



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ KULLANIMI, KAMU BİNALARINDA UYGULAMA
YÖNTEMLERİ VE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan TEKBIYIK

Anabilim Dalı: Mimarlık

MAYIS 2018



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ KULLANIMI, KAMU BİNALARINDA UYGULAMA
YÖNTEMLERİ VE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gökhan TEKBIYIK
(160201023)**

Anabilim Dalı: Mimarlık

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN

Teslim Tarihi: 11 Mayıs 2018

FSMVÜ, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 160201023 numaralı yüksek lisans öğrencisi **Gökhan TEKBIYIK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "**Sürdürülebilir Mimarlıkta Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı, Kamu Binalarında Uygulama Yöntemleri ve Örneklerin İncelenmesi.**" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN
Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi



Jüri Üyeleri : Doç Dr. İbrahim Başak DAĞGÜLÜ
Yıldız Teknik Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Salih SALBACAK
Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi



Teslim Tarihi : 11 Mayıs 2018
Savunma Tarihi : 24 Mayıs 2018

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde önemli rol sahibi olan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi. Uğur Özcan'a teşekkür ederim. Tüm eğitimim boyunca desteğini, ilgisini ve fedakârlıklarını esirgemeyen annem Kamile Tekbıyık'a, babam Hüseyin Tekbıyık'a ve ağabeyim Hakan Tekbıyık'a, tez süresince bilgi ve birikimlerini bana aktaran kız kardeşim Saliha Gökçe Çakmak'a ve eşi Kürşat Çakmak'la birlikte her zaman yanımda hissettiğim eşim Büşra Tekbıyık'a paha biçilmez destekleri için teşekkür ederim.

MAYIS 2018

Gökhan TEKBIYIK
MİMAR

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
KISALTMALAR	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	xi
RESİM LİSTESİ	xii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Araştırması	2
1.3 Hipotez	2
2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE MİMARLIK	4
2.1 Sürdürülebilirlik	4
2.1.1 Sosyal Sürdürülebilirlik	5
2.1.2 Ekonomik Sürdürülebilirlik	5
2.1.3 Çevresel Sürdürülebilirlik	6
2.2 Sürdürülebilir Mimarlık	7
2.2.1 Sürdürülebilir Mimarlık Kavramı	8
2.2.2 Sürdürülebilir Yapı Tasarımı	10
2.2.3 Sürdürülebilir Mimarlık ve Enerji İlişkisi	12
2.2.3.1 Enerji Kaynakları	16
2.2.3.2 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	17
2.2.3.3 Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları	19
2.3 Bölümün Değerlendirilmesi	29
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA KAMU BİNALARI VE ENERJİ İLİŞKİSİ	31
3.1 Kamu Binalarında Yer Seçimi ve Formu.....	31
3.1.1 Yapının Konumu	31
3.1.2 Yapının Kabuğu	33
3.1.3 Yapının Yöneliş Durumu	36
3.1.4 Yapının Formu	38
3.2 Kamu Binalarında Enerji İhtiyacı	39

3.2.1 Kamu Binalarında Tüketilen Enerji Bakımından Sınıflandırılması	40
3.3 Kamu Binalarında Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri	43
3.3.1 Türkiye’de Uygulanan Bina Enerji Performansı Yönetmeliği	44
3.3.2 Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Karşılaştırılması	45
3.4 Kamu Binaları Tasarımında Enerji Kullanımı Etkisi	47
3.5 Bölümün Değerlendirilmesi	48
4. KAMU BİNALARINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ UYGULAMA YÖNTEMLERİ.....	50
4.1 Kamu Binalarında Aktif Yenilenebilir Enerji Sistemleri	50
4.1.1 Fotovoltaik Paneller	50
4.1.2 Rüzgâr Türbünleri	51
4.1.3 Jeotermal Isı Pompaları	54
4.1.4 Yapılarda Deniz Suyu İle Soğutma	54
4.2 Kamu Binalarında Pasif Sistemler	56
4.2.1 Doğal Aydınlatma Enerjisi	57
4.2.1.1 Pencere	57
4.2.1.2 Çatı Işıklıkları	59
4.2.1.3 Işık Rafları	60
4.2.1.4 Işık Tüpleri	62
4.2.1.5 Anidolik Tavanlar	63
4.2.2 Atriumlar	64
4.2.3 Çift Cidarlı Cepheler	69
4.3 Bölümün Değerlendirilmesi	72
5. KAMU BİNALARINDA UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN..... İNCELENMESİ.....	74
5.1 California Bilim Akademisi	74
5.2 CH2 Yerel Yönetim Binası	79
5.3 Mataro Kütüphanesi	85
5.4 Reichstag Alman Parlamento Binası	92
5.5 Sieeb Araştırma ve Eğitim Merkezi	99
5.6 Ümraniye Belediye Hizmet Binası	105
5.7 Çağlayan Adalet Sarayı	110
5.8 Devonshire Üniversitesi Araştırma Merkezi	115

5.9 Cezeri Yeşil Teknoloji Endüstri Meslek Lisesi	120
5.10 Bölümün Değerlendirilmesi	124
6. SONUÇ	127
KAYNAKLAR	130
ÖZGEÇMİŞ	141

KISALTMALAR

AÇBK	: Avusturalya Çevreci Binalar Konseyi
PV	: Fotovoltaik
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
CASBEE	: Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency
ÇSB	: Çalışma Sosyal İşler Bakanlığı
ETFE	: Etylen Tetra Fluoro Etylen
ETKB	: Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
DGNB	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DSİ	: Devlet Su İşleri
TSE	: Türkiye Standartları Enstitüsü
TEP	: Türkiye Ekonomi Bankası
SBTool	: Sustainable Building Tool

SEMBOL LİSTESİ

°C	: Santigrat derece
CO ₂	: Karbondioksit
M	: Metre
Cm	: Santimetre
CHCs	: Klorofluorokarbonlar
HCFCs	: Hidrokloroflorokarbonlar
MW	: Megawatt
KW	: Kilowatt
Mwh	: Megawatt saat
Kwh	: Kilowatt saat
Twh	: Terewatt saat

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Sürdürülebilirliğin Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Yönleri.....	7
Şekil 2.2: Sürdürülebilir mimarlık kavramsal çerçevesi.....	8
Şekil 2.3: Sürdürülebilir yapının üç boyutu.....	12
Şekil 2.4: Sürdürülebilir yapım için kavramsal bir model.....	14
Şekil 2.5: Sürdürülebilir tasarım ve yapım için geliştirilen kavramsal çerçeve.....	15
Şekil 2.6: Dünya enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı.....	17
Şekil 2.7: Rüzgâr Türbünü.....	21
Şekil 2.8: Türkiye jeotermal enerji kaynakları.....	22
Şekil 2.9: Gelişmiş Jeotermal Sistemler.....	23
Şekil 2.10: Dalga Enerjisi.....	25
Şekil 2.11: Gelgit enerjisinde türbinlerin dönüşü.....	26
Şekil 2.12: Hidroelektrik santralin çalışma sistemi.....	27
Şekil 3.1: Fiziksel çevre etkenleri, kullanıcı gereksinimleri ve yapma çevre ilişkisi.....	34
Şekil 3.2: Performans yaklaşımı ile dış çevre, yapı kabuğu ve iç ortam etkileşimi.....	35
Şekil 3.3: Isı kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi.....	38
Şekil 3.4: Farklı geometrik şekillerin yüzey alanı oranları.....	39
Şekil 3.5: Bina sayılarının ve inşaat alanlarının bina türlerine göre dağılımı.....	41
Şekil 3.6: Enerji tüketimlerinin bina türlerine göre dağılımı.....	41
Şekil 3.7: Bina enerji performansı hesaplama yöntemi süreci.....	45
Şekil 3.8: Dünya genelinde bina çevresel performansı değerlendirme sistemleri.....	46
Şekil 3.9: Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Bina Tasarım Döngüsü.....	47
Şekil 4.1: Binaya monte rüzgâr türbinlerin montaj şekilleri.....	53
Şekil 4.2: Pencerelele plan ve kesitte günışığı dağılımları.....	58
Şekil 4.3: Sürekli çatı ışıklıkları örnekleri.....	60
Şekil 4.4: Doğal Işığın Mekân İçerisine Alınması.....	61
Şekil 4.5: Işık tüpü örneği.....	62
Şekil 4.6: Anidolik Tavan Örneği.....	63
Şekil 4.7: Orta avlulu atrium şematik planı ve perspektifi.....	66
Şekil 4.8: Üç Taraflı Çevrili Atrium Şematik Planı ve Perspektifi.....	66
Şekil 4.9: Dogrusal Atrium Şematik Planı ve Perspektifi.....	67
Şekil 4.10: Plaza Tipi Atrium Şematik Planı ve Perspektifi.....	67
Şekil 4.11: Sera tipi atrium şematik planı ve perspektifi.....	68
Şekil 4.12: Çift cidarlı cephe yapısı.....	70
Şekil 4.13: Deniz suyunun binaya ulaşım şekli.....	55
Şekil 4.14: Deniz suyu ile soğutma sisteminin çalışma şekli.....	56

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1: Enerji kaynaklarının sınıflandırılması.....	16
Tablo 2.2: Dünyanın Hidroelektrik enerji potansiyeli.....	28
Tablo 3.1. Binalara Ait Genel Bilgiler.....	40
Tablo 3.2: Elektrik enerjisi tüketimini azaltacak enerji verimliliği önlemleri.....	42
Tablo 3.3: Değerlendirme sistemlerinin kriterleri.....	46
Tablo 4.1: Çift cidarlı cephe sisteminin avantajları.....	70

RESİM LİSTESİ

Sayfa

Resim 2.1: Doğayla uyumlu Fallingwater evi.....	10
Resim 3.1: Güneşiğine duyarlı bir yapı lighthouse	37
Resim 4.1: Deniz üstü rüzgâr santralleri.....	52
Resim 4.2: Lighthouse , Castlehouse.....	54
Resim 4.3: Pencereerde dış görüş aydınlatma.....	58
Resim 4.4: Sürekli çatı ışıklığı.....	59
Resim 4.5: Yatay ve düşey dış gölgeleme elemanı.....	61
Resim 4.6: Atriumların Saydam Üst Örtülerinde Uygulanan Gölgeleme Elemanları	62
Resim 5.1: Californiya bilim akademisi.....	74
Resim 5.2: Californiya bilim akademisi ön saçak PV kesiti.....	75
Resim 5.3 : Yapı çatısında bulunan açılabilir ışıklıklar.....	76
Resim 5.4: Californiya bilim akademisi.....	77
Resim 5.5: Californiya bilim akademisi ekolojik özellikleri.....	78
Resim 5.6 : CH2 yerel yönetim binası cephe görünüşü.....	79
Resim 5.7: Kuzey cephesinde yer alan ısısal baca.....	80
Resim 5.8: Çatıda bulunan rüzgar türbinleri	81
Resim 5.9: Batı cephesinde yer alan ahşap kepenklerden.....	82
Resim 5.10: Yağmur kuleleri.....	83
Resim 5.11 : CH2 yerel yönetim binası ekolojik özellikleri.....	84
Resim 5.12: Mataro kütüphanesi perspektif görünüş.....	85
Resim 5.13: Güney cephesinde yer alan çift tabakalı pv sistemin iç mekândan görünüü.....	86
Resim 5.14: Güney cephesini kaplayan PV panellerden görünüm.....	87
Resim 5.15: Çatıda yer alan PV modüllerden görünüm.....	88
Resim 5.16: Mataro kütüphanesi çatının doğal aydınlatması.....	89
Resim 5.17 : Mataro kütüphanesi alt kat planı.....	89
Resim 5.18 : Mataro kütüphanesi giriş kat planı.....	90
Resim 5.19: Mataro kütüphanesi 1. normal kat planı.....	90
Resim 5.20: Mataro kütüphanesi ekolojik yapısı.....	91
Resim 5.21: Reichstag alman parlamento binası.....	92
Resim 5.22: Reichstag Alman Parlamento Binası Kesit.....	93
Resim 5.23: Salonun aydınlatmasını ve havalandırmasını sağlayan ters konik strüktür.....	94
Resim 5.24: Hareketli gölgeleme elemanı.....	95
Resim 5.25: Reichstag alman parlamento binası çatı görünümü.....	96
Resim 5.26: Reichstag alman parlamento binası doğal aydınlatma enerjisini kullanımı.....	96
Resim 5.27: Reichstag alman parlamento binası salon katı planı.....	97
Resim 5.28: Hareketli kubbe kesiti.....	97

Resim 5.29: Reichstag alman parlamento ekolojik yapısı.....	98
Resim 5.30: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi.....	99
Resim 5.31: Avluya bakan doğu cephesi.....	100
Resim 5.32: Batı cephesi-çift tabakalı cephe kuruluşu.....	101
Resim 5.33: Avluya bakan doğu cephesi.....	101
Resim 5.34: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi kat planı.....	102
Resim 5.35: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi sitem kesiti.....	103
Resim 5.36: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi ekolojik yapısı	104
Resim 5.37: Ümraniye belediye binası.....	105
Resim 5.38: Ümraniye belediye binası teras çatı planı.....	105
Resim 5.39: Teras çatılara yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım teknikleri..	106
Resim 5.40: Ümraniye belediye binası giriş kısmındaki atrium.....	107
Resim 5.41: Ümraniye belediye binası giriş kısmındaki atriumun doğal aydınlatılması.....	107
Resim 5.42: Ümraniye belediye binası ekolojik özellikleri	109
Resim 5.43: Çağlayan adalet sarayı ön giriş kapısından bir görünüş.....	110
Resim 5.44: Atrium ve galeri boşluklarından iç mekanın aydınlatılması.....	111
Resim 5.45: Yapının atrium ve galeri boşluklarının birbiriyle olan bağlantısını gösterimi.....	111
Resim 5.46: Merdiven kısmının doğal aydınlatılması.....	112
Resim 5.47: Yapının çatı kısmına yerleştirilen rüzgâr gülü ekipmanları.....	113
Resim 5.48: Çağlayan adalet sarayının master planı.....	113
Resim 5.49: Çağlayan adalet sarayı ekolojik yapısı	114
Resim 5.50: Güney cephesinden bir görünüm	115
Resim 5.51: Atrium'un doğal aydınlatılması	116
Resim 5.52: Hareketli güneş kırıcılarından görünüm	117
Resim 5.53: Çatıda bulunan PV panellerden görünüm	117
Resim 5.54: Güney cephesinden gün ışığının iç ortama geçişi	118
Resim 5.55: Devonshire üniversitesi araştırma merkezi binasının ekolojik yapısı...	119
Resim 5.56: Cezeri yeşil teknoloji endüstri meslek lisesi çatı ve cephe görünüm...	120
Resim 5.57: Yapının çatı kısmında kullanılan doğal aydınlatma ekipmanları.....	121
Resim 5.58: Atrium'un doğal aydınlatılması.....	122
Resim 5.59: Cezeri yeşil teknoloji endüstri meslek lisesi genel görünüm.....	122
Resim 5.60: Cezeri yeşil teknoloji endüstri meslek lisesi ekolojik yapısı.....	123

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARLIKTAKİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI, KAMU BİNALARINDA UYGULAMA YÖNTEMLERİ VE ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Enerji kaynaklarının günümüz çağında artık tükenmeye başladığı dönemleri geçirmekteyiz. Yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanmaya başladığımız dönemlere geçerek; Güneş, rüzgâr, dalga, toprak gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının günlük insan yaşamında yerini alması gerekmektedir. İlk olarak tasarımlarda enerjinin mimarlıkla birleşerek çevreye duyarlı yeni yapılar oluşturulabilir.

Günümüz çağında insanlar yaşam koşullarını gitgide kolaylaştırmak için farklı alternatifler bulmakta ve bununla beraber, yaşam standartlarını kolaylaştırma arayışına girmişlerdir. Bu sebepten teknoloji sanayisinin gelişmesiyle birlikte, yapılarda kullanılan malzeme çeşitliliğiyle tasarımın daha çok ötesine geçmiş durumda kalmaktadır. Başka bir deyişle en kötü malzemenin bile doğru yerde doğru şekilde kullanılarak yapıyla birlikte ne kadar çok ön plana çıktığı görülmektedir. Bunun sonucunda binaların daha az enerji tüketmesiyle ilgili yapılan araştırmalarda; güneş enerjisinin elektriğe dönüşmesi binanın az da olsa ihtiyaç duyduğu elektriği karşılayabilmesi için önemli bir gelişme olacaktır. Günışığı kullanılarak aydınlanma enerjisinin bina içinde kullanılması bu günışığının aynı zamanda iç mekânla dış mekân arasında ısı alışverişini minimum seviyeye indirmiş olması yapıda tasarruf yapma açısından önemlidir. Buna benzer yenilenebilir enerji kaynaklarının binalarda uygulanması sonucunda kullanılan enerjinin maddi olarak azaldığı görülmektedir. Böylece enerji kaynakları olarak dışa bağlı olan ülkelerin enerji ihtiyaçlarının azaldığı gözlemlenmektedir. Günümüzde ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmasındaki en önemli sorunlardan biride temiz ucuz ve kolay elde edilebilen bir enerji kaynağı sağlamaktır. Bu durum ülkenin ekonomik olarak cari açığının dengelenmesinde önemli bir rol sağlayabilir. Dünyada var olan yenilenemeyen enerji kaynakları, yaşam içerisinde günlük görevini yerine getirmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının, kamu yapılarında uygulama örneklerini bu beş bölümde açıklanmaya çalışılmış ve mimari tasarımla ilişkili kurularak örnekler üzerinde değerlendirilmiştir. Birinci bölümde çalışmanın amaç, kapsam ve yöntemi ele alınmıştır.

İkinci bölümde, sürdürülebilirlik kavramıyla birlikte sosyal, ekonomik, çevresel boyutları ele alınarak değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümünde ise tezin asıl amacı olan sürdürülebilirlik kapsamında kamu binaların enerji ilişkisi kapsamında yapının proje kısmından itibaren yapının enerji ihtiyacı ve binanın enerji performans kriterlerinden bahsedilmiştir.

Tezin dördüncü kısmında ise ikinci ve üçüncü bölüme bağlı olarak kullanılan tasarım elemanı olan yenilenebilir enerji envanterlerinin çalışma kriterlerinin örneklerinden bahsedilmiştir.

Beşinci bölümde dünya genelinde yapılmış olan kamu binalarının tezin tüm bölümleri ele alınarak örnek kamu yapıların incelemelerinden bahsedilmiştir.

Tezin son kısmı olan altıncı bölümde literatür taramaları sonucu verilmiş bilgiler dahilinde verilen sonuç ve değerlendirmeler ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Mimarlık, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Kamu Binaları, Mimarlık ve Enerji.

USE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE, INVESTIGATION OF APPLICATION METHODS AND EXAMPLES IN PUBLIC BUILDINGS

SUMMARY

Nowadays we are going through periods where energy sources are starting to run out. By moving on to a time when we start using renewable energy sources more and more; Renewable energy sources, such as the sun, wind, waves, and soil, need to take its place in daily human life. First of all, energy sensitive new structures can be created by combining energy with architecture in designs.

In this day and age, people find different alternatives to make their living conditions easier and they have sought to make their living standards easier. As a result, with the development of the technology industry, the diversity of materials used in construction has gone beyond design. In other words, it is seen how much even the worst material, used in the right place, in the right way, together with the structure can be brought to the forefront. As a result of research on less energy consumption of buildings, the conversion of solar energy into electricity will be a significant improvement to meet the electricity needs of the building, even if only slightly. Using daylight as the lighting energy in the building is also important in terms of savings in the building because this daylight reduces the heat exchange between indoor and outdoor space to a minimum level. It is seen that the amount of energy used as a result of the application of such renewable energy sources in the buildings is reduced in the long run. Thus, it is observed that the energy needs of countries that are dependent on foreign sources of energy are decreasing. Today, one of the most important problems in the social and economic development of countries is to provide a clean, cheap and easily obtainable energy source. This situation can play an important role economically in balancing the current account deficit of the country. The fossil energy resources that exist in the world fulfill their daily duty in the existing life.

The study of the methods applied to public buildings of renewable energy sources, which aims at the design effect of the architecture, consists of five parts. In the first section, the purpose, scope and method of study are discussed.

In the second chapter, the social, economic and environmental dimensions of sustainability are considered and evaluated.

In the third chapter, the energy needs and energy performance criteria of buildings are discussed from the project side, in the context of energy relations of public buildings within the scope of sustainability, which is the main objective of the thesis.

In the fifth chapter, the public buildings built around the world and the examples of the public buildings are discussed, taking into account all parts of the thesis.

In the last part of the thesis, the results and evaluations given based on the literature reviews are discussed.

Key words: Sustainability, Sustainable Architecture, Renewable Energy Sources, Public Buildings, Architecture and Energy.

1. GİRİŞ

Doğa ve toplum yaşamı için en önemli etmenlerin başında enerji gelmektedir. Temel yaşam kaynaklarımızdan biri olan enerji insanlığın doğal yaşantısının gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. Ekosistemi oluşturan tüm canlılar yaşam standartlarını sürdürülebilmek adına enerjiye ihtiyaç duydukları gibi makinelerinde çalışabilmesi için enerji kaynağına ihtiyaçları vardır. Enerji üretimi, ekosistemi bozan önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu çevresel sorunların başında gelen en önemli problem ise sera gazlarının salınımıdır. Sürdürülebilir ve çevresel açıdan incelendiğinde binalarda bu salınımların en aza indirilmesi gerektiği gözlemlenmektedir.

Yirmibirinci yüzyılda teknolojiye hızla yaşanan gelişmeler ve buna bağlı enerji tüketimindeki artış, bu enerjinin çoğunlukla fosil kaynaklardan elde edilmesi ve çevre kirliliği gibi olumsuz gelişmeler, dünyadaki ekolojik dengede geri dönüşü olmayan tahribatlara neden olmaktadır. Sınırlı kaynakların yakın zamanda tükenmesi, yaşanabilecek enerji krizi ve çevresel felaketler göz önüne alındığında yenilenebilir enerji kaynakları gibi temiz ve alternatif enerji çözümlerine gidilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanımını artırılması gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları yapılarda yapı bileşeni olarak kullanılabilir. Bu bağlamda, yapılarda tüketilen enerjinin bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanabilmektedir. Aynı zamanda doğayla dost olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji tasarrufu yapabileceğimiz özgün binalar tasarlanmalıdır. Bu durumda bu projeler uygulandığında ihtiyaç duyulan enerji minimum seviyeye indirilmiş ve çevre dostu enerji üretim yöntemleri kullanılmış olacaktır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı sürdürülebilir mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynaklarını, kamu binalarında ki kullanım yöntemlerini incelemek ve uygulama örneklerini değerlendirmektir. Kamu binalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulama, teknik ve yöntemleri kullanılarak, sürdürülebilirlik kapsamında faydaları analiz edilip, raporlar halinde açıklanmaya çalışılmıştır. Kamu yapıları sürdürülebilirlik açısından daha kapsamlı bir şekilde, mimarlık ve yenilenebilir enerjiyi ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Mimari tasarıma başlarken yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve uygulamalarının tasarıma yapmış olduğu etkileri incelemek amaçlanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilmesi için topografyanın fiziksel ve çevresel önemi büyüktür. Yapıların tasarımlarına başlamadan önce yapının bulunduğu yerin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı noktasında bazı araştırmalar yapılmalıdır. Rabiya Sümeyye Esenin hazırladığı ‘‘Konut Alanlarında Yenilenebilir Enerji Kullanımı Ve Eyüp Örneği’’ isimli çalışmada, kent ve insan arasındaki bağı açıklamaya çalışmıştır. Bununla birlikte Özgür Semavi Katuk’un yazdığı ‘‘Yüksek Yapılardaki Sürdürülebilir Enerji’’ çalışmasında, çevreye olumlu, enerji, malzeme, su ve bireyin kullandığı mekânı etkin kullanması gerektiği konuları gündeme getirilmiştir. Sürdürülebilir mimarlık canlıların, bireylerin sağlığını, güvenliğini, psikolojik ve fiziksel konforunu sağlayan çevreye saygılı yapılar ortaya koyabilmektedir.

1.3 Hipotez

Günümüzde kamu binaları yenilenen yaşam standartlarıyla birlikte daha modern teknolojiler barındıran yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kamu binaları kamusal alan niteliği taşımakta, gün içerisinde karşılaşmış olduğu ziyaretçi ve iş yoğunluğu sebebiyle önemli bir enerji ihtiyacına gereksinim duymaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kamu binalarında kullanımı, bu kullanımın yaygınlaştırılması ve özendirilmesi önemli ölçüde enerji ihtiyacını karşılayabilir ve bununla birlikte toplum

genelinde örnek olma niteliği taşıyabilir. Kamusal binalarda kullanılacak olan yenilebilir enerji kaynaklarının sistem tasarımı iyi analiz edilip doğru yöntem seçilerek efektif kullanıldığında söz konusu binaların enerji verimliliği daha da arttırılabilir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE MİMARLIK

2.1 Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik; bugünün ihtiyaçlarının, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını kullanmasını tehlikeye atmadan, sosyal, ekonomik ve çevresel etkenleri belli bir döngü içerisinde işleyişini karşılama becerisidir.

Dünya, küresel ısınmaların etkileriyle birlikte, buna sebep olan yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı azaltılması gerekmektedir. Ülkelerarası yapılan iklim antlaşmalarında alınan kararların uygulamaya bir an önce geçmesi gerekmektedir. Enerji kaynakları tükenmeden önümüzdeki yıllar için planlama stratejisi yapmak, başlanması gereken önemli bir girişim olacaktır. Uluslararası yapılan antlaşmaların karşılıklı yaptırımlarla uygulanabilmesi adına, insanların toplumsal olarak hareket etmesinin yanı sıra, halkların bu konuda bilinçlendirilmesi önemli ölçüde etki edecektir.

“Günümüz toplumları mevcut ekonomik modeller yüzünden sürekli artan bir tüketim içindedir. Hayatta kalabilmek için doğal kaynakları çok daha az tüketen, sürdürülebilirlik, eşitlik ve iş birliği ilkelerine bağlı bir kültürün benimsenmesi gerekmektedir” (Kellog, Pettigrew, 2007).

Sürdürülebilir gelişme stratejisi 1970’li yıllarda başlayarak ekonomi, toplum ve çevre arasında kurulmak istenen dengenin yeni bir tanımı olarak ortaya çıkmıştır. Bu terimin ilk kez “Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği” (IUNC) tarafından hazırlanan “Dünya Koruma Stratejisi” adlı raporda kullanıldığı görülmektedir. Kavramın tüm dünyada kullanılmaya başlanması Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonunca hazırlanan ve 1987 yılında yayımlanan “Ortak Geleceğimiz” adlı raporla oluşturulmuştur (Yılmaz, 2007). Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nun 1987 yılı raporunda: "İnsanoğlu, gelecek nesillerin ihtiyaçlarına cevap verebilme kabiliyetini riske atmadan, günlük gereksinimleri temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir hale getirme becerisine sahiptir" tanımı da yer almaktadır. “1980’lerden bu yana sürdürülebilirlik kelimesi daha çok, dünyada insan

varlığının sürdürülebilirliği anlamında kullanılmaktadır” (WordNet, 2008). Bu bağlamda sürdürülebilirlik ilkesi; belirsiz bir süre boyunca bir durum veya sürecin sürdürülebilme hacmini ifade etmektedir. Sürdürülebilirlik birçok farklı anlamlarda da ifade edilmektedir. Doğal kaynakların korunumu, gelecek nesillerin yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli koşulların sağlanması ve dünyanın üretkenliğinin artırılması şeklinde özetlenebilir. Bunun amacı sosyal, ekonomik ve çevresel boyutların bir göstergesidir. Tüm boyutların bileşkesi olarak insanların tüm sosyal yaşamının içinde temel ihtiyaçlarına işlevsel bir kabuk oluşturması adına önem taşımaktadır.

Son zamanlarda dünyada yaşanan doğal afetler ve hava değişimleriyle, etkileri ve nedenleri birçok fikirlerle birlikte sürdürülebilirlik kullanımını ön plana çıkarmıştır. Sürdürülebilirliğin kullanılması, farklı ülkelerdeki uzmanlar kapsamında derin bir şekilde ele alınmakta, günümüzde de sürdürülebilirlik kavramı hızlı bir şekilde tasarımlarda ve uygulama örneklerinde kullanılarak yerini almaktadır. Bu çalışmada sürdürülebilirlik kavramı değişik boyutlarıyla ele alınmıştır. Sürdürülebilirlik kavramına ek olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanılması göz önüne bulundurulmuştur.

2.1.1 Sosyal sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik; “ait olma hissi, mülkiyet ve kimlik kavramlarını bir arada besleyen ve koruyan bir kavramdır” (Aydoğan, 2015). Toplumlara ve sosyal kültürleri bir arada tutacak etkenler bulunmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik normal zaman geçtikçe değişmede sosyal ve kültürel yapının devamlılığı önemlidir. Sürdürülebilir toplumsal kalkınma; “çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması, yaşam kalitesinin yükseltilmesini, fiziksel engelliler gibi grupların topluma kazandırılmasını öngörmektedir” (Sev, 2009).

2.1.2. Ekonomik sürdürülebilirlik

Çevre, insanların biyolojik, sosyal ve ekonomik faaliyetlerini sürdürdükleri ortamdır. Bu tanıma göre çevre sorunları denildiğinde su, hava ve toprak kirlenmesi, kültürel varlıkların zarar görmesi ve gürültü unsurları akla gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde bu çevre sorunlarının kaynağı aşırı sanayileşme ve doğal kaynakların savurganca tüketimiyken, gelişmekte olan ülkelerde çarpık sanayileşme ve kaynakların plansız

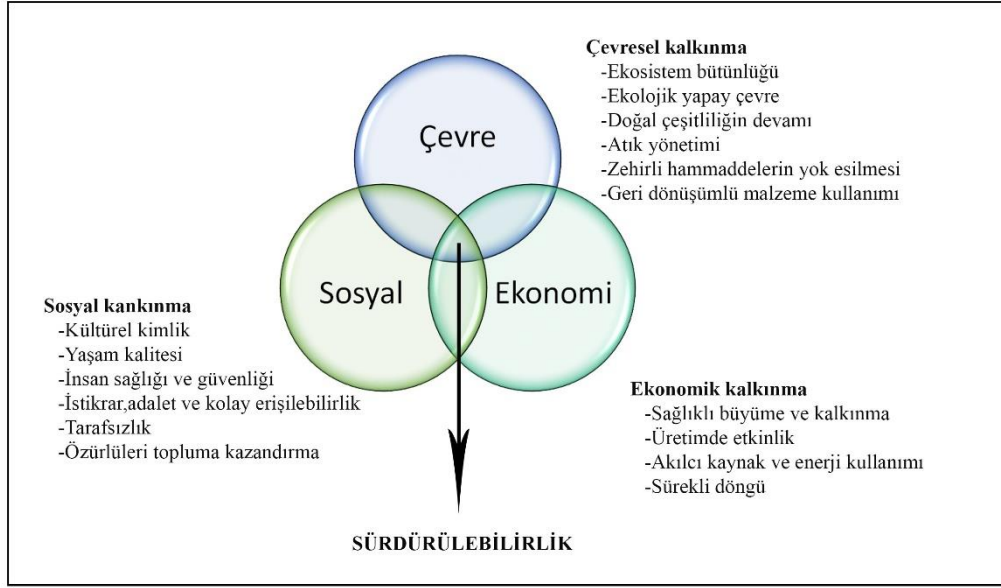
kullanımı gibi faktörlerdir. Çevrenin korunması doğal kaynakların, ekolojik dengenin ve insan sağlığının korunması anlamına gelmektedir (Biginoğlu, 1989). Gelişmekte olan ülkeleri incelediğimizde, çevre sorunları üzerinde önemle durularak birtakım çalışmalar yapıldığı gözlemlenmektedir. Hızla gelişmekte olan bazı ülkelerde ise öncelikli hedef; kısa dönemde ekonomik kazanç sağlamak ve çevresel sorunların göz ardı edilmemesidir.

2.1.3. Çevresel sürdürülebilirlik

Çevresel konular sürdürülebilir kalkınma açısından önem taşımaktadır. Ekolojik çevre insanların içinde var olduğu fiziksel bir mekândır. Bu mekanlarda sağlanan kaynakların belli sınırları vardır. Bu kaynaklardan bazılarının yenilenme süresi insan ömrüyle eşitken, mineraller ve fosil yakıtların yenilenme süreleri insan ömrü ile kıyaslanamayacak kadar uzundur (Norton, 2005).

Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yenilenmeyen enerji kaynaklarının tüketiminin azaltılması, çevreye zararlı her türlü atık maddelerinin üretiminin azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması gerekmektedir.

Çevre ve enerji sorunlarına çözüm odaklı bakıldığında, sürdürülebilir kalkınmanın üç yönü ön plana çıkmaktadır. Ekonomik, toplumsal ve çevresel yönlerin farklı kriterlerde amaç ve işlevleri bulunmaktadır. Bazı alanlarda kısmen, bazı alanlarda da tamamen bütünleştikleri görülebilmektedir. Bu üç boyutun her alanda bütünleşmesi ise uygun olan durumdur. Bu kesişime ulaşmak için uzun vadede planlı ve akılcı stratejiler ile mümkün olmaktadır. Buna ilişkin olarak Şekil 2.1’de sürdürülebilirliğin yönleri belirtilmiştir.



Şekil 2.1: Sürdürülebilirliğin E.S.Ç.Y.

(Venegas, Dubose, Pearce 1998)

2.2 Sürdürülebilir Mimarlık

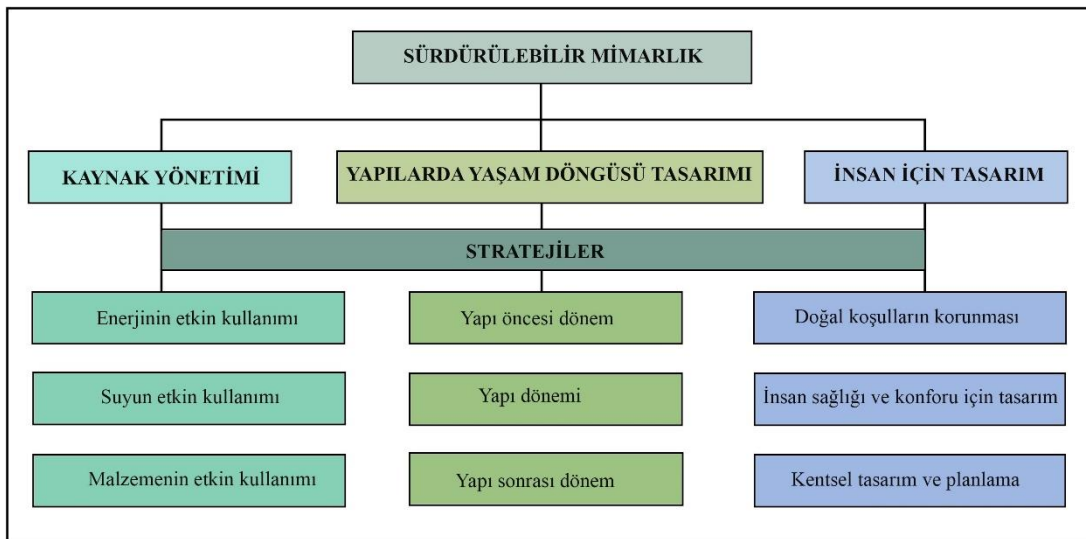
Günümüzde enerjinin korunumu ve doğal çevreye saygılı her alanda en önemli olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. “Bununla ilgili olarak sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmış ve mimari platformda da sürdürülebilir mimarlık adında yeni ve kalıcı bir araştırma konusu oluşmuştur. Mimarlığın temelini oluşturan tasarımda bu yeni kavrama dahil olarak sürdürülebilir mimari tasarım alanını ortaya çıkarmıştır” (Ünalın, Tokman, 2011). Sürdürülebilir mimarlıkta yapılan tasarımlar göz önüne alınırsa dikkat edilmesi gereken bazı konular var. Bu konular teknik terim olarak ele alırsak yapı içi, yapının dış kabuğu ve fiziksel çevre olarak ele alınabilir. Başka bir deyişle sürdürülebilir mimarlık; “doğal kaynakların kullanımını azaltmak için bağımlılığı ve kaynak tüketimini en aza indirmeyi amaçlayan mimari tasarım yaklaşımı” (Kremers, 1995).

Mimari tasarımlara başlamadan önce yapının yapılacağı yerin sürdürülebilir mimarlık açısından incelemelerinin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda elde edilen teknik verilerle, yapının dış cephesinde çevre ile yapı arasındaki ilişkiyi dikkate alarak malzemeler seçilmelidir.

“Sürdürülebilir mimarlığın amacı, çevresine duyarlı, az enerji tüketen, çevre üzerinde en az olumsuz etkiye sahip, kullanıcılarına sağlıklı iç ortamlar sunan ve konfor

koşullarını optimum düzeyde sağlayan binaların tasarlanmasıdır” (Shaviv, 1998). Bununla birlikte bir bina, insanların barınacağı ve günlük yaşamlarını karşılayacak bir yapı olarak düşünüldüğünde; gelişim, sosyal eşitlik, ekoloji ve ekonomi arasında bir denge oluşturmaktadır.

Gelecekte öngörülen ekolojik felaketleri önleme, çevreye duyarlı bir yapı ortaya koymak adına sürdürülebilir mimarlık ilkeleri benimsenmelidir. Bu üç ilke, Şekil 2.2’de olduğu gibi enerji, su ve malzeme kullanımı ile ilgili sorunlara çözüm yöntemleri geliştiren kaynak yönetimi, yapım öncesi, yapımı sonrası evrelerinde karşılaşılan ekolojik sorunlara neden olmaktadır.



Şekil 2.2: Sürdürülebilir mimarlık kavramsal çerçevesi (Sev, 2009).

2.2.1 Sürdürülebilir mimarlık kavramı

Sürdürülebilir mimarlık; artan nüfus ile birlikte bozulan çevre koşullarına etki eden nedenleri geliştirerek yeni kavramları gündeme taşımaktadır. Bu bağlamda 21. Yüzyıl tasarımları yapılırken, sürdürülebilir mimarlık kavramları yapılarda yerini almaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık, gün geçtikçe mimarlığın disiplini içinde önemini arttırarak önemli bir konuma gelmektedir.

“Enerji, günümüz dünyasında insanoğlunun ihtiyaç duyduğu en önemli kaynaktır. Fakat enerji ihtiyacının karşılanma ve kullanılma yöntemleri sürdürülebilir olmadıkça dünyanın nefes alabilme şansını arttırmak mümkün değildir” (Hasol, 2005). Enerji tüketiminin birinci kaynağı olan yapılar, kullanım amacını yerine getiren mimari

ürünler olduğundan enerji kavramını bina ve şehir ölçeğinde incelemek zorunlu hale gelmektedir.

Mimarlık, “İnsanların yaşamasını kolaylaştırmak ve barınma, dinlenme, çalışma, eğlenme gibi eylemlerini sürdürebilmelerini sağlamak üzere gerekli mekanları, işlevsel gereksinimleri ekonomik ve teknik olanaklarla bağdaştırarak, estetik yaratıcılıkla inşa etme sanatı; başka bir tanımlamayla yapıları ve fiziksel çevreyi tasarlama ve inşa etme sanat ve bilimi” şeklinde tanımlanmaktadır (Hasol, 2005).

“M.Ö. 1. yy’da yaşamış olan Romalı mimar ve kuramcı Vitruvius, özgün bir mimari için üç temel koşuldan bahsetmektedir. Bunlar sırasıyla sağlamlık (Firmitas), işlev (Utilitas) ve güzellik (Venustas) faktörleridir” (Vitruvius, 2013). Bu etkiler, geçmiş zaman diliminde değişik bakış açılarının karmaşası içinde bulunmuştur ve zaman dilini içinde olgunluğunu devam ettirmektedir. Sağlamlık, günümüzde strüktür ya da konstrüksiyonu simgelerken, güzellik denilen değişken, aynı zamanda sanatsal bir kavram olarak mimari estetiği işaret etmektedir. “Fakat 20. yy’da biçimsel yorum farklılıkları olmasına rağmen modern mimari söz konusu olduğunda öne çıkan işlevsellik kavramının, bugünün koşullarında ihtiyaçlara cevap verebilme anlamında çevresel yönde geliştiğini görmek mümkündür” (Vitruvius, 2013).

Mimarlık mesleğinin günümüzde yorumlanış şekilleri farklı olsa da mimarlık kavramı ile ilgili tanımlar aslında yüzyıllar içinde aynı kaynaktan; doğadan beslenmektedir. Mimarlık ve çevre ilişkisini birlikte irdelemek; mimarlık kavramını çevresi ile birlikte bütüncül bir şekilde düşünmek gerekmektedir. “Yapı kültürü, yapı üretimini planlamayı, yapının yeniden kullanımını ve bakımını içermektedir. O nedenle çevresel verileri dikkate alan mimari tasarımlar yapmak, mimarlık mesleğinden beklenen sorumluluklardır” (Sev, 2009). 1970’lerden önce bu konulara en yakın kavram olan “Organik Mimarlık” Frank Lloyd Wright tarafından bulunmuştur. Mimari ve onun tüm ürünlerinin insan ve çevre ile uyumlu olması gerektiğini savunduğu organik mimari düşüncesini Resim 2.1’de görüldüğü gibi “Fallingwater” (1935) isimli projesiyle örneklemiştir.



Resim 2.1: Doğayla uyumlu Fallingwater evi (Url-1).

“Sürdürülebilir mimarlık, içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür” (Sev, 2009). Resim 2.1’de de görüldüğü gibi sürdürülebilir mimarlık sadece rüzgar ve güneş enerjisinden yararlanmak olmayıp çevresel ve ekolojik verileride kullanarak su ve malzeme ilişkisiyle yaşam döngüsü içinde atıkların geri kazanılması, insanların fiziksel ve ruhsal sağlıkları ile konforlarının korunması da bu konunun kapsamına girmektedir. Bunların yanı sıra binaların kentsel alan içinde konumu ve altyapı sistemlerine etkisi de sürdürülebilirlik açısından önemlidir (Sev, 2009).

2.2.2 Sürdürülebilir yapı tasarımı

Mimarlık ve inşaat sektörü yenilenebilir enerji kaynakların önemli bir bölümünü kullanarak çevresel dengenin bozulmasına, insan sağlığını riske eden ortamların oluşmasına neden olmakta ve insan, doğa, çevre olan ilişkisi olumsuz etkilemektedir. Dünyada tüketilen enerjinin % 90’ı ve Türkiye’de tüketilen enerjinin % 75’i kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanmaktadır (Esin, 2002). “Ayrıca dünya genelinde tüketilen enerjinin % 50’si ve suyun % 42’si bina yapımında veya kullanım süreçlerinde harcanmaktadır” (Sayın, 2006). Küresel ısınmaya neden olan sera

gazlarının % 50'si, içme sularındaki kirlenmenin % 40'ı, hava kirliliğinin % 24'ü, CFCs ve HCFCs salımlarının % 50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Dikmen, Gültekin, 2009).

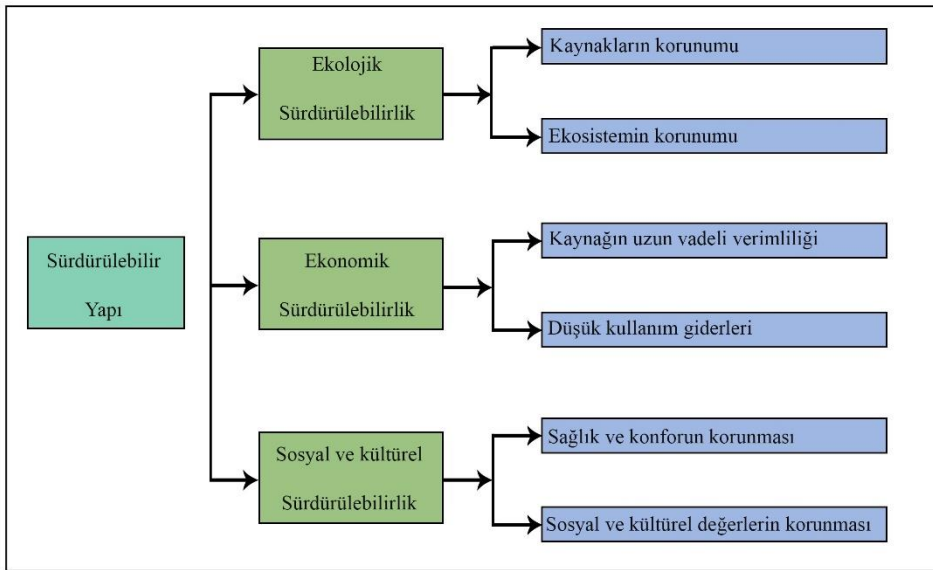
Sürdürülebilirlik günümüzdeki gereksinimler karşılanırken doğanın ve doğal kaynakların gelecek nesiller için korunmasını gerekliliğine işaret etmektedir. Bu nedenle çevre üzerinde olumsuz sonuçlar doğuran ve tüketilen enerjiden büyük ölçüde sorunlu olan yapı tasarımı sürdürülebilirlik kapsamında yeniden ele alınmalıdır. Sürdürülebilirlik, mimari tasarım sürecinin planlama, programlama, ön tasarım, tasarım, uygulama, yıkım ve yeniden planlama süreçlerinin tümünü kapsayacak biçimde uzun vadeli bir süreçte değerlendirilmelidir. “Sürdürülebilirlik yaklaşımı teknoloji, işlevsellik, estetik ve ekonomi olarak tanımlanan mimari tasarım ölçütlerinin doğa çevreenerji korunumu ve konfor konuları ile genişleyerek değişmesine, enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan yapı tasarımının yeniden tanımlanmasına neden olmuştur” (Dikmen, Gültekin, 2009). Bu tanımlama kapsamında sürdürülebilir yapı tasarımı ölçütleri aşağıda ifade edildiği şekilde sıralanabilir.

- Yapı kabuğu ve yapı formunun konum, topoğrafya, iklim, manzara, hakim rüzgar vb. içeren fiziksel çevre verilerine uygun biçimlendirilerek enerji verimliliği sağlanması.
- Kaynak korunumu, enerjinin etkin ve verimli kullanılması ve alternatif enerji kullanımının yaygınlaştırılması.
- Enerjinin, bakım ve onarım maliyetlerinin, yapıyla ilişkili hastalıkların, atık ve kirliliğin azaltılması ve atıkların değerlendirilmesi.
- Esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrüne sahip yapı tasarımı ile yapılardan beklenen performans düzeyinin artırılması.
- Sürdürülebilir, geri dönüştürülebilir ve çevreye duyarlı yapı malzemeleri kullanarak yapı ürünlerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı ve bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğin artırılması.
- Zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması ve yapıyla ilgili sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirgenmesi.

-Sağlıklı mekânlar yaratılması ve iç hava kalitesi sağlanması.

-Sunduğu nitelikli ve yaşanabilir çevreler ile kullanıcı memnuniyeti sağlayan mekânların elde edilmesi ve Biyolojik çeşitliliğin korunması ve habitatın korunumu (Dikmen, Gültekin, 2009).

Sürdürülebilir yapı tasarımı gelişen yeni nesil mimarlıkta ve sürdürülebilirlik boyutuyla değişen mimari tasarım ölçütleri ile bu ölçütlere uygun olarak seçilen çevreye duyarlı yapı elemanları ve yapım teknikleri kullanarak yapı üretmeyi hedeflemektedir. Yapı sektöründe en önemli aktörler olan mimarlar bu hedefe uygun, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına özen gösteren, enerji verimliliğini arttırmayı amaçlayan ve çevresel duyarlılığa sahip tasarımların üretilmesinden sorumludur (Çiğdem, Dikmen, 2011).



Şekil 2.3: Sürdürülebilir yapının üç boyutu (Kohler 1999, Kayıhan 2006)

2.2.3 Sürdürülebilir mimarlık ve enerji ilişkisi

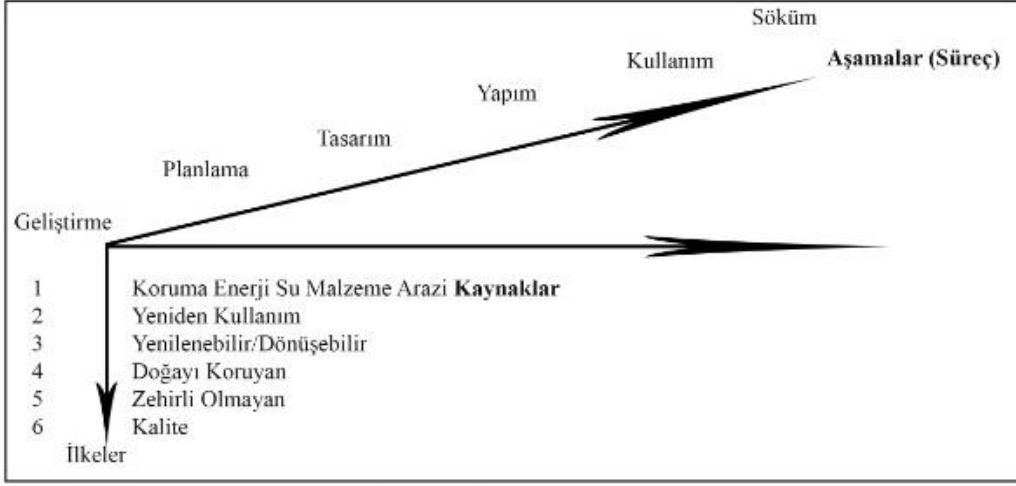
Sürdürülebilir mimarlık kapsamında yapıların tasarımları yapılırken kullanılacak malzeme ve yapının teknik mimari özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılar günümüz şartlarında kullanılmaya başlandığında, günlük ihtiyaçları karşılamak için belli bir enerji ihtiyacı duyulmaktadır. Bu bağlamda yapıların ihtiyaç duyduğu enerjiye katkı sağlamak için yapı tasarımlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla yapının tükettiği enerjiye katkı sağlanmaktadır.

Ekolojik perspektif ışığında; tasarım, yapım, işletim ve bakım aşamalarında enerji verimliliğini arttırmayı, bireysel-toplumsal yarara yönelik olarak enerji girdilerinin miktar ve maliyetini en aza indirmeyi hedefleyen enerji etkin tasarım yaklaşımları önemsenmelidir. Bu anlamda, iklim verilerinin ve doğal çevredeki ısı kaynak ve yutucuların iyi değerlendirilmesi ile aktif iklimlendirme aydınlatma gereksiniminin azaltılmasını hedefleyen bioklimatik tasarım yaklaşımı benimsenmelidir. Teknoloji, insanlığın doğa ile ilişkilerini uyumlu hale getirecek ekoteknolojiler ile binalara uygulanmalı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına özen gösterilmelidir (Evrans, Açelya 2012).

Kibert'e (1994) göre çevresel bilinç ve duyarlılıkla yapılaşmış çevrenin oluşturulması, ilkelerin kullanılmasının bir ürünü olduğu düşünülmektedir. Kibert aşağıda yer alan 6 sürdürülebilir yapım ilkesini ortaya koymaktadır. Şekil 2.4'dekine göre bu ilkelere göre de kavramsal bir model oluşturulmuştur (Şekil 2.4).

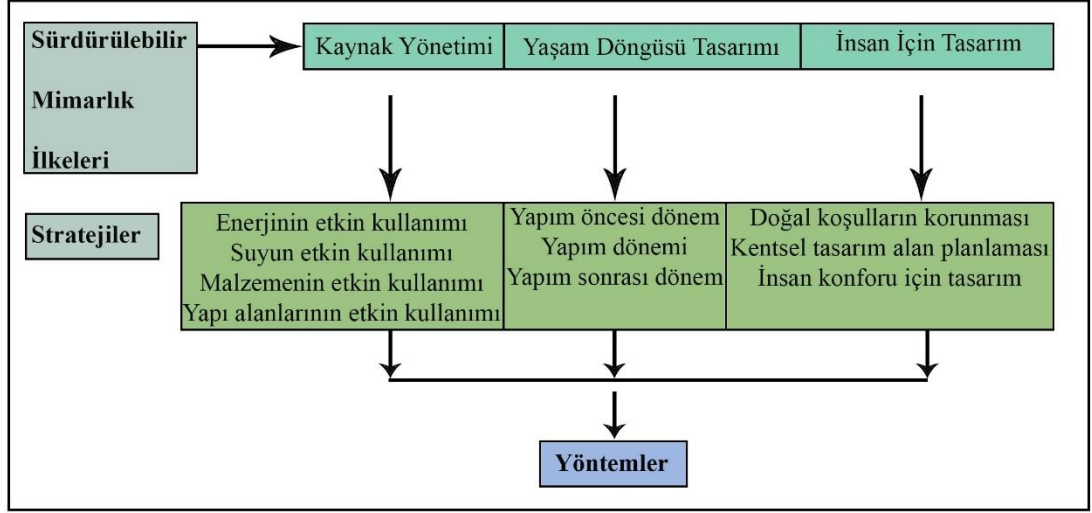
Kibert'in belirlediği Sürdürülebilir Yapım İlkeleri

1. Kaynak tüketiminin minimize edilmesi (Koruma),
2. Kaynakların yeniden kullanılmasının maksimize edilmesi (Yeniden kullanım),
3. Yenilenebilir veya dönüştürülebilir kaynakların kullanımı (Yenileme/Dönüştürme),
4. Doğal çevreyi koruma (Doğayı koruma),
5. Sağlıklı ve zehirli olmayan bir çevre yaratma (Zehirli olmayan),
6. Yapılaşmış çevreyi yaratmada kaliteyi sürdürme (Kalite) (Kilbert, C. J.1994).



Şekil 2.4: Sürdürülebilir yapım için kavramsal bir model (Kibert, 1994).

“Sürdürülebilir tasarım ve yapımın hedefi insanlar, canlı organizmalar ve inorganik öğelerden oluşan küresel ekosistemin varlığını sürdürmesini garanti altına alacak çözümler ortaya koymaktır” (Sev, 2009). Bu amaçla tasarımcıların ve yapımcıların faydalanabileceği kavramsal bir çalışma çerçevesi yararlı olabilmektedir. Sürdürülebilir mimarlık eğitiminin de üç hedefini oluşturan ilkeler, stratejiler ile yöntemlerden oluşan bu kavramsal çerçevenin amacı çevre bilincinin uyandırılması ve sürdürülebilir tasarım bileşenlerinin ortaya konmasıdır. Bu çerçeveye göre sürdürülebilir tasarım ve yapımın üç temel ilkesi bulunmaktadır (Sev, 2009). Şekil 2.5 incelensek, bu üç ilke enerji, su, malzeme ve yapı alanlarının etkin kullanımı ile ilgili çözüm yöntemleri geliştiren “kaynak yönetimi”, yapım öncesi, yapım ve yapım sonrası dönemlerinde karşılaşılan sorunlara çözüm yöntemleri geliştiren “yaşam döngüsü tasarımı”, insan sağlığı ve konforuna çözüm yöntemleri geliştiren ‘insan için tasarım’ ilkeleridir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Sürdürülebilir tasarım ve yapım için geliştirilen kavramsal çerçeve
(Sev 2009).

Sürdürülebilir mimarlık ilkeleri, kaynak yönetimi, yaşam döngüsü tasarımı ve insan için tasarım olmak üzere, yapılarda kullanılan mekan ile insan arasındaki ilişkilere dikkat ederek tasarımlar yapılmalıdır.

Civan'a (2006) göre "Tasarım insan konforunun önüne geçmeyip, iş ve yaşam çevrelerini geliştirmelidir. Bunun sonucu olarak yaşam stresinin azaldığı; mutluluk, sağlık koşulları ve üretkenliğin arttığı gözlemlenebilmektedir." şeklindedir. İnsan konforunun sağlanması için kullanılan yöntemler.

- Isısal, akustik ve görsel konfor sağlanması,
- Dış mekanlara görsel bağlantı sağlanması,
- Açılabilir pencerelerin kullanımı,
- Temiz ve taze hava sağlanması,
- Tasarım yapılırken farklı fiziksel kabiliyetleri olan insanların göz önünde bulundurulması,
- Zehirli olmayan ve dışarı gaz yaymayan malzemelerin kullanımıdır (Civan, 2006).

Güneşli iç mekânlarda yeterli bir aydınlık düzeyinin sağlanması, kullanıcı üretkenliği ve memnuniyetinin artması açısından önemli bir faktördür. Doğal aydınlatma yansıma

ve kamaşmanın önlenmesi için iç mekana giren güneş ışığının dengeli dağıtımını ve kontrolünü gerektirir (Sev, 2009).

2.2.3.1 Enerji kaynakları

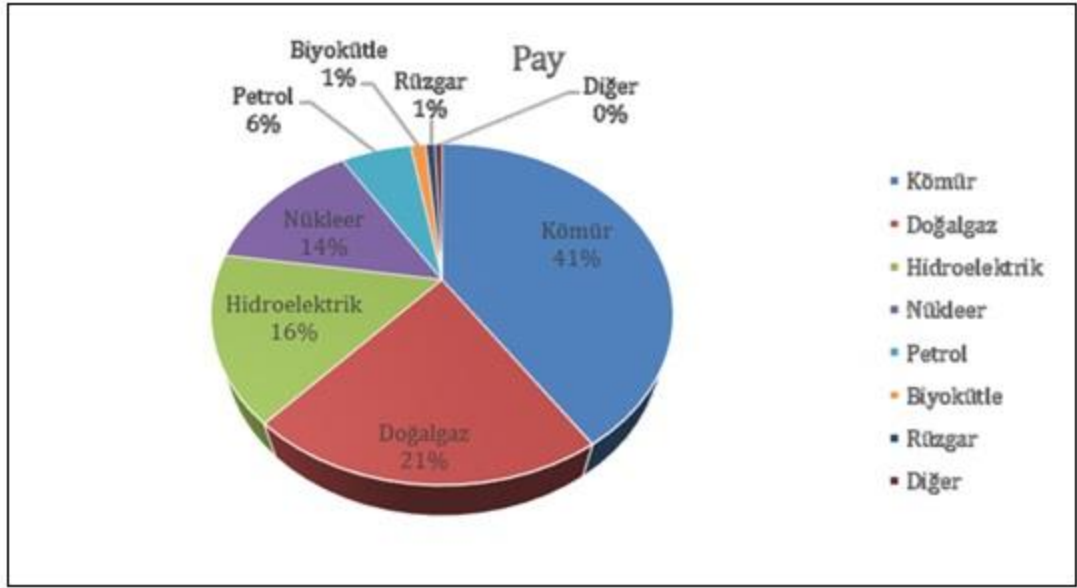
İş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan “enerji” çeşitli kaynaklardan üretilmektedir. Enerji Kaynakları; “Enerjinin Korunumu Kanunu’na” göre doğada var olan enerjinin şekil değiştirerek depolanmış halidir ve herhangi bir yöntemle enerji üretilmesini sağlayan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır (Öztürk, 2013).

Günümüzde enerji kaynaklarını ayırt edersek, yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki sınıfta şekillendiği görülmektedir. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması Tablo 2.1’de verilmektedir.

Enerji Kaynakları		
Yenilenemeyen enerji kaynakları		Yenilenebilir enerji kaynakları
Fosil yakıtlar	Nükleer enerji	Güneş enerjisi
Kömür		Rüzgar enerjisi
Petrol		Jeotermal enerji
Doğalgaz		Hidroelektrik enerjisi
		Biyokütle enerjisi
		Deniz enerjisi

Tablo 2.1: Enerji kaynaklarının sınıflandırılması (Esen, 2013).

Önümüzdeki 50 yıl içinde dünyada yer alan petrol kaynaklarının büyük ölçüde azalacağı ve ihtiyacı karşılayamayacağı yönünde birçok teknik araştırmalar sonucunda belirli tahminlerde bulunmaktadır. Doğalgaz ve kömür için de uzun süreçte benzer bir durum söz konusudur. Buna bağlı olarak dünyanın genelinde olduğu gibi ülkemizde de yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem kazanmaktadır. Dünya enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı şekil 2.6’da verilmektedir. Buna göre, üretimin üçte ikisinden fazlası yani % 68’i fosil kaynaklardan gelmektedir.



Şekil 2.6: Dünya enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı (DSİ 2012).

2.2.3.2 Yenilenemeyen enerji kaynakları

Kimyasal bir reaksiyona girmesi sonucunda tekrar kullanılmasının uzun bir süreç alması yada enerji kaynağı olarak kullanılmasının mümkün olmadığı kaynaklar “yenilenemez enerji kaynakları” olarak tanımlanmaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynağı olan fosil yakıtlar günlük bir ihtiyaçları karşılamada kullanılmaktadır. “Fosil yakıtlar” olarak tanımlanan kömür, petrol, bor, doğalgaz yenilenemez enerji kaynakları olup kaynakların bu şekilde isim almalarının nedeni kullandıkça bitmeleri ve yenilerinin gelmesinin çok uzun sürmesidir (Esen, 2013).

Fosil kaynaklı yakıtların belli işlemlerden geçilerek sırasında havaya bırakılan zararlı gazların iklim değişikliği ve küresel ısınmayı tetikleyici en büyük nedenleridir. Günümüzde yaklaşık olarak 31 milyar ton olan karbondioksit gazı emisyonu gelecekte 2030 yılında 43 milyar ton seviyelerine gelmesi beklenmektedir. Karbondioksit ve diğer sera gazlarının emisyonundaki bu yükselişin sonucu olarak küresel ısınma başta olmak üzere iklim değişikliği vazgeçilmez olan su kaynakları ve doğa tahribatı açısından tehlike arz etmektedir (Erdoğan, 2014 Diğer yenilenemeyen enerji kaynağı olan nükleer enerjide kullanılan uranyum ve toryum gibi radyoaktif minerallerin, atom düzeyinde bir nötronla bombardımanı sonucu enerji elde edilmesi nükleer enerjiyi diğer fosil yakıtlardan ayırmaktadır.

a. Fosil yakıtlar

Son yüzyılda gelişen sanayi devrimi sonucu ortaya çıkan makineleşmenin ana girdi kaynaklarından biri “enerji” dir. Kullanılan enerji kaynaklarının çoğunluğunu oluşturan kömür, petrol, doğal gaz gibi yakıtlar fosil yakıtlardır. Fosil yakıtlar katı, sıvı ve gaz yakıtlar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Oluşumları yeraltında milyonlarca yıl boyunca, bitkilerin ve hayvanların çürümesi ile olmaktadır ve yeraltından delerek (sondaj) veya kazarak yeryüzüne çıkarılıp kullanılmaktadır. Yer altında ısı ve basınçla oluşan fosil yakıtların oluşma hızı, tüketilme hızlarından çok daha düşüktür. Bu nedenle, fosil yakıtlar kısa süreçte yenilenemeyen enerji kaynakları olarak değerlendirilmektedir (Esen, 2013).

b. Nükleer enerji

İkinci Dünya Savaşından sonra çekirdeğin bölünmesinden açığa çıkan enerjiden barışçıl amaçlarla yararlanma yolları araştırılmaya başlanmıştır. Aynı dönemlerde temiz enerji olarak kabul edilen “nükleer enerji” üretimi için kurulan santrallerin arttığı görülmektedir. Nükleer enerji; atomun çekirdeğinin birleştirilmesi ya da parçalanması sonucu gerçekleşen tepkimelerden açığa çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtlar olarak bilinen petrol, kömür, doğalgaz gibi yakıtların yeni rezervlerinin bulunması ve meydana gelen nükleer enerji santrali kazalarının nükleer enerji kullanımına olan yönelimi azalttığı görülmektedir (Esen, 2013). “Küresel ısınma ve iklim değişikliklerine sebep olan fosil yakıtlarının oluşturduğu sera gazları ve diğer yandan nükleer enerji kaynaklarının çevresel, ekonomik açıdan yüksek maliyetli ve toplumsal kaygıların olması ülkelerin yenilenebilir ve yerli ve kaynaklara yönelmesine ve daha aktif kullanımına yönelimleri arttırmıştır. Çağdaş gereksinimlerden dolayı özellikle teknolojik gelişmeye bağlı olarak meydana gelen, enerji üretimiyle ilgili bilimsel araştırmalar, alternatif ve daha kullanışlı enerji kaynaklarına yönelilmiştir. Günümüzde doğal dengenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için yenilenebilir yerli enerji kaynaklarının işlenmesi ve kullanılmasının önemi önemli oranda artmaktadır.”

2.2.3.3 Sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları

Uluslararası Enerji Ajansının (International Energy Agency) tanımına göre yenilenebilir enerji; “doğal yollarla elde edilebilen ve sayısız olarak kendini yenileyebilen enerji” olarak tanımlanmaktadır. “Yenilenebilir enerji kaynakları; sürekli bir devrimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim işlemine ihtiyaç duyulmadan temin edilebilen kaynaklar” olarak tanımlanmaktadır.

Güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle, biyogaz, hidroelektrik ve deniz enerjileri gibi kaynaklar yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklardan aktif ve pasif sistemlerle yararlanılmaktadır. “Aktif sistemler” teknik ve teknolojik imkanlarla enerji kaynaklarından dolayı yoldan; “pasif sistemler” konumlanma ve yer seçimi gibi kararlarla enerji kaynaklarından doğrudan yararlanılan sistemlerdir (Gülay, 2008).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hayatımızda yerini önemli bir şekilde almaktadır. Bu önemim en kritik sebebi canlıların taşıdığı çevresel sıkıntılardan oluşmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişikliği, atmosfer kirliliği veya sera etkisi gibi değişik kelimelerle adlandırılacak bu kaygıların temelinde, büyük miktarlarda kullanılan fosil yakıtların atmosfere bıraktıkları zararlı gazların artması oluşturmaktadır. Bunlardan küresel ısınma, yeryüzü sıcaklığının bu gazlar dolayısıyla (her 10 yılda 0,3°C) artması anlamına gelmektedir. Bu gazlar arasında en önemli olanı ise karbondioksit gazıdır (Gülay, 2008).

Ortaya çıkan bu tehlikenin farkında olan Birleşmiş Milletler, konuya ilişkin ilk ciddi adımı hazırladığı “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” ile atmıştır. “Sözleşme, 1992 yılında, Brezilya’nın Rio şehrinde düzenlenen Çevre ve Kalkınma Konferansı’nda, 154 devlet başkanları ve üst düzey temsilcileri tarafından imzalanarak 1994’te yürürlüğe girmiştir” (Gülay, 2008). Sözleşmenin “Yükümlülükler” kısmında yer alan ikinci maddesi ise, imza sahibi ülkelere, 2000 yılı başında sera gazı salınımlarının 1990 yılı seviyelerine indirilmesi yükümlülüğünü getirmiştir (Gülay, 2008).

a. Güneş enerjisi

Güneş, dünya için temel enerji kaynağıdır. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle çeşitli enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımı artmaktadır. Bu kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yaklaşık olarak tamamı güneş kökenlidir. Yeryüzünde fiziksel ve biyolojik tüm işlemler için gerekli olan enerjinin tamamı güneşten gelir. Güneş, yaydığı yüksek miktardaki ısı ve ışık enerjisi yoluyla, dünyamızın hem ısınması hem de aydınlanmasında çok önemli bir işleve sahiptir. Günlük güneş enerjisi ile dünya aydınlanır, yağışlar ile su döngüsü sağlanır, rüzgarlar eser ve fotosentez ile canlı yaşamı sürdürmektedir.

Güneş 1.39 milyon kilometre çapında ve Dünya'ya yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıkta olan gaz ve tozlardan oluşmakta ve çekirdeğinde bulunan gazların tepkimesi sonucu açığa çıkan enerjinin bir bölümü Dünya'ya ulaşmaktadır. Güneş ışınlarının Dünya'ya ulaşması, coğrafi, mevsimsel ve günlük etkilere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ancak bu farklılıklar en fazla enerji veren ve tükenmeyen enerji kaynağı olma özelliğini değiştirmemektedir (Y.E.G.M).

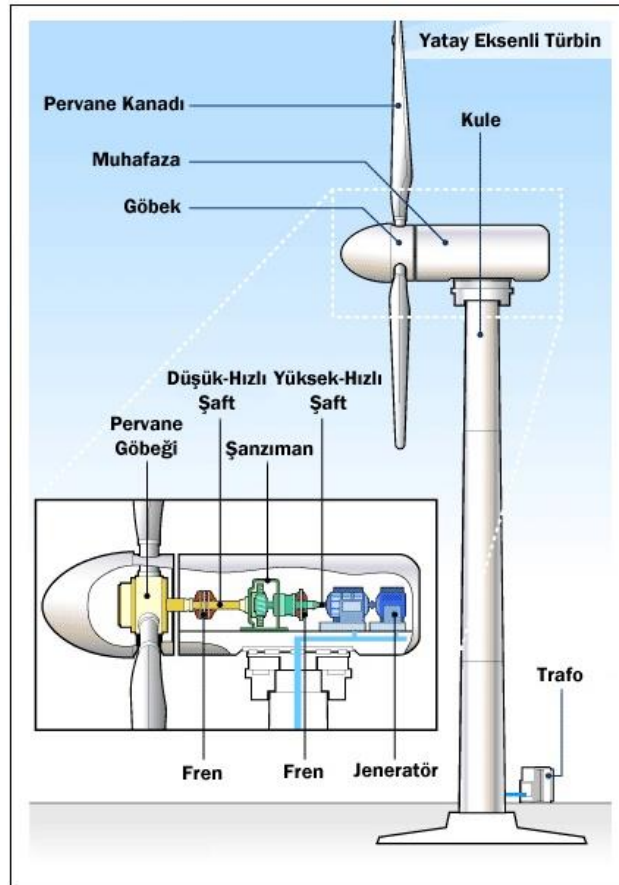
Yapılan ölçümlere göre; “Güneş'ten Dünya'ya gelen ışınların yarattığı enerji, metrekare başına ortalama 1,35 kW; 10 metrekare alandan elde edilen güneş enerjisi ise 1 kW olmaktadır. Bu hesaplara göre, Dünya'ya gelen Güneş ışınlarının bir yılda oluşturduğu enerjinin, bilinen kömür rezervlerinden elde edilecek enerjinin yaklaşık 50 katı olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır” (Gülay, 2008). Bununla birlikte, Güneş ışınlarının Dünya'ya ulaşması, coğrafi, mevsimsel ve günlük etkilere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu kısıtlar, Güneş enerjisine aralıklı, değişken, dağınık ve düşük yoğunluklu gibi temel nitelikler kazandırırken, çok büyük bir enerji kaynağı olma özelliğini ise değiştirmemektedir (Gülay, 2008).

b. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi, kaynağını güneşten alan bir enerji türüdür. Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin yaklaşık %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi eşit şekilde ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınrsa atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu

hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgâr adı verilmektedir (ETKB). Bir başka tanım olarak Rüzgâr; hava kütlelerinin ısınmaya bağlı olarak yer değiştirmesi sonucu gerçekleşmektedir. “Soğuyarak ağırlaşan hava kütlesi yüksek basıncı, ısınarak yükselen hava kütlesi ise, alçak basıncı oluşturmaktadır. Yüksek basınç alanında ağırlaşan havanın, alçak basınç alanında yükselen havanın boşalttığı yere doğru hareket etmesi rüzgârın oluşumunu sağlamaktadır” (Öztürk, 2013).

Rüzgârın, önüne bir engel konulması veya sabit bir engelle karşılaşması halinde, rüzgâr bu engel üzerine basınç uygulamakta ve rüzgâra karşı konan engelin hareket yeteneği ile elde edilen rüzgâr enerjisini mekanik enerjiye çevirmektedir. Rüzgâr enerjisi, mekanik güç olarak kullanıldığı gibi jeneratör aracılığı ile rüzgârın mekanik enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülerek rüzgâr potansiyeli olan her yerde elektrik enerjisi üretmek mümkün olmaktadır.



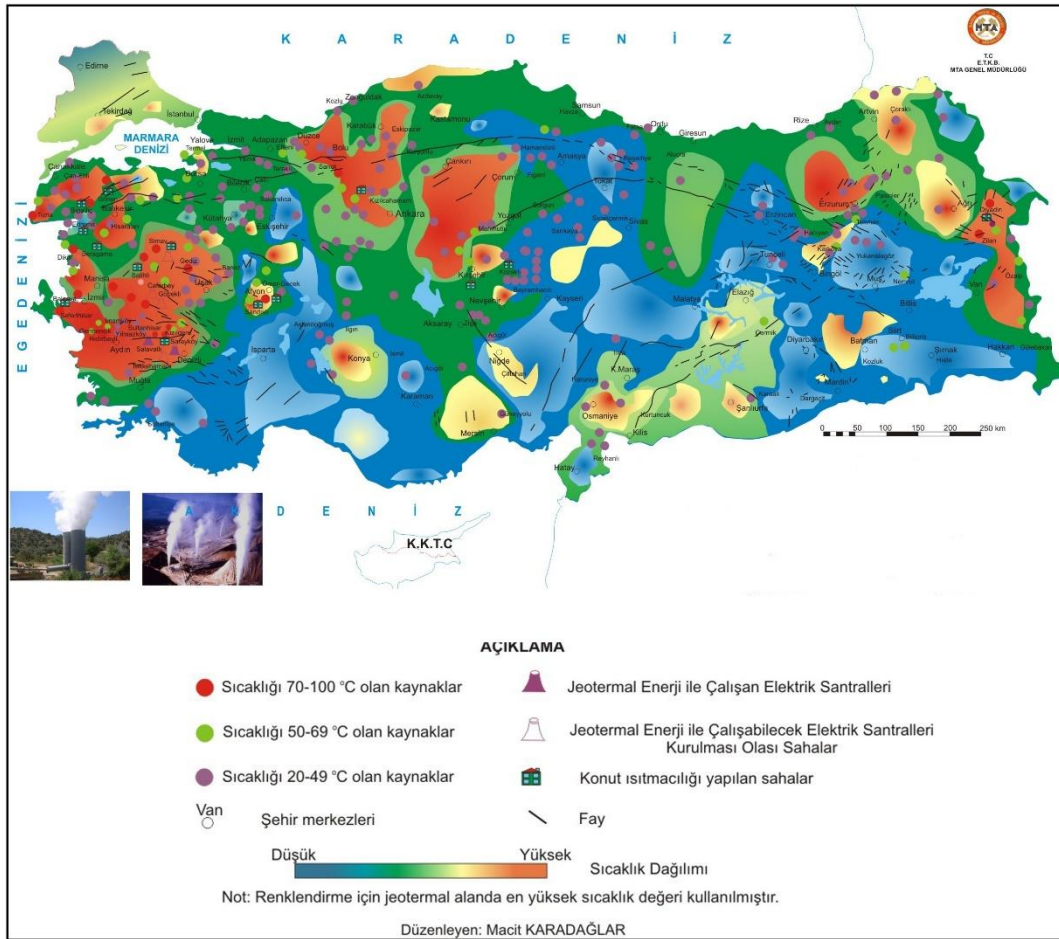
şekil 2.7: Rüzgâr türbünü (Url-2).

Rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbinleri vasıtasıyla elde edilmektedir. Rüzgâra karşı konan bir engelin hareket yeteneği, rüzgâr enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Rüzgâr

türbini, esen rüzgârın hareketini kanatları ile değiştirerek dönme kuvvetine dönüştürür. Ardından bu kuvvet elektrik enerjisine dönüştürülür. Türbinin kanatları ne kadar geniş ise esen rüzgârdan o kadar enerji kazanılmaktadır.

c. Jeotermal enerji

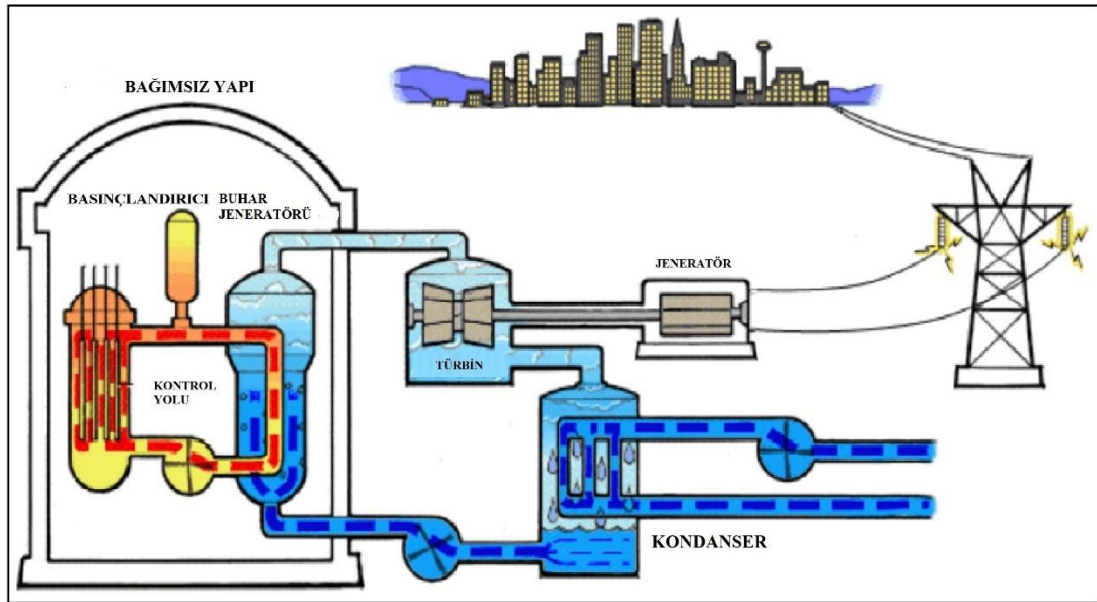
Yer kabuğunun çeşitli derinliklerindeki sıcak tabakalar bazı yerlerde yeryüzüne yaklaşır ve buralarda bulunan suları yaklaşmanın etkisiyle ısıtır; ısınan bu suyla üretilen enerjiye jeotermal enerji denilmektedir. Birikmiş olan ısının oluşturduğu, çevresindeki normal yer altı ve yer üstü sulara oranla daha fazla erimiş mineral bulunduran çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen bu suyun sıcaklığı sürekli olarak yirmi dereceden fazla olmaktadır. Jeotermal ısının yeryüzüne iletimini sağlayan su; elektrik üretiminde, ısıtmada, soğutmada ve çeşitli sanayi tesislerinde enerji hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda birde, sağlık ve turizm amacıyla da yararlanılabilen, su buharının basınçla birlikte sürekli olarak yüzeye ısı enerjisi iletmektedir (Öztürk, 2013).



Şekil 2.8: Türkiye jeotermal enerji kaynakları (Url-3).

Şekil 2.8’da ise Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü’nün Türkiye’de jeotermal enerji kaynaklarının olduğu bölgeyi gösteren haritası görülmektedir. Bu haritaya göre Ege Bölgesi’nde yoğun olarak sıcak jeotermal kaynaklar bulunmaktadır.

Fosil yakıtlara göre çok daha az hava kirliliğine neden olmasından dolayı çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Jeotermal kaynakların elektriksel güç üretiminde ve doğrudan ısıtma uygulamalarında kullanılmasıyla enerji temini sağlanır. Ayrıca binalarda ve endüstride jeotermal ısı pompalarının kullanılması ile de elektrik ve doğalgaz tasarrufu sağlanmaktadır. Yer kabuğunda muhtemelen dünyanın enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayabilecek yeterli miktarda ısı mevcuttur. Yeryüzünün ısı içeriği olan çekirdeğin sıcaklığı, yeryüzünün kabuğu olan mantodan çok daha yüksektir ve bu derinliklere inmek imkânsızdır. Yeryüzünün derinliklerindeki radyoaktif maddelerin mevcut miktarı hakkında doğrudan bilgiye sahip olunmadığı ve bunun gibi birçok belirsizlikler nedeniyle, yeryüzünün toplam ısı potansiyelini değerlendirmek kolay değildir. Ayrıca toprağın derinliklerindeki maddelerin fiziksel özelliklerinin bilinmemesinin yanı sıra yüzeydeki özellikleri ile farklılıklar olabileceği değerlendirilmektedir (Erdoğan, 2014).



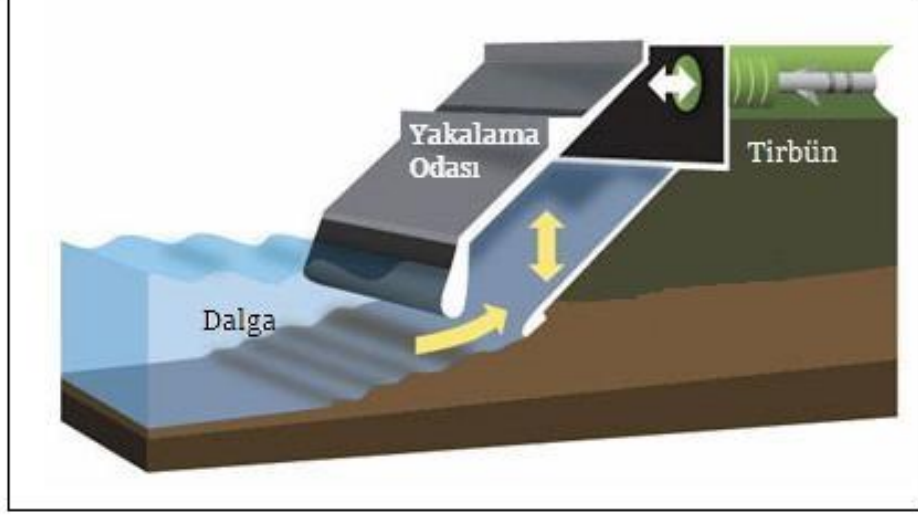
Şekil 2.9: Gelişmiş jeotermal sistemler (Url-4).

d. Dalga ve gelgit enerjisi

Güneşten gelen ışınların yeryüzündeki yükseltilerinden dolayı ısınmasında farklılık göstererek oluşan rüzgârların deniz yüzeyinde esmesi ile meydana gelen deniz dalgalarındaki gücün diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre etkisinin 10-15 defa daha yoğun ve etkin olduğu değerlendirilmiştir. Dalga ve gelgit enerjisi kullanılması durumunda, özellikle denizlere kıyısı bulunan ülkenin enerji ihtiyacına önemli katkılar sağlayacağı beklenmektedir.

Dalga, rüzgârın deniz ve okyanus yüzeylerindeki hareketleri sonucunda ortaya çıkar. Dalga enerjisi ise, deniz yüzeyinde meydana gelen dalgalardan faydalanılarak üretilen enerjiyi ifade eder. Bu yüzden dalga enerjisine, rüzgâr enerjisinin dolaylı bir şeklidir denilebilir. Dalga enerjisi, dalgalar açısından zengin olan kıyılara ve açık denizlere santraller kurularak elde edilir. Bu santraller deniz yüzeyine kurulabildiği gibi deniz tabanına da kurulabilmektedir. Burada elektrik üretimi, dalgaların su türbinini döndürmesi ile elde edilmektedir. Dalga enerjisi, çevreyi kirletmeyen, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Bu enerji ile elektrik üretilbildiği gibi hidrojen üretimi, batarya şarjı gibi depolama işlemleri yapılarak da bu enerjiden kesintisiz faydalanılabilir. Dünya genelinde dalga enerjisinden yararlanma, başta ABD olmak üzere Portekiz ve bazı Avrupa ülkelerinde sınırlı miktarda gerçekleştirilmektedir (Url-5).

Yenilenebilir enerji kaynağı olan gelgit enerjisinden elektrik üretmek için günün belli zamanlarında suların yükselip ve alçalmasından yararlanılarak sistem çalışmaktadır. Gelgit enerjisi santralleriyle ilgili bugünkü tasarımlar, ya bir kıyı kesiminde yada bir ırmak ağzında bu sistem kullanılabilir. Tünellerin içine yerleştirilmiş olan türbinler de suyun akışıyla dönecek ve buna bağlı olan jeneratörlerden elektrik üretilmiş olacaktır. Gelgit olan bölgelerde, kabarma ve alçalma hareketlerinden kanatları ters yönde de dönebilen türbinler yoluyla elektrik üretilmesidir. “Dünyada en önemli örneği Fransa’da Rance ırmağının halicinde kurulmuş olan 750 m uzunluğunda ve 240 MW gücündeki gelgit barajıdır. 1966 yılında inşa edilen bu barajda 24 pervane türbin bulunmaktadır” (Url-6).



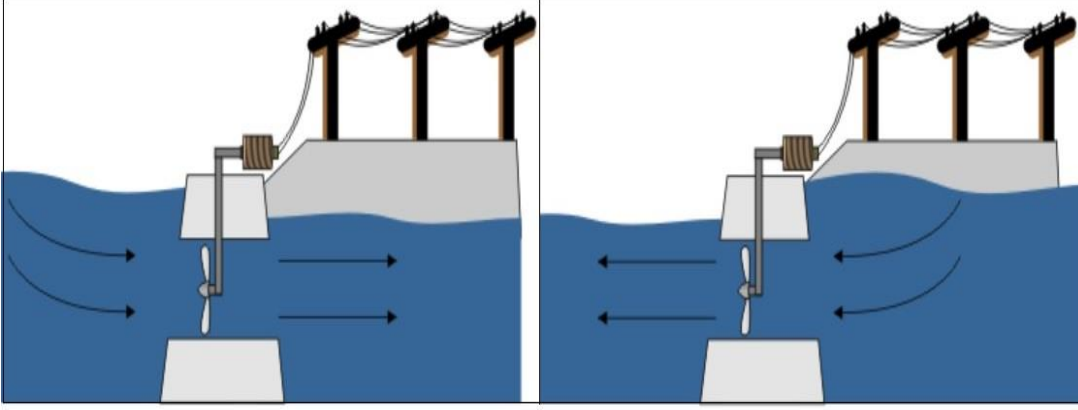
Şekil 2.10: Dalga enerjisi (Url-7).

Deniz kökenli enerji kaynaklarının sağladığı faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Deniz üzerinde kurulduğu için tarım alanlarının korunmasını sağlar.
- Yerel bir kaynak olduğu için dışa bağımlılığı yoktur. Olası krizlerden etkilenmez.
- Santral üzerine oteller, sosyal mekânlar vb. tesisler kurularak turizm amaçlı kullanılabilir.
- Dalyan görevi sayesinde balık neslinin çoğalmasını sağlar.
- Dalga elektrik santralleri ulusal elektrik sistemine bağlanılarak kullanılabilir (Koca, Çıtlak, 2008).

Ayrıca dalgaların enerji ihtiyacının çok olduğu kış aylarında daha çok elektrik üretecek olması da diğer bir olumlu yönüdür.

Her ne kadar çevresel olumsuz etkileri olmasa da meydana gelen değişim, buralarda yaşayan canlı türleri olumsuz etkileyecektir. “Kıyıya çok yakın kurulan santrallerde gürültü kirliliği ve estetik açıdan görüntü kirliliği oluşabilmektedir. Kıyılardan uzaklara kurulan santraller deniz taşımacılığı ve balıkçılığı olumsuz etkileyebilmektedir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerji sistemleri ile kaplanması deniz yaşamına zarar verebilmektedir” (Koca, Çıtlak, 2008).



Şekil 2.11: Gelgit enerjisinde türbinlerin dönüşü (Url-8).

e. Biyokütle enerjisi

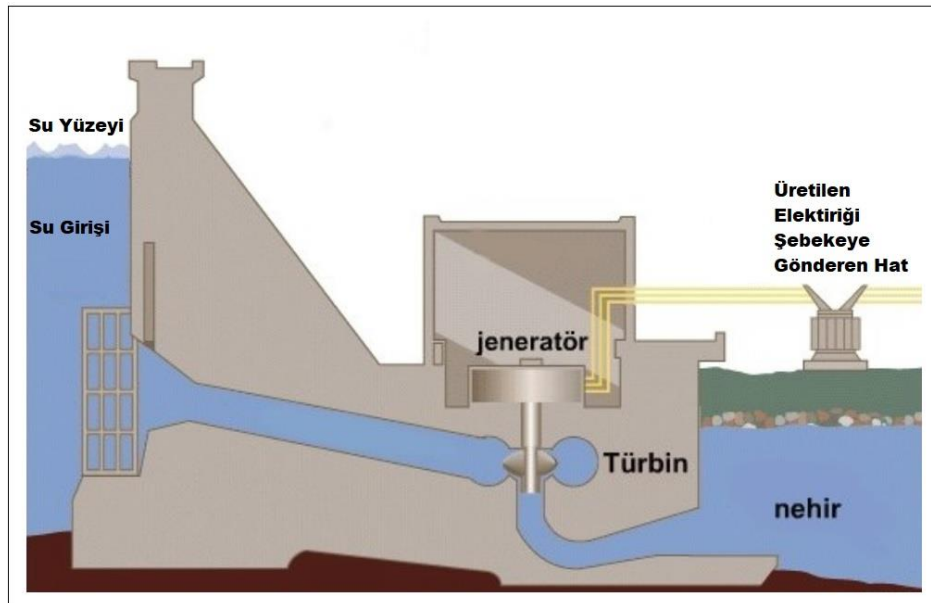
Güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalardır. Biyokütle, bir tür veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların, belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanmaktadır. Canlı kütle deyimiyle eş anlama gelen biyokütle, bitkisel ve hayvansal kökenli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Enerji olarak kullanılmasında ise katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmakta olup biyoetanol, biyogaz, biyodizel gibi yakıtların yanı sıra yine biokütleden elde edilen gübre, hidrojen, metan ve odun gibi daha birçok yakıt türü saymak mümkündür (Kılıç, 2011). Biyokütle enerjisinin üretimi için tesis kurulumu gerekmektedir.

Biyokütle enerjisini, klasik ve modern anlamda olmak üzere iki grupta ele almak mümkündür. “Birincisi; geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarıdır. İkincisi, yani modern biyokütle enerjisi ise; enerji ormancılığı ve orman ağaç endüstrisi atıkları, tarım kesimindeki bitkisel atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır” (Arıkan, 2006). Bazı ağaçların (kavak, okaliptüs, aylandız, paulownia kral ağacı vb) büyüme hızı doğal ormanlara göre daha fazladır. Yüksek oranlarda güneş ışığı alan bölgelerde yetisen, suyu çok verimli kullanan; düşük karbondioksit yoğunluklarında dahi fotosentez yapabilen ve diğer bitkilere göre mevsimsel kuraklığa daha fazla dayanıklı olan tatlı sorgum, seker kamısı, mısır gibi bitkilere C4 (karbon) bitkileri denmektedir (Gürsoy, 2003).

Bitkisel biyokütle, yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla doğrudan kimyasal enerjiye dönüştürerek depolanması sonucu oluşmaktadır. Biyokütleden elde edilen enerji, dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir. Odun (enerji ormanları, çeşitli ağaçlar), yağlı tohum bitkileri (kolza, ayçiçek, soya v.b.), karbon-hidrat bitkileri (patates, buğday, mısır, pancar, enginar, v.b.), elyaf bitkileri (keten, kenaf, kenevir, sorgum, miskantus, v.b.), protein bitkileri (bezelye, fasulye, buğday v.b.), bitkisel atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, v.b.), hayvansal atıklar ile kentsel ve endüstriyel atıklar biyokütle enerji teknolojileri kapsamında değerlendirilmekte ve mevcut yakıtlara alternatif çok sayıda katı, sıvı ve gaz yakıtlara dönüştürülmektedir (Arıkan, 2006).

f. Hidroelektrik enerjisi

Genel anlamıyla sudan üretilen enerji olan hidrolik enerji sulara bulunan potansiyel ve kinetik enerjinin barajlar yardımıyla, aşamalarla elektrik enerjisine çevrilmesi sonucu oluşmaktadır. Düzensiz ve sürekli dolaşım halinde olan suyun akış yolu üzerinde oluşturulan baraj gölünde toplanan su; tünel ve borularla santrallerdeki türbin çarkına gönderilerek kinetik enerjiye dönüştürülmektedir. Türbinin dönmesi ile oluşan enerji mekanik enerji olarak tanımlanmakta ve türbin miline bağlı olarak dönen jeneratör ile elektrik enerjisi üretimini sağlamaktadır (Öztürk 2013). Şekil 2.12'de hidroelektrik santralin çalışma mekanizması görülmektedir.



Şekil 2.12: Hidroelektrik santralin çalışma sistemi (Url-9)

Şekil 2.12’de görüldüğü gibi, topografya bir fonksiyonu olan brüt teorik hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh/yıl mertebesindedir. “Türkiye’de teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh, teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 127 milyar kWh olarak hesaplanmıştır. Teknik ve ekonomik potansiyellere bakıldığında, Türkiye’nin ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyeli, teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyelin %59’u dolayındadır” (Ataman, 2007). Bu oran Avrupa’da %76’dır. Ülkemiz, hidroelektrik potansiyel bakımından Avrupa’da 2. sıradadır. Buna karşılık, “Değerlendirilmiş HE potansiyel/Ekonomik HE potansiyel” bakımından ise sonuncu sıradadır (Ataman, 2007).

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)
Afrika	4000	1665	1000
Asya	19000	6800	3600
Avustralya/Okyanusya	600	270	105
Avrupa	3150	1225	800
K. Ve Orta Amerika	6000	1500	1100
Güney Amerika	7400	2600	2300
Dünya	40150	14060	8905
Türkiye	433	216	160
Türkiye/Dünya (%)	1,08	1,54	1,80

Tablo 2.2: Dünyanın hidroelektrik enerji potansiyeli (D. E. K., 2007).

2.3 Bölümün Değerlendirilmesi

Günümüz yaşam döngüsünde kullanılması zorunlu olan “enerji”; sürdürülebilir ve doğal kaynaklardan oluşarak birbirleriyle doğrudan ilişkilidir. Enerjinin sürdürülebilir olması adına tüketilen enerjinin etkin kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması önem taşımaktadır.

Dünyadaki bütün canlılar enerjiye gereksinim duymaktadır. Bunun için solunum yaparak beslenmektedirler. Bulduğumuz yerküre de çok çeşitli enerji kaynaklarına sahip olduğundan, sanayi sektöründe konvansiyonel fosil yakıtlar artan talebi karşılamada birinci sırada yer almaktadır. Günümüz çağında, enerji kaynaklarının bilinçsiz tüketimi ve enerji ihtiyacının fosil yakıtlara dayalı olarak karşılanması, dünyada sera gazlarının artmasıyla bazı yaşam şartlarını değiştirmesine yol açmaktadır.

Küresel iklim değişikliği, fosil yakıtların tükenmesi ihtimali ve çevresel tahribat gibi tüm insanlığı tehdit eden ciddi sorunlara yol açmaktadır. Enerji bilinci ile geliştirilen yeni politikalar, enerjinin verimli kullanılmasına dair yürütülen kampanyalar, ulusal ve uluslararası boyutta çıkarılan bağlayıcı direktifler ile standartlar, temiz enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar gibi pek çok önlem ise küresel sorunlarla başa çıkabilmede önemli potansiyele sahiptir (Ataman, 2007).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın çalışmaları konutlar, iş yerleri ve kamu binalarını kapsayan yapı sektörünün küresel enerji ve kaynak tüketiminde oldukça önemli bir paya sahip olduğunu göstermektedir. Binaların toplumsal ihtiyaçları karşılamada önemli bir işlevleri olmasına karşılık çevresel olarak yol açtığı sorunlar artık göz ardı edilemez. Bu tür binalarda CO₂ emisyonlarının üçte biri binalardan kaynaklanmaktadır (Ataman, 2007).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kamuya ait alanlarında, teknoloji ve uygulanabilirliği açısından kullanılmakta olan, rüzgâr ve güneş enerji sistemleri görülmektedir. Bu sistemlerin kullanımı kendi ölçeğinde fosil yakıt kullanımını azaltarak, “aktif enerji sistemleri” olarak tanımlanan sistemlerle yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr ve güneş enerjisinden yapının ısıtması ve soğutulması yanında elektrik üretiminde fayda sağlamaktadır.

Güneş enerji sistemleri; elektrik üretimi, ısı pompaları aracılığıyla mekânların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılmalıdır. Kamuya ait alanlarda çatılara ve kapatılması gereken açık alanların üzerine tasarıma dahil edilerek yerleştirilebilmektedir.

Elektrik üretiminde kullanılan rüzgâr enerji sistemleri rüzgâr potansiyeli olan kamuya ait yapı alanlarında kendi taşıyıcı kulesinin üzerine yerleştirilerek veya güneş enerji sistemlerinde olduğu gibi kamu yapılarının tasarımına dahil edilerek uygulanabilmektedir. Deniz kökenli, jeotermal, hidrolik ve biyokütle enerji sistemleri için uygun ortam ve ayrı tesis kurulumu gerekmektedir. Kamuya ait alanda bulunan yapılarda güneş ve rüzgâr enerjisinden aktif ve pasif sistemlerle yararlanılması en uygun yenilenebilir enerji sistemleri olarak görülmektedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları uygun ortam ve tesis kurulumu gerektirdiğinden kamu alanlarında yaygın kullanımı mümkün olmamaktadır. Kamu yapılarında, yenilenebilir enerji kaynağı olan “güneş ve rüzgâr enerji” sistemlerinin kullanımının “fosil yakıtlardan” sağlanan elektrik enerjisi tüketiminin azaltılması ve sürdürülebilirlik için yaygınlaştırılması gerekmektedir.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAPSAMINDA KAMU BİNALARI VE ENERJİ İLİŞKİSİ

3.1 Kamu Binalarında Yer Seçimi ve Formu

Kamu yapılarının yer seçimi sırasında tasarım öncesi araştırmaya başlanıldığında arazinin bazı teknik ölçümlerin yapılması gerekmektedir. Arazinin topoğrafyasının durumu, rüzgâr ölçümlerinin teknik verileri, güneşin gün boyunca hangi açılardan geldiği ve güneşin topoğrafyayla olan ilişkisi gibi verilerden çıkacak sonuçlara göre yapılacak yapının tasarıma etkisi söz konusu olmaktadır.

Rüzgâr ve hava hareketlerinden, kamu binaların soğutmak için gerekli olan enerjinin hafifletilmesi amacına yönelik tasarım önlemlerinin binanın ısıtma yükünü artırmayacak şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Kamu binaları tasarlanırken, yapının hâkim rüzgâr yönünde şaşırtmalı olarak yerleştirilmesi rüzgârdan yararlanmayı arttırırken, blokların birbiri ardına yerleştirilmesi rüzgârdan korunmaya yardımcı olur. Buna bağlı olarak kullanılan enerjiden de tasarruf edilmiş olur.

İmar planları düzenlenirken, yapıların tasarımları yapılırken güneş enerjisinden faydalanmaları göz önünde bulundurarak sonuca ulaşılmalıdır. Yüksek binaların ve yüksek ağaçların, alçak binaların güneşini engellememesini dikkate alınmalıdır.

3.1.1 Yapının konumu

Şehircilik çalışmalarında yer seçiminde etkili olan öğeler fiziksel, sosyal, ekonomik, teknik, yasal ve yönetsel öğelerdir. Güneş enerjisinden yararlanma amacıyla pasif sistemlerin tasarımında yer seçimiyle ilgili söz konusu olan öğeler ise arazinin yönü, eğimi, yüksekliği ve topografyasıdır. Yön öğesinde "sol-air yönlendirme kuramından" yararlanılmaktadır. Eğim yönünde güneş enerjisinden yararlanma amacıyla edilgen sistemlerin tasarımında söz konusu olabilecek en uygun eğim 15–20 derece arasındadır; fakat tasarımın şehircilik öğeleriyle bütünleştirilmesi önceliklidir

Alçaklık ve yükseklik bağıntısı kurabilmek amacıyla, ışı nım alış ve kayıpları göz önünde tutularak çeşitli yıllarda yapılan araştırmalarla bir termal kuşak saptanmıştır. Bu termal kuşak Şekil 3.1’de görüldüğü gibi eğimli arazide ve belirli yükseklikte, çeşitli etkenler karşısında en iyi koşulları yaşayan arazi parçasını gösterir. Topografya öğesiye şehircilik çalışmalarında ortaya konandan daha farklı bir özelliği içerir (Eryıldız, 2007). Yerleşimler için yer seçim kriterleri topografik düzendeki yüksekliğine, yönüne ve eğimine göre değerlendirilebilmektedir. Değişen iklim bölgelerinde, yerleşimlerin hangi topografik yükseklikte olacağı önemli bir kriter olup, pasif iklimlendirmede göz önüne alınması gereken bir durumdur (Zeren, 1977).

Sıcak nemli iklim bölgesinde ise rüzgârın nemi dağıtma etkisinden ötürü tepe bölgelere yerleşmek uygundur. Yamaçlar ise bir bölgede termal kuşağı oluşturur ve yıl içerisinde iklimlere göre değişkenlik göstererek ara bölgeler olan ılımlı kuşak için uygundur. Vadi tabanı ve tepe arasında kalan eğimli bölge güneş ışınlarını dik aldığından, ısı tutuculuk özelliği daha yüksek olup, soğuk iklim bölgelerinde vadi ve tepe arasında kalan eğimli bölgeye yerleştirilmelidir (Zeren,1977).

Topografyanın güneş ışı nımını üzerine etkisi farklı yönlere eğimi olan arazilerin güneş ışı nımlarından yararlanma oranları farklıdır. Kuzey yarım küre ele alındığında, güneye yönelen eğimli araziler ekvatora yakın olan enlemler gibi güneş ışı nımlarını daha dik aldıklarından, böyle yüzeylerde ışı nım daha yüksektir. Doğu ve batıya yönelen eğimler güney eğimine oranla yazın daha fazla, kışın daha az ışı nım alırlar. Kuzeye yönelen eğimlerse güneş ışı nımlarını en az alan yamaçlardır. Güneye yönelen eğimli yüzeyler kışın güneş ışı nımlarını dike en yakın aldıklarından, kuzey yarımküresi için en iyi eğim yönü olarak kabul edilirler (Buldurur, 1983).

“Binanın konumlandırılış durumu, diğer binalar ve engeller ile arasındaki mesafe; binayı etkileyen güneş ışı nımını miktarını ve bina etrafındaki hava akışı hızını belirleyen en önemli tasarım değişkenlerinden biridir” (Yılmaz, 2006). Bu nedenle, binanın arazideki konumu, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak veya korunmak amacıyla uygun olarak belirlenmelidir. Bu parametrenin rasyonel organizasyonu, enerjinin etkin kullanımı açısından tasarımcıya avantaj sağlayacaktır. Isıtmanın istendiği dönemde, yapı aralıklarının az olması ya da bitişik nizamda olması yapılarda ısı kaybının az olmasına sebep olacağı gibi ısıtmanın

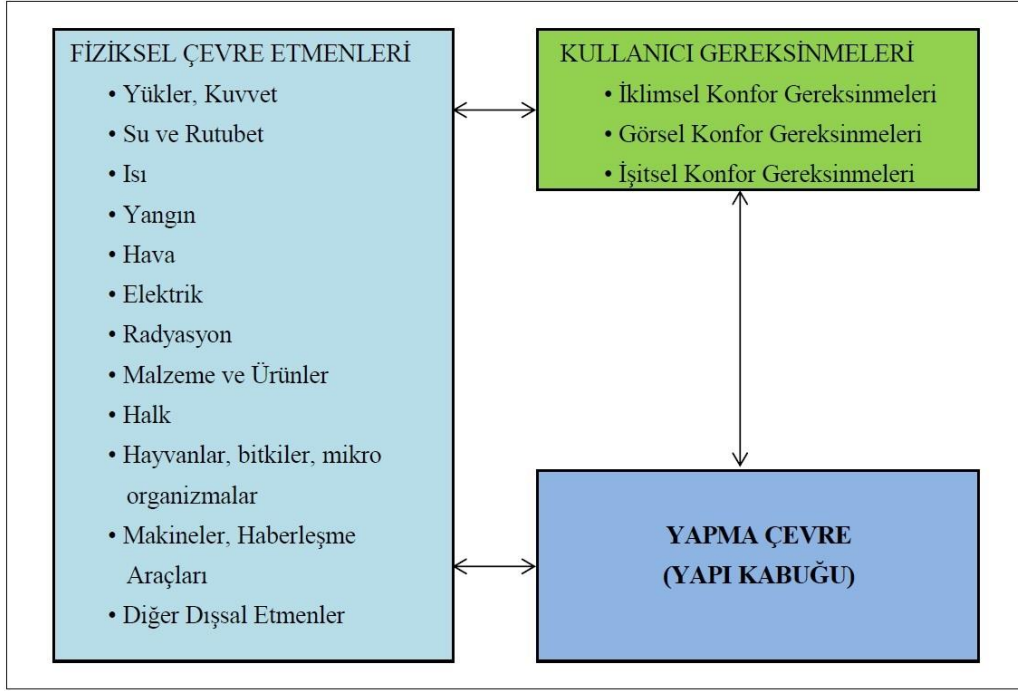
istenmediği dönemde, yapı aralıklarının fazla oluşu, fazla ısının rüzgârla alınmasını sağlar (Yılmaz, 2006).

3.1.2 Yapı kabuğu

İklimlendirme konforunu göz önünde bulundurulduğunda bina kabuğunda kullanılacak cephe sistemleri binanın tüketeyeği enerjisine etkisi büyüktür. Cephe sistemleri, bir yapının mimari biçimlenişinde estetik katkıda bulunmasının yanında iç mekânı, dış çevre koşullarının olumsuz etkilerinden koruyarak sağlıklı ve konforlu kullanım alanları oluşturmada büyük bir rol üstlenmektedir.

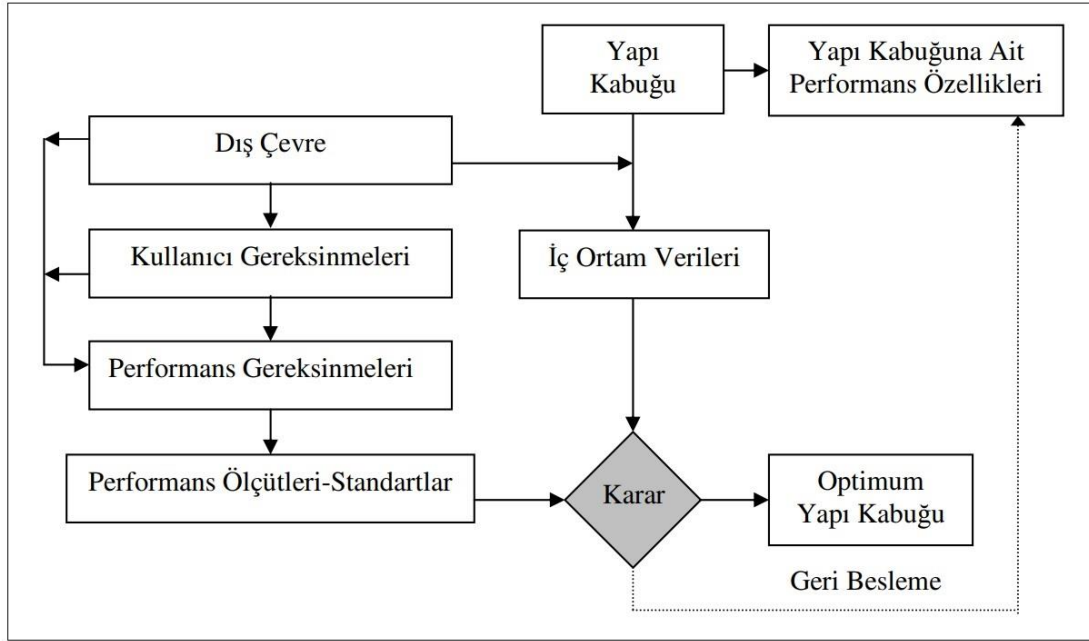
“Dış iklimsel koşullar, yöresel veriler ve iklimsel konfor koşulları insana ilişkin iç çevresel veriler olarak ele alındığında, iç iklimsel konfor durumunun gerçekleştirilmesi sürecinde mimarın kontrolünde kalan değişkenler; yalnızca yapı kabuğuna ilişkin optik ve termofiziksel özelliklerdir” (Oral, 2007). Bina kabuğu, sahip olduğu optik ve termofiziksel özelliklere bağlı olarak iç çevrede dış çevredekenden farklı bir iklimsel durum oluşturur. İstenen, iç çevrede iklimsel konfor (termal konfor) durumunun sürekli olarak gerçekleştirilmesidir. Ancak, yöresel iklimsel koşulların şiddetine bağlı olarak pasif ısıtma ve iklimlendirme ile iç çevrede yılın yalnız belirli dönemlerinde iklimsel konfor durumu oluşturulabilir (Oral, 2007). Yılın diğer dönemlerinde ise, iç çevrede oluşan iklimsel durumun konfor durumundan farklılık göstermesi nedeniyle yapma ısıtma ve iklimlendirme gerekli olmaktadır. Amaç minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme enerjisi tüketimine dayalı konforlu bir iç çevre olduğundan, yapı kabuğunun minimum yapma ısıtma ve iklimlendirme takviyesine ihtiyaç duyulmasına olanak veren optimal pasif sistem öğesi olarak işlevini yerine getirmesi sağlanmalıdır (Oral, 2007).

İnsanların yapıları kullanırken dış etkilerini denetleyen bir kabul olarak düşünürsek, kullanıcı ihtiyaçlarını fiziksel çevre etkenlerinin yaşanabilir çevre koşullarına denkleştirmesi gerekmektedir. Buna bağlı olarak Şekil 3.1’de görüldüğü gibi, yapının dış kabuğunda kullanıcının konforuna göre dış etmenlerden gerektiğinde yarar sağlayarak iç mekân etkilerinden korumaktadır.



Şekil 3.1: Fiziksel çevre etkenleri, kullanıcı gereksinimleri ve yapma çevre ilişkisi (Özkan, 1976).

Şekil 3.2’te performans yaklaşımı çerçevesinde dış çevre, yapı kabuğu ve iç ortam etkileşimleri görülmektedir. Dış çevre etkenleri altında, kullanıcı ayırıcı özellikleri (fizyolojik, psikolojik, sosyolojik) ve gerçekleştirilen eylemlere göre kullanıcı gereksinimleri açığa çıkar. Kullanıcı gereksinimleri temel alınarak yapı kabuğundan beklenen performans gereksinimleri saptanabilmektedir. Bu nedenle kullanıcı gereksinimlerinin performans gereksinimlerine dönüştürülmesinde ve kullanıcı gereksinimlerinin sağlanmasında sınırlar ve olanaklar belirlenmelidir (Göçer, 2006).



Şekil 3.2: Performans yaklaşımı ile dış çevre, yapı kabuğu ve iç ortam etkileşimi (Göçer, 2006).

Dış çevresel etkiler sonucu oluşan yapı kabuğuna ait iç ortam verilerinin performans ölçütleri ve standartlarına uygunluğu test edilir. Sağlanan gereksinimler ile istenen gereksinimler arasında bir denge kurulduğunda optimum yapı kabuğu tanımlanmış olur. Eğer optimum seçenek bulunamıyorsa ise, yapı kabuğunun performans özellikleri, saptanan performans ölçütlerine uygunluğunun sağlanması için yeniden gözden geçirilerek süreç tekrarlanır ve uygun seçenek bulununcaya dek bu süreç devam eder (Ulusoy, 2012).

Günümüz teknolojisi geliştikçe yapı kabuğunda kullanılan malzelerin çeşitliliğinde artmaktadır. Cephe sistemlerinin ve kullanılan malzemenin, yapının enerji etkinliğinde önemli rolü bulunmaktadır. “Özellikle ofis binaları, alışveriş merkezleri, eğitim yapıları, sergi yapıları gibi kamusal yapılar ısınma, soğutma ve aydınlatma için gereksinim duydukları enerjiyi gün boyunca tüketirler. Bu açıdan yapılarda güneş enerjisinin kullanımı önemli boyutlarda enerji tasarrufu sağlamaktadır” (Ulusoy, 2012). Yapı cephesi ve kullanılan malzemenin seçiciliği önem arz etmektedir.

Özellikle kamu yapılarında kullanılan cam giydirme malzemeler güneş ışığından kazanılan enerjiyi sağlarken istenmeyen ışığa ve ısı kayıplarına karşı önlem almayı da gerektirmektedir. Bu noktada çevresel açıdan daha sürdürülebilir malzeme olan ETFE, günümüzde enerji etkin binalarda kullanım olanağı açısından yaygınlaşmaktadır.

ETFE, yapı endüstrisinde modern yapılarda, kaplama malzeme olarak popülerlik kazanan yeni malzemedir. ETFE yapı endüstrisinde yeni olmasına rağmen plastik endüstrisinde yeni değildir. Kablo yalıtımında, yemek paketlemede kullanılmaktadır. İlk defa 1938'de Dr. Plunkett tarafından bulunmuştur. Mimaride, şeffaf olması, yüksek ısı yalıtımı özelliği, kendini temizleme özelliği, hafif ve enerji etkin olması sebebiyle cama alternatif olarak 1980'lerden bu yana kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. ETFE'nin yapı örtüsüne entegrasyonu ile daha etkin ve düşük bakım gerektiren sonuç elde edilmektedir (Robinson, 2005).

3.1.3 Yapının yöneliş durumu

Yenilebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanılmasını artırmak için yapının topoğrafyayla ilişki kurması, önemli bir teknik detay olarak ele alınmalıdır. Bununla birlikte yapının cephesini oluşturacak dış kabuk kısmında binanın yön durumuna göre değişiklik göstermektedir. Yapının iç ve dış iklimsel konforlarının değerlerini ele alınarak tasarıma etki etmektedir.

Güneş ışınım şiddeti, bölgesel rüzgârların hızı, kalite ve sürekliliği gibi özellikler yönler göre değişiklik gösterir. Mevsimlere göre yeryüzünün farklı noktalarında, farklı yönlerden, farklı saatlerde, farklı şiddette güneş ışınımı alması, binanın yönlenmesine göre farklı aydınlatma olanağı ve ısı kazancı sağlanmasına neden olur. Bu nedenle optimum yönlenmenin güney ile yaptığı açı hâkim rüzgâr yönleri binanın yerine göre hesaplanarak, saptanmalıdır. Güneş ışınımı ve rüzgâr etkilerinin optimizasyonu binanın yönlenmesiyle sağlanabilir (Soysal, 2008).

Burada bir noktaya değinmek gerekirse, bina tasarımlarında insanların kullanımına yönelik birtakım çalışmalar yapılarak, doğal günışığının yapılarda etkin bir şekilde kullanılması yönünde değerlendirilmelidir. Günışığı, temel ışık kaynağı olarak binalarda doğru tasarlandığı zaman insan sağlığını ve eylemlerini destekleyici dinamik mekânlar oluşturmakta ve binanın enerji ihtiyacını azaltmaktadır. Günışığı doğru ve

uygun bir şekilde kullanıldığı zaman, mekâna sahip olan kişilerin konforlu bir görüş alanı içinde kolaylıkla ve verimli olarak eylemlerini gerçekleştirmelerini sağlayan etkin bir doğal aydınlatma tasarlanmış olunur. Buna ilaveten, kamu yapılarında doğal günışığı kullanılmasıyla, insanların çalışma mekanlarında rahat görüş sağlamasıyla birlikte, insan sağlığı yönünden yorgunluk ve gerginlik ortamı oluşmamasını olumlu yönde etkilemektedir.

Günışığı, insan sağlığı ve eylemlerini destekleyici alanlar oluşturmakla beraber, yapının enerji ihtiyacını da azaltmaktadır. Günışığından gelen doğal aydınlatma sistemi daha kısa süreli kullanıldığı için elektrik tasarrufu elde edilecektir. Özellikle gün ışığından yararlanılarak yapılan tasarımlarda, yapının bulunduğu yerin coğrafi özelliklerini de dikkate alırsak, havaların soğuk olduğu zamanlarda yapının içinde dağılan günışığı, doğal bir ısı kazancı sağladığı gibi, yapılarda ısıtma için kullanılan mekanik ısıtma sistemleri de daha verimli bir şekilde çalışmaktadır.



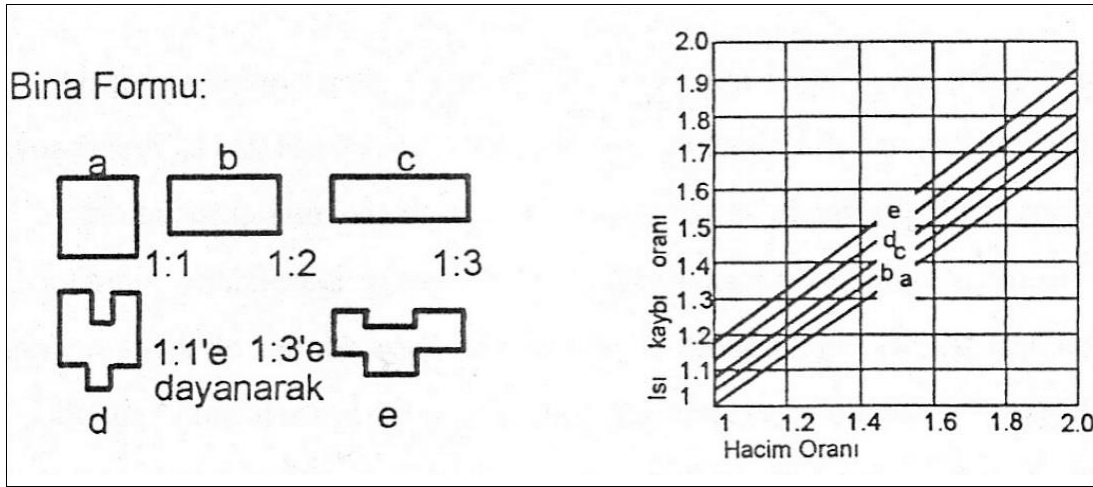
Resim 3.1: Günışığına duyarlı bir yapı lighthouse (Url-10).

Yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisine en iyi örnek olarak Resim 3.1 de bulunan mimar Sheppard Robson tarafından tasarlanan yapı yer almaktadır. Bu yapıda sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynağı kapsamında örnek olarak gösterilebilir.

Çatı şeklinin tasarımında yönünde günışığının geliş açısına göre tasarlanarak hem çatıda fotovoltaik paneller kullanılmış hemde doğal aydınlatma enerjisinin çatılarda kullanılarak iç ortamın aydınlatılması sağlanmıştır.

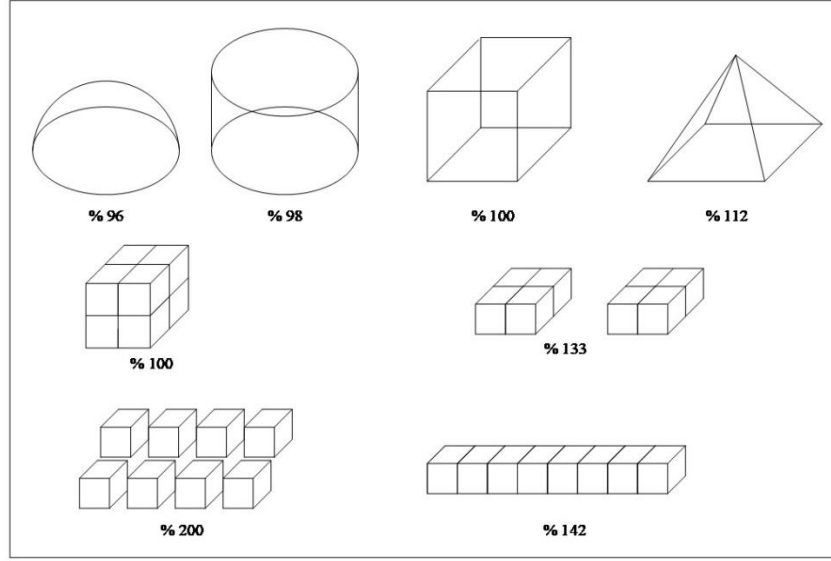
3.1.4 Yapının formu

Yapı formu; bina yüksekliği, çatı eğimi, cephe eğimi ve biçimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenlerle tanımlanmaktadır. Yapı formu ve dış cephe alanı büyüklüğü ısı kayıplarıyla doğrudan ilişkilidir. Cephe alanı arttıkça ısı kayıpları artmakta olup, aynı hacmi kaplayan en basit geometrik şekillerde, ısı kaybı en az iken, yüzeyin hacime oranı arttıkça ısı kayıpları da artmaktadır. Şekil 3.3’de hacim oranı ve yüksekliği sabit yüz metre karelik değişik bina form tiplerinde ısı kaybı değişimleri verilmektedir (Özdemir, 2005). Kareye yakın olan yapı formunda ısı kaybı oranının en az olduğu görülmektedir. Dış cephede yüzey alanı geniş olan yapı formunda ise ısı kaybı en yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 3.3: Isı kaybı oranının çeşitli plan tiplerine göre değişimi (Özdemir, 2005)

Şekil 3.5’de farklı geometrik formlarla aynı büyüklükteki hacimler oluşturulmuştur. Küpün yüzey alanı %100 kabul edilip diğer geometrik formların yüzey alanları ile karşılaştırılmıştır. En düşük dış yüzey alanı (%96) yarım kürenindir. Küpün 8 küpe bölünerek oluşturulduğu hacimde ise yüzey alanı iki katına çıkmıştır (%200). Tasarımda plan şemasındaki fazla hareketli dış konturlar bina yüzeyinin gereksiz olarak büyümesine sebep olur. Bu da soğuk iklim bölgeleri için ısıtma enerjisinin artması demektir (Soysal, 2008).



Şekil 3.4: Farklı geometrik şekillerin yüzey alanı oranları (Soysal, 2008).

3.2 Kamu Binalarında Enerji İhtiyacı

Kamuya ait yapılar, devlet kurumları tarafından hizmet amaçlı tahsis edilmiş binaları ifade eder. Ülkemizdeki cari açığın büyük nedenlerinden biri olan yenilenemeyen enerji kaynaklarının, dışa bağımlılığını önlemek için birtakım önlemler alınmaktadır. Bunlardan bir tanesi de binalarda enerji tasarrufu sağlamak için binalarda EKB belgesi oluşturulmuştur. ETKB tarafından açıklanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi kapsamında, tüm binaların enerji verimli hale getirmesi için proje kapsamında tüm kamu binaları da elden geçirilmelidir.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012-2023 ile stratejik amaçlardan birisi olan; Kamu kesiminde enerjiyi etkin ve verimli kullanmaktır. Ve böylece, Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde yıllık enerji tüketimi 2015 yılına kadar yüzde on (%10) ve 2023 yılına kadar yüzde yirmi (%20) azaltılacaktır (E.T.K.B., 2012).

“Enerji verimliliğinin artırılması amacıyla kamu binaları için; Toplam inşaat alanı en az 20.000 m² veya yıllık enerji tüketimi 500 TEP ve üzeri olan ticarî binaların, hizmet binalarının ve kamu kesimi binalarının yönetimleri, yönetimlerin bulunmadığı hallerde bina sahipleri, enerji yöneticisi görevlendirir veya enerji yöneticilerinden hizmet alır” (E.T.K.B., 2007).

Avrupa ve Amerika’da kamu binalarının enerji verimliliğinin düzenlenmesi konusunda birçok çalışmalar yapılmaktadır. Bunun nedenleri; kamunun öncü rolü, kamu harcamalarının azaltılması, kamu yapılarının kente örnek bir yapı olduğunu göstermektedir. “Genellikle kamu binaları 8-10 yıllık performans kontratları ile Enerji Servis Şirketleri (ESCO’lar) tarafından iyileştirilmekte ve işletilmektedir. Böylece devlet yatırım yapmadan hatta biraz da karlı olarak binasının enerji giderlerinden olan tasarrufu paylaşarak binalarda enerji verimliliğini arttırmaktadır” (Güvenç, 2013).

Kamu yapılarında, elektrik ve doğal gaz kullanımındaki aşırılık ve bu enerji kaynaklarının üretimi sırasında kullanılan fosil yakıtlar sonucunda çevreye zarar verilmektedir. Yapıların sürdürülebilir planlama yöntemleri ile yenilenmesi gerekmektedir.

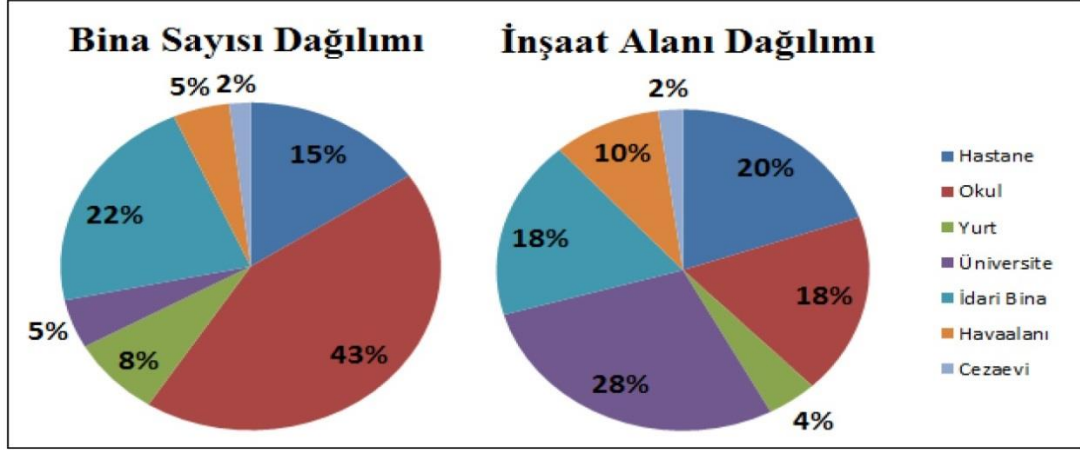
3.2.1 Kamu binaların tüketilen enerji bakımından sınıflandırılması

Enerji tabi kaynaklar bakanlığı tarafından alınan bir kararla bazı kriterler belirlenerek kamu binalarında enerji performansı ölçümleri yapılmıştır. Etüt çalışmaları tamamlanan 166 adet kamu binasında çeşitli büyüklüklerde toplam 6.111.276 m2 inşaat alanına sahip 1045 adet bağımsız yapı bulunmaktadır. Bu binaların 2013 yılı toplam enerji tüketimi 90.030 TEP olarak gerçekleşmiş olup toplam elektrik tüketimleri 32.900 TEP, toplam yakıt tüketimleri ise 57.130 TEP olarak gerçekleşmiştir. Tablo 1’de binaların kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması ve enerji tüketim değerleri verilmektedir (E.T.K.B).

Tür	Sayı	Toplam Alan (m ²)	Bağımsız Yapı Sayısı	2013 Yılı Toplam Enerji Tüketimi (TEP)	2013 Yılı Toplam Elektrik Tüketimi (TEP)	2013 Yılı Toplam Yakıt Tüketimi (TEP)
Hastane	26	1.202.658	191	29.148	13.449	15.699
Okul	72	1.107.690	359	5.656	847	4.809
Yurt	13	268.563	51	4.349	653	3.696
Üniversite	8	1.730.520	175	25.200	7.399	17.801
İdari Bina	36	1.096.913	175	14.894	6.846	8.048
Havaalanı	8	574.594	59	8.933	3.345	5.588
Cezaevi	3	130.338	35	1.850	361	1.489
Toplam	166	6.111.276	1.045	90.030	32.900	57.130

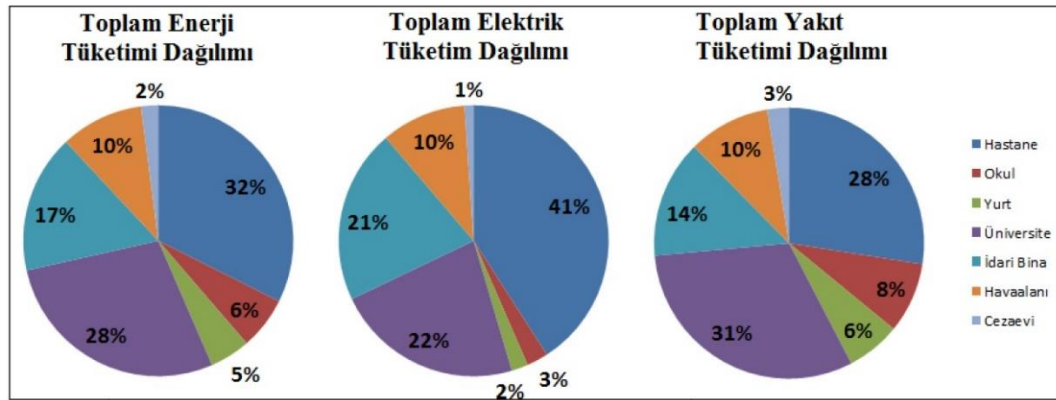
Tablo 3.1. Binalara ait genel bilgiler (Url-11)

Tablo 3.1’de görüldüğü üzere okulların bina sayısı fazla olmasına rağmen, en fazla inşaat alanı üniversitelerin yapımında kullanılmıştır. Şekil 3.5’de bina sayılarının ve inşaat alanlarının bina türlerine göre dağılımları verilmektedir.



Şekil 3.5: Bina sayılarının ve inşaat alanlarının bina türlerine göre dağılımı (Url-11)

Toplam enerji tüketiminde en büyük pay hastane ve üniversite binalarına aittir. Şekil 3.6’de ise bina türlerine göre elektrik, yakıt ve toplam enerji tüketimi dağılımlarına yer verilmektedir.



Şekil 3.6: Enerji tüketimlerinin bina türlerine göre dağılımı (Url-11)

166 adet kamu bina kompleksinde yapılan analizler neticesinde uygulanabilir olarak öngörülen ve önerilen enerji verimliliği yatırımlarının toplam tutarı 180.493.537 TL olarak hesaplanmıştır. Bu yatırımlar neticesinde elde edilebilecek tasarruf miktarı 4.272 TEP elektrik enerjisinden ve 20.269 TEP ısı enerjisinden olmak üzere toplam 24.541 TEP olarak hesaplanmıştır. Tasarruf potansiyelleri ve enerji tüketim sayısalalarını dikkate alındığında elektrik enerjisi tasarruf potansiyeli %13 ısı

enerjisinden tasarruf potansiyeli %35,5 toplam tasarruf potansiyeli ise yaklaşık %27,3 olarak hesaplanmıştır. Toplam tasarruf potansiyelin maddi karşılığı yıllık 54.425.611 TL olarak tahmin edilmektedir. Söz konusu yatırımların toplam geri ödeme süresi ise 3,32 yıl olarak öngörülmektedir. Özellikle bünyesinde yurt bulundurmeyen okulların enerji tüketim değerleri düşük olduğu için enerji verimliliği yatırımlarının geri ödeme süreleri diğer bina türlerine nazaran daha yüksek çıkmıştır. Tablo 3.2’de söz konusu binalarda öngörülen tasarruf potansiyellerine ilişkin bilgiler verilmektedir (E.T.K.B.).

Analizi Yapılan Enerji Verimliliği Önlemleri	Yatırım Maliyeti	Yıllık Öngörülen Tasarruf Miktarı (TL)	Geri Ödeme Süresi	Tasarruf Miktarının Toplam Elektrik Tüketimindeki Payı %
Manyetik Balastların Elektronik Balastlar ile Değiştirilmesi	6.867.123	1.722.305	3,99	2,40
Aydınlatma Sistem Modernizasyonu	27.553.907	8.136.957	3,39	6,50
Aydınlatmada Varlık Sensörü Kullanımı	280.068	181.969	1,54	0,60
Düşük Verimli Elektrik Motorlarının Değiştirilmesi	1.748.175	811.877	2,15	0,90
Fotovoltaik Kurulumu	49.852.529	6.613.360	7,54	7,10
Uygun Elektrik Tarifesi Seçimi	12.314	4.811.298	0	6,40
Kompanzasyon Sisteminin İyileştirilmesi	88.854	189.629	0,47	2,70
Elektrik Cihazların Bekleme Modunda Bırakılmaması	2.279	128.492	0,02	0,30
İhtiyaca Göre Zon Pompası Kullanımı	303.124	663.580	0,46	0,50
Kompresör Taze Hava Kaynağının İyileştirilmesi	3.245	1.729	1,88	0,10
Soğutma Sistemi Modernizasyonu	5.239.674	718.541	13,15	2,10

Tablo 3.2: Elektrik enerjisi tüketimini azaltacak enerji verimliliği önlemleri (Url-11).

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere elektrik maliyetlerinde uygun elektrik tarifesi seçimi ile %27’lere, kompanzasyon sistemlerinin bakım ve onarımların düzgün yapılması sonucunda reaktif cezalara maruz kalmayarak %55’lere varan tasarrufların elde edilmesi mümkün görülmektedir. Bina türüne göre değişmekle beraber aydınlatmada %40’lara, elektrik motorlarında ise %10’lara varan tasarruf potansiyelleri hesaplanmıştır. Sadece tarife analizlerin yapılarak uygun tarife kullanılması ile 4.811.298 TL tasarruf mümkün görülmektedir. Aynı şekilde kompanzasyon panolarının iyileştirilmesi ile 189.629 TL cezanın önüne geçilebilecektir. Bu iki önlemin geri ödeme süreleri 1 yılın altındadır. Manyetik balastların daha verimli elektronik balastlarda değiştirilmesi ile yıllık 1.722.305 TL tasarruf edilmesi mümkün olup bu önlemin geri ödeme süresi yaklaşık 4 yıldır. Verimsiz armatür ve lambaların daha verimli lambalar ile değiştirilmesi sonucunda ise yıllık 8.136.956 TL tasarruf

edilebilecektir. Fotovoltaik sistemler yardımı ile elektrik üretilmesi sonucu yıllık 6.613.360 TL tasarruf mümkün olmakla beraber bu yatırımın toplam geri ödeme süresi 7,54 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu geri ödeme süresi güneş ışınımı fazla olan bölgelerde 5 yıla yakın çıkmıştır. Verimsiz elektrik motorlarının daha verimli olanlar ile değiştirilmesi önleminin geri ödeme süresi 2,15 yıl olarak hesaplanmıştır (E.T.K.B.).

Sonuç olarak, etüt çalışmaları tamamlanan 166 adet kamu binasında, elektrik tüketiminde %13, yakıt tüketiminde ise %35,5 olmak üzere toplam enerji tüketiminde yaklaşık %27,3 oranında tasarruf potansiyeli olduğu ortaya çıkmaktadır. Söz konusu tasarruf potansiyelinin elde edilebilmesi için yapılacak yatırımların geri ödeme süresi ise 3,32 yıl olarak hesaplanmıştır.

3.3 Kamu Binalarında Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri

Dünyada son yıllarda yaşanan gelişmeler, birçok sektörde olduğu gibi, başta inşaat sektörünü de etkilemiş, bina sektörünü farklı yapılanmalara ve yenilikçi arayışlar içerisine itmeye zorlamıştır. Bu gelişmelerin en önemlisi, 20.YY'ın sonları ile 21. YY'ın başları arasında geliştirilen yeni inşaat teknolojileri, yeni malzemeler ve yeni yönetim yaklaşımları ile binaların çevreye daha fazla zarar verecek şekilde kurgulanmaları, inşaat sektörünü dünyayı çevresel tehdit altında bırakan en önemli faktörlerden biri haline getirmiştir (Yılmaz, 2011).

Bina enerji performansı açısından Mimari Proje Tasarımı ve Mimari Uygulamaları, Isı Yalıtımı Esasları, Asgari Hava Sirkülasyonu ve Sızdırmazlık, Isı yalıtım projesi zorunluluğu, Mekanik tesisat yalıtımı esasları, Asgari hava sirkülasyonu ve sızdırmazlık, Isıtma ve Soğutma Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları, Havalandırma ve İklimlendirme Sistemleri Tasarım ve Uygulama Esasları, Sıhhi Sıcak Su Hazırlama ve Dağıtım Sistemleri, Otomatik Kontrol sistemleri, Elektrik Tesisatı ve Aydınlatma Sistemleri, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Kojenerasyon Sistemleri, Periyodik Testler, Bakım, Denetim ve Raporlama, Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesinde Bulunması Gereken Bilgiler, Yıllık Enerji İhtiyacı ile ilgili genel kriterler içerir. Bu kriterlerin değerlendirilmesinde, TSE

tarafından çıkartılan ilgili standartlar, bulunmaması halinde ilgili Avrupa Standartlarına gönderme yapılmaktadır (Ç.Ş.B., 2009).

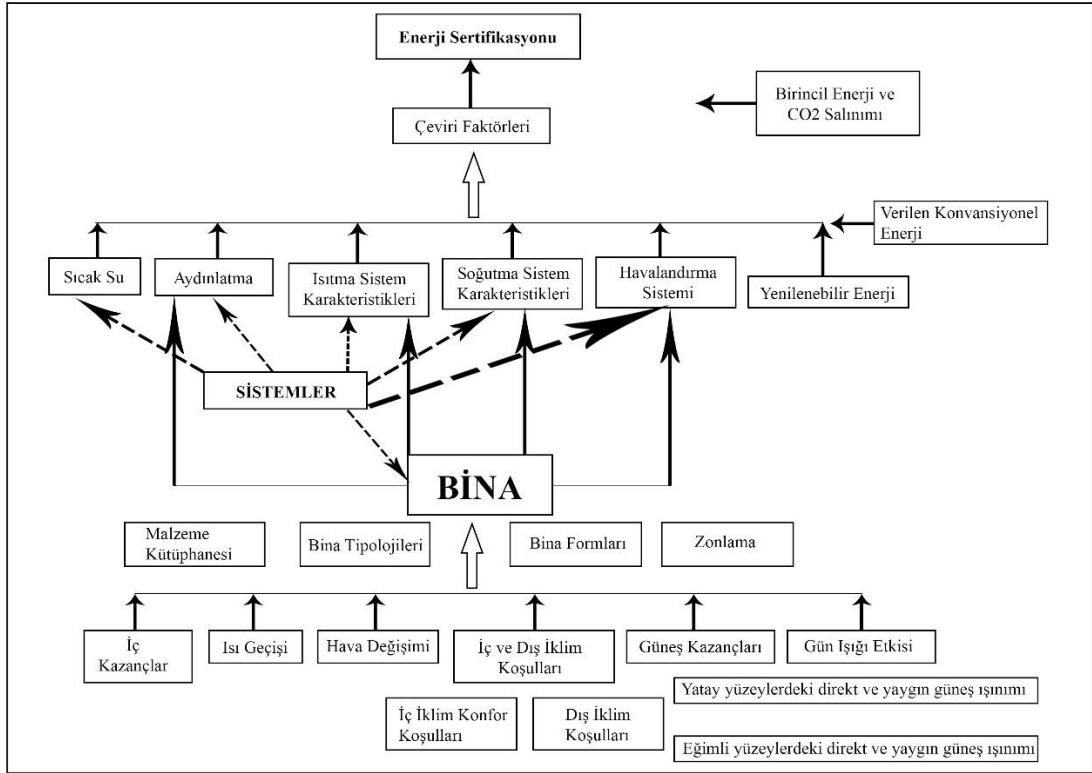
3.3.1 Türkiye’de uygulanan bina enerji performansı yönetmeliği

Dünyada uygulanan yeşil bina sertifika sistemlerine benzer, Türkiye’deki binaların kullandıkları enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenleyen, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 05.12.2008 tarihli 27075 sayılı resmi gazetede; 5627 sayılı Enerji Kanununun ilgili maddesinin dayanağı ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayınlanmıştır (Url-12).

Bina Enerji Performansı Yönetmeliği, mevcut ve yeni yapılacak binalarda; mimari tasarım, mekanik tesisat, aydınlatma, elektrik tesisatı gibi binanın enerji kullanımını ilgilendiren konularda bina projelerinin ve enerji kimlik belgesinin hazırlanmasına ve uygulanmasına ilişkin hesaplama metotlarına, standartlara, yöntemlere ve asgari performans kriterlerine, enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, bina kontrolleri ve denetim faaliyetleri için yetkilendirmelere, enerji ihtiyacının, kojenerasyon sistemi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasına, ülke genelindeki bina envanterinin oluşturulmasına ve güncel tutulmasına, toplumdaki enerji kültürü ve verimlilik bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerine, Korunması gerekli kültür varlığı olarak tescil edilen binalarda, enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemler ve uygulamalar ile ilgili, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun görüşünün alınarak bu görüş doğrultusunda yapının özelliğini ve dış görüntüsünü etkilemeyecek biçimde enerji verimliliğini artırıcı uygulamaların yapılmasına ilişkin iş ve işlemleri kapsar (Url-12).

Enerji kimlik belgesi, düzenlenme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir. Enerji Kimlik Belgesi, Enerji Kimlik Belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanır. Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesi alınması aşamasında ilgili idarelere sunulur. Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmeyen binalara ilgili idarelerce yapı kullanma izin belgesi verilmez. Enerji Kimlik Belgesinde yer alan bilgilerden ve bu bilgilerin doğruluğundan Enerji Kimlik Belgesi düzenlemeye yetkili kuruluş sorumludur. Enerji Kimlik Belgesinin, binanın tamamı için hazırlanması şarttır. Ayrıca, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetini haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı

kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir (Ç.S.B.). Bina enerji performansı hesaplama yöntemi süreci Şekil 3.7’de görülmektedir.



Şekil 3.7: Bina enerji performansı hesaplama yöntemi süreci (Url- 13).

Hayatın doğal yaşamı içinde, çevre sorunlarını etkileyenlerin başında tüketilen enerjinin ne kadar israf edildiği buna ek olarak yapılarda verimsiz ve uygunsuz CO₂ açığa çıkmasıyla birlikte, kullanım alışkanlığının yanında, yapının baştaki üretim teknikleri ve tasarım aşamasından şantiye aşamasına kadar olan tüm aşamalarında yaşanan enerji kayıplarından kaynaklanmaktadır.

3.3.2 Uluslararası yeşil bina sertifika sistemleri karşılaştırması

Dünyada en çok kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleridir. Şekil 3.8’deki dünya haritasında gösterilen ülkelerde kullanılan bazı değerlendirme sistemleri mevcuttur (Iwamura, 2010).

Ülke	Sistem	Ülke	Sistem	Ülke	Sistem	Ülke	Sistem
Kanada	Leed-Kanada	İngiltere	Breeam	Hindistan	Leed-Hindistan, TERI-GRIHA	Hong Kong	Beam+
A.B.D	Leed	Hollanda	Eco-Quantum	Malezya	Green Building INDEX	Tayvan	EEWH
Meksika	Leed	Fransa	Haute Qualite d'Environment	Singapur	Green Mark	Vietnam	Lotus
Kolombiya	Leed	Almanya	DGNB	Endonezya	Greenship	Filipinler	BERDE
Brezilya	Leed	Portekiz	Lider A	Avustralya	Green Star		
Arjantin	Leed	İspanya	Verde	Yeni Zelanda	Green Star YZ		
Norveç	Ecoprofile	İtalya	Leed-İtalya, Protokollo İTACA	Kore	Eco-Friendly Building		
Finlandiya	Promise	Birleşik Arap Emirlikleri	Leed-Emirlikler	Çin	Green Building Label		
İsveç	Ecoeffect	Güney Afrika	Green Star GA, SBAT	Japonya	Casbee		

Şekil 3.8: Dünya genelinde yapı çevresel performansı değerlendirme sistemleri (Iwamura, 2010)

Çalışmaya bakıldığında yeşil bina değerlendirme sistemlerinin değerlendirme yapıları, kategori kriterleri ve ağırlıkları Tablo 3.3’de gösterilmiştir (Url-14).

Değerlendirme Kriterleri	Breeam	Leed	DGNB	SBTool	Greenstar	Casbee
Enerji	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CO2	✓		✓			
Ekoloji	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ekonomi			✓			
Sağlık ve Refah	✓		✓		✓	✓
İç Mekan Ve Çevre Kalitesi	✓	✓	✓	✓	✓	✓
İnovasyon	✓	✓		✓	✓	
Arazi Kullanımı	✓	✓		✓	✓	
Yönetim	✓				✓	✓
Malzeme	✓		✓		✓	✓
Çevre Kirliliği	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Yenilebilir Teknoloji	✓	✓		✓	✓	
Ulaşım	✓	✓	✓	✓	✓	
Atık	✓					
Su	✓	✓	✓	✓	✓	✓

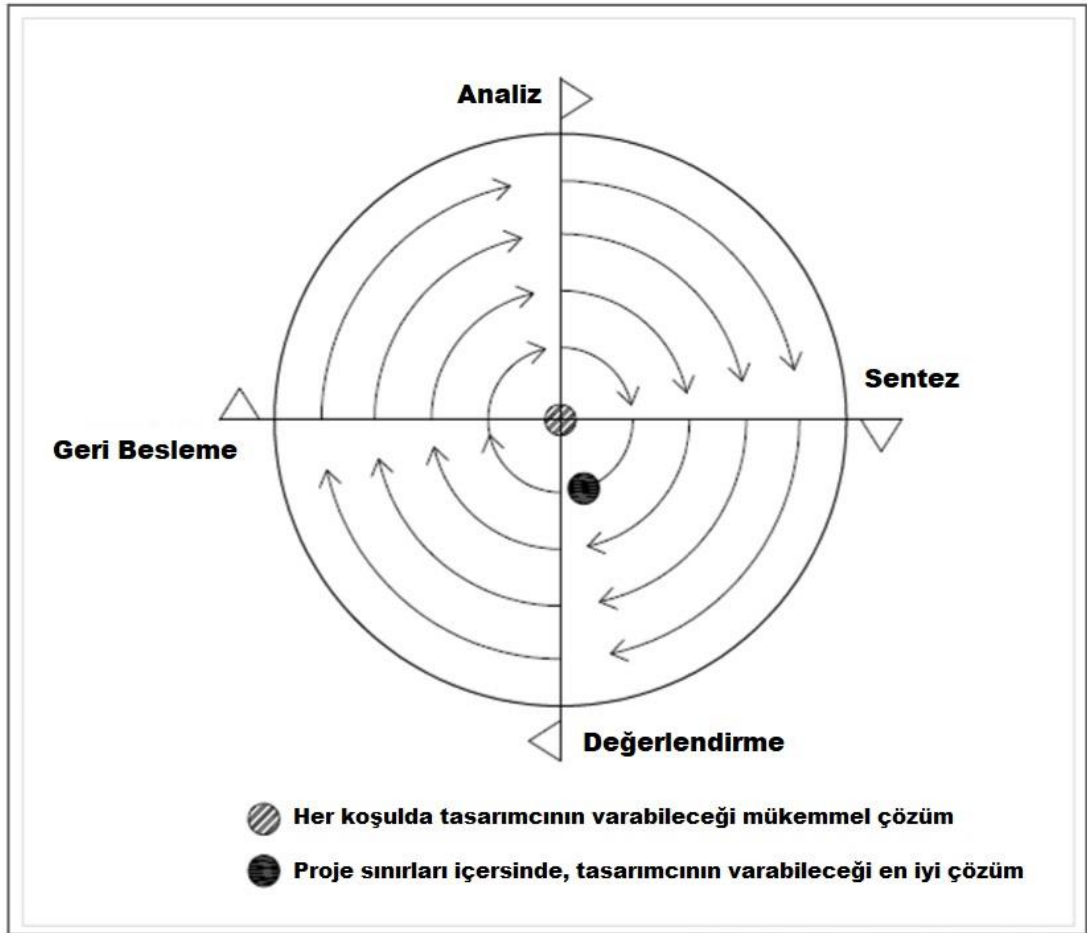
Tablo 3.3: Değerlendirme sistemlerinin kriterleri (Url-14).

Değerlendirme sonucunda su, iç mekân ve çevre kalitesi, enerji ve çevre kirliliğinin bütün yeşil bina kriterlerinde ortak olarak ilgilendiği bir alandır.

3.4 Kamu Binaları Tasarımında Enerji Kullanımı Etkisi

Yapım sektöründe, “tasarım yönetimi ve çeşitli tasarım yönetim modelleri ve sistemleri ile ilgili birçok araştırmanın, bina tasarım süreci, süreç içerisinde bulunan alt süreçler, bu aşamada yer alan çeşitli disiplinler, disiplinlerin birbiri ile olan ilişkileri gibi konulardan yola çıkılarak geliştirildiği görülmektedir” (Tunstall, 2000).

Bina tasarım sürecinin karmaşık, çok katılımlı ve dinamik yapısından dolayı, tariflenen bu aşamaların çoğu zaman birbirini bu şekilde takip edemediği gözlemlenmektedir. Fizibilite evresinden başlayarak, inşaat sürecinin sonuna kadar geçen sürede, geri beslemelerin yoğun bir şekilde yaşandığı düşünüldüğünde de bu süreçlerin birbirini ardışık ve düzenli bir şekilde takip edemeyeceği görülmektedir (Tunstall, 2000).



Şekil 3.9: Yenilenebilir enerji kaynaklı bina tasarım döngüsü (Tunstall, 2000).

Bina tasarım sürecinin karmaşık, çok katılımlı ve dinamik yapısından dolayı, tariflenen bu aşamaların çoğu zaman birbirini bu şekilde takip edemediği gözlemlenmektedir. Fizibilite evresinden başlayarak, inşaat sürecinin sonuna kadar

geçen sürede, geri beslemelerin yoğun bir şekilde yaşandığı düşünüldüğünde de bu süreçlerin birbirini ardışık ve düzenli bir şekilde takip edemeyeceği görülmektedir (Tunstall, 2000).

Tasarım süreci, çok bileşenli yapısı ve karmaşıklığı nedeniyle içinde aynı zamanda birçok kısıtlamaları da barındırmaktadır. Bu kısıtlamalar iç ve dış olmak üzere iki başlık altında toplanmıştır:

1- İç Kısıtlamalar: Proje katılımcıları arasında oluşan ve projeyi etkileyen engellemelerdir. Mal sahibi kullanıcı isteklerinin ve/veya tasarım kriterlerinin değişmesi, bütçe ve zaman kısıtlamaları vb, iç kısıtlamalara verilebilecek örneklerdir.

2- Dış Kısıtlamalar: Proje katılımcıları arasında olmayıp, proje dışında

3. Şahıslar, kurumlar vb tarafından ortaya konulan kısıtlamalardır. Yönetmelik ve standartlardaki değişiklikler, imar durumu değişiklikleri, resmi kurum talepleri, v.b dış kısıtlamalara örnek olarak gösterilebilmektedir (Moe, 2008).

Bütünleşik tasarım, sadece binanın tasarımındaki sistemlerin bütünleşmesini değil, aynı zamanda katılımcılar arası iletişim, sürekli gelişen kompleks bina teknolojileri, enerji etkin teknikler, bilgisayar yazılımları, proje teslim metotları, ekonomik ve ekolojik limitler gibi binanın karmaşık yapısını etkileyecek diğer birçok etkeni de içinde barındırmaktadır (Moe, 2008).

3.5 Bölümün Değerlendirilmesi

Kamu binaları konumları ve ulaşım kriterleri yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliği açısından göz önünde bulundurulmalıdır. Yapının arazi ve topografya yer seçiminde, kentsel yapılaşmasında, güneşin geliş açısı ve rüzgârın oluşturduğu etkilerle, yapının yerinin belirlenmesinde ve tasarımında kullanılacak mimari elamanlarının seçiminde etkin rol alınmalıdır. Tasarlanan yapının etrafındaki diğer yapılarla olan iletişimi, çevresindeki ağaçların yüksekliği, doğal aydınlatmada kullanılacak olan güneş ışınını etkilediği için önemli birer tasarım kriteri olarak ele alınmalıdır. İnsanın doğal çevresini oluştur için çevresel etkileşimi kendi himayesinde tutma ihtiyacına uygun bir şekilde oluşturmak için bir çabanın içerisinde bulunulmalıdır. Bu tekniklerin tasarımını zorunlu hale getiren nedenler, ısı konfor

koşullarının sağlanması, iklim kontrolünün sağlanması, enerji korunumunun sağlanması ve enerji tüketim maliyetinin minimize edilmesi olarak düşünölmelidir.

Yapılar ve sanayi sektörünün gelişmesiyle, enerji ihtiyacı en yüksek oranda kullanılmaktadır. Bunlara bağılı olarak iki sektörde de öncelikle “sürdürülebilirlik” eğitimleri yapılarak farkındalık oluşturulabilir. Ayrıca bu konuda uygulamaya yönelik teşvikler geç kalmadan yapılmalıdır. Bunun yanı sıra devlet politikası olarak yönetmelikler ve tüzükler çıkarılmalıdır. Malzeme ile teknolojideki yenilikler ve gündem, sürekli olarak ilgili gereçlerle tanıtılmalı, uygulama ve uygulatma fırsatı verilmelidir. Bu bağlamda inşaat sektöründeki mevcut binalar, yeni yapılmakta olan ve gelecekte yapılacak olan binalar için uygun sistemlerle detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Yeni tasarlanacak olan yapılar sürdürülebilir mimari tasarım kriterlerine göre planlanmalıdır. Bu kriterler kapsamında tasarlanarak uygulanan yapıların örnek teşkil etmesi sağlanmalıdır.

4. KAMU BİNALARINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ UYGULAMA YÖNTEMLERİ

4.1 Kamu Binalarında Aktif Yenilenebilir Enerji Sistemleri

Yenilenebilir enerji kaynakları olarak aktif sistemler, mimari proje tasarımına başlarken sürece dâhil edilmelidir. Buna ek olarak binanın formuna, cephesine ve planlamasına yön veren, binada kullanılacak diğer sistemler ile bütün bir sistem içinde çalışması ve üretilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükseltilmesi hedef alınmalıdır.

Fosil ya da nükleer yakıtların kullanımı gün geçtikçe artmaya devam etmiştir. Bu bağlamda bu ürünlerin daha az kullanılması için alternatif olarak sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kavramlarını gündeme getirmektedir. Sürdürülebilirlik bütün olarak ele alındığında ancak yenilenebilir olursa bir amaca ulaşmaktadır. Bu nedenle enerji sistemlerinin sürdürülebilir, enerji kaynaklarının yenilenebilir olması gerekmektedir. Yenilenebilir enerji, “doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır” (Bostan, 2012). Bugün yaygın olarak kullanılan fosil yakıtlar, yakılınca biten ve yenilenmeyen enerji kaynaklarıdır. Oysa güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir olmalarının yanı sıra temiz enerji kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır (Bostan, 2012).

4.1.1 Fotovoltaik paneller

“Güneş ışınımından toplaçlar aracılığı ile elektrik enerjisi üretip, bu enerjinin kullanımına olanak sağlayan bileşenlerin tümüne Fotovoltaik (PV) sistemler denir”. (Sakınç, 2006). Fotovoltaik panel sistemleri, yol aydınlatmasında, deniz fenerleri aydınlatmasında, kara taşıt araçlarında, elektrik santrallerinde ve birçok değişik kategorilerde elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Günümüz çağında da sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle değişik boyutlarda ve isteğe göre fotovoltaik paneller üretilmektedir.

Fotovoltaik paneller yapı mimarisinde binaların birçok değişik bölümlerinde yapı bileşeni olarak kullanılmaktadır. Bu paneller var olan bir yapı içinde teknik bazı veriler elde edilerek monte edilebilir. Fotovoltaik paneller günümüz teknolojisinde birçok

çeşitliliğe sahip olarak üretimleri mevcuttur. Bu paneller yapıya yapıştırma, çerçeve sistemi olarak uygulama yapılmaktadır. Çerçeve sistemi belli bir statik hesaplar sonununda çelik karkasın üstüne monte edilerek montajı yapılmalıdır. Buna ek olarak yapılacağı yerin güneş geliş açısına göre uygulanmalıdır.

Bir PV sistemin temel görevleri

- Elektrik enerjisi üretmek
- Üretilen enerjiyi gerekli durumlarda saklamak
- Enerjiyi kullanım alanlarına güvenilir biçimde aktarmak

olarak sıralanabilir.

Bu görevleri gerçekleştirmek için yapılandırmasına bağlı olarak;

- Toplaç alanları,
- Saklama üniteleri
- Çevrim aygıtları (convector),
- Düzenleyici aygıtlar,
- Denetim elemanları;

gibi öğelerin tümünden ya da bir kısmından oluşabilen PV sistemlerin tümünde, (PV) toplaçlar, sistemlerin değişmez ve en önemli öğesidir (DOE, 1997).

Güneşin görünür ışınımı olan ışık enerjisinden elektriğin üretildiği ve yük alanlarına aktarıldığı PV toplaçların yapısı, özellikleri ve çalışma biçimleri PV sistemlerin temel belirleyicisidir. Üretim teknolojisine, yarı iletken malzeme özelliklerine, gereksinime bağlı olarak değişik tiplerde üretilebilen PV toplaçların temel birimini ise PV Hücreler oluşturur. PV hücre, toplaçların ve PV sistemlerin güç, maliyet, verim, biçim, görünüş gibi özelliklerini belirleyen temel yapı taşıdır (D.O.E., 1997).

4.1.2 Rüzgâr türbinleri

Dünyanın en hızlı büyüyen, ucuz enerji kaynağı olmasının yanında çevre kirliliğine neden olmayan rüzgâr enerjisi gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle A.B.D.'de yapımı planlanan yüksek binalarda, rüzgâr enerjisi etkin tasarımların ağırlığı artmaktadır. Rüzgâr türbinlerinde sağlanan teknolojik gelişmeler ile dezavantajları ortadan kaldırılmıştır. Ticari olarak kullanılan ilk rüzgâr türbinleri çalışması çok gürültülü iken yeni rüzgâr türbinlerinde bu ortadan kaldırılmış ses seviyesi düşürülmüş. Ayrıca rüzgâr türbinlerin kurulum yerleri kuşların toplu

olarak yaşadıkları ve göç yolları dikkate alınarak seçilerek kuş ölümlerinin de önüne geçilmiştir (Aygün, 2012).

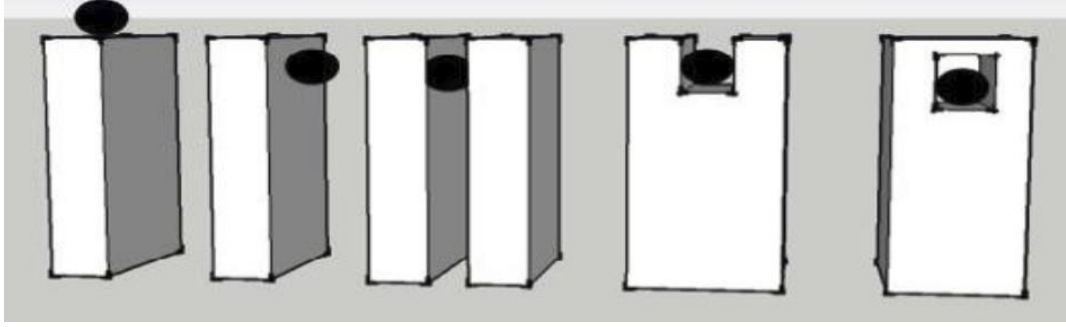
Mimaride rüzgâr türbinleri üç şekilde gruplandırılır.

“Bina Bağımsız Rüzgâr Türbinleri; Bu tür rüzgâr türbinleri, bina veya binalarda mimari tasarım ve strüktür bakımından bağımsız düşünülen sistemlerdir. Rüzgâr santralleri ve çiftlikleri bu tür grubuna girmektedirler” (Aygün, 2012). Yapılan araştırmalara göre rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından denizlerin karalardan daha zengin olduğu anlaşılmaktadır. İlk olarak deniz üstü rüzgâr enerjisi projesi İsveç’te 1990 yılında gerçekleşmiştir. Daha sonra Avrupa ülkeleri başta olmak üzere birçok gelişmiş ülkede deniz üstü rüzgâr enerjisi projeleri gerçekleştirilmiştir. Resim 4.1’de deniz üstü rüzgâr santralleri gösterilmektedir (Aygün, 2012).



Resim 4.1: Deniz üstü rüzgâr santralleri (Url-15).

Binaya monte rüzgâr türbinleri yapının topografyaya yerleşim durumuna göre rüzgâr verileri alınarak Şekil 4.1’de görüldüğü gibi yapının farklı kısımlarında kullanılabilir. “Yatay ve düşey rüzgâr türbinleri bina veya binalara monte edilmektedir. Bina veya binaların rüzgâr açısı türbinlerden maksimum verim almak açısından önemlidir. O bölgenin hâkim rüzgâr yönü ve binanın konumu, monte edilecek türbinin binaya monte edilecek yüzeyini belirler” (Aygün, 2012). Şekil 4.1’de binaya monte rüzgâr türbinlerin montaj şekilleri gösterilmektedir



Şekil 4.1: Binaya monte rüzgâr türbinlerin montaj şekilleri (Özcan, Erol, 2018).

Binaya monte edilmiş rüzgâr türbinleri, yapının mimari tasarımı sırasında rüzgâr türbininin nasıl çalışacağını ön planda tutmaktadır. Bina veya binaların formu tarafından desteklenerek, rüzgâr yönünü, hızını ya da rüzgârın şiddetini değiştirmek veya arttırmak suretiyle, elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükselmesi olarak türbinler tasarlanmıştır. Bu türbinler aktif hale gelerek, yapıya ekstra bir yük oluşturacağından yapının statik açıdan güçlendirilmesi gerekmektedir. Rüzgâr türbinleri mimari şekil üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bina veya binaların tasarımındaki asıl amacı rüzgâr enerjisinden elektrik üretilerek yapının ihtiyacı olan elektrik ihtiyacına katkı sağlamaktır. Bu tasarımlar yapılırken rüzgâr türbininin dönmesi ile kaynaklanan sesini minimum seviyeye indirmek için cephelerde farklı tasarımlar kullanılmalıdır. Resim 4.2’de görüldüğü gibi binaya monte rüzgâr türbinleri gösterilmektedir.



Resim 4.2: Lighthouse (Url-16) / Castlehouse (Url-17).

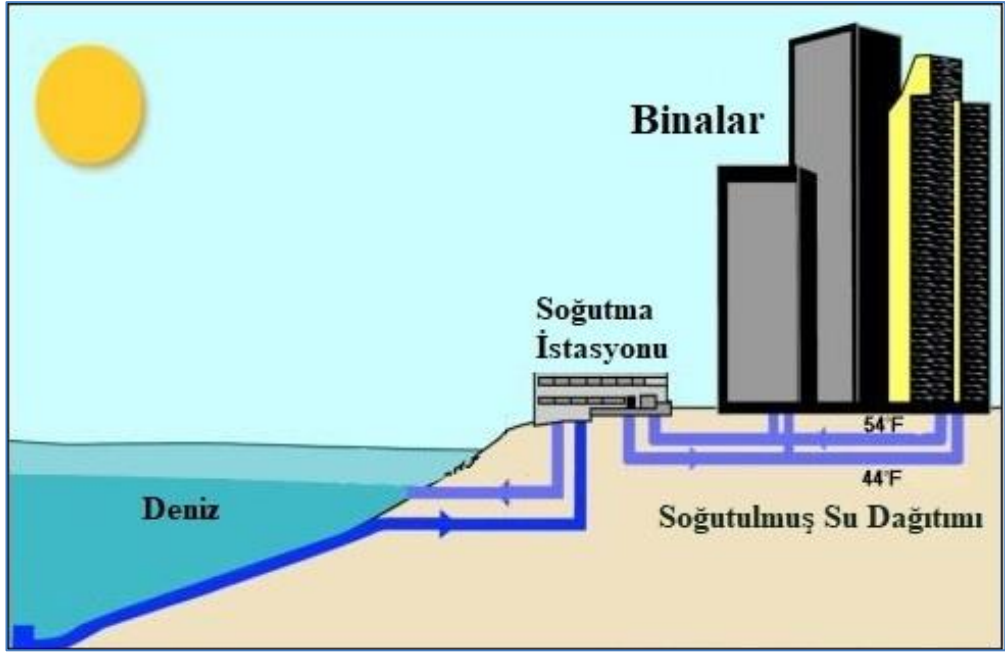
4.1.3 Jeotermal ısı pompaları

Jeotermal enerji yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 200°C den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yer üstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcaklık su ve buhar olarak tanımlanabilir. Bu sıcak akışkan, kırıklar aracılığı ile yeryüzüne ulaşarak termal kaynakları oluşturur; ya da sondajlarla çıkartılarak ekonomik kullanıma dönüştürülür. Jeotermal enerji yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır (Tuğlu, 2008).

4.1.4 Yapılarda deniz suyu ile soğutma

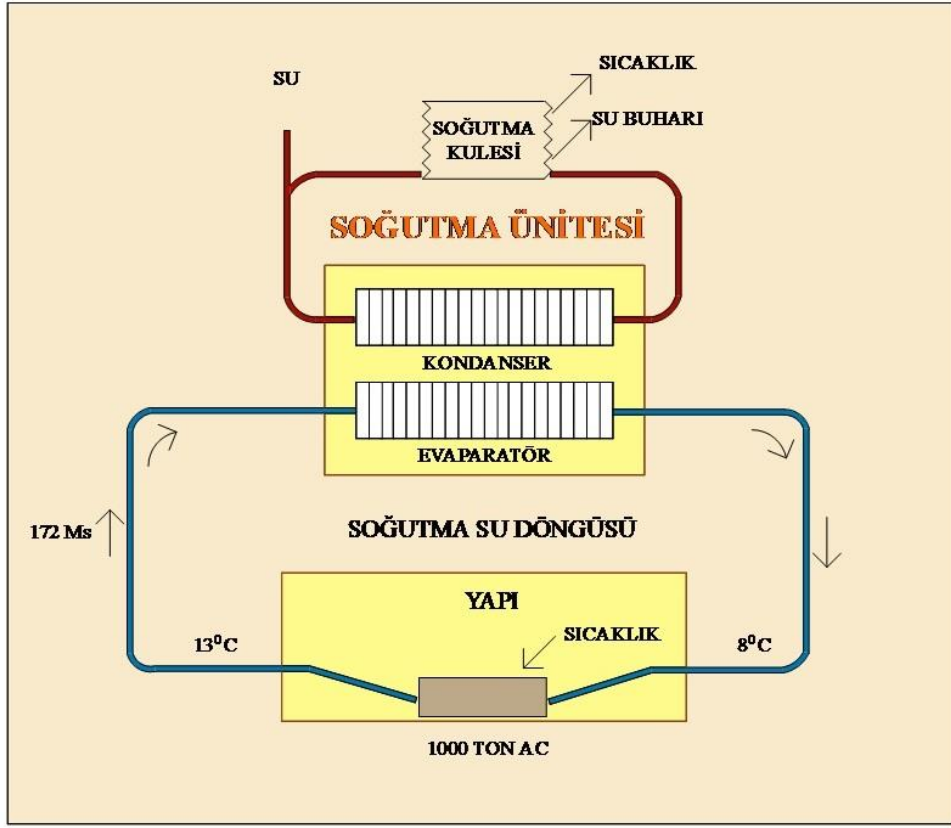
Dünyada bulunan petrol rezervlerinin gün geçtikçe azalması ve enerji tüketiminin tam tersi olarak artması sonucu ısı geri kazanım sistemleri ve ısı pompası kullanımı artmıştır. Ülkemizde Avrupa ülkelerindeki oranda olmasa da özellikle ısı geri kazanım konusunda sistem arayışları hızlanmıştır. Ancak ısı pompası uygulamaları sadece split klima, çatı tipi hava ve su soğutmalı soğutma cihazlarındaki uygulamalar ile sınırlı kalmaktadır. Bu cihazlar ile genellikle kış aylarında soğuk olan dış havadan sıcak olan iç ortama ısı pompalanmaktadır (Doğan, 2006).

Dış hava sıcaklığının düşmesi ile birlikte iç ortamın ısı ihtiyacı artmaktadır, bu nedenle bu tip ısı pompası olarak çalışan cihazlarda verim oldukça düşüktür. Büyük sanayi tesisleri ve otel gibi enerji kullanımının fazla olduğu yerlerde sudan-suya ısı pompası uygulaması ile büyük miktarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (Doğan, 2006).



Şekil 4.13: Deniz suyunun binaya ulaşım şekli (Url-60).

Yapılarda kullanılan soğutulmuş klimalar vasıtasıyla değerlendirilmektedir. Ayrıca, Şekil 4.13’de görüldüğü gibi büyük sistemler, sistemin yüksek basınçlı tarafını daha verimli bir şekilde soğutmak için soğutma kuleleri kullanır. Tüm bu bileşenler, kompresörler, su pompaları ve soğutma kuleleri, geleneksel AC sistemlerinin yüksek işletme giderlerine katkıda bulunur (Url-60).



Şekil 4.14: Deniz suyu ile soğutma sisteminin çalışma şekli (Url-60).

Bu sisteminle çalışan yapılardan örnek verilirse, Cornell üniversitesinde göl kaynaklı soğutma sistemi, kampüs için merkezi soğutulmuş su sistemini çalıştırmak için kullanılıyor. Dünyanın en büyük tatlı su rezervi olan Kanada'daki Ontario gölünden'de Toronto şehrinin finans bölgesini kapsayan 59.000 ton (207 MW) şehrin soğutma yardımcı olmaktadır.

4.2 Kamu Binalarında Pasif Sistemler

Pasif sistemler, malzeme ve iklim verilerini göz önünde tutmak üzere doğal kaynaklardan aktif bir şekilde faydalanmaktadır. Kamu yapılarının pasif sistemde oluşturdukları enerji performansı ve yapının en fazla enerji tüketildiği mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerin enerji verimliliği, binaya ilişkin mimari tasarım kriterleriyle doğrudan ilişkilendirilmelidir. Binalarda örnek olarak kullanılan sistemlerin en önemli mimari elemanları; Doğal aydınlatma enerjisi, Atrium ve çift çidarlı cephe sistemleri olarak 3 gruba ayrılmıştır.

4.2.1 Doğal aydınlatma enerjisi

Geçmiş yıllara bakınca binaların şekillendirilmesinde gün ışığından yararlanma amacı etkin rol oynamıştır. Gelişen sanayinin sonucunda elektrik enerjisi aydınlatma amacıyla kullanılmaya başlanmış ve yaygınlaşmıştır. Ne var ki günümüzde enerji kaynaklarının bilinçli tüketilmesinin gerekliliği de herkesçe kabul edilmesi gereken bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle günışığının etkin kullanımı ve doğal aydınlatma enerjisi tüketiminin minimum seviyeye yönelik çözümlerin üretilmesi günümüz mimarlığının üzerinde önemli bir etki haline gelmektedir.

Binaların günışığı ile aydınlatılması genellikle pencereler veya çatı ışıklıkları kullanılarak 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 günışığından yararlanmada çatı teknikler olarak adlandırılabilen bu sistemlerin kullanımı giderek yaygınlaştırılmaktadır. 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 günışığı miktarının artırılması, ancak uygun bir kontrol sistemi ile günışığı yapma ışık entegrasyonu sağlandığında görsel konfor ve enerji tasarrufu açısından optimum sonuç verecektir (Yener, Köknel, 2007).

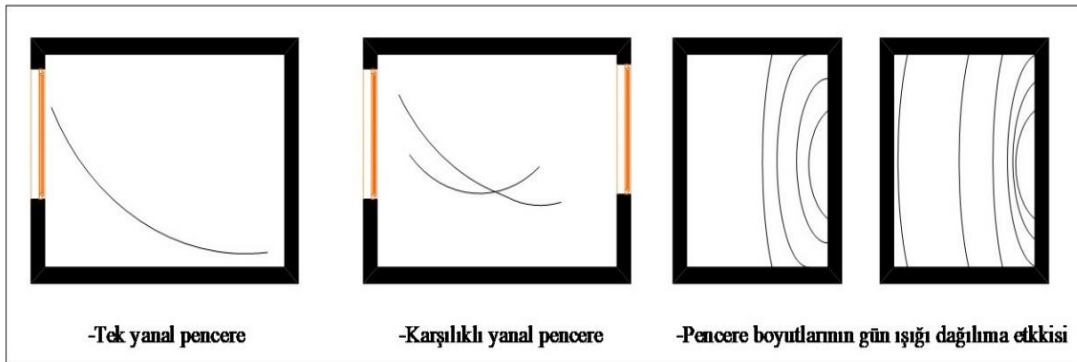
4.2.1.1 Pencere

Pencereler, düşey veya düşeye yakın eğimli, bina dış duvarlarında veya duvarın içinde yer alan, günışığı açıklıkları olarak tanımlanabilmektedir. Pencereler her iklim bölgesi için uygun olup, tasarımın ilk aşamalarında ele alınmalıdır. Göz hizasında bulunan ve dış görüşü sağlayan görüş pencereleri ile dış görüşü sağlamayan yüksek pencereler bu başlık altında incelenebilmektedir.



Resim 4.3: Pencerelede dış görüş aydınlatma (Url-18).

Göz hizasındaki pencerelerin en büyük özellikleri dış ortamla görsel bağlantıyı sağlamalarıdır. Özellikle doğaya açılan pencerelerin hem kullanıcı performansını yükseltme hem de göz kaslarının gevşemesini sağlama gibi olumlu yönleri bulunmaktadır (Resim 4.3). Bu pencerelerin en belirgin özelliği iç aydınlık düzeyinin pencereye yakın bölgelerden hacmin derinliklerine gidildikçe hızla düşmesidir. Bu karakteristik dağılımda pencerenin baktığı yönün niceliksel ve niteliksel etkisi büyüktür (Şekil 4.2). Pencerele kullanıcıların görüş alanı içinde bulduklarından görsel konfor açısından direkt güneş ışığına karşı önlem alınması gerekmektedir. Güneşin gün içindeki ve yıl içindeki hareketi göz önüne alındığında yön değişkeni pencere tasarımı ve pencereye uygulanacak gölgeleme aracının tasarımı açısından önemli rol oynamaktadır (Yener, Köknel, 2007).



Şekil 4.2: Pencerelele plan ve kesitte günışığı dağılımları (Yener, Köknel, 2007).

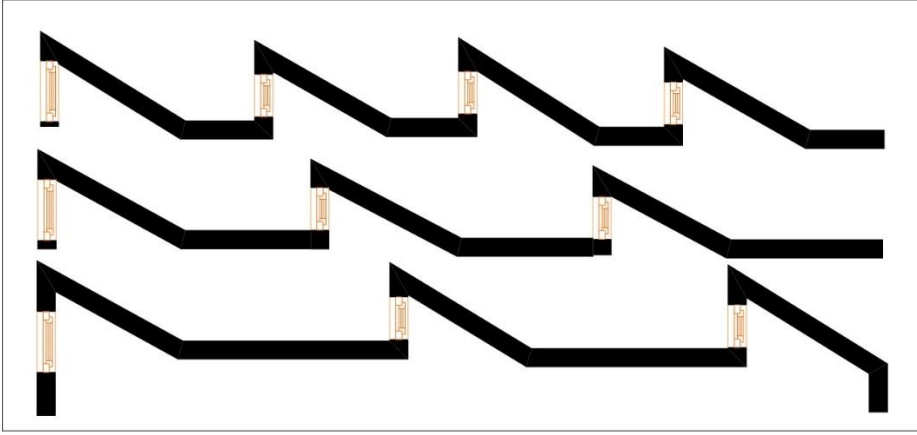
4.2.1.2 Çatı ışıklıkları

Çatı ışıklıkları, sürekli açıklıklar, fenerler ve eğimli pencereler gibi çatıda bulunan yatay açıklıklardır. Çatı ışıklıkları, dış görüşü sağlamayarak yalnızca yeterli ve kontrollü günışığı alınmasını hedeflemektedir. Bu tiplerin her birinin bina biçimi ve iç mekân düzenlemesi üzerindeki etkisi farklı olduğu gibi, içeride sağladıkları günışığı dağılımı da birbirinden farklıdır. Düzgün bir doğal aydınlatma sağlamak için yatay açıklıklar kullanılmalıdır. Direkt güneş ışığının kullanılmasında güneş kontrolü ve ışığın yaygınlaştırılması açısından önlemler alınmalıdır. Yatay çalışma düzleminin aydınlatılması, yapının genel doğal aydınlatmada istenen hacimler, üç boyutlu nesnelerin aydınlatılması ve duvarların aydınlatma dışında olan başka amaçlarla kullanılması gereken yerler için uygun tasarlanmalıdır.

Sürekli açıklıklar düşey veya eğimli açıklıkların eğimli bir çatı düzlemi ile birlikte tasarlanmaları ile oluşturulan testere dişi biçiminde açıklıklardır. Genellikle tek yüzeyleri saydam olarak tasarlanılmıştır. Boyutlara bağlı olarak hacimdeki günışığı dağılımı ve miktarı değişiklik göstermektedir. Endüstri binalarında kullanımı çok yaygın olmasına rağmen, büro, okul, hastane, kütüphane ve lobi gibi hacimlerde geniş alanlarda düzgün günışığı sağlamak amacıyla da kullanılırlar (Resim 4.4 & Şekil 4.3).



Resim 4.4: Sürekli çatı ışıklığı (Url-19).



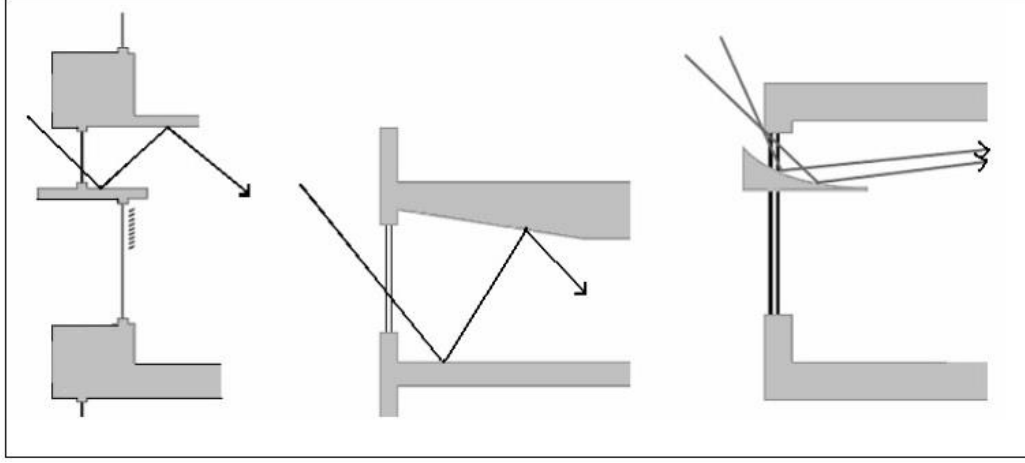
Şekil 4.3: Sürekli çatı ışıklıkları örnekleri (Robbins, 1986)

Çatı ışıklıklarından bazı çeşitleri günışığını farklı amaçlı kullanırken bazıları ise temiz hava akışı sağlamak için de kullanılabilir.

Fenerler sürekli açıklıklara benzemekle beraber, birden fazla yönden saydam yüzeylere sahip olduklarında parıltı oluşturabilirler. Güneşli iklimlerde kuzeye veya güneye yönlendirilmiş fenerler yatay açıklıklardan daha uygun olabilmektedirler. Doğu ve batıya yönlendirilen iki yönlü fenerler gün boyu düzgün bir aydınlatma sağlamak için uygun ve eleverişlidirler.

4.2.1.3 Işık rafları

Işık rafı, güneş ışığını engellemek ve günışığını tavana yönlendirmek amacıyla tasarlanan, pencerenin iç veya dış yüzeyinde yer alan yatay elemandır. Cepheyle bütünleşmiş bir eleman olabileceği gibi sonradan monte edilen bir eleman da olabilir. İç mekânlarda günışığını daha verimli kullanacak şekilde pencereye yakın bölgeyi yoğun güneş ışığından korurken, tavana yansıtılan ışık ile mekânın derinliklerinde genel bir aydınlatma sağlamaktadır. Hacimde pencereye yakın bölgeyi güneş ışığından korurken, yansımış ışık tavandan yansyarak odanın derinliklerini aydınlatmaktadır. Pencere kenarındaki gün ışığı seviyesini düşürüp odanın derinliklerindeki gün ışığı seviyesini yükselterek daha homojen ışık dağılımı sağlamaktadır. (Uyan, Yener, 2011).



Şekil 4.4: Doğal ışığın mekân içerisine alınması (Göçer, 2006).

Bu bağlamda Resim 4.5’de görüldüğü gibi gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak için binanın formunda farklılıklar yapılarak gün ışığından yararlanılmıştır. Buda ihtiyaç duyulan aydınlatma enerjisine katkı sağlamaktadır.



Resim 4.5: Yatay ve düşey dış gölgeleme elemanı (Url-20).

Güneş ışığının topografyaya geliş açısı güney tarafından geliyorsa kuzey tarafa bakan kısımda doğal günışığı kontrolü daha kolay sağlanabilmektedir. Çatı ışıklıklarıyla beraber kullanılan atriumlarda bir yandan soğutma görevi yaptığı için doğal günışığının mekân içine alınmasında denetleme görevi üstlenmektedir. Doğal

günüşğini maksimum seviyede kullanımını artırmak için tasarımlarda çatı sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir (Resim 4.5).

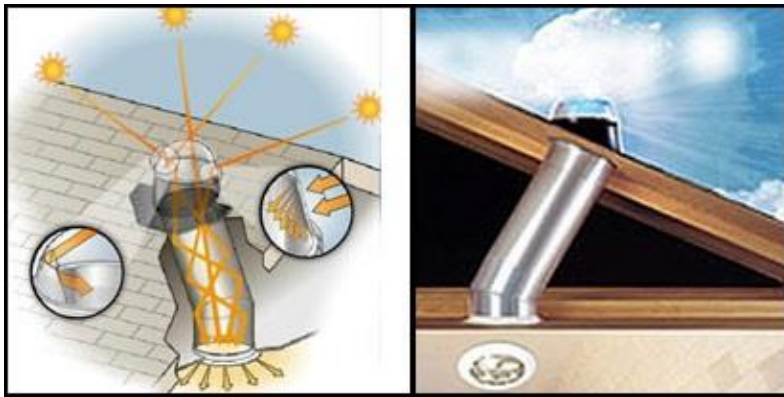


Resim 4.6: Atriumların saydam üst örtülerinde uygulanan gölgeleme elemanları (Url-21).

4.2.1.4 Işık tüpleri

Işık tüpü, çatılarda delik açılarak alınan gün ışığını parlak yansıtıcı malzemeler kullanılarak bir boru şeklinde farklı açılar kullanılarak iç mekân tavanına ulaştırdığı sistemdir.

“Borunun içine veya yayıcı elemana yerleştirilen günüşğine duyarlı yapma aydınlatma elemanı günüşği ile bağlantılı çalışabilmektedir. Doğrudan güneş ışığı mevcut olduğunda performansları daha iyidir. Küçük mekânların aydınlatılması için uygun bir sistem olup büyük mekânlarda ızgara düzeni sağlanırsa düzgün bir günüşği dağılımı elde edilebilir” (Url-22). Şekil 4.4’da bir ışık tüpü uygulaması yer almaktadır.

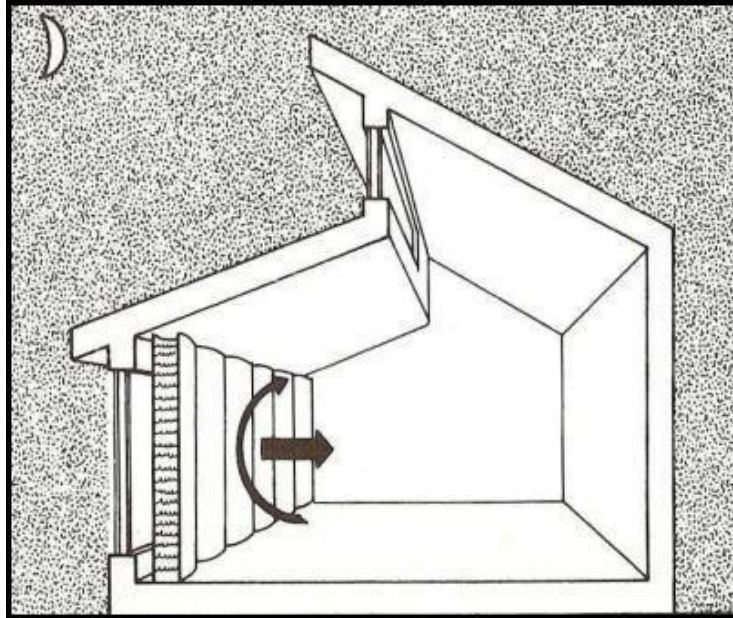


Şekil 4.5: Işık tüpü örneği (Url-23)

4.2.1.5 Anidolik tavanlar

Anidolik tavanlar, kapalı gök koşullarına sahip bölgelerdeki binalarda, gökyüzündeki yayımlık ışığı hacmin derinliklerine yönlendirmek amacıyla kullanılan sistemlerdir.

Bir ışık kanalı ve bu ışık kanalının başında ve sonunda yer alan reflektörlerden oluşurlar. Cephe yüzeyinde bulunan ilk reflektör yayımlık ışığı toplayarak ışık kanalına iletir. Işık kanalının iç yüzeyi yüksek yansıtıcı özellikte olup, ışık tam iç yansıma ilkesine göre kanal boyunca iletilir. “Işık kanalının çıkışındaki parabolik reflektör, yayımlık ışığı hacim içine düzgün bir biçimde dağıtır. Sistemin girişinde yatay düzlemle 25° lik açı yapan cam bir ünite bulunur” (Url-24). Bu ünite, üzerine düşen günışığını ışık kanalına yönlendirir. Ayrıca sistemin çıkışında da güvenliği sağlamak ve sistem bakım masraflarını azaltmak amacıyla cam bir ünite bulunur. Sistemdeki bütün harici parçalar yoğuşmayı ve ısı köprüleri engellemek için yalıtılmışlardır. Anidolik tavanların başlıca özellikleri; gün ışığını kamaşmasız olarak kullanım mekânlarına yönlendirmesi, düzgün bir aydınlatma sağlaması ve mekânların geleneksel sistemlerle yeterli aydınlanmayan kısımlarında aydınlık düzeyini arttırmasıdır. Anidolik tavanlar ticari, endüstriyel ya da eğitim amaçlı binalarda kullanılabilirler (Url-24). Şekil 4.5’de anidolik bir tavan örneği yer almaktadır.



Şekil 4.6: Anidolik tavan örneği (Url-24).

4.2.2 Atriumlar

Atrium, “sözlük anlamı ve geleneksel kullanımı itibariyle üç veya daha fazla kenarı galerilerle çevrili, üstü açık avlu veya üstten aydınlatılan, alt katlardan veya diğer katlardan odalara açılan mekân olarak tanımlanmaktadır” (Saxon, 1993).

Günümüzde ve çalışma içerisinde kullanılan anlamı ise dış çevre koşullarından korunmuş, doğal ışık alan ve binanın sosyal merkezini oluşturan bir iç mekân ögesi şeklinde tarif edilmiştir. Atriumlar; “insanların gelip geçtiği, toplandığı, konuştuğu, beklediği halka açık alanlardır. Binaların sosyal merkezleri olmakla birlikte, iklimsel ve coğrafi verilerle, bina kullanımı ve kullanıcı gereksinmelerine uygun bir biçimde tasarlandıklarında pasif sistemin önemli bir elemanıdır” (Göçer, 2006).

Genellikle yapıların ağırlık merkezini oluşturan atriumlar, katlar arasında düşey ve yatay ulaşımını sağlarken, bina ile dış çevre arasında kullanışlı mekân oluşturmakla birlikte, doğal aydınlatmayı bu sirkülasyon içinde yapının iç mekanların aydınlatmasını sağlamaktadır. Atriumlar genellikle sergi holleri, bina girişleri ve ihtiyaç duyulan geniş mekanların doğal aydınlatılmasında kullanılmaktadır.

Günümüz çağında yapılan binalar yeni tasarımlarda karşımıza çıkan atrium binalarının temel özellikleri, pasif sistem kazançlarından olabildiğince fayda sağlayıp, enerji tüketimini en aza indirmesi olmuştur. Bu nedenle o yıllarda yapılan binalarda yer alan atriumlar, çevreledikleri hacimlerde gerçekleştirilen eylemler doğrultusunda koşullandırılmış, dış mekânın etkilerinden korunmuş ara mekanlar olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir. “Bu yaklaşımla oluşturulmuş bir diğer örnek ise 1957 yılında yapılan Wright’ın Kaliforniya’daki Devlet Dairesi binasıdır” (Bednar, 1986). Öğrenci odalarının caddeye, koridor, servis mekanlarının ve lobinin atriuma baktığı yurt binasında, birinci katta yer alan sirkülasyon ve toplanma mekanları, alt kattaki yemek salonunu görece şekilde tasarlanmıştır. Atriumun çatısı opak bir malzemeyle örtülmüş, doğal ışık mekân içerisinde çatıda bulunan camlama sistemleri vasıtasıyla alınmıştır (Bednar, 1986).

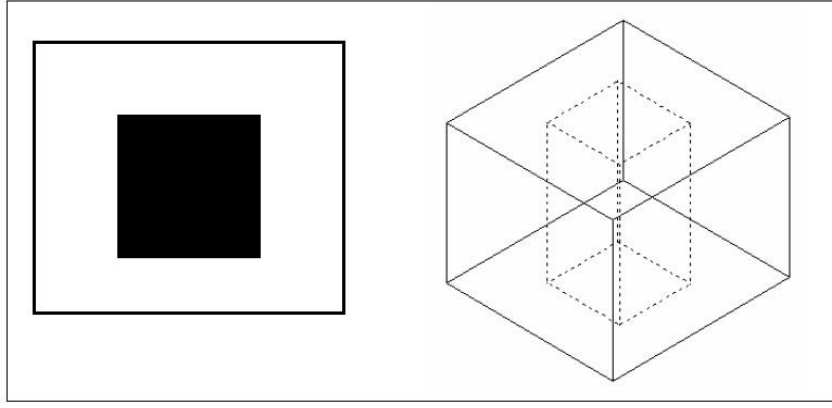
Türkiye’de yaşanan sürece göz atacak olursak, avlulu plan tipinin geleneksel mimaride farklı fonksiyonlara yönelik bina tiplerinde kullanıldığı bilinmektedir. Konya, Kayseri, Diyarbakır vb. bölgelerde oldukça yaygın biçimde konutlarda kullanılmıştır. Ticari mekânlarda (hanlar, çarşılar), saraylarda, askeri ve dini binalarda karşılaşılan bu plan

tipi, 19 yy.dan sonra Avrupa'da geliştirilen cam ve çelik teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte atrium plan tipine evrilmiştir. Bunun en güzel örneği geçmişte üstü açık avlu iken, 19.yy. hanlarının avlularının üstünün cam bir örtüyle kapatılmasıdır. Gelişen teknolojinin ilk örneklerinden bir diğeri de saraylarda görülen seralardır. Osmanlı saray bahçeleri, bitkilerin ve sebze meyvenin yetiştirildiği seralara sahiptir. Özellikle Aynalıkavak sahil sarayı'nda, Dolmabahçe ve Yıldız saraylarında döneminin sera örneklerine rastlamak mümkündür (Sezgin, 1998).

Günümüz mimarlığında yapılan tasarımlarda ise, atriumun enerji potansiyeli düşünülmezsizin sağladığı görsel zenginlik ve devasa açık bölmeleriyle ön planda tutulmaktadır. Bu bağlamda, atrium tipi binalar enerji korunumu ve potansiyeli göz önüne bulundurarak tasarlandığında hem enerji performansı hem de atriumdan gelen doğal günışığını kullanarak insan sağlığına olumlu etkisi açısından bir başarı sağlanabilmektedir. Kullanıcılara bağlı olarak farklı işlevleri üstlenen atriumlar, kullanıcı konforunun oluşturulabilmesi için binanın ana mekanları ile bir bağlantı oluşturmaktadır. Yapının dış kabuğuyla karşılaştırıldığında daha az enerji performansına sahip bu bölgeler, yapının enerji tüketimini büyük oranda arttırmaktadır.

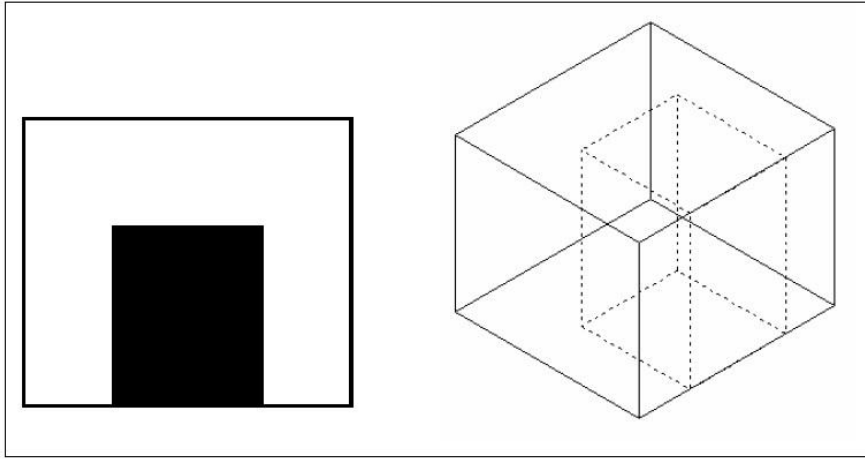
Atriumlar bina içerisindeki konumlarına göre çeşitli isimler almaktadır. Bundan sonraki bölümlerde bu isimlerle anılacak olan atriumlar; orta avlulu, üç tarafı çevrili, doğrusal, plaza ve sera tipi olmak üzere 5 bölümde incelenebilirler. (Göçer, 2006).

Şekil 4.7'da görüldüğü gibi orta avlulu atrium; binanın merkezinde yer alan, çatısı saydam bir örtüyle kaplı klasik atrium tipidir. Atriumun dış kabuğu çatı yüzey alanıyla sınırlandırılmıştır. Genel olarak orta hacimde kullanılan atrium tipine rastlanmaktadır (Göçer, 2006).



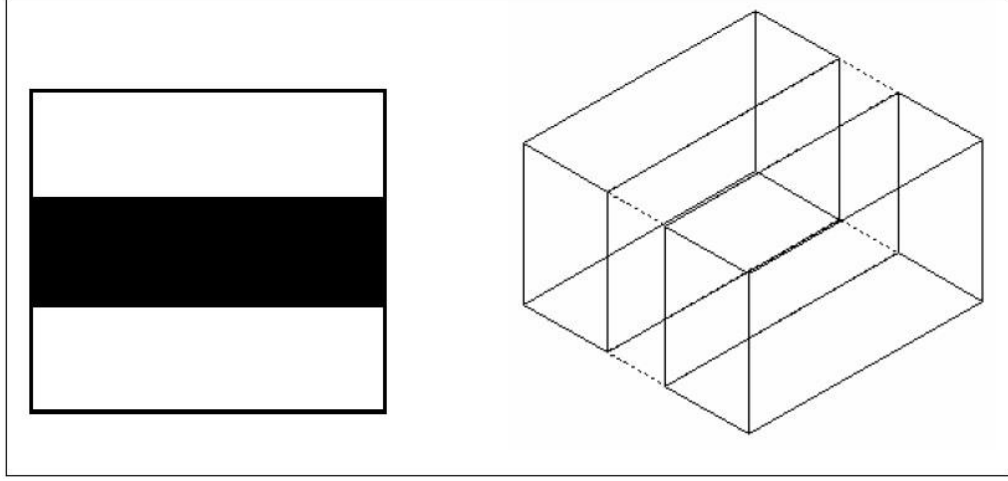
Şekil 4.7: Orta avlulu atrium şematik planı ve perspektifi (Göçer, 2006).

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi üç tarafı çevrili Atrium; atriumun bir kenarını tanımlayan yüzey, aynı zamanda ana binanın dış yüzeyini oluştururken, atriumun diğer 3 tarafı ana bina ile çevrilmiştir (Göçer, 2006).



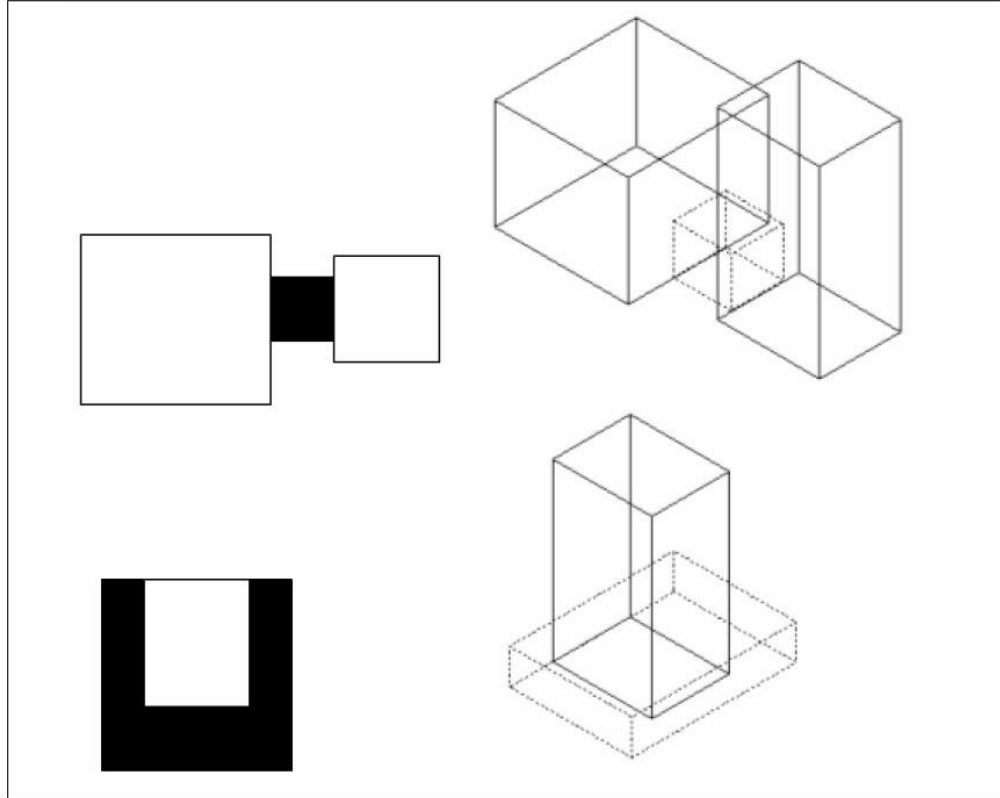
Şekil 4.8: Üç cephesi çevrili atrium şematik planı ve perspektifi (Göçer, 2006).

Şekil 4.9’de görüldüğü gibi dogrusal atrium; birbirine paralel iki ana mekân arasında yer alan atrium tipidir (Göçer, 2006).



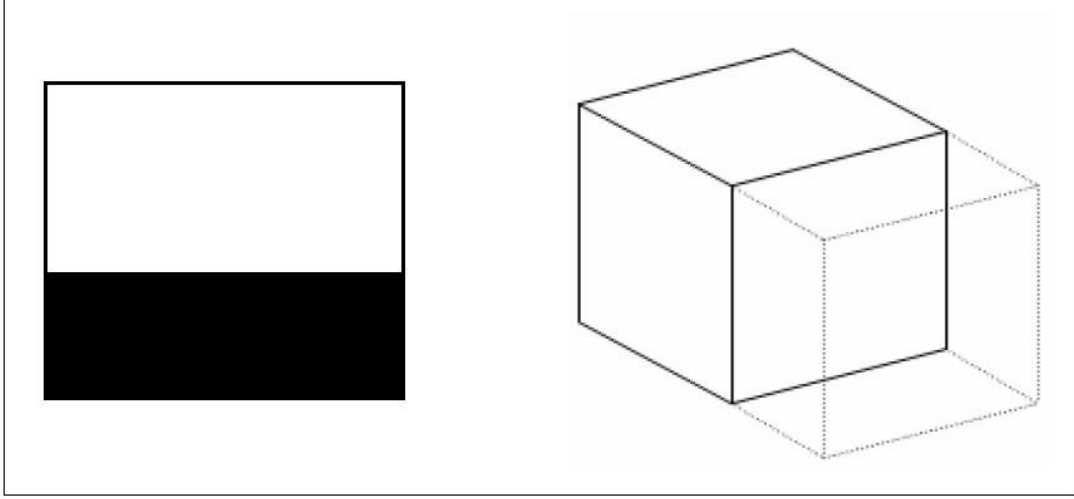
Şekil 4.9: Doğrusal atrium şematik planı ve perspektifi (Göçer, 2006).

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi plaza tipi atrium; çok katlı plazaların genellikle girişini veya farklı kütleleri arasındaki bağlantıyı sağlamak üzere geliştirilmiş plan tipidir (Göçer, 2006).



Şekil 4.10: Plaza Tipi atrium şematik planı ve perspektifi (Göçer, 2006).

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi sera tipi atrium; ana binanın herhangi bir yöne bakan dış yüzeyini oluşturacak şekilde üstü camla da örtülü olabilen atrium tipidir. 2-3 kat yüksekliğinde rüzgarlık veya sera olarak kullanılan atrium tiplerine ilişkin örneklere de rastlamak mümkündür (Göçer, 2006).



Şekil 4.11: Sera tipi atrium şematik planı ve perspektifi (Göçer, 2006).

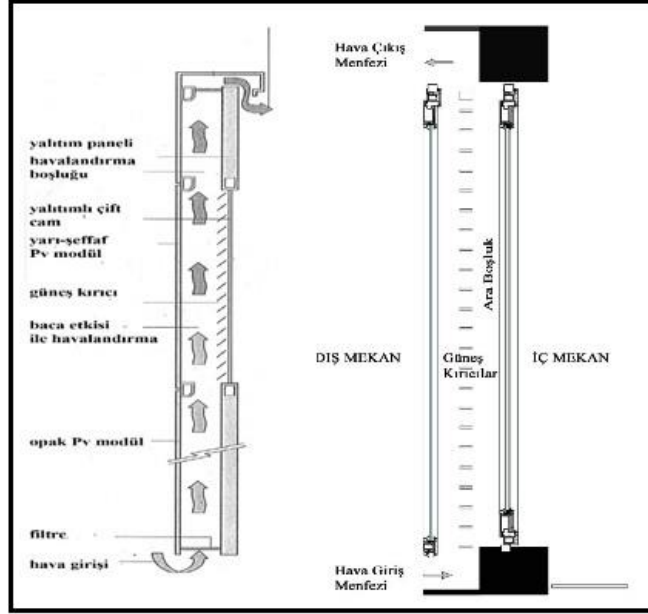
Atriumun oranları, atrium mekânına ulaşan direkt güneş ışığı miktarını tanımlamaktadır. Daha sığ ve dar atrium alanları, direkt gelen gün ışığının dağılmasını daha iyi sağlamaktadır. Atriumun yüksekliği genişliğinden daha fazla olduğunda, bütün alt katlar için genellikle daha zayıf gün ışığı sağlanır ve bu nedenle atrium duvarlarının yüksek yansıtıcı özelliğe sahip olması istenmektedir. Buna ek olarak bakarsak atrium duvarlarının düşük yansıtıcı özellikte olması sadece alanın genişliğinin yüksekliğinden daha fazla olması durumunda gün ışığından daha iyi yararlanmak açısından uygundur (Tokabaş, 2005).

Yapı kabuğu olarak ele alınan atrium tipi bir binanın önemli bir ögesi olan atrium, konfor koşullarının sağlanmasında ısıtma, soğutma ve havalandırma gibi gereksinimlerin karşılanmasına katkıda bulunurken, çevresindeki mekânların güneş ışığından faydalanmasını sağlayarak enerji tüketiminin azaltılmasına olanak vermektedir. Atriumun tüm bina sisteminin enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayabilmesi ve kullanıcı konforuna katkıda bulunabilmesi aşağıda yer alan başlıklar göz önünde bulundurularak yapılacak bir tasarımla gerçekleştirilebilir (Göçer, 2006).

- Pasif ısıtma; direkt kazanım ve ısının depolanması,
- Pasif soğutma; atrium ve çevresindeki mekânların atriuma komşu yüzeylerinin direkt gün ışığına karşı gölgeleme önlemlerinin alınması,
- Aydınlatma; doğal ışığın etkin bir biçimde geçirilmesi ve atriumu çevreleyen mekânlara dağıtılması,
- Havalandırma; doğal havalandırma sağlayarak ısıtma istenen dönemde ısının ana mekânlara aktarılması, ısıtmanın istenmediği dönemde direkt güneş ışımasını etkisiyle oluşan aşırı ısının dışarıya atılması,
- Mikro klima; nemin ve taze havanın sağlanmasında bitki ve su ögesinin kullanılması. Buna bağlı olarak konfor koşullarının sağlanmasında iklimsel ve görsel konfor koşulları dikkate alınmıştır. (Göçer, 2006).

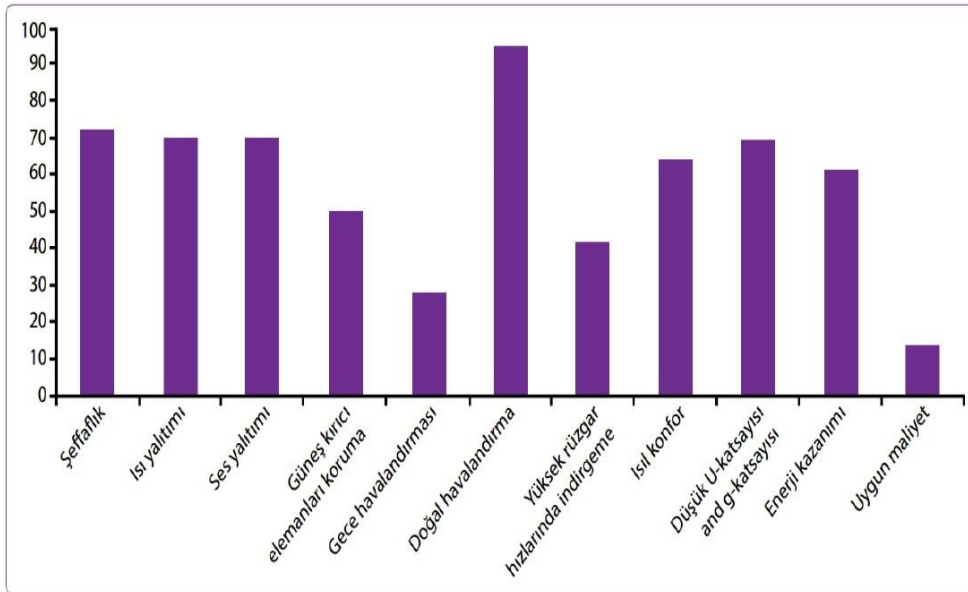
4.2.3 Çift cidarlı cepheler

Çift cidarlı cephe sistemleri literatürde çeşitli isimlerle anılmaktadır. Bunlardan en sık rastlanan ifadeler “çift cidarlı cepheler”, “çift cam cepheler”, “aktif cepheler”, “enerji etkin cepheler”, “havalandırılmış çift cidarlı cepheler” ve “havalandırılmalı cepheler” dir. “Çift cidarlı cephe sistemleri binanın birincil yani ana cephesinin önüne ikincil bir cam cephenin entegre edilmesi ile oluşur ve genellikle bir dış cam cephe ve cam veya kısmen cam malzemeden oluşan bir iç cam cepheden oluşur. Dış cam genellikle tek saydam bir camdan oluşur” (İnan, Başaran, 2015). İç cam ise genellikle çift camdır ve low-e veya güneş kontrollü camlardan oluşur. Bu yapı kabukları birbirinden boyutları 20 cm ile 2 m den daha fazla olabilen bir 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. Güneş ışınları çok fazla geldiğinde özellikle yaz döneminde hava kanalında aşırı ısınmayı önlemek için bu iki cephe arasında kalan boşluğun havalandırılması çok iyi yapılmalıdır (İnan, Başaran, 2015).



Şekil 4.12: Çift cidarlı cephe yapısı (Url-36; Özcan, Erol, 2018).

Çift cidarlı cephe sistemleri iki cam kabuk arasında hava koridoru bırakılarak oluşmaktadır. Bu hava tabakası rüzgâra, sese ve ısıya karşı yalıtım görevi görür. Geniş hacimli bu ara boşluk yapı için dış ortam koşullarından kısmen ya da tamamen soyutlanmış tampon bölge oluşturur. Bu iki tabaka arasında güneş kırıcı elemanlar yerleştirilerek güneşten korunma sağlanır. Çift cidarlı cephe sisteminin avantajlarına bakarsak, güneş ışınımı kontrolü, gün ışığı kontrolü doğal aydınlatma, doğal havalandırma, dışardan gelen ses kontrolü, yangına karşı kontrol, temizlik ve bakım onarım kolaylığı, kullanıcı kontrolü, güvenlik olarak ifade edilebilir.



Tablo 4.1: Çift cidarlı cephe sisteminin avantajları (İnan, Başaran, 2014).

Çift cidarlı cephe sistemleri, farklı geometrilerde ara boşluktan hacim oluşturarak bölümlenebilir özelliğe sahiptir. Bu farklılaşmaya bağlı olarak; bina yüksekliğinde, kat yüksekliğinde, kutu pencere ve şaft cephe sistemleri olarak incelenebilir. Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemleri, çift kabuk arasındaki ara boşlukta yatay ve düşey olarak bölücü olmayıp, bina cephesi boyunca devam eden sürekli bir tampon boşluğu olması sistemlerdir. Bu tip cephelerde, ara boşlukta istenen havalandırma, çoğunlukla zemin ve çatı hizalarındaki açıklıklardan sağlanır. Bu tip cepheler dış mekânlardaki gürültüye karşı olağanüstü bir akustik performansa sahiptir ve aynı zamanda dış kabuğu bütünüyle cam giydirme cephe olarak tasarlamak da mümkündür. Bu sebeple de bu tip cepheler tercih sebebi olabilmektedir. Kat yüksekliğinde çift kabuk cephe koridor cephe sistemleri, çift kabuk cephelerin tercih edilen çeşididir. Bu cepheler, ara boşlukta kat seviyesinde yatay bölümlenme yapılması ile elde edilirler. Boşluğa hava girişi kat döşemesinin alt noktalarındaki açıklıklardan, hava çıkışı ise kat döşemesinin üst noktalarındaki açıklıklardan sağlanır. Koridor tipi çift kabuk cephelerin yapımında, her katta olması gereken havalandırma boşlukları ve yatay bölücülerin bulunmasından dolayı çok katlı çift kabuk cephelerden daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Buna karşın cephenin işlevi çok gelişmiştir (Çetiner, Örkmez, 2012; Yeşilli, 2016).

“Yapının üstünde aşırı ısı, ses geçişi, duman ve yangın yayılımını azalmaktadır. Kutu pencere çift kabuk cephe sistemleri, ara boşluğun yatay ve düşey bölümlenip bağımsız ve küçük kutular olarak çalıştığı cephe sistemleridir” (Çetiner; Örkmez, 2012, Yeşilli, 2016). Bu tip cephelerde, dışarıdaki havanın giriş ve çıkışını sağlayan, sıklıkla katlar arasında yer alan ve balık ağzı denen özel bir pencere çerçevesi tasarlanır. Bu balık ağzı, hava giriş ve çıkış deliklerine sahiptir. Balık ağzı içine alınan hava, çift cephe içinde ısıtılır ve yükselen hava yakındaki balık ağzı pencere çerçevesinden dışarı atılır. Eğer balık ağzlarının her ikisi de düşey olarak yerleştirilirse, dışarı atılan kirli hava geri emilecektir. Ayrıca bu sistem yangının diğer katlara yayılmasını da önlemektedir. Şaft tipi çift kabuk cepheler, kutu pencere cephe birimlerinin, bina yüksekliğince devam eden hava bacalarıyla yani düşey şaftlarla bağlandığı cephe sistemleridir. Öteki çift cephe tipleriyle karşılaştırıldığında şaft tipi cephelerin yangın korunumu, gürültü, temiz ve kirli havanın karışması gibi dezavantajları vardır. Bu yüzden enerji etkin çift kabuklu cephe kuruluşlarında kullanımına az rastlanan bir cephe sistemidir. Düşey şaft

katlar boyunca devam ederek en üst noktaya ulaşır; bu sayede baca etkisini oluşturarak doğal havalandırmaya olanak sağlar. Dış cephede açılan mazgallar dışarıdan kontrollü bir temiz hava girişi sağlayarak yüzeyler arasındaki boşluğun taze hava ile dolmasını ve istendiğinde bu havanın iç mekâna akışı sağlanarak mekânın kontrollü bir şekilde havalandırılmasına da imkân verir. Baca etkisi sınırlı bir yükseklik gerektirdiği için bu cephe kurgusu daha çok az katlı binalar için uygundur (Çetiner, Örkmez, 2012; Yeşilli, 2016).

4.3 Bölümün Değerlendirilmesi

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek tükenmesi ve oluşan sera gazlarının hava kirlenmesine sebep olmasıyla birlikte insanların yenilenebilir enerji kaynakları konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde teknolojinin gelişmesiyle bu ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artmaktadır. Ülkemizde ise henüz uygulama noktasında sıkıntılar yaşanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından en sorunsuz olan güneş enerjisi sonsuz ve kolay ulaşılabilen bir enerji kaynağıdır. Bu yenilenebilir enerji kaynağından yararlanmak için fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretilmektedir. Ülkemizde bu kaynakların kullanımını artırırsak, enerji konusunda dış kaynakların alınımında azaltılmış olunacaktır. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakların yapılarda kullanıldığında; çatı ve duvar yapı bileşenlerinde yapı ile uyumlu olarak tasarlanabilmektedirler. Yapının mimari özelliklerine göre fotovoltaik panel tasarımları değişik kategoride kullanılabilir. Binanın arazideki konumuna ve çatının teknik durumuna göre uygulanan fotovoltaik sistemlerinin değişik kategoride kullanılmaktadırlar.

Yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi güneş enerjisine bağlı olarak daha yüksek enerjiye sahip bir enerji kaynağıdır. Özellikle tercih yerleri yüksek yapılarda kullanılmaktadır. Rüzgâr tübinleriyle üretilen enerjinin yapının ihtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmını karşılamaktadır.

Doğal aydınlatma enerjisinin en önemli etkeni olan günışığı kamu yapılarının tasarımına bakıldığında, en önemli etkenlerden biridir. Bu bağlamda, insan sağlığı bakımından günışığı önemli bir unsurdur. Geçmiş senelerde kamu yapılarında lambalar vasıtasıyla elektrik kullanılarak günışığına yardımcı olarak kullanılırken, günümüz çağında günışığını lambalara yardımcı olarak düşünülmemektedir. Yapının iç mekânın uzunluğu fazla olan kamu yapılarında yatayda günışığını binanın yatay

eksende iletilmesinin fazla bir yarar sağlamamaktadır. Bugün pencerelerin işlevleri, iç mekânda çalışan insanların dış dünya ile, yani nicelik ve nitelik bakımından saatten saate, günden güne ve mevsimden mevsime durmadan değişebilmektedir. Canlı, doğal aydınlatma olan günışığı altında yaşayan, doğa ve dış görüntüler ile iletişimini sağlamanın yanında insan sağlığına ek olarak ruhsal bozuklukların oluşması engellenmektedir.

Alınan önlemler göz önünde bulundurulduğunda günışığı, doğal aydınlatma bakımından konforlu bir iç çevre için uygun olamayabilir. Gün boyunca gün ışığının farklı güçlerde yapıya ulaşması söz konusudur. Günlük doğal şartlar ve mevsimsel iklim değişikliklerine uyumlu olarak, ergonomik kurallara uygun manuel veya otomatik olarak kontrol edilebilen aydınlatma sistemleriyle hem doğal aydınlatma hem de yapay aydınlatma birlikte kullanılabilir.

Yapı sektörleri ele alındığında, sanayinin lokomotifi olan inşaat sektöründe bakımı kolay olan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreyle dost olan yapılar olarak tasarlandığı bir dönem haline gelmiştir. Bu yapılarda genellikle güneş enerjisi kullanılmış ve bu kullanım daha fazla önem arz etmiştir. Tükenmeyen bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden gelişen teknolojiyle beraber maksimum seviyede yararlanılmaktadır. Dünyadaki coğrafi konumu itibarıyla güneş enerjisi en verimli şekilde kullanılabilir ülkelerin başında Türkiye gelmektedir. Günümüze bakıldığında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yeteri kadar yayılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle güneş sisteminin hızlı ve kolay kurulduğundan dolayı tercih edilebilmektedir. Var olan uygulama örnekleri çok fazla gelişmediğinden gerekli olan eğitim programlarının ve bilgilendirme çalışmalarının eksik olmasından dolayı yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin yaygınlaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu kapsamda uygulama yapacak kişilerin gerekli bilgilendirme çalışmalarının artırılması, devletin bu konuda katkı sağlaması gerekmektedir. Aktif ve pasif güneş sistemlerinin yaygın olarak inşaat sektöründe kullanımının artırılmasıyla, ülke ekonomisine de katkıda bulunulması sağlanmaktadır.

5. KAMU BİNALARINDA UYGULAMA ÖRNEKLERİNİN İNCELENMESİ

5.1 Californiya Bilim Akademisi

Mimar Renzo Piano tarafından tasarlanan Californiya Bilim Akademisi'nin yeni müze eki binası Golden Gate Park'ta yer almaktadır. Müze, akvaryum ve planetarium, yapının ana elemanlarıdır. "İç mekân organizasyonu, bu bölümlerin konumları olabildiğince net olacak, yapı içinde yönelim kolaylıkla sağlanacak ve program gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlanmıştır" (Roberts, Guariento, 2009).

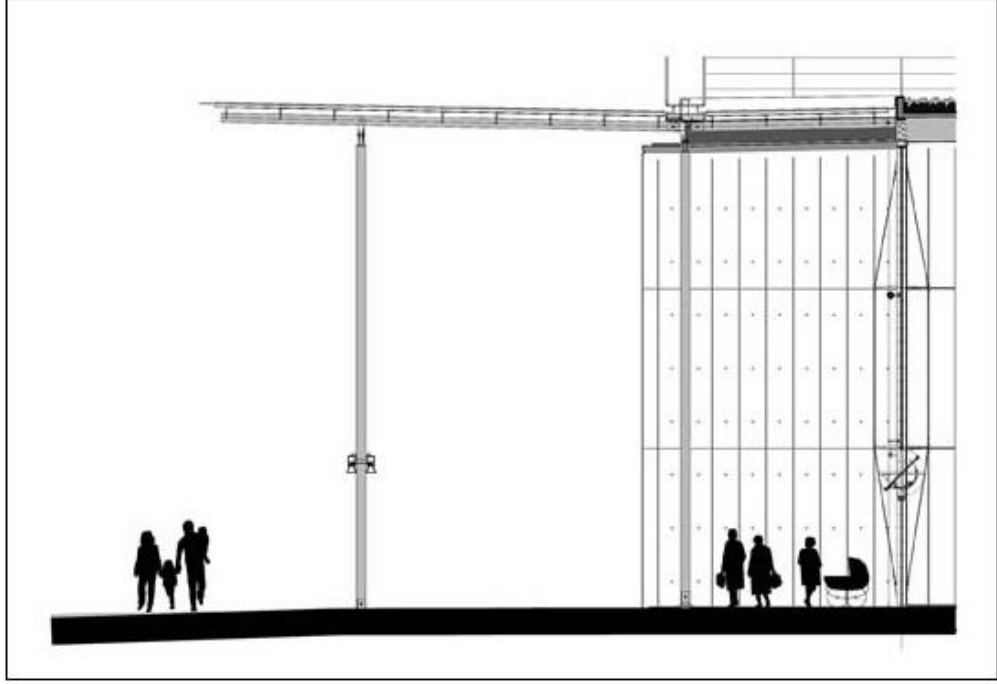
Müze binası, çevresel etkilerin ve bakım maliyetinin azaltılmasını başarmayı hedeflemektedir. Yapı; yeşil çatı, doğal havalandırma, doğal aydınlatma, PV panel kullanımı gibi bir dizi sürdürülebilir özellikleri kapsamaktadır (Roberts, Guariento, 2009).



Resim 5.1: Californiya bilim akademisi (Url-25).

Renzo Piano tarafından tasarlanan yeni bina ekolojik ve çevresel sürdürülebilirlik esasına dayandırılmış ve çevre dostu binalar arasında ön sıralarda yer almıştır. 37.000 metrekare alana inşa edilmiş yeni bina, eskiye oranla yüzde 50 daha az atık su üretmekte ve sulama için yağmur suyu geri dönüştürülmektedir. Alanların yüzde 90'ında doğal aydınlatma kullanılmaktadır. Bina ayrıca, güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürebilen 60.000 fotovoltaiik hücreye sahiptir. İki milyona yakın bitkinin ekili olduğu canlı yeşil çatı ise, 1 hektarlık alanıyla sürdürülebilir çevre dostu tasarımının yanı sıra iç hava sıcaklığını kontrol etmek üzere doğal havalandırma yöntemlerinin kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Yapının üst örtüsünü oluşturan yeşil çatının çevresi boyunca uzanan düzlemsel saçak PV panellerin entegrasyonu için en uygun yer olmaktadır. 77 monokristalin silikon hücre 1046x1559x8 mm boyutlarındaki cam modüle entegre edilmiştir (Resim 5.1). “720 PV modül içeren saçak yılda yaklaşık olarak 213.000 kWh enerji üretmektedir. Bu enerji müze yapısının elektrik ihtiyacının %5’ini karşılamaktadır” (Roberts, Guariento, 2009).



Resim 5.2: Californiya bilim akademisi ön saçak PV kesiti (Url-26).

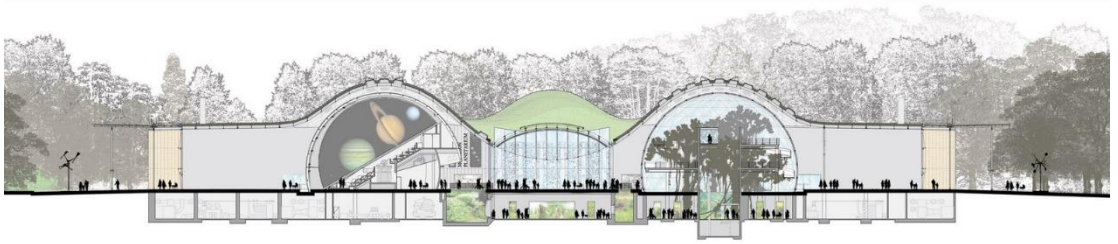
Resim 5.3’de görüldüğü gibi “Solar saçak uygulamasına ek olarak müze yapısı, ısı ve nemi optimize eden, doğal havalandırma ve aydınlatmayı sağlayan teknolojileri de kapsamaktadır. Doğal havalandırma ve aydınlatma amaçlı çatıda ışıklıklar yer almaktadır. Gerekli durumlarda sıcak havanın çıkışına ve soğuk havanın girişine imkân tanımak için otomatik olarak açılıp kapanabilmektedir” (Url-26).



Resim 5.3: Yapı çatısında bulunan açılabilir ışıklıklar (Url-27).

Dünyadaki hiçbir doğal tarih müzesinde görülmemiş bir yeşil çatıya ev sahipliği yaptığı görülmektedir. Çatıdaki 2.500 m² büyüklüğündeki yeşillendirilmiş alan kentsel ekoloji ve canlı mimarlık eğitimlerine ithafta bulunan en ileriye dönük sergilerinden birini oluşturduğu görülmektedir. San Francisco'nun topografik yapısının özelliklerini çatısı üzerinde sürdürdüğü anlaşılmaktadır (Url-28).

Çatıda inişli çıkışlı, dik, kubelenmiş yapılar yer almaktadır. Bu bitkilendirme de sıkıntı oluşturan bir durum olarak görülmektedir. Teknik sorunları çözmek adına Rana Creek fayda sağlayan bir çatı sistemi oluşturmasına yardımcı olacak bir tasarım ekibi ile çalışılmıştır. Bu süreçte anahtar bitki, bakterilerce ayrıştırılabilen, güçlendirilmiş ve hızla yenilenebilir Hindistan cevizi elyafı kullanılmıştır (Url-28). Bu tekniğin bitkiler için suyun biriktirilmesi ve bitkinin büyümesine kadar suyun tutulmasına yardımcı olduğu görülmektedir. Çatının eğimli yamaçları doğal bir havalandırma ve soğutma sistemi olarak işlenmiş, temiz hava bitkilendirilmiş yüzeyce soğutularak binanın girişine verildiği gözlemlenmiştir. Artı, ısınan kütle, nem ve ısı yalıtımını sağlayan çatının bina iç mekânında normal çatı yapılarına göre daha soğuk bir ortam oluşturması beklenerek, “çatının aynı zamanda yaklaşık 7,5 milyon m³'lük yağmur suyunun ziyan olmaması için zemin katında bu suyun yaklaşık %70'ini tutarak çatının tekrar sulanması için kullanılabilir duruma getirildiği görülmektedir” (Url-28).

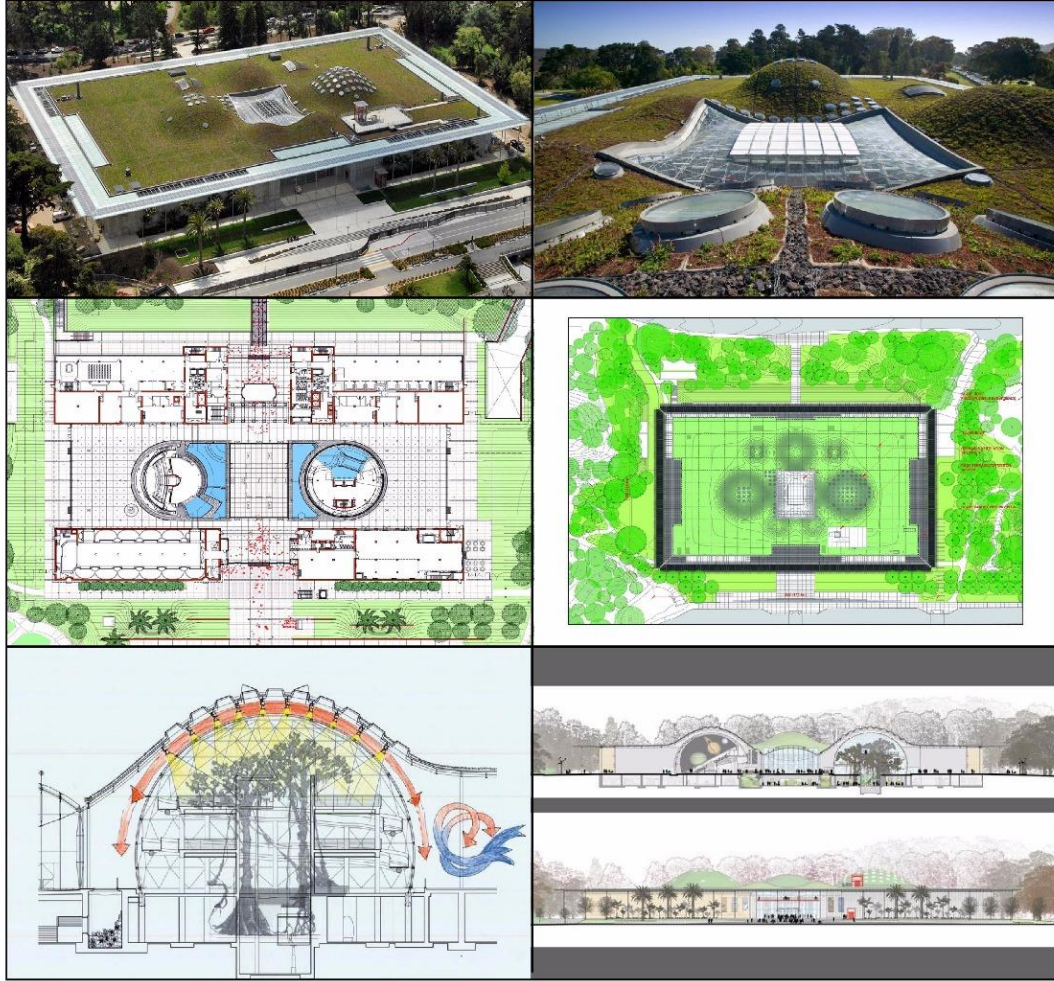


Resim 5.4: Californiya bilim akademisi (Url-29).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Californiya Bilim Akademisi	Müze	San Francisco-ABD	2008	Renzo Piano

Californiya Bilim Akademisi

Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Saçak	Güneş Enerjisi	PV Panel	Elektirik Üretimi	Aktif
Çatı	Çatı	Güneş Enerjisi	İşıklık	Doğal Havalandırma	Pasif



Resim 5.5: Californiya bilim akademisi ekolojik özellikleri.

5.2 Council House 2 Yerel Yönetim Binası

2006 yılında yapımı tamamlanmış olan Melbourne'un CH2 (Belediye Meclisi 2) binası, Avustralya Çevreci Binalar Konsey'den 6 yıldız alabilmeyi başaran, Avustralya'nın ilk binasıdır (Keeler, Burke, 2009).

CH2 binası Stephen Webb tarafından tasarlanmıştır. DesignInc tarafından tasarlanan bu 10 katlı bina, Melbourne şehir yönetimi ile anlaşarak yapılmış ve Little Collins Street caddesinde bulunmaktadır. CH2 binası, fotovoltaik hücreler, dondurulmuş tavan, atık su geri dönüşüm sistemleri dahil olmak üzere, birçok yenilikçi ve teknolojik özellikler içerdiği için, 6 çevreci yıldızı kazanabildiği görülmekte ve bunlar 50 milyon Avustralya doları tutarındaki bir bütçe ile gerçekleştirildiği söylenmektedir (Keeler, Burke, 2009).



Resim 5.6: CH2 yerel yönetim binası cephe görünüşü (Url-30).

Bu yapıda bütün cephelerin farklı tekniklerde çözümlenerek yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı bileşeni olarak kullanılması ön planda tutulmuştur. Fakat CH2 kamu yapısının en önemli özelliklerinden biri ise; fotovoltaik hücrelerden üretilen elektrik enerjisi ile kontrol edilen, doğal malzemelerden yapılmış panjurlara ve 1,4 metrelik çapa, 13 metrelik boya sahip, sıfır kotundan 17 metre yukarıdan hava çekebilen ve içinden akan su damlalarının, yavaşça aşağı süzülmesi yoluyla enerji kullanımını düşüren, havayı da soğutan Resim 5.9'da görüldüğü gibi tam 5 adet duş

kulesine sahip olmasıdır. Bu duş kuleleri, hava sıcaklığını yaklaşık olarak 35 derece sıcaklıktan 21 derece sıcaklığa kadar, su sıcaklığını ise 12 derece sıcaklığa kadar düşebilmektedir. 10 katlı ofis yapısı dikdörtgen planlı olarak tasarlanmıştır. Yapı yeni dükkânları, kafeleri ve yaya bağlantıları ile Melbourne'ün Little Collins Caddesi'ne bir canlılık katmaktadır (Ulusoy, 2012).

Melbourne Kent Yönetimi'nin ofis ihtiyacını karşılamak için sürdürülebilir malzemeler ve teknolojiler kullanılarak inşa edilen CH2, doğal kaynaklarının azalması, çevre kirliliği ve küresel ısınma gibi ciddi sorunlarla yüz yüze geldiği bu zamanda, yapı endüstrisi için örnek alınacak bir model oluşturmak iddiası taşımaktadır (Ulusoy, 2012).

Yerel Yönetim Binası, güneş ve rüzgâr enerjisinden cephede pasif yöntemlerle yararlanmaktadır. Bu projede Isısal baca tekniği uygulanarak CH2 yerel yönetim binasında doğal havalandırma için tasarlanan, yer döşemesi ve dalgalı tavanı da içine alan sistem, kuzey cephesinde yer alan 10 adet koyu renkli hava çıkış borusu ile birlikte çalışmaktadır (Resim 5.6). Bu sistemin çalışması, ısınan havanın yükselmesi prensibine dayanmaktadır. Cephede bulunan hava çıkış şaftları genellikle tek katlı yapılarda uygulanan tromb duvarında olduğu gibi güneşten gelen ısıyı emerek içerideki kirli havayı yükseltip yapıdan atılmasına yardımcı olur (Keeler, Burke,2009).



Resim 5.7: Kuzey cephesinde yer alan ısısal baca (Url-30).

CH2 yönetim binasında her katta iç mekâna verilen hava sıcaklığı yaklaşık 20 C'dir. Taze hava, yer döşemelerine yerleştirilen dağıtıcılardan iç mekâna verilmektedir. İç mekâna verilen hava öncelikle çatıda bulunan makine dairesinde filtreleme, ısıtma ya da soğutma gibi işlemlere tabi tutulmaktadır. Çatıdaki makine dairesinden güney cephesinde bulunan besleme hava kanallarına pompalanan hava buradan 300 mm yerden yükseltilmiş döşeme altına iletilmektedir. Yer döşemelerinde bulunan dağıtıcılar tarafından iç mekâna verilmektedir (Ulusoy, 2012).

Bu yapıda kullanım sırasında oluşan sıcak hava teknik olarak yükselerek yapının iç mekânın tavanında tasarlanan doğal dalgalı tavadaki boşluklardan geçmektedir. Bu teknikte iletilerek kuzey cephesinde yapılan hava çıkış şaftlarına bağlanmaktadır (Resim 5.6). Bu hava menfezlerin yardımıyla atmosfere çatıda bulunan rüzgâr türbinleri ile çıkmaktadır.



Resim 5.8: Çatıda bulunan rüzgâr türbinleri (Url-30).

Binanın batı cephesine denk gelen, güneşin konumuna göre hareket eden ahşap kepenkler, cephe boyunca tasarlanmıştır (Resim 5.7). Kepenklerin hareketi için gerekli enerji, PV panellerin ürettiği elektrikten sağlanmaktadır. Kepenklerin yapımında kullanılan ahşaplar, 200 adet sahipsiz ve yıkılmış olan evden elde edilmiştir. Hareketli kepenkler güneşin konumuna göre hareket ederek gölgelendirme sağlamaktadır. Bu durum kontrollü ve sağlıklı bir iklim yaratmaktadır. Bunun karşılığında güneşin istenmeyen ısısını engellediği için soğutma yükünde tasarruf sağlamaktadır (Ulusoy, 2012).



Resim 5.9: Batı cephesinde yer alan ahşap kepenklerden görünüm (Url-30).

Resim 5.8 de yapının çatısında rüzgâr enerjisinin yapılarıdaki yenilikçi teknolojiler ile uygulanma örneği görülmektedir. İç mekânı soğutma amaçlı, güney cephesinde 1,4 m çapında ve 13 m uzunluğunda havayı çeken beş adet ETFE malzeme kullanılan yağmur kulesi bulunmaktadır. Buna ek olarak yağmur kuleleri hava sıcaklığını 35 C den 21 C ye kadar, su sıcaklığını ise 12 C ye kadar düşürebilmektedir. Hava yağmur kulesinden aşağı inmekte ve suyun aktığı yerlerden buharlaşma yoluyla soğutulmaktadır. Daha sonra soğuk su soğukluğun depolandığı, faz değiştiren malzemelerin olduğu depoya gönderilirken soğuk hava ise zemin kattaki satış mekânlarına yönlendirilmektedir (A.Ç.B.K., 2006).



Resim 5.10: Yağmur kuleleri (Url-30).

6 adet rüzgâr türbinleri, kuzey cephesindeki koyu renkli borular aracılığıyla ofis alanlarından havayı çekmektedir. Türbinler, CH2 için özel olarak tasarlanmıştır ve 3.5 m yüksekliğindedir. Rüzgârla çalışan türbinler 60kVA elektrik üretmektedir. (Keeler & Burke, 2009). Bu bağlamda “26 m²'lik fotovoltaik hücreye eşdeğer 23 adet solar panel ile güneş enerjisinden 3.5 kWh elektrik enerjisi üretilmektedir” (Keeler, Burke, 2009).

Çatıda bulunan 48 m²'lik güneş enerjisi toplacıları, sıcak su ihtiyacının %60'ını sağlamaktadır. Bunun yanında Geceleri otomatik olarak açılan pencereler aracılığıyla içeriye giren soğuk gece havası, iç mekânı soğutmaktadır. Doğal havalandırma ile kullanıcı konforu sağlanırken ve aynı zamanda havalandırma için harcanacak olan enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir (A.Ç.B.K., 2006). İç mekân kullanılan dalgalı tavanlarda iç ortamdaki hava akışını hızlandırmaktadır. Bu paneller yapıyı soğutmak için ısıl bir kütle oluşturmaktadır. Yaz boyunca soğutma sistemi, hava sirkülasyonu ve doğal ışık gereksinimini %14 azaltmaktadır ve iç mekân hava kalitesi artmaktadır. Ayrıca yukarıda bahsedilen havalandırma şaftları ile birlikte çalışan arası boşluklu bu döşemeler iç mekânın havalandırmasına ekstradan katkıda bulunmaktadır (A.Ç.B.K., 2006).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
CH2 Yerel Yönetim Binası	Yönetim Binası	Melbourne Avustralya	2006	Mick Pearce

CH2 Yerel Yönetim Binası

Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	Güneş Kırıcı	Gölgeleme	Pasif
			Isısal Baca	Doğal Havalandırma	Pasif
		Rüzgar	Yağmur Kuleleri	Soğutma	Aktif
Çatı	Çatı	Güneş	PV Panel	Elektrik üretimi	Aktif
			Güneş Kollektörü	Sıcak Su	Aktif
		Rüzgar	Rüzgar Türbinleri	Elektrik üretimi	Aktif
Döşeme	Tavan	Güneş	Termal Kütle	Isıtma- Soğutma	Pasif
			Soğutulmuş Kiriş	Soğutma	Aktif



Resim 5.11: CH2 yerel yönetim binası ekolojik özellikleri.

5.3 Mataro Kütüphanesi

Mataro kütüphanesi bir diğer ismi ise Pompeu Fabradır. İspanya’da Barcelona şehrinin 20 km kuzeyinde yer alan Mataro şehrinde bulunmaktadır (Avrupa şehirleri için sürdürülebilirlik sözleşmesi). Bu program kapsamında, enerji ve çevresel planlama çizgisi Mataro Kütüphanesi’ni de içermektedir. Kütüphane yapısı; mimari tasarım, enerji ve binaya entegre fotovoltaik uygulamalarını bir arada içeren tasarıma sahiptir. Bunun yanı sıra kütüphane yapıları, güçlü ve yüksek kalitede ışığın ilgi odağı olması ve ışık faktörü tasarımı etkileyen diğer bir etmen olmaktadır (Url-31).

1996’da kurulan “Sürdürülebilirlik için Avrupa Şehirleri Derneği” ne üye olan Mataro kütüphanesi, sürdürülebilir gelişmeyi başlatarak Avrupa Kampanyası’na katılmıştır. “Bu kampanya çerçevesinde, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını geliştirme görevini üstlenmiştir. Bu görev dahilinde, farklı sektörlerde enerjinin verimli kullanımını geliştirecek bir planın varlığında söz konusu olmaktadır. Plan kapsamında bir prototip bina oluşturularak Mataro Kütüphanesi kurulmuş ve şehrin sakinleri tarafından çok iyi karşılanmıştır” (Altın, 2014).



Resim 5.12: Mataro kütüphanesi perspektif görünüş (Url-31).

Yapıda, iki konu ele alınmıştır; ilki fotovoltaik panel hücre kullanımı, ikincisi ise iç mekânı ısıtmasında kullanılan termal enerjidir. Yapının bulunduğu arazi şartlarına göre dikdörtgen bir plana sahiptir. Güney cephesi 225 m² alana sahiptir ve çok fonksiyonlu termo fotovoltaik modüllerden oluşturulmuştur. Bu hücreler, aralarında 2 cm boşluk bırakacak şekilde monte edilmiştir; bunun amacı ise gün ışığının yüzde 15 ışık geçirgenliğini sağlamasıdır (Resim 5.12).



Resim 5.13: Güney cephesinde bulunan çift tabakalı PV sistemin iç mekândan görünüşü (Url-32).

Projedeki zorluk, konfor, iç mekân ışık kalitesi, ekonomik yön gibi enerji stratejileri arasında dengenin bulunmasıdır. Proje aynı zamanda Avrupa PV endüstrisinin sunduğu kapasiteyi göstermeyi amaçlamaktadır. Bu sebeple projede farklı teknolojilerde, opak ve yarı-şeffaf monokristal, polikristal ve ince-film amorf silikon hücreler bir arada kullanılmaktadır (Roberts, Guariento, 2009). PV dizileri iki kısımda kullanılmakta, geniş güney cephesinde çift tabakalı cephe ve yarı-saydam PV modül kullanılıp, çatı ışıklıklarındaki PV ise, monokristal ve amorf silikon modüllerden oluşmaktadır (Resim 5.13 ve 5.14). Yapı ısıtma amaçlı termal enerji ve fotovoltaik hücrelerin kullanımı ile elektrik üretimi için iki kat enerji sistemi içeren fikri ile tasarlanmıştır (Roberts, Guariento, 2009).

Yapının güney cephesine güneşten enerji kazanımının yanı sıra ısı enerjisi sağlayan havalı T/PV sistem entegre edilmiştir (Resim 5.13). Sağlam bir kaide üzerinde

yükselen dikdörtgen planlı yapının güney giriş cephesi, geniş ölçekli, mavimsi polikristal silikon güneş hücrelerinden oluşmaktadır. Güney cephesi 39,6 m genişliğinde ve 6,5 m yüksekliğindedir. Bu cephe, dış yüzeye yarı saydam PV entegreli, çift tabakalı havalandırılan cephe kuruluşuna sahiptir. Her modül 1.1x2.15 m polikristal hücrenin iki cam arasına entegre edilmesinden oluşmuştur. Cam, yüksek sıcaklık ve ısıl gerilmeye karşı dayanıklı hale getirilmiştir. Yapının bu 225 m²'lik kısmı ile kütüphanenin elektrik ve ısı ihtiyacının büyük bölümü karşılanmaktadır (Roberts, Guariento, 2009).



Resim 5.14: Güney cephesini kaplayan PV panellerden görünüm (Url-33).

Fotovoltaik modüller, termal olarak güçlendirilmiş iki cam levha arasına yerleştirilmiştir. Bu modüller, 2 m² lik prefabrike modüllerdir ve arkasındaki, çift cam ile kaplanmış cephe ile aralarında 15 cm bırakılmıştır. Böylelikle, PV hücreleri soğutacak ve aynı zamanda iç mekânı yazın serinletmeye, kışın da ısıtmaya yarayan bir boşluk oluşturulmuştur. Aradaki boşlukta ısınan hava, nerede isteniyorsa orada dolaştırılmaktadır. Yazın sıcak havalarda dışarıya verilirken, kışın fanlar ile konvansiyonel ısıtma sistemine verilmektedir. Cephenin bu tasarımı, yaklaşık olarak yüzde 30 enerji tasarrufu sağlamaktadır (Ulusoy, 2012).

Çatıda 4x94 m² ölçülerinde dört lineer ışıklık bulunmaktadır. Bu elemanlar yüzde 37 eğimle yerleştirilmiştir ve günışığının kuzey tarafına alınmasına izin vermektedir (Resim 5.14). PV modüllerin bazıları yarı-saydam amorf silikondan yapılmışlardır. Her

ışıklık 30 adet çok fonksiyonlu, opak, termovoltaiik modüle sahiptir. Merkezde yer alan altı adet yarı-şeffaf modüller, giriş için ışık sağlamaktadır. İki tip opak modül bulunmaktadır. İlki monokristal fotovoltaiik güneş hücreleri iken diğeri poli kristal hücrelerden oluşmaktadır. Yarı-şeffaf modüller çift cam arası amorf silikon güneş hücrelerinden oluşmaktadır (Roberts, Guariento 2009).



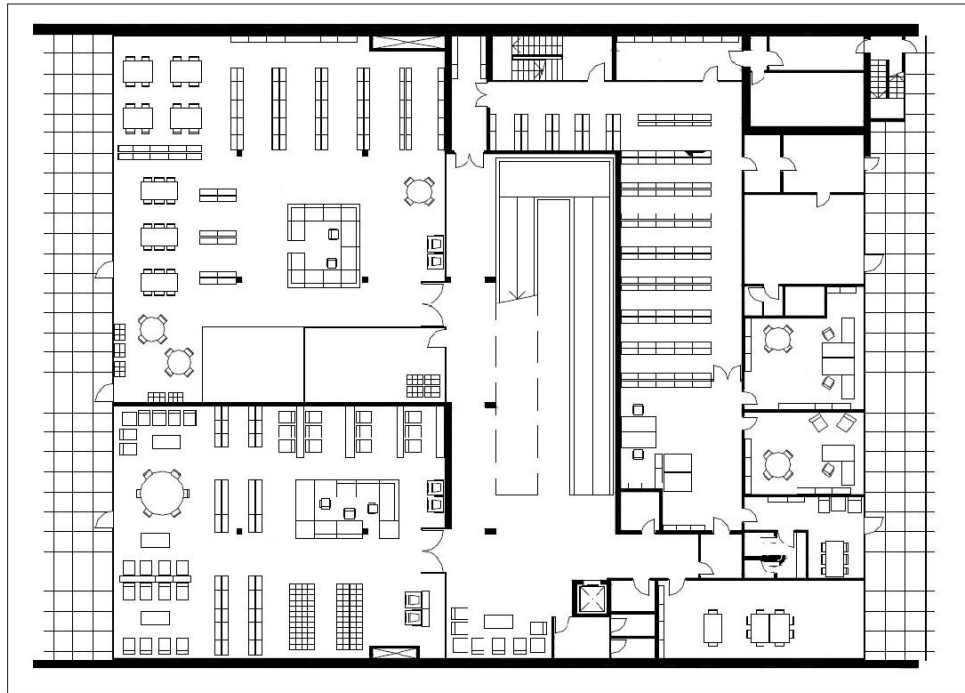
Resim 5.15: Çatıya monte edilen fotovoltaiik modüllerden bir görünüm (Url-34).

İlk 7 aylık süreç sonunda binanın enerji üretimine bakıldığında görülmekte olan; kış aylarında güneş ışınları eğik geldiğinde, cephe modüllerinin, çatı modüllerine yakın bir verim elde ettiğidir. Yaz aylarında ise güneş ışınları dik geldiğinde, çatı panellerinin elektrik enerjisi üretimi, cephenin üretiminin neredeyse üç katı civarında gerçekleşmiştir (Altın, 2014). “Daha sonraki yıllarda ise çatı ve cephenin toplam enerji üretiminin şöyle olduğu görülmektedir: 1996’da 7 aylık süreçte 29,6 MWh, 1997’de 40,6 MWh, 1998’de 47,2 MWh, 1999’da 42,5 MWh şeklindedir. Çevresel değerlere bakıldığında, Mataro Kütüphanesi konvansiyonel bir sistemin atmosfere vereceği 55 ton CO₂, 500 kg SO₂ ve 200 kg nitratın salınımını engellediğidir” (Altın, 2014).

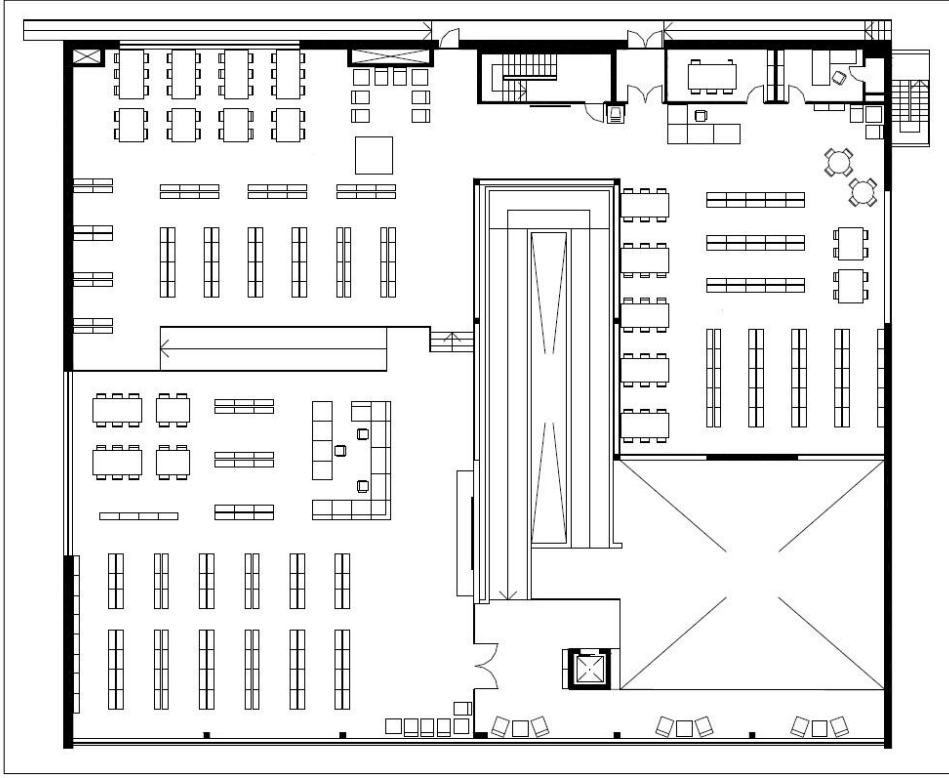
Bunun yanın sıra çatıda fotovoltaiik paneller tasarlanırken gün ışığından da yararlanılmıştır. Fotovoltaiik panellerin dizilimden oluşan yüzde 37’lik eğimden dolayı panellerin arka kısmında iç mekânın doğal aydınlatılması sağlanılmıştır (Resim 5.14).



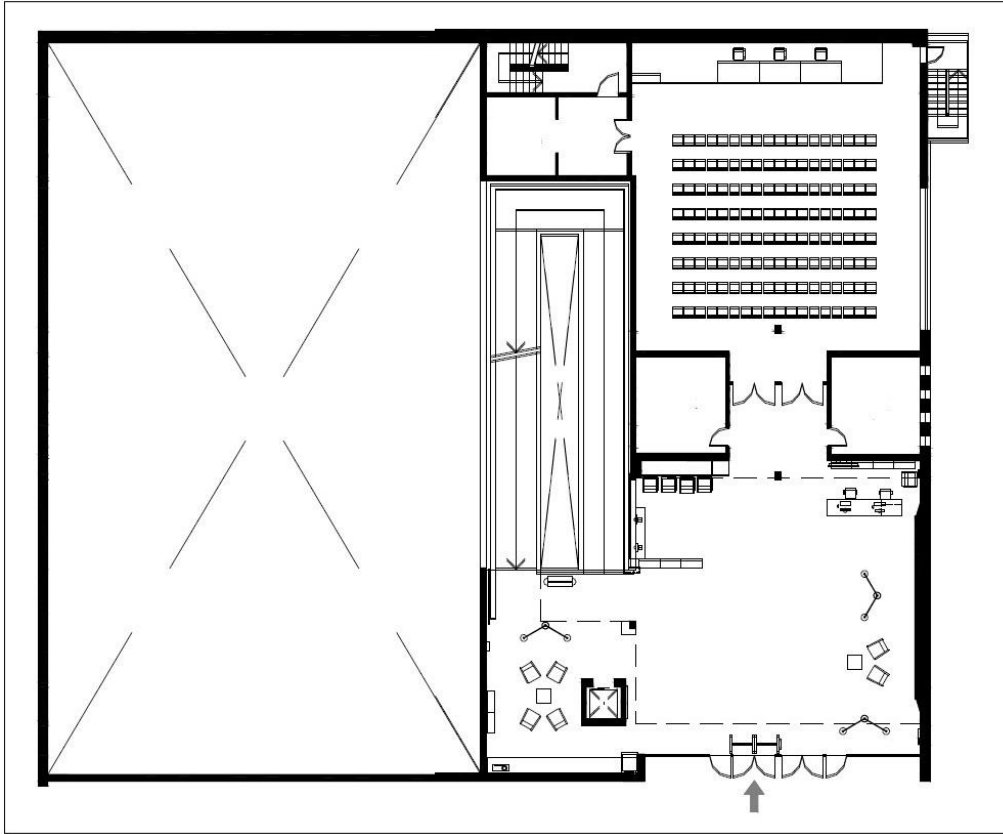
Resim 5.16: Mataro kütüphanesi çatının doğal aydınlatması (Url-35).



Resim 5.17: Mataro kütüphanesi alt kat planı (Url-36).



Resim 5.18: Mataro kütüphanesi giriş kat planı (Url-36).



Resim 5.19: Mataro kütüphanesi 1.normal kat planı (Url-36).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Mataro Kütüphanesi	Kütüphane	Mataro - İspanya	1998	Miguel Brullet Tenas

Mataro Kütüphanesi					
Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	PV panel	Elektrik Üretimi	Aktif
				Isıtma	Aktif
				Doğal Aydınlatma	Pasif
				Gölgeleme	Pasif
Çatı	İşıklık	Güneş	PV panel	Elektrik Üretimi	Aktif
				Isıtma	Aktif
				Doğal Aydınlatma	Pasif
				Gölgeleme	Pasif

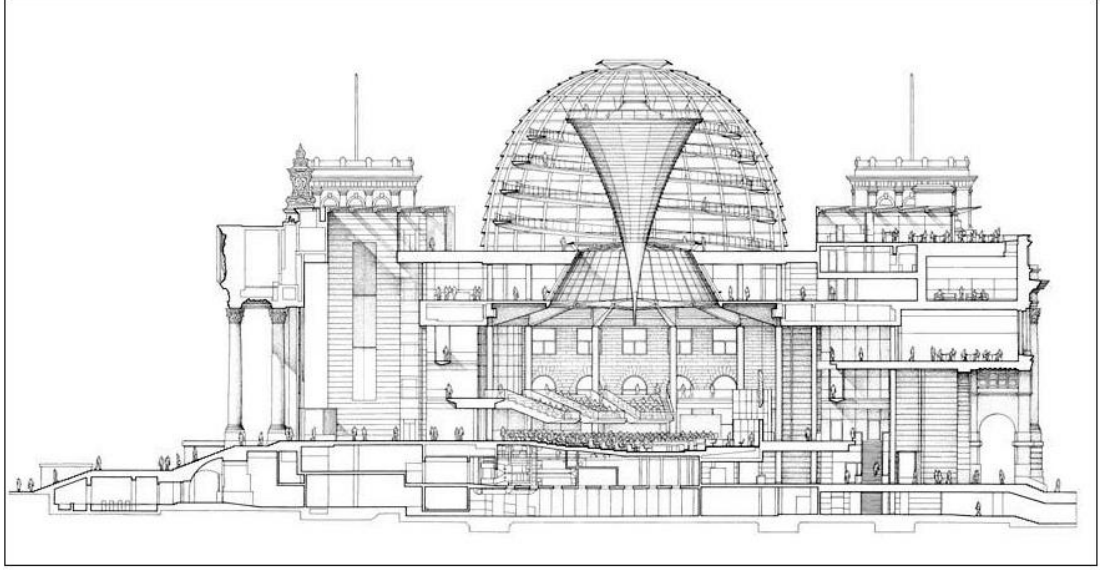
Resim 5.20: Mataro kütüphanesi binası ekolojik özellikleri.

5.4 Reichstag Alman Parlamento Binası



Resim 5.21: Reichstag alman parlamento binası (Url-37).

Reichstag Alman Parlamento Binası; Berlin’de 1894 yılında Birleşmiş Almanya Meclisi olarak yapılan neo klasik bir yapıdır. 1933 tarihinde savaş esnasında kundaklanan yapı hasar görmüş, daha sonra 1988-1991 yılları arasında yeniden onarılıp inşa edilmiştir. Bu bağlamda federal hükümet savaşta yanan Alman Federal Parlamentosu’nun eski binasının yeniden rehabilitasyonuna karar vermiş, 1992’de yapının yeniden inşası için açılan yarışmayı Foster ve Partners kazanmıştır ve proje 1995’te başlamıştır. Yapının üst kısmında yer alan cam kubbe, İngiliz mimar Norman Foster tarafından tasarlanarak binaya eklenmiştir. Projenin tasarımında, yapının tarihine duyarlılık, enerji etkin yaklaşımla ekolojik duyarlılık ve toplumsal kullanım için duyarlılık gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur ve tasarım bu doğrultuda şekillenmiştir (Altın, 2010).



Resim 5.22: Reichstag alman parlamento binası kesit (Url-38).

Çelik kubbe strüktürü, temelde 38 m çapında ve 23,5 m yüksekliğinde olup yapının dış görünüşüne farklı bir yorum kazandırmıştır. Kubbenin başlangıç noktasındaki halka açık, genel görüş platformundan 16 m yukarıya çıkan çift sarmal rampayla kubbenin üst noktalarına ulaşılmaktadır. Bu rampa ziyaretçileri kubbenin merkezinin altından manzara platformuna tırmanmalarına izin vermektedir (Daniels,1997).

Bu yapının orta kısmında monte edilmiş toplantı salonunun çatı kısmını kapsayan 36 metre çapındaki şeffaf kubbe tasarlanmıştır. Bu teknikle hem doğal havalandırma hem de gün ışığından maksimum seviyede yararlanarak doğal aydınlatma ve enerji korunumu sağlanmaktadır. Bu sistemde yansıtıcı teknik aynalardan yapılarak, kubbeden toplantı salonuna gün ışığını yansıtma tekniği kullanılarak salonun büyük bir alana hitap edecek şekilde aydınlatılmasını sağlayarak enerji tüketimini minimum seviyeye indirilmiştir.

Resim 5.22' görüldüğü gibi kubbenin ortasındaki yansıtıcı aynaların oluşturduğu strüktür, maksimum 15 metre çapında olup gün ışığının dairesel alanın aşağısına doğru yansımaya yardımcı olmaktadır (Daniels,1997).



Resim 5.23: Salonun aydınlatmasını ve havalandırmasını sağlayan ters konik strüktür (Url-39).

Reichstag parlamento binasında atrium üzerini örten cam kubbe doğal havalandırmayı sağlamaktadır. Dışarıdan alınan temiz hava, binanın bodrum katının galerisinden toplantı salonunun zeminine dağıtılmaktadır. Toplantı salonunda kullanılan kirli hava kubbenin ortasında bulunan koni strüktüründen dışarı verilmektedir (Resim 5.22). Bu strüktür ayrıca baca gibi çalışarak toplantı salonundaki kirli ve sıcak havanın çıkmasını sağlamaktadır. Bu yolla salonun havalandırma için gereken enerji tüketimi ve aydınlatma için gereken elektrik enerjisi azaltılmış olmaktadır (Daniels,1997).



Şekil 5.24: Hareketli gölgeleme elemanı (Url-40).

Geniş bir güneş kalkanı güneşin hareketine göre elektronik olarak hareket etmekte ve alt kattakileri rahatsız edebilecek olan güneşten gelen ışınları engellendiği görülmektedir.

Reichstag binasında, ısıtma ve soğutma amaçlı 'mevsimsel ısı depolama' sistemi kullanılmaktadır. Yerin 800 m altında bulunan su katmanına, Parlamento binasında üretilen ve kullanılmayan fazla enerji aktarılmaktadır. Burada depolanan sıcak su kış aylarında yukarı pompalanarak mekânların ısıtılmasında kullanılmaktadır. Yazın ise yerin 300 m altında bulunan su katmanında depolanan soğuk su mekânın serinletilmesinde kullanılmaktadır. (Url-41).



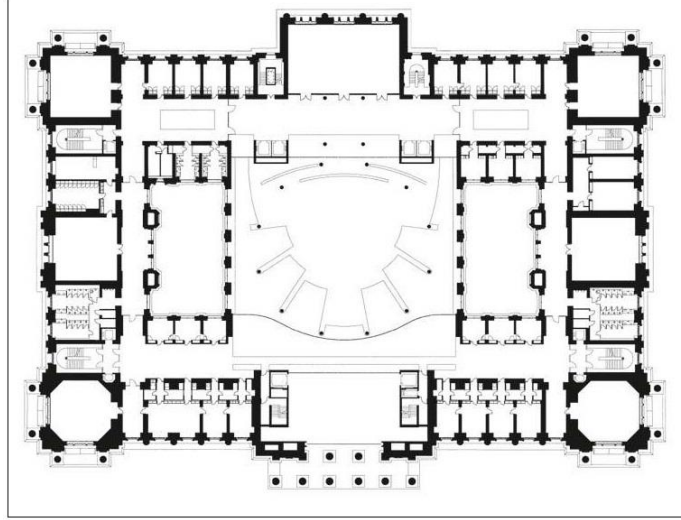
Resim 5.25: Reichstag alman parlamento binası çatı görünümü (Url-42).

Güneş enerji sisteminden yararlanmak için farklı bir sistem olan fotovoltaik panellerde elektrik üretimi olarak kullanılmıştır (Şekil 53). “Toplam 370 m² alana sahip panellerden yıllık ortalama 30 000 kWh enerji elde edilmekte ve bu elektrik enerjisi binanın ihtiyacı için kullanılmaktadır” (Altın,2010).

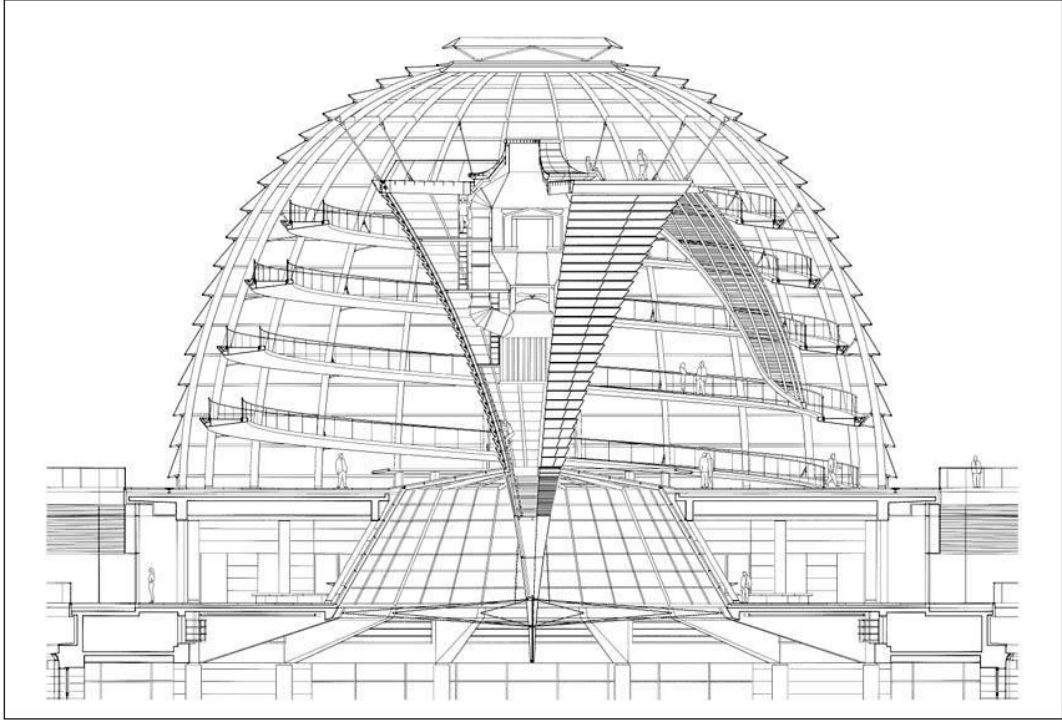
Parlemanto binasının en önemli özelliklerin biri olan günışığını maksimumu seviyede iç ortamda kullanmasıdır. Bu kapsamda iç ortamı aydınlatmada kullanılan aydınlatma enerjisini doğal gün ışığının farklı teknik işlemlerle parlamento salonunu aydınlatmasında elektrik enerji ihtiyacını minimum seviyeye indirmiştir (Resim 5.23).



Resim 5.26: Reichstag alman parlamento binası doğal aydınlatma enerjisini kullanımı (Url-43).



Resim 5.27: Reichstag alman parlamento binası salonu katı planı (Url-44).



Resim 5.28: Hareketli kubbe kesiti (Url-45).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Reichstag Alman Parlamento Binası	Yönetim Binası	Berlin - Almanya	1999	Norman Foster ve Ortakları

Reichstag Alman Parlamento Binası					
Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	Güneş Kırıcı	Gölgeleme	Pasif
			PV Panel	Elektirik	Aktif
Çatı	Çatı	Rüzgar	Koni Strüktür	Doğal Aydınlatma	Pasif
Döşeme	Döşeme	Biyoyakıt	Bitkisel Yağ	Isıtma	Aktif

Resim 5.29: Reichstag alman parlamento binası ekolojik özellikleri.

5.5 Sieeb Araştırma ve Eğitim Merkezi

SIEEB, Tsinghua Üniversite Kampüsünde yer almaktadır. Mimar Mario Cucinella tarafından tasarlanmıştır. “Akıllı, ekolojik, enerji etkin olarak tasarlanan bu yapı, konut-inşaat sektöründe sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. 200 kişilik oditoryum ve ofisleriyle çevre koruma ve enerji tasarrufu için araştırma, eğitim ve öğretim merkezi olarak ev sahipliği yapmaktadır” (Butera, Adhikari, Caputo, Ferrari, Oliaro, 2005).

Tasarım felsefesi, çevreye duyarlı ve mimari teknik verilere cevap verebilen, yenilenebilir enerji kaynaklarını sürdürülebilir tasarım ilkeleri ile birlikte en verimli halde kullanan bir yapı haline gelmiştir. Tasarım yapılırken iç mekânların konfor şartlarının ilişkilerini sağlamak için dış çevre şartlarını ön planda tutmak amacıyla yapının formu ve yapı kabuğunda kullanılan strüktür elemanı tasarımında aktif ve pasif sistemler bir arada kullanılmıştır.



Resim 5.30: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi (Url-46).

Yapıda bulunan pencerelerin boyutları iç mekânı geniş bir şekilde doğal aydınlatma, enerjinin minimum kayıpları ve güneş enerji kazanımları göz önüne alarak tasarlanmıştır. Yapay aydınlatma için sabit hareketli yansıtıcı sistemler kullanılarak, “prizmatik kırıcılardan yararlanılmakta, yapay aydınlatmanın bir kısmı fotovoltaik panellerden edinilen enerjiden karşılanmaktadır” (Ulusoy, 2012).

İtalya'nın önde gelen mimarlık ofisi bu projede, cephede maksimum doğal aydınlatma kullanmak için yapının cephesinde saydam malzeme kullanılması tercih edilmiştir. Tasarım yapılırken bazı teknik detaylar üzerinde durularak proje yapılmıştır. “Enerji ve ışığın iletiminin optimizasyonu için farklı cam çözümleri uygulamıştır. Güney cephesi tek tabakalı olarak tasarlanmıştır. Cephede gölgeleme sağlamak ve enerji kazancı için fotovoltaik paneller saçaklara monte edilmiştir” (Resim 5.29).



Resim 5.31: Avluya bakan doğu cephesi (Url-47).

Yapının batı ve doğu cephelerine denk gelen çift tabakalı olarak tasarlanmış ve doğal havalandırma sağlanmaktadır (Resim 5.30). “İstenmeyen güneş ışığından korunma, cephenin en dışına monte edilen yatay desenli cam panellerle, ara boşluktaki yatay gölgeleme elemanı ve iç mekândaki storla sağlanmaktadır” (Ulusoy, 2012). Avluya bakan doğu-batı ve güney cephesinde ısı ve güneş kontrolü hareketli güneş kırıcılarla sağlanmaktadır (Resim 5.31).



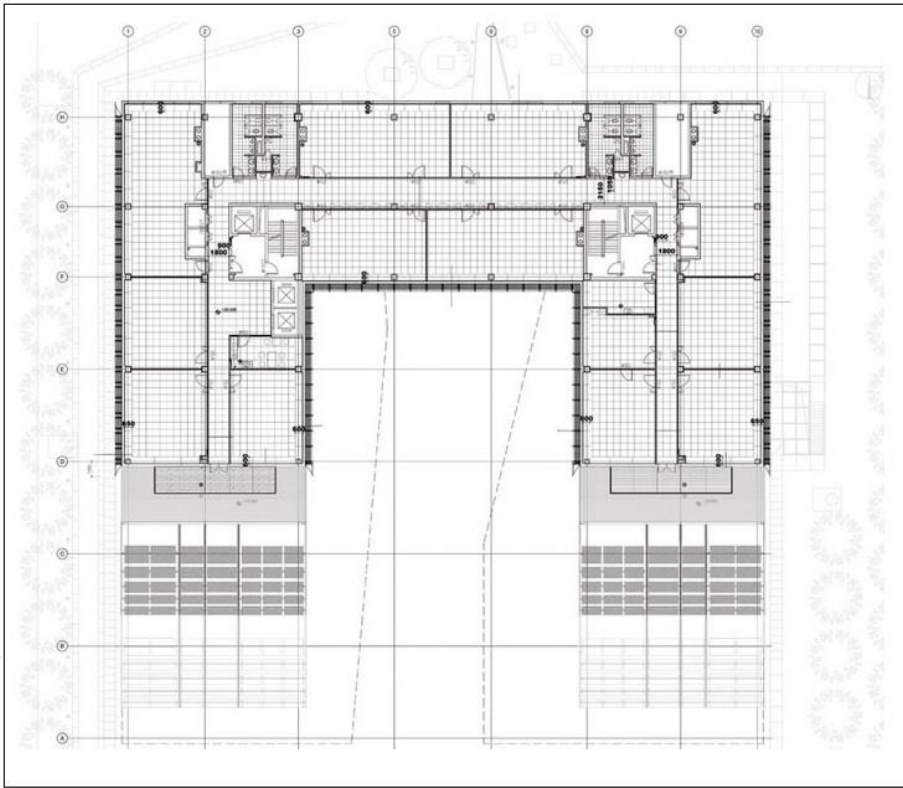
Resim 5.32: Batı cephesi-çift tabakalı cephe kuruluşu (Url-48).

Yapının güney cephesine denk gelen kısmında, yapının saçağına monte edilen fotovoltaik paneller, gün içerisinde iç mekânda istenmeyen güneş ışığını engelleyip, gün içinde kullanılan enerjinin bir kısmını sağlamaktadır (Resim 5.31). Yapının cephelerini gölgelendiren “190 modülden 20 kWh enerji sağlanmaktadır”. Fotovoltaik paneller eşit bir şekilde doğu ve batı kanadında yer alacak şekilde monte edilmiştir (Ulusoy, 2012).

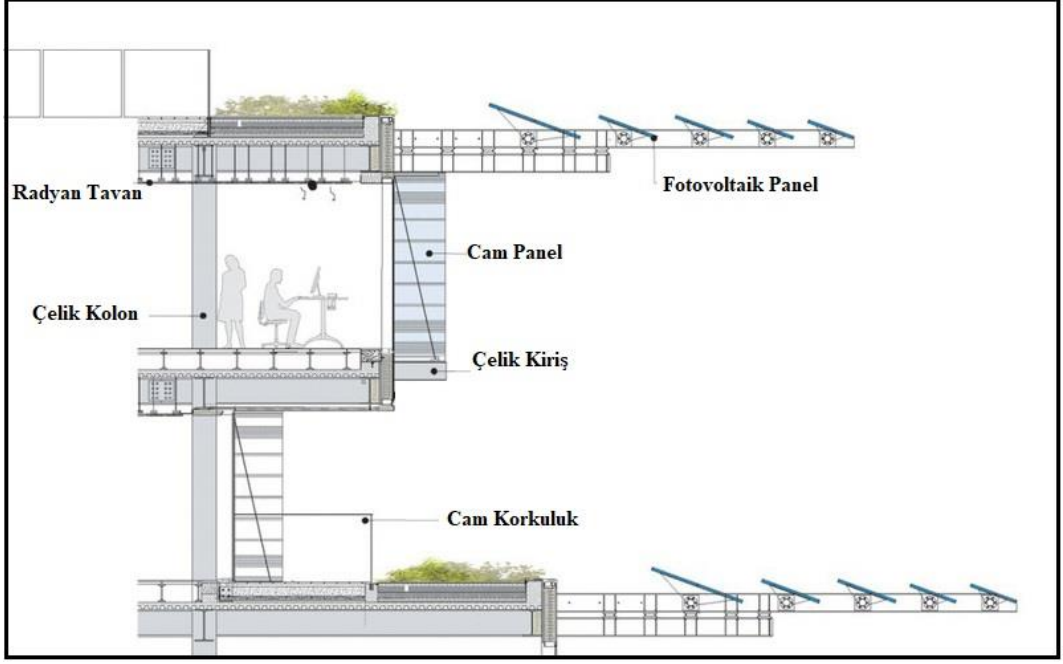


Resim 5.33: Avluya bakan doğu cephesi (Url-49).

Bina diğer binalardan ayrı olarak terasları kademeli olarak oluşmaktadır. Ayrıca zemin katta bulunan ortak kullanım alanlarının bahçeye bakmakta olduğu bu yeşil bina, planı U şeklinde olan bir merkezi avlu çevresinde şekillenmektedir. Kuzey kısımları kış aylarında soğuktan ve rüzgârdan korunması için diğer cephelerden daha iyi izole edilmiş ve bunun sonucunda soğuktan o cephelerin korunması sağlanmaktadır. Güney cephesi ise tam tersi olarak yatay güneş kırıcı camdan yapılmış ve hem açık hem de şeffaf planlanmıştır. Üst katlarda bulunan ofisler ve laboratuvarlar ise, bina için enerjiyi üretmekte olan fotovoltaik panellerin gölge olmasını sağladığı teras bahçelerine doğru açıldığı görülmektedir (Resim 5.32).




Resim 5.34: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi kat planı (Url-50).



Resim 5.35: Sieeb araştırma ve eğitim merkezi sitem kesiti (Url-50).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Sieeb Araştırma ve Eğitim Merkezi	Araştırma ve Eğitim Merkezi	Beijing - Çin	2006	Mario Cucinella Architects

Sieeb Araştırma ve Eğitim Merkezi					
Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	Çift Tabakalı Cephe	Doğal Aydınlatma	Pasif
			Güneş Kırıcı	Gölgeleme	Pasif
	Saçak	Güneş	PV panel	Elektrik Üretimi	Aktif
				Gölgeleme	Pasif



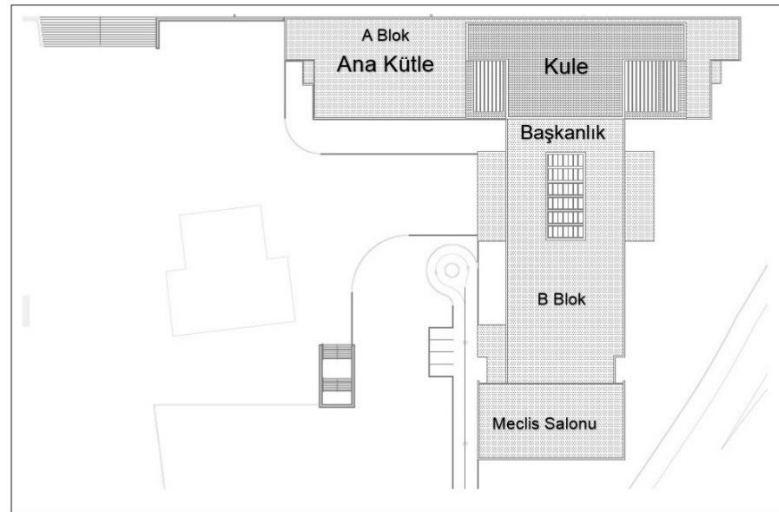
Resim 5.336: Sieeb araştırma ve eğitim binası ekolojik özellikleri.

5.6 Ümraniye Belediye Hizmet Binası



Resim 5.37: Ümraniye belediye binası

Ümraniye belediye binası 2013 yılında tamamlanmıştır. Yapı 3 ana küleden oluşmakta olup, modern ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak tasarlanmıştır. Yapı 32.500 m² den oluşmakta ve günümüzde gelişen inşaat teknolojik elemanlarının kullanıldığı görülmektedir. Yüksek bir hâkim tepede bulunmasından ötürü güneş enerjisi maksimum seviyede kullanılmıştır. Buna ek olarak aydınlatma enerjisi binanın tüm kullanım yerlerinde farklı tekniklerle kullanılmıştır. Bina içi ofisler açık ofis şeklinde cam bölmelerle ayrılarak ferah ve şeffaf çalışma ortamı oluşturulmuştur.



Resim 5.38: Ümraniye belediye binası teras çatı planı (Url-51)

A blok ve B blok yapıların çatı kısmı teras şeklinde kullanılarak güneş enerjisinden faydalanılmış, fotovoltaik panellerin güneşin geliş yönüne göre tasarlanarak çatı kısmında maksimum seviyede elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Bina teraslarına yerleştirilen güneş panelleri vasıtasıyla 30 kWsa elektrik üretebilme kapasitesine sahip olup; bu sayede işletme için ihtiyaç duyulan enerjinin bir kısmını karşılayabilmektedir.



Resim 5.39: Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı yerler.

Görüldüğü üzere binanın birçok cephesinde gün ışığından yararlanmak için cephe kısımlarında ofislerin bulunduğu yerlerde duvar yerine saydam cam kullanılmış, gün ışığından yararlanılmıştır.



Resim 5.40: Ümraniye belediye binası giriş kısmındaki atrium.

Yapı konum olarak Ümraniye'ye hâkim bir tepede tasarlanarak örnek bir yapı özelliğini korumaktadır. Dış cephe cam giydirme olup doğal ışıktan en üst seviyede yararlanılarak ferah ve aydınlık bir ortam oluşmaktadır. Yapının ön giriş kapısına 17 metre yükseklikte bir atrium oluşturulmuştur. Bu atrium çatı kısmına kadar uzanıp, çatıda saydam malzeme doğal günışığından yararlanılmaktadır. Atrium, gün ışığını gün boyu belediye binasının hem girişi hem de birçok kısmının aydınlatılmasını sağlamaktadır. Bu atriumun yüksek olmasının bir olumlu yönünde, gün içinde oluşan sıcak havanın tahliyesinde, teras kısmında havalandırma teknikleri kullanılarak sağlanmasıdır.



Resim 5.41: Ümraniye belediye binası giriş kısmındaki atriumun doğal aydınlatılması.

TSE tarafından verilen güvenli ve yeşil bina belgesi almak üzere gerekli tüm çalışmalar tamamlanmış olup gerekli olan komitelerden onaylanmıştır; bu komiteler şunlardır (Url-51).

- Deprem Güvenliği Komitesi
- Elektromanyetik Kirlilik Komitesi
- Enerji Verimliliği Komitesi
- Akustik ve Gün Işığında Yararlanma Komitesi
- Radyasyon Komitesi
- İklimlendirme ve Havalandırma Komitesi
- Yangın Güvenliği Komitesi
- Uçucu Organik Bileşikler Komitesi

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Ümraniye Belediye Binası	Yerel Yönetim Binası	İstanbul - Türkiye	2013	—



Resim 5.42: Ümraniye belediye binası ekolojik yapısı.

5.7 Çağlayan Adalet Sarayı

42.000 m² lik hâkim tepe olan bir alan içerisinde 34.427 m² oturma alanına sahip binadan toplam 328.544 m² kullanılabilir kapalı alana sahiptir. 6 Bloktan oluşan bina çeşitli kullanılabilir mekanlara göre ayrılmaktadır. Çağlayan adalet sarayı Aytöre Genç Proje ve A Tasarım ofisleriyle ortak olarak tasarlanmıştır. Çağlayan adalet sarayı konum itibariyle yüksek ve hâkim bir noktada tasarlanılmış, hem rüzgâr hem de güneş enerjisinden maksimum seviyede kullanılması hedeflenmiştir.



Resim 5.43: Çağlayan adalet sarayı ön giriş kapısından bir görünüş (Url-52).

Kamu yapısında çok nadir görülmekle beraber yapının bulunduğu çevre şartlarına bakıldığında ilk defa çift cephe uygulaması kullanıldığı ve Türkiye'de örnek bir yapı olarak günümüzde anıldığı gözlemlenmektedir. Yapıda genişliğinden maksimum derecede faydalanmak adına, bulunduğu konuma göre “iç bahçeler ve orta avlulara yer verilmiş ve çoğu mekânlara açılabilir kanat ilavesi ile yapının doğal havalandırılmasına olanak sağlayacak cephe düzenlemeleri önerilmiştir” (Url-52).



Resim 5.44: Atrium ve galeri boşluklarından iç mekânın aydınlatılması (Url-52).

Avlu konseptiyle bünyesindeki bahçe yapısı ile bloklar arası geçişlerin sağlandığı yapıda, blokların birçoğu yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden gelen doğal gün ışığının, yapı içerisinde atrium ve galeri boşluklarını kullanarak dikey ve yatay şekilde aydınlatmada kullanıldığı görülmektedir (Resim 5.44). Bu kapsamda hem enerji tasarrufu hedeflenmekte hem de temiz hava dolaşımı doğal bir havalandırma ile sağlanmaktadır.



Resim 5.45: Yapının atrium ve galeri boşluklarının birbiriyle olan bağlantısını gösterimi (Url-52).

Bu kamu yapısının cephe kısımlarının bazı yerlerinde giydirmeli sistem kullanılarak detaylı değerlendirilmiş ve çift cephe içinde bu detayı tercih edilmiştir. Doğal taş kaplama yüzeyler arasında, yapının cephedeki mimari teknik eleman özellikleri bulunmaktadır. Yapının ana merdivenlerinin olduğu kısımda duvarların cam olarak kullanılarak doğal aydınlatmadan yararlanılmıştır. Bu bağlamda Resim 5.45’de bakıldığında günışığından kaynaklanan doğal günışığını bu saydam malzeme sayesinde sağlanmaktadır.

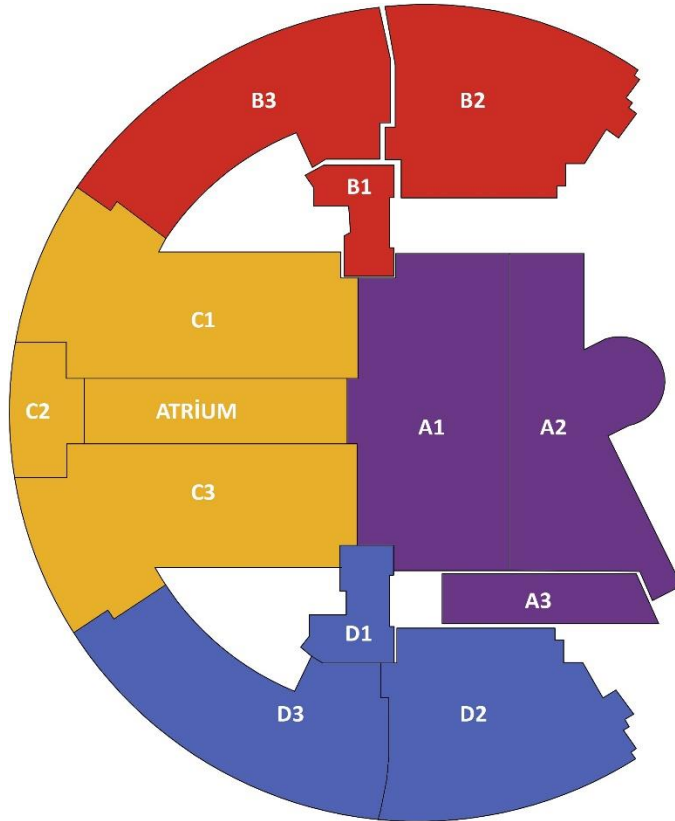


Resim 5.46: Merdiven kısmının doğal aydınlatılması (Url-52).

Çağlayan adalet sarayı işleve girdikten kısa bir süre sonra bu yapının rüzgâr ölçümlerini 2 ay süre rüzgâr ölçümleri yapılmıştır. Bu rapor sonucunda yapının teras çatı kısmına rüzgâr gülü ekipmanları konularak elektrik üretimi sağlanmaya başlamıştır.



Resim 5.47: Rüzgâr gülü ekipmanları (Url-52).



Resim 5.48: Çağlayan adalet sarayındaki atriumun yapıdaki konumu (Url-52).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Çağlayan Adalet Sarayı	Adalet sarayı	İstanbul - Türkiye	2011	---

Çağlayan Adalet Sarayı Binası

Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	Cam Giydirme	Doğal Aydınlatma	Pasif
Çatı	Çatı	Rüzgar	Rüzgar Gülü Ekipmanı	Elektirik Üretimi	Aktif



Resim 5.49: Çağlayan adalet sarayı binası ekolojik yapısı.

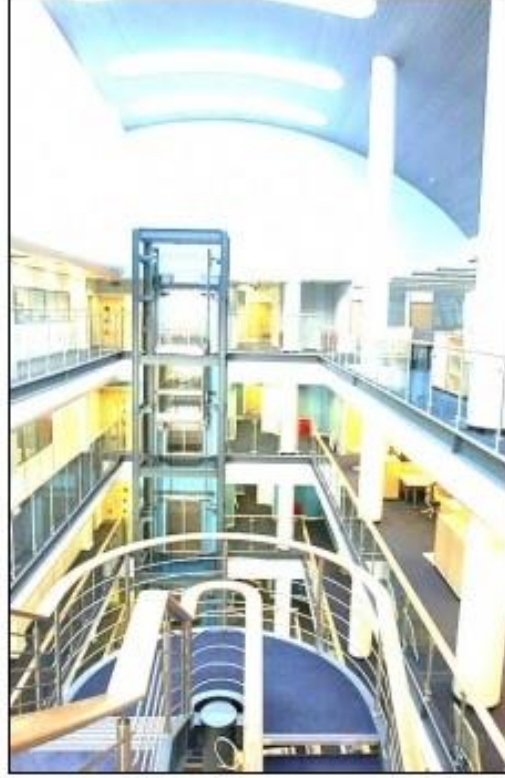
5.8 Devonshire Üniversitesi Araştırma Merkezi

Devonshire Binası, İngiltere'nin Newcastle Üniversitesi için çevresel olarak öncü bir binadır ve Üniversitenin Araştırma Merkezi için ofis ve laboratuvar mekânı olarak ev sahipliği yapmaktadır. Bu yapı Dewjox Ortaklığı ile tasarlanarak 2003 yılında tamamlanmıştır. Proje, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanılması ile ilgili örnek bir yapıdır. “Yapı kullanıcılar, güneş radyasyonu ve ekipmanlar tarafından yüksek düzeyde ısı kazanmasına rağmen konforlu şekilde soğutulmaktadır” (Ulusoy, 2012).



Resim 5.50: Güney cephesinden bir görünüm (Url-53).

Binanın doğal aydınlatma olarak bulunan merkezi atrium'dan birçok mekanlarla ilişkili pasif çevresel sistemlerle denetlenmektedir. Resim 5.50'de görüldüğü gibi atrium güneşten pasif ısı kazancı, ısı kayıplarının azaltılması ve komşu mekânlara ısı kazancı gibi iklimsel tampon görevi üstlenmektedir. Bu bağlamda bakarsak “pasif sistemlerin yanı sıra jeotermal ile soğutma ve havanın yer değiştirmesi gibi etkin aktif sistem çözümleri ile laboratuvarların soğutma yükü karşılanmaktadır”(Ulusoy, 2012).



Resim 5.51: Atrium'un doğal aydınlatılması (Url-54)

Mevsimlerden kaynaklanan iklim değişikliklerine duyarlı cephe sistemleri günün her saatinde güneşten gelen günışığının geliş açlarına göre hareketli bir sistem geliştirilmiştir. Yapının mimari tasarım yapılariken öncelikli olarak tek amacı gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak olmuştur.

Güney cephesinin %70 camlı tasarlanması ile ofis mekânlarına gelen günışığı miktarı artırılarak aydınlatma yükü azaltılmıştır. Güney cephesinin büyük oranda camlı olması ile ısı kazancı artırılmıştır ve istenmeyen günışığına karşınl gölgeleme elemanı tasarlanmıştır (Ulusoy, 2012). Dış cepheye entegre edilen motorlu gölgeleme elemanı beş kat boyunca yatay kanatlardan oluşmaktadır (Resim 5.51). Kanatların kontrolü, sisteme entegre kontrol programı ile yönetilmektedir. Bu program güneşin açısına göre kanatların hareketini yöneterek parlamayı önlemektedir. Yapının doğu ve batı cepheleri ise Low-E güneş yansıtıcı cam ve içten storlu olarak tasarlanmıştır (Ulusoy, 2012).



Resim 5.52: Hareketli güneş kırıcılarından görünüm (Url-55)

Çatıya entegre edilen PV paneller ile elektrik enerjisi üretilmekte ve CO₂ emisyonunun azaltılması hedeflenmektedir (Resim 5.52). 184 m²'lik çatı alanı üzerine entegre edilerek 296 adet fotovoltaiik panel tarafından 24.9 KWh elektrik üretilmektedir (Ulusoy, 2012).



Resim 5.53: Çatıda kullanılan fotovoltaiik panellerden görünüm (Url-56).

Yapının bir özelliğide yenilenebilir enerji kaynağı olan, jeotermal termal enerji kaynağıyla elde edilen soğuk suyun, aktif bir sistem aracılığıyla yapının iç havasının soğutulmasında kullanılmaktadır. Bu bağlamda yapı aktif sistem ile düşük dereceye sahip soğutma çözümleri sayesinde soğutulmaktadır. Yapının iç mekândan alınan ısı, aktif sistem olan soğuk su altyapısına iletilmektedir. Bu elde edilen ısı “düzlemsel ısı değiştiriciler yardımıyla” 40.000 litre kapasiteye sahip jeotermal su tankına

iletilmektedir. Isı yetersiz olduğu durumlarda bu ısı sıcak kullanım suyu için değerlendirilmektedir. Su ısının tekrar çekildiği yerdeki kuru hava soğutucusundan geçmektedir. Bu bağlamda son olarak geleneksel ısı soğutucuların desteği ile ısının çekildiği mekanlarda “düzlemsel ısı değiştiriciler” ile istenen su sıcaklığı sağlanmaktadır. Isıtma tesisi ısı dönüşümünü maksimize etmek için düşük sıcaklıkta su kullanmaktadır (Ulusoy, 2012).

Devonshire Binası, güneye bakan cephesindeki güneş kırıcıları otomatik olarak açılan ve kapanan bir ekipmandan oluşmaktadır. Bu akıllı sistem pencerelere giren güneş ışığının miktarını izler ve günün ve mevsimin zamanını hesaba katarak işlevini sürdürür. En önemli mimari amacı ise fiziksel olarak mümkün olduğu kadar doğal gün ışığını içinde kullanılmasıdır.



Resim 5.54: Güney cephesinden gün ışığının iç ortama geçişi (Url-55).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Devonshire Üniversitesi Araştırma Merkezi	Araştırma Merkezi	Newcastle - İngiltere	2004	Devereux Architects

Devonshire Üniversitesi Araştırma Merkezi

Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Duvar	Güneş	Güneş Kırıcı	Gölgeleme	Pasif
	Pencere	Güneş	Low-E Cam	Isıtma-Soğutma	Pasif
Çatı	Çatı	Güneş	PV Panel	Elektrik üretimi	Aktif
Döşeme	Döşeme	Jeotermal	Aktif Kiriş	Isıtma-Soğutma	Aktif



Resim 5.55: Devonshire üniversitesi araştırma merkezi binasının ekolojik yapısı.

5.9 Cezeri Yeşil Teknoloji Endüstri Meslek Lisesi

Yapı 2017 yılında Ankara’da yapımı tamamlanmıştır. Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Yapısı. Bu kamu yapısı, Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı noktasını ön planda tutarak tasarıma başlayan ilk kamu binası olma özelliği taşıyor. Bu lise Resim 5.55’de görüldüğü gibi Türkiye’de en son yenilenebilir enerji teknolojisi kullanılarak özellikle çatı kısmın bu yapı bileşeni olarak kullanılmaya özen gösterilmiştir.



Resim 5.56: Cezeri yeşil teknoloji endüstri meslek lisesi çatı ve cephe görünümü (Url-57).

Arsa alanın bulunduğu yer itibariyle 17.030 metrekare üzerine tasarlanmıştır. Bu arsa alanının kapalı alan olmak üzere toplamda 21.940 metrekare sahip bir yapı oluşturulmuştur. Cezeri Yeşil Teknoloji Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi’nin mimari tasarım yenilenebilir enerji kaynaklarını maksimum seviyede bütün özelliklerinden yararlanmsı sağlanılmıştır. (Resim 5.56). Binada, normal bir okul binasına göre yüzde 70 oranında enerji tasarrufu sağlanmış olacak. Yapının ihtiyaç duyduğu enerjide bu kaynaklardan sağlanmış olacaktır (Url-57).



Resim 5.57: Yapının çatı kısmında kullanılan doğal aydınlatma ekipmanları(Url-57).

Örnek olarak yapılan bu kamu yapısının asıl amacı binanın ihtiyacı olan enerji tüketimi sağlandığında oluşan sera gazı salınımlarını en aza indirilmesi sağlanmaktadır.

Okul bulunduğu arazi içinde değerlendirirsek bu alanın içinde rüzgâr türbini, fotovoltaik paneller, yeşil çatıyla beraber yüksek performanslı bina kabuğu, saydam çatı kabuğuyla sağlanan doğal aydınlatma ve topraktan yararlanılarak ısı pompaları sistemleri örnek olarak bu yapıda görmekteyiz. Resim 5.57’de görüldüğü üzere yapının ana atrium’u aydınlatmak için çatıda geniş bir saydam malzemedan oluşan çatı kullanılarak yapının merkezini doğal aydınlatması sağlanmıştır.



Resim 5.58: Atrium'un doğal aydınlatılması (Url-57).

Projenin ana hedeflerinden biri örnek bir yeşil bina olmanın yanında bir eğitim yapısı olarak laboratuvar niteliği taşıması ve yetiştireceği teknik olarak donanımlı öğrencilerle yeşil dönüşümün sosyal sürdürülebilirliğini de desteklemesi. Uluslararası öğretmenlerin de ders vereceği ve Türkiye’de ilk ve tek olan yeşil enerji eğitimine adanmış bu okuldan mezun olacak öğrenciler yenilenebilir enerji kaynakları uzmanı olarak meslek sahibi olacaktır (Url-58).



Resim 5.59: Cezeri yeşil teknoloji endüstri meslek lisesi genel görünüm (Url-59).

PROJE ADI	İŞLEV	PROJE YERİ	YAPIM YILI	MİMARİ TASARIM
Cezeri Yeşil Teknoloji Endüstri Meslek Lisesi	Okul	Ankara - Türkiye	2017	-

Cezeri Yeşil Teknoloji Endüstri Meslek Lisesi

Yapı Elemanı	Yapı Bileşeni	Y.E.K	Malzeme/Sistem	İşlev	Aktif/Pasif
Cephe	Çatı	Güneş	PV Panel	Elektrik	Aktif
	Çatı	Güneş	Solar Termal	Isıtma	Aktif
	Çatı	Rüzgar	Rüzgar Türbini	Elektrik üretimi	Aktif
	Çatı	Güneş	Cam Giydirme	Doğal Aydınlatma	Pasif



Resim 5.60: Cezeri yeşil teknoloji meslek lisesi ekolojik yapısı.

5.10 Bölümün Değerlendirmesi

Çalışmanın bu bölümünde kamu binaları seçilirken, dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kamu yapılarının bileşeni olarak hangi tekniklerle kullanıldığı ve tasarım elemanı olarak hangi materyallerin kullanılması konusu göz önünde bulundurularak her kıtadan örnek yapılar ele alınmış ve incelemelerde bulunulmuştur.

İlk olarak Amerika kıtasının SanFrancisco şehrinde bulunan California Bilim Akademisi ele alınmıştır. Bu yapı Renzo Piano tarafından tasarlanarak yeni bir ekolojik ve çevresel sürdürülebilirliği ön plana çıkarmaktadır. Yapının çatı kısmı yeşil bahçe olarak tasarlanarak bazı kısımlarda strüktürel elemanları ön plana çıkartmak için kubbe kısımları yükseltilmiştir. Bu alanlarda da yapının yüzde doksanını doğal aydınlatılması sağlanmıştır. Yapı dört tarafını saran çatı saçak kısmında fotovoltaik paneller döşenerek güneş enerjisinden elektrik üretimi sağlamaktadır.

İkinci kısımda ise Avusturalya kıtasında bulunan Council house 2 yerel yönetim örnek olarak incelenmiştir. Bu yapı Stephen Webb tarafından Melbourne da yapılmıştır. En önemli özelliği ise bütün cepheleri farklı tekniklerle çözümleyerek yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı bileşeni olarak kullanılmasıdır. Yapının bir cephesinde güneşin geliş yönüne göre hareket edebilen ahşap hareketli kepenkler tasarlanmıştır. Bu kepenklerin hareketi çatıda bulunan fotovoltaik panellerden ürettiği elektrikten karşılanmaktadır. Bu paneller aynı zamanda yapının içine ısı alışverişini zorlaştırarak enerji tasarrufu edilmiştir. Yapının çatısında hem rüzgâr hem güneş enerjisinden hem doğal havalandırma hem de elektrik enerjisi üretilmektedir.

Üçüncü kısımda ise Avrupa kıtasında İspanya ülkesinde Mataro kütüphanesini örnek olarak incelenmiştir. Kütüphanenin yapısı mimari tasarım, enerji ve binaya entegre fotovoltaik paneller ön planda tutulmuştur. Yapının güney cephesinde uzun ve geniş olarak tasarlandığı için cephesinde çift tabakalı cephe kullanarak bununla ilişkili olarak saydam fotovoltaik modüller kullanılmıştır. Yapı fotovoltaik hücreler sayesinde yapının ısı alışverişini zorlaştırmak ve elektrik üretimini maksimum seviyede tutmak için tasarlanmıştır. Yapı ısıtma amaçlı termal enerji ve fotovoltaik hücrelerin kullanımı ile elektrik üretimi için iki kat enerji sistemi içeren fikri ile tasarlanmıştır. Çatıda bulunan fotovoltaik paneller sayesinde güneşin geliş açısına göre 37 derece açıyla

tasarlanmasından faydalanarak gün ışığını farklı tekniklerle mekânların aydınlatılması sağlanmıştır.

Dördüncü kısımda ise yine Avrupa kıtasında bulunan Reichstag Alman Parlamento binasını örnek olarak seçilmiştir. Norman Foster yapıyı tadilatını tasarlarken gün ışığı ve güneş enerjisini ön planda tutmuştur. Cephelerden ziyade çatı kısmı yenilenebilir enerji kaynakları olarak ön planda tasarlanmıştır. Proje esi bir yapının tadilat görmesiyle birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak toplumsal kullanım olarak örnek bir yapı oluşturulmuştur. Bu yapının ortasında bulunan toplantı salonunun çatısındaki strüktür şeffaf kubbe şeklinde ekolojik dengeleri göz önünde tutarak tasarlanmıştır. Bu kubbeden hem doğal aydınlatmayı hem de doğal havalandırma sistemine yardımcı olmaktadır. Yapının geniş ve düz çatısı olduğunda bu kısımlarda fotovoltaik paneller yerleştirilerek elektirik üretilmektedir.

Beşinci bölümde ise Asya kıtasında Tayland 'ta bulunan Sieeb Araştırma Merkezinin örnek olarak gösterilmektedir. Bu yapı akıllı, ekolojik, enerji etkin olarak tasarlanan bu yapı, kamu yapılarında sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulamaların örnek olarak arttırmak için tasarlanarak yapılmıştır. Bu bağlamda, iklimsel ve mimarlıkla ilişki kurarak sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak, gelişen sanayi teknolojisine bağlı bir biçimde yapının tüm boyutuyla bir araya getirmektedir. Yapının pencerelerinin büyük ebatlarda tasarlanmasının amacı günışığından gelen doğal aydınlatma, enerji kayıpları ve güneş kazanımları göz önünde bulundurarak engellenmeye çalışılmıştır. Cephede gölgeleme sağlamak ve elektrik enerjisi sağlamak için fotovoltaik paneller yerleştirilmiştir.

Altıncı bölümde ise İstanbul Ümraniye belediye binası örnek olarak gösterilmektedir. Bu yapıda hâkim ve etrafı açık olan bir tepede yapılmıştır. Yapının içinde bulunan atrium ve galeri boşluklarından yapı içindeki mekânları doğal aydınlatması sağlanmıştır. Bir diğer özelliği ise çatı kısmında fotovoltaik paneller bulunmaktadır. Bu panellerle güneş yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmektedir.

Yedinci bölümde ise İstanbul Çağlayan Adalet sarayını örnek olarak gösterilmektedir. Bu yapıda atrium ve galeri boşluklarında yapının doğal aydınlatması sağlanmıştır. Yapının çatısında da yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi için rüzgâr gülü ekipmanları yerleştirilmiştir.

Sekizinci bölümde ise yine Avrupa kıtasında olan İngiltere'nin Newcastle şehrinde Devonshire Üniversitesi Araştırma Merkezi binasını örnek olarak gösterilmektedir. Bu yapıda yenilenebilir enerji kaynağı olarak jeotermal, doğal aydınlatma, güneş enerjisi ve cepheye monte edilen güneş kırıcılarından faydalanılarak tasarlanmıştır.

Dokuzuncu bölümde ise yine Türkiye'nin başkenti Ankara'da yapımı yeni tamamlanan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili eğitimi verilecek olan Cezeri Yeşil Teknoloji Endüstri Meslek Lisesi örnek olarak gösterilmektedir. Örnek olarak yapılan bu kamu yapısının asıl amacı binanın ihtiyacı olan enerji kullanıldığına oluşan sera gazı salınımlarını azaltılması sağlanmaktadır. Okul bulunduğu arazi içinde değerlendirilerek bu alanın içinde rüzgâr türbini, fotovoltaiik paneller, yeşil çatıyla beraber yüksek performanslı bina kabuğu, saydam çatı kabuğuyla sağlanan doğal aydınlatma ve topraktan yararlanılarak ısı pompaları sistemleri örnek olarak bu yapıda kullanılmıştır.

6. SONUÇ

Yükselen enerji tüketimine baktığımızda ulaşım, sanayi ve konutlarda tüketilen enerji hizmet sektöründe tüketilen enerji ile ilişkilidir. Gün geçtikçe de bu enerji tüketimi artarak devam etmekle birlikte yukarı yönlü bir ivme sergilemiştir.

Teknolojinin gelişmesiyle artan enerji ihtiyacı doğaya zarar veren değil, yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş, rüzgâr, hidrolik ve jeotermal kaynaklarının kullanılması, sürdürülebilir ve sağlıklı yaşam için önem arz etmektedir. Bunun nedeni ise enerji kaynağının tükeneceğini göz ardı edersek; yenilenemeyen enerji kaynakları olan fosil yakıtları üzerinde sürdürülebilir bir üretim olmamalıdır. Kamu binalarında enerji tüketiminin en fazla kullanıldığı kısımlar olan ısıtma, soğutma ve aydınlatma mekanizmalarının yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre edilirse enerji tasarrufunda bulunulmuş olur.

Mevsimlerdeki hava değişimlerin en büyük nedeni, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımından meydana gelen sera gazlarının artışı olmuştur. Bu artışlar doğal afetlere yol açmakla birlikte insan sağlığında tehlikeye atmaktadır. Hızla artan nüfus ve büyüyen sanayileşmeyle beraber kentsel yapılaşmada buna doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Nüfusun artışıyla birlikte barınma ihtiyacı olduğundan inşaat sektöründe üretim kontrolsüz bir şekilde artmıştır. Bunun sonucunda kalitesiz yapılar oluşması nedeniyle çevrede daha fazla enerji tüketimi olduğundan sağlıklı yaşam kalitesinde azalmaya neden olmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyada yapılarda kullanılmaya başlamasıyla beraber mimarlıkta tasarım elemanı olarak kullanılmasını arttırmaktadır. Bu sürdürülebilir mimarlık olarak insan hayatının içinde yerini almaktadır.

Sürdürülebilir mimarlığın gerçekleşmesi için, farklı bileşenlerle beraber hareket etmesi gerekmektedir. Kamu yapıları, insanların rahat ve kolay ulaşacağı mekânlar olduğu için yenilenebilir enerji kaynakları bu yapılarda kullanılmalıdır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kamu yapılarında kullanım cephede mimari tasarım elemanı olarak tasarlanırken bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bu yapılarda örnek olarak; CH2 Yerel Yönetim binası, Reichstag Alman Parlamento binası, Ümraniye Belediye binası Devonshire Üniverte Araştırma Merkezi

ve Çağlayan Adalet Sarayı binası örnek gösterilebilir. Bu kamu yapılarında; enerji korunumu, günışından yararlanılarak doğal aydınlatma, aktif ve pasif sistemlerden yararlanılarak doğal havalandırma, rüzgâr ve güneş enerjisinden yapının elektrik enerjisi ihtiyacının, bu yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı görülmektedir. Bu yapılar tek tek incelendiğinde mimari eleman olarak değerlendirildiğinde her kamu yapısı için güneş enerji panelleri, cephede yapıyla ilişkili sistem olarak kullanımı farklı malzeme ve farklı çözümlerini birlikte kullanılarak maksimum verim alınmaya çalışılmıştır. Pasif iklimlendirme, doğal havalandırma, gün ışığı kontrolüne değinildiğinde, cephenin bu amaçlar doğrultusunda şekillendiği form olarak çift cidarlı cephe sistemi olarak kullanılmaktadır. Sieeb Araştırma Merkezi, Reichstag Binası, Mataro Kütüphanesi, Ümraniye Belediye binası ve Çağlayan Adalet Sarayı cephede ve çatı kısımlarında fotovoltaiik panel uygulamalarının görüldüğü yapılardır. Bununla birlikte yapı bileşeni olarak cephede kullanıldığı için hem enerji korunumu hem de enerji üretimi sağlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında kamu yapılarında kullanımına bakıldığında çoğunlukla kullanılan rüzgâr ve güneş enerjisidir. Bu enerji sistemlerinde aktif ve pasif sistemler olarak kamu yapıların ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve elektrik kullanılan enerjisine katkıda bulunmaktadır. Kamu yapısı tasarlanılırken yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum verim sağlamak ve enerji korunumu ve tasarrufu bakımında ilk fikir beyan edilmesi gereken konulardan biridir. Böylece yapı tasarımı yapılıp ve sonrasında kullanılmaya başlandıktan sonra bir kısım tadilatlarında önüne geçilmiş olur. Bu yüzden ihtiyacın tasarım aşamasında düşünülerek, doğal verileri kullanılması gerekir. Bu aşamada, yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı bileşeni olarak kullandığımız da çevresel tasarım sebeplerine uygun olarak hareket edildiğinde, devamlı değişken iklim koşullarına uyum sağlamaktadır. Çevrede oluşan etkileri dikkate alırsak, kamu yapısının iç mekânında kullanıcıların ergonomik düzeyinde pozitif etki oluşturarak enerji tüketiminin minimum seviyeye indirgenmiş oluruz.

İncelenen kamu yapılarına bakıldığında, günümüz sanayi devriminde üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak temiz enerji teknolojilerinin gelişmesiyle bu sistemlerin kamu yapılarında yapının tasarım elemanı olarak nasıl entegre olduğu, yenilenebilir enerji kaynağı yapıdan ayrı bir eleman değilde kamu yapısının en önemli

elemanı olarak dizayn edilebilir. Aynı zamanda estetik açıdan bakıldığında yapının mimarisine pozitif yarar sağlayan tasarımların ön planda dikkat çektiği görülmektedir. Yapıya entegre edilecek olan yenilenebilir enerji sistemlerinin, ön tasarım ve son tercih aşamasında karar verilmesi önemlidir.

Dünya genelinde enerji kaynaklarının yarısından fazlası sanayide ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Kamu yapılarında enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarıyla beraber kullanılması durumunda, çevreye duyarlı kamu yapılarının çevre üzerinde nasıl etki oluşturacağı insanların hangi şekilde fayda sağlayabileceğimiz noktasında önem arz etmektedir

Çalışmada verilen örneklere bakıldığında, tüketilen enerjinin günümüz kamu yapılarında sıklıkla kullanılmaması gerektiğini ön plana çıkarmaktadır. Bu oluşan imkânı değerlendirirsek, gelecek nesillere sürdürülebilir bir çevre bırakılması açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması konusunda bilgilendirme yapılmalıdır. Bu örnekler daha çok sanayi alanlarında sanayi binalarının çatı fonksiyonlarında kullanılmıştır. Bu konuda devlet olarak farklı yapı çeşitlerinde 'de teşviki artırmak için bazı kanunlarda revize edilerek kullanımının kolaylaştırılması gerekir.

Bunlara ek olarak ekonomisi güçlü olan ülkelere bakıldığında tüketilen enerjiyle doğru orantılı olarak yenilenebilir enerji kaynağı kullanılmaktadır. Bu nedenle, her canlının, enerjinin düzenli ve verimli kullanılmasıyla yeşil enerji teknolojilerinin kamu yapılarında kullanımı dikkate alınarak bilinçle hareket edilmelidir. Bunun sonucunda kullanılan enerji bakımından dış kaynaklardan ithal edilerek kullanılan enerji kaynaklarının kullanımından ziyade yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yapılarda kullanılması için devletin desteğiyle bu projeler yapılmalıdır. Araştırma kapsamında örnek olarak kamu yapılarında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının örnek projeler gösterilerek birçok yapıda 'da örnek olarak uygulama yapılması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Altın, M.** (2014). “Yeşil bina”, Sürdürülebilir Yapı Teknolojisi Dergisi, sayı 25, s. 59
- Altın, M.** (2010). Pantheon’dan günümüze kubbelerin gelişimi, Yalın Yayıncılık
- Ataman, A. R.** (2007). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Kamu Yönetimi Siyaset Bilimi. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Aygün, O. D.** (2012). Mevcut Yapılara Fotovoltaik Panel Sistemlerin Entegre Edilmesi, İzmir Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye
- Aydoğan, S.** (2015). Sürdürülebilir Mimarlıkta Sakin Şehir Yaklaşımı. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arıkan, Y.** (2006). “İklim Değişikliği ile Savaşım Politikalarında Biyoyakıtlar ve Avrupa Birliği”, Biyoyakıt Dünyası, Sayı 4, s. 25. Ankara.
- Bayraktar, M.** (2015). Binalarda Yapı Yapı Kabuğu, Mekanik Sistemler ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri Parametrelerinin Eş Zamanlı Enerji Optimizasyonu İçin Bir Yöntem. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bednar, J.M.** (1986). “The New Atrium”, Mcgrawhill Book Company, USA
- Biginoğlu, M.A.** (1989). “Ekonomik Büyüme, Enerji ve Çevre İlişkisi”, Ege Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Dergisi, sayı 8, s.80-91
- Bostan, H. T.** (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari ve Sürdürülebilirlik. (Yüksek Lisans Tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bourdeau, L.** (1999). “Sustainable Development and Future of Construction in France”, France: Centre Scientifique Et Technique Du Bâtiment.

- Butera, F., Adhikari, R.S., Caputo, P., Ferrari S. & Oliaro, P.** (2005). The Sino-Italy Environment & Energy Building (SIEEB): A model for a New generation of sustainable buildings, International Conference “Passive and Low Energy Cooling 935 for the Built Environment”, Santorini, Greece.
- Civan, U.** (2006). Akıllı binalarda çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ç. S. B.** (2008), Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği.
- Daniels, K.** (1997). “The technology of ecological building: basic principles and measures, examples and ideas”, Birkhäuser Verlag
- Demir, Y.** (2016). Ekolojik Konut Planlamasının Mimari Açısından İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dikmen, Ç. B. & Gültekin, A. B.** (2009). “Intelligent Building Concept in Architectural Design Process within Scope of Sustainable Building Design”, 19. International Congress of Building and Life: Future of Architecture, Nature, City, Environment, Chamber of Architects, Branch Office of Bursa.
- D.O.E.** (1997), “Photovoltaics: Basic Design Principles and Components”, Energy Efficiency and Renewal Energy Clearinghouse DOE/GO-10097-377 www.eere.gov.us.
- Erdoğan, M.** (2014). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Termodinamik Analiz Yöntemi İle İncelenerek, Yenilenebilir Enerji Kullanımının Gelecek Projeksiyonlarının Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eryıldız, D.** (2007). “Güneşle Tasarım İlkeleri”, Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji: Tasarım ve Sürdürülebilirlik Eki, s. 59-61
- Esen, S. R.** (2013). Konut Alanlarında Yenilenebilir Enerji Kullanımı İstanbul-Eyüp Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Evran, A.** (2012). Sürdürülebilir Yapının ve Eğitim Binaları Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Esin, T.** (2002). “Marmara Bölgesi için Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı”, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Araştırma Fonu, 01-A-02-01-12, Gebze.
- Özcan, U., Erol, H.** (2018) “Yüksek ve Sürdürülebilir”, Yapı Dergisi, S.435, s.52, (2018).
- Göçer, Ö.** (2006). Atrium Tipi Binalarda Enerji Tüketiminin Azaltılması Ve Kullanıcı Konforunun Sağlanması İçin Uygun Camlama Ve Denetim Sistemi Modeli. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülay, A. N.** (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hamidabad, D. B.** (2015). Enerji Etkin Tasarım Anlayışının yüksek Yapılarda İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hasol, D.** (2005). “Ansiklopedik Mimari Sözlüğü”, Yapı Yayın, İstanbul.
- Iwamura, K.** (2010). Casbee in Progress by JaGBC for Market Transformation.
- İnan, T. & Başaran, T.** (2015). “Çift cidarlı cepheler: avantajları ve dezavantajları”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı.146, s:81.
- Katuk, Ö. S.** (2014). Yüksek Yapılarda Sürdürülebilir Enerji. (Yüksek Lisans Tezi). Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kayıhan, S. K. & Tönük, S.** (2008). “Sürdürülebilir Temel Eğitim Binası Tasarımı Bağlamında Arsa Seçimi ve Analizi Konusunda İrdelenmesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi E- Dergisi, 3(2): 137-153.

- Keçebaş, E. & Öz, A. & Sait, E.** (2008). “Havalı Güneş Kolektörlerinde Farklı Tip Emici Plakaların Performansa Olan Etkisi”, Gazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No. 4, s.777-784.
- Keeler, M. & Burke, B.** (2009). *Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building*. New Jersey
- Kellog, S. & Pettigrew,** (2013). *Sürdürülebilir Yaşam Rehberi* (E. Özkan, Çev.) İstanbul: Sinek Sekiz.
- Kılıç, F.Ç.** (2011). “Biyogazın önemi, genel durumu ve Türkiye’deki yeri”, *Mühendis ve Makine Dergisi*, 52(617), ss. 98-100.
- Kibert, C. J.** (1994). “Establishing principles and a model for sustainable construction, University of Florida. Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction”, CIB Task Group 16, Tampa, Florida, USA.
- Koca, T. & Çıtlak, A.** (2008). “Dalga Enerjisi”, *Yeni Enerji Dergisi*, Sayı: 4 İstanbul, Doğa Sektörel Yayın, Mayıs-Haziran 2008.
- Moe, K.** (2008). “Integrated design in contemporary architecture”, Princeton Architectural Press, New York, N.Y.
- Norton, B.G.** (2005). “Sustainability: A philosophy of Adaptive Ecosystem management”, University of Chicago Pres, s.356-358, Chicago.
- Tuğlu, U.** (2005). *Ekolojik Açından Sürdürülebilir Yapılar ve Malzeme*. (Yüksek Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Onions, C. T.** (1964). *The Shorter Oxford English Dictionary*. Oxford: Clarendon Press. p. 2095.
- Oral K. G.** (2007). “Ekolojik Yaklaşımda İklimle Dengeli Yapı Tasarımı”, *Tasarım Dergisi*, sayı 170, s.112
- Örkmez, A.S. & Çetiner, İ.** (2012). “Çift kabuk cephe sistemlerinin iç mekân ısı konforuna etkisi”, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu.

- Özcan, U.** (2013). Konutlarda Sürdürülebilir Mimarlık Açısından İklimsel Konfor Kriterlerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi. (Doktora Tezi). Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özcan, U., Erol H.** (2018). “Yüksek ve Sürdürülebilir”, Yapı Dergisi s. 435.
- Özdemir B. B.** (2005) Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması. (Yüksek Lisans Programı). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, H.** (2013). “Yenilenebilir enerji kaynakları”, İstanbul: Birsen Yayınevi, ss. 44-176.
- Roberts, S.& Guariento, N. (2009).** Building integrated photovoltaics: a handbook. Berlin: Birkhäuser, s.45
- Robbins, C. L.** (1986). Daylighting Design and Analysis, van Nostrand Reinhold Company, NY.
- Robinson, A.** (2005). Structural opportunities of ETFE. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology
- Sakıncı, E.** (2006). Sürdürülebilir Bağlamda Mimaride Güneş Enerjili Etkin Sistemlerin Tasarım Ögesi Olarak Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım. (Doktora Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Sayın, S.** (2006) Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Saxon, R.** (1993). “The Atrium Comes Of Age”, Longman, Harlow
- Sert K. S.** (2010). Bina Yaşam Döngüsünde Enerji Analizi ve Yeşil Binalar. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sev, A.** (2009). “Sürdürülebilir Mimarlık”, YEM Yayınevi, İstanbul

- Sezgin, C.** (1998). Dolmabahçe Sarayı Veliahd Dairesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Soysal, S.** (2008). Konut binalarında tasarım parametreleri ile enerji tüketimi ilişkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tunstall, G.** (2000). “Managing the building design process”, Butterworth-Heinemann, Reed Educational and Professional Publishing Ltd., Woburn, MA.
- Ulusoy, S.** (2012). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bişeni Açısından İrdelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Uyan, F. & Yener, A. K.** (2011). “Yeşil Binalarda Aydınlatma”, Yeşil Bina Dergisi, Sayı 9.
- Ünalın, H. & Tokman, L. Y.** (2011). “Sürdürülebilir Mimari Tasarım: Bir Renovasyon Projesi”, Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, Cilt/Vol.12-Sayı/No: 2: 129-157
- Doğan, V.** (2006). “Isı Geri Kazınım ve Deniz Suyundan, Suya Isı Pompası Uygulaması”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı:95, s.27-36.
- Venegas, j.A. & DuBose, J.R. & Pearce A.R.** (1998). “Sustainable Technologies for the Buildings Construction Industry”, Proceedings of the Symposium on Design for the Global Environment Raport, Sf: 50-66, Atlanta.
- Vitruvius** (2013). “The Ten Books on Architecture”, Ankara: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Yeang, K.** (1999). The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings, Munich.
- Yener, A. K.** (2007). VIII. Ulusal Tesisat Mühendis Kongresi, Sempozyum Bildirgesi, İzmir.

- Yılmaz, B.** (2011). Türkiye İçin Sürdürülebilir Bina Performans Kriterleri ve Bütünleşik Tasarım Yönetim Modeli Oluşturulması. (Doktora Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, M.** (2007). Mimarlık ve Çevre, Ayşegül Mengi, Ruşen Keleş'e Armağan Çevre ve Politika, Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
- Yılmaz, Z.** (2006). "Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji", Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı 91, s. 7-12
- Zeren, L.** (1977). "Türkiye'de İklimle Dengeli Mimari Uygulama", İstanbul Teknik Üniversitesi, Tübitak VI. Bilim Kongresi

İnternet Kaynakları

- Url-1 < <https://www.mnn.com/your-home/remodeling-design/photos/6-destroyed-frank-lloyd-wright-buildings/unlike-fallingwater-not>> erişim tarihi 12.02.2018
- Url-2 < <http://www.thesisat.org/ruzgar-enerjisi-ve-ruzgarin-gucu.html>> erişim tarihi 12.02.2018
- Url-3 < <http://img233.imageshack.us/img233/9711/>> erişim tarihi 16.03.2018
- Url-4 < http://4.bp.blogspot.com/_K5spnh4KzR8/TKvG-oQHatI/AAAAAAAAAsU/xWqjmHw-IvI/s1600/student-pwr.gif > erişim tarihi 19.04.2018
- Url-5 < <http://www.elektrikuretimi.org/deniz-kokenli-yenilenebilir-enerjiler/>> erişim tarihi 12.10.2017
- Url-6 < <http://www.elektrikport.com/universite/dosya-gelgit-enerjisinden-elektrik-elde-edilmesi/4357#ad-image-0>> erişim tarihi 12.01.2018
- Url-7 < <http://www.elektrik.gen.tr/2016/03/dalga-enerjisi-uretim-sistemleri/1839> >
- Url-8 < <http://www.alternaturk.org/dalga-enerjisi.php> > erişim tarihi 15.01.2018
- Url-9 < <https://blthalil.wordpress.com/2014/09/28/hidroelektrik-santrallerinin-calisma-prensibi/>> erişim tarihi 20.04.2018
- Url-10 < http://www.tellusthinktank.com/wp-content/uploads/2016/01/The-Devonshire-building-20151013_082044.jpg> erişim tarihi 20.03.2018
- Url-11
<<http://www.eie.gov.tr/verimlilik/document/166%20Adet%20Kamu%20Binas%C4>

%B1%20Et%C3%BCt%20Raporlar%C4%B1%20Sonu%C3%A7lar%C4%B1.pdf>

erişim tarihi 20.03.2018

Url-12 < <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/186134>> erişim tarihi
20.02.2018

Url-13 < <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/186134>> erişim tarihi
20.02.2018

Url-14 < <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/186134>> erişim tarihi
20.02.2018

Url-15 < <http://www.enerjihaber.com/deniz-ustu-off-shore-da-potansiyel-yuksek/6450/>> erişim tarihi 23.02.2018

Url-16 < <http://www.contemporist.com/the-lighthouse-dubai/>> erişim tarihi
20.03.2018

Url-17 < <https://www.hrc-europe.com/reference/strata-se1-tower/>> erişim tarihi
28.03.2018

Url-18 < <https://www.ensonhaber.com/galeri/pencere-onu-dekorasyon-fikirleri>>
erişim tarihi 28.03.2018

Url-19 < <http://www.akkurtas.com/aluminyum-cati-isiklik-sistemleri,PR-978.html>>
erişim tarihi 28.03.2018

Url-20 < http://www.frener-reifer.com/img/media/jubilaumskirche-dives-inmisericordia/misericordia_05.jpg> erişim tarihi 26.02.2018

Url-21 < http://www.frener-reifer.com/img/media/jubilaumskirche-dives-inmisericordia/misericordia_05.jpg> erişim tarihi 26.11.2017

Url-22 < <http://www.deparsolar.com/sayfa1.asp?id=39>> erişim tarihi 24.11.2017

Url-23 < http://www.fenokulu.net/yeni/Fen-Konulari/Konu/Fiber-Optigin-Aydinlatmadaki-Onemi_431.html> erişim tarihi 01.12.2017

Url-24 < <http://www.eie.gov.tr>> erişim tarihi 03.12.2017

Url-25 < <http://www.kilsanblog.com/yesil-cevreci-ekolojik/cevre-dostu-bir-muze-kaliforniya-bilimler-akademisi>> erişim tarihi 03.12.2017

Url-26 < <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano/5721cbf3e58ece2dec000003-california-academy-of-sciences-renzo-piano-detail-of-solar-canopy>> erişim tarihi 03.12.2017

Url-27 < <http://www.peyzajadresim.com/blog/posts/peyzaj-projeleri-muze-kaliforniya-bilim-akademisi-muzesi>> erişim tarihi 06.12.2017

Url-28 < http://www.yapi.com.tr/haberler/kaliforniya-bilim-akademisi-muzesi_96004.html> erişim tarihi 06.12.2017

Url-29 < <https://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano/5010016328ba0d42220003a7-california-academy-of-sciences-renzo-piano-section>> erişim tarihi 10.12.2017

Url-30 < <https://www.enteresan.com/ch2-avustralyanin-en-cevreci-ve-doga-dostu-binasi> > erişim tarihi 15.12.2017

Url-31 < <https://appmataro.files.wordpress.com/2013/11/pompeu.jpg>> erişim tarihi 15.12.2017

Url-32 < https://genius.diba.cat/image/image_gallery?uuid=aa3d33de-71a3-46dd-a5e8-31c96c3abaf0&groupId=348608&t=1312218301610> erişim tarihi 15.12.2017

Url-33 < <https://www.elperiodico.com/es/mataro/20171212/los-estudiantes-de-mataro-piden-mas-bibliotecas-y-que-abran-mas-horas-6489757>> erişim tarihi 15.01.2018

Url-34 < <http://solartradex.com/service-detail/26>> erişim tarihi 15.01.2018

Url-35 < https://genius.diba.cat/image/image_gallery?uuid=c56af273-69e2-4c1b-9603-af8eb5493f1e&groupId=348608&t=1311413119788> erişim tarihi 16.01.2018

Url-36 < www.diba.cat/biblioteques> erişim tarihi 16.01.2018

Url-37 < <https://www.fosterandpartners.com/projects/reichstag-new-german-parliament/>> erişim tarihi 15.01.2018

Url-38 < <https://www.archdaily.com/775601/ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners/56247581e58ece6d44000349-ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners->> erişim tarihi 19.01.2018

Url-39 < https://mineyagiz.files.wordpress.com/2013/05/3_reichstag_quer.jpg> erişim tarihi 19.01.2018

Url-40 < <http://v3.arkitera.com/g160-meclis-binalari.html?year=&aID=2840>>

Url-41 < <https://www.fosterandpartners.com/news/archive/1999/04/the-plenary-building-in-the-converted-reichstag/>> erişim tarihi 15.01.2018

Url-42 < <https://www.fosterandpartners.com/news/archive/1999/04/the-plenary-building-in-the-converted-reichstag/>> erişim tarihi 02.02.2018

Url-43 < <https://www.fosterandpartners.com/projects/reichstag-new-german-parliament/#gallery>> erişim tarihi 02.02.2018

Url-44 < <https://www.archdaily.com/775601/ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners/5624756de58ecec3c400034f-ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners->> erişim tarihi 04.02.2018

Url-45 < <https://www.archdaily.com/775601/ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners/56247577e58ece6d44000348-ad-classics-new-german-parliament-reichstag-foster-plus-partners->> erişim tarihi 04.02.2018

Url-46 < <http://www.zigersnead.com/blog/wp-content/uploads/2008/07/sieeb-by-daniele-domencicali-image-02.jpg>> erişim tarihi 04.02.2018

Url-47 < <http://www.zigersnead.com/blog/wp-content/uploads/2008/07/sieeb-flickr-by-jukkar-image-09.jpg>> erişim tarihi 07.02.2018

Url-48 < <https://building.closeupengineering.it/en/the-sieeb-bioclimate-architecture/1260/>> erişim tarihi 04.02.2018

Url-49 < <http://www.mimarimedya.com/teraslari-ile-fark-yaratan-bina/>

Url-50 < <https://building.closeupengineering.it/en/the-sieeb-bioclimate-architecture/1260/>> erişim tarihi 04.02.2018

Url-51 < <http://www.umraniye.bel.tr/tr/main/foto/umraniye-belediyesi-yeni-hizmet-binasi/285>> erişim tarihi 06.02.2018

Url-52 < <http://www.arkitera.com/haber/2642/caglayan-adalet-sarayi-na-daha-yakindan-bakalim>> erişim tarihi 07.02.2018

Url-53 < http://www.tellusthinktank.com/wp-content/uploads/2016/01/The-Devonshire-building-20151013_082044.jpg> erişim tarihi 07.02.2018

Url-54 < [http://www.solaripedia.com/13/92/782/devonshire_building_\(uk\).html](http://www.solaripedia.com/13/92/782/devonshire_building_(uk).html)

Url-54
<https://www.schueco.com/web2/deen/architects/references/office_and_business/-refId:14520676?dd_produkte=0&dd_material=0&dd_serie=0&dd_land=0&dd_bundesland=0&dd_standort=0> erişim tarihi 07.02.2018

Url-56 <[http://www.solaripedia.com/13/92/782/devonshire_building_\(uk\).html](http://www.solaripedia.com/13/92/782/devonshire_building_(uk).html)> erişim tarihi 07.02.2018

Url-57
<http://cezeri.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/06/27/763695/fotograf_galerisi_1952070.html?CHK=75cb8ed5cd337bc90bd7556376ebf3c3> erişim tarihi 10.02.2018

Url-58 <<https://undpturkiye.exposure.co/tek-proje-cok-sonuc>> erişim tarihi 07.02.2018

Url-59 <<https://aa.com.tr/tr/turkiye/ilk-yesil-kamu-binasi-yapiminda-sona-yaklasildi/651730?amp=1>> erişim tarihi 07.04.2018

Url-60 <https://www.makai.com/sea-water-air-conditioning/> erişim tarihi 10.04.2018

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : **Gökhan TEKBIYIK**

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : Doğu Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık,
- **Yüksek Lisans** : Devam ediyor, Fatih Sultan Mehmet Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- İKİZLERYAPI Mimarlık