

**TC**  
**MALTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**ETKİN BİNA YAPIM VE KULLANIMI**  
**İÇİN BİR MODEL ÇALIŞMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ömer Faruk EKŞİOĞLU**

**Danışman Öğretim Üyesi:**  
**Prof.Dr. Semih ERYILDIZ**

**İstanbul, Nisan 2015**



**TC  
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**ETKİN BİNA YAPIM VE KULLANIMI  
İÇİN BİR MODEL ÇALIŞMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ömer Faruk EKŞİOĞLU**

**Danışman Öğretim Üyesi:  
Prof.Dr. Semih ERYILDIZ**

**İstanbul, Nisan 2015**

Bu tez çalışması, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/01/2014 tarih ve 2014/01 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **Mimarlık Tezli Yüksek Lisansı Tezi** olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof.Dr. Semih ERYILDIZ

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Demet Mutman

Üye

Yrd.Doç.Dr. Esra Sakiñ

Üye

## ÖZET

Tükenen enerji kaynaklarının yakın bir zamanda tüm ülkelerde büyük sıkıntılar yaratacağı açıktır. Bu soruna çözüm olarak gösterilen yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen enerjinin yakın zamanda en çok rağbet gören enerji kaynakları olacağı görülmektedir. Elde edilecek olan bu yenilenebilir enerjinin kullanım alanları ve bu enerjilerin kullanıldığı sistemler geliştirilmeye gereksinim duymaktadır. Bu çalışmanın amacı, bu tür sistemlerin geliştirilmesi ve şimdilik az miktarda kullanılabilen doğal enerjinin en verimli kullanılacağı sistemlerin mimari projelerde tasarlanması olmuştur. Tasarım çalışmasında gösterilecek amaçlar şunlardır:

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının özendirilmesi ve üretilen enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak,
- Aktarılan ısı, ışık ve enerjinin aktarımını, maliyet ve kazançlarını göstermek,
- Ülkemizde yapılabilecek uygulamalarda, geri dönüş sürelerini ve ekonomik olarak uygulanabilir durumda olduğunu göstermek.

Bu çalışma kapsamında, Kadıköy Osman ağa mahallesinde kendi enerji ihtiyacını karşılayan Ekolojik Yeşil Bina uygulamasını içeren bir projenin mimari ve ekonomik geri dönüşümleri incelenmiştir. Bu tez de izlenecek yöntemler sunulmuş, maliyet ve geri dönüşüm analizleri yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil binalar, Yenilenebilir enerji, Doğal enerji kaynakları

## **ABSTRACT**

Non-renewable energy sources cause tremendous problems for all countries. The renewable energy sources that are presented as the solution of the problem will be clearly seen as a popular method. It is needed that the using area and the system of these renewable energy sources should be improved. The main purpose of this study is that to investigate this types of systems and the natural energy sources, to be used in architectural projects as effectively. The followings are the main purposes of this study:

- The promotion of the energy usage that it can be produced from renewable energy sources and to provide the efficiently usage of this energy.
- To show that the transmission, cost and feedback of transmitted heat, light and energy are lower than traditional ways
- To show that the feedback time feasibility and applicability of ecodesign as economic in our country.

The scope of this study includes that the amortization period and economical aspects of the project, which is a ecological house project at Osman Aga region, were investigated. The methods that will be proceeded in this study were presented, cost and feedback analyses were conducted.

**Keywords:** Green house, Renewable energy, Natural energy resources.

## **ÖNSÖZ**

Yüksek lisans ve tez çalışmalarım süresince; destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Semih Eryıldız başta olmak üzere, makine mühendisi Süleyman Akım, Fatma Akım ve eğitim hayatımda emeği geçmiş tüm akademisyenlere çok teşekkür ederim.

Şubat, 2015

Ömer Faruk EKŞİOĞLU

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER.....	viii
TABLolar.....	x
KISALTMALAR.....	xi
GİRİŞ.....	1
1.1.Genel Bakış .....	1
1.2.Yeşil Binalar .....	4
1.2.1. Yenilenebilir Enerji'nin Kullanım Amacı .....	7
1.2.2. Güneş Enerjisi.....	9
1.2.3. Rüzgar Enerjisi.....	9
1.3.Gri Su ve Yağmur Suyu.....	10
1.4.Yeşil Binaların Ekonomik durumu .....	12
1.5.Yeşil Binaların Tasarımında Kullanılan Teknikler.....	15
1.5.1. Güneş Enerjisi ve Teknolojileri.....	15
1.5.1.1.Güneş Pilleri – Fotovoltaik Sistemler.....	18
1.5.1.2.Işık Tüpü Aydınlatma Sistemi.....	24
1.5.2. Çift Cepheler.....	29
1.5.3. Sensör Lambalar.....	31
1.5.4. Yağmur Suyu Toplanması ve Kullanımı.....	33
1.5.5. Gri Suyun Arıtılarak Tekrar Kullanımı.....	36
1.5.6. Termostatik Radyatör Vanası.....	38
1.5.7. Isı Yalıtım Levhası.....	40
1.5.8. Termostatik Banyo Bataryaları.....	40
1.5.9. Az Su Tüketen Klozet.....	41
1.5.10. Çatı Bahçesi.....	41
UYGULAMA KAPSAMINDA KULLANILACAK YÖNTEM.....	43
2.1.Genel.....	43
2.2.Kadıköy Osmanağa Mahallesinde Kendine Yeten Bina Uygulaması.....	45
2.2.1. Genel.....	45
2.2.2. Proje Alanı ve Bölge Hakkında Bilgi.....	46



2.2.3. Güneş Enerjisi Kullanımı.....	59
2.2.3.1.Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi.....	59
2.2.3.2.Aydınlatma (Işık Tüpleri).....	62
2.2.3.3.Çatı Katı Aydınlatma ve Havalandırma Sistemi.....	70
2.2.4. Yağmur Suyunun ve Gri Suyun Tekrar Kullanımı.....	76
2.2.5. Sensor Lambaların Uygulanması ve Maliyet Analizler.....	81
2.2.6. Çift Cidarlı Cephe Maliyet Analizi.....	83
2.2.7. Kollektör.....	86
2.2.8. Isı Yalıtımı.....	88
2.2.9. Isı Pompası.....	89
2.2.10. Termostatik Radyatör Vanası.....	91
2.2.11. Isı Yalıtım Levhası.....	91
2.2.12. Termostatik Banyo Bataryaları.....	92
2.2.13. Az Su Tüketen Klozet.....	92
2.2.14. Genel Maliyet Analizi.....	93
SONUÇ .....	95
KAYNAKLAR.....	99

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Su kullanım alanları ve oranları	10
Şekil 1.2.	Otellerin çeşitli bölümlerinde su tüketimi	11
Şekil 1.3.	Başlıca gri su kaynakları	12
Şekil 1.4.	Başlıca arıtılmış gri su kullanım yerleri	12
Şekil 1.5.	Fotovoltaik sistemde olması gereken bileşenler ve görevleri	20
Şekil 1.6.	Akrilik kubbe	27
Şekil 1.7.	Çift cidarlı cephe kesitleri	30
Şekil 1.8.	Çift cidarlı cephelerin avantaj yüzdeleri	31
Şekil 1.9.	Başlıca su kullanım yerleri	34
Şekil 1.10.	Gri suyun konut içerisinde kullanılması	36
Şekil 1.11.	Başlıca gri su kaynakları	37
Şekil 1.12.	Başlıca arıtılmış gri su kullanım yerleri	38
Şekil 2.1.	Bu projede izlenecek metotlar ve yöntemler	45
Şekil 2.2.	Projenin uygulanacağı bölge uydu görüntüleri	46
Şekil 2.3.	Projenin uygulanacağı bölge, alan ve parsel	47
Şekil 2.4.	Bodrum kat planı	48
Şekil 2.5.	Zemin kat planı	49
Şekil 2.6.	1.Normal kat planı	50
Şekil 2.7.	2.Normal kat planı	51
Şekil 2.8.	Isı pompası enerji kazıkları tesisatı	52
Şekil 2.9.	Çatı arası planı	53
Şekil 2.10.	Çatı planı	54
Şekil 2.11.	A-A kesit detay çizimi	55
Şekil 2.12.	B-B kesit detay çizimi	56
Şekil 2.13.	Ön cephe	57
Şekil 2.14.	Arka cephe	58
Şekil 2.15.	Yıllara bağlı amortisman değerleri grafiği	60
Şekil 2.16.	Panel yerleşim planı	62
Şekil 2.17.	Işık tüpü setinde bulunan aksesuarlar	63
Şekil 2.18.	Proje planında ışık tüplerinin uygulaması	64

Şekil 2.19.	Proje planında çatı aydınlatma sistemi	71
Şekil 2.20.	Proje kapsamında önerilen 2 adet çatı aydınlatma sistemi	72
Şekil 2.21.	Proje kapsamında önerilen çatı aydınlatma ve havalandırma sistemi detayları	72
Şekil 2.22.	Proje kapsamında önerilen çatı aydınlatma ve merdiven kovası sistemi	72
Şekil 2.23.	Proje kapsamında önerilen aydınlatma ve havalandırma sistemi eski ve yeni kesit detayları	73
Şekil 2.24.	Proje kapsamında önerilen güvercinlik ve çatı penceresi	73
Şekil 2.25.	Proje kapsamında önerilen aydınlatma ve havalandırma sistemi aydınlanma derecesi	74
Şekil 2.26.	Proje kapsamında önerilen aydınlatma ve havalandırma sistemi çatı penceresi detay çizimleri ve görünümü	75
Şekil 2.27.	Proje kapsamında kullanılan; a) yağmur suyu sistemi, b) gri su sistemi	78
Şekil 2.28.	Proje kapsamında kullanılacak yağmur suyu arıtma sistemi	79
Şekil 2.29.	Proje kapsamında kullanılacak gri su arıtma sistemi	79
Şekil 2.30.	Proje kapsamında kullanılacak gri su arıtma sistemi kolon şeması	80
Şekil 2.31.	Proje kapsamında kullanılacak yağmur suyu tesisatı	81
Şekil 2.32.	Switch sensörler ve Bus/SCS sistemler	82
Şekil 2.33.	Projede çift cephe kesit planı	85
Şekil 2.34.	Isı pompası akış şeması	89
Şekil 3.1.	Genel maliyet analizi ve amortisman süresi grafiği	95

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1.	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	7
Tablo 1.2.	Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı	17
Tablo 1.3.	Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	18
Tablo 2.1.	6 kWp kurulu güce sahip enerji sistemi için hazırlanmış maliyet hesabı	59
Tablo 2.2.	Proje kapsamında aydınlatılacak bölgeler ve aydınlatma dereceleri	65
Tablo 2.3.	Bu proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü ebatları ve aydınlatma potansiyeli	66
Tablo 2.4.	Brighten UP 290 DS model ışık tüpü için maliyet hesabı tablosu	68
Tablo 2.5.	Solamaster 330 DS-O model ışık tüpü için maliyet hesabı tablosu	69
Tablo 2.6.	Proje kapsamında yapılacak ışık tüpü aydınlatma sistemi genel maliyet analizi	70
Tablo 2.7.	Proje kapsamında yapılacak çatı aydınlatma ve havalandırma sistemi genel maliyet analizi	75
Tablo 2.8.	Proje kapsamında yapılacak çatı aydınlatma ve havalandırma sistemi ikinci bir firmadan alınan teklif ve genel maliyet analizi	76
Tablo 2.9.	Yağmur suyu ve gri su sistemi genel maliyet analizi	80
Tablo 2.10.	Çift cidarlı cephe uygulaması maliyet analizi	86
Tablo 2.11.	Isıtma ve soğutma yükleri değerleri	90
Tablo 3.1.	Proje kapsamında uygulanacak geri dönüşüm sistemleri maliyeti	93-94

## KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa birliği
EPBD	: Binalarda enerji performansı direktifi
AC	: Alternatif akım
DC	: Doğru akım
LEED	: Enerji ve çevre tasarımında öncülük sertifikası
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
DGNB	: Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası
IBE	: Institute for Building Efficiency
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdür
TEP	: Ton eşdeğer petrol
TEDAŞ	: Türkiye elektrik dağıtım anonim şirketi
UV	: Ultraviyole
PIR	: Pasif kızıl ötesi
TRV	: Tesmostatik Radyatör Vanaları
LITD	: Fanus içine (güney yönüne doğru) monte edilen dahili yansıtıcı parça
BMT	: Membran Bioreaktör Teknolojisiyle

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Genel Bakış

Mevcut fosil yakıt kaynaklarının hızla tükenme eğilimi içine girmesi, hammadde fiyatlarının artması, çevre ve insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri, kullanım zorlukları, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde yapılan çalışmaları arttırmıştır. Enerji talebini arttırıcı unsurların başında dünya nüfusundaki artış görülmektedir. Nüfus artışı ve yükselen yaşam düzeyinin getirdiği kişi başı enerji tüketim artışı, önümüzdeki yıllarda dünya enerji tüketiminin artacağını göstermektedir. Türkiye açısından duruma bakılacak olunursa, 1980 yılında 44 milyon civarında olan nüfusumuz 1995 yılında 62 milyonun üzerine çıkmıştır. Ayrıca bu dönemde enerji tüketimimiz 1980 yılında 32 milyon TEP' den 1995 yılında 632 milyon TEP' e ulaşmıştır ki, nüfus artışıdaki % 40,7'lik orana karşılık enerji tüketim artışı %97,7 olmuştur. Buna rağmen kişi başına enerji tüketimi açısından Türkiye dünya ortalamasının oldukça altındadır. Türkiye hızla sanayileşmesini tamamlamak ve kişi başına enerji tüketimini artırarak insanlarına daha iyi yaşam koşulu sunmak durumundadır [1-2].

Önümüzdeki yıllarda giderek artan nüfus ve %5'nin üzerinde olacağı tahmin edilen ekonomik büyümeye bağlı olarak enerji talebimizde giderek artacaktır. Yapılan tahminlere göre enerji talebi 2015 yılında 200 milyon TEP' e ulaşacaktır. Arz ve talep projeksiyonları yerli üretim payının yavaş yavaş azalacağını, ithal enerji payının artan bir yöneliş izleyeceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle gelecekteki enerji talebinin karşılanmasında güneş, rüzgar ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması kaçınılmaz olacaktır [5].

“Küresel ısınma ve çevre kirliliği artışı, doğa ürünü kaynakların hızla azalarak canlıların sıkıntı yaşamasına neden olmaktadır. Yaşanan bu sıkıntıların önüne geçebilmek için, yapı sektörün de kaynakların doğru kullanılması amacıyla çevre dostu binaların yapılması fikri oluşmaya başlamıştır. Enerji tasarrufunun ve doğal enerji kaynaklarının kullanımının ön planda tutulduğu binalarda, ısıtma ve havalandırmada kullanılan enerji yarı yarıya düşürülebilmektedir. Yapılan araştırmalara göre yapılar, dünyada enerjinin yaklaşık yarısı kullanılmaktadır. Yeşil bina veya çevreci bina uygulamaları ile enerji tasarrufu, doğayı koruma, yenilebilir enerjinin kullanımı ve konforlu bir yaşam ortamı ve aynı zamanda gelecek için temiz bir çevre bırakmak hedeflenmektedir.” [6].

Çevre dostu bina yapımına ilgi giderek artmış yeşil bina olarak tabir edilen çevreci binalar ortaya çıkmıştır. Standartlar getirilerek sertifikalanmakta olan yeşil binalar veya çevreci binalar yapı sektöründe daha değerli, doğaya saygılı, ekolojik, konforlu ve enerji tüketimini azaltan binalar olarak yeni bir yönelim ve sektör ortaya çıkarmıştır.” Bu tür yapılara "yeşil bina", “çevreci bina” unvanını veya özelliğini; yer seçimi, tasarım, inovasyon binada kullanılan yapı malzemelerinin özellikleri, yapım aşamasında dikkat edilen çevresel etkinlikler, yapım tekniği, atık malzemelerin yeniden kullanımı konularındaki seçici yaklaşımlar vermektedir. Yeşil binalar aynı zamanda “Çevreci Evler” olarak da adlandırılmaktadır.”[7].

“Çevreci akıllı evler”, konforun yanı sıra, evlerin çevreye olan etkilerinin de ön planda tutulduğu evlerdir. Bu evlerde en az atık oluşumu planlanmış ve oluşan atıklarında yeniden kullanımı ve geri dönüşümü yapılarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Bu kapsam standart donanımların otomasyonundan, evin kendisi için gereken enerji ve temiz su kaynağı oluşturması, oluşan atıkların geri dönüşümlü olarak kullanılmasını sağlayabilecek çok geniş bir yelpaze içinde ele alınmaktadır. Bu binaların yatırım maliyeti standart yolla inşa edilen yapılardan % 10-20 fazladır. Buna rağmen, enerji kullanımında sağlanan tasarruf sayesinde çevreci yapılar kısa sürede kendilerini amorti edebilecek özelliklere sahiptir. Enerji verimli yeşil binaların ilk yatırım maliyetleri yüksek olsa da işletme giderleri daha ucuzdur ve satarken daha pahalıya ve kolay satılabilmektedir.

Bu çevreci evler çevrenin ve geleceğin korunması açısından her geçen gün önem kazanmaktadır. Aynı zamanda burada yaşamını sürdüren veya bu çevreci yaşam alanlarında yetişecek olan yeni nesiller daha çevreci ve tam donamlı görsel çevre eğitimi alarak büyüyeceklerdir. Gördükleri ve kazanacakları çevreci davranışları yaşam boyunca kullanarak sonraki nesillere aktaracaklardır.

Tükenen enerji kaynakları tüm ülkelerde büyük sıkıntılar yaratmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak üretilen enerjinin yakın zamanda en çok rağbet gören enerji kaynakları olacağı görülmektedir. Yenilenebilir enerjinin kullanım alanları ve bu enerjilerin kullanıldığı sistemlerin konut çevresi ve yerleşimlerde geliştirilmeye gereksinim duymaktadır. Bu çalışmanın amacı, küçük ölçekli binaların yapım ve kullanımı sırasında iktisadi verimliliğin artırılması için ne tür önlemler alınabileceğini ortaya koymak maliyet kar zarar hesaplarını oluşturmaktır.

Bu bağlamda bu tez çalışması hedeflenmiş ve aşağıdaki unsurlar da göz önüne alınarak araştırmalar yapılmıştır :



- Yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak,
- Üretilen doğal enerjinin kullanıma sunulabilir olduğunu göstermektir ,
- Ülkemizde yapılabilecek uygulamalardaki geri dönüş sürelerinin kısalığını ve ,
- Ekonomik olarak uygulanabilir bir durumda olduğunu göstermektir.

## **1.2 Yeşil Binalar**

Dünyadaki enerjinin yüzde 50'sinin binalar tarafından tüketilmesi nedeniyle küresel ısınmanın baş aktörü konumunda olan bina sektöründe enerji verimliliği zorunlu hale gelmiştir. Bu konudaki zorunluluklar direktifler, yönetmelikler ve standartlarda tanımlanmıştır. Türkiye, diğer konularda olduğu gibi bina enerji verimliliği konusunda da bütün AB direktiflerine uymakla yükümlüdür. Bina enerji verimliliğiyle ilgili en önemli AB direktifi olan Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) kapsamında, binaların enerji performans sınıfını gösteren Enerji Kimlik Belgesi almak Türkiye'de de mevcut ve yeni yapılacak tüm binalar için zorunludur. Enerjide fosil kökenli dış kaynaklara bağımlı olan ülkemizde, küresel ısınmanın yavaşlatılmasına katkının yanı sıra ekonomik anlamda özgürleşmenin sağlanabilmesi de bu kaynakların daha az kullanımıyla mümkün olabilecektir. “Yenilenen EPBD-(Recast) ise enerji verimliliğinin maliyet ile birlikte düşünülmesini şart koşmakta ve bu bağlamda her ülkede binaların “Maliyet Optimum Enerji Verimliliği Düzeyinde yapılmasını öngörmektedir.” [8].

Yapılarda en fazla karbon salımı, bina işletme aşamasında ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma amacıyla kullanılan enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır ve o nedenle “Yeşil Bina” tanımının temel taşı da bina enerji verimliliği oluşturmaktadır. Enerji verimli binalar uygun pasif sistemler kullanılarak enerji ihtiyaçları azaltılmış, uygulanabilir yüksek verimli enerji sistemlerine sahip, maliyet optimum olduğu ölçüde yenilenebilir enerji sistemlerini kullanan, kullanıcı konforundan ödün vermeyen, iklime ve çevreye uyumlu binalardır. Enerji verimli bina tasarımında bina fiziği, bina enerji sistemleri ve bina otomasyon sistemleri ile ilgili birçok tasarım parametresi bir arada düşünülmeli, bir parametrenin seçimi, diğer parametrelerden bağımsız olarak yapılmamalıdır.

Bu nedenle bina tasarım sürecinde mimarlar, makine mühendisleri, inşaat mühendisleri, elektrik mühendisleri ve danışmanlar, bir tasarım ekibi olarak bir arada çalışarak tasarıma yön vermelidirler. “Gerçek anlamda enerji verimli bina için her tasarım/karar grubunun aldığı tüm tasarım kararlarının enerji tüketimine olan etkisi, enerji danışmanı tarafından, binanın anlık iklim değişiklikleri karşısındaki dinamik davranışı hesaplanarak test edilmelidir.”[9-10].

Enerji verimli binanın temeli olan ve mimari tasarımla belirlenen pasif sistem kararları, yukarıda değinildiği gibi, toplamda bina enerji gereksinimini en aza indirecek biçimde ayrıntılı hesaplamalar yapılarak alınmalıdır. [40] Enerji ihtiyacı gerektiği kadar azaltılmamış bir binanın mekanik sistemlerle verimli hale getirilmeye çalışılması, enerji verimliliği sayılmayacağı gibi, maliyet açısından da uygun bir yöntem değildir.

“Pasif sistem olarak yeteri kadar verimlilik ve maliyet açısından uygunluk sağlayabilecek mimari kararlardan sonra, binanın dinamik şartlar altındaki ısıtma ve soğutma yüklerini karşılamaya yetecek kapasitede doğru ve verimli mekanik sistemlerin seçimi de yine detaylı dinamik hesaplamalar aracılığıyla yapılmalıdır.”[11].

Mekanik sistemlerin, aydınlatma sistemlerinin ve otomasyon sistemlerinin seçimindeki kararlar da tıpkı mimari kararlarda olduğu gibi, binanın enerji verimliliği düzeyini, ilk yatırım ve enerji maliyetlerinin etken olduğu bina işletme maliyetlerini de doğrudan etkiler. Bu nedenle tüm tasarım kararları için geçerli olan yöntem, AB direktifinin de öngördüğü gibi, yaşam dönemi toplam maliyete göre tasarım/sistem kararlarının verilmesidir. Enerji etkin ve aynı zamanda maliyet optimum bina tasarımı ancak tüm tasarım parametrelerin bir arada değerlendirilip, her bir tasarım ve kullanım senaryosunun bina enerji performansı simülasyon araçlarıyla test edilmesi neticesinde elde edilebilir. Aksi durumda bazı örneklerde görüldüğü gibi bina ilk yatırım maliyeti artırılırken aynı zamanda enerji maliyetleri, dolayısıyla yaşam dönemi toplam maliyeti de artabilir. Halbuki maliyet optimum sayılan bina, ilk yatırım maliyeti artırılırken enerji maliyetleri de gerekli düzeyde azaltılarak yaşam dönemi toplam maliyeti düşük olan binadır. Tüm binalar AB direktifinin de tanımladığı bu kurala uygun tasarlanmak zorundadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları Tablo 1.1’ de görüldüğü gibi güneş, rüzgar, jeotermal gibi enerji kaynaklarına verilen isimdir. Tabloda belirtilmeyen okyanus akıntısı ve okyanuslardaki ısı etkisi gibi yenilenebilir enerji kaynağı da mevcuttur. Bu kaynaklardan bazılarının elde edilmesi çok kolay, bazılarının ise çok güçtür.

Bir bölgeye enerji sağlanması istendiğinde ön hazırlığın çok iyi yapılması, bölgenin enerji kaynaklarının iyi araştırılması ve de var olan enerjilerin iyi değerlendirilmesi gereklidir. En iyi enerji, tasarruflu kullanılan enerjidir. “Ülkemizin her yıl elektrik iletim hatlarında kaybettiği enerji miktarı neredeyse ürettiğinin yarısı kadardır.” [12].

**Tablo 1.1**Yenilenebilir Enerji Kaynakları

	<b>Enerji Kaynakları</b>	<b>Kaynak veya Yakıtı</b>
1	Güneş enerjisi	Güneş
2	Rüzgar enerjisi	Rüzgar
3	Dalga enerjisi	Okyanus ve Denizler
4	Biokütle enerjisi	Biyolojik artıklar
5	Jeotermal enerji	Yeraltı suları
6	Hidrolik enerji	Nehirler
7	Hidrojen enerjisi	Su ve Hidroksitler
8	Fosil yakıtlar	Kömür, Doğalgaz ve Petrol

### **1.2.1 Yenilenebilir Enerji'nin Kullanım Amacı**

Dünyamızda enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık olarak %4 oranında artış göstermektedir. Buna karşılık bu gereksinimi karşılayamayan fosil yakıt rezervi ise hızlı bir şekilde tükenmektedir. Şu anki enerji kullanım koşulları göz önüne alınarak yapılan en iyimser tahminlerde bile en geç 2030 yılında petrol rezervlerinin büyük ölçüde tükeneceği ve tüketimi karşılayamayacağı görülmektedir. Kömür için şu anki rezervlerle yaklaşık 80-100 yıl, doğalgaz içinse yine yaklaşık 100-120 yıllık bir kullanım süresi tahmin edilmektedir. Ayrıca fosil yakıtların kullanımı dünya ortalama sıcaklığını da son bin yılın en yüksek değerlerine ulaştırmış, yoğun hava kirliliğinin yanı sıra milyonlarca dolar zarara yol açan sel, fırtına gibi doğal afetlerin gözle görülür biçimde artmasına sebep olmuştur. [41]

Fosil yakıtlar içindeki karbon havadaki oksijen ile birleşerek CO<sub>2</sub> (tam yanma halinde) veya CO (yarım yanma halinde veya yanma havasının az olması) gazları ortaya çıkmaktadır. Yine yakıt içerisinde eser miktarda bulunan kurşun, kükürt gibi elementler yanma sıcaklığında oksijen ile birleşerek insan sağlığı açısından önemli tehdit oluşturan bileşikler (SO<sub>2</sub>, PbO, NO<sub>2</sub> vb. gibi) oluşturmaktadır. Bu yanma ürünleri atmosfere bırakılmakta ve atmosfer içerisinde birikmektedir. Fotosentez, çürüme gibi tabii dönüşümler bu birikime engel olabilse de, aşırı yakıt tüketimi kısa süreli bir birikime neden olmaktadır. Atmosfer içinde biriken yanma gazları güneş ve yer arasında tabii olmayan katman meydana getirmekte, insan ve bitki hayatı üzerinde negatif etkiye neden olmaktadır. “Isı enerjisinin karbondioksit gibi gazlar tarafından emilip atmosferde alıkonmasıyla ortaya çıkan ısı artışı olarak ta bilinen bu etki ve insan sağlığı bugün önemle üzerinde durulan olgulardır.” [13]

Sera etkisini azaltmak için Kyoto protokolü hazırlanmıştır. Kyoto Protokolü, sera etkisi yaratan gazların salınımını sınırlamayı ve azaltmayı hedefleyen uluslararası bir anlaşmadır. Bu protokol, 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto kentinde düzenlenen bir zirvede oluşturulmuştur. Protokol, 9 Mayıs 1992'de New York da kabul edilen, “İklim Değişikliğine Yönelik Birleşmiş Milletler Çerçeve Sözleşmesinin' belirlediği ilkelere dayanmaktadır.” Protokol'e taraf olan devletler başta ulusal ekonomilerinin ilgili sektörlerinde enerji etkinliğini iyileştirmeye ve sera etkisi yaratan gazların salınımını sınırlayan ve azaltmaya yönelik önlemler almakla, sera gazı etkisi yaratan (karbondioksit ve metan... gibi) gazların salımın da 2012 yılına kadar, 1990 yılındaki düzeyinden toplam yüzde 5,2 oranında bir azalma sağlamakla yükümlü olduklarını kabul etmektedir. [42] Protokol ancak 2005 yılı

Şubat ayında 55 ülkenin protokole onay vermesi ile yürürlüğe girebilmiştir. Ancak, atmosfere en fazla sera gazı salan Amerika Birleşik Devletleri protokolün dışında kalmıştır. Türkiye de 6 Şubat 2009'da Kyoto protokolünü imzalamıştır.

### **1.2.2 Güneş Enerjisi**

Güneş ve çevresinde dolanan gezegenlerden oluşan güneş sistemi dünya için, temel bir enerji kaynağıdır. Özellikle, dünyada yaşayan canlılar için vazgeçilmez bir kaynaktır. Bugün kullanılan çeşitli enerji kaynaklarının büyük kısmı, güneşin sebep olduğu olaylar sonucu ortaya çıkar.” Güneş enerjisi ile dünya aydınlatılabilmekte; yağışlar ile su döngüsü sağlanabilmekte ve en önemlisi de, fotosentez ile canlı yaşam sürdürülebilmektedir. Hayati önemdeki bu yıldızın endüstriyel manada enerji üretimi de mümkündür.” [14]

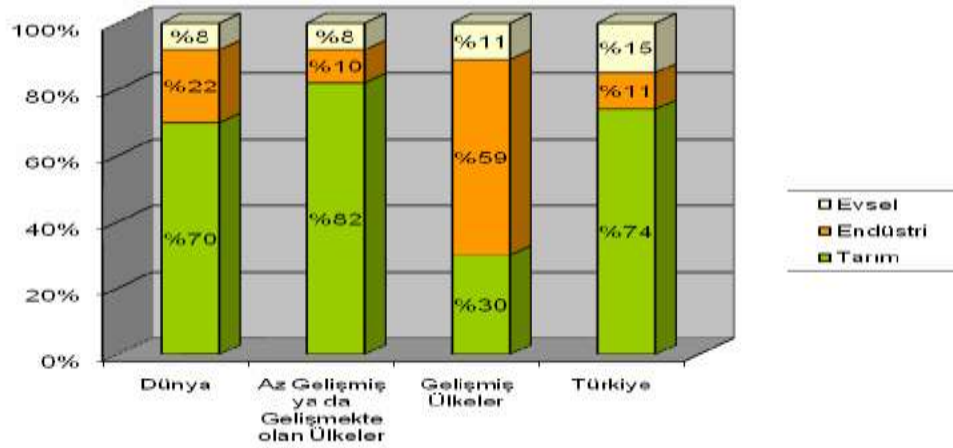
### **1.2.3 Rüzgar Enerjisi**

Hava'nın bir akışkan olduğunu anlamak oldukça zordur. Çünkü hava görünmez. Sıvılardan farklı olarak hava daha çabuk hareket eder ve bulunduğu ortamın her yerini kaplar. Havanın hızlı yer değiştirmesi ile içindeki parçacıkların hareketi de hızlı olur. Havanın bu özelliğini kinetik enerjiye dönüştürme işlemine Rüzgâr Enerjisi adı verilir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üreten merkezlere de Rüzgâr Santrali denilmektedir.” Rüzgâr santralleri kurulduktan sonra pervaneler rüzgarın hareketiyle bağlı oldukları şaftı döndürür. Uygun bir jeneratör ile de bu hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Pervanelerin dönmesiyle ona bağlı olan şaft da dönmeye başlar. Şaftın dönmesiyle de motor içinde hareket oluşur ve motorun çıkışında elektrik enerji sağlanmış olur.”[16]

Elektromanyetik indüksiyon ile elektrik enerjisi üretilmiş olur.” Pervane şaftı döndüğü zaman motor içindeki bu sarım bölgesi, etrafındaki mıknatısların ortasında dönmeye başlar. Bunun sonucunda da alternatif akım (AC) oluşur.” [17].

### 1.3 Gri Su ve Yağmur Suyu

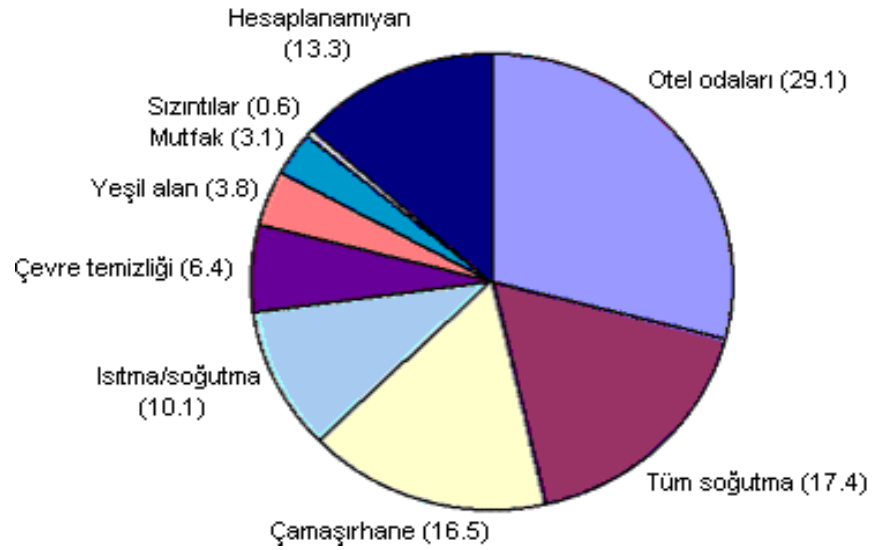
Afrika ve Asya kıtalarında sağlıklı suya erişim oranı oldukça düşük oranlardadır ve su kaynaklarının yerküre üzerinde eşit dağılmaması da suyu giderek daha da kıt bir kaynak haline getirmektedir. Türkiye su kaynakları açısından değerlendirildiğinde, henüz su sıkıntısı çeken ülkeler arasında yer almamakla birlikte su zengini bir ülke de değildir. Ancak nüfus artışı, çevre kirliliği, maliyet, bilinçsiz su tüketimi, iklim şartlarındaki değişim sebebiyle yenilenebilir tatlı su kaynakları her geçen gün azalmaktadır. “Suyun başlıca kullanım alanları; evsel (içme ve kullanma amaçlı), endüstri ve tarımsal kullanımlardır. Şekil 1.1 de su kullanım alanları ve oranları belirtilmiştir.” [18]



Şekil 1.1 Su kullanım alanları ve oranları

Evsel su tüketimi, bir insanın içme, yıkanma, temizlik, tuvalet ve bahçe bakımı için harcadığı suyun toplamıdır. Sürdürülebilir çevrenin korunabilmesi için su döngüsünün tamamlanması gerekmektedir. Bunun içinde tatlı su kaynaklarının minimum ölçüde kullanılması ve kullanıldıktan sonra oluşan atık suların ayrıştırılıp ve arıtılarak bina ortamında yeniden kullanılması gerekmektedir.

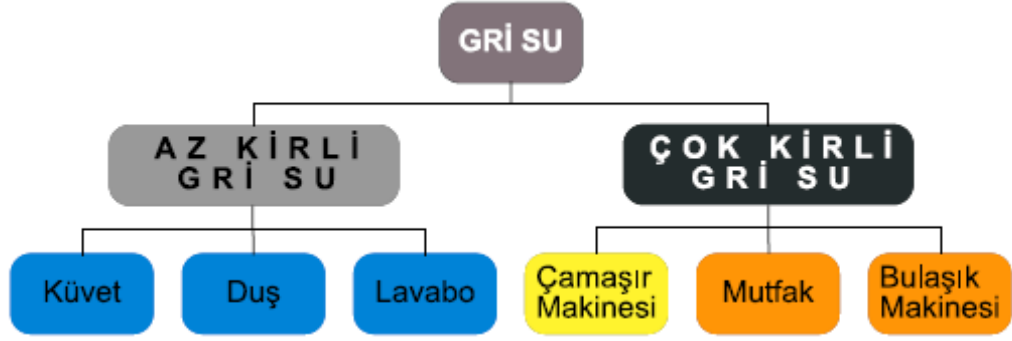
Karma kullanımlı yapılar günümüzde suyun en fazla tüketildiği yerler olmaktadır. Bu yapılarda yer alan otel odaları, koridorlar, giriş bölümleri, lokantalar ve barların ortak alanlardaki tuvaletlerin temizliğini yapan kişiler verimli su kullanımı konusunda mutlaka eğitilmeli ve müşteriler bu konuda bilinçlendirilmelidir [19].



**Şekil 1.2** Otellerin çeşitli bölümlerinde su tüketimi

Günümüzde binalarımızdan çıkan foseptik atığı içermeyen (duş, lavabo, çamaşır, bulaşık makinesi gibi yerlerden gelen) evsel atık sular gri su olarak tanımlanmaktadır. Başlıca gri su kaynakları Şekil 1.3 de verilmiştir [20].





Şekil 1.3 Başlıca gri su kaynakları

Gri su evsel atık suyun %50-%80' ini oluşturmaktadır. Gri su içerisinde tuz, besin parçaları, evsel deterjan, sabun ya da kimyasalları, bakteri ve hastalık yapıcı mikroplar bulunmaktadır. Şekil 1.4 başlıca arıtılmış gri su kullanım yerlerini göstermektedir.



Şekil 1.4 Başlıca arıtılmış gri su kullanım yerleri

Konutlarda gri su arıtılarak bahçe sulaması, tuvalet rezervuarları yada çamaşır makinelerinde kullanılabilir.

#### 1.4 Yeşil Binaların Ekonomik Durumu

Dünya Yeşil Binalar Konseyi tarafından yapılan araştırmanın sonuçlarına göre; son yıllarda tüm dünyada artan çevre ve insan sağlığı hassasiyeti, gayrimenkul

yatırımcıları ve bina kullanıcılarının yeşil binalara yönelik ilgisini arttırdı. Uluslararası yatırımcılar ve konuyla ilgili uzmanlar, her binayı yeşil bina olarak görmemektedir. Bir binanın ne kadar yeşil olduğundan, inşaatı sürecinde neler yapıldığından bahsedilmesi ve bununla ilgili tanıtımlar yapılması yatırımcılar ve uzmanlar için her zaman yeterli olmamaktadır.

Yeşil bina kavramı çok geniş ve sınırları net çizilmemiş bir konu olduğu için yatırımcıların belli standartları göz önünde bulundurması gerekiyor.

“Yeşil bina (çevre dostu bina) uluslar arası yeşil bina değerlendirme sistemleri (LEED, BREEAM , DGNBv.s.) tarafından sertifikalandırılmış veya ilgili kurum ve uzmanlar tarafından yeşil bina kriterlerine uygunluğu onaylanmış binalar olarak kabul edilmektedir. Bu binalar, standart binalarla karşılaştırıldığında inşaat aşamasında daha az hammadde kullanılan, işletmesinde konfor ve sağlıktan ödün vermeyerek daha az enerji ve su tüketen, ekolojik ve karbon ayak izleri daha küçük olan, belki de en önemlisi içinde yaşayan ve çalışanlara daha sağlıklı ve konforlu bir ortam sağlayan binalardır.” [21].

Binaların, tüm dünyanın enerji ve kaynak tüketimindeki payının yüzde 40 olduğu, ayrıca karbon emisyonlarının % 30'u yine binalar sebebiyle ortaya çıktığı düşünüldüğünde yeşil binaların önemi bir kez daha vurgulanabilir. Yine ülkemizde sorun olan, cari açığın da büyük bir kısmını oluşturan enerji arzı, yeşil binalarda sağlanacak enerji verimli sistemler ve tekniklerle bir nebze olsa iyileştirilebilir. Yeşil binalarda uygulanan strateji ve sistemler ile enerji verimliliği, su verimliliği, katı atıkların azaltılması, değerli ham madde kullanımının azaltılması, insan sağlığı ve konforunun artırılması gibi faydalara dair istatistikî veriler tüm dünyada yeşil binalar

ve yeşil bina kullanıcılarının artmasıyla daha sağlıklı bir şekilde elde edilmiş ve kamuoyuna sunulmuştur.

Yeşil bina sertifika sistemlerinin ana amaçlarından biri, tasarım ve inşaat aşaması ve ileride operasyonları sırasında çevreye olan etkilerini en aza indirecek, enerji ve kaynak kullanımını verimli hale getirecek çözüm ve önerileri içermesidir.

Yeşil binalarda sistemler kurulurken ve devreye alınırken ayrıntılı test ve kontrollerden geçerek, operasyon esnasında bakım ve onarım maliyetlerinin en aza indirmesi sağlanır. Bu özellikle günümüzde ciddi elektromekanik sistemleri ihtiva eden gelişmiş ticari binalar için önemli bir noktadır. Birçok yeni yapılan bina, açıldıktan sonra üzerinden seneler geçse de hala sistemsel birçok zorluk ve sorunlarla boğuşmaktadır. Kullanıcılarına sunmayı hedefledikleri konforlu ve huzurlu ortamı sağlayamamaktadır. Yeşil bina sistemleri, bu sorunları daha planlama ve tasarım aşamasında ele alarak ileride oluşabilecek olası problemleri bugünden öngörerek sorunlar ortaya çıkmadan engellemeyi hedeflemektedir. Bu sayede yeşil binaların ekonomik ömrünün, standart binalara oranla daha uzun olduğu da öngörülmüştür. “Çeşitli yeşil bina konseyleri tarafından yapılan araştırmalarda; yeşil binalarda seviyesine göre ortalama yüzde 30’a varan enerji verimliliği ve yüzde 40’a varan su verimliliği sağlandığı tespit edilmiştir.” [21].

Yeşil binaların yukarıda bahsi geçen özelliklerinden ötürü, emlak piyasasında daha çok değer görerek, standart binalara oranla daha çabuk kiralandığı ve satıldığı IBE (Institute for Building Efficiency) tarafından yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir. Yine Dünya Yeşil Binalar Konseyi tarafından yapılan benzer bir araştırmada, bu oranın % 23’e kadar çıktığı belirlenmiştir.

## **1.5 Yeşil Binaların Tasarımında Kullanılan Teknikler**

Geleneksel yöntemler ile inşa edilen binalar, enerji ve malzemenin % 70'ini, suyun % 17'sini, ormanların % 25'ini tüketirler ve % 33 CO<sub>2</sub> emisyonunu artırırlar. Geleneksel binalarda sadece %5 oranında geri dönüşümlü malzeme kullanılmaktadır.

Yeşil binalar ile; başta enerji ve su tasarrufu olmak üzere, atıkların azaltılması, iç mekan hava kalitesinin artırılması, bina kullanıcısının rahatının ve veriminin artırılması ile çalışanların sağlık giderlerinin azaltılması, düşük işletme ve bakım hizmetleri mümkün olmaktadır. Yeşil binalar, klasik binalara göre % 30 daha az enerji tüketirler. Yeşil binaların su tüketimi düşüktür; susuz pisuarlar, verimli rezervuar, lavabo ve duş bataryaları kullanarak su tasarrufu sağlanabilmektedir.

### **1.5.1 Güneş Enerjisi ve Teknolojileri**

Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. “Güneş enerjisi günümüzde konut ve iş yerlerinin iklimlendirilmesi (ısıtma-soğutma), yemek pişirme, sıcak su temin edilmesi ve yüzme havuzu ısıtılmasında; tarımsal teknolojide, sera ısıtması ve tarım ürünlerinin kurutulmasında; sanayide, güneş ocakları, güneş fırınları, pişiricileri, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, ısı borusu uygulamalarında; ulaşım-iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılmaktadır.” [22].

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Güneşten dünyaya saniyede yaklaşık olarak 170 milyon MW enerji gelmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse bir saniyede dünyaya gelen güneş enerjisi, Türkiye'nin enerji üretiminin 1.700 katıdır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre, Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1.311 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Türkiye, 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve gerekli yatırımların yapılması halinde Türkiye yılda birim metre karesinden ortalama olarak 1.100 kWh'lik güneş enerjisi üretebilir. [43]

Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı Tablo 1.2 de görülmektedir.

Buna göre genel olarak Türkiye'nin en çok Haziran ayında ve en az Aralık ayında güneş enerjisi üretme potansiyeli bulunmaktadır. Bölgeler arasında ise öncelikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz sahilleri gelmektedir. Güneş enerjisi üretiminin yok denecek kadar az olduğu Karadeniz bölgesi dışında yılda birim metre kareden 1.100 kWh'lik enerji üretilebilir ve toplam güneşli saat miktarı ise 2.640 saattir. Buna göre Türkiye'de toplam olarak yıllık alınan enerji miktarı ise yaklaşık 1015 kW saat kadardır. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı Tablo 1.2 de sunulmaktadır.

Türkiye’de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı sıcak su ısıtma sistemleridir. Halen ülkemizde kurulu olan güneş kolektörü miktarı 2001 yılı için 7,5 milyon m<sup>2</sup>civarındadır. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olan bu sistemlerden yılda yaklaşık 290 bin TEP ısı enerjisi üretilmektedir. Sektörde 100'den fazla üretici firmanın bulunduğu ve 2000 kişinin istihdam edildiği tahmin edilmektedir.

**Tablo 1.2** Türkiye'nin toplam güneş enerjisi potansiyelinin aylara göre dağılımı.

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (saat/ay)
	(kcal/cm <sup>2</sup> -ay)	(kWh/m <sup>2</sup> -ay)	
Ocak	4,45	51,75	103,0
Şubat	5,44	63,27	115,0
Mart	8,31	96,65	165,0
Nisan	10,51	122,23	197,0
Mayıs	13,23	153,86	273,0
Haziran	14,51	168,75	325,0
Temmuz	15,08	175,38	365,0
Ağustos	13,62	158,40	343,0
Eylül	10,60	123,28	280,0
Ekim	7,73	89,90	214,0
Kasım	5,23	60,82	157,0
Aralık	4,03	46,87	103,0
<b>Toplam</b>	<b>112,74</b>	<b>1311,00</b>	<b>2640</b>
<b>Ortalama</b>	<b>308,0 cal/cm<sup>2</sup>-gün</b>	<b>3,6 kWh/m<sup>2</sup>-gün</b>	<b>7,2 saat/gün</b>

Yıllık üretim hacmi 750 bin m<sup>2</sup> olup bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Bu haliyle ülkemiz dünyada kayda değer bir güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı durumundadır. Güneş kolektörlerinin ürettiği ısıl enerjinin birincil enerji tüketimimize katkısı yıllara göre Tablo1.3 'te verilmiştir.

Güneş enerjisi teknolojileri yöntem, malzeme ve teknolojik düzey açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte iki ana gruba ayrılabilir:

**Tablo 1.3.** Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı.

Bölge	Toplam ortalama güneş enerjisi	En çok güneş enerjisi (Haziran)	En Az güneş enerjisi (Aralık)	Ortalama güneşlenme süresi	En çok güneşlenme süresi (Haziran)	En az güneşlenme süresi (Aralık)
	kWh/m <sup>2</sup> -yıl	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	saat/yıl	saat	saat
Güneydoğu Anadolu	1.460	1.980	729	2.993	407	126
Akdeniz	1.390	1.869	476	2.956	360	101
Doğu Anadolu	1.365	1.863	431	2.664	371	96
İç Anadolu	1.314	1.855	412	2.628	381	98
Ege	1.304	1.723	420	2.738	373	165
Marmara	1.168	1.529	345	2.409	351	87
Karadeniz	1.120	1.315	409	1.971	273	82

**Isıl Güneş Teknolojileri:** Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir.

Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

**Güneş Pilleri:** Fotovoltaik piller de denen bu yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

#### 1.5.1.1 Güneş Pilleri – Fotovoltaik Sistemler

Güneş pilleri, elektrik şebekesinin olmadığı, yerleşim yerlerinden uzak yerlerde ekonomik yönden uygun olarak kullanılabilir. İstenen güçte kurulabilmeleri nedeniyle genellikle sinyalizasyon, kırsal elektrik ihtiyacının karşılanması vb. gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. “Ülkemizde halen Telekom istasyonları, Orman Genel Müdürlüğü yangın gözetleme istasyonları, deniz fenerleri ve otoyol aydınlatmasında kullanılan güneş pili kurulu gücü 300 KW civarındadır.” [23].

Ülkemizde güneş enerjisi kullanımında kaynak anlamında bir sorun olmamakla beraber elektrik üretiminde uygulanacak yöntem açısından bazı bölgesel farklılıklar bulunmaktadır. Fotovoltaik sistemler, bulutlu veya açık her türlü hava şartlarında elektrik üretilebilirken, yoğunlaştırıcı sistemlerde (termik ve mekanik dönüşüm) direk ışınım, yani açık hava, gerekli olmaktadır. Bu nedenle, termik ve mekanik dönüşümlü üreteçler için Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin tercih

edilmesi gerekirken, fotovoltaik üreteçler için Doğu Karadeniz Bölgesi dışındaki tüm bölgeler uygun olmaktadır. [44]

Güneş ışığı foton adı verilen küçük enerji paketlerinden oluşur. Her dakika güneşten gelen fotonlar dünyanın bir yıllık enerji tüketimine yetecek kadar enerjiyi dünyamıza ulaştırırlar. “Güneşten gelen bu enerjiyi kullanarak elektrik üretme amacı ile güneş panelleri, başka bir deyişle fotovoltaik paneller kullanılır. Fotovoltaik paneller, birçok solar hücreden oluşur. Bu hücreler silikon adı verilen ve dünyamızda çokça bulunan elementlerden yapılır. Her bir hücre, aynen pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı yaratmak için bir pozitif ve bir negatif katmandan oluşur.” [24].

Fotovoltaik güneş panelleri gün ışığını direkt olarak elektrik enerjisine çeviren ekipmanlardır. Güneş ışığı foton adı verilen küçük enerji paketlerinden oluşur. Her dakika güneşten gelen fotonlar dünyanın bir yıllık enerji tüketimine yetecek kadar enerjiyi dünyamıza ulaştırırlar. Güneşten gelen bu enerjiyi kullanarak elektrik üretme amacı ile güneş panelleri, başka bir deyişle fotovoltaik paneller kullanılır. Fotovoltaik paneller , birçok solar hücreden oluşur. Bu hücreler silikon adı verilen ve dünyamızda çokça bulunan elementlerden yapılır. Her bir hücre, aynen pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı yaratmak için bir pozitif ve bir negatif katmandan oluşur.

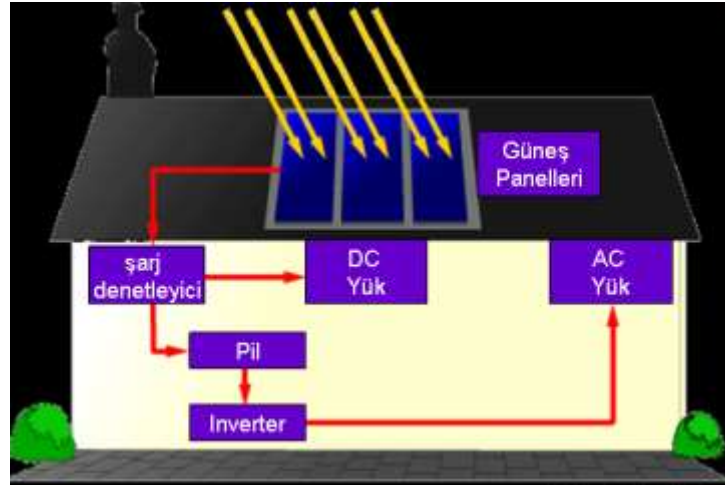
Güneşten gelen fotonlar güneş panelinin üzerinde bulunan bahsettiğimiz bu hücreler tarafından emildiklerinde, açığa çıkan enerji elektronların özgürce hareket etmelerine yol açar.

Elektronlar panelin alt kısmına doğru yol alır ve bağlantı kablosundan dışarı çıkarlar.

Elektronların bu akımına elektrik denir. İstenilen enerji miktarına göre solar hücreleri



bir araya getirip birçok farklı alanda kullanmak ve enerji üretmek mümkündür. Kullanılan panelin boyutu yapılacak işe göre değişse de, işleyiş prensibi aynıdır. Fotovoltaik sistemlerin güneş enerjisinden elektrik enerjisi ürettiğini bilmekteyiz. Fakat bu şekilde elektrik üretmek için sadece güneş panelleri yeterli değildir. Bir fotovoltaik sistem güneş panelinin dışında birçok cihazın bir arada kullanılmasını gerektirir. Şekil 1.5 te bir fotovoltaik sistemde olması gereken bileşenleri ve görevlerini görebilirsiniz.



Şekil 1.5. Fotovoltaik sistemde olması gereken bileşenler

**İnverter:** İnverter bir fotovoltaik sistemin önemli bileşenlerinden biridir. Görevi Doğru akımı alternatif akıma çevirmektir. Güneş panelleri tarafından üretilen enerji doğru akımdır. Doğru akıma bir başka örnek ise pillerdir. Buna karşılık şehir şebekesinden gelen akım alternatif akımdır. Bir inverterde bulunması gereken önemli özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- **Otomatik açma/kapama:** Bu özelliği sayesinde bir inverter evdeki enerji kullanımını algılayıp otomatik olarak kendini açar. Buna karşın herhangi bir

enerji kullanımı olmaması durumunda ise kendini otomatik olarak kapar. Böylece fazla enerji harcamaz ve tasarrufa yardımcı olur.

- **Pil Şarj Etme:** İnverter kendi enerjisini kendi pilinden sağladığı için, kendi kendine şarj etme özelliği kullanım açısından büyük bir kolaylık sağlar. Böylece inverter solar panelden gelen enerjinin küçük bir bölümünü kendini şarj etmek için kullanır. Böylece kendi kendine pili azaldığı zaman şarj olur.
- **Güç Arttırma:** Bilindiği gibi çamaşır makinesi gibi büyük cihazlar diğer cihazlara göre daha fazla güç tüketirler yani güç gereksinimleri fazladır. Güç arttırma özelliği olan bir inverter gerektiğinde çıkış gücünü arttırarak bu cihazların düzgün bir şekilde çalışmasını garanti eder.

Inverterler iki temel başlık altında incelenebilir.

- Konut şebekesine bağlı solar sistemler için senkronize inverter: Bu inverterler solar panellerden aldıkları enerjiyi evi şehir şebekesinden gelen dağıtım kutusuna iletirler. Böylece bu enerji normal olarak ev içinde kullanılabilir. Bunun dışında bu inverterler aynı zamanda üretilen enerjinin şehir şebekesine satılmasını da sağlar. Kanunlara ve uygulamalara göre üretilen enerji kadar para elektrik masraflarından düşülür.
- Şehir şebekesine bağlı olmayan solar sistemler için bağımsız inverter: Şehir şebekesinin olmadığı veya şehir şebekesinin kullanılmak istenmediği durumlarda güneş panellerinden alınan enerjiyi doğrudan evdeki prizlere ileten inverter çeşididir.

**Pil:** Fotovoltaik sistemler üretilen elektrik enerjisini depolamak için pile ihtiyaç duyar. Böylece gün boyunca depolanan enerji herhangi bir zamanda kullanılabilir.

Arabalarda kullanılan pillerden farklı olarak, fotovoltaik sistemler lead-aciddeecycle denilen şarj edilmede meydana gelebilecek duraklamalara daha toleranslı piller kullanır. Böylece güneş paneline düşen güneş ışığında meydana gelebilecek aksamalar (gölgeleme, panelin açısının değişmesi gibi) pillerin şarj edilmesini olumsuz etkilemez. Bir fotovoltaik sistemin pilleri sisteme orantılı olarak değişir. Yüksek enerji üreten sistemlerde bu enerjinin depolanmasını sağlayabilmek için fazla miktarlarda pil kullanılabilir. Bunun yanında bir evin elektrik ihtiyacını karşılamada daha az miktarda pil yeterli olacaktır.

**Şarj Denetleyicisi:** İsminden de anlaşıldığı gibi şarj denetleyicisi pillerin şarjlarını kontrol etmek için kullanılır. Solar panel ile pil arasına yerleştirilir. Böylece solar panel den pile giden şarj miktarını ayarlar. Eğer pil dolu ise solar panelden pile giden bağlantıyı keser ve pilin fazla şarj olmasını, bozulmasını, ömrünün kısılmasını engeller. Bu olaya voltaj regülasyonu denir.

Fotovoltaik panellerin uygulama alanları aşağıda listelenmiştir.

***Şebekeden Bağımsız Sistemler:***

- Şebekeden uzak çiftlik, dağ, köy evleri, yazlık evler.
- Tekneler, yatlar karavanlar.
- Telekom şebekeleri için baz istasyonu sistemleri, vericiler.
- Güvenlik kulübeleri, sınır karakolları, Orman gözetleme kuleleri.
- Deprem ve hava gözetleme istasyonları
- Kablosuz görüntü ve güvenlik sistemleri.
- İlk yardım, alarm ve acil iletişim sistemleri.
- Güneş enerjili sokak ve çevre aydınlatma.

- Güneş enerjisi ile aydınlatılan reklam panoları.
- Tarımsal sulama veya ev kullanımı amacıyla su pompajı.

### ***Şebeke Bağlantılı Sistemler:***

- Küçük-orta-büyük ölçekli güneş çiftlikleri.
- Evsel ve site uygulamaları.
- İşyeri, fabrika ve daha birçok yerde.

Fotovoltaik teknolojisinin avantajlarını ve dezavantajlarını şu şekilde özetleyebiliriz:

### **Avantajları**

- Kullanılacak enerji kaynağı sonsuz ve bedavadır.
- Sistemi yıpratacak veya sistemin bozulmasına neden olacak hareket eden parçalar yoktur.
- Sistemi çalışır halde tutmak için çok düşük düzeyde bakım gerekir.
- Sistemler modülerdir ve her yere kolayca monte edilebilir.
- Çalışırken gürültü, zararlı emisyonlar ve kirlenici gazlar açığa çıkarmaz.

### **Dezavantajları**

- Enerji kaynağı dağınık durumda ve sabit değildir.
- Ekonomik enerji depolama sistemleri yoktur.
- Kurulum maliyeti yüksektir
- Geleneksel yakıtlara (özellikle fosil esaslı yakıtlar) göre enerji maliyeti yüksektir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı fotovoltaik sistemlerin yaygınlaşması için 20 yıl boyunca 28eurocent/kWh alım tasarısı üzerinde çalışmaktadır. TEDAŞ'ın evlere 10 euro cent/kWh gibi bir değere sattığı düşünülürse iyi bir fiyat sayılabilir ama fotovoltaik panel ve ekipmanlarının fiyatı düşünüldüğünde uygun olmayabilir.

Günümüzde fotovoltaik paneller 4 \$/W gibi bir değere satılmaktadır, 5kW'lık bir sistem kurmak için sırf paneller için 20.000 \$ gerekir. Tabi bu sistemler doğru akım üretiliyor (DC) biz ise alternatif akım (AC) kullanıyoruz ve bu yüzden DC/AC dönüştürücü gerekmektedir. Güvenlik ekipmanları, fotovoltaik akü (12v 250 Ampersaat (AHr) akü 2,5kW güç sağlarken 800\$ maliyet getirmededir) ve gece dönüşümü için 3,1kW bir besleme sistemi 12 saat boyunca güvenli bir şekilde enerji sağlamasına karşın maliyeti 18.000 \$ civarındadır. Anlaşıldığı üzere kurulacak olan sisteme göre maliyetler de artmaktadır. Kısaca, kuracağınız 5kWfotovoltaik panelin maliyeti 20.000\$ (38 m<sup>2</sup> yer işgal edecektir) ve yıllık 7.410 kWh enerji üretecektir, 25 kw kullanacağınız düşünülürse 185.250 kWh enerji üretirsiniz. TEDAŞ'tan elektriği 0,13 dolar cent/kWh aldığımız düşünülürse 185.250 kWh'in maliyeti 24.000 \$'dır, biz panelleri 20.000 \$'a kurmuştuk, fazladan üretimiz elektriği de şebekeye 0,28 eurocent'en satacağımız düşünülürse uzun vadede hem çevre dostu hem karlı bir iş olacaktır.

### **1.5.1.2 Işık Tüpü Aydınlatma Sistemi**

Binaların günışığı ile aydınlatılması genellikle pencereler veya çatı açıklıkları yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlere ek olarak günümüzde görsel konfor koşullarını ve enerji tasarrufunu sağlamak amacıyla ışık rafları, ışık tüpleri ve çeşitli özelliklere sahip cam türleri gibi teknikler geliştirilmiştir. Binalarda gün ışığından yararlanmada çağdaş teknikler olarak adlandırabileceğimiz bu sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Binanın işlevi, bulunduğu coğrafi bölge, iklim koşulları, yönlendirilmesi gibi değişkenlere bağlı olarak en uygun doğal aydınlatma sisteminin

tasarlanabilmesi için bu tekniklerin özelliklerinin göz önüne alınması ve bina tasarımı sırasında farklı seçeneklerin karşılaştırılarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde belirlenen uygun yöntemlerle binalara alınan gün ışığı miktarının artırılması, ancak uygun bir denetim sistemi ile günışığı yapma ışık entegrasyonu sağlandığında görsel konfor ve enerji tasarrufu açılarından optimum sonuç verecektir.

“Gün Işığı Tüpü Aydınlatma Sistemi; dış ortamdan gün ışığını kontrollü bir şekilde alarak iç mekânlara taşıyan ve yayan, gün ışığının dezavantajlarını, yapısı sayesinde avantajlı hale getirerek konforlu aydınlatmayı sağlayan teknolojik bir sistemdir. Sararma dayanımı, ısı kazancını önlemesi, UV dayanımı, sera etkisi yaratmaması, basit bir yapıya sahip olması ve işletme giderlerinin yok denecek kadar az olması gibi özellikleri, diğer doğal aydınlatma çözümlerinin önünde yer almasını sağlar.” [25-26].

Gün Işığı Tüpü Aydınlatma Sistemi; dış ortamdan Gün Işığını kontrollü bir şekilde alarak iç mekânlara taşıyan ve yayan, gün ışığının dezavantajlarını, yapısı sayesinde avantajlı hale getirerek konforlu aydınlatmayı sağlayan teknolojik bir sistemdir. Sararma dayanımı, ısı kazancını önlemesi, UV dayanımı, sera etkisi yaratmaması, basit bir yapıya sahip olması ve işletme giderlerinin yok denecek kadar az olması gibi özellikleri, diğer doğal aydınlatma çözümlerinin önünde yer almasını sağlar.

Gün içerisinde (güneşin doğuşundan batışına kadar geçen süre) dış ortamda bulunan özel kubbe gün ışığını toplar. Sistem içerisine giren gün ışığı yüksek yansıtma özelliğine sahip yansıtıcı tüpe gelir. Bu tüp içerisinde ışık belli bir sayıda yansıma

yapar. Sistemin çıkış noktası olan lens, tüpten yansiyarak gelen ışığı homojen olarak ulaştırılmak istenen mahale dağıtır.

Sistemi oluşturan 3 temel parça vardır.

**Akrilik kubbe;** sistemin dışarıda bulunan kısmıdır (Şekil 1.6). Kubbe güneş ışığını toplayan, mukavemeti yüksek ve sararmaya dayanıklı, yüksek ışık geçirgenliğine sahip özel bir malzemedен üretilmektedir. 5 mm et kalınlığında olan kubbe % 95 ışık geçirgenliğine,  $5.1 \text{ W/m}^2\text{C}$  ısı iletim katsayısına sahiptir.  $12 \text{ KJ/m}^2$  darbe mukavemetine dayanıklı olup, farklı yağış şekillerine, sert darbelere karşı direnç gösterebilmektedir.

**Yansıtıcı tüp;** kubbeden sistem içerisine giren gün ışığı, gümüş-alüminyum alaşımından mamul, % 99 yansıtma özelliği taşıyan, UV dayanımlı tüpe gelir. Yansıtıcı yüzeylerde ışığın yansıtılması prensibiyle çalışan bu tüpte gün ışığı, yüksek yansıtma özelliğine sahip bu tüpte yol alır. Standart 125 cm ve 60 cm boyuna sahip tüpler kurulum yapılacak mahalin yüksekliğine bağlı olarak ayarlanabilir.



## Şekil 1.6 Akrilik kubbe

**Lens (Difüzör);** Lens sistemin çıkış olup, aydınlatılacak mahalde homojen bir ışık dağılımı elde edilmesini sağlar. Yüksek ışık geçirgenliğine sahiptir. Elektrostatik yüklemelere karşı iyi derecede yalıtım özelliği taşımaktadır. UV ışınımına son derece dayanıklı olan SUNVIA Lensleri güneş altında uzun yıllar kullanılabilir. Mahalde istenen ışık dağılımına göre prizmatik ve lineer yüzey yapısına sahip olan tipleri bulunmaktadır. Mimari yapıya uygun olması açısından kare ve yuvarlak lensler kullanılabilir.

Gün ışığı tüpleri farklı kullanıcı gruplarına hizmet etmesi açısından farklı modeller ve ek aksesuarlar sunmaktadır. Tablo 1.4 gün ışığı tüplerinin farklı kullanım alanlarını göstermektedir.

**Tablo 1.4** Gün ışığı tüplerinin farklı kullanım alanlarını

MODEL	ÇAP(mm)	ALAN (m <sup>2</sup> )	EŞDEĞER GÜÇ (watt)
SV_250	250	20-25	150
SV_350	350	30-35	250
SV_550	550	40-45	400
SV_900	900	50-60	700

### Kullanım Alanları

- SV\_250 : Ofis, Banyo, Koridor, Antreler, Odalar, Mutfaklar, Yatak Odaları, Çamaşır Odaları, Bireysel Garajlar
- SV\_350 : Ofis, Koridor, Odalar, Depolar, Kütüphane, Sınıflar, Mağazalar
- SV\_550 : Mağazalar, Marketler, Konferans Salonları, Okullar, Ofisler, Sosyal Tesisler, Orta Ölçekli Garajlar, Depolar
- SV\_900 : Fabrikalar, Büyük depolar, Fuar alanları, Konferans Salonları, Alışveriş Merkezleri, Otoparklar, Spor Tesisleri



**Işık Kesici (Dimmer);** ışık ayarının yapılması, gün içerisinde ışığın kesilmesi gereken alanlarda (konferans ve toplantı salonları, test odaları gibi) kullanılır.

**Dirsek;** bazı mimari yapılarda yansıtıcı tüp, önünde bulunan bazı engellerden dolayı düz şekilde uygulanamaz. Bu gibi durumlarda dirsekler kullanılarak sistem uygulaması yapılabilmektedir. Dolayısıyla sistem farklı mimari yapılarda kurulabilmektedir.

**Çatı Kaideleri;** kubbelerin monte edildiği çatılar düz ya da eğimli olabilmektedir. Çatı eğimi mimariye göre farklılık gösterebilir. Bu durumda montaj kolaylığı sağlanması açısından eğimli çatı kaideleri kullanmak montajı kolaylaştırır.

**Işık kesici;** havanın kararmasıyla ünitelerden alınan ışık değerlerinin düşmesi ile Sunvia içine yerleştirilmiş olan tasarruflu ampul devreye girerek aydınlatma sağlar. Dolayısıyla ekstra bir aydınlatma sistemine gerek olmadan “sunvia” ile hem gündüz hem de gece aydınlatma sağlanabilir.

**Çatı Üstü Uzatma Tüpleri;** gölgelenme faktörünün oluşabileceği uygulamalarda çatı üzerinde kubbeyi yükselterek güneş ışınlarından faydalanmayı sağlayan aksesuarlardır. Her çap ve modele uygun uzatma tüpleri imal edilebilmektedir.

#### **Gün Işığı Tüpleri Kullanımının Avantajları;**

- Mekâna gün ışığının tazeliğini aktarıyor.
- Elektrik kesintilerinden etkilenmenizi önüyor.
- Çevreyi gerçek renkleriyle algılamanızı, mekânların geniş ve ferah görünmesini sağlıyor.
- Göz yorgunluğunu ve stresi azaltıyor.
- Gündüz saatlerinde elektrik enerjisine ihtiyacı azaltıyor.

- Mali tasarrufun yanı sıra çevre korumasında ve kirliliğin azaltılmasında rol oynuyor.
- Sıcaklığı minimum oranda geçirmesi sebebiyle soğuk ışık olarak adlandırılıyor. İklimlendirme maliyetlerinde de düşüş sağlıyor.
- Dekoratif olarak kullanılabilir.

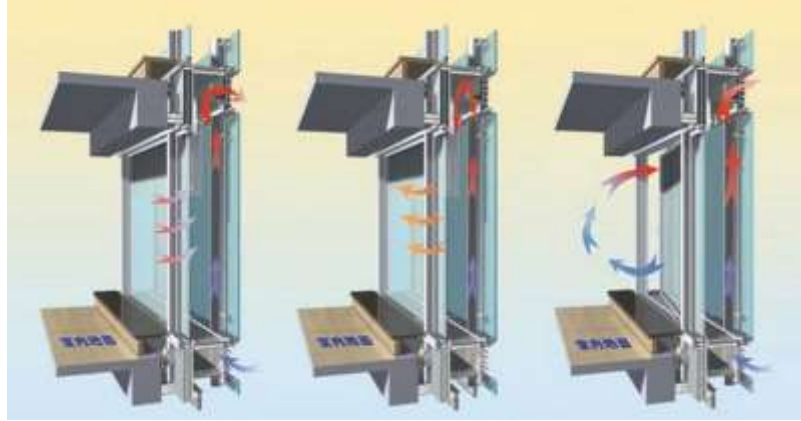
### 1.5.2 Çift Cephe

Binalardaki cephe sistemleri, enerji tüketiminde oldukça yüksek bir yüzdeye sahiptir. Yapının cephe sistemi, dış çevrenin iklim koşullarına karşı bina içinde uygun fiziki ortam koşullarının sağlanmasında aktif rol oynar. Bu nedenle enerji etkin cephe sistemlerinin tasarımı önemlidir. Bu doğrultuda enerji kayıplarını an aza indirmeyi ve kullanılan enerjiden en üst düzeyde faydalanmayı hedefleyen yeni yapı kabuğu sistem arayışı üzerine yapılan araştırmalar önem kazanmıştır. Bina kabuklarının, başka bir deyişle cephe sistemlerinin yeni bir örneği de özellikle Amerika ve Kuzey Avrupa’da geniş uygulama alanı bulan çift cidarlı cephe sistemleridir. Bu sistemler birbirinden 2 ile 200 cm arasında değişen bir hava boşluğu ile ayrılan, genellikle camdan oluşan iki yapı kabuğundan oluşan cephe sistemleridir. “İki yapı kabuğu arasında bulunan hava boşluğu tampon bir role sahiptir. Bu sayede çift cephe sistemleri, iklimsel değişikliklere karşı binanın iç ve dış ortam koşullarında dengeyi sağlayarak, enerji kullanımını azaltma iddiasında olabilmektedir” [27-31].

Güneş ışınlarının çok fazla ve dik geldiği zaman aralığında, özellikle yaz döneminde aşırı ısınmayı önlemek için bu iki cephe arasında kalan boşluktaki havalandırmanın çok iyi yapılması gerekmektedir. Çift cidarlı cephede binanın dış ve iç ortamı

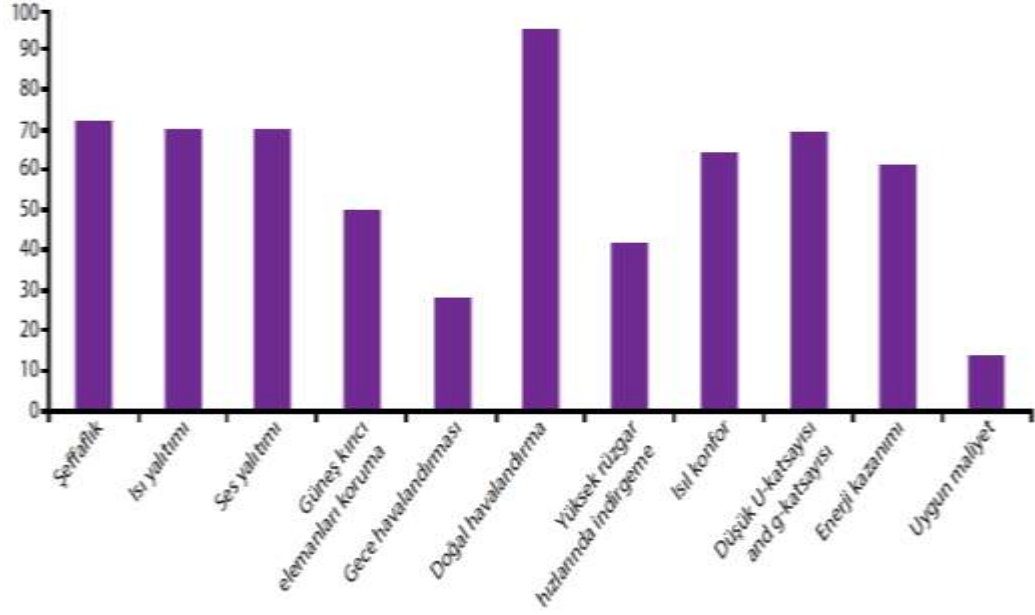
arasında tampon rol oynayan, iki yapı kabuğu arasında kalan bu boşlukta farklı akış modları uygulanabilmektedir.

Çift cidarlı cephelerde yapı kabukları birbirinden boyutları 2 cm ile 2 m arasında değişen, binanın içi ile dış ortam arasında tampon rol oynayan hava kanalı olarak adlandırabileceğimiz bir boşluk ile ayrılır. Bu boşluk literatürde “hava koridoru” ve hava kanalı gibi isimlerle anılmaktadır. Bu hava boşluğu bina yüksekliği boyunca devam edebileceği gibi kat yüksekliği boyunca da devam edebilir (Şekil 1.7).



**Şekil 1.7** Çift cidarlı cephe kesitleri

Kat yüksekliği boyunca devam eden çift cidarlı cepheleri, kutu pencereler, şaft-kutu, cepheler ve koridor cepheler olarak üç ana başlıkta toplanır. Çift cidarlı cephelerin avantaj yüzdeleri Şekil 1.8 de görünmektedir.



Şekil 1.8 Çift cidarlı cephelerin avantaj yüzdeleri

### 1.5.3 Sensör Lambalar

Elektrik enerjisinin kullanım alanlarından birisi aydınlatmadır. Ticari binalarda kullanılan elektrik enerjisinin % 58'inin aydınlatma için harcandığı göz önüne alınırsa yapılacak doğru ve kontrollü aydınlatma ile enerji tasarrufu sağlanabileceği açıktır. Aydınlatmaya yönelik enerji tasarrufunda birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler iki ana başlık altında toplanabilir.

“Bunlar, sürekli olarak aydınlatılan alanlara yönelik yöntemler ve aralıklı olarak kısa süreli aydınlatılan alanlara yönelik yöntemlerdir.” [32-35].

Binalardaki merdivenlerin aydınlatılması aralıklı olarak kısa süreli aydınlatma grubuna girmektedir. Merdivenlerin aydınlatılması merdiven otomatığı ile lambaların kontrolü esasına dayanmaktadır. “Bu kontrolde anahtara basıldığında binanın merdivenlerindeki bütün lambalar yanar ve merdiven otomatığında ayarlanan süre

sonunda ise söner. Lambaların yanma süresinin uzun olması ve kişinin kullanmayacağı katlardaki lambaların da yanması enerjinin kötü kullanımı olarak karşımıza çıkmaktadır.” [35-37].

Merdivenlerin aydınlatılmasında PIR (Pasif Kızılötesi) detektörlerin kullanılması enerjinin yüksek verim ile kullanılmasını sağlamaktadır. Hareketi algılayan PIR detektörleri algılama alanlarından hareketli bir cisim veya insan geçtiği zaman her detektör kendisine bağlı bulunan lambayı yakar. Merdivenlerin neresinde hareketli bir cisim veya insan var ise sadece o bölgenin lambası yanmaktadır. Bu tasarımın merdiven otomatiği sisteminden farkı, kullanılmayan bölgelerin lambalarının yanmaması ve yanan lambaların da ihtiyaç süresince yanmasıdır [36-39].

Binalardaki merdivenlerin aydınlatılması aralıklı olarak kısa süreli aydınlatma grubuna girmektedir. Merdivenlerin aydınlatılması merdiven otomatiği ile lambaların kontrolü esasına dayanmaktadır. Bu kontrolde anahtara basıldığında binanın merdivenlerindeki bütün lambalar yanar ve merdiven otomatiğinde ayarlanan süre sonunda ise söner. Lambaların yanma süresinin uzun olması ve kişinin kullanmayacağı katlardaki lambaların da yanması enerjinin kötü kullanımı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tasarlanan sistemde PIR detektörleri kullanılacaktır. Bu detektörler ısı enerjisi olarak adlandırılabilen kızılötesi enerjilerin farklılığını algırlar. Mutlak sıfır olan  $-273^{\circ}\text{C}$ 'den daha büyük sıcaklığa sahip bütün nesnelere kendi ısılarına göre enerji yayarlar. Örneğin vücut ısısı  $37^{\circ}\text{C}$  olan bir insan, ısısı  $20^{\circ}\text{C}$  olan bir duvardan daha fazla enerji yayar. Detektörün algılama alanından bir canlı veya cisim geçtiği zaman, termal enerjideki Infrared (IR -Kızılötesi) farklılık hemen tespit edilebilir. Bu tip

detektörler güvenlik ve enerji kontrolünde çok sık kullanılmaktadır. PIR algılama elemanları, canlıların yaydığı termal enerjinin çoğunun yoğunlaştığı 4–20 mm spektral aralığındaki uzak kızıl ötesi ışınımına tepki verebilirler. PIR detektörlerinde kullanılan algılama elemanının üç tipi vardır. Bunlar termistörler, termopiller ve piroelektrik elemanlarıdır. Piroelektrik elemanlar özellikle hareket dedeksiyonu için kullanılır. Bu nedenle tasarımda piroelektrik algılama elemanına sahip PIR detektörü kullanılacaktır.

#### **1.5.4 Yağmur Suyu Toplanması ve Kullanımı**

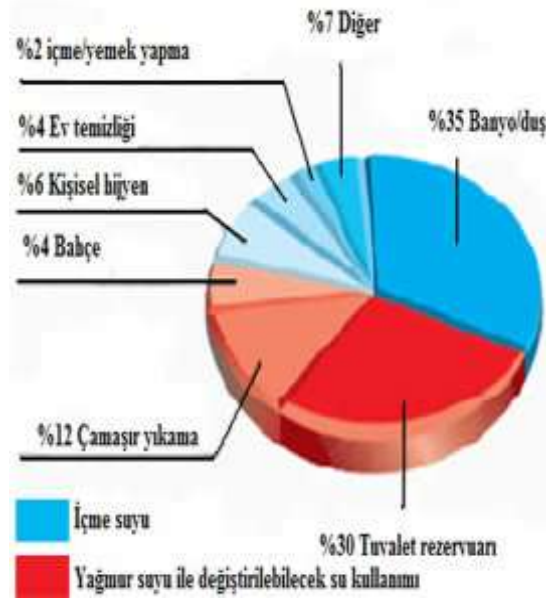
Çatı oluklarında toplanan yağmur sularının yeniden kullanımı su tüketimini azaltıcı önlemlerden olup su tasarrufunu sağlamaktadır. Toplanan yağmur suyunun tuvalet sifonlarında ve bahçe sulamalarında, araç yıkamada kullanılmasıyla su tüketimi azalmaktadır. Yağmur suyunun en yüksek % 90 oranında kullanılması ile % 50'ye yakın tasarruf sağlanabilmektedir. Yangın sistemi depolama tankında da yağmur suyunu kullanımı mümkündür.

Evsel su tüketimi, bir insanın içme yıkanma temizlik tuvalet ve bahçe bakımı için harcadığı suyun toplamıdır. Sürdürülebilir çevrenin korunabilmesi için su döngüsünün tamamlanması gerekmektedir. Bunun içinde tatlı su kaynaklarının minimum ölçüde kullanılması ve kullanıldıktan sonra oluşan atık suların arıtılarak bina ortamından doğal ortama verilmesi gerekmektedir.

Günümüzde tatlı su kaynaklarının hızlı biçimde tüketilmesi ve kirlenmesi gibi sebeplerden ötürü gri suyun arıtılarak kullanılmasının yanında alternatif bir kaynak olan yağmur suyunun da kullanılması gündeme gelmiştir. Özellikle hava limanlarında, askeri bölgelerde, stadyumlarda, turistik tesislerde ve çatı alanı

yeterince büyük olan binalarda yağmur sularının toplanarak, basit arıtma işlemlerinden geçirilip kullanıma sunulması binalarda su korunumu için alınabilecek önlemlerdendir. Başlıca su kullanım yerleri Şekil 1.9 da sunulmuştur.

Çatı oluklarında toplanan yağmur sularının yeniden kullanımı su tüketimini azaltıcı önlemlerden olup su tasarrufunu sağlamaktadır. Toplanan yağmur suyunun tuvalet sifonlarında ve bahçe sulamalarında, araç yıkamada kullanılmasıyla su tüketimi azalmaktadır. Yağmur suyunun en yüksek % 90 oranında kullanılması ile % 50'ye yakın tasarruf sağlanabilmektedir. Yangın sistemi depolama tankında da yağmur suyunu kullanımı mümkündür.



Şekil 1.9 Başlıca su kullanım yerleri

Yağmur suyu toplama ve depolama sistemi aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

- Yağmur suyu toplama yeri (çatı olukları)
- Yağmur suyu taşıma sistemleri (borular)

- Filtreleme sistemi
- Depolama tankı
- Yağmur suyu dağıtım sistemi

**Yağmur suyunun bina dışında kullanılması:** Çatı yüzeyinden toplanan yağmur suyu oluklardaki filtreden geçerek yağmur suyu deposunda toplanmaktadır. Yağmur suyu buradan dalgıç pompa ile depo dışına, bahçeye verilmektedir.

**Yağmur suyunun bina içinde kullanılması:** Bina içerisinde yağmur suyunun dağıtılması iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Bunlar;

- Ana şebeke döşemesi ile yağmur suyu döşemesi besleyerek (Direk besleme sistemi),
- Ana şebeke suyu ile yağmur suyu döşemini bina içerisinde (çatı arasında) bir depoda birleştirerek (Yerçekimi sistemi ya da çatı deposu sistemi)

Sistemin maliyet ve bakımı;

- Yatırım maliyetleri işletme büyüklüğüne göre farklılık gösterir. Sistem büyüdükçe daire başına düşen maliyetler azalır ve amortisman süresi düşer.
- Tamir, bakım ve onarım masrafları seçilen teknolojiye bağlıdır. Basitçe yapılandırılmış bir işletme için genel olarak her yıl ilk yatırım maliyetinin %1 i yeterlidir.
- Makineler/ teknik ekipmanlar için ise her yıl ilk yatırım maliyetinin %4 ü gibi düşünülebilir.
- Yılda 1 kez bakım yapılması yeterli görülmektedir.



### 1.5.5 Gri Suyun Arıtılarak Tekrar Kullanımı

Gri su bina içerisinde ve dışında çeşitli mekanlarda kullanılabilir.



**Şekil 1.10** Gri suyun konut içerisinde kullanılması

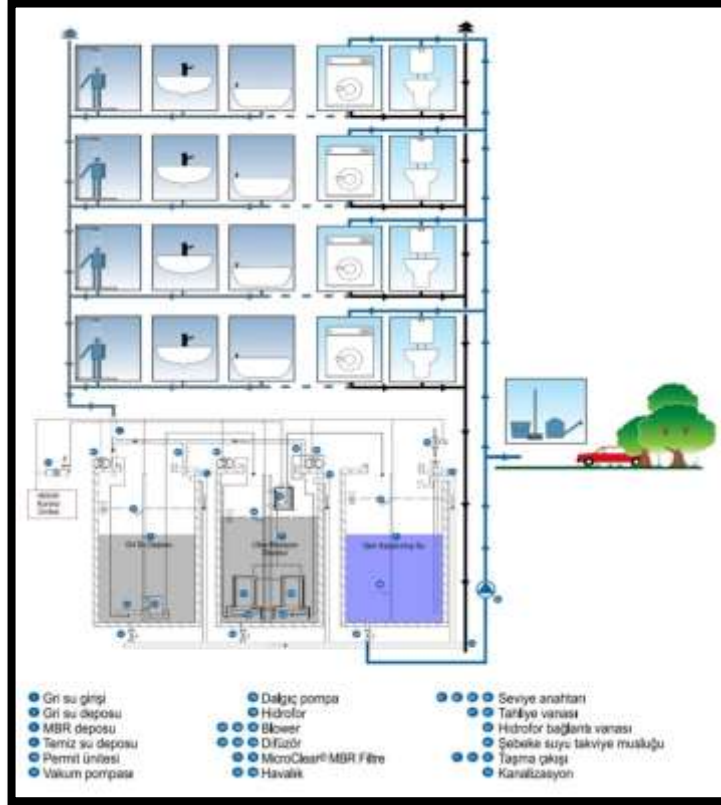
Konutlarda gri su, tuvalet rezervuarları ve çamaşır makinelerinde kullanılabilir. Şekil 1.10 da gri suyun konut içerisinde kullanılması gösterilmektedir. Gri su arıtılmadan bahçe sulamasında (yeraltından) kullanılmaktadır. Bu tip kullanımlarda gri su herhangi bir arıtmadan geçmeden, bakteri oluşumunun artması ve koku gibi nedenlerden ötürü en fazla 24 saat içerisinde kullanılmak zorundadır.

Günümüzde binalarımızdan çıkan fosseptik atığı içermeye (duş, lavabo, çamaşır, bulaşık makinesi gibi yerlerden gelen) evsel atık sular gri su olarak tanımlanmaktadır. Başlıca gri su kaynakları Şekil 1.11 da sunulmuştur.



**Şekil 1.11** Başlıca gri su kaynakları

Gri su evsel atık suyun %50-%80' ini oluşturmaktadır. Gri su içerisinde tuz, besin parçaları, evsel deterjan, sabun ya da kimyasalları, bakteri ve hastalık yapıcı mikroplar bulunmaktadır. Başlıca arıtılmış gri su kullanım yerleri Şekil 1.12 de verilmiştir.



**Şekil 1.12** Başlıca arıtılmış gri su kullanım yerleri

Gri su arıtılmadan bahçe sulamasında (yeraltından) kullanılmaktadır. Bu tip kullanımlarda gri su herhangi bir arıtmadan geçmeden, bakteri oluşumunun artması ve koku gibi nedenlerden ötürü en fazla 24 saat içerisinde kullanılmak zorundadır.

### 1.5.6 Termostatik Radyatör Vanası

Termostatik Radyatör Vanaları (TRV), adından belli olduğu gibi boyler veya kazanı değil, radyatörleri kontrol altında tutar. Her odanın ayrı sıcaklığa ayarlanmasını sağlar. Oda istenen sıcaklığa geldiğinde radyatöre giren sıcak su miktarını kısar. Böylelikle istenilen sıcaklığı geçmez, oda'nın aşırı ısınmasını engeller. Bunun neticesinde fazla ısıtmadığınız için daha az enerji harcamış olup, hem hava kirliliği yönünden çevreye, hem de bütçesel olarak ekonomiye faydası olur.

Yalnız bu termostatik Radyatör Vanalarının üstü tül perde veya mobilya ile kapatılmamalıdır. Hava akışı serbest olmalıdır. TRV üzerindeki hava kanalları ısınan havayı hissedip, ısıya duyarlı sensörün genişmesi ile çalışmaktadır. Isı yayan cihazlar TRV yakınında çalıştırılmamalıdır.

Termostatik Radyatör Vanası, oda sıcaklığını 7-28 °C arasında istenilen sabit bir değerde tutmaya yarayan bir malzemedir. Termostatik Radyatör Vanasının Isıtma Sistemine sağlayacağı avantajlar şunlardır ;

- Isınma için kullanılan, DOĞALGAZ, LPG, KÖMÜR, FUEL OIL, vs. yakıt tüketim miktarında tasarruf sağlar.
- Katlı binalarda, bütün katları dengeli ısıtma problemidir. Termostatik Radyatör Vanası ile bu problem şu şekilde giderilebilir. İlk ve Son katlardaki radyatörlere, satın alınmış mamülü hiç ayar yapmadan “ 5 “ konumunda takılabilir. Ara katlarına monte edilen vanalar, ilaveten max. “ 4 “ ( 24 °C ) ayarlanabilir. Bu şekilde uygulanan sistemde, ara katlar daha önce istenen sıcaklığa ulaşacağından, devre dışı kalacak, alt ve üst katlar ısınmaya devam edecektir, çalışma süresi kısılacak ve dolayısıyla gereksiz ısıtmalar önlenecektir.
- Termostatik Radyatör Vanası, klasik vanalara göre mekanizması daha estetik bir uyum ve görüntü sağlar.

### 1.5.7 Isı Yalıtım Levhası

İnsanların konforlu bir yaşam sürebilmeleri; 20-22°C sıcaklık ve yüzde 50 bağıl nem değerine sahip olan ortamlarda mümkün olabilir. Kış aylarında dış ortam sıcaklıkları 20°C'nin oldukça altında seyreder. Yaz aylarında ise hava sıcaklıkları 20°C'nin oldukça üstündedir. Isıl enerji; yüksek sıcaklıklı ortamdan düşük sıcaklıklı ortama transfer olur. Bu nedenle yapılarda; kışın enerji kayıpları, yazın ise istenmeyen enerji kazançları meydana gelir. Bu istenmeyen ısı alışverişlerini önlemek için ısı yalıtım levhalarının kullanımı önemli bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır.

### 1.5.8 Termostatik Banyo Bataryaları

Termostatik bir batarya, duş süresince sabit su sıcaklığını korur. Duşa gelen su kaynağındaki ani değişikliklere karşı sizi koruduğundan, evin başka bir yerinde su açılrsa bile, duşunuzun sıcaklığı aynı kalır. Termostatik valf, sıcak ve soğuk suyu önceden seçtiğiniz sıcaklıkta karıştırır, su kaynağının basıncındaki veya sıcaklığındaki değişikliklere hemen tepki verir. Soğuk su kaynağınızda bir kesinti olması durumunda, termostatik valf otomatik olarak kapanır ve haşlanma riskini ortadan kaldırır.

Termostatik bir batarya üç temel yarar sağlar: güvenlik, kullanılabilirlik ve tasarruf.

- **Güvenlik** – Önceden seçtiğiniz su sıcaklığı, duşunuz süresince sabit kalacağından, ani bir sıcaklık artışı nedeniyle yanma riski veya sıcaklığın aniden düşmesi nedeniyle şok yaşamak zorunda kalmazsınız. Ürün dış yüzeyinin hiçbir zaman dokunulamayacak kadar sıcak olmamasını sağlar.

- **Kullanışlılık** – Termostatik bataryalar önceden seçtiğiniz su sıcaklığını koruyarak suyu gönderir. Suyu durdurmanız gerekirse (örneğin, saçınızı şampuanlamak için), suyu yeniden açtığınızda, bataryanız tam olarak aynı sıcaklığı sağlar.
- **Tasarruf** – Termostatik batarya kullanıldığında , sudan ve enerjiden de tasarruf etmek mümkündür. Yılda 26 ton su tasarrufu yapar ve suyu gereğinden fazla ısıtmadığımız içinde enerji tasarrufu yapmış olunur.

### **1.5.9 Az Su Tüketen Klozet**

Evlerde su tüketiminin % 65'i en fazla olduğu yer tuvalet ve banyolardır. Tek başına yaşayan bir bireyin yılda ortalama 50.000 litre suyu tuvaletlerde ve banyolarda tükettiği belirlenmiştir. Dört kişilik bir ailenin yılda su tüketimi 200 bin litreye denk gelmektedir. Gelişen teknolojilerle artık banyolarda ve tuvaletlerde su tasarrufu yapmak için 6/9, 3/6 ve 2,5/4 litre su tüketen rezervuarlar yapılmıştır. Bu rezervuarlardaki su tüketimi standart rezervuarlara kıyasla %60 daha tasarrufludur. Asma klozetler için su tasarrufu gömme rezervuarlarla sağlanırken, diğer klozet modellerinde (tek klozet, çocuk ve engelli klozeti) rezervuar iç takımlarla sağlanmaktadır.

### **1.5.10 Çatı Bahçesi**

Son yıllarda kent yaşamının insanlarda oluşturduğu stresin ve yeşil yoksunluğunun çözümü olarak çatı bahçeleri karşımıza çıkar. Çatı bahçelerini binalarınız üzerinde çatılarda, teraslarınızda bir bahçe olarak düşleyebilirsiniz. Çatı bahçelerindeki temel amaç, insanların doğadan kopuk yaşamasının önüne geçmektir. Çünkü giderek

kentleşen metropoller insanları doğadan uzaklaştırdıkça doğanın insanlar üzerindeki pozitif etkisinin eksildiğini görmekteyiz.

Bir çatı bahçesinin yapımı sırasında izolasyon sorunu ve çatının yük taşıma kapasitesi dikkate alınarak statik hesapları sağlıklı bir şekilde yapılmalıdır. Bu tip sorunlar aşıldıktan sonra çatılar bir bahçe gibi düşünülerek tasarlanabilir.

Zeminde ya da çoğunlukla zemin seviyesinin üzerinde yer alan herhangi bir yapıya ait düz ya da eğimli çatıda özel malzeme ve teknikler yardımıyla, gerçekleştirilen az ya da çok bakım gerektiren bir çok işleve sahip açık yeşil mekan düzenlemelerine, çatı bahçesi adı verilir. Çoğu zaman çatı peyzajı, çatı bitkilendirilmesi ve çatı yeşillendirmesi kavramları da aynı amaçla kullanılmaktadır.

## 2. UYGULAMA KAPSAMINDA KULLANILACAK YÖNTEM

### 2.1 Genel

Yapılan araştırmalarda, elektriğin yaklaşık yüzde % 60'ı, kullanılan içme suyunun yaklaşık % 15'i binalarda tüketilmekte olup, binalardan kaynaklı sera gazı üretimi ise yaklaşık % 30 oranında oluşmaktadır. Bu açıdan bakıldığında binaların tüketim miktarları önemli rakamlara ulaşmaktadır. Bu gözle bakan yatırımcı veya daha doğal ortamda yaşamını sürdürmek isteyen çevreci bireyler %30-35 oranında daha az enerji, daha az doğal gaz ve daha az su tüketen atık maliyetlerini % 50-90 oranında azaltan çevreci binaların ortaya çıkmasına neden olmuşlardır.

Enerji tasarrufunun ve doğal enerji kaynaklarının kullanımının ön planda tutulduğu binalarda, ısıtma ve havalandırmada kullanılan fosil yakıt enerjisi düşürülebilmektedir. Yapılan araştırmalara göre yapılar, dünyada enerjinin yaklaşık üçte birini kullanmaktadır. Yeşil bina veya çevreci bina uygulamaları ile enerji tasarrufu, doğayı koruma, yenilebilir enerjinin kullanımı ve konforlu bir yaşam ortamı ve aynı zamanda gelecek için temiz bir çevre bırakma özlemi hedeflenmektedir. Yeşil Bina;

- Kentsel yaşam alanlarına değer katması
- Yapının ekonomik değerini artırması
- Yapım aşamasında doğal çevre tahribatının en aza indirilmesi
- Temiz teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesine ortam sağlaması
- Hafriyat ile ortaya çıkan atık malzemenin değerlendirmeye alınması
- Yağmur sularının kullanımı ile kanalizasyon sisteminin yükünü azaltma



- Güneş enerjisinden yararlanma
- Doğal ışıktan yararlanma
- Enerji tasarrufu sağlaması
- Yeşil katmanları ile oksijen üretmesi
- İzolasyon sistemleri ile ısıtma soğutma maliyetlerinin ve karbondioksit salınımının azaltılması
- Geri dönüştürülebilir atıkların kullanılabilmesi gibi unsurları devreye sokarak daha çevreci yapılar haline gelmişlerdir.

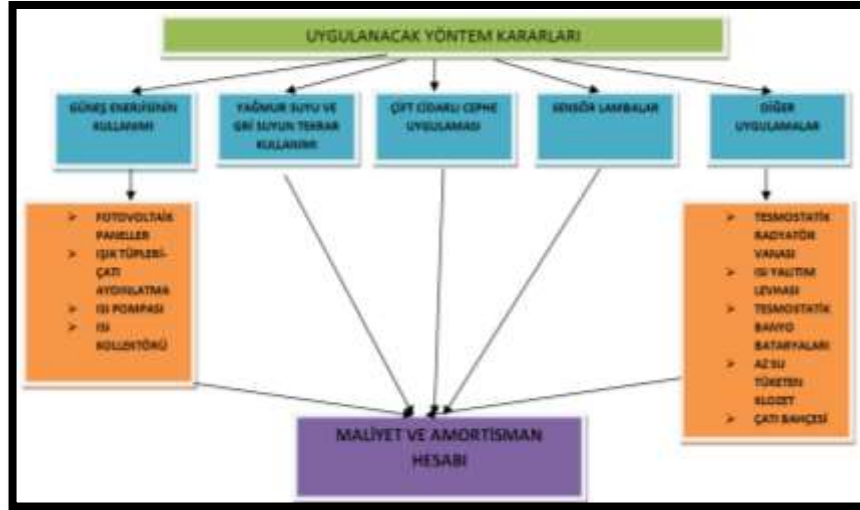
Tez kapsamında uygulanması planlanan Kendine Yeten Bina projesinde uygulanacak yöntemler ve unsurlar sırasıyla aşağıda sunulmuştur;

- Yalıtım
- Güneş Enerjisi ile elektrik üretimi , aydınlatma ve sıcak su üretimi
- Yağmur suyu ve Gri suyun tekrar kullanımı
- Çift cephe uygulaması
- Işık tüpü
- Sensor lambalar
- Isı pompası
- Termostatik vana ve bataryalar
- Az su tüketen klozet
- Isı yalıtım levhası

## 2.2 Kadıköy Osmanağa Mahallesinde Kendine Yeten Bina Uygulaması

### 2.2.1 Genel

Günümüzde gitgide artan nüfus ve artan refah seviyesi, enerji tüketimini yoğun olarak arttırmıştır. Enerji kullanımının çokluğu; hem enerji tedarikinde sorunlara yol açmakta, hem de enerjinin üretimi sırasında oluşan kirlilik büyük sorunlara yol açmakta, en önemlisi küresel ısınma denen büyük bir tehdidi tetiklemektedir. Bu sebeplerden dolayı enerji üretiminde son zamanlarda fazlasıyla tercih edilen, yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması alanındaki çalışmalara önem verilmektedir.



Şekil 2.1 Bu tezde uygulanacak metotlar ve yöntemler

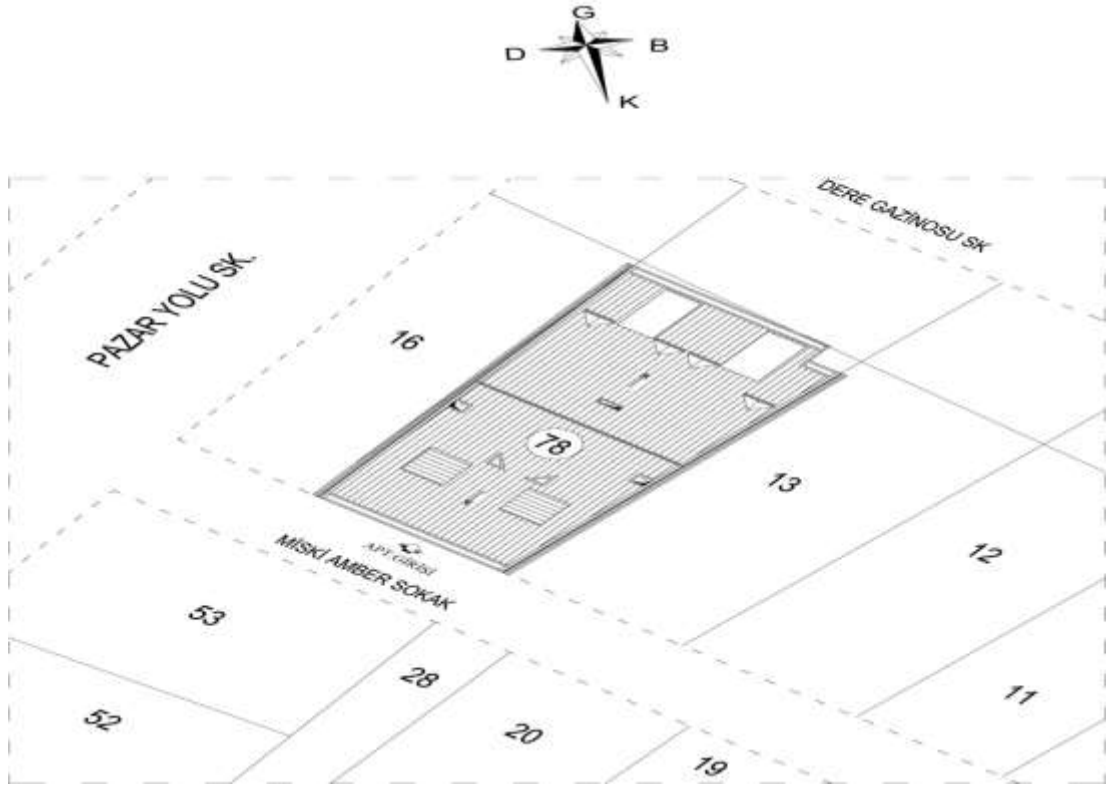
Bu araştırmada yenilenebilir enerji için yapılmış sistemler incelenmiş olup bunların içinden şekil 2.1 de bulunan yöntemlerden daha fazla faydalanabilmek için neler yapılabileceği konusunda araştırma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, Kadıköy Osmanağa mahallesinde kendi enerji ihtiyacını karşılayan Ekolojik Yeşil Bina uygulamasını içeren bir projenin ekonomik geri dönüşümleri incelenmiştir.

### 2.2.2 Proje Alanı ve Bölge Hakkında Bilgi

Osmanağa, İstanbul'un Anadolu Yakası'nda bulunan Kadıköy ilçesine bağlı 21 mahalleden biridir. Osmanağa mahallesinin güneyinde Caferağa; kuzeyinde Rasimpaşa; kuzeydoğusunda Hasanpaşa; doğusunda Zühtüpaşa; batısında ise Marmara Denizi bulunmaktadır (Şekil 2.2).



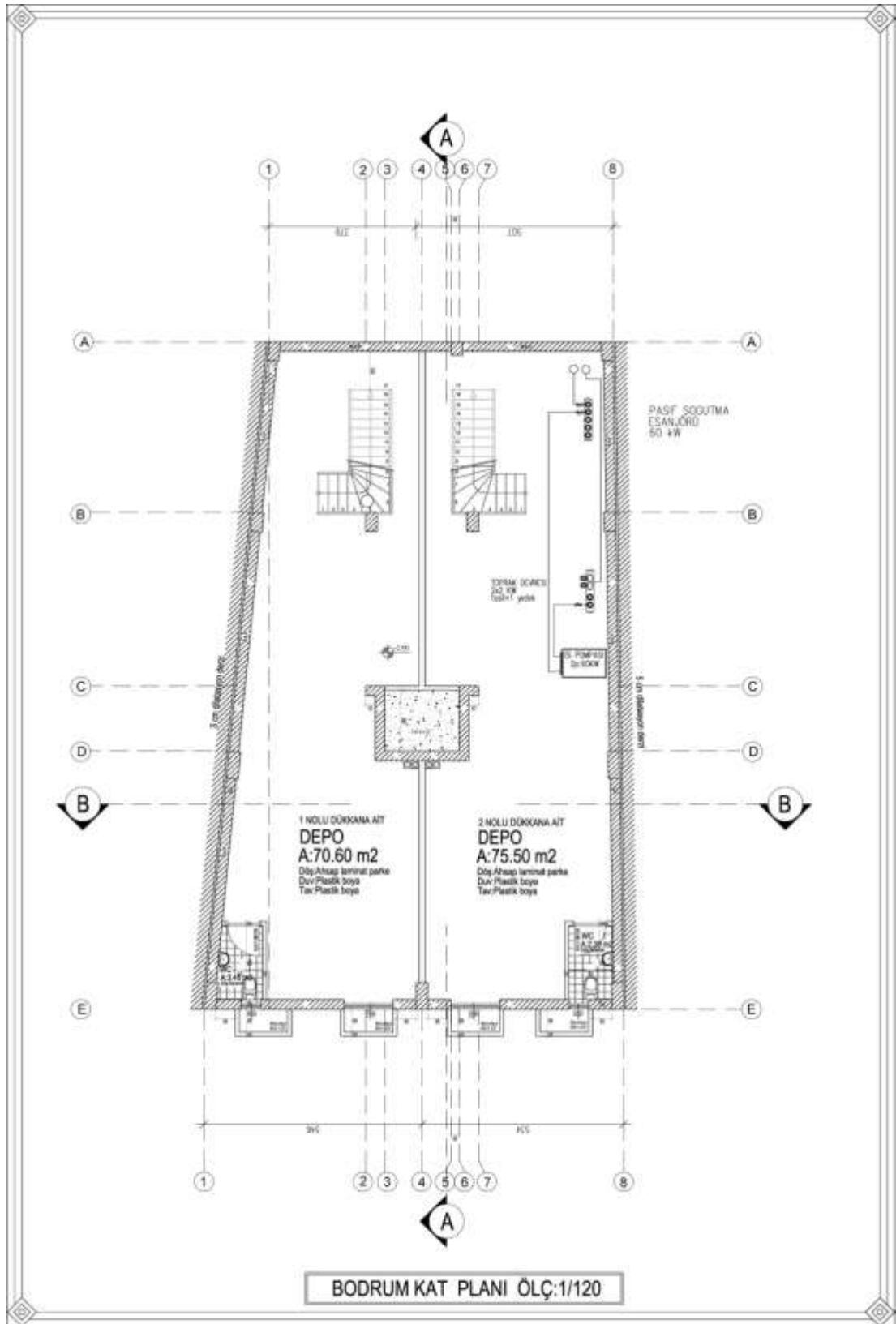
Şekil 2.2 Projenin uygulanacağı bölge uydurüntüleri



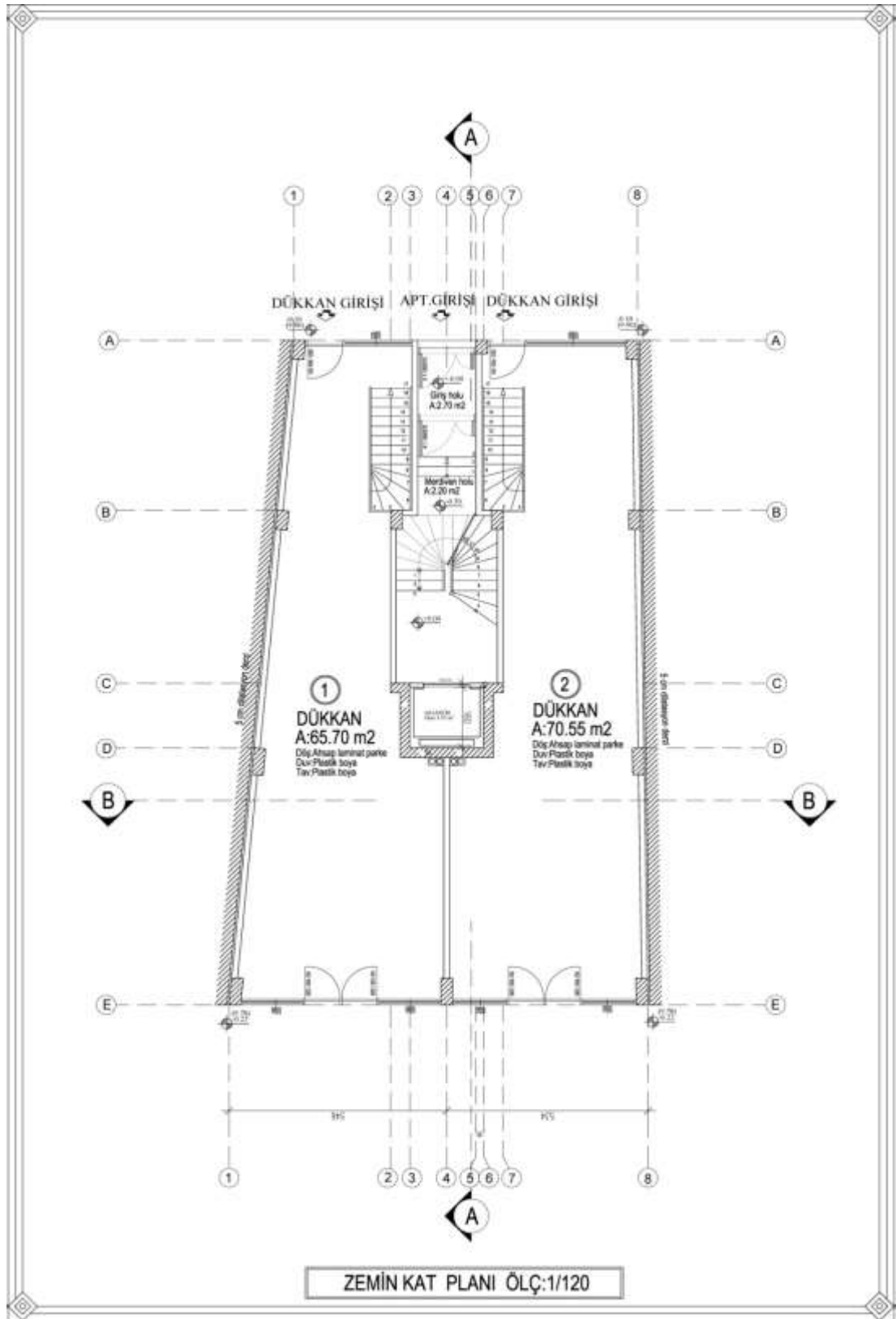
YAPI SAHİBİ	: Veynel Çalğayan ve His
YAPI MÜTEAHHİDİ	: ...
İLİ	: İSTANBUL
İLÇESİ	: KADIKÖY
MAHALLESİ	: OSMANAĞA
SOKAĞI	: MİSKİ AMBER
PAFTA	: 6
ADA	: 1
PARSEL	: 78
ARSA ALANI	: 258,48 m <sup>2</sup>
TAŞIYICI SİSTEM	: B.A.K.
KULLANIM AMACI	: KONUT
İYİFA	: H : 12,50 m
KAT ADEDİ	: 5 KAT (BODRUM KAT DAHİL)
TOPLAM İNŞ.AL.	: 1032,15 m <sup>2</sup>

**Şekil 2.3** Projenin uygulanacağı bölge, alan ve parsel

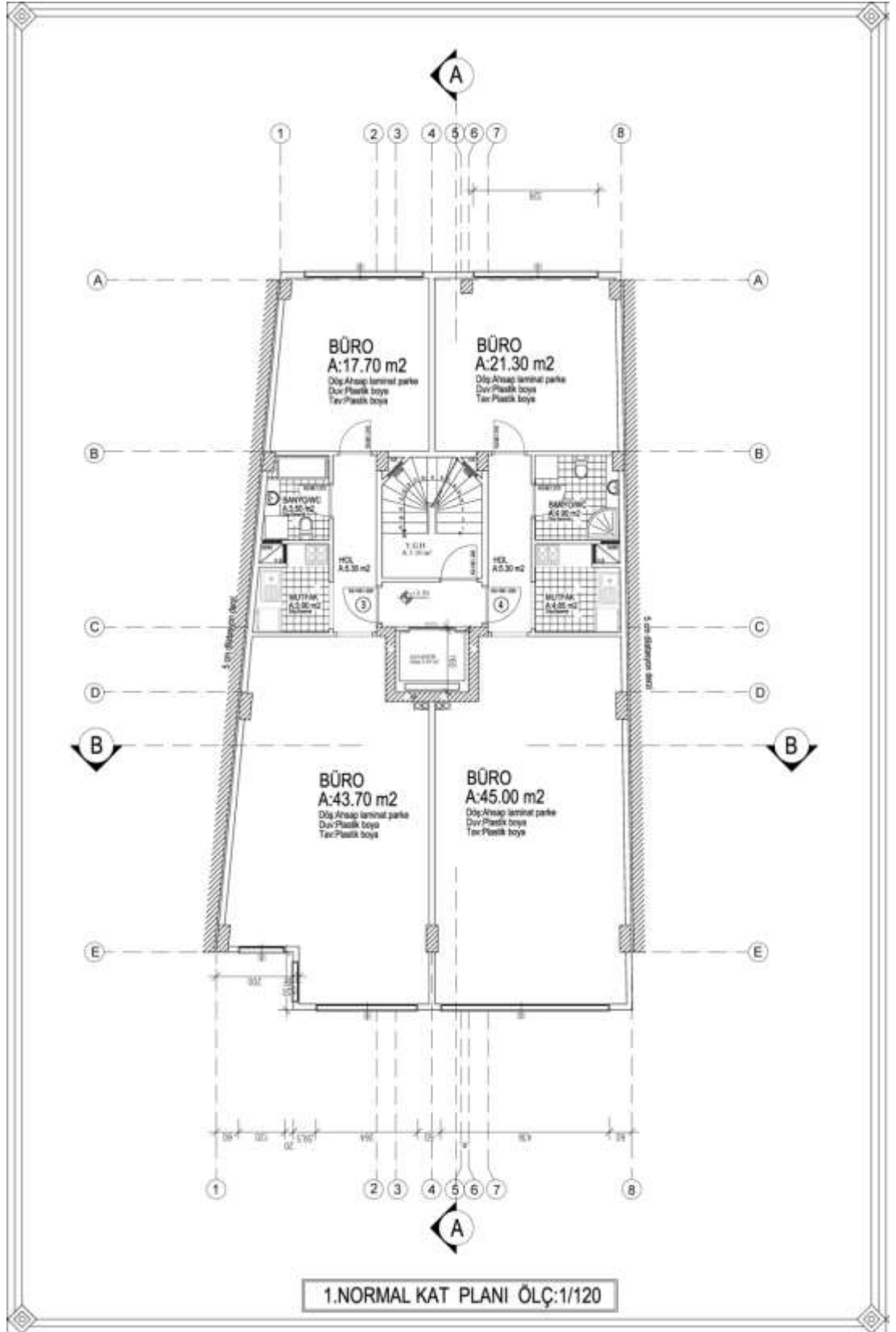
Projenin uygulanacağı bölge uydu görüntüleri Şekil 2.2 de görülmektedir. Şekil 2.3 de görüldüğü üzere 78 numaralı parsel, projenin uygulanacağı alandır. Bu proje kapsamında yapılması planlanan yapının tüm detay çizimleri; Şekil 2.4-2.14 de gösterilmiştir.



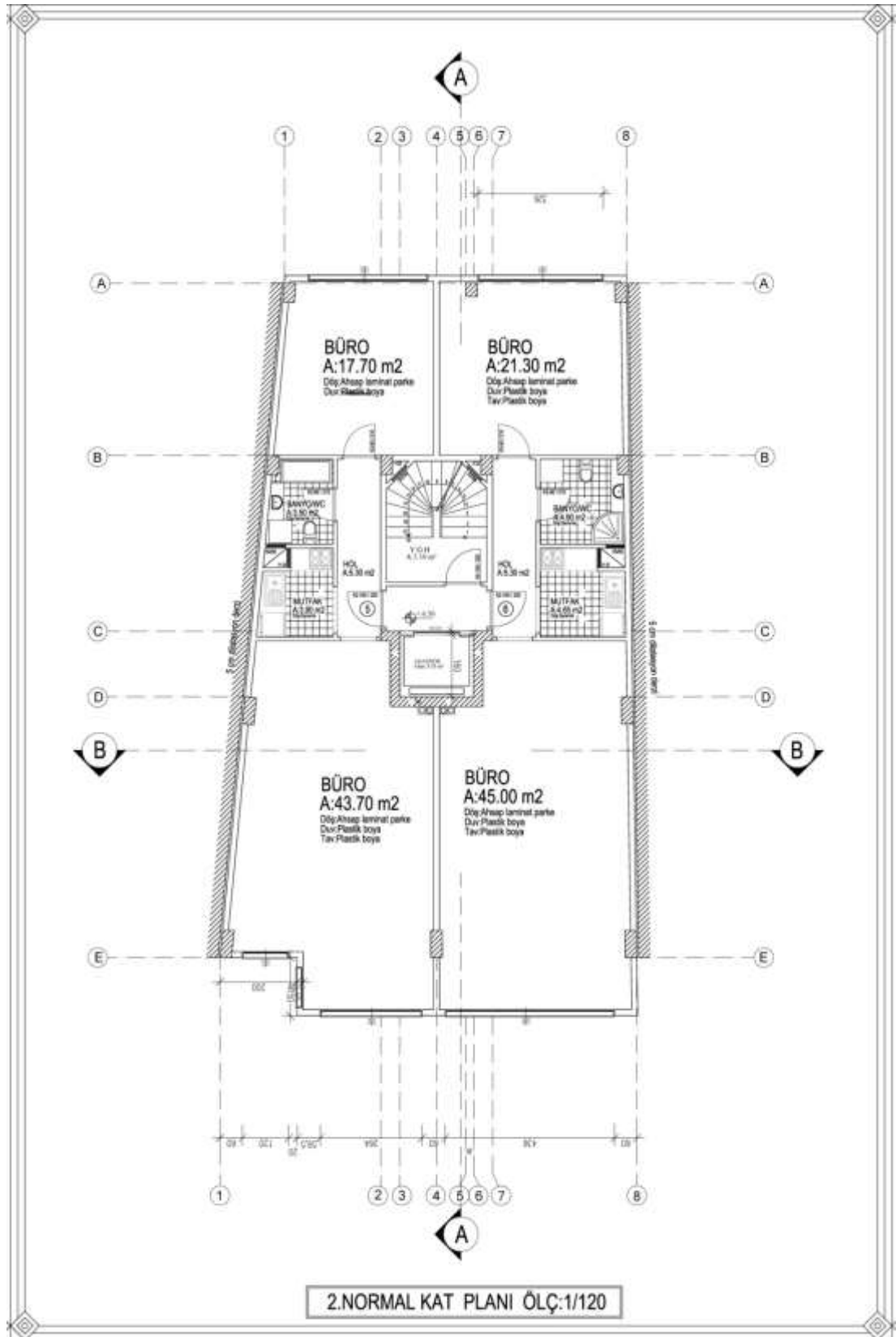
Şekil 2.4 Bodrum kat planı



Şekil 2.5 Zemin kat planı

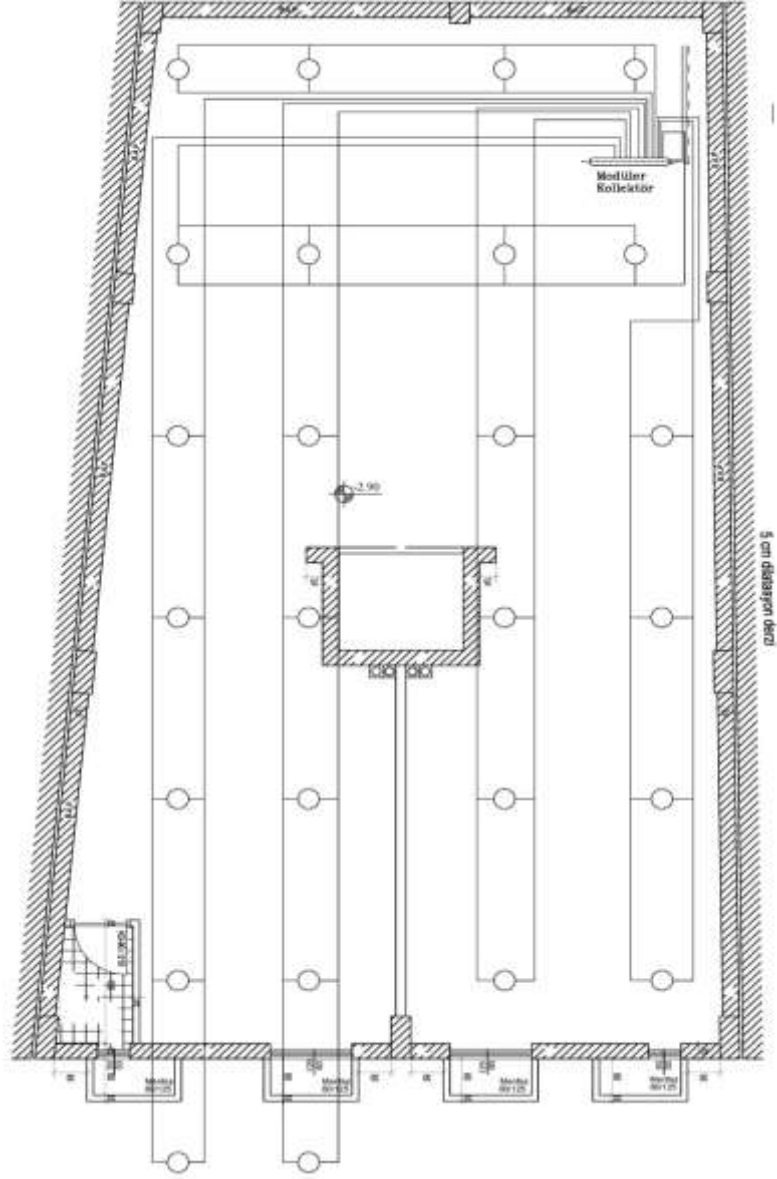


Şekil 2.6 1.Normal kat planı



Şekil 2.7 2.Normal kat planı



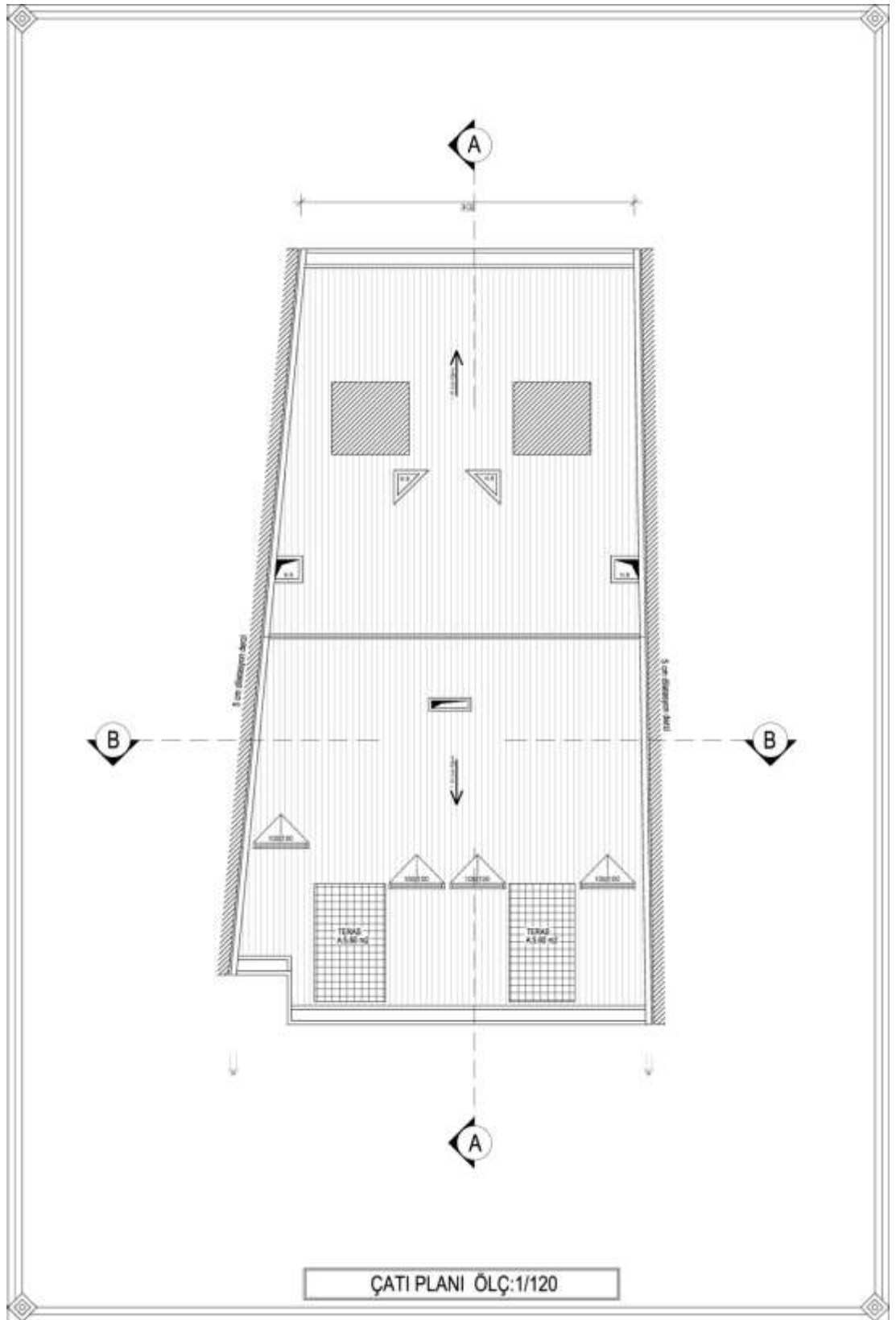


**ENERJİ KAZIKLARI TESİSATI**

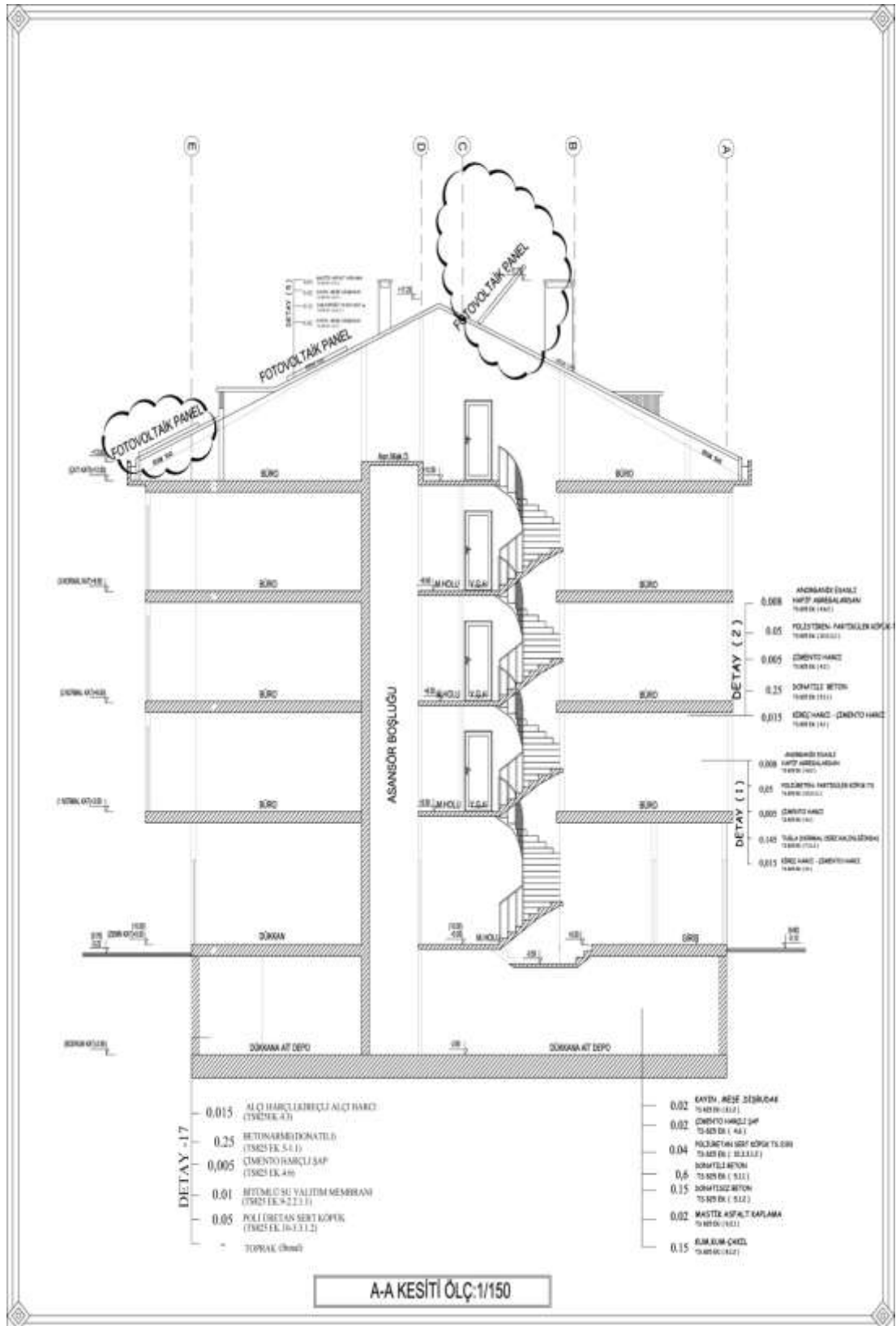
**Şekil 2.8** Isı Pompası Enerji Kazıkları Tesisatı



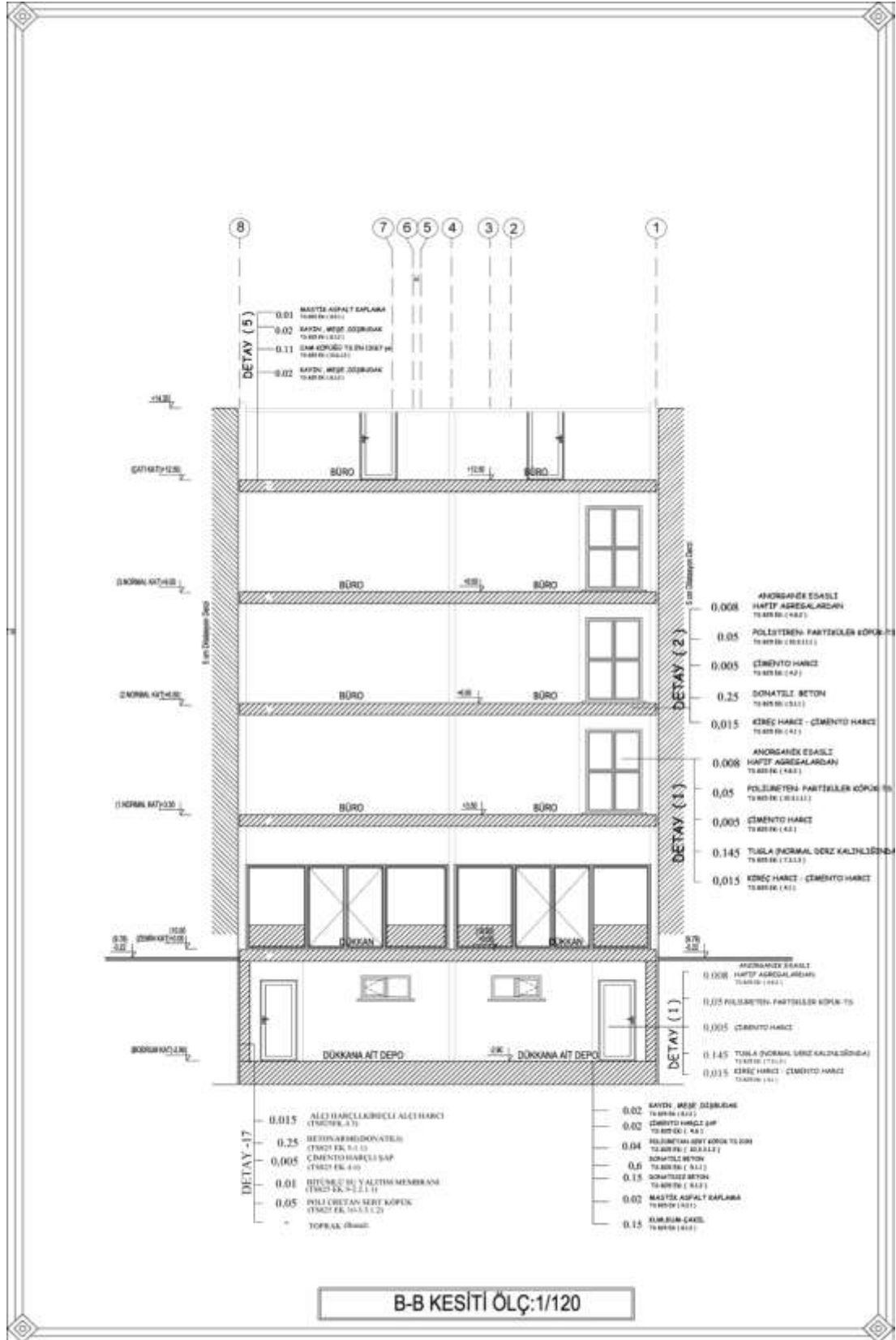
Şekil 2.9 Çatı arası planı



Şekil 2.10 Çatı planı



Şekil 2.11 A-A kesit detay çizimi



Şekil 2.12 B-B kesit detay çizimi



Şekil 2.13 Ön cephe



Şekil 2.14 Arka cephe

Bu projede uygulanacak etkin bina tasarım yaklaşımları alt başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

### 2.2.3 Güneş Enerjisi Kullanımı

Bu proje kapsamında güneş enerjisinden, elektrik üretimi ve aydınlatma olmak üzere iki yöntem yardımıyla faydalanılacaktır. Bu yöntemlerin projeye en uygun şekilde uygulanması sağlanacak ve maliyet-amortisman süresi analizleri yapılacaktır.

#### 2.2.3.1 Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Bu proje kapsamında 6 kWp kurulu güce sahip güneş enerjisi sistemi uygulanacaktır. Uygulanacak sistemde kurulum maliyeti Tablo 2.1 de görülmektedir. Bu proje için kurulacak 6kWp'lik güneş enerjisi sisteminin net kurulum maliyeti 31.063 Euro'dur.

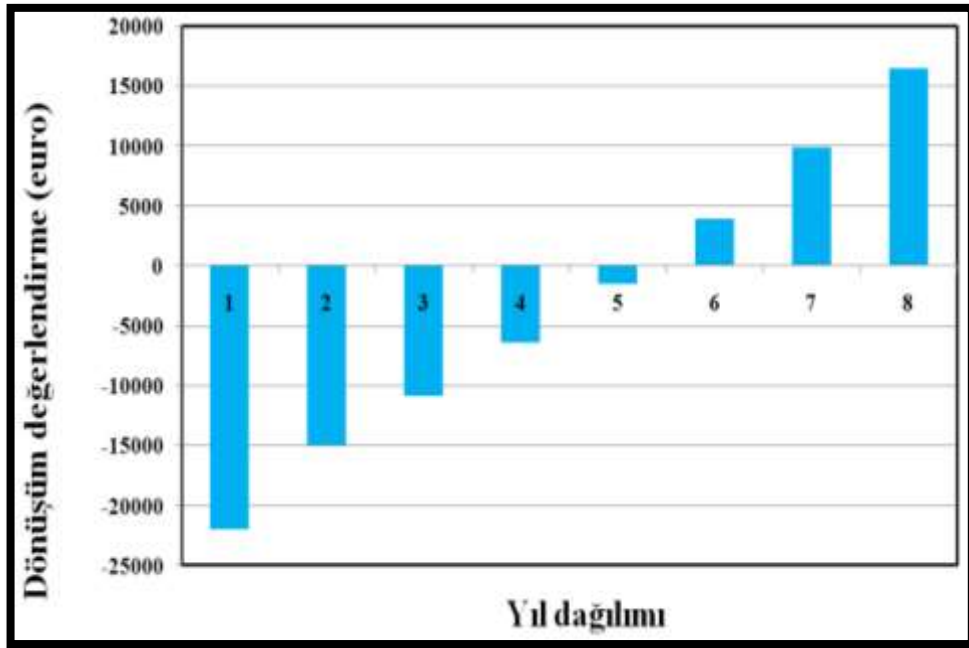
**Tablo 2.1** 6kWp kurulu güce sahip güneş enerjisi sistemi için hazırlanmış maliyet hesabı

1 ADET SOLAR PV MODÜL (991 x 11481 mm) -(1,5m <sup>2</sup> )	= 0,2 KW	ELEKTRİK ÜRETİLMEKTEDİR
ÇATIDAKİ ALAN / 27 ADET SOLAR PV MODÜL GÜCÜ	= 5,44kW /	
SOLAR PV MODÜL KAPLADIĞI ALAN	= 27x1,5m <sup>2</sup> = 40,5m <sup>2</sup>	
1 adet Alman Heckert Solar Nemo P 230 Polikristalin PV modülü İnvertör (Trifazeinvertör) Data Manager  Eğimli çatı montaj sistemi DC Elektrik bağlantı kabloları ve aksesuarları  Koruma panosu		
27	x 975,00 €	= 26.325,00 € + KDV









Bu proje uygulandığında, 5,44kW'lık sistemle ortalama yıllık enerji üretimi 7.000 kWh olması beklenmektedir. 5,44kWp kurulu güce sahip güneş enerjisi sistemi ile yıllık üretim değerleri tablo 2.2de görölmektedir. Tabloda ki hesaba göre sistem performansı 1400 kWp/kWh olarak hesaplanmıştır. Yıllık kazanç; 1400kWp/kWh x5,44kWp = 7.000 kWh olarak hesaplanır. Yıllık geri dönüm bedeli; 7.000 kWh x 0.12 Euro= 840euro olarak hesaplanır.

şekil 2.15 de 10 yıllık sistemin çalışması durumunda, kazanç geri dönümlerinin nasıl olduğu açıkça görölmektedir.

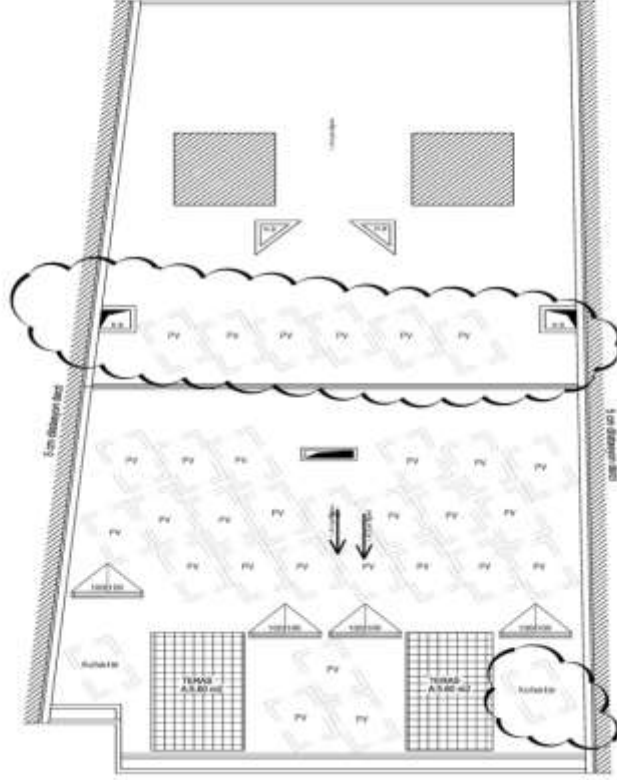


şekil 2.15 Yıllara bağlı amortisman değerleri grafiği.

**Tablo 2.2** Başka bir firmadan alınan fotovoltaik panel teklifi.

Sıra	Miktar	Birim	Ürün Tanımı	Birim Fiyat	Ara Toplam Fiyat
<b>1 Fotovoltaik Sistem</b>					
	56	Adet	 SolarWorld 250 Poly	€ 187,50	€ 10.500
Datasheet					
<b>2 SMA Inverter</b>					
	1	Adet	 SMA İthal 10 sene garantili inverter	€ 3.150,00	€ 3.150
<b>3 Kablo Elemanları - Almanya menşeli</b>					
	56	Metre	 Multicontact ve EgeKablo Solar Kablo 1 x 4 mm <sup>2</sup> , 1 x 6 mm <sup>2</sup> Kablo Nominal Gerilim DC: U <sub>0</sub> /U 900/1500V Malzeme: Çinko kaplı alüminyum Isılama aralığı: -40'den +120°C	€ 0,50	€ 28
Datasheet					
<b>4 MC4 Bağlantı Aparatları</b>					
	56	Adet	 MC4 Bağlantı Aparatları (Plug + Soket) Bir çift MC4 Socket + Plug bağlantı aparatı (dişi ve erkek, 2 ürün)	€ 4,00	€ 224
<b>5 Kurulum Ekipmanları</b>					
	14	kWp	 Konstrüksiyon: Eğimli, duvar çetirler ve zemine monte kurulum ekipmanı. Tek veya çift sıra sistemdir. Kıvrımlı veya çelik çubuk tipine uygundur, her türlü zemine uygulanabilir ve bölgesel yüklerle uygundur. Ortalama Ağırlık : Yaklaşık 5kg/ m <sup>2</sup> (tek sıra) 7 kg /m <sup>2</sup> (çift sıra)	€ 225,00	€ 3.150
Datasheet					
<b>6 Diğer Solar Ekipmanları (Panolar + Trafo)</b>					
	18	KVA	 Parafudur, Sigorta, Ayrıcı, Akım ve Gerilim Ölçü Hücreli, Panolar (TEDAŞ Minimum Seviye KVA Transformatör) ENH Fiyata dahil değildir, AC Sistem Keti Teklif için projelendirme gerekmektedir.	€ 35,00	€ 630
WF BAZILI TOPLAM FİYAT (KDV HARİÇ) :					1.20 €
GENEL TOPLAM (KDV HARİÇ) :					17.665 €

Ayrıca, bu proje için başka bir firmadan da teklif alınmıştır. Alınan teklif aşağıda Tablo 2.4 de sunulmuştur. Tekliften açıkça görüldüğü üzere genel maliyet 17 665 Euro olarak sunulmuştur. İlk teklifle kıyaslandığında, maliyet daha az olacağından ikinci teklifin seçilmesi uygun görülmüştür. Panel yerleşim planı Şekil 2.16 görülmektedir.



**Şekil 2.16** Panel yerleşim planı ölçeksiz

### 2.2.3.2 Aydınlatma (Işık Tüpleri)

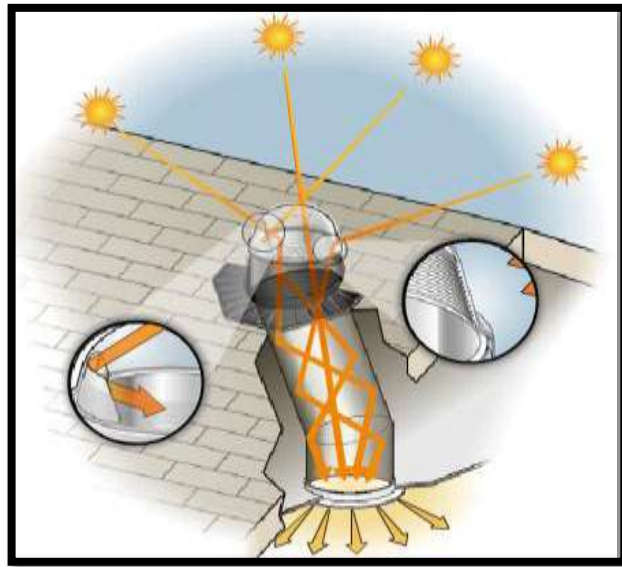
Projede kullanılacak ışık tüpleri, küçük mekan tipi BrightenUpve sanayi tipi Solamaster olmak üzere 2 seridir. BrightenUpserisi, 160 DS ve 290 DS; Solamasterserisi de asma tavanlar için 21-C (60x60 kare difüzer ile birlikte kullanılan), açık tavanlar için ise 21-O modelleri olmak üzere ikişer farklı modelden oluşmaktadır. Aşağıdaki isteğe bağlı aksesuarlar hariç, bir set; Fanus, Çatı Montaj Birimi (Flashing), Boru,(ihtiyaca göre) ve Difüzer olmak üzere 4 kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.17).

**Fanus:** Darbeye dayanıklı akrilik malzemeden üretilmiştir. Fanusun prizmatik yapısı, sabah ve akşam saatlerinde yatay olarak gelen ışınların bile boru içine aktarılmasını sağlar. Bu özellik, fanusu rakipsiz kılmaktadır. Fanus içine (güney yönüne doğru) monte edilen dahili yansıtıcı parça (LITD) da, daha fazla ışığı tüp içine yansıtır.

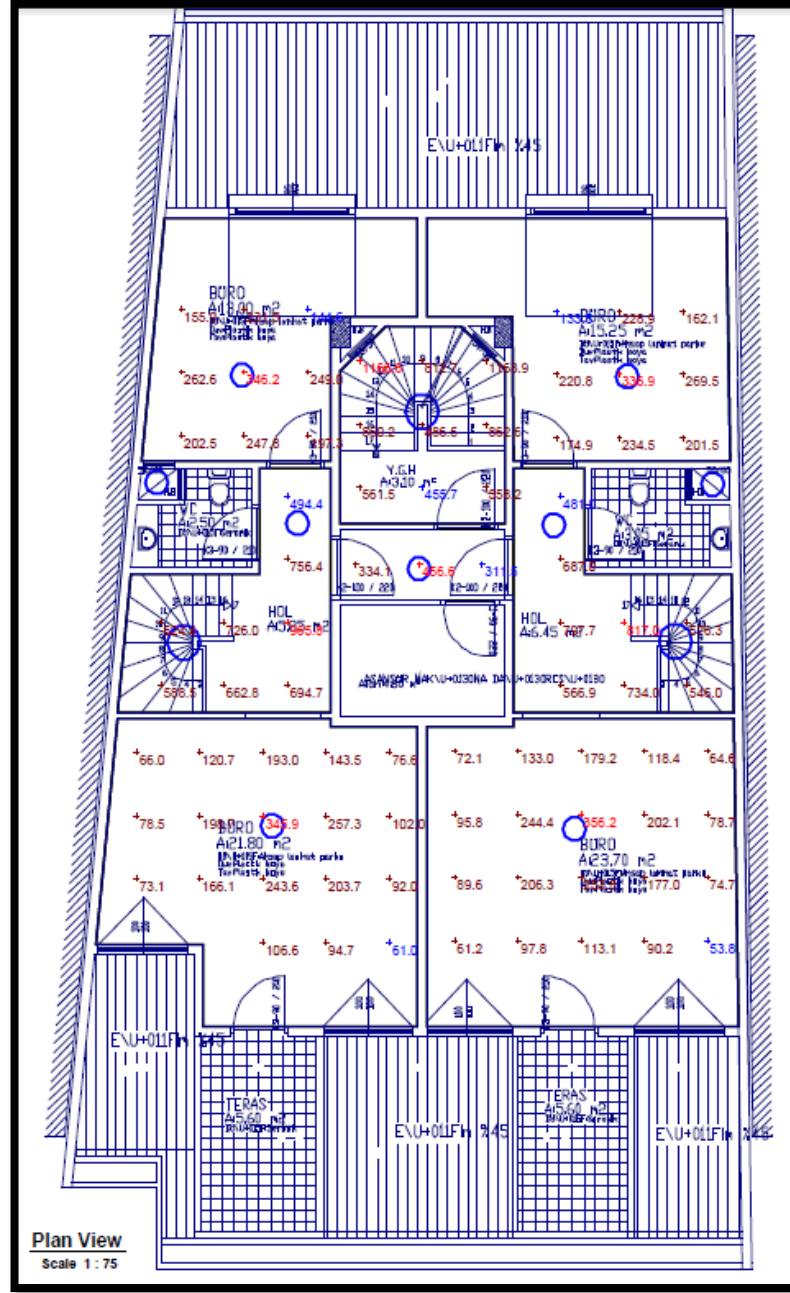
**Çatı Montaj Birimi (Flashing):** Fanus ile çatı kısmı arasında yalıtımı ve montajı sağlayan flashing kısmı bulunmaktadır. Her tip çatıya uyumlu farklı tasarımlı birimler mevcuttur.

**Boru:** Boru uzatması, fanusa ve difüze monte bağlantılı açılı dirsekler ile orta kısımda uzatma borusu olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Alt ve üst dirsekler 30°'ye kadar döndürülebilirerek montaj kolaylığı sağlar. Borular, teleskopik özelliği sayesinde iç içe geçebildiği için istenilen uzunluk, kesme vb. gibi işleme gerek olmaksızın, kolayca gerçekleştirilir.

**Difüzer :** Işığın etkin bir şekilde iç mekana yayılmasını sağlayan bitiş elemanıdır. Buzlu, prizmatik ve optik olmak üzere 3 farklı model bulunmaktadır.



**Şekil 2.17** Işık tüpü setinde bulunan aksesuarlar.



Şekil 2.18 Proje planında ışık tüplerinin uygulaması.

Şekil 2.18, bu proje kapsamında uygulanacak ışık tüpü tasarımının çizimlerini göstermektedir. Bu proje kapsamında ışık tüpleri çatı katı için uygulanabilir olup, çatı katında etkili bir aydınlatma sağlayacaktır. Tüm bina düşünüldüğünde merdiven boşluklarında da uygulanacak ışık tüpleri, gündüz merdiven boşluklarında etkili bir

aydınlatma sağlayacaktır. Buda gündüz karanlık mekanlarda elektrik tüketimini azaltacaktır.

**Tablo 2.2** Proje kapsamında aydınlatılacak bölgeler ve aydınlatma dereceleri.

<b>İSTATİSTİK</b>			
<b>Tanım</b>	<b>Sembol</b>	<b>Ortalama</b>	<b>Maksimum</b>
Asansör Önü	+	367.4 Lüx	456.6 Lüx
Büro 13 m <sup>2</sup>	+	226.4 Lüx	346.2 Lüx
Büro 15 m <sup>2</sup>	+	218.1 Lüx	336.9 Lüx
Büro 21 m <sup>2</sup>	+	145.7 Lüx	345.9 Lüx
Büro 23 m <sup>2</sup>	+	138.1 Lüx	356.2 Lüx
Hol 5m <sup>2</sup>	+	689.1 Lüx	965.8 Lüx
Hol 6 m <sup>2</sup>	+	650.7 Lüx	817.0 Lüx
Orta merdiven holü	+	769.8 Lüx	1166.6 Lüx

Tablo 2.2, bu proje kapsamında aydınlatılacak bölgeleri ve aydınlatma değerlerini göstermektedir. Hollerin diğer bölgelere göre daha karanlık olması ve aydınlatmaya daha gerekli görülmesi sebebiyle, hollerde daha etkili bir aydınlatma yapılmak istenmiştir. Tüm bölgelerde elde edilebilecek maksimum ve ortalama aydınlatma değerleri lüx birimi cinsinden tablo 2.2’de verilmiştir.

**Tablo 2.3** Bu proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü ebatları ve aydınlatma potansiyeli

MODEL	BORU ÇAPı	AYDINLATMA ALANI	POTANSİYEL	TOPLANAN İŞİK AKISI
Brighten Up® 160 DS	250 mm	14 - 19 m <sup>2</sup>	6 m	3,000 - 4,600
Brighten Up® 290 DS	350 mm	23 - 28 m <sup>2</sup>	9 m	6,000 - 9,100
SolaMaster® 330 DS&750 DS -C	530 mm	38 m <sup>2</sup>	12 m	13,500 - 20,500
SolaMaster® 330 DS&750 DS -O	530 mm	40 m <sup>2</sup>	12 m	13,900 - 20,800

Tablo 2.3'de ise, kullanılacak aydınlatma tüplerinin boru ebatları, potansiyel aydınlatma alanları ve toplayabilecekleri ışık akışları sunulmuştur.

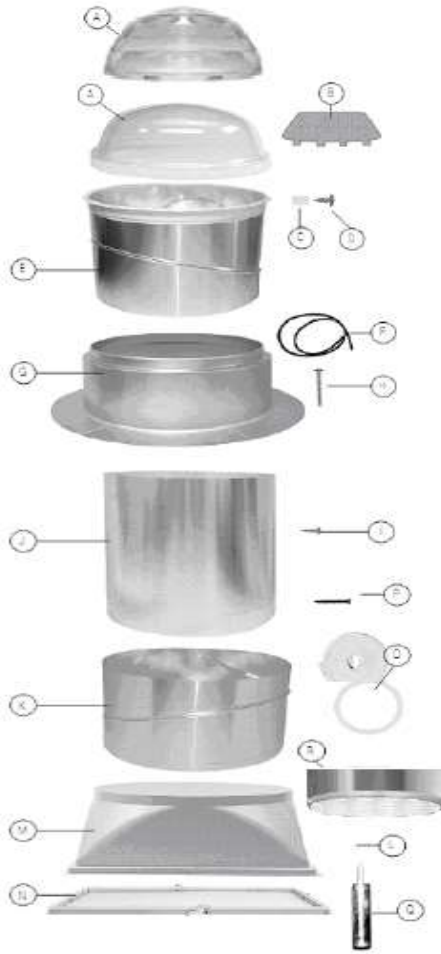
### Solatube Brighten Up® Serisi Parça Listesi



- A - Fanus (akrilik) Raybender® 3000 Teknolojisi ile
- B - LightTracker™ Reflektör
- C - Shock İç Fanus (İsteğe Bağlı)
- D - Fanus Halkası Vidası #8 x 1 in (25 mm)  
(Phillips kafalı, matkap uçlu)
- E - Flashing Vidaları #10 x 2" (50 mm)  
(Truss Phillips kafalı ve özel kaplamalı)
- F - Flashing (Flashing seçeneklerine bakınız)
- G - SpectraLight® Infinity Açılı Üst Dirsek  
(Açılı üst dirsek ve şeffaf fanus halkasından oluşur)
- H - Fanus Yalıtım Fitolü (Siyah renkli)
- I - SpectraLight® Infinity Uzatma borusu (isteğe bağlı)
- J - SpectraLight® Infinity  
0-90 Derece Uzatma Borusu (optional)
- K - Boru Vidası #8 x 3/8 in (10 mm)
- L - SpectraLight® Infinity Açılı Alt Dirsek  
(Açılı alt dirsek ve plastik tavan halkası )
- M - Tavan Alçıpan Vidası
- N - Difüzör (Diffüzer Seçeneklerine Bakınız)
- O - Alüminyum Bant 2" (50mm) x 18' (5.5m) (Roll)
- P - Sızdırmazlık Sağlayıcı Çatı Yalıtım Macunu
- Q - Yalıtım ve Montaj Kiti Aşağıdaki Parçalardan oluşur :  
LightTracker™ Reflektör  
Tavan Alçıpan Vidaları  
Flashing Vidaları  
Fanus Halkası Vidaları  
Fanus Yalıtım Fitolü  
Alüminyum Bant  
Boru Vidaları

Bu proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü aydınlatma sisteminde kullanılacak tüm elemanlar BrightenUp serisi için sunulmuştur. Yukarıda da görüldüğü üzere, ışık tüpü aydınlatma sistemi 17 parçadan oluşmaktadır.

### Solatube Solamaster® Serisi Parça Listesi



- A - Şok Fanus**  
Yüksek Hızda Rüzgar Alan alanlar için
- B - LightTracker™ Reflektör**
- C - Fanus Vida Başlığı**
- D - Fanus Vidaları -#8 x 3/4" (20mm) (Phillips başlı, Matkap ucu)**
- E - Spectralight® Açılı Üst Dirsek (açılı üst dirsek, fanus halkası ve akrilik bant))**
- F - Fanus Yalıtım Fıtlı (siyah renkli)**
- G - Flashings (flashing seçeneklerine bakınız)**
- H - Flashing Vidaları #10 x 2" (50mm) (Truss Phillips başlı ve özel kaplamalı)**
- I - Boru Vidası #8 x 3/4" (20mm)**
- J - Spectralight® 24" (600mm) Uzatma Borusu (İsteğe Bağlı)**
- K - Spectralight® Açılı Alt Dirsek \*Depo tipi kit de bulunmaz**
- L - Alçıpan Montaj Vidası #6 x 1 1/2" (37.5mm) Bugle Flat Head Phillips**
- M - Kare Adaptör \*Depo tipi kit de bulunmaz**
- N - Difüzör (Difüzör Seçeneklerine Bakınız)  
\*Depo tipi kit de bulunmaz**
- O - Difüzör Yalıtım Bantı (Sarı) \*Depo tipi kit de bulunmaz**
- P - Alüminyum Bant 2" (50mm)x 18" (5.5m) (Sarı)**
- Q - Çatı Yalıtım Macunu (Her bir unite için 3 tüp önerilir)**
- R - Açık Tavan Difüzör (sadece depo tipi için)**
- S - Yalıtım ve Montaj kiti aşağıdakileri içerir::  
LightTracker™ Reflektör  
Fanus vidaları ve vida başlıkları  
Fanus halkası yalıtıcısı  
Flashing Vidaları**

Bu proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü aydınlatma sisteminde kullanılacak tüm elemanlar Solamaster serisi için sunulmuştur. Yukarıda da görüldüğü üzere, ışık tüpü aydınlatma sistemi 19 parçadan oluşmaktadır.



**Tablo 2.4** Brighten UP 290 DS model ışık tüpü için maliyet hesabı tablosu.













ÜRÜN GRUBU	AÇIKLAMA	ÜRÜN KODU	BİRİM FİYATI (USD)	ÜRÜN ADETİ	TOPLAM (USD)
ANA SET	 Ana Set(Açılı Üst Dirsek+Açılı Alt Dirsek+Fanus+Yansıtıcı Parça+Montaj Kiti)	121595	\$230.75	1	\$230.75
UZATMA BORUSU	 60 cm Uzatma Borusu	300320	\$74.90	0	\$0.00
DİFÜZER	 Vusion	421305	\$36.55	1	\$36.55
	 Optik	422210	\$101.00	0	\$0.00
ÇATI YALITIM BİRİMİ	 Düz Metal	200430	\$70.20	1	\$70.20
	 Açılı Metal	230870	\$165.00	0	\$0.00
İSTEĞE BAĞLI AKSESUARLAR	 240 Volt Elektrikli Aydınlatma Kiti	510120	\$113.50	0	\$0.00
	 90 ° Açılı Boru	301980	\$106.25	0	\$0.00
	 Işık Ayar Kiti(Dimmer)	570002	\$273.90	0	\$0.00
	 Dimmer Anahtarı	570004	\$64.80	0	\$0.00

<b>BİRİM SATIŞ FİYATI:</b>	<b>\$337.50</b>
----------------------------	-----------------

Tablo 2.4, bu proje kapsamında kullanılacak Brighten UP 290 DS model ışık tüpü için maliyet hesabını göstermektedir. Sistemin uygulamasında kullanılacak tüm ekipmanlar, modelleri ve fiyatları tablo da sunulmuştur. Tablo 2.4'e göre, kullanılacak tüm ekipmanların birim maliyeti 337.50 dolar olarak hesaplanmıştır. Bu maliyet hesabına göre, maliyetin büyük bir bölümünü ana set elamanının oluşturduğu açıkça görülmektedir. Proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü aydınlatma sistemi

için isteğe bağlı aksesuarlar kullanılmayacaktır. Bu aksesuarların kullanılması maliyeti artıracığından, bu proje kapsamında uygun görülmemiştir.

**Tablo 2.5** Solamaster 330 DS-O model ışık tüpü için maliyet hesabı tablosu.

ÜRÜN GRUBU	AÇIKLAMA	ÜRÜN KODU	FİYATI (USD)	ÜRÜN ADETİ	TOPLAM (USD)
FANUS, İÇ FANUS ve FANUS HALKASI	 330 DS	512000	\$187.23	1	\$187.23
	 750 DS	512020	\$216.90	0	\$0.00
	 330 DS / 750 DS	509200	\$97.52		\$0.00
UZATMA BORUSU	 80 cm Uzatma Borusu	300380	\$145.14	1	\$145.14
DIFFUSOR	 Prizmatik	420200	\$66.42	1	\$66.42
	 Optik	420210	\$110.85		\$0.00
ÇATI YALITIM BİRİMİ	 Düz Metal	201110	\$172.44	1	\$172.44
	 Açılı Metal	201130	\$108.87		\$0.00
İSTEĞE BAĞLI AKSESUARLAR	 Güvenlik Çubuğu	480000	\$18.15		\$0.00
	 Güvenlik Kiti	700550	\$3.24		\$0.00
	 Işık Ayar Kiti (Dimmer)	570003	\$335.87		\$0.00
	 Dimmer Anahtarı	570004	\$70.86		\$0.00

<b>BİRİM SATIŞ FİYATI:</b>	<b>\$571.23</b>
----------------------------	-----------------

Tablo 2.5, bu proje kapsamında kullanılacak Solamaster 330 DS-O model ışık tüpü için maliyet hesabını göstermektedir. Sistemin uygulamasında kullanılacak tüm ekipmanlar, modelleri ve fiyatları tablo da sunulmuştur. Tablo 2.5'ye göre, kullanılacak tüm ekipmanların birim maliyeti 571.23 dolar olarak hesaplanmıştır. Bu maliyet hesabına göre, maliyetin büyük bir bölümünü ana set elamanının oluşturduğu açıkça görülmektedir. Proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü aydınlatma sistemi

için isteğe bağlı aksesuarlar kullanılmayacaktır. Bu aksesuarların kullanılması maliyeti artıracığından, bu proje kapsamında uygun görülmemiştir.

**Tablo 2.6** Proje kapsamında yapılacak ışık tüpü aydınlatma sistemi genel maliyet analizi.

Ürün adı	Açıklama	Adet	Birim Satış Fiyatı	Toplam Satış Fiyatı
Brighten up 290 DS	***Uzatma borulu	2	\$337.50	\$675.00
Solamaster 330 DS-O		1	\$571.23	\$571.23
TOPLAM		3		\$1246.23
Özel İndirim Oranı, %		5		\$62.31
		10		\$118.39
<b>ÜRÜN TOPLAM BEDELİ</b>				<b>\$1065.53</b>
	<b>Açıklama</b>	<b>Adet</b>	<b>Birim Satış Fiyatı</b>	<b>Toplam Satış Fiyatı</b>
MONTAJ BEDELİ		3	\$100.00	\$300.00
YALITIM BEDELİ		3	\$50.00	\$150.00
NAKLİYE	Depo teslim		\$0.00	\$0.00
<b>SERVİS TOPLAM BEDELİ</b>				<b>\$450.00</b>

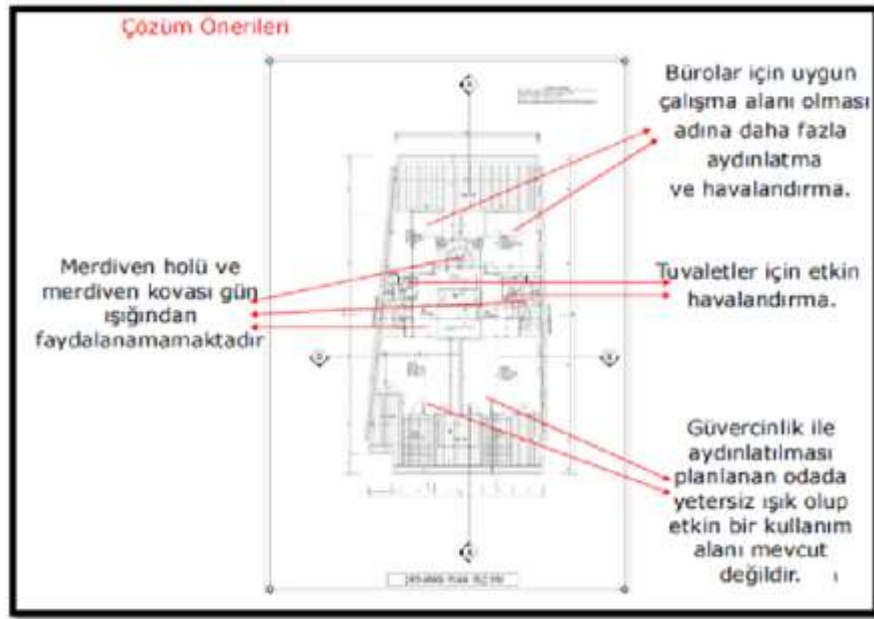
<b>PROJE FİYAT TEKLİFİ, \$</b>	<b>1515.53</b>
--------------------------------	----------------

Tablo 2.6, proje kapsamında yapılacak ışık tüpü aydınlatma sisteminin genel maliyet analizi sunmaktadır. Tablodan da açık bir şekilde görüldüğü üzere, projenin genel maliyeti 5.862.27 dolar olarak hesaplanmıştır. Bu proje kapsamında kullanılacak ışık tüpü aydınlatma sisteminde, kullanılacak malzemelerin fiyatları 4.062.27 dolar; montaj ve yalıtım giderleri ise 1.800.00 dolar olarak hesaplanmıştır. Bu proje kapsamında bu firmanın dışında başka bir firmadan da alınan teklif değerlendirilmiş bulunup, en uygun fiyatın yukarıda bahsedilen fiyatlar olduğu görülmüştür.

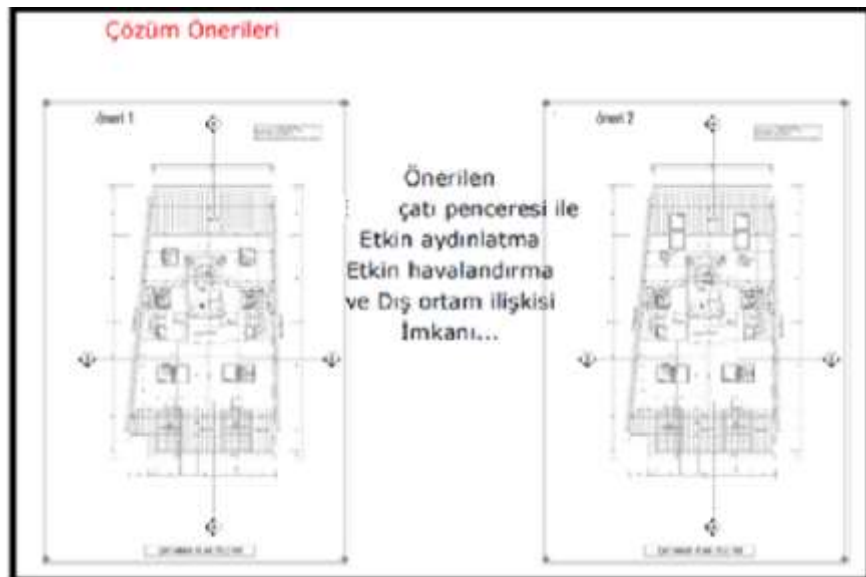
### 2.2.3.3 Çatı Katı Aydınlatma ve Havalandırma Sistemi

Çatı katı aydınlatma ve havalandırma sistemleri, sağlıklı bir aydınlatma ve havalandırma için çok etkili sistemlerdir. Bu proje kapsamında yapılması planlanan çatı katı aydınlatma ve havalandırma sistemlerinin bir uygulaması sunulmuştur. Sistemin maliyet analizleri yapılarak, detaylarıyla verilmiştir. Bu sistemlerin

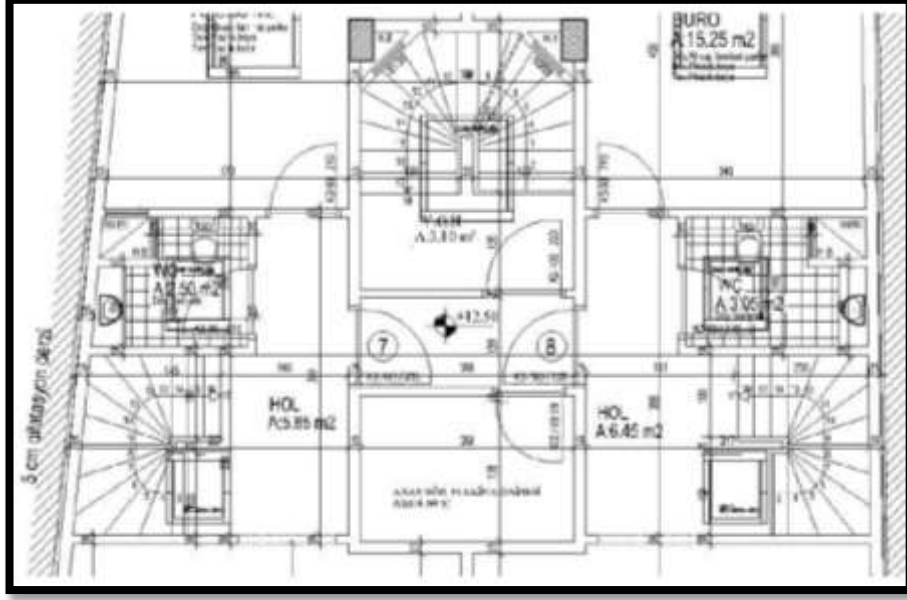
tasarımıyla; bürolar için uygun çalışma alanı olması adına daha fazla aydınlatma ve havalandırma yapılabilmekte, tuvaletler için etkin havalandırma yapılabilmekte ve merdiven kovası ve holü bu sistemle daha etkili aydınlatılabilmektedir. Şekil 2.19 ve 2.19 da bu projede uygulanacak aydınlatma ve havalandırma sistemi detaylandırılmış.



Şekil 2.19 Proje planında çatı aydınlatma sistemi



Şekil 2.20 Proje kapsamında önerilen 2 adet çatı aydınlatma sistemi



Şekil 2.21 Proje kapsamında önerilen çatı aydınlatma ve havalandırma sistemi detayları



Şekil 2.22 Proje kapsamında önerilen çatı aydınlatma ve merdiven kovası sistemi

Şekil 2.21 ve 2.22 bu proje kapsamında yapılması planlanan çatı katı aydınlatma penceresi ve merdiven kovası aydınlatma sisteminin detaylarını sunmaktadır.

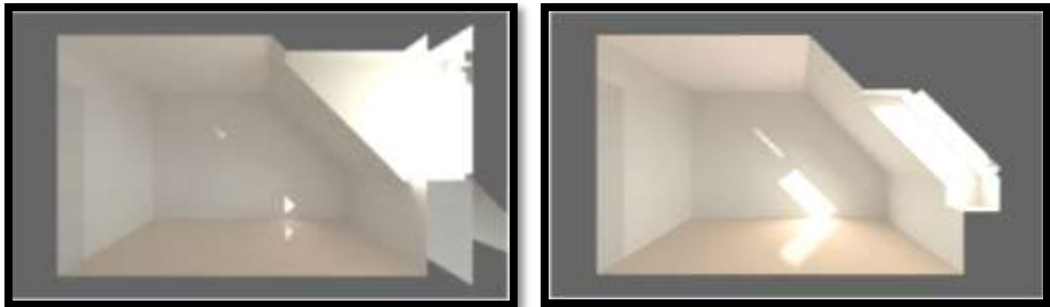


Eski kesit



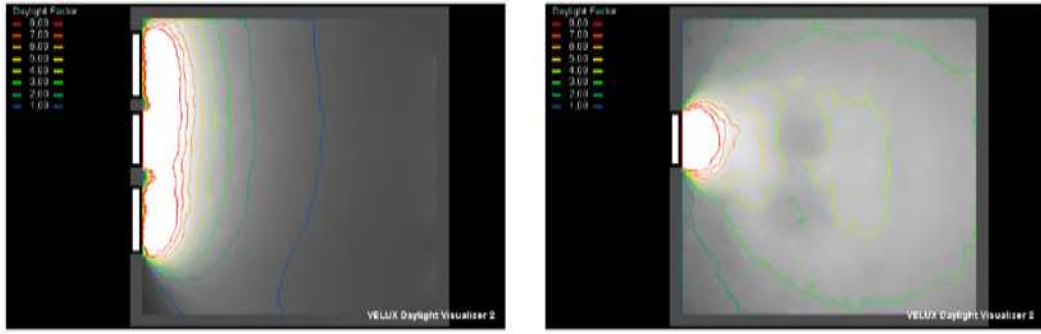
Yeni kesit

Şekil 2.23 Proje kapsamında önerilen aydınlatma ve havalandırma sistemi eski ve yeni kesit detayları

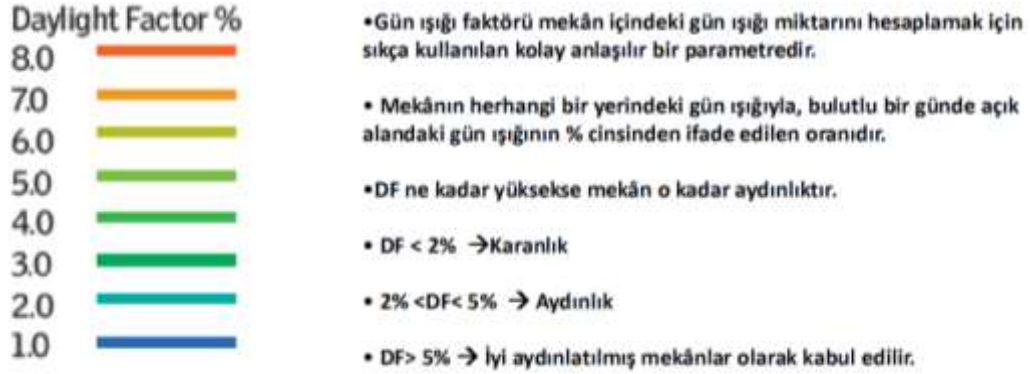


Şekil 2.24 Proje kapsamında önerilen güvercinlik ve çatı penceresi

Şekil 2.23 ve 2.24 de, bu proje kapsamında yapılması planlanan güvercinlik ve çatı penceresi uygulamasının çizim ve görsel sunumlarını göstermektedir. Şekil 2.25 de projenin çatı katı aydınlatma yapılmadan önceki kesit çizimiyle proje uygulandıktan sonraki kesit çizim detayları karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.25 Proje kapsamında önerilen aydınlatma ve havalandırma sistemi aydınlanma derecesi



Şekil 2.26 de proje kapsamında yapılması planlanan aydınlatma ve havalandırma sisteminin, çatı katı aydınlatmasında kullanılacak pencere detay çizimleri ve proje tamamlandıktan sonra ki görsel görüntüsü sunulmuştur. Bu sistemle diğer pencereler aynı kalmak şartıyla arka taraftaki bürolarda alt alta ikili kombinasyon çatı penceresi kullanılarak hem aydınlık-havalandırma hem de dış ortam ilişkisi sağlanacaktır.





**Tablo 2.8** Proje kapsamında yapılacak çatı aydınlatma ve havalandırma sistemi ikinci bir firmadan alınan teklif ve genel maliyet analizi.

Sıra	Ürün Açıklaması	Miktar	Birim	Birim Fiyat	Net Tutar
1	SUNVIA SVT-550-AC Çap:550mm Kubbe.Kubbe Kaidesi.Eğimli çatı kaidesi.Difüzör(KT)	1	set	266.25 €	266.25 €
2	SUNVIA SVT-550 Reflektif Kanal - 1.25 Mt.	1	adet	108.75 €	108.75 €
3	SUNVIA SVT-350 Kubbe	2	adet	60.00 €	120.00 €
4	SUNVIA SVT-350 Kubbe Kaidesi Sıvama	2	adet	41.25 €	82.50 €
5	SUNVIA SVT-350 Düz Çatı Kaidesi Sıvama	2	adet	56.25 €	112.50 €
6	SUNVIA SVT-350 Reflektif Kanal - 1.25 Mt.	8	adet	86.25 €	690.00 €
7	SUNVIA SVT-250 Direk-90	2	adet	97.50 €	195.00 €
8	SUNVIA SVT-250 Reflektif Kanal - 0.60 Mt.	6	adet	37.50 €	225.00 €
9	SUNVIA SVT-250 Kapalı Tavan Difüzör	6	adet	56.25 €	337.50 €
<b>GENEL TOPLAM</b>					<b>2,137.50 €</b>

#### 2.2.4 Yağmur Suyunun ve Gri Suyun Tekrar Kullanımı

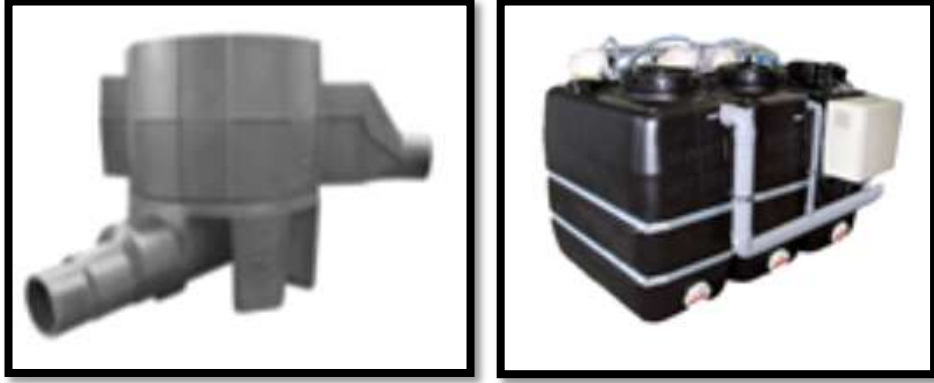
Bu proje kapsamında uygulanacak yağmur suyu ve gri su arıtma sisteminde kullanılacak ürünler aşağıda sunulmuştur. Şekil 2.13 a-b proje kapsamında kullanılacak yağmur suyu ve gri su sistemleri in kullanılacak ürünleri göstermektedir.

- **Yağmur Suyu Filtresi Inline-Filtre Zemin üstü:** En az %90 verimle çalışan, kendini temizleme özelliği ile düşük bakım ihtiyacı bulunan, Alman standartları DIN 1986`yı sağlayan, zemin üstü montaja uygun, ağ genişliği 0,35 mm, DN 150 bağlantılarla maksimum 450 m<sup>2</sup> çatı yüzey alanı yağmur suyu filtresidir.
- **Gri Su Sistemi GWM 950:** Gri su sistemi, günlük olarak 0,95 m<sup>3</sup> az kirlenmiş atık suyu (gri su) Membran Bioreaktör Teknolojisiyle (BMT) kullanıp işler. Lavaboların yanı sıra duştan, küvetten gelecek az kirlenmiş atık su için gri su sistemi membrane teknolojisini kullanır (BMT). DIN 19650 class 2, DIN EN 1717 standartlarına uygun tasarlanmış, üretilen proses suyu, duşta ve lavaboda kullanılan suyun işlenerek tuvalet sifonlarında, sulamada ve diğer temizlik işlerinde yeniden kullanılabilmesi için EU yönetmeliği 76/160/EWG

gereksinimlerine uygundur. Kullanıcı, suyu kullanana kadar işlenmiş su deposunda kalır. Gerekli havalandırma pompalı komple sistem, işlenmiş gri suyun BMT tankına alınmasının kontrolü için daldırılabilir pompa, daldırılabilir 38 nm gözenekli BMT vasıtasıyla arınmış proses suyu sağlayan GEP modülü – BMT tankın membranı, tank içerisindeki proses suyu eksikliğinde SPS-kontrol programı ile şebeke suyuna otomatik bağlanmasını sağlayan işletim düzenleyicisi, (opsiyonel olarak yağmur suyu hattına bağlanabilme), GEP-Gri su sistemi GWA Filtrasyon performansını güncel olarak görüntüleme, işletim zamanı göstergesi, ekstra opsiyonel olarak tatil zamanı için tasarruf programı. Zemin üzerine monte gri su işleme sistemi.

Bu projede kullanılacak yağmur suyu ve gri su arıtma sisteminde kullanılan ekipmanların kesit çizimleri şekil 2.27-2.29 da görülmektedir. Yağmur suyu ve gri su sistemi genel maliyet analizi tablo 2.13 de görülmektedir. Bu sistemlerin genel maliyeti 21000 Euro olarak hesaplanmıştır.

Her iki sistemin bakım ve onarım maliyetleri çok düşüktür. Tablo 2.10'dan da görüldüğü üzere gri su arıtma sisteminin kurulum maliyeti yağmur suyu arıtma sisteminin maliyetinden çok daha fazladır. Gri suyun yağmur suyundan çok daha fazla kirli olması sebebiyle, gri suyun arıtılabilmesi için daha hassas bir yapıya sahip filtreler kullanılacaktır. Buda maliyeti yağmur suyu arıtma sistemine göre daha da artıracaktır.



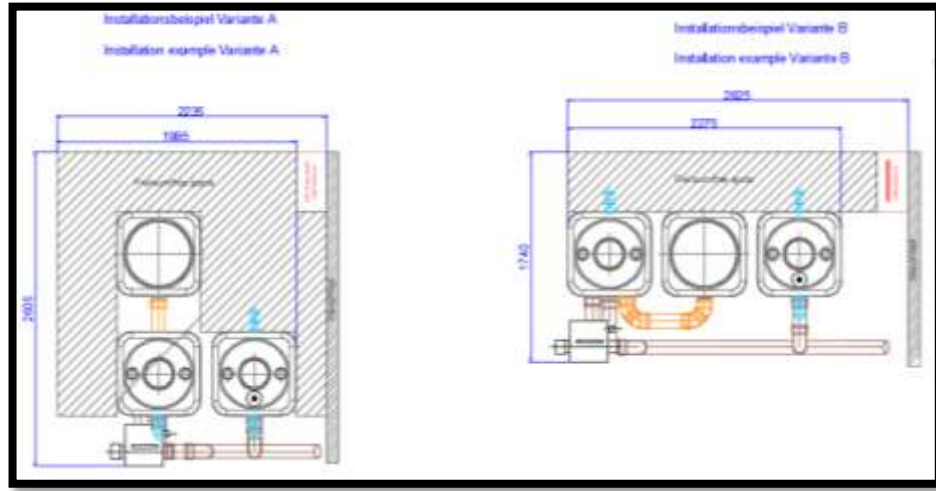
(a)

(b)

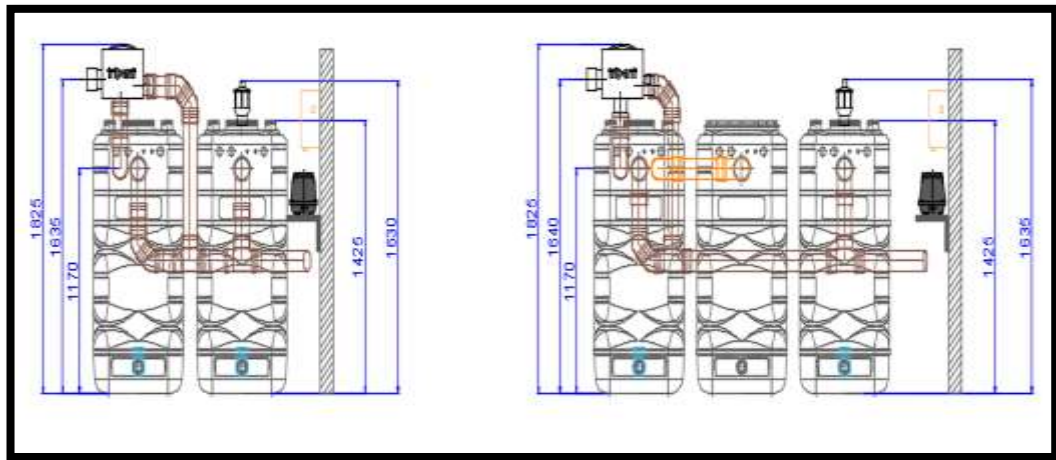
**Şekil 2.27** Proje kapsamında kullanılan; a) yağmur suyu sistemi, b) gri su sistemi

Türkiye de gri su sistemleri kurma konusunda çalışan firmalarından bazıları Aktif Isı, Özman Taahhüt Ltd Şti. vs.dir. Binalarda , İlgili firmalar tarafından taahhüdü yerine getirilen gri su geri kazanım sistemleri ile % 50 ye varan su tasarrufu sağlanabilmektedir. Tüketim günlerinin sayısı konutun gerçekten işgal edildiği süreye eşit olmalıdır. Bir konutta yıl boyunca ortalama olarak 320 gün oturulduğu düşünülebilir. Bahçeli evlerde bahçe sulama amacıyla kullanılan su tüketiminin de hesaba katılması gerekir. Ön hesaplarda bahçeli bir evde kişi başına günde 200 ile 250 (litre) düzeyinde su tüketildiği varsayımı yürütülebilir. Bu halde evde bir yıl boyunca toplam olarak kaç gün oturulduğu ve bahçenin kaç gün süreyle sulanacağı önem taşır. Kişi başına 250 (litre)' lik bir tüketimin esas alınması halinde yıllık su tüketimi,  $250 \times 4 \times 320 = 320.000$  (litre) =  $320$  (m<sup>3</sup>) düzeyine yükselirdi. Kişi başına 250 (litre) olarak öngörülen tüketim miktarının önceki hesap yöntemine çok yakın olan bir sonuç verdiğini gözlemekteyiz. Bu koşullar altında bahçeli evlerde kişi başına bir günde 250 (litre) düzeyinde bir su tüketiminin yapıldığının kabul edilmesi daha tutarlı olur. Bu hesaplar baz alındığında bu projede 75 kişinin sürekli kalacağı

düşünüldüğünde; bu proje kapsamında yılda,  $75 \times 320 = 24\ 000\ m^3$  su tüketimi olacaktır.  $10\ m^3$  suyun birim fiyatı 4.75 TL olarak düşünülürse, 1 yıllık su tüketim maliyeti;  $2400 \times 4.75 = 11\ 400$  TL olacaktır. Yağmur suyu toplama ve gri su arıtma sistemiyle %50 tasarruf yapılırsa, bu sistemlerin kullanımıyla 5700 TL tasarruf sağlanacaktır. Bu sistemlerin kurulum maliyeti 58 300 TL olacağından, amortisman süresi  $58300/5700 = 10,23$  yıl (yaklaşık 10 yıl) olacaktır.



Şekil 2.28 Proje kapsamında kullanılacak yağmur suyu arıtma sistemi



Şekil 2.29 Proje kapsamında kullanılacak gri su arıtma sistemi

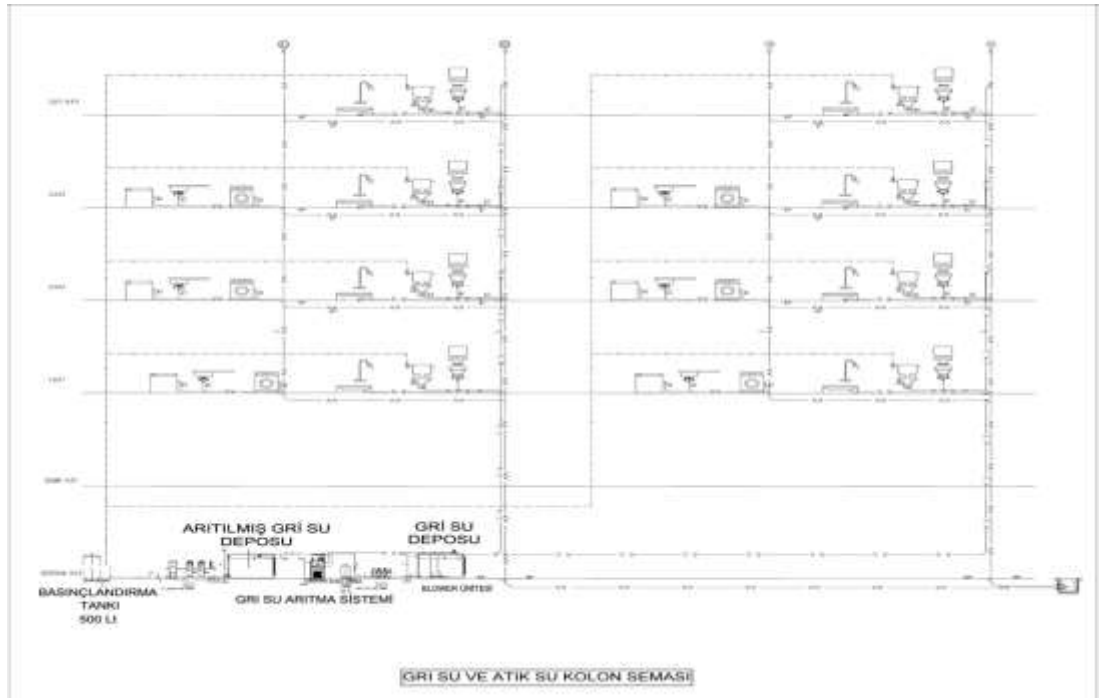
**Tablo 2.9** Yağmur suyu ve gri su sistemi genel maliyet analizi.

Sıra	Ürün Kodu	Ürün Açıklaması	Miktar	Fiyat	Toplam	Teslimat
10	811184	Ertem-Gep Trident Yağmur Suyu Filtresi Inline-Filtre Zemin üstü	1	1.595,00	1.595,00	EUR 4-6 Hafta
20	813345	Ertem-Gep Gri Su Sistemi GWM 950	1	16.270,00	16.270,00	EUR 4-6 Hafta

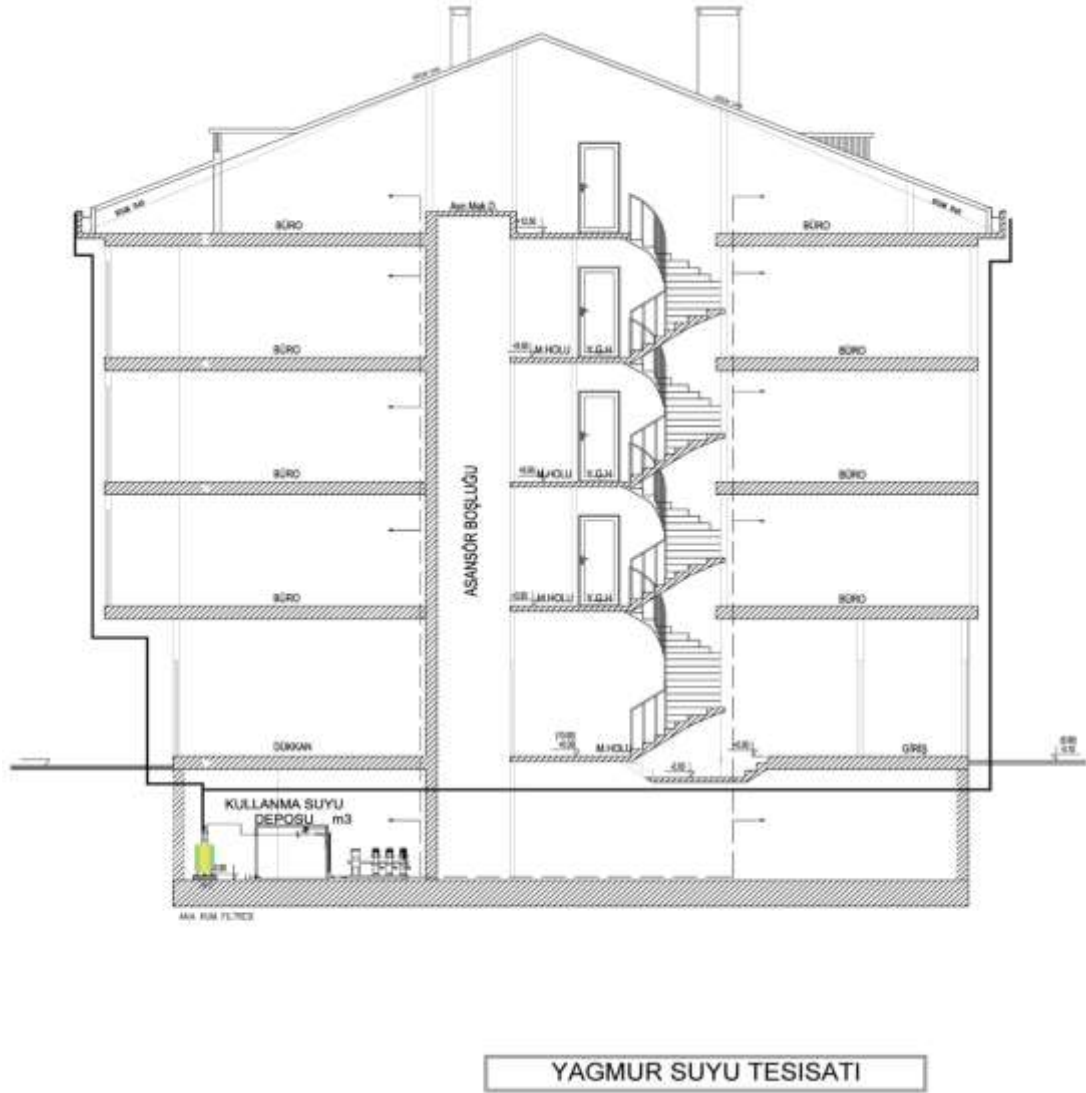
**Genel Toplam**

EUR	
Net Toplam :	17.865,00
KDV (%18) :	3.215,70
<b>Genel Toplam :</b>	<b>21.080,70 EUR</b>

Bu proje kapsamında yapılması planlanan yağmur suyu ve gri su uygulamasının maliyeti 58 300 TL olması sebebiyle bu maliyet yüksek bulunmuş olup, sistem binanın yapımı zamanında müteahhit firma tarafından yapıldığında 10 000 TL ye imal edilebilecektir. Bu sebepten sistemler müteahhit firma tarafından yapılacaktır. Şekil 2.30 ve şekil 2.31 gri su ve yağmur suyu yerleşim planlarını göstermektedir.



**Şekil 2.30** Proje kapsamında kullanılacak gri su arıtma sistemi kolon şeması



Şekil 2.31 Proje kapsamında kullanılacak yağmur suyu tesisatı

### 2.2.5. Sensor Lambaların Uygulanması ve Maliyet Analizleri

Verimli enerji aydınlatma yönetim sistemleri, ihtiyacınız olduğu zamanda ve yerde, sadece gereken miktarda ışık kullanımını sağlar. Kullanımı kolay ve güvenilirdir, emniyeti ve güvenliği garanti eder, harcamaları azaltır, uluslararası standartlara uyumludur, dayanıklıdır ve çevreye duyarlıdır. Şekil 2.32 bu aydınlatma sistemlerinden 2'sini sunmaktadır.



**Şekil 2.32** Switch sensörler ve Bus/SCS sistemler.

Aydınlatma, ticari binalarda enerji tüketiminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Toplam enerji tüketiminin %20'si, aydınlatma sistemleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Son kullanıcının elektrik tüketiminde ilk sırayı "aydınlatma" almaktadır ve bu da toplam elektrik tüketiminin %40'ını oluşturmaktadır. Aydınlatma yönetimi, bina işletme maliyetlerini %10 ve hatta daha fazla azaltarak %30'dan fazla enerji tasarrufu sağlayabilir. Akıllı çalışan ışıklarla (doğru yerde ve zamanda doğru ışık seviyesi) otomatik aydınlatma yönetimini kullanarak enerji israfına son vermek mümkündür.

Bu proje kapsamında switch sensörler kullanılacaktır. Bu sensörler 15 m<sup>2</sup> alanda etkilidir. 360 derece harekete duyarlı sistemle, gereksiz aydınlatma maliyetlerinden tasarruf edinmek istenmektedir. Ürünün birim maliyeti 150 Euro'dur. Proje kapsamında düşünülen yapı 5 katlı olacağından ve merdiven boşluklarında bu sensörler kullanılacağından, toplam maliyet 150x5=750 Euro'dur. Ürünün yıllık tasarruf ettiği kazanç yaklaşık 300 Euro olduğundan, 2.5 yılda sistem kendisini amorti edecektir. Ayrıca bu sistemin kullanımıyla yılda 660 kg CO<sub>2</sub> sera gazı tüketimi azalacaktır. Bu proje kapsamında çevreye sağlanacak fayda, 660x5=3300 kg/yıl CO<sub>2</sub> salınımının azalması olacaktır.

## 2.2.6. Çift Cidarlı Cephe Maliyet Analizi

-İşin Kapsamı :

Sinterfilex , Çelik doğrama, silikon giydirme cam cephe, kompozit panel, işlerinin projelendirilmesi, malzeme temini , imalatı, nakliyesi ve montajı.

-SİSTEM:

a- ÇELİK DOĞRAMA sistem profilleri.

b- CEPHE sistemleri profilleri.

c- TEKNOBOND kompozit paneller.(20 yıl garantili)

-DİZAYN FAKTÖRLERİ: Çelik doğrama ve yarı kapaklı Cephe uygulamasında, taşıyıcı sistem profilleri seçiminde ve rüzgar yükü hesaplamalarında DIN 1055, 1856, ANSI A 58.1 AAMA CW bülten No 11, TS 418 standartları incelenerek; 96kgm/m<sup>2</sup> sabit rüzgar yükü veL/200 maksimum sehim esas alınmıştır. Dış ısı farkları: -20C<sup>0</sup>ile +70C<sup>0</sup>dir. Çarparak yağın yağmur geçirimsizliği standardı DIN 4108 ve TS825 normlarına uygundur. Elastisite modülü 7000 kN/cm<sup>2</sup>dir.

-PROFİLLER : Yatay ve düşey taşıyıcı profiller AA 6063 (AlMgSi 0.5) alaşımli, istenen renkte mekanik eloksallı veya elektrostatik boyalı olacaktır.

-FİTİLLER : İç ve dış tüm fitiller; 60 shore-A sertliğinde, EDPM ozon ve ultra violeeye dayanıklı, (-40/+100) C ısı farklılığında elastikiyeti muhafaza edilecek şekilde olacaktır.

-ANKRAJLAR : Ankrajlar özel galvanize-çelik alaşımliıdır. İnşaattaki sapmalar +/- 25 mm.' yi geçtiği taktirde özel ankrajlar projelendirilip imal edilecektir. Çelik dübel ile montaj yapılacaktır.



Sistem profillerle üretilecek pencerelerde kasa ve kanat köşeleri 45 derece kesilecek, iç ve dış profiller ayrı ayrı köşe takozları, bağlantı çavuşları ve çekirme elemanları ile birleştirilecektir. Kesim yerleri özel yapıştırıcı ile yalıtılarak su-hava geçirimsizliği sağlanacaktır.

Kasa ile kanat arasındaki boşluk kanadın dört kenarında sabit olacak ve açılır kanadın sarkmamasını önlemek için sistem menteşe kullanılacaktır.

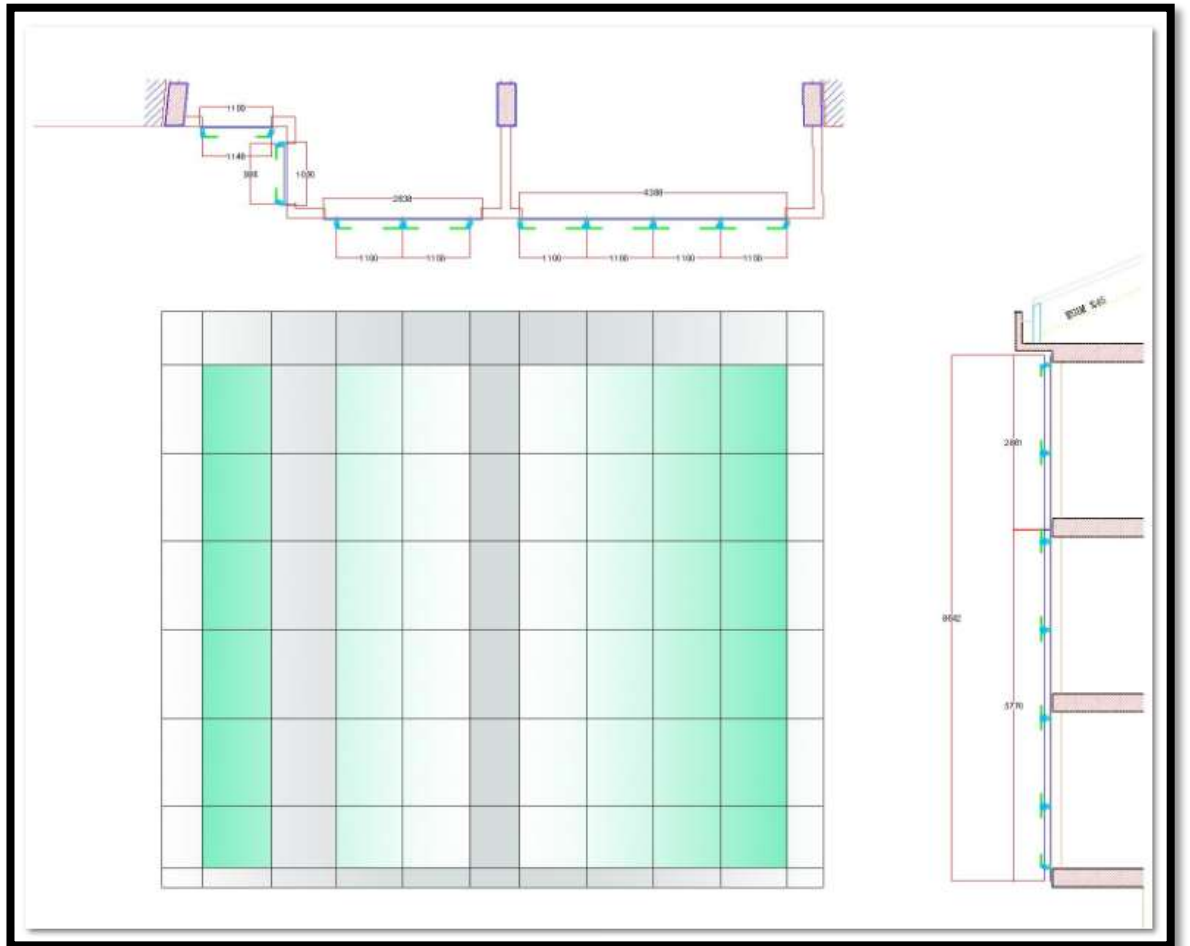
Cephe sisteminin özelliği cepheden bakıldığında camların arasında yatayda 2 mm genişliğinde silikon dolgu, dikeyde 20 mm silikon dolgu olmasıdır. Cam paneller arasındaki sızdırmazlık EPDM fitillerle sağlanmış olup; camların arasına sızdırmazlık silikonu çekilmemekte, dolayısıyla camların arasında gölge oluşmamaktadır. Arzu edildiği takdirde herhangi bir cam (dışarıdan hangisinin açılır olduğu hiçbir şekilde belli olmadan) gizli açılır kanat olabilecektir.

Kompozit Panel Cephe Sistemi üzerine ısı izolasyonu uygulandıktan sonra sistemin kendi konstrüksiyonu ile sağır cephelerin kaplanmasıdır. Taşıyıcı çelik profiller, özel alaşım alüminyum ankraj elemanları ile yapıya tespit edilmektedir. Bu sistemde, kompozit paneller düşeyde özel ayarlı klipslerle ana taşıyıcıya monte edilmekte, böylece hem yatayda, hem de düşeyde kompozit panelin genişmesi sağlanmakta ve paneller üzerinde ısı genleşmelerden dolayı oluşacak deformasyonlar önlenmektedir. 20 yıl solmazlık garantisi (Şekil 2.33).

**-MONTAJI YAPILACAK CAMLARIN ÖZELLİKLERİ:**

CEPHE VİZYON CAMI : Dış cam ( 6 mm. renkli reflekte temperli ), silikon dolgulu  
+ 20 mm. hava boşluğu + İç cam (6 mm. düz ısı cam)

ISI YALITIMLI ÇELİK DOĞRAMA VİZYON CAMI : Dış cam ( 6 mm. ŞEFFAF  
) , + 12 mm. hava boşluğu + İç cam (4 mm. düz ısı cam)



Şekil 2.33 Projede çift cephe kesit planı.

Tablo 2.10 Çift cidarlı cephe uygulaması maliyet analizi

AÇIKLAMALAR									
* NORMAL KAT CAM GİYDİRME CEPHELER ;			MİKTAR		BİRİM FİYAT		TUTAR		
1	KASETSİZ SİLİKON CEPHELER ; Projesine uygun şekilde cam cephe <b>ASAŞ SİSTEM</b> veya muadili statige uygun taşıyıcı Naturel eloksallı alüminyum profilleri ile silikon cephe konstrüksiyonun sistem yapılması			131	m²	95,0	USD/m²	12.445	USD
2	CEPHELER VİZYON CAMLARI ; 6 mm renkli(mavi&yeşil),reflekte temperli,rodajlı + 20 mm kuru hava boşluğu + 6 mm şeffaf ısı camı temin ve montajı.			120	m²	60,0	USD/m²	7.200	USD
3	CEPHE CEVRE İZALASYONU ; Y. Kapaklı cephe etrafına su izlasyonu katlar arsına ses izolasyonu yapılması.(Mebran ve taş yünü)			131	m²	18,0	USD/m²	2.358	USD
4	CEPHE İÇİNE DİŞA AÇILIR GİZLİ KANAT ; 100 kg taşıma kapasiteli cephe içine monte edilecek kanat. Gizli Kanat (Kasa profili, gizli kanat profili, çelik Makas, EPDM Fıtiler,tij, kilit karşılığı ve kol malzemesi dahil).Projelendirme, Malzeme, İmalat, Nak			15	Tak.	180,0	USD/tk.	2.700	USD
			<b>ARA TOPLAM</b>				<b>24.703</b>	<b>USD</b>	
AÇIKLAMALAR									
* KOMPOZİT PANEL ;			MİKTAR		BİRİM FİYAT		TUTAR		
1	KOMPOZİT LEVHA KAPLAMA : Giriş üstü sacak ve kapı etrafında kullanılab. İthal 4 MM TECNOBOND marka veya muadili kompozit panellerin projeye uygun altaşıyıcısı 40x30x2 mm kutu profilleri imalat ve montajı yapılması. ( Bağlantı elemanları, derz dolgusu, derz fitili, kesim,büküm, fire,			80	m²	70,0	USD/m²	5.600	USD
3	İş iskelsi : Bina dış cephesinde, cam cephe , montajı için gerekli iş iskelsinin(cephe asansörleri) kiralanması,sevk,montaj ve demontajının yapılması KDV Hariç Birim M2 fiyatımız z. )			500	m²	8,0	USD/m²	4.000	USD
			<b>ARA TOPLAM</b>				<b>5.600</b>	<b>USD</b>	
			<b>GENEL TOPLAM</b>				<b>30.303,00</b>	<b>USD</b>	

## 2.2.6. Kollektör

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi, evsel kullanıma en uygun bir enerji kaynağıdır. Güvenli ve ucuz bir enerji kaynağı olan güneş enerjisini, Kollektörler vasıtası ile evlerimizde şu amaçlar için kullanabiliriz;

- 1- Kullanma suyunun ısıtılması
- 2- Kombi entegrasyonu ile bina ısıtılmasına destek
- 3- Havuz suyu ısıtılması

*Kollektörler;* güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin ana parçasıdır. Kollektörler güneş ışınlarını absorbe ederek içinde dolaşan sıvının ısınmasını sağlar.

Kullanılacak kolektörün elemanları;

1- Mekanik kilit sistemi ile birleştirilmiş, kendinden kanatlı veya ultrasonik kaynaklı panel

2- Düz veya prizmatik solar cam

3- İzolasyon (alüminyum folyo kaplı monoblok poliüretan)

4- Elektrostatik toz boyalı alüminyum kasa

5- UV ışınlarına dayanıklı, sızdırmaz kauçuk fitil

6- Manifold contası

7- Taban sacı

8- 3/4'' çıkışlar

9- M8 vidalı perçin

10- Akışkan taşıyıcı alüminyum veya bakır borular

11- Manifold borusu

12- İlave cam yünü izolasyon(selektif yüzeyli kolektörlerde mevcuttur)

### **2.2.8. Isı Yalıtımı**

Isı yalıtımı sistemleri binalarda enerji verimliliği için uygulanması gereken en önemli çözümlerden bir tanesidir. Isıtıcı ve soğutucular ile sağlanan konforun minimum enerji tüketimi ile sabit kalmasını sağlayan sistemler ısı yalıtımı sistemleridir. İnsanoğlunun konforlu bir hayat sürdürebilmesi için yaşadığı ortamın sıcaklığının 22- 24<sup>0</sup>C, ortamda bulunan bağıl nemin ise %50 civarında olması gerekmektedir.

Isı Yalıtımı;

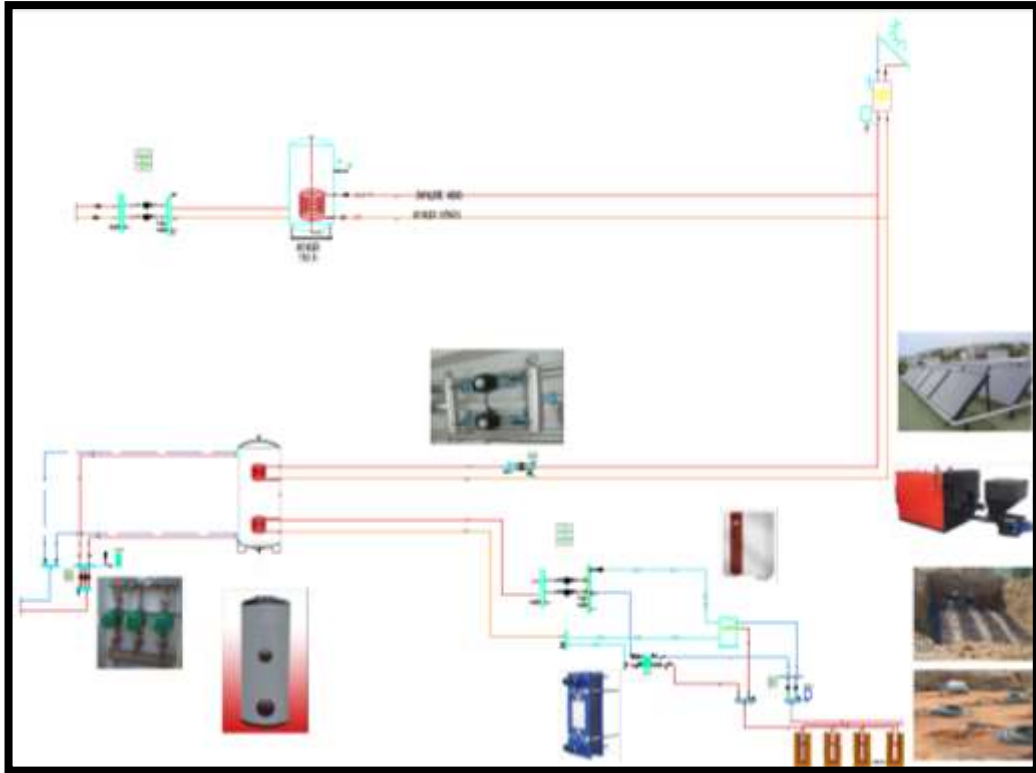
- Binaların çatı ve duvarlarına
- Toprak temaslı mahallere
- Katları ayıran döşemelere
- Tesisat boruları ve havalandırma kanallarına
- Garaj, depo gibi ısıtılmayan bölümlere bakan duvarlara yapılır

#### **Isı Yalıtım Malzemeleri**

- Taşyünü
- Poliüretan
- Isı Yalıtım Sıvaları
- Fenol Köpüğü
- Ahşap Lifli Levhalar

### 2.2.9. Isı Pompası

Isı pompaları çevreden aldıkları yenilenebilir enerjiyi kullanırlar. Yıl boyunca toprak altında, yer altı sularında ve havada depolanan güneş enerjisi, elektrik enerjisi yardımı ile ısıtma enerjisine dönüştürülür (Şekil 2.34). Projede kullanmayı tasarladığımız toprak kaynaklı ısı pompası tüm yıl ısıtma ve soğutma yüklerini karşılayacak verime sahiptir. Uygulanacak olan ısı pompasının ihtiyacı olan ısıtma ve soğutma yükleri Tablo 2.12 de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu hesaba göre binanın tamamı için gerekli olan ısı pompası yerleştirilmiş olup çatıda bulunan 5,4 kwplık fotovoltaiik paneller yardımı ile gerekli elektrik tamamen sağlanmış olup herhangi bir ek gider olmaksızın bina yaz – kış uygun sıcaklıkta kullanılabilir.



Şekil 2.34 Isı pompası akış şeması

Proje kapsamında uygulanacak olan ısı pompası için gerekli olan ısıtma ve soğutma yük değerleri Mak. Müh. Süleyman Akım tarafından hesaplanmıştır.

**Tablo 2.11** Isıtma ve soğutma yükleri değerleri

YÜK BÖLGESİ	SOĞUTMA TASARIMI			ISITMA TASARIMI		
	Detaylar	Hissedilen (W)	Gizli (W)	Detaylar	Hissedilen (W)	Gizli (W)
	APR 1800 DE SOĞUTMA DATASI SOĞUTMA OA DB /WB 26.3 °C/22.2 °C			DESHTG DE ISITMA DATASI ISITMA OA DB /WB -3.3 °C/-5.7 °C		
Pencere ve aydınlatma güneş yükleri	145 m <sup>2</sup>	13443	-	145 m <sup>2</sup>	-	-
Duvar iletimi	156 m <sup>2</sup>	1109	-	156 m <sup>2</sup>	1951	-
Çatı iletimi	165 m <sup>2</sup>	562	-	165 m <sup>2</sup>	1538	-
Pencere iletimi	145 m <sup>2</sup>	272	-	145 m <sup>2</sup>	4390	-
Aydınlatma iletimi	-	-	-	-	-	-
Kapı yükleri	4 m <sup>2</sup>	11	-	4 m <sup>2</sup>	177	-
Zemin iletimi	194 m <sup>2</sup>	106	-	194 m <sup>2</sup>	1655	-
Bölmeler	483 m <sup>2</sup>	932	-	483 m <sup>2</sup>	6722	-
Tavan	29 m <sup>2</sup>	100	-	29 m <sup>2</sup>	294	-
Tepegöz aydınlatma	35832 W	23500	-	-	-	-
Görev aydınlatma	-	-	-	-	-	-
Elektrik ekipmanı	-	-	-	-	-	-
İnsanlar	100	5644	6469	-	-	-
Süzme	-	-	-	-	-	-
Kanşık	-	-	-	-	-	-
Güvenlik faktörü	15%/15%	6852	970	30%	5018	-
<b>&gt;&gt;Toplam yük bölgesi</b>	-	<b>52529</b>	<b>7439</b>	-	<b>21745</b>	-
Bölge klimalandırma	-	56140	7439	-	21088	-
Plenium duvar yükü	0%	-	-	-	-	-
Plenium çatı yükü	0%	-	-	-	-	-
Plenium aydınlatma yükü	0%	-	-	-	-	-
Egzos fan yükü	777 L/s	-	-	777 L/s	-	-
Havalandırma yükü	777 L/s	671	7989	777 L/s	10735	-
Havalandırma fan yükü	777 L/s	-	-	777 L/s	-	-
Boşluk fanları	-	-	-	-	-	-
Kanal ısı kazancı/kaybı	-	-	-	-	-	-
<b>&gt;&gt;Toplam sistem yükleri</b>	-	<b>56811</b>	<b>15428</b>	-	<b>31824</b>	-
Ünite soğutma terminali	-	56811	15426	-	-	-
Ünite ısıtma terminali	-	-	-	-	31804	-
<b>&gt;&gt;Toplam klimalandırma</b>	-	<b>53811</b>	<b>15426</b>	-	<b>31804</b>	-
Anahtar	Pozitif değerler soğutma yükleri Negatif değerler ısıtma yükleri			Pozitif değerler ısıtma yükleri Negatif değerler soğutma yükleri		

### 2.2.10. Termostatik Radyatör Vanası

Tasarlanan bina projesinde toplam 46 adet radyatör vanası bulunmaktadır. Normal radyatör vana fiyatı piyasada 10 TL iken, termostatik radyatör vanaları 40 TL olarak değer bulmaktadır.

40 TL- 10 TL =**30 TL** radyatör vanası ile termostatik radyatör vanaları arasındaki fiyat farkıdır.

30 TL x 46 adet = **1380 TL** toplam fiyat farkı olarak hesaplanır.

Bir termostatik vana kendi fiyatını 2 senede amorti ediyor olarak kabul görüyor. Bu sebeple senede bir vanadan 15 TL'lik ısı kaybı önlenmiş oluyor demektir.

46 x 15 = **690 TL** tüm vanaların senelik karı olarak hesaplanır.

Amorti süresi ise 2 yıl olarak belirlenmiştir. 2 yıl sonra senede 690 TL kar yapan bir yatırım yapılmış olacaktır.

### 2.2.11. Isı Yalıtım Levhası

Radyatör arkasına koyulacak olan ısı yalıtım levhalarının toplam metresini 46 m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bir paket ısı yalıtım levhasında 8 m<sup>2</sup> levha bulunmaktadır. Bu sebeple 6 x 8m<sup>2</sup> lik levha ihtiyacı vardır.

Bir paket levha fiyatı : 35 TL'dir. 6 x 35 TL =**210 TL** toplam maliyet olarak hesaplanmış olur. Böylece senelik % 20 ısı kaybı önlenmiş olur.



### 2.2.12. Termostatik Banyo Bataryaları

Yapımı tasarlanan binada, 20 adet batarya bulunmaktadır. Bu bataryalar eğer termostatik olursa, fiyat 400 TL; normal batarya olursa, 100 TL oluyor. Buradan yola çıkarak 1 bataryanın fiyat farkı 300 TL dir.

$$300 \text{ TL} \times 20 = \mathbf{6000 \text{ TL}}$$

Yıllık, bir insan 20 ton su kullanıyor ( lavabo, duş ve mutfak ihtiyaçlarında)

Bir evde 5 kişi olduğunu varsayarsak  $5 \times 20 \text{ ton} = \mathbf{100 \text{ m}^3/\text{yılılık}}$  olarak hesaplanır.

$8 \text{ daire} \times 100 \text{ m}^3 = 800 \text{ m}^3$  tüm binanın yıllık su tüketimi olmuş olur.  $1 \text{ m}^3$  su fiyatı 5.5 TL kabul edildiğinde;

$800 \times 5.5 = 4400 \text{ TL}$  apartmanın yıllık su tüketim maliyeti olarak hesaplanır.

% 70 su tasarrufu sağlayan armatürler olduğuna göre yıllık **3080 TL** yıllık kar elde edilecek demektir.

Toplam armatürlere olan yatırım **6000 TL** olacağından;

$6000 / 3080 = \mathbf{1,9 \text{ yıl}}$  amortisman süresi olarak hesaplanacaktır.

### 2.2.13. Az Su Tüketen Klozet

Proje kapsamında yapılması planlanan az su tüketen klozetler ile ilgi maliyet hesabı ve amortisman süresi tayini aşağıda detaylarıyla sunulmuştur. 1 klozet fiyatı 100 TL olarak belirlenmiştir. Yılda  $50 \text{ m}^3$  su tasarrufu yapılacağı ön görülmektedir.

$50 \times 5,5 = \mathbf{275 \text{ TL}}$  su tasarrufu daire başı kar olarak hesaplanacaktır.

8 x 275 TL = **2200 TL** binadaki toplam yıllık su tasarrufundan sağlanacak kar ise,

8 x 100 TL = **800 TL** klozetlerin toplam maliyeti olacağına göre,

800 TL / 2200 TL/yıl= **0,3 yıl** değeri klozetlerin kendi maliyetini amorti etme süresi olacaktır.

#### 2.2.4. Genel Maliyet Analizi

Tablo 3.1’de kendi enerjisini üreten bina projesi kapsamında bu çalışmada yapılması planlanan projenin toplam maliyet analizi ve amortisman süreleri verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere, proje de geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir enerji sistemleriyle yapılan uygulamalarda sistemin genel maliyeti 207 199 TL olarak hesaplanmıştır. Binanın yapım maliyeti 1 000 000 TL olarak alınmıştır. Bu sistemlerin uygulanması bina yapı maliyetinin % 20.63’üne karşılık gelmektedir.

**Tablo 3.1**Proje kapsamında uygulanacak geri dönüşüm sistemleri maliyeti.

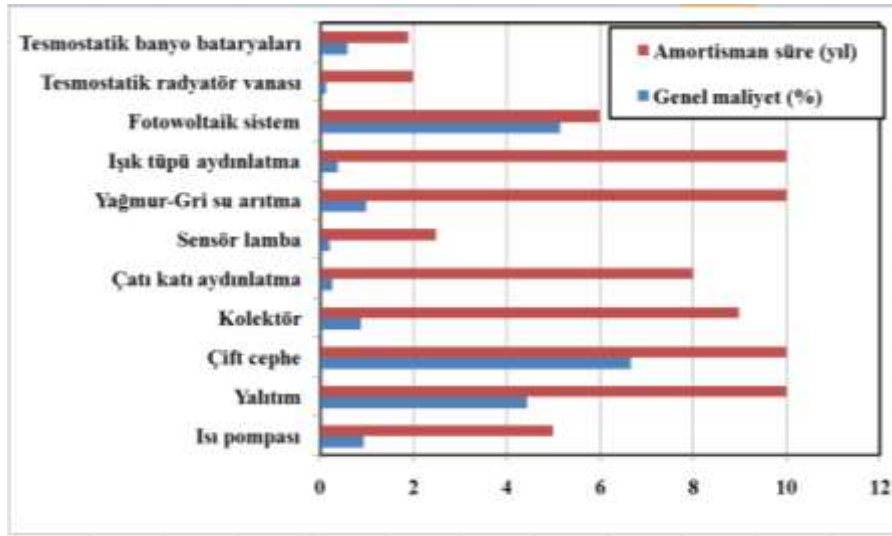
Metod No	Uygulanan metod	Genel maliyet (TL)	Amortisman süresi (yıl)	Genel maliyet yüzdesi (%)	Yıllık amorti miktarı (TL)	Yıllık amorti yüzdesi (%)
1	5.4kWp kurulu güce sahip güneş enerjisi sistemi	87.000	9-10	5.15	8576	9.5- 10
2	Işık tüpü aydınlatma	3.758	10	0.38	376	10
3	Yağmur suyu ve gri su arıtma sistemi	10.000	10	1	1000	10
4	Sensör lambalar	2.100	2.5	0.21	840	40
5	Çatı katı aydınlatma ve havalandırma sistemi	2627	8	0.26	329	12.5
6	Kolektör	8.815	9	0.88	980	11.12

7	Çift cephe	66700	10	6.67	6670	10
8	Yalıtım	44.000	10	4.4	4400	10
9	Isı pompası	26.600	5	0.94	5320	20
10	Tesmostatik radyotör vanası	1380	2	0.14	690	50
11	Isı yalıtım levhası	210	-	0.05	-	-
12	Tesmostatik banyo bataryaları	6000	1.9	0.6	3158	52.6
13	Az su tüketen klozet	800	0.3	-	2200	-
	<b>Toplam</b>	<b>259.990</b>	<b>8.03</b>	<b>25.63</b>	<b>34.539</b>	<b>13.2</b>

Tablodan da açıkça görüldüğü üzere, bu sistemin genel amortisman süresi yaklaşık 5 ila 10 yıl arasında değişim göstermektedir. Genel maliyet yüzdelerine bakıldığında, en büyük oranı çift cephe sistemleri alırken, en düşük oranı ise az su tüketen klozetler ve ısı yalıtım levhaları göstermiştir. Fotovoltaik sistemlerin maliyeti yüksek görülsede, diğer sistemlere göre geri dönüşümü daha hızlı ve daha etkili bir enerji tasarrufu sağlamaktadır.

### 3. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, küçük ve orta ölçekli bina yapım süreçlerinde yalıtım, güneş enerjisi kullanımı, gri su, sensör lambalar , ısı pompası, termostatik vana ve bataryalar gibi başlıkları ele alıp bunların ekolojik ve ekonomik katkılarını bulmak hedeflenmiştir.



Şekil 3.1 Genel maliyet analizi ve amortisman süresi grafiği

Hedefe yönelik alınan tekliflerin seçiminde fiyatlar amortisman süreleri ve müteahhitin proje alanında kaybedeceği alan konusundaki kayıplar en önemli kriterler olmuştur.

Tezin hedefi seçimler sonucunda % 90 oranında sağlanmıştır. Ancak fotovoltaik panel, çift cidarlı cephe, gri su arıtma sistemi gibi kalemlerde maliyet problemleri ülkemizde henüz çözülmediği gözlenmiştir. Önümüzdeki 2 yıl içinde fotovoltaik panellerde 5 yıl içinde ise gri su arıtma sistemlerindeki maliyet sorunlarının

çözülmesi beklenmektedir. Teklif oluşturmakta rekabet arttıracak firma canlılığı henüz oluşmadığı için, sistemlerin uygulanabilirliği düşmektedir.

Uygulanması düşünülen çift cidarlı cephe, müteahhit firma tarafından yapılabilir, fakat bu da ilk defa çift cidarlı cephe yapmakta olan müteahhit için projesindeki güzellik unsurunu ortadan kaldırmak gibi bir tehdidi ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra gri su sistemi ile ilgili olarak alınan tekliflerin yüksek maliyetli olması müteahhit firmanın bu sistemi uygulama dışı bırakmak yerine, kendi içinde daha düşük maliyetli olarak uygulanmasını sağlamıştır.

Sensör lambalar konusunda ise yapılan piyasa araştırması ülkemiz genelinde sensör lambaların avantajlarını ortaya koyan uygulayan herhangi bir firmanın olmadığını ortaya koymuştur. Bu yüzden sensör lambaların gerekliliği müteahhitler tarafından yeteri kadar bilinmemektedir ve uygulama aşamasında elektrik firmalarının daha uygun teklifi verebilmek adına fiyat bakımından daha uygun fakat elektrik sarfiyat miktarlarına bakıldığında daha pahalıya gelen diğer lamba türleri tekliflere girmektedir.

Çatı katı aydınlatma ve havalandırma sistemi ile ilgili yapılan araştırma ise bu alanın diğer faktörlere göre son 10 yılda müteahhitlik sektörünün gelişimiyle paralel bir gelişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Firmalar, bu konudaki ürünlerin avantajları konusuna yeterince hakim olmakla birlikte fiyatlarında uygulanabilir olması piyasada yer alabilmeleri açısından önemli bir kriterdir. Aynı zamanda çatı pencere sistemlerindeki gelişmeler, uygulama alanlarını daha ferah bir mekan haline getirmesi nedeniyle satışları olumlu yönde etkilemekte ve projelerde sıklıkla görülmektedir.

Türkiye’de güneş enerjisinin en yaygın kullanımı su ısıtma sistemleridir. Çoğu Akdeniz ve Ege Bölgelerinde kullanılmakta olmasına rağmen ülkemizde hatırı sayılır derecede bilinmektedir. Yıllık üretim hacmi yüksek olup bu üretimin bir miktarı da ihraç edilmektedir. Üretimin bu boyutta olması firmalar arası rekabeti arttırmış ve kurulum maliyetlerini zaman içinde uygulanabilir düzeye çekmiştir. Fakat uygulama yapılacak olan binanın işyeri olarak kullanılacak olmasından ötürü binada sıcak su tüketim oranı düşük olacaktır. Bu nedenle sıcak su üretimi yapan kollektörlerden iki adet kullanılması için çatıda gerekli alan ayarlanmıştır. Çatıdaki diğer mevcut alansa fotovoltaik paneller için kullanılmış olup panellerden elde edilen elektrik enerjisi ise ısı pompasına aktarılmıştır.

Isı yalıtım sektörüne bakıldığında ise, ülkemiz 2000 yılından itibaren kayda değer bir gelişme göstermiş neredeyse tüm müteahhit firmaları ısı yalıtımlı yapılar inşa etmişlerdir.

Isıtma sektöründe ısı pompası terimi, yeni bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Oysa ki ısı pompası, klima, buzdolabı, derin dondurucu gibi ev aletleriyle aynı prensipte çalışmaktadır. Bu nedenle yakın bir gelecekte fosil yakıtların tükenmesi ve bu yakıt fiyatlarındaki ciddi artışlar, çevre bilincininde oluşması sonucunda yaklaşımın değişeceği umulmaktadır. Bu tez çalışmasında yapılacak bina için gereken ısıtma ve soğutma yükleri makine mühendisi Süleyman Akım ve Fatma Akım tarafından hesaplanmış , gerekli elektrik enerjisi hesaba dahil edildikten sonra uygun ısı pompası seçilmiştir. Seçilen ısı pompasının tüm enerji ihtiyacı çatıya yerleştirilecek olan fotovoltaik panellerle karşılanmış ve ısı pompasının herhangi bir dışa dönük enerji ihtiyacı kalmamıştır. Bu sayede uygulanacak bina ilk yatırım

maliyeti hariç bir masraf çıkartmadan ısıtma ve soğutma işlemlerini masrafsız olarak karşılayabilecektir.

Tesmostatik vana ve bataryalara baktığımızda, fiyat ve amortisman süreleri göz önünde bulundurulduğunda tüketicinin de bilinçlenmesiyle termostatik vana ve batarya tercihlerinde artış olacağı beklenmektedir.

Türkiye’de yapı sektöründe yeşil bina uygulamaları hakkındaki elde edilen verilere dayanarak küçük ve orta ölçekli yapıların halen yeterli düzeyde bir çevre bilincine sahip olmadığı, amorti süreçleri kısa olmasına rağmen sadece ilk yatırım maliyetlerinin yapım firmaları tarafından öncelikli olarak göz önüne alındığı ortaya çıkmaktadır. Bunun sebeplerle yeşil bina yapımında kullanılacak malzemelerdeki yüksek vergilendirmeyi ortadan kaldırmak, kullanımı teşvik amaçlı 0 faizli krediler vermek, diğer çevre yapılara göre içinde herhangi bir ekolojik unsuru bulunduran yapılarda imar teşviki vermek yapım firmaları ve tasarımcılarının yeşil bina uygulamalarına yönlendirilebilmeleri için önemli yer tutacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Korucu Y., Özdemir A., “Ülkemizde Güneş Enerjisi Kullanımı”, EİE Bülteni, 1999.
- [2] Çetinkaya H., Basri., “Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, 2001.
- [3] ÖzgöçmenA.,“Güneş Pilleri Kullanarak Elektrik Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007.
- [4] De GuntherR.,“SolarPoerYour Home”, FOR DUMMIES.
- [5] [http://tr.wikipedia.org/wiki/Rs\\_485](http://tr.wikipedia.org/wiki/Rs_485)
- [6] [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/modul\\_pdf/523EO0160.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/523EO0160.pdf)
- [7] <http://www2.phoenixcontact.com>
- [8] YEŞİL BİNA DERGİSİ, (haziran-temmuz 2010), sayı 1.
- [9] TUBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü.
- [10] İtü dergisi, “su kirlenmesi kontrolü”,Cilt:17, Sayı:3, 3-12 Kasım 2007.
- [11] [www.ozelcevre.gov.tr](http://www.ozelcevre.gov.tr)
- [12] <http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/SUturkcePROJE.pdf>
- [13] [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/553d62bd669ea18\\_ek.pdf](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/553d62bd669ea18_ek.pdf)
- [14] [http://www.skatmk.itu.edu.tr/e-Dergi/Cilt17/Sayi3/B\\_BelerBaykal.pdf](http://www.skatmk.itu.edu.tr/e-Dergi/Cilt17/Sayi3/B_BelerBaykal.pdf)



[15] <http://www.petrokim.com.tr/default.aspx?action=urunler&urunAD=Kullanim-Alanlari>

[16] Çimen B., “Bir Yönetim Binası/ Hannover”, Yapı Dergisi, sayı:234, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 2001.

[17] Küçüközdemir G., “Güneş Etkisine Bağlı Yapı Kabuğu ve Malzeme Seçim Kriterleri”, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.

[18] Eriç M., “Yapı Fiziği ve Malzemesi”, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1994.

[19] Rollof J., “Does Climatically Responsive Construction Lead to a Specific Formal Language?”, Detail Dergisi, sayı: 6, 2002.

[20] <http://www.pughscarpakodama.com>

[21] Emre I., “Yeşil Binalara Yatırım Neden Gerekli?”, Gayrimenkul TÜRKİYE MAYIS-HAZİRAN 2013, SAYI 31.

[22] Ültanır M.Ö., “21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi”, Bilim ve Teknik, Sayı: 340, S: 50-55, Mart 1996.

[23] Şen Z., “Temiz Enerji ve Kaynakları”, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, 2002.

[24] [www.yarbis.yildiz.edu.tr/.../satabay\\_505df806c411a4726bcba99927](http://www.yarbis.yildiz.edu.tr/.../satabay_505df806c411a4726bcba99927)

[25] [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr), erişim: nisan2006 ;Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Resmi internet sayfası.

[26] Türkiye Çevre Vakfı, “Türkiye’nin Çevre Sorunları 2003”, Ankara, 2003.

[27] Yılmaz Z. (2006) Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 91, s.7-15.

- [28] İnan T. ve Başaran T. “Enerji Etkin Çift Cam Cephe Sistemlerinin İncelenmesi”, III. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, UGHEK, 14-15 Haziran, 2012.
- [29] Widdington, M. and Harris J. (2002) Intelligent Skins, Reed Educational and Professional Publishing.
- [30] Vaglio, J., Double Skin Facades, (2012) www.jeffvaglio.com.
- [31] Tascon, M.H. (2008) “Experimental and Computational Evaluation of Thermal Performance and Overheating in Double Skin Facades”, Phd Thesis. University of Nottingham.
- [32] Philips, Lighting Design Course, Eindhoven 1992.
- [33] Trimmer H.W., Understanding and Servicing Alarm Systems.
- [34] Fraden J., “AIP Handbook of Modern Sensors”, USA, 1981.
- [35] Fraden J., “Motion Detector”, U.S. Patent No. 4,769,545, Sept. 6, 1988.
- [36] Gürdal O., Algılayıcılar ve Dönüştürücüler, 1997.
- [37] OGSM 2000, Infrared Motion Alarm Detector, 1999.
- [38] İlgen A., Elektrik Tesisat Tekniği ve Uygulaması, Nurol Matbaacılık, Ankara, 1997.
- [39] Demirdes H., “Uygun Aydınlatma ve Bileşenleri”, Kaynak Dergisi sayı 6, 1993.
- [40] İrklı, D., Demirbilek, N. Güneş Mimarlığı 2000, TEMEV, Ankara
- [41] Eryıldız S. “Ekopeyzaj” Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları Mimarlık Serisi, İstanbul 186 sayfa, 2004
- [42] (Demet İrklı Eryıldız, Semih Eryıldız, “A Comparative Analysis of the Built and Project”, 21<sup>st</sup> PLEA Conference, Passive and Low Energy Architecture, 19-22 September, 2004, Eindhoven pp. )

[43] (Semih Eryıldız, “ Ekokent Gece Yayınları, MF Ltd. Şt., Ankara, 1995, 162 sayfa.)

[44] Eryıldız S. ve diğeri ‘Güneydoğu Anadolu’da binaların Sürdürülebilir Yenilenmesi UNDP Araştırma Raporu’ 2013 Ankara