

**EKOLOJİK YAPI TASARIM ÖLÇÜTLERİ KAPSAMINDA  
ANKARA'DA ÖRNEK BİR YAPI TASARIMI VE  
DEĞERLENDİRMESİ**

**Bengü ALPARSLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
YAPI EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2010**

**ANKARA**

Bengü ALPARSLAN tarafından hazırlanan EKOLOJİK YAPI TASARIM ÖLÇÜTLERİ KAPSAMINDA ANKARA'DA ÖRNEK BİR YAPI TASARIMI VE DEĞERLENDİRMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN  
Tez Danışmanı, Yapı Teknolojileri Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oybirliği ile Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. H.Yılmaz ARUNTAŞ  
Yapı Teknolojileri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN  
Yapı Teknolojileri Anabilim Dalı

Prof. Dr. Ali İhsan ÜNAY  
Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih: 14 / 07 / 2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Bengü ALPARSLAN

**EKOLOJİK YAPI TASARIM ÖLÇÜTLERİ KAPSAMINDA ANKARA'DA  
ÖRNEK BİR YAPI TASARIMI VE DEĞERLENDİRMESİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Bengü ALPARSLAN**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Temmuz 2010**

**ÖZET**

Yapılar, yaşam döngüleri boyunca olumsuz çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu etkileri azaltmak amacıyla ortaya çıkan ekolojik yapı tasarım ölçütleri; çevre sorunlarına duyarlı, ekolojik dengeyi koruyan ve insan yaşamı için gerekli konfor ve sağlık koşullarını yerine getiren tasarımları hedefler. Bu ölçütler, yapının uygulanacağı bölgenin fiziksel çevre koşullarına ve çevre sorunlarına göre farklılaşabilir. Bu nedenle yapı tasarımında bölgenin fiziksel çevre koşullarına uygun tasarım ölçütlerinin seçilmesi gerekir. Bu tez kapsamında küresel ölçekte kabul edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri belirlenmiş ve bu ölçütlerin uygulama yöntemleri açıklanmıştır. Daha sonra, tasarım alanı olarak seçilen Türkiye İç Anadolu Bölgesi Ankara kentinin çevre sorunları ile fiziksel çevre koşulları incelenmiş ve ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin seçilen yapı alanında uygulanabilirliği irdelenmiştir. İrdeme sonucunda Gazi Üniversitesi Yerleşkesinde örnek bir ekolojik yapı tasarlanmış ve tasarlanan yapı önerilen değerlendirme yöntemi kapsamında değerlendirilmiştir.

**Bilim Kodu : 714.3.035**  
**Anahtar Kelimeler : Ekoloji, Ekolojik Yapı, Tasarım Ölçütleri, Çevre Sorunları, Çevresel Etki**  
**Sayfa Adedi : 117**  
**Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN**



**DESIGN AND EVALUATION OF AN EXAMPLE BUILDING IN ANKARA  
IN THE CONTEXT OF ECOLOGICAL BUILDING DESIGN CRITERIA**

**(M.Sc. Thesis)**

**Bengü ALPARSLAN**

**GAZİ UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**July 2010**

**ABSTRACT**

**Buildings cause environmental impacts through their life cycles. Ecological building design criteria, which appeared to decrease these impacts, aim to make designs sensitive to environmental problems, to protect the ecological balance, and to fulfill the required comfort and health conditions. These criteria may vary according to physical environmental conditions and environmental problems of the region that the building will be constructed. Therefore, the appropriate criteria for the physical environmental conditions of that region should be determined. In the context of this thesis, ecological building design criteria were determined in global scale, and applications of these criteria were described. Later on, environmental problems and physical environmental conditions have been inspected for the selected working area Ankara City located in the middle Anatolian region of Turkey, and the applicability of the ecological building design criteria in the selected area have been identified. An ecological building was designed in Gazi University Campus, and the design was evaluated according to the suggested evaluation method.**

**Science Code : 714.3.035**

**Key Words : Ecology, Ecological Building, Design Criteria, Environmental Problems, Environmental Impact**

**Page Number : 117**

**Adviser : Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN**

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Arzuhan Burcu Gültekin'e, yardımlarını esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Belgin Dikmen'e, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme ve Hilmi Ersöz'e içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca, bu çalışmanın yürütülebilmesi için maddi destek aldığım Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje No. 07/2009-34) teşekkürü bir borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ .....	xiii
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ .....	1
2. EKOLOJİK YAPILAR .....	5
2.1. Yapılar ve Çevre .....	5
2.1.1. Çevre sorunları .....	6
2.1.2. Yapıların çevre sorunlarına etkileri.....	10
2.2. Ekolojik Yapı Tasarımı.....	11
2.2.1. Enerjinin korunumu.....	14
2.2.2. Suyun korunumu .....	43
2.2.3. Malzemenin korunumu .....	46
2.2.4. Yaşanabilir çevrelerin tasarımı.....	49
3. EKOLOJİK YAPI TASARIM ÖLÇÜTLERİ KAPSAMINDA ANKARA'DA ÖRNEK BİR YAPI TASARIMI VE DEĞERLENDİRMESİ.....	53
3.1. Türkiye'de Uygulanan Ekolojik Yapı Tasarım Örnekleri .....	53

3.2. Tasarım Alanının Seçimi .....	67
3.2.1. Ankara kentinin fiziksel çevre koşulları.....	68
3.2.2. Ankara kentinin çevre sorunları .....	74
3.2.3. Ankara kentindeki yapıların çevre sorunlarına etkileri.....	83
3.3. Ankara Gazi Üniversitesi Yerleşkesinde Ekolojik Bir Yapı Tasarımı .....	85
3.3.1. Tasarım süreci ve tasarım kararları .....	87
3.3.2. Tasarımın gerçekleştirilmesi .....	91
3.3.3. Tasarımın ekolojik değerlendirmesi.....	102
4. SONUÇ .....	107
KAYNAKLAR .....	109
ÖZGEÇMİŞ .....	116

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<b>Çizelge</b>		<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1.	Enerjinin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler.....	14
Çizelge 2.2.	Türkiye’deki coğrafi bölgelere göre yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri .....	20
Çizelge 2.3.	Yapılarda aktif ve pasif sistemler .....	21
Çizelge 2.4.	Değişik cam tiplerinin U-değerlerinin karşılaştırılması .....	40
Çizelge 2.5.	Suyun korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler .....	44
Çizelge 2.6.	Malzemenin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler .....	47
Çizelge 2.7.	Yaşanabilir çevrelerin tasarımı ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler .....	50
Çizelge 3.1.	Türkiye’de uygulanan ekolojik yapılar ve özellikleri .....	66
Çizelge 3.2.	Ankara’da ortalama ve 2008 yılı aylık yağış miktarı(mm) .....	71
Çizelge 3.3.	Ankara’da ortalama ve 2008 yılı günlük en yüksek yağış miktarı (mm) .....	71
Çizelge 3.4.	Ankara kentine ait güneş enerjisi ve güneşlenme süresi değerleri ...	71
Çizelge 3.5.	Ankara’da günlük maksimum rüzgar oranları .....	72
Çizelge 3.6.	Ankara kent ve ilçe merkezlerinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen kış sezonu ortalama kükürtdioksit yoğunlaşmaları ve bir önceki yılın aynı dönemine göre değişim oranları (2000-2001-2004-2005) .....	74
Çizelge 3.7.	2005-2006 yılında Ankara kent merkezinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen partiküler madde yoğunlaşmalarıyla ilgili göstergeler .....	75
Çizelge 3.8	Ankara’daki toplam yeşil alan miktarı .....	76
Çizelge 3.9.	Kent, ilçe ve cinsiyete göre toplam nüfus adrese dayalı nüfus kayıt sistemi, 2007 .....	84

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.10. Ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları.....	88
Çizelge 3.11. Yapı işlevine ilişkin tasarım kararları .....	90
Çizelge 3.12. Değerlendirme lejantı .....	102
Çizelge 3.13. GÜÇAEL ekolojik değerlendirme çizelgesi .....	105

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Tez akış şeması .....	4
Şekil 2.1. Yapıların çevre sorunlarına etkileri .....	10
Şekil 2.2. Ekolojik yapı tasarım ölçütleri .....	13
Şekil 2.3. Doğal havalandırma ve baca etkisi .....	16
Şekil 2.4. Yatay ve düşey ısı pompaları .....	19
Şekil 2.5. Pasif güneş sistemlerinde ısıtma şekilleri .....	22
Şekil 2.6 Pasif güneş sistemlerinde soğutma şekilleri .....	23
Şekil 2.7. Doğrudan sistemler .....	24
Şekil 2.8. Doğrudan sistemler - sera uygulaması .....	25
Şekil 2.9. Güneş duvarlarının çalışma biçimi .....	27
Şekil 2.10. Su duvarlarının çalışma biçimi .....	28
Şekil 2.11. Güneş duvarı ve sera uygulaması .....	29
Şekil 2.12. Dolaylı sistemler - çatı havuzu örneği .....	30
Şekil 2.13. Dolaylı sistemler - ayırık açıklıklar örneği .....	31
Şekil 2.14. Güneş toplayıcıları .....	33
Şekil 2.15. Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması .....	36
Şekil 2.16. Yapılarda ısı akışı .....	39
Şekil 2.17. Yapılarda güneş ışıması .....	39
Şekil 2.18. Yeşil çatı uygulama detayı .....	43
Şekil 2.19. Hammaddenin ve malzemenin yaşam döngüsü .....	48
Şekil 3.1. ODTÜ Güneş Evi kesiti .....	56
Şekil 3.2. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarı kesiti .....	58

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.3. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi kesiti .....	59
Şekil 3.4. Tasarım alanının Ankara kenti içindeki konumu .....	78
Şekil 3.5. Örnek ekolojik yapının tasarlandığı alan .....	86
Şekil 3.6. Tasarım süreci .....	87
Şekil 3.7. GÜÇAEL vaziyet planı .....	94
Şekil 3.8. GÜÇAEL zemin kat planı .....	95
Şekil 3.9. GÜÇAEL asma kat planı .....	96
Şekil 3.10. GÜÇAEL A-A kesiti .....	98
Şekil 3.11. GÜÇAEL doğu ve batı cephesi .....	100
Şekil 3.12. GÜÇAEL güney cephesi ve kuzey cephesi .....	101
Şekil 3.13. GÜÇAEL ekolojik değerlendirme grafiği .....	106



**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1. Yatay ve dişey eksenli rüzgar türbinleri .....	17
Resim 2.2. Croydon Centrale Alışveriş Merkezi .....	17
Resim 2.3. Güney duvarı pencere ile kaplanmış örnek bir yapı .....	25
Resim 2.4. Güneş duvarı uygulanmış örnek bir yapı.....	27
Resim 2.5. Güneş duvarı ve sera uygulaması .....	30
Resim 2.6. Yoğunlaştırıcı toplayıcılar .....	33
Resim 2.7. Güneş pili örnekleri .....	34
Resim 3.1. ODTÜ Güneş Evi .....	54
Resim 3.2. ODTÜ Güneş Evi sera ve pencereleri .....	55
Resim 3.3. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarı .....	57
Resim 3.4. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi .....	59
Resim 3.5. Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi .....	62
Resim 3.6. Diyarbakır Güneş Evi .....	65
Resim 3.7. Gazi Üniversitesi Rektörlük yerleşkesinin uydu görüntüsü .....	85

**HARİTALARIN LİSTESİ**

<b>Harita</b>	<b>Sayfa</b>
Harita 3.1. Ankara'nın Türkiye'deki yeri .....	68
Harita 3.2. Ankara kenti ilçeleri haritası .....	69
Harita 3.3. Ankara deprem haritası .....	73

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

HCFC

CFC

SO<sub>2</sub>

°C

### Açıklama

Hidrokloraflorokarbon

Kloraflorokarbon

Kükürdioksit

Santigrad derece

### Kısaltmalar

ASKİ

BİB

ÇEDBİK

EÜ

EİEİ

GÜÇAEL

SGHC

SC

AL

U

ODTÜ

PM

PVC

RY

TOKİ

TÜBİTAK

TSE

### Açıklama

Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği

Ege Üniversitesi

Elektrik İşleri Etüt İdaresi

Gazi Üniversitesi Çevresel Araştırma ve Eğitim  
Laboratuvarı

Güneş Isı Kazancı Katsayısı

Gölgeleme Katsayısı

Hava Sızdırmazlık

Isı Geçirgenlik Katsayısı

Ortadoğu Teknik Üniversitesi

Partiküler Madde

Polivinil Klorül

Rüzgar Yönü

Toplu Konut İdaresi

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma  
Kurumu

Türk Standartları Enstitüsü

## 1. GİRİŞ

Günümüzde enerji kaynakları hızla tükenmekte ve çevre sorunları artmaya devam etmektedir. Türkiye’ de tüketilen enerjinin yaklaşık %28’i öz kaynaklardan karşılanmakta, %72’si ise ithal edilmekte ve bu oran gün geçtikçe artmaktadır [1]. Bu durum Türkiye’yi ekonomik açıdan olumsuz etkilemektedir.

Bu olumsuzlukları önleyebilmek için çeşitli çözüm yolları aranmış ve ekolojik yapı tasarım ölçütleri ve yenilenebilir enerji kaynakları kavramları ortaya çıkmıştır [2]. Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, çevre sorunlarına duyarlı ve ekolojik dengeleri bozmayan, aynı zamanda insan konforu ve sağlığı için gerekli koşulları sağlayan tasarımları gerçekleştirmektir.

Bu bağlamda tez çalışmasının amacı, öncelikle küresel ölçekte kabul edilen “ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin” belirlenerek bu çalışmada önerilen kavramsal bir çerçevede sunulması, sunulan ölçütlerin uygulanmasına yönelik yöntemlerin saptanması, bu yöntemlerin örnek bir yapı kapsamında uygulamaya geçirilmesi ve örnek yapının önerilen bir değerlendirme yöntemi kapsamında değerlendirilmesidir.

Çalışmanın amacı kapsamında tasarım alanı olarak Türkiye İç Anadolu Bölgesi Ankara kenti seçilerek kentin fiziksel çevre koşulları incelenmiş ve çevre sorunları saptanmıştır. Belirlenen ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin yapı alanındaki uygulanabilirliği irdelenmiş ve yapılan saptamalara göre örnek bir ekolojik yapı tasarlanmıştır.

Türkiye’de kurumsal olarak, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (BİB), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ), ekolojik yapı anlayışı içerisinde, yapı kalitesini yükseltecek çalışmalarda bulunmaktadır. TÜBİTAK Vizyon 2023 projesi kapsamında, İnşaat ve Çevre Teknolojileri Araştırma Grubu ile yenilenebilir enerji sistemleri ve ekolojik yapı sistemleri üzerine araştırma ve geliştirme çalışmalarına destek vermektedir [3]. Ayrıca, Türkiye’deki üniversitelerde 1980 yılından itibaren ekolojik yapılar, güneş

evleri uygulamaları, organik güneş pilleri, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili çeşitli araştırmalar yapılmakta ve enerji yönetimi kursları düzenlenmekte, ancak bu çalışmalar yeterli olmamaktadır.

Bu tez çalışması, çevre sorunları konusunda yapı sektörüyle ilgili her kesimin bilinçlenmesine katkı sağlaması ve yapı tasarımında ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin de göz önünde bulundurulmasının gerekliliğinin gösterilmesi açısından önemlidir. Türkiye’de az sayıda olan bu tür çalışmaların ve örnek yapıların gerçekleştirilmesi çevre bilincinin toplumun her kesiminde oluşmasını sağlayacaktır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması ve bu kapsamda yapılması gereken düzenlemeler konusunda örnek teşkil edecektir.

Yukarıda ifade edilen sorunlar ve kısıtlar kapsamında hazırlanan tez çalışması dört bölümden oluşmaktadır:

Tez çalışmasının giriş bölümünde, yapıların neden olduğu çevre sorunları saptanmış, çevre sorunlarının çözümüne yönelik olarak ekolojik yapı tasarımının gerekliliği ortaya konmuştur. Saptanan sorunlar ve gereklilikler kapsamında tez çalışmasının amaç ve kapsamı belirlenmiştir.

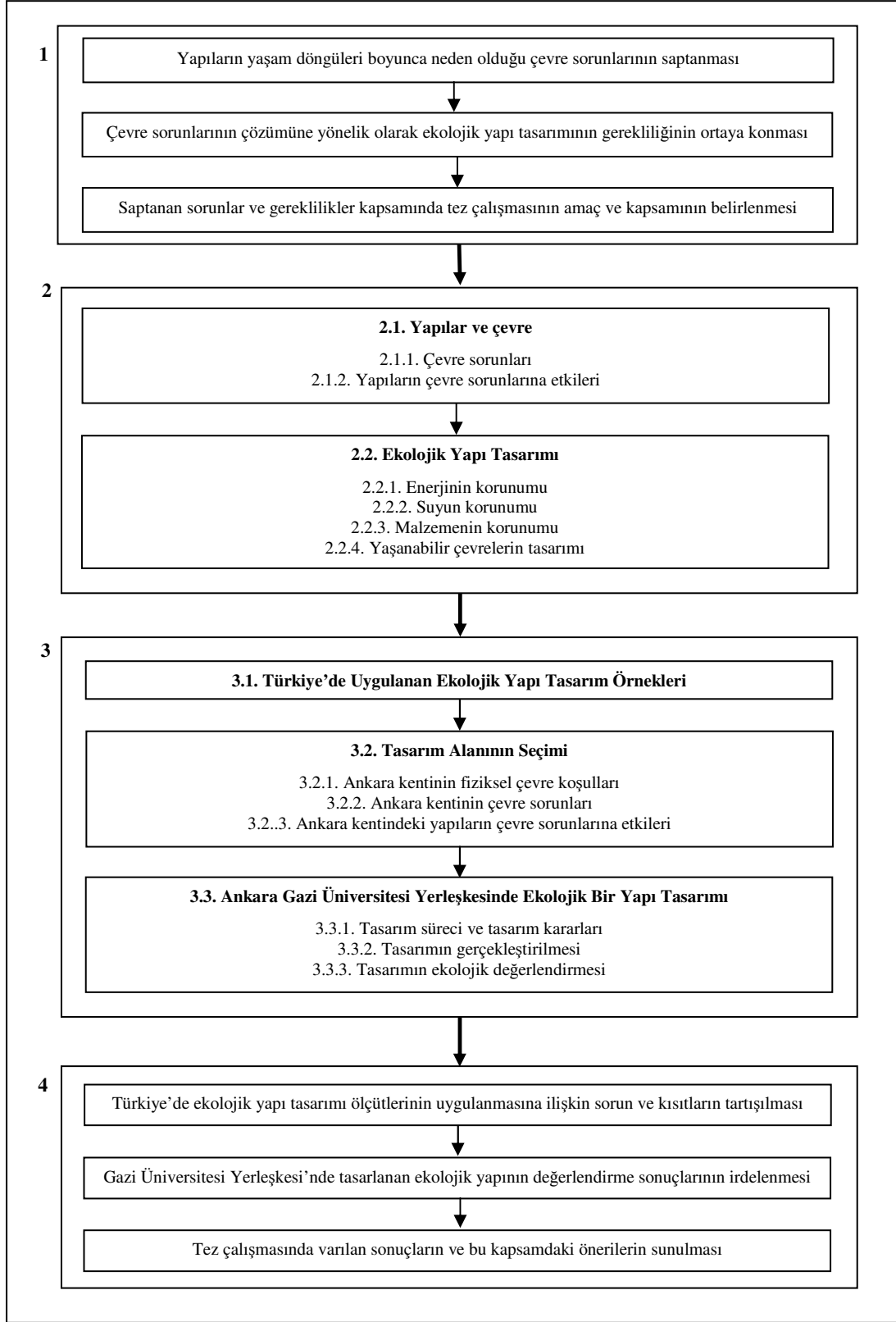
Belirlenen amaca uygun olarak, tez çalışmasının ikinci bölümünde konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenerek kaynak taraması yapılmıştır. Çevre sorunları ve yapıların bu sorunlara etkileri irdelenmiş, ekoloji kavramı ve tarihçesi hakkında bilgi verilmiştir. Küresel ölçekte kabul edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri belirlenerek kavramsal bir çerçevede sunulmuş ve bu ölçütlerin uygulama yöntemleri açıklanmıştır.

Tez çalışmasının üçüncü bölümünde, Türkiye’de uygulanan ekolojik yapılar, tasarımlarında dikkate alınan ekolojik yapı tasarım ölçütleri kapsamında sunulmuştur. Örnek bir ekolojik yapı tasarımı gerçekleştirmek amacıyla bir tasarım alanı belirlenmiştir. Türkiye İç Anadolu Bölgesi Ankara kenti olarak seçilen alana ait fiziksel çevre koşulları ve çevre sorunları saptanmış, saptanan bilgiler doğrultusunda

ekolojik yapı tasarım ölçütleri de dikkate alınarak örnek bir yapı tasarlanmıştır. Tasarlanan yapının ekolojik performansını ölçmek üzere bir değerlendirme yöntemi önerilmiş ve yapının ekolojik performansı bu yöntem dahilinde değerlendirilmiştir.

Tez çalışmasının son bölümünde, Türkiye’de ekolojik yapı tasarımı ölçütlerinin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve kısıtlar irdelenmiştir. Söz konusu sorunların giderilmesi ve Türkiye yapı sektöründe bu konuyla ilgili terminoloji oluşturulması amacıyla önerilerde bulunulmuştur. Ankara kentinde tasarlanan örnek ekolojik yapının değerlendirilmesiyle ulaşılan sonuçlar yöntem çerçevesinde tartışılmıştır.

Tez çalışmasının kapsamı, Şekil 1.1’de bir akış şeması ile ifade edilmektedir.



Şekil 1.1. Tez akış şeması

## 2. EKOLOJİK YAPILAR

Çevre sorunlarının tehlikeli boyutlara ulaşmasında yapılaşmanın büyük etkisi vardır. Yapılar, yaşam döngüleri boyunca çevre sorunlarına neden olur. Bu sorunları azaltma çabaları sonucunda ise ekolojik yapı tasarım ölçütleri ortaya çıkmıştır. Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin amacı, çevre sorunlarına duyarlı ve ekolojik dengeleri bozmayan, aynı zamanda insan konforu ve sağlığı için gerekli koşulları sağlayan tasarımları gerçekleştirmektir. Bu bölümde, çevre sorunları ve yapıların bu sorunlara etkileri irdelenmiş, ekoloji kavramı ve tarihçesi hakkında bilgi verilmiştir. Küresel ölçekte kabul edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri belirlenerek kavramsal bir çerçevede sunulmuş ve bu ölçütlerin uygulama yöntemleri açıklanmıştır.

### 2.1. Yapılar ve Çevre

Hızla artan nüfus, kentleşme ve gelişen sanayi sonucu ülkelerin doğal kaynaklarını tehdit eden kirlenmeler, çevre sorunlarını 21. yüzyılın sonuna doğru insanlığın en önemli konularından biri haline getirmiştir. Günümüzde enerji kullanımından kaynaklanan çevre sorunları tüm dünyayı tehdit etmektedir. Fosil yakıtların neden olduğu küresel ısınma, asit yağmurları, ozon tabakasındaki incelmeye ve iklim değişiklikleri en önemli çevre sorunlarıdır. Isıtma, soğutma ve iklimlendirme amacıyla tüketilen enerji dikkate alındığında çevre sorunlarının önemi daha iyi anlaşılmaktadır [4]. Çevreyi koruma ve çevre sorunlarını giderme çalışmalarının hareket noktası, temel çevre sorunlarını bilmek ve tanımaktır [5].

Dünya genelinde kullanılan enerjinin %50'si yapılarda ısıtma, havalandırma, soğutma ve aydınlatma amacıyla kullanılmakta, %25'i ise yapılara malzeme taşınması ve ulaşım sırasında tüketilmektedir. Kent çevresi yapı, etkinlik, servis ve taşımadan oluşan karmaşık matrisiyle dünyanın enerji kaynaklarının % 75'ini tüketmekte ve kitlesel oranda kirliliğe ve iklimi değiştiren gazların çıkmasına neden olmaktadır. Yapılar ve kentler hakkında verilecek doğru tasarım kararları temiz bir çevre ve gelecek için anahtar niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla, yapı sektörü gelecek adına çok ciddi bir rol üstlenmektedir [6].



### 2.1.1. Çevre sorunları

Çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etki “çevre kirliliği” olarak tanımlanmaktadır. Kentlerde araçların egzoz gazlarının neden olduğu hava kirliliği, içme sularının kirlenmesi, besinlerin sağlıksızlaşması ve insanların sağlıksız şartlarda yaşamasına neden olmuştur [7]. Çevre sorunları, çeşitli insan etkinlikleri nedeniyle çevresel değerlerin zarar görmesi sonucunda ortaya çıkmıştır. Hava, su ve toprağın zamanla niteliğinin bozularak yaşanırılığını yitirmesi, yaşam ortamları değiştiği ya da insan gereksinimleri için aşırı tüketildiği için bitki ve hayvan topluluklarının yok olmaya yüz tutması, çevresel değerlerin yitirilmesinin bir göstergesi olmakta ve sorunların ağırlığı toplumlarda duyulmaya başlamaktadır [8]. Dünyada karşılaşılan başlıca çevre sorunları hava, su, toprak ve gürültü kirliliğidir.

#### Hava kirliliği

Havanın doğal bileşiminin çeşitli nedenlerle değişmesi “hava kirliliği” olarak tanımlanmaktadır. Hava kirliliği; havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek derişim ve sürede bulunmasıdır [9]. Gün geçtikçe artan enerji gereksinimi, yüksek oranlarda teknik yanma ile birlikte hava kirliliğine yol açmaktadır. Konuya bu açıdan bakıldığında, kirlenmenin temelinde kentleşme ve endüstrileşme olguları bulunmaktadır.

Kentleşmenin neden olduğu hava kirliliği, nüfus yoğunluğunun yanı sıra, kentin topografik ve meteorolojik koşullara uygun olmayan biçimde yerleşmesinden de kaynaklanmaktadır. Kentlerdeki ısıtma sistemi, bu sistemin özellikleri ve kullanılan yakıt türleri hava kirliliğini belirleyen öğelerdir. Ayrıca kentsel alanlarda endüstri kuruluşlarının yanlış yer seçimi, endüstriyel kaynaklı kirliliğe ve yanma sonucu ortaya çıkan atık gazların yeterli teknik önlemler alınmadan havaya bırakılmasına neden olmaktadır [8]. Hava kirliliğinin neden olduğu çevresel etkiler, farklı ölçek ve

çevresel değerler üzerinde ortaya çıkmakta ve insan sağlığını, canlı ve cansız varlıkları, yerkürenin tümünü ilgilendiren etkilerle karşı karşıya bırakmaktadır.

Hava kirliliği asit yağmurlarına, asit yağmurları da ormanların zarar görmesine ve göllerin asitlenmesine böylece ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Asit yağmurunun en zararlı etkilerinden biri doğal su kaynaklarının asitlenmesi ve bunun sonucunda su canlılarının ve özellikle balıkların ölmesidir. Hava kirliliğinin toprak üzerindeki etkileri, toprak tabakasının verimsizleşmesi dolayısıyla toprak ve su kanalı ile bitki köklerinin olumsuz etkilenmesi şeklindedir. Hava kirliliği bitkiler ve hayvanlar üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Hava kirliliğinin bitkiler üzerindeki etkisi yaprak dokularının harap olması, yaprakların sararması, yeşilliğini kaybetmesi ve büyümesinin yavaşlaması; hayvanlar üzerindeki etkisi ise hava kirleticilerin hayvanların zehirlenmesine neden olması şeklinde görülmektedir [9].

Kentlerde artan enerji gereksinimi nedeniyle daha fazla yanmanın olması, kentlerin sıcaklık ortalamasını kırsal alanlara göre artırmakta bu da bulutları oluşturarak yağışların artmasına neden olmaktadır. Kentlerin üzerinde oluşan kirliliği hava katmanı, morötesi (ultraviyole) ışınlarının, dolayısıyla gün ışığının kaybına neden olmaktadır [8]. Yapılan araştırmalar ve gözlemlere göre hava kirliliğinin insan üzerindeki zararlı etkileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir [10]:

- Havadaki zararlı maddeler vücut direncini ve koruma mekanizmasını zayıflatır.
- Hava kirliliği baskısı ve özellikle yoğun zararlı maddelerle kalp ve dolaşım rahatsızlıkları meydana gelir.
- Karbonmonoksit ve benzerleri baş ağrısı yapar solunum yollarını zedeler.
- Ağır metaller ve asbest tozları akciğer kanseri yapar.
- Karbonlu hidrojenlerle çeşitli organ kanserleri meydana gelir.
- Kurşun, kadmiyum ve civa ile sinir sistemi zararları oluşur.
- Deri hastalıkları meydana gelir.
- Kükürtdioksit ve zehirli maddelerle göz mukozası zararları meydana gelir.
- Flor ve ağır metaller iskelet sistemi ve diş rahatsızlıklarına neden olur.
- Benzol ile kan kanseri tehlikesi artar, kalıtım rahatsızlıkları meydana gelir.

### Su kirliliği

Yeryüzündeki sular, güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içindedir. İnsanlar ihtiyaçları için, suyu bu döngüden alıp kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade etmektedir. Bu süreçte suya karışan maddelerin, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirmesi “su kirliliği” olarak tanımlanmaktadır. Su kirliliği, su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesidir [9].

Hava ve toprak kirliliği, suyun doğal dolaşımı nedeniyle su kaynaklarını da etkilemektedir. Su kirliliğinin nedenleri arasında tarımsal faaliyetlerle ilgili olarak toprak kaybı, bitki besin maddeleri, hayvan atıkları ve tarımsal mücadele ilaçlarının kullanımı gösterilebilir. Sanayi faaliyetleri de, fiziksel, kimyasal, fizyolojik, biyolojik ve radyoaktif kirlilik yollarıyla su kirliliğine neden olmaktadır. Ayrıca yerleşim yerleri de, katı ve sıvı atıkların sulara karışmasıyla kirlilik meydana getirmektedir. Su, birçok canlının yaşam ortamı veya yaşamlarını sürdürmesi için temel maddelerden biridir. Bu nedenle, su kirliliği insan başta olmak üzere tüm canlıların sağlığını üzerinde olumsuz etkileri olduğu gibi bitki/hayvan toplulukları ve mikroorganizmaları yani biyolojik çeşitliliği de doğrudan etkilemektedir [8].

### Toprak kirliliği

Toprağın üstüne ve içine bırakılan zararlı atık maddelerin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozması “toprak kirliliği” olarak tanımlanmaktadır [10]. Yirminci yüzyılın başından itibaren modern tarıma geçilmesi ve sanayileşmenin hızlanması ile birlikte toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaya başlamıştır [9]. Toprağın üstüne ve içine karıştırılan her türlü katı, sıvı ve gaz halindeki zararlı atık maddeler, asit yağmurları, toprağın verim gücünü azaltan ya da tamamen ortadan kaldıran yanlış arazi kullanımı ve hatalı tarım işletmeciliği toprak kirliliğine yol açan nedenler şeklinde sıralanabilir [10].

### Gürültü kirliliği

Gürültü, kaynak ve alıcıların bir çevredeki konum ve yayılma biçimlerine göre “yapı içi gürültüler” ve “yapı dışı gürültüler” olarak sınıflandırılmaktadır. Yapıların içinde bulunan elektronik/mekanik sistemler ve hayati faaliyetlerin neden olduğu gürültüler “yapı içi gürültüler”, yapıların dışında yer alan gerek yapı içindeki hacimleri, gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan bireyleri etkileyen gürültüler ise “yapı dışı gürültüler” olarak tanımlanmaktadır. Yapı dışı gürültüler genel olarak ulaşım gürültüleri (karayolu, demiryolu, hava alanı), endüstri gürültüleri (endüstri araç ve makineleri, işyeri, fabrikalar), inşaat gürültüleri (yol ve bina yapım işleri), rekreasyon gürültüleri (çocuk bahçeleri, spor alanları, atış alanları) ve ticari amaçlı gürültülerdir (açık hava sinemaları, düğün salonları, eğlence yerleri, yükseltilmiş reklâm ve müzik yayınları, sesli satıcılar) [11]. Gürültü kirliliğini azaltmak için alınabilecek bazı önlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir [9]:

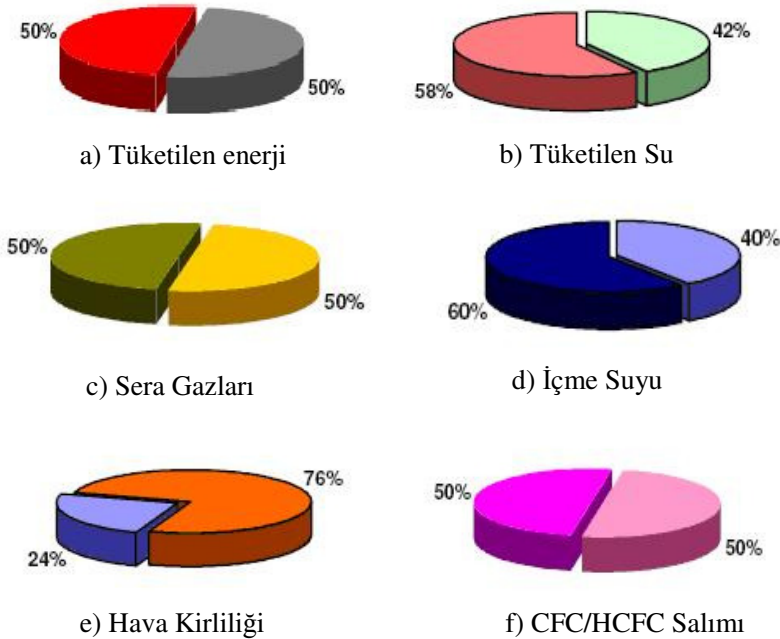
- Hava alanlarının, endüstri ve sanayi bölgelerinin yerleşim bölgelerinden uzak yerlerde kurulması,
- Motorlu taşıtların gereksiz korna kullanımının önlenmesi,
- Kamuoyuna açık olan yerler ile yerleşim alanlarında elektronik olarak sesi yükseltilecek müzik aletlerinin çevreyi rahatsız edecek seviyede olmasının önlenmesi,
- İşyerlerinde çalışanların maruz kalacağı gürültü seviyesinin en aza (Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde belirtilen sınırlara) indirilmesi,
- İnşa edilen yapılarda ses yalıtımı sağlanması,
- Radyo, televizyon ve müzik aletlerinin evlerde rahatsızlık verecek seviyede seslerinin yükseltilmemesi.

Yukarıda ifade edilen çevre sorunlarına neden olan başlıca sektörlerden biri de yapı sektörüdür. Yapılar buldukları çevre ile karşılıklı ve yoğun bir etkileşim içindedir. Bu nedenle, tasarım aşamasında alınan kararlar yapıların neden olduğu çevre sorunlarını doğrudan etkileyecektir [12].

### 2.1.2. Yapıların çevre sorunlarına etkileri

Nüfus artışı nedeni ile artan konut gereksinimi beraberinde enerji tüketimini de getirmiştir. Dünya enerji tüketiminde %75'lik bir orana sahip olan yapı sektörü mevcut enerji kaynaklarını en çok tüketen sektördür [2]. Dünya genelinde tüketilen enerjinin %50'si, suyun %42'si yapıların yapımında ya da kullanım süreçlerinde harcanmaktadır [9].

Benzer şekilde küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme suyundaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü, CFC (kloroflorokarbon) ve HCFC (hidrokloroflorokarbon) salımlarının %50'si yapılarla ilgili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır [9]. Şekil 2.1'de yapıların çevre sorunlarına etkileri tüketilen enerji, tüketilen su, sera gazları, kullanılan içme suyu, hava kirliliği ve CFC/HCFC salımı açısından grafiklerle ifade edilmektedir.



Şekil 2.1. Yapıların çevre sorunlarına etkileri [9]

Yapıların neden olduğu çevre sorunları, kullanılan malzeme ve tüketilen enerji miktarı, yapının esnekliği, hizmet ömrü ve dayanıklılık özelliklerini belirleyen çevresel tasarım kararları ve kaynak kullanımı nedeniyle ortaya çıkan kirlenmelerle

oluşur. Ayrıca yapının üretim ve kullanım-işletim aşamaları süresince arazi kullanımı ve mekanik sistemlere duyulan gereksinimler de çevresel etkileri belirleyen parametrelerdir [8]. Tasarım ve inşaat sürecinde doğal çevrenin dikkate alınarak yapı malzemelerinin bilinçli şekilde kullanımı ile çevreye daha az zararlı yapıların inşa edilebilmesi mümkündür [13]. Yapıların çevreye olan zararlı etkilerini en aza indirebilmek amacı ile “ekolojik yapı tasarımı” kavramı ortaya çıkmıştır.

## 2.2. Ekolojik Yapı Tasarımı

“Ekoloji” sözcüğü, hane (bir evde aile ya da grup olarak birlikte yaşayan bütün insanlar) ya da hanenin geçimiyle ilgili her şey anlamına gelen Yunanca “oikos” sözcüğü ile bilim, düzenli veya mantıklı söz anlamına gelen “logos” sözcüklerinden türemiştir. İlk olarak 1869 yılında Alman Biyoloji Uzmanı Ernest Haeckel tarafından çeşitli organizmaların birbirleri ve çevresi ile ilişkilerini inceleyen bilim dalını tanımlamak amacıyla önerilmiş ve kullanıma girmiştir [14].

Ekoloji, organizmalarla çevrelerini ve bu iki varlığa ait öğelerin karşılıklı ilişkilerini araştıran bilimdir [15]. Ekoloji, canlı türlerinin ilişkileri kadar yenilenebilir ve zararsız enerji kullanımı ile doğanın ve döngülerinin korunumunu destekleyen bilim dalı için de kullanılmaktadır.

Bir başka ifade ile ekoloji bir ürünün üretiminden yok oluşuna kadar geçen süreçte çevre sistemlerinin olumsuz etkilenmesini en aza indirgeyecek sistemlerin bilimsel olarak araştırılıp uygulanmasının yollarını arayan bilim dalı [16]; canlı varlıklarla çevreleri arasındaki ilişkileri inceleyen biyoloji kolu veya canlı varlıkların birbirleriyle ve buldukları ortamla ilişkilerini inceleyen bilimlerin tümüdür [9].

Çevre bilimi olarak da bilinen ekoloji, çeşitli yan dalları da beraberinde getirmiştir. Ekolojik mimarlık bu yan dallardan biri olup enerji mimarlığı olarak da adlandırılabilir [17]. Ekolojik mimarlık, bir yapının enerji ihtiyacını en aza indirmek amacıyla, tasarımın ve malzeme seçiminin bu yönde gerçekleşmesidir. Ekolojik yapı tasarımında pasif tasarım esasları uygulanırken, malzeme seçimi ve yapıyla

bütünleştirilecek sistemlerle, yapıda gereksinim duyulacak enerjinin üretimine katkıda bulunulması hedeflenmektedir [18].

Yeşil yapı veya sürdürülebilir yapı olarak da adlandırılan ekolojik bir yapı, doğal malzemelerin kullanıldığı, az enerji tüketen ve bu enerjiyi de doğal güneş ışığı ile elde eden, bakımı kolay ve ekonomik olan yapı olarak tanımlanabilir. Ekolojik yapılar çevre sistemlerini en yüksek düzeyde korumayı esas alırken, yapı içinde de insanlar için en uygun ortamı sağlamalıdır [16]. Ekolojik bir yapı, bulunduğu ortamın özelliğine ve kullanıcının koşullarına göre tasarlanmalıdır [19].

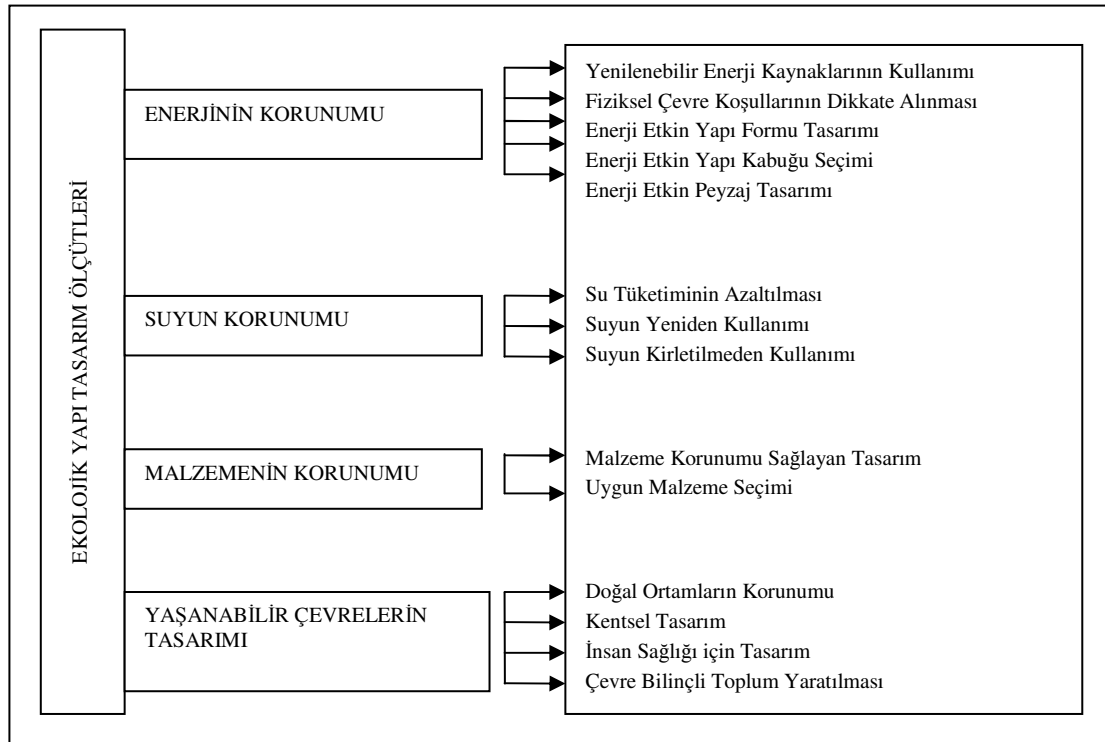
Gelecek nesillerin de dünya üzerinde en az bugünkü olanaklarla yaşamlarını sürdürebilmeleri için ekolojik yapı tasarımının kaynaklara tutumlu, insan ve doğaya saygılı yaklaşımı gözeten, dayanıklı ve doğaya saygılı malzemelerden seçilmesi gereklidir [17]. Ekolojik yapı tasarımı enerji, su ve malzeme korunumlu yapı inşa etmeyi hedeflemeli, bu konuda teknik olarak uygulanabilecek ısıtma, sıcak su, elektrik gibi enerji alanlarındaki her tasarruf olasılığını kapsamalıdır [8].

Ekolojik yapılarda kullanılan yapı malzemeleri, enerji etkin, üretimi ve kullanımı sırasında gereğinden fazla enerji tüketmeyen, gerek enerji kullanımı gerekse içinde barındırabileceği zararlı maddelerle çevreye ve dolayısıyla yaşam sağlığına en düşük düzeyde zarar veren, uzun ömürlü, bakım onarımı kolay, yenilenebilir ve geri dönüşebilir malzemelerdir [6]. Bu malzemeler “ekolojik, yeşil veya sürdürülebilir yapı malzemesi” olarak adlandırılmaktadır. Yapı tasarımında seçilecek yapı malzemesinin çevreye olan etkisi hizmet ömrü boyunca dikkate alınmalıdır. Mimari projenin çevre konusundaki önceliğine göre malzemelerin ekolojik olma niteliği bir ya da birden fazla ölçüte göre değerlendirilebilir.

Ekolojik yapı tasarımının kapsadığı hedefler, enerjinin, bakım ve onarım maliyetlerinin, yapıyla ilişkili hastalıkların, atık ve kirliliğin azaltılması; bunların yanı sıra yapı malzemelerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı ve bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğinin artırılmasıdır [20]. Sözkonusu hedefler kapsamında yapı sektöründeki tasarımcılar çevreye saygılı, enerji tüketimini en aza indirgeyen,

doğal kaynakların kullanımını azaltıp yenilenebilir ve yerel kaynaklar kullanan [21], sağlıklı iç mekanlar yaratan, güneş enerjisi, doğal havalandırma ve doğal aydınlatmayı kullanan, bulunduğu arazinin fiziksel çevre koşullarına (iklim, bitki örtüsü, topografya, yön, hakim rüzgar, alt yapı) uygun [22], yapı kabuğunda enerji korunum düzeyini arttıran, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir, sık sık bakım-onarım gerektirmeyen yapı malzemeleri içeren ekolojik yapılar tasarlamayı ilke edinmelidir [23].

Ekolojik bir yapı tasarımı, araziye uyumlu, kullanıcıyı düşünen, kaynak etkin, sağlıklı iç mekanlar yaratan, dayanıklı, bakım-onarımı kolay ve farklı koşullara uyabilen esnek tasarım özelliklerini taşımaktadır [24]. Bu bağlamda, bu tez çalışması kapsamında ekolojik yapı tasarım ölçütleri, “enerjinin korunumu”, “suyun korunumu”, “malzemenin korunumu” ve “yaşanabilir çevrelerin tasarımı” şeklinde sınıflandırılmıştır [25]. Bu ölçütler, Şekil 2.2’de kavramsal bir çerçevede ifade edilmektedir.



Şekil 2.2. Ekolojik yapı tasarım ölçütleri [25]



### 2.2.1. Enerjinin korunumu

Enerji kaynaklarının kullanımı, bu kaynakların çıkarılması ve üretimi sırasında başlamakta, yapının yapım ve kullanım süreçlerinde de devam etmektedir. Yapıların kullanım sürecinde ısıtma, havalandırma, aydınlatma ve donanım amacıyla tüketilen enerji ekosisteme zarar vermektedir [26]. Tüketilen enerjinin yeniden kazanılması da mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, yapıların tasarımında enerji korunumu sağlayan çözümler üretilmelidir. Çizelge 2.1’de enerjinin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntemler ve çözümler ifade edilmektedir.

Çizelge 2.1. Enerjinin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler

ENERJİNİN KORUNUMU	
YÖNTEMLER	ÇÖZÜMLER
Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	Güneş pili kullanımı
	Pasif güneş sistemlerinden yararlanma
	Isı kayıplarının önlenmesi
	Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması
	Isıtmada güneş toplayıcılarından yararlanılması
	Havalandırma ve soğutmada rüzgar enerjisi kullanımı
	Doğal yapı malzemesi seçimi
	Isıtma ve soğutmada ısı pompalarının kullanımı
	Yüksek verimli ısıtma ve soğutma tesisatı kullanımı
	Enerji etkin aydınlatma gereçlerinin seçimi
Fiziksel Çevre Koşullarının Dikkate Alınması	Yapının doğru yönlendirilmesi
	Yerleşim için uygun alanının seçilmesi
Enerji Etkin Yapı Formu Tasarımı	Tasarımda basit geometrik şekillerin kullanımı
	İç mekanları verimli kullanabilen yapıların tasarlanması
	Yapıların doğu-batı doğrultusunda yerleşiminin sağlanması
	Güney cephelerin genişleterek güneş kazancının artırılması
Enerji Etkin Yapı Kabuğu Seçimi	Yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
	Yalıtım malzemelerinin iyi seçilmesi
	Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanımı
Enerji Etkin Peyzaj Tasarımı	Bitkilerden ısıtma ve soğutma amacıyla yararlanılması
	Yeşil çatı uygulamalarının kullanımı

Çizelge 2.1’de ifade edilen enerjinin korunumuna yönelik yöntemlerin anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliğinin sağlanması için öncelikle yenilenebilir enerji kaynakları, fiziksel çevre koşulları, enerji etkin yapı formu, enerji etkin yapı kabuğu, ve enerji etkin peyzaj kavramları tanımlanmalıdır.

### Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Enerji kaynakları, herhangi bir yöntemle enerji üreten kaynaklardır [27] Enerji kaynakları, oluşumlarına bağlı olarak yenilenemeyen (fosil) enerji kaynakları ve yenilenebilir (doğal) enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır [28]. Yenilenemeyen enerji kaynakları milyonlarca yıldır depolanmış olan taşkömürü, petrol, doğalgaz, linyit, turba, toryum, asfaltit, uranyum gibi fosil kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise hidrolik enerji, dalga enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve güneş enerjisi gibi doğal kaynaklardır.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının öngörülen ömür sürelerine göre dünya petrol rezervlerinin 40 yıl, doğal gaz rezervinin 60 yıl, kömür rezervlerinin de yaklaşık 240 yıl ömrü olduğu tahmin edilmektedir. Endüstri devriminin başlangıcından bu yana giderek artan ve aşırı boyutlara ulaşan, artışı tükenme pahasına sürdürülen fosil yakıt kullanımı, çevre sorunlarının oluşmasının temel nedenidir [28]. Enerji tüketiminde önemli bir payı bulunan yapı sektöründe en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar enerjisi, jeotermal enerji ve güneş enerjisi olarak sınıflandırılabilir.

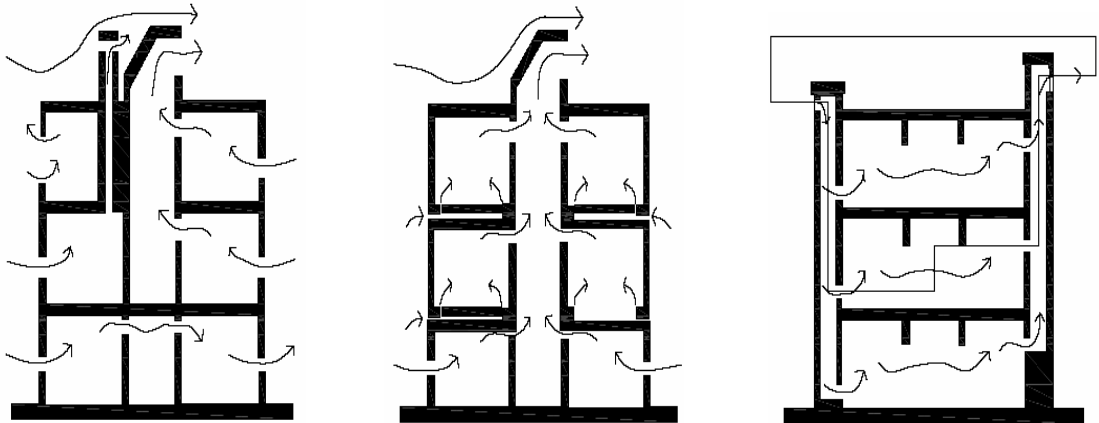
#### *Rüzgar enerjisi*

Atmosferdeki sıcaklık ve basınç farklılıklarından dolayı hava kitlelerinin yer değiştirmesi “rüzgar” olarak tanımlanmaktadır. Dönüşüme uğramış güneş enerjisi olan rüzgar enerjisi, hava kitlesinin sahip olduğu kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesidir [18]. Yapılarda rüzgar enerjisinden pasif ve aktif rüzgar sistemleri aracılığıyla yararlanılmaktadır.

### Pasif rüzgar sistemleri

Yapılarda doğal havalandırma aracılığıyla rüzgardan pasif olarak yararlanılabilir. “Doğal havalandırma”, dış ortam rüzgar ve sıcaklık farkının yarattığı basınç farkı aracılığıyla sağlanır. Kot farkına dayalı basınç farkı ile havalandırmanın güçlendirilmesi “baca etkisi” olarak tanımlanmaktadır [29].

Yaz mevsiminde rüzgar yönüne ve serin olan kuzey yönlerine açılan alt kotlardaki açıklıklardan havanın alınması, mekanlar arasında ve düşeyde doğal dolaşımın sağlanması ve üst kotlardaki açıklıklardan ısınmış havanın dışarı atılması yöntemi ile doğal havalandırma sağlanabilir. Bu yöntem dikkate alınarak tasarlanan özel “güneş bacaları” aracılığıyla baca etkisi yaratılarak havalandırmayı güçlendirmek mümkündür. Ayrıca, sera etkisiyle güneş bacası içinde ısınan havanın, kış mevsiminde mekanlara doğal dolaşım yoluyla ulaştırılması doğal havalandırma ve baca etkisi sağlar [29]. Şekil 2.3’de doğal havalandırma ve baca etkisi şematik olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.3. Doğal havalandırma ve baca etkisi

Yapılarda kullanılan pasif rüzgar sistemlerinden biri de ağzı daraltılmış huni benzeri bir düzenek olan “venturi bacaları”dır. Esen rüzgar, düşey yöndeki venturi bacasından geçerken hızlanarak iç mekana temiz ve serin hava olarak alınır. İç mekanda ısınıp yükselen kirli hava ise rüzgarın yatay geçiş yaparken yarattığı vakum aracılığı ile dışarı atılır [30].

### Aktif rüzgar sistemleri

Yapılarda elektrik üretiminde, pompaj sistemlerde ve ısı enerjisi elde edilmesinde rüzgardan aktif olarak yararlanılabilir. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan uygulama, rüzgar türbinleriyle elektrik üretimidir [1]. Yatay ve dişey eksenli olarak sınıflandırılan rüzgar türbinlerinde bir pervane, bir güç şaftı ve rüzgar kinetik enerjisini elektrik enerjisine çeviren bir jeneratör kullanılmaktadır [17]. Resim 2.1’de yatay ve dişey eksenli rüzgar türbinleri sunulmaktadır.



a) Yatay eksenli rüzgar türbini



b) Dişey eksenli rüzgar türbini

Resim 2.1. Yatay ve dişey eksenli rüzgar türbinleri [1]

Küçük ve orta ölçekli rüzgar türbinleri tek konut ölçeğinde kullanılırken, büyük ölçekli türbinler rüzgar santralleri gibi büyük tesislerde kullanılmaktadır. Resim 2.2’de Londra’da rüzgar enerjisinden yararlanılarak tasarlanan ve inşa edilen Croydon Centrale Alışveriş Merkezi’nin ön cephesinden bir görünüm sunulmaktadır.



Resim 2.2. Croydon Centrale Alışveriş Merkezi [17]

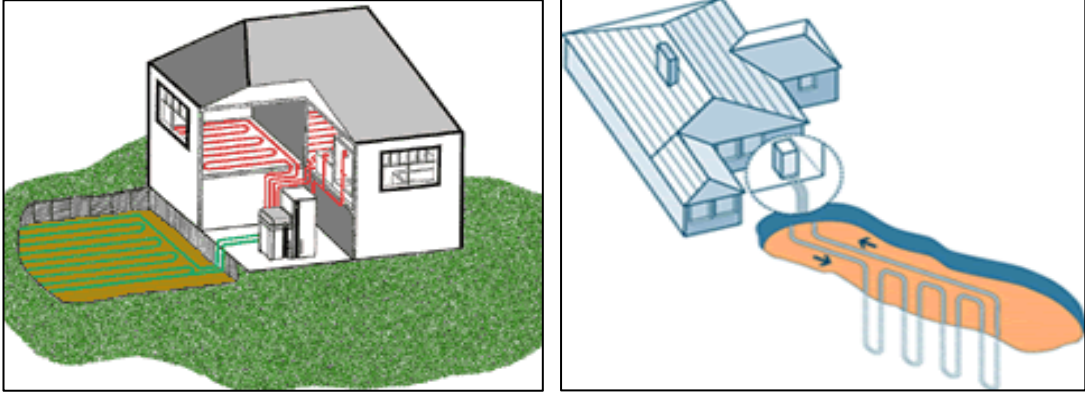
### *Jeotermal enerji*

Jeotermal enerji, yerküre içindeki içsel enerjinin bir sonucudur. Bu enerji, yüzeye yakın derinliklerde sıcak su ve buhar olarak yoğunlaşır ve erişilebilecek derinliklerde hidrotermal sistemleri oluşturur [31]. Bu içsel enerji kendiliğinden ortaya çıktığı gibi sondaj çalışmalarıyla da temin edilebilmektedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi, konutların ısıtma ve soğutması, sera ısıtması, endüstriyel ve tarımsal kurutma ve kaplıca turizmi gibi alanlarda yararlanmak mümkündür [1].

Yüksek rezerv sıcaklığına (>150°C) sahip jeotermal kaynaklar elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Jeotermal enerji sistemleri, jeotermal akışkanın uygulama yöntemlerine göre ısı pompaları, kuyu içi eşanjörler ve ısı boruları olarak sınıflandırılabilir. Jeotermal enerjinin kaynak arama, dağıtım ve enerji kazanımı süreçlerinde neden olduğu olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesi için jeotermal akışkanın yeryüzüne çıkarılmaması gerekir. Kuyu içi eşanjör sistemleri, bu konuda kullanılan ilk sistemlerden olup güncelliğini korumaktadır. Isı boruları çok yeni bir teknoloji olup geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Yapılarda en çok kullanılan sistem ise ısı pompalarıdır [17].

Isı pompalarında, hava, toprak ve jeotermal akışkan gibi düşük sıcaklık kaynaklarını kullanılmaktadır. Dünya yüzeyinin büyük bölümünde yaklaşık 3 m. derinliğe kadar sıcaklık 10-16°'dir. Isı pompaları aracılığıyla bu sıcaklıktan yapıları ısıtmak ve soğutmak amacıyla yararlanılmaktadır. Kış mevsiminde, nispeten daha sıcak olan zemindeki ısı bu pompalarla yapıya alınmaktadır. Yaz mevsiminde ise yapıdaki sıcak hava yapıdan alınıp daha soğuk olan toprağa verilmektedir [32]. Şekil 2.4'te ifade edildiği gibi ısı pompaları yatay ve düşey olarak sınıflandırılmaktadır.

Yatay ısı pompaları yeryüzüne yakın ve yatay halde bulduklarından ısı değişimlerinden çok fazla etkilenecek sistem veriminin düşmesine neden olur. Yeraltında belli bir derinlikten sonra ısının bütün bir yıl sabit olması ve yatayda daha az yer kaplaması nedeniyle düşey ısı pompalarının kullanımı daha elverişlidir [17].



a) Yatay ısı pompası

b) Düşey ısı pompası

Şekil 2.4. Yatay ve düşey ısı pompaları

### *Güneş enerjisi*

Güneş, yarıçapı dünya yarıçapının 109 katı ve kütlesi dünyanın kütlesinin 330 000 katı olan, yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıklı, dünyaya 1.496 x 10<sup>8</sup> km uzaklığında bir yıldızdır. Güneşte her saniyede 564 milyon ton hidrojen 560 milyon ton helyuma dönüşmekte ve kaybolan 4 milyon ton kütle karşılığı 3.86 x 10<sup>26</sup> joule enerji açığa çıkmaktadır [33].

Güneşin bir saniyede ürettiği enerji miktarı, dünyanın şimdiye kadar kullandığı enerji miktarından fazla olup dünya güneşten gelen enerjinin milyarda birini almaktadır. Güneş enerjisinin uzaydan geçerek dünyaya ulaşması elektromanyetik radyasyonla olmaktadır. Bu nedenle, güneş enerjisinin dünyada kullanılabilmesi için öncelikle çeşitli yöntemlerle dönüştürülmesi gerekmektedir [34]. Günümüzde güneş enerjisinin yaygın olarak kullanıldığı alanlar; yapıların ısıtması, soğutması ve güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir [35].

Türkiye, güneş kuşağı adı verilen ve güneş enerjisi açısından zengin sayılan bir bölgede bulunmasına karşın güneş enerjisinden yeterli derecede yararlanamamaktadır. Türkiye’de yıllık ortalama güneşlenme süresi 2651.5 saat, yıllık güneş enerjisi ışınım şiddeti ise 1344.5 kWh/m<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Türkiye’deki coğrafi bölgelere göre yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri Çizelge 2.2’de ifade edilmektedir [36].

Çizelge 2.2. Türkiye’deki coğrafi bölgelere göre yıllık ortalama güneş ışınım şiddetleri ve güneşlenme süreleri [36]

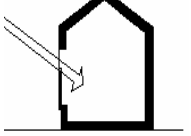

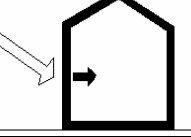



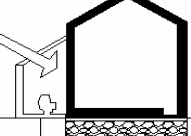
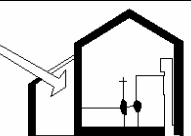
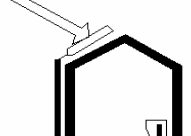
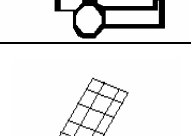
Coğrafi Bölgeler	Yıllık Ortalama Güneş Işınım Şiddetleri (kWh/m <sup>2</sup> )	Yıllık Ortalama Güneşlenme Süreleri (saat)
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	1491,2	3015,8
Akdeniz Bölgesi	1452,7	2923,2
İç Anadolu Bölgesi	1432,6	2711,5
Ege Bölgesi	1406,6	2726,1
Doğu Anadolu Bölgesi	1398,4	2692,5
Marmara Bölgesi	1144,2	2525,7
Karadeniz Bölgesi	1086,3	1965,9

Güneş enerjisi yenilenebilir bir enerji oluşu, çevreye zarar vermemesi, yerel olarak uygulanabilmesi ve karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi gibi üstünlükleri ile son yıllarda çok tercih edilen bir enerji kaynağıdır. İnsanoğlu dünyada var olduğundan beri güneş enerjisinin önemini fark etmiş uzun yıllar özel yöntem ve teknikler geliştirmeden güneş enerjisinden yararlanmıştır [37].

Yapılarda güneş enerjisinden pasif ve aktif olmak üzere iki temel sistem aracılığıyla yararlanılmaktadır [35]. Mekanların ısıtılması için güneş enerjisinden yararlanılabilecek tasarım yaklaşımları “pasif sistemler” olarak adlandırılırken, tasarıma eklenen her yeni teknolojik ürün “aktif sistemler”e doğru atılan bir adım niteliğindedir.

Pasif ve aktif sistemler, Çizelge 2.3’de şematik olarak sunulmaktadır. Çizelgede, yapının mekanik sistemlerle desteklenmesi ile aktif güneş sistemlerine geçildiği ve sistemlerin pasif sistemlerle de istendiğinde desteklenebileceği ifade edilmektedir [17].

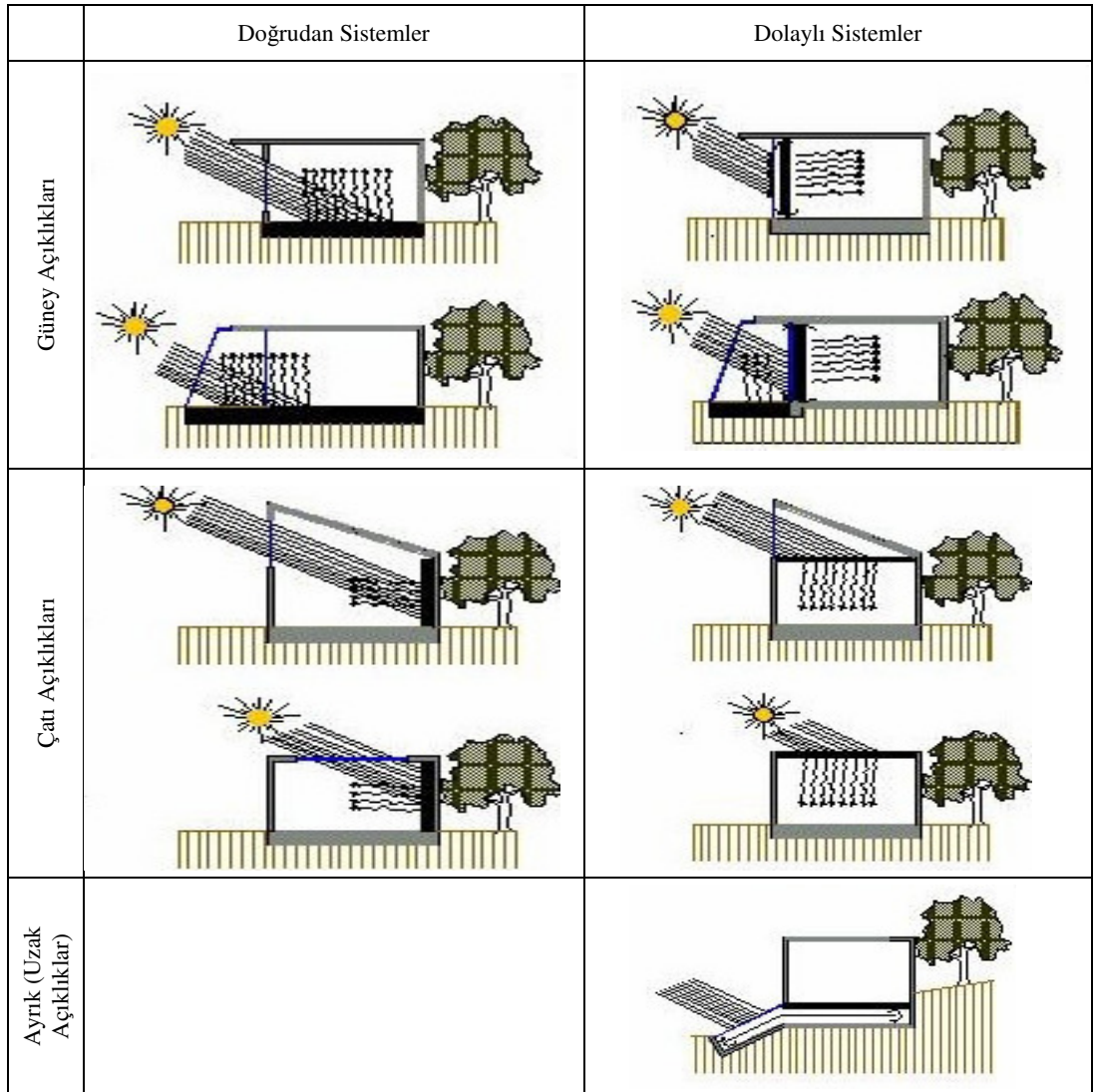
Çizelge 2.3. Yapılarda aktif ve pasif sistemler [17]

PASİF	Güney Penceresi	
	Kış Bahçesi	
	Güneş Duvarı (Doğrudan Sistem)	
	Güneş Duvarı (Dolaylı Sistem)	
	Camlı Ek Bina	
	Uygulama Alanının Mekanik Donanım ile Desteklenmesi	
	Uygulama Alanının Ek Isı Depolayıcı Önlemlerle Desteklenmesi	
	Uygulamalarda Isı Dağılımının Otomatik Olarak Kontrol Edilmesi	
AKTİF	Su ve Hava Toplayıcıları Uygulaması	
	Yüksek Verimli Toplayıcı ve Güneş Pili Kullanımı	



### Pasif güneş sistemleri

Yapılarda güneşten pasif olarak yararlanabilmek için, güneş enerjisi yapının duvar, çatı ve benzeri elemanları tarafından toplandıktan sonra iletim, taşınım ve ışınlım yollarından bir veya birkaçı kullanılarak iç mekanlara aktarılmaktadır [38]. “Doğrudan” ve “dolaylı” olarak sınıflandırılan bu sistemlerde [1] ısıtma ve soğutma sağlayan açıklıklardan yararlanır. Bu açıklıklar, güney açıklıkları, çatı açıklıkları ve ayrık (uzak) açıklıklar olarak sınıflandırılabilir [35]. Şekil 2.5 ve Şekil 2.6’da pasif güneş sistemlerinde ısıtma ve soğutma şekilleri ifade edilmektedir.

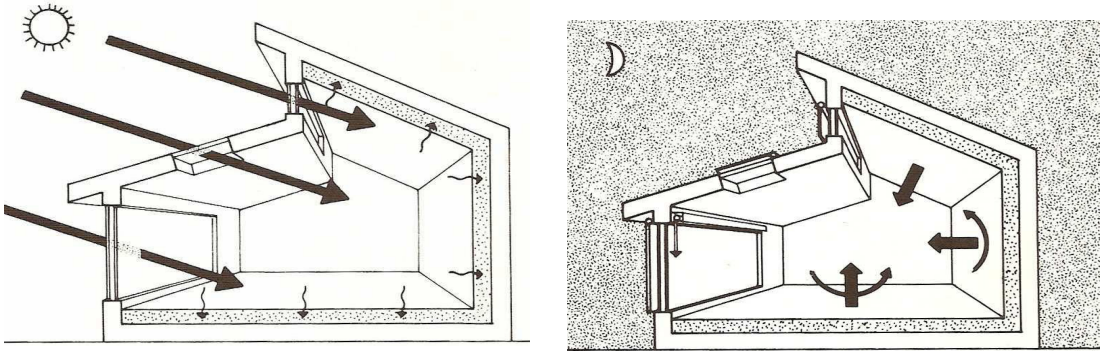


Şekil 2.5. Pasif güneş sistemlerinde ısıtma şekilleri [17]

	Doğrudan Sistemler	Dolaylı Sistemler
Güney Açıklıkları		
Çatı Açıklıkları		
Ayrık (Uzak Açıklıklar)		

Şekil 2.6 Pasif güneş sistemlerinde soğutma şekilleri [17]

“Doğrudan sistemler”, güneş ışığının cam yüzeyler aracılığıyla doğrudan mekana alınması şeklinde çalışmaktadır [35]. Bu sistemlerde yapı, güneş ışınlarını alabilecek ve doğrudan iç mekanlara aktarabilecek şekilde tasarlanır. Başka bir deyişle güneş ışınları yapı içine ara bir sistem gerekmeden alınır ve bu enerjinin tutulması, depolanması sağlanır [39]. Doğrudan sistemlerde, güney açıklıkları ve çatı açıklıkları yer almaktadır. Şekil 2.7’ de doğrudan sistem örnekleri ifade edilmektedir.



Şekil 2.7. Doğrudan sistemler [38]

Doğrudan sistemlerde güney açıklıkları, *pencereler*, *seralar* ve çatılara yerleştirilmiş yatay ya da dikey *çatı pencerelerinden* oluşmaktadır. Pencerelerin kullanımı aynı zamanda havalandırma, doğal aydınlatma, manzaraya açılma gibi işlevleri yerine getirmekte ve yapım maliyetini arttırmamaktadır. Kışları soğuk geçen iklim bölgelerinde kapı ve pencere açıklıklarının kuzeye yerleştirilmeleri; güneşten ısı kazancının göz ardı edebilecek kadar az olması ve kış rüzgarlarının genellikle kuzeyden eserek hava sızmalarını ve ısı kaybının arttırması nedeniyle tercih edilmez.

Doğu ve batıya yerleştirilen açıklıklardan, kışın güney cephesine oranla az olmakla birlikte, bir miktar güneş kazancı elde etmek mümkündür. Ancak yaz güneşinin sabah ve öğleden sonra yatık gelmesi nedeniyle, bu açıklıkları korumak çok zordur ve aşırı ısınma sorunuyla karşılaşılabilir. Güney pencereleri ise kışın yatık gelen güneş ışınlarından neredeyse gün boyu yararlanılabilir ve yazın daha dik gelen ışınlardan korunmaları kolaydır. Dolayısı ile açıklıkların güney cephesinde büyük, kuzey, doğu ve batı cephelerinde ise, doğal aydınlatma ve havalandırmayı sağlamak koşuluyla, olabildiğince küçük tutulmaları gerekir [39].

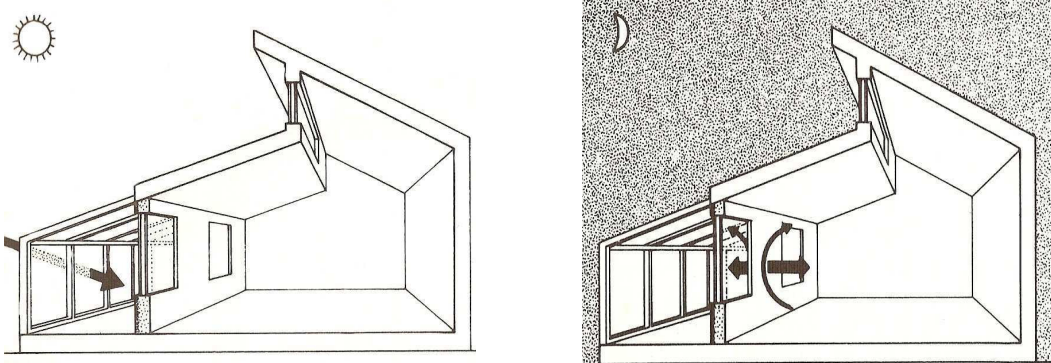
Güney pencereleri güneşten pasif yararlanmada çok yaygın olarak kullanılabilen sistemlerdir. Ancak, duvarla karşılaştırıldığında, zayıf yalıtım özelliklerinden ötürü, ısı kaybına ve kazancına çok daha fazla açık olduğu için, kış ve yaz önlemlerinin alınması ve çift cam uygulaması önem taşımaktadır. Gece yalıtımı uygulamaları ise gün batımından sonra oluşacak ısı kayıplarından kurtulmak için gereklidir. Bu hareketli yalıtım elemanları içeriden ya da dışarıdan takılan kepenk, stor ya da jaluzi

şeklinde olabilir veya en azından perdelerin sıkıca kapatılmasıyla kayıplar azaltılmalıdır. Yaz gündüzlerinde pencereler, saçak, güneş kırıcı ya da perde yardımıyla kolaylıkla korunabilir. [40]. Resim 2.3’de güney duvarı pencere ile kaplanmış örnek bir yapı sunulmaktadır.



Resim 2.3. Güney duvarı pencere ile kaplanmış örnek bir yapı [40]

Seralar, iç mekanla bahçe arasında geçişi sağlayan, yapıya ısı, taze hava ve nem sağlayabilen ve içinde yaşanabilen toplayıcılarıdır. Güneşe bakan cam yüzeylerin artması kış günlerinde ısı kazancını arttırmakta, buna karşılık güneşin olmadığı saatlerde ısı kaybının, yazın da istenmeyen ısı kazancının artması gibi olumsuzluklar getirmektedir. Bu nedenle, kış akşamları için gece yalıtımı, yaz gündüzleri içinde güneşten korunma güney pencerelerine göre daha büyük önem taşımaktadır [40]. Şekil 2.8’de doğrudan sistem olan bir sera uygulaması şematik olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.8. Doğrudan sistemler - sera uygulaması [1]

Çatı açıklıkları ısı kazanmak için çok iyi olmamasına karşın, güney cepheden yararlanılmadığı veya güney cephesinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmalıdır. Yüksekçe yerleştirilmiş bu açıklıklar ısınan havanın hafifleyerek yükselmesi ilkesinden dolayı kışın ısı kayıplarına çok uygundur ve gece yalıtımı büyük önem taşır. Fakat bu açıklıklar çok iyi bir doğal havalandırma kaynağıdır. Isınan hava yükselerek bu açıklıklardan dışarıya atılır ve atılan hava yerine yerine iç mekana bu açıklıktan serin ve temiz hava alınır.

“Dolaylı sistemler”, cam yüzey ve arkasına yerleştirilmiş genelde siyaha boyanmış beton, dolu tuğla, kerpiç veya taş gibi ısı depolamaya uygun ısıl kütleden oluşmaktadır. Güneş önce cam yüzeyden geçerek duvara gelmekte, sonra ışınlım ya da taşınım yoluyla iç mekana verilmektedir. Gece dışarıya ısı kaybını engellemek için perde, yazın aşırı ısınmaya karşı kepenk gibi elemanlar kullanılmaktadır [35].

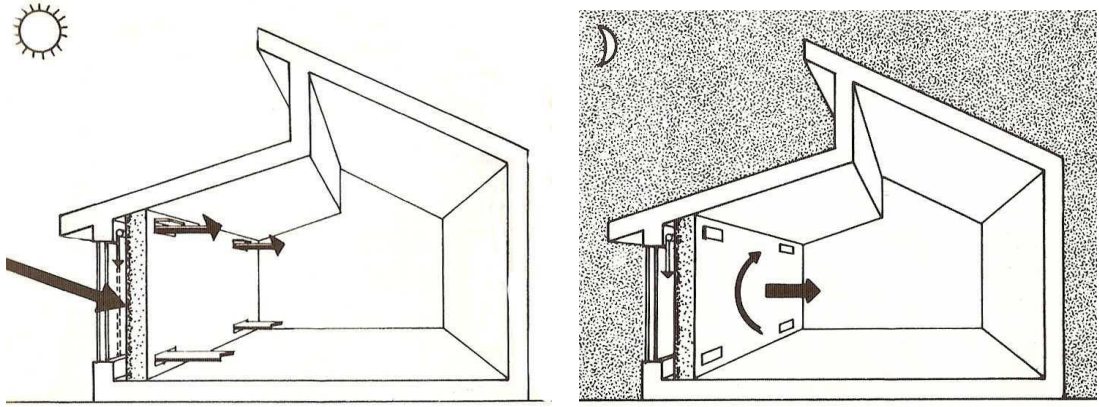
Dolaylı sistemlerin en büyük üstünlüklerinden birisi, yapım kolaylığı ve hareketli yalıtımın dışında hareketli parçaların olmamasıdır. Isıl kütlede depolanan ısının akşam saatlerinde de içeriye ısı vermeyi sürdürmesi ve içeride yaşayanların en azından ılık duvar ya da tavanla yüz yüze kalmalarıdır. En temel olumsuzlukları ise ısıl kütlenin sabahları geç ısınması, sonra da içeriye aktarılan ısının denetlenememesidir.

Dolaylı sistemler kapsamında da dolaysız sistemlerde olduğu gibi güney açıklıkları, çatı açıklıkları ve ayırık açıklıklar yer almaktadır. Güney açıklıklarında kullanılan başlıca yöntemler, “güneş duvarı (trombe duvarı)” yöntemi, “güneş odası” yöntemi ve “su duvarı” yöntemidir. Bu yöntemler iç mekan sıcaklıklarının daha kolay kontrol altında tutulmasını sağlar.

*Güneş duvarı*, cam yüzey ve 10-15 cm. arkasına yerleştirilmiş, havalandırma açıklıkları eklenen masif duvardan oluşur. Cam ile duvar arasında kalan hava boşluğu, iç mekanın sıcaklığının artmasını engelleyerek havalandırmaya ve ısı kayıplarını engelleyerek yalıtıma yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda duvar üzerindeki havalandırma boşlukları yardımıyla ısıl kütlenin depolanan ısı enerjisinin,



taşınım yolu ile daha kısa sürede iletilmesi sağlanmaktadır [41]. Şekil 2.9’da güneş duvarlarının çalışma biçimi ifade edilmekte, Resim 2.4’te ise güneş duvarı uygulanmış örnek bir yapı sunulmaktadır.



Şekil 2.9. Güneş duvarlarının çalışma biçimi [38]

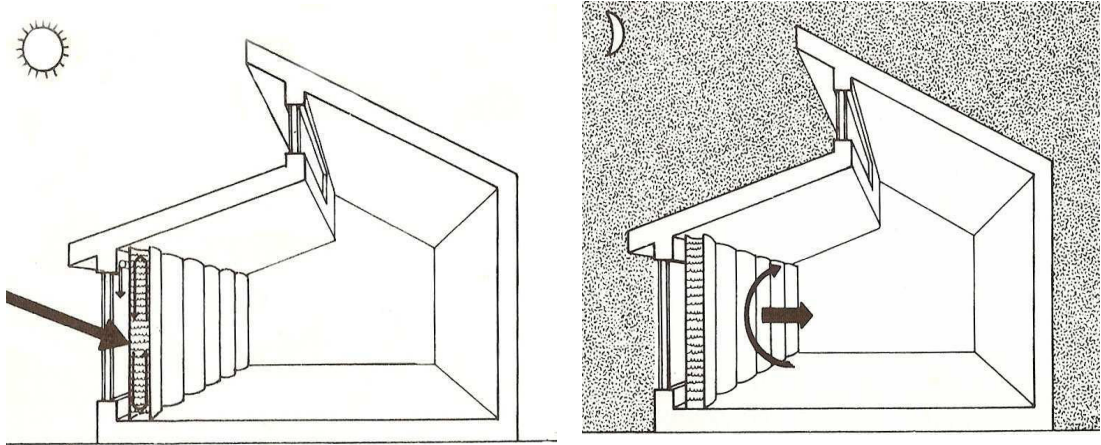


Resim 2.4. Güneş duvarı uygulanmış örnek bir yapı

Yazın cam yüzeydeki kanatların ve odadaki herhangi bir pencerenin açılmasıyla doğal havalandırma elde edilmektedir. Yaz gölgesi ve kiş gece yalıtımı önlemlerinin yanı sıra, kiş akşamları için alınması gereken bir diğer önlem de hava hareketinin tersine dönerek ısınan havanın cam yüzeyle duvar arasına kaçması, böylece alttaki

deliklerden içeriye soğuk havanın çekilmesiyle iç mekanın soğumasının engellenmesi amacıyla duvardaki havalandırma açıklıklarının kapatılmasıdır.

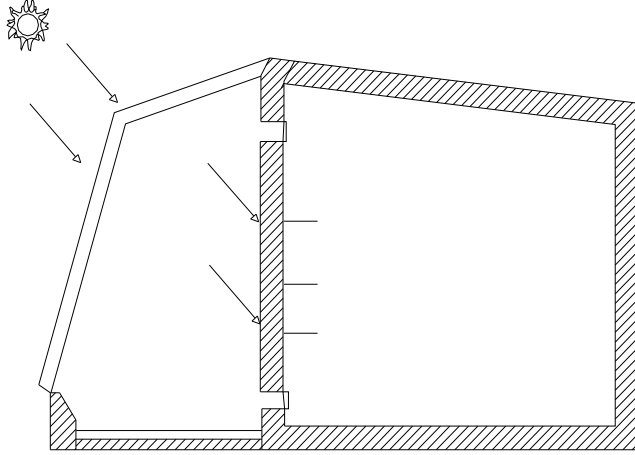
Güneş duvarına benzer bir sistem olarak içi su dolu masif duvarlar da kullanılmaktadır. Bu duvarlar da aynı şekilde saydam bir yüzey arkasına yerleştirilmekte ve güneşten ısı enerjisi üretmektedir. Güneş enerjisinden elde edilen ısının depolanması için gerekli olan su düşey borularda veya kanallarda, cam elyafı tüplerde veya özel olarak inşa edilen duvardan duvara, tavandan döşemeye depolama ünitelerinde saklanır. Bu depolama üniteleri dolaylı sistemlerde doğrudan güneye bakan cephelerin arkasına veya doğrudan sistemler için odanın arkasına yerleştirilir. Bu sistemlerde su kullanımında karşılaşılan en önemli sorun buharlaşma, korozyon ve sızmadır. Antikorozif malzemeler ve metal depolama ünitelerinin plastikle kaplanması veya yüksek kalite cam elyafı malzemelerin kullanımı, söz konusu sorunların 15-30 yıl giderilmesini sağlayabilmektedir [38]. Şekil 2.10'da su duvarlarının çalışma biçimi ifade edilmektedir.



Şekil 2.10. Su duvarlarının çalışma biçimi [38]

Pasif ısıtma sistemi ile tasarlanan yapılarda kullanılan bir diğer yöntem ise “güneş odası” ekleme yöntemidir. Bu yöntem, ısı depolayıcı duvar sisteminde, cam yüzey ile ısı depolayıcı duvar arasında yer alan boşluğun büyütülerek güneş odası ya da kış bahçesi olarak adlandırılan bir mekana dönüştürülmesi şeklinde oluşturulmaktadır. Bu mekan, sadece güneş enerjisinden yararlanma işlevini yerine getirebilecek

boyutlarda olabileceği gibi, yapının kullanılabilen bir bölümü olarak daha büyük boyutlarda da oluşturulabilmektedir [38].Şekil 2.11’de bir güneş duvarı ve sera uygulaması kesiti şematik olarak ifade edilmektedir.

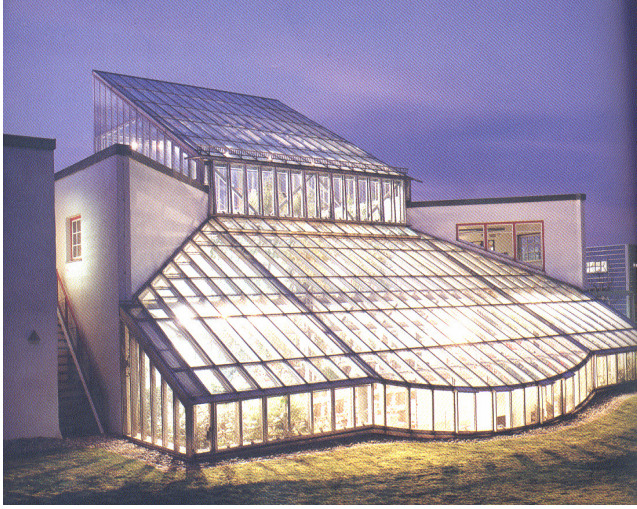


Şekil 2.11. Güneş duvarı ve sera uygulaması

Güneş odası ekleme yönteminde, mekanın döşeme ve duvarları güneş ışınlarını toplayıcı eleman olarak çalışmaktadır. Güneş enerjisinin en yüksek düzeyde toplanabilmesi için döşeme ve duvarların gereşsel yapıları ve renkleri önemlidir. Genellikle beton, ahşap veya sulu sistem olarak oluşturulan bu yapı elemanları siyah veya koyu renklere boyanmaktadır. Elde edilen güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülüp depolanması, toplayıcı eleman olarak çalışan döşeme ve duvarlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Depolanan ısı enerjisi taşınım yoluyla ısıtılacak olan iç mekana aktarılmaktadır. Isının iç mekana daha hızlı aktarılması için, güneş odasının derinliğinin az, ısı tutucu duvar alanının fazla olması gerekmektedir.

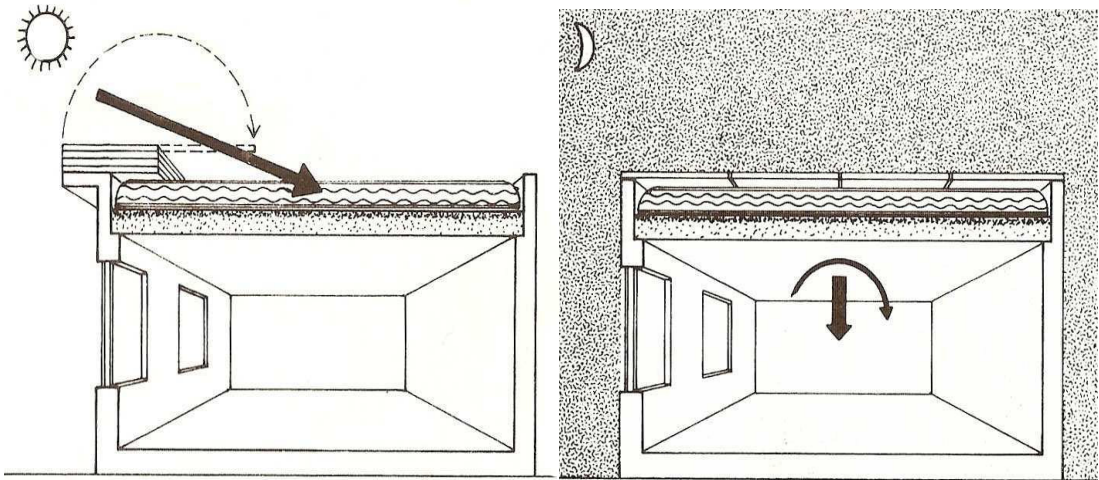
Isı aktarımını hızlandırmak için bir diğer çözüm ise güneş odası ile iç mekanı ayıran duvar üzerinde, altta ve üstte küçük delikler açılmasıdır. İç mekana aktarılan ısının denetimi için, diğer yöntemlerde olduğu gibi, güneş odası ekleme yönteminin kullanıldığı yapıların yalıtımlı olması gerekmektedir. Serada toplanan güneş enerjisi, seranın ısıtılacak hacim tarafındaki cam duvarının tabanına ve tavanına yakın yerlerdeki sistemler yardımı ile ısıtılacak hacme doğal taşınım ile iletilir [38]. Resim 2.5’de güneş duvarı ve sera uygulaması yapılmış bir yapının fotoğrafı sunulmaktadır.





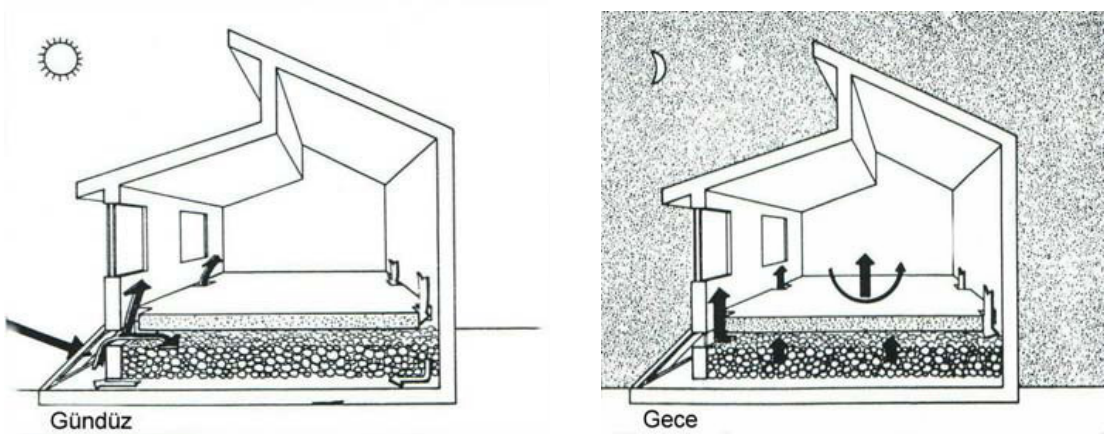
Resim 2.5. Güneş duvarı ve sera uygulaması [42]

Isıl kütle su olduğu takdirde *çatı havuzu* olarak adlandırılan çatı açıklıkları, içi su dolu havuz ya da plastik torbalar tarafından depolanan güneş enerjisinin mekanın tavanlarından içeriye ısı olarak aktarılması ilkesine dayanmaktadır. Bu ısı kütlelerin üzeri yalıtım elemanları yardımıyla, örneğin kepenklerle kışın gündüzleri açılarak güneş enerjisi ile ısınma sağlanmakta, geceleri ise kapatılarak ısı kayıpları engellenmeye çalışılmaktadır. Yazın gündüzleri ise bunun tersi uygulanmakta, üzeri kapanarak fazla ısıdan korunmakta, geceleri ise yalıtım elemanları açılarak yapının içinden dışına ısı geçişi ile mekanın serinlenmesi sağlanmaktadır [18]. Şekil 2.12’de çatı havuzu yönteminin çalışma biçimi şematik olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.12. Dolaylı sistemler - çatı havuzu örneği [38].

Ayrık açıklıklar, arazi eğiminden yararlanarak güney cephesine yapıdan daha düşük bir kotta yerleştirilen toplayıcıdan elde edilen ısı ve ısınan havanın yükselme ilkesiyle çalışmaktadır. Bu yöntemde ısınan hava döşeme altından mekana verilerek kazanç sağlanır [1]. Cam yüzeyin arkasına yerleştirilmiş siyah bir metal levhadan oluşan toplayıcıda ısınan havanın doğal olarak yükselerek yapının içine alınması ya da kanallar yardımıyla zeminin altından geçilerek zeminin ısıtılmasından sonra içeriye alınması içerideki serin havanın tekrar toplayıcıya verilmesi, bu yöntemin temelini oluşturur. Yazın camın üzerindeki kanatçıkların açılması ile ısınan hava yükselerek dışarıya çıkmakta ve atılan havanın yerine toplayıcıya giren hava mekanın pencerelerinden serin ve taze hava çekmektedir. Şekil 2.13’de ayrık açıklıklar yönteminin çalışma biçimi ifade edilmektedir.



Şekil 2.13. Dolaylı sistemler - ayrık açıklıklar örneği [38]

### *Aktif güneş sistemleri*

Aktif güneş sistemleri, teknik donanım yoluyla güneş enerjisinin kazanıldığı sistemler olarak tanımlanmaktadır [35]. Güneş enerjisinden aktif sistemlerle “güneş toplayıcıları” ve “güneş pilleri” olmak üzere iki şekilde yararlanılmaktadır.

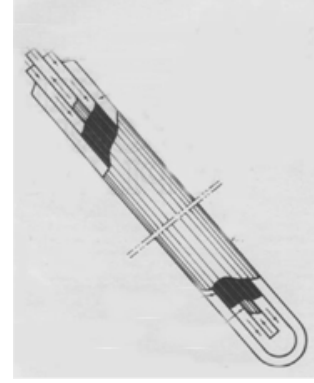
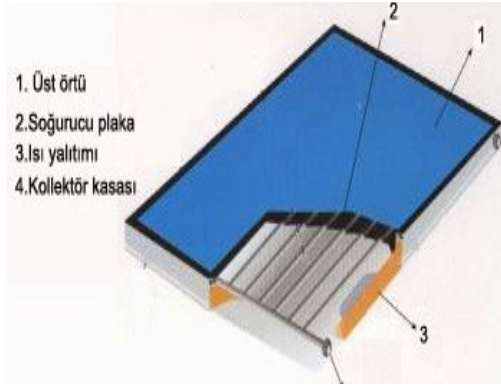
### Güneş toplayıcıları

Güneş toplayıcıları (güneş kolektörleri), yapıların ısınma ve sıcak su ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılır. Sisteme verilen soğuk suyun ısınmasını sağlayan

güneş toplayıcıları, güneşten yayılan radyasyonun toplanması ve yoğunlaştırılması mantığıyla çalışan sistemlerdir. Bu sistemle ilgili yaşanan en büyük sorun olan kış aylarındaki donma sorunu, yalıtımları yapılmış toplayıcılar, borular ve depolama birimleri ile çözülmektedir. Toplayıcının verimliliği, topladığı enerji miktarının, üzerine düşen enerji miktarına oranı olarak tanımlanır [35].

Güneş toplayıcıları, Şekil 2.14 ve Resim 2.6’da ifade edildiği gibi “düzlemsel güneş toplayıcılar”, “vakum borulu toplayıcılar” ve “yoğunlaştırıcı toplayıcılar” olarak sınıflandırılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan toplayıcı türü, düzlemsel güneş toplayıcılarıdır. Bu toplayıcılar doğrudan gelen güneş ışınlarının yanında, kırılma ve yansımalarla dağılmış güneş ışınlarını da değerlendirir. Güneşli su ısıtıcılarında bu tip toplayıcılar kullanılmaktadır. Güneye yöneltilerek ve güneş ışınlarının üzerine dik gelebileceği bir eğim verilerek yerleştirilen bu toplayıcıların mevsime göre ayarlanması gerekmektedir. [35]. Düzlemsel güneş toplayıcıları, üstten alta doğru camdan yapılan üst örtü, cam ile absorban plaka arasında yeterince boşluk, metal ya da plastik absorban plaka, arka yalıtım, yan yalıtım ve bu bölümleri içine alan bir kasadan oluşmaktadır [18].

Düzlemsel toplayıcıların cam örtüsünden taşınım yoluyla büyük kayıplar olmaktadır. Buna karşılık vakum borulu toplayıcıların dışındaki saydam cam boru ile içindeki siyah boyalı boru arasında vakum yaratarak taşınım kayıpları azaltılmıştır. Bu nedenle vakum borulu toplayıcıların verimi üst yüzeyli toplayıcılardan daha fazladır. Vakum borulu toplayıcılar, sıcak su elde edilmesinde, endüstriyel işlemlerde, yapıların ısıtma ve soğutmasında kullanılmaktadır. Boruları birbirine degecek şekilde yerleştirip fazla toplayıcı yüzey sağlamak mümkün olmakla beraber, boruları aralıklı dizerek altlarına yansıtıcı yüzey koymanın daha verimli olduğu anlaşılmıştır. Yansıtıcı yüzeyler, ayna, paslanmaz çelik, alüminyum olabileceği gibi beyaz boya da kullanılabilir [43]. Şekil 2.14’de düzlemsel güneş toplayıcılar ve vakum borulu toplayıcılar şematik olarak ifade edilmektedir.



a) Düzlemsel güneş toplayıcı [17]

b) Vakum borulu güneş toplayıcı [43]

Şekil 2.14. Güneş toplayıcıları

İç bükey aynaya benzeyen yoğunlaştırıcı toplayıcılar değişik parabolik biçimlerde yapılmakta ve yalnız doğrudan gelen güneş ışınlarını değerlendirmektedir [35]. Parabolik oluk sistemler, parabolik çanak sistemler, merkezi alıcı sistemler olarak sınıflandırılan yoğunlaştırıcı toplayıcılar Resim 2.6'da ifade edilmektedir. Kesitleri parabolik olan parabolik oluk toplayıcılar, daha büyük yansıtıcı yüzeyleri yardımı ile ortalarında bulunan soğurucu boruya güneş ışınlarını odaklayarak boru içindeki akışkanı ısıtmaktadır. Parabolik çanak sistemlerde güneş ışınları tek bir noktaya odaklanarak ısı enerjisi elde edilmektedir. Merkezi alıcı sistemlerde her biri ayrı olarak odaklama yapan ve heliostata denilen aynalar güneş ışığını ortada alıcı adı verilen kuleye yansıtmakta ve güneş enerjisini soğuran kule içindeki akışkanı ısıtmaktadır [17].



a) Parabolik oluk sistemleri [44]



b) Parabolik çanak sistemleri [46]

Resim 2.6. Yoğunlaştırıcı toplayıcılar



### Güneş pilleri

Günümüzde çevreye zarar vermeden elektrik elde etmek amacıyla güneş pilleri aracılığıyla güneş enerjisinden yararlanılmaktadır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi aracılığıyla enerji açısından kendine yeten yapılar tasarlanması mümkün olmaktadır. Güneş pillerine güneş ışığı geldiğinde, doğru akım meydana gelmektedir. Yakıtı güneş olan bu sistemin çalışması sırasında çevreye zarar verilmemektedir.

Güneş pilleri, iki katmandan oluşan yarı iletken malzemeden meydana gelmektedir [18]. Bir katman pozitif, diğeri negatif olup, güneş ışığı geldiğinde öndeki ve arkadaki ilişki noktalarında bir elektrik gerilimi oluşmaktadır. Bu ilişki noktalarının bağlanması ile akım meydana gelmektedir [35]. Resim 2.7'de güneş pilleri ve bir yapının çatısına uygulanmış şekli sunulmaktadır.



a) Güneş pilleri



b) Güneş pillerinin çatıya uygulanışı

Resim 2.7. Güneş pili örnekleri [18]

### Fiziksel çevre koşullarının dikkate alınması

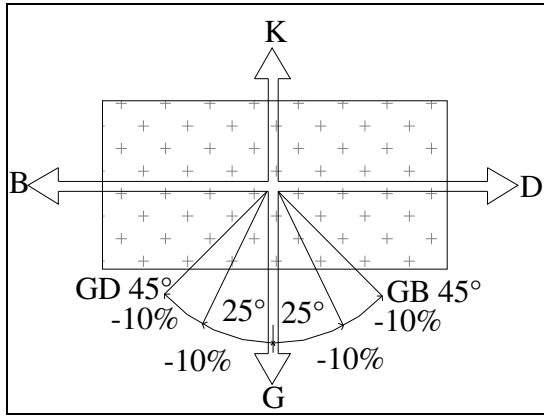
Yapı tasarımlarının başarısını etkileyen en önemli ölçütlerden biri yer seçimidir. Tasarım için uygun alan, bulunulan yöredeki güneş ışınımına ve rüzgara bağlı olarak arazinin yönü ve eğimi göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Tasarıma ekolojiye dayanan yaklaşımların dikkate alınarak güneş enerjisinin etkin olduğu bir

arazi seçimiyle başlanırsa ilk tasarım adımı doğru atılmış olur. Tasarım alanının belirlenmesinde bölgenin iklimsel özellikleri güneş enerjisinden faydalanabilmek için dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Bölgenin iklimsel analizi, tasarımcıya hava sıcaklığının, güneş ışınımının durumu, hava hareketlerinin özellikleri ve bağıl nem etkisinin ne derecede olduğunu göstermektedir. Bu göstergeler, yapılardaki ısıtma veya soğutma yüklerini en aza indirmek ve insanların iç ve dış konforlarını arttırmak için önemlidir [38].

Arazi seçiminde dikkate alınan en önemli nokta, arazinin en yararlı biçimde kullanımı ve yapının araziye ve çevreye uyum sağlamasıdır. Arazi kullanımında yapıların birbirlerine göre konumlarının belirlenmesi, hakim rüzgarın dikkate alınarak yolların oluşturulması, yeşil dokunun iklimsel etkenleri dengeleyici eleman olarak düzenlenmesi, yönlerin dikkate alınarak genel yerleşim kararlarının verilmesi gibi ölçütlerin istenen düzeyde doğal mikro-iklim yaratılması bakımından önemi çok büyüktür [45]. Yapılar hakim rüzgar yönü dikkate alınarak en uygun güneş yönüne göre yerleştirilmeli ve güney yönünde diğer yönlere göre daha fazla pencere yer almalıdır. Doğu ve batı yönlerindeki pencere yüzeylerinin azaltılması yapılardaki soğutma yükünü azaltmaktadır. Ayrıca yapılar içinde uygun bir iklim oluşturmak için ek bir maliyet getirmeden, yapının yönlenmesine göre farklı özelliklere sahip cam sistemleri kullanımıyla, istenmeyen ısı kazançları ve kayıpları önenebilir ve istenilen mevsimlerde de ısı kazançlarından yararlanılabilir [8].

Güneş ışınları açısından bir yapının yönlendirilişindeki ana ilke, kışın güneş ışınlarından olabildiğince yararlanmak, yazın ise güneş ışınlarının aşırı etkisinden korunmaktır. Güneş ışınımının en etkin olduğu yön, güney ve güneyin 30° doğusu ile 30° batısının oluşturduğu açı içindeki yönler olmaktadır. Dolayısıyla konutların günlük yaşamda en uzun süre kullanılan hacimlerinin güneye veya söz konusu 60°lik açı içinde kalan yönlere bakacak şekilde düzenlenmesi uygundur. Güneş enerjisi sistemlerinin herhangi birinin tasarımda kullanımı durumunda, sistemin güney cephede oluşturulması ısı kazancını dolayısıyla da sistemin verimini arttırmaktadır [38].

Güneyden doğu ve batıya 25°'lik sapma % 10 oranında bir kayıp, 45°'lik sapma ise % 20 oranında kayba neden olmaktadır. Bu durum, Şekil 2.15'de şematik olarak ifade edilmektedir. Bu nedenle güneş enerjisinden pasif olarak doğrudan yararlanan sistemlerde, pencere alanının yapının bütünü içinde sabit tutularak cephelere göre dağılımlarının değiştirilmesi ile optimum yarar sağlanabilir [42].



Şekil 2.15. Güney yönünden sapma durumunda güneşten kazancın azalması [42]

Güneydoğu ve güneybatı yüzeyleri kış aylarında yaz aylarına göre daha fazla güneş ışınımı alır. Yatay yüzeyler ise en fazla güneş ışınımını yaz aylarında alır. Kış aylarında bu yüzeyler güney, güneydoğu ve güneybatı yüzeylerinden daha az ışınım alır. Bu verilerden yola çıkarak, yapılar için doğu-batı doğrultusunda yerleştirilen yani uzun yüzeyleri güneye ve kuzeye, dar yüzeyleri doğu ve batıya bakan yönlendirme biçimi daha uygundur [38].

#### Enerji etkin yapı formu tasarımı

Herhangi bir yaşam alanını örten ve onu dış çevreden ayıran yapı kabuğunun formuna bağlı olarak yapı formu; biçim etkisi, yapı yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi, cephe eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenler aracılığıyla tanımlanmaktadır. Tüm bu değişkenler, yapının dış atmosferik ve iç mekan konfor koşullarının düzenlenmesinde değişik etkilere sahiptir. Doğal ısıtma ve soğutma sağlanması ve yapı ısı kayıpları, bu değişkenlerin biçimi ve düzenlemesine göre farklılık gösterir. Ekolojik yapılarda en az enerji kullanımını sağlamak anlamında kabuk alanı

büyüklüğü yapı formunu etkilediğinden ısı kayıplarıyla da doğrudan ilişkilidir [10]. Yapının yatayda ve düşeyde girinti ve çıkıntıları, yüzeylerin güneşlenmesini engellemeyecek şekilde biçimlendirilmelidir. Etüt edilmeden yanlış bir şekilde oluşturulan saçaklar, balkonlar, çıkmalar, cam yüzeylerin güneşlenmesini engelleyerek, güneş enerjisinden faydalanılması düşünülen bir yapıda veya yerleşimde olumsuz bir sonuç ortaya çıkarabilir [38].

İklimsel veriler dikkate alındığında, yapı formu ve en-boy oranları çok önemlidir. Örneğin, sıcak nemli bir iklimde mümkün olduğunca yaygın, çok yüzeyli, yerden koparılmış, geçirgen ve hafif konstrüksiyonlu bir planlama söz konusu iken, sıcak kuru iklim için daha içe dönük, avlulu, küçük açıklıklı ve ağır konstrüksiyonlu tercih edilmesi gerekir. Türkiye'nin iklim özellikleri dikkate alındığında, farklılıklar gözlenmekle birlikte genel ilke mümkün olduğunca yapıların doğu-batı doğrultusunda yerleştirilmesini sağlamak, güney cephesini genişleterek güneş kazançlarını ve kontrolü kolaylaştırmaktır [29].

#### Enerji etkin yapı kabuğu seçimi

Yapılarda iç mekanın, dış mekânla ilişkisini kesen yapı elemanlarının oluşturduğu bütün, yapı kabuğu olarak tanımlanmaktadır [38]. Yapı kabuğunun öncelikli işlevleri arasında dış ortam şartlarını kontrol ederek iç ortamda konfor koşullarını sağlamak gelmektedir. Konfor koşullarının sağlanmasında başlıca etkenler iç ortamdaki hava sıcaklığı, ortalama yüzey sıcaklıkları, hava değişim oranı, iç ortamdaki bağıl nem, aydınlık düzeyi ve parlaklıktır. Bu konfor parametreleri birbirlerinden bağımsız olmadığı gibi aralarında sıkı bir bağ vardır.

Konforlu olarak algılanan iç ortam hava sıcaklığı, iç ortamdaki bağıl neme, yüzey sıcaklıklarına ve ortamdaki hava hareketine bağlıdır, ayrıca giyim ve fiziksel aktivite gibi bireye bağlı etkenlerden de etkilenmektedir [46]. İç ortamdaki bağıl nem oranı dışındaki tüm konfor parametreleri, uygun yapı kabuğu tasarımı ile doğrudan kontrol edilebilmektedir. Hava değişimi, havalandırma açıklıklarının sayısı ve boyutu ile ayarlanabilmektedir. Parlaklık ve aydınlık düzeyi de, yapı kabuğundaki açıklıkların



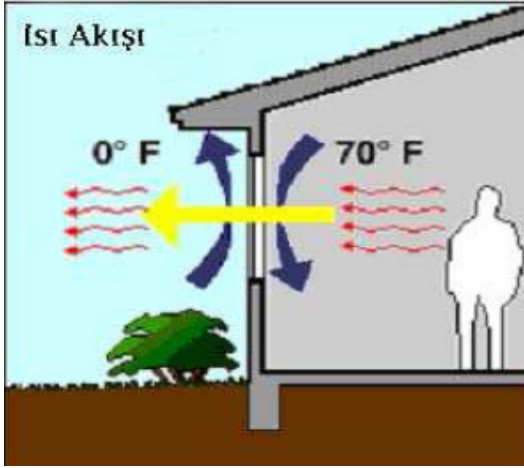
türü, pozisyonu ve boyutundan etkilenmektedir. Gözlemlere dayanarak, iyi tasarlanan bir yapı kabuğunun, iç mekanda konforlu bir ortam yarattığı söylenebilir [16].

Ekolojik tasarımlarda yapının dış yüzeyinde ve camlarında ısı yalıtımı önlemlerinin alınması gerekir. Ancak yapının ısı kayıplarını önlemek için alınacak bu önlemlerin yapının havalandırmasını da olumsuz olarak etkilememesi açısından genelde yapılarda kirli havayı dışarı atacak hava çıkışlarının düşünüldüğü ve tasarlandığı gözlemlenmektedir. Yapı kabuğunda alınacak diğer önlemler güney cephelerinde geniş, kuzey cephelerinde ise mümkün olduğu kadar az pencere kullanımı ve işlevsel mekân düzenlemenin de buna uygun olarak kurgulanmasıdır. Yapı kabuğunda açılacak boşlukların %40 ile sınırlandırılması tavsiye edilmektedir [47].

Isı yalıtımlı duvarlar, yapının ısı korunum düzeyini arttırdığı için ısı kayıplarının azalmasına neden olur. Isı yalıtımı ısı kayıplarını önlediği için, yapıda ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan enerji tüketimi azalır [29]. Isı yalıtım malzemelerinin istenilen performansını karşılayabilmeleri için boşluk oranı fazla, yoğunluğunun düşük, su emme oranının az olması gerekir. Sadece ısı iletkenliği düşünülerek oluşturulan yapı elemanlarının istenen sonuçları vermediği görülmektedir. Isı yalıtımının yanında rutubet akımı ve yoğuşma olayının önemi yalıtım malzemesinde başka nitelikleri aramayı gerekli kılmıştır [48]. Malzemede buhar difüzyonu direnç etkeninin yeterli olması buhardan etkilenmeyi azaltmakta, sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenmek ve ısıyı depo edebilmek için de ısınma ısısının yüksek olması beklenmektedir. Isı yalıtım malzemesi yalıtım özelliği dışında nem tutuculuk, yanmazlık, hafiflik, kolay uygulama, korozyon ve paslanma yapmamak gibi özelliklere sahip olmalıdır [4].

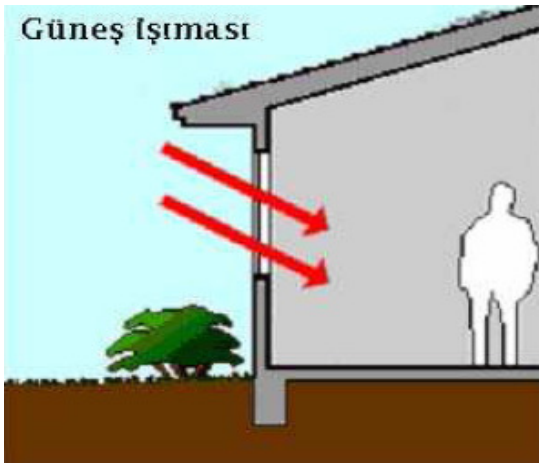
Enerji etkin pencere özellikleri, kullanılan doğrama ve camın performansına bağlı olarak değişmektedir. Bu konuda, pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı (U-değeri), güneş ısı kazancı katsayısı (SGHC), görüntü geçirgenliği, hava sızdırmazlık (AL) gibi teknik özellikleri etkili olmaktadır. Isı geçirgenlik katsayısı, pencere aracılığıyla oluşan ısı kaybı oranını, güneş ısı kazancı katsayısı da yine pencerenin performansı

sonucu olarak güneşten ne kadar ısınma sağlandığını belirler. Pencere U-değeri, iç ve dış ortamlar arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanan “taşınım”, “yayılm” ve “ışınım” yollarıyla pencereden geçen yüzdesi olarak tanımlanmaktadır. Yapılarda gerçekleşen ısı akışı Şekil 2.16’da ifade edilmektedir.



Şekil 2.16. Yapılarda ısı akışı [9]

U-değerinin yüksek olması kışın pencereden geçen ısı miktarının ve ısı kayıplarının fazla olması anlamına gelmektedir. Gölgeleme katsayısı (SC) ve SGHC pencereye çarpan güneş enerjisinin ısı olarak ne kadar iletildiğini belirtmektedir. SGHC değerinin yüksek olması, ısı kazanımının da yüksek olması anlamına gelmektedir [8]. Yapılarda gerçekleşen güneş ışıması Şekil 2.17’de ifade edilmektedir.



Şekil 2.17. Yapılarda güneş ışıması [9]

SGHC değeri 0 ile 1 arasında bir orandır. SGHC = 0 güneş ışınlarının hiçbir şekilde pencereden ısı olarak geçmediğini belirtmektedir. SGHC=1 ise bütün güneş ışınlarının pencereden ısı olarak geçtiğini belirtmektedir. Yüksek performanslı pencere ve pencere sistemlerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken unsurlar şöyle sıralanabilir:

- Konut ve küçük ofis yapıları için genellikle düşük U-değerine (<0.40) sahip pencere ve pencere sistemleri tercih edilmelidir. Daha düşük değerler aşırı sıcak iklimlerde talep edilebilir.
- Önemli derecede havalandırma yükü olan iklimlerde, düşük SHGC değerine (<0.40) sahip olmalıdır.
- Güneş ışığı kullanımlarında genellikle yüksek cam görünürlük iletkenliğine (>70%) sahip olmalıdır.
- Genellikle doğu ve batı cephelerinde ısı kazanımını kontrol altında tutan ve kullanıcı konforunu arttıran düşük SGHC değerine sahip olmalıdır.

Güneşten pasif ısınma sistemleriyle yararlanan yapıların güney cephelerinde yüksek SGHC değerine ve düşük U-değerine sahip, pencere ve pencere sistemleri tercih edilmelidir [9]. Değişik cam tiplerinin U değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 2.4'de ifade edilmektedir.

Çizelge 2.4. Değişik cam tiplerinin U-değerlerinin karşılaştırılması [49]

CAM TIPLERİ	U – DEĞERİ ( $Wm^{-2} C$ )
Tek Cam	5,6
Çift Cam	3,0
Üçlü Cam	2,4
Low-e Kaplamalı Çift Cam	2,4
Low-e Kaplamalı Argon Dolgulu Çift Cam	2,2
Low-e Kaplamalı Argon Dolgulu Üçlü Cam	1,0

Cam tabaka sayısını arttırarak ısı kayıplarını azaltmak, yalıtım camlarında kullanılan bir yöntemdir. Özellikle soğuk iklim bölgelerinde iç mekan konforunun sağlanması

için tercih edilir [50]. Çok katlı camlar Türkiye’de sadece çift cam üniteleri şeklinde kullanılmaktayken yurt dışında üç katlı camların da yaygın bir biçimde kullanıldıkları görülmektedir. Ayrıca, çift camların ara boşluğuna kuru hava yerine havadan daha ağır gazların (Argon, Xenon, Kripton gibi) doldurulması ile ısı iletkenliğinin azaltılması amaçlanmıştır. Hareketsiz havanın ısı geçirgenliğinin çok küçük olmasından faydalanılan çok katlı cam ünitelerinde iki cam arasındaki hava tabakasının kalınlığı önemlidir. Bu değer 12 mm’den az ise ısı direnci düşmekte, bunun aksi durumda taşınım iletim artmaktadır. Dolayısıyla, cam boşluğu 15-20 mm arasında oluşturulmalıdır [49].

Cam yüzeyli birimlerde ısı kayıplarını azaltıcı bir diğer yöntem ise düşük yayılım kaplamalı (Low-e) cam kullanımudur. Low-e oda ısısını iç mekana tekrar yansıtarak yapı sıcaklığının dışa kaçışını tekrar yarıya yakın bir düzeye indirebilmektedir. Bu da tek cama göre 3.5 - 4 kat daha iyi yalıtım sağlaması demektir. Low-e cam, yüzeyinde düşük ışınlamalı (emisiviteli) bir kaplama bulunan düz cam türüdür. Düşük ışınlama, cama uzun dalga boyundaki radyasyonu yansıtma özelliği kazandırır. Low-e düşük yayımlı ısı kontrol kaplamaları cam üzerine etkiyen güneş enerjisinin büyük bir bölümünü içeri geçirerek pasif güneş kazançlarını artırır [49].

Özellikle gündüzleri çok sıcak, geceleri çok soğuk olan iklimlerde bu tür uygulamalar düşünülebilir. Low-e camların tek cam olarak kullanımlarında; gündüz yüksek geçirgenlikle ısı kazancı sağlarken, gece düşük ışınlama ile ısı yalıtımı amaçlanır. Bunlar cam yüzeyindeki yansımaya özelliklerini azaltır. İyi iletken olan metal katmanlar bu iş için çok uygundur [51].

### Enerji etkin peyzaj tasarımı

Yapıların ısıtma ve soğutulmasında çeşitli bitkilerden yararlanılarak enerji tüketimi azaltılabilir. Yapı çevresinde yetiştirilen bitkiler, yapı yüzeyine doğrudan çarparak ısı kazancına neden olan güneş ışınlarını engelleyebilir. Yine çeşitli düzenlemelerle, zeminden veya diğer yüzeylerden yansımış ışınların yapının içine taşınması sağlanabilir. Ayrıca ağaçlar tarafından yaratılan gölge, çim ve çalılıkların etkisiyle

yapının yakın çevresinde hava sıcaklığı düşer böylece buharlaştırıcı bir serinlik elde edilebilir [8]. Yapının batı ve kuzeybatı cephelerinde sık ağaçların ve çalılarının kullanımı istenmeyen akşam güneşinin yapı içerisine girmesini engellemektedir. Yapının güney cephesine her yıl yapraklarını döken ağaçların yerleştirilmesi kış güneşinden faydalanmayı, her zaman yeşil bitkilerin kuzey cephesine yerleştirilmesi soğuk kış rüzgarlarından korunmayı sağlamaktadır [9]. İğne yapraklı ya da kozalaklı bitkiler çam, köknar ve ardıç gibi ağaçlar olup yıl boyunca aynı formda ve yeşil kalırlar. Kelebek çalısı ve meyveli türde ağaçlar ise yapraklarını döken ağaçlardır.

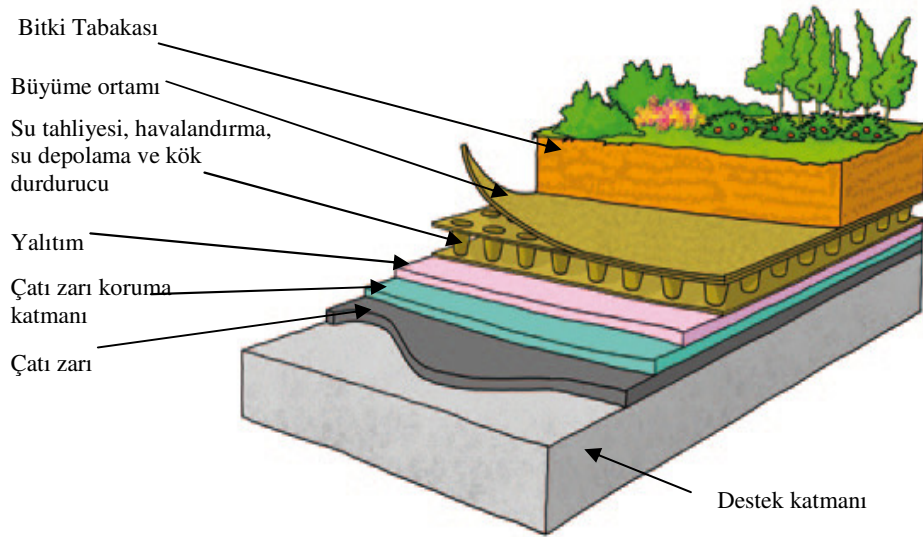
Günümüzde yapı çevresinde yapılan bitkilendirme, özellikle yüksek yoğunluklu yerleşimlerde sadece görsel amaçlarla kullanılmaktadır. Ekolojik yapım mantığında bitkilerin daha geniş kullanım alanı vardır. Ekolojik yapı tasarımında bitkiler, yeşil çatı oluşturmada, suyun filtre edilmesinde, yapı kabuğu oluşturulması ve korunmasında, yansayan ışınımların önlenmesinde, rüzgar kontrolünde, erozyonun önlenmesinde, peyzaj düzenlemelerinde kullanılmaktadır [10].

Birçok eski medeniyette yeşillendirilmiş çatılar, günümüzdeki çatı bahçeleri şeklinde değil, basit konstrüksiyonlar ve yöresel malzemelerle; toprak, saz gibi malzemelerle uygulanmıştır. Yeşillendirilmiş çatılar veya çatı bahçeleri soğuk iklim kuşağında yer alan İskandinav ülkelerinde, sıcak iklim kuşağında yer alan Tanzanya'da da asırlardan beri bilinmekte ve uygulanmaktadır. Soğuk iklim kuşağında iç mekanın sıcaklığını depoladıkları ve dış mekan ile yalıtım sağlayarak ısıtıcı etkiye sahip olmaları nedeniyle; sıcak iklim kuşağında ise dış mekanın sıcaklığını iç mekana yansıtmayıp serinletici etkiye sahip olmaları nedeniyle kullanım alanı bulmuştur [47].

Tasarımlara eklenecek yeşil teraslar ve çatılar, yapı ve çevre için olumlu sonuçlar doğuracaktır. Günümüzde uygulanan çatı sistemleri ve beton çıplak yüzeyler doğal dengenin bozulmasında önemli rol oynamaktadır. Yüzeğe düşen yağmur miktarının gün geçtikçe toprak yerine daha çok beton ve sert zeminle karşılaşması kullanılan su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Yeşil teraslar ve çatılar aşırı yağış yükünü bünyesinde depolamakta ve filtre ederek mevcut kanal sistemlerinin yükünü

paylaşmaktadır. Toprak ile detaylandırılmış bu yüzeyler aynı zamanda da doğada filtre edilmiş su geri dönüşümünü sağlamaktadır [52]. Bununla birlikte hava kirliliğini azaltmakta, parçacıkları temizlemekte ve karbonu depolamaktadır. Çatı altındaki malzemeleri güneşin zararlı ışınlarından ve aşırı sıcaklık farklarından koruyarak daha uzun ömürlü olmasını sağlamakta, kuşlar ve diğer küçük canlılar için doğal yaşam alanı oluşturmaktadır. Geleneksel çatılara göre daha estetik bir görünüme sahiptir. Yeşil çatı tasarımıyla arazi üzerinde yapının kapladığı alan tekrar kazanılmaktadır [9].

Yeşil çatı uygulamaları su, ısı ve bitki köklerine karşı koruma amaçlı çeşitli katmanlardan oluşmaktadır [53]. Şekil 2.18’de yeşil çatı uygulama detayı sunulmaktadır.



Şekil 2.18. Yeşil çatı uygulama detayı [53]

### 2.2.2. Suyun korunumu

Su korunumu sağlamak, ekolojik yapıların sahip olduğu en önemli özelliklerdendir [9]. Su kullanımının azaltılması atıkta da bir azalma sağlar [8]. Su korunumu için tüketimin azaltılması, su seviyelerinin korunması, suyun yeniden kullanımı ve suyun

kirletilmeden kullanımı gibi yöntemler kullanılmaktadır. Çizelge 2.5’de suyun korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntemler ve çözümler ifade edilmektedir.

Çizelge 2.5. Suyun korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler

SUYUN KORUNUMU	
YÖNTEMLER	ÇÖZÜMLER
Su Tüketiminin Azaltılması	Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması
	Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı
	Suyu verimli kullanan tesisat kullanımı
	Su kullanımını azaltan tuvalet, duş başlığı, musluk vb. kullanımı
Su Seviyelerinin Korunumu	Suyun tekrar yer altı suyuna karışmasına izin verilmesi
Suyun Yeniden Kullanımı	Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanımı
	Atık suların arıtılarak yeniden kullanımı
Suyun Kirletilmeden Kullanımı	Zehirli tarım ilaçlarının kullanımının azaltılması
	Evlerde kirliliğe neden olmayan alternatif temizlik malzemelerinin kullanımı

### Su tüketiminin azaltılması

Su tüketimini, dolayısıyla atık su miktarını azaltmak için yapılarda suyu verimli kullanan su tesisatı ve araçları seçilmelidir. Suyu verimli kullanan duş başlıkları, musluklar veya susuz, vakumlu ve kompost tuvaletler [54] su tüketimini azaltmaya katkıda bulunur. Hem konut hem de ticari ölçeğe uygun olan kompost tuvaletler ayrıca arazideki kanalizasyon yükünü de azaltmaktadır [8].

Peyzaj düzenlemelerinde az su isteyen veya o bölgeye özgü bitkilerin kullanımı da su tüketimini azaltan etkili bir yöntemdir. Doğaya uygun bitki tasarımı ve bakımı %50 oranında bir su tasarrufu sağlayabilir [55]. Özellikle yıllık yağış miktarı düşük alanlarda, kuraklığa dayanıklı ve sulama istemeyen yöresel bitkilerin kullanılması, bu bölgelerde bir sulama sistemi kurulması su tüketimi azaltır [8].

### Suyun yeniden kullanımı

Yapılardaki atık suların içme suyu dışında sulama, soğutma, tuvalet temizliği, yangın söndürme gibi amaçlarla iyileştirilerek yeniden kullanımı, su korunumu sağlayan ekolojik bir yaklaşım olmaktadır. Ancak dönüştürülmüş suyun kalitesi araştırılmalı, zararlı etkisinin olmadığı sürekli kontrol edilmelidir [9].

Yapılarda gri su (greywater) ve siyah su (blackwater) olmak üzere iki tür atık su oluşmaktadır. Gri su genellikle çamaşır makineleri, duşlar, banyolar ve mutfak lavobolarından gelen suları kapsar [56]. İçerisinde saç, sabun, ölü deri, deterjan, yağ, yiyecek partikülleri, kozmetikler ve diğer ev kimyasalları bulunur. Siyah su, tuvaletten gelen sudur. Bu suyun lağımda veya septik tankta ekolojik çözümlerle biyolojik işlemlerden geçirilmesi gerekir [55]. Gri suların sulamada kullanımı için siyah sulardan ayrılması gerekmektedir. Yeni yapılacak yapılarda iki tür atık su için ayrı ayrı tesisat yapılabilir, fakat mevcut yapılarda sonradan bu suları ayıracak sistemi kurmak zor olmaktadır.

Yağmur sularının toplanarak uygun alanlarda yeniden kullanımı da su korunumunda yararlar sağlamaktadır. Yağmur suyu kalitesi, yüksek seviyedeki kirlilik kaynaklarının yakınlığına bağlı olarak çeşitli durumlarda olabilir. Bununla birlikte genel olarak kalitesi iyidir ve su kullanım tesisatına yararlı etkisi vardır. Yağmur suyunun yumuşaklığı temizleme gücünü de artırmaktadır [57]. Ayrıca, yağmur suyu asitliliği yüksek PH değerine sahip toprak için yararlı olması nedeniyle bitkiler için en iyi su kaynağı olarak görülebilir. Yağmur suyunu toplayacak sistem, o bölgeye düşen yıllık yağış miktarı ve toplanacak suyun kullanma amacına uygun olarak tasarlanmalıdır [8].

### Su seviyelerinin korunumu

Yağmur sularının yerleşim alanlarının dışına çıkarılmasında, kanalizasyon sisteminin kullanımı yaygın olarak görülen bir yöntemdir. Fakat bu suların kanalizasyon yerine, yer altı sularını taşıyan geçirimsiz tabakaya aktarılmasını sağlayan yaklaşımlar, daha



ekolojik çözümlerdir. Böylece hem yeraltı su seviyeleri korunarak yeniden kullanımı sağlanabilecek, hem de kanalizasyon yükü azaltılarak su taşkınları önlenebilecektir.

Yeraltı su seviyelerini korumak için, etkili bir yağmur suyu geçirgenliği tasarımı ile suların tekrar yeraltı suyuna karışmasına izin verilebilir. Bunun için otomobil ve yaya yolu kaplamalarında, geçirimsiz malzeme kullanımından kaçınılarak, daha az kalınlıkta ve geçirimli malzemelerin kullanımı ve açık alanların korunması önem kazanmaktadır [9].

### Suyun kirlenmeden kullanımı

Ekolojik yapılar buldukları bölge koşullarına uyum sağlamış olan o bölgeye özgü bitkileri seçerek su korunumu sağlayabilirler. Bu tür bitkiler, zararlı böceklerle karşı dayanıklı oldukları için su kirliliğine neden olan tarım ilacı kullanımı gereksinimini ortadan kaldırmış olurlar.

Yağmur sularının su havuzlarında süzdürülerek toplanması, ıslak alanların teşkil edilmesi, geçirimli kaldırım uygulanması gibi yöntemler de su kalitesini artırmaktadır. Evlerde ise su kirliliğine neden olmayan alternatif temizlik ürünlerinin araştırılması ve bunların tercih edilmesi su kalitesinin korunmasında etkili olacaktır [8].

### **2.2.3. Malzemenin korunumu**

Yapı sektöründe malzemenin korunumu, tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması, basit geometrik şekillerin kullanımı, iç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması, mevcut yapı ve altyapıların yenilenecek yeniden kullanımı, dayanıklı, az bakım onarım gerektiren, iyileştirilmiş ve geri dönüştürülmüş, geri dönüştürülebilir, yenilenebilir kaynaklardan üretilen, ambalajlarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanılan yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı yöntemleriyle sağlanabilir [58]. Çizelge 2.6'da malzemenin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntemler ve çözümler ifade edilmektedir.

Çizelge 2.6. Malzemenin korunumu ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler

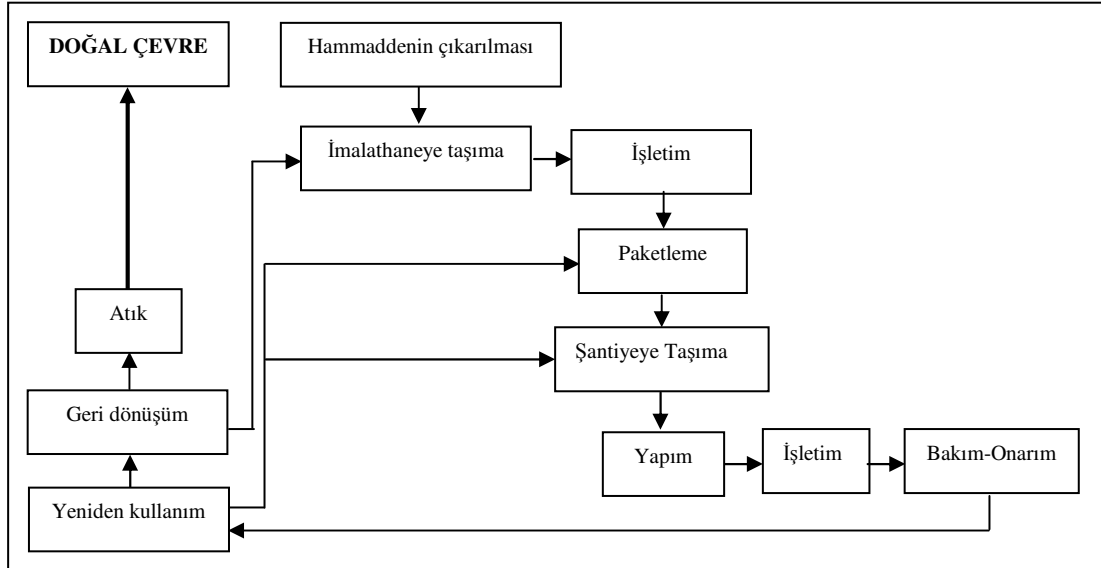
MALZEMENİN KORUNUMU	
YÖNTEMLER	ÇÖZÜMLER
Malzeme Korunumu Sağlayan Yapı Tasarımı	Tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
	Tasarımda basit geometrik şekillerin kullanımı
	İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması
	Mevcut yapı ve altyapıların yenilenecek yeniden kullanımı
Uygun Malzeme Seçimi	Dayanıklı, az bakım onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
	İyileştirilmiş ve geri dönüştürülmüş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
	Geri dönüştürülebilir yapı malzemesi ve bileşenlerinin seçimi
	Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi bileşenlerinin kullanımı
	Yapı malzemelerinin ambalajlarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı

Ekolojik tasarımlarda malzeme seçimi, tasarımın ekolojik ölçütlere uygunluğu açısından en önemli özelliğidir. Bu bağlamda ilk aşamada, doğaya zarar vermeyecek doğal yapı malzemelerinin seçimi akla gelebilir. Ancak ekolojik tasarım, doğal ve doğaya saygılı malzemelerin pek çok kritik noktayı içeren seçimini kapsar [59]. Doğal ve doğaya saygılı malzemelerin seçiminde sınırlı olan doğal kaynakların zarar görebilmesinin söz konusu olduğu vurgulanmaktadır. Bu noktada doğaya saygılı yapay malzemelerin seçimi öncelik kazanmaktadır. Yapay malzemelerin doğaya saygılı olma durumu da bir dizi ölçüte bağlıdır. Bunlar kısaca dayanıklı, bakım maliyeti düşük malzemeler, üretim aşamasında az enerji kullanan malzemeler, üretimde mümkün olduğu kadar doğaya az zarar verecek madde içeren malzemeler, yapının yapımı, kullanımı ve yıkımı aşamalarında doğaya saygılı malzemeler ve özellikle yapının yıkımından sonra geri dönüşümlü olarak kullanılacak malzemelerdir [45].

Mimari ürün olan yapının büyüklüğünden ve içerdiği çok çeşitli malzemedan dolayı atık yapı malzemelerinin geri dönüşümlü olarak yeniden işlenerek kullanılma imkânları çok sınırlıdır. Bu çerçevede, konstrüksiyonun ve kullanılan malzemenin, zehirli maddeler içeren endüstriyel yapı malzemeleriyle değil, insanın doğasına uygun sağlıklı malzemelerle yapılması gereklidir. Sentetik katkısı olmayan veya en az düzeyde olan doğal malzemeler; doğal taş, ahşap ve ahşap lifi, kil, saman, hasır,

keten, kenevir, saz tamamen yeniden dönüşebilir/kullanılabilir malzemelerdendir. Saman balyalarından üretilen konstrüksiyon panoları veya termik yalıtım panoları gibi malzemeler, enerji tüketimini ekonomik düzeyde tutarken, yan ürün ve zehirli ürün kullanılmadığından tamamen sağlıklıdır [45].

Yapı malzemelerinin üretim ve tüketiminin yerel ve küresel çevreler üzerinde çeşitli etkileri vardır. Yapı malzemelerinin kaynaklarından çıkarılması, işlenmesi, üretilmesi ve taşınması işlemlerinin hepsi bir dereceye kadar ekolojik zarar vermektedir. Bir malzemenin yaşamındaki her evre beraberinde birtakım çevresel etkileri getirir. Bu nedenle, yapılarda kullanılacak malzemeler belirlenirken, malzemelerin performansları, hammaddelerinin çıkarılmasından başlayıp, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması; yapının inşa edilmesi, kullanımı, gerektiği zamanlarda bakımı, onarımı, yapıda kullanılan malzemeler ömrünü tamamladığında atılması, geri dönüştürülmesi, birtakım işlemlerden geçirilerek yeniden kullanıma hazır hale getirilmesine kadar geçen süreç içinde değerlendirilmesi gerekir [9]. Şekil 2.1’de hammaddenin ve malzemenin yaşam döngüsü ifade edilmektedir.



Şekil 2.19. Hammaddenin ve malzemenin yaşam döngüsü [61]

Hammaddenin ve malzemenin yaşam döngüsündeki tüm süreçlerde çevreye zararlı etkileri olan fosil kaynaklı enerjiler kullanımından dolayı hammaddenin korunumu,

tasarım aşamasında ve malzeme seçiminde dikkatli davranılarak ve önlemler alınarak sağlanmalıdır [9]. Bu bağlamda yapı tasarımı aşamasında alınabilecek önlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Yapı işlevi göz önüne alınarak, mümkün olduğunca küçük fakat yeterli büyüklükte yapı tasarımı,
- Basit ve geometrik formda yapı tasarımı,
- Standart malzeme ve yapı elemanı kullanımı,
- Modüler sistem kullanımı,
- Esnek tasarım çözümleri, yeniden kullanıma imkan yaratabilecek tasarımlar.

Yapı malzemesi seçiminde alınabilecek önlemler ise aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Ekolojik yapı malzemeleri kullanımı,
- Yapı malzemelerinin/elemanlarının yeniden kullanımı,
- Geri dönüştürülmüş / Geri dönüşebilen yapı malzemesi kullanımı,
- Geri dönüştürülmüş atık içerikli malzeme kullanımı,
- Geri dönüştürülmüş malzemeden elde edilmiş ambalaj kullanılan malzeme kullanımı,
- Dayanıklı, az bakım/onarım isteyen malzeme kullanımı,
- Çevreye zarar vermeyen enerji kaynaklarından elde edilmiş malzeme kullanımı.

#### **2.2.4. Yaşanabilir çevrelerin tasarımı**

Yapı sektörünün temel hedefi, kullanıcıların güvenlik, sağlık, fizyolojik konfor, psikolojik gereksinimler ve üretkenliğini sağlamak üzere yapay çevreler üretmektir. Bu yapay çevrelerde insanlar, diğer canlı ve cansız varlıklar bir arada yaşamak zorundadır [60]. Bu nedenle, yaşanabilir çevreler tasarlanırken yapıların çevre ve kullanıcılarla bir arada varlıklarını sürdürmelerini sağlayan çözümler önem kazanmaktadır [62]. Çizelge 2.7’de yaşanabilir çevrelerin tasarımı ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntemler ve çözümler ifade edilmektedir.

Çizelge 2.7. Yaşanabilir çevrelerin tasarımı ölçütünün gerçekleşmesine yönelik yöntem ve çözümler

YAŞANABİLİR ÇEVRELERİN TASARIMI	
YÖNTEMLER	ÇÖZÜMLER
Doğal Ortamların Korunumu	Mevcut bitki örtüsü ve sucul/karasal canlıların korunumu
	Topografik yapının korunumu
	Yeraltı ve yerüstü su seviyelerinin korunumu
	Arazideki doğal kaynakların korunumu ve mimari tasarımda yönlendirici olarak kullanımı
	Doğal yaşam alanlarının korunumu
	Zarar görmüş olan ekosistemin onarılması
	Mevcut yapı ve altyapıların ekolojik ölçütler çerçevesinde onarılarak yeniden kullanımı
	Üretimi sırasında doğal dengeleri bozan maddelerin kullanıldığı yapı malzemelerinden kaçınılması
Kentsel Tasarım	Kirliliğin azaltılması
	Karma işlevli tasarımların geliştirilmesi
	Özel otomobil kullanımının azaltılması
İnsan Sağlığı İçin Tasarım	İç mekanda uygun konfor koşullarının oluşturulması
Çevre Bilinci Oluşturulması	Toplumun her kesiminde çevre bilincinin oluşturulması doğrultusunda yöntemler geliştirilmesi
	Eğitim kurumlarında çevreyle ilgili derslerin geliştirilmesi
	Toplumun her kesimine hitap edilebilen seminerler ve konferanslar düzenlenmesi
	Her kademedede çevreye duyarlı yöneticilerin bulunması

### Doğal ortamların korunumu

Ekolojik yapı tasarımda arazinin topoğrafik yapısı, yeraltı ve yerüstü su seviyesi ile mevcut bitki örtüsü ve sucul/karasal canlıların korunumuna yönelik çözümler üretilmelidir. Bir arazinin topoğrafik yapısına aykırı çözümler içeren tasarımlar ekonomik olmamakla beraber suyun ve rüzgarın akışını etkileyerek arazinin mikro iklimlendirmesine zarar verebilir [63]. Yerel su seviyesinin altında kazı yapılması, yapının su seviyesine engel oluşturacak biçimde konumlandırılması ve yapım sırasında su seviyesine müdahale edilmesi doğal sürece zarar verebileceği gibi toprak üstünde kalan suda da kirliliğe neden olabilir [64].

### Kentsel tasarım

Kentsel tasarımda ekolojik tasarım, yapıdan daha büyük bir ölçek olan kent ölçeğinde ele alınmaktadır. Kentlerin tasarımında yerel çevrenin özelliklerine müdahale edilmemesine, enerji ve suyun korunumuna, karma işlevli tasarımlar yapılmasına ve özel otomobil kullanımının azaltılarak toplu taşımacılığın yaygınlaştırılmasına yönelik çözümler üretilmelidir [65].

### İnsan sağlığı için tasarım

İnsanlar yaşamlarının % 70'ini iç mekanlarda geçirmektedir [66]. Bu nedenle, ekolojik yapı tasarımında iç mekanlarda insan sağlığının korunumunu sağlamaya, iç hava kalitesini arttırmaya ve konfor koşullarını iyileştirmeye yönelik çözümler üretilmelidir.

### Çevre bilinci oluşturulması

Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin ve kuramsal bilginin uygulamalara aktarılmasında en önemli etken toplumun bunlardan haberdar olması; yararını, gerekliliğini, önemini anlaması ve benimsemesidir. Yapı - çevre ve yapı - kullanıcının bir arada uyum içinde yaşamasına odaklanan bu tür tasarımlarda tasarımcıların temel rolü, kullanıcıların güvenlik, sağlık, psikolojik konfor ve refahları ve verimliliklerini artıran yapı çevreleri yaratmak ve çevresel değerleri dikkate almak olmalıdır [67].

Ekolojik özelliklere sahip bir yapının yararlarını, o yapıda yaşayarak hissetmek toplumda çevre bilincinin yerleşmesinde en etkili yollardan biridir. Bu bilincin toplum içinde yaygınlaşması sonucunda kullanıcıların istekleri de bu yönde değişecek ve tasarımcılar tasarım kararlarında ekolojik yapı tasarımı ölçütlerine öncelik vermeye başlayacaktır. Çevre duyarlılığının artırılmasına tasarımcılar örnek yapılarıyla destek verirken, eğitim kurumları da dersler, kurslar, seminerler, konferanslar çerçevesinde bu konuda bilgilendirmeyi artırabilirler. Ayrıca, bu konuda ülke yöneticilerinin gösterecekleri davranış ve çabalar da çok önemlidir.

Ekolojik bilincin geliştiği ülkeler incelendiğinde, çevre duyarlı yönetimin katkıları, teşvikleri, bu konuda hazırlanmış yasa ve yönetmelikler ve bunların yaptırım güçleri gözlemlenmektedir [8].

Batı toplumlarında çevrecilik akımları, 19. yüzyıl ortalarında başlamış ve günümüze kadar kurulan pek çok sivil toplum örgütü ile gerek doğal çevrenin korunması, gerekse yapılı çevrenin şekillenmesinde oldukça önemli roller üstlenmiştir. Ekoloji özellikle 1970'lerden sonra mimari tasarım için bir öncü akım haline gelmiştir. Bu anlamda özellikle ABD, İngiltere ve Almanya gibi teknolojik ve ekonomik anlamda gelişmiş ülkeler başı çekmişler ve bu anlamda çeşitli planlama politikaları geliştirmişlerdir. Uluslararası alanda ekolojik yapı tasarımı konusunda pek çok çevre değerlendirme sistemi kabul görmüş ve tasarımlarda yerini almıştır [68].

Dünyada yaygın olarak kullanılan çevre değerlendirme sistemleri GBC (Green Building Challenge), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), GREENSTAR, BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability), SBtool (Sustainable Building Tool) , ECO-QUANTUM, ECOPROFILE, LCAid, ve CASBEE [69]'dir. Türkiye'de bu sistemlere dair kapsamlı incelemeler ve düzenlenmiş zorunlu yönetmelikler mevcut değildir, ancak Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK) tarafından LEED ve BREEAM'i Türkiye koşullarına adapte etmek üzere girişimlere başlanmıştır [69].

Ekolojik yapı tasarımlarını yaygınlaştırmayı amaçlayan bu tip girişimlerin Türkiye yapı sektöründe artması ve ekolojik yapı tasarım ölçütleri dikkate alınarak gerçekleştirilen örnek yapıların inşa edilmesi kaçınılmazdır. Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin, Türkiye yapı sektöründeki ilgili aktörler tarafından anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliğinin sağlanması ve kullanılabilirliğinin yaygınlaşması için üniversiteler ve araştırma kurumları tarafından örnek ekolojik yapılar tasarlanmalı ve hizmete sunulmalıdır.

### **3. EKOLOJİK YAPI TASARIM ÖLÇÜTLERİ KAPSAMINDA ANKARA'DA ÖRNEK BİR YAPI TASARIMI VE DEĞERLENDİRMESİ**

Bölüm 2.2'de kavramsal bir çerçevede sunulan ekolojik yapı tasarım ölçütleri dikkate alınarak gerçekleştirilen örnek yapıların hizmete açılması ve belli bir işlev kazandırılarak kullanımının sağlanması; bu ölçütlerin somutlaştırılması, yaygınlaştırılması ve kullanılabilirliğinin artması açısından önemlidir. Bu amaçla Türkiye'de üniversiteler, araştırma kurumları ve kamu kurumları tarafından gerçekleştirilmiş olan sınırlı sayıda ekolojik yapı tasarım örneği vardır. Bu bölümde Türkiye'de uygulanan bu örnek yapılar, tasarımlarında dikkate alınan ekolojik yapı tasarım ölçütleri kapsamında sunulmuştur.

Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin, yapı sektöründeki ilgili aktörler tarafından anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliğinin sağlanması, Türkiye'de kullanılabilirliğinin yaygınlaşması, Türkiye'de uygulanan ekolojik yapı örneği sayısının artırılması ve Türkiye'de yapılacak yeni ekolojik yapı tasarımlarına rehber niteliği taşıması ve örnek teşkil etmesi amacıyla bu bölümde örnek bir ekolojik yapı tasarlanmıştır. Bu tasarımı gerçekleştirmek amacıyla bir tasarım alanı belirlenmiştir. Türkiye İç Anadolu Bölgesi Ankara kenti olarak belirlen alana ait fiziksel çevre koşulları ve çevre sorunları saptanmıştır (Bkz. Bölüm 2.1.). Saptanan bilgiler doğrultusunda Bölüm 2.2'de ifade edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri de dikkate alınarak tasarlanan yapının ekolojik performansını ölçmek üzere bir değerlendirme yöntemi önerilmiş ve tasarlanan yapının ekolojik performansı bu yöntem dahilinde değerlendirilmiştir.

#### **3.1. Türkiye'de Uygulanan Ekolojik Yapı Tasarım Örnekleri**

Dünyadaki ekolojik tasarımların sayısı hızla artmaktadır. Bu artışa paralel olarak Türkiye'de de özellikle üniversiteler tarafından bu konuda çeşitli uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Türkiye'de 1980 yılından günümüze kadar farklı kullanım alanına, kat adedi ve işleve sahip ekolojik yapılar tasarlanmıştır. Bu bölümde Türkiye'de uygulanmış olan yapı örnekleri incelenmektedir.



### ODTÜ Güneş Evi

ODTÜ Mimarlık Fakültesi tarafından yapılan güneş evi 1976 yılında ikinci ve 3. sınıf öğrencilerinin yaz okulu çalışması olarak başlamıştır. 8 haftalık çalışma sonunda yapının çatı ve ara kat döşemesi dışında yapısı tamamlanmış, bundan sonra olanakların el verdiği ölçüde az sayıda bireyin yardımıyla ağır bir tempoda yürüyen yapım süreci 1980 yılında tamamlanmıştır [70]. Resim 3.1’de ODTÜ Güneş Evi’ne ait bir fotoğraf sunulmaktadır.



Resim 3.1. ODTÜ Güneş Evi [72]

Deneysel amaçlı olarak yapılan ODTÜ Güneş Evi iki katlı olup ODTÜ Öğretim Elemanları Derneği tarafından ofis olarak kullanılmaktadır [71]. Güneş evinin yapım alanı  $81 \text{ m}^2$ ’dir. Bunun  $19,8 \text{ m}^2$ ’si yapının güneyinde yer alan seraya,  $61,2 \text{ m}^2$ ’si ofis bölümüne ayrılmış olup ara kat ile birlikte toplam ısıtılan alan  $96,6 \text{ m}^2$ ’dir. Doğu ve batı duvarları tek sıra tuğla (20 cm) olup ek olarak hiçbir özel yalıtım malzemesi kullanılmamıştır. Kuzey duvarında ise tek sıra tuğlaya ek olarak 5 cm’lik hava boşluğundan sonra 10 cm’lik ytong duvar panoları kullanılmıştır. Seranın üstü (çatının uzantısı) ve güney yüzeyi tümü ile cam olup seraya açılmaktadır. Yapıda bunun dışında kullanılan tüm camlar çift camdır. Resim 3.2’de ODTÜ Güneş Evi’nde bulunan sera ve pencerelere ait fotoğraflar sunulmaktadır.



Resim 3.2. ODTÜ Güneş Evi sera ve pencereleri [72]

ODTÜ Güneş Evi'nde kuzey duvarının dışında yalıtım için özel bir uygulama yapılmamıştır. Türkiye'de yaygın kullanılan bir malzemeden ve yine alışılmış olan yapım sürecinden farklı bir süreç olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Gerek yapı malzemesinin seçimi gerekse özel yalıtımın eksikliği bilinçli olarak alınmış kararlardır. Bu yaklaşımın temel nedeni diğer yapılar ile daha kolay karşılaştırılabilirliğini sağlamaktır. Ayrıca özellikle doğu ve batı yüzelerindeki pencere boyutları bu tip bir yapı için büyük sayılabilir. Pencerelerin büyüklüğünün nedeni doğal aydınlatma sağlanması, böylece yapay aydınlatmanın gerektireceği elektrik tüketiminin olanaklar içinde düşürülmesidir. Isıtma için pasif tasarım öğelerinin (duvar ısı depolaması, pencereden girecek ışınımın yüzeylerde ısı olarak depolanmasının yanı sıra seralardan elde edilecek nem ve ısı) dışında aktif sistemlerden de yararlanılmaktadır [70].

Yapı çatısında bulunan düzlemsel sıvılı güneş toplayıcılarıyla yapının toplam ısı enerji gereksiniminin %22.4'ü elde edilmekte, 10m<sup>2</sup> silindirik depoya da ısının depolanması sağlanmaktadır [71]. 1996 yılında yapıya eklemeler yapılmıştır. Duvara, yere ve çatıya yalıtım malzemesi, pencerelere tek yerine çift ısıcam ve çatıya güneş panelleri eklenmiştir [72]. Şekil 3.1'de ODTÜ Güneş Evine ait bir kesit sunulmaktadır.



Şekil 3.1. ODTÜ Güneş Evi kesiti [70].

### Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarı

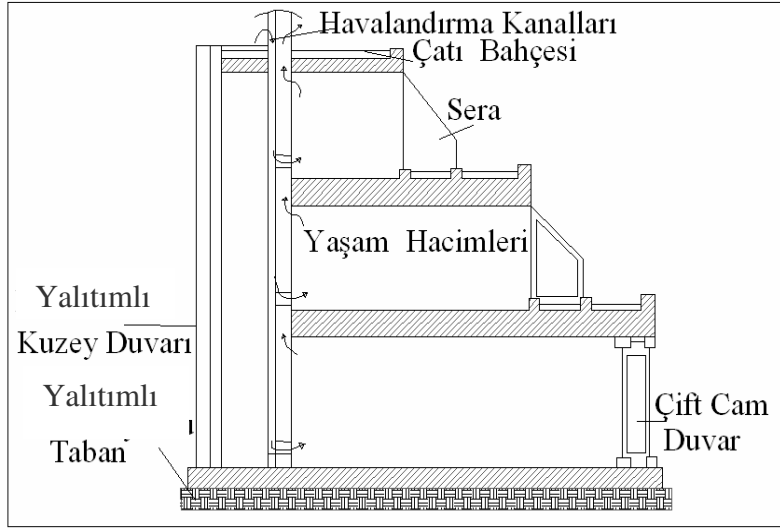
3000 m<sup>2</sup> alana oturan ve 1986 yılında tamamlanan enstitü yapısının [71] proje yürütücüsü ve danışmanı, Ege Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ing. Gürbüz Atagündüz'dür [73]. Yapı 3 katlı olup zemin, 1. ve 2. kattan oluşmaktadır. Yapı optimum yön olan güneye yönlendirilmiştir. Zemin katta bir konferans salonu, dört laboratuvar, iki kafeterya mevcuttur. Burada doğrudan kazanç yöntemi uygulanmış ve güney, güneydoğu, güneybatı yönlerinde çift cam duvar uygulanmıştır. Dış cam duvar dışa karşı tamamen yalıtılmıştır. İki cam duvar arası 60 cm'dir. Birinci katta bir kütüphane, iki dersane ve dört laboratuvar vardır. Bu hacimlerin önünde genişliği 1,45 m ve çatı açısı 45° olan seralar, seraların önünde de genişliği 2 m olan çatı bahçeleri bulunmaktadır [74]. Isıtılan hacimlerin kuzeyinde havalandırma kanalları vardır. Yapının kuzey yönünde bulunan koridor ve merdivenler, tampon bölge oluşturmaktadır. Ofis ve sınıfları koridordan ayıran duvar içinde yer alan havalandırma kanalları, yaz aylarında mekanların doğal havalandırmasını sağlamaktadır. Sistemde ısınan havayı dışarı atan ve içeriye temiz hava alan iki kanal bulunmaktadır. Yapıda hareketli gölgelendirme elemanları kullanılarak, pencere ve seraların aşırı ısınmaları engellenmektedir [18]. İkinci katta

yönetim, idari ve öğretim üyeleri için 25 ofis mevcuttur. Ofislerin güneyinde birinci katta olduğu gibi seralar ve çatı bahçeleri vardır. Yapının tabanı su, nem ve ısıya karşı yalıtılmıştır [74]. Resim 3.3’de Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarına ait bir resim sunulmaktadır.



Resim 3.3. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarı [18]

Yapının *tabanında* toprak çakılı (25 cm), blokaj (15 cm), grobeton (10 cm), ince beton (4 cm), asfalt (0.2 cm), yalıtım (5 cm), ruberoit (0.2 cm), ince beton (3 cm), taban döşeme (2 cm); *tavanında* iç sıva (2 cm), betonarme (15 cm), ruberoit (0.2 cm), ince beton (2 cm), asfalt (0.2 cm), ruberoit (0.2 cm), çakıl (5 cm), gübre, kum ve bahçe toprağı (60 cm); *havalandırma duvarında* iç sıva (2 cm), tuğla (20 cm), yalıtım (5 cm), tuğla (20 cm), iç sıva (2 cm) ve *dış duvarında* iç sıva (2 cm), tuğla (20 cm) ve iç sıva (2 cm) kullanılmıştır. Yapıda güneşten pasif olarak yararlanmak amacıyla yalıtım özellikle dikkate alınmıştır. Yapının kuzey duvarında 2 tuğla arasına 11 cm patlatılmış perlit kullanılmış ve duvarın iç kısmına eritilmiş asfalt sürülmüştür. Güney cephesinde zemin katta dış pencereye ek olarak 60 cm içte paralel iç cam duvar, 1. ve 2. katta ilave sera sistemi kullanılarak yalıtım yapılmıştır. Tabanda 0,2 cm ruberoit, 5 cm yalıtım malzemesi, 0,2 cm asfalt kullanılmıştır. Tavanda 0,2 cm ruberoit, 5 cm yalıtım malzemesi, 0,2 cm ruberoit, 2 cm ince betondan sonra 0,2 cm ruberoit kullanılmıştır. Ayrıca 60 cm gübre, kum ve bahçe toprağı ile yalıtım yapılmıştır [74]. Şekil 3.2’de Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarına ait bir kesiti sunulmaktadır.



Şekil 3.2. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarı kesiti [74]

### TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi

Misafirhane, Enerji ve Yapı Araştırma ve Danışma A. Ş., Ankara (A. Erkan Şahmalı), F. Nur Demirbilek ve Mehlika İnanıcı (ODTÜ Mimarlık Bölümü) tarafından 1996 yılında Antalya Bakırtepe Saklıkent'te 2465 m yükseklikte inşa edilmiştir [73]. Yapı iki katlı olup toplam alanı 720 m<sup>2</sup>'dir [18]. Yapının gerçek inşa edilme nedeni, aynı yerde yer alan gözlemevinde çalışacak teknik personelin barınma ihtiyacını karşılamak olup ofis ve misafirhane olarak kullanılmaktadır [75].

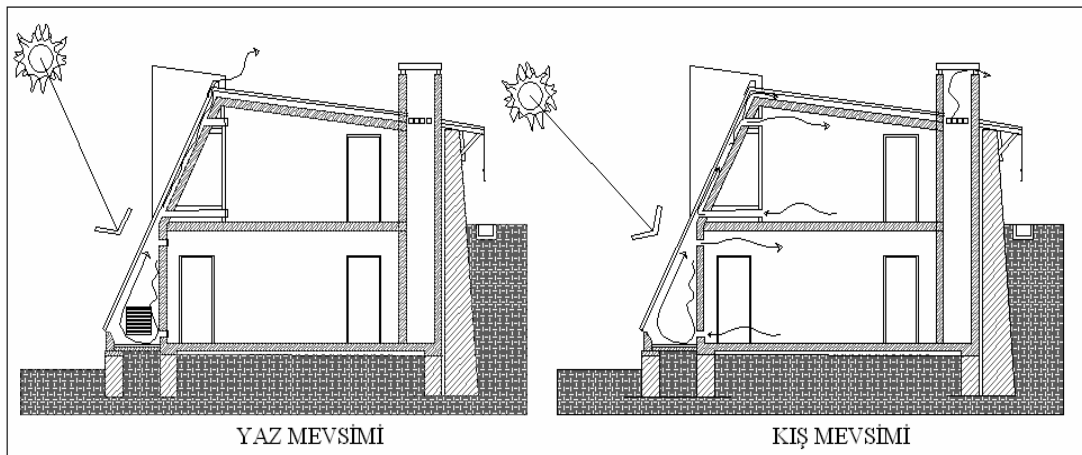
Astronomik gözlemlerin kaliteli şekilde yapılabilmesi için temiz bir çevre gereklidir. Bu nedenle yapı özel bir tasarım gerektirmekte, çevrede duman, kir ve zararlı gazlar olmamalıdır. Gözlemler gece yapıldığı için misafirhane yalnızca gündüz kullanılmaktadır ve tamamen pasif bir ısıtma kullanımı gözlem ortamının kalitesi açısından zorunludur.

Yapı üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde bilgisayar ve seminer odası, ikinci bölümde araştırmacılar ve teknik personel için yedi adet yatak odası ve yemek odası bulunmakta, üçüncü bölümde ise teleskopların bakım ve onarımının yapıldığı bölüm bulunmaktadır [76]. Resim 3.4'de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi misafirhanesine ait bir görünüm sunulmaktadır.



Resim 3.4. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi [18]

Yapı, kuzey yönünde yalıtım sağlanarak toprağa gömülü olarak tasarlanmıştır. Güney duvarında dolaşım yoluyla iç mekana ısı geçişi sağlayan güneş duvarı bulunmaktadır. Güney duvarının önündeki pencere zemin katta sera olarak tasarlanmıştır. İkinci katta, camın arkasındaki duvar yüzeyi daha fazla radyasyon kazancı için siyah renge boyanmıştır. Sera ve güneş duvarı aracılığıyla kış mevsiminde yapının ısınması sağlanmaktadır. Yaz mevsiminde yapının aşırı sıcaktan korunması, seranın alt kısmına yerleştirilen hava menfezleri aracılığıyla içeri giren temiz havanın, çatı kapağından çıkan sıcak hava ile yer değiştirmesi ile sağlanmaktadır [18]. Şekil 3.3’de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi’ne ait kesitler sunulmaktadır.



Şekil 3.3. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi Misafirhanesi kesiti [76]



Yapının doğu batı ve kuzey yönlerinde açıklık bulunmamaktadır. Yığma olarak inşa edilen yapıda en az 50 cm kalınlığında yığma taş duvarlar, çatıda gaz beton paneller ve duvarlarda gaz beton blok kullanılmıştır. Döşeme panellerinin üzerine donatı ile birlikte 4 cm beton dökülmüştür. Pencere için ısı yalıtımlı ve çift camlı PVC malzeme seçilmiştir. Serada gaz beton paneller kullanılmış ve dışına 5 cm extrude polistren yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Bunun dışında, 3 cm kalınlığında sıva yer almaktadır. Havalandırma kuzey yönündeki havalandırma bacaları ile sağlanmaktadır. Çatıda üst kısımda trapez sac ve altta yalıtım malzemesi olarak gaz beton yer almaktadır. Seradan yukarıya yükselen sıcak hava trapez sacın altından geçerek sacı ısıtır ve sac üzerindeki karlar eriyerek yapının arkasında yer alan su tankında depolanarak kullanma suyu elde edilir [76].

#### Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi

2006 yılında Ankara'da yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan, enerjiyi etkin ve verimli kullanan Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi 275m<sup>2</sup> alana iki katlı olarak inşa edilmiştir [71]. Bu tesis ile aydınlatma, ısıtma ve soğutma için gerekli olan enerjinin bir kısmını güneş ve yeraltı ısı gibi yenilenebilir kaynaklardan karşılayan, enerji korunumu yöntemlerinin uygulandığı yapının yapımı gerçekleştirilerek bu teknolojilerin evlerde kullanımının yaygınlaştırılması ve bunun için yapılması gereken düzenlemeler konusunda ilk adım atılması amaçlanmıştır. Yapıda üst düzeyde ısı yalıtım teknikleri, güneş enerjisi, jeotermal (toprak kaynaklı ısı pompası) enerji sistemleri, fiber optik aydınlatma sistemi, gün ışığı kontrol sistemi, ısıtma/soğutma amaçlı kompozit duvar gibi yeni teknolojilere yer verilmiştir. Yapının güneyinde yapılan 84 m<sup>2</sup>'lik güneş duvarı ve serada ısınacak olan hava havalandırma kanallarıyla cebri olarak odalara dağıtılmıştır.

Isınma ve soğutma için toprak kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Isı pompası 80 metre derinliğinde açılan üç adet kuyu aracılığıyla yaz ve kış şartlarında 8-10°C olan toprak ısısından yararlanmakta ve mevsime göre sıcak veya soğuk akışkanın ısınıncı fancoiller aracılığıyla iç ortama göndererek yapının ısıtma veya soğutma ihtiyacını karşılamaktadır. Isı pompası için gerekli olan elektrik enerjisinin tamamına yakını

doğrudan güneş pillerinden sağlanmaktadır. Yapının sıcak su ihtiyacı için ise vakum borulu güneş toplayıcıları kullanılmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde de uygulanan evlerde güneşten üretilen elektriğin şebekeye verilmesi ve kullanılan elektriğin şebekeden alınması yöntemi yapıda uygulanmaktadır. Yapının güneyine yerleştirilen güneş duvarı ve sera bölümü ile kışın ısı ihtiyacının bir kısmı güneş enerjisinden sağlanmaktadır. Özel Low-e kaplamalı camlar aracılığıyla güneş duvarı ve sera bölgesinde hapsedilen sıcak hava bu bölgede yukarı doğru hareket etmekte ve bir otomatik kontrol sistemiyle kumanda edilen hava kanalı aracılığıyla iç ortama aktarılmaktadır. Sıcak hava ısınıcı iç ortama bıraktıktan sonra nispeten daha ılık bir hava olarak alt bölgede bulunan dönüş kanalı ile tekrar güneş duvarı bölgesine gelmektedir [77].

Yalıtım için duvarlarda 6 cm kalınlığında polistren köpük, tavanda 16 cm'lik cam yünü ve 8 cm'lik ekstrüde polistren köpük malzeme, tabanda ise bu malzeme 8 cm olarak kullanılmıştır. Yapının zemin, tavan ve duvarlarında mantolama sistemiyle ısı yalıtımı uygulanmış, pencereler Low-e kaplamalı ve 16 mm hava boşluklu ısıcam konfor serisi camların yalıtım özellikli plastik çerçevelerden oluşan sistemle birleştirilmesiyle yapılmıştır. İç kısımda içerisinde vakumlu kürecikler bulunduran ve bu özelliği ile yalıtıma katkı sağlayan özel boya kullanılmıştır. Bu yapıdaki ısı kayıpları, yalıtımsız olan benzer bir yapıya göre en az % 70 daha az gerçekleşmektedir. Yapının dış cephesinde düşey delikli tuğla üzerine 6 cm yalıtım malzemesi kaplanarak uygulanmış, iç bölme duvarlarda yatay delikli tuğla kullanılmıştır.

Yapının alt kat fuaye bölümünde fiber optik aydınlatma sistemi uygulanmıştır. Bu sistemde fiber optik kablolar aracılığıyla tek noktadaki ışık yapının her yerine ulaşacak şekilde dağıtılmakta ve verimli bir aydınlatma sağlanmaktadır. Alt kat fuaye bölümü hariç yapının tamamında elektronik balastlı armatürler kullanılmış, eğitim salonunda gün ışığı kontrollü ve kısılabılır aydınlatma sistemi yer almıştır. Gün ışığı kontrol sistemi aydınlatma için gün ışığının yeterli olması durumunda devreye girmemekte, gün ışığının yetersiz olması durumunda ise gerektiği kadar ışığı ortama vermektedir. Isı pompasıyla ilgili enerji çevrimindeki verimliliği artırmak üzere,



tanıtım amaçlı modüler kompozit duvar paneli uygulanmış olup yeni teknoloji ürünü olan bu sistemin en büyük özelliği düşük sıcaklık aralıklarında çalışarak ısıtma ve soğutma yapabilmesi ve nem oranını dengeleyerek konforlu bir ortam oluşturmasıdır. Aynı zamanda bu sistem içerisine bir duvarda bulunan telefon hattı, elektrik prizi, aydınlatma gereçleri de yerleştirilebilmektedir. Kompozit duvar paneli, ısı pompasından elde edilen soğuk veya sıcak akışkan aracılığıyla uygun şartlara getirdiği havayı üzerinde bulunan küçük hava deliklerinden ortama vermekte ve tüm yüzeye dağıtılarak iç ortama havanın verilmesi nedeniyle konforlu bir iklimlendirmeyi gerçekleştirmektedir. Resim 3.5’de Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi’ne ait bir fotoğraf sunulmaktadır [77].



Resim 3.5. Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi [77]

### Diyarbakır Güneş Evi

Diyarbakır Güneş Evi 2007 yılında tanıtım ofisi amaçlı olarak inşa edilmiş olup, 2008 yılında hizmete girmiştir ve proje müellifi Y.Mimar Çelik Erengezgin’dir [78]. Pasif tipteki yapı, 66 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip zemin katı ile küçük bir ev kurgusuna

sahiptir. Yapı, enerji elde etme biçimlerini ve ölçümlerini kendi web sitesi aracılığı ile 24 saat tüm dünya ile paylaşan bilimsel bir laboratuvar olarak kullanılmaktadır. Yapının ısıtma, soğutma ve aydınlatma gibi tüm enerji gereksinimi güneşten karşılamaktadır Güneş evinde 24 adet güneş pili ile enerji elde edilmektedir. Yapının sıcak su gereksinimini karşılamak için çatıda iki adet güneş toplayıcısı ve zemin katta özel sıcak su deposu bulunmaktadır. Yapının güney cephesinde güneş odası ve güneş duvarı yer almaktadır. Yapıda doğal serinlik sağlanması amacı ile ısı pompalarından yararlanılmıştır [71].

Arka bahçede üç metre toprak altına döşenen borularda dolaşan su aracılığı ile alınan ortalama 15 derece sabit enerji, zemin kat döşemesinde, tavanlarda ve asma kat tavan altındaki özel yeşil borularda dolaştırılarak sudan havaya enerji taşınmakta ve yazın evin doğal serinliği sağlanmaktadır. Bu enerjiden, havadan havaya enerji transferi aracılığıyla yararlanmak için de yine toprak altına 30 cm çapında 88 metre boru döşenmiştir. Hava borularında terleme sonucu su yoğunlaşmasına karşılık başta ve sonda tahliye noktaları oluşturulmuştur.

Güneş duvarları ve seranın yaratacağı vakum etkisi ile doğal yöntemle ve gerektiğinde devreye giren aspiratörle bu doğal serinlik yazın iç mekana alınmaktadır. Güney cephesindeki oturma alanına eklenen serada, evin ihtiyacı olan bazı sebzeler yetiştirilebilmektedir. Güneşin kışın hemen ısıttığı bu bölümde ve güneş duvarlarında, altta ve üstte, iç mekana açılan hava menfezleri vardır. Alttaki menfezden güneş duvarına giren serin hava, güneşin etkisi ile ısınmakta; hafiflediği için yükselerek üstteki menfezden tekrar eve dönmekte ve iç mekanın hızla ısınmasını sağlamaktadır. Güneş duvarının arkasında ısı depolayıcı kütle olarak siyaha boyanmış sac arkasına kum torbası kullanılmıştır.

Dış cephelere bakan doğramalarda, ısıcam yani çift cam uygulaması ile üretilen doğal enerjinin korunması sağlanmıştır. Doğal havalandırma sağlayacak venturi bacası ve rüzgar kepçesi, çatının en tepe noktasında, güneş toplayıcılarının üst tarafında bırakılmış geniş çatı deliğine monte edilmiştir. Özel tasarım olan siyah boyalı saçtan imal edilen düzenekte, rüzgar kepçesi ve venturi bacası, farklı kanallar

oluşturulup birlikte çözülmüştür. Güneş duvarı, sera ve venturi bacasındaki tüm menfezlerin açılıp kapanması elle kumanda edilebileceği gibi; güneşi, hava sıcaklığını ve rüzgarı takip eden sensörler aracılığıyla otomasyon sistemine de bağlanabilmektedir [78].

Duvar ve tavanlarda hiçbir sağlık sorununa neden olmayan selüloz ve bor bileşiği hamurundan üretilen yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Farklı sonuçları gözlemek amacı ile çatımızın bir bölümünde serbest perlit, bir bölümünde ise geleneksel Anadolu evlerinin çatı çözümü olan kil ve kamış kullanılmıştır. İç yüzeyler alçı levha ile kaplanmıştır. Yapının taşıyıcı sistemi ahşaptır. Yapının tabanında ve dış yüzeylerde, lifli sunta üzerine perlitin organik bir bağlayıcı ile birleştirilmesinden üretilen özel bir sıva kullanılmıştır. Bu sıva, su ve ısı geçirmeyen fakat buhar geçiren yapısı ile dünyadaki ilk ve öncü çözümlerden biridir. Çatıda ayrıca, sıcak kullanım suyunu karşılamak üzere iki adet güneş toplayıcı ve zemin katta özel sıcak su depo vardır. Güneşli kış günlerinde elde edilen ve depolanan sıcak su, geceleri döşeme altındaki borular aracılığı ile iç mekanın ısıtılmasına da katkıda bulunmaktadır [78].

Evsel atıklar, plastik dairesel levhalar üzerinde üreyen bakteriler sayesinde çok düşük bir enerji kullanımı ile % 90-95 oranında arıtılmakta; bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır. Belli aralıklarla toplanan katı atıklar da kurutulup, yine bahçede gübre olarak değerlendirilmektedir. Çatılardan alınıp borularla kuzey cephesindeki su deposuna yönlendirilen yağmur suyu, yeraltında saklanmaktadır. Evsel atık arıtmasından elde edilen suyun karbon filtreden geçirilmesi sonucu, ikisi birlikte bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Bu suyun, temizlik suyu olarak rezervuarlarda kullanımı da mümkündür [78].

Güneş evinin, serasında ve üç cephesinde bulunan güneş duvarlarında cam kullanılmaktadır. Sadece ısı üretmekle kalmayıp, ısınan havanın yükselmesi sırasında yaratılan vakum etkisi ile evin soğutulmasına bile katkıda bulunmaktadır. Ancak evde birinci öncelik; şeffaf yüzeyden yani camdan geçerek bir iç yüzeye çarpan güneş ışığının, kısa dalga boyundan uzun dalga boyuna geçişi yani faz değiştirmesi






sırasında içeride üretilen enerjinin kullanımıdır. Resim 3.6’da Diyarbakır Güneş Evi’ne ait bir fotoğraf sunulmaktadır.



Resim 3.6. Diyarbakır Güneş Evi [78]

Çizelge 3.1’de yukarıda incelenen ekolojik yapı örnekleri ve özellikleri karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır. Çizelgede bu yapıların yapım tarihleri, işlevleri, alanları, kat adetleri, taşıyıcı sistem malzemeleri, yalıtım malzemeleri ve içerdikleri aktif ve pasif sistemler ifade edilmektedir. Türkiye’de uygulanan bu örneklerin de dikkate alındığı bir ekolojik yapı tasarımı gerçekleştirmek için öncelikle bu tip bir örneğin yer almadığı dolayısıyla söz konusu bölgede gerçekleştirebilecek ekolojik yapı tasarımları için bir bilgi kaynağı teşkil edecek bir tasarım alanı belirlenmelidir.

Çizelge 3.1. Türkiye’de uygulanan ekolojik yapılar ve özellikleri

EKOLOJİK YAPI	FOTOĞRAF	YER	YIL	İŞLEVİ	ALANI VE KAT ADEDİ	TAŞIYICI SİSTEM MALZEMELERİ	YALITIM MALZEMELERİ	KULLANILAN PASİF SİSTEMLER	KULLANILAN AKTİF SİSTEMLER
ODTÜ Güneş Evi		Ankara	1980 (1996 yenileme)	Ofis	96,6m <sup>2</sup> ,2 katlı	Tuğla, ytong duvar panoları	Kısmen çift ve tek cam	Sera	Güneş toplayıcıları
Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü		İzmir	1986	Laboratuar	3000m <sup>2</sup> ,3 katlı	Tuğla,ruberoit, asfalt	İki tuğla arası 11cm patlatılmış perlit,asfalt	Sera, yeşil çatı,doğal havalandırma	-
TÜBİTAK Gözlemevi Misafirhanesi		Antalya	1996	Misafirhane, Ofis	720m <sup>2</sup> ,2 katlı	Taş duvar yığma yapı, gaz beton panel ve bloklar	Extrude polistran, çift cam, PVC pencere	Güneş duvarı, sera, doğal havalandırma	-
Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi		Ankara	2006	Eğitim tesisi ve Tanıtım ofisi	275m <sup>2</sup> ,2katlı	Düşey delikli tuğla, yatay delikli tuğla,betonarme	Extrude polistran köpük, cam yünü, low-e kaplamalı çift cam	Güneş duvarı, sera	Güneş toplayıcıları, güneş pilleri, jeotermal ısı pompası
Diyarbakır Güneş Evi		Diyarbakır	2008	Laboratuar ve Tanıtım ofisi	112m <sup>2</sup> , 2 katlı	Ahşap konstrüksiyon	Çift cam, selüloz ve bor bileşimi hamurdan yalıtım,serbest perlit,kil,kamış,alçı levha,özel sıva (lifli sunta+perlit)	Güneş duvarı, sera, doğal havalandırma	Güneş toplayıcıları, güneş pilleri, jeotermal ısı pompası

### 3.2. Tasarım Alanının Seçimi

Yapıların çevresel etkilerini azaltmak için gereken tasarım ölçütlerinin tümünün bir arada gerçekleştirilmesi çoğunlukla mümkün olmayabilir. Ayrıca, alternatif tasarım ve yapım sistemlerinin, yeni malzemelerin araştırılması zaman alabilir ve yüksek maliyete neden olabilir. Bu nedenle, en az çevresel etkiye neden olan tasarımların gerçekleşmesi için alınacak önlemlerin ve uygulanacak yöntemlerin akılcı seçimi önemlidir. Ekolojik yapı tasarımında çok sayıdaki ölçüt arasında doğru bir seçim yapabilmek için öncelikli olanların belirlenmesi gerekir. Genel ekolojik yapı tasarımı ölçütleri arasından belirlenecek olan öncelikler ülkelere, bölgelere, toplumların sosyal ve kültürel yapılarına göre farklılıklar gösterebilir. Doğru tasarım kararları alabilmek için öncelikle tasarımın gerçekleştirileceği bölgenin fiziksel çevre koşullarının ve bu bölgedeki çevre sorunlarının saptanması gerekmektedir. Bu sorunlar küresel, bölgesel veya sadece yerel ölçekte olabilir. Sorunlar saptandıktan sonra, çevresel etkileri azaltacak çözümlerin seçilmesinde daha akılcı kararlar alınabilir [8]. Bu nedenle bu bölümde, Bölüm 2.1.1’de ifade edilen genel çevre sorunları çerçevesinde, bölgesel çevre sorunları da dikkate alınarak tasarımın gerçekleştirileceği alana ilişkin fiziksel çevre koşulları ve bu bölgedeki çevre sorunları saptanmıştır.

Tez çalışması kapsamında ekolojik yapı tasarımının gerçekleştirileceği alan olarak Türkiye’de İç Anadolu Bölgesi’nde yer alan Ankara kenti seçilmiştir. Bölüm 3.1’de ifade edildiği gibi Ankara’da ekolojik yapı tasarımı anlamında ODTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü tarafından inşa edilen ODTÜ Güneş Evi ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından inşa edilen Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi örnekleri vardır. Öğretim elemanları ofisi olarak kullanılan ODTÜ Güneş Evi’nde sera (pasif sistem) ve güneş toplayıcıları (aktif sistem); eğitim tesisi ve tanıtım ofisi işlevine hizmet eden Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi’nde ise güneş duvarı, sera (pasif sistem), güneş toplayıcıları, güneş pilleri ve jeotermal ısı pompası (aktif sistem) kullanılmıştır (Bkz. Çizelge 3.1). Her iki yapı örneğinde de yalnız enerjinin korunumu ölçütü dikkate alınmış, diğer ekolojik yapı tasarım ölçütleri ihmal edilmiştir. Ankara’da söz konusu yapı örneklerinden daha kapsamlı bir çalışmanın Bölüm 2.2’de ifade edilen tüm ekolojik yapı tasarım ölçütleri dikkate alınarak



gerçekleştirilmesi, çevre konusunda üniversitelerde yapılan eğitim, araştırma ve geliştirme çalışmalarına önemli katkı sağlayacaktır.

Gazi Üniversitesi'nde yapıların ekolojik performansına ilişkin nitel ve nicel ölçümlerin ve değerlendirmelerin yerinde uygulamalı olarak yapılabileceği, simülasyon programlarının kullanımına veri teşkil edecek bir örnek yapı mevcut değildir. Bu nedenle, tez çalışması kapsamında tasarlanacak örnek ekolojik yapının Gazi Üniversitesi Yerleşkesinde gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. “Çevresel araştırma ve eğitim laboratuvarı” işlevi kazandırılarak Gazi Üniversitesi yerleşkesinde tasarlanan ekolojik yapı, Gazi Üniversitesi tarafından çevre konularında yapılacak ARGE çalışmaları, ilgili lisans ve yüksek lisans dersleri, ekolojik malzeme tanıtımları, eğitim seminerleri ve kursları aracılığıyla ekolojik yapıların ekolojik performansını ölçme/değerlendirme ve yapıların çevreyle uyumunu yaşayarak öğrenme olanağı sağlayacaktır. Aynı zamanda genel anlamda ekolojik yapı tasarım sürecine bir rehber niteliği taşıyacak ve Ankara kentinde gerçekleştirilebilecek ekolojik yapı tasarımları için bir bilgi kaynağı oluşturacaktır.

### 3.2.1. Ankara kentinin fiziksel çevre koşulları

Bu bölümde, tasarımın alanı olarak seçilen Ankara kentine ait coğrafi durum, iklim, topografya, genel jeoloji gibi fiziksel çevre koşulları incelenmiştir. Ankara'nın Türkiye'deki yeri Harita 3.1'de ifade edilmektedir.

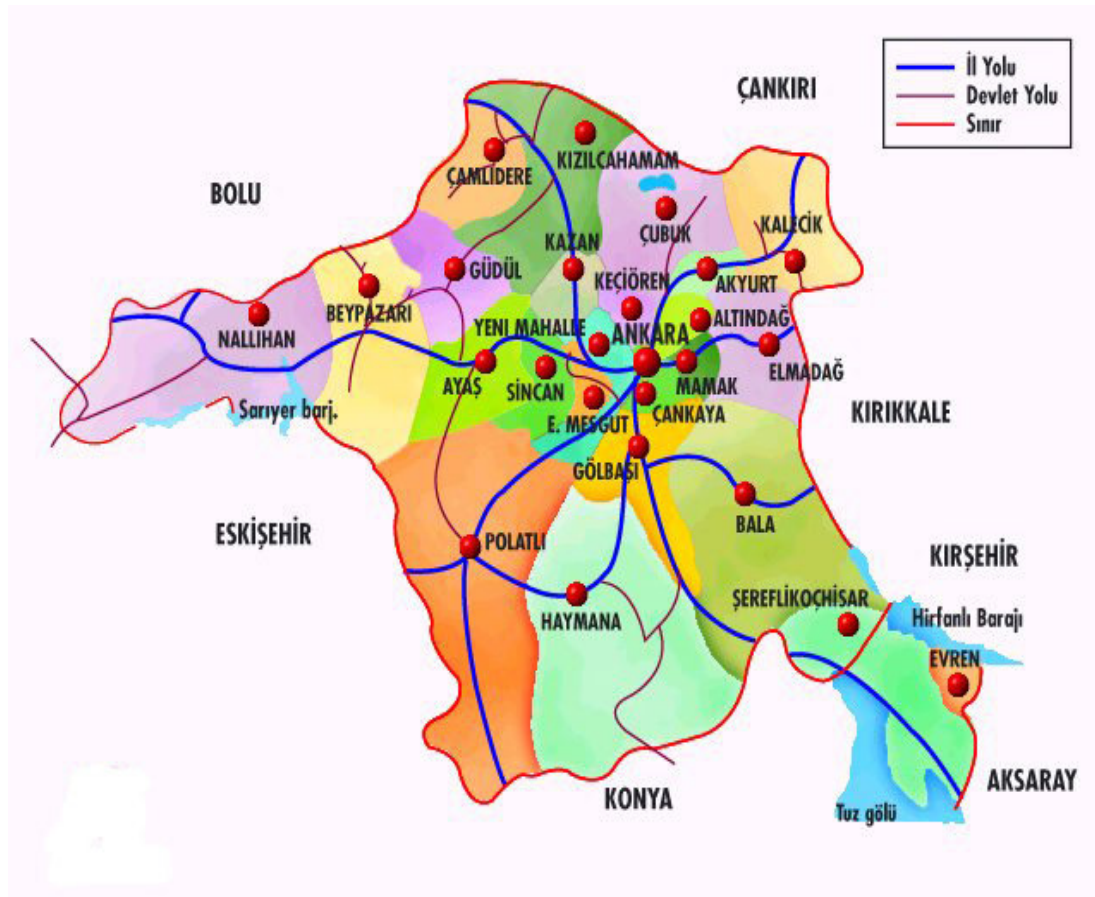


● Tasarım alanı

Harita 3.1. Ankara'nın Türkiye'deki yeri [77]

### Ankara kentinin coğrafi durumu

Ankara kenti, 39°57' kuzey enlemi ile 32°53' doğu boylamları arasında, iki ayrı coğrafi bölge içinde kalmaktadır. İlin büyük bir kısmı İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında, kuzeyindeki küçük bir kesim ise Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Ankara'nın doğusunda Kırşehir ve Kırıkkale, batısında Eskişehir ve Bilecik, kuzeyinde Çankırı, kuzeybatısında Bolu ve güneyinde Konya ve Aksaray kentleri bulunmaktadır. 26.326 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olan Ankara'nın deniz seviyesinden yüksekliği ortalama olarak 890 metredir [79]. Ankara kenti ilçeleri haritası Harita 3.2'de ifade edilmektedir.



Harita 3.2. Ankara kenti ilçeleri haritası [5]

Tasarımın gerçekleştirileceği alan olarak seçilen Gazi Üniversitesi yerleşkesi, Ankara'nın Yenimahalle ilçesi sınırları içinde yer almaktadır.



### Ankara kentinin iklimi

Ankara’da iklim yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçer, yaz aylarında hemen hemen hiç yağış olmaz ve nispi rutubet azdır. Ankara kentinin geniş arazisinde yer yer iklim farklılıkları görülür. Güneyde İç Anadolu ikliminin belirgin özellikleri olan step iklimi, kuzeyde ise Karadeniz ikliminin ılımanlık ve yağış özellikleri görülebilir. En sıcak ay Temmuz Ağustos, en soğuk ay ise Ocak ayıdır [5].

Bölgeye düşen yağış miktarları kuzey ve güney kesimlerde farklılık gösterir. Bölgenin yapısı gereği özellikle kış aylarında sis olayı oldukça fazladır ve hayatı etkiler. Ortalama toplam yağış miktarı 397.4 mm olan Ankara’da 2008 yılı yağışı bu değerın 75mm altında gerçekleşmiştir [79]. Ankara kentinde ortalama ve 2008 yılı günlük yağış miktarı Çizelge 3.2’de, ortalama ve 2008 günlük en yüksek yağış miktarı Çizelge 3.3’de ifade edilmektedir. İl bazında ortalama sıcaklık 10-13 ° C arasında, en yüksek sıcaklık değeri 41,4 ° C ile Sarıyar İstasyonunda en düşük sıcaklık da 32,2 ° C ile Esenboğa İstasyonunda kaydedilmiştir. Donlu günler sayısı yılda ortalama 60–114 arasında, karla örtülü günler sayısı ise yılda ortalama 17–42 gün arasında değişmektedir. En yüksek kar kalınlığı 82 cm olarak Kızılcahamam istasyonunda elde edilmiştir [80].

Ekolojik yapı tasarımında önemli bir ölçüt olan enerji korunumunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önemli bir yer tutar. Özellikle pasif sistemlerin kullanımı ve uygulanmasında yenilenebilir bir kaynak olan güneş enerjisi kullanılmaktadır. Bu nedenle, o bölgenin güneşlenme özelliği bilinmelidir. Yıllık ortalamalara göre Ankara günde ortalama 7,4 saat güneş görmektedir. En fazla güneş enerjisi alan yüzeyler; 16 Mart ta 60° güneydoğu ve güneybatı, 16 Haziran da 30° eğimli doğu ve batı, 16 Eylül de 60° eğimli güneydoğu ve güneybatı yönlerinde yer alan yüzeyler olmaktadır [79]. Ankara kenti için aylık ortalama güneş ışınlımı ve günlük güneşlenme süresi değerleri Çizelge 3.4 ‘de ifade edilmektedir.

Gerek yerleşim alanı tasarımı gerekse yapı tasarımında rüzgar, ekolojik tasarım kararlarını etkileyen önemli unsurlardan biridir Ankara’daki günlük maksimum rüzgar oranları Çizelge 3.5’de ifade edilmektedir.

Çizelge 3.2. Ankara’da ortalama ve 2008 yılı aylık yağış miktarı(mm) [79]

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama	40,6	32,9	35,5	52,2	49,5	33,5	14,9	12,6	16,5	30,3	37,4	41,5	397,4
2008 yılı	20,1	6,5	54,9	32,7	45,4	10,3	0,0	0,7	61,6	18,6	43,6	28,8	323,2

Çizelge 3.3. Ankara’da ortalama ve 2008 yılı günlük en yüksek yağış miktarı (mm) [79]

Parametreler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama	27,9	26,9	22,1	29,4	41,6	88,9	62,6	35,6	32,2	29,0	36,0	36,7	88,9
2008 yılı	5,9	4,0	17,6	8,0	11,9	5,6	0,0	0,7	28,8	8,8	9,6	9,7	28,8

Çizelge 3.4. Ankara kentine ait güneş enerjisi ve güneşlenme süresi değerleri [80]

AYLIK ORTALAMA GÜNEŞ IŞINIMI DEĞERİ ( Mj/m <sup>2</sup> -gün )													
Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Top.
Ort.	4.6	7.7	11.1	15.1	19.2	21.8	22.0	20.3	16.3	10.8	6.3	4.9	5596.5
Yıllık ortalama günlük güneş ışınımı:15.5													
AYLIK ORTALAMA GÜNLÜK GÜNEŞLENME SÜRESİ DEĞERLERİ ( saat/gün)													
Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Top.
Ort.	2.6	4.0	5.4	6.4	8.5	10.4	11.0	10.7	9.3	6.8	4.0	2.4	3427.0
Yıllık ortalama günlük güneşlenme süresi:6.7													

Çizelge 3.5. Ankara’da günlük maksimum rüzgar oranları [80]

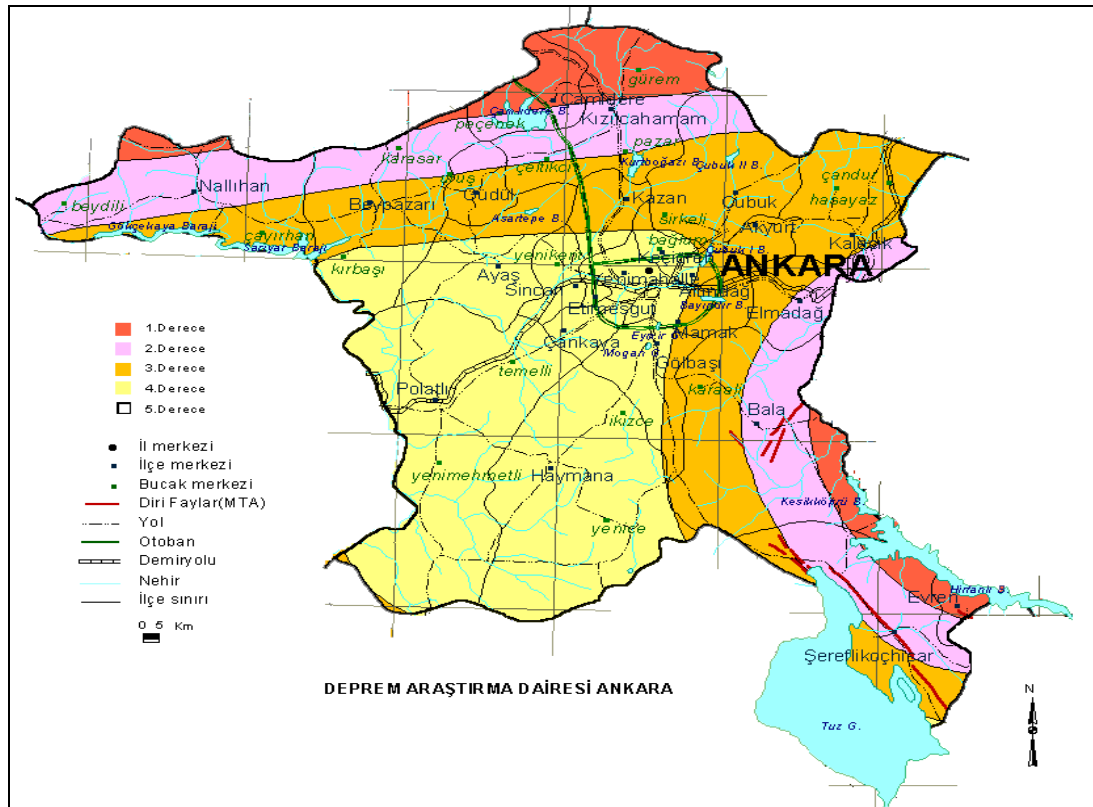
Gün	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	9,3	15,3	15,9	7,1	8,9	29,4		26,0	15,1	11,8		
2	8,3	10,8	13,7	23,0	5,5	14,9		18,8	23,9	10,4		
3	28,0	21,0	18,6	3,9	11,9	29,6		14,7	13,6	21,9		
4	12,3	9,5	19,5	8,1	7,1	19,1		14,8	12,4	17,6		
5	14,2	19,2	18,5	7,0	12,2	16,1		16,1	14,3	21,8		
6	7,9	11,5	19,8	5,3	8,3	20,9		16,1	14,5	10,9		
7	7,9	10,1	9,0	11,3	11,5	23,9		16,1	17,6	10,8		
8	10,9	10,4	9,0	7,3	4,4	15,4		12,7	19,6	13,2		
9	6,2	11,0	11,8	14,9	17,3	12,6		14,8	15,8	13,9		
10	6,9	9,4	11,0	16,5	20,4	18,2		13,6	13,3	19,4		
11	8,2	8,7	13,7	15,6	18,6	18,2		11,6	11,0	11,6		
12	8,0	10,5	26,8	13,8	15,2	11,7		18,4	13,6	11,0		
13	6,7	9,5	8,9	18,1	24,7	12,0		15,6	20,8	17,8		
14	8,5	16,5	22,7	7,9	21,4	18,8		13,3	15,0	16,6		
15	7,0	10,5	18,9	10,9	18,1	17,9		16,3	13,6	15,8		
16	9,1	9,6	17,1	16,3	15,5	28,5		18,4	22,0	10,1		
17	7,7	14,4	14,1	11,3	20,1	15,2		20,7	11,5	8,8		
18	7,9	17,8	21,2	11,0	9,5	22,0		16,4	10,9	9,1		
19	11,3	12,8	13,5	19,0	18,5	20,0		15,7	9,1			
20	20,4	12,5	11,2	14,7	23,7	19,2		14,9	11,2			
21	7,5	8,8	16,0	15,1	12,5	21,8		19,1	19,6			
22	8,2	10,9	16,6	16,9	18,1	11,6		20,3	22,5			
23	10,5	15,5	40,1	16,5	12,7	16,8		23,8	20,6			
24	19,2	24,3	16,9	10,5	16,3	19,6		34,5	13,3			
25	8,7	24,8	17,3	10,6	21,1	16,4		42,1	11,0			
26	8,1	9,8	15,4	8,7	18,6	17,6		25,1	11,8			
27	30,0	11,9	20,7	11,4	17,1	31,9		25,4	10,9			
28	26,0	9,1	12,9	16,0	21,2	20,2		13,4	12,1			
29	15,2		13,3	11,9	18,6	26,5		19,9	13,3			
30	23,1		16,6	18,4	15,9	22,7		16,8	13,0			
31	14,4		20,1		16,4			12,1				
Not: 1-Saniyedeki hızı (22-23)knot olan rüzgarlar (10.8-17.1m/sec) kuvvetli rüzgar ve fırtınamsı rüzgar olarak değerlendirilir.												
2- Saniyedeki hızı (34-40)knot olan rüzgarlar (17.2-20.7m/sec) fırtına olarak değerlendirilir.												

Ankara kenti merkezi ve istasyonların rüzgar durumuna genel olarak bakıldığında hakim rüzgarın topografik yapıya bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. Buna göre hakim rüzgar Ankara (merkez), Esenboğa, Çubuk, Ayaş ve Yenimahalle’de kuzeydoğu, Haymana (İkizce), Sincan, Dikmen ve Nallıhan’da batı, Polatlı ve Şereflikoçhisar’da

kuzey, Etimesgut ve Elmadağ'da güneybatı, Kızılcahamam'da güneydoğu ve Beypazarı'nda kuzey kuzeydoğudandır. Kuvvetli rüzgarların görüldüğü aylar mart ve nisan aylarıdır [80]. Hakim rüzgar yönü kuzeydoğu olup ortalama hızı 3,2 m/sn'dir.

### Ankara kentinin genel jeolojisi

Tasarımların gerçekleştirileceği alanların seçiminde bulunulan bölgeden ve yakınından geçen fay hatları öğrenilmelidir. Fay hattı geçen alanların öncelikle yerleşime açılmaması tercih edilmeli, ancak açılan alanlar varsa o alanın bulunduğu deprem kuşağı derecesi saptanarak gerekli önlemleri içeren yapılar tasarlanmalıdır [10]. Tasarımın gerçekleştirileceği alan olarak seçilen Gazi Üniversitesi Yerleşkesi 4. derece deprem bölgesi olup deprem yönetmeliğinin bu bölge için zorunlu kıldığı kurallar tasarım kararları alınırken göz önünde bulundurulmuştur. Ankara kenti deprem ve fay hattı haritası Harita 3.3'de ifade edilmektedir.



Harita 3.3. Ankara deprem haritası [81]

### 3.2.2. Ankara kentinin çevre sorunları

Bu bölümde çevre sorunları tasarım alanının bulunduğu bölge ölçeğinde araştırılmıştır. Yapıların olumsuz çevresel etkilerini azaltan çözümlerin belirlenmesinde, bu konu yönlendirici olmakta ve ölçütler bu risklere göre seçilmektedir. Bölgedeki sorunlar daha önce yapılan araştırmalar ve ilgili raporlardan elde edinilen bilgilerle aşağıda açıklanmaktadır.

#### Hava kirliliği

Hava kirliliği, modern hayatın getirdiği en önemli sorunlardan biri olup, esas kaynağı yanma olaylarıdır. Dünyadaki enerjinin % 30'u hidrolik, geri kalan %70'lik bölümü de kömür, petrol, gaz veya bunların sentetik yakılmasıyla elde edilmektedir. Türkiye'de çevre konusuna uzun süre kayıtsız kalınması, yeterince önemsenmeyişi hava kirliliğinin giderek artan boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır. Çoğu değişik etkenlerin rol oynamasına rağmen hava kirliliğinin nedenlerini endüstri tesislerinden, atmosferik özelliklerinden, konutların ısınmasından ve motorlu taşıtlardan olmak üzere dört ana başlıkta toplanır [5]. Kükürtdioksit ve partiküler madde dünyanın bütün kentsel alanlarında fosil kökenli yakıtların yanmasından oluşan hava kirliticilerinin en önemlileridir. Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>), ve partiküler madde (PM) kirleticisi kompleksinin bileşenlerini oluştururlar [5]. Ankara kenti ve ilçe merkezlerinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen kış sezonu ortalama kükürtdioksit yoğunlaşmaları Çizelge 3.6' da ifade edilmektedir.

Çizelge 3.6. Ankara kent ve ilçe merkezlerinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen kış sezonu ortalama kükürtdioksit yoğunlaşmaları ve bir önceki yılın aynı dönemine göre değişim oranları (2000-2001-2004-2005) [5]

İl ve İlçe	Kış Sezonu Kükürtdioksit (SO <sub>2</sub> ) Ortalamaları					Değişim Oranları			
	(µg/m <sup>3</sup> )					(%)			
Merkezleri	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005				
	a	b	c	d	e	b/a	c/b	d/c	e/d
Ankara	55	47	56	44	38	-15	19	-21	-14

Kükürt dioksit, partiküler madde ve asit aerosolleri doğrudan doğruya solunum yollarını etkilerler. Solunan yüksek yoğunlaşmadaki kükürt dioksitin %95'i üst solunum yolları tarafından emilir. Bunun sonucu olarak, bronşit, anfizem ve diğer akciğer hastalık semptomları meydana gelir. Ankara kenti ve ilçe merkezlerinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen partiküler madde yoğunlaşmalarıyla ilgili göstergeler Çizelge 3.7' de ifade edilmektedir.

Çizelge 3.7. 2005-2006 yılında Ankara kent merkezinde ölçüm yapılan istasyonlardan elde edilen partiküler madde yoğunlaşmalarıyla ilgili göstergeler [5]

AYLAR (05-06)	Ölç. İst. Sayısı	Ölç. Yap. Gün	Ortalama		Değişim Oranları Bir Önceki Yıla Göre(%)		KVS Değerlerinin Aşıldığı Gün Sayısı (µg/m <sup>3</sup> )	
			SO <sub>2</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	PM	SO <sub>2</sub> >400	PM>300
Ocak	5	31	54	95	%12,5 Artma	%31,9 Artma	0	0
Şubat	5	28	36	62	%12,5 Artma	%20,9 Azalma	0	0
Mart	5	31	32	51	%12,5 Azalma	%25,4 Azalma	0	0
Nisan	5	30	31	51	%19,2 Artma	%17,6 Azalma	0	0
Mayıs	8	31	19	35	%11,7 Artma	%9,3 Artma	0	0
Haziran	8	31	25	24	%31,5 Artma	%16,6 Azalma	0	0
Temmuz	8	30	21	27	%9,5 Azalma	%22,7 Azalma	0	0
Ağustos	8	31	27	32	%17,3 Artma	%3,1 Azalma	0	0
Eylül	8	30	25	41	%8,6 Artma	%12,1 Azalma	0	0
Ekim	7	30	27	63	%48,1 Azalma	%57,5 Artma	0	0
Kasım	5	30	38	87	%5,5 Artma	%31,8 Artma	0	0
Aralık	5	31	45	106	%15,2 Artma	%15,2 Artma	0	0
Ocak	5	31	38	85	%42,1 Azalma	%11,7 Azalma	0	0
Şubat	5	28	38	110	%5,5 Artma	%77,4 Artma	0	0
Mart	5	31	25	60	%28 Azalma	%17,6 Artma	0	0
Nisan	5	30	23	42	%34,7 Azalma	%21,4 Azalma	0	
Mayıs	5	25	19	36	_	%41,6 Azalma	0	
Haziran	Ölçüm	Yapılmadı						
Temmuz	Ölçüm	Yapılmadı						
Ağustos	Ölçüm	Yapılmadı						
Eylül	Ölçüm	Yapılmadı						
Ekim	Ölçüm	Yapılmadı						
Kasım	Ölçüm	Yapılmadı						
Aralık	2	31	60	111	%30,4 Artma	%4,7 Artma		

Ayrıca kentte motorlu taşıtlardan kaynaklanan egzoz kirliliği de önemli boyuttadır. Plansız yerleşimin bir sonucu olarak da yeşil alanların zaman içinde önemli ölçüde azalması söz konusudur. Ankara'daki toplam yeşil alan miktarı Çizelge 3.8' de ifade edilmektedir.

Çizelge 3.8 Ankara'daki toplam yeşil alan miktarı [80]

İLÇELER	TOPLAM YEŞİL ALAN (ha)	m <sup>2</sup> /Kişi	İL İÇİNDEKİ YÜZDESİ
ALTINDAĞ	1323,1	31,7	7,5
ÇANKAYA	6305,8	88,5	35,6
ETİMESGUT	4021,6	574,8	22,72
GÖLBAŞI	1246,0	496,0	7,0
KEÇİÖREN	1071,9	20,5	6,3
MAMAK	1786,2	48,5	10,1
SİNCAN	14,5	1,6	0,08
YENİMAHALLE	1894,6	55,1	10,7

### Su kirliliği

Türkiye'de de son dönemde sıkça gündeme gelen “küresel ısınma” ve su kaynaklarının tükenmesi tehlikesi karşısında mevcut kaynakların en etkin biçimde korunup, değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda Ankara'da su sağlayan tüm su kaynaklarının ağırlıklı bir envanterinin çıkarılması ve bu kaynakları koruyup işletebilecek önlem ve araçların geliştirilmesi gerekmektedir. Su kaynaklarını ve barajların su tutma alanlarını koruyabilme amacıyla çıkarılmış olan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre içme ve kullanma suyu rezervuarlarının ve benzeri su kaynaklarını korunmasında, her kaynak için özel hükümler getirilinceye kadar, kirlenme yasakları ve koruma alanları geçerlidir. Ankara'ya su sağlayan barajlar ve kapasiteleriyle ilgili genel bilgiler aşağıdaki bölümlerde irdelenmiş olup, bu barajlardan, Çubuk I ve Bayındır barajları, siltlenme sorunu ve ekonomik ömürlerini tamamlama benzeri etmenlerle bir suredir kente aktif su sağlayamamaktadır [79]. Çubuk II ve Kızılırmak-Kesikköprü barajı, Çamlıdere barajı, Kurtboğazı barajı kentin önemli barajlarıdır.

ASKİ Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen Büyük Ankara Kanalizasyon ve Yağmur Suyu Projesi kapsamında Ankara kentinin kanalizasyonu, ayrık sistemle

toplanarak Tatlar Merkezi Atıksu Arıtma Tesisine taşınmakta ve biyolojik sistemle arıtmakta ve arıtılmış su Ankara Çayı'na verilmektedir. Kentin atık sularının hemen hemen tamamı kanalizasyona alınmış durumdadır [5].

### Gürültü kirliliği

Bölüm 2.1.1'de ifade edildiği gibi trafik gürültüsü ve endüstri gürültüsü gürültü kirliliğine yol açan başlıca etmenlerdir.

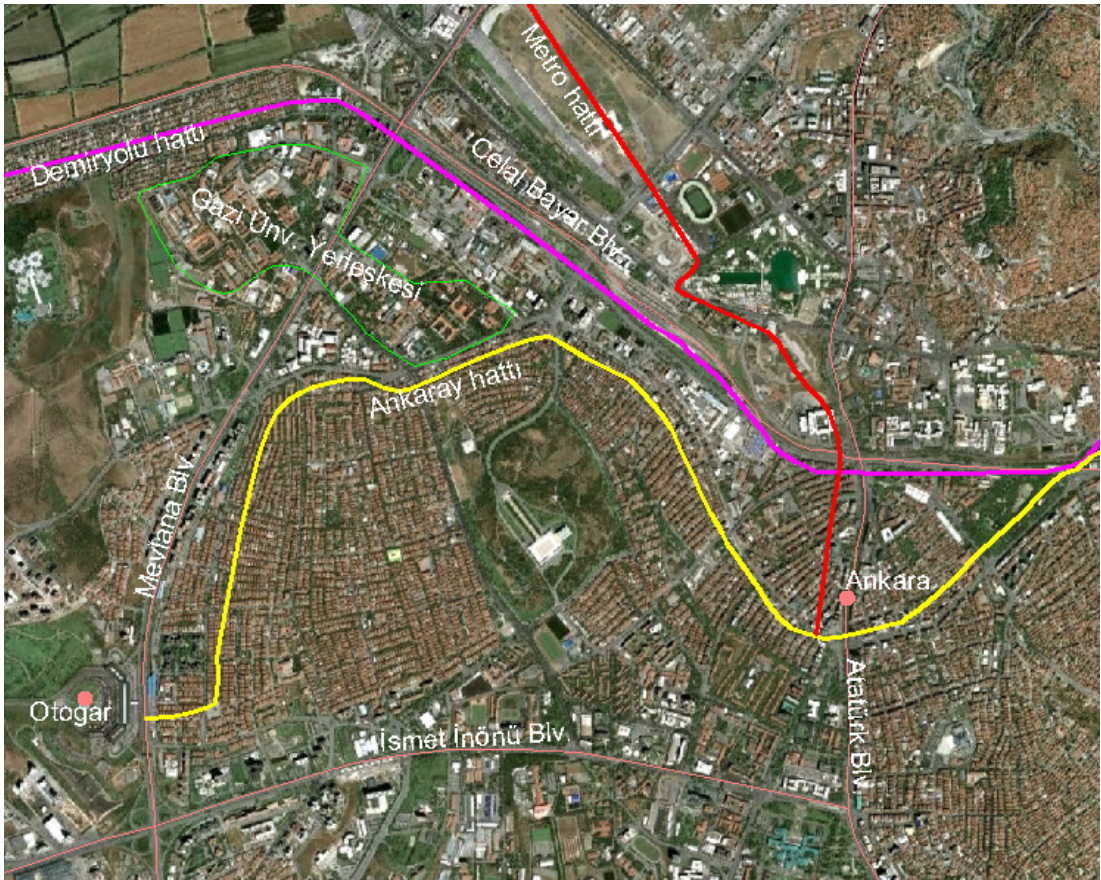
#### *Trafik gürültüsü*

Ankara kentinde bulunan Esenboğa Havalimanının şehre uzaklığı 28 km.dir. Günümüzün büyük kentlerinde havaalanları gerek kendi servisleri içinde, gerekse yakın çevrelerindeki yerleşmelerde önemli ses kirliliği yaratmaktadırlar. Sivil havacılığın, hava taşımacılığının jet uçağı teknolojisinin gelişmesi, daha süratli, daha büyük ancak daha gürültülü hava taşıtlarının ortaya çıkması, gürültü sorununu ağırlaştırmıştır. Kara ulaşımından farklı olarak uçak hareketleri belirli bir düzlem üzerinde sınırlandırılmadığı için gürültü çok geniş bir alana yayılmaktadır. Ankara'nın coğrafi konumu; Anadolu'nun merkezi bir yerinde olması uluslararası E88, E89 ve E90 Devlet Karayollarının İl merkezinden geçmesi ve Ankara'nın başkent oluşu, bakanlıkların, kuvvet komutanlıklarının, kamu kurum ve kuruluşlarına ait genel müdürlüklerin, yabancı devletlere ait temsilciliklerinin, burada bulunması sebebiyle diğer kentlerimize göre ayrı bir özellik arz etmektedir. Son yıllarda, ülkemizde ekonomik ve kültürel değişikliğin sonucu olarak, köylerden kentlere akının çoğalması, Ankara'da da olumsuz etkilerini göstermektedir. Bu nedenle plansız ve programsız, altyapısız şehirleşme trafik sorununu da beraberinde getirmiştir. Karayolu taşıt gürültülerinin giderilmesine yönelik ses perdeleri, gibi. bazı önlemler bulunmakla birlikte Ankara'da bu konuda ilgili kuruluşlarca yapılan herhangi bir çalışma gözlemlenmemiştir [5].

Tek bir tren geçişi sırasında ortaya çıkan gürültünün bileşenleri; lokomotif, vagonlar ve uyarı sinyallerinin sesleridir. Genel olarak demiryolu ulaşımı gürültüleri; trenlerin tip ve yapısal özellikleri, taşıt kompozisyonu, günlük tren geçiş sayısı, demiryolu özellikleri, tren



geçiş hızı, rayların tipleri, demiryolu strüktürü ve yerden yüksekliği gibi etkenlere bağlıdır. Genel olarak dizel lokomotifli trenler, lokomotif ve vagon sayısı fazla trenler, artan geçiş hızı, cıvatalı ray bağlantıları, aşınmış raylar ve tekerlekler, metal konstrüksiyonlar, köprüler daha yüksek gürültüye neden olurlar [5]. Tasarım alanı olan Gazi Üniversitesi yerleşkesi yoğun taşıt kullanımının olduğu yollarla çevrili bir alanda yer almaktadır. Tasarım alanının Ankara kenti içindeki konumu Şekil 3.4’de ifade edilmektedir.



Şekil 3.4. Tasarım alanının Ankara kenti içindeki konumu [82]

### *Endüstri gürültüsü*

Ankara’da, Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Gürültü Mücadele Birimi tarafından yapılan çalışmalarda endüstriyel işyerlerinde tesis için gürültü seviyelerinin 01.07.2005 tarihine kadar yürürlükte kalan Gürültü Kontrol Yönetmeliği ve bu tarihten sonra yürürlüğe konulan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi

Yönetmeliği'nde öngörülen sınırlar üzerinde olduğu, genel olarak gürültüden korunma önlemlerinin alınmadığı ve tesislerin dışındaki gürültü sorununa karşı tampon alan bırakılmadığı gözlemlenmiştir [5].

### Atıklar

Sanayi, ulaşım, tarım, turizm ve yapı sektöründe üretim yaparken ve hizmet verirken çok sayıda madde ve malzeme biçim değiştirir. Bu faaliyetler için enerji sağlarken ve enerji kullanırken gaz, sıvı ve katı halde atıklar ve artıklar ortaya çıkar. Bu atıkların bir bölümü nihai olarak bertaraf edilirken, bir bölümü geri kazanılarak yeniden kullanılabilir. Kentsel çevre sorunlarının önemli bir parçası haline gelen katı atık sorunun; atıkların toplama, taşıma, geri kazanım ve giderim (depolama, yakma ve kompost gibi) süreçlerinin bir bütün olarak ele alınması gereği açıktır. Bu alanda, yerel yönetimlere (belediyeler) yetki ve sorumluluk verilmiştir [5].

Mamak Mevkii'nde bulunan ve 1980 yılından beri katı atık döküm alanı olarak kullanılan düzensiz depolama alanı 49 yıllık bir süre için ITC Invest Trading Consulting AG firmasına ihale edilmiş ve bu firma tarafından alanın rehabilitasyonu yapılmıştır. Bu amaçla alanda sızıntı sularının bir kısmı toplanarak ASKİ kollektörüne bağlanmış, çöplerden oluşan gazların toplanması amacıyla gaz toplama sistemi kurularak toplanan metan gazından elektrik enerjisi üretilmeye başlanmış ve dökülen çöplerin üzeri hafriyat toprağı yardımıyla kapatılmıştır. Ancak halen alana katı atık döküm işlemi devam etmektedir. Diğer taraftan alanda, katı atıklardan geri kazanılabilir atıkların ayrılması için ambalaj atıkları ayrıştırma tesisi kurulmuştur. Ayrıca Sincan Çadırtepe mevkiinde bulunan katı atık depolama alanına Etimesgut ve Sincan ilçeleri tarafından çöp dökümü yapılmakta olup bu alanda da ambalaj atıkları ayrıştırma tesisi kurulmuştur. Çalışmalar Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne takip edilmektedir. Büyükşehir Belediyesi mücavir alan sınırları dışında kalan ilçe belediyeleri için de Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında çıkarılan 2003/8 sayılı genelge gereğince evsel nitelikli katı atıkların kontrollü olarak depolanması, geri kazanılması ve bertaraf edilmesi amacıyla Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü koordinasyonunda bir çalışma başlatılmıştır.

Atık madeni yağların bir kısmı lisanslı çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılmakta geri kazanıma uygun olan bir kısım atık yağ ise geri kazanım yoluyla tekrar madeni yağ olarak kullanılmaktadır. Ancak bu bertaraf yöntemlerinin dışında önemli derecede madeni atık yağ sanayide ısınma amacıyla veya üretimde de yakıt olarak kullanılarak önemli derecede hava kirliliği yaratmaktadır.

Ankara'da sanayiden kaynaklanan tehlikeli atıkların bir kısmı izinsiz şekilde yakılarak veya çöp depolama alanları ya da alıcı ortama gelişigüzel atılarak çevre açısından risk oluşturmaktadır. Atık bitkisel yağların çok büyük bir kısmını oluşturan kızartmalık atık yağların önemli bir kısmı lisanslı firmalarca toplanarak biodizel yada sabun olarak geri kazanılmaktadır. Ancak özellikle evlerde oluşan kızartmalık atık yağlar kanalizasyona karışarak çevre kirliliği oluşturmaktadır [5]. 2006 yılı itibari ile Atık Yönetimi uygulama çalışmalarında elde edilen veriler ve Ankara'nın bu konuda mevcut durumu atık cinsleri bazında değerlendirilmiştir.

#### *Evrensel katı atıklar*

Ankara'da üretilen katı atıkların miktarları, özellikleri ve bileşenleri mevsimsel ve bölgesel farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de kişi başına üretilen ortalama katı atık miktarı olan 1,34 kg ve Ankara'nın nüfusu dikkate alındığında Ankara'da günde yaklaşık (4.500.000 x 1,34) 6000 ton çöp oluşmaktadır. Ankara'da çöp toplama işleminde genellikle çöp torbası kullanılmaktadır. Bu uygulama, torbayla dışarı çıkarılmış çöplerin her gece toplanması şeklinde sürdürülmektedir. Olumlu yönlerine rağmen bu uygulamada da çöplerin zamanından çok önce dışarıya çıkarılması, belirlenen standart torbalar dışında küçük poşetler kullanımı ve poşetlerin ağızlarının bağlanmaması nedeniyle çöplerin etrafa dağılması, çöp toplama zamanındaki aksaklıklar, çöpün geceleri toplanması sırasında çöp kamyonlarının neden olduğu gürültü gibi olumsuz yönler bulunmaktadır.

Özellikle son yıllarda doğalgazın yaygınlaşması sonucu Ankara'da oluşan katı atıkların içerisinde bulunan kül miktarının azalması ve katı atık kompozisyonu değişikliğe uğraması beklenmektedir ancak kaçak kömür kullanımına engel olunamamakta ve bu durum değerleri olumsuz boyutlara getirebilmektedir. Ankara'nın nüfusu, hane sayısı, göç sorunu,

işyeri, sanayi, kamu kuruluşlarının türleri ve sayıları, gelir guruplarının dağılımı ve bu gurupların tüketim normları gibi değişik özellikler Ankara’da çöp oluşumunu etkileyen temel etkenlerden bazılarıdır [5].

### Toprak kirliliği

Toprak kirliliğinin tespitinde ve değerlendirmesinde oldukça çok etkenin göz önünde tutulması gerekmektedir. Toprakta fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal, biyokimyasal ve biyolojik olayların karmaşıklığı içerisinde doğal bir denge vardır. Bütün bunlar sınırlı kaynaklar olması nedeniyle toprakların insanların geleceği açısından büyük önem taşıdığını ve toprak kirliliğinin özellikle üretici sağlığı olmak üzere insan ve çevre sağlığı açısından son derece önemli bir çevre sorunu olduğunu göstermektedir.

1989 ve 1993 yılları arasında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü ile Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü tarafından “Evsel ve Endüstriyel Atıklarla Kirlenen Ankara Çayı ile Sulamanın Toprak ve Bitkiye Olan Etkileri ile Çevresin Mikrobiyolojik Kirlenmesi konulu bir araştırma yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre ağır metal kapsamı belirlenen Ankara Çayı gerek derişim, gerek uygulanan sulama suyu miktarı ile sulama süresi açısından bitki gelişimi açısından toprakta kısa zamanda birikim yapması beklenemez. Ayrıca ağır metallerin bitki gelişimini engellemesi veya insan ve hayvan beslenmesinde tehlikeli olabilmesi toprağın pH değerine bağlı olup, çalışmada bu etkinin ortaya çıkması çok uzun periyotta beklenebilir. Ankara Çayı’nın taşıdığı ve sulama yolu ile toprağa ve bitkiye bulaştırdığı kirlilik, patojen mikroorganizmaların varlığının da işareti olarak sayıldığından çevre sağlığı açısından önemli bir risk olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bulgulara göre Ankara Çayı’nın sağlık açısından sulamada kullanımı sakıncalıdır [5].

Kentsel, endüstriyel ya da tarımsal nitelikli olsun, tüm toplumsal ve ekonomik faaliyetler sonucu önemli miktarda katı atık ortaya çıkmaktadır. Söz konusu atıkların gereken özen gösterilmeden toplanması, depolanması, zararsız duruma getirilmesi toprak kirliliğine neden olmaktadır. Katı atıklar içinde bulunan zararlı kimyasal maddeler parçalanmadan uzun süre naylon, pet şişe gibi ambalaj maddeleri toprağı kirletmekte, hatta kullanılamaz

duruma getirmektedirler. Kentsel atıklardan kanalizasyon suyunun, arıtma tesisinde arıtılması işlemleri sırasında ortaya çıkan arıtma çamurunun (Biokatı) tarım arazileri, rekreasyon alanları ve bazı sorunlu arazilerde kullanımı ve sonuçları üzerine ASKİ tarafından desteklenen, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü ile Ankara Araştırma Enstitüsünün yapmış olduğu çalışmalarda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Her iki enstitü tarafından yapılan çalışmada tesisten çıkan biokatı ile sera, tarla ve rekreasyon alanı denemeleri yürütülmüştür ve biokatinin toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine yaptığı etkiler araştırılmıştır. Denemeler sonucunda biokatinin azot ve fosfor içeriği nedeni ile bitkisel verimliliği arttırırken içeriğinde tuzları ve ağır metalleri barındırması nedeni ile uzun dönemde risk oluşturabileceği, biokatıların kullanımının uzun vadeli araştırılması gerektiği, biokatıların araziye uygulanmasında Çevre Bakanlığının hazırlayacağı bir yönetmeliğe bağlı olarak ve kayıtlı olmanın gerekliliği ve rasgele ve bilinçsizce kullanımların ileriki yıllarda sorun oluşturabileceği bildirilmiştir [5].

#### *Tehlikeli atıklar*

Endüstrileşmeye paralel olarak nüfusun artması ve yaşam düzeyinin gelişmesiyle Ankara'da sanayi tesislerinin sayısı artmaya başlamıştır. Bu tesislerde oluşan atıkların miktarları ve türleri gelecek için insan sağlığı ve çevreyi tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır. Özellikle küçük ölçekli ve eski işletmelerde kullanılan teknolojilerin eski olması ve uygulanan işlemlerin teknik yeterliliklerinin olmayışı tehlikeli atıkların yönetiminde karşılaşılan en büyük zorlukların başında gelmektedir. Ankara sınırları içerisinde faaliyet gösteren tesislerde oluşan başlıca tehlikeli atıklar boya çamuru, boya atığı, solvent atığı, atık tiner, vernik kalıntıları, kimyasal maddeler ile üretilmiş olmuş ambalaj atıkları, bez ve eldivenler, tehlikeli nitelikli arıtma çamurları ve atık yağlar oluşmaktadır [5].

#### *Tıbbi atıklar*

Ankara'da tıbbi atıklar, Ankara Büyükşehir Belediyesinin adına özel bir şirket tarafından toplanmakta olup, Sincan Çadırtepe çöp döküm sahasında bulunan ve zemini özel olarak hazırlanmış tıbbi atık hücrelerine kireç yardımıyla gömülmek ve üzeri örtülmek suretiyle

bertaraf edilmektedir. Diğer ilçelerde ise tıbbi atıklar çöp döküm alanlarındaki ayrı bir noktada kireç yardımıyla gömülerek üzeri kapatılmaktadır.

### **3.2.3. Ankara kentindeki yapıların çevre sorunlarına etkileri**

Bölüm 3.2.2’de açıklandığı gibi bu bölgede kirlilik (hava, su, toprak, gürültü vb.) önemli bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Bölgedeki endüstriyel faaliyetlerin gelişmesiyle beraber buraya olan göç hızlanarak nüfus artışı yaşanmıştır. Nüfus artışı ve yaşam düzeyinin gelişmesi ile birlikte Türkiye’deki endüstrileşmeye paralel olarak Ankara’da sanayi tesislerinin sayısı artmaya başlamıştır. Dolayısıyla bu tesislerde oluşan atıkların miktarları ve türleri gelecek için insan sağlığı ve çevreyi tehdit eden boyutlara ulaşmaktadır.

Nüfus artışının en önemli olumsuz sonucu ise, barınma ihtiyacının artmasıdır. Bu ihtiyacın büyük bir bölümü bu bölgede, sağlıklı, kalitesiz yapıların oluşturduğu gecekondularla karşılanmaktadır. Bu yapılar, mühendislik hizmeti almadığı gibi hiçbir yapı fiziği kurallarının uygulanmadığı için çeşitli etkilere karşı yalıtımsız, bu nedenlerle de enerjiyi fazla tüketen ve insan sağlığı için uygunsuz olmakta, şehir düzenini de bozarak görüntü kirliliği yaratmaktadırlar. Isınmanın gerektiği kış aylarında, yakıtlardan kaynaklanan kirleticilerin artması ise, bu yapılarda enerji tüketiminin artmasına bağlanabilir [8].

Ankara’daki kirliliklerin en önemli nedeni olarak yoğun sağlıklı ve standart dışı yapılaşma görünmektedir. Yapıların büyük çoğunluğunda minimum koşulların bile sağlanamamakta, her türlü konfor koşullarından yoksun, sadece barınma ihtiyacının karşılandığı yapılar inşa edilmektedir [5].

Ankara’nın 1927 yılı nüfus sayımına göre toplam nüfusu 404.581 iken, son 73 yılda 10 kat artarak 2000 yılında 4.007.860’a yükselirken, aynı dönemde ülke nüfusu 5 kat artmıştır. Ankara kenti kent, ilçe ve cinsiyete göre toplam nüfus Çizelge 3.9’da ifade edilmektedir.

Çizelge 3.9. Kent, ilçe ve cinsiyete göre toplam nüfus adrese dayalı nüfus kayıt sistemi, 2007 [80]

	Toplam		
	Toplam	Erkek	Kadın
Altındağ	370.735	185.412	185.323
Çankaya	792.189	385.617	406.572
Etimesgut	289.601	151.376	138.225
Gölbaşı	73.670	37.319	36.351
Keçiören	843.535	417.156	426.379
Mamak	503.663	254.647	249.016
Sincan	413.060	208.893	204.137
Yenimahalle	614.778	301.111	313.667
Akyurt	23.364	11.902	11.452
Ayaş	13.159	6.513	6.646
Bala	23.506	11.614	11.891
Beypazarı	46.884	23.156	23.728
Çamlıdere	9.329	4.666	4.663
Çubuk	83.826	42.424	41.402
Elmadağ	48.013	24.384	23.629
Evren	4.027	1.996	2.031
Güdül	10.676	5.224	5.452
Haymana	39.310	19.423	19.887
Kalecik	17.007	8.511	8.496
Kazan	36.147	18.539	17.608
Kızılcahamam	25.288	12.420	12.868
Nallıhan	31.768	15.632	16.136
Polatlı	118.454	59.949	58.505
Ş.Koçhisar	34.808	17.149	17.659
Toplam	4.466.756	2.225.033	2.241.723

Kentleşme süreci sadece mekan sorunları yaratmamaktadır. Çöp sorunu, susuzluktan kaynaklanan ve bulaşıcı hastalıklara neden olan sorunlar, kentlerin doğal güzelliklerinin ve peyzaj güzelliklerinin bozulması gibi çok önemli ekolojik sorunlar ortaya çıkarmakta ve bu sorunlar devlet kuruluşlarının başa çıkamayacağı derecede büyüebilmektedir. Yapılan yoğun konutlar kent halkı için son derece önemli olan yeşil alanların, gezinti yollarının, çocuk bahçelerinin, kentin akciğerleri olan park ve bahçelerin yerini almaktadır [9]. Gereksinimleri karşılamak için konutların yapılması kaçınılmazdır ancak bu konutlarla orantılı olarak uygun yeni yeşil alanlarda yapılmalıdır. Hızlı kentleşme, sanayileşme ve beraberinde gelen diğer sorunlar tarihi ve kültürel varlıkları olumsuz yönde etkilemektedir. Kentte hava kirliliğinin Augustus Tapınağı'nı, Anıtkabir'i, Maltepe Camii'ni, Hacettepe Üniversitesi hastane yapılarını olumsuz etkilediği ve yapılarda (yapıların yasına bağlı olarak) sülfat çökeltilerinin meydana geldiği tespit edilmiştir. Görsel kirlilik, çarpık kentleşmenin



en belirgin özelliklerinden bir diğeridir [5]. Sonuç olarak Ankara endüstrileşmenin ve yapılaşmanın neden olduğu çevre sorunları yoğun şekilde yaşanmaktadır. Bu nedenle, yapıların neden olduğu çevre sorunlarını azaltıcı çözümler sunan ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin bilinmesi ve uygulamada yapıya aktarılmasında, yapı sektörüyle ilgili her kesime sorumluluk düşmektedir.

### 3.3. Ankara Gazi Üniversitesi Yerleşkesinde Ekolojik Bir Yapı Tasarımı

Tez çalışması kapsamında ekolojik yapı tasarımının gerçekleştirileceği alan olarak Gazi Üniversitesi Yerleşkesi seçilmiştir. Gazi Üniversitesi Yerleşkesi İç Anadolu Bölgesi, Ankara kenti, Yenimahalle ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır [5]. Resim 3.7’de yerleşkenin uydu görüntüsü verilmektedir.

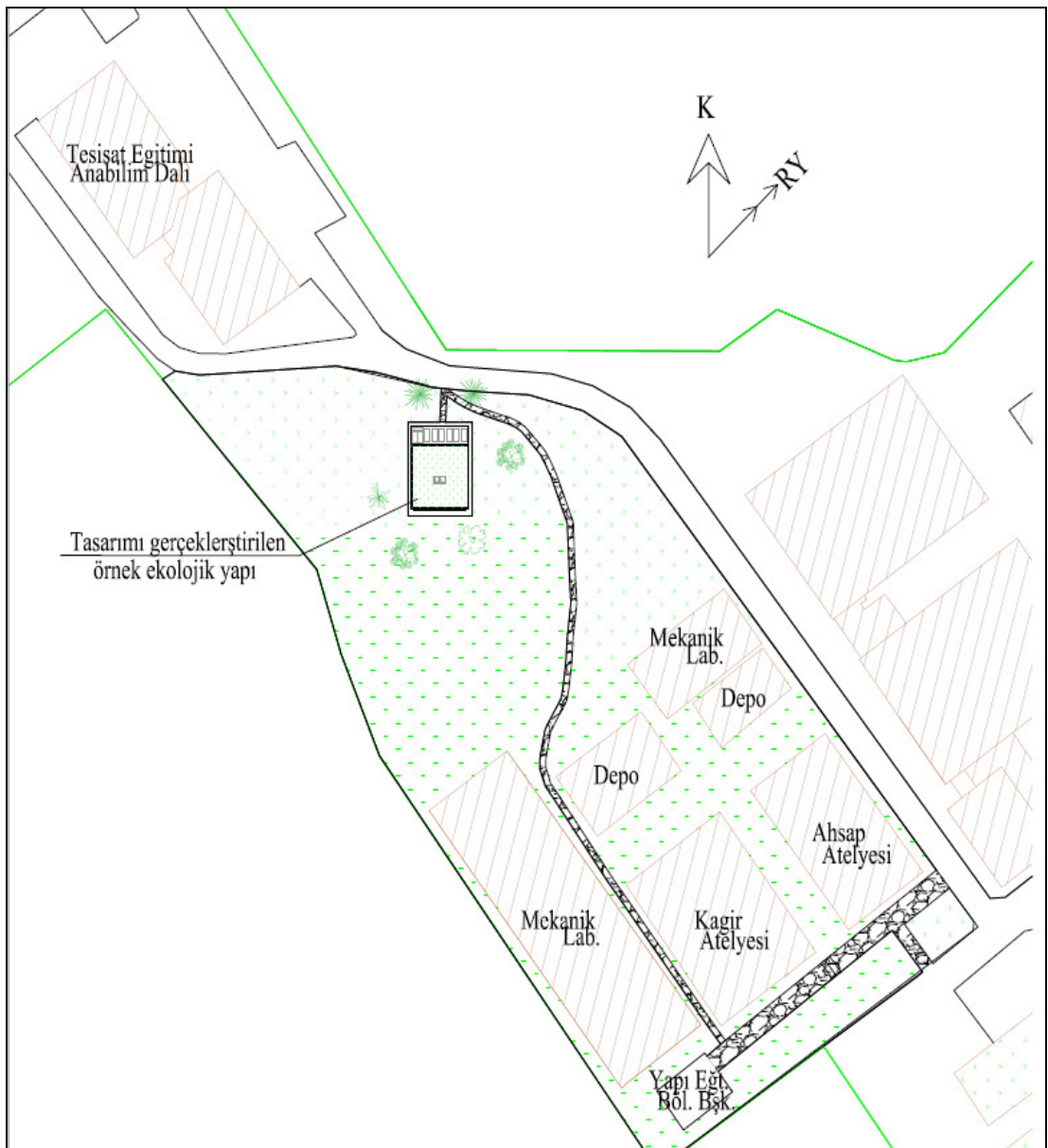


■ Tasarlanan örnek ekolojik yapı

Resim 3.7. Gazi Üniversitesi Rektörlük yerleşkesinin uydu görüntüsü [82]



Resim 3.7’de verilen uydu görüntüsünde kırmızı kesikli çizgilerle sınırlanan alanda yer alan Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü’ne ait atelye ve laboratuvarların arkasında atıl durumda bulunan, işlevsiz ve yeşil alan içermeyen boş bir arazi vardır. Bu arazi, örnek yapı tasarımı için uygun tasarım alanı olarak seçilmiştir. Yapı tasarım sürecinde seçilen bu alanın fiziksel çevre koşulları dikkate alınarak tasarım kararları verilmiştir. Tasarım alanı, Şekil 3.5’te şematik olarak ifade edilmektedir.

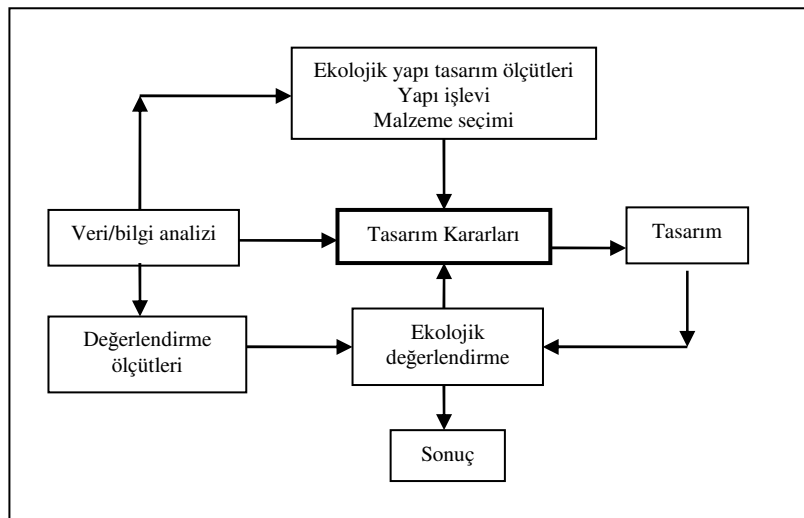


Şekil 3.5. Örnek ekolojik yapının tasarlandığı alan

### 3.3.1. Tasarım süreci ve tasarım kararları

Yapı tasarım süreci, tüm boyutları ile yapım kararlarının verildiği, alınan kararlar çerçevesinde yapı tasarımı ve uygulamasının gerçekleştirildiği ve yapının kullanıma sunulduğu süreçtir. Fiziksel ve toplumsal çevrenin biçimlenmesine etki eden tasarım süreci planlama, programlama, tasarım, uygulama ve kullanım evrelerinden oluşur. Bu süreç bir sistem olarak ele alındığında sistemin her evresinde alınan kararlar, bir sonraki evre için veri oluşturur. Bu evrelerin her birinde dikkate alınması gereken bazı ölçütler vardır. Bu ölçütlerden biri de ekolojik yapı tasarım ölçütleridir. Ekolojik yapı tasarımı, çevreye duyarlı, enerji tüketimini en aza indiren, doğal kaynakların kullanımını azaltıp yenilenebilir ve yerel kaynaklar kullanan, sağlıklı iç mekanlar yaratan, güneş enerjisi, doğal havalandırma ve doğal aydınlatmayı kullanan, yeniden kullanılabilir ve geri dönüştürülebilir, sık sık bakım-onarım gerektirmeyen yapı malzemeleri içeren tasarımları kapsar [83].

Bölüm 2.2’de tanımlanan ekolojik yapı tasarım ölçütlerini gerçekleştirmek için tasarımın başından doğru kararların alınması gerekmektedir. Bu bağlamda ekolojik bir yapı tasarımı gerçekleştirmek için öncelikle ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları daha sonra yapı işlevine ilişkin tasarım kararları alınmıştır. Söz konusu tasarım süreci Şekil 3.6’da şematik olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3.6. Tasarım süreci

Şekil 3.6’da ifade edildiği gibi tasarım sürecinde öncelikle ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları alınmalıdır.

### Ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları

Bölüm 2.2’de ifade edildiği gibi ekolojik yapı tasarım ölçütleri; enerjinin korunumu, suyun korunumu, malzemenin korunumu ve yaşanabilir çevrelerin tasarımı olarak sıralanabilir. Çizelge 2.1, Çizelge 2.4, Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6’da ifade edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri göz önünde bulundurularak tez çalışması kapsamında alınan tasarım kararları Çizelge 3.10’da ifade edilmektedir.

Çizelge 3.10. Ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları

	TASARIM YÖNTEMLERİ	TASARIM KARARLARI
ENERJİNİN KORUNUMU	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı	Güneş pili kullanımı
		Isıtma ve soğutmada ısı pompalarının kullanımı
		Pasif güneş sistemlerinden yararlanma
		Isı kayıplarının önlenmesi
		Havalandırma ve soğutmada rüzgar enerjisi kullanımı
		Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması
		Isıtmada güneş toplayıcılarından yararlanılması
		Enerji etkin aydınlatma gereçlerinin seçimi
	Fiziksel Çevre Koşullarının Dikkate Alınması	Yapının doğru yönlendirilmesi
		Yerleşim için uygun alanın seçilmesi
	Otomobil Kullanımını Azaltan Düzenlemeler Yapılması	Yapı alanında sadece yaya ulaşım ve dolaşımı sağlayan yolların yapılması
	Enerji Etkin Yapı Formu Tasarımı	Tasarımda basit geometrik şekillerin kullanımı
		İç mekanları verimli kullanabilen yapı tasarımı
		Yapıların doğu-batı doğrultusunda yerleşiminin sağlanması
Güney cephelerin genişletilerek güneş kazancının artırılması		
Enerji Etkin Yapı Kabuğu Seçimi	Yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması	
	Yalıtım malzemelerinin iyi seçilmesi	
	Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanımı	
Enerji Etkin Peyzaj Tasarımı	Bitkilerden ısıtma ve soğutma amacıyla yararlanılması	
	Yeşil çatı uygulamalarının kullanımı	
SUYUN KORUNUMU	Su Tüketiminin Azaltılması	Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması
		Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı
		Suyu verimli kullanan tesisat kullanımı
	Su Seviyelerinin Korunumu	Suyun tekrar yer altı suyuna karışmasına izin verilmesi
Suyun Yeniden Kullanımı	Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanımı	

Çizelge 3.10. (Devam) Ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları

MALZEMENİN KORUNUMU	Malzeme Korunumu Sağlayan Yapı Tasarımı	Tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
		Tasarımda basit geometrik şekillerin kullanımı
		İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması
		Mevcut yapı ve altyapıların yenilenecek yeniden kullanımı
	Uygun Malzeme Seçimi	Dayanıklı, az bakım onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		İyileştirilmiş ve geri dönüştürülmüş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi bileşenlerinin kullanımı
		Yapı malzemelerinin ambalajlarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı
	Yerel ve bölgesel malzeme kullanımı	
YAŞANABİLİR ÇEVRELERİN TASARIMI	Doğal Ortamların Korunumu	Mevcut bitki örtüsü ve sucul/karasal canlıların korunumu
		Topoğrafik yapının korunumu
		Doğal yaşam alanlarının korunumu
		Mevcut yapı ve altyapıların ekolojik ölçütler çerçevesinde onararak yeniden kullanımı
		Üretimi sırasında doğal dengeleri bozan maddelerin kullanıldığı yapı malzemelerinden kaçınılması
		Kirliliğin azaltılması
	Kentsel Tasarım	Karma işlevli tasarımların geliştirilmesi
		Özel otomobil kullanımının azaltılması
		Sentetik esaslı boya yerine su esaslı doğal malzeme kullanımı
	İnsan Sağlığı İçin Tasarım	İç mekanlarda koruyucu içermeyen doğal olarak kurutulmuş ahşap malzeme kullanımı
		Yapının duvarlarının nemlenmemesi için yeterli yükseklikte su basman yapılması, saçaklarla korunması
		İç mekanlarda uygun konfor koşullarının oluşturulması
		İç ortamlarda yeterli hava hareketi sağlanması
		Örnek yapılar aracılığıyla yapının çevreyle uyumunun yaşayarak öğrenilmesi
	Çevre Bilinci Oluşturulması	Yapı inşa edildikten sonra kullanıcılara yapının çevreyle ilişkisini açıklayan tanıtım ve seminer sunumları düzenlenmesi
		Konuya ilgiyi çekmek için örnek yapı içinde deneysel çalışmalara olanak sağlayacak düzenlemeler yapılması

Örnek yapı için ekolojik yapı tasarım ölçütlerine ilişkin tasarım kararları alındıktan sonra yapının işlevine ilişkin tasarım kararları alınmıştır.

#### Yapı işlevine ilişkin tasarım kararları

Bölüm 3.2’de ifade edildiği gibi Gazi Üniversitesi’nde yapıların ekolojik performansına ilişkin nitel ve nicel ölçümlerin ve değerlendirmelerin yerinde uygulamalı olarak yapılabileceği, simülasyon programlarının kullanımına veri teşkil edecek bir örnek yapı mevcut değildir. Bu nedenle Gazi Üniversitesi yerleşkesinde tasarlanan ekolojik yapıya

“çevresel araştırma ve eğitim laboratuvarı” işlevi verilmesine karar verilmiş ve yapının ismi “Gazi Üniversitesi Çevresel Araştırma ve Eğitim Laboratuvarı (GÜÇAEL)” olarak belirlenmiştir.

GÜÇAEL’in en önemli özelliği, ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin dikkate alınarak tasarlandığı örnek bir ekolojik yapı olmasıdır. Sahip olduğu bu özellikle GÜÇAEL aynı zamanda bir “ekolojik yapı tanıtım ofisi” olma işlevini taşımaktadır. GÜÇAEL, yapıların ekolojik performanslarına ilişkin araştırmaların yapılabileceği ve simülasyon programlarının kullanılabilceği bir araştırma laboratuvarı, ekolojik yapı malzemelerinin sergilenebileceği ve tanıtılabileceği bir eğitim laboratuvarı, eğitim ve tanıtım seminerlerinin düzenlenebileceği bir seminer salonu, gereksinim duyulduğunda çalışma odası olarak da kullanılabilcek iki ofis, bir sistem odası ve bir WC’den oluşmaktadır. Yapının işlevine ilişkin alınan tasarım kararları Çizelge 3.11’de ifade edilmektedir.

Çizelge 3.11. Yapı işlevine ilişkin tasarım kararları

İŞLEV	TASARIM KARARLARI
Araştırma Laboratuvarı	Yapıların ekolojik performanslarına ilişkin araştırmaların yapılabileceği ve simülasyon programlarının kullanılabilceği bir laboratuvar tasarlanması
Eğitim Laboratuvarı	Ekolojik yapı malzemelerinin sergilenebileceği ve tanıtılabileceği bir laboratuvar tasarlanması
Ekolojik Yapı Tanıtım Ofisi	Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin tasarımda mümkün olduğu kadar çok uygulanması
Seminer Salonu	Seminer ve bilimsel toplantılara uygun ortam sağlayan mekanlar yaratılması
Ofis	Gereksinim duyulduğunda çalışma odası olarak kullanılabilcek bağımsız mekanlar planlanması

Yapı işlevine ilişkin alınan tasarım kararları sonucunda örnek yapı, çevre konularında yapılacak ARGE çalışmaları, ilgili lisans ve yüksek lisans dersleri, ekolojik malzeme tanıtımları, eğitim seminerleri ve kursları aracılığıyla ekolojik yapıların ekolojik performansını ölçme/değerlendirme ve yapıların çevreyle uyumunu yaşayarak öğrenme olanağı sağlayacaktır. Aynı zamanda genel anlamda ekolojik yapı tasarım sürecine bir

rehber niteliği taşıyacak ve Ankara kentinde gerçekleştirilebilecek ekolojik yapı tasarımları için bir bilgi kaynağı oluşturacaktır.

### 3.3.2. Tasarımın gerçekleştirilmesi

Bu bölümde, Bölüm 3.3.1’de verilen tasarım kararlarının somutlaştırılması için işleve ve ekolojik tasarım ölçütlerine uygun yapı formu oluşturmaya yönelik tasarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar “malzeme ve strüktür seçimi” ile “yapının ve yapı elemanlarının biçimlenişi” olmak üzere iki başlık altında ele alınmıştır.

#### Malzeme ve Strüktür Seçimi

GÜÇAEL’in betonarme yapım sistemi ile ekolojik yapı malzemeleri kullanılarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Duvarlarda diğer malzemelere göre daha çok ekolojik yarar sağlayacağı düşüncesi ile gaz beton kullanımı uygun görülmüştür. Gaz beton ısı yalıtımında ve üretim sürecinde enerji korunumu sağlayan yanmayan bir malzemedir. Yangın süresince diğer malzemeleri korur ve yangın etkisiyle oluşan hasarın maliyetini azaltır. Gaz beton üretiminde atık malzemenin kullanımı ekolojik dengenin korunmasına katkı sağlar. Hacminin yaklaşık %80 kadarı boşluk olduğundan daha az hammaddeyle daha fazla üretimin gerçekleşmesi sağlanır. Üretim sürecinde özellikle kesimi sırasında oluşan atık malzeme tümüyle geri kazanılabilmektedir. Üretimindeki gaz salımları benzer amaçlı üretilen diğer yapı malzemelerine göre daha düşüktür. [84]. Gaz beton ısı yalıtım özelliğine sahip bir malzeme olup gözenekli yapısından dolayı iyi bir yalıtım sağlar. Ancak daha iyi yalıtım ve enerji korunumu sağlamak amacı ile yapıya ek yalıtım uygulanmasına karar verilmiştir. Bu amaçla, dış cephede extrude polistren köpük uygulanmış ve ekolojik yalıtım sıvası kullanılmıştır.

Güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmak amacıyla GÜÇAEL’in güney cephesinde low-e kaplamalı camların kullanıldığı bir “güneş odası” tasarlanmıştır. Güneş odasında yer alan ısı depolayıcı duvarın malzemesi yapının diğer duvarları ile

aynı malzemeden seçilmiş ve daha fazla radyasyon kazancı için dış yüzeyi siyah renge boyanmıştır. Bu odada ısınan sıcak havanın hava kanalları aracılığıyla iç ortama aktarılması, iç ortamda bulunan serin havanın da alt bölgede bulunan kanallar aracılığıyla tekrar güneş odasına aktarılması hedeflenmiştir. Ayrıca güneş odasının yaratacağı vakum etkisi ile doğal havalandırmanın sağlanması düşünülmüştür.

Pencerelerde düşük U-değeri ve ısı kazanım katsayısına, yüksek cam görünürlük özelliklerine sahip pencere sistemlerinin kullanımına karar verilmiştir. Böylece ısıtma ve aydınlatma sorununun azaltılarak enerji tüketiminin azaltılması planlanmıştır. Döşeme malzemesi olarak doğal kereste seçilmiş ve kerestenin zehirli olmayan boyalarla renklendirilmesine karar verilmiştir. Ayrıca döşeme altına extrüde polistren köpük ile yalıtım düşünülmüştür. Islak mekanlarda kil ve kum gibi doğal malzemelerden üretilen seramik ve fayans gibi ekolojik malzemelerin kullanımı tercih edilmiştir.

Çatı örtüsü olarak yeşil çatı uygulamasına karar verilmiştir. Yapılarda ısı kazanç ve kayıplarını azaltarak enerji korunumu sağlayan yeşil çatılar aracılığıyla, örtü işlevi dışında kullanılmayan çatıların etkin kullanımı söz konusu olur. Yeşil çatılar, doğal habitatın yetişmesine olanak sağlamakta ve güneşe karşı yüksek sıcaklıktan koruyarak çatı sistemlerinin ömrünü uzatmaktadır. Sıcak iklimlerde yazın hava sıcaklığı 35°C'a ulaştığı zaman çatı yüzey sıcaklığı 65°C'i bulur. Bu yüksek sıcaklıklar yapının iç ve dış çevresini doğrudan etkiler. Çatı toprak tabakası ile korunduğu ve bitkilerle gölgelendirildiği zaman yüzey sıcaklığı genellikle ortamdaki hava sıcaklığının üzerine çıkmaz. Ayrıca, bitkiler ve toprak suyu buharlaştırarak soğutma etkisi yaratır ve havayı nemlendirir, daha rahat nefes aldırır ve yapıyı doğal olarak soğutur. Kışın ise toprak tabakası ek bir yalıtım sağlar [85].

### Yapının ve Yapı Elemanlarının Biçimlenişi

Bu bölümde Gazi Üniversitesi Çevresel Araştırma ve Eğitim Laboratuvarı olarak tasarlanmasına karar verilen yapının ve yapı elemanlarının biçimlenişi belirlenmiştir. Gereksinimler doğrultusunda doğallıktan ve strüktürel bütünlükten ödün vermemek

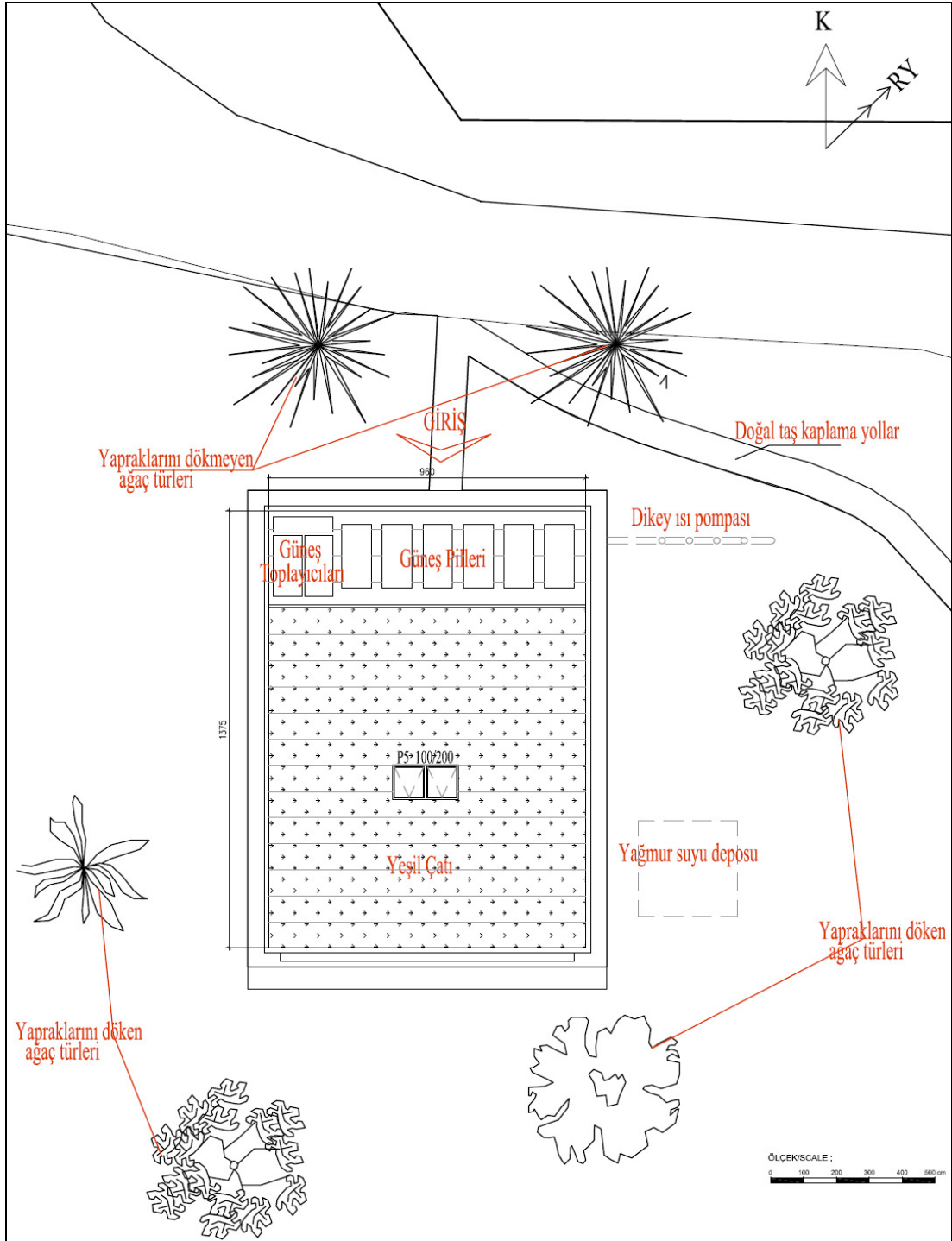
koşuluyla, basit geometrik biçimlere sahip ve iç alanları verimli kullanan küçük ölçekte bir yapı tasarlanmasına karar verilmiştir. Bu karar doğrultusunda GÜÇAEL 132 m<sup>2</sup>'si zemin kat, 60 m<sup>2</sup>'si asma kattan oluşmak üzere toplam 192 m<sup>2</sup> alanda ve dikdörtgen yapı formunda tasarlanmıştır.

Ankara'da güneş ışınlarının en etkin olduğu yön; güney ve güneyin 30° doğusu ile 30° batısının oluşturduğu açı içindeki yönlerdir. Dolayısıyla yapıların günlük yaşamda en çok kullanılan hacimlerinin güneye ve söz konusu açı içinde kalan yönlere bakacak şekilde düzenlenmesi uygundur. Bu nedenle yapıda bulunan güneş odasının güneye yönlendirilmesine karar verilmiştir.

Yeraltı su seviyelerinin korunumu için yağmur sularının yeraltına süzülmesini engellemeyen, yaya yürüyüşü için geçirgen malzemeden üretilmiş küçük yollar düzenlenmesine, çok bakım ve su isteyen süs bitkilerinden kaçınılmasına dikkat edilmiştir. Yapı çevresinde yapının işlevini gerçekleştirmesine katkıda bulunabilecek peyzaj düzenlemelerine karar verilmiş, yapı çevresinde ağaç bulunmadığı için değişik özelliklere sahip yeni tür ağaçların yetiştirilmesi düşünülmüştür. Güney cephede kışın yapraklarını döken, kuzey cephede ise her mevsim bol yapraklı ağaç türlerinin yetiştirilmesine karar verilmiştir. Böylece, güney cephesinde yazın yapraklarıyla cephede gölge sağlayan ağaçlar, kışın yapraklarını dökerek güneşten yararlanmayı engellemeyecek, kuzeydeki ağaçlar da sık dallar ve yapraklarıyla rüzgarların etkisini azaltarak kışın ısınma yükünü azaltacaktır. Kuzey yönüne Ankara'da doğal olarak yetişebilen çam türleri ve güney yönüne de ardıç, meşe gibi ağaçlar uygun görülmüştür.

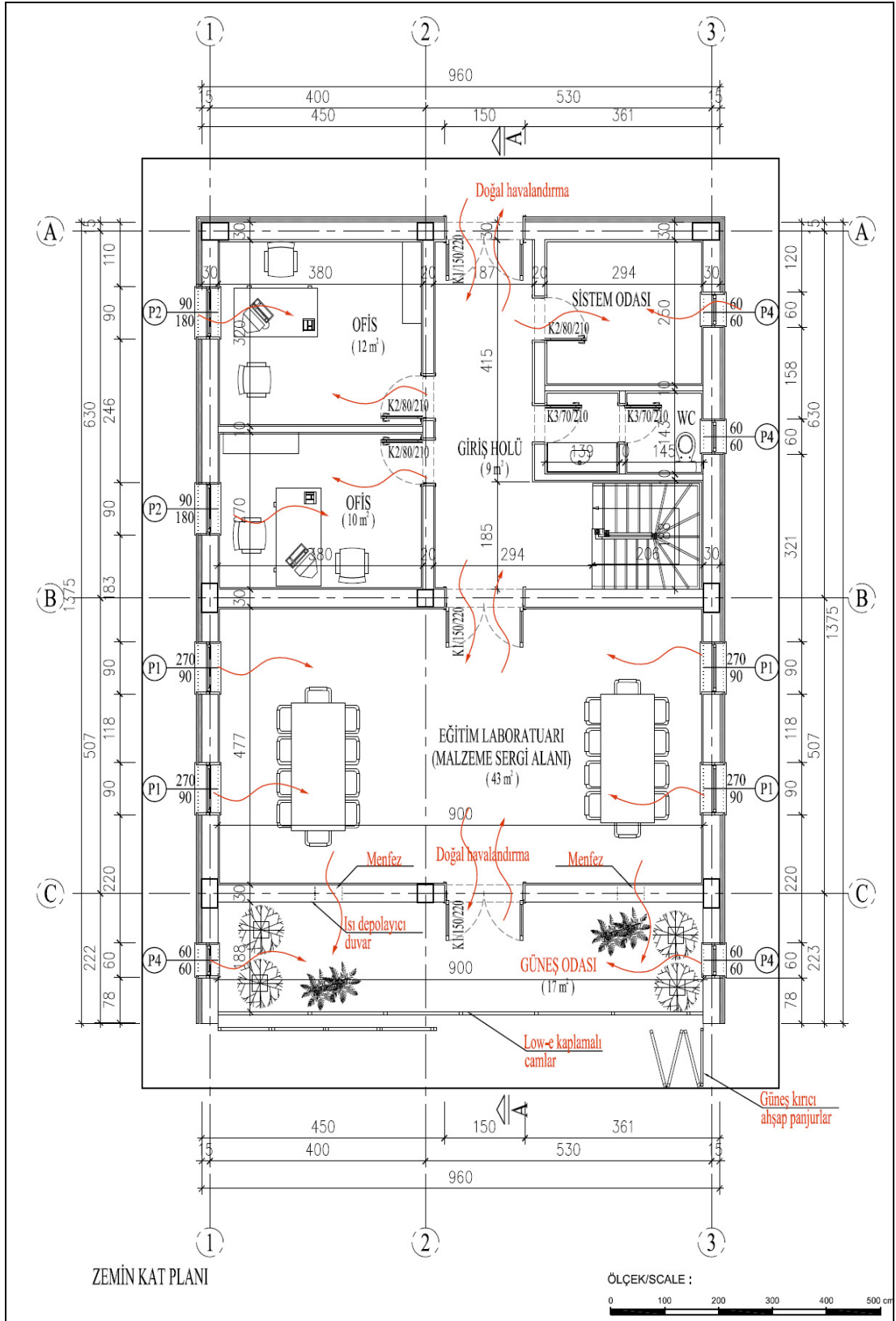
Şekil 3.5'te küçük ölçekte verilen GÜÇAEL vaziyet planı, uygulanan ekolojik yapı tasarım ölçütlerini gerçekleştirmeye yönelik yöntemler ve çözümler de işlenerek Şekil 3.7'de daha büyük ölçekte peyzaj tasarımıyla beraber sunulmaktadır.



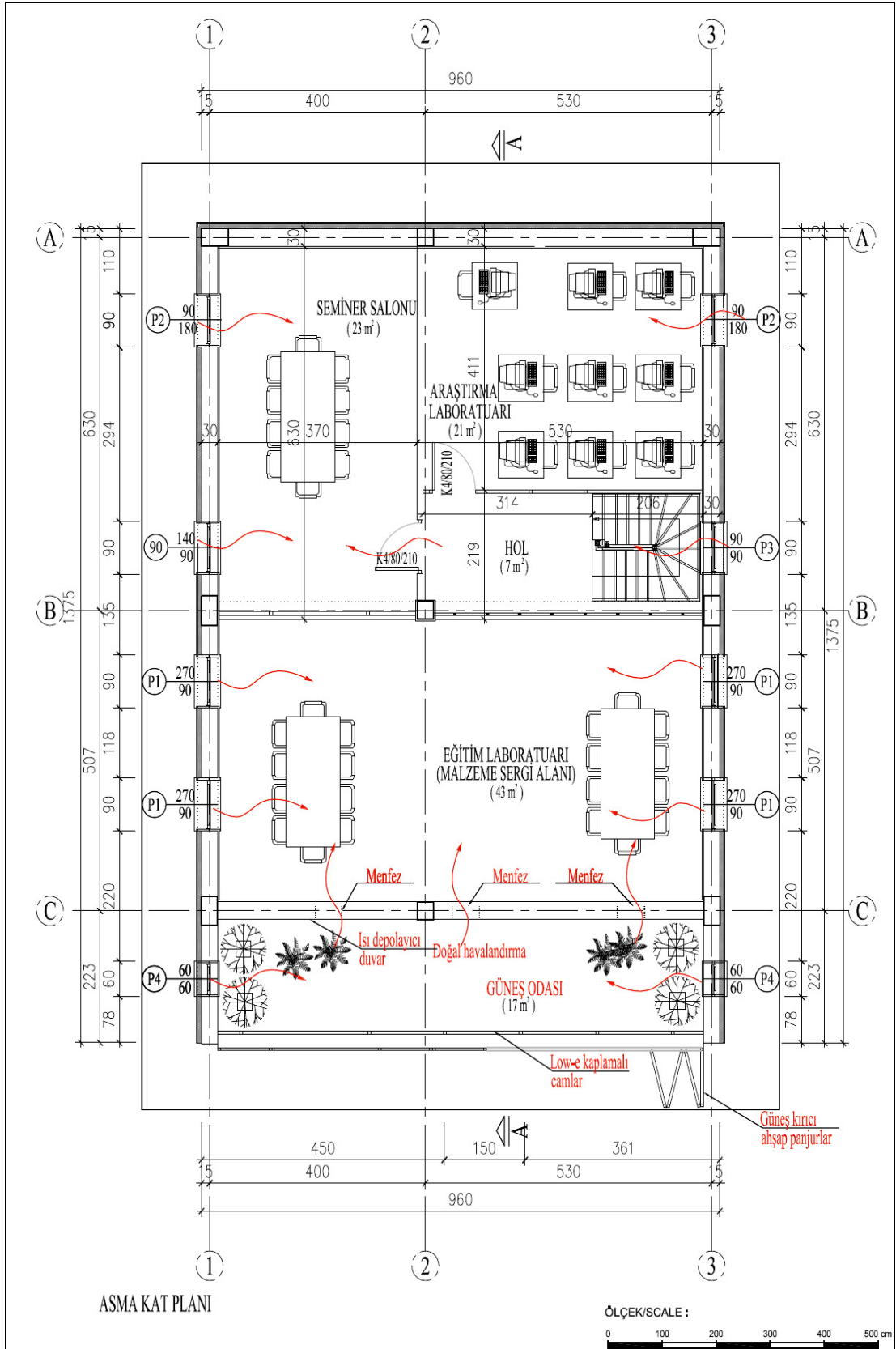


Şekil 3.7. GÜÇAEL vaziyet planı

Bölüm 3.3.1’de verilen işleve ilişkin tasarım kararları doğrultusunda GÜÇAEL, zemin katta eğitim laboratuvarı, güneş odası, sistem odası, WC ve iki ofis; asma katta ise seminer salonu ve araştırma laboratuvarı olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 3.8’de GÜÇAEL zemin kat planı, Şekil 3.9’da ise GÜÇAEL asma kat planı sunulmaktadır.



Şekil 3.8. GÜÇAEL zemin kat planı

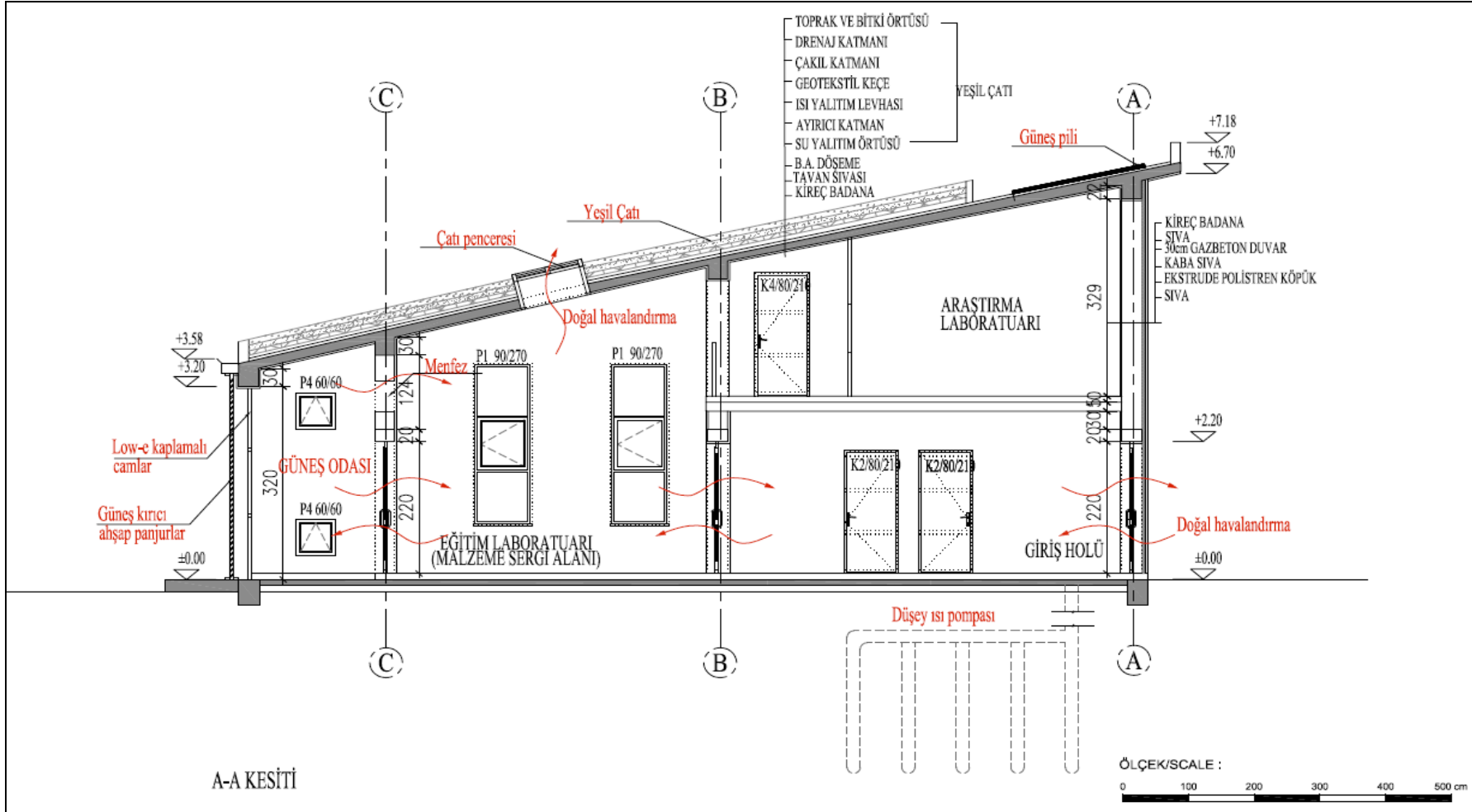


Şekil 3.9. GÜÇAEEL asma kat planı

GÜÇAEL’de çatı örtüsü olarak Bölüm 2.2.1’de ekolojik yararları açıklanan “yeşil çatı” uygulamasına karar verilmiştir. Böylece yağmur suları toplanması ve yapının arazi üzerinde kapladığı alanın geri kazanılması planlanmıştır. Yapını yakınına yerleştiren su deposunda yağmur sularının toplanması sağlanarak, toplanan suyun sifon ve bahçe sulamasında kullanılabilmesi düşünülmüştür. Yeşil çatı uygulaması gölge sağlaması ve buharlaşmaya katkısı nedeniyle yerleşim alanındaki sıcaklığı düşürmeye yardımcı olacaktır. Söz konusu yeşil çatı tasarımı, Şekil 3.10’da verilen GÜÇAEL A-A kesitinde ifade edilmektedir.

Enerji korunumu sağlamak üzere GÜÇAEL’de Bölüm 2.2.1’de açıklanan “jeotermal ısı pompası”nın kullanımına karar verilmiştir. Yeraltında belli bir derinlikten sonra ısının bütün bir yıl sabit olması nedeniyle düşey ısı pompalarının kullanımının daha elverişli olacağı düşünülmüş ve jeotermal akışkan olarak da su seçilmiştir. Toprağın 3 m altına yerleştirilen borular ile akışkanın yapıya aktarılması ve daha sonra yine aynı borular aracılığıyla yeraltına verilmesi planlanmıştır. Borular sistem odasına bağlantılı olacak ve döşeme altından geçirilen borular aracılığıyla akışkan yapı içerisinde dolaştırılacaktır. Böylece yazın serinletme kışın da ısıtma yükü hafiflemiş olacaktır (Bkz. Şekil 3.10).

GÜÇAEL’de sıcak su elde etmek için “güneş toplayıcı”larından, elektrik elde etmek için ise “güneş pillerin”den yararlanılması planlanmıştır. Çatıya yerleştirilen güneş toplayıcılarından elde edilen sıcak suyun yalıtılmış tanklarda depo edilmesi, tank içindeki ısı değiştirici kontrol birimiyle gereksinim duyulan sıcaklıkta su sağlanması planlanmıştır (Bkz. Şekil 3.7). Ayrıca ıslak hacimlerdeki musluk ve sifonların suyu verimli kullanan çeşitlerden seçilmesine karar verilmiştir.



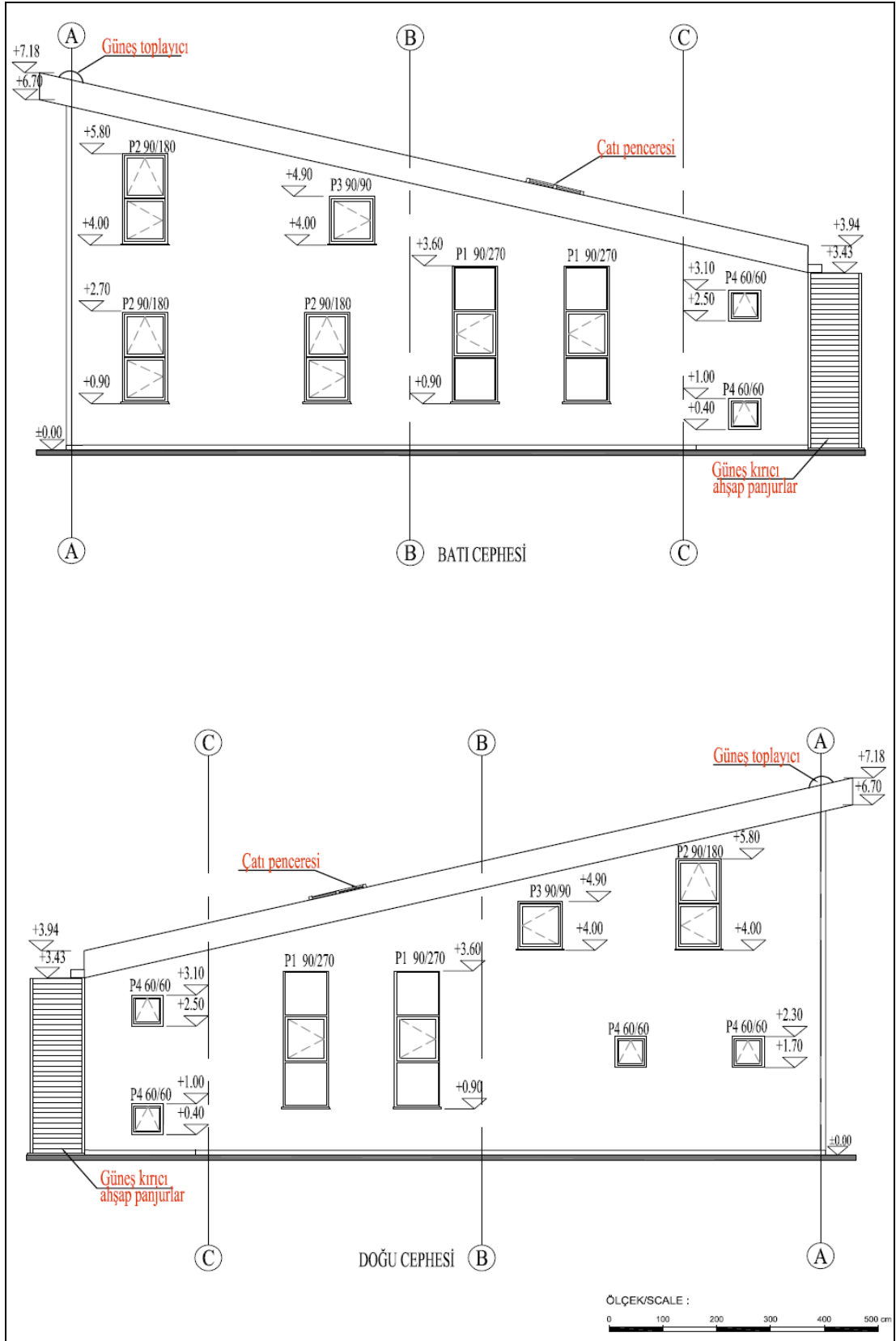
Şekil 3.10. GÜÇAEL A-A kesiti

Yapay aydınlanma gereksiniminin azaltılması, ışığın yutulmasının engellenmesi ve daha aydınlık ortamlar yaratılması için iç mekanların açık renkle kaplanmasına karar verilmiştir. Ayrıca otomat sistemlerinin kullanımı ile de enerji korunumu sağlanabileceği düşünülmüştür. Aydınlatma yükünü hafifletebilmek için pencerelerden yararlanılmış özellikle doğu ve batı cephelerine pencereler yerleştirilmiş ayrıca çatı penceresi tasarlanmıştır. GÜÇAEL doğu ve batı cephesi Şekil 3.11’de sunulmaktadır.

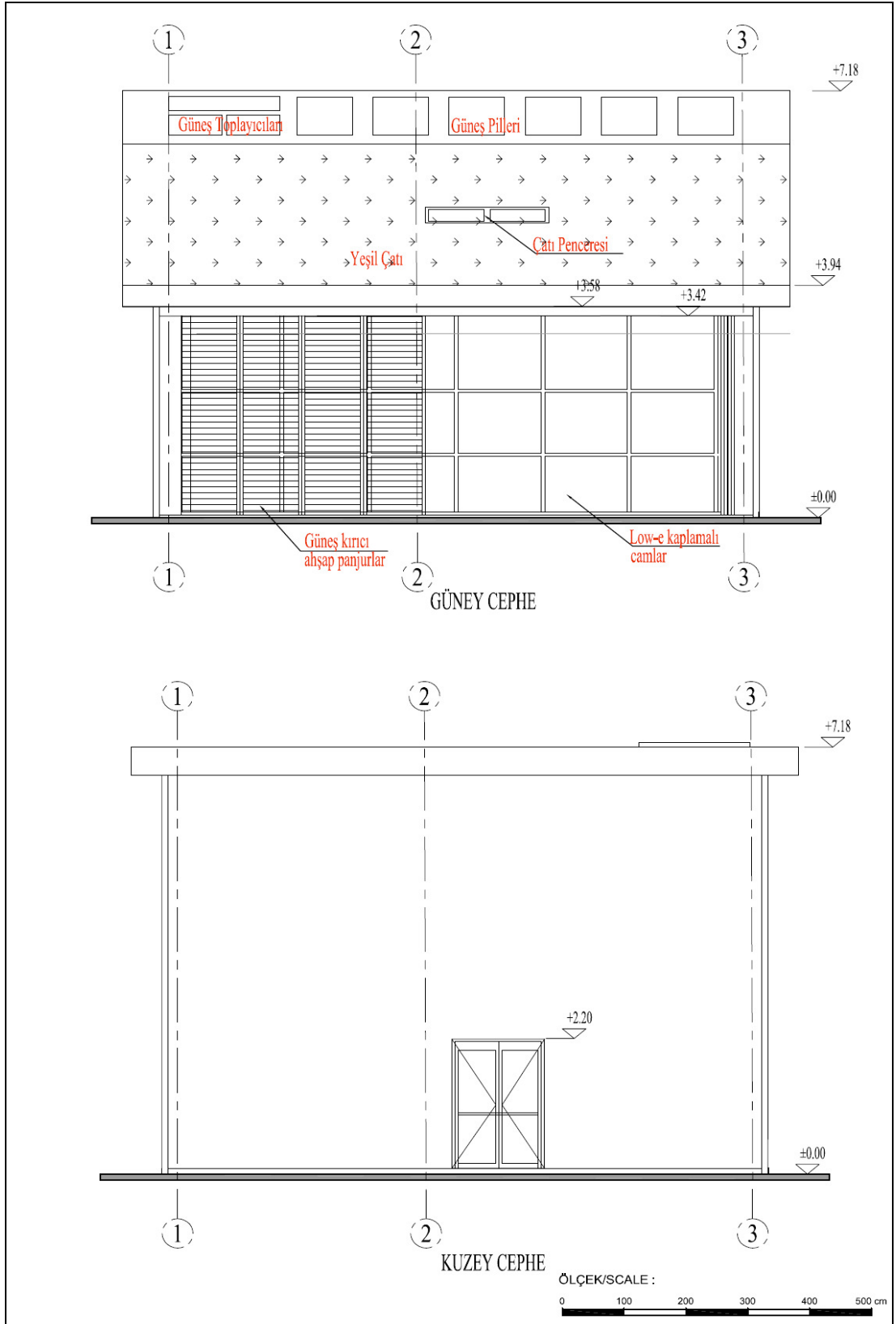
GÜÇAEL’in güney cephesine “güneş odası” eklenerek pasif ısıtma sağlanması düşünülmüştür (Bkz. Bölüm 2.2.1). Güneş enerjisinin en yüksek düzeyde toplanabilmesi için duvarların gereşel yapıları ve renkleri önemlidir. Bu nedenle, toplayıcı eleman olarak gaz beton seçilmiş ve bu elemanın siyaha boyanmasına karar verilmiştir. Isının iç mekana daha hızlı aktarılması için, güneş odası ile iç mekanı ayıran duvar üzerinde, altta ve üstte küçük “menfezler” tasarlanmıştır.

Açılan alt kotlardaki açıklıklardan havanın alınması, mekanlar arasında ve düşeyde doğal hava dolaşımının sağlanması ve üst kotlardaki açıklıklardan ısınmış havanın dışarı bırakılması yolu ile “doğal havalandırma” sağlanması planlanmıştır. İç mekanda kuzey-güney doğrultusunda bir koridor tasarlanmış, koridora açılan kısımda kapı ve pencereler karşılıklı konumlandırılarak kapı ve pencereler açıldığında doğal hava dolaşımı gerçekleşeceği düşünülmüştür.

Güneş odasında yer alan camlardan ısı kayıplarını önlemek ve istenen zamanlarda güneşi kırabilmek amacıyla yatay ve düşey doğrultuda hareket eden özel tasarlanmış “ahşap panjur” kullanımına karar verilmiştir. Söz konusu ahşap panjur ve camlar, Şekil 3.12’de sunulan GÜÇAEL güney cephesi ve kuzey cephesinde ifade edilmektedir.



Şekil 3.11. GÜÇAEL doğu ve batı cephesi



Şekil 3.12. GÜÇAEL güney cephesi ve kuzey cephesi



### 3.3.3. Tasarımın ekolojik değerlendirilmesi

Bu bölümde, Bölüm 3.2’de gerçekleştirilen tasarımın ekolojik performansını ölçmek üzere bir değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Önerilen değerlendirme yöntemi kapsamında değerlendirme ölçütleri belirlenmiş ve bu doğrultuda bir değerlendirme yapılmıştır.

#### Değerlendirme Yöntemi

Ekolojik açıdan örnek bir tasarım gerçekleştirmek amacı ile yapılan bu çalışmanın sonunda, tasarımın hedefine ne derecede ulaştığını görebilmek amacıyla bir değerlendirme yapılmalıdır. Tez çalışmasında bu değerlendirme nesnel bir puanlamaya yönelik olup, değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi ve belirlenen ölçütleri örnek yapıya uygulama durumunun ve uygulama başarısının değerlendirilerek 3 üzerinden puanlanması şeklinde yapılmıştır.

Değerlendirme ölçütlerinin uygulandığını ve başarılı olduğunu gösteren puan 3, uygulandığını ancak orta düzeyde başarılı olduğunu gösteren puan 2, uygulandığını ve başarısız olduğunu gösteren puan 1, uygulanmadığını gösteren puan ise 0 olarak belirlenmiştir. Bu değerlendirmeye ilişkin lejant çizelgesi Çizelge 3.12’de ifade edilmektedir.

Çizelge 3.12. Değerlendirme lejantı

PUAN	UYGULAMA DURUMU	UYGULAMA BAŞARISI
0	Uygulanmadı	-
1	Uygulandı	Başarısız
2	Uygulandı	Orta Düzeyde Başarılı
3	Uygulandı	Başarılı

Değerlendirme ölçütleri, Bölüm 2.2’te belirlenen ekolojik yapı tasarım ölçütleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu ölçütler suyun korunumu, enerjinin korunumu, malzemenin korunumu ve yaşanabilir çevrelerin tasarımı şeklinde sıralanmaktadır.

## Değerlendirme

Değerlendirme aşamasında her bir değerlendirme ölçütü çok yönlü olarak ele alınmış, bu ölçütlerin örnek yapıya uygulama durumu ve uygulama başarısı neden ve sonuçları ile birlikte açıklanmış ve yapılan değerlendirmeler çizelge ve grafiklerle ifade edilmiştir.

### *Enerjinin korunumu*

Tasarımda pasif güneş sistemlerinden yararlanılması; ısı kayıplarını önlemek amacıyla yalıtım yapılması; güneş pili, jeotermal ısı pompası ve güneş toplayıcılarının kullanılması ile yenilenebilir enerji kaynaklarından mümkün olduğu ölçüde yararlanılmış ve bu anlamda uygulama başarılı bulunmuştur. Aydınlatmada gün ışığından yararlanmak amacıyla olabildiğince çok pencere kullanılmış, ayrıca çatıya çatı penceresi eklenmiştir. Yapının güneşe yönlendirilmesi ve yerleşimi için uygun bir alan seçilmesi de başarılı bir uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Tasarlanan yapının içinde bulunduğu Gazi Üniversitesi Yerleşkesine toplu ulaşım imkanı mevcuttur. Otomobil kullanımını azaltmak amacıyla yapı alanının çevresine otopark tasarlanmamıştır. Ancak, yerleşke içinde otomobil kullanımı sözkonusu olduğundan yapıya sadece yaya ulaşımı sağlayacak yollar düzenleme imkanı bulunamamıştır.

Tasarımın basit geometrik şekillere sahip olması ve iç mekanların verimli kullanılması açısından uygulama başarılı bulunmuştur. Ancak güneş kazancını arttırmak amacıyla güney cephenin genişletilmesi kuzey cephenin de aynı oranda genişlemesine neden olduğundan yalıtım önem kazanmıştır. Yüksek performanslı pencereler ve yalıtım malzemeleri kullanılarak ısı kayıpları önlenmeye çalışılmıştır. Isıtma ve soğutma amacı ile Ankara kentinde doğal olarak yetişebilecek bitkilerden yararlanılmasına karar verilmiştir. Çatı örtüsü yeşil çatı olarak tasarlanmış, ancak yağmur suyunun toplanmasının bölge için yetersiz olacağı düşünülmüştür. Yapıda enerjiyi verimli kullanan aydınlatma gereçlerinin tercih edilmesi planlanmıştır.

### *Suyun korunumu*

Tasarımda genel olarak suyun az ve verimli kullanımı hedeflenmiştir. Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren, çevre düzenlemesi yapılmış, kuraklığa dayanıklı, az su isteyen bitkiler tercih edilmiş ve bu seçimler başarılı bulunmuştur. Yaya yollarında ve peyzaj tasarımında suyun yer altı suyuna karışmasına olanak sağlayacak malzemelerin ve suyu verimli kullanan klozetlerin tercih edilmesi planlanmıştır. Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisata karar verilmiş ancak istenen verimin alınamayacağı düşünülmüştür.

### *Malzemenin korunumu*

Daha az bakım onarım gerektiren, iyileştirilmiş ve/veya geri dönüştürülmüş, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yapı malzemelerinin kullanımı tercih edilmiştir. Doğal malzeme olan kireç badana kullanımına karar verilmiştir. Ancak yalıtım malzemelerinde doğal malzemelerin dışında extrude polistren gibi doğal olmayan malzemeler de kullanılmıştır. Yapı malzemelerinin tamamı yerel ve bölgesel malzemelerden seçilemediği için orta düzeyde başarılı bulunmuştur.

### *Yaşanabilir çevrelerin tasarımı*

Kirliliğin azaltılmasına önem verilmiş ancak araç kullanımını azaltıcı önlemler yeterli olmamıştır. İç mekanda bulunan malzemelerin insan sağlığına uygun olmasına dikkat edilmiş ancak yalıtım malzemelerinde bu koşul sağlanamamıştır. Çevre bilinci oluşturulması açısından tanıtım ve seminerler yapılmasına karar verilmiş örnek yapı içerisinde deneysel çalışmaların yapılabileceği mekanlara yer verilmiş ve bu anlamda uygulama başarılı bulunmuştur.

Değerlendirme sonunda değerlendirme lejantında yer alan puanlara göre ölçütler puanlanarak tasarımın başarısı elde edilmiş ve % olarak hesaplanmıştır. Çizelge 3.13'de GÜÇAEL ekolojik değerlendirme çizelgesi ifade edilmektedir.

Çizelge 3.13. GÜÇAEL ekolojik değerlendirme çizelgesi

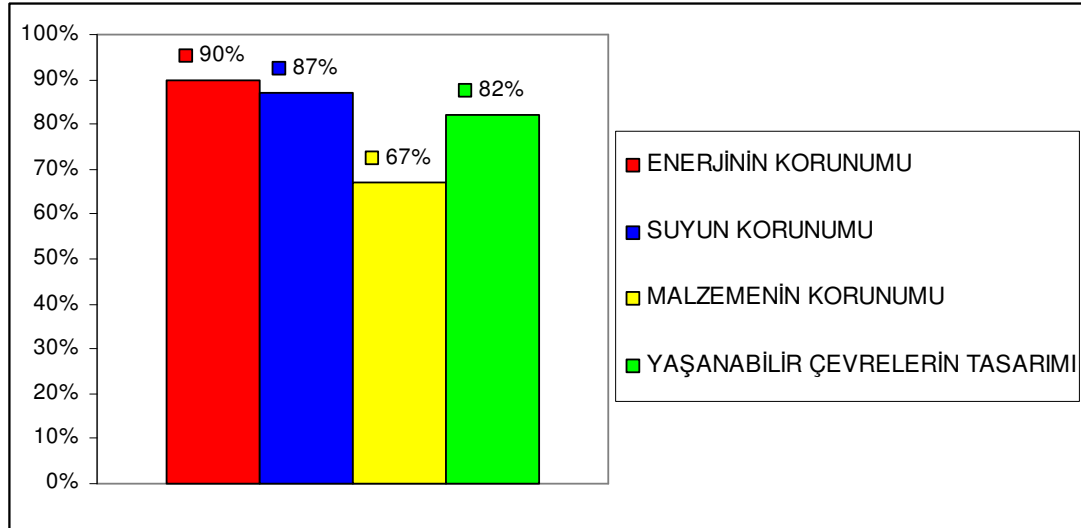
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		PUAN
ENERJİNİN KORUNUMU	Güneş pili kullanımı	3
	Isıtma ve soğutmada jeotermal ısı pompalarının kullanımı	3
	Pasif güneş sistemlerinden yararlanılması	3
	Isı kayıplarının önlenmesi	3
	Havalandırma ve soğutmada rüzgar enerjisi kullanımı	3
	Aydınlatmada gün ışığından yararlanılması	3
	Isıtmada güneş toplayıcılarından yararlanılması	3
	Yapının doğru yönlendirilmesi	3
	Yerleşim için uygun alanın seçilmesi	3
	Yapı alanında sadece yaya ulaşım ve dolaşımı sağlayan yolların yapılması	1
	Yapıların doğu-batı doğrultusunda yerleşmesinin sağlanması	3
	Güney cephelerin genişletilerek güneş kazancının artırılması	2
	Yalıtım malzemelerinin iyi seçilmesi	2
	Yüksek performanslı doğrama ve cam kullanımı	3
	Bitkilerden ısıtma ve soğutma amacıyla yararlanılması	3
	Yeşil çatı uygulamalarının kullanımı	2
	Enerji etkin aydınlatma gereçlerinin seçimi	3
	TOPLAM PUAN	46
	BÖLÜM PUANI	51
	BAŞARI	%90
SUYUN KORUNUMU	Suyu verimli kullanan ve az bakım gerektiren çevre düzenlemesi yapılması	3
	Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı	3
	Suyu verimli kullanan tesisat kullanımı	3
	Suyun tekrar yer altı suyuna karışmasına izin verilmesi	3
	Yağmur suyunun toplanarak yeniden kullanımına yönelik tesisat kullanımı	1
	TOPLAM PUAN	13
	BÖLÜM PUANI	15
	BAŞARI	%87
MALZEMENİN KORUNUMU	Tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması	3
	Tasarımda basit geometrik şekillerin kullanımı	3
	İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması	3
	Mevcut yapı ve altyapıların yenilenecek yeniden kullanımı	0
	Dayanıklı, az bakım onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı	3
	Yiyeleştirilmiş ve geri dönüştürülmüş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı	2
	Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı	2
	Yapı malzemelerinin ambalajlarında geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı	0
	Yerel ve bölgesel yapı malzemesi kullanımı	2
	TOPLAM PUAN	18
BÖLÜM PUANI	27	
BAŞARI	%67	
YAŞANABİLİR ÇEVRELERİN TASARIMI	Mevcut bitki örtüsü ve sucul/karasal canlıların korunumu	3
	Topografik yapının korunumu	3
	Doğal yaşam alanlarının korunumu	3
	Üretimi sırasında doğal dengeleri bozan maddelerin kullanıldığı yapı malzemelerinden kaçınılması	2
	Kirliliğin azaltılması	1
	Karma işlevli tasarımların geliştirilmesi	0
	Özel otomobil kullanımının azaltılması	1
	Sentetik esaslı boya yerine su esaslı boyaların kullanımı	3
	İç mekanda koruyucu kullanmadan doğal haliyle kurutulmuş ahşap malzeme kullanımı	3
	Duvarlarının nemi önlemek için yeterli yükseklikte su basman yapılması ve saçaklarla korunması	3
	İç mekanda uygun konfor koşullarının oluşturulması	3
	İç ortamlarda yeterli hava hareketi sağlanması	3
	Örnek yapı aracılığıyla yapının çevreyle uyumunun kullanıcı tarafından yaşayarak öğrenilmesi	3
	Örnek yapının çevreyle ilişkisini gösteren sunumlar yapılmasına olanak sağlayacak düzenlemeler	3
	Bu konuya ilgi çekmek için örnek yapı içinde deneysel çalışmalara olanak sağlayacak düzenlemeler	3
	TOPLAM PUAN	37
	BÖLÜM PUANI	45
BAŞARI	%82	

Çizelge 3.13’de ifade edilen GÜÇAEL ekolojik değerlendirme çizelgesine göre tasarımın farklı değerlendirme ölçütleri açısından başarısı aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Enerji korunumu: %90
- Su korunumu: %87
- Malzeme korunumu: %67
- Yaşanabilir çevrelerin tasarımı: %82

GÜÇAEL toplam aldığı puana göre %82 başarılı bulunmuştur. Daha sonra yapılacak bu tip çalışmalarda çeşitli simülasyon programlarına ve çevre değerlendirme sistemlerine veri oluşturacak daha kapsamlı değerlendirme yöntemleri geliştirilebilir.

Şekil.3.13’de de GÜÇAEL ekolojik değerlendirme grafiği ifade edilmektedir.



Şekil 3.13. GÜÇAEL ekolojik değerlendirme grafiği

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında çevre sorunları ve yapıların bu sorunlara etkileri irdelenmiş ve küresel ölçekte kabul edilen ekolojik yapı tasarım ölçütleri belirlenmiştir. Türkiye’de uygulanan ekolojik yapılar, tasarımlarında dikkate alınan ekolojik yapı tasarım ölçütleri kapsamında sunulmuştur. Gazi Üniversitesi Yerleşkesi’nde yapıların ekolojik performansına ilişkin nitel ve nicel ölçümlerin ve değerlendirmelerin yerinde uygulamalı olarak yapılabileceği, simülasyon programlarının kullanımına veri teşkil edecek bir örnek yapı mevcut değildir. Bu nedenle örnek bir ekolojik yapı tasarımı gerçekleştirmek amacıyla Ankara kenti Gazi Üniversitesi Yerleşkesi tasarım alanı olarak belirlenmiştir. Belirlenen alana ait fiziksel çevre koşulları ve çevre sorunları saptanmış, saptanan bilgiler doğrultusunda ekolojik yapı tasarım ölçütleri de dikkate alınarak örnek bir yapı tasarlanmıştır.

Çevresel araştırma ve eğitim laboratuvarı işlevi verilerek tasarlanan yapının en önemli özelliği, ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin mümkün olduğu kadar çok bir arada kullanılarak diğer çalışmalara örnek bir ekolojik yapı tasarımı olmasıdır. Sahip olduğu bu özelliklerle yapı aynı zamanda bir “ekolojik yapı tanıtım ofisi” olma işlevi kazanmıştır. Yapı işlevine ilişkin alınan tasarım kararları sonucunda örnek yapı, çevre konularında yapılacak ARGE çalışmaları, ilgili lisans ve yüksek lisans dersleri, ekolojik malzeme tanıtımları, eğitim seminerleri ve kursları aracılığıyla ekolojik yapıların ekolojik performansını ölçme/değerlendirme ve yapıların çevreyle uyumunu yaşayarak öğrenme olanağı sağlayacaktır. Aynı zamanda genel anlamda ekolojik yapı tasarım sürecine bir rehber niteliği taşıyacak ve Ankara kentinde gerçekleştirilebilecek ekolojik yapı tasarımları için bir bilgi kaynağı oluşturacaktır.

Tasarlanan örnek yapının ekolojik performansını ölçmek üzere tez çalışmasında bir değerlendirme yöntemi önerilmiş ve yapının ekolojik değeri bu yöntem dahilinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda örnek yapı enerji korunumu %90, su korunumu %87, malzeme korunumu %67, yaşanabilir çevrelerin tasarımı %82 olmak üzere ekolojik performansı açısından toplamda %82 oranında başarılı bulunmuştur. Yüksek düzeyde çıkan bu oran, örnek yapının Türkiye’de uygulanacak olan diğer

ekolojik yapı tasarımlarına örnek teşkil etmesi açısından çok önemlidir. Küçük ölçekte tasarlanan bu tip örnek yapılardaki veriler, genel kullanımlı olan daha büyük ölçekteki yapılara (otel, terminal, havaalanı, hastane gibi) rehber olacaktır.

Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin ve kuramsal bilginin uygulamalara aktarılmasında, en önemli etken toplumun bunlardan haberdar olması; yararını, gerekliliğini, önemini anlaması ve ardından da benimsemesidir. Yapı-çevre ve yapı-kullanıcının bir arada uyum içinde yaşamasına odaklanan bu tür tasarımlarda tasarımcıların temel rolü, kullanıcıların güvenlik, sağlık, psikolojik konfor ve refahları ve verimliliklerini artıran yapı çevreleri yaratırken, çevresel değerleri yok etmemesidir. Ekolojik özelliklere sahip bir yapının yararlarını bu yapıda yaşayarak hissetmek, kullanıcılar ve toplumda çevre bilincinin yerleşmesinde en etkili yol olacaktır. Bu bilginin daha geniş alana yayılmasıyla bu yöndeki talepler tasarımcıları da etkileyecek ve tasarım kararlarında ekolojik yapı tasarımı ölçütlerini öncelikle dikkate almaları kaçınılmaz olacaktır.

Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin yerel ve küresel ölçekte yaygınlaştırılması için bu tez çalışmasında kurgulanan ilişkiler tasarımcılar tarafından dikkate alınarak mimari tasarım yaklaşımı olarak benimsenmelidir. Aynı zamanda bu yaklaşım bilimsel araştırmalar, eğitim programları, yasa ve yönetmeliklerle de desteklenmelidir. Toplumda çevre duyarlılığının artırılmasına tasarımcılar örnek yapılarıyla destek verirken, eğitim kurumları da dersler, seminerler, konferanslar ve kurslar çerçevesinde bu konuda bilgilendirmeyi arttırmalıdır. Türkiye’de çeşitli ekolojik yapı uygulamaları yapılmış olmakla birlikte yeterli sayıda ve kalitede değildir. Özellikle üniversiteler aracılığıyla başlatılan bu tür uygulamaların sayısı arttırılmalı, bu konuda bilimsel çalışmalar yapılmalı, kamu ve özel sektör tarafından maddi destek sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Sayın, S., “Yenilenebilir enerjinin ülkemiz yapı sektöründe kullanımının önemi ve yapılarda güneş enerjisinden yararlanma olanakları”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 12-22,32,42-48 (2006).
2. Ayaz, E., “Sürdürülebilir yapılar”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-16 (2006).
3. TÜBİTAK, “Çevre ve sürdürülebilir kalkınma paneli vizyon ve öngörü raporu”, *TÜBİTAK*, Ankara, 5-6 (2003).
4. Bayer, G., “Binalarda uygulanan ısı yalıtım sistemleri ve örnek bir projede ısı yalıtım maliyet analizi”,Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 4-7 (2006).
5. Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, “Ankara ili çevre durum raporu”, *ÇED, Ankara*, 4-12, 135, 452-468 (2006).
6. Edwards B., “Sustainable architecture”, *Architectural Press*, Boston, 12-17 (1999).
7. Aktuna, M., “Geleneksel mimaride binaların sürdürülebilir tasarım kriterleri bağlamında değerlendirilmesi Antalya Kaleiçi evleri örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-7 (2007).
8. Esin, T., Arıkan, T., Kayıhan K. S., Aydın, A. B., Onat, M. ve Akyürek, G., “Marmara bölgesi için ekolojik yapılaşma kriterlerinin belirlenmesi ve örnek bir yapı tasarımı”,*Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü*, Proje No. 01-A-02-01-12, Kocaeli, 13-18, 27-28, 31-35, 89-91 (2002).
9. Çalışkan, Ö., “Bursa için öncelikli ekolojik yapılaşma kriterlerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gebze, 5-7, 10-20, 24-25, 29-32, 111 (2007).
10. Kiraz, F., “Konvansiyonel ve ekolojik yapı sistemlerinin yapım ve kullanım giderleri açısından Kayseri bağ evi örneğinde incelenmesi ”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 20-22, 59-60 (2003).
11. Hasgür, İ. “Gürültü kirliliğinin Türk mevzuatındaki yeri”, *Çevre Dergisi*, 31-33 (2008).
12. Federle, M. O. “Overview of building construction waste and the potential of materials recycling”, *Building Research Journal*, 31-37 (1993).



13. Şentürk, H. Çelebi, G., “Yapı malzemeleri için çevresel ürün beyanları, Avrupa Birliği’ndeki gelişimi ve ülkemizdeki gelişme potansiyeli”, **3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi**, İstanbul, 516-527 (2006).
14. Kışlalıoğlu, M., “Ekoloji ve çevre bilimleri”, **Remzi Kitabevi**, İstanbul, 13 (1994).
15. Çepel, N., “Doğa çevre ekolojisi”, **Altın Kitaplar Yayınevi**, İstanbul, 213 (1992).
16. Gür, V., “Mimaride sürdürülebilirlik kapsamında değişken yapı kabukları için bir tasarım destek sistemi ”, Doktora Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 8-9 (2007).
17. Bekar, D., “Ekolojik mimarlıkta aktif enerji sistemlerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 10-11, 21-25, 64-69, 76-77 (2007).
18. Bozdağ, B., “Mimari tasarım ve ekoloji”, Yüksek Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 14, 24, 110-116 (2003).
19. Rodrique, D.A., “Ekoloji ve mimari” , **Buğday Dergisi**, 4-7 (2004).
20. David E. Brown, “Sustainable architecture white papers (earth pledge foundation series on sustainable development)”, **Earth Pledge Foundation; Chelsea**, USA (2001).
21. Steven J. Strong, “The solar electric house: energy for the environmentally-responsive, energy-independent home”, **Sustainability Press**; (1994).
22. Daniel D., “The solar house: passive heating and cooling”, **Chelsea Green Publishing Company**; (2002).
23. Kim, J-J., Rigdon, B., “Sustainable architecture module: introduction to sustainable design”, **National Pollution Prevention Center for Higher Education**, Michigan (1999).
24. Çelebi, G., and Aydın, A. B., “Architectural responsibilities within the context of sustainability”, **Livable Architecture and Environments International Congress**, Karadeniz Technical University, Trabzon, 140 - 146 (2001).
25. Gültekin, A. B. Dikmen, Ç. B., “Mimari tasarım sürecinde ekolojik tasarım ölçütlerinin irdelenmesi”, **VI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildiri Özet Kitabı**, Biyologlar Derneği, İzmir, 41 (2006).
26. Norbert Lechner, “Heating, cooling, lighting: design methods for architects”, **Wiley**, 7-8 (2000).

27. Donald R. Wulfinghoff, "Energy efficiency manual: for everyone who uses energy, pays for utilities, designs and builds, is interested in energy conservation and the environment", *Energy Institute Pres*, (2003).
28. Öztürk, H.H., "Yenilenebilir enerji kaynakları ve kullanımı", *Teknik Yayınevi Mühendislik Mimarlık Yayınları*, Ankara, 14-15 (2008).
29. Gültekin, A.B. Çelebi, G. Harputlugil, G. Bedir, M. Tereci A., "Yapı çevre ilişkileri", *TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları*, İstanbul, 20-38 (2008).
30. Aykal, F.D.,Gümüş, B.,Özbudak Akça,Y.B., "Sürdürülebilirlik kapsamında yenilenebilir ve etkin enerji kullanımının yapılarda uygulanması" *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, Diyarbakır, 78-83 (2009).
31. Demirel, Z., Süzük, H., "Jeotermal enerji, dünya ve türkiye potansiyeli ve kullanımlar", *Çevre ve Enerji Kongresi 5-7 Haziran*, Ankara, 75-82 (1997).
32. Bozdoğan, B., "Mimari tasarım ve ekoloji" Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 53-54 (2003).
33. Ültanır M.Ö., "21.yy.'ın eşiğinde güneş enerjisi", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Ankara,340, 50-55 (1996).
34. Uyarel, Y. ve Öz E. S., "Güneş enerjisi ve uygulamaları", *Tesisat Eğitimi Kitapları*, Ankara, 9-11 (1987).
35. Özdoğan, H.P., "Ekolojik binalarda bina kabuğunda kullanılan fotovoltaik panellerin tasarım bağlamında incelenmesi",Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 23-34 ( 2005).
36. Özbalta, N., "Güneş enerjisi potansiyeli ve uygulamalar", *Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, İzmir, 3-4 (2001).
37. İnan D. , "Güneş enerjisinin ısı uygulamaları", *Temiz Enerji Vakfı Yayınları*, Ankara, 6-7 (2001).
38. Yüre,T., "Güneş enerjisinden edilgen sistem yararlanmada güneş odası ekleme yönteminin iç ortam sıcaklığına etkisinin incelenmesi İstanbul örneği", Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 6-16, 20-22 (2007).
39. İnternet: Youth for Habitat International Network, "Güneş mimarlığı", [www.youthforhab.org.tr](http://www.youthforhab.org.tr)

40. Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., “Değişik iklim şartlarında bina içerisinde pasif ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanılabilirliği” *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, İstanbul,70 (2002).
41. Köksal, T., “Enerji korunumlu cephelerde saydamlılık ve saydam yalıtım uygulaması,” *Arredamento Mimarlık*, 150 (2000).
42. Göksal Özbalta, T., “Mimari, güneş ve teknoloji ilişkisi”, *Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi*, Mersin, 41-48 (2005).
43. Deriş N., “Güneş evleri”, *Özyılmaz Matbaası*, İstanbul, 40-45 (1984).
44. Abdulkarem, A., “Ankara şartlarında güneş enerjisi ile bir ortamın döşemeden ısıtılması ve sistemin ısı performansının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 9-10 (2008).
45. Kuşçu, A.C., “Sürdürülebilir mimarlık bağlamında geleneksel Konya evi üzerine bir inceleme”,Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 28-42 (2006).
46. Schittich, C., “Building Skins: Concepts, layers”, Materials, Edition Detail-Dokumentation GmbH, *Birkhäuser Publishers for Architecture Basel*, Berlin, 30-40 (2006).
47. Turan, G ve Gökalp,F,“Ege bölgesini hava kirliliğinin önlenmesinde güneş enerjisi bina ısıtma sistemlerinden yararlanma”, *Çevre Dergisi* , 9 (1993).
48. Weir, G., and Muneer, T., “Energy and environmental impact analysis of double-glazed windows”, *Energy Conversion and Management*, 243-256 (1998).
49. Umaroğulları, F. ve Kartal, S., “Binalarda kullanılan ileri teknoloji ürünü saydam elemanların ısı ve optik özellikleri”, *Trakya Univ J Sci*, 6(2), 1-8 (2005).
50. İlhan, Y. Aygün, M., “Cephe sistemlerinde kullanılan yalıtım camı kombinasyonları”, *2. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme Ve Teknolojiler Sempozyumu*, İstanbul, 141-146 (2005).
51. Eşsiz, Ö., “Yüksek binalarda sürdürülebilirlik ve doğal havalandırma”, *İnşaat Dünyası* , 262 (2009).
52. Bilge,C., “Sürdürülebilir çevre ve mimari tasarım: mimariye eleştirel bir bakış”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 89-90 (2007).
53. Çelik, S., “Yeşil çatılar”, *Bilim Teknik*, 76-77 (2009).

54. Guanhong, L. F. D., Jinsong, W., and Xuebao, L. S. Q. D., “Green product design assessment”, *Journal of Tsinghua University*, 783 - 786 (2002).
55. Eryıldız, H. S., “Ekopeyzaj”, *Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 45-46 (2004).
56. Art Ludwig, “Builder's greywater guide: installation of greywater systems in new construction & remodeling, a supplement to the book: create an oasis with greywater”, *Oasis Design*, 1st edition (1999).
57. Amy Vickers, “Handbook of water use and conservation: homes, landscapes, industries, businesses, farms”, *Waterplow Press*, (2001).
58. Gültekin, A. B., Şentürk, H. ve Çelebi, G., “Yapı malzemelerinin çevresel etkilerinin bazı normlar bağlamında irdelenmesi”, *Tasarım Dergisi, Ekoloji ve Mimarlık Sayısı*, ISSN 1300-7351, İstanbul, 170: 120-124 (2007).
59. Gültekin, A. B., “Yaşam boyu değerlendirme yöntemi kapsamında yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik bir model önerisi”, *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2006).
60. Davis, A. J., “Alternative natural energy sources in building design”, *Simon&Schuster*, (1981).
61. Çelebi, G. ve Aydın, A. B., “Sürdürülebilir mimarlık ve yapı malzemelerinin yaşam döngüleri kapsamında irdelenmesi”, *Yapı Malzemesi Kurultayı*, Yapı Endüstri Merkezi - İMSAD (İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği), İstanbul, 50-58 (2003).
62. Çelebi, G. ve Gültekin, A. B., “Sürdürülebilir mimarlığın kapsamı: kavramsal çerçeveden bir bakış”, *Mimarlık Dergisi*, Küresel Isınma ve Mimarlık Sayısı, Konya, 2: ISSN 13070-30950, (2007).
63. Robert D., Brown, T., Gillespie, J., “Microclimatic landscape design: creating thermal comfort and energy efficiency”, *John Wiley & Sons*, Canada 15-17 (1995).
64. Papanek, V., “The green imperative ecology and ethics in design and architecture”, *Thames and Hudson*, Singapore 21-22 (1995).
65. Thomas, R., Fordham, M., “Sustainable urban design: an environmental approach”, *Spon Press*, London 30-34 (2003).
66. Kim, J-J., Rigdon, B., “Sustainable architecture module: introduction to sustainable design”, *National Pollution Prevention Center for Higher Education*, Michigan 47-49 (1999).

67. Lyle, J. T., "Regenerative design for sustainable development", John Wiley & Sons,. New York (1994).
68. Tutukun, M., "Sürdürülebilir mimarlık bağlamında ekolojik yapı tasarımı ve Leed sertifikasyonu" **21. Uluslararası Yapı ve Yaşam Kongresi**, Bursa, 381-388 (2009).
69. Erten, D., Henderson K., Kobaş B., "Uluslararası yeşil bina sertifikalarına bir bakış: türkiye için bir yeşil bina sertifikası oluşturmak için yol haritası" **Fifth International Conference on Construction in the 21st Century (CITC-V)**, İstanbul, 38-46 (2009).
70. Turan, M., Ecevit, A., Gürdil, F., Mutaf, G., "ODTÜ mimarlık fakültesinde bir deneme", Ankara, 23-28 (1981).
71. Gültekin A. B., Dikmen Ç. B. ve Alparslan B., "Ekolojik yapı tasarım ölçütlerinin Türkiye'deki güneş evleri kapsamında incelenmesi", **5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Karabük, 2161-2167 (2009).
72. İnternet: ODTÜ Güneş Evi, [http://www.odtumd.org.tr/dosyaArsivi/Etkinlik/gunes\\_evi\\_hacer\\_kirmizi\\_sunum.pdf](http://www.odtumd.org.tr/dosyaArsivi/Etkinlik/gunes_evi_hacer_kirmizi_sunum.pdf)
73. Durmuş, Z., "Türkiye'de sürdürülebilir mimari", **Mimarlık**, 340 (2008).
74. Akdeniz, H.A., "Optimum bina ısıtma sistemi seçiminde alternatif kararların ekonomik analizi",Doktora Tezi, **Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü**, İzmir, 9-11 (1989).
75. Altuntop, N., "Türkiye'deki güneş evlerinin teknik ve ısıl özelliklerinin incelenmesi", **Yeni Enerji**, 6 (2008).
76. Demirbilek, F. N. Yalçın, U.G. Ecevit, A. Şahmalı, E. İnancıcı, M., "Analysis of the thermal performance of a building design located at 2465m: antalya-saklıkent national observatory guesthouse", **Building and Environment**, 38/1, 177-184 (2003).
77. İnternet: Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi, [www.eie.gov.tr/Bilgi\\_notu-01.doc](http://www.eie.gov.tr/Bilgi_notu-01.doc)
78. İnternet: Diyarbakır Güneş Evi, <http://www.gunesevi.org/>
79. Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, "Ankara ili çevre durum raporu", **ÇED, Ankara**, 5-6, 81-86 (2008).
80. Ankara Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü., "Ankara ili çevre durum raporu", **ÇED, Ankara**,67-68, 83-94 (2007).

81. İnternet: TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi Afet İşleri Genel Müdürlüğü “Deprem bölgeleri haritası”, <http://www.deprem.gov.tr/linkhart.htm> (1997).
82. İnternet: <http://www.maps.google.com>
83. Gültekin, A. B., Dikmen, Ç. B., “Mimari tasarım sürecinde ekolojik tasarım ölçütlerinin irdelenmesi”, *VI. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Biyologlar Derneği, Diyarbakır, (2006).
84. Taşdemir, C., Ertokat, N., “Gazbetonun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bir değerlendirme”, *I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi*, İstanbul, (2002).
85. Karaosman, S., “Yeşil çatılar ve sürdürülebilir bina değerlendirme sistemleri”, *3. Çatı ve Cephe Kaplamaları Sempozyumu*, İstanbul, (2006).

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ALPARSLAN Bengü  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 14.11.1984, Edirne  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 (506) 586 01 96  
 e-mail : [bengualparslan@gmail.com](mailto:bengualparslan@gmail.com), [bengualparslan@hotmail.com](mailto:bengualparslan@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi/ Yapı Eğitimi Bölümü	2007
	Anadolu Üniversitesi/ İşletme Bölümü	Devam ediyor
Lise	Ordu Anadolu Ticaret Meslek Lisesi	2002

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007 - 2008	Acar İnşaat ve Elektrik Ltd.Şti	Tekniker
2008 -	Beray Mühendislik İnşaat Bilgi Teknolojileri	Teknik Çizim Yöneticisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

Gültekin A. B., Alparslan B., "Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örnek Bir Yapı Kapsamında Değerlendirilmesi", *Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu (ISBS)*, Ankara, 26-28 Mayıs 2010.

Gültekin A. B., Dikmen Ç. B. ve Alparslan B., "Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye'deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi", **5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Karabük, 13-15 Mayıs 2009

Gültekin, A. B., ve Alparslan, B., "Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örnek Bir Yapı Kapsamında Analizi ve Değerlendirilmesi", Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara, Proje No. 07/2009-34, Başlangıç Tarihi: 01.01.2009, Bitiş Tarihi: Devam ediyor.