Aydın, 2018)

Aydın tarih boyunca birçok isimle anılmıştır. M.Ö. XII. Yüzyıl'dan önce Aydın, "Antheia", "Uenthela", "Hellupolis", "Adria" isimlerini almıştır. M.Ö. XII. Yüzyıl'da Traklar'ca "Tralles-Tralleis" adı verilmiştir (Yelken, 2011). Daha sonra da sırasıyla "Seleukesia", "Ceasarec", "Andropolis" isimlerini almıştır. 11. Yüzyıl'da Türkler'in hakimiyeti altına giren Aydın sonrasında Bizans hakimiyetine girmiştir. 1280 tarihinde önce Menteşe Beyliği sonrasında ise Aydınolu Beyliği bölgeyi ele

geçirmiştir. Bu tarihten sonra bu bölgeye Aydın Güzelhisar denilmiştir. Sonraki zamanlarda ise adı Aydın olarak kalmıştır (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2019).

2.4 Aydın İlinin Coğrafyası ve İklimi

Aydın ili, Türkiye'nin batısında yer alan Ege Bölgesi'nin güneybatı kesiminde kıyı Ege'de yer alır. Kuzeyde İzmir ve Manisa, doğuda Denizli, güneyde Muğla illeri ile çevrelenir ve batı yönünde Ege Denizi'ne açılır (Şekil 2.6). Kuzey ve güney yönünde dağlarla çevrelenir ve topografya engebelidir. Bu iki dağlık alan arasında Büyük Menderes Ovası yer almaktadır. Büyük Menderes Ovası, sonradan alüvyonlarla örtülmüş genç ve verimli bir çöküntü ovasıdır ve iki fay hattı arasında kalmaktadır.



Şekil 2.6 Aydın ilinin Türkiye'deki konumu (Lafsözlük, b.t.)

İklim ve bitki örtüsünde Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Aydın'da, yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Büyük Menderes vadisi, diğer Ege ovaları gibi batıda denize doğru açılan bir oluk biçimindedir. Bu yüzden denizin ıltııcı etkisi ve yağış getiren rüzgârlar iç kısımlara kadar kolaylıkla girebilmektedir. Kuzey

rüzgârları sebebiyle Akdeniz Bölgesi'ne göre daha serindir (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2019).

1970-2011 yılları arasında yapılan ölçümlere göre, Aydın ilinin 31 yılda ortalama sıcaklığı 17,6 °C olarak ölçülmüştür (Şekil 2.7). 2012 yılına kadar ölçülen günlük maksimum sıcaklık 44,6 °C (22.07.1986), minimum sıcaklık ise -11,0 °C (04.01.1942)'dir (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2019).



Şekil 2.7 Aydın ilinin yıllık ortalama sıcaklık değerleri (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)

Aydın ilinde meydana gelen yağışların hemen hepsi yağmur şeklindedir ve yıl içerisinde en fazla yağış kış aylarında görülmektedir (Şekil 2.8). Mevsimlere göre Aydın ilinde meydana gelen yağışların ortalamaları; ilkbahar aylarında 161,4 mm/m², yaz aylarında 58,9 mm/m², sonbahar aylarında 153,3 mm/m² ve kış aylarında ise 299,1 mm/m² olarak belirlenmiştir (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2019).



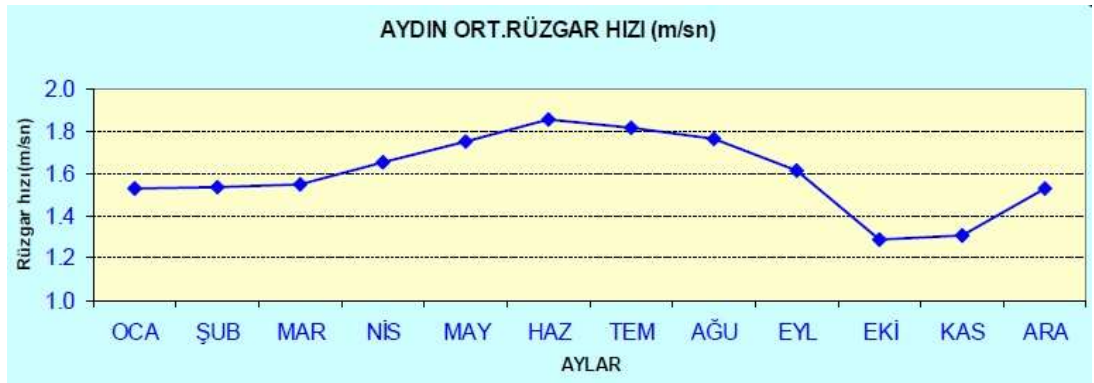
Şekil 2.8 Aydın ilinin aylık yağış dağılımı (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)

1970-2011 yılları arasında yapılan ölçümlere göre, Aydın ilinin 31 yıllık toplam yağış değerleri Şekil 2.9’da verilmiştir. Aydın ilinin uzun yıllar yıllık toplam yağış ortalaması 618,4 mm/m² olarak hesaplanmıştır. 24 saatte ölçülen en fazla yağış miktarı 93,8 mm/m² (04 Ocak 2009)’dır (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2019).

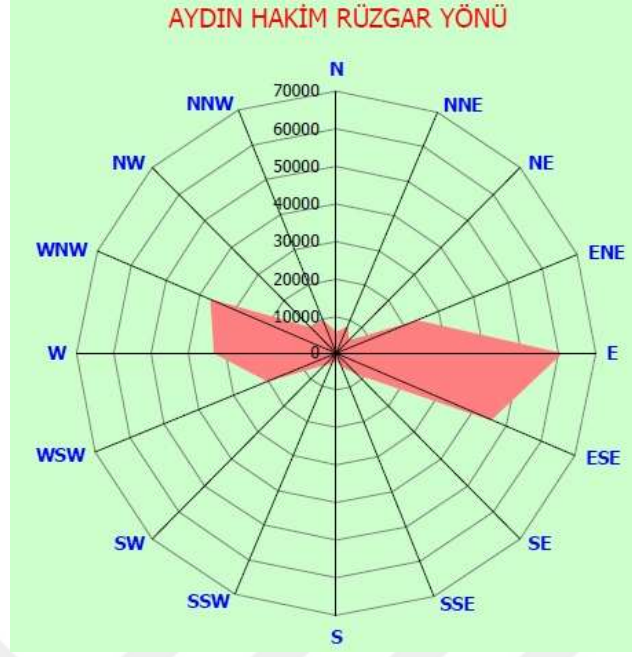


Şekil 2.9 Aydın ilinin yıllık toplam yağış değerleri (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)

Kuzey rüzgarları nedeniyle Aydın, Akdeniz Bölgesi’ne göre daha serindir. Aydın ilinde rüzgar Nisan-Eylül ayları arasında hızını artırmaktadır. Ortalama rüzgar hızı en fazla Haziran ayında görülmüştür (Şekil 2.10). Bugüne kadar ölçülen en fazla rüzgâr hızı ise 21,4 m/sn= 77,0 Km/saat (27.06.1975) olarak ölçülmüştür (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, 2019). Aydın ilinin hâkim rüzgâr yönü ise Doğu yönüdür. Mevsimsel değişimlere bağlı olarak ikincil derece hâkim rüzgâr yönü Batı-Kuzeybatıdır (Şekil 2.11).



Şekil 2.10 Aydın ilinin aylara göre ortalama rüzgâr hızı (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)



Şekil 2.11 Aydın ilinin hâkim rüzgâr yönü (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)

2.5 Aydın/Gümüşköy Kırsal Yerleşimi

Tez kapsamında çalışma alanı olarak seçilen Gümüşköy, Aydın ilinin Germencik ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Aydın ilinin şehir merkezine 31 km, bağlı olduğu Germencik ilçesine 10 km mesafededir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Gümüşköy'ün, Germencik ve Aydın yerleşimlerine olan konumu (Google earth, 2019)

Gümüşköy ve yakın çevresi, antik çağlardan beri kentlere ev sahipliği yapmıştır. Magnesia ad Meandrum olarak bilinen kentin (Menderes üzerindeki Magnesia), Aydın ili Germencik İlçesi'nde Gümüşköy'e 4 km mesafede yer aldığı tahmin edilmektedir.

Kuruluşu ile ilgili farklı anlatımlar bulunan kent efsaneye ve antik kaynaklara göre Magnetler tarafından kurulur. Magnetler, Apollon'un nedeni bilinmez bir kehaneti ile anayurtları Thesselia'yı terk ederek bir süre için önce Girit Adası'na gelir ve orada Magnesia adında bir kent kurarlar. Kendilerine kehanet ile bildirilen beyaz kargaların görünmesi için, Girit Adası'nda 80 yıl beklerler. Beyaz kargaların görünmesinden sonra, Delphi'ye gönderdikleri heyetten, ikinci bir kehanetle Leukippos'un liderliğinde Anadolu'ya, Endymion karşısındaki Mykale (Samsun Dağları) Dağlarındaki, Thorax (Gümüşdağ) eteklerine gideceklerini ve o günkü adı ile Manthios, sonraki adıyla Meandrum (Menderes) nehrinin denize döküldüğü yerde karaya çıkıp, Mandrolytos'un kentine gideceklerini öğrenirler. Mandrolytia adının, daha sonra Magnesia olarak değiştirildiği ve bu adı alma nedeninin kentin kurucuları Magnetlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak kent Menderes'in sürekli yatak değiştirip taşma nedeniyle oluşan salgın hastalıklar ve Perslere karşı daha emniyetli bir şehir olma ihtiyacıyla, İ.Ö. 400/398 yıllarında Spartalı komutan Thibron tarafından bugünkü yerine, Menderes'in kolu Lethaios nehrinin (Gümüşçay) kenarına taşınmıştır (Saraçoğlu ve Üreten, b.t., s. 62).

Gümüşköy, 1970 yılına kadar şimdiki konumundan 3 km daha kuzeybatıda eski taş ocaklarının bulunduğu bölgede konumlanmıştı. Önceden bulunduğu bölgede şiddetli yağışlarla birlikte dağdan gelen sular, köyde su baskınlarına ve heyelana neden olmaktaydı. Köyde meydana gelen su baskınları, elektrik ve suyun olmaması ve mevcut konutların çok kötü durumda olması nedenleriyle dönemin muhtarları, devletten köyün başka bir yere taşınmasını talep etmişlerdir. Bunun üzerine 1971 yılında devlet, hane başına 20 bin lira para yardımı yapmıştır ve yeni yapılacak konutlar için gereken inşaat malzemeleri de devlet tarafından temin edilmiştir. Devlet tarafından hazırlanan planlara uymak koşuluyla, taşınan köyde bulunacak yeni konutların inşasının köy halkı tarafından ya da kendi bulacakları ustalar tarafından yapılmasına karar verilmiştir, Recai Gök (Kişisel İletişim, 8 Şubat 2019).

Eski yerleşim yerinde bulunan Gümüşköy halkından bir kısmının yola yakın konut istemesi bir kısmının da eski yerleşim yeri yakınında (tarım arazilerinin

yakınında) yer istemesi ile mevcut köy ikiye bölünmüştür. Halkın bir kısmı eski yerleşim yeri yakınında bulunan şu anki ismiyle Gümüşköy’de, bir kısmı ise yol yakınında konumlanan şimdiki ismiyle Gümüşyeni köyünde yaşamaktadır. Gümüşköy’de 40, Gümüşyeni köyünde 54 adet devlet yardımıyla konut yapılmıştır. Konutların yapımı 1971 yılında başlamış ve 1974 yılında son bulmuştur. Yeni konutların yapımı bitene kadar köy halkı eski yerleşim yerinde bulunan mevcut konutlarında kalmaya devam etmiştir. 1975 yılında köy halkı yeni yerleşim yerlerinde bulunan konutlarına taşınmaya başlamıştır, Recai Gök (Kişisel İletişim, 8 Şubat 2019). Tez kapsamında eski yerleşim yeri yakınında konumlanan Gümüşköy’de bulunan devlet tarafından planlanan konutlar incelenmiştir.

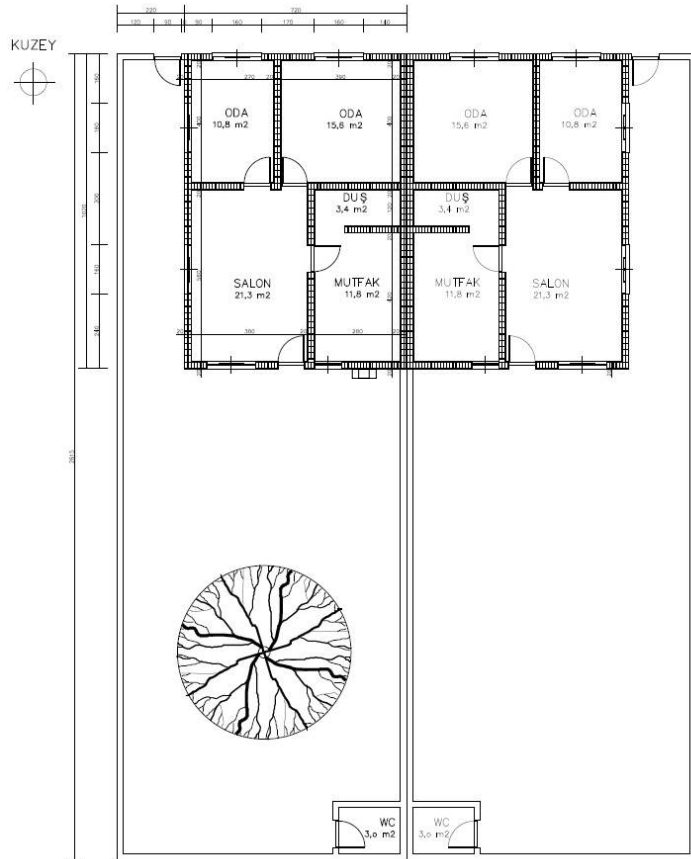
2.6 Gümüşköy Kırsal Konutlarının İncelenmesi

Gümüşköy’de bulunan kırsal konutlar, devlet tarafından planlanmış ve devletin sağladığı maddi yardımlarla inşası köy halkı tarafından yaptırılmıştır. Konutlar, dörtgen biçimli bir parsel alanı içinde tek katlı olarak planlanmıştır (Şekil 2.13). Gümüşköy, bütünsel olarak sonradan planlanan bir köy olduğu için geleneksel köylerde görülen organik sokak dokusu bulunmamaktadır. Gümüşköy’de sokaklar gridal olarak planlanmıştır ve konutların bulunduğu parsellere sokaktan giriş verilmiştir (Şekil 2.14).

Parselin kısa kenarından bahçeye girilmektedir ve konutun ana girişi bahçeden verilmiştir. Konutlar, bahçeye açılan salon ve salondan girişleri verilen mutfak, duş alanı ve iki oda olmak üzere dört hacimden oluşmaktadır. Konuta ait ıslak hacim, konutun bulunduğu parselde bahçenin bir köşesinde konumlanmaktadır.



Şekil 2.13 Gümüşköy'ün yerleşim dokusu (Google earth, 2019)



Şekil 2.14 Gümüşköy'de bulunan kırsal konut plan örneği

Yığma yapım sistemiyle üretilmiş olan tek katlı konutlarda, ateş tuğlası olarak adlandırılan dolu tuğla malzeme kullanılmıştır (Şekil 2.15). Konutta kullanılan tuğlanın boyutları 5x10x20 cm'dir. Ateş tuğlasının ısı dayanımı çok yüksek olduğundan, yapının yangın dayanımını artırmaktadır. Konutun çatısı, kırma çatıdır ve kiremit kaplanmıştır. Yapının bulunduğu parsel sokak cephesinden bahçe kapısı ile girilmektedir. Konutun doğu cephesi yandaki yapı ile bitişik olduğundan, bu cephede boşluk bulunmamaktadır. Doğru cephesi dışındaki diğer cephelerde iki adet pencere boşluğu bulunmaktadır ve pencerelerde metal doğrama kullanılmıştır. Konutun girişi güney cephesinden ahşap doğramalı kapı ile sağlanmıştır. Konutun güney cephesinde pencere ve kapı dışında bir de ocak bulunmaktadır. Parselin güneydoğu köşesinde bulunan ıslak hacim düşey delikli blok tuğla kullanılarak inşa edilmiştir.



Şekil 2.15 Gümüşköy'den tuğla malzemeli kırsal konut (Kişisel arşiv, 2018)

BÖLÜM ÜÇ

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE KIRSAL KONUTLARIN KONFOR AÇISINDAN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER

Bu bölümde sürdürülebilirlik kavramının tanımı ve mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramı hakkında genel bilgiler verilmiştir. Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramı, her alanda olduğu gibi mimarlıkta da önem kazanmıştır. Geçtiğimiz yıllarda çoğunlukla büyük firmalar tarafından prestij ve reklam amaçlı yapılara uygulanan sürdürülebilirlik önlemleri; bu alanda yapılan çalışmalar, gelişen teknolojiler, çevre kirliliği ve fosil tabanlı kaynakların tükenme sorunu nedeniyle yerel yönetimler tarafından da önemsenmiş ve sürdürülebilirlik uygulamalarının teşvik edilmesi amaçlı çalışmalar yapılmıştır. Yapının enerji korunumunu sağlamanın yanı sıra yapının kendi enerjisinin bir kısmını ya da tamamını karşılayabilmesi için son yıllarda sürdürülebilir mimarlık alanında çalışmalar yapılmaktadır. Bu bölümde yapının enerji ihtiyacını karşılamasına yönelik kullanılabilecek yenilenebilir enerji kaynakları açıklanmıştır. Dünya’da ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu tartışılmıştır. Konu hakkında genel bilgilendirme ve açıklamaların devamında tez kapsamında ele alınan kırsal konutlar konusunda uygulanabilecek sürdürülebilirlik yöntemleri irdelenmektedir.

3.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik kelimesinin Türkçe’de tam karşılığı olmamakla beraber, kelime anlamı olarak “daimî olma yeteneği veya becerisi” şeklinde tanımlanmaktadır. American Institute of Architects (AIA) ise sürdürülebilirlik kavramını “toplumun geleceğe doğru işlerliğine, sistemin ihtiyacı olan temel kaynakların tükenmesi veya aşırı yüklenmesi doğrultusundaki dengesinin bozulmadan devam etmesi” olarak açıklamıştır (Tatar, 2013).

Birçok kaynakta sürdürülebilirlik kavramının ilk kez 1987 yılında Stockholm’de düzenlenen konferansta Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporu’nda kullanıldığı görülmektedir. Brundtland Raporu’nda

sürdürülebilirlik kavramı “sürdürülebilir kalkınma” kapsamında ele alınmıştır. Kaynaklarda, sürdürülebilirlik kavramının Brundtland Raporu’ndan çok daha önce kullanıldığına dair söylemler bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının ilk kez 1700’lü yılların başında orman yönetimi ile ilgili olarak ortaya çıktığı kaynaklarda belirtilmiştir (Şen, Kaya ve Alpaslan, 2018). Brundtland Raporu ile birlikte sürdürülebilirlik kelimesinin içeriği genişlemiştir.

Bu bölümde sürdürülebilir mimarlık ile sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji başlıklarına değinilmektedir.

3.1.1 Sürdürülebilir Mimarlık

Günümüzde çevre kirliliği ve bunun etkisi olarak doğal dengenin bozulması tüm ekosistemi tehdit etmektedir. Son yıllarda kullandığımız kaynakların tükenme sorunu ile karşı karşıya kalması ile sürdürülebilirlik her alanda önem kazanmaya başlamıştır. Kaynak tüketiminin büyük bir bölümünün inşaat sektörü nedeniyle gerçekleşmesinden dolayı sürdürülebilirlik, mimarlık alanında da önemli bir yere sahiptir.

Sürdürülebilir mimarlık, yapıları çevreye en az etki edecek şekilde ve enerji verimliliği sağlamak, kullanıcıların konfor, sağlık ve yaşam kalitelerini artırmak amacıyla binaların tasarlanması ve inşa edilmesi şeklinde tanımlanabilir. Kullanıcının isteklerinin karşılanması, inşa için gereken zaman ve kaynakların doğru planlanması ve kullanılması, doğal çevreye en az düzeyde müdahale edilmesi, alanın ve kullanılacak malzemelerin yeniden kullanılabilir şekilde planlanması sürdürülebilir mimarinin içeriğini oluşturmaktadır. Mevcut yapılara uygun teknolojilerin entegre edilmesi veya inşa edilecek yapılar için sürdürülebilirlik kavramının yapının inşasından bitimine her adımında düşünülmesiyle uygulanması mümkündür.

Mimaride sürdürülebilirlik yalnızca enerji kullanımının ve atık miktarının azaltılması anlamına gelmez. Sürdürülebilir mimarlık, yapının bulunduğu fiziki

evre, yapı kabuğu ve yapının iç mekanlarını da kapsamaktadır. Yapının bulunduğu doğal çevreye saygılı ve uyumlu yerleşmesi, kaynak tüketiminin en aza indirilerek üretiminin sağlanması, yapının enerji kaybının en aza indirilmesi için alınan önlemler ve yapının ömrü boyunca kaynak tüketiminin ve atık miktarının en aza indirilmesi sürdürülebilir mimarlığın amacıdır.

3.1.2 Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Enerji

Günümüzde birçok alanda kullandığımız fosil yakıtlar, bugünkü tüketim toplumu karşısında tükenme sorunu ile karşı karşıyadır. Günümüzde kullandığımız enerjinin büyük bir bölümünü oluşturan fosil yakıtların tükenme problemi, çevreye zararlı olmaları insanları, alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya ve kullanmaya yöneltmiştir. Bunun sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmaya ve geliştirilen sistemlerle kullanılmaya başlanmıştır.

Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji, kullandıkça tükenme sorunu olmayan, bir kaynağa bağlı olmaksızın sürekli kullanılabilen enerji türüdür. Bu enerjinin elde edildiği kaynaklar ise yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanabilir. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları;

1. Güneş enerjisi,
2. Dalga enerjisi,
3. Rüzgâr enerjisi,
4. Jeotermal enerji,
5. Biokütle enerjisi,
6. Hidrolik enerji,
7. Hidrojen enerjisi olarak sıralanabilir.

Yukarıda sıralanan başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarından dalga enerjisi, biokütle enerjisi, hidrolik enerji ve hidrojen enerjisi, tez kapsamında ele alınan bölgede kullanılamayacağı için kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışma alanı olan Gümüşköy bölgesinin rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji bakımından

zengin olması nedeniyle bu yenilenebilir enerji kaynakları, üçüncü bölümün devamında açıklanmaktadır.

3.1.2.1 Güneş Enerjisi

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan güneştir. Güneşin enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışıyım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak temel oluşturmaktadır. Güneş ışınları ile dünyaya 170 milyar MW güçte enerji gelmektedir. Bu değer, dünyada insanoğlunun bugün için kullandığı toplam enerjinin 15.000-16.000 katıdır. Günümüzde dünyaya ulaşan güneş enerjisinin değerlendirilmesinde iki yol izlenmektedir. Bunlar; ısıya dönüştürme ve elektrik enerjisine çevirmedir. Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmede “toplaçlar”; doğrudan elektrige dönüştürmede de “güneş hücreleri-güneş pilleri” (Şekil 3.1) kullanılmaktadır (Gedik, 2015).



Şekil 3.1 Güneş enerjisi üreten sistemlerden fotovoltaiik paneller (Teknoray Solar, b.t.)

Güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça zengin olan Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama yıllık toplam ışıyım şiddeti 1311 kWh/m² (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.2). Güneş enerjisi potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012).

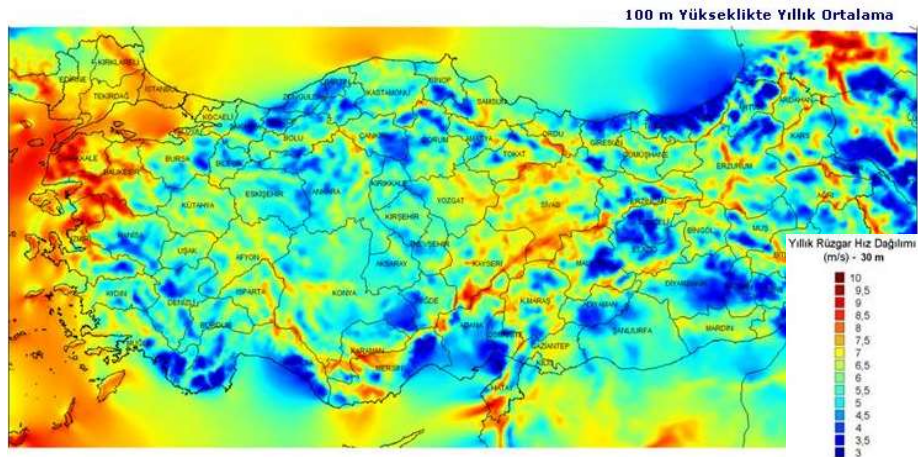


Şekil 3.2 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, b.t.)

Güneş enerjisinden faydalanılarak su ısıtma amacıyla kolektör sistemler, iç mekânın ısıtılmasında trombe duvar sistemi ve elektrik üretiminde ise güneş pilleri (fotovoltaik paneller) konutlarda kullanılmaktadır.

3.1.2.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, farklı ısıya sahip hava kütlelerinin yer değiştirmesiyle oluşmaktadır. Yeryüzüne güneşten gelen enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Coğrafi özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyeli açısından zengin bir ülke olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 3.3). Meteoroloji tarafından yapılan ölçümler sonucunda Ege, Güneydoğu Anadolu ve Marmara Bölgesinin rüzgâr gücü yoğunluğu bakımından diğer bölgelere göre oldukça zengin olduğu tespit edilmiştir (Ayan ve Pabuçcu, 2013).



Şekil 3.3 Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, b.t.)

CO₂ emisyonu düzeyi çok düşük olduğundan, küresel ısınmayı engellemeye yardımcı olan rüzgâr enerjisi, en hızlı büyüyen ve en ekonomik alternatif enerji kaynağı olarak bugün konvansiyonel enerji kaynaklarıyla yarışabilir durumdadır. Rüzgâr enerjisi tükenmeyen, yakıt gereksinimi olmayan, çevresel etkileri en az olan, emniyetli bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisi hava koşullarına ve topoğrafik şartlara göre değişim göstermektedir. Bu enerji yatay ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri ile mekanik enerjiye dönüştürülmekte, su pompalama veya elektrik üretimi amacıyla da bu mekanik enerjiden yararlanılmaktadır (Gedik, 2015).

Rüzgâr türbinleri, yerleşim yerlerinden uzak ve rüzgâr gücü yüksek arazilere (Şekil 3.4 (a)) ve denizlere (Şekil 3.4 (b)) kurulabilmektedir. Bunun yanı sıra yeni gelişen sistemler sayesinde konut tipi, sessize yakın çalışabilen rüzgâr türbinleri sayesinde konutların bahçelerine ya da çatılarına da uygulanabilmektedir.



Şekil 3.4 (a) Rüzgâr türbini örneği (Elektrovar, b.t.), (b) Denize kurulan rüzgâr türbini örnekleri (Kıyıcı, 2014)

3.1.2.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısınin oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20° den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yer üstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcaklık su ve buhar olarak tanımlanabilir. Bu sıcak akışkan, kırıklar aracılığı ile yeryüzüne ulaşarak termal kaynakları oluşturur; ya da sondajlarla çıkartılarak ekonomik kullanıma dönüştürülür. Jeotermal enerji yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz ve çevre dostu bir enerji türüdür (Tuğlu Karşı, 2008).

Türkiye, Alp-Himalaya kuşağı üzerinde yer aldığından oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan bir ülkedir. Ülkemiz jeotermal potansiyeli 31.500 MW olup dünyada ilk on ülke arasındadır (Kozak,2016). Ülkemizde potansiyel oluşturan alanlar Batı Anadolu’da (%77,9) yoğunlaşmıştır (Şekil 3.5). Bugüne kadar potansiyelin %13’ü (4.000 MW) MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) tarafından kullanıma hazır hale getirilmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2012).



Şekil 3.5 Türkiye’de bulunan jeotermal enerji kaynakları haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, b.t.)

Jeotermal enerji santrallerinde üretilen enerjinin birim maliyetinin diğer santrallere göre çok düşük olması ve daha az çevre sorununa yol açması nedeniyle avantajlı ve temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşu da jeotermal enerjiye yönelimi artırmaktadır. Jeotermal enerji; kaynak suyunun sıcaklığına göre elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, sera vb.) (Şekil 3.6 (b)), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, tarım, seracılık (Şekil 3.6 (a)), karların eritilmesi, termal turizm gibi alanlarda kullanılmaktadır. Dünyada jeotermal enerji kapasitesinin çok azından yararlanılmaktadır. Dünyada jeotermal enerji ile ısınan konutlara her yıl yenileri eklenmektedir (Gedik, 2015).



Şekil 3.6 (a) Jeotermal enerji kullanılarak yapılan seracılık uygulaması (Kırşehir Haber Türk, 2018), (b) Jeotermal enerji kullanılarak yapılan yerden ısıtma uygulaması (Ekonomikzafer, 2012)

3.2 Kırsal Konutların Enerji Etkin Hale Getirilmesine Yönelik İyileştirme Önerilerinin İrdelenmesi

Kırsal konutlar genellikle düşük bütçe ve kısıtlı imkanlarla inşa edildikleri için yapı kabuğu ısı yalıtımı açısından zayıftır. Bu nedenle kırsal konutlarda genellikle enerji kaybı fazladır. Dolayısıyla da enerji tüketimi kentsel konutlara kıyasla fazla olmaktadır. Enerji kaybının önlenmesi, kullanıcı konforunun iyileştirilmesi için çalışmanın bu bölümünde, kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme önerileri irdelenmektedir. Kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme önerileri, enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan ve enerji üretimini artırmayı hedefleyen olmak üzere iki ana başlık altında toplanarak açıklanmıştır.

3.2.1 Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik İyileştirme Önerileri

Kırsal konutlarda genellikle enerji tüketiminin çok olmasının nedeni yapı kabuğunun yalıtım açısından zayıf olmasından kaynaklanan ısı kayıplarıdır. Yapıda meydana gelen ısı kaybı nedeniyle mekânın ısıtılması ya da soğutulması için daha fazla enerji harcanmaktadır. Yapının kendisi dışında çevresinde alınacak önlemlerle de yapının enerji verimliliğine katkıda bulunmak mümkündür. Bir konutun enerji tüketimini azaltmaya yönelik çok sayıda iyileştirme önerisinden bahsedilebilir. Bu başlık altında, mevcut kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olan enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerileri;

1. Duvarda ısı yalıtımı uygulaması,
2. Çatıda ısı yalıtımı uygulaması,
3. Isı yalıtımlı pencere uygulaması,
4. Balkonlarda ısı yalıtımı uygulaması,
5. Güneş kontrol elemanlarının eklenmesi,
6. Peyzaj elemanlarının katkısı,
7. Trombe duvarı uygulaması olarak listelenmektedir.

Yukarıda listelenen iyileştirme önerilerinden balkonlarda ısı yalıtımı uygulaması, tez kapsamında incelenen kırsal konutta balkon bulunmaması nedeniyle bu bölümde kapsam dışı bırakılmıştır. Tezin dördüncü bölümünde faydaların belirlenmesinde yararlanılan İzoder TS825 programının trombe duvarının faydasının belirlenmesinde yetersiz kalması nedeniyle enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerilerinden trombe duvarı uygulaması da bu bölümde kapsam dışı bırakılmıştır.

3.2.1.1 Duvarda Isı Yalıtımı Uygulaması

Farklı sıcaklıklara sahip iki ortam arasındaki ısı geçişini azaltmak için yapılan uygulamalara ısı yalıtımı denir. Isı yalıtımı, yapının kışın ısıtılmasını, yazın da soğutulmasını sağlamak için harcanan enerjinin azaltılması ve kullanıcı konforunun sağlanması amacıyla yapıların dış cepheleri, doğramaları, çatıları, döşemeleri ve iletim tesisatlarında meydana gelen ısı kaçışlarını azaltan önlemleri kapsamaktadır. Kullanıcı konforunun sağlanması için ortam sıcaklığının 20-22°C arasında olması gerekmektedir (İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu, 2015).

Geleneksel yöntemlerle, yerel malzemelerle, düşük bütçeyle ve kısa sürede inşa edilen kırsal konutların yapı strüktürü ve kabuğu yalıtım ve ısı korunumu açısından genellikle zayıftır. Isı yalıtımı düşünülmeden inşa edilen kırsal konutlarda yapı kabuğu (duvar, çatı ve döşeme) katmanlarından dış ortama ısı kaçışı meydana gelmektedir. Kırsal konutlarda ısı kaçışını azaltacak iyileştirme önerileri uygulanmadığında binadaki ısı kaybı fazla olduğundan bina sahipleri ısınmak için daha fazla enerji ve para harcamak durumunda kalmaktadır.

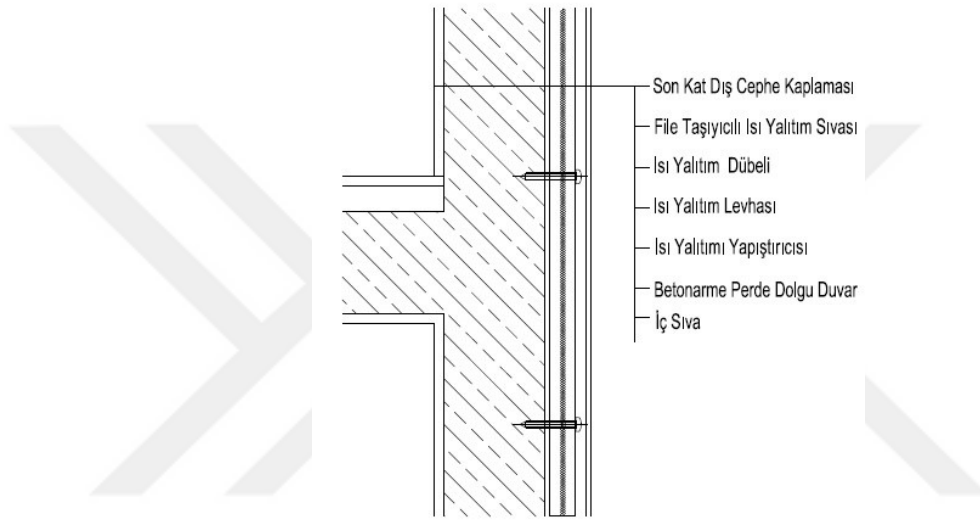
Yapının mimari özelliği ısı kaybını etkileyen önemli bir değişkendir. Fakat genellikle yalıtımsız tek katlı yapılarda ısı kaybının, %40'ı dış duvardan, %30'u pencerelerden, %7'si çatıdan ve %6'sı da bodrum döşemesinden kaynaklandığı kabul edilir (Atmaca, 2016). Buradan yapı kabuğuna uygulanacak olan ısı yalıtımının yapıda %50 veya daha fazla ısı kaybının önüne geçebileceği söylenebilir. Isı yalıtımının verimli olabilmesi için binanın sadece duvarlarına değil, çatı ve zeminine de uygulanması gerekmektedir. Böylece yapı kabuğu tamamen ısı yalıtımı ile çevrelendiği için ısı kaybı en aza indirilmiş olur.

Binada iç mekân ile dış mekânı birbirinden ayıran, yapıyı ve kullanıcıları dış etkenlerden koruyan duvarlar, yapı kabuğunun düşey elemanlarıdır. İç mekân koşullarının belirlenmesinde dış duvarın etkisi, dış duvarın yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Dış duvarlar, çevreledikleri iç mekânı, atmosferik olaylardan (yağmur, kar, rüzgâr vb.), sıcak ve soğuktan ve dışardan gelebilecek tehlikelerden korurlar (Gürdal ve Acun, 2005).

Duvarlara uygulanacak ısı yalıtımı üç şekilde uygulanabilir. Bunlar; duvara dışardan uygulanan ısı yalıtımı (mantolama), duvara içten uygulanan ısı yalıtımı ve duvar arası ısı yalıtımıdır. Duvara dıştan uygulanan ısı yalıtımı (mantolama) ile bina kabuğu çevrelenerek, dış atmosfer ile binanın içi arasında bir kalkan oluşturulur. Mantolama, kışın iç mekânda ısının daha uzun süre muhafaza edilmesini sağlarken, yazın ise dış ortamın sıcaklığının iç mekâna etkisini azaltarak iç ortam sıcaklığının yaz-kış dengede tutulmasına yardımcı olur. Bunun yanı sıra yapının taşıyıcı elemanlarını dış etkenlerden korur. Uygulama kolaylığı ve iç mekânda alan kaybı oluşturmaması gibi avantajlara sahiptir.

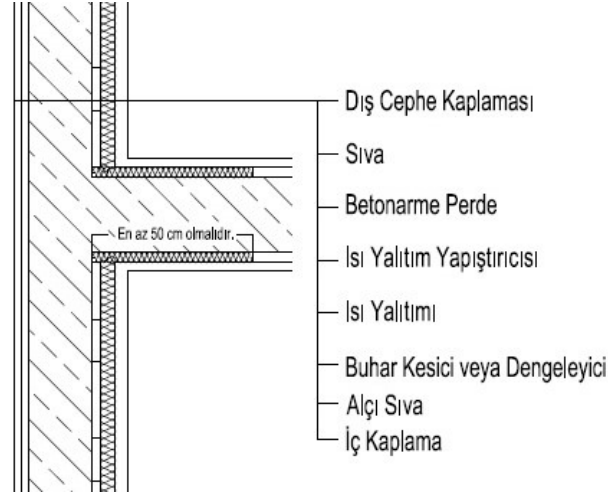
Mantolama uygulaması katmanları, (dıştan içe doğru) dış cephe boyası veya dekoratif kaplama, file taşıyıcılı ısı yalıtım sıvası, dübel, ısı yalıtım malzemesi, ısı yalıtım yapıştırıcısı, yapının dış duvarı ve ince sıva olarak sıralanabilir (Şekil 3.7). Mantolama uygulamasında kullanılacak olan yalıtım malzemesinin birçok çeşidi bulunmaktadır. Isı yalıtım malzemesi olarak ahşap talaşı levhalar, genişleştirilmiş

mantar levhalar, cam köpüğü, seramik yünü, camyünü, taşyünü, XPS (Ekstrude polistiren köpük), EPS (Ekspande polistiren köpük) ve poliüretan ve polietilen esaslı köpükler kullanılabilir (Akelçi, 2016). Kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesi, yalıtımın uygulanacağı bölgenin iklimine, uygulayacak olan firmanın elinde bulunan malzeme çeşitliliğine ve uygulamaya ayrılan bütçeye göre değişiklik göstermektedir. Bunun yanı sıra tercih edilen ısı yalıtım malzemesinin kalınlığı da seçilen malzemenin özelliklerine ve uygulanacak olan bölgenin iklimine göre belirlenmektedir.



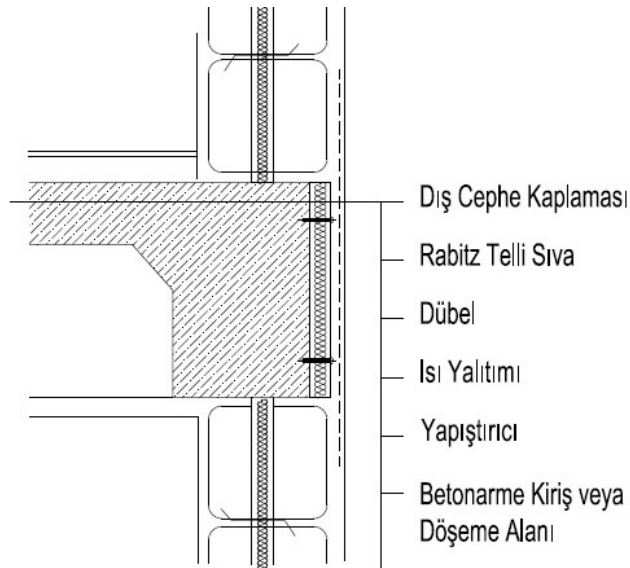
Şekil 3.7 Dış duvarlara dıştan uygulanan yalıtım (Mantolama) detayı

Duvara içten uygulanan ısı yalıtımı, dış duvarın iç mekâna bakan yüzeyine uygulanan ısı yalıtım sistemleri olarak tanımlanabilir (Şekil 3.8). Bu sistemler kısa süreli ısıtılan yapılarda avantaj sağlamaktadır. Duvara içten uygulanan yalıtımda kolon, kiriş, hatıl, lento gibi yapı bileşenleri ısı köprülerine karşı mutlaka yalıtılmalıdır. Bu ısı yalıtımı, tavan ve döşemeye mutlaka en az 50 cm döndürülmelidir. Bu tip ısı yalıtım uygulamaları ekonomiktir ve uygulama kolaylığı sağlamaktadır. Dışardan iskele kurmanın mümkün olmadığı ya da iskelede çalışmanın zor olduğu yerlerde (çok katlı binalar, tünel kalıp yapılar gibi) duvara içten uygulanan ısı yalıtım sistemleri tercih edilmektedir. Ancak iç mekânda alan kaybına neden olmaktadır.



Şekil 3.8 Dış duvara içten uygulanan yalıtım detayı

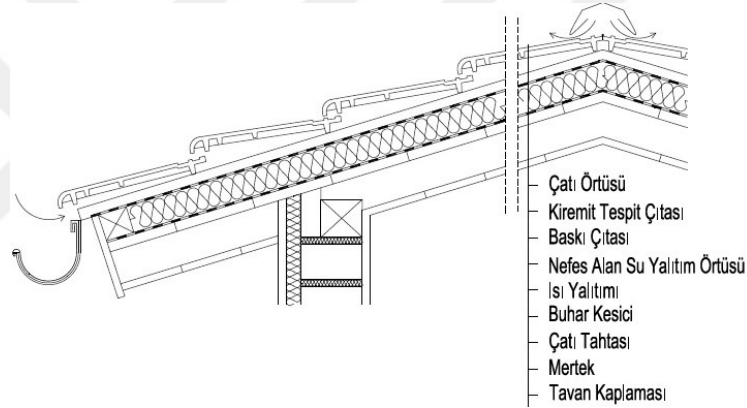
Duvar arası yalıtım sistemi, betonarme kısımların dıştan, duvarın ise sandviç duvar arası yalıtım sistemiyle ısı yalıtımının sağlandığı uygulamalardır (Şekil 3.9). Bu uygulamalarda duvar dolgu malzemesinin yalıtım kalınlığı kadar dışardan örülmesine dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra duvar ile ısı yalıtım birleşim yerlerinde çatlak oluşması ihtimaline karşı, bu bölgelerde 20 cm her iki duvarın da üzerine geçecek şekilde paslanmaz rabitz teli veya özel kaba sıva filesi kullanılmalıdır. Bu tip ısı yalıtım uygulamaları ekonomiktir ve dış cephe mimarisini etkilemez. Isı köprüleri oluşturması ve duvar içinde yoğuşmanın oluşması gibi dezavantajları vardır.



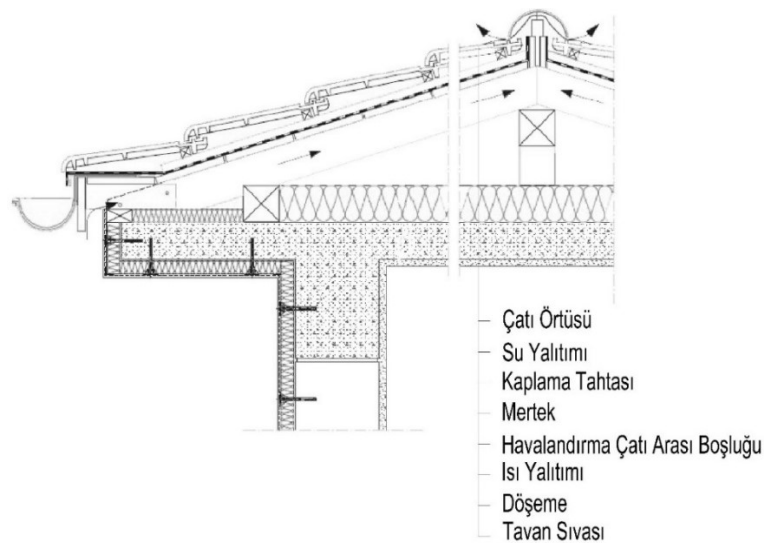
Şekil 3.9 Dış duvara uygulanan duvar arası yalıtım detayı

3.2.1.2 Çatıda Isı Yalıtımı Uygulaması

Kırsal konutlarda çatı yalıtımı göz önünde bulundurulması gereken önemli bir uygulamadır. Isınan hava yükselir ve yapının en üst katmanı olan çatı yalıtımsız olduğunda hava buradan kaçır. Çatı yalıtımının yapının ısı kaybını en aza indirmekte önemli bir yeri vardır. Çatıya uygulanacak olan ısı yalıtımı (eğer çatı eğimli ise) iki şekilde yapılabilmektedir. Bunlardan biri eğer çatı katı ısıtılmıyor ise çatı katının döşemesine uygulanan ısı yalıtımıdır (Şekil 3.11). Diğerisi ise ısı yalıtımının çatı katmanına uygulanmasıdır. Bu yöntem çatı katı ısıtılıyorsa tercih edilmektedir (Şekil 3.10). Diğer bir ısı yalıtımı da (çatı eğimli değilse) teras çatılara uygulanan ısı yalıtım yöntemidir.

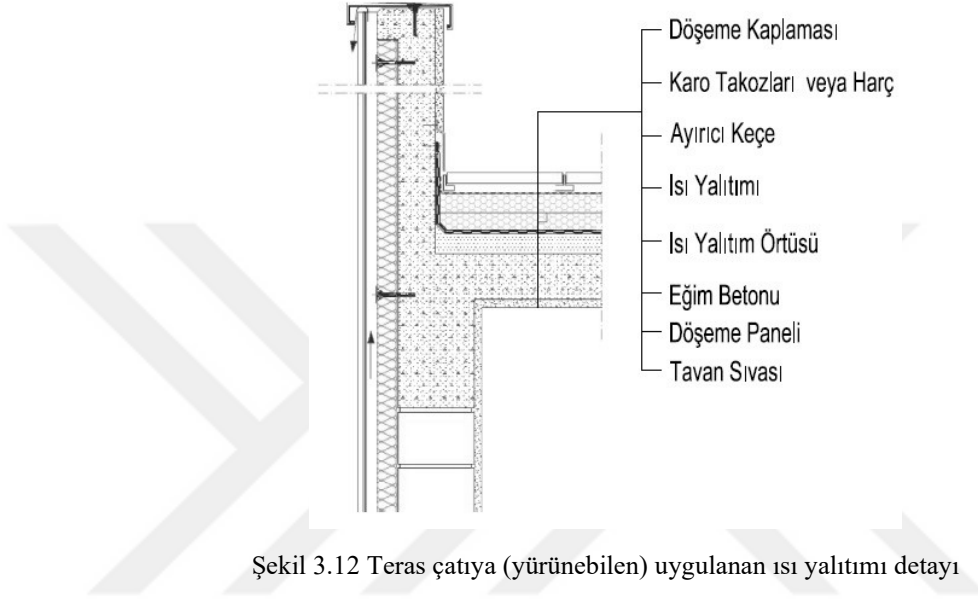


Şekil 3.10 Isıtılan çatı katında çatı katmanına uygulanan ısı yalıtımı detayı



Şekil 3.11 Isıtılmayan çatı katında çatı döşemesine uygulanan ısı yalıtımı detayı

Teras çatılara uygulanacak olan ısı yalıtım katmanları yürünebilen ve yürünemeyen teras çatılarda aynıdır. Yürünebilen teras çatıya uygulanacak olan ısı yalıtım detayı Şekil 3.12’te verilmiştir. Yürünemeyen teras çatılarda ise katmanlar yürünebilen teras çatı ile neredeyse aynıdır. Tek fark yürünemeyen teras çatıda ayırıcı keçe katmanı üzerinde yalnızca çakıl katmanı bulunmaktadır.



Şekil 3.12 Teras çatıya (yürünebilen) uygulanan ısı yalıtım detayı

3.2.1.3 Isı Yalıtımlı Pencere Uygulaması

Son yıllarda gelişen sistemler ile enerji kalitesi artan pencereler, hala bina kabuğundaki en az yalıtıma sahip yapı elemanlarıdır. Pencerelerde ısı kaybının en büyük nedeni doğramalardır. Pencerelerdeki cam ve ahşap elemanların ısı iletkenliklerinin yüksek olması, pencerelerin hareketli aksamaları ve yalıtım açısından zayıf olması binadaki ısı kayıplarını artırır. Doğramalardaki ısı kayıplarının en aza indirilmesi için yapıya uygun doğru malzemelerin seçilmesi ve doğru uygulamaların yapılması gerekmektedir.

Binalarda pencereler ısı geçirgenliği en fazla olan yapı elemanlarıdır. Yüksek binalarda ısı kayıplarının %7’si, tek katlı binalarda %20’si pencerelerden olmaktadır (Altınışık, 2006). Özellikle ülkemizde, kalitesiz ahşap çerçeve ile birlikte tek cam kullanılması pencerelerden kaynaklanan ısı kayıplarını artırmaktadır (Özenç, 2007).

Isı yalıtımı yapılmadan önce pencere çerçeveleri bina kabuğunun dışında olacak şekilde pozisyonlandırılmalı, alt ve üst kısımdan ahşap desteklerle, yanlardan ise çelik ankraj elemanları ile sabitlenmelidir. Son olarak, ısı yalıtımı, pencereleri çevreleyecek şekilde uygulanmalı ve herhangi bir hava boşluğu kalmadığından emin olunmalıdır. Pencereler böylece ısı yalıtım katmanının içinde kalacak şekilde yerleştirilmiş olur. Isı yalıtımının içinde kalan pencereler ısı yalıtımının bir parçası gibi çalışır ve kışın iç mekândaki sıcak havayı dışarıya sızdırmaz. Yazın ise sıcak ve nemli havayı dışarıda tutar. Alt ve üst kısımlarda ahşap destek konulmasının sebebi binanın dış duvarı ile pencere arasındaki ısı alışverişini en aza indirmektir. Ahşabın ısı geçirgenliği diğer malzemelere göre çok düşüktür (Gönüloğlu, 2014).

3.2.1.4 Güneş Kontrol Elemanlarının Eklenmesi

Isı kayıplarından kaçınmak için pencerelerin ısı geçirgenlik değerlerinin düşük olması gerekirken, ısı kazançlarını azaltmak için güneş kontrol sistemlerinin uygulanması gereklidir. Güneş kontrol sistemleri, gün ışığının hacim içine yönlendirilmesi, görsel konforun artırılması, kamaşma kontrolünün sağlanması ve ısıtma-soğutma yüklerinin azaltılması amacıyla geliştirilen sistemlerdir (Gönüloğlu, 2014).

Tente (Şekil 3.13 (a)) ve panjur sistemleri (Şekil 3.13 (b)), ışık rafları, ışık yönlendirici güneş kontrol elemanları, prizmatik paneller, lazer kesim paneller, güneş ışığını yönlendiren cam sistemleri, anidolik sistemler bu amaçla kullanılmaktadır. Bunun dışında saçaklar ve bina ile arasında bir hava boşluğu olacak şekilde yapıyı örten yüksek, geniş kanopiler gölgeleme sistemi olarak kullanılan diğer elemanlardır. Doğru yerde ve amacına uygun olarak seçilip kullanılan ağaçlar, kışın soğuk rüzgarların etkisini, yazın da gölgeleme yaparak soğutma yükünü azaltırlar (Gönüloğlu, 2014).



Şekil 3.13 (a) Güneş kontrol sistemlerine örnek olarak balkona uygulanmış tente sistemi(Suntent, b.t.), (b) Güneş kontrol sistemlerine örnek olarak balkona uygulanmış panjur sistemi (Osmanlı, b.t.)

Yalnızca günümüzde yapılan binalarda değil, geleneksel konutlarda da gölgeleme elemanları düşünülmüştür. Dünya’da geleneksel yapım sistemiyle üretilmiş konutlarda sıklıkla rastlanan, pencerelerin dışında konumlandırılmış ahşap ya da metal kepenkler (Şekil 3.14) ve giriş kapısının üzerini örten saçaklar bulunmaktadır.



Şekil 3.14 Eski yapılarda sıklıkla rastlanan pencerelere uygulanan ahşap kepenk gölgeleme elemanları örneği (Kişisel arşiv, 2019)

Enerji etkin bina tasarımının bir parçası olan dış güneş kontrol elemanları, pencerenin konumuna göre, iç mekanlardaki güneş ışınlamını istenen zamana bağlı olarak denetleyen bir yapay çevre değişkenidir. Güneş kontrol elemanı tasarımında, pencere ölçüleri, güneş geometrisi ve iklim verileri gibi birçok değişken bir arada değerlendirilmelidir.

3.2.1.5 Peyzaj Elemanlarının Katkısı

Kırsal konutlar bir veya iki katlı olarak inşa edilen alçak gabariye sahip yapılar oldukları için bulundukları parsel ya da sokakta birtakım müdahaleler yapılarak yapının ısıtma ve soğutma yükünü azaltmak mümkündür.

Peyzaj elemanlarının katkısı başlığı altında ağaçlandırma çalışmaları, süs havuzu kullanımı ve gölgeleme elemanlarının eklenmesi gibi uygulamalar irdelenebilir. Yapının bulunduğu yerin konumu ve iklimi göz önünde bulundurularak bu uygulamalardan biri, birkaçı veya hepsi uygulanabilir.

Kırsal konutun bulunduğu parselde ya da sokakta güney cephesine kışın yapraklarını döken ağaçlar dikmek, yazın dik açı ile gelen güneş ışınlarının konutun içine girmesini engelleyerek konutun soğutma yükünün azaltılmasına, kışın ise yapraklarını döktüğü için yaz aylarına göre daha eğik açıyla gelen güneş ışınlarının konutun içine girmesine izin vererek konutun ısıtma yükünü azaltmasına yardımcı olmaktadır. Konutun bulunduğu bölge göz önünde bulundurularak ısıtma veya soğutma problemlerinden hangisinin daha önemli olduğuna karar verilmelidir. Isıtma probleminin olduğu bölgelerde hâkim rüzgâr yönüne kışın yapraklarını dökmeyen ağaçların dikilmesiyle kış mevsiminde esen sert rüzgarların etkisi azaltılarak ısıtma yükü azaltılabilir. Soğutma probleminin olduğu bölgelerde ise hâkim rüzgâr yönünde bulunan cephede, rüzgârı engellemeyecek şekilde yeşil alanların tasarlanması rüzgârın konutun iç kısımlarına ulaşarak doğal havalandırma ve soğutmayı desteklemesi açısından önemlidir.

Kırsal konut belirli bir parsel içerisinde yer alıyorsa konutun bulunduğu bölgenin iklimi de göz önünde bulundurularak yapılacak olan bazı uygulamalar kullanıcı konforunun artmasına yarar sağlayacaktır. Kuru bir iklime sahip olan bölgelerde kırsal konutun bahçesine tasarlanacak olan süs havuzu yazın havuzun yüzeyindeki suyun buharlaşması ile havadaki nemin artmasına neden olacaktır ve rüzgâr ile birlikte bu nem bahçede bulunan kullanıcıların ve konutun iç kısımlarının serinlemesine katkıda bulunacaktır. Güneşin veya yağmurun baskın bir etken olduğu

iklime sahip bölgelerde ise konutun bahçesinde yağmurdan da koruyacak şekilde tasarlanmış gölgeleme elemanları kullanarak kullanıcıların hava koşullarından etkilenmeden açık alanları kullanması desteklenebilir.

3.2.2 Enerji Üretimini Hedefleyen İyileştirme Önerileri

Türkiye, konumu itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı açısından elverişli bir ülkedir. Teknolojinin gelişmesi ile beraber yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten sistemlerin uygulanabilirliği artmıştır. Günümüzde çoğunlukla fosil tabanlı kaynaklardan elde ettiğimiz enerjinin tükenme sorunu ile karşı karşıya kalması ve enerji tüketiminin gün geçtikçe artması, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten sistemleri daha önemli hale getirmiştir. Yeni tasarlanan binaların dışında mevcut yapılara da bu sistemlerin entegre edilmesi ile enerjide kendine yetebilen yapıların tasarlanması günümüzde oldukça önemlidir. Bu bölümde Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeline bağlı olarak kırsal konutlara uygulanabilecek enerji üretimini hedefleyen yöntemler irdelenmektedir. Bu yöntemler aşağıda listelenmektedir.

1. Rüzgar türbinleri
2. Güneş kollektörleri
3. Fotovoltaik paneller
4. Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması

3.2.2.1 Rüzgâr Türbinleri

Rüzgâr türbini, rüzgardaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye ve sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir. Rüzgâr türbinlerini dönme eksenine göre yatay eksenli rüzgâr türbinleri ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri olarak ikiye ayrılırlar. Yatay eksenli rüzgar türbinleri (Şekil 3.15), türbinin çalışmasına yetecek rüzgar hızının bulunduğu yöne konumlandırılırlar. Yatay eksenli rüzgar türbinleri belirli bir rüzgar hızı olduğunda çalışmaya başlarlar ve rüzgar belirlenen hızda esmediğinde dururlar.



Şekil 3.15 Yatay eksenli rüzgâr türbinleri (Ekolojist, 2017)

Düşey eksenli rüzgar türbinlerinin dönüş eksenini rüzgar yönüne dikler (Şekil 3.16). Rüzgarı her yönden alabilen bu türbinlerin verimi yaklaşık %35'tir. Herhangi bir kuleye ihtiyaç duymazlar, toprak seviyesinde kurulabilirler ve düşük rüzgar hızlarında da çalışırlar.



Şekil 3.16 Düşey eksenli rüzgâr türbini örnekleri (Küçükkaya, 2019)

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte birçok firma özellikle İstanbul gibi rüzgar türbini kullanmak için bulunması oldukça pahalı olan geniş alan gereksinimini ortadan kaldırmak için binalar için üretilmiş neredeyse sessize yakın çalışabilen ve oldukça az alana ihtiyaç duyan rüzgar türbinleri tasarlamıştır. Yüksek katlı binaların çatısına ya da az katlı konutların bahçesine kurulabilen rüzgâr türbinleri sayesinde üretilen elektrik, konutların enerji giderinde tasarruf sağlamaktadır. Ev tipi olarak da adlandırılan bu rüzgar türbininin de Şekil 3.17 (a)'da ve (b)'de görüldüğü gibi düşey ve yatay eksenli tipleri bulunmaktadır.



Şekil 3.17 (a) Düşey eksenli ev tipi rüzgâr türbini (Yenilenebilir Enerji, 2017), (b) Yatay eksenli ev tipi rüzgâr türbini (Güvenilir, 2012)

3.2.2.2 Güneş Kolektörleri

Güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran sistemler, güneş kolektörleri olarak tanımlanırlar (Şekil 3.18). Türkiye’de, güneş enerjisinden sıcak su elde etmek amacıyla konutlarda yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Güneş kolektörleri, bulunduğu bölgede güneşi maksimum düzeyde alabilecek şekilde belirli bir açıyla yerleştirilirler. Bu sistemlerde suyun sıcaklığı 100°C’ye kadar ulaşabilmektedir. Elde edilen ısı yerden ısıtma, duvardan ısıtma, radyatör, fan coil gibi ısıtma cihazlarına başka sistemler vasıtasıyla transfer edilirler. Günümüzde konutlarda sıcak su ihtiyacını karşılamak ve ısınma sistemine sıcak su sağlamak amacıyla kullanılmak üzere güneş kolektörleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Güneş kolektörler sistemleri, binaların çatılarına ve cephelerine kurulabilmektedir.



Şekil 3.18 Güneş kolektörü (Isıtan Isı Sistemleri, b.t.)

3.2.2.3 Fotovoltaik Paneller

Fotovoltaik paneller, bünyelerinde bulunan fotovoltaik hücrelerin (güneş pilleri) yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmesiyle enerji üreten sistemlerdir. Fotovoltaik hücreler, silikon temelli olup yarı iletken maddelerdir. Fotovoltaik hücrelerde en çok kullanılan yarı iletken malzemeler silisyum ve silisyum alaşımlarıdır. Fotovoltaik hücrelerin üretim özelliklerine göre boyutları ve formları farklılıklar gösterse de genellikle yüzey alanları 100 cm² ve kalınlıkları ise 0,2 ile 0,4 mm arasında değişmektedir.

Fotovoltaik panellerin verimi panelin yönlenmesine ve eğimine, fotovoltaik hücrelerin özelliklerine, kurulduğu bölgedeki güneş yoğunluğuna ve güneşlenme süresine göre değişiklik göstermektedir. Fotovoltaik panellerin uygulama alanları oldukça geniştir. Fotovoltaik paneller, binaların çatılarına ve cephelerine kurulabilirler ve seralarda, bahçe ve sokak aydınlatmalarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

3.2.2.4 Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması

Yerden ısıtma sistemi, zemin betonu içindeki borularla ısı kaynağından aldığı enerjiyi, zemin altına yayıp mekandaki ısı kayıplarını azaltarak, zemini ve iç mekânı ısıtmaktadır. Türkiye’de 1980 yılından sonra kullanılmaya başlanan yerden ısıtma sistemi, halen yaygın olarak çeşitli türde yapıların iç mekânlarının ısıtılmasında kullanılmaktadır (Arıcı, Dil, Karabey ve Yiğit, 2011). Yerden ısıtma sistemi, elektrik kablolu ve sulu-borulu sistem olarak iki farklı şekilde uygulanabilmektedir. Elektrik kablolu sistemler genellikle küçük alanlar, duvardan duvara halı veya parke altı ısıtma sistemleri ve kısa süreli ısıtılan mekanlar için kullanılmaktadır. Apartman dairesi, müstakil orta ve büyük ölçekli konut ve işyerleri için sulu-borulu sistemler tercih edilmektedir (Solfin Energy, b.t.).

Elektrik kablolu yerden ısıtma sistemlerinde üç katman yer almaktadır: Plastik köpük, alüminyum levha ve ısıtma işini yapan kablolar (Şekil 3.19). En altta bulunan

tabakanın yalıtım ve yansıtıcı özelliği kullanılarak tüm ısı yukarı doğru yönlendirilir. Bu nedenle iç mekânın ısıtılması için daha kısa süre gerekmektedir.

Sulu-borulu sistem, ısıtılmış suyun borular içinde sirkülasyonu ile zeminin ısıtılması esasına dayanmaktadır. Bu sistemde, iç ortamın yeteri kadar ısıtılması için sistemdeki suyun sıcaklığının 40-50 °C olması yeterlidir. Sulu-borulu sistemlerde uygulama önceliğine göre uygulanan katmanlar: Strafor, buhar tutucu, boru tutucu lama, boru tutucu klips, boru, çevrim kesme vanası ve kolektördür (Şekil 3.20).



Şekil 3.19 Elektrik kablolu yerden ısıtma uygulaması (Muğla Mühendislik, b.t.)



Şekil 3.20 Sulu-borulu yerden ısıtma uygulaması (Solfin Energy, b.t.)

Yerden ısıtma sistemlerinde gidiş kolektöründen çıkıp dönüş kolektörüne dönen boru döşenmesini bir çevrim olarak kabul edersek, bu çevrimin uzunluğunun en fazla 120 metre olması gerekmektedir. Bu uzunluk aşıldığında, sistemin işleyişinde sirkülasyon problemleri olacağından uzun çevrimler yapılmaması gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki tabloda modülasyon aralığına göre oluşturulan çevrimlerin kapladığı en büyük alan Tablo 3.1’de verilmiştir (Çalışkan, 1993).

Tablo 3.1 Sulu-borulu yerden ısıtma sistemlerinde modülasyon aralığı ve döşeme alanını gösteren tablo (Özgür, 1993)

Modülasyon Aralığı (cm)	En Büyük Döşeme Alanı (m²)
10	12,7
15	19,5
20	24
25	30
30	35

Yerden ısıtma sistemi ile ısı, bütün döşeme yüzeyine yayıldığı için iç ortamda homojen bir ısı dağılımı sağlanmaktadır. Bir binanın farklı mekanları arasında ısı farkı hemen hemen hiç yoktur. Klasik ısıtma sistemlerinde oluşan ısınan havanın tavanda birikmesi problemi, bu sistemlerde en aza indirilmiştir (Solfin Energy, b.t.).

Yerden ısıtma sistemlerinin en büyük dezavantajı, ısıtma mekanizmasının tepki süresidir. Yerden ısıtma sisteminin çalıştırılmasından sonra iç mekânın ısınması bir anda gerçekleşmez. Mekânın ısınma süresi, döşeme türüne göre farklılık göstermektedir. Ahşap döşemelerin ısınması yaklaşık yarım saat sürerken, beton zeminin ısınması birkaç saat sürmektedir. Bunun yanı sıra, yerden ısıtma sistemi döşeme üzerine direkt koyulan ya da monte edilen eşyaları, zeminden gelen ısı nedeniyle olumsuz yönde etkileyebilir. Yerden ısıtma sisteminin uygulandığı binalarda eşyaların altına tampon bölge yapılması, sistemin eşyalar üzerindeki olumsuz etkilerini engellemektedir. Bu sistemin uygulandığı mekanlarda zemin üzerini çok fazla kapatacak şekilde serilmiş halı, kilim gibi eşyalar, sistemin verimini olumsuz yönde etkilemektedir (Solfin Energy, b.t.).

Yerden ısıtma uygulaması hemen her çeşit zemin kaplaması ile entegre çalışabilmektedir. Doğal taşlar, parkeler, seramik ve fayans çeşitleri, parke ve rabıta gibi ahşap uygulamaları ve mermerler, yerden ısıtma sisteminde zemin döşemesi olarak kullanılabilir. Uygulanacak zemin kaplamasına göre sistemin uygulama tekniği, sistemde kullanılan boruların çapları, döşenme aralıkları ve zemin derinlikleri değişmektedir.

Jeotermal enerjiyle bir mekânı ısıtma sisteminin, sulu borulu yerden ısıtma sistemlerinden büyük bir farkı bulunmamaktadır. Jeotermal su, içerdiği kimyasallar ve yüksek sıcaklığı nedeniyle borulara zarar vermektedir. Bu yüzden kaynaktan çıkarılan jeotermal su, zemine tespit edilen borulara direkt verilmemektedir. Kaynaktan çıkarılan jeotermal su, önce bir ısı eşanjörüne gönderilir. Isı eşanjörü, farklı akışkanların birbirlerine karışmadan ısı transferi yapması için tasarlanmış makinelerdir (Tesisat, 2016). Eşanjörün bir tarafından jeotermal su, bir tarafından da kullanma suyu giriş yapar ve birbirlerine karışmadan, jeotermal suyun sıcaklığı ile diğer tarafta bulunan kullanma suyu ısıtılır. Isınan su, zemine döşenmiş olan borulara verilir.

BÖLÜM DÖRT

GÜMÜŞ KÖY BÖLGESİ'NDE BULUNAN KIRSAL KONUTLARA UYGULANMASI ÖNERİLEN İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİNİN FAYDA- MALİYET ANALİZİ YÖNTEMİYLE İRDELENMESİ

Tez kapsamında çalışılan Aydın ili, Germencik ilçesinde yer alan Gümüşköy'de bulunan yığma kargir olarak inşa edilmiş kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olan iyileştirme çalışmaları tezin üçüncü bölümünde belirlenmiş ve belirlenen iyileştirme önerileri, sağladıkları fayda ve katlanılması gerekli maliyetler açısından bu bölümde analiz edilmektedir. Öncelikle fayda-maliyet analizinin tanımı ve uygulanma şekli anlatılmaktadır. Ardından Gümüşköy'de bulunan kırsal konutlar özelinde bu yöntemin hangi sonuçları ürettiğine yönelik bir alan çalışması bulunmaktadır.

4.1 Fayda – Değer Analizi ve Fayda – Maliyet Analizi

Alternatiflerin sıralanmasıyla ilgili bir değerlendirme analizi değer nesnesinin kullanıcıya sağladığı, özne ile nesne arasında var olan kullanım değerinin saptanmasını amaçlıyorsa, fayda-değer analizi olarak tanımlanabilir (Sey ve Tapan, 1976). Fayda-değer analizinin daha iyi anlaşılabilmesi için değer ve değerlendirme kavramlarının tanımlanmasında da yarar vardır.

Değer: Bir hareket yolunun sonucunda meydana gelebilecek yararlar ve zararlar açısından değerlendirilmesinde başvuru ve bir malın, fikir veya hizmetin taşıdığı yararlı niteliktir. Bir duruma etki eden alternatifler arasından birinin düşünsel veya fiziksel bir modele dayanarak seçilmesi, değerlendirme kavramının temelini oluşturmaktadır. En az eleman sayısına sahip değerlendirmede, sıfır (kötü) ve bir (iyi) olmak üzere en az iki değer bulunmaktadır. Bu değerler, duruma göre üç, dört ya da daha fazla olabilir. Üç değer bulunduğunda değerlendirmelerde ise sıfır (kötü), bir (orta), iki (iyi) olarak alınmaktadır. Değer aralığının fazla olması, fayda-değer analizinde değer katsayıları ile faydalar çarpılacağından, sonuçların hassaslık derecesini etkilemektedir. Bu nedenle ele

alınan duruma uygun değer aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir (Sey ve Tapan, 1976, s.3).

Değerlendirme sürecinin en önemli noktalarında biri de değer kriterlerinin ölçülendirilmesidir. Ölçülendirme ve değer kriterlerinin ağırlıklarının saptanması, özellikle endüstriyel sistemlerde girişimci, kullanıcı ve üretici arasındaki ilişkilere bağlı olarak yapılmaktadır. Bu açıklamalara göre karar verme sürecinin içinde çeşitli safhalarda yer alabilen değerlendirmenin genel olarak dört aşamada gerçekleştiğini söyleyebiliriz. Bu aşamalar;

1. Değer kriterlerinin saptanması,
2. Değer kriterlerinin ölçülendirilmesi
3. Değer kriterlerinin ağırlıklarının saptanması,
4. Tüm sistem değerinin saptanmasıdır (Sey ve Tapan, 1976, s.3).

Fayda-maliyet analizi, birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. Fayda-maliyet analizi fikri, ilk olarak 1848 yılında Fransız bir mühendis olan Jules Dupuit tarafından ortaya atılmıştır. Daha sonra ise İngiliz ekonomist Alfred Marshall, fayda-maliyet analizinin ortaya çıkışındaki resmi kavramların bazılarını formüle etmiştir. Fayda-maliyet analizinin uygulamaya geçişi, 1936 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nde Federal Denizcilik Yasası (Federal Navigation Act)'nın çıkması sonucunda hız kazanmıştır (Watkins, b.t).

Fayda-maliyet analizi kavramı bir duruma etki eden birçok alternatif arasından en uygun olanı tespit edebilmek adına alternatiflerin gerektirdiği maliyetlerin ve sağlayacakları tüm faydaların parasal değerlerle ifade edilip karşılaştırılması olarak tanımlanabilir. Fayda-maliyet analizinde hangi alternatifin daha uygun sonuç vereceği duruma göre farklılık gösterir. Bazı durumlar için maliyet önem kazanırken, bazı durumlarda ise zamandan kazanmak için ya da sağladığı fayda önemli bir kriter olduğundan maliyeti yüksek alternatifler tercih edilebilmektedir.

“Fayda-maliyet analizinin amacı ekonomik ve politik çevrenin koyduğu zorunluluklar içinde faydanın maksimizasyonu olarak tanımlanabilir” (Sey ve Tapan, 1976; Marglin, 1967, s.75).

Sey ve Tapan (1976) fayda-maliyet analizi yönteminin uygulanmasını beş aşamada açıklamaktadır:

1. Proje veya programların belirlenmesi, ilgili alternatiflerin saptanması,
2. Yatırım maliyetlerinin tahmini,
3. Yatırım faydalarının tahmini,
4. Sınırlamaların araştırılması ve karşılaştırılması,
5. Maliyet ve faydaların karşılaştırılması.

Fayda-maliyet analizi yönteminde faydaların ölçülebilmesi zor bir aşamadır. Her faydanın parasal olarak ifade edilememesi veya fayda-maliyet analizi uygulanacak tüm faydaların aynı birimle ölçülememesi fayda-maliyet analizinin zor bölümüdür. Değerleri sayısal olarak ifade edilemeyen faydalar ve doğrudan parayla ifade edilemeyen fakat sayısal olarak ifade edilebilen faydalar vardır. Bir duruma etki eden faydaların aynı birimle ifade edilebilmesi halinde dolaysız bir karşılaştırma yapılabilir. Fakat faydalar ortak sayısal birimlere sahip olmadığında, mutlaka ortak bir birime dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bu birimin para olması karşılaştırma açısından büyük kolaylık sağlamaktadır fakat para ile ifade edilemediği durumlarda bir veya iki fayda referans noktası seçilerek diğer faydaların bunlarla bağlantısı kurularak karşılaştırma yapılması beklenir (Sey ve Tapan, 1976).

Fayda-değer analizi, alternatiflerden hepsinin aynı birim ile ölçülememesi durumunda değerlendirme yapılabilmesi için tüm alternatiflerin değer katsayıları verilerek karşılaştırılabilmesini sağlamaktadır. Tez kapsamında ele alınan iyileştirme önerilerinin uygulanması sonucunda belirlenen fayda değerlerinin hepsi aynı birimle (TL olarak) ölçülebilmesi nedeniyle, alan çalışmasında fayda-maliyet analizi uygulanmıştır.

4.2 İzoder TS825 Programı ve Fayda-Maliyet Analizinde Kullanılması

İzoder TS825 programı, İzoder (Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği) tarafından hazırlanmış bir hesap programıdır. Bu programla, TS 825-Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı'nda belirtilen özgül ısı kaybı ve yoğuşma riskine yönelik hesaplamalar yapılabilmekte ve hesaplanan değerlerle standartta tanımlanan sınır değerleri karşılaştırılarak, tasarlanan binanın enerji verimliliği ile ilgili ulusal mevzuatlara uygunluğu değerlendirilmektedir (İzoder, b.t.). Bu program, binalarda kullanılacak olan yapı ve yalıtım malzemelerinin tasarım aşamasında ısı yalıtım kuralları standardına uygun olarak seçilmesine ve kalınlığının sınır değerlerine uygun olarak belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Tez kapsamında incelenen bölgede bulunan kırsal konutlar için önerilen iyileştirme çalışmalarından altı tanesi (mantolama uygulaması, çatı yalıtımı, pencere iyileştirmeleri, gölgeleme sistemlerinin eklenmesi, ağaçlandırma ve trombe duvarı uygulaması) uygulandığı takdirde, her biri için bir yılda ne kadar tasarruf edilebileceği İzoder TS825 programı kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında iyileştirme önerileri getirilecek olan kırsal konutun, proje bilgileri (Şekil 4.1) ve mevcut durumu hakkında veriler (duvar, tavan, taban, pencere, kapı ve güneş enerjisi kazancı) İzoder TS825 programına girilmiştir.

The screenshot displays the İzoder TS825 program interface. The window title is 'İZODER TS 825 - C:\Users\User\Desktop\İZODER TS825 Program\Gümüsköy konut mevcut durum.izo - [.]'. The interface is divided into several sections:

- Veri Girişleri (Data Entry):** A sidebar on the left with icons for 'Proje', 'Duvar', 'Tavan', 'Taban', 'Pencere', 'Kapı', and 'Güneş Enerjisi Kazancı'.
- Binanın (Building):** Fields for 'Sahibi' (NURDAN KASUL), 'Bina Tipi' (Konutlar), and 'Kat Adedi' (1).
- Arsanın (Plot):** Fields for 'İli' (AYDIN), 'İlçesi' (MERKEZ), 'Mahallesi', 'Sokağı', 'Pafta', 'Ada', 'Parsel', and 'İmza'.
- Isı Yalıtım Projesi Yapanın (Insulation Project Designer):** Fields for 'Adı Soyadı', 'Ünvanı', 'Sicil No', and 'Kuruluşu'.
- Hesaplama Bilgileri (Calculation Information):** A section with various input and output fields.
 - Net Oda Yüksekliği (Net Room Height):** Radio buttons for '<=2,6 m' (selected) and '>2,6 m'.
 - Havalandırma Tipi (Ventilation Type):** Radio buttons for 'Doğal' (selected) and 'Mekanik'.
 - Inputs:** θ_i (19 °C), H_T (379,39 W/K), H_v (43,56 W/K), H (422,95 W/K), n_h (0,8).
 - Outputs:** A_{top} (229,3 m²), AV (1,111 m⁻¹), $V_{brüt}$ (206,25 m³), and 'DG Bölge: 1'.
- Enerji kullanımı - İç ısı kazançları (Energy consumption - Internal heat gains):** Radio buttons for 'Normal' (selected, for residential buildings) and 'Yüksek' (for industrial buildings).

Şekil 4.1 İzoder TS825 programı proje bilgileri

Programda konutun mevcut durumu hakkındaki veriler;

- Duvar: Dış havaya açık, dışarıda 19,5 cm dolu tuğla (sıvasız) ve 2 cm kireç-çimento harçlı ince sıva,
- Tavan: Kıрма çatı (kullanılmayan çatı arası), 14 cm kayın, meşe, dışbudak ahşap kiriş ve altında 1 cm kontrplak kaplama,
- Taban: Toprağa temas eden, 3 cm çimento harçlı şap, 10 cm grobeton, 5 cm kum tabakası ve 15 cm blokaj,
- Pencere: Dış ortama bakan, demir doğrama, tek cam,
- Kapı: Dış ortama bakan, dış kapı-ağaç,
- Güneş enerjisi kazancı: doğu cephesi sağır, batı cephesinde 3,84 m², kuzey cephesinde 3,84 m² ve güney cephesinde 2,72 m² pencere alanı, ayırık nizam yapı-tek cam olarak programa girilmiştir.

Konutun tüm verileri programa girildikten sonra çizelgeler sekmesinden yıllık ısıtma enerjisi raporu alınmıştır (EK 1). Isıtma enerjisi raporuna göre konutta oluşan toplam yıllık ısı kaybı ($\sum Q_{\text{mev.yıl}}$) 11.618 kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Önerilen iyileştirme çalışmalarından; mantolama uygulaması, çatı yalıtımı, pencere iyileştirmeleri, peyzaj elemanlarının katkısı ve güneş kontrol sistemleri uygulaması için bu dosya üzerinde her defasında yalnızca birinin konuta uygulandığı düşünülerek, her bir öneri için ayrı yıllık ısıtma enerjisi raporu oluşturulmuştur. Buradan her bir önerinin uygulanması durumunda konutta oluşan yıllık toplam ısı kaybı ($\sum Q_{\text{öneri.yıl}}$) bulunmuştur. Konutun mevcut durumunda ve iyileştirme önerisi uygulandığında, konutta oluşan yıllık toplam ısı kaybı değerleri arasındaki fark ($\sum Q_{\text{fark.yıl}}$) formül 4.1'le hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç ($\sum Q_{\text{fark.yıl}}$), 16.11.2019 tarihinde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından ulusal düzeyde belirlenen 1 kWh elektrik fiyatı (Tek zamanlı-mesken için), 0,5375 TL'dir. Konutta oluşan yıllık toplam ısı kaybı farkıyla ($\sum Q_{\text{fark.yıl}}$), elektrik birim fiyatını (0,5375 TL) çarpıldığında yıllık tasarruf bedeli (TL) formül 4.2 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\sum Q_{\text{mev.yıl}} - \sum Q_{\text{d.yıl}} = \sum Q_{\text{fark.yıl}} \text{ (Yıllık toplam ısı kaybı farkı)} \quad (4.1)$$

$$\sum Q_{\text{fark.yıl}} \times 0,5375 = \text{Tasarruf bedeli (TL/yıl)} \quad (4.2)$$

4.3 Fayda – Maliyet Analizi Yöntemiyle Kırsal Konutlara Uygulanacak İyileştirme Önerilerinin Değerlendirilmesi

Tezin üçüncü bölümünde açıklanan on bir farklı iyileştirme önerileri arasından, tez kapsamında ele alınan bölgedeki konutlar için uygulanabilir olan iyileştirme önerileri tezin dördüncü bölümünde fayda-maliyet analizi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Alan çalışması yapılmak üzere seçilen Gümüşköy’de bulunan kırsal konutlarda balkon bulunmaması nedeniyle, tezin üçüncü bölümünde genel olarak açıklanan balkon iyileştirmeleri önerisi bu bölümde ele alınmamıştır. Gümüşköy’de bulunan kırsal konutlar için uygulanabilir nitelikteki iyileştirme önerileri; enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerileri ve enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerileri olmak üzere iki başlık altında aşağıda listelenmektedir.

4.3.1 Enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerileri

4.3.1.1 Mantolama (Duvarda ısı yalıtımı uygulaması)

4.3.1.2 Çatıda ısı yalıtımı uygulaması

4.3.1.3 Isı yalıtımlı pencere uygulaması

4.3.1.4 Güneş kontrol elemanlarının eklenmesi

4.3.1.5 Peyzaj elemanlarının katkısı

4.3.2 Enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerileri

4.3.2.1 Rüzgâr Türbini (Konut tipi) Uygulaması

4.3.2.2 Güneş Kollektörü Uygulaması

4.3.2.3 Fotovoltaik Panel Uygulaması

4.3.2.4 Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması olarak belirlenmiştir.

Konutun mevcut durumuna her defasında, yalnızca bir iyileştirme önerisinin uygulanması düşünülerek, her bir iyileştirme önerisi için fayda-maliyet analizi yöntemi uygulanmıştır. Belirlenen iyileştirme önerilerine fayda-maliyet analizi uygulanabilmesi için öncelikle her bir iyileştirme önerisi için ilk yatırım maliyeti hesaplanmıştır. İlk yatırım maliyeti belirlenirken her bir öneri için, piyasada hizmet veren üç farklı firmadan uygulanacak sistem için fiyat teklifi alınmıştır. Elde edilen fiyat tekliflerinin aritmetik ortalaması alınarak ortalama ilk yatırım maliyeti (TL)

bulunmuştur. İyileştirme önerilerinin, uygulanmaları durumunda her yıl sağladıkları fayda para birimi (TL) olarak hesaplanmıştır. İyileştirme önerilerinin her biri için, ilk yatırım maliyetleri, bir yılda sağladıkları tasarruf bedeline bölünerek geri ödeme süresi formül 4.3 kullanılarak belirlenmiştir.

$$\frac{\text{Toplam maliyet (TL)}}{\text{Tasarruf bedeli (TL/Yıl)}} = \text{Geri ödeme süresi (Yıl)} \quad (4.3)$$

İyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti (iyileştirme maliyeti) ve yıllar içinde sağladığı kazanç (fayda) kullanılarak, her bir iyileştirme önerisi için grafikler hazırlanmıştır.

4.3.1 Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik İyileştirme Önerileri

Tezin üçüncü bölümünde enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerileri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde açıklanan iyileştirme önerileri arasından Gümüşköy bölgesinde bulunan kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olan öneriler, tezin bu bölümünde fayda-maliyet analizi yöntemi kullanılarak irdelenmektedir.

4.3.1.1 Mantolama (Duvarda Isı Yalıtımı Uygulaması)

Gümüşköy’de bulunan kırsal konutlar (Şekil 4.2), devlet tarafından kısıtlı zamanda ve belirli bir bütçe ile inşa edikleri için yapı kabuğu ısı yalıtımı açısından oldukça zayıftır. Yapıda meydana gelen ısı kaçıışı nedeniyle kullanıcılar, ısınmak için yalıtımlı binalara göre daha fazla enerji harcamakta ancak yeteri kadar ısınamamaktadırlar. Kırsal konutlara uygulanacak olan mantolama uygulaması, ısı kayıplarını azaltarak, kullanıcı konforunun iyileştirilmesine yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.2 Yığma tuğla olarak inşa edilen konutun dış duvarlarının görünüşü (Kişisel arşiv, 2019)

Öncelikle mantolama ve çatı yalıtımı uygulamalarında kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının belirlenebilmesi için çok katmanlı yapı bileşenlerinde ısıl geçirgenlik direnci (R) formülü (4.4) kullanılmıştır. Isıl geçirgenlik direnci (R), tek tek yapı bileşeni kalınlıkları ($d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$) ve bu yapı bileşenlerinin, ısıl iletkenlik hesap değerleri ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$) kullanılarak hesaplanmıştır (TS 825-Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı, 2008).

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Burada;

R: Isıl geçirgenlik direnci ($\text{m}^2\text{k/W}$)

d: Yapı bileşeni kalınlığı (m)

λ : Isıl iletkenlik hesap değeri (W/mK)'dir.

Mantolama ve çatı yalıtımı uygulamalarında kullanılan uygun ısı yalıtım malzemesi kalınlığının belirlenebilmesi için yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($1/U$ değeri) formül (4.5) kullanılarak bulunmalıdır. Bir yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($1/U$), yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri (R_i, R_e) eklenerek hesaplanmaktadır (TS 825-Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı, 2008).

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \quad (4.5)$$

Burada;

$1/U$: Yapı bileşenlerinin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($\text{m}^2\text{K/W}$)

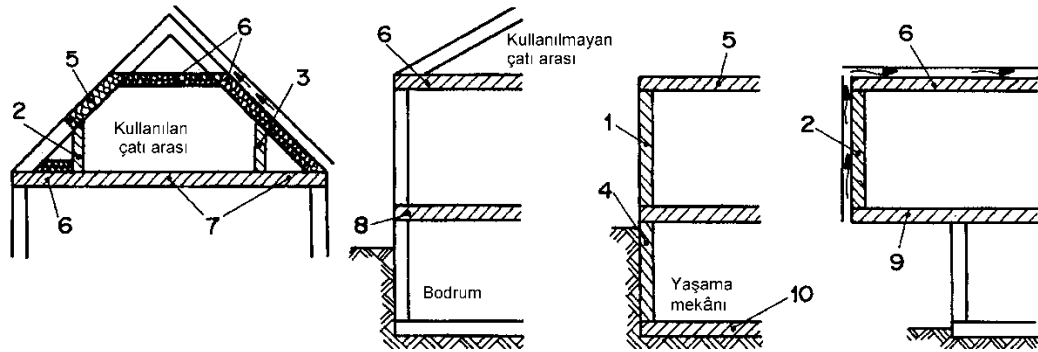
R_i : İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m^2K/W)

R : Yapı bileşeninin ısı geçirgenlik direnci (m^2K/W)

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (m^2K/W)’dir.

Tablo 4.1 Hesaplanmış yüzeysel ısı iletim direnç değerleri (TS 825-Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı, 2008)

Sıra No	Yapı bileşeni tipi ³⁾	Yüzeysel ısı iletim direnci ^{1) 2)}	
		R_i (m^2K / W)	R_e (m^2K / W)
1	Dış duvar (Sıra no 2 ‘de verilenin dışındaki dış duvarlar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekânlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arasına bitişik alçak duvar		5)
4	Toprak temaslı dış duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay veya eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması hâlinde	0,13	5)
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması hâlinde	0,17	
8	Bodrum tavanı	0,17	5)
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları		0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0



Şekil 4.3 Yapı bileşenlerinin tasarım ve yerleşimi (TS 825-Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı, 2008)

Türkiye, aylık ortalama dış sıcaklık değerlerine göre (Tablo 4.2) beş bölgeye ayrılmıştır. İllere göre beşe ayrılan bölgeler Tablo 4.3'te verilmiştir. Buna göre Aydın ili ikinci bölgede yer almaktadır.

Tablo 4.2 Bölgelere göre aylık ortalama dış sıcaklık değerleri (Atmaca, 2016)

	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	5. Bölge
OCAK	8,4	2,9	-0,3	-5,4	-10,5
ŞUBAT	9,0	4,4	0,1	-4,7	-9,1
MART	11,6	7,3	4,1	0,3	-2,9
NİSAN	15,8	12,8	10,1	7,9	5,3
MAYIS	21,2	18,0	14,4	12,8	10,6
HAZİRAN	26,3	22,5	18,5	17,3	14,6
TEMMUZ	28,7	24,9	21,7	21,4	18,6
AĞUSTOS	27,6	24,3	21,2	21,1	18,6
EYLÜL	23,5	19,9	17,2	16,5	14,1
EKİM	18,5	14,1	11,6	10,3	7,8
KASIM	13,0	8,5	5,6	3,1	0,6
ARALIK	9,3	3,8	1,3	-2,8	-6,7

Tablo 4.3 İllere göre derece gün bölgeleri (Atmaca, 2016)

1. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
ADANA	HATAY	MERSİN		
ANTALYA	İZMİR			
İli 2. Bölgede olupda kendisi 1.Bölgede olan belediyeler				
BODRUM (Muğla)	DALAMAN (Muğla)	FETHİYE (Muğla)	MARMARİS (Muğla)	
GÖKOVA (Muğla)	DATÇA (Muğla)	KÖYCEĞİZ (Muğla)	MİLAS (Muğla)	
2. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AYDIN	BURSA	GİRESUN	MUĞLA	SİNOP
AYVALIK (Balıkesir)	ÇANAKKALE	İSTANBUL	OSMANİYE	ŞİRNAK
ADİYAMAN	DENİZLİ	KİLİS	ORDU	ŞANLIURFA
AMASYA	DİYARBAKIR	KOCAELİ	RİZE	TEKİRDAĞ
BALIKESİR	DÜZCE	KAHRAMANMARAŞ	SAMSUN	TRABZON
BARTIN	EDİRNE	MANİSA	SAKARYA	YALOVA
BATMAN	GAZİANTEP	MARDİN	SİİRT	ZONGULDA
İli 3. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
HOPA (Artvin)	ARHAVİ (Artvin)			
İli 4. Bölgede olupda kendisi 2.Bölgede olan belediyeler				
ABANA (Kastamonu)	BOZKURT (Kastamonu)	ÇATALZEYTİN (Kastamonu)		
İNEBOLU (Kastamonu)	CİDE (Kastamonu)	DOĞANYURT (Kastamonu)		
3. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ				
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA	
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR	
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE	

Tablo 4.3 devamı

ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ
BİNGÖL	İĞDIR	KONYA	UŞAK
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA	
İli 1. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler			
POZANTI (Adana)	KORKUTELİ (Antalya)		
İli 2. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler			
MERZİFON (Amasya)	DURSUNBEY (Balıkesir)	ULUS (Bartın)	
İli 4. Bölgede olupda kendisi 3.Bölgede olan belediyeler			
TOSYA (Kastamonu)			
4. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
BAYBURT	GÜMÜŞHANE	HAKKARİ	VAN
BİTLİS	KASTAMONU	YOZGAT	
ERZİNCAN	KAYSERİ	SİVAS	
İli 2. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler			
KELES (Bursa)	ŞEBİNKARAHİSAR (Giresun)	ELBİSTAN (K.Maraş)	
MESUDİYE (Ordu)	ULUDAĞ (Bursa)	AFŞİN (K.Maraş)	
GÖKSUN (K.Maraş)			
İli 3. Bölgede olupda kendisi 4.Bölgede olan belediyeler			
KIĞI (Bingöl)	PÜLÜMÜR (Tunceli)	SOLHAN (Bingöl)	
5. BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
AĞRI	ARDAHAN	ERZURUM	KARS

Her bir bölge için en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri duvar, tavan, taban ve pencere için belirlenmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen ısı iletim katsayıları (U değerleri), (Atmaca, 2016)

	U_D (W/m ² K)	U_T (W/m ² K)	U_t (W/m ² K)	U_p (W/m ² K)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8
3. Bölge	0,48	0,28	0,43	1,8
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8

Yapı bileşeninin tipine göre (Şekil 4.3) hesaplanmış yüzeysel ısı iletim direnç (R_i , R_e) değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1’de belirtilen dış duvar için R_i değeri 0,13 m²K/W ve R_e değeri de 0,04 m²K/W olarak verilmiştir. Aydın ili için ısı iletim katsayıları Tablo 4.4’te verilmektedir. 2. Bölgede bulunan bir konutta duvar için

belirlenen ısı iletim katsayısı (U), R_i ve R_e değerleri formül 4.5'te uygun yerlere girildiğinde, R (ısıl geçirgenlik direnci) değeri aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$\frac{1}{0,57} = 0,13 + R + 0,04$$

$$R = 1,584 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Örnek olarak seçilen kırsal konut, dolu tuğla malzemeli (0,195 m dolu tuğla ve $\lambda=0,81 \text{ W/mK}$) yığma sistemle inşa edildiği için dış duvar yüzeyi düz değildir (Şekil 4.2). Duvar yüzeyini ısı yalıtım yapıştırıcısını uygulayabilecek şekilde düzeltmek amacıyla öncelikle tuğla duvar üzerine 0,02 m sıva ($\lambda=1 \text{ W/mK}$) katmanı uygulanmıştır. Sonra sırasıyla ısı yalıtım yapıştırıcısı (0,005), ısı yalıtım levhası (EPS ($d_2 \text{ m}$) ve $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$), ısı yalıtım dübeli, 0,025 cm dış cephe boyası+file taşıyıcılı ısı yalıtım sıvası ($\lambda=0,08 \text{ W/mK}$) uygulanmıştır (Şekil 4.4 (b)). Mantolama uygulamasının yapılacağı dış duvarda kullanılacak olan ısı yalıtım kalınlığını hesaplanabilmesi için öncelikle toplam ısıl geçirgenlik direnci formülünü ($1/U$) kullanarak R (ısıl geçirgenlik direnci) değeri, $1,584 \text{ m}^2\text{K/W}$ olarak bulunmuştur. Buradan yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik direnci formülünde Şekil 4.4 detayında verilen katmanların kalınlıkları (d) ve ısıl iletkenlik hesap değerleri (λ) yerine yazılarak ısı yalıtım malzemesinin en az kalınlığı formül 4.4 kullanılarak hesaplanmıştır.

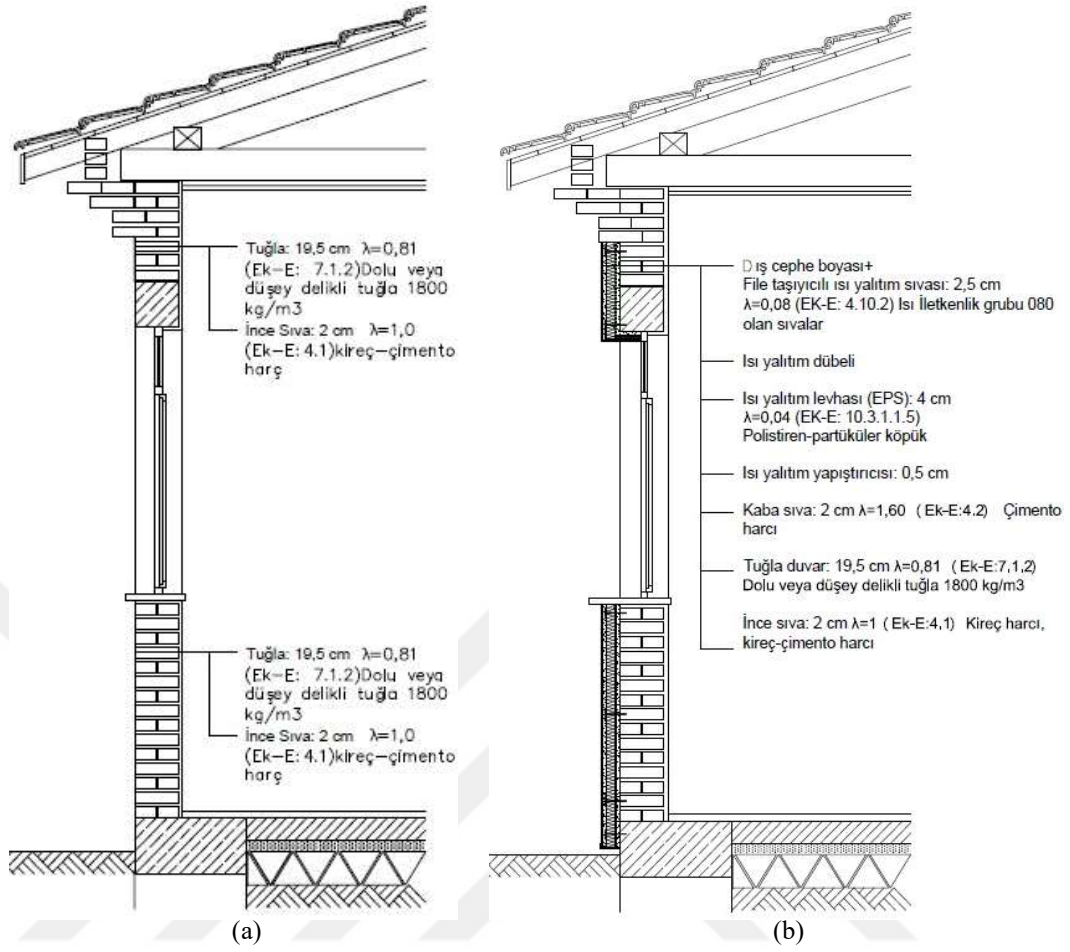
$$1,584 = \frac{0,025}{0,08} + \frac{d_2}{0,04} + \frac{0,02}{1,60} + \frac{0,195}{0,81} + \frac{0,02}{1}$$

$$1,584 = 0,3125 + \frac{d_2}{0,04} + 0,0125 + 0,24 + 0,02$$

$$0,999 = \frac{d_2}{0,04}$$

Buradan;

$d_2 = 0,3996 \text{ m}$ olarak bulunur. Elde edilen değere en yakın ısı yalıtım levhasının (EPS) piyasadaki kalınlığı 4 cm olduğundan, mantolama detayında dış duvara ısı yalıtım levhası olarak 4 cm EPS uygulanmıştır.



Şekil 4.4 (a) Konutun mevcut durumunu gösteren kesit, (b) Konuta uygulanan mantolama detayı

İzoder TS825 programında, konutun mevcut durumu üzerine yalnızca mantolama uygulaması (Şekil 4.4 (b)) eklenerek dış ortama açık duvarların toplam alanı olan 84,4 m² için yalıtım sonrası yıllık toplam ısı kaybı ($\Sigma Q_{d,yıl}$),

$\Sigma Q_{d,yıl} = 5.484 \text{ kWh/yıl}$ olarak bulunmuştur (EK 2). Formül 4.1'deki $\Sigma Q_{mev,yıl}$ ve

$\Sigma Q_{d,yıl}$ değerleri uygun yerlere girildiğinde, konutun yıllık toplam ısı kaybı değerleri arasındaki fark aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\Sigma Q_{fark,yıl} = 11.618 - 5.484 = 6.134 \text{ kWh/yıl}$$

Buradan formül 4.2'de hesaplanan yıllık toplam ısı kaybı farkını yerine koyduğumuzda, yıllık tasarruf bedeli aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$6.134 \times 0,5375 = 3.297,025 \text{ TL/yıl}$$

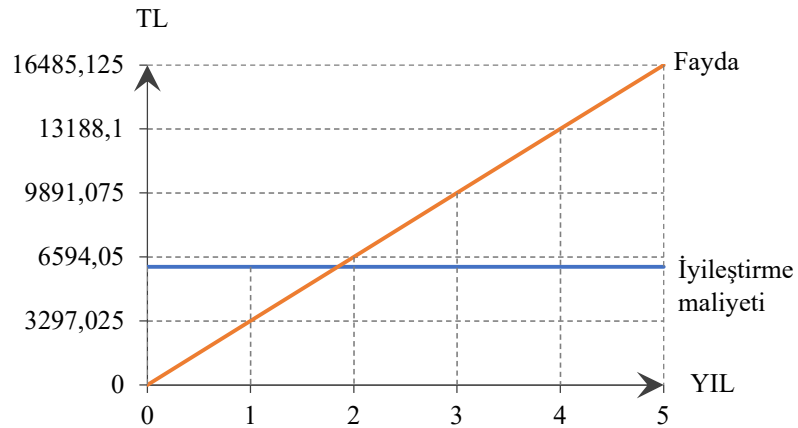
Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak mantolama detayı (Şekil 4.4 (b)) için fiyat alınmıştır. Tablo 4.5'te listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme, nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil birim m² fiyatlarıdır.

Tablo 4.5 Mantolama uygulaması için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler

Firma Adı	Birim Fiyat Teklifi (m ²) (TL)	Toplam Fiyat (84,4 m ²) (TL)
Firma 1 ¹	70	5.908
Firma 2 ²	72,5	6.119
Firma 3 ³	74	6.245,60

Üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ile toplam dış duvar alanı olan 84,4 m² çarpılarak her firmanın teklif verdiği toplam maliyet hesaplanmıştır. Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 6.090,86 TL elde edilmiştir. Hesaplanan ilk yatırım maliyeti ve yıllık tasarruf bedeli değerleri, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, geri ödeme süresi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{6.090,86 \text{ TL}}{3.297,025 \text{ TL/Yıl}} = 1,85 \text{ Yıl}$$



Şekil 4.5 Mantolama uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllara bağlı olarak sağladığı fayda

¹ Ek 3: Firma 1 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.

² Ek 4: Firma 2 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.

³ Ek 5: Firma 3 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.

Şekil 4.5'teki grafikte mantolama uygulamasının ilk yatırım maliyeti, yıllar içinde sağladığı fayda ve bu iki doğrunun kesiştiği nokta da geri ödeme süresini ifade etmektedir. İlk yatırım maliyeti 6.090,86 TL ile sabit bir doğru halinde yıllar içinde değişmeyen bir değerdir. Mantolama uygulamasının bir yılda sağladığı fayda 3.297,025 TL olup her yıl sabit oranda artmaktadır. Bu iki doğrunun kesiştiği nokta olan 1,85. yılda iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti geri ödenmiş olur ve bu noktadan sonraki her yıl için iyileştirme önerisi, 3.297,025 TL kazanç sağlamaktadır. Geri ödeme süresi için 1,85 yıl gibi oldukça kısa bir zaman, bir iyileştirme önerisinin uygulanmasının tercihinde büyük bir etkidir. Kısa sürede ilk yatırım maliyetini geri ödemesi ve sonraki her yıl önemli miktarda kazanç sağlaması nedeniyle mantolama uygulaması, öncelikli tercih edilen önerilerden biri olmaktadır.

4.3.1.2 Çatıda Isı Yalıtım Uygulaması

Binanın ısı kaybını azaltmada önemli etkenlerden bir diğeri de çatı yalıtımıdır. Çatı yalıtımı hakkında genel bilgiler tezin üçüncü bölümünde yer almaktadır. Tez kapsamında ele alınan kırsal konutların çatıları, çatı arası kullanılmayan kırma çatı şeklindedir (Şekil 4.6).

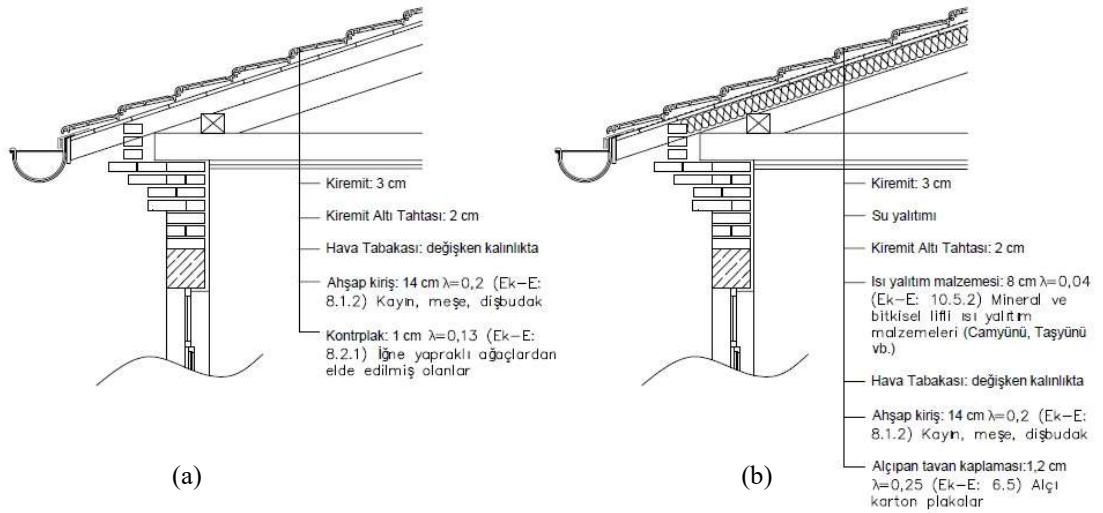


Şekil 4.6 Gümüşköy'de bulunan konutlardaki kırma çatı detayı (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.7 İyileştirme önerileri getirilen konutun mevcut durumdaki tavan kaplaması (Kişisel arşiv, 2019)

Konutun mevcut ahşap çatısında, kiremit kaplama, kaplama tahtası, mertek, hava tabakası, ahşap kirişler ve yıprandığı gözlenen kontrplak tavan kaplaması (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 (a)) bulunmaktadır. Konuta, Şekil 4.8 (b)'deki gibi ahşap kirişler üzerine ısı yalıtım malzemesinin uygulanması ve tavanın kaplaması ile çatı yalıtım uygulamasının yapılması önerisi getirilmiştir.



Şekil 4.8 (a) Konutun mevcut çatı kesiti, (b) Kırsal konut örneği üzerinde öneri çatı yalıtım uygulamasının detay çizimi

Çatıya uygulanacak olan ısı yalıtım malzemesinin kalınlığının belirlenmesi için mantolama uygulamasında yapılan toplam ısıl geçirgenlik direnci (1/U) ve ısıl geçirgenlik direnci (R) formüllerinin burada da kullanılması gerekmektedir. Tablo 4.1'in 6. maddesinde belirtilen, kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekân altındaki tavan (havalandırılan çatı kabuğu) için R_i değeri 0,13 m²K/W ve R_e değeri de 0,08 m²K/W olarak verilmiştir. Aydın ili, tavan için ısıl iletim katsayısı ise Tablo 4.4'te 0,38 W/m²K olarak verilmektedir. Formül 4.5'e göre bu değerler uygun yerlere girildiğinde ısıl geçirgenlik direnci (R) aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{1}{0,38} = 0,13 + R + 0,08$$

$$R = 2,42 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Formül 4.4'te R ve şekil 4.7 (b) detayında verilen katmanların λ ve d değerleri uygun yerlere girildiğinde, ısı yalıtım malzemesinin yapılabilecek en az kalınlığı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$2,42 = \frac{d_1}{0,04} + \frac{0,14}{0,2} + \frac{0,01}{0,13}$$

$$2,42 = \frac{d_1}{0,04} + 0,7 + 0,0769$$

$$1,6431 = \frac{d_1}{0,04}$$

Buradan;

$$d_1 = 0,0657 \text{ metre olarak bulunur.}$$

Çatı yalıtım uygulamasında kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesinin en az kalınlığı hesaplamalar sonucunda 6,6 cm olarak bulunmuştur. Piyasada çatılarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin kalınlıkları 8, 10, 12 ve 14 santimetredir. Bu nedenle kırsal konuta uygulanacak olan çatı yalıtımı için 8 cm camyünü ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Şekil 4.8 (b)'de verilen kesitteki malzeme kalınlıkları (d) ve malzemelerin ısıl iletkenlik hesap değerleri (λ) İzoder TS825 programında girilerek toplam çatı alanı 92,32 m² için yalıtım sonrası yıllık toplam ısı kaybı ($\sum Q_{\text{ç.yıl}}$);

$$\sum Q_{\text{ç.yıl}} = 10.440 \text{ kWh/yıl olarak hesaplanmıştır (EK 6).}$$

Formül 4.1'deki $\sum Q_{\text{mev.yıl}}$ ve $\sum Q_{\text{ç.yıl}}$ değerleri uygun yerlere girildiğinde, konutun yıllık toplam ısı kaybı değerleri arasındaki fark aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\sum Q_{\text{fark.yıl}} = 11.618 - 10.440 = 1.178 \text{ kWh/yıl}$$

Buradan formül 4.2'de hesaplanan yıllık toplam ısı kaybı farkını yerine koyduğumuzda, yıllık tasarruf bedeli aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$1.178 \times 0,5375 = 633,17 \text{ TL/yıl}$$

Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak çatı yalıtımı detayı (Şekil 4.8 (b)) için fiyat teklifi alınmıştır. Tablo 4.6'da listelenen fiyatlara Aydın ili için malzeme nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil birim m² fiyatlarıdır.

Tablo 4.6 Çatı yalıtımı uygulaması için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler

Firma Adı	Birim Fiyat Teklifi (m ²) (TL)	Toplam Fiyat (92,32 m ²) (TL)
Firma 1 ⁴	86,5 TL	7.985,68 TL
Firma 2 ⁵	86 TL	7.939,52 TL
Firma 3 ⁶	90,5 TL	8.354,96 TL

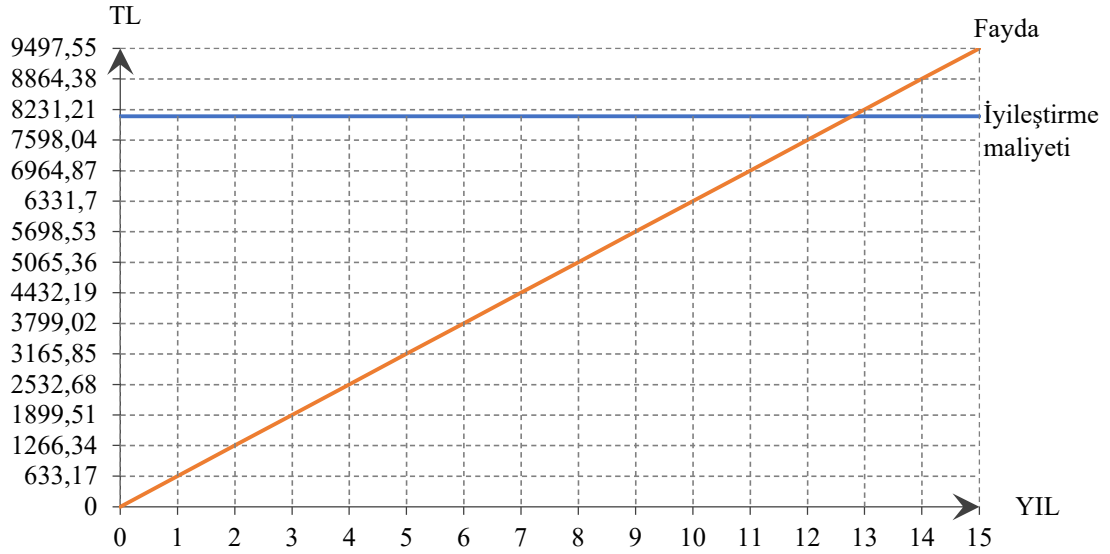
Üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ile toplam yalıtım yapılacak çatı alanı olan 92,32 m² çarpılarak her firmanın teklif verdiği toplam maliyet hesaplanmıştır. Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 5.786 TL olarak bulunmuştur. Hesaplanan ilk yatırım maliyeti ve yıllık tasarruf bedeli değerleri, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, geri ödeme süresi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{8.093,39 \text{ TL}}{633,17 \text{ TL/Yıl}} = 14,06 \text{ Yıl}$$

⁴ Ek 3: Firma 1 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.

⁵ Ek 4: Firma 2 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.

⁶ Ek 5: Firma 3 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi.



Şekil 4.9 Çatıda ısı yalıtım uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllara bağlı olarak sağladığı fayda

Çatı yalıtımı iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti 8.093,39 TL ve uygulama yapıldığında her yıl sağlanan fayda 633,17 TL olduğu için Şekil 4.9'da hazırlanan grafikte iki doğrunun kesiştiği nokta olan 14,06 yıl, geri ödeme süresini ifade etmektedir. 14,06 yıldan sonra ise çatı yalıtımı önerisi her yıl 633,17 TL kazanç sağlamaktadır. Hesaplanan ilk yatırım maliyetinin çok yüksek olmaması ve geri ödeme süresinin kabul edilebilir bir zaman dilimi olması nedeniyle çatıda ısı yalıtımı önerisinin uygulanması tercih edilebilir.

4.3.1.3 Isı Yalıtımlı Pencere Uygulaması

Gümüşköy'de bulunan kırsal konutlar inşa edilirken pencerelerde demir doğrama, demir doğramalara takılan tek katmanlı cam ve betonarme denizlik kullanılmıştır (Şekil 4.10). Demir doğramalar, yine demir doğramalara kaynaklanmış metal levhalar ile dolu tuğla olan duvar yüzeyine bağlanmıştır (Şekil 4.11).

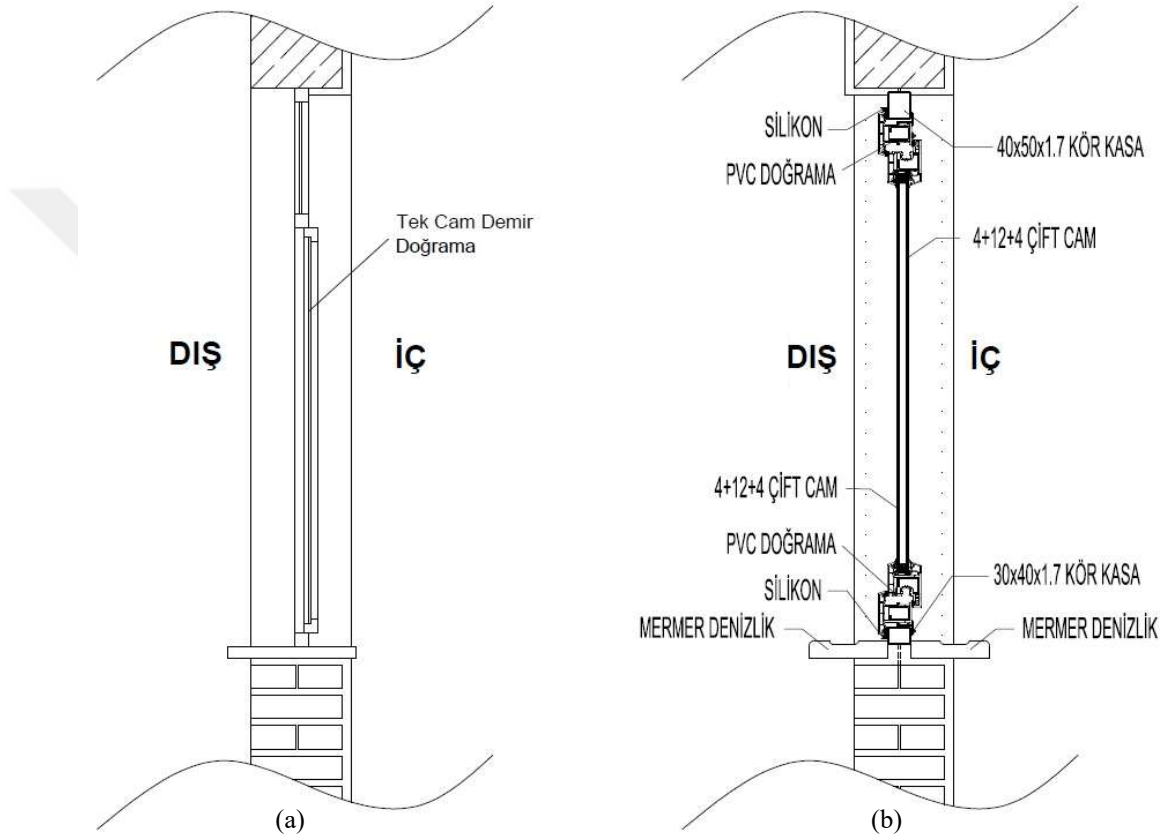


Şekil 4.10 Gümüşköy’nde bulunan kırsal konutta demir doğrama görseli (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.11 Gümüşköy’nde bulunan kırsal konutta demir doğramanın tuğla duvara bağlantı detayı (Kişisel arşiv, 2019)

Bu tip doğramalarda, geleneksel yapım teknikleri ve malzemeler ile inşa edildikleri için ısı kaçıışı ve ısı köprüsü meydana gelmektedir (Şekil 4.12 (a)). Konutta meydana gelen ısı kaçışını azaltmak ve ısı köprüsünü engellemek için konuttaki mevcut metal doğramaların, PVC doğrama ile değiştirilmesi öngörülmüştür. Önerilen PVC doğrama uygulamasında, çift katmanlı cam ve denizlik olarak da mermer denizlik kullanılmıştır (Şekil 4.12 (b)).



Şekil 4.12 (a) Gümüşköy’de bulunan kırsal konuttaki mevcut metal doğrama, (b) Önerilen PVC doğrama detayı

Çalışma kapsamında incelenen konutun mevcut pencerelere alanı $10,35 \text{ m}^2$ ’dir ve demir doğrama olarak tasarlanmıştır. Demir doğrama (tek cam) için ısı iletim katsayısı (U değeri), TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı’nda $5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak verilmiştir. Mevcut doğramalar, PVC doğrama ile değiştirildiğinde (Şekil 4.12 (b)), çift cam (12 mm ara boşluklu) için U değeri $2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ’e düşmüştür. Mevcut durumdaki doğramaların, PVC doğramalar ile değiştirilmesi durumunda konuttaki yıllık toplam ısı kaybı ($\Sigma Q_{p,yıl}$), İzoder TS825 programında;

$\Sigma Q_{p,yıl} = 10.387 \text{ kWh/yıl}$ olarak hesaplanmıştır (EK 7). Buradan, formül 4.1'deki $\Sigma Q_{mev,yıl}$ ve $\Sigma Q_{p,yıl}$ değerleri uygun yerlere girildiğinde, konutun yıllık toplam ısı kaybı değerleri arasındaki fark aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\Sigma Q_{p,yıl} = 11.618 - 10.387 = 1231 \text{ kWh/yıl}$$

Formül 4.2'de hesaplanan yıllık toplam ısı kaybı farkı yerine koyulduğunda, yıllık tasarruf bedeli aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$1.231 \times 0,5375 = 661,66 \text{ TL/yıl}$$
 olarak elde edilmiştir.

Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak PVC doğrama detayları (Şekil 4.10 (b)) için fiyat alınmıştır. Tablo 4.7'de listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme nakliye ücreti, işçilik ve KDV dâhil fiyatlarıdır.

Tablo 4.7 PVC doğrama için üç farklı firmadan alınan fiyatlar

Firma Adı	160 cm x120 cm PVC doğrama (5 Adet) (TL)	86 cm x93 cm PVC doğrama (1 Adet) (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Firma 4 ⁷	9.711,40	967,60	10.679
Firma 5 ⁸	7.434	619,50	8.053,50
Firma 6 ⁹	4410	590	5000

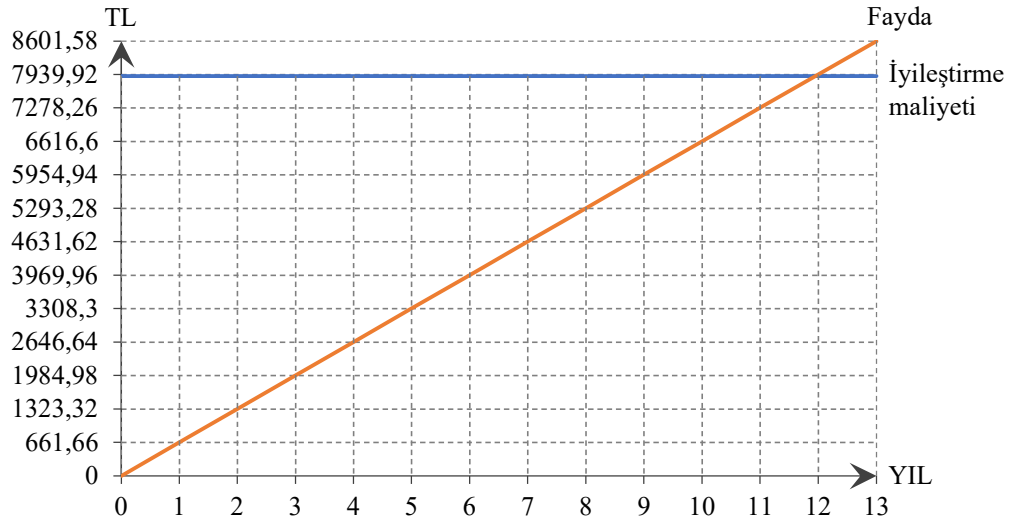
Üç farklı firmadan doğrama ölçülerine göre alınan fiyatlar, doğrama adetleri ile çarpılarak her firmanın teklif verdiği toplam maliyet çıkarılmıştır. Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 7.910,83 TL olarak bulunmuştur. Bulunan ilk yatırım maliyeti ve yıllık tasarruf bedeli değerleri, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, geri ödeme süresi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\frac{7.910,83 \text{ TL}}{661,66 \text{ TL/Yıl}} = 11,9 \text{ Yıl}$$

⁷ Ek 8: Firma 4 PVC doğrama fiyat teklif listesi.

⁸ Ek 9: Firma 5 PVC doğrama fiyat teklif listesi.

⁹ Ek 10: Firma 6 PVC doğrama fiyat teklif listesi.



Şekil 4.13 Pencere iyileştirmesi için ilk yatırım maliyeti ve yıllara bağlı olarak sağladığı fayda

Pencerelerin iyileştirilmesi önerisinin ilk yatırım maliyeti 7.910,83 TL olup konuttaki mevcut demir doğramaların PVC doğrama ile değiştirilmesi durumunda, her yıl sağlanan fayda 661,66 TL olmaktadır. Şekil 4.13'te hazırlanan grafikte iki doğrunun kesiştiği nokta olan 11,9, geri ödeme süresini ifade etmektedir ve ondan sonraki her yıl, pencere iyileştirmesi önerisi ile 661,66 TL kazanç sağlanmaktadır. Isı yalıtımlı pencere uygulamasında, geri ödeme süresi 10 yıldan uzun olduğundan önerilerin öncelikli tercih sıralamasında fayda-maliyet analizi açısından ilk sıralarda yer almadığı görülmektedir.

4.3.1.4 Güneş Kontrol Elemanlarının Eklenmesi

Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2741 saat, günlük ortalaması ise 7,5 saattir. Aydın ilinin ortalama günlük güneşlenme süresi ise 8,27 saattir ve Türkiye'deki ortalamanın üzerindedir (Kemik, 2015). Gümüşköy'de yüksek yapı bulunmaması ve her bir konutun üç cephesinin de açık olması nedeniyle güneş ışınları konutun içine rahatlıkla ulaşabilmektedir. Güneş ışınlarından faydalanmak için uygun konumda bulunan Gümüşköy bölgesinde, tez kapsamında incelenen kırsal konutlarda kışın güneş ışınlarının konutun içine nüfuz etmesine izin vererek ısıtma yükünü hafifletmek mümkündür. Aynı şekilde yazın ise dik açı ile gelen güneş ışınlarının mekânın içine direkt nüfuz etmesine engel olacak gölgelenme

elemanlarının konuta eklenmesi ile beraber konutun iç mekânlarının serinletilmesine yardımcı olacaktır.

Bölgede bulunan konutlar incelendiğinde, zaman içinde konutlarda yaşayan insanlar güney cephesinden konutun iç mekânına gelen güneş ışınlarından rahatsız olarak kendi imkânları doğrultusunda bir takım önlemler aldıkları gözlemlenmiştir. Kullanıcıların yaşam tarzlarına, bütçelerine ve bilgi birikimlerine göre aldıkları önlemler değişiklik göstermektedir. Bazı konutlarda metal kepenk kullanılmış (Şekil 4.14), bazılarında ise oluklu sac levhadan yapılmış dar ve oldukça geniş saçaklar (Şekil 4.15) kullanıldığı belirlenmiştir.

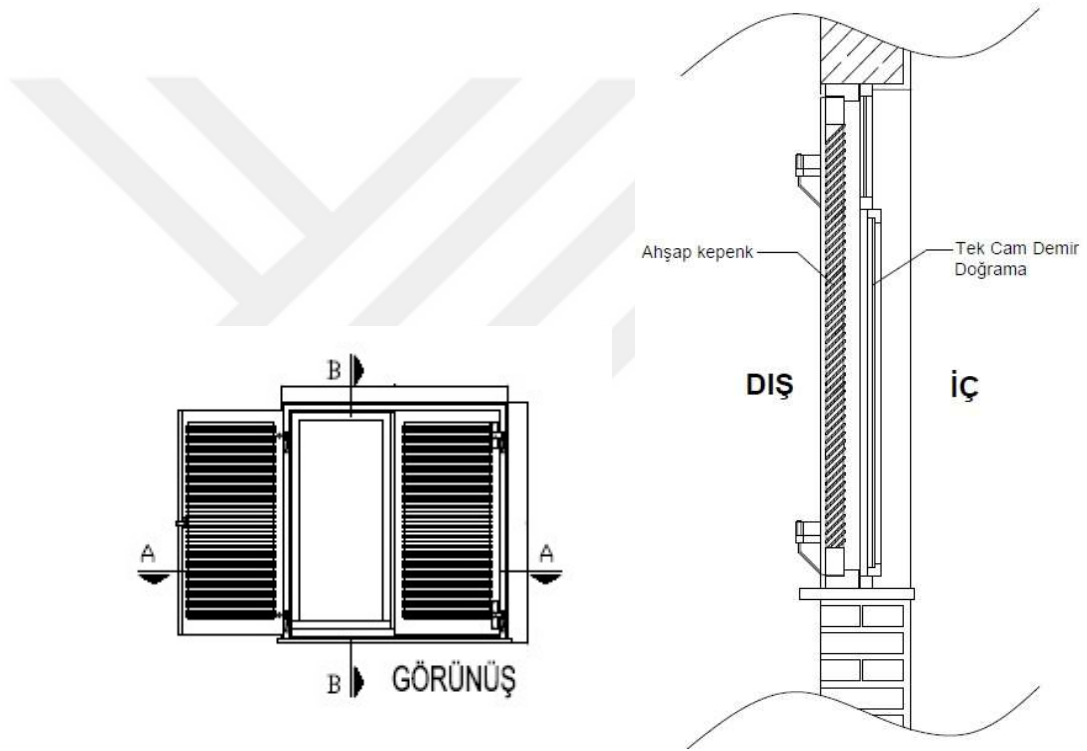


Şekil 4.14 Kırsal konutta yaşayan insanlar tarafından eklenen güneş kontrol elemanları (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 4.15 Güneş kontrol elemanı olarak konuta eklenmiş oluklu sac saçak (Kişisel arşiv, 2019)

Bölgede bulunan evlerin bir bölümünün güney cephesi bahçe tarafına kalırken, bir bölümünün ise konumlanmalarından dolayı güney cephesi, bahçe girişinin olduğu sokak cephesidir. Bu nedenle güneş kontrol elemanı olarak saçak uygulaması, konutun konumuna ve güneyde kalan cephesinde bulunan açıklıklara göre saçak boyutları değişeceğinden önerilmemiştir. İncelenen konutların güney ve batı cephelerinde bulunan pencerelere, görsel iletişimi kısıtlayarak istenildiğinde mahremiyet sağlayan ve kapandığında havayı geçirirken güneşi kesen ahşap kepenk sisteminin (Şekil 4.16) güneş kontrol elemanı olarak eklenmesi önerilmiştir.



Şekil 4.16 Ahşap kepenk detayı

İncelenen konuttun doğu cephesi sağır duvardır. Batı, güney ve kuzey cephelerinde ikişer tane demir doğrama ve tek camlı pencereler bulunmaktadır. Pencerelere uygulanacak ahşap kepenk alanı 10,35 m² olup, TS825 İzoder programında ahşap kepenk uygulanmış pencere katmanları girilmiştir. Pencerelere ahşap kepenk uygulanması durumunda konuttaki yıllık toplam ısı kaybı ($\Sigma Q_{g,yıl}$);

$$\Sigma Q_{g,yıl} = 10.547 \text{ kWh/yıl olarak hesaplanmıştır (EK 11).}$$

Formül 4.1’de, $\Sigma Q_{\text{mev.yıl}}$ ve $\Sigma Q_{\text{g.yıl}}$ değerleri uygun yerlere girildiğinde, konutun yıllık toplam ısı kaybı değerleri arasındaki fark aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\Sigma Q_{\text{fark.yıl}} = 11.618 - 10.547 = 1.071 \text{ kWh/yıl}$$

Buradan formül 4.2’de, bulunan yıllık toplam ısı kaybı farkını yerine koyduğumuzda, yıllık tasarruf bedeli aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$1.071 \times 0,5375 = 575,66 \text{ TL/yıl}$$

Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak ahşap kepenk detayı (Şekil 4.16) için fiyat alınmıştır. Tablo 4.8’de listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil fiyatlardır.

Tablo 4.8 Ahşap kepenk sistemi için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekare için hesaplanan maliyetler

Firma Adı	160 cm x120 cm PVC doğrama (3 Adet) (TL)	86 cm x93 cm PVC doğrama (1 Adet) (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Firma 7 ¹⁰	8.850	1.770	10.620
Firma 8 ¹¹	8.496	1.475	9.971
Firma 9 ¹²	5.918,88	1.006,54	6.925,42

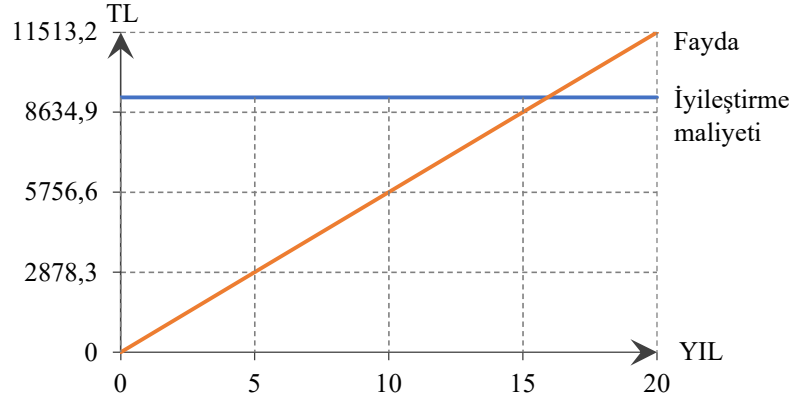
Üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar, toplam pencere alanı ile çarpılarak her firmanın teklif verdiği toplam maliyet çıkarılmıştır. Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet, ahşap kepenk sistemi için 14.342,11 TL olarak hesaplanmıştır. Bulunan toplam maliyet ve tasarruf bedeli, formül 4.3’te uygun yerlere girildiğinde, önerilen iyileştirme çalışmasının geri ödeme süresi aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

$$\frac{9.172,14 \text{ TL}}{575,66 \text{ TL/Yıl}} = 15,9 \text{ Yıl}$$

¹⁰ Ek 12: Firma 7 ahşap kepenk fiyat teklif listesi.

¹¹ Ek 13: Firma 8 ahşap kepenk fiyat teklif listesi.

¹² Ek 14: Firma 9 ahşap kepenk fiyat teklif listesi.



Şekil 4.17 Ahşap kepenk uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllara bağlı olarak sağladığı fayda

Güneş kontrol sistemi olarak seçilen ahşap kepenklerin ilk yatırım maliyeti 9.172,14 TL'dir. Uygulandığında her yıl sağlanan fayda 575,66 TL olduğu için şekil 4.17'de hazırlanan grafikte iki doğrunun kesiştiği nokta olan 15,9, geri ödeme süresini ifade etmektedir. 15,9 yıldan sonra ise iyileştirme önerisi, her yıl 575,66 TL kazanç sağlamaktadır. İyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyetinin yüksek ve yıllık sağladığı faydanın buna oranla düşük olmasından dolayı geri ödeme süresi oldukça uzun zaman almaktadır. Bu nedenle konuta uygulanan iyileştirme önerileri arasında, gölgeleme sistemleri fayda-maliyet analizi açısından öne çıkmamaktadır.

4.3.5 Peyzaj Elemanlarının Katkısı

Gümüşköy bölgesinde bulunan kırsal konutlar belirli bir parsel üzerinde bahçeli olarak tasarlanmıştır. Konutların arka cephelerinde kalan, mutfak ve salona açılan bahçe, yine tuğla duvarlarla çevrilerek diğer parsellerden ayrılmıştır. Konutların konumlarına göre kuzeyde veya güneyde yer alan bahçe 130 m² civarında bir alana sahiptir. Konutların bir kısmının bahçesinde bulunan kışın yapraklarını döken ağaçlar, yazın bahçeye ve konuta gölge sağlayarak konutun serinlemesine yardımcı olurken, kışın ise yapraklarını dökerek güneş ışınlarının konutun içine girmesine izin verir ve konutun ısıtılmasına yardımcı olur (Şekil 4.18). Bu nedenle Gümüşköy'de bulunan kırsal konutların bahçelerine peyzaj elemanlarının katkısı önerisi kapsamında ağaç dikilmiştir.



Şekil 4.18 Konutun bahçesinde bulunan kışın yapraklarını döken ağaç (Kişisel arşiv, 2019)

Konutun bulunduğu parselin güney tarafında 137,75 m² arka bahçe bulunmaktadır. Bu alana dikilecek ağaç türünün belirlenmesi için öncelikle Aydın bölgesinde çoğunlukla yetişen ağaç türleri incelenmiştir. Aydın ilinde kapladıkları alanlar (ha) açısından en fazla paya sahip ağaç türleri sırasıyla kızılçam, maki, karaçam ve meşedir (Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018). Kızılçam ve karaçam türleri kışın yapraklarını dökmedikleri için bu türler bu öneride kapsam dışı bırakılmıştır. Maki türünün ise 1-2 metre boyunda olmaları nedeniyle konuta yeterli gölge sağlayamayacaklarından iyileştirme önerisinde kullanılmamıştır. Öneri kapsamında, Aydın'da kapladığı alan bakımından fazla değere sahip olan bir diğer tür olan meşe kullanılması uygun bulunmuştur. Meşe ağacının 400'den fazla türü bulunmaktadır. Soğuk iklim şartlarına kısmen dayanıklı olması, ılıman ve nemli yerleri sevmesi ve büyüme hızının ilk yıllarda hızlı, sonraki dönemlerde orta hızlı olması nedeniyle Quercus robur türü meşe iyileştirme önerisi için seçilmiştir (Plant İstanbul, b.t.). 50 metreye kadar boylanabildiği ve geniş bir alan kapladığı için iyileştirme önerisi yapılan konutun bahçesine bir adet meşe fidanı dikilebilmektedir. Kırsal konutların bahçelerine ağaç dikilmesiyle güney cephesinde bulunan pencerelere gölge düşeceğinden, güneş ışınım şiddeti değerinin mevcut durumdaki 0.80'den 0.60'a düşmesine neden olmaktadır. Bu değerlere göre ağaç dikilmesi ile konuttaki yıllık toplam ısı kaybı ($\sum Q_{a,yıl}$);

$$\sum Q_{a,yıl} = 11.732 \text{ kWh/yıl olarak bulunmuştur (EK 15).}$$

Önerinin uygulanmasından sonra konuttaki yıllık toplam ısı kaybı, güney cephesine gölge düşmesinin sonucu olarak konutun mevcut durumundaki yıllık toplam ısı kaybı olan 11.618 kWh/yıl'dan büyük bulunmuştur. Fakat bu öneri uygulandığında, kışın seçilen ağaç yapraklarını döktüğü için konutun yıllık ısıtma ihtiyacında bir fark yaratmamaktadır. Yazın ise gölge sağladığı için konutun soğutma ihtiyacını azaltacağından, yaz aylarında kazanç sağlayacaktır. Buradan formül 4.6 kullanılarak konuttaki yıllık toplam ısı kayıpları arasındaki fark bulunmuş ve elde edilen değer, elektrik birim fiyatı ile çarpılarak konutun soğutma ihtiyacında ne kadar tasarruf sağlayacağı hesaplanmıştır.

$$\Sigma Q_{a.yıl} - \Sigma Q_{mev.yıl} = \Sigma Q_{fark.yıl} \text{ (Yıllık toplam ısı kaybı farkı)} \quad (4.6)$$

$$11.732 - 11.618 = 414 \text{ kWh/yıl}$$

Buradan formül 4.2'de, bulunan yıllık toplam ısı kaybı farkı yerine koyulduğunda, yıllık tasarruf bedeli aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

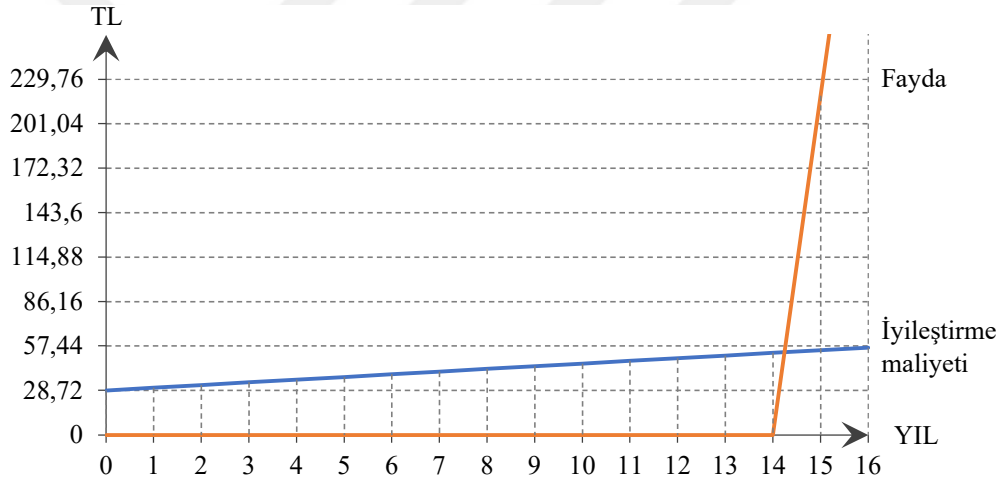
$$414 \times 0,5375 = 222,52 \text{ TL/yıl}$$

Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak öneri kapsamında meşe fidanı maliyeti alınmıştır. Bir adet ağaç için yıllık sulama/bakım maliyeti, 2019 yılı için Aydın su idaresinin resmi sitesinden alınan su birim fiyatı (m^3) ile ağacın yıllık su ihtiyacı çarpılarak bulunmuştur (Aydinaski, 2019). Meşe fidanının, 3-4 günde bir sulanması yeterlidir. Her bir sulamada ortalama 5 lt su harcanması varsayıldığında, bir yılda (365 gün) 91 kere sulandığı ve 455 lt su harcandığı bulunmuştur. 455 litre su, $0,455 m^3$ 'e eşit olduğundan, su birim fiyatı (m^3) olan 3,80 TL ile çarptığımızda; yıllık sulama/bakım maliyeti 1,73 TL olarak hesaplanmıştır. Tablo 4.9'da listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme nakliyat ücreti, işçilik ve KDV dahil fiyatlardır.

Tablo 4.9 Ağaçlandırma çalışması için üç farklı firmadan alınan birim fiyatlar ve toplam metrekaşe için hesaplanan maliyetler

Firma Adı	Birim Fiyat Teklifi (Adet) (TL)	Yıllık Sulama/Bakım Maliyeti (1 adet için) (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Firma 10 ¹³	39,99	1,73	41,72
Firma 11 ¹⁴	24,99	1,73	26,72
Firma 12 ¹⁵	16	1,73	17,73

Üç farklı firmadan alınan 1 adet meşe fidanı maliyeti ve her bir ağacın yıllık sulama/bakım maliyeti eklenerek toplam maliyet çıkarılmıştır. Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet, ağaçlandırma uygulaması için 28,72 TL olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.19 Ağaç dikilmesi önerisi için ilk yatırım maliyeti ve yıllara bağlı olarak sağladığı fayda

Konutun bahçesine ağaç dikilmesi önerisinin ilk yatırım maliyeti (bir adet meşe fidanı ortalama maliyeti) 28,72 TL'dir. Meşe fidanının, ağaç görüntüsüne gelip konuta gölge sağlaması ortalama 15 yıl sürdüğünden, 15 yıl boyunca hesaplanan fayda (222,52 TL) getirisi olmayacak fakat sulama/bakım maliyeti olacaktır. 15 yıl içinde ağacın toplam maliyeti;

$28,72 + (1,73 \times 15) = 54,67 \text{ TL}$ olarak bulunmuştur. 15 yıl sonra, her yıl için 1,73 TL bakım/sulama masrafı olmaktadır. 15 yıl sonra meşe fidanı, konuta gölge

¹³ Ek 16: Firma 10 meşe fidanı fiyatı.

¹⁴ Ek 17: Firma 11 meşe fidanı fiyatı.

¹⁵ Ek 18: Firma 12 meşe fidanı fiyatı.

sağlayan bir ağaç olduğunda ilk on beş yıl 54,67 TL'lik iyileştirme maliyeti ile 222,52 TL tasarruf sağlamaktadır. Buradan 15. yılda;

$222,52 - 54,67 = 167,85 \text{ TL}$ tasarruf sağlarken, sonraki her yıl için;

$222,52 - 1,73 = 220,79 \text{ TL}$ tasarruf elde edilecektir. Şekil 4.19'da hazırlanan grafikten de görüldüğü gibi iyileştirme önerisinin faydası ilk on beş yıl sıfırken, onbeşinci yıl 167,85 TL ve on altıncı yıldan itibaren her yıl 220,79 TL olmaktadır. Bunun yanı sıra iyileştirme maliyeti, önerinin uygulanmasından itibaren sulama ve bakım maliyeti nedeniyle her yıl değişmektedir.

4.3.2 Enerji Üretimini Hedefleyen İyileştirme Önerileri

Tezin üçüncü bölümünde enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerileri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde açıklanan iyileştirme önerileri arasından Gümüşköy bölgesinde bulunan kırsal konutlara uygulanabilir nitelikte olan öneriler, tezin bu bölümünde fayda-maliyet analizi yöntemi kullanılarak irdelenmektedir.

4.3.2.1 Rüzgâr Türbini (Konut Tipi) Uygulaması

Türkiye'de 2007 yılında rüzgâr enerjisi potansiyeli atlası (REPA) hazırlanmıştır (Şekil 3.5). Bu atlas dahilinde Aydın ilinin rüzgâr hızı, 50 m'de 6 m/s ve üzerindedir. Rüzgâr türbinleri en az 2-4 m/s rüzgâr hızında çalışmaya başladığından, bu bölgede rüzgâr türbininin konutlara entegre edilmesi mümkündür. EİE (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) tarafından gerçekleştirilen gözlemler dahilinde, Aydın ve çevresinin rüzgâr enerjisi potansiyelinin Türkiye geneline göre %17 gibi bir değerle oldukça yüksek bir paya sahip olduğu görülmektedir (Aksu, 2011).

Rüzgar türbinleri hakkında tanımlamalar ve genel bilgiler tezin üçüncü bölümünde verilmiştir. Tez kapsamında ele alınan kırsal konutlar belirli parseller içerisinde tasarlanmış bahçeli konutlardır. Bu konutların bahçelerinde ya da çatılarında uygun yere konumlandırılacak olan rüzgâr türbinleri yardımıyla elektrik üretimi sağlanması önerilmektedir. Konut tipi rüzgâr türbinleri fazla yer işgal etmemeleri, sessize yakın çalışabilmeleri ve güneş panelleri kadar maliyetli sistemler

olmamaları nedeniyle çalışma alanında bulunan kırsal konutlar için uygulanabilir niteliktedir.

Konut tipi rüzgâr türbinleri, kullanım amacına ve kullanılacak konutun enerji ihtiyacına göre ürettikleri enerji miktarı bakımından çeşitlenmektedir. Kullanılacak rüzgâr türbinini belirlemek için öncelikle konutta enerji sarf edecek cihazların ve gereken enerji miktarının listelenmesi gerekmektedir. Tez kapsamında incelenen konutta, günlük yaşamda kullanılacak cihazlar ve saatte harcadıkları elektrik miktarı Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10 Elektrik tüketen ev aletlerinin saatte harcadıkları elektrik tablosu

Ürün	Ortalama tüketim (Wh)
Buzdolabı (Orta boy)	26
Çamaşır makinesi	800
Ocak	1500
Fırın	2000
Televizyon	75
Elektrik süpürgesi	1450
Buharlı ütü	2800
Aydınlatma	10

Tablo 4.10’da belirlenen değerler ele alınarak dört kişilik bir ailenin haftalık ortalama enerji sarfıyatı Tablo 4.11’de belirlenmiştir.

Tablo 4.11 Dört kişilik bir ailenin haftalık enerji tüketimi

Ürün	Tüketim (Wh)	Haftalık çalışma süresi (h)	Haftalık enerji tüketimi (Wh)
Buzdolabı (Orta boy)	26	168	4368
Çamaşır makinesi	800	5	4000
Ocak	1500	7	10500
Fırın	2000	3	6000
Televizyon	110	56	6160
Elektrik süpürgesi	1450	2	2900
Buharlı ütü	2800	2	5600
Aydınlatma (5 adet)	50	42	2100
Toplam	-	-	41628

Dört kişilik bir ailenin ortalama haftalık elektrik tüketimi 41628 Wh (~42 kW) olarak bulunmuştur (Tablo 4.11). Konutta kullanılacak olan elektrikli aletler nedeniyle konutun elektrik ihtiyacını karşılayabilecek nitelikte olan 2000 watt (2 kW), 48 V ev tipi rüzgâr türbinin kullanılması öngörülmüştür. Ev tipi rüzgâr

türbininin etkin çalışabilmesi için 1 adet direk ve 4 adet de 100 amper akü temin edilmesi gerekmektedir. Direk, rüzgâr türbininin zeminden belirli bir yükseklikte olmasını ve rüzgârı daha iyi almasını sağlamaktadır. Rüzgâr türbininin monte edileceği direk, konutun bahçesine dikilmektedir. Kullanılan rüzgâr türbininin kanat uzunluğu 107 cm ve rotor çapı (kanatların döndüğünde taradığı alanın çapı) ise 200 cm'dir. Kullanılan rüzgâr türbinin boyutları, uygulanan konuta ve komşu konuta herhangi bir zarar teşkil etmemektedir. Akü ise üretilen enerjinin tüketilen enerjiden fazla olması durumunda fazla enerjinin depolanmabilmesini mümkün kılmaktadır. Yatay eksenli rüzgâr türbinlerinde, rüzgârdan en fazla elde edilebilecek verimin teorik olarak hesaplanmasına betz limiti denilmektedir. Betz limiti, %59 olarak hesaplanmıştır. Fakat günümüz teknolojisinin kullanılmasıyla tasarlanmış bir rüzgâr türbininin verimi yaklaşık %40 civarındadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, b.t.).

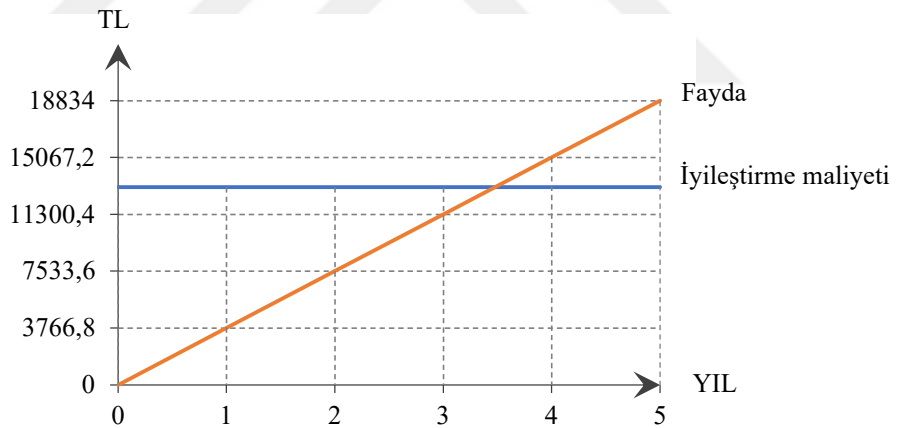
İyileştirme önerisi için seçilen ev tipi rüzgâr türbini saatte 2 kW enerji üretmektedir. Bu türbinin bir günde (24 saatte) üreteceği enerji;
 $2 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 48 \text{ kWh'tir}$. Bir yılda (365 gün) ise;
 $48 \text{ kWh} \times 365 = 17.520 \text{ kWh}$ elektrik üretmektedir. Bir yılda ürettiği enerji miktarı, rüzgâr türbininin %100 verimle çalışması halinde elde edilecek enerjidir. Uygulanacak olan rüzgâr türbininin %40 verimle çalıştığı düşünüldüğünde;
 $17.520 \text{ kWh} \times \frac{40}{100} = 7008 \text{ kWh}$ olarak bulunmuştur. Bir yılda %40 verimle üretilen elektrik enerjisini birim elektrik fiyatı ile çarptığımızda, bir yılda üretilen elektrik enerjisinin bedeli hesaplanmaktadır. Buradan;
 $7008 \times 0,5375 = 3.766,80 \text{ TL'dir}$.

Tablo 4.12 Rüzgâr türbini uygulaması için üç farklı firmadan alınan fiyatlar

Firma Adı	Ev Tipi Yatay Akslı Rüzgâr Türbini (2000 Watt 48V) (TL)	Direk (6 m) (TL)	Akü (4x100 amper) (TL)	Toplam Fiyat (TL)
Firma 13 ¹⁶	5.979,40	1.770	3.850	11.599,40
Firma 14 ¹⁷	6.094,70	1.770	4.200,80	12.065,50
Firma 15 ¹⁸	9.965,10	1770	3.917,60	15.652,70

Üç farklı firmadan alınan ev tipi rüzgâr türbini (bir adet) için fiyatlara, rüzgâr türbininin etkin çalışabilmesi için gereken direk (6 metre yüksekliğinde) ve akü (4 adet 100 amper) fiyatları eklenerek her firmanın teklif verdiği toplam maliyet çıkarılmıştır (Tablo 4.12). Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 13.105,86 TL olarak bulunmuştur. Hesaplanan toplam maliyet ve tasarruf bedeli, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, önerilen iyileştirme çalışmasının geri ödeme süresi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{13.105,86 \text{ TL}}{3.766,80 \text{ TL/Yıl}} = 3,48 \text{ Yıl}$$



Şekil 4.20 Ev tipi rüzgâr türbini uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda grafiği

Şekil 4.20'de hazırlanan grafikten de anlaşılacağı gibi 13.105,86 TL olan ilk yatırım maliyetini, rüzgâr türbini uygulaması 3,48 yıl gibi kısa bir sürede geri ödemektedir. 3,48 yıl sonra ise her yıl 3.766,80 TL kazanç sağlamaktadır.

¹⁶ Ek 20: Firma 13 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

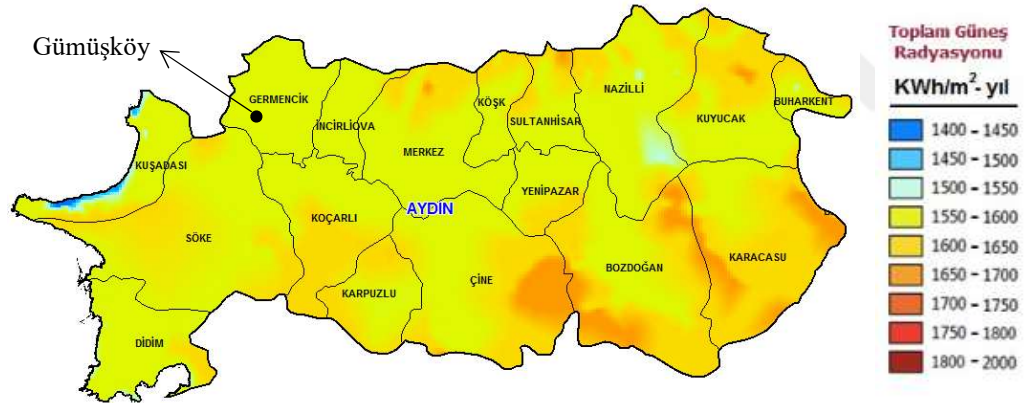
¹⁷ Ek 21: Firma 14 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

¹⁸ Ek 22: Firma 15 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

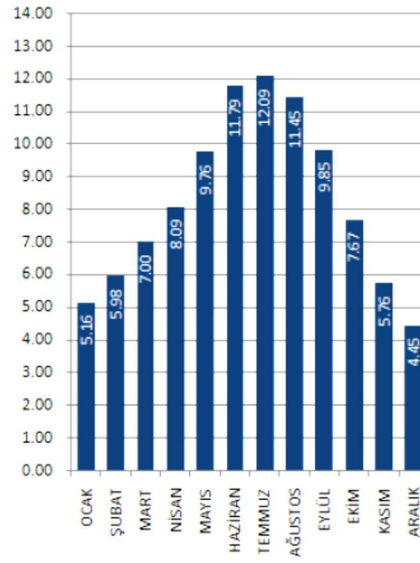
Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten sistemlerin, geri ödeme süreleri için 3-5 yıl aralığı, bu sistemlere yatırım yapılmasında önemli bir etkidir. Kırsal konuta uygulanan rüzgâr türbini sisteminin de hesaplanan geri ödeme süresi bu aralıkta olduğu için sağladığı fayda açısından uygulanması önerilmektedir.

4.3.2.2 Güneş Kollektörü Uygulaması

Tez kapsamında incelenen bölge, coğrafi konumunun getirdiği avantaj sayesinde yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir (Şekil 4.21). En yüksek güneşlenme süresi Şekil 4.22’den de görüleceği üzere günlük ortalama 12,09 saat ile temmuz ayında kaydedilmiştir. Türkiye genelinde bu değer, günlük ortalama 6,8 saattir (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.). Türkiye geneline göre Aydın ilinin günlük ortalama güneşlenme süresi oldukça yüksektir. Bu nedenle, Gümüşköy bölgesinde güneş enerjisinden yararlanan sistemlerin kurulması mümkündür.



Şekil 4.21 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli atlasında, Aydın ilinin güneş enerjisi potansiyeli açısından durumunu gösteren harita (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)



Şekil 4.22 Aydın ilinin güneşlenme süresini (saat) (Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, b.t.)

Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli yüksek bir ülke olduğu için güneş kolektörleri, Türkiye’de oldukça yaygındır. Güneş kolektörlerini köylerde ya da kentlerde, konutların birçoğunun çatılarında görmek mümkündür. Türkiye’de güneş kolektörlerinin uygulaması hakkında bir yönetmelik bulunmaması, kullanıcıların, bu sistemleri istedikleri zaman uygulamayı yapacak olan firma ile anlaşıp monte ettirebilmelerine olanak sağlamaktadır. Güneş kolektörlerinin fayda-maliyet analizinin yapılabilmesi için öncelikle dört kişilik bir ailenin yaşadığı bir konutun ortalama sıcak su ihtiyacının bulunması gerekmektedir. Daha sonra sıcak suyu ısıtmak için kullanılan sistemin bir yılda harcadığı enerji bedeli hesaplanarak, güneş kolektörlerinin kullanılmasıyla harcanan enerji bedelinden ne kadar tasarruf edildiği bulunmuştur.

Türkiye İstatistik Kurumu’ndan alınan 2018 yılı için hazırlanan Belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı istatistiklerinden Aydın ili için belediyelerin, 627.617 aboneye bir yılda toplam 63.800.256 m³ su dağıttığı belirlenmiştir Toplam dağıtılan su miktarı abone sayısına bölündüğünde abone başına ortalama su tüketimi bulunmaktadır.

Buna göre abone başına ortalama su tüketim miktarı aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{63.800.256 \text{ m}^3}{627.617 \text{ abone}} = 101,7 \text{ m}^3/\text{abone}$$

Evsel su kullanım oranlarına bakıldığında, evde kullanılan suyun yaklaşık %26'sı tuvaletlerde, %22'si çamaşır makinelerinde, %17'si duşta, %16'sı musluklarda, %2'si banyo küvetlerinde ve %3'ü diğer alanlarda kullanılmaktadır; %14'lük kısmı ise ev içi tesisatlardaki sızıntılarda kaybedilmektedir (TEMA, b.t.). Su kullanım oranlarına bakıldığında, evsel su kullanımında en az %38'lük kısmının (çamaşır makinesi su yüzdesinin yarısı, duş, banyo küvetlerinde kullanılan su yüzdeleri ve musluklarda kullanılan su yüzdesinin yarısı) sıcak su ihtiyacı olduğu görülmüştür.

Buradan;

$$101,7m^3 \times \frac{38}{100} = 38,65 m^3 \text{ yıllık ortalama sıcak su kullanıldığı hesaplanmıştır.}$$

Evlerde kullanım suyunun ısıtılması için farklı sistemler mevcuttur. Konutlarda kullanıcının tercihine, maddi imkanlarına ve konutun bulunduğu bölgede kullanılabilecek enerji çeşitliliğine bağlı olarak genellikle elektrikli ısıtıcılar ya da doğalgazlı ısıtıcılar kullanılarak sıcak su ihtiyacı karşılanabilmektedir. 38,65 m³ olarak hesaplanan suyun ısıtılması için gereken maliyet, alan çalışmasının yapıldığı bölgede doğalgaz olmaması nedeniyle elektrikli ısıtıcılar üzerinden hesaplanmıştır.

Suyu ısıtma maliyetinin bulunabilmesi için öncelikle musluk suyunun sıcaklığının ve kaç dereceye ısıtılacağı belirlenmesi gerekmektedir. Musluk suyunun sıcaklığı hava sıcaklıklarına, mevsimlere, su kaynağına, suyun kat ettiği yola, su tesisatının derinliğine, tesisatın bulunduğu ortama, iklim koşullarına ve benzeri durumlara göre değişkenlik göstermektedir. Türkiye genelinde musluk suyu sıcaklıkları yukarıdaki etkenlere göre değişiklik gösterse de yıl boyunca 5°C ile 25°C arasında değiştiğini söylemek mümkündür (Eodev, b.t.). Musluk suyunun yıl içerisindeki ortalama sıcaklığını 15°C, sıcak suyun verimli kullanımı için ısıtılması gereken dereceyi de 60°C alırsak temel ısı formülünden suyun 15°C'den 60°C'ye ısıtılması için gereken ısı miktarını bulabiliriz.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \text{ (Temel ısı formülü)} \quad (4.7)$$

Q: Isı (cal)

m: Kütle (gr)

c: Isınma ısısı (cal/°C.gr)

Δt : Sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$) ($t_{\text{son}} - t_{\text{ilk}}$)

Suyun özkütlesi, 0°C ve 1 atmosfer basınç altında yaklaşık olarak 1 gr/cm^3 'tür. Kütle, özkütle ve hacmin çarpımı ile hesaplandığından, ısıtılacak su miktarı $38,65 \text{ m}^3$, yani $38.650.000 \text{ cm}^3$ 'tür.

$$m = dxV \quad (4.8)$$

$$m = 1 \text{ gr/cm}^3 \times 38.650.000 \text{ cm}^3$$

$m = 38.650.000 \text{ gr}$ olarak hesaplanmaktadır. Faz değiştirmeyen suyun ısınma ısısı $1 \text{ cal/}^{\circ}\text{C.gr}$ 'dir. Formül 4.6'da, bilinen değerleri yerine koyduğumuzda;

$$Q = 38.650.000 \text{ gr} \times 1 \text{ cal/}^{\circ}\text{C}. \text{gr} \times (60 - 15)^{\circ}\text{C}$$

$$Q = 1.739.250.000 \text{ cal} = 1.739.250 \text{ kcal} \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Elektrikli su ısıtıcıları saatte ortalama 1800 watt (1,8 kW) elektrik harcamaktadır (Uyar, 2016). 1 kw elektrik ile 859,85 kcal/saat ısı elde edilmektedir. Elektrikli su ısıtıcılarının 1.739.250 kcal ısı verebilmesi için;

$$\frac{1.739.250 \text{ kcal}}{859,85 \text{ kcal/saat}} = 2.022,74 \text{ saat}$$

saat çalışması gerekmektedir. Saatte 1,8 kW elektrik harcadığına göre, 2.022,74 saat çalıştığında 3.641 kW elektrik tüketmektedir. $38,65 \text{ m}^3$ suyu ısıtmak için bir yılda harcadığı toplam elektrik enerjisi, 1 kW elektrik enerjisinin birim fiyatı ile çarpıldığında yıllık maliyeti bulunmaktadır.

$3.641 \times 0,5375 = 1.957,04 \text{ TL}$ 'dir. Güneş kollektörlerinin kullanılmasıyla yılda 1.957,04 TL'lik maliyetten tasarruf edilebilmekte olduğu hesaplanmıştır.

Piyasada hizmet veren üç farklı firma, tek katlı konut ve bu konutta yaşayan dört kişilik bir ailenin ortalama sıcak su ihtiyacı ($38,65 \text{ m}^3$) için 300 litre tanklı basınçlandırılmış güneş kollektör sistemini önermişlerdir. Basınçlı güneş kollektörleri, sabit su basıncı sağlayan ve yaz-kış sıcak sudan yararlanılmasına imkân sunan sistemlerdir (Şekil 4.23). Bu tip güneş kollektörlerinde ikinci bir depo bulunmamaktadır. Su kesintisinin çok sık yaşandığı bölgeler için uygun olan bu sistemde, soğuk su direkt olarak depoya giriş yapar ve sistem içerisinde ısıtılan su doğrudan musluklara aktarılır (Yenilenebilir enerji, 2017).



Şekil 4.23 Basınçlı güneş kolektör sistemi (Sistem Tubular, b.t.)

Üç farklı firmadan, çalışma kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanacak güneş kolektör sistemi için fiyat teklifi alınmıştır. Tablo 4.13’de listelenen fiyatlara Aydın ili için malzeme nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil birim m² fiyatlarıdır.

Tablo 4.13 Güneş kolektör sistemi için üç farklı firmadan alınan fiyatlar

Firma Adı	300 Litre Tanklı Basınçlı Güneş Kolektör Sistemi (TL)
Firma 16 ¹⁹	4.130
Firma 17 ²⁰	4.130
Firma 18 ²¹	3.835

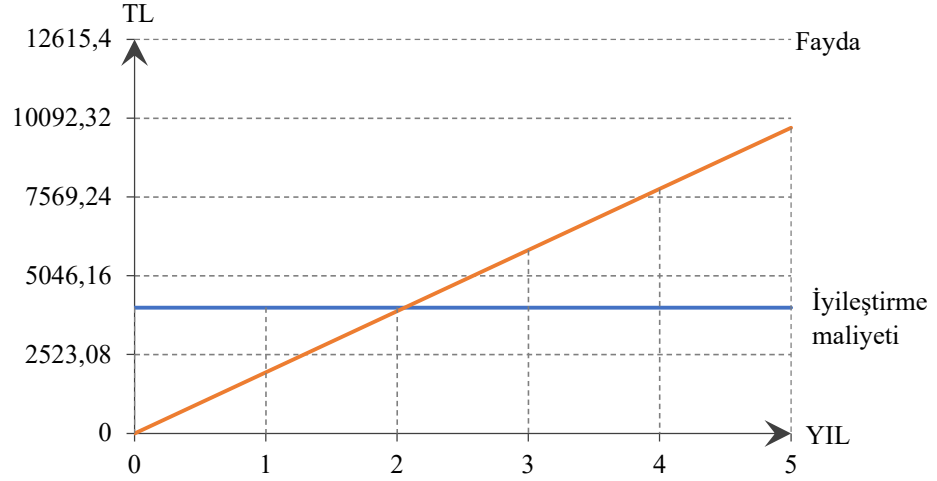
Toplam maliyetlerin aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 4.031,66 TL olarak bulunmuştur. Hesaplanan toplam maliyet ve tasarruf bedeli, formül 4.3’te uygun yerlere girildiğinde, önerilen iyileştirme çalışmasının geri ödeme süresi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{4.031,66 \text{ TL}}{1.957,04 \text{ TL/Yıl}} = 2,06 \text{ Yıl}$$

¹⁹ Ek 23: Firma 16 güneş kolektör sistemi fiyat teklif listesi.

²⁰ Ek 24: Firma 17 güneş kolektör sistemi fiyat teklif listesi.

²¹ Ek 25: Firma 18 güneş kolektör sistemi fiyat teklif listesi.



Şekil 4.24 Güneş kollektör sisteminin uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda grafiği

Şekil 4.24'te verilen grafikte, güneş kollektörü önerisinin ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda görülmektedir. İyileştirme maliyeti ve faydaya ait doğruların kesiştiği nokta olan 2,06 yıl, güneş kollektörü uygulamasının geri ödeme süresini ifade etmektedir. Güneş kollektörü uygulamasının, ilk yatırım maliyetini geri ödeme süresi kısadır.

4.3.2.3 Fotovoltaik Panel Uygulaması

Fotovoltaik paneller, son yıllarda güneş enerjisinden elektrik elde etmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de fotovoltaik panellerin kullanımının artırılması adına yönetmelikler hazırlanmış, belediyeler ve devlet tarafından fotovoltaik panel sistemi kurmak isteyenlere çeşitli yardımlar yapılmaktadır. Türkiye'de kurulum maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle geçtiğimiz yıllarda konutlar için tercih edilmeyen fotovoltaik paneller, teknolojinin gelişmesi sonucunda fiyatlarının bir miktar düşmesiyle beraber konutlarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Gümüşköy'de güneş ışınlarına engel olacak yükseklikte yapı bulunmaması ve bu bölgedeki güneşlenme süresinin, Türkiye ortalamasının üzerinde olması nedenleriyle, bu bölgede incelenen kırsal konutlara fotovoltaik panellerin kurulması mümkündür. Fotovoltaik panellerle üretilen enerjinin depolanması maliyetli olduğu için şebekeye

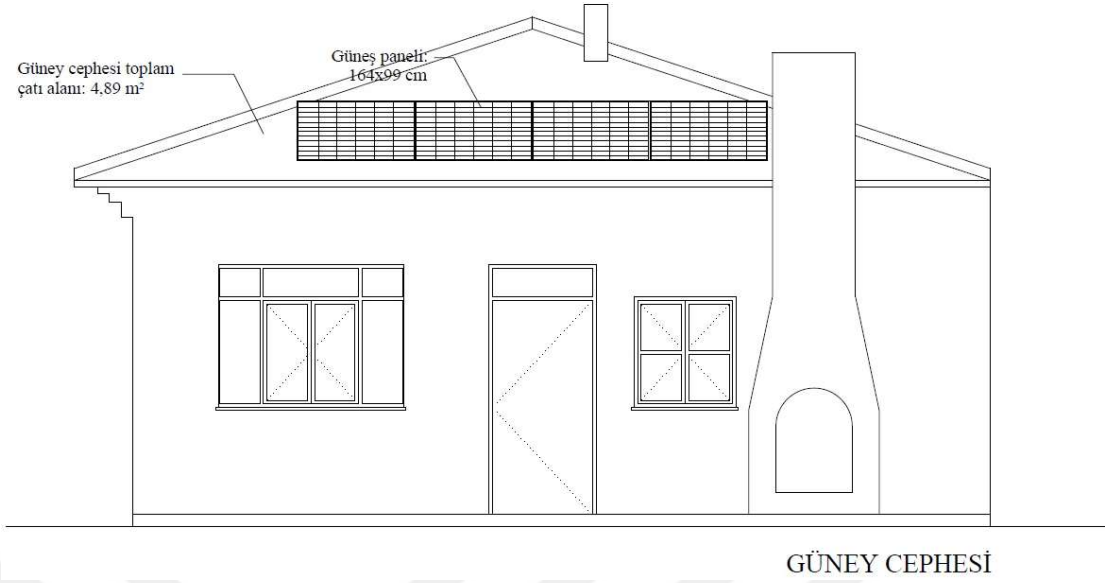
bağlı fotovoltaik panel sistemi seçilmiştir. Bu sistemde panel, inverter ve bağlantı elemanları (kablolar) bulunmaktadır. Gündüz sistemde üretilen enerjiden, konutun ihtiyacı kadarı kullanılır ve eğer fazla enerji üretilirse şebekeye aktarılarak elektrik firmasına satılır. Gece ise konut elektrik ihtiyacını şebekeden sağlamaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan konuta uygulanacak fotovoltaik panel sisteminde, panel tipinin belirlenebilmesi için öncelikle konutun haftalık ortalama enerji sarfiyatının belirlenmesi gerekmektedir. Konutun haftalık elektrik enerjisi ihtiyacı Tablo 4.11’de 41,6 kW/h olarak hesaplanmıştır. Haftalık ortalama elektrik kullanımına, fazla kullanım durumu da düşünülerek %15 oranında ekleme yapılmış ve panelin gücü bu değere göre bulunmuştur. Buradan;

$$41,6 \text{ kW/h} \times \frac{15}{100} = 6,24 \text{ kW/h}$$

$41,6 \text{ kW/h} + 6,24 \text{ kW/h} = 47,84 \text{ kW/h}$ haftalık enerji ihtiyacı hesaplanmıştır. Konutun günlük enerji ihtiyacı aşağıdaki bulunmuştur.

$$\frac{47,84 \text{ kW/h}}{7 \text{ gün}} = 6,83 \text{ kW/h.gün}$$

Konutun güney cephesinde bulunan çatı alanı 4,89 m²’dir. Güney cephesindeki toplam çatı alanında çatı eğimi içine yerleştirilebilecek, 1648 mm x 995 mm ölçülerinde monokristal panel sayısı 4 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.25). Monokristal panel modülünün verimliliği ortalama %24’tür. Piyasadaki diğer panel tiplerinin verimliliğine göre daha yüksek verimliliğe sahip olduğu için panel tipi olarak monokristal panel seçilmiştir (Enerjiportali, 2018).



Şekil 4.25 Kırsal konutun güney cephesindeki çatı alanına yerleştirilen güneş panelleri

Konutun günlük enerji ihtiyacına göre piyasada hizmet veren üç farklı firmadan monokristal güneş paneli ve kurulum sistemi (üretilen enerjiyi aktarmak için inverter, kablo bağlantıları ve işçilik) için fiyat teklifi alınmıştır. Tablo 4.14’te listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme, nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil fiyatlardır. Her firmanın elinde bulunan panel markası ve maximum panel gücü (watt) farklı olduğu için her bir güneş paneli tipi için ayrı hesaplama yapılmıştır. Bir panelin bir saatte üreteceği enerji;

$$\text{Üretilen enerji (W)} = \text{Panelin max. gücü (W)} \times \text{Panelin verimi} \quad (4.9)$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.14 Güneş panelleri için üç farklı firmadan alınan fiyatlar

Firma Adı	Monokristal Panel Markası ve Gücü	Fiyat (adet) (TL)	Toplam Fiyat (4 adet+kurulum) (TL)
Firma 13 ²²	Monokristal 375 W	890	7.060
Firma 14 ²³	Lexron 320 W	767	6.568
Firma 15 ²⁴	CTW Telefunken 310 W	885	7.040

²² Ek 20: Firma 13 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

²³ Ek 21: Firma 14 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

²⁴ Ek 22: Firma 15 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi.

Bir panelden saatte üretilen enerji (W/h), günlük ortalama güneşlenme süresi (h) ile çarpıldığında, bir panelin bir günde üreteceği enerji bulunmuş olur. Buradan Tablo 4.14'te belirtilen Enerjimar firmasından alınan teklifteki monokristal CTW Telefunken 310 Watt tipindeki güneş paneli ve kurul için;

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 310 \text{ W/h} \times \frac{75}{100}$$

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 232,5 \text{ W/h (bir panel için)}$$

$232,5 \text{ W/h} \times 4 = 930 \text{ W/h}$ (4 panel için) olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.24'teki veriler ele alındığında bir yıl içinde günlük ortalama güneşlenme süresi 8,25 saat olduğundan;

$930 \text{ W/h} \times 8,25 \text{ h} = 7.672,5 \text{ W} = 7,7 \text{ kW}$ olarak (310 W gücündeki 4 panelin bir günde üreteceği enerji) bulunmuştur.

Tablo 4.14'te, ACS Enerji ve Teknoloji firmasından alınan teklifteki monokristal Lexron 320 Watt tipindeki güneş paneli için;

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 320 \text{ W/h} \times \frac{75}{100}$$

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 240 \text{ W/h (bir panel için)}$$

$240 \text{ W/h} \times 4 = 960 \text{ W/h}$ (4 panel için) olarak hesaplanmıştır. Bir yıl içinde günlük ortalama güneşlenme süresi 8,25 saat olduğundan;

$960 \text{ W/h} \times 8,25 \text{ h} = 7.920 \text{ W} = 7,9 \text{ kW}$ olarak (320 W gücündeki 4 panelin bir günde üreteceği enerji) bulunmuştur.

Tablo 4.14'te, SMYRA Solar Enerji firmasından alınan teklifteki monokristal 375 Watt tipindeki güneş paneli için;

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 375 \text{ W/h} \times \frac{75}{100}$$

$$\text{Üretilen enerji (W/h)} = 281 \text{ W/h (bir panel için)}$$

$281 \text{ W/h} \times 4 = 1124 \text{ W/h}$ (4 panel için) olarak hesaplanmıştır. Bir yıl içinde günlük ortalama güneşlenme süresi 8,25 saat olduğundan;

$1124 \text{ W/h} \times 8,25 \text{ h} = 9.273 \text{ W} = 9,27 \text{ kW}$ olarak (375 W gücündeki 4 panelin bir günde üreteceği enerji) bulunmuştur.

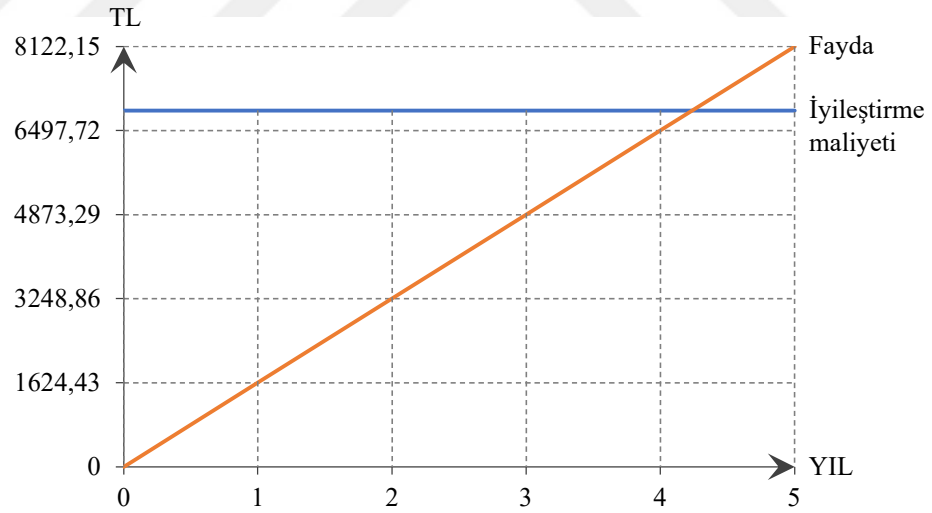
Üç farklı güçte olan güneş panelleri için hesaplanmış olan, bir günde ürettikleri enerjilerin aritmetik ortalaması alınarak ürettikleri günlük ortalama enerji miktarı 8,29 kW olarak bulunmuştur. Buradan bir yılda 4 panelin ortalama ürettiği elektrik hesapladıktan sonra elde edilen sonuç, birim elektrik fiyatı ile çarpılarak, bir yılda üretilen elektrik enerjisinin bedeli hesaplanmıştır. Buradan;

$$8,28 \text{ kW} \times 365 = 3.022,2 \text{ kW}$$

$$3.022,2 \times 0,5375 = 1.624,43 \text{ TL olarak bulunur.}$$

Üç farklı firmadan 4 adet güneş paneli için alınan fiyatların (Tablo 4.14) aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet 6.889,33 TL elde edilmiştir. Hesaplanan toplam maliyet ve tasarruf bedeli, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, önerilen iyileştirme çalışmasının geri ödeme süresi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\frac{6.889,33 \text{ TL}}{1.624,43 \text{ TL/Yıl}} = 4,24 \text{ Yıl}$$



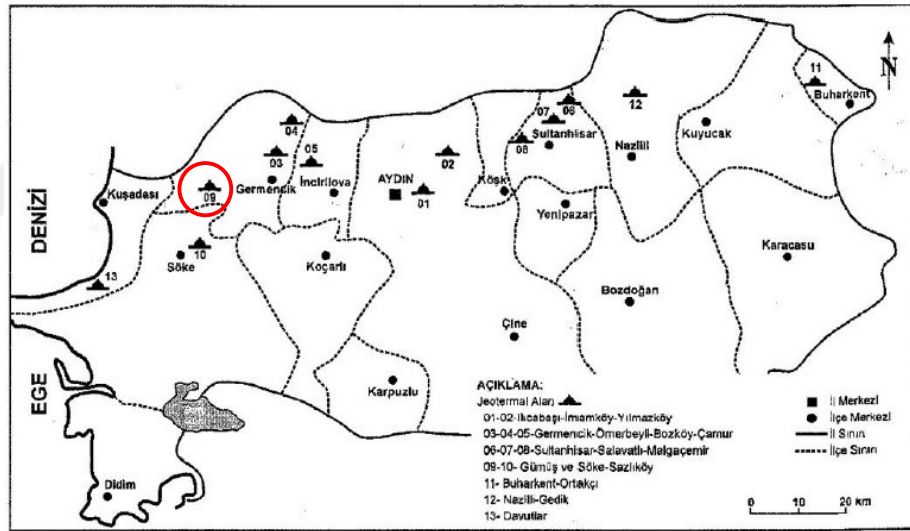
Şekil 4.26 Kırsal konuta uygulanacak güneş panelleri için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda

Şekil 4.26'da verilen grafikten de görüldüğü gibi ilk yatırım maliyeti ve bir yılda sağladığı fayda bakımından, fotovoltaik panel uygulaması geri ödeme süresi bakımından, diğer öneriler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Sistem ilk yatırım

maliyetini 4,24 yılda geri ödedikten sonra her yıl önemli ölçüde kazanç sağlamaktadır.

4.3.2.4 Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması

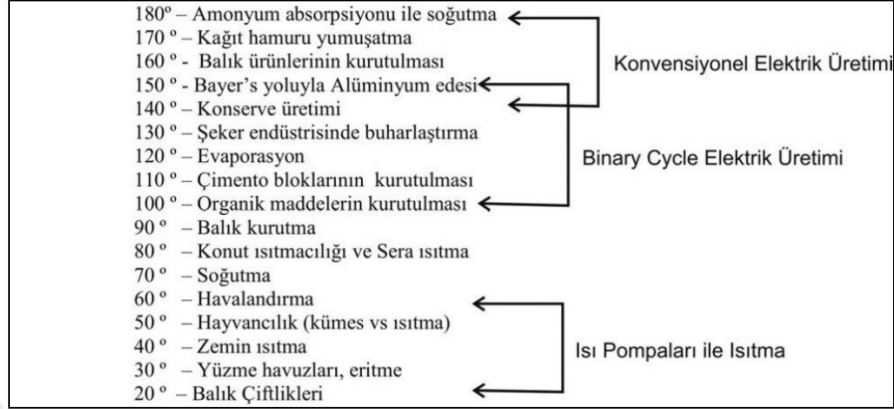
Gümüşköy, konumu itibariyle yeraltı su kaynaklarına yakın bulunmaktadır (Şekil 4.27). Bölgede şu anda jeotermal su kullanılarak ısıtma, seracılık ve enerji üretimi faaliyetleri yapılmaktadır. Gümüşköy’de bulunan konutların ısıtılması için jeotermal enerji kullanılarak yerden ısıtma uygulaması tez kapsamında önerilmiştir. Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması hakkında genel bilgiler tezin üçüncü bölümünde açıklanmıştır. Bu bölümde jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulamasının fayda-maliyet analizi ile değerlendirilmesi yapılmıştır.



Şekil 4.27 Aydın ili jeotermal sahaları (Doğdu,2006)

Öncelikle yerden ısıtmanın uygulanabilmesi için jeotermal suyun yüzeye sondaj çalışmasıyla çıkarılması gerekmektedir. Jeotermal su, ortalama 800-1000 metre arası derinlikten çıkmaktadır. Fakat Gümüşköy bölgesinde, yerden ısıtma sistemi için gereken su sıcaklığı olan 80 °C su (Şekil 4.28), ortalama 100 metreden çıkarılabilmektedir. Sondaj çalışmasının maliyeti, Tarım ve Orman Bakanlığı’nın, 2019 yılı Su Sondajları Birim Fiyat Cetveli’nden alınmıştır ve 100 metre için sondaj maliyeti hesaplanmıştır. Piyasada hizmet veren üç farklı firmadan alınan yerden

ısıtma sisteminin uygulama maliyetlerinin ortalaması alınarak, bulunan fiyata sondaj maliyeti de eklenmiş ve sistemin ilk yatırım maliyeti bu şekilde bulunmuştur.



Şekil 4.28 Jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanım alanları (Lindal Diagramı) (Aksoy, 2003)

Çalışma alanında incelenen kırsal konutların, mevcut halinde bölgede doğalgaz bulunmadığı için elektrik enerjisiyle veya kömür sobasıyla ısıtıldığı varsayılmıştır. 100 m² bir konutun kış boyunca (Kasım, aralık, ocak ve şubat ayları) ısıtılması için gereken kömür miktarı 1,5 tondur. 1 ton kömürün fiyatı ise 1.200 TL olarak bulunmuştur. İncelenen kırsal konut, 66 m² olduğundan kış boyunca ısıtılması için 1 ton kömür gerekmektedir ve buradan kömür sobası kullanıldığında, kış boyunca 1.200 TL maliyet ile konutun ısıtılacağı bulunmaktadır.

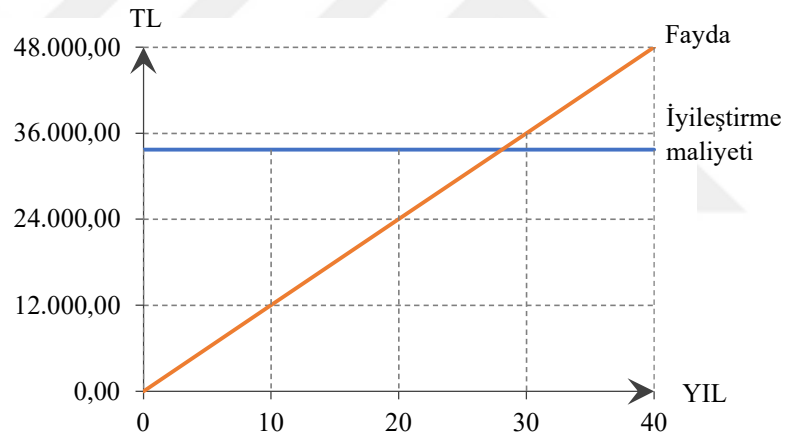
Jeotermal suyun çıkarılması için sondaj çalışmasının m² fiyatı (alüvyon formasyonda) 332,35 TL'dir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Ortalama 100 metreden çıktığından, jeotermal su sondaj maliyeti toplam 33.235 TL'dir. Konutun 66 metrekare taban alanına uygulanacak olan sulu-borulu yerden ısıtma sistemi için piyasada hizmet veren üç farklı firmadan fiyat teklifi alınmıştır. Tablo 4.15'de listelenen fiyatlar, Aydın ili için malzeme, nakliye ücreti, işçilik ve KDV dahil fiyatlardır.

Tablo 4.15 Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması için üç farklı firmadan alınan fiyatlar

Firma Adı	Sulu-borulu yerden ısıtma sistemi birim (m ²) fiyat (TL)	Sulu-borulu yerden ısıtma sistemi toplam (66 m ²) fiyat (TL)
Firma 19 ²⁵	85,81	5.664
Firma 20 ²⁶	80,45	5.310
Firma 21 ²⁷	83,13	5.487

Üç farklı firmadan jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması için alınan fiyatların (Tablo 4.15) aritmetik ortalaması alınmış ve ortalama toplam maliyet (66 m² için) 5.487 TL elde edilmiştir. Ortalama maliyete, konut başına düşen sondaj maliyeti de eklendiğinde, sistemin maliyeti 38.722 TL olarak hesaplanmıştır. Toplam maliyet ve tasarruf bedeli, formül 4.3'te uygun yerlere girildiğinde, önerilen iyileştirme çalışmasının geri ödeme süresi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\frac{38.722 \text{ TL}}{1.200 \text{ TL/Yıl}} = 28,1 \text{ Yıl}$$



Şekil 4.29 Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması için ilk yatırım maliyeti ve yıllar içinde sağladığı fayda

Şekil 4.29'da verilen grafikten de görüldüğü üzere jeotermal enerji kullanılarak yerden ısıtma uygulamasının ilk yatırım maliyeti çok yüksektir. Jeotermal suyun çıkarılması için gereken sondaj çalışması ilk yatırım maliyetini büyük oranda artırmıştır. Bir yılda sağladığı faydanın da ilk yatırım maliyetine oranla çok düşük olması nedeniyle önerinin geri ödeme süresi çok fazla çıkmıştır. İyileştirme

²⁵ Ek 26: Firma 19 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi.

²⁶ Ek 27: Firma 20 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi.

²⁷ Ek 28: Firma 21 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi.

önerisinin geri ödeme süresinin 28,1 yıl olması nedeniyle diğer öneriler arasında uygulama önceliğinde gerilerde yer almaktadır.

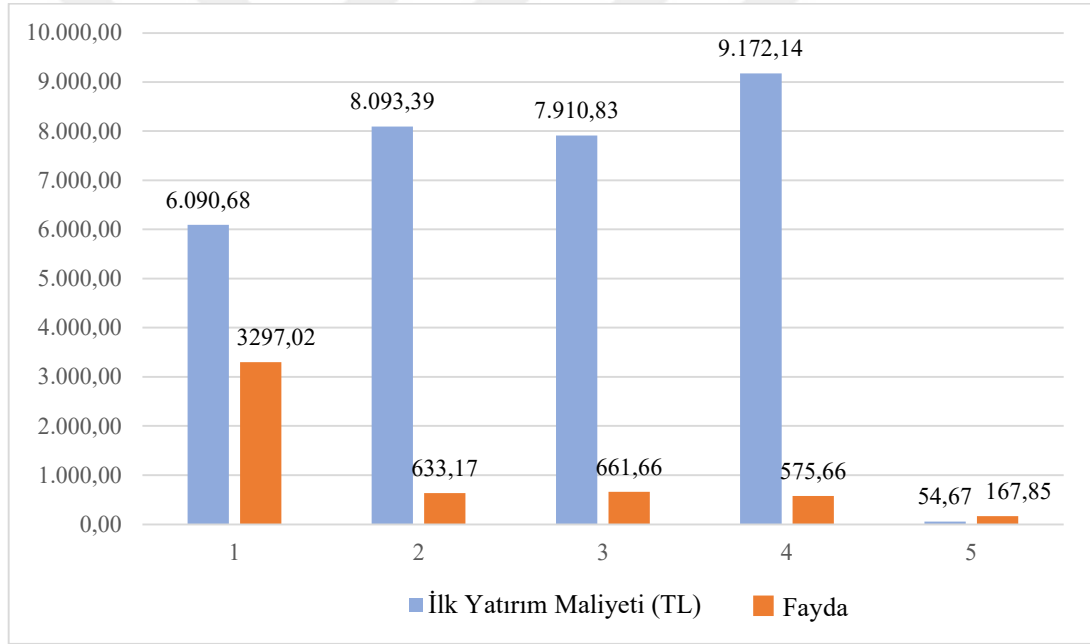
4.4 Değerlendirme

Tezin üçüncü bölümünde açıklanan iyileştirme önerileri için tezin dördüncü bölümünde fayda-maliyet analizi uygulanmıştır ve her bir iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti ve yıllık sağladığı fayda, TL olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak geri ödeme süresi hesaplanmış ve her bir iyileştirme önerisi için ayrı ayrı grafikler oluşturulmuştur. Tablo 4.16’da tüm iyileştirme önerileri ilk yatırım maliyeti, yıllık sağladığı fayda ve geri ödeme süresi belirtilerek karşılaştırılmıştır.

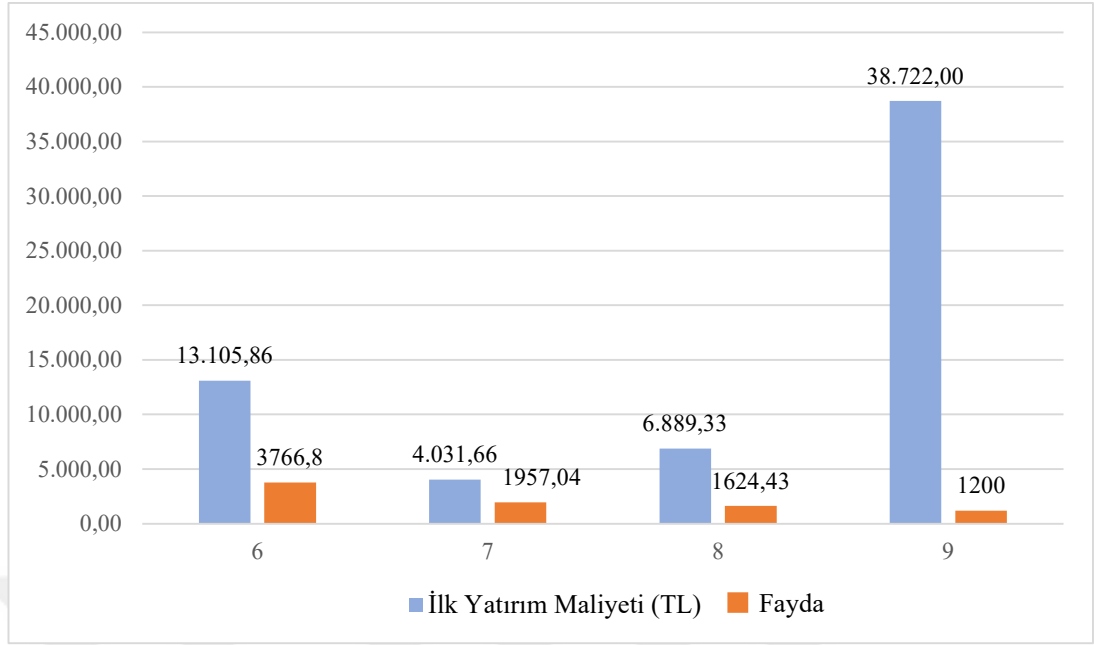
Tablo 4.16 Gümüşköy bölgesinde bulunan kırsal konutlara uygulanabilecek iyileştirme önerilerinin değerlendirilmesi

Sıra	İyileştirme Önerisi	İlk Yatırım Maliyeti (TL)	Fayda (TL/Yıl)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
Enerji Tüketimini Azaltmaya Yönelik İyileştirme Önerileri				
1	Mantolama (duvarda ısı yalıtımı uygulaması)	6.090,68	3.297,02	1,85
2	Çatıda ısı yalıtımı uygulaması	8.093,39	633,17	14,06
3	Isı yalıtımlı pencere uygulaması	7.910,83	661,66	11,9
4	Güneş Kontrol Elemanlarının Eklenmesi	9.172,14	575,66	15,9
5	Peyzaj Elemanlarının Katkısı	54,67	167,85	15
Enerji Üretimini Hedefleyen İyileştirme Önerileri				
6	Rüzgâr Türbini (Konut Tipi) Uygulaması	13.105,86	3.766,80	3,48
7	Güneş Kollektörü Uygulaması	4.031,66	1.957,04	2,06
8	Fotovoltaik Panel Uygulaması	6.889,33	1.624,43	4,24
9	Jeotermal Enerji ile Yerden Isıtma Uygulaması	38.722	1200	28,1

Tablo 4.16’da belirtilen veriler ele alındığında ilk yatırım maliyeti olarak en düşük iyileştirme önerisi 54,67 TL ile ağaçlandırma önerisi öne çıkmaktadır. Fakat bu iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyetini geri ödemesi on beşinci yılda bitmiştir. 15. yıldan itibaren her yıl 167,85 TL tasarruf sağlamıştır. Tablo 4.16’ya bakıldığında yıllık tasarruf bedeli olarak en fazla tasarruf sağlayan iyileştirme önerisi 3.766,80 TL ile rüzgâr türbini (konut tipi) uygulaması olmuştur. Rüzgâr türbini iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti 13.105,86 TL olup, 3,48 yıl içinde ilk yatırım maliyetini geri ödemiştir. Tablo 4.16’da geri ödeme süresi olarak en kısa sürede ilk yatırım maliyetini karşılayan iyileştirme önerisi 1,85 yıl ile mantolama uygulaması olmuştur. Mantolama uygulamasının ilk yatırım maliyeti 6.090,68 TL’dir ve 1,85 yıldan sonra her yıl 3.297,02 TL tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 4.30 Enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerilerinin hesaplanan ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağladıkları faydalar (TL)



Şekil 4.31 Enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerilerinin hesaplanan ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağladıkları faydalar (TL)

Şekil 4.30’da hazırlanan grafikte, dördüncü bölümde fayda-maliyet analizi kullanılarak karşılaştırılan enerji tüketimini azaltmaya yönelik iyileştirme önerilerinin ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağladıkları fayda (TL) karşılaştırılmıştır. Grafiğin yatay ekseninde verilen rakamlar, Tablo 4.16’dan alınan iyileştirme önerilerinin sıra numaralarını ifade etmektedir. Şekil 4.32’deki grafiğe göre beş farklı iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyetleri ve faydaları değerlendirilmiş ve aşağıda açıklanmaktadır.

Mantolamayı (duvarda ısı yalıtım uygulaması) ifade eden 1 numaralı iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyeti 6.090,68 TL’dir. İlk yatırım maliyetleri en uygundan en yükseğe sıralandığında, mantolama uygulaması üçüncü sırada yer almaktadır. Mantolama uygulamasının bir yılda sağladığı fayda 3.297,02 TL’dir. İyileştirme önerilerinin bir yılda sağladıkları faydalar karşılaştırıldığında ise mantolama uygulaması en fazla fayda sağlayan ikinci öneridir.

2 numaralı iyileştirme önerisi olan çatıda ısı yalıtımı uygulaması, ilk yatırım maliyeti olan 8.093,97 TL ile en uygun altıncı öneri olmuştur. Bir yılda sağladığı

Fayda olan 633,17 TL, diğ er önerilerin faydalarıyla karşılaştırıldığında yedinci sırada yer almıştır. Konutun mevcut durumunun ısı yalıtımı açısından zayıf olması nedeniyle yalnızca çatıya uygulanan ısı yalıtımı yeterince fayda sağlamamaktadır. Bu nedenle incelenen kırsal konuta uygulanması önerilmemektedir.

3 numaralı iyileştirme önerisi olan mevcut demir doğ ramaların ısı yalıtımlı pencerelerle değiştirilmesinin ilk yatırım maliyeti 7.090,83 TL'dir. Bu nedenle ısı yalıtımlı pencere uygulaması, en uygun beş inci iyileştirme önerisi olmuştur. Bir yılda sağ ladığı fayda 661,66 TL'dir ve diğ er öneriler ile kıyaslandığında altıncı sırada yer almaktadır.

4 numaralı güneş kontrol elemanlarının eklenmesi önerisi kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanan ahş ap kepenk sistemi, ilk yatırım maliyeti olan 9.172,14 TL ile yedinci sırada yer almıştır. Kepenklerin yapımında kullanılan ahş abın maliyetli olması nedeniyle bu önerinin ilk yatırım maliyeti yüksek olmuştur. Konuta uygulanan ahş ap kepenk sisteminin bir yılda sağ ladığı fayda 575,66 TL olmaktadır. Konutun mevcut durumuna yalnızca ahş ap kepenk uygulandığında, ahş ap kepenkler dış ortam ve metal doğ ramalar arasında kısıtlı bir bariyer oluşturmaktadır. Bu nedenle sistemin sağ ladığı fayda, diğ er önerilerle karşılaştırıldığında sekizinci sırada yer almıştır.

5 numaralı öneri olan peyzaj elemanlarının katkısı önerisi kapsamında uygulanan ağ aç dikiminin maliyeti (54,67 TL) diğ erleri arasında en düşük olması nedeniyle ö ne çıkmaktadır. Konutun bahçesine dikilen ağ aç ile bir yılda 167,85 TL fayda sağ lanmıştır. Bu öneri kapsamında dikilen ağ aç yalnızca güney cephesinde yer alan iki pencereye gölge düşürerek, konutun yazın soğutulmasına yardımcı olmaktadır. Bu nedenle ağ açlandırma önerisinin bir yılda sağ ladığı fayda, diğ er öneriler ile karşılaştırıldığında en sonda yer almıştır.

Şekil 4.31'de hazırlanan grafikte, dördüncü bölümde fayda-maliyet analizi kullanılarak karşılaştırılan enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerilerinin ilk yatırım maliyetleri (TL) ve bir yılda sağ ladıkları fayda (TL) karşılaştırılmıştır.

Grafiğin yatay ekseninde verilen rakamlar, Tablo 4.16'dan alınan iyileştirme önerilerinin sıra numaralarını ifade etmektedir. Şekil 4.31'deki grafiğe göre dört farklı iyileştirme önerisinin ilk yatırım maliyetleri ve faydaları değerlendirilmiş ve aşağıda açıklanmaktadır.

6 numaralı öneri olan konut tipi rüzgâr türbininin ilk yatırım maliyeti 13.105,86 TL'dir. İlk yatırım maliyetleri kıyaslandığında, rüzgâr türbini uygulaması sekizinci sırada yer almıştır. Konut tipi rüzgâr türbininin kırsal konutun bahçesine uygulanması ile bir yılda elde edilen fayda 3.766,80 TL olmaktadır. Kırsal konutun bulunduğu bölge oldukça fazla rüzgâr aldığı için rüzgâr türbini uygulaması ile bir yılda sağlanan fayda diğer önerilerle kıyaslandığında ilk sırada yer almaktadır. Bu nedenle, konut tipi rüzgâr türbininin, tez kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

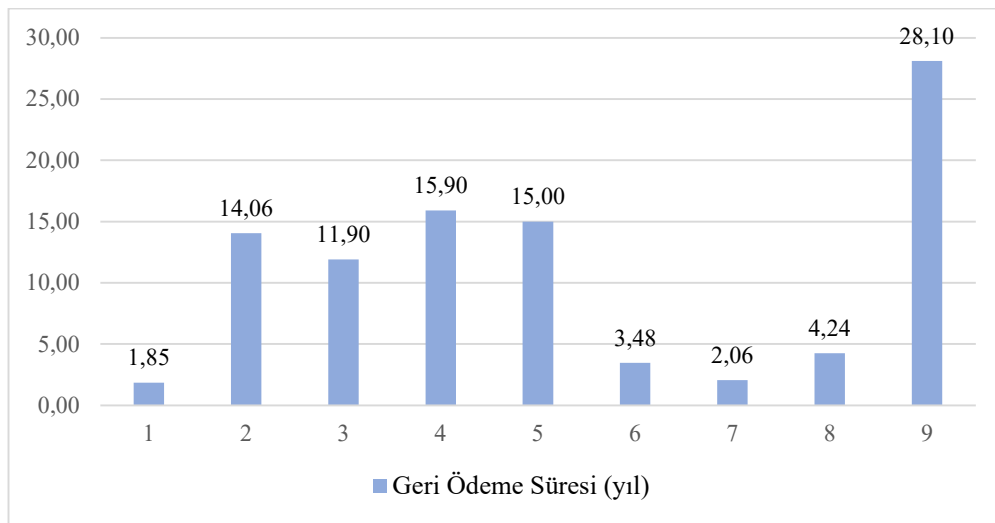
7 numaralı iyileştirme önerisi olan güneş kollektörünün kırsal konuta uygulanmasının ilk yatırım maliyeti 4.031,66 TL'dir ve en düşük maliyetli ikinci öneridir. Türkiye'de hemen her bölgede yaygın olarak kullanılan bir sistem olduğu için ilk yatırım maliyeti karşılanabilir niteliktedir. Tez kapsamında incelenen kırsal konutun bulunduğu bölgenin güneş kollektörü uygulamasına elverişli olması ve ilk yatırım maliyetinin karşılanabilir seviyede olması nedeniyle bu öneri öne çıkmaktadır. Güneş kollektörünün kırsal konutun çatısına uygulanması ile bir yılda 1.957,04 TL fayda sağlanmaktadır. Diğer iyileştirme önerileri ile karşılaştırıldığında, güneş kollektörü uygulaması bir yılda en fazla fayda sağlayan üçüncü öneri olmuştur.

8 numaralı iyileştirme önerisi olan fotovoltaik panellerin kırsal konutun çatısına uygulanmasının ilk yatırım maliyeti 6.889,33 TL'dir. Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak fotovoltaik panellerin ilk yatırım maliyetleri son yıllarda düşmüştür. İlk yatırım maliyetleri kıyaslandığında, fotovoltaik panel uygulaması dördüncü sırada yer almıştır. Fotovoltaik panellerin kırsal konutun çatısına uygulanması ile bir yılda 1.624,43 TL fayda sağlanmaktadır. Tez kapsamında incelenen kırsal konutun bulunduğu bölgenin günlük ortalama güneşlenme süresi, Türkiye'nin günlük

ortalama güneşlenme süresinden fazladır. Bu nedenle bölgede fotovoltaik panellerin kullanılmasıyla konutun ihtiyacı olan elektrik enerjisi karşılanabilmektedir. Kırsal konuta uygulanan fotovoltaik panel önerisinin bir yılda sağladığı fayda, diğer öneriler ile karşılaştırıldığında dördüncü sırada yer almıştır.

9 numaralı iyileştirme önerisi olan jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması ise 38.722 TL'lik oldukça yüksek olan ilk yatırım maliyeti ile en son sırada yer almaktadır. Bu çalışmada, tek bir konutun ısıtılmasında kullanılan sıcaklık derecesinde jeotermal suyun sondaj çalışması ile çıkarılması nedeniyle bu önerinin ilk yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması ile konutun ısıtılmasının bir yılda sağladığı fayda 1200 TL olmaktadır. Bir yılda sağladıkları faydalar açısından diğer iyileştirme önerileri ile karşılaştırıldığında, jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması beşinci en fazla fayda sağlayan öneri olmuştur.

Sadece ilk yatırım maliyetini ele alındığında, ağaçlandırma önerisinin, tez kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanabilecek en ekonomik öneri olduğu görülmektedir. Bir yılda sağladıkları faydalar ele alındığında ise, konut tipi rüzgâr türbininin, tez kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanabilecek bir yılda en fazla fayda sağlayan öneri olduğu görülmektedir.



Şekil 4.32 İyileştirme önerilerinin hesaplanan geri ödeme süreleri (yıl)

Şekil 4.32’de verilen grafikte, iyileştirme önerilerinin ilk yatırım maliyetlerini geri ödeme süreleri görülmektedir. İyileştirme önerilerinin uygulanması için ödenecek maliyetin 3-5 yıl gibi kısa bir sürede geri dönmesi, yatırımın yapılmasına karar verilmesi açısından önemli bir nedendir. Şekil 4.32’te hazırlanan grafikte dokuz farklı iyileştirme önerisinin geri ödeme süreleri değerlendirilmiş ve aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

1 numaralı iyileştirme önerisi olan mantolama uygulamasının geri ödeme süresi 1,85 yıldır. Mantolama uygulaması diğer iyileştirme önerileriyle karşılaştırıldığında, ilk yatırım maliyetini en kısa sürede geri ödeyen öneri olması nedeniyle öne çıkmaktadır.

2 numaralı iyileştirme önerisi olan çatıda ısı yalıtım uygulamasının geri ödeme süresi 14,06 yıldır ve diğer önerilerle kıyaslandığında en kısa sürede geri ödeyen altıncı öneri olmuştur. Geri ödeme süresi uzun olduğundan bu iyileştirme önerisinin kırsal konuta uygulanması önerilmemektedir.

3 numaralı öneri olan ısı yalıtımlı pencere uygulamasının geri ödeme süresi 11,9 yıldır. Geri ödeme süreleri karşılaştırıldığında, on iyileştirme önerisi arasından beşinci sırada yer almaktadır. İlk yatırım maliyetinin göze alınarak mevcut demir doğramaların ısı yalıtımlı pencerelerle değiştirilmesi, geri ödeme süresinin uzun olması açısından önerilmemektedir.

4 numaralı öneri olan güneş kontrol elemanlarının eklenmesi kapsamında kırsal konuta uygulanan ahşap kepenk sisteminin ilk yatırım maliyetini geri ödeme süresi 15,9 yıl olmaktadır ve diğer önerilerin geri ödeme süresiyle karşılaştırıldığında sekizinci sırada yer almaktadır. Tez kapsamında iyileştirme önerileri getirilen kırsal konuta bu önerinin uygulanması, geri ödeme süresinin uzun zaman alması nedeniyle önerilmemektedir.

5 numaralı iyileştirme önerisi olan peyzaj elemanlarının kullanılması uygulaması kapsamında konutun bahçesine dikilen ağacın geri ödeme süresi 15 yıldır ve

önerilerin geri ödeme süreleri karşılaştırıldığında yedinci sırada yer almaktadır. Ağaçlandırma uygulaması kapsamında konutun bahçesine dikilen fidanın büyüyüp a a  görünümüne ulaşması ortalama 15 yıl sürdüğü için geri ödeme süresi uzun zaman almaktadır.

6 numaralı öneri olan konut tipi rüzgâr türbininin kırsal konuta uygulanmasının geri ödeme süresi 3,48 yıldır. İlk yatırım maliyetini geri ödeme süresi bakımından diğer öneriler arasından üçüncü sırada yer almaktadır. Önerinin geri ödeme süresinin kısa olması, yatırım maliyetinin göze alınarak konuta uygulanmasında etkili olmaktadır.

7 numaralı iyileştirme  nerisi olan güneş kollektörü uygulamasının geri ödeme süresi 2,06 yıldır. Dokuz farklı iyileştirme önerisinin geri ödeme süreleri ile karşılaştırıldığında en kısa sürede ilk yatırım maliyetini geri ödeyen ikinci öneri güneş kollektörü uygulaması olmuştur.

8 numaralı iyileştirme  nerisi olan fotovoltai  panellerin kırsal konutun çatısına yerleştirilmesinin geri ödeme süresi 4,24 yıldır. On farklı iyileştirme  nerisi geri ödeme süreleri bakımından karşılaştırıldığında fotovoltai  panel uygulaması dördüncü sırada yer almaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle fotovoltai  panel sistemlerinin ilk yatırım maliyeti d  t    için geri ödeme süreleri de kısal mı tır.

9 numaralı öneri olan jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulamasının geri ödeme süresi 28,1 yıldır ve diğer önerilerle karşılaştırıldığında sondan ikinci sırada yer almaktadır. Jeotermal suyun tek bir konutun ısıtılması için çıkarılmasının maliyetli olması nedeniyle bu önerinin geri ödeme süresi uzun zaman almaktadır.

Yalnızca geri ödeme süreleri ele alındığında, on farklı iyileştirme  nerisi arasından mantolama uygulamasının en kısa sürede ilk yatırım maliyetini geri ödediği görülmektedir.

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

Günümüzde kullandığımız fosil tabanlı enerji kaynaklarının tükenme sorunu ile karşı karşıya kalması, dünya genelinde otoritelerin yeni enerji kaynakları arayışına yönelmesine neden olmuştur. Tükenme sorunu olmayan, çevreyi en az oranda etkileyen yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara alternatif olarak gelişmeye başlamıştır. Özellikle enerjinin tek merkezden dağıtılmasında meydana gelen kayıplar nedeniyle yerleşimlerin kendi enerjilerini üretmeleri konusunun önem kazanması tezin çıkış noktası olmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin bir bölgede bulunması ve bu kaynaklara olan mesafesinin az olması nedeniyle Aydın ilinin Gümüşköy bölgesi, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Gümüşköy’de bulunan kırsal konutların ısı korunumu açısından oldukça zayıf olması ve enerji üreten sistemlerin entegrasyonuna uygun olması nedeniyle bölgedeki kırsal konutlar üzerinden iyileştirme önerileri getirilmiştir. Bu kapsamda on bir iyileştirme önerisi incelenmiş ve kırsal konuta uygulanabilir olan on iyileştirme çalışması ayrı ayrı uygulanarak fayda-maliyet analizi yöntemiyle bu öneriler karşılaştırılmıştır.

Fayda-maliyet analizi yöntemi uygulanırken, iyileştirme önerilerinin faydalarının tümü para birimi (TL) olarak ifade edilmiştir. İlk yatırım maliyeti hesaplanan iyileştirme önerilerinin, bir yılda sağladıkları fayda göz önüne alındığında ne kadar sürede ilk yatırım maliyetini geri ödediği ve bu noktadan sonra her yıl ne kadar kazanç sağladığı belirlenmiştir. Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Tez çalışmasında enerji tüketimini azaltmaya yönelik önerilerin faydalarını hesaplamak için kullanılan İzoder TS825 programı, hesaplamaların kısa sürede yapılabilmesi ve farklı alternatiflerin kısa sürede uygulanmasına olanak sağlaması açısından faydalı olmaktadır. Fakat kırsal konutlara uygulanabilecek farklı önerilerin hesaplanmasında yeterli olmamaktadır. Sonraki çalışmalarda, farklı programlar

kullanılarak tezin üçüncü ve dördüncü bölümünde kapsam dışı bırakılan fakat kırsal konutlara uygulanabilecek önerilerin faydalarının da hesaplanması hedeflenmektedir.

Bu tez çalışması ile kendine yetebilen (kendi enerjisini sağlayabilen) konut ve yerleşimlerin tasarlanabileceği fikri ortaya konulmaktadır. Tez kapsamında incelenen kırsal konutların ısı kaybını azaltarak ve bunun yanı sıra enerji üretimini destekleyerek, kullanıcı konforunun iyileştirilmesinin mümkün olduğu belirlenmiştir. Önerilen analiz yöntemi sayesinde, birçok iyileştirme önerisi arasından kullanıcılar, hangisi için ne kadar maliyet ödeyerek ne kadar tasarruf sağlayacaklarını belirleyerek, bütçelerine ve ihtiyaçlarına yönelik iyileştirme yapılmasına olanak sağlamaktadır. İyileştirme önerileri, konutun enerji tüketimini azaltarak, ekonomik ve çevresel açısından da fayda sağlamaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak elektrik üretiminin sağlanması sayesinde CO₂ salımı, çevre kirliliği ve kaynak tüketimi azaltılmış olmaktadır. Günümüzde kullandığımız enerji genellikle tek bir merkezden dağıtılmaktadır. Bu da merkezden çıkan enerjinin miktarında, gideceği birime ulaşana kadar büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle merkezden dağıtılan enerji yerine enerji ihtiyacı bakımından kendine yetebilen yerleşimler ve konutlar tasarlanması teşvik edilmektedir. Enerji üretimini hedefleyen iyileştirme önerileri, tez kapsamında irdelenen konutun kendi enerjisini üretebilmesini sağlaması nedeniyle önemlidir.

Mantolama uygulamasının ilk yatırım maliyeti 6.090,68 TL olmasına rağmen bir yılda 3.297,02 TL fayda sağlamaktadır. Bir yılda sağladığı faydanın yüksek olmasına bağlı olarak geri ödeme süresi 1,85 yıl olmaktadır. Bir yılda sağladığı faydanın yüksek olması ve geri ödeme süresinin kısa olması nedeniyle mantolama uygulamasının kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

Çatıda ısı yalıtımı uygulamasının ilk yatırım maliyeti 8.093,39 TL'dir. Fakat bir yılda sağladığı fayda (633,17 TL) ilk yatırım maliyetine oranla düşüktür. Bu nedenle geri ödeme süresi 14,06 yıl olmaktadır. Geri ödeme süresinin uzun olması nedeniyle

bu önerinin yatırım maliyetine katlanılarak kırsal konuta uygulanması önerilmemektedir.

Kırsal konutun mevcut demir doğramalarının ısı yalıtımlı pencereler ile değiştirilmesinin ilk yatırım maliyeti 7.910,83 TL ve bir yılda sağladığı fayda 661,66 TL'dir. Konutun mevcut durumunda ısı kaybı çok fazla olduğu için bir yılda sağladığı fayda düşüktür. Buna bağlı olarak geri ödeme süresi 11,9 yıldır. Önerinin bir yılda sağladığı faydanın düşük olması ve geri ödeme süresinin uzun olması nedeniyle mevcut doğramaların ısı yalıtımlı pencerelerle değiştirilmesi önerilmemektedir.

Güneş kontrol elamanlarından kırsal konutun güney ve batı cephesinde bulunan pencerelere uygulanan ahşap kepenk sisteminin ilk yatırım maliyeti 9.172,14 TL ve bir yılda sağladığı fayda 575,66 TL olmaktadır. Kırsal konutun mevcut durumunda yalnızca ahşap kepenk önerisi uygulandığı için sağladığı fayda düşüktür. Buna bağlı olarak geri ödeme süresi 15,9 yıl olmaktadır. İlk yatırım maliyetinin yüksek olması, bir yılda sağladığı faydanın düşük olması ve geri ödeme süresinin uzun olması nedeniyle kırsal konuta uygulanması önerilmemektedir.

Peyzaj elemanlarının katkısı önerisi kapsamında uygulanan konutun bahçesine ağaç dikilmesinin ilk yatırım maliyeti 54,67 TL'dir. Buna rağmen bir yılda sağladığı fayda 167,85 TL olmaktadır. Fakat öneri kapsamında dikilen fidanın ağaç görüntüsüne gelip konuta gölge düşürmesi uzun sürdüğünden geri ödeme süresi 15 yıl olmaktadır. İlk yatırım maliyetinin oldukça düşük olması ve sağladığı faydanın maliyetine oranla yüksek olması nedeniyle geri ödeme süresi uzun zaman alsa da ağaçlandırma önerisinin kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

Konut tipi rüzgâr türbininin kırsal konuta uygulanmasının ilk yatırım maliyeti 13.105,86 TL'dir. İlk yatırım maliyeti yüksek olmasına rağmen önerinin bir yılda sağladığı fayda (3.766,80 TL) yüksek olduğundan geri ödeme süresi 3,48 yıl olmaktadır. Teknolojinin son yıllarda ilerlemesiyle beraber yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji üreten sistemlerin fiyatlarında düşüşler olmuştur.

Kırsal konutun bulunduğu bölgenin rüzgâr enerjisi açısından zengin olması da rüzgâr türbini uygulamasının bir yılda sağladığı faydanın yüksek olmasında etkili olmaktadır. Rüzgâr türbini önerisinde ilk yatırım maliyeti 3,48 yılda geri ödendikten sonra her yıl kullanıcıya 3.766,80 TL kazanç sağlamaktadır. İlk yatırım maliyetinin yüksek olmasına rağmen rüzgâr türbini önerisinin sağladığı faydanın yüksek olması ve geri ödeme süresinin kısa olması nedeniyle incelenen kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

Güneş kollektörü önerisinin ilk yatırım maliyeti 4.031,66 TL ve bir yılda sağladığı fayda ise 1.957,04 TL olmaktadır. Bu önerinin ilk yatırım maliyeti düşük ve sağladığı fayda ise ilk yatırım maliyetine kıyasla yüksektir. Güneş kollektörü uygulaması ise diğer öneriler arasında 2,06 yıl ile en kısa ikinci geri ödeme süresine sahip öneridir. Bu nedenle tez kapsamında incelenen kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

Fotovoltaik paneller, ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu düşünüldüğünden konut kullanıcıları tarafından çok tercih edilmemektedir. Fakat son yıllarda teknolojinin gelişmesine bağlı olarak fotovoltaik panellerin maliyetlerinde düşüşler olmuştur. Tez kapsamında ele alınan kırsal konutun çatısına uygulanan fotovoltaik panellerin ilk yatırım maliyeti 6.889,33 TL olmuştur. Bölgenin güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olmasına bağlı olarak önerinin bir yılda sağladığı fayda ise 1.624,43 TL'dir. Fotovoltaik panel uygulamasının geri ödeme süresi ise 4,24 yıl olmaktadır. 4,24 yıl sonra bu uygulama ile kullanıcı her yıl 1.624,43 TL kazanç elde edeceğinden bu önerinin kırsal konuta uygulanması önerilmektedir.

Jeotermal enerji ile yerden ısıtma uygulaması önerisinin ilk yatırım maliyeti 38.722 TL'dir ve bu maliyet bölgede yaşayan insanların ekonomik durumları göz önüne alındığında oldukça yüksektir. Gümüşköy bölgesinde jeotermal suyun yüzeye yakın derinlikten çıkarılabilmesine rağmen bir konutun ısıtılmasında kullanılabilecek sıcaklık derecesindeki suyun çıkarılması için ortalama 100 m sondaj çalışması yapılması gerekmektedir. İzmir ilinde Narlıdere bölgesinde olduğu gibi, devlet tarafından derin sondaj çalışması yapılarak yüksek sıcaklıkta çıkarılan jeotermal suyun, bölgedeki yapılara para ile temin edilmesiyle binaların ısıtılması ekonomik

olmaktadır. Fakat bu çalışmada yapılan sondaj çalışmasında çıkarılan jeotermal su yalnızca bir konutun ısıtılmasında kullanıldığı için ilk yatırım maliyeti yüksek olmaktadır. Jeotermal enerji ile yerden ısıtma önerisinin bir yılda sağladığı fayda 1200 TL ve önerinin geri ödeme süresi, ilk yatırım maliyeti çok yüksek olduğu için 28,1 yıl olmaktadır. Bu nedenle jeotermal enerji ile yerden ısıtma sisteminin kırsal konuta uygulanması önerilmemektedir. Daha derine yapılacak olan sondaj çalışması ile jeotermal suyun yüksek sıcaklıkta çıkarılarak bölgedeki birden fazla konuta temin edilmesi ve böylece önerinin maliyetinin düşürülmesi sağlanabilir.

Bu tez çalışmasıyla, önerilerin karşılaştırılmasında kullanılan analiz yönteminin farklı tip yapılar için belirlenen iyileştirme önerilerinden uygun olanın seçilmesinde kullanılmasıyla, uygulama öncesinde hangi önerinin ne gibi sonuçlar çıkaracağıının önceden bilinmesine olanak sağlayacağı ortaya koyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Adıyaman, Ç. (2012). *Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Altınışik, K. (2006). *Isı yalıtımı* (1. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Akelçi, B. (2016). *Kentsel dönüşüm kapsamında dıştan ısı yalıtım uygulamalarının irdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Aysoy, N. (2003). *Aydın jeotermal gelişme projesi*. Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir.
- Aksu, C. (2011). *Güney Ege Bölgesi (Aydın-Denizli-Muğla) yenilenebilir enerji çalışma raporu*. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı, 25 Ekim 2019, <http://www.solar-academy.com/menus/Guney-Ege-Bolgesinde-Yenilenebilir-Enerji.021937.pdf>.
- Arıcı, M., Dil, D., Karabey, H. ve Yiğit, K. (2011). *Yerden ısıtma sistemiyle ilgili parametrik bir çalışma*. 09 Kasım 2019, http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/hkarabay/bildiri/hkarabay10.08.2011_11.34.11bildiri.pdf.
- Aşanlı, M. (2018). *Geleneksel yapı teknikleri, doğal ve ekolojik yapı rehberi*. (3. Baskı). İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Atmaca, U. (2016). TS 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardındaki güncellemeler. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 154 21-35.
- Ayan, T ve Pabuçcu, H. (2013). Yenilenebilir enerji kaynakları atırım projelerinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3) 89-110.

Aydın, B. (2018). *İyonya*. 27 Şubat 2019, <https://www.ekopangea.com/2018/01/05/iyonya/>.

Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, (2018). *Aydın ili 2017 yılı çevre durum raporu*. 03 Kasım 2019, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/aydin_2017_cdr_son-20181005142227.pdf.

Aydın ilinin iklim durumu, (b.t). 01 Şubat 2019, http://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/aydin_iklim.pdf.

Aydın ilinin ilçeleri, (b.t.). 27 Şubat 2019, <https://www.lafsozluk.com/2009/01/aydin-ilinin-ilceleri-ve-nufus-saylari.html>.

Bayram, G. (2012). *Ege’de kırsal mimari araştırmaları (Manisa Kayacık Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Bektaş, C. (2001). *Halk yapı sanatı* (1. Baskı). İstanbul: Literatür Kitabevi.

Bektaş, C. (2012). *Doğaya uyumlu mimarlık* (1. Baskı). İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.

Bektaş, C. (2019). *Türk evi* (5. Baskı). İstanbul: YEM Yayın.

Bridge, A., Oliver, P. ve Vellinga, M. (2007). *Atlas of vernacular architecture*. New York: Routledge.

Ceylan, S. ve Bulut, İ. (2017). Kırsal konut şekillenmesinde etkili olan faktörler açısından misli ovası konutlarının incelenmesi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 7 (2) 79-96.

Çalışkan, H. (1993). Döşemeden ısıtma sistemlerinin uygulamasında dikkat edilecek konular. *Termodinamik Dergisi*, 14. 09 Kasım 2019, <https://www.termodinamik.info/>.

Doğdu, N. (2006). Büyük Menderes Grabeni'nde jeotermal enerji arama çalışmaları, *TMMOB Aydın İl Koordinasyon Kurulu Jeotermal Enerji ve Aydın'daki Geleceği Sempozyumu*, Aydın. 08 Kasım 2019, <https://www.tmmob.org.tr/icerik/tmmob-buyuk-menderes-havzasinda-jeotermal-enerji-santrali-gercegi-calistayi-gerceklestirildi>.

Egemanya, (2019). *Şirince köyü/İzmir*. 27 Şubat 2019, <http://egemanya.com/sirince-koyu-izmir/>.

Ekolojist, (2017). *Basınçlı güneş enerji sistemleri*. 01 Aralık 2019, <http://ekolojist.net/basincli-gunes-enerji-sistemleri/>.

Ekonomikzafer, (2012). *Rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji*. 20 Şubat 2019, <https://ekonomikzafer.wordpress.com/2012/07/19/ruzgar-gunes-ve-jeotermal-enerji/>.

Enerjiportali, (2018). *Monokristal güneş paneli nedir?* 01 Aralık 2019, <https://www.enerjiportali.com/monokristal-gunes-paneli-nedir/>.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2012). *Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik planı*. 10 Şubat 2019, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/ETKB_2010_2014_Stratejik_Planı.pdf.

Eodev, (b.t.). 06 Kasım 2019, <https://eodev.com/gorev/1632312>.

Gedik, Ö. (2015). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Google Earth, (2019). *Aydın*. 01 Şubat 2019, <https://earth.google.com/web/@37.7245595,27.933812,446.79565786a,294199.81973646d,35y,0h,0t,0r/data=CkkaRxJBCiUweDE0YjkyYjdhMTljNjJkZDU6MHg2MmRjNDVkNGU4YmJlMjFlGRPHy-Tl50JAITllyXeEfDxAKgZBeWTEsW4YAiaB>.

Google Earth, (2019). *Gümüşköy*. 01 Şubat 2019, <https://earth.google.com/web/@37.8605555,27.490009,64.02670568a,4199.80135911d,35y,0h,45t,0r/data=Ck8aTRJHCiUweDE0YmViNDRmOTlmNmZkMzE6MHhhOTAxNTdiYWlXNDUzNDA0GTMw8rIm7kJAieO-1TpxfTtAKgxHw7xtw7zFn2vDtnkYAiaBKAI>.

Gönüloğlu, O. (2014). *1980-2008 yılları arasında Türkiye’de inşa edilen çok katlı konut binalarının enerji etkin hale getirilmesi için kullanılabilecek iyileştirme yaklaşımlarının incelenmesi: İzmir için bir uygulama önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Güneş Enerjisi Sistemleri, (b.t.). 11 Şubat 2019, <https://www.teknoraysolar.com.tr/gunes-enerjisi-sistemleri/>.

Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), (b.t.). 11 Şubat 2019, <http://www.yegm.gov.tr/>.

Gürdal, E. ve Acun, S. (2005). Dış duvarların tasarımında ısı ve rutubet faktörlerinin etkisi. *Yapı Endüstri Merkezi, İç ve Dış Duvar Malzemeleri ve Kaplama Semineri*, İstanbul. 20 Şubat 2019, http://catider.org.tr/pdf/sempozyum/bildiri_3.pdf.

Güvenilir, İ. (2012). *Çatınızda rüzgâr türbini*. 20 Şubat 2019, <https://blog.karbonkale.com/tag/sessiz-ruzgar-turbini>.

Isıtan Isı Sistemleri, (b.t.). *Güneş enerji sistemleri*, 10 Şubat 2019, <http://milasisitan.com/gunes-enerji-sistemleri/>.

İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu (2015). Binalarda ısı yalıtımı ve ısı yalıtım malzemeleri. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 487, 62-75.

İzoder (Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği), (b.t.). *İzoder TS825 hesap programı*. 20 Kasım 2019, <https://www.izoder.org.tr/>.

Kemik, E. (2015). Yenilenebilir enerji ve Güney Ege Bölgesi. *Güney Ege Dergisi*, 3, 4-6.

Kırşehir Haber, (2018). *Kırşehir’de jeotermal seracılık dönemi*. 20 Şubat 2019, <https://www.kirsehirhaberturk.com/kirsehirde-jeotermal-seracilik-donemi.html>.

Kıyıcı, İ. (2014). İlk yerli rüzgâr türbini. 15 Şubat 2019, <https://komhedos.com/ilk-yerli-ruzgar-turbini/>.

Kozak, M. (2016). Konut ısıtmacılığında jeotermal yenilenebilir enerji kaynağının kullanılmasının araştırılması. *Yekarum e-dergi*, 3, 33-40.

Kuban, D. (2017). *Türk ahşap konut mimarisi, 17.-19. Yüzyıllar*. (2. Baskı). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Kuban, D. (2019). *Mimarlık kavramları*. (14. Baskı). İstanbul: YEM Yayın.

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, D. ve Avcı, E. (2005). Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Mersin, 2 Mayıs 2019, http://www.emo.org.tr/ekler/3f445b0ff5a783e_ek.pdf.

Küçükkaya, E. (2019). *Rüzgâr türbini nedir? Rüzgâr türbini çeşitleri nelerdir?* 20 Mart 2019, <https://www.enerjiportali.com/ruzgar-turbini-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir/>.

Kültür ve Turizm Bakanlığı, (b.t.). *Tarihçe*. 05 Nisan 2019, <http://www.aydinkulturturizm.gov.tr/TR-64356/tarihce.html>.

Kürekçi, A., Bardakçı, A., Çubuk, H., Emanet, Ö. (2012). Türkiye'nin tüm illeri için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 131, 5-21.

Lafsözlük, (b.t.) *Söke nerededir ve nereye bağlıdır? Söke hangi ilin ilçesidir?* 03 Şubat 2019, <https://www.lafsozluk.com/2009/01/soke-nerededir-nereye-baglidir-soke-hangi.html>.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (b.t.). *Enerji haritaları*. 12 Şubat 2019, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita>.

Marglin, S.A. (1967). *Public investment criteria* (1. Baskı). Cambridge: Allen and Unwin and MIT Press.

Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, (b.t.). *Aydın ilinin iklim durumu*. 1 Şubat 2019, http://izmir.mgm.gov.tr/FILES/iklim/aydin_iklim.pdf.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2012). *Yenilenebilir enerji teknolojileri, yenilenebilir enerji kaynakları ve önemi*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara. 10 Şubat 2019, <http://www.solar-academy.com/menus/Yenilenebilir-Enerji-Teknolojileri-Kaynaklari-Onemi.164622.pdf>.

Muğla Mühendislik Hizmetleri, (b.t.). Alfa enerji elektrikli yerden ısıtma sistemleri. 10 Kasım 2019, <https://www.muglamuhendislik.com/?pnun=62&pt=Elektrikli+Yerden+Zemin+Is%C4%B1tma+Sistemleri>.

Osmanlı, (b.t.). 5 Şubat 2019, <http://www.osmanlicepte.com/denizli-en-iyi/otomatik-panjur-sistemleri.html>.

Örmecioğlu, H., Akan, A. ve Uçar, A. (2013). Çevresel faktörlerin geleneksel yapım sistemleri üzerindeki etkisi: anadolu örneği. *Akdeniz Sanat Dergisi*, 6 (11) 69-279.

Özdoğan, M. (1996). Kubbeden konuta: Mimarlıkta ilkler. *Tarihten Günümüze Anadolu'da Konut ve Yerleşme* (1.baskı) içinde (19-30). İstanbul: Yayınevi.

Özenç, A. (2007). *Edirne'deki ısı yalıtım uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.

Özgür, D. (1993). Isı yalıtımı sağlanan binalarda döşemeden ısıtma sisteminin avantajları. *Termodinamik Dergisi*, 14. 10 Kasım 2019, <https://www.termodinamik.info/gorus/isi-yalitimi-saglanan-binalarda-dosemeden-isitma-sisteminin-avantajlari>.

Patikaa, (2015). *Geleneksel Karadeniz evleri*. 27 Şubat 2018, <http://www.patikaa.com/geleneksel-karadeniz-evleri/>.

Plant İstanbul, (b.t.). *Zenfidan Quercus robur meşe ağacı, saksıda*. 01 Kasım 2019, <https://www.plantistanbul.com/urun/zenfidan-quercus-robur-mese-agaci-saksida>.

RES (*Rüzgâr Enerji Santrali*), (b.t.). 15 Şubat 2019, <https://elektrovar.com/res-ruzgar-enerji-santrali/>.

Rudolfsky, B. (1981). *Architecture without architects*. (5. Baskı). New York: Museum of Modern Art.

Rüzgâr enerjisi potansiyel atlası, (b.t.). 11 Şubat 2019, <http://www.yegm.gov.tr/>.

Rüzgâr enerjisi ve rüzgâr türbini çeşitleri hakkında genel bilgiler, (2017). 10 Mart 2019, <http://ekolojist.net/ruzgar-enerjisi-ruzgar-turbini-cesitleri-hakkinda-genel-bilgi/>.

Saraçoğlu, A., Üreten, H. (b.t.). Antik dönemde Aydın ve çevresindeki kentler. *Aydın İl Tarihi* (1. Baskı) içinde (57-97). Ankara: Özyurt Matbaacılık.

Sey, Y. Ve Tapan, M. (1976). *Değerlendirmede temel sorunlar*. (2. Baskı). İstanbul: İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.

Sistem Tubular, (b.t.) *Basınçlı güneş enerjisi, efes serisi*. 01 Aralık 2019, <http://sistemtubular.com.tr/basinccli-isi-borulu-gunes-enerjisi-efes/>.

Solfin Energy, (b.t.). *Yerden ısıtma sistemleri*. 10 Şubat 2019, <http://www.solfin.com.tr/hizmetler/5/yerden-isitma-sistemleri.html>.

Suntent, (b.t.). 5 Şubat 2019, <http://www.brandavetente.com/>.

Şen, H., Kaya, A. ve Alpaslan, B. (2018). Sürdürülebilirlik üzerine tarihsel ve güncel bir perspektif. *Ekonomik Yaklaşım Dergisi*, 29 (107) 1-47.

Tarım ve Orman Bakanlığı, (2019). *2019 yılı su sondajları birim fiyat cetveli*. 03 Aralık 2019, <http://www.dsi.gov.tr/docs/birim-fiyatlar/su-sondajlar%C4%B1-birim-fiyat-cetveli.pdf?sfvrsn=8>.

Tarihnedio, (2018). *Mardin’de saklı hazine “Midyat”*. 27 Şubat 2019, <https://tarihnedio.com/mardinde-sakli-hazine-midyat/>.

Tatar, E. (2013). Sürdürülebilir mimarlık kapsamında çalışma mekanlarında gün ışığı kullanımı için bir öneri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1) 147-162.

Teknoray Solar, (b.t.). *Fotovoltaik paneller*. 10 Şubat 2019, <https://www.teknoraysolar.com.tr/fotovoltaik-paneller/>.

TEMA (Türkiye Erezyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı), (b.t.). *Evsel su tüketimi*. 15 Kasım 2019, <https://sutema.org/gelecegin-suyu/evsel-su-tuketimi.18.aspx>.

Tesisat, (2016). *Eşanjör nedir? Eşanjör çalışma prensibi ve eşanjör tipleri*. 09 Kasım 2019, <https://www.tesisat.org/esanjor-nedir-esanjor-calisma-prensibi-ve-esanjor-tipleri.html>.

Tuğlu Karşı, U. (2008). *Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde ofis yapılarının değerlendirilmesi ve çevresel performans analizi için bir model önerisi*. Sanatta Yeterlilik Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2018). *Belediyeler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılan su miktarı istatistikleri*. 25 Kasım 2019, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=121&locale=tr>.

Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası, (b.t.). 20 Şubat 2019, <http://www.mta.gov.tr/>.

Uyanık, N. ve Berk, M. (2016). Mekân-şehir ve medeniyet bağlamında çatalhöyük. *Uluslararası Turizm ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1 (1) 1-13.

Uyar, (2016). *Elektrikli aletler kaç watt harcar? Tüketim bilgileri*. 09 Kasım 2019, <https://www.enerjibes.com/elektrikli-aletler-kac-watt-harcar/>.

Watkins, T. (b.t.). *An introduction to cost benefit analysis*. San José State University, Department of Economics, Silicon Valley&Tornado Alley, USA. 03 Kasım 2019, <http://www.sjsu.edu/faculty/watkins/cba.htm>.

Yelken, Ş. (2011). *Kültürün Aydın ili kardeşköy konutlarındaki mekansal organizasyona etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, (b.t.). 12 Şubat 2019, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/>.

Yenilenebilirenerji, (2017). *Evlerde rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi*. 22 Mart 2019, <http://www.yenilenebilirenerji.org/evlerde-ruzgar-enerjisi-ile-elektrik-uretimi/>.



EK 1:



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			
	$H = H_g + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\dot{q}_i$ (W)	$\dot{q}_s$ (W)	$\dot{q}_t = \dot{q}_i + \dot{q}_s$ (W)			
OCAK	422,95	10,8	4.483	330	251	581	0,13	1,00	10.114.684
ŞUBAT		10,0	4.230		321	651	0,15	1,00	9.275.472
MART		7,4	3.130		398	728	0,23	0,99	8.244.485
NİSAN		3,2	1.353		450	780	0,58	0,82	1.831.002
MAYIS		0,0	0		540	870	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		560	890	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		554	884	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		512	842	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		420	750	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	211		328	658	3,11	0,00	0
KASIM		6,0	2.538		241	571	0,23	0,99	5.112.481
ARALIK		9,7	4.103		218	548	0,13	1,00	9.213.562
$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\dot{q}_{i,ay} + \dot{q}_{s,ay})] \cdot t_{ay}$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 41.792.324$		
Toplam ısı kaybı $Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 41.792.324 \text{ (kJ)} = 11.618 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\dot{q}_{i,ay} \leq 5 \cdot A_{i,ay} \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\dot{q}_{s,ay} = \sum \dot{q}_{s,ay} \times g_{s,ay} \times f_{s,ay} \times A_{s,ay}$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\dot{q}_{i,ay} + \dot{q}_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$									
$A_{toplam} = 229,3 \text{ m}^2$									
$V_{brüt} = 206,25 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim hata:ğana düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{yıl} / V_{brüt} = 56,40 \text{ kWh/m}^3$ $A_{i,ay} = 0,32 \times V_{brüt} = 66 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{brüt} = 1,11$ oranı 1. bölge için EK A.2'den $Q' = A/V > 1,06 \Rightarrow 10,2$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 18,20 \text{ kWh/m}^3$ bulunur.									
$Q > Q'$ (56,40 > 18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil A.1 Konutun mevcut durumunda İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu



Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kaybı	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_g + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\dot{q}_i$ (W)	$\dot{q}_s$ (W)	$\dot{q}_t = \dot{q}_i + \dot{q}_s$ (W)			
OCAK	234,00	10,6	2.400	390	251	581	0,23	0,99	4.963.006
ŞUBAT		10,0	2.340		321	661	0,28	0,97	4.451.790
MART		7,4	1.758		398	728	0,42	0,91	2.788.370
NİSAN		3,2	752		450	780	1,05	0,61	700.825
MAYIS		0,0	0		540	870	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		560	890	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		554	884	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		512	842	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		420	750	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	117		328	658	5,60	0,00	0
KASIM		6,0	1.400		241	571	0,41	0,91	2.306.362
ARALIK		9,7	2.270		218	548	0,24	0,98	4.514.048

$Q_{g\text{ay}} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\dot{q}_{g\text{ay}} + \dot{q}_{s\text{ay}})] \cdot t \cdot J]$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$	$Q_{g\text{ay}} = 1 \cdot Q_{s\text{ay}} = 19.724.956$
--	--

Toplam ısı kaybı	$Q_{\text{yıl}} = 0,278 \times 10^{-3} \times 19.724.956 \text{ (kJ)} = 5.484 \text{ kWh}$
------------------	--

İç ısı Kazancı	$\dot{q}_{i\text{ay}} \leftarrow 5 \cdot A_n \text{ (W)}$
Güneş enerjisi kazancı	$\dot{q}_{s\text{ay}} = \Sigma \eta_{\text{ay}} \times g_{\text{ay}} \times i_{\text{ay}} \times A_i$
Kazanç kayıp oranı	$KKO_{\text{ay}} = (\dot{q}_{i\text{ay}} + \dot{q}_{s\text{ay}}) / H(\theta_{i\text{ay}} - \theta_{e\text{ay}})$
Kazanç kullanım faktörü	$\eta_{\text{ay}} = 1 - e^{(-1/KKO_{\text{ay}})}$
$A_{\text{toplam}} = 229,3 \text{ m}^2$	
$V_{\text{brüt}} = 206,25 \text{ m}^3$	

Hesaplama yapılan binadaki birim **hazırlanmış** düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

$Q = Q_{\text{yıl}} / V_{\text{brüt}} = 26,62 \text{ kWh/m}^3$	$A_n = 0,32 \times V_{\text{brüt}} = 66 \text{ m}^2$
$A_{\text{top}} / V_{\text{brüt}} = 1,11 \text{ oranı}$	$E_K A_n \geq \text{alanlar } Q'$
yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı	$Q' = 18,20 \text{ kWh/m}$ bulunur.

$Q > Q'$ (26,62>18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil A.2 Mantolama uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu

EK 3:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	29.11.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Redacted]					
Adres	[Redacted]					
Tel/Faks	[Redacted]					
e-mail	[Redacted]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Redacted]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Mantolama Uygulaması - Kaba sıva - EPS (4 cm) - Dübel - Taşıyıcı sıva filesi - Mineralli sıva+Boya		1 m ² 1 m ² 1 m ² için 1 m ² 1 m ²	18	16.10 TL 13.49 TL 2.11 TL 4.23 TL 17.37 TL	13.00 TL 23.00 TL 2.50 TL 5.00 TL 20.50 TL
2	Çatı Yalıtım Uygulaması - Polimer Bitümlü Membran - Rulopan (100 mm Kalınlıkta) - Alçıpan Tavan Kaplama		1 m ² 1 m ² 1 m ²	18	8.05 TL 10.16 TL 55.08 TL	9.50 TL 12.00 TL 65.00 TL
3	Trombe Duvar Uygulaması - Temperlenmiş Lamine - Çift Cam Uygulaması - Sıva+Boya (2 cm) - Sıva (2 cm) - EPS (4cm) - Dübel - Astar - Donatı Files - Alçı sıva+ Boya (2 cm)		1 m ² 1 m ² 1 m ² 1 m ² 1 m ² için 1 m ² 1 m ²	18	1016.000 TL 35.53 TL 16.10 TL 13.49 TL 2.11 TL 1.48 TL 27.11 TL	1200.00 TL 42.00 TL 19.00 TL 23.00 TL 2.50 TL 1.75 TL 32.00 TL
KDV HARİÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	[Redacted]				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	31.12.2019				
3	Diğer	[Redacted]				

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.3 Firma 1 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi

EK 4:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	29.11.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Mantolama Uygulaması - Kaba sıva - EPS (4 cm) - Dübel - Taşıyıcı sıva filesi - Mineralli sıva+Boya		1m ² için	18	16.94 TL 13.91 TL 2.11 TL 4.23 TL 18.22 TL	20.00 TL 23.50 TL 2.50 TL 5.00 TL 21.50 TL
2	Çatı Yalıtım Uygulaması - Polimer Bitümlü Membran - Rulopan (100 mm Kalınlıkta) - Alçıpan Tavan Kaplama		1m ² için	18	8.47 TL 9.32 TL 55.08 TL	10.00 TL 11.00 TL 65.00 TL
3	Trombe Duvar Uygulaması - Temperlenmiş Lamine Çift Cam Uygulaması - Sıva+Boya (2 cm) - Sıva (2 cm) - EPS (4cm) - Dübel - Astar - Donatı Filesı - Alçı sıva+ Boya (2 cm)		1m ² için	18	974.57 37.28 TL 16.94 TL 13.91 TL 2.11 TL 1.48 TL 27.11	11.50 TL 44.00 TL 20.00 TL 23.50 TL 2.50 TL 1.75 TL 32.00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi					
2	Teklif Geçerlilik Süresi	31.12.2019				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.4 Firma 2 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi

EK 5:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırşal Konut İyileştirmesi	Tarih	29.11.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Redacted]					
Adres	[Redacted]					
Tel/Faks	[Redacted]					
e-mail	[Redacted]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Redacted]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Mantolama Uygulaması - Kaba sıva - EPS (4 cm) - Dübel - Taşıyıcı sıva filesi - Mineralli sıva+Boya		1m ² için	18	17.73 TL 20.33 TL 21 TL 4.23 TL 18.22 TL	21.00 TL 24.00 TL 25.00 TL 5.00 TL 21.50 TL
2	Çatı Yalıtım Uygulaması - Polimer Bitümlü Membran - Rulopan (100 mm Kalınlıkta) - Alçıpan Tavan Kaplama		1m ² için	18	8.47 TL 10.59 TL 57.62 TL	10.00 TL 12.50 TL 68.00 TL
3	Trombe Duvar Uygulaması - Temperlenmiş Lamine Çift Cam Uygulaması - Sıva+Boya (2 cm) - Sıva (2 cm) - EPS (4cm) - Dübel - Astar - Donatı Filesi - Alçı sıva+ Boya (2 cm)		1m ² için	18	446.00 TL 37.28 TL 17.73 TL 20.33 TL 21 TL 4.63 TL 28.81 TL	4350.00 TL 44.00 TL 21.00 TL 24.00 TL 2.50 TL 2.00 TL 34.00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	—				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	7.12.2019				
3	Diğer	—				

Sartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.5 Firma 3 mantolama, çatı yalıtımı ve trombe duvarı fiyat teklif listesi

EK 6:



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			
	$H = H_T + H_{\text{g}}$ (W/K)	$\theta_i - \theta_{\text{e}}$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_{\text{e}})$ (W)	$\dot{Q}_i$ (W)	$\dot{Q}_{\text{g}}$ (W)	$\dot{Q}_T = \dot{Q}_i + \dot{Q}_{\text{g}}$ (W)			
OCAK	387,31	10,6	4.105	330	251	581	0,14	1,00	9.135.488
ŞUBAT		10,0	3.873		321	651	0,17	1,00	8.351.683
MART		7,4	2.866		398	728	0,25	0,98	6.579.783
NİSAN		3,2	1.239		459	789	0,64	0,79	1.596.910
MAYIS		0,0	0		540	870	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		589	890	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		554	884	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		512	842	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		420	750	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	194		328	668	3,40	0,00	0
KASIM		6,0	2.324		341	571	0,25	0,98	4.572.962
ARALIK		9,7	3.757		218	548	0,15	1,00	8.317.487
$Q_{\text{g}} = [H(\theta_i - \theta_{\text{e}}) - \eta(\dot{Q}_{\text{g,ay}} + \dot{Q}_{\text{g,ay}})] \cdot t(\text{J})$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{\text{g}} = \sum Q_{\text{g,ay}} = 37.554.881$		
Toplam ısı kaybı $Q_{\text{yt}} = 0,278 \times 10^{-3} \times 37.554.881 \text{ (kJ)} = 10.440 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\dot{Q}_{\text{i,ay}} \leftarrow S \cdot A_{\text{i}} \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\dot{Q}_{\text{g,ay}} = \sum I_{\text{t,ay}} \times g_{\text{t,ay}} \times I_{\text{t,ay}} \times A_{\text{t}}$									
Kazanç kayıp oranı $\text{KKO}_{\text{ay}} = (\dot{Q}_{\text{i,ay}} + \dot{Q}_{\text{g,ay}}) / H(\theta_{\text{i,ay}} - \theta_{\text{e,ay}})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{\text{ay}} = 1 - e^{(-1 \cdot \text{KKO}_{\text{ay}})}$									
$A_{\text{toplam}} = 229,3 \text{ m}^2$									
$V_{\text{brut}} = 206,25 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim hatsana düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{\text{g}} / V_{\text{brut}} = 50,68 \text{ kWh/m}^3$ $A_{\text{t}} = 0,32 \times V_{\text{brut}} = 66 \text{ m}^2$									
$A_{\text{top}} / V_{\text{brut}} = 1,11$ oranı 1. bölge için EK A.2'den alınan $Q' = A/V > 1,05 \rightarrow 18,2$ formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 18,20 \text{ kWh/m}^3$ bulunur. ³									
Q > Q' (50,68 > 18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerlin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil A.6 Çatıda ısı yalıtımı uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu

EK 7:



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			
	$H = H_T + H_{\text{g}}$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\dot{q}_i$ (W)	$\dot{q}_s$ (W)	$\dot{q}_T = \dot{q}_i + \dot{q}_s$ (W)			
OCAK	385,73	10,8	4.089	330	251	581	0,14	1,00	9.002.057
ŞUBAT		10,0	3.857		321	651	0,17	1,00	8.310.730
MART		7,4	2.854		398	728	0,26	0,98	5.549.477
NİSAN		5,2	1.234		459	789	0,54	0,79	1.583.805
MAYIS		0,0	0		540	870	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		589	899	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		554	884	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		512	842	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		420	750	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	193		328	658	3,41	0,00	0
KASIM		8,0	2.914		241	571	0,25	0,98	4.548.900
ARALIK		9,7	3.742		218	548	0,15	1,00	8.277.762
$Q_{\text{ay}} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\dot{q}_{\text{ay}} + \dot{q}_{\text{g,ay}})] \cdot t(J)$ 1 KJ=0,278.10 ⁻³ kWh ⁻³							$Q_{\text{yıl}} = \sum Q_{\text{ay}} = 37.362.809$		
Toplam ısı kaybı $Q_{\text{yıl}} = 0,278 \times 10^3 \times 37.362.809$ (KJ) = 10.387 kWh									
İç ısı Kazancı $\dot{q}_{\text{ay}} \leq 5 \cdot A_n$ (W)									
Güneş enerjisi kazancı $\dot{q}_{\text{g,ay}} = \sum I_{\text{g,ay}} \times g_{\text{g,ay}} \times I_{\text{g,ay}} \times A_n$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{\text{ay}} = (\dot{q}_{\text{ay}} + \dot{q}_{\text{g,ay}}) / H(\theta_{\text{ay}} - \theta_{\text{e,ay}})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{\text{ay}} = 1 - e^{(-1 \cdot KKO_{\text{ay}})}$									
$A_{\text{toplam}} = 229,3$ m ²									
$V_{\text{brüt}} = 206,25$ m ³									
Hesaplama yapılan binadaki birim: <i>hata</i> na düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı									
$Q = Q_{\text{yıl}} / V_{\text{brüt}} = 50,42$ kWh/m ³ $A_n = 0,32 \times V_{\text{brüt}} = 66$ m ²									
$A_{\text{top}} / V_{\text{brüt}} = 1,11$ oranı 1. bölge için EK A.2'aleran $Q' = A_n / V > 1,05 \rightarrow 10,2$ formülünde									
yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 18,20$ kWh/m ³ bulunur. ³									
Q > Q' (50,42>18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil A.7 Pencere iyileştirmeleri uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu

EK 8:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	23.../11/2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	KİNGERLİNG					
Adres	KİNGERLİNG					
Tel/Faks	KİNGERLİNG					
e-mail	KİNGERLİNG					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	KİNGERLİNG					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	160 cm x 120 cm Çift Camlı PVC Doğrama	KİNGERLİNG	5	18	1246.00	6230.00 TL
2	86 cm x 93 cm Çift Camlı PVC Doğrama	KİNGERLİNG	1	18	520.00	520.00 TL
3	160 cm x 120 cm Alüminyum Panjur Sistemi	Alücel	5	18	800.00	4000.00 TL
4	86cm x 93 cm Alüminyum Panjur Sistemi	Alücel	1	18	400.00	400.00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	15 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.8 Firma 4 PVC doğrama fiyat teklif listesi

EK 9:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	29..../11/2023			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Redacted]					
Adres	[Redacted]					
Tel/Faks	[Redacted]					
e-mail	[Redacted]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Redacted]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	160 cm x 120 cm Çift Camlı PVC Doğrama	WINSA	5	18	1.260	6.300 -
2	86 cm x 93 cm Çift Camlı PVCDograma	WINSA	1	18	525	525 -
3	160 cm x 120 cm Alüminyum Panjur Sistemi	ASAŞ	5	18	620	3.100 -
4	86cm x 93 cm Alüminyum Panjur Sistemi	ASAŞ	1	18	255	255
KDV HARİÇ TOPLAM						10.180 -
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	15 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.9 Firma 5 PVC doğrama fiyat teklif listesi

EK 10:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Pvc Doğrama (Pimopen)	(Pimopen) Corisma damlatıklı	5	18	747,438	3.737,29
2	Pvc Doğrama	Pimopen Corisma damlatıklı	1	18	500	500
KDV HARİÇ TOPLAM						4.237,29
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	15 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 iş günü				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza



Şekil A.10 Firma 6 PVC doğrama fiyat teklif listesi

EK 11:



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			
	$H = H_1 + H_2$ (W/K)	$\theta_i - \theta_{e,s}$ (K, °C)	$H(\theta_i - \theta_{e,s})$ (W)	$\dot{Q}_i$ (W)	$\dot{Q}_{g,s}$ (W)	$\dot{Q}_T = \dot{Q}_i + \dot{Q}_{g,s}$ (W)			
OCAK	353,20	10,8	3.744	330	0	330	0,09	1,00	8.848.881
ŞUBAT		10,0	3.532		0	330	0,09	1,00	8.209.584
MART		7,4	2.614		0	330	0,13	1,00	5.919.299
NİSAN		3,2	1.130		0	330	0,29	0,97	2.069.883
MAYIS		0,0	0		0	330	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		0	330	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		0	330	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		0	330	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		0	330	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	177		0	330	1,87	0,41	107.050
KASIM		6,0	2.119		0	330	0,16	1,00	4.837.808
ARALIK		9,7	3.428		0	330	0,10	1,00	8.024.938
$Q_{kay} = [H(\theta_i - \theta_{e,s}) - \eta(\dot{Q}_{g,s} + \dot{Q}_{i,s})] \cdot t \cdot J$ $1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$							$Q_{yil} = \sum Q_{kay} = 37.937.728$		
Toplam ısı kaybı $Q_{kay} = 0,278 \times 10^{-3} \times 37.937.728 \text{ (kJ)} = 10,547 \text{ kWh}$									
İç ısı Kazancı $\dot{Q}_{i,s} = 5 \cdot A_n \text{ (W)}$									
Güneş enerjisi kazancı $\dot{Q}_{g,s} = \sum \dot{Q}_{g,s} \times g_{g,s} \times I_{g,s} \times A_g$									
Kazanç kayıp oranı $KKO_{kay} = (\dot{Q}_{kay} + \dot{Q}_{i,s}) / H(\theta_i - \theta_{e,s})$									
Kazanç kullanım faktörü $\eta_{kay} = 1 - e^{(-1/KKO_{kay})}$									
$A_{toplam} = 218,9 \text{ m}^2$									
$V_{brüt} = 206,25 \text{ m}^3$									
Hesaplama yapılan binadaki birim <i>hava hacmine düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı</i>									
$Q = Q_{yil} / V_{brüt} = 51,20 \text{ kWh/m}^3$ $A_n = 0,32 \times V_{brüt} = 66 \text{ m}^2$									
$A_{top} / V_{brüt} = 1,06$ oranı γ bölge için EK A.2'den $Q' = A/V > 1,06 \Rightarrow 15,2$ formülünde									
yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 18,20 \text{ kWh/m}^3$ bulunur. ³									
Q > Q' (51,20>18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin üstündedir. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.									

Şekil A.11 Ahşap kepenk uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu

EK 12:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12/2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres	Kardemir Çelik San. ve Tic. A.Ş. 23110 Çayırhan Çayırhan/İzmir					
Tel/Faks	+90 312 451 46 74					
e-mail	info@kardemir.com.tr / Tiba.TB@kardemir.com.tr					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	00000000000000000000 / Tiba TB 0000000000					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	120 cm x 160 cm Ahşap kepenk sistemi	1. sınıf CAM	5	18	2 500,00	12 500 TL
2	93 cm x 86 cm Ahşap kepenk sistemi		1	18	1 500,00	1 500,00 TL
KDV HARIÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	25 iş GÜNÜNDEN ÖNCE VERİLDİĞİ SONRA				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	1 HAFTA				
3	Diğer	Aksesuarlar Hariçtir.				

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza



Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.12 Firma 7 ahşap kepenk fiyat teklif listesi

EK 13:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Redacted]					
Adres	[Redacted]					
Tel/Faks	[Redacted]					
e-mail	[Redacted]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Redacted]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	120 cm x 160 cm Ahşap kepenk sistemi		5	18	2400.00	12.000.00 TL
2	93 cm x 86 cm Ahşap kepenk sistemi		1	18	1250.00	1250.000.00 TL
KDV HARİÇ TOPLAM						13.250.00 TL
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	15 GÜN				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 GÜN				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliklere uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.13 Firma 8 ahşap kepenk fiyat teklif listesi

EK 14:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	06.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	120 cm x 160 cm Ahşap kepenk sistemi		5	18	1.672,00	8.360,00
2	93 cm x 86 cm Ahşap kepenk sistemi		1	18	853,00	853,00
KDV HARİÇ TOPLAM						9.213,00
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	10 (on) iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi					
3	Diğer					

Şirketimizce okunmuş, bütçemizi ayrı şekilde kabul ediyoruz.

Kapo/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.14 Firma 9 ahşap kepenk fiyat teklif listesi

EK 15:

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	İsı kaybı			İsı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	İsı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_1 + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$\dot{Q}_i$ (W)	$\dot{Q}_s$ (W)	$\dot{Q}_T = \dot{Q}_i + \dot{Q}_s$ (W)			
OCAK	422,96	10,6	4.483	330	224	554	0,12	1,00	10.184.888
ŞUBAT		10,0	4.230		260	620	0,15	1,00	9.365.824
MART		7,4	3.130		366	696	0,22	0,99	6.326.631
NİSAN		3,2	1.353		426	756	0,56	0,83	1.881.838
MAYIS		0,0	0		505	835	0,00	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		534	864	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		519	849	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		477	807	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		387	717	0,00	0,00	0
EKİM		0,5	211		268	628	2,97	0,00	0
KASIM		6,0	2.538		216	546	0,22	0,99	5.176.742
ARALIK		9,7	4.103		194	524	0,13	1,00	9.275.770

$$Q_{\text{ay}} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\dot{Q}_{i,\text{ay}} + \dot{Q}_{s,\text{ay}})] \cdot t(J)$$

$$1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{yıl}} = \sum Q_{\text{ay}} = 42.201.860$$

$$\text{Toplam ısı kaybı } Q_{\text{yıl}} = 0,278 \times 10^{-3} \times 42.201.860 \text{ (kJ)} = 11.732 \text{ kWh}$$

$$\text{İç ısı Kazancı } \dot{Q}_{i,\text{ay}} \leftarrow S \cdot A_n \text{ (W)}$$

$$\text{Güneş enerjisi kazancı } \dot{Q}_{s,\text{ay}} = \sum I_{n,\text{ay}} \times g_{n,\text{ay}} \times I_{\text{ay}} \times A_f$$

$$\text{Kazanç kayıp oranı } KKO_{\text{ay}} = (\dot{Q}_{i,\text{ay}} + \dot{Q}_{s,\text{ay}}) / H(\theta_i - \theta_{e,\text{ay}})$$

$$\text{Kazanç kullanım faktörü } \eta_{\text{ay}} = 1 - e^{(-1 \cdot KKO_{\text{ay}})}$$

$$A_{\text{toplam}} = 229,3 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{brüt}} = 206,25 \text{ m}^3$$

Hesaplama yapılan binadaki birim **hazırlanmış** düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

$$Q = Q_{\text{yıl}} / V_{\text{brüt}} = 56,95 \text{ kWh/m}^3$$

$$A_n = 0,32 \times V_{\text{brüt}} = 66 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{top}} / V_{\text{brüt}} = 1,11 \text{ oranı}$$

$$\text{EK A.2'de verilen } Q' = A/V > 1,05 \rightarrow 10,2 \text{ formülünde}$$

$$\text{yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı } Q' = 18,20 \text{ kWh/m bulunur.}^3$$

$Q > Q'$ (56,95 > 18,20) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerden üstündür. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygun değildir.

Şekil A.15 Peyzaj elemanlarının katkısı uygulamasından sonra İzoder TS825 programından alınan yıllık ısıtma enerjisi raporu

EK 16:

08.12.2019

Zenfidan Quercus robur Meşe Ağacı, Saksıda, Plantistanbul - fidan satışı, fidan alımı, Meyve Fidanı ve Süs Bitkileri, elma, armut,...

Zenfidan Quercus robur Meşe Ağacı, Saksıda



Fiyat	29,65 TL + KDV
Kdv Dahil	84,99 TL

Detaylı Bilgi

- 50 Metreye kadar boyanabilen yaprak dökken bir ağaç çeşididir.
- Büyüme ilk yıllarda hızlı, sonraki dönemlerde orta hızlıdır.
- Yaprakların üst yüzü canlı yeşil, tüysüz veya az tüylü, alt yüzü soluk mavimsi yeşil ve ince tüylüdür.
- Soğuk iklim şartlarına kısmen dayanıklıdır.
- Isı isteği çoktur. Ilıman iklimleri ve nemli yerleri sever.
- Genellikle derin, besince zengin killi ve kumlu toprakları sever.

Yurdumuzda Ege, Akdeniz, Marmara bölgesinde yetişmektedir. Kurak topraklarda da rahatlıkla yetiştirilebilir. Toprak isteği bakımından kanaatkardır. Derin ve iyi drenajlı topraklarda iyi gelişir. Donlara duyarlıdır. Sıcaklık isteği fazladır. Kışları ılıman geçen yerlerden hoşlanır. Deniz soğuşuna dayanıklıdır. Yuvarlakça bir tepe yapar. Kazık kök sistemine sahiptir.

Tohumlar bir yılda olgunlaşır. Tohum toplama zamanı eylül-ekim gibidir. Tohum ile üretilir. Peyzahta Kullanımı

Park ve bahçelerde güzel kitle ağacı olarak kullanılır. Rüzgâra ve kirliliğe dayanır. İyi bir yol ağacıdır. Heybetli bir görünüm verirler. Meşeler geniş, uzun ömürlü ağaçlardır ve sonbaharda renklenmeleri ile dikkat çekicidir.

<https://www.plantistanbul.com/urun/zenfidan-quercus-robur-meşe-agaci-saksida>

1/1

Şekil A.16 Firma 10 meşe fidanı fiyatı

EK 17:

[GÜNÜN FIDANI](#) [BİZİ ARA](#) [WHATSAPP](#)

[Giriş](#) | [Kayıt](#) | [İletişim](#)



[ANASAYFA](#) [ÜRÜNLERİMİZ](#) [ARAMA](#) [YARDIM](#) [HAKKIMIZDA](#) [İLETİŞİM](#)

[Sepette, 0 ürün var.](#)

[Anasayfa](#) > [Dış Mekan Süs Bitkileri](#) > [Yaprak Döken Ağaçlar](#) > [Quercus robur Meşe Ağacı, Saksıda](#)

Saksıda

Yarı Bodur

Çok Yıllık



Quercus robur Meşe Ağacı, Saksıda

- 50 Metreye kadar boyolanabilen yaprak döken bir ağaç çeşididir.
- Büyüme ilk yıllarda hızlı, sonraki dönemlerde orta hızlıdır.
- Yaprakların üst yüzü canlı yeşil, tüysüz veya az tüylü, alt yüzü soluk mavi-yeşil ve ince tüylüdür.
- Soğuk iklim şartlarına kısmen dayanıklıdır.
- Isı isteği çoktur. Ilıman iklimten ve nemli yerleri sever.
- Genellikle derin , besince zengin killi ve kumlu, toprakları sever.

24,99 TL

[Sepete Ekle](#)

Detaylar

Yorumlar

Uzman Görüşü

Yurdumuzda Ege, Akdeniz, Marmara bölgesinde yetişmektedir. Kurak topraklarda da rahatlıkla yetiştirilebilir. Toprak isteği bakımından kanaatkârdır. Derin ve iyi drenajlı topraklarda iyi gelişir. Donlara duyarlıdır. Sıcaklık isteği fazladır. Kışları ılıman geçen yerlerden hoşlanır. Deniz soğuşuna dayanıklıdır. Yuvarlakça bir tepe yapar. Kazık kök sistemine sahiptir.

Tohumlar bir yılda olgunlaşır. Tohum toplama zamanı eylül-ekim gibidir. Tohum ile üretilir.

Peyzajda Kullanımı

Park ve bahçelerde güzel kitle ağacı olarak kullanılır. Rüzgâra ve kirli havaya dayanır. İyi bir yol ağacıdır. Heybetli bir görünüm verirler. Meşeler geniş, uzun ömürlü ağaçlardır ve sonbaharda renklenmeleri ile dikkat çekicidir.

[Quercus robur](#) [Meşe](#) [Meşe Ağacı](#) [Meşe Ağacı Bitkisi](#) [Meşe Ağacı Fidanı](#) [Meşe Ağacı Bakımı](#) [Saksıda Meşe Ağacı](#) [Meşe Ağacı Yetiştiriciliği](#) [Meşe Ağacı Budaması](#) [Tüplü Meşe Ağacı](#)

Şekil A.17 Firma 11 meşe fidanı fiyatı

EK 18:

08.12.2019

<https://1001fidan.com/PrintUrunDetay.aspx?UrunKod=573&PBDK=TRY>



Ürün Adı
Quercus robur Saplı Meşe Palamut fidanı 20-40cm

Stok Kodu 8692977040500

Kategori YAPRAKLI AĞAÇLAR

Marka 1001fidan

<http://1001fidan.com/quercus-robur-sapli-mese-palamut-fidan/>

Fiyat 616,00

Ön Yazı

Mağazamızdan yapacağınız 100 TL üzeri alışverişlerde KARGO BEDAVA

Gençliğinde hızlı sonra yavaş büyür. 50 m ye kadar boylanabilir. Basit yaprak yapısına sahiptir ve yaprak kenarları loblidir. Düzgün, gri-kahverengi gövde ileri yaşlarda boyuna derin çatlaklıdır. Ağustos ve eylül ayında çiçeklenir. Derine inen kazık kök sistemi vardır. Genellikle derin, besince zengin, killi ve kumlu, toprakları sever. Düzükleri yer altı suyu yüksek yerleri, Akar su vadilerini ve dolma alanları tercih eder. Sırtları sevmeyiz. Islak ve rutubetli yerlerde yetişebilir. Yaşlı ağaçlar su baskınlarına oldukça dayanıklıdır.

1001 FIDAN		
Tutar:	Tutar: Tutar:	Tutar: Tutar:
Net Çekim:	616,00	616,00

<https://1001fidan.com/PrintUrunDetay.aspx?UrunKod=573&PBDK=TRY>

1/1

Şekil A.18 Firma 12 meşe fidanı fiyatı

EK 19:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	29.11.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Firma Adı]					
Adres	[Adres]					
Tel/Faks	[Tel/Faks]					
e-mail	[e-mail]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Fotovoltaik Panel (350W) (375 W MONO KRİSTAL)		7	18	754,23	5279,61
2	Ev Tipi Rüzgâr Türbini (2000W-48 V) Direk (6 m) Akü (Min. 400 Amper)		1	18		9830,50
KDV HARİÇ TOPLAM						15.110,11
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	10.12.2019'da Hemen.				
2	Teklif Geçerlilik Süresi					
3	Diğer	5,97 \$ / TL kuruyuz olmaktadır.				

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.19 Firma 13 rüzgâr türbini (konut tipi) ve forovoltaik panel fiyat teklif listesi.

EK 20:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	/..../20..			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	320W Monokristal Fotovoltaik Panel (350W)	Lexron	7	18	650,00	4.550,00
2	Ev Tipi Rüzgâr Türbini (2000W-48 V)	Lexron	1	18	5.165,00	5.165,00
	Direk (6 m)				1.500,00	—
	Akü (Min. 400 Amper) 4x100 Ah	Lexron	4	18	890,00	3.560,00
KDV HARİÇ TOPLAM						13.275,00
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	Derhal				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	02.12.2019				
3	Diğer	Fiyatlar 5777 USD Kuru baz alınarak hesaplanmıştır.				

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.20 Firma 14 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi

EK 21:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	29.11.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Fotovoltaik Panel (350W)	CWT Taefunk 310W	7	18	450	5250
2	Ev Tipi Rüzgâr Türbini (2000W-48 V)	İstaBreeze	1	18	8445	8445
	Direk (6 m)		1		1500	1.500
	Akü (Min. 400 Amper)	MOFTECH NanoCarbon JEL AKÜ	4		830	3.320
KDV HARİÇ TOPLAM						18.515 TL
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	3 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	-				
3	Diğer	5.77.Dolar/TL kur baz alınarak teklif verilmektedir.				

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kase/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.21 Firma 15 rüzgâr türbini (konut tipi) ve fotovoltaik panel fiyat teklif listesi

EK 22:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	SUKAT TİCARET					
Adres	SUKAT TİCARET					
Tel/Faks	SUKAT TİCARET					
e-mail	SUKAT TİCARET					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	SUKAT TİCARET					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Güneş Kollektörü 24 Vakum Tüplü Basınçlı Güneş Enerjisi	SUKAT	1	18	3.500	3.500
2			1	18		
KDV HARİÇ TOPLAM						3.500
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	1 Gün				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 Gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not: Fiyatlarımıza K.D.V Dail Değildir.

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.22 Firma 16 güneş kolektörü fiyat teklif listesi

EK 23:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	04.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı						
Adres						
Tel/Faks						
e-mail						
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No						
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Güneş Kollektörü 24 Vakum Tipli Bıyıklı Emisyon Güneş Enerjisi (Galvaniz 4mm veya krom, 1,5mm)		1	18	3500,00	3.500,00 TL
2			1	18		
KDV HARİÇ TOPLAM						3.500,00
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	1 Gün				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 GÜN				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not: Fiyatlarımıza KDV Dahil Değildir.

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.23 Firma 17 güneş kolektörü fiyat teklif listesi

EK 24:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	Kartal Tesis					
Adres	Kartal Tesis, 35100, Kızıltepe, Mardin					
Tel/Faks	0462 211 11 11					
e-mail	kartal@kartaltesis.com.tr					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	3510000000000000					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Güneş Kollektörü Açık devre 1.5 mm galvaniz depo		1	18		2.750
2	24 V. basıncılı Li mm galvaniz		1	18		3.250
KDV HARİÇ TOPLAM						
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	3 gün				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

KDV hariç fiyatıdır.

KARTAL TİCARET
Mardin - Kızıltepe
Kartal Tesis

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.24 Firma 18 güneş kollektörü fiyat teklif listesi

EK 25:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.19			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Redacted]					
Adres	[Redacted]					
Tel/Faks	[Redacted]					
e-mail	[Redacted]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Redacted]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	66 m ² için Jeotermal Su Kullanımına Uygun Yerden Isıtma sistemi (Borulama, bağlantı, Sanjir)			18	4800.00	4800.00 TL
2	Borulama üzeri Sep Atma Uygulaması 66 m ²		66m ²	18	19.00	1254.00 TL
KDV HARİÇ TOPLAM					4800.00 TL	
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	10 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	15 iş günü				
3	Diğer	Sep uygulaması fiyatı Toplam Fiyata dâhil edilmemiştir.				

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.25 Firma 19 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi

EK 26:**FİYAT TEKLİF FORMU**

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.2019			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Firma Adı]					
Adres	[Adres]					
Tel/Faks	[Tel/Faks]					
e-mail	[e-mail]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Vergi No]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/ Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	66 m ² için Yerden ısıtma sistemi (Boru, eşansör sis.)		1	18	4500.00 TL	4500.00 TL
2			1	18		
KDV HARİÇ TOPLAM						4500.00 TL
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	10 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kaşe/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.26 Firma 20 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi

EK 27:

FİYAT TEKLİF FORMU

Proje İsmi	Aydın/Gümüşköy Kırsal Konut İyileştirmesi	Tarih	05.12.19			
TEKLİF VERİLEN						
Kurum Adı	NURDAN KASUL					
Tel/Faks	T: 05328942214					
Kurum	Dokuz Eylül Üniversitesi					
e-mail	nurdan.kasul@deu.edu.tr					
TEKLİFİ VEREN						
Firma Adı	[Firma Adı]					
Adres	[Adres]					
Tel/Faks	[Tel/Faks]					
e-mail	[e-mail]					
Bağlı bulunduğu V.D./Vergi No	[Vergi No]					
TEKLİF EDİLEN ÜRÜNLER/HİZMETLER						
No	Ürün / Hizmet	Marka/Model	Miktar	KDV Oranı %	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	66 m ² Alan yerden ısıtma borulama uygulaması, bağlantılar, esansör (Jeo termal)			18	4650.00	4650.00 TL
2						
KDV HARİÇ TOPLAM						4650.00 TL
SATIŞ KOŞULLARI						
1	Teslimat Süresi	15 iş günü				
2	Teklif Geçerlilik Süresi	30 gün				
3	Diğer					

Şartnamenizi okudum, hükümlerini aynı şekilde kabul ediyorum.

Kase/İmza

Not : Teklif edilen ürünlerin özellikleri TSE ve ilgili yönetmeliğe uygun olacaktır. Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.

Şekil A.27 Firma 21 sulu-borulu yerden ısıtma sistemi fiyat teklif listesi