

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EKOLOJİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KONULARI
KAPSAMINDA KONUTLARIN İNCELENİP
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ali Konuralp DİLER

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ilgar KIRZIOĞLU

BURDUR, 2025

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘**Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Konuları Kapsamında Konutların İncelenip Değerlendirilmesi**’ başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

31 / 01 / 2025

**Ali Konuralp
DİLER**

ÖNSÖZ

Araştırmam için bana yol gösteren, bilgi ve tecrübesi ile her zaman yanımda olan değerli Danışman Hocam **Prof. Dr. Mehmet Ilgar KIRZIOĞLU**'na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve öğretim hayatımın her aşamasında hiçbir özveriden kaçınmayıp beni destekleyen canım annem Prof. Dr. Öznur DİLER'e, yine tecrübeleriyle hep yanımda olan babam Prof. Dr. Abdullah DİLER'e ve sevgilim abim İsmail Alperen DİLER'e yardımları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2025

Ali Konuralp DİLER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ekoloji Ve Sürdürülebilirlik Kavramı	3
2.1.1. Ekolojinin Kavramsal Tanımı	3
2.1.1.1. Yaşam Çevresinde Ekolojik Varlık ve İnsan Üzerindeki Etkileri.....	5
2.1.1.2. Ekolojik Ayak İzi.....	8
2.1.1.3. Ekolojik Yapı Yaklaşımları.....	10
2.1.2. Sürdürülebilirlik	15
2.1.2.1. Sürdürülebilirliğin 3 Temel Bileşeni	18
2.1.2.2. Sürdürülebilir Kalkınma.....	20
3. MATERYAL VE METOD	22
3.1. Sürdürülebilir Mimarlık Ve Konut İlişkisi	22
3.1.1. Kaynak Yönetimi	22
3.1.1.1. Enerji Etkin Kullanımı	23
3.1.1.1.1. Enerji Bilinçli Kent Planlamasının Yapılması	23
3.1.1.1.2. Pasif Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Etkinliği İçin Arazi Koşullarına Uyumlu Yerleşim Düzenlemesi	24
3.1.1.1.3. Direkt Kazanımlı Sistemler	25
3.1.1.1.4. Sera Isıtmalı Sistem	27
3.1.1.1.5. Trombe / Su Duvarlı Sistem	28
3.1.1.1.6. Çatı Havuzlu Sistemler.....	29
3.1.1.1.6. Konveksiyon Kanallı Sistemler	30
3.1.1.1.7. Çatı Kollektörlü Sistemler	31
3.1.1.2. Güneş enerjisinin konutlara yansımaları.....	31
3.1.1.2.1. Güneş Kollektörleri	31
3.1.1.2.2. Fotovoltaik Paneller(Güneş Pili)	32
3.1.1.3. Rüzgar Enerjisinin Konutlara Yansıması	34
3.1.1.3.1. Ev Tipi Rüzgar Tribünü	36
3.1.1.4. Suyun Etkin Kullanımı.....	37
3.1.1.4.1. Düşük Debili, Basınçlı Armatürler, Vakumlu ve Biokompoze.....	38
3.1.1.4.2. Yağmur Suyu Toplama.....	39
3.1.1.4.3. Doğal Peyzaj Uygulamaları.....	40
3.1.1.4.4. Geri Dönüşüm ve Tekrar Kullanım	42
3.1.1.5. Malzemenin Etkin Kullanımı	43
3.1.1.5.1. Malzeme Tasarrufu Sağlayan Yapım ve Tasarım.....	44
3.1.1.5.2. Yapının Uygun Boyutlandırılması	44
3.1.1.5.3. Mevcut Strüktürlerin Rehabilitasyonu	45
3.1.1.5.4. Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı	47
3.1.1.6. Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı.....	47

3.1.2. Yaşam Döngüsü Tasarımı	48
3.1.2.1. Yapı Öncesi Dönem	49
3.1.2.1.1. Arsa Seçimi	49
3.1.2.1.2. Malzeme Seçimi	49
3.1.2.1.3. Tasarım	49
3.1.2.2. Yapı Dönemi	50
3.1.2.2.1. Atık Yönetimi	50
3.1.2.2.2. Şantiye İş Güvenlik	50
3.1.2.3. Yapı Sonrası Dönem	50
3.1.2.3.1. Yeniden Kullanım	50
3.1.2.3.2. Bileşenlerin Geri Dönüştürülmesi	51
3.1.2.3.3. Mevcut Yapıların ve Altyapının Yeniden Kullanımı	51
3.1.3. İnsan İçin Tasarım	51
3.1.3.1. Doğal Koşulların Korunumu	51
3.1.3.1.1. Topoğrafya ile Uyum	51
3.1.3.1.2. Yer Altı Su Seviyesine Uyum Sağlama	52
3.1.3.1.3. Bitki Örtüsü ve Canlıların Korunması	52
3.1.3.2. Kentsel Tasarım ve Bölge Planlama	52
3.1.3.2.1. Tasarımı Toplu Taşıma ile Desteklemek	52
3.1.3.2.2. Karma Kullanımlı Yerleşimleri Desteklemek	53
3.1.3.3. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım	53
3.1.3.3.1. Termal, Görsel ve Akustik Açından Konfor Koşullarını Sağlamak	53
3.1.3.3.2. Dış Mekân ile Görsel Etkileşim ve Bağlantıyı Oluşturmak	54
3.1.3.3.3. Kontrol Edilebilir Pencerelemlerin Sağlanması	54
3.1.3.3.4. Temiz Havanın Sağlanması	54
3.1.3.3.5. Zehirli Olmayan ve Zararlı Gaz Salınımına Neden Olmayan Malzemeler Kullanmak	54
3.1.3.3.6. Aynı Mekânda Farklı Fiziksel Özelliklere Sahip Kullanıcılar Barındırmak	54
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	56
4.1. Yeşil Bina Değerlendirme Sertifikası	56
4.1.1. BREEAM (Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi) ...	58
4.1.2. LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik)	61
4.1.3. Green Star (Yeşil Yıldız)	65
4.1.4. SBTool (Sürdürülebilir Bina Aracı)	67
4.1.5. CASBEE (Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)	69
4.1.6. DGNB (Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası)	71
4.1.7. B.E.S.T (Binalarda Ekolojik Sürdürülebilir Tasarım) Değerlendirme Sertifikası	72
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	76
5.1. Sürdürülebilir Konut Örnekleri	76
5.1.1. Türkiye’den Sürdürülebilir Konut Örnekleri	76
5.1.1.1. Diyarbakır Güneş Evi	76
5.1.1.2. Çanakkale Gürel Yazlık Evi	85
5.1.1.3. Greenox Rezidance	89
5.1.2. Dünya’dan Sürdürülebilir Konut Örnekleri	95
5.1.2.1. One Central Park Avustralya	95
5.1.2.2. Bosco Verticale İtalya	98
5.1.2.3. The Landing House Amerika	102

5.1.2.4. The People Tree House Hindistan	106
5.1.2.5. Straw Bale House Almanya.....	108
5.1.2.6. The Day After House İspanya	111
5.1.2.7. Üniversite Kampüsü İçerisinde Küçük Ev Almanya.....	116
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	120
KAYNAKLAR.....	122



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Ekolojinin diğer bilim dallarıyla olan ilişkisi	4
Şekil 2.2. Yıllara göre nüfus artışı ile diğer faktörlerin grafiği.....	5
Şekil 2.3. Yıllara göre atmosfer verileri.....	6
Şekil 2.4. 2010 yılından itibaren kaynak varlığı	7
Şekil 2.5. Biyokapasite	9
Şekil 2.6. Ekolojik ayak izi bileşenleri	10
Şekil 2.7. Ekolojik mimari tanım şeması	11
Şekil 2.8. Deniz feneri sıfır enerji evi İngiltere	13
Şekil 2.9. Naturhaus Bengt Warne şematik ekosistemi	14
Şekil 2.10. Naturhaus Bengt Warne	14
Şekil 2.11. Sürdürülebilirlik.....	15
Şekil 2.12. Sanayi Devrimi	16
Şekil 2.13. Ekonomik, sosyal, çevresel unsurların kesişimleri ve nitelikleri	18
Şekil 2.14. Çevresel, ekonomik, sosyal bağlamda sürdürülebilirlik ilkeleri	20
Şekil 3.1. Sürdürülebilir mimari ilkeler	22
Şekil 3.2. Binadaki kaynak akışı.....	23
Şekil 3.3. Doğrudan pasif termal sistem	26
Şekil 3.4. Doğrudan ve dolaylı termal sistem	27
Şekil 3.5. Sera ısıtılmalı sistem	28
Şekil 3.6. Trombe duvarı ile yaz-kış, gece-gündüz çalışması.....	28
Şekil 3.7. Çatıdan ısıtma ve soğutma yaz-kış, gece-gündüz çalışması.....	30
Şekil 3.8. Konveksiyon kanallı sistem.....	30
Şekil 3.9. Konutlarda güneş enerjisi kolektörlerinin kullanımı	32
Şekil 3.10. Konutlarda güneş pili kullanımı	33
Şekil 3.11. Arazide güneş pili kullanımı.....	33
Şekil 3.12. Pencere tipi güneş pili.....	34
Şekil 3.13. Duvar tipi güneş pili	34
Şekil 3.14. Antalya Kaleiçi geleneksel Türk Evi U sofalı plan tipi ve iç mekan hava hareketi	35
Şekil 3.15. Antalya Kaleiçi geleneksel Türk Evi U sofalı plan tipi havalandırma hareketi	36

Şekil 3.16. Ev tipi rüzgar tribünü.....	37
Şekil 3.17. Yağmur suyu toplama tankı	40
Şekil 3.18. Kurakçıl peyzaj örneği.....	41
Şekil 3.19. Gri suyun konut içindeki tesisatı	43
Şekil 3.20. Oberhausen gazometresi ilk hali.....	45
Şekil 3.21. Oberhausen gazometresi son hali	46
Şekil 3.22. Malzemenin yaşam döngüsü.....	48
Şekil 4.1. Binalar için ömür boyu akış şeması.....	57
Şekil 4.2. BREEAM logosu	58
Şekil 4.3. BREEAM Europe kategori ve yüzdeleri	60
Şekil 4.4. LEED NC (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) v 4.0 performans kategorileri ve dağılım oranları	63
Şekil 4.5. LEED puanlama sistemi	64
Şekil 4.6. Green Star logo	65
Şekil 4.7. Greenstar performans kategorileri ve dağılım oranları.....	66
Şekil 4.8. Kanada'ya uyarlanan SB Tool performans kategorileri ve dağılım oranları. ...	68
Şekil 4.9. CASBEE logosu	69
Şekil 4.10. CASBEE'ye göre yapının çevresel etkinliğine (BEE) göre sürdürülebilirlik ve sertifika düzeyleri	70
Şekil 4.11. B.E.S.T. sertifika düzeyleri.....	74
Şekil 5.1. Diyarbakır Güneş Evi	76
Şekil 5.2. Diyarbakır güneş evi zemin kat planı	77
Şekil 5.3. Diyarbakır güneş evi asma kat planı.....	77
Şekil 5.4. Isıtma-soğutma sistem detayı	79
Şekil 5.5. Seraya bakış	79
Şekil 5.6. Çatı ve duvar yalıtımı	80
Şekil 5.7. Şömine	81
Şekil 5.8. Panel ve kollektör montajı	82
Şekil 5.9. Biyolojik arıtma diskinin montajı.....	83
Şekil 5.10. Ahşap taşıyıcı sistem	84
Şekil 5.11. Gürel yazlık evi.....	85
Şekil 5.12. Kesit.....	86
Şekil 5.13. Vaziyet planı	86
Şekil 5.14. Avlu.....	87

Şekil 5.15. İç mekan mobilyalar	88
Şekil 5.16. Vaziyet planı	89
Şekil 5.17. Cephe detayları	90
Şekil 5.18. Strüktür	90
Şekil 5.19. Greenox'ta Sürdürülebilirlik ilkeleri	91
Şekil 5.20. Zemin kat planı	92
Şekil 5.21. Kat planı	92
Şekil 5.22. Teras kat planı.....	93
Şekil 5.23. Sistem kesit detayı	93
Şekil 5.24. İç mekan görselleri	94
Şekil 5.25. Teras.....	95
Şekil 5.26. Dış cephe	95
Şekil 5.27. Güneş enerjisi kulesi ve dağıtım açıları.....	96
Şekil 5.28. Bitki kökleri ve keçe.....	97
Şekil 5.29. Yeşil cephe detayları	98
Şekil 5.30. Kesit ve kat planları	98
Şekil 5.31. Cepheler.....	99
Şekil 5.32. Strüktür	100
Şekil 5.33. Sürdürülebilir yapı sistem detayları.....	100
Şekil 5.34. Mevsimlere göre cephelerin renk değişimi.....	101
Şekil 5.35. Kat planı	101
Şekil 5.36. Detay kesitler	102
Şekil 5.37. Dış cephe	102
Şekil 5.38. Zemin kat planı ve kesitler	103
Şekil 5.39. İç mekan.....	104
Şekil 5.40. Avlu.....	104
Şekil 5.41. Garaj	105
Şekil 5.42. Ateş çukuru	105
Şekil 5.43. Malzeme detayları	106
Şekil 5.44. Güneş panelleri	107
Şekil 5.45. Tesisat borusu	107
Şekil 5.46. Kesit.....	108
Şekil 5.47. Straw bale house	109
Şekil 5.48. Saman yalıtımlı ahşap cephe	109

Şekil 5.49. Zemin kat planı	110
Şekil 5.50. İç mekan.....	111
Şekil 5.51. Termal gradyan	112
Şekil 5.52. Kat planları	112
Şekil 5.53. İç mekan.....	113
Şekil 5.54. Yaz kış yerleşim planı.....	114
Şekil 5.55. Harç uygulanan bölgeler.....	114
Şekil 5.56. Mutfak ve ortak yatak odası	115
Şekil 5.57. Banyo	116
Şekil 5.58. Kampüs ev	116
Şekil 5.59. Yapım aşamaları.....	117
Şekil 5.60. Sistem detayı.....	118
Şekil 5.61. Dış cephe	119

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. DGNB setifika dağılım oranları.....	72
Çizelge 4.2. B.E.S.T. Konut Sertifika Sisteminin Değerlendirme Ölçütleri Puan Dağılımı	73
Çizelge 4.3. Yeşil bina sertifika karşılaştırmaları	74



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BM	: Birleşmiş Milletler
BREEAM	: Building Research Establishment Environmental Assessment Method - Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi
CASBEE	: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi
CO₂	: Karbondioksit
ÇEDBİK	: Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
DGNB	: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - Alman Sürdürülebilir Binalar Konseyi
EDGE	: Excellence In Design For Greater Efficiencies - Yüksek Verimlilik İçin Tasarımda Mükemmellik
GBCA	: The Green Building Council of Australia - Avustralya Yeşil Bina Konseyi
GREENSTAR	: Yeşil Yıldız
IFC	: International Finance Corporation – Uluslararası Finans Kurumu
IISBEE	: The International Initiative for a Sustainable Built Environment - Sürdürülebilir Yapılı Çevre İçin Uluslararası Girişim
IUCN	: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources- Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
Kw	: Kilowatt
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design - Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik
MÖ	: Milattan Önce
SBTOOL	: Sustainable Building Tool - Sürdürülebilir Bina Aracı
TDK	: Türk Dil kurumu
USGBC	: United States Green Building Council - ABD Yeşil Binalar Konseyi
WGBC	: The World Green Building Council - Dünya Yeşil Binalar Konseyi
WWF	: World Wide Fund for Nature - Doğal Hayatı Koruma Derneği

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Konuları Kapsamında Konutların İncelenip
Değerlendirilmesi**

Ali Konuralp DİLER

**Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ilgar KIRZIOĞLU

Ocak, 2025

Kontrolsüzce tüketilen enerji kaynaklarının uzun vadede kaçınılmaz etkileri olacaktır. Mimarlar olarak bizlere düşen sorumluluk, ekosistemin bozulmaya başlamasıyla birlikte ortaya çıkacak iklim değişikliği gibi çevresel sorunlara karşı önlem almaktır. Bu sorunların önüne geçebilmenin en etkili yolu, ekolojik yaşam modeline geçiş yapmaktır. Ancak bu dönüşüm, yalnızca belirli alanlarla sınırlı kalmamalı, yaşamın her yönünde, sürdürülebilir seçenekler tercih edilmelidir.

Bu tez kapsamında, küresel ölçekte yapılaşmanın bir sonucu olarak konutların tarihsel gelişimi ve sürdürülebilirliğin dönüşümü incelenmiş, ortaya çıkan sorunların insanlığın geleceği üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeye yönelik katkı sunulması hedeflenmiştir. Sürdürülebilir mimarlık bağlamında, günümüz konut yapılarının tasarım ilkeleri değerlendirilerek detaylı bir araştırma yürütülmüştür.

Bu çalışmanın ilk bölümünde, araştırmanın önemi vurgulanmıştır. Takip eden bölümde, sürdürülebilirlik, ekoloji ve çevre kavramları mimarlık bağlamında ele alınmıştır. Üçüncü bölümde sürdürülebilir mimarlık ilkeleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bir sonraki bölümde yeşil bina sertifika sistemleri anlatılmıştır. Beşinci bölümde ise Türkiye ve dünyadan sürdürülebilir konut örnekleri analiz edilmiştir. Sonuç bölümünde, araştırmanın temel bulgularına ve sürdürülebilir konut tasarlamayı amaçlayan mimar ve tasarımcıların göz önünde bulundurması gereken önemli kriterlere yönelik değerlendirmelere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ekoloji, sürdürülebilirlik, enerji etkin binalar, yenilenebilir enerji kaynakları, ekolojik konut, yeşil bina sertifika sistemleri

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Evaluation of Houses Within the Scope of Ecology and Sustainability

Ali Konuralp DİLER

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture**

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ilgar KIRZIOĞLU

January, 2025

Uncontrolled consumption of energy resources will have inevitable effects in the long term. As architects, our responsibility is to take precautions against environmental problems such as climate change that will arise as the ecosystem begins to deteriorate. The most effective way to prevent these problems is to transition to an ecological life model. However, this transformation should not be limited to certain areas, sustainable options should be preferred in every aspect of life.

Within the scope of this thesis, the historical development of housing and the transformation of sustainability as a result of global construction have been examined, and it is aimed to contribute to minimizing the negative effects of the emerging problems on the future of humanity. In the context of sustainable architecture, a detailed research has been conducted by evaluating the design principles of today's housing structures.

In the first part of this study, the importance of the research is emphasized. In the following part, the concepts of sustainability, ecology and environment are discussed in the context of architecture. In the third part, the principles of sustainable architecture are examined in detail. In the next part, green building certification systems are explained. In the fifth part, sustainable housing examples from Turkey and the world are analyzed. In the conclusion part, the basic findings of the research and evaluations regarding the important criteria that architects and designers who aim to design sustainable housing should take into consideration are included.

Keywords: ecology, sustainability, energy efficient buildings, renewable energy sources, ecological housing, green building certification systems

1. GİRİŞ

Yapıların temel işlevi, insanların barınma ihtiyacını karşılamak ve onları doğanın olumsuz etkilerinden korumaktır. Bu doğrultuda zamanla gelişen yapı sektörü, artan nüfusun ihtiyaçlarına yanıt vermek amacıyla büyümüş ve inşa edilen ya da yenilenen yapıların sayısı her geçen gün artmıştır. Ancak bu artış, doğal kaynakların tükenme riskiyle karşı karşıya kalmasına ve çevreye verilen fiziksel ve kimyasal zararların ciddi boyutlara ulaşmasına yol açmıştır. Arz-talep dengesinin sağlanması sürecinde çevresel faktörlerin göz ardı edilmesi, yapı sektöründe sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenmesini kaçınılmaz kılmıştır. Sürdürülebilir bir yapı kavramı, bir yapının yaşam döngüsü boyunca çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar arasında bir denge kurulması gerekliliğine dayanır. Tasarım, inşaat ve işletme süreçlerinde çevresel etkilerin minimize edilmesi, bakım ve yenileme faaliyetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi ve bina konforunun en üst düzeye çıkarılması, sürdürülebilir mimarinin temel hedefleri arasında yer almaktadır.

Dünya genelinde yapı sektöründe yanlış yöntemlerin uygulanması sonucunda, üretilenden daha fazla enerjinin tüketilmesi enerji ithalatına yol açmakta, bu durum ülkelerin ekonomilerini olumsuz etkilerken, ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu sorunun önüne geçmek için yapıların yaşam döngüsünün analiz edilmesi ve yapım aşamasından kullanım ömrünün sonuna kadar geçen sürecin çevre dostu bir yaklaşımla ele alınması gerekliliği doğmuştur. Yapıların yeşil bir bakış açısıyla ele alınması sonucunda şu özelliklere sahip olmaları beklenmektedir: enerji, su ve diğer doğal kaynakları verimli bir şekilde kullanan; yenilenebilir enerji sistemlerinden faydalanan enerji üreten; toksik olmayan, geri dönüştürülebilir malzemelerle inşa edilmiş; tasarım ve inşaat süreçlerinde çevresel sürdürülebilirliği ön planda tutan; işletme sürecinde ise iç mekân, hava kalitesi, aydınlatma gibi unsurlara odaklanarak kullanıcı konforunu optimize eden yapılar. Yapıların inşası sırasında, projenin özelliklerine bağlı olarak çeşitli ve çok sayıda malzeme kullanılması, yalnızca inşaat sürecinde değil, aynı zamanda yapının kullanım ömrünü tamamlaması sonrası geri dönüşüm aşamasında da bir dizi soruna yol açmaktadır. Yapı ömrünün ortalama 50 yıl olduğu göz önünde bulundurulduğunda, kullanılan malzeme çeşitliliği ve miktarı, üretim sırasında doğal kaynakların daha hızlı tükenmesine sebep olarak gelecek nesiller için ciddi tehditler oluşturmakta ve yapının kullanım ömrü sona erdiğinde işlevsiz hale gelen malzemelerin çevreye olan olumsuz etkisini artırmaktadır.

Bu doğrultuda, hammadde kullanımını azaltmaya yönelik yöntemler araştırılmalı, doğal kaynaklara zarar vermeyen malzemeler tercih edilmeli, daha fonksiyonel ve uzun ömürlü alternatifler kullanılmalı ve ömrünü tamamlayan yapıların geri dönüşüm süreçleri geliştirilerek çevresel zararlar en aza indirilmelidir. Teknolojik ilerlemeler sayesinde, malzeme üretiminde yeni üretim yöntemleri kullanılmaya başlanmış; nanoteknoloji ve kompozit teknolojilerinin inşaat sektörüne entegrasyonu ile daha dayanıklı, uzun ömürlü ve işlevsel ürünler üretilmiş ve malzemelerin kullanım alanları genişletilmiştir.

Ayrıca, geri dönüşüm alanında geliştirilen yeni teknikler, malzemelerin başka formlarda yeniden üretim süreçlerine dahil edilmesini sağlamış, böylece sürdürülebilirlik prensiplerine uygun bir yapı sektörü anlayışı oluşmuştur. Bu yenilikçi yaklaşımlar sayesinde, çevresel etkileri minimum seviyeye indirilen yapıların inşa edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Yeşil binalar, yaygın inanın aksine yüksek maliyetli yapılar olmayıp, son on yılda inşa edilen yeşil binalar, geleneksel binalara kıyasla yalnızca %4 ila %14 arasında ek yatırım gerektirmektedir. Bu binalarda uygulanan verimlilik odaklı çözümlerin yatırım türüne ve ölçeğine bağlı olarak geri dönüş süresi değişiklik göstermekte olup, bazı durumlarda bu süre 3 yıla kadar düşebilmektedir. Ancak, genel olarak yapılan yatırımların 6 yıl içinde kendisini amorti ettiği görülmektedir. Yaklaşık 40-50 yıllık bir bina ömrü göz önüne alındığında, yeşil bina uygulamalarının enerji tasarrufu açısından yatırım maliyetinin 8 ila 12 katını geri kazandırabildiği hesaplanmıştır. Bu bağlamda, yapılan harcamalar bir maliyet unsuru olarak değil, uzun vadeli bir yatırım aracı olarak ele alınmalıdır. Bir binanın tasarım, inşaat ve işletme süreçlerindeki çevresel etkilerini azaltmak, bakım ve yenileme süreçlerini iyileştirmek ve bina konforunu optimize etmek, sürdürülebilir mimarinin temel amaçları arasındadır. Bu tez, mevcut sorunların tespit edilmesi ve bu sorunların çözümüne yönelik sistemlerin geliştirilmesine odaklanan bir araştırma sunmayı hedeflemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ekoloji Ve Sürdürülebilirlik Kavramı

Bu bölümde, yazılı kaynaklar taranarak, ekoloji ve sürdürülebilirlik kavramlarının tanımı yapıp, mimarlık ve konut ilişkisi anlatılacaktır.

2.1.1. Ekolojinin Kavramsal Tanımı

Son yüzyılda küresel nüfusun sürekli artışına paralel olarak, enerji kaynaklarına olan talep de hızla yükselmiştir. Bu durum, doğal kaynakların aşırı tüketilmesine ve ekolojik dengenin giderek bozulmasına neden olmaktadır. İşte tam da bu noktada ekoloji bilimi devreye girmektedir. Ekoloji, yalnızca günümüzün değil, aynı zamanda gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da göz önünde bulunduran ve sürdürülebilir yaşamı hedefleyen temel bir disiplindir.

İnsanların enerji ihtiyaçlarını kömür, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemez kaynaklardan karşılaması, sıcaklık artışları ve buharlaşma süreçlerinin engellenemeyen bir sorun olarak devam etmesine yol açmaktadır. Bu durum yalnızca insanları değil, aynı zamanda diğer tüm canlı organizmaları da olumsuz etkiler. Bilinçsiz ve dengesiz enerji tüketiminin neden olduğu bu ciddi çevresel tahribatlar; asit yağmurları, küresel iklim değişikliği ve hava kirliliği gibi sonuçlara örnek olarak gösterilebilir. Günümüzde giderek büyüyen bu sorunlar, alternatif enerji kaynaklarının keşfi ve kullanımı yönünde yeni arayışları tetiklemiştir. Tüm bu gelişmeler, ekolojinin önem kazanarak popüler bir bilim dalı haline gelmesini sağlamıştır (Al-Samaraie, 2023).

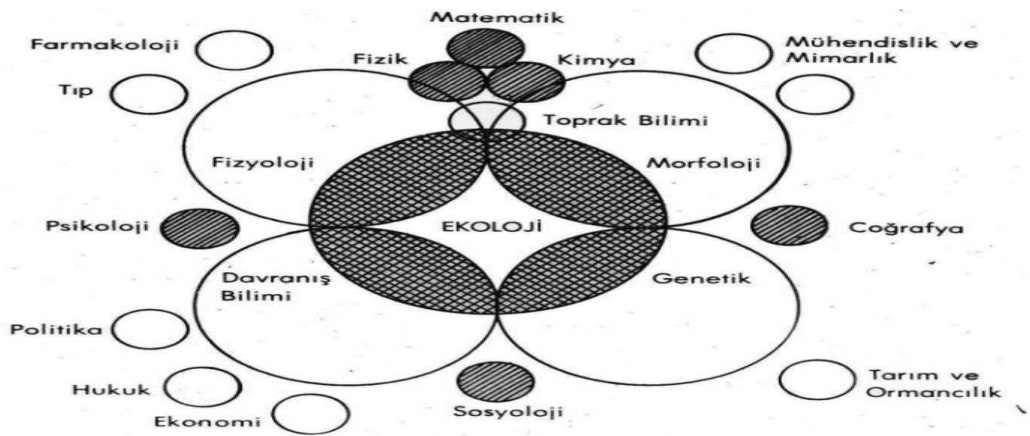
Ekoloji teriminin ilk kez Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından 1866 yılında kullanıldığı kabul edilmektedir. Biyolojinin, canlıların bulundukları çevre ile olan ilişkilerini inceleyen bir alt dalı olarak tanımlanan ekoloji kavramı, Yunanca "yaşanılan yer" veya "yurt" anlamına gelen oikos ve "bilim" ya da "söylem" anlamını taşıyan logia kelimelerinden türetilmiştir. Etimolojik açıdan, "yerleşim bilimi" veya "yurt söylemi" anlamlarını taşımaktadır. Hayvanlar ve bitkilerin çevreleriyle olan tüm etkileşimleri, ekolojinin temelini oluşturmaktadır.

Yaklaşık olarak 1970 yılına kadar ekoloji, biyolojinin bir alt dalı olarak, bitki ve hayvan topluluklarının çevreleriyle olan etkileşimlerini inceleyen bir alan olarak tanımlanıyordu. Ancak günümüzde, çevre sorunlarının yaşam kalitesine olumsuz etkileri nedeniyle insan ve doğa arasındaki ilişkiler de ekolojinin araştırma kapsamına dâhil edilmiş ve böylece ekoloji, disiplinler arası bir bilim dalı niteliği kazanmıştır.

Ekoloji, sosyoloji, jeoloji, politik, bilimler ve ekonomi ile birlikte çevre bilimlerinin bir parçasıdır. Dünya üzerindeki yaşam ve tüm evrendeki ilişkiler bütünü ekolojiyi oluşturmaktadır.

Türk Dil Kurumu'nun (TDK) sözlüğünde, ekoloji “canlıların hem kendi aralarındaki hem de çevreleriyle olan ilişkilerini bireysel ya da toplu olarak inceleyen bilim dalı” şeklinde tanımlanmaktadır. Geçmiş yıllarda, TDK Türkçe Sözlük’te "çevrebilimi" olarak yer alan "ekoloji" terimi yeniden ele alınmış ve tanımlanmıştır. Sözlüğün yeni baskılarında, "çevrebilimleri" ve "ekoloji" terimleri ayrı başlıklar altında sunulmuştur. Ayrıca, sözlüğe ekolojist, ekolog ve ekolojizm gibi kavramlar da dâhil edilmiştir. Bu değişikliklerin, üniversitelerden alınan görüş ve öneriler doğrultusunda gerçekleştirildiği belirtilmiştir (Akıncıtürk, 2015).

Günümüzde ekoloji bilimi farklı alt disiplinlere ayrılmaktadır. Bu alanlardan en önemlilerinden biri, temel ekoloji prensiplerinin çevre ve insanla ilgili sorunlara uygulanmasıdır. Günümüzde bu alt dal, insan ekolojisi veya çevre bilimi olarak adlandırılmaktadır. Canlılar ile çevreleri arasındaki ilişkileri inceleyen ve insanı merkeze alarak, onun çevresiyle olan karşılıklı etkileşimini temel konu olarak ele alan bilim dalına insan ekolojisi denir. Sosyoloji, antropoloji, psikoloji, ekonomi, siyasal bilimler gibi sosyal bilimler ile mühendislik, mimarlık, peyzaj mimarlığı ve planlama gibi uygulamalı bilim alanlarında da insan ekolojisi ile ilgili alt dallar bulunmaktadır. (Filik, 2004).



Şekil 2.1. Ekolojinin diğer bilim dallarıyla olan ilişkisi (Çepel, 1992)

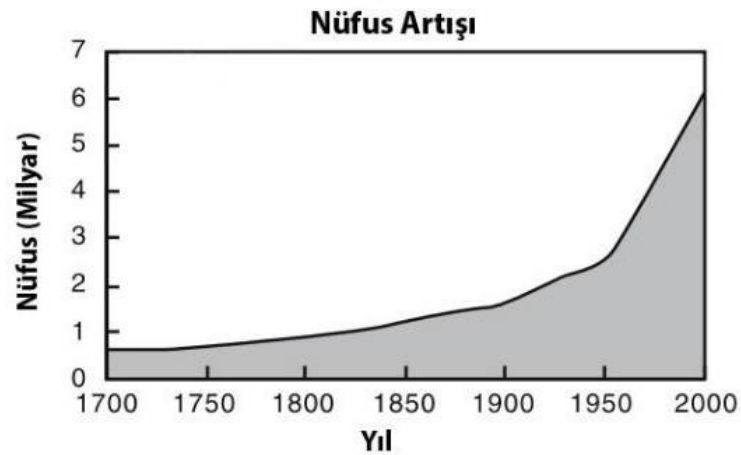
Çevreye insan merkezli bir perspektiften yaklaşılrken, ekolojik bakış açısı insanı diğer canlılarla birlikte eşit bir bütünün parçası olarak ele almaktadır. İnsan ve doğa arasındaki ilişkiyi, doğal dünya bağlamında daha geniş bir çerçevede değerlendiren ekoloji, biyosferin dengesini ve bütünlüğünü korumayı temel hedef olarak görmektedir.

Bu doğrultuda, ekoloji birçok bilim dalı ile etkileşim içinde olup, disiplinler arası bir yaklaşım sunmaktadır (Çepel, 1992).

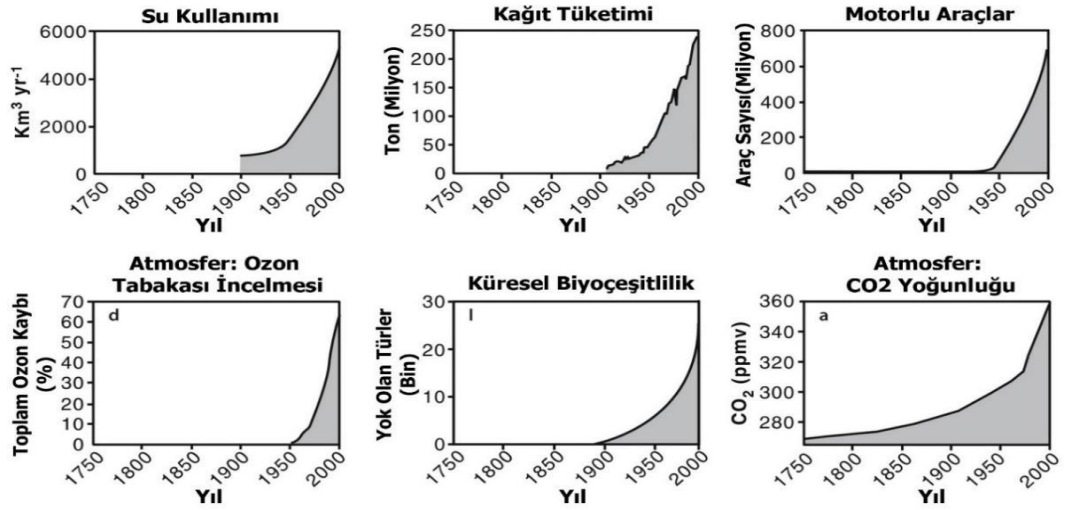
2.1.1.1. Yaşam Çevresinde Ekolojik Varlık ve İnsan Üzerindeki Etkileri

İnsan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararlar, başlangıçta doğanın kendini yenileme kapasitesi sayesinde göz ardı edilmiş ve çevrenin zamanla oluşan kirliliği kendi mekanizmalarıyla ortadan kaldıracak varsayılmıştır. Ancak süreç içerisinde meydana gelen değişimler ve kirliliğin artan yoğunluğu, çevrenin kendini yenileme sistemlerinin yetersiz kalmasına neden olmuştur. 19. yüzyılın ikinci yarısında sanayi devrimiyle birlikte teknolojik ilerlemeler, nüfus artışı ve hızlı ancak plansız kentleşme süreci, yeşil alanların giderek yapılaşmaya dönüşmesine yol açmıştır. Bu gelişmeler, doğal ekolojik dengede bozulmalara neden olmuştur. Sanayi devrimi, enerji ihtiyacını önemli ölçüde artırarak yeni kaynak arayışlarını zorunlu hale getirmiştir.

Güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyokütle gibi doğal enerji kaynakları her dönemde mevcut olmasına rağmen, bu kaynakları insanların ihtiyaç duyduğu ısıya ve elektriğe dönüştürebilecek teknolojik altyapı henüz gelişmemiştir. 1850'li yıllardan itibaren, çözüm olarak yer altındaki petrol, ardından doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlar çıkarılarak enerji üretiminde kullanılmaya başlandı. Özellikle 1950'li yıllardan itibaren iklimde gözlemlenen değişimlerin büyük bir kısmı, önceki dönemlerde rastlanmamış boyutlara ulaşmış ve küresel sıcaklıkların sürekli artış gösterdiği belirlenmiştir (Küçükali, 2021).



Şekil 2.2. Yıllara göre nüfus artışı ile diğer faktörlerin grafiği (Küçükali, 2021)



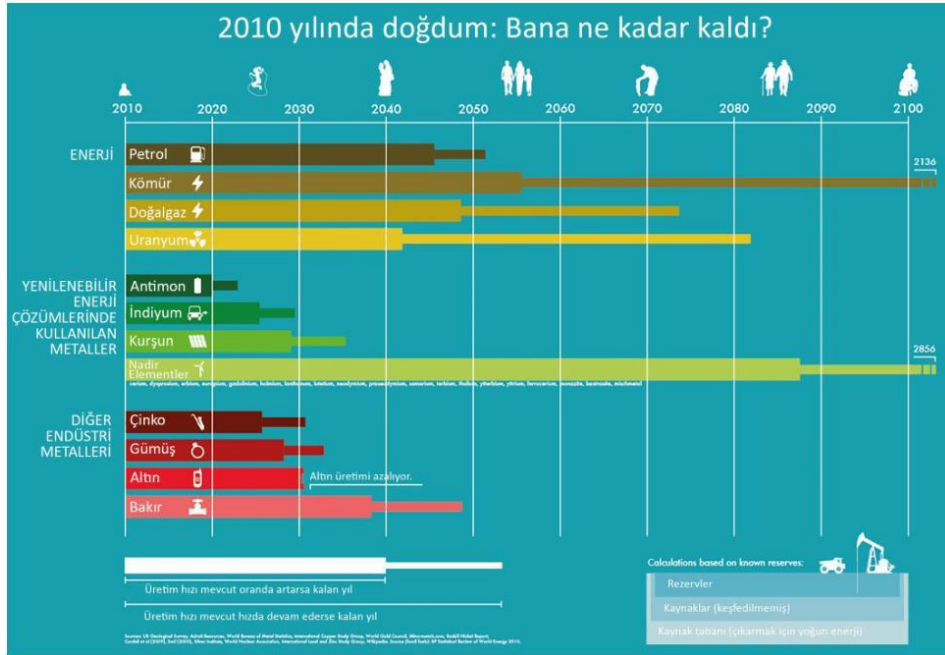
Şekil 2.3. Yıllara göre atmosfer verileri (Tönük, 2001)

1952 yılının Aralık ayında Londra'da meydana gelen yoğun hava kirliliği nedeniyle bir hafta içinde 4 binden fazla kişinin hayatını kaybetmesi, çevre sorunlarının ulaştığı tehlikeli boyutları gözler önüne seren ilk önemli örneklerden biri olmuştur. Benzer şekilde, 1980'li yıllarda Türkiye'de, özellikle Ankara'nın coğrafi yapısının da etkisiyle ciddi bir hava kirliliği sorunu yaşanmıştır. Kirli suların kullanımı ve bu sulardan elde edilen gıdalar nedeniyle ortaya çıkan kitlesel hastalıklar ve ölümler, çevresel felaketlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerine dair diğer çarpıcı örneklerdir. Endüstri devriminden bu yana insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan sera gazları nedeniyle dünya genelinde sıcaklıklar yaklaşık 1°C artmıştır. Mevcut emisyon seviyeleri devam ettiği takdirde, küresel sıcaklık artışının 2030 ile 2052 yılları arasında 1,5°C'ye ulaşacağı öngörülmektedir. Atmosferde meydana gelen bu ısınma, daha aşırı sıcaklıkların yaşanmasına, hortumların oluşmasına, kar fırtınaları ve kasırgaların artmasına neden olmaktadır. Dünya ekosisteminin mevcut dengesini koruyabilmesi için küresel ısınmanın bu yüzyıl içinde 1,5°C ile sınırlandırılması büyük önem taşımaktadır (Yücel ve Kurnaz, 2021).

Doğal kaynakların sınırlı olduğunun anlaşılması, çevre sorunlarının önem kazanmasında belirleyici bir faktör olmuştur. Kuraklık, erozyon ve çölleşme gibi etkenler nedeniyle verimli toprakların kaybı, kıtlığı çözülemeyen bir sorun haline getirmiştir. Birleşmiş Milletler verilerine göre, 21. yüzyılda meydana gelen afetlerin yaklaşık %90'ı doğrudan küresel iklim değişikliği ile ilişkilidir. İklim değişikliğine bağlı afetlerin sayısı, sıklığı ve etkisi her geçen yıl giderek artmaktadır. İnsan nüfusundaki hızlı artış ve insan faaliyetlerinin doğaya olan etkisinin genişlemesi, birçok canlı türünün hızla yok olmasına

neden olmaktadır. WWF'nin *Living Planet* (Yaşayan Gezegen) raporuna göre, 1970 ile 2014 yılları arasında dünya genelindeki canlı popülasyonları %60 oranında azalmıştır.

Günümüzde türlerin yok oluş hızı, geçmiş dönemlerdeki kitlesel yok oluş periyotlarıyla kıyaslandığında 100 ila 1000 kat daha hızlı ilerlemektedir. Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN) verilerine göre, küresel ölçekte değerlendirilen 150.388 türden 42.108'inin, yani %28'inin nesli tükenme tehlikesi altındadır. İnsan faaliyetleri biyoçeşitliliğe zarar verdiğinde, doğanın dengesi bozulmakta ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkiler artmaktadır. Dünya, tarihsel süreçte tüm canlı türlerini etkileyen beş büyük kitlesel yok oluş süreci yaşamıştır ve bu yok oluşların her biri göktaşı çarpması, volkanik patlamalar gibi doğal nedenlerden kaynaklanmıştır. Ancak günümüzde bilim insanları, bu beş kitlesel yok oluşun ardından altıncı bir yok oluş sürecinin yaşanmaya başladığını ve bu sürecin doğrudan insan faaliyetleriyle tetiklendiğini belirtmektedir. Geçmişte yaşanan her kitlesel yok oluş olayında, dünyadaki canlı türlerinin en az %75'i yok olmuştur. Ekosistem, tüm bileşenleriyle karşılıklı etkileşim içinde çalışan bir sistem olarak düşünülebilir ve ekolojik döngüler, bu sistemin temel işleyiş mekanizmalarını oluşturmaktadır. Bu ekolojik unsurların belirli görevleri olup, nüfuslarındaki veya miktarlarındaki değişimler, sistemin işlevlerinde aksamalara ve ciddi bozulmalara yol açabilmektedir (Yücel ve Kurnaz, 2021).



Şekil 2.4. 2010 yılından itibaren kaynak varlığı (Yücel ve Kurnaz, 2021)

Son yüzyılda insan faaliyetlerinin giderek artan etkisi, ekolojik döngülerin işleyişinde bozulmalara yol açmıştır. Ekosistem için hayati öneme sahip temel bileşenler, dönüşüm süreçlerinin aksaması ve miktar dengesinin bozulması nedeniyle tehdit unsuru haline gelmiştir (karbon, azot vb.). Buna ek olarak, ekolojik döngülere doğal süreçlerde yer almayan yapay maddelerin dahil olması, ekosistemde kirlenmeye sebep olmaktadır. Ekosistemin işleyişi, bir makinenin dişlileri gibi uyum içinde çalışması gereken karmaşık bir sistemdir; ancak bu işleyişin bozulması, sistemin genel bütünlüğüne zarar vermeye başlamıştır. Dışarıdan yapılan müdahaleler, doğal ve son derece hassas olan bu sistemin dengesini sarsarak ekosistemin işlevselliğini olumsuz yönde etkilemiştir.

İnsanlar biyolojik çeşitliliği tehdit etmeye devam ederse, ekosistemler döngüsel işleyişlerini kaybedecek ve doğal bir termostat gibi çalışma yetilerini yitirecektir. Ekosistemlerin yok olması, gezegenin geri dönülemez bir tahribata uğraması anlamına gelmektedir. Mumford'un ifadeleriyle, "Günümüzde değerli kabul edilen her düşüncenin ekolojik bir bakış açısına sahip olması gereklidir. Bu bağlamda, insanın 'doğa'sının değişmesi kaçınılmazdır." İnsanın doğasını dönüştürebilecek en önemli etkenlerden biri, yaşadığı kentler ve bu kentlerin fiziksel çevresini şekillendiren yapısal düzenlemelerdir. İnsanlar, doğayı kontrol altına almaya çalışmak yerine, onunla uyum içinde hareket etmeli ve ekosistemin çıkarlarını gözeterek sürdürülebilir bir yaşam biçimi benimsemelidir (Filik, 2004).

2.1.1.2. Ekolojik Ayak İzi

Ekolojik ayak izi, mevcut tüketim alışkanlıklarımız devam ettiği takdirde, gezegenin bize ne kadar daha yeteceğini ölçen bir göstergedir. Doğal kaynakları aynı hızda kullanmaya ve çevreyi benzer şekilde kirlitmeye devam edersek, ekosistemin taşıma kapasitesini aşmaya devam edeceğimiz öngörülmektedir. 1990'lı yıllarda dünya, ekolojik kapasitesinin sınırlarını aşmaya başlamış ve bu durum günümüzde giderek daha da belirgin hale gelmiştir. Ekolojik ayak izi kavramı, ilk kez Wackernagel ve Rees (1996) tarafından, bir topluluğun tüketiminin sürdürülebilir olup olmadığını değerlendiren basit bir ölçüt olarak ortaya konmuştur. Buna göre, ekolojik ayak izi; belirli bir nüfusun veya ekonominin tükettiği kaynakları ve ortaya çıkardığı atıkları bertaraf edebilmesi için gereken arazi alanını tahmin etmeye yarayan bir hesaplama yöntemidir. Başka bir ifadeyle, ekolojik ayak izi, bireylerin veya toplulukların tükettiği ürünleri üretmek için ihtiyaç duyulan kaynak miktarının bir ölçüsüdür. Bu kavram, insanın doğa üzerindeki talebini, yani belirli bir nüfusu veya ekonomik sistemi sürdürebilmek için gereken doğal

kaynak miktarını belirlemektedir. Ekolojik ayak izinin değeri; nüfus büyüklüğü, yaşam standartları, kullanılan teknoloji ve ekolojik üretkenlik gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Ekolojik ayak izi, insanların tükettiği mal ve hizmetlerin üretimi ve kullanımı sonucunda ortaya çıkan karbondioksitin emilmesi için gerekli biyolojik olarak üretken alan (biyokapasite) olarak tanımlanmaktadır. Biyokapasite, insanlığın doğadan talep ettiği kaynakları yeniden üretebilen üretken alanları ifade etmektedir. Hem ekolojik ayak izi hem de biyokapasite, yıllık olarak kişi sayısına, kişi başına tüketim oranına, üretim verimliliğine ve ekosistemlerin üretkenliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bir nüfusun yenilenebilir kaynakları sürdürülebilir bir şekilde üretmesi ve mevcut teknolojiyle üretilen atıkları emmesi için ne kadar biyolojik olarak üretken alana ihtiyaç duyduğunu hesaplamaktadır. Günümüzde, bir ülkenin veya dünyanın toplam ekolojik ayak izinin, yenilenebilir kaynakların yenilenme kapasitesini ve oluşan atıkların absorbe edilme yeteneğini aşmış olduğu ifade edilebilir (Tönük, 2001).



Şekil 2.5. Biyokapasite (Mızık ve Avdan, 2020)

Ekolojik ayak izi, insan faaliyetlerinin biyosfer üzerindeki etkilerini değerlendirerek, bu faaliyetler sonucu oluşan atıkların çevre tarafından bertaraf edilmesi

için gereken kaynak miktarını ölçme ve kıyaslama imkânı sunmaktadır. Türkiye örneğinde, karbon ayak izi ekolojik ayak izinin %46'sını oluşturmaktadır. Bu nedenle, karbon emisyonlarındaki değişimleri analiz etmek, ekolojik ayak izi hakkında önemli ve kapsamlı bilgiler elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Demirel ve Kaymaz, 2022).

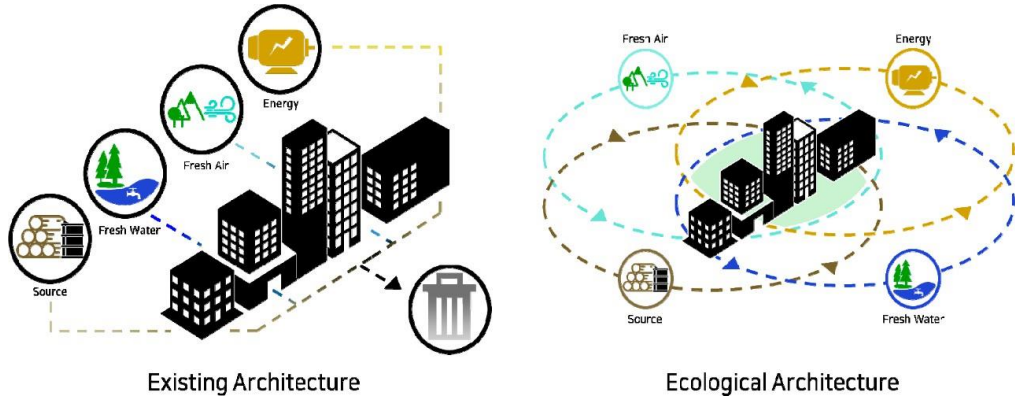


Şekil 2.6. Ekolojik ayak izi bileşenleri (URL-1)

Ekoloji alanındaki araştırmalar, farklı disiplinler tarafından çeşitli meslek ve çalışma alanlarında farklı perspektiflerle yürütülmektedir. Bu disiplinlerin kullandıkları terminoloji ve yöntemler birbirinden farklı olsa da ortak paydaları; insan, dünya üzerindeki ekolojik dengeler ve çevrenin korunmasıdır. Sonuç olarak, ekolojik sorunların ele alınmasında bütüncül bir bakış açısı, bilgi ve kaynakların paylaşımı ile disiplinler arası iş birliği büyük önem taşımaktadır (Akıncıtürk, 2015).

2.1.1.3. Ekolojik Yapı Yaklaşımları

Bir yapının var olan bir çevreyi olumlu veya olumsuz bir şekilde etkilediği yadsınamaz bir gerçektir. Küresel enerji tüketiminin yaklaşık %40'ının, elektrik kullanımının ise %72'sinin yapı sektöründen kaynaklandığı bilinmektedir. Ayrıca, küresel ısınmaya neden olan ve iklim değişikliğini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biri olan karbondioksit emisyonlarının %39'unun yapılarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler, ekolojik boyut açısından mimarlığın ne derece sorumluluk taşıdığını açıkça göstermektedir (Sev, 2009).



Şekil 2.7. Ekolojik mimari tanım şeması (Choe ve Han, 2019)

Ekolojik mimarlık bağlamında, yapıların tasarım sürecinden başlayarak ekonomik ömrünün sona erdiği yıkım aşamasına kadar çevreye zarar vermemesi temel bir gereklilik olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşım, yapılarda kullanılan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesini, enerji tüketiminin en aza indirilmesini ve entegre sistemler sayesinde yapının enerji üretiminde pozitif bir denge oluşturmasını mümkün kılmaktadır.

Ekolojik mimari, en basit ifadeyle, yerel ve küresel ölçekte çevreye en az zarar veren malzemelerin tercih edildiği, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı, bakım ve onarımı kolay, ekonomik bir döngüye sahip yapıların tasarımı olarak tanımlanabilir. Yapı tasarımlarının, inşa edileceği bölgenin iklim koşullarına uygun biçimde geliştirilmesi ve mekân organizasyonunun bu doğrultuda planlanması, enerji kullanımında verimliliği artıran temel unsurlardandır. Ayrıca, çevreye zarar vermeyen malzemelerin seçimi ve yapıların topoğrafya ile uyumlu bir şekilde tasarlanması, mevcut ekosisteme yapılacak müdahalelerin en aza indirgenmesine olanak tanımaktadır.

M.Ö. 110 yılında Romalı mimar Vitruvius, “Mimarlık Üzerine On Kitap” adlı eserinde, yapı tasarımlarının doğru ve işlevsel olabilmesi için inşa edildikleri bölgenin özelliklerine ve iklim koşullarına uygun olmaları gerektiğini ifade etmiştir (Vitruvius, 2005). Bu durum, mimaride ekolojik yaklaşımların ve doğadan yararlanma anlayışının oldukça eski dönemlere dayandığını göstermektedir.

Mimariyi doğayla uyumlu bir bütünlük içinde ele alan ve yapılarını adeta doğal bir organizma gibi tasarlayan Frank Lloyd Wright, ekolojik tasarım ilkelerine büyük önem veren eserleriyle bu alanda önemli bir örnek teşkil etmektedir. Wright’ın tasarım anlayışı, doğayla organik bir bağ kurmayı hedefleyen ve çevreyle uyumlu yapılar inşa etme hassasiyetini yansıtan bir yaklaşım sunar.

Geleneksel yapılaşma, tasarım ve inşaat süreçlerinde maliyet, zaman ve kalite unsurlarına öncelik verirken; sürdürülebilir yapı tasarımı, enerji tüketimini ve çevresel tahribatı en aza indirerek, doğal çevreyle uyumlu yapılar oluşturmayı amaçlamaktadır. Yeang'a göre, yapı malzemelerinin doğal çevreyle uyumlu, yani ekolojik nitelikte olması da bu yaklaşımın temel gerekliliklerinden biridir. Tasarımda ekoloji kavramı; çevresel duyarlılık, enerji tüketiminin minimize edilmesi, su kaynaklarının korunması, yıkıcı etkilerin azaltılması ve olumlu etkilerin en üst düzeye çıkarılmasını kapsar. Yenilenebilir kaynakların kullanımına yönelimin artması ise, sürdürülebilir mimarlık anlayışının temel ilkesi olarak kabul edilmektedir.

İç mekânların kalite ve konforunu en üst düzeye çıkarırken enerjiyi minimum düzeyde tüketen ve çevresel etkisi en aza indirilen yapılar hedeflenmektedir. Dünya Mimarlık Birliği'nin 1993 yılındaki genel kurulunda alınan kararlar doğrultusunda, sürdürülebilir tasarım anlayışı; yapı tasarımından üretim sürecine ve kullanılan malzemelere kadar enerji tüketiminin en aza indirilmesini, ekolojik arazi kullanımına özen gösterilmesini ve toplumsal bilinç oluşturulmasını esas almıştır.

Ekolojik mimarlık, sürdürülebilir mimarlık ve yeşil mimarlığın ötesine geçen, daha geniş kapsamlı bir mimari yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Yeşil mimarlık, performans odaklı bir tasarım anlayışını benimserken; sürdürülebilir mimarlık, doğayla uyumlu olmasının yanı sıra sosyal ve ekonomik boyutları da göz önünde bulunduran bir yaklaşımdır. Ekolojik mimarlık ise bu iki anlayışı da kapsayan ve bütüncül bir perspektif sunan bir mimari yöntemdir (Beyaztaş, 2012).

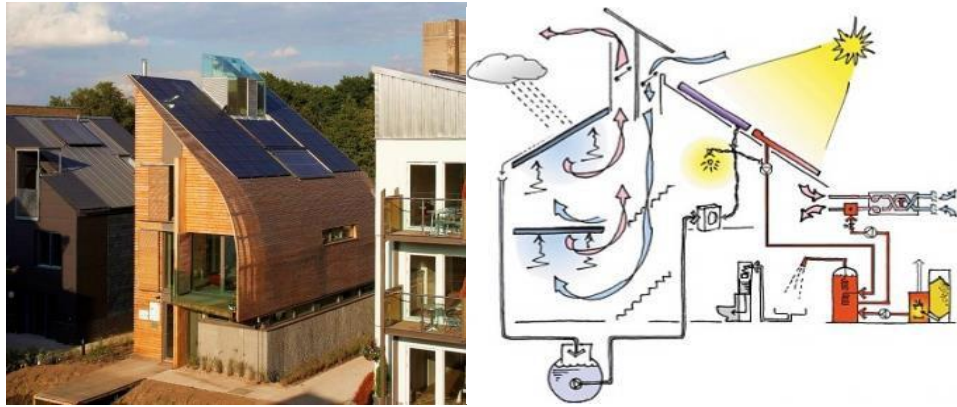
Çevreyle uyumlu tasarımın temel amacı, mevcut ekosistemin sürdürülebilirliğini sağlamak ve doğal yapının korunmasına özen göstermektir. Doğal çevre sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılması, örneğin güneş enerjisinden yararlanma, doğal iklimlendirme yöntemlerinin uygulanması ve bitki örtüsünün korunması gibi prensipler de bu yaklaşımın temel ilkelerini oluşturmaktadır.

Enerji duyarlı tasarımlarda uygulanan önlemler arasında; fotovoltaik paneller aracılığıyla elektrik üretimi, güneş kolektörleriyle sıcak su elde edilmesi, pasif ve aktif sistemlerin yapı tasarımına entegre edilerek iklimlendirme sağlanması, mümkünse yerel ısıtma sistemlerinin kullanımı, doğal havalandırma ve aydınlatmanın tercih edilmesi, atıkların geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı, ısı pompaları gibi mekanik sistemlerin entegrasyonu, yapıya uygun cephe kaplama malzemelerinin seçimi ve yalıtımın sağlanması, mekân boyutlarının enerji verimliliğini destekleyecek şekilde

tasarlanması ve enerji tasarruflu cihazların tercih edilmesi gibi yaklaşımlar bulunmaktadır (Uç ve Oğurlu, 2023).

Ekolojik mimariyi amaçlayan yapılar, güneş ışınlarını yüksek verimlilikle toplayan, iç mekânda dengeli bir sıcaklık sağlayarak hava dolaşımını kontrol eden ve aynı zamanda bitki örtüsünün entegrasyonuna imkân tanıyan paneller veya duvar kaplamalarını içermektedir. Bu sistemler, insan ile doğa arasındaki simbiyotik ilişkiye dayanarak sürdürülebilir bir yaşam alanı oluşturmayı hedeflemektedir.

Ekolojik mimari tasarım, bina sakinlerinin enerji ve su gereksinimlerini karşılamak amacıyla güneş, rüzgâr ve yağış gibi doğal kaynaklardan en üst düzeyde faydalanmayı hedeflemelidir. Yapının malzeme seçimi, yapısal tasarımı ve inşaat süreci çevre dostu olmalı, doğal kaynakların korunmasını sağlamalı ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmamalıdır. Bu bağlamda, düşük karbon salınımına sahip, radyoaktif olmayan ve minimum düzeyde kirlilik oluşturan yapı malzemelerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Ekolojik mimari, binaların oluşturduğu mikro iklimi göz önünde bulundurmalı ve ekolojik gelişimi destekleyerek yapıların iklim değişikliklerine uyum sağlamasına veya kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak güvenli bir yaşam alanı sunmasına odaklanmalıdır (Zhu ve Wang, 2014).

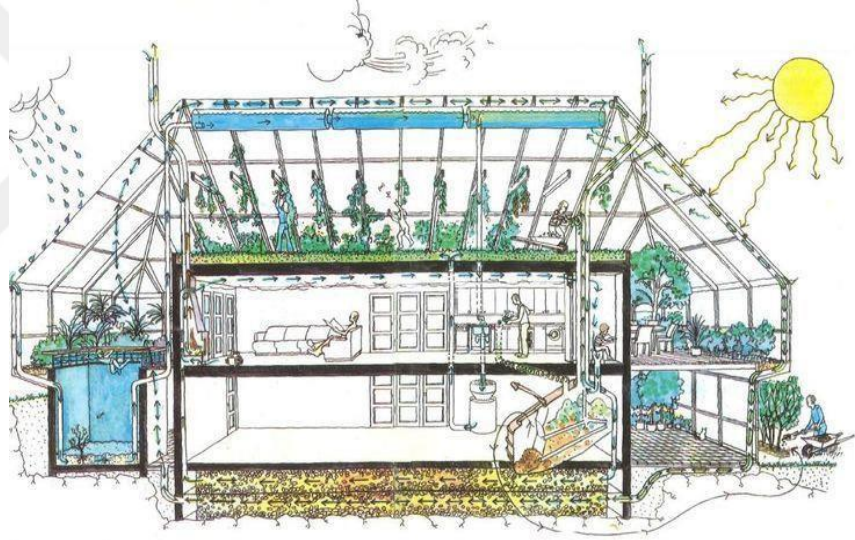


Şekil 2.8. Deniz feneri sıfır enerji evi İngiltere (URL-2)

Trombe Güneş Evi; 1967 yılında Fransa'nın güneyinde Dr. F. Trombe ve J. Michel tarafından inşa edilen yapı, ekolojik mimarinin öncü örneklerinden biridir. Günümüzde "Trombe duvarı" olarak adlandırılan sistemin ilk kez uygulandığı bu yapı, pasif güneş enerjisi kullanımına yönelik yenilikçi bir tasarım sunmaktadır. Söz konusu duvar, 10 santimetre aralıklarla yerleştirilmiş çift camın arkasında, dış yüzeyi siyah renge boyanmış ve 60 santimetre kalınlığında beton bir duvardan oluşmaktadır. Güneş ışınları cam

yüzeyden geçerek beton duvarın siyah yüzeyinde toplanır ve bu duvar hem güneş enerjisini absorbe eden bir toplayıcı hem de ısı depolayıcı bir unsur olarak işlev görerek, ısıma yoluyla iç mekâna enerji transferi sağlar. Bu sistem sayesinde yapının ısıtma ihtiyacının yaklaşık %60-70'i karşılanmaktadır.

Naturhaus; İsveçli mimar Bengt Warne tarafından 1977 yılında tasarlanan "Naturhus" (Tabiat Evi), doğayla uyumlu mimari anlayışını yansıtan öncü yapılardan biridir. "Tabiattan aldığını faiziyle geri ver" mottosuyla geliştirilen bu yapı, inşa edildiği dönemin ileri teknolojilerini ve çevreci tasarım ilkelerini bir araya getirerek mimarlık alanında önemli bir konum edinmiştir. İç mekândaki hava kalitesi, çatı ve güneş alanlarına entegre edilen bitkiler aracılığıyla dengelenirken, yapı kendi kendine yeterli bir geri dönüşüm sistemi olarak işlev görmektedir. Yağmur suyu arıtılarak tekrar kullanıma sunulmakta, üst katta yetiştirilen bitkiler hem besin kaynağı sağlamakta hem de çatı yalıtımı oluşturarak binanın ısı dengesine katkıda bulunmaktadır (Routesnorth, 2024).



Şekil 2.9. Naturhaus Bengt Warne şematik ekosistemi (Routesnorth, 2024)



Şekil 2.10. Naturhaus Bengt Warne (Routesnorth, 2024)

Houses with Zero Energy Heating; İsviçre, ilk sıfır enerjili konut uygulamasına ev sahipliği yapmıştır. 1994 yılında Andrea Gustav Ruedi Marugg tarafından "Passive House Concept" yöntemiyle tasarlanan bu yapı, enerji tüketimi açısından hiçbir şehir şebekesine bağlı olmadan tamamen doğal enerji kaynaklarından yararlanarak kendi enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Güney cephesinde yer alan 50 metrekarelik şeffaf yüzey, binanın pasif ısıtma sistemine katkı sağlarken, aynı cephede konumlandırılmış güneş kolektörleri ise yapının sıcak su gereksinimini karşılamaktadır (Routesnorth, 2024).

2.1.2. Sürdürülebilirlik



Şekil 2.11. Sürdürülebilirlik (URL-3)

21. yüzyılda ortaya çıktığı düşünülen "sürdürülebilirlik" kavramı, aslında Vitruvius'tan bu yana geleneksel yapıların tasarımında bir unsur olarak uygulanmış ve kendini göstermiştir. Geleneksel yerleşim düzenlerinde ve konutlarda temel amacın, “doğaya hükmetmek yerine ona uyum sağlamak” olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte, günümüzün "sürdürülebilirlik" anlayışı çerçevesinde geliştirilecek tasarımların, doğaya zarar vermeyen ve çevreyi kirletmeyen bir yaklaşımla, gelişmiş teknoloji ve malzemelerden yararlanarak hem doğayla uyumlu hem de modern konfor koşullarını karşılayan bir şekilde oluşturulması gerekmektedir (Akıncıtürk, 2015).

Sanayi Devrimi'nin yaşandığı 18. yüzyıldan itibaren teknoloji hızla gelişim göstermiş ve bu ilerleme, nüfus artışını da beraberinde getirmiştir. Küreselleşen dünyada yükselen yaşam standartları ve teknolojik ilerlemeler, çevre kirliliği sorunlarını derinleştirirken, plansız gelişen kentleşme ve sosyal çevrenin hızla tahrip olmasına yol açmıştır. Nüfus artışının yarattığı yeni gereksinimler, fosil yakıtlara olan bağımlılığı

artırmış ve doğal kaynakların hızla tükenmesine sebep olmuştur. İnsan ihtiyaçlarının sürekli artışı karşısında mevcut kaynaklar yetersiz kalmaya başlamış, yenilenemez enerji kaynaklarının yoğun şekilde kullanılması ve düzensiz kentleşme süreci çevresel dengeleri olumsuz yönde etkilemiştir. Doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi, kirlilik, küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakasındaki incelme gibi çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olmuş ve bu durum, geleceği tehdit eder hâle gelmiştir. Birbirini tetikleyen bu olumsuz koşullar; küresel ısınma, iklim değişikliği, su ve enerji kaynaklarının tükenmesi gibi ekosistem dengesini bozan sorunları beraberinde getirerek tüm ülkeler için ortak bir mesele hâline gelmiştir (Osmançelebioğlu, 2015).



Şekil 2.12. Sanayi Devrimi (URL-4)

Dünya genelinde nüfus artışı, teknolojik ilerlemeler ve küreselleşmenin etkisiyle doğal kaynaklara ve enerjiye duyulan gereksinim önemli ölçüde artmış, bu durum yenilenemez enerji kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmuştur. Bu gelişmeler, toplumu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiş ve gelecek nesillere yaşanabilir bir çevre bırakma hedefi doğrultusunda sürdürülebilirlik kavramını insan yaşamına dâhil etmiştir. İnsanlığın dünyadaki varlığını sürdürebilmesi, yeryüzünün yaşam faaliyetleri için kaynak sağlamaya devam edebilmesi ve insan kaynaklı çevresel zararların, atık ve kirlilik seviyelerinin en aza indirgenerek tamamen ortadan kaldırılması mümkündür.

Sürdürülebilirlik, günümüzde var olan ve gelecekte yaşayacak insan nüfusunun doğal kaynaklardan elde ettiği ve edeceği enerji gereksinimlerini karşılamaya yönelik, çevreyle uyumlu bir anlayışla geliştirilen girişimleri içeren bir yaşam biçimidir. Bu

kavrama dair yapılan tanımlamaların büyük çoğunluğu benzer anlamlar taşımakta olup, ekolojik dengeyi koruyan ve çevreye duyarlı bir yaşam tarzını teşvik etmektedir (Darlıyeri, 2020).

Sürdürülebilirlik kavramı, İngilizce “sustainability” kelimesinden türemiş olup, kökeni Latince'deki “subtenir” sözcüğüne dayanmaktadır ve “tutmak” anlamına gelmektedir. Fransızcada “durabilité” dayanıklılığı, Almancada ise “Nachhaltigkeit” kelimesi tam anlamıyla “kalıcılığı” ifade etmektedir. Gilman’a göre sürdürülebilirlik, bir toplumun, ekosistemin veya işleyen herhangi bir sistemin, bağımlı olduğu temel kaynakların tükenmesi sonucu çöküşe uğramadan, öngörülemeyen bir geleceğe kadar varlığını devam ettirebilme kapasitesidir.

1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan “Ortak Geleceğimiz” raporunun ardından, “sürdürülebilirlik” kavramı kalkınma olgusu ile sıkça ilişkilendirilmeye başlanmıştır. Brundtland Raporu’nda sürdürülebilirlik, “Sürdürülebilir kalkınma, gelecek kuşakların kendi gereksinimlerini karşılama yetisini tehlikeye atmadan, günümüz ihtiyaçlarının güvence altına alınmasıdır” şeklinde tanımlanmıştır (Bayraktaroğlu, 2014).

Brundtland Raporu’nda yer alan sürdürülebilir gelişme tanımı, kaynak kullanımının, yatırım politikalarının, teknolojik ilerlemenin ve kurumsal dönüşümün birbirleriyle uyum içinde olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu tanım, sürdürülebilir gelişmenin yalnızca ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda bireylerin mevcut ve gelecekteki ihtiyaç ve taleplerini karşılayacak şekilde bir dönüşüm sürecini ifade ettiğini ortaya koymaktadır. Böylece, gelişmenin farklı boyutlarını ele almanın yanı sıra, bu boyutların birbirleriyle bütünleşmesi gerektiğinin ve sürdürülebilir kalkınmanın yalnızca temel gereksinimleri değil, aynı zamanda bireylerin isteklerini de karşılaması gerektiğinin altını çizmektedir.

Günümüzde sürdürülebilirlik, artık bir tercih olmaktan çıkmış ve insanlığın fiziksel varlığını sürdürebilmesi için zorunlu bir koşul haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı, her ne kadar sürekli bir durumu ifade ediyor gibi görünse de, aslında tükenebilir kaynakların kullanımının en aza indirilmesini, kendi kendini yenileyebilen kaynakların tüketiminin artırılmasını ve bu kaynaklara alternatifler geliştirilerek uzun vadeli bir denge sağlanmasını içermektedir. Bu yaklaşım, doğal kaynakların bilinçli yönetimi ile ekolojik ve ekonomik sürekliliğin korunmasını hedeflemektedir.

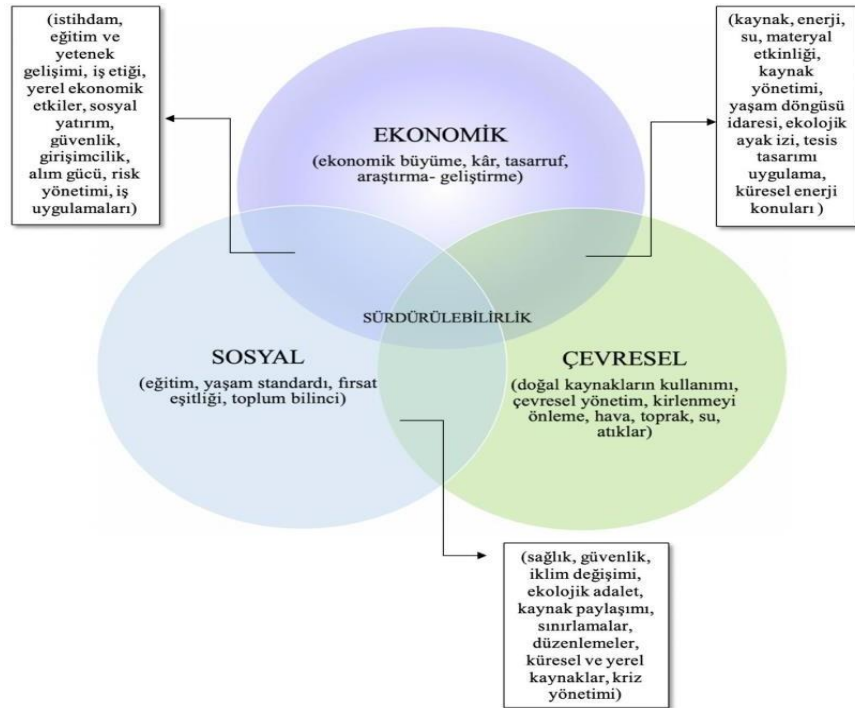
Sürdürülebilirlik, küresel ölçekte ülkelerin ekonomik politikalarından enerji kaynaklarına, üretim süreçlerinden teknoloji ve planlamaya, hatta mimari tasarımlara

kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. İnsanlık tarihi boyunca enerjiye duyulan ihtiyaç hiçbir zaman azalmamış, aksine sürekli artış göstermiştir. Yapılan araştırmalar, fosil yakıtların er ya da geç tamamen tükenmeye mahkûm olduğunu ortaya koyduğundan, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarına hızla yönelinmesi ve bu kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı, teknolojik gelişmeler ve ekonomik büyümenin yol açtığı çevresel sorunlar sonucunda bozulan doğal dengenin korunmasını ve tahribatın önlenmesini amaçlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma, toplumların bilinçlenmesiyle birlikte fosil yakıt kullanımının azaltılması, çevresel zararların büyük ölçüde engellenmesi ve ekolojik döngülerin devamlılığının sağlanması yoluyla gerçekleştirilebilir. Sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurları olan çevresel, sosyal ve politik yaklaşımlar, kültürel faktörler ve ekonomik hedefler, aynı zamanda sürdürülebilir kentleşmenin de temel bileşenlerini oluşturmaktadır (Bayraktaroğlu, 2014).

2.1.2.1. Sürdürülebilirliğin 3 Temel Bileşeni

Sürdürülebilirlik, ekolojik (çevresel), ekonomik ve sosyal (toplumsal) unsurların birbirleriyle ilişkili ve karşılıklı etkileşim içinde olması nedeniyle üç temel bileşenden oluşan bir kavram olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 2.13. Ekonomik, sosyal, çevresel unsurların kesişimleri ve nitelikleri (Saraç, 2019)

Ekolojik sürdürülebilirlik, ekosistemlerin zarar görmediği bir denge içinde korunmasını ve belirli çevresel kaynakların (doğal gaz, su kaynakları vb.) kritik eşik değerlerinin altına düşmesini veya aşırı seviyelere ulaşmasını önlemeyi gerektirmektedir. Bu kapsamda, ilgili düzenlemeler ve yönetmelikler, yenilenebilir enerji kaynaklarının nasıl kullanılacağı gibi konuları da içermekte olup, ekolojik sürdürülebilirliğin temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

Ekonomik sürdürülebilirlik, maliyetlerin en aza indirildiği ve verimliliğin en üst düzeye çıkarıldığı, istikrarlı bir ekonomik gelişim sürecini ifade etmektedir. Günümüzde hızla artan nüfus ve endüstriyel gelişim, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasını zorlaştıran unsurlar arasında yer almakta olup, bu çerçevede finansal sermayenin yanı sıra insan, çevre ve sosyal sermaye gibi alanlarda da kapsamlı araştırmalar ve analizler yapılması gerekmektedir. Ekonomik sürdürülebilirlik, temel olarak sermayeyi sağlıklı bir seviyede tutmayı ve yaşam standartlarını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Gerçek anlamda sürdürülebilir kalkınma, yalnızca ekonomik büyüme ile sınırlı kalmamakta; değişimin niteliği ve niceliği ile birlikte, istikrarlı ve yüksek ekonomik büyüme seviyelerinin korunmasını da içermektedir. Ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi, çevresel ve sosyal bileşenlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirir. Ancak sermaye, ekolojik ve insani sistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratma riski taşıyorsa, sürekli kalkınmanın yalnızca büyümeye odaklanmasının doğruluğu sorgulanmalı ve daha bilinçli politikalar geliştirilmelidir.

Sosyal sürdürülebilirlik, toplumun görüşlerinin karar alma süreçlerine dahil edilmesi, bireylerin eşit hak ve fırsatlara sahip olması, kültürel kimliğin korunması, çoğulculuk, hoşgörü, toplumsal birlik ve dayanışma gibi unsurları içeren bir yapıya sahiptir. Bu bileşenler, sosyal sürdürülebilirliğin bütünlüğünü oluşturan temel unsurlar arasında yer almaktadır (Halaf vd., 2022).

ÇEVRESEL	1. Yeryüzünün canlılığının ve çeşitliliğinin korunması 2. Yaşam destek sistemlerinin korunması 3. Yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı 4. Yenilenemeyen kaynakların kullanımının en aza indirgenmesi 5. Çevreye ve bütün yaşayan canlıların sağlığına verilen zararın ve kirliliğin en aza indirgenmesi 6. Kültürel ve tarihi çevrenin korunması
SOSYAL	1. İnsan yaşam kalitesinde gelişime izin verilmesi 2. Halklar arasında sosyal adaletin desteklenmesi 3. Kültürel ve sosyal bütünlüğün hesaba katılması 4. Kendine güven ve hür iradesinin yükseltilmesi 5. Bireyselden uluslararasına kadar bütün seviyelerde karar almada işbirliğinin ve katılımın cesaretlenmesi 6. Halkın yetkilendirilmesi ve kapasite artırımı için fırsatlar sağlanması
EKONOMİK	1. Uluslar ve nesiller arası adaletin teşvik edilmesi 2. Eşit olmayan değiş-tokuştan kaçılması 3. Bir grubu zenginleştirmek için bir diğer grubun yoksullaştırılması 4. Gerçek maliyet fiyatlandırılmasının sağlanması 5. Etik olan tedarik ve yatırım politikalarının teşvik edilmesi 6. Maliyet ve yararların eşit dağıtımının desteklenmesi 7. Yerel ekonomilerin desteklenmesi

Şekil 2.14. Çevresel, ekonomik, sosyal bağlamda sürdürülebilirlik ilkeleri (Saraç, 2019)

2.1.2.2. Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, 1970'li yıllarda, mevcut ekonomik kalkınma politikalarının küresel ölçekte sosyal adaleti sağlamada ve ekolojik dengeyi korumada yetersiz kalması nedeniyle ortaya çıkmıştır. Bu kavram, sürekli ekonomik büyüme ile çevrenin korunması arasında bir denge kurma çabasının bir sonucu olarak gelişmiştir.

Dünya Ekonomik Kalkınma Komisyonu'nun ilk tanımından bu yana, sürdürülebilir kalkınma kavramının yaygın kullanımında, birbirine bağlı üç temel unsurun genel kabul görmesi kritik bir öneme sahiptir. Ekonomik açıdan sürdürülebilir bir sistem, sürekli mal ve hizmet üretebilme kapasitesine sahip olmalı, yönetilebilir düzeyde kamu ve dış borç oranlarını koruyabilmeli ve tarımsal ya da endüstriyel üretime zarar verebilecek aşırı sektörel dengesizliklerden kaçınmalıdır. Çevresel açıdan sürdürülebilir bir sistem, yenilenebilir kaynakların aşırı tüketiminden uzak durarak ve yenilenemez kaynakları yalnızca ikame ürünlerin mevcut olduğu ölçüde tüketerek doğal kaynak tabanını korumalıdır. Bu kapsam, biyolojik çeşitliliğin, atmosferik dengenin ve genellikle ekonomik kaynaklar olarak sınıflandırılmayan diğer ekosistem işlevlerinin korunmasını da içerir. Sosyal açıdan sürdürülebilir bir sistem ise dağıtımsal adalet, sağlık ve eğitim

hizmetlerinin erişilebilirliği, toplumsal cinsiyet eşitliği, siyasi hesap verebilirlik ve toplumsal katılım gibi temel sosyal hizmetlerin sağlanmasını gerektirir.

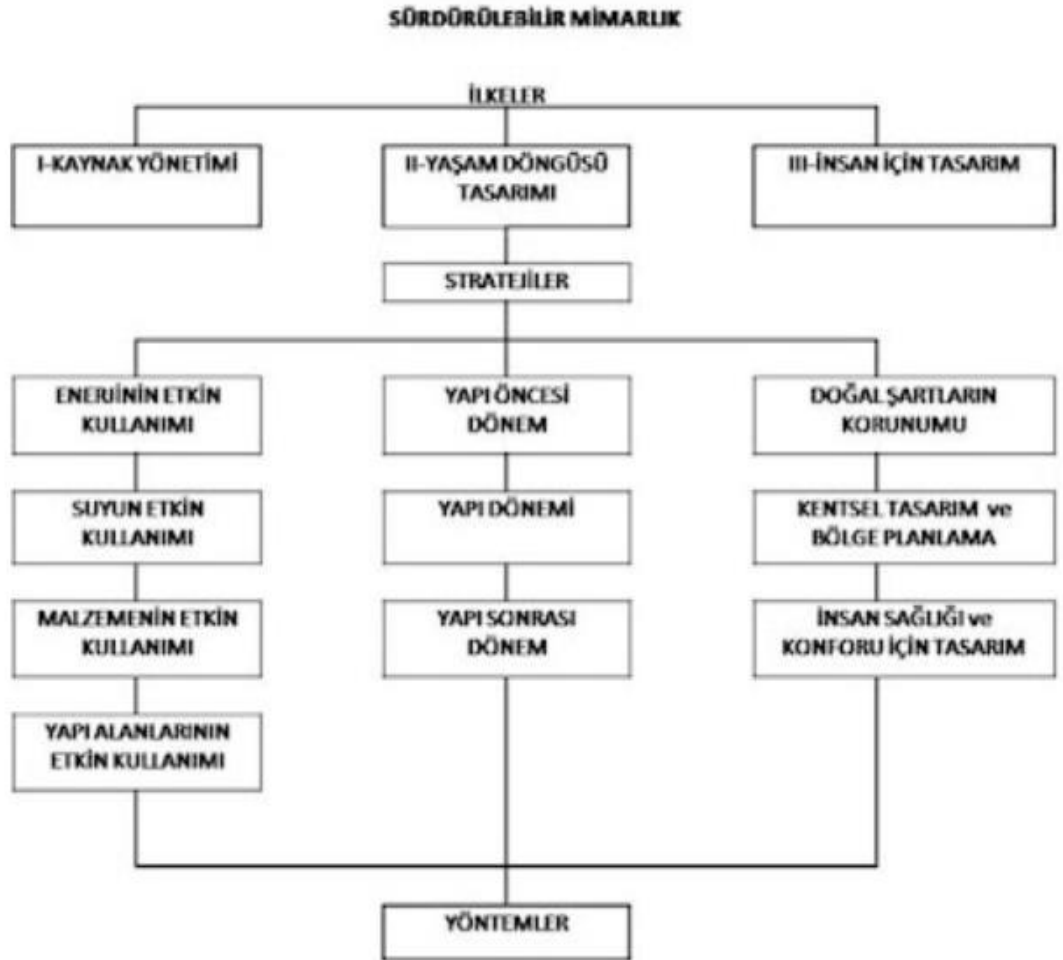
Ekonomik ve sosyal kalkınmanın sağlanabilmesi ancak ekolojik sürdürülebilirlikle mümkün olabilmektedir. Doğa ve çevre bilincinden yoksun olan toplumlar, yalnızca kendi ihtiyaçlarına odaklanan bir tüketim anlayışı benimseyerek, gelecek nesillerin enerji ve doğal kaynaklarını kullanma haklarını tehdit etmektedir. Bu bağlamda, günümüzde yeni enerji kaynaklarının keşfedilmesi ve mevcut enerji kaynaklarının kullanımını en aza indirmeye yönelik çeşitli çözümler geliştirilmektedir. Endüstrinin sürekliliğini sağlayan kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilen enerji, tüketim süreçlerinde doğal kaynakları ciddi biçimde tahrip etmektedir. Bu tahribat, toplumların yaşam koşullarını ve sosyal çevrelerini olumsuz etkileyerek insan sağlığına zarar vermektedir. Ayrıca, fosil yakıtların tüketimi sırasında salınan zararlı gazlar hava kirliliğine, sera etkisine ve küresel iklim değişikliğine yol açmaktadır. Enerji üretim ve tüketim süreçlerinin yol açtığı bu çevresel sorunlar, toplumların eğitim seviyeleriyle yakından ilişkilidir.

Sanayi Devrimi'nin ardından, teknolojik ilerlemeleri kullanarak gelişen toplumlar, enerjiyi yalnızca bir ihtiyaç olarak değil, aynı zamanda gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi olarak değerlendirmiştir. Endüstri Devrimi'ne uyum sağlayabilen toplumların hem yüksek gelişmişlik düzeyine ulaşmaları hem de çevre bilincine sahip olmaları tesadüf değildir. Buna karşın, çevre bilincinden yoksun kalan geri kalmış toplumlar, doğal kaynakları verimli bir şekilde yönetememiş ve bu durum hem çevresel sorunların büyümesine zemin hazırlamış hem de toplumsal sınıf farklılıklarını derinleştirmiştir. Sürdürülebilir kalkınma anlayışı ise bireysel girişimlerden politik yapılara ve toplumların kendine özgü sosyal ve kültürel dinamiklerine kadar farklı koşullara bağlı olarak şekillenebilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma stratejileri çeşitli alanlarda uygulanabilir ve bu alanlar arasında çevre kirliliğinin önlenmesi, ekonomik büyüme ve kalkınma, tarım, ekolojik mimarlık ve kentsel tasarım yer almaktadır (Gedik, 2020).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Sürdürülebilir Mimarlık Ve Konut İlişkisi

Sürdürülebilir mimarlık, aslında ekolojik sağlığı, kaynak korunmasını ve refah seviyesini artırmayı hedefleyen bir yaklaşım olmuştur. Sadece mimari tasarımı değil, bir binanın tüm yaşam döngüsünü düşünen bütüncül bir bakış açısını içerir. Temel sürdürülebilir mimarlık ilkelerine göz atalım.



Şekil 3.1. Sürdürülebilir mimari ilkeler (URL-5)

3.1.1. Kaynak Yönetimi

Bir yapı, var olduğu sürece çeşitli kaynaklardan beslenir. Bu kaynaklar, işlevlerini yerine getirdikten sonra sistemi terk eder. Yapıyı besleyen kaynak akışı incelendiğinde, sürekli ve dinamik bir döngünün olduğu gözlemlenmektedir. Bir başka ifadeyle, yapı

ihtiyaç duyduğu kaynakları alır, kullanır ve ardından sistem dışına aktarır. Kaynaklar, binaya giriş ve çıkış süreçlerinde farklı özellikler ortaya koyar. (Sev, 2019)



Şekil 3.2. Binadaki kaynak akışı (Sev, 2009)

Doğal kaynaklar, yapı sektöründe özellikle malzeme ve enerji açısından yoğun bir şekilde tüketilmektedir. Yeryüzünden çıkarılan hammaddelerin yaklaşık %50'sinin yapı sektörü tarafından kullanıldığı bilinmekte olup, bu oran sürdürülebilirlik sınırlarının üzerinde seyretmektedir. Bu nedenle, yapı sektöründe kaynakların verimli kullanımına odaklanılmalı; yapıların inşa, kullanım ve yıkım sonrası süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynakları ile sürdürülebilir malzemelerin tercih edilmesine özen gösterilmelidir.

Ayrıca, diğer birçok insan yapımı malzemeye kıyasla daha uzun kullanım ömrüne sahip olan yapıların, oluşturdıkları yapay çevre ile doğal ekosistem arasındaki etkileşim göz önünde bulundurulmalıdır. Bu doğrultuda, topoğrafik verilere uygun tasarımlar geliştirilerek ve doğanın dengesini bozmayacak ölçekte arsa kullanımı sağlanarak yapı alanlarının etkin ve dengeli bir şekilde planlanması gerekmektedir.

Bununla birlikte, unutulmaması gereken en önemli husus, bir yapının çevresel etkilerinin yalnızca kullanıcıları ve yakın çevresiyle sınırlı kalmadığı, aynı zamanda toplumun tüm bireylerini ve uzun vadede küresel ekosistemi de etkilediğidir (Sev, 2019).

3.1.1.1. Enerji Etkin Kullanımı

3.1.1.1.1. Enerji Bilinçli Kent Planlamasının Yapılması

Günümüzde toplam enerji tüketiminin yaklaşık %35'inin binalarda gerçekleştiği bilinmektedir (Veziroğlu, 2010). Bu durum, yapı sektöründe enerji kullanımının ve verimliliğinin ne derece kritik bir öneme sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Binalarda enerji ihtiyacı, yapım öncesi aşamadan itibaren başlamaktadır ve yapıların kullanım ömürleri boyunca devam etmektedir. Isıtma, aydınlatma ve havalandırma gibi temel ihtiyaçların karşılanabilmesi için enerji tüketimi kaçınılmaz bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Özellikle bina, ulaşım ve sanayi sektörlerinde yaşanan teknolojik gelişmeler, fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynaklarının hızla tükenmesine yol açmış, bu durum ise alternatif enerji kaynakları üzerine yapılan araştırmaları artırmıştır. Bu bağlamda, sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Sürdürülebilir mimari anlayış çerçevesinde, mimarlara düşen temel sorumluluk, binalarda enerji tüketimini asgari seviyeye indirmek olurken, maksimum verimliliği sağlayacak yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna yönelik tasarımlar geliştirmektir. Bu doğrultuda, sürdürülebilir tasarım kapsamında enerjinin etkin kullanımını sağlamak için, ekolojik kent planı, araziye yerleşirken doğaya uyum sağlamak, yapı tasarımlarında güneş ışınlamı, rüzgâr yönleri, sıcaklık ve radyasyon gibi mikro iklim verilerinin en verimli şekilde değerlendirilmesi şeklinde sıralanabilir (Veziroğlu, 2010).

3.1.1.1.2. Pasif Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Etkinliği İçin Arazi Koşullarına Uyumlu Yerleşim Düzenlemesi

Arazi ve iklim koşullarına dayalı basit tasarım ilkeleri, önemli mimari olanaklar sunmaktadır. Yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonu, sürdürülebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Geleneksel mimari tasarımlarda binalar, yaz aylarında gölgelenmeyi sağlayacak, kış aylarında ise güneş ışığından maksimum düzeyde faydalanacak şekilde konumlandırılırken, günümüzde bu prensipler çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Pasif güneş mimarisi, güneş radyasyonunun etkin kontrolüne yönelik stratejiler sunduğundan, çevresel sürdürülebilirlik anlayışını benimseyen mimarlar tarafından tercih edilen bir yaklaşımdır (Sev, 2009).

Pasif sistemler üç temel fonksiyona sahiptir:

- **Toplama:** Güneş enerjisinin, güneydoğu ve güneybatı yönünde konumlandırılan pencereler, kış bahçeleri, seralar, dolaylı kış bahçeleri ve atriumlar aracılığıyla iç mekâna alınmasıdır.

- **Depolama:** İç mekâna aktarılan ısıнын bir kısmının kullanılması, geri kalan kısmının ise zemin ve duvarlarda depolanarak ilerleyen süreçte değerlendirilmesidir.
- **Dağıtım:** Depolanan ısıнын iç mekânda yayılımının sağlanmasıdır. Bu süreç, ısıma veya taşınım yoluyla gerçekleşebileceği gibi, fanlar yardımıyla da desteklenebilmektedir.

Pasif sistemlerin başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir:

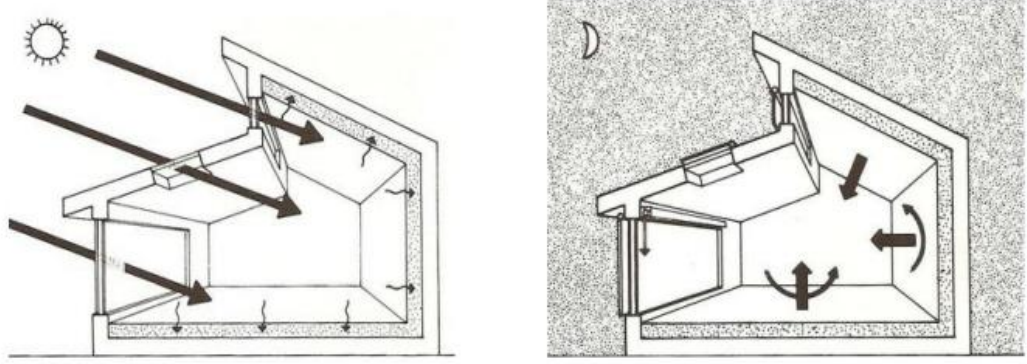
- Doğal işleyişe sahip olduklarından bakım gerektirmemeleri,
- Çalışma prensiplerinin basit ve anlaşılır olması,
- Uygun koşullar sağlandığında, maliyetlerinin aktif sistemlere kıyasla daha düşük olması,
- Estetik açıdan tatmin edici tasarım imkânı sunmaları,
- Her türlü koşulda çalışmaya devam ederek arıza riskinin minimal olması.

Bu nedenlerle pasif sistemler, sürdürülebilir mimarlık anlayışında önemli bir yere sahiptir.

Pasif sistemlerin en önemli dezavantajı, güneş ışıınının toplanması ve depolanması işlemlerinin doğrudan mimari tasarıma bağlı olmasıdır. Yapıdaki şeffaf yüzeyler, ısı kayıplarını en aza indirmek için yeterli yalıtıma sahip olmadığında, pasif sistemin verimliliği düşer. Ancak gerekli yalıtım önlemleri alındığında, bu sistemin performansı, aktif sistemlerle eşdeğer seviyelere ulaşabilmektedir ve 6 gruba ayrılırlar (Dedeoğlu, 2002).

3.1.1.1.3. Direkt Kazanımlı Sistemler

Bu sistem, güneş ışığını doğrudan iç mekâna alarak kullanmaktadır. Gündüz saatlerinde kullanılmayan enerji, duvarlar ve zeminlerde depolanırken, gece boyunca bu enerji iç mekâna yayılmaktadır. Sistem, güneş ışığının güney yönüne yerleştirilmiş cam yüzeylere doğrudan çarparak, camın fiziksel özelliklerinden yararlanarak ısı ışınları şeklinde bina içerisine geçmesi ilkesine dayanır. Bu tasarımda, pencereler, seralar ve çatı açıklıkları gibi yapı elemanları temel bileşenler olarak kullanılmaktadır (Tunçalp vd.,2002).



Şekil 3.3. Doğrudan pasif termal sistem (URL-6)

Doğrudan pasif güneş sistemlerinde, Şekil 3.3'te gösterildiği gibi, pencereler, duvar yüzeyleri veya çatıdan geçen güneş ışıını ile iç mekân yüzeyinde depolanan enerji sayesinde sera etkisi oluşturularak binanın bir enerji toplayıcı olarak kullanılması hedeflenmektedir. Bu sistem, ek bir mekanizma veya maliyet gerektirmemesi nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir.

Sistemde, ısıyı toplayan ve depolayan pencere açıklıkları ile duvar ve çatı yüzeylerinin, güneş enerjisi girişini maksimize edecek ve ısı kaybını en aza indirecek şekilde yönlendirilmesi ve boyutlandırılması büyük önem taşımaktadır. Isıl konfor koşullarının sağlanması ve depolanan enerjinin doğal taşınım yoluyla iç mekâna etkin bir şekilde dağıtılabilmesi için, iç mekân hacimlerinin küçük tutulması ve ısı depolayıcı kütle alanının geniş olması gerekmektedir.

Pencere açıklıkları, yaz aylarında güneş ışınlarının bulunduğu saatlerde ısı depolama ve ısı kazancını artırma işlevi görmesine rağmen, kış aylarında güneş ışığının olmadığı saatlerde ısı kaybına neden olabilmektedir. Bu tür ısı kayıplarını önlemek amacıyla, hareketli yalıtım elemanları kullanılabilir. Bu elemanlar, iç veya dış mekânda konumlandırılabilen kepenkler, stor perdeler ya da jaluziler şeklinde tasarlanabilir (Tunçalp vd.,2002).

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

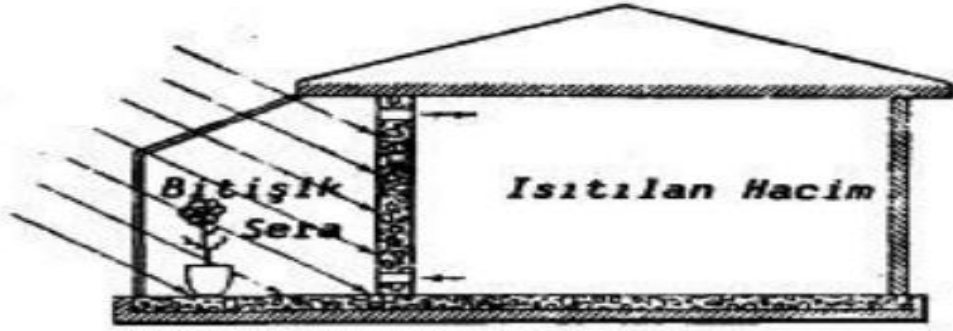
Şekil 3.4. Doğrudan ve dolaylı termal sistem (URL-7)

3.1.1.1.4. Sera Isıtmalı Sistem

Sera ile ısıtma sistemleri, en temel biçimiyle, yapının güney cephesinde yer alan duvarın önünün cam ile kapatılmasıyla oluşturulan kapalı hacimlerden meydana gelmektedir. (Şekil 3.5) İç mekân ile dış bahçe arasındaki geçişi sağlayan seralar, binaya ısı, taze hava ve nem katkısı sağlarken, aynı zamanda içinde yaşanabilen ve bitki yetiştirilebilen birer enerji toplayıcı işlevi görmektedir.

Seralarda, güneşe yönlendirilmiş cam yüzeylerin artırılması, kış aylarında ısı kazanımını yükseltmekle birlikte, güneşin olmadığı saatlerde ısı kaybına yol açabileceği

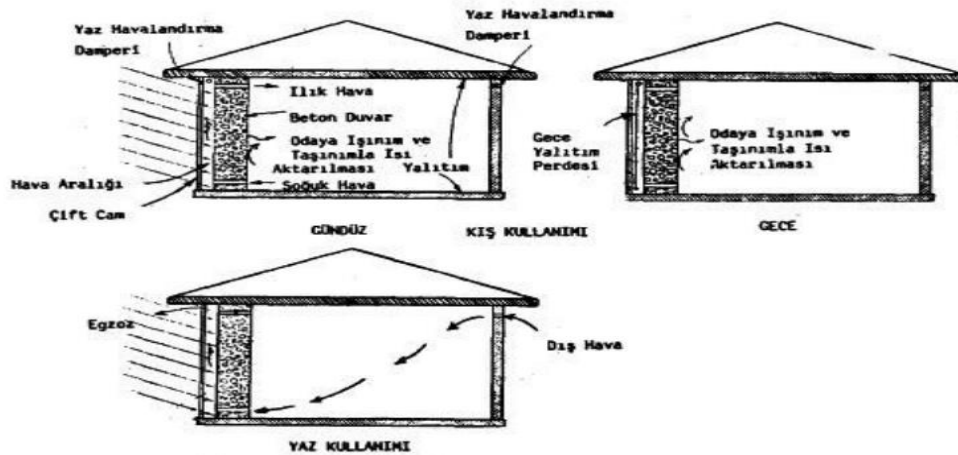
gibi, yaz aylarında istenmeyen sıcaklık artışlarına da neden olabilmektedir. Bu nedenle, seralarda kış akşamları için gece yalıtım önlemlerinin alınması ve yaz aylarında güneşten korunma sağlanması, geleneksel güney cephe pencerelerine kıyasla daha büyük bir öneme sahiptir. Seralar, enerji toplayıcı özelliklerinin yanı sıra, binaya bitişik olarak konumlandırılmış sıcak bir hacim oluşturmaları sayesinde, yapının genel ısı kaybını azaltarak bir tür yalıtım elemanı işlevi de görmektedir (Dedeoğlu, 2002).



Şekil 3.5. Sera ısıtmalı sistem (URL-8)

3.1.1.1.5. Trombe / Su Duvarlı Sistem

Güneş duvarları olarak da bilinen bu duvarlar, binanın güneye bakan cephesinde yer alan, masif bir şekilde inşa edilmiş ya da su tankları ile oluşturulmuş, önlerinde belirli bir hava boşluğu bırakılarak tek veya çift camla kaplanan yapılardır.(Şekil 3.6) Trombe duvarları, mimari olanaklara bağlı olarak beton, tuğla, taş, kerpiç gibi malzemelerden ya da su depolarından yapılabilmektedir. Güneş ısını maksimum düzeyde absorbe edebilmek için genellikle koyu renklerle boyanmaktadır.



Şekil 3.6. Trombe duvarı ile yaz-kış, gece-gündüz çalışması (URL-9)

Trombe duvarlarının çalışma prensibi, güneş ışınlarının duvar yüzeyine temas etmesiyle başlar. İlk olarak, duvar yüzeyi ısınır ve ardından cam ile duvar arasında kalan hava tabakasına ısı transferi gerçekleşir. Isınan hava yükselerek, duvarın üst kısmında yer alan transfer kanalları aracılığıyla yaşam alanına iletilir.

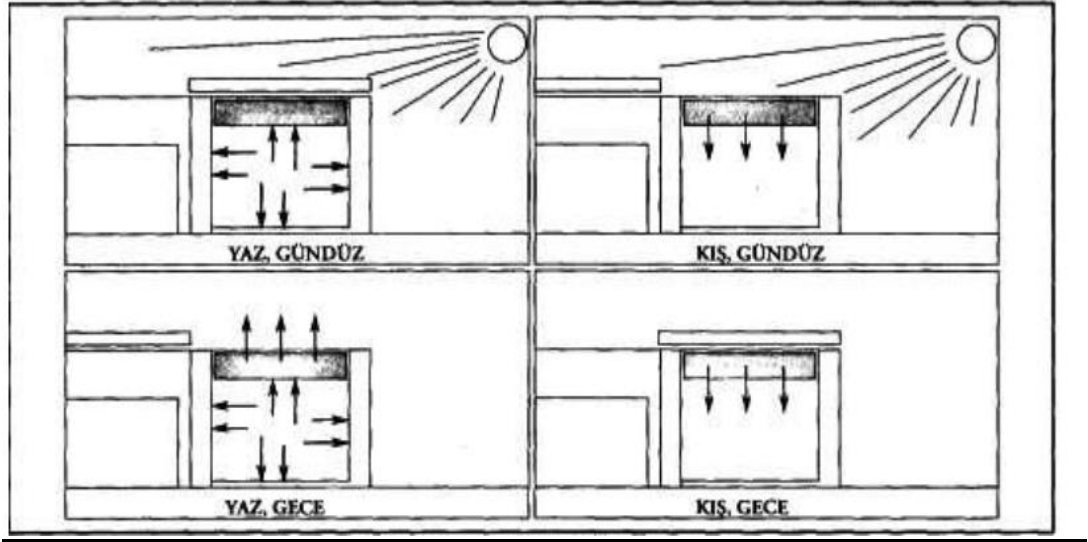
Cam ile duvar arasındaki hava boşluğunu terk eden sıcak havanın yerine, yaşam alanından gelen ve duvarın alt kısmında bulunan açıklıklardan geçerek boşluğa dolan soğuk hava yerleşir. Trombe duvarlarında baca etkisi meydana geldiğinden, bu sistemin soğutma ve havalandırma amacıyla kullanımı da mümkündür. Bu kullanım senaryosunda, duvar ile cam arasındaki sıcak hava doğal konveksiyon yoluyla dış ortama tahliye edilirken, yerine kuzey cephesinde açılan pencerelerden taze hava alınır. Bu işlemi sağlamak için, yaşam alanı ile bağlantılı üst havalandırma deliği kapatılır, alt açıklık ise açık bırakılarak, cam yüzeyin arkasında ısınan havanın yükselerek dışarı atılması sağlanır.

Trombe duvarlarının gece saatlerinde gündüz depolanan ısıyı iç mekâna iletmesini önlemek amacıyla, iç kısımdan yalıtılması gerekmektedir. Güneş duvarları, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanan sistemler arasında en yüksek verimlilik oranına sahip olanlardan biri olup, %70'e varan enerji verimliliği sağlayabilmektedir (Engin, 2012).

3.1.1.1.6. Çatı Havuzlu Sistemler

Çatı havuzlu sistemler, yaz mevsiminde çatının neden olduğu ısı kazançlarını minimize ederken, kış aylarında ise bir ısı deposu işlevi görerek yapının ısınmasına katkıda bulunmaktadır. Bu doğrultuda, çatı havuzları etkin bir ısı depolama sistemi olarak değerlendirilir (Şekil 3.7).

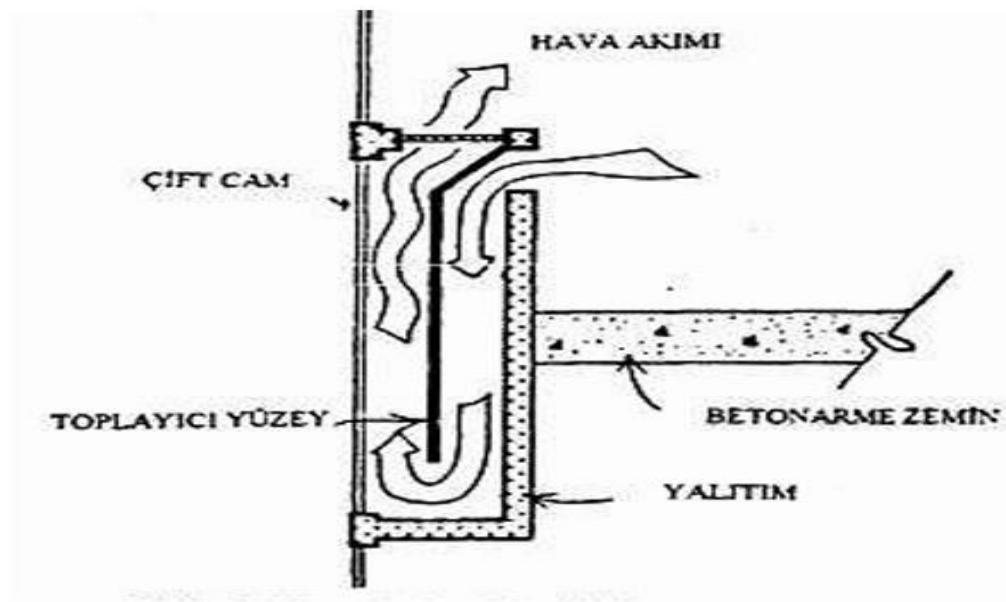
Yapının çatı bölümüne yerleştirilen su dolu havuzlar veya plastik torbalar, gün boyunca biriktirdikleri enerjiyi gece saatlerinde bina içerisine aktararak ek bir ısı kaynağı sağlar. Bu sistemde, havuzların üzerine konumlandırılan açılır-kapanır kepenkler, mevsimsel ısı kontrolünü optimize etmek amacıyla kullanılmaktadır. Kış aylarında, gündüz saatlerinde kepenkler açılarak güneş enerjisi ile ısı kazanımı sağlanırken, yazın ise kepenklerin kapatılmasıyla istenmeyen aşırı ısınmanın önüne geçilmektedir. Ayrıca, gece saatlerinde kepenklerin açılmasıyla, bina iç mekânından dış ortama doğru ısı transferi gerçekleştirilerek doğal soğutma sağlanabilmektedir (Engin, 2012).



Şekil 3.7. Çatıdan ısıtma ve soğutma yaz-kış, gece-gündüz çalışması (URL-10)

3.1.1.1.6. Konveksiyon Kanallı Sistemler

Bu sistemlerde, sıcak ve soğuk hava akımları bir perdenin iki tarafında hareket etmektedir. Genellikle herhangi bir ısı depolayıcı unsur içermediğinden, daha çok gündüz saatlerinde ısınma gereksinimi duyan ofis türündeki iş yeri binaları için uygun bir çözümdür. Bazı uygulamalarda, sistemin binanın doğu cephesine yerleştirilmesi sayesinde, sabah saatlerinde erken ısıtma sağlanarak iç mekân konforu artırılmaktadır (Tunçalp vd., 2002) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Konveksiyon kanallı sistem (URL-11)

3.1.1.1.7. Çatı Kolektörlü Sistemler

Çatı kolektörlü sistemlerde, çatı yüzeyinin en fazla güneş alan bölümleri saydam malzemeler kullanılarak tasarlanmakta ve bu sayede iç mekâna giren güneş ışınları aracılığıyla ısı kazanım sağlanmaktadır. Diğer pasif enerji sistemleriyle karşılaştırıldığında, düşük maliyetli olması en önemli avantajlarından biri olarak öne çıkmaktadır (Eğrican ve Onbaşıoğlu, 1993).

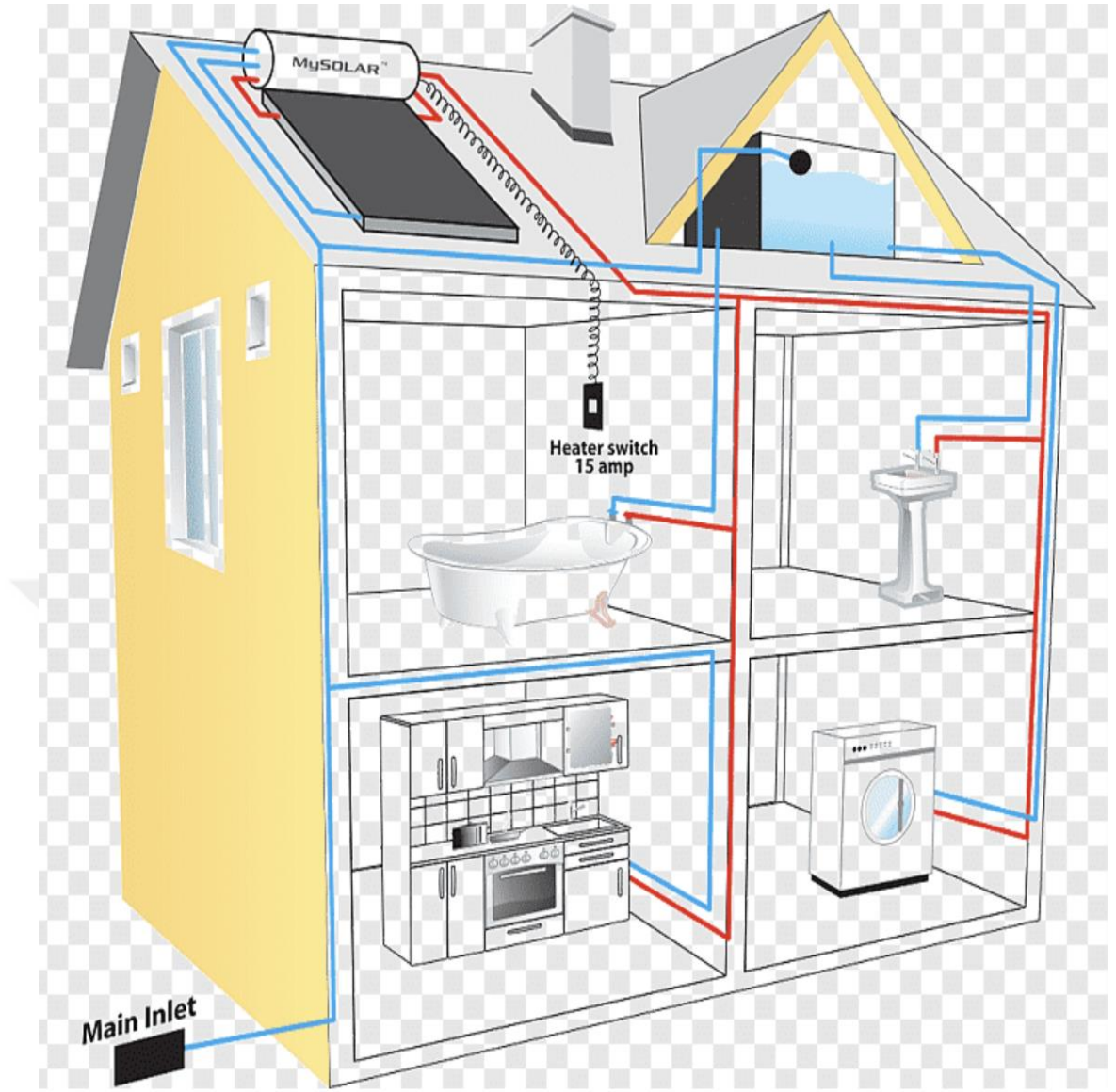
3.1.1.2. Güneş enerjisinin konutlara yansımaları

Güneş enerjisinin mimarlıkta kullanım biçimleri, güneş kolektörleri ve fotovoltaik paneller olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır (Danacı ve Gültekin, 2009).

3.1.1.2.1. Güneş Kolektörleri

Güneş enerjisinden yararlanarak yapıların ısıtılması ve sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan sistemlerdir. Güneş ışınları, kolektör yüzeyindeki emici katmanı ısıtarak bu yüzeye entegre edilmiş borular içerisindeki akışkanın sıcaklığını artırır. Isınan akışkan, genellikle bir pompa aracılığıyla su deposuna yönlendirilerek burada ayrı bir boru sistemi içindeki suyu ısıtır. Elde edilen sıcak su, mekân ısıtmasında kalorifer suyu olarak, içme suyu temininde veya yüzme havuzu suyunun ısıtılmasında kullanılabilir.

Güneş kolektörleri, şekilleri ve elde ettikleri ısı miktarına göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, düzlemsel kolektörlerdir ve bu kolektörler, belirli bir yüzeye gelen güneş ışığını tamamen ısıya dönüştürmeyi amaçlar. Diğer grup ise yoğunlaştırıcı sistemlerdir; bu sistemler, güneş ışığının belirli bir yüzey üzerine düşen enerjisini daha küçük bir alanda yoğunlaştırarak daha fazla ısı üretmeyi hedefler. Yoğunlaştırıcı sistemler, yüksek ısı üretim kapasiteleri nedeniyle genellikle büyük ölçekli yapılarındaki enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılır (Danacı ve Gültekin, 2009).



Şekil 3.9. Konutlarda güneş enerjisi kollektörlerinin kullanımı (URL-12)

3.1.1.2.2. Fotovoltaik Paneller(Güneş Pili)

Güneş ışığının enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesini sağlayan fotovoltaik modüller, konutların aydınlatılması, su pompalarının çalıştırılması, buzdolapları gibi elektriksel cihazların enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca, fotovoltaik modüllerden oluşan enerji santralleri, küçük ve orta ölçekli yerleşim alanlarının elektrik enerjisi taleplerini karşılamak için de kullanılabilir. Basit güneş kolektörleriyle birkaç yüz watt enerji elde edilebilecekken, güneş enerjisi santrallerinde bu miktar birkaç yüz megawatta kadar çıkabilmektedir (Sev, 2009).



Şekil 3.10. Konutlarda güneş pili kullanımı (URL-13)



Şekil 3.11. Arazide güneş pili kullanımı (URL-14)

Fotovoltaik sistemlerde, güneş enerjisinin doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülmesi için genellikle silikondan üretilen güneş pilleri kullanılmaktadır. Güneş pilleri, çoğunlukla yapının güney cephesine yerleştirilmekle birlikte, bazı durumlarda güneşi takip eden elektronik izleme sistemleri ile güneş enerjisinden maksimum verim elde edilmeye çalışılmaktadır (Sev, 2009). Bununla birlikte, izleme sistemlerinin ek maliyetler oluşturması nedeniyle, izleme sistemi olmayan fotovoltaik sistem uygulamaları daha yaygın bir şekilde tercih edilmektedir.



Şekil 3.12. Pencere tipi güneş pili (URL-15)



Şekil 3.13. Duvar tipi güneş pili (URL-16)

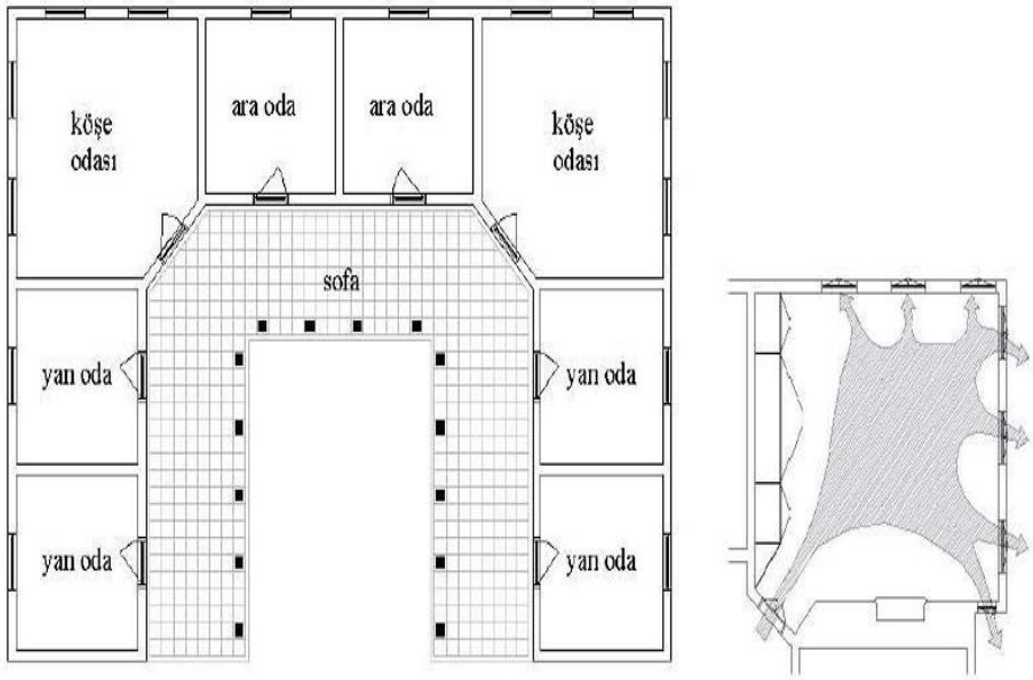
Fotovoltaik panellerin yarı geçirgen modelleri pencerelerde, ve güneş ışığının kontrol edilmesinin gerekli olduğu alanlarda kullanılmakta; opak modeller ise, güneş ışığının içeri girmesinin istenmediği bölgelere, parapetlere ve duvar yüzeylerine yerleştirilmektedir (Sev, 2009) (Şekil 3.12-3.13).

3.1.1.3. Rüzgar Enerjisinin Konutlara Yansıması

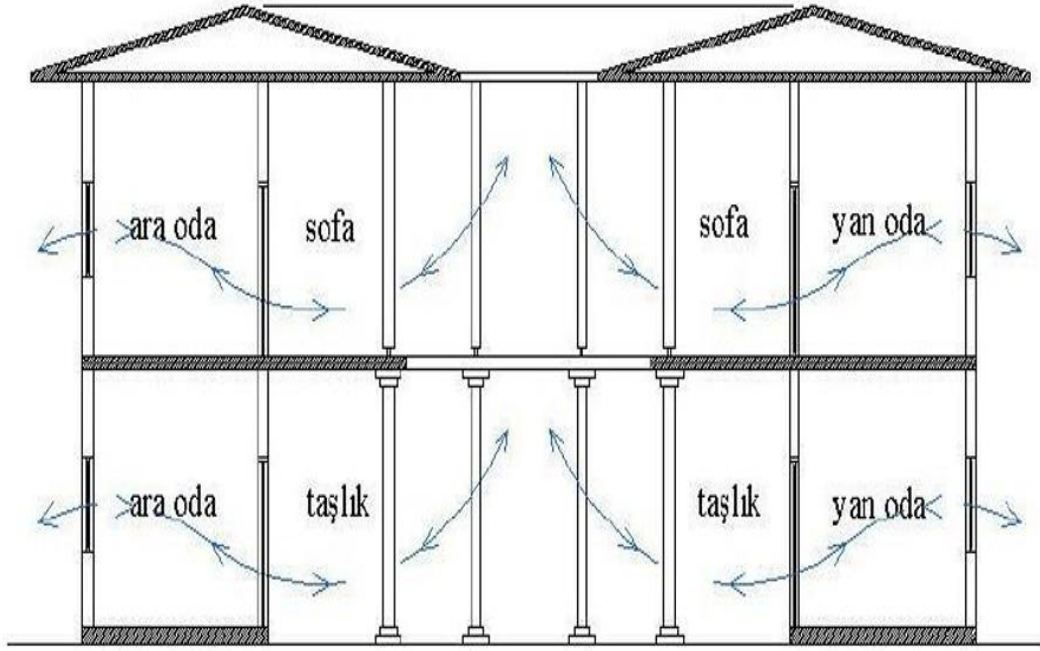
Rüzgâr enerjisi, günümüzde dünya genelinde en yaygın olarak benimsenen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. İnsanlık, tarih boyunca çeşitli amaçlarla rüzgardan faydalanmıştır. Yel değirmenlerinden esinlenerek geliştirilen enerji dönüştürücü sistemler, günümüzde rüzgâr türbinleri adıyla elektrik üretiminde kullanılan önemli teknolojiler arasına girmiştir. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın sahip olduğu

sınırsız kinetik enerjiyi kesintisiz bir şekilde elektrik enerjisine dönüştüren ileri teknolojiye sahip sistemlerdir.

Rüzgâr enerjisinden faydalanarak enerji elde etmek için kullanılan iki temel sistem bulunmaktadır: pasif rüzgâr sistemleri ve aktif rüzgâr sistemleri. Pasif rüzgâr sistemleri, doğal havalandırma yöntemleri ile rüzgâr enerjisinden yararlanmayı mümkün kılmaktadır. Sürekli esen rüzgâr yönü "hakim rüzgâr" olarak adlandırılmakta olup, bu yönde güçlü bir hava akımı bulunmaktadır. Özellikle sıcak ve nemli iklim bölgelerinde, hakim rüzgâr yönüne uygun şekilde tasarlanan bina içi ve bina arası koridorlar, yapı içerisindeki ısıнын düşmesini sağlayarak pasif rüzgâr enerjisi kullanımına olanak tanımaktadır. Türkiye’de doğal havalandırmaya ilişkin örnekler, geleneksel Türk evi mimarisinde de görülmektedir. Geleneksel yapılarda birinci katlarda yer alan sofalar, doğal havalandırmayı desteklemekte, avlular ise yaz aylarında mekânları serinletmenin yanı sıra hava dolaşımını artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Geleneksel Türk evlerinde yer alan sofalar ve avlular, genişleyen sıcak havanın dışarı atılmasını sağlayan baca işlevi görmektedir. Ayrıca, odaların bireysel olarak havalandırılması için zıt duvarlara veya aynı duvar üzerinde ancak birbirinden olabildiğince uzak noktalara yerleştirilen pencereler sayesinde iç mekânda istenilen hava akışı sağlanmaktadır (Aktuna, 2007).



Şekil 3.14. Antalya Kaleiçi geleneksel Türk Evi U sofalı plan tipi ve iç mekan hava hareketi (Aktuna, 2007)



Şekil 3.15. Antalya Kaleiçi geleneksel Türk Evi U sofalı plan tipi havalandırma hareketi
(Aktuna, 2007)

3.1.1.3.1. Ev Tipi Rüzgar Tribünü

Bu tür uygulamalarda kullanılan rüzgâr türbinlerinin büyük bir kısmının nominal gücü 1 ila 20 kW arasında değişmekte olup, rotor çapları 4 ile 8 metre arasında ve kule yükseklikleri yaklaşık 10 ila 36 metre arasında değişmektedir.(Şekil 3.16) Bu tür türbinlerin oluşturduğu gürültü seviyesi, genellikle klima cihazlarının gürültüsünden daha düşüktür. Küçük ölçekli rüzgâr türbin sistemleri, şebeke bağlantılı veya bağımsız olmak üzere iki farklı şekilde çalışmaktadır. Şebekeye bağlı sistemlerde, bir rüzgâr santrali oluşturmak amacıyla bir veya birden fazla türbin birbirine yakın konumlandırılmaktadır. Bağımsız sistemlerde ise herhangi bir şebekeye enerji aktarımı olmadan, doğrudan belirli yüklerin beslenmesi sağlanmaktadır. Konutların elektrik ihtiyacını karşılamak için kullanılan bu sistemler, aynı zamanda tarımsal faaliyetlerde su pompalama, ürün kurutma ve soğutma, ısıtma sistemlerinin çalıştırılması, su arıtma ve havalandırma gibi çeşitli alanlarda da yaygın olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, küçük ölçekli rüzgâr enerjisi sistemleri, farklı enerji üretim sistemleri ile birlikte entegre edilerek kullanılan uygulamalara da sahiptir (İlkan, 2013).



Şekil 3.16. Ev tipi rüzgar tribünü (URL-17)

3.1.1.4. Suyun Etkin Kullanımı

Yeryüzünde toplam 1,4 milyar km³ su bulunmakta olup, bu miktarın %97,5'i tuzlu su, yalnızca %2,5'i ise tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Mevcut tatlı su kaynaklarının ise yalnızca %0,3'ü göller, akarsular, barajlar ve göletlerde depolanmaktadır. Bu durum, dünya üzerinde yaşayan 1,4 milyar insanın yeterli içme suyuna erişememesine neden olmaktadır. Günümüzde 2,3 milyar insan sağlıklı suya ulaşamazken, her yıl yaklaşık 7 milyon kişi su kaynaklı hastalıklar nedeniyle yaşamını yitirmektedir.

Son 50 yılda dünya nüfusunun neredeyse iki katına çıkması, kişi başına düşen su miktarının giderek azalmasına sebep olan temel faktörlerden biridir. Su kıtlığının ortaya çıkmasına neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Yaygın inanışın aksine, su sorunu yalnızca iklim değişikliğinin bir sonucu değildir. Artan nüfus ve etkin olmayan su yönetimi, kullanılabilir tatlı su kaynaklarının azalmasına yol açarak su kirliliği ve ekolojik sorunları beraberinde getirmiştir.

Günümüzde su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı büyük önem taşımakta olup, su tasarrufu, etkin kullanım ve yeniden değerlendirme stratejileri giderek daha fazla gündeme gelmektedir. Konutlarda suyun daha verimli nasıl kullanılabileceği ele alınacaktır (Sev, 2009).

3.1.1.4.1. Düşük Debili, Basınçlı Armatürler, Vakumlu ve Biyokompoze

Suyun tükenmez bir kaynak gibi kontrolsüz şekilde kullanılması, ciddi çevresel problemlere yol açmaktadır. Konutlardaki su tüketimi; %32 tuvalet, %30 banyo, %12 çamaşır yıkama, %6 kişisel temizlik, %6 bulaşık yıkama, %4 bahçe sulama, %2 beslenme, %2 araç yıkama ve %6 diğer faaliyetler olmak üzere dağılım göstermektedir. Su kullanımının en yüksek olduğu tuvalet ve banyo alanlarında, su tasarrufu sağlayan sistemlerin tercih edilmesi, toplam su tüketimini önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir. (Yüksek ve Esin, 2008)

Düşük basınçlı armatürlerin kullanımı sayesinde yaklaşık %30 oranında su tasarrufu sağlanabilmektedir. Armatürlerin su verimliliğini artırmak ve gereksiz su tüketimini önlemek amacıyla dikkate alınması gereken temel tasarım kriterleri; suyun istenilen sıcaklığa en kısa sürede ulaşabilmesi, sıcaklık ayarının kolayca yapılabilmesi ve sabit tutulabilmesi, her su kullanımında akış miktarının düzenlenebilmesi ve azaltılabilmesi, ayrıca suya ihtiyaç duyulmadığında akışın hızlı bir şekilde kesilebilmesidir. Çevre dostu termostatl armatürler, istenilen sıcaklıkta su temin edilmesini ve bu sıcaklığın güvenli bir şekilde sabit kalmasını sağlamaktadır. Hızlı ve sürekli sıcaklık kontrolü, yalnızca zaman tasarrufu sağlamakla kalmayıp aynı zamanda su tüketimini de önemli ölçüde azaltmaktadır.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan akıllı klozet sistemleri, suyun en verimli şekilde kullanılmasını sağlayarak minimum tüketimle maksimum fayda elde edilmesine olanak tanımaktadır. Standart koşullarda kişisel temizlik için harcanan su miktarı 9 ila 12 litre arasında değişirken, akıllı klozet sistemleri sayesinde bu tüketim 3 ila 4 litreye kadar düşürülebilmektedir.

Modern rezervuarlarda yer alan çift kumandalı mekanizmalar, tuvaletlerde yalnızca gerekli miktarda suyun kullanılmasını sağlayarak su tasarrufunu desteklemektedir. Bunun yanı sıra, su yerine özel kimyasal sıvılar kullanan kaygan yüzeyli pisuarlar ile vakumlu ve biyokompoze tuvalet sistemleri, su tüketimini önemli ölçüde azaltan yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır.

Hem konutlarda hem de ofislerde uygulanabilen biyokompoze tuvalet sistemleri, atık suyun yerinde arıtılmasına imkan tanımaktadır. Arıtılan atık suyun bahçe sulamada kullanılması, gereksiz su israfını önlerken, sulama amacıyla değerlendirilmediğinde arıtılarak kanalizasyon sistemine verilmesi, şehir şebekesinin arıtma yükünü azaltarak altyapının sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır (Sev, 2009).

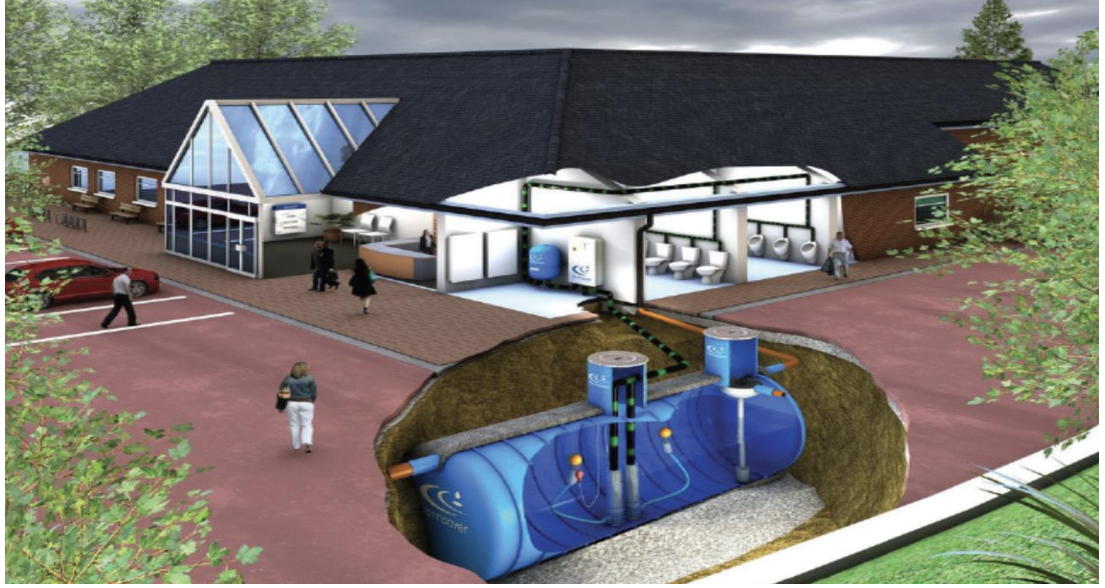
3.1.1.4.2. Yağmur Suyu Toplama

Yağmur suyunun çeşitli amaçlar doğrultusunda toplanarak yeniden kullanılması, suyun verimli yönetimine yönelik etkili yöntemlerden biridir. Bu yöntemde, çatılardan akan yağmur suları bir su deposuna yönlendirilerek depolanmakta veya peyzaj düzenlemelerinin bir unsuru olarak özel toplama havuzlarında biriktirilmektedir. Özellikle uygun iklim koşullarına sahip bölgelerde yağmur suyunun toplanarak değerlendirilmesi, hem genel su tüketimini azaltmakta hem de atık su altyapısına binen yükü hafifleterek çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Depolanan yağmur suyu; tuvalet temizliği, genel ev hijyeni, bahçe sulama ve araç yıkama gibi günlük kullanım alanlarında değerlendirilebildiği gibi, basit bir filtrasyon işleminden geçirilerek bulaşık ve çamaşır yıkama gibi amaçlar için de kullanılabilir. Bu sistemin uygulanması, yaklaşık %32 oranında su tasarrufu sağlamakta ve su kaynaklarının korunmasına önemli katkılar sunmaktadır.

Yoğun yağış alan bölgelerde, yağmur suyu bir konutun su ihtiyacını tamamen karşılayabilecek potansiyele sahip doğal bir kaynak olarak değerlendirilebilmektedir. Konutlarda yağmur suyu iki temel kullanım amacı doğrultusunda toplanabilir: yalnızca dış mekân kullanımları için veya iç mekân kullanımlarını da kapsayacak şekilde. Dış mekânda kullanım amacıyla toplanan yağmur suyu için basit sistemler yeterli olmakta, çünkü bu suyun arıtılmasına genellikle ihtiyaç duyulmamaktadır. Ayrıca, bahçeler için yağmur suyu, şebeke suyuna kıyasla daha faydalı bir sulama kaynağıdır. Tarımsal alanlarda yağmur suyunun toplanması ve değerlendirilmesi ise uzun yıllardır uygulanan geleneksel bir yöntemdir.

İç mekânda kullanılmak üzere toplanan yağmur suyunun ise belirli arıtma süreçlerinden geçirilmesi gerekmektedir. Yağmur suyu hasadı, sürdürülebilir su yönetiminin önemli bir bileşeni olup, konut tasarımlarında mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sistemin, ister bireysel konutlarda ister toplu konut projelerinde tasarıma entegre edilmesi, su kaynaklarının sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlamaktadır. Tekil konutlarda bu sistem, tüm su ihtiyacını karşılayabilirken, toplu konutlarda ise ortak alanların, bahçe sulamanın ve çeşitli dış mekân faaliyetlerinin su ihtiyacını gidermek amacıyla kullanılabilir. Bununla birlikte, yağmur suyunun sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi için toplanan suyun uygun süzme işlemlerinden geçirilmesi gereklidir (Sev, 2009).



Şekil 3.17. Yağmur suyu toplama tankı (URL-18)

Yağmur suyunun yapı içerisinde verimli bir şekilde kullanılabilmesi, çeşitli yapı ve peyzaj unsurları aracılığıyla toplanarak depolanmasını içeren bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu doğrultuda, yağmur suyunun havuzlarda biriktirilmesini sağlamak için uygun altyapının oluşturulması, yol ve otopark gibi alanlarda kullanılan zemin kaplama malzemelerinin suyun akış hızını azaltan ve toprağa süzülmesine olanak tanıyan özelliklere sahip olması önem taşımaktadır. Ayrıca, arazi düzenlemesi yapılarak yağmur suyunun bina yerine bitkilere yönlendirilmesi, suyun doğal döngüye entegrasyonunu destekleyen etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır (Sev, 2009).

3.1.1.4.3. Doğal Peyzaj Uygulamaları

Sulama, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyüüp gelişmesini sürdürebilmesi için gerekli olan temel uygulamalardan biri olup, toprak koşulları, bitki türü ve mevsimsel değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra, nem oranı, sıcaklık, rüzgâr ve gün uzunluğu gibi iklimsel faktörler de bitkilerin su ihtiyacını doğrudan etkilemektedir.

Günümüzde su kaynaklarının sınırlı olması ve küresel ölçekte kullanılan suyun %65-%80'lik bir bölümünün sulama amaçlı tüketilmesi, sulama süreçlerinde suyun verimli kullanımının önemini açıkça ortaya koymaktadır (Bayramoğlu vd., 2013).

Özellikle geniş yeşil alanlarda bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için harcanan su miktarının oldukça yüksek seviyelere ulaşması, peyzaj planlamalarında suyun daha tasarruflu kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Peyzaj alanlarında suyun

etkin şekilde yönetilmesi adına, öncelikle su tasarrufuna yönelik çeşitli stratejiler geliştirilmektedir. Bu doğrultuda, geleneksel peyzaj düzenleme anlayışına alternatif olarak, “Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi” başlığı altında “Suyun Bilinçli Kullanımı”, “Düşük Su Tüketimi” ve “Doğal Peyzaj Planlaması” gibi yenilikçi yaklaşımlar benimsenmiştir.

"Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" kavramı, ilk olarak 1981 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde, Colorado Eyaleti Denver Su İdaresi tarafından geliştirilmiş olup, doğal bitki örtüsünde bulunan türlerin kullanılması ve su tüketiminin en aza indirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde, toprak yüzeyinden buharlaşma ve bitkiler aracılığıyla gerçekleşen terleme yoluyla su kaybını minimize ederek %20 ila %50 oranında su tasarrufu sağlamak ve peyzaj bakım maliyetlerini %50'ye varan düzeyde azaltmak mümkün olmaktadır.

Kurakçıl peyzaj düzenleme yaklaşımı, yedi temel ilkeye dayanmaktadır: toprak analizinin yapılması ve toprağın iyileştirilmesi, peyzajın planlanması ve tasarlanması, uygun bitki türlerinin seçimi, çim alanlarının azaltılması, malçlama, etkin sulama yöntemlerinin uygulanması ve uygun bakım koşullarının sağlanması (Bayramoğlu vd., 2013).



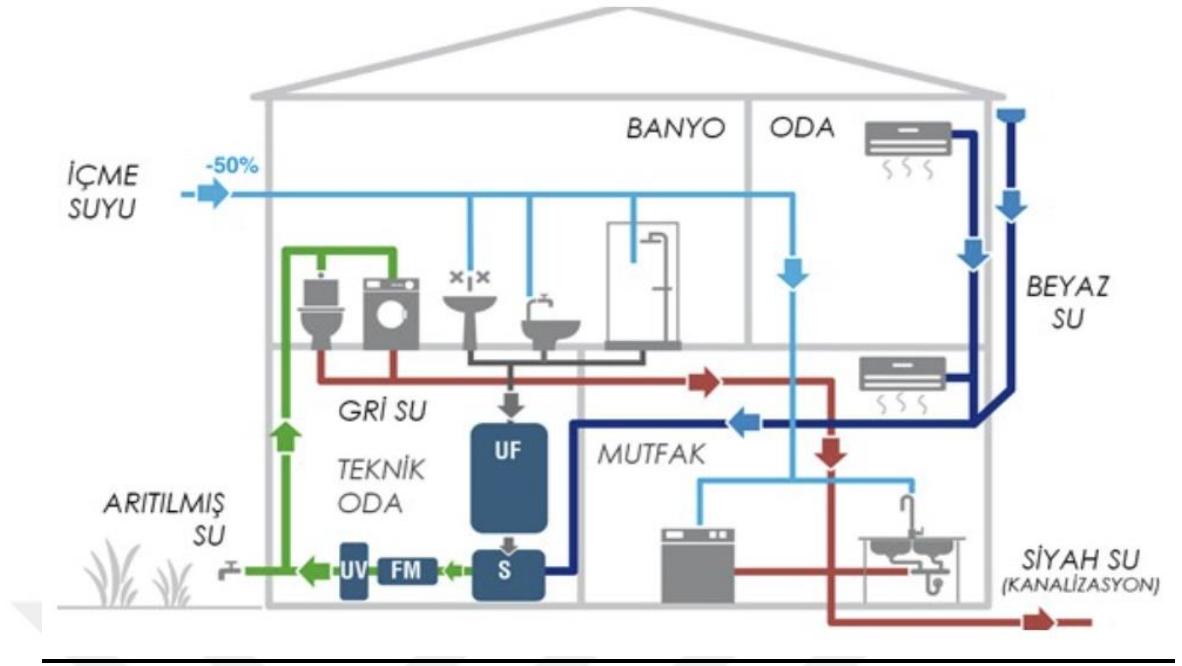
Şekil 3.18. Kurakçıl peyzaj örneği (URL-19)

3.1.1.4.4. Geri Dönüşüm ve Tekrar Kullanım

Konutlarda kullanılan su, geleneksel yöntemlere göre değerlendirildiğinde, tek kullanımlık olup kullanıldıktan sonra atık su olarak şehir şebekesine geri gönderilmektedir. Ancak günümüzde suyun değerli bir doğal kaynak olarak giderek daha fazla önem kazanmasıyla birlikte, konutlarda kullanılan suyun geri dönüştürülerek tekrar kullanılması, su tasarrufu açısından önemli bir katkı sağlamaktadır.

Konutlarda tüketilen su, temel olarak gri su ve siyah su olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Gri su; lavabolar, duşlar, bulaşık makineleri ve çamaşır makineleri gibi kaynaklardan kullanıldıktan sonra oluşan atık sudur. Siyah su ise, tuvaletlerden kaynaklanan atık suyu ifade etmektedir. Siyah suyun yeniden kullanımı, sağlık açısından riskler taşıyabileceğinden dolayı, geri dönüştürülmesi için daha karmaşık ve ileri düzeyde arıtma süreçleri gerekmektedir.

Konutlardaki atık suyun %50 ila %80'ini oluşturan gri su, yeni inşa edilen konutlarda, basit sistemler entegre edilerek geri kazanılması mümkün olmaktadır (Karahana, 2009). Mevcut konutlarda da gri suyun yeniden kullanımı mümkündür, ancak bu sistemin uygulanabilmesi için su tesisatında belirli değişikliklerin yapılması gerekmektedir. Arıtılmış gri su, geri kazanım seviyesine bağlı olarak bahçe sulaması, tuvalet rezervuarları ve çamaşır ile bulaşık makinelerinde kullanılabilir. Gri suyun kullanımı, konutlarda temiz su tüketimini önemli ölçüde azaltarak su tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, bahçelerde kullanılan gri su, içeriğindeki bazı besin maddeleri sayesinde toprak için daha faydalı olabilmektedir. Gri suyun kalitesini artırmak adına, evde kullanılan sabun ve deterjanların organik içerikli ürünlerden seçilmesi gerekmektedir. Bu tür ürünlerin kullanılması durumunda, herhangi bir arıtma sistemine ihtiyaç duyulmadan bile gri suyun bahçe sulaması ve tuvalet rezervuarlarında kullanımı mümkün hale gelmektedir.



Şekil 3.19. Gri suyun konut içindeki tesisatı (URL-20)

Gri su geri kazanım sistemleri, günümüzde birçok sürdürülebilir konut projesinde uygulanmaktadır. Özellikle merkezi su şebekesine erişimi bulunmayan kırsal bölgelerde gri suyun yeniden kullanımı oldukça yaygın bir uygulamadır. Konut ölçeğinde gri suyun arıtılması ve tekrar kullanılması amacıyla çeşitli özel firmalar tarafından geliştirilen arıtma sistemleri mevcuttur. Bu sistemler, genellikle tuvalet haricinde kullanılan atık suları bir depoda toplayarak, bahçe sulama, rezervuar doldurma ve çamaşır makinelerinde kullanım için yeniden yönlendirilmek üzere tasarlanmıştır (Karahan, 2009)

3.1.1.5. Malzemenin Etkin Kullanımı

Yapılarda malzemelerin verimli bir şekilde kullanılması, doğal kaynakların korunması açısından büyük bir önem arz etmektedir. Yapı malzemelerinin kullanımının artması, hem küresel hem de yerel ölçekte çevresel etkilerin çoğalmasına neden olmaktadır. Bu doğrultuda, bir tasarımcının yapı tasarım sürecinin en erken aşamalarından itibaren malzeme kullanımında etkin ve bilinçli hareket etmesi gerekmektedir. Tasarım sürecinde, malzeme, enerji ve bilgi olmak üzere üç temel kaynağın yönetimi kritik bir rol oynamaktadır. Malzeme seçiminde; mukavemet, rijitlik ve estetik gibi fiziksel özelliklerin yanı sıra, üretim süreci ve maliyet gibi faktörler de belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır.

Bugün, sürdürülebilir ve enerji verimli inşaat malzemelerine olan ihtiyaç, inşaat süreçlerinin maliyetlerini düşürme ve çevresel etkilerini azaltma potansiyeline sahip alternatif malzeme ve yöntemlere yönelik araştırmaların önemini arttırmıştır. İklim değişikliğinin daha belirgin hale gelmesiyle birlikte, düşük enerjili, basit yapı malzemelerine olan talep artmaktadır. Bu çerçevede, yerel malzemelerin tercih edilmesinin arkasında maliyet, nakliye ve çevresel faktörler; geleneksel malzemelerin tercih edilmesinde ise maliyet, taşıma mesafesi, çeşitlilik arayışı, çevresel kaygılar ve sağlık gibi sebepler bulunmaktadır. Ekolojik yaklaşımlar doğrultusunda doğru malzeme seçimi, yapının bulunduğu coğrafyanın sunduğu malzemelere dayalı olmalıdır; örneğin, taşla çevrili bir bölgede taş, killi toprakta kerpiç, ormanlık alanlarda ise ahşap kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, sürdürülebilir yapılar olarak tanımlanan yeşil binalarda malzeme ve kaynak kullanımına ilişkin olarak, inşaat atıklarının yeniden kullanımı, yerel malzemelerin tercih edilmesi ve geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması gibi ortak ilkeler yaygın olarak benimsenmektedir.

3.1.1.5.1. Malzeme Tasarrufu Sağlayan Yapım ve Tasarım

Yapılarda malzemelerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için mimar ve iç mimarların, mümkün olduğunca malzeme tasarrufu sağlayacak tasarımlar ve uygulamalar geliştirmeleri gerekmektedir; aynı zamanda bu tasarımlar, standartlaşmış malzeme ve yapı elemanı kullanımına uygun olmalıdır. İnşaat süreçlerinde, malzemelerin istenilen boyutlara getirilmesi amacıyla yapılan kesim ve şekillendirme işlemleri hem kaynak, hem de zaman kaybına neden olurken, bir yandan da atık oluşumuna yol açarak çevresel kirliliği artırmaktadır (Sev, 2009).

Günümüzde malzeme tasarrufu sağlayan bir diğer yöntem ise nanoteknoloji ile üretilen malzemelerin kullanımıdır. Nanoteknoloji, üretim sürecini moleküler ve atomik seviyede gerçekleştirmenin bir yöntemidir. Bu teknoloji sayesinde doğadaki örneklerden ilham alınarak birçok yenilikçi inşaat malzemesi geliştirilmiştir. Nanoteknolojik olarak üretilen, kırılmaya karşı dayanıklı camlar ve kir tutmayan boyalar gibi malzemeler, daha az miktarda malzeme kullanılarak daha verimli yapıların inşa edilmesini sağlamaktadır, böylece sürdürülebilir yapılar elde etmek mümkündür.

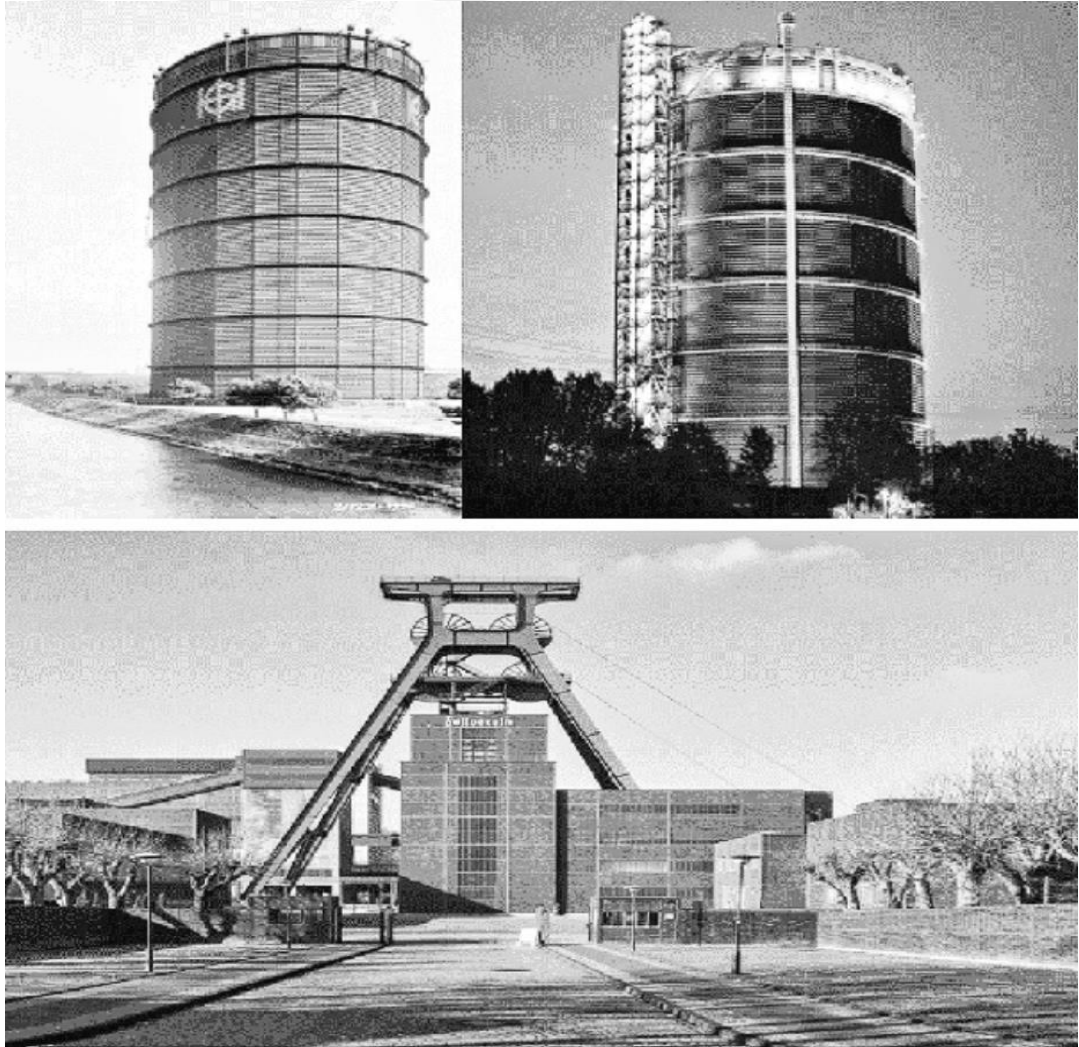
3.1.1.5.2. Yapının Uygun Boyutlandırılması

Kullanım amacı ve ihtiyaçlar dışında tasarlanan yapılar, gereğinden fazla enerji ve malzeme tüketimine yol açmaktadır. Kullanıcı sayısına göre aşırı büyük veya küçük

tasarımlar, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimli çalışmamasına veya yetersiz olmasına sebep olabilir. Yapıların, kullanıcı sayısı ve kullanım amacına uygun şekilde boyutlandırılması, mimari tasarım sürecinin temel bir unsurudur. Bu yaklaşımın doğru bir şekilde uygulanabilmesi, uygun bir ihtiyaç programının belirlenmesini gerektirir. Boyutlandırma, bina sahiplerinin ve kullanıcılarının mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak yapılmalıdır.

3.1.1.5.3. Mevcut Strüktürlerin Rehabilitasyonu

Sürdürülebilir tasarım ve malzemenin verimli kullanımı, yalnızca ekolojik prensiplere uygun yeni yapıların tasarlanması akla gelmemelidir. Mevcut bina stoğunun ve dolayısıyla yapı malzemelerinin en üst düzeyde değerlendirilmesi de sürdürülebilir mimari anlayışının önemli bir bileşenidir (Sev, 2009).



Şekil 3.20. Oberhausen gazometresi ilk hali (URL-21)

Ruhr Bölgesi'nde konumlanan Oberhausen Gazometresi, günümüzde sergi alanı olarak yeniden işlevlendirilmiş terk edilmiş endüstri yapılarının en başarılı örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Avrupa'nın en yüksek gazometresi olma özelliğine sahip olan bu yapı, bölgedeki demir çelik üretimi kapsamında gaz depolamak amacıyla 1929 yılında inşa edilmiştir. 1988 yılında kullanımına son verilen yapı, 1993 yılında Avrupa'nın en büyük ve en sıra dışı sergi alanlarından biri olarak yeniden işlev kazandırılmıştır (Tönük, 2001).

Günümüzde periyodik olarak çeşitli sergilere ev sahipliği yapan gazometre, aynı zamanda çatısında yer alan seyir platformu ile bölgenin en yüksek panoramik manzara noktası olma niteliğini taşımaktadır. Özgün işlevini kaybederek atıl durumda kalan bu endüstriyel yapı, sunduğu benzersiz sergi deneyimiyle bölgenin önemli kültürel yapılarından birine dönüşmüş ve birçok ziyaretçinin ilgisini çeken önemli bir nokta haline gelmiştir. Yapının dairesel plan düzeni, beton zemini, çelik dikey taşıyıcıları ve özellikle üst bölümde yer alan makasları, endüstriyel karakterini korumasına katkı sağlarken; iç mekânda uygulanan başarılı aydınlatma sistemleri ve yaratıcı enstalasyonlar sayesinde dinamik bir sergi alanına dönüştürülmüştür.



Şekil 3.21. Oberhausen gazometresi son hali (URL-22)

Tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi söz konusu olduğunda, rehabilitasyon ve yeniden inşa süreçleri arasındaki kar-zarar dengesi dikkatle değerlendirilmelidir. Kullanılmayan eski yapıların atıl durumda bırakılması ekonomik bir yük oluştururken, ömrünü tamamlamış binaların tekrar kullanımına yönelik müdahaleler de her zaman maliyet açısından rasyonel olmayabilir. Bu tür yapıların inşa, bakım ve işletme giderleri

oldukça yüksek olabilmektedir. Eski binaların yeniden kullanım süreçlerinde maliyet analizlerinin titizlikle yapılması, kaynakların etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Tönük, 2001).

3.1.1.5.4. Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı

Geri dönüşüm, yeniden değerlendirilebilecek atıkların çeşitli fiziksel veya kimyasal işlemlerden geçirilerek ikincil hammaddeye dönüştürülmesi ve tekrar üretim süreçlerine kazandırılması olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle, kullanım ömrünü tamamlamış geri dönüştürülebilir malzemelerin belirli geri dönüşüm yöntemleri aracılığıyla yeniden hammadde olarak üretim sürecine dahil edilmesi anlamına gelmektedir. Doğal kaynakların sınırsız olmadığı ve bilinçsizce tüketilmeleri halinde tükenme riski taşıdığı gerçeği göz önünde bulundurulmalı, bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması sağlanmalıdır (Tönük, 2001).

Geri dönüşümün temel amacı, doğal kaynakların gereksiz kullanımını engellemek ve atıkların kaynağında ayrıştırılmasıyla genel atık miktarını azaltmaktır. Demir, çelik, kâğıt, plastik, cam, elektronik vb atıklar gibi malzemelerin geri dönüştürülerek yeniden kullanılması, doğal kaynakların tükenmesini önlemeye katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hurda malzeme ithalatına harcanan döviz miktarının azalmasına ve enerji tüketiminde önemli ölçüde tasarruf sağlanmasına yardımcı olacaktır (Sev, 2009)

3.1.1.6. Yapı Alanlarının Etkin Kullanımı

Dünyadaki sınırlı doğal kaynaklardan biri olan toprak, günümüzde hızla tahrip edilmektedir. Pek çok ülkede doğal çevrenin yapı alanına dönüştürülmesi, inşaat sektörünün ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinden biridir. Toprak kaymaları, yeraltı su kaynaklarının giderek kirlenmesi, asit yağmurları ve endüstriyel atıkların artışı gibi çevresel sorunlarla birlikte yapılaşmanın yaygınlaşması, çevreye geri dönüşü zor zararlar vermektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilir tasarımlar geliştirebilmek için tasarımcıların doğal topografyanın korunması, toprak, su, bitki örtüsü ve canlılar arasındaki karşılıklı etkileşimler ile insan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki etkileri konusunda kapsamlı bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

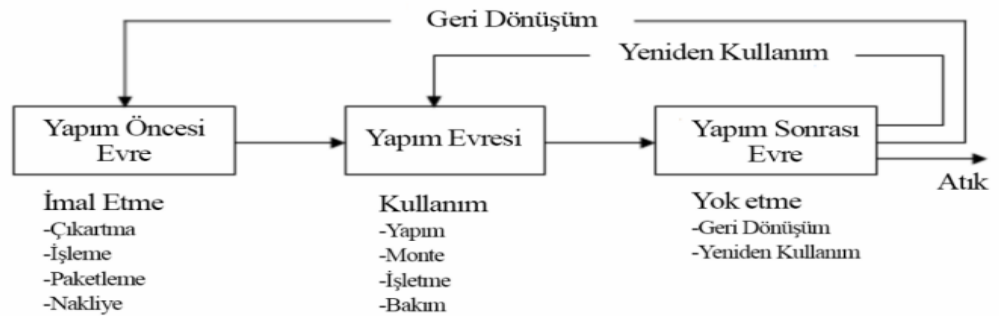
Yeşil alanlar, fotosentez süreci aracılığıyla atmosferdeki CO₂ gazını emerek oksijene dönüştürmekte ve bu sayede insan yaşamı için gerekli olan oksijen üretimine katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, kent dokusu içerisindeki yeşil alanlar, rüzgâr ve

hava akımlarının dolaşımına olanak tanıyarak şehir üzerinde oluşan kirli hava tabakasının meydana gelmesini engellemekte veya mevcut hava kirliliğinin dağılmasına yardımcı olmaktadır. Yeşil dokunun ekosistem üzerindeki olumlu etkileri arasında hava kalitesini iyileştirme, nem dengesini sağlama, ses yalıtımı, sıcaklık düzenleme, rüzgâra karşı koruma ve güneş ışınlarına karşı gölgeleme gibi unsurlar yer almaktadır. Gerçek anlamda "Kentsel Akciğer" işlevi gören yeşil dokunun korunması ve toprak üstü ile altı kaynakların sürdürülebilirliğinin sağlanması adına, yapı alanlarının verimli kullanılması ve mevcut arazi yapısını en az düzeyde etkileyecek tasarım ilkelerinin benimsenmesi gerekmektedir (Tönük, 2001).

Arazi yapısına en az müdahaleyle gerçekleştirilecek tasarım ilkeleri arasında, mevcut yapı alanlarının yeniden değerlendirilmesi, yapılaşma alanlarının gereksiz genişletilmesinin önlenmesi ve yeni yapılaşmanın zorunlu olduğu durumlarda doğal topografyaya uyumlu tasarımların uygulanması öncelikli yer tutmaktadır. Doğal topoğrafyaya uygun yapı tasarımının sağlanabilmesi için, eğimli ve düz arazilerin karakteristik özellikleri göz önünde bulundurularak, bina alt katlarının biçimlendirilmesinde bu unsurlar belirleyici ölçüt olarak kabul edilmelidir. Özellikle eğimli arazilerde, bina konumlandırmasının arazinin eğimine paralel olacak şekilde planlanması gerekmektedir (Tönük, 2001).

3.1.2. Yaşam Döngüsü Tasarımı

Sürdürülebilir bir yapı oluşturabilmek için tasarımcıların, yapıların yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan tüm sosyal, çevresel ve kültürel sorunları göz önünde bulundurarak, bu meseleleri sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla değerlendirmeleri gerekmektedir. Geleneksel anlamda bir yapının yaşam döngüsü ise; inşa, kullanım, bakım/onarım ve yıkım olmak üzere dört temel evreden oluşmaktadır (Tönük, 2001).



Şekil 3.22. Malzemenin yaşam döngüsü (Kim ve Rigdon, 1998)

3.1.2.1. Yapı Öncesi Dönem

Yapı öncesi dönem, yapım sürecinin henüz başlamadığı; arsa seçimi, yapı malzemesi ve tasarım gibi aşamaları içeren, yapının yalnızca kavramsal düzeyde şekillendirildiği bir süreçtir (Tönük, 2001).

3.1.2.1.1. Arsa Seçimi

Yapı öncesi dönemde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için arsa seçim sürecinde çevredeki kentsel yapı, bitki örtüsü, baskın rüzgâr yönü, yıllık yağış miktarı, yeraltı su kaynakları ve mevcut su havzaları hakkında detaylı bilgi edinilmeli; yapılaşmanın ekosistem üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalı ve mevcut altyapı imkânlarından en verimli şekilde faydalanılmalıdır.

3.1.2.1.2. Malzeme Seçimi

Bina inşasında tercih edilecek malzeme ve bileşenlerin yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasına özen gösterilmelidir. Örneğin, petrol ve madenler tükenebilir kaynaklar arasında yer alırken, sürdürülebilir yöntemlerle yönetilen ormanlar yenilenebilir kaynaklar olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, yenilenemeyen kaynaklardan elde edilen malzemelerin tamamen sürdürülemez olduğunu iddia etmek de doğru olmayacaktır. Malzeme üretiminde kullanılan hammaddelerin çıkarılma süreçleri, çevresel ekosisteme zarar vermeyecek şekilde planlanmalıdır. Ayrıca, düşük bakım gerektiren, uzun ömürlü ve geri dönüştürülebilir malzemelerin tercih edilmesi, doğal kaynak tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayacağı unutulmamalıdır (Tönük, 2001).

3.1.2.1.3. Tasarım

Yapıların kullanım sürecinde meydana gelebilecek fonksiyonel değişimlere uyum sağlayabilmesi için esnek bir tasarım anlayışıyla şekillendirilmesi gerekmektedir. Bahsedilen esneklik, modüler planlama yaklaşımıyla hayata geçirilmektedir. Modüler planlama kapsamında, ihtiyaç duyulduğunda bölme duvarlarının yeniden düzenlenmesi mümkün olmakta; ısıtma, soğutma, havalandırma, haberleşme ve enerji sistemleri gibi servis altyapıları, bazı durumlarda ise bina kabuğu değiştirilebilmektedir. Bu sayede yapılar, zaman içerisinde ortaya çıkan farklı gereksinimlere uyum sağlayarak işlevselliğini sürdürebilmektedir. Esnek tasarım ilkesine göre, değiştirilmesi maliyetli ve zor olan; yapı taşıyıcısına entegre edilmiş veya sabitlenmiş havalandırma, su ve elektrik tesisatı gibi sistemlerin kullanımından kaçınılmalıdır. (Sev,2009)

3.1.2.2. Yapı Dönemi

Yapı dönemi, yapının fiziksel olarak inşa edilmesiyle başlayıp tüm kullanım sürecini içine alan bir süreçtir. Bu aşamada, inşa edilen yapının insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri değerlendirilerek, ekolojik dengeyi korumak ve insan sağlığına zarar verebilecek unsurları önlemek amacıyla çeşitli yöntemlerin uygulanması gerekmektedir (Sev, 2009).

3.1.2.2.1. Atık Yönetimi

Etkin bir atık yönetim programı kapsamında, binanın inşa ve kullanım süreçlerinde ortaya çıkan atıklar türlerine göre ayrıştırılarak belirli bir süre depolandığında, geri dönüşüm yoluyla yeniden kullanımları mümkün hale gelmektedir. Bu yaklaşım sayesinde gereksiz kaynak israfı önlenerek sürdürülebilirlik sağlanmaktadır.

3.1.2.1.2. Şantiye İş Güvenlik

Zararlı kimyasal maddeler içermeyen yapı malzemeleri, yalnızca kullanıcıların değil, aynı zamanda şantiye çalışanlarının da sağlığını korumaktadır. Günümüzde birçok gelişmiş ülkede, inşaat sürecinde çalışanların sağlık ve güvenliğini güvence altına alan yapı yönetmelikleri yürürlüktedir.

3.1.2.3. Yapı Sonrası Dönem

Bu aşamada bir binanın geleceği için üç farklı senaryo öngörülebilir. Yeniden kullanım, yapı bileşenlerinin geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesidir. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm, yeni yapıların inşası veya çeşitli tüketim ürünlerinin üretimi için kaynak teşkil ederken, bertaraf işlemi ise zaten aşırı birikmiş olan atık yükünü artırarak yakma veya depolama gibi yöntemlerin uygulanmasını gerektirir.

3.1.2.3.1. Yeniden Kullanım

Ömrünü tamamlamış bir yapının bütün olarak yeniden kullanımı mümkün olmadığında veya bu sürecin maliyeti oldukça yüksek olduğunda, kapı ve pencere gibi yapı elemanları uygun yöntemlerle iyileştirilerek farklı yapılarda tekrar değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, önemli ölçüde kaynak tasarrufu sağlarken, yeni malzeme ve bileşen üretimi nedeniyle ortaya çıkabilecek çevresel zararların da önüne geçilmesine katkı sunmaktadır.

3.1.2.3.2. Bileşenlerin Geri Dönüştürülmesi

Farklı materyalleri birbirinden ayırmak zor olduğu için geri dönüşüm süreçleri de oldukça karmaşıktır. Cam ve alüminyum gibi materyaller elle ayıklanabilirken, çelik parçalar mıknatıs kullanılarak moloz yığınlarından ayrıştırılabilir. Beton ise parçalanarak yeniden üretim süreçlerinde agrega malzemesi olarak değerlendirilebilir.

3.1.2.3.3. Mevcut Yapıların ve Altyapının Yeniden Kullanımı

İnsanlar "doğa" ve "mekân" arayışına yöneldikçe, şehir merkezlerinden banliyölere göç etme eğilimi artmıştır. Ancak, el değmemiş ormanlar ve verimli tarım arazilerinin üzerine kurulan yeni banliyölerin gelişimi, bu alanlarda yaşayan bireylerin talep ettiği yaşam kalitesine zarar vermektedir. Bu gelişme, yalnızca yeni binaların inşası için değil, aynı zamanda yolların, kanalizasyon sistemlerinin ve bunlarla bağlantılı işlerin gerçekleştirilmesi için önemli yatırımlar ve kaynak kullanımı gerektirir. Öte yandan, şehir merkezindeki kullanılmayan boş arsalar ve terk edilmiş yapılar mevcut altyapılarıyla atıl durumda beklerken, içerdiği malzemeler de faydasız hale gelmektedir (Tönük, 2001).

3.1.3. İnsan İçin Tasarım

Sürdürülebilir tasarım, insan sağlık ve konforunu korumanın yanı sıra, kültürel yapıyı, yaşam biçimlerini ve konfor düzeyini muhafaza etmeyi ve iyileştirmeyi hedeflemektedir. Bu sayede fiziksel sağlık problemleri azalırken, üretkenlik artmakta ve psikolojik sorunların önlenmesine katkı sağlanmaktadır. Bu doğrultuda bazı stratejiler geliştirilmiştir

3.1.3.1. Doğal Koşulların Korunumu

İnsan tarafından oluşturulan yapay çevrenin, doğal çevre üzerinde çeşitli olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler sonucunda, doğal ekosistemlerdeki biyolojik çeşitlilik giderek azalmakta ve bazı türler yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır. Doğal koşulların korunması, yapay çevrenin ekolojik sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla gerekli tasarım yaklaşımlarını içermektedir.

3.1.3.1.1. Topoğrafya ile Uyum

Bir yapının inşaa sürecinde, bulunduğu arsanın mevcut topoğrafik yapısının büyük ölçüde korunması önemlidir. Çünkü zeminin doğal seviyesinin aşırı derecede yükseltilmesi veya alçaltılması, yüksek maliyetlere neden olmanın yanı sıra, mikro iklim

dengesinin bozulmasına da sebebiyet verebilir. Araziye yapılan bu tür müdahaleler, yağmur suyunun akış yönünde ve rüzgâr hareketlerinde değişikliklere yol açabilmektedir.

3.1.3.1.2. Yer Altı Su Seviyesine Uyum Sağlama

Seçilen arsa ve bina tasarımı, yer altı su seviyesinin altına inen kazı işlemlerini gerektirmeyecek şekilde planlanmalıdır. Yer altı su seviyesine geniş bir yapı elemanının yerleştirilmesi, doğal su basıncı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Ayrıca, inşaat sürecinde su seviyesine müdahale edilmesi durumunda, yüzeye çıkan su çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra, bu tür müdahaleler yalnızca çevredeki alanları değil, yer altı suyunu da yüzeye çıkararak, yüzey akıntılarıyla kirlenme riskini artırmaktadır. (Sev, 2009)

3.1.3.1.3. Bitki Örtüsü ve Canlıların Korunması

Yerel bitki örtüsü ve diğer canlılar, inşaat sahasının ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmalıdır. Bu unsurlar, çözülmesi gereken bir sorun olarak görülmek yerine bir kaynak olarak değerlendirildiğinde, yerel flora ve fauna, tamamlanmış yapıyı insan yerleşimi açısından daha keyifli ve tatmin edici bir hale getirecektir.

3.1.3.2. Kentsel Tasarım ve Bölge Planlama

Kentsel tasarım ve arazi planlamasına yönelik stratejiler, bireysel yapılar yerine daha büyük ölçekli projelerde sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik yöntemleri içermektedir.

3.1.3.2.1. Tasarımı Toplu Taşıma ile Desteklemek

Kentsel ölçekte sürdürülebilir bir mimari tasarımın, kullanıcıları toplu taşıma kullanımına teşvik etmesi ve bisiklet ile yaya ulaşımına uygun alanlar sunması gerekmektedir. Günlük olarak binlerce bireysel aracın araziye giriş çıkış yapması, hava kirliliğine ve trafik yoğunluğuna yol açmanın yanı sıra, ek olarak otopark ihtiyacını da artırmaktadır. Ancak toplu taşıma sistemlerinin erişilebilir ve kullanışlı hale getirilmesi, bireylerin özel araç kullanımını azaltarak trafik kazalarını, hava kirliliğini ve CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde düşürmeye katkı sağlayacaktır.

3.1.3.2.2. Karma Kullanımlı Yerleşimleri Desteklemek

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, konut yapıları, ticaret merkezleri, ofisler ve alışveriş alanlarının birbirine yakın konumlandırılması teşvik edilmektedir. Bu yaklaşım, bireylerin yaşadıkları yerlerin çevresinde çalışma ve alışveriş yapma imkânı bulmalarını sağlamaktadır. Bu tasarım anlayışı, geleneksel banliyö yerleşimlerinden daha güçlü bir topluluk hissi oluşturma yanı sıra, sağladığı kesintisiz aktivite sayesinde uygulandığı bölgenin daha güvenli hale gelmesine katkıda bulunmaktadır (Sev, 2009).

3.1.3.3. İnsan Sağlığı ve Konforu İçin Tasarım

Günümüzde kapalı alanlarda yaşayan ve çalışan bireyler, çeşitli fiziksel ve psikolojik sorunlarla karşılaşabilmektedir. Çevresel koşulları yetersiz olan mekânlarda uzun süre bulunmaları durumunda rahatsızlık hisseden kullanıcılar, doğayla görsel bağlantı kurabilecekleri, gün ışığıyla aydınlatılan ve doğal havalandırma imkânı sunan yaşam ve çalışma alanlarını tercih etmektedir.

3.1.3.3.1. Termal, Görsel ve Akustik Açidan Konfor Koşullarını Sağlamak

İç mekânlarda ısı dengenin sağlanması, kullanıcıların konforu açısından kritik bir öneme sahiptir. İnsan vücudundaki ısı dengeyi etkileyen temel unsurlar; metabolizma hızı, giyim durumu, ortam sıcaklığı, radyant ısı, hava hareketleri ve nem oranı olarak sıralanabilir. Aşırı sıcak veya soğuk ortamlar, bireylerin performansını olumsuz etkiler. Isıl konforun yanı sıra, her işlev ve mekâna uygun bir aydınlatma düzeninin sağlanması gereklidir. İç mekânlar yeterli düzeyde gün ışığı ile aydınlatıldığında, kullanıcıların üretkenliği artar. Ancak, doğal ışığın kullanıldığı alanlarda yansıma ve kamaşma sorunlarının önlenmesine özen gösterilmelidir. Bu bağlamda, cephelerde açılabilir, yansıtıcı, elektrokromik, fotokromik ve renkli camların yanı sıra güneş kontrol elemanları ve ışık raflarının kullanımı dikkate alınmalıdır.

Bunun yanı sıra, arka planda çalışan cihazlardan kaynaklanan gürültüler, kullanıcıların dikkatini dağıtabileceği gibi uzun vadede işitme sorunlarına da neden olabilir. Bu nedenle, akustik konforun sağlandığı tasarımlarda, aynı zamanda görsel mahremiyetin korunması da kullanıcıların psikolojik sağlığı açısından önem taşır (Tönük, 2001).

3.1.3.3.2. Dış Mekân ile Görsel Etkileşim ve Bağlantıyı Oluşturmak

Gökyüzünün aydınlık düzeyi, gün boyunca güneşin ve bulutların hareketlerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. İnsanların biyolojik ritmi, gün ve gece döngüsüyle uyumlu bir şekilde çalışan içsel bir saat tarafından düzenlenir. Hem fiziksel hem de psikolojik sağlığın korunabilmesi için bu biyolojik saatin doğru şekilde işlemesi önemlidir. Bu bağlamda, doğal gökyüzü aydınlatması, dolayısıyla pencereler ve açıklıklar, kritik bir rol oynamaktadır.

3.1.3.3.3. Kontrol Edilebilir Pencerelerin Sağlanması

Bina kullanıcıları, bulundukları mekânın sıcaklığı ve havalandırması üzerinde belirli bir düzeyde kontrol sahibi olmayı talep etmektedir. Bu nedenle, insan konforunun öncelikli olduğu tasarımlarda, kullanıcıların kontrol edebileceği pencerelerin tercih edilmesi gereklidir.

3.1.3.3.4. Temiz Havanın Sağlanması

Temiz hava kanalları aracılığıyla iç mekânlara iletilen taze hava, kullanıcıların sağlığını korumak açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle kapalı alanlarda oksijen ihtiyacı, göz ardı edilemeyecek bir gerekliliktir. Mevcut havanın sürekli olarak temizlenmeden sirküle edilmesi, kullanıcıları yüksek düzeyde bakteri ve kimyasallara maruz bırakacağından, iç mekânlarda taze hava kullanımı yalnızca oksijen ihtiyacını karşılamaktan öte, temel bir zorunluluktur.

3.1.3.3.5. Zehirli Olmayan ve Zararlı Gaz Salınımına Neden Olmayan Malzemeler Kullanmak

Binalarda ve yapım sürecinde kullanılan malzemeler, kullanıcıların sağlığı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Yapılarda kullanılan kimyasal içerikli malzemelere ve temizlik ürünlerine uzun süreli maruz kalma, insan sağlığı açısından ciddi riskler taşımaktadır. Bu nedenle, yüksek kaliteli ve doğal malzemelerin tercih edilmesi, kullanıcı konforu ve sağlığı açısından büyük önem taşır.

3.1.3.3.6. Aynı Mekânda Farklı Fiziksel Özelliklere Sahip Kullanıcılar Barındırmak

Sürdürülebilir tasarım kriterlerinin en önemlilerinden biri uzun ömürlülüktür. Uzun ömürlü ve farklı işlevlere uyarlanabilir binalar, diğer tasarım örneklerine kıyasla daha sürdürülebilir bir yapıya sahiptir. Bu uyarlanabilirlik, farklı yaş gruplarındaki ve çeşitli

fiziksel durumlara sahip bireylerin aynı yapıya uyum sağlamasını ve ihtiyaçlarını karşılamasını mümkün kılar. Bir yapının, farklı özelliklere sahip ne kadar fazla kişi tarafından kullanılabilmesi sağlanırsa, kullanım ömrü de buna paralel olarak uzar (Tönük, 2001).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

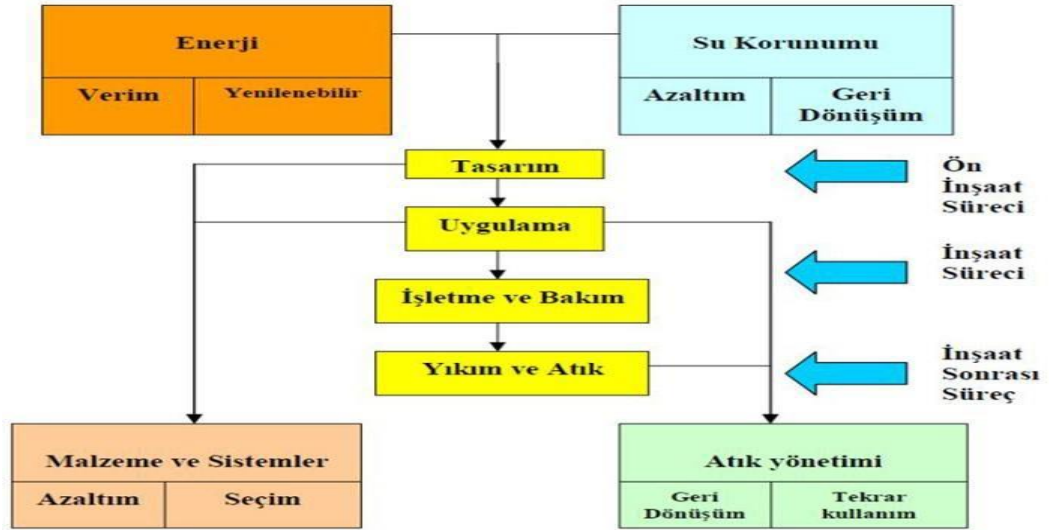
4.1. Yeşil Bina Değerlendirme Sertifikası

McGraw-Hill tarafından yürütülen bir araştırmaya göre, doğal kaynakların tükenmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunların en büyük nedenlerinden biri, insanoğlunun inşa ettiği yapılardır. Bu yapıların, dünya genelindeki toplam karbon salınımının %40'ına, hammadde tüketiminin %30'una ve katı atık miktarının %30'una neden olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra, gelişmiş ülkelerdeki bina inşaatları ve işletme süreçlerinde tüketilen enerji, dünya çapındaki toplam enerji tüketiminin neredeyse yarısına denk gelmektedir.

Yeşil binalar, arazi seçiminden başlayarak yaşam döngüsü perspektifinde ele alınan, bütüncül bir yaklaşımla sosyal ve çevresel sorumluluk anlayışını benimseyen yapılardır. Bu yapılar, iklim verilerine ve bölgeye özgü koşullara uyumlu, yalnızca ihtiyaç duyduğu kadar tüketen, yenilenebilir enerji kaynaklarını tercih eden, doğal ve atık üretmeyen malzemelerle inşa edilen, ekosistemlere duyarlı ve sürdürülebilir özellikler taşımaktadır.

2000'li yıllarda, ekolojik tasarımın yalnızca çevreyle uyumlu tasarım kararları ve teknoloji kullanımından ibaret olamayacağı, bunun yanında bina tasarımı, kullanımı ve yıkımı süreçlerini kapsayan *yaşam döngüsü* (life cycle) yaklaşımının da dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, yapıların inşa, kullanım ve yıkım aşamalarını denetleyen çeşitli çevre odaklı kuruluşlar öne çıkmış; binaları çevresel performansları açısından değerlendirerek, belirledikleri kriterlere göre derecelendirip sertifikalar aracılığıyla durumlarını belgelemeye başlamışlardır.

Yeşil bina sertifika sistemleri, yapıların sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesinin yanı sıra, sertifikalandırılmasına da imkân tanımaktadır. Bina sürdürülebilirlik değerlendirme sistemleri ilk olarak Avrupa'da geliştirilmiş, ardından Kanada ve ABD başta olmak üzere diğer ülkelere yayılmış ve Japonya, Avustralya gibi kendi sertifikasyon sistemlerine sahip ülkelere de uygulanmaya başlanmıştır (Erdede ve Bektaş, 2014).



Şekil 4.1. Binalar için ömür boyu akış şeması (Erdede ve Bektaş, 2014)

1999 yılında Kaliforniya, ABD’de gerçekleştirilen ilk toplantıda Avustralya, Kanada, Japonya, İspanya, Rusya, Birleşik Arap Emirlikleri, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri’nin katılımıyla kurulan Dünya Yeşil Binalar Konseyi (WGBC), küresel ölçekte kabul gören dört değerlendirme yöntemini ortaya koymuştur. Bu sistemlerden ilki, 1990 yılında Birleşik Krallık’ta geliştirilen ve günümüzde en yaygın kullanılan uluslararası standartlardan biri olan BREEAM’dır. 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde uygulamaya konulan LEED ise dünya çapında en fazla tercih edilen ikinci sistem olarak öne çıkmaktadır.

2004 yılında Japonya’da CASBEE, 2003 yılında ise Avustralya’da GREENSTAR uygulamasına başlanmış ve başlangıçta yalnızca yerel birimler ve yaygın olarak kullanılan değerlendirme sistemleri olarak öne çıkmıştır. Bu dört sistem yanı sıra, 1996 yılında 14 ülkenin iş birliğiyle “Natural Resources Canada” tarafından GBTOOL geliştirilmiş, daha sonra “International Initiative for a Sustainable Building Environment” tarafından denetlenmiş ve 1998 yılında SBTOOL adını almıştır. Günümüzde 21 ülke ortaklığıyla sürdürülen çok uluslu bir değerlendirme sistemi olarak faaliyetlerine devam etti.

Türkiye’de 2007 yılında kurulan Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), ülkeye özgü bir değerlendirme sisteminin oluşturulması yönünde çalışmalar yürütmektedir. Ancak, inşaat sektörüyle doğrudan ilişkili olan yapı sahipleri ve ilgili paydaşlar, daha yaygın olarak kabul gören LEED veya BREEAM sertifikasyon sistemlerinden birini tercih ederek projelerini belgelendirmektedir (Yılmaz, 2019).

Sertifika sistemleri, genel ve geçerli değerlendirme kriterleri oluşturarak yeşil binaların tanımlanmasını sağlamakta, bütünleşik bir bina tasarım yaklaşımı geliştirmeyi hedeflemekte ve yapı sektöründe çevresel sürdürülebilirlik açısından öncü uygulamaları teşvik etmektedir. Aynı zamanda, yeşil rekabetin artırılması, çevre dostu yapıların sağladığı faydalar konusunda tüketici farkındalığının yükseltilmesi ve bina piyasasının bu doğrultuda dönüşümünün sağlanması amaçlanmaktadır.

Derecelendirme sistemleri, bir binanın kısmi veya bütünsel değerlendirmesini mümkün kılan mantıksal bir yapı oluşturan çeşitli performans kriterlerini belirleyerek çalışmaktadır. Bu kriterler, sürdürülebilirlik açısından önem derecelerine ve bina türüne (yeni bina, mevcut yapı, yenileme projesi vb.) bağlı olarak belirli bir ağırlık faktörüyle ilişkilendirilmiştir. Değerlendirme süreci, binanın performansına bağlı olarak her bir kritere belirlenen ölçek dâhilinde puan verilmesiyle gerçekleştirilir. Binanın nihai sürdürülebilirlik derecesi, tüm kriterlerden elde edilen puanların birleşimiyle hesaplanmaktadır.

Sürdürülebilir bina sertifikaları, farklı amaçlar ve yönergeler doğrultusunda işleyiş göstermektedir. Her bir sistemin gelişim süreçlerini, seviyelerini, işleyiş mekanizmalarını ve maliyetlerini anlamak, şeffaflığın sağlanması ve bütüncül bir perspektifin oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde, dünya genelinde kullanılan 600'ün üzerinde sürdürülebilirlik sertifikası bulunmakla birlikte, tüm sertifikaları kapsayan kapsamlı bir küresel liste mevcut değildir. Bu durum, genel bir değerlendirme yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu çalışma kapsamında, seçilen 7 sertifika hem genel çerçevede hem de belirlenen metodolojik yaklaşım doğrultusunda ele alınacaktır (Somalı ve Ilıcalı, 2009).

4.1.1. BREEAM (Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Yöntemi)

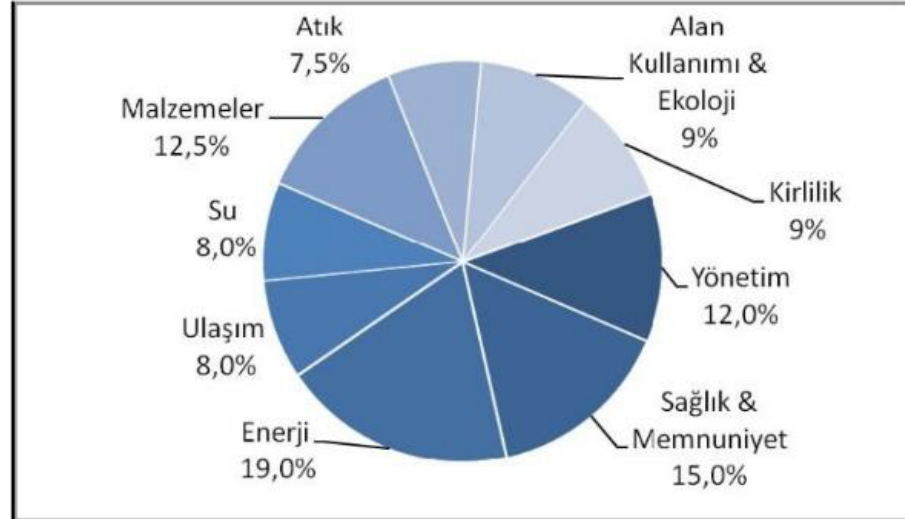


Şekil 4.2. BREEAM logosu (URL-23)

İngiltere’de Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından geliştirilerek 1990 yılında uygulanmaya başlanan Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method), kriterlere dayalı olarak binaların sürdürülebilirlik seviyesini değerlendiren, derecelendiren ve sertifikalandıran dünyadaki ilk sertifikasyon sistemidir. Sürekli yaşanan değişim ve gelişmelere uyum sağlamak amacıyla düzenli güncellemeler yapılmaktadır. Sistem, binaların iç mekân kalitesini ve çevresel etkilerini analiz etmeye odaklanmaktadır. Günümüzde dünya genelinde en yaygın kullanılan değerlendirme sistemlerinden biri olan BREEAM, mimarlar, şehir plancıları, yapı sahipleri, yöneticiler ve tasarımcılar için, iç mekân ve çevresel konforun sağlanmasını destekleyerek sağlıklı yaşam alanları oluşturmayı amaçlamaktadır.

BREEAM’in temel amaçları şu şekilde sıralanmaktadır: Yapı elemanlarının yaşam döngüsünü analiz ederek çevresel etkilerini en aza indirmek, binalara güvenilir bir çevresel sertifika kazandırmak, mevcut standartların ötesinde sürdürülebilir yapılar inşa etmek, enerji tüketiminden kaynaklanan karbon salınımını azaltmak, iç mekân iklim koşullarına ve kullanıcı konforuna odaklanmak, sürdürülebilir yapı talebini artırmak ve ilgili kişi ve kurumların bu alanda daha bilinçli hareket etmelerini teşvik etmektir.

BREEAM, çeşitli bina türlerine uygulanabilen esnek bir değerlendirme sistemidir. Sürecin ilk adımı, ilgili yapıya uygun sertifika türünü belirlemektir. Bu sertifikalar; yeni binaların tasarım ve inşası, mahalle ve topluluk planlaması, mevcut yapıların yenilenmesi ve iyileştirilmesi gibi kategorilere ayrılmaktadır. Değerlendirme süreci, belirlenen performans kategorileri kapsamında çeşitli kriterlere dayanmaktadır ve proje, her kriteri sağladıkça puan kazanmaktadır. Bu kriterler; yönetim, iç mekân sağlığı ve kullanıcı memnuniyeti, enerji verimliliği, ulaşım, su yönetimi, malzeme kullanımı, atık yönetimi, çevre kirliliği, arazi kullanımı ve ekoloji olmak üzere dokuz ana başlık altında toplanmaktadır.



Şekil 4.3. BREEAM Europe kategori ve yüzdeleri (Bilgen, 2011)

LEED gibi büyük ölçekli Amerikan sertifika sistemleri de dâhil olmak üzere, dünya genelinde geliştirilen değerlendirme kriterleri, sonraki birçok sertifika sistemi için temel bir referans noktası oluşturmuştur. Başlangıçta yalnızca Birleşik Krallık için tasarlanan BREEAM, zamanla küresel ölçekte sürdürülebilir binaların sertifikalandırılmasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. İngiltere dışında kapsamlı değerlendirmeler yapmak amacıyla BREEAM International, Türkiye'yi de kapsayan BREEAM Europe ve Körfez bölgeleri için BREEAM Gulf gibi alt sistemler oluşturulmuş olup, bu sertifikasyon mekanizması günümüzde 70 ülkede aktif olarak uygulanmaktadır.

Sertifikasyon süreci, gerekli belge ve dokümanların tasarım ekibi tarafından hazırlanarak sunulmasıyla başlamaktadır. BREEAM sertifikasyonunun, yetkilendirilmiş bir uzman tarafından yürütülmesi zorunludur. Proje, ilgili uzman tarafından detaylı bir incelemeye tabi tutulduktan sonra BREEAM ekibinin bir üyesine iletilir. Değerlendirme ve puanlama, belirlenen çeşitli performans kategorileri doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Projenin sağladığı her kriter için puan alması sonucunda, uygunluk derecesine bağlı olarak BREEAM sertifikası verilmektedir (Akıncıtürk, 2015).

BREEAM standartlarına göre, bir yapının çevresel performansının sertifikalandırılabilmesi için puanlama kriterlerinin en az %30 oranında karşılanması gerekmektedir. Projenin ulaştığı performans düzeyini sınıflandırmak amacıyla beş farklı seviye belirlenmiştir: %30-44 arası "Geçer" (Pass), %45-54 arası "İyi" (Good), %55-69 arası "Çok İyi" (Very Good), %70-84 arası "Mükemmel" (Excellent) ve %85 ve üzeri "Seçkin" (Outstanding) şeklinde derecelendirilir (Bilgen, 2011).

4.1.2. LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik)

Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) tarafından oluşturulan LEED (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) sertifikası, BREEAM ile birlikte dünya çapında en yaygın tanınan ve kullanılan sertifika sistemlerinden biridir. İlk versiyonu 1998 yılında hayata geçirilmiş olup, sürdürülebilir yapı tasarımı ve inşası alanında önemli bir standart haline gelmiştir.

LEED, tasarım, inşaat, işletme ve bakım süreçlerinde sürdürülebilirliğin tanımlanmasını ve değerlendirilmesini sağlayan yapılandırılmış bir sistem olarak geliştirilmiştir. Bu sistem, yapı sektöründeki tüm paydaşların, binaların yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkan çevresel etkileri azaltarak faaliyetlerini daha etkin bir şekilde yürütmelerini amaçlamaktadır. USGBC, "çevre ve bina kullanıcıları üzerindeki olumsuz etkileri önemli ölçüde azaltan veya tamamen ortadan kaldıran" yapıları "yeşil binalar" olarak tanımlamaktadır. LEED, bu tanım doğrultusunda hedeflerini belirlemekte ve bina tasarımını bütüncül bir yaklaşımla ele alarak, yapı sektöründe çevresel liderliği teşvik etmeyi, yeşil rekabet ortamı yaratmayı, yeşil binaların avantajları konusunda kullanıcı bilincini artırmayı ve inşaat sektörünü dönüştürmeyi temel amaçları arasında saymaktadır.

BREEAM'den ilham alarak geliştirilen LEED, öncelikle bina sürdürülebilirliğinin çevresel ve sosyal boyutlarına odaklanmaktadır. Sistem, su ve enerji verimliliğinin artırılması, karbon emisyonlarının azaltılması, sağlıklı ve konforlu iç mekan koşullarının teşvik edilmesi ve yenilenebilir yapı malzemelerinin kullanımı gibi alanlarda uzmanlaşmıştır. USGBC, sertifika sistemindeki her bir kategori için sektör gönüllülerinden oluşan çalışma ekiplerine sahiptir. Bu ekipler, sertifika kriterlerinin sürekli olarak geliştirilmesi üzerine çalışmalar yürütmektedir. Günümüzde, 2016 yılında yayınlanan LEED v4 versiyonu uygulanmaya devam etmekte olup, her yeni versiyonun amacı, sektördeki ilerlemelere uyum sağlayarak çevreye sıfır veya pozitif etki yaratan binaların sertifikalandırılmasını hedeflemektedir.

LEED v5 sertifikasyon sisteminin oylama sürecinin tamamlanarak 2025 yılında resmi olarak uygulamaya geçirilmesi öngörülmektedir. USGBC, bir sonraki sürümün piyasaya sürülmesi için 2030 yılını hedef olarak belirlemiştir. LEED v5, yeniden yapılandırılmış bir derecelendirme çerçevesine dayanmakta olup, temelinde belirli sistem hedefleri bulunmaktadır. Bu hedefler arasında iklim değişikliğiyle mücadele, yaşam kalitesinin artırılması ve ekolojik koruma ile restorasyon çalışmaları öncelikli konular

olarak öne çıkmaktadır Değerlendirme sistemi beş ana başlık altında toplanmıştır (Öktem, 2020).

LEED Building Design and Construction (BD+C); Bina tasarım ve inşaatı, LEED Interiors Design and Construction (ID+C); İç mekan tasarımı ve inşaatı, LEED Building Operations and Maintenance (O+M); Yapı işleri ve bakımı(Yapım sonrası), LEED Neighborhood Development (ND); Kentsel gelişim, LEED Homes Design & Construction; Konutlar için tasarım ve inşaat.

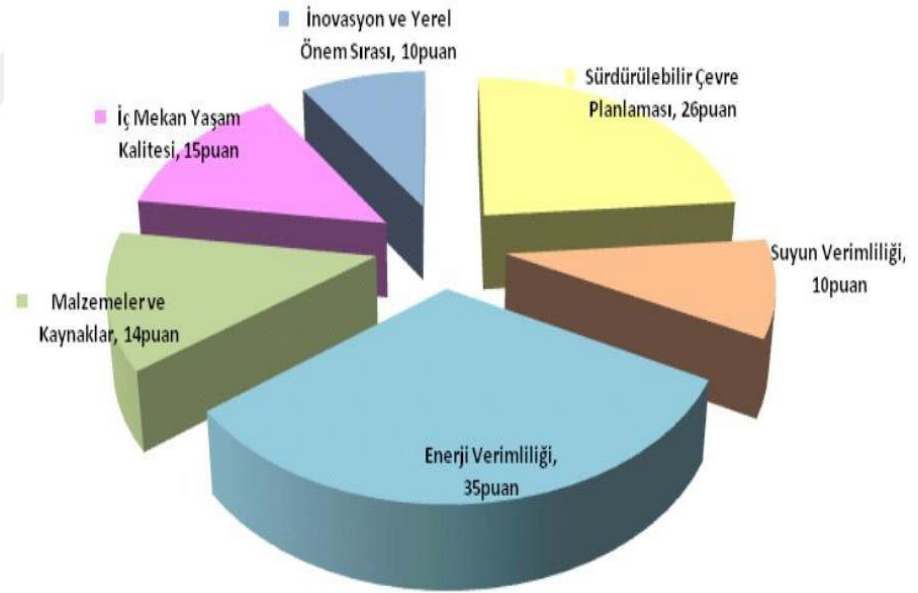
Günümüzde LEED programı, tasarım, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayan ve her biri kendine özgü gereklilikler içeren dokuz farklı sertifika türü sunmaktadır. Bu sertifikalar, projelerin sürdürülebilirlik performansını kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir.

- Yeni Konstrüksiyonlar(LEED-NC)
- Mevcut Bina Yenilemesi (LEED-EB)
- Ticari İç Mimari (LEED-CI)
- Kaba İnşaat ve Dış Cephe (LEED-CS)
- Okullar (LEED-S)
- Hastane ve Klinikler (LEED-Healthcare)
- Konutlar (LEED-Homes)
- Alışveriş Merkezleri (LEED-Retail)
- Mahalle Geliştirme (LEED-ND) değerlendirilmekte (Özdemir, 2019)

LEED v4.0 sertifikasyon sistemi, yeni yapılar ve büyük onarımlar kapsamında sekiz ana kategori üzerine yapılandırılmıştır. Bu kategoriler; konum ve ulaşım (location and transportation), sürdürülebilir arsalar (sustainable sites), su verimliliği (water efficiency), enerji ve atmosfer (energy and atmosphere), malzemeler ve kaynaklar (materials and resources), iç mekân çevre kalitesi (indoor environmental quality), tasarım ve yenilik (innovation and design) ile bölgesel öncelikler (regional priority) şeklinde sıralanmaktadır. Her bir kategori, projenin ve bina tipinin özelliklerine bağlı olarak farklı ağırlıklara sahip olacak şekilde değerlendirilmekte ve sertifikasyon sürecinde buna göre puanlandırılmaktadır.

LEED Yeşil Bina Sertifika Sistemi, her bir kategori içerisinde ön koşullar ve kredi puanlarından oluşmaktadır. Ön koşullar, bir projenin LEED sertifikası alabilmesi için zorunlu olarak karşılanması gereken temel gerekliliklerdir. Krediler ise projenin sürdürülebilirlik performansını artıran ve sertifikasyon puanı kazandıran ek unsurlardır. Bu yapı, projelerin çevresel etkilerini azaltmayı ve sürdürülebilir uygulamaları teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

LEED'in "LEED v4.1 O+M" güncellemesiyle birlikte, sistemde enerji, su, atık yönetimi, ulaşım ve insan deneyimi gibi başlıklar altında projelerin performans düzeyleri ölçülmekte ve bu veriler ARC platformu üzerinden raporlanmaktadır. Bu sayede, LEED v4.1 ile binaların ömür boyu performansının artırılması hedeflenmekte ve sistem, yalnızca yeni binaları değil, mevcut binalar ile iç mekanları da kapsayacak şekilde daha geniş ve kapsamlı bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır. Bu güncelleme, sürdürülebilirlik performansının sürekli izlenmesini ve iyileştirilmesini mümkün kılmaktadır (Öktem, 2020).



Şekil 4.4. LEED NC (Yeni Yapılar ve Büyük Onarımlar) v4.0 performans kategorileri ve dağılım oranları (Öktem, 2020)

LEED değerlendirme süreci, geliştirici, mimar, mühendis, peyzaj mimarı, yüklenici ve mülk yönetimi personeli gibi projenin temel paydaşlarını içeren entegre bir proje ekibinin oluşturulmasıyla başlar. Ardından, hedeflenen sertifika seviyesinin belirlendiği ve tüm paydaşların katılımıyla gerçekleştirilen bir çalıştay (LEED Eco Charette Workshop) düzenlenir. Sonrasında proje, USGBC'ye kaydedilir. Bu kayıt işlemi, tasarım

ekibi veya LEED akredite uzmanı tarafından yapılabileceği gibi, proje sahipleri de belgelerini doğrudan USGBC web sitesine yükleyerek süreci takip edebilir. BD+C, ID+C, O+M ve ND kategorilerindeki projelerin sertifika alabilmesi için en az 40 puan toplamı gerekmektedir. Proje ekibinin, LEED'in belirlediği kriterler doğrultusunda gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda elde edilen kredi puanlarına göre projeler sertifika almaya hak kazanır.

- 40-49 kredi puanı aralığında Sertifikalı (Certified),
- 50-59 kredi puanı aralığında Gümüş (Silver),
- 60-79 kredi puanı aralığında Altın (Gold),
- 80 ve üzeri kredi puanında Platin (Platinum)

olmak üzere dört farklı sertifika seviyesi bulunmaktadır. Projeler, topladıkları kredi puanlarına göre bu derecelerden birini almaya hak kazanmaktadır (Güneş, 2017).



Şekil 4.5. LEED puanlama sistemi (URL-24)

LEED ve BREEAM arasındaki farklılıklar incelendiğinde, en belirgin ayrımın denetleme yetkisinde olduğu görülmektedir. BREEAM'de denetim süreci, bağımsız BREEAM Denetçisi firmalar veya bireyler tarafından yürütülürken, LEED'de bu yetki yalnızca USGBC'ye aittir. Bununla birlikte, her iki sertifikasyon sisteminde de danışmanlık desteği mevcuttur. Teknik açıdan karşılaştırıldığında, LEED ve BREEAM'in değerlendirme kapsamındaki birçok konu benzerlik göstermektedir. Ancak, değerlendirme yöntemleri farklılık arz etmektedir. Genel olarak, LEED bina kullanıcılarının sağlığı ve konforu üzerinde daha fazla dururken, BREEAM ise binaların çevresel etkilerini minimize etmeye daha fazla odaklanmaktadır. Türkiye'de LEED sertifikası alan ilk yapı, 2008 yılında belgelendirilmiştir (Akıncıtürk, 2015).

4.1.3. Green Star (Yeşil Yıldız)



Şekil 4.6. Green Star logo (URL-25)

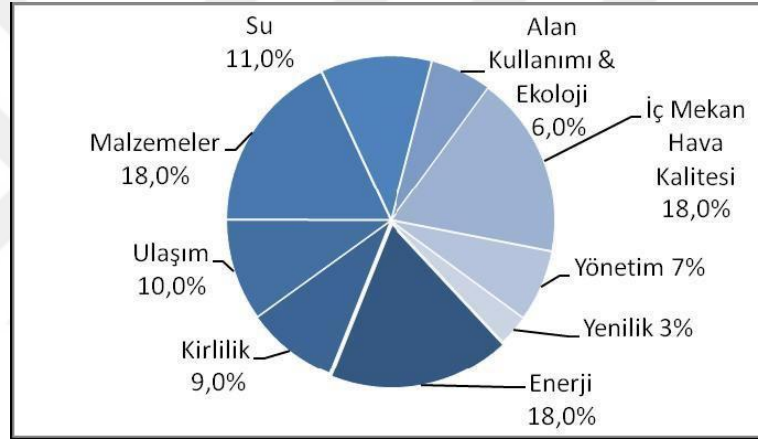
Green Star, 2003 yılında Avustralya Yeşil Bina Konseyi (GBCA) tarafından geliştirilmiş bir yapıli çevre sürdürülebilirlik derecelendirme sistemidir. BREEAM temel alınarak oluşturulan bu sistem, yapıların yaşam döngüsünün tüm aşamalarında projelerin sürdürülebilirliğini değerlendirmektedir. Green Star puanlama sistemi, Avustralya'da sürdürülebilir bir emlak sektörünün gelişimini desteklemek ve piyasa odaklı çözümler aracılığıyla yeşil bina uygulamalarının yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Başlangıçta yalnızca ofis yapıları için geliştirilmiş olup, ofis tasarımı, mevcut ofis binaları ve ofis iç mekânlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Zamanla alışveriş merkezleri ve eğitim yapıları da kapsamına eklenmiştir. Günümüzde ise bölgesel ölçekli projeler de dâhil olmak üzere, tüm bina türlerinin sertifikalandırılmasına imkân tanımakta ve tasarım, inşaat süreci ile devam eden performansı değerlendirmektedir.

Green Star sertifika sistemi, binaların çevresel performansının değerlendirilmesinde ortak bir standart oluşturmayı, sürdürülebilir tasarımın teşvik edilmesini ve toplumsal farkındalığın artırılmasını amaçlamaktadır. BREEAM ve LEED sistemlerinde olduğu gibi, Green Star'da da enerji verimliliği, malzeme ve kaynak yönetimi ile iç mekân hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi kriterler öne çıkmaktadır. Değerlendirmeye alınan yapının her performans kategorisinde elde ettiği puanlar, bölgesel ve iklimsel farklılıklar dikkate alınarak belirlenen ağırlık katsayıları ile çarpılmaktadır. Bu yöntem, sistemin Avustralya'nın farklı iklim bölgelerinde daha doğru ve adil bir değerlendirme yapmasını sağlamaktadır (Akıncıtürk, 2015).

- GREEN STAR – Communities (Topluluklar): Topluluklar ve bölgeler gelişim projeleri için kapsamlı ve bütünselik değerlendirme sistemi sunan araç.
- GREEN STAR – Design & As-Built (Tasarım & As-Built): Yeni binaların tasarım ve inşaat süreçlerini kapsayan bütüncül bir değerlendirme aracıdır.

- GREEN STAR - Interiors (İç Mekân): İç mekan tasarım ve yapım süreçlerini kapsayan kapsamlı ve bütünlük değerlendirmeye aracı
- GREEN STAR – Performance (Performans): Sürdürülebilir yapı uygulamalarını değerlendirmek üzere 4 ana kategori yer almaktadır.

BREEAM ile büyük ölçüde benzerlik gösteren bu sertifika sisteminde, yapıların tasarım ve inşaat süreci dokuz farklı kategori kapsamında değerlendirilmektedir. Bu kategoriler; yönetim, iç mekân kalitesi, enerji verimliliği, ulaşım, su yönetimi, arazi kullanımı ve ekoloji, malzeme seçimi, emisyon kontrolü ve inovasyon olarak belirlenmiştir (Akıncıtürk, 2015).



Şekil 4.7. Green star performans kategorileri ve dağılım oranları (Bilgen, 2011)

Derecelendirme süreci beş aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, projeye ilişkin genel bilgilerin kaydedildiği çevrim içi bir sistem aracılığıyla, projeler GBCA web sitesine yüklenir. Daha sonra, projenin tasarım, inşaat ve işletme aşamalarında Yeşil Yıldız kredileriyle değerlendirilen sürdürülebilirlik kriterlerini kanıtlamak amacıyla, standart tasarım ve yapım belgeleriyle birlikte belirli dokümanlar talep edilir. Başvuru sahipleri, ihtiyaç duymaları halinde Yeşil Bina Konseyi'nden teknik destek alabilmektedir. Hazırlanan belgeler, değerlendirilmek üzere GBCA'ya web sitesi üzerinden sunulur. Bu sunumlar, sürdürülebilir kalkınma konusunda uzman bağımsız bir panel tarafından incelenir ve herhangi bir eksiklik veya sorun tespit edilmediği takdirde, projeye sertifikalı bir derecelendirme verilir (Bilgen, 2011).

Yeşil Yıldız derecelendirme sistemi, 1 ile 6 Yıldız arasında değişen bir puanlama ölçeğine dayanmaktadır. En düşük seviyeyi 1 Yıldız, en yüksek seviyeyi ise 6 Yıldız

derecesi temsil etmektedir. Bir projenin Yeşil Yıldız sertifikası alabilmesi için, denetçi tarafından yürütülen değerlendirme sürecinin sonunda en az 4 Yıldız alması gerekmektedir. Projenin 4 Yıldız seviyesinde "yeşil yapı" olarak kabul edilebilmesi için toplam puanların en az %45'ini, 5 Yıldız seviyesine ulaşabilmesi için %60 veya daha fazlasını, en yüksek seviye olan 6 Yıldız derecesini alabilmesi için ise %75 veya daha fazlasını elde etmesi gerekmektedir. Yeni inşa edilen binalar için verilen sertifikalar süresiz olarak geçerli olup, herhangi bir yenileme gerektirmez. Ancak mevcut binaların yönetimine ilişkin sertifikalar üç yıl süreyle geçerlidir ve bu sürenin sonunda yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ortalama olarak, Yeşil Yıldız sertifikasına sahip binaların, Avustralya'da minimum standartları belirleyen P11 koduna uygun olarak inşa edilen benzer binalara kıyasla %45 daha az sera gazı emisyonu ürettiği ve %50 daha az elektrik tükettiği belirlenmiştir. Ayrıca, Yeşil Yıldız sertifikalı binaların %51 daha az içme suyu kullandığı ve ulusal ortalama olan %58 oranına kıyasla, inşaat ve yıkım süreçlerinde ortaya çıkan atıkların %96'sını geri dönüştürdüğü tespit edilmiştir (Saraç, 2019).

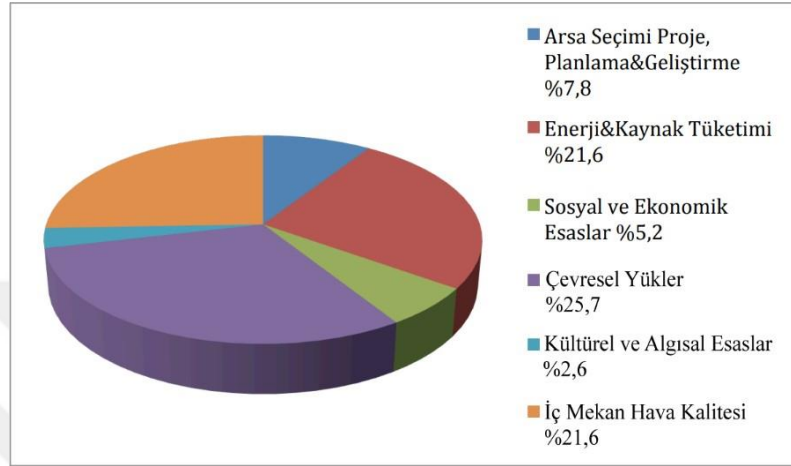
4.1.4. SBTool (Sürdürülebilir Bina Aracı)

1998 yılında Natural Resources Canada öncülüğünde, 14 ülkenin katılımıyla temelleri atılan GBTool, 2002 yılında IISBEE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) desteğini alarak SBTool adını almıştır. Günümüzde, 21 ülkenin ortaklığıyla yürütülen çok uluslu bir değerlendirme sistemi haline gelmiştir. SBTool'u diğer sertifikasyon sistemlerinden ayıran en önemli özellik, uluslararası katılımın sağlanmasıdır. Sistem, kullanıcıların farklı öncelikleri değerlendirmesine olanak tanıyacak şekilde tasarlanmış olup, çeşitli bölgelerin çevresel, sosyo-kültürel, ekonomik ve teknolojik koşullarına uyarlanabilme esnekliği sunmaktadır.

Temel amacı, her ülkenin mevcut en ileri teknolojilerini ve sürekli gelişen standartlarını dikkate alarak bina düzeyinde bir değerlendirme yöntemi oluşturmak, sürdürülebilir kalkınmanın çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları arasında dengeli bir yapı kurmaktır. Aynı zamanda, bina kullanıcılarının kolayca anlayıp yorumlayabileceği, müşteriler ve tasarımcılar için de anlaşılır ve pratik bir değerlendirme çıktısı ile sertifika etiketi sunmayı hedeflemektedir.

Değerlendirme sürecinde temel alınan performans kriterleri yedi ana kategoriye ayrılmaktadır: arsa seçimi, proje planlama ve geliştirme (site selection, project planning and development), enerji ve kaynak kullanımı (energy and resource consumption),

çevresel etkiler (environmental loadings), iç mekân çevre kalitesi (indoor environmental quality), hizmet kalitesi (service quality), sosyal ve ekonomik faktörler (social and economic aspects) ile kültürel ve algısal unsurlar (cultural and perceptual aspects). Her kategori, belirli göstergelerle tanımlanmakta olup, bu göstergeler ise çeşitli parametrelerle ayrıntılandırılmaktadır (Bilgen, 2011).



Şekil 4.8. Kanada’ya uyarlanan SBTool performans kategorileri ve dağılım oranları.

(Akıncıtürk, 2015)

Zaman olarak, bir binanın tüm yaşam döngüsü aşamalarını kapsayacak şekilde belirlenmelidir. Yeni yapılar için, inşaat sürecinden nihai yıkıma kadar olan tüm aşamalar değerlendirmeye alınırken, mevcut binalarda ise müdahale anından başlayarak yapının yıkımına kadar olan süreç dikkate alınmaktadır.

Bir binanın performansını temel sürdürülebilirlik unsurları çerçevesinde değerlendiren küresel bir gösterge olarak belirlenen dokuz ana kategori bulunmaktadır. Bu kategoriler şunlardır: C1 – İklim değişikliği ve dış hava kalitesi, C2 – Arazi kullanımı ve biyolojik çeşitliliğin korunması, C3 – Enerji verimliliği, C4 – Malzeme kullanımı ve atık yönetimi, C5 – Su kaynaklarının verimli kullanımı, C6 – Kullanıcı sağlığı ve konforu, C7 – Erişilebilirlik olanakları, C8 – Sürdürülebilirlik eğitimi ve farkındalık artırma çalışmaları, C9 – Yaşam döngüsü maliyet analizi. Her bir değerlendirme kategorisi, bir veya birden fazla gösterge ile tanımlanmaktadır.

İki aşamalı ağırlık katsayısı uygulamasına dayanan bu değerlendirme sistemi, yapı performans ölçütlerini -1 ile 5 arasında puanlandırmaktadır. -1: yetersiz performans, 0: kabul edilebilir, 3: başarılı uygulama, 5: en yüksek düzeyde uygulama. Değerlendirme sürecinin sonunda, yapı 0 ile 5 arasında bir puan elde etmektedir.

SBTool sertifika sistemi, puanlamaya dayalı olarak dört seviyeye ayrılmaktadır. Buna göre; %0-39 puan aralığı "sertifikalı", %40-59 aralığı "bronz", %60-79 aralığı "gümüş" ve %80-100 aralığı "altın yaprak" sertifikası olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sertifika sisteminin temel amacı, bulunduğu bölgede sürdürülebilir bina uygulamalarını teşvik etmektir. İnşaat sektöründeki tüm paydaşlar tarafından kolaylıkla anlaşılabilir şekilde tasarlanmış olup, yerel inşaat teknolojileriyle uyumlu bir hedef listesi sunarak sürdürülebilir tasarım ve inşaat süreçlerini desteklemektedir (Akıncıtürk, 2015).

4.1.5. CASBEE (Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi)



Şekil 4.9. CASBEE logosu (URL-26)

2000'li yılların başına kadar Japonya'da bina yapılarının çevresel etkilerini değerlendirebilecek kapsamlı bir yöntem veya araç bulunmamaktaydı. Bu eksikliği gidermek amacıyla, Japonya Sürdürülebilir Yapı Konsorsiyumu (JSBC) ile hükümet ve akademik kuruluşların iş birliğiyle faaliyet gösteren Yeşil Bina Konseyi (JaGBC), konut inşaat sektörünün çevresel etkisini azaltmaya yönelik uluslararası alanda kabul görmüş bir yeşil bina değerlendirme sistemi oluşturmak için çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmalar sonucunda, 2004 yılında Yapılı Çevre Verimliliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi (CASBEE - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) geliştirilmiştir.

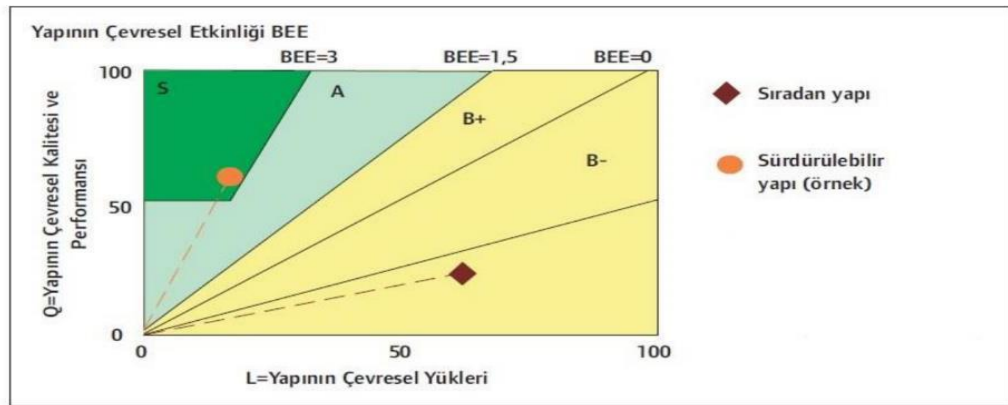
CASBEE, hem bireylerin yaşam standartlarını iyileştirmek hem de binaların çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki etkisini en aza indirmek amacıyla, bireysel konutlardan kentsel ölçeğe kadar farklı seviyelerde uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Değerlendirme kriterleri; enerji verimliliği, kaynakların etkin kullanımı, bölgesel çevre faktörleri ve iç mekân kalitesi olmak üzere dört temel ilkeye dayanmaktadır (Saraç, 2019).

CASBEE, binaları yaşam döngüsünün farklı aşamalarında değerlendirmek amacıyla, çeşitli kullanıcı gruplarına hitap eden dört farklı araca sahiptir. Bu araçlar iki

ana kategoriye ayrılmaktadır. İlk kategori, yeni binalara odaklanmaktadır ve iki değerlendirme aracını içermektedir: biri, proje bağlamını belirlemeyi amaçlayan tasarım öncesi aşama (mal sahipleri ve tasarımcılar için), diğeri ise tasarım sürecinde binanın çevresel verimliliğini artırmayı hedefleyen çevresel proje değerlendirme aracı (tasarımcılar ve inşaatçılar için). İkinci kategori ise mevcut binalara yöneliktir ve iki temel aracı kapsamaktadır: biri, mevcut yapıların çevresel performansını derecelendirmek amacıyla kullanılan çevresel sertifikasyon aracı (mal sahipleri, tasarımcılar ve inşaatçılar için), diğeri ise proje sonrası değerlendirme sürecinde, binanın işletme aşamasında çevresel verimliliğinin nasıl geliştirilebileceğine dair veri toplamayı amaçlayan bir araçtır (mal sahipleri, tasarımcılar ve yöneticiler/operatörler için (Antonio ve Miranda, 2013).

Konutlar ve diğeri yapılar, kentsel alanlar ve şehirler gibi farklı mekânsal ölçeklerde uygulanabilecek sistematik araçlar sağlamaktadır. Ayrıca, planlama, tasarım, inşaat, bina kullanımı ve yenileme süreçleri gibi farklı zaman dilimlerinde değerlendirilmesine de olanak tanımaktadır (Akıncıtürk, 2015).

Açık bir konsept üzerine inşa edilen CASBEE, farklı bina türlerinin nihai hedeflerini ve performanslarını değerlendirmeye imkân tanıyan araçların çeşitlendirilmesine zemin hazırlamıştır. İdari süreçlerden tasarım desteğine, mülk değerlemeden bina markalaşmasına kadar geniş bir yelpazede kullanılan bu sistem, kapsamlı uygulamalara olanak sunmaktadır. CASBEE değerlendirme sonuçları, Bina Çevre Verimliliği (BEE - Building Environmental Efficiency) değeri esas alınarak belirlenmektedir. BEE, binanın ekolojik verimliliğini tanımlamak amacıyla geliştirilmiş olup, CASBEE sisteminin temel dayanağı ve en önemli bileşeni olarak kabul edilmektedir (Yılmaz, 2019).



Şekil 4.10. CASBEE'ye göre yapının çevresel etkinliğine (BEE) göre sürdürülebilirlik ve sertifika düzeyleri (Bayraktaroğlu, 2014)

Bir binanın çevresel performansının değerlendirilmesi kapsamında yapılan nihai sınıflandırma, beş seviyeden oluşmaktadır: C, B-, B+, A ve S. Bu sınıflandırmada, C en düşük performans seviyesini, S ise en yüksek sürdürülebilirlik derecesini temsil etmektedir (Öktem, 2020).

4.1.6. DGNB (Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası)

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), Alman Sürdürülebilir Bina Konseyi tarafından Federal Ulaştırma, İnşaat ve Kentsel İşler Bakanlığı (BMVBS) iş birliğiyle 2008 yılında geliştirilmiş ve öncelikli olarak Almanya ile çevre ülkelerde kullanılan bir sertifikasyon sistemidir. Bu sistem, binaların kalite standartlarını geniş bir perspektiften ele alarak planlanması ve değerlendirilmesi amacıyla bir değerlendirme aracı olarak tasarlanmıştır.

Sertifikasyon süreci, yalnızca sürdürülebilirlik ilkelerine değil, aynı zamanda yüksek teknik standartlara ve süreç kalitesine de odaklanarak, farklı bina türlerine kolayca uyarlanabilen esnek bir yapı sunmaktadır. Bu sertifikasyon sistemi, ilk olarak 2008 yılında ofis ve yönetim binalarının sürdürülebilirliğini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Sistemin bu versiyonu, pilot uygulama aşamasının ardından ortaya çıkmış ve ofis ile yönetim binalarının performansını 49 farklı kriter üzerinden analiz etmiştir. Güncel versiyonda ise sistem, en yaygın kullanım alanı olan "yeni inşaat ofislerinin" yanı sıra eğitim yapıları, ticari binalar ve konut projelerini de kapsayacak şekilde genişletilmiş çeşitli şemalara sahiptir.

DGNB sertifika sistemi, yapıyı çevrenin sürdürülebilir bir şekilde planlanması, tasarlanması, inşa edilmesi, işletilmesi ve uzun vadeli kalkınmasını desteklemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu sistem, yapının yaşam döngüsünün tüm aşamalarını kapsayan bütünlük bir perspektifi benimser ve değerlendirme sürecinde ekoloji, ekonomi, sosyokültürel ve işlevsel faktörlerin yanı sıra teknik özellikler, süreçler ve konum gibi temel kriter gruplarına odaklanır. Bu yaklaşım, sürdürülebilirliği çok boyutlu bir çerçevede ele alarak kapsamlı bir değerlendirme sunar (Öktem, 2020).

DGNB sertifika sisteminde,

- DGNB sertifika / yenileme projeleri
- DGNB ön sertifika / yeni binalar
- DGNB iç mekanlar
- DGNB mevcut binalar

- DGNB yeni yapılacak binalar

Sistem, beş ana kategoriye ayrılmış olup, her bir kategori için farklı gereklilikler ve değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Projelerin puanlaması, önceden tanımlanmış eşik değerleri ve doğrulama yöntemleri çerçevesinde, kapsamlı bir kriter kataloğu ve performans göstergeleri üzerinden gerçekleştirilir. Bu süreç, projelerin sürdürülebilirlik standartlarına uygunluğunu sistematik bir şekilde ölçmeyi amaçlar (Öktem, 2020).

Proje değerlendirmesi, belirlenmiş eşik değerleri ve doğrulama metodolojileri çerçevesinde, kriter katalogları ve performans göstergeleri üzerinden gerçekleştirilir. Alman sertifikasyon programı, bir binanın, kentsel alanın veya iç mekanın sürdürülebilirliğini sağlamanın yanı sıra, yatırımcılara, tasarımcılara ve yapı çevrenin kullanıcılarına, sürdürülebilir bir şekilde planlama, inşa etme ve işletme süreçlerinde rehberlik etmeyi hedefler. Aynı zamanda, yapıların ekonomik, sosyo-kültürel ve işlevsel boyutlarda kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini amaçlar.

DGNB puanlama ve derecelendirme sistemi, her biri belirli bir ağırlığa sahip olan altı temel değerlendirme alanının (konu başlığının) performansı üzerine kuruludur. Bu alanlar, projelerin sürdürülebilirlik performansını kapsamlı bir şekilde ölçmek için kullanılır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. DGNB setifika dağılım oranları (Saraç, 2019)

DGNB Değerlendirme Ölçütleri	Binalar İçin (%)	Kentsel Bölgeler İçin (%)
Ekolojik nitelik	%22.5	%22.5
Ekonomik nitelik	%22.5	%22.5
Sosyo- kültürel ve işlevsel nitelik	%22.5	%22.5
Teknik nitelik	%22.5	%22.5
Sürecin niteliği	%10	%10
Konumun niteliği	%100	%100

4.1.7. B.E.S.T (Binalarda Ekolojik Sürdürülebilir Tasarım) Değerlendirme Sertifikası

B.E.S.T Sertifika Sistemi, 2012 yılında Türkiye’de Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği tarafından, LEED, BREEAM ve DGNB gibi uluslararası sertifikasyon sistemleri örnek alınarak geliştirilmiş bir konut sertifikasyon sistemidir. Bu sistemin temel amacı, sürdürülebilir tasarım ve yeşil bina alanında uzmanlaşmış profesyonellerin bir araya

geldiği bir platform oluşturarak, hedeflenen yeşil bina performans kriterlerinin belirlenen süre ve bütçe çerçevesinde karşılanmasını sağlamaktır (Deligöz ., 2020).

B.E.S.T. Konut Sertifika Sistemi, Türkiye’de halihazırda uygulanmakta olan yerel bir sertifikasyon sistemi olup, yalnızca yeni inşa edilen konutları kapsamaktadır. Konutların değerlendirilmesi sürecinde ise Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi, Arazi Kullanımı, Su Verimliliği, Enerji Verimliliği, Sağlık ve Konfor, Malzeme ve Kaynak Yönetimi, Konutta Yaşam Kalitesi, İşletme ve Bakım ile Yenilikçilik olmak üzere toplam dokuz temel kriter esas alınmaktadır.

Her bir kriter, kendi içinde belirli bir puanlama sistemine tabidir. Özellikle "Konutta Yaşam" kategorisi kapsamında, sosyal yaşamı teşvik eden evrensel ve kapsayıcı tasarım anlayışı ile sanat, spor ve dinlenme alanlarına yönelik ölçütler değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, "Arazi Kullanımı" kategorisinde yer alan kentsel donatılara erişim, yoğunluk ve konut yapısı ilişkisi gibi ölçütler ile "Malzeme ve Kaynak Kullanımı" kategorisinde bulunan yerel malzeme kullanımı kriteri, yalnızca ekolojik unsurları değil, aynı zamanda sosyal boyutları da içeren değerlendirme ölçütleri arasında yer almaktadır (Deligöz ., 2020).

Çizelge 4.2. B.E.S.T. Konut Sertifika Sisteminin Değerlendirme Ölçütleri Puan Dağılımı (Özdemir, 2019)

B.E.S.T Değerlendirme Ölçütleri	Puan%
Bütünleşik Yeşil Proje Yönetimi	9
Arazi Kullanımı	13
Su Kullanımı	12
Enerji Kullanımı	26
Sağlık ve Konfor	14
Malzeme ve Kaynak Kullanımı	14
Konutta Yaşam	14
İşletme ve Bakım	6
Bütünleştirici Süreç	2

Değerlendirme sürecinin sonucunda, sertifika alabilmek için toplam 110 puan üzerinden en az 45 puan elde edilmesi gerekmektedir. Yapıların performansına göre, 45-65 puan aralığında kalanlar "Onaylı", 65-79 puan aralığında olanlar "İyi", 80-99 puan

aralığındakiler "Çok İyi" ve 100-110 puan aralığına ulaşanlar ise "Mükemmel" derecesine sahip sertifikayı almaya hak kazanmaktadır. Bu derecelendirme, yapıların sürdürülebilirlik performansını kategorize etmektedir (Özdemir, 2019).



Şekil 4.11. B.E.S.T. sertifika düzeyleri (URL-27)

Çizelge 4.3. Yeşil bina sertifika karşılaştırmaları

Kriter	BREEAM (İngiltere)	LEED (ABD)	Green Star (Avustralya)	SBTool (Uluslararası)	CASBEE (Japonya)	DGNB (Almanya)	B.E.S.T (Türkiye)
Kuruluş Yılı	1990	1998	2003	2002	2001	2007	2012
Amaç	Çevresel performans	Enerji ve sürdürülebilirlik	Bölgesel sürdürülebilirlik	Yerel koşullara uyarlabilir sürdürülebilirlik	Enerji performansı ve konfor	Ekonomik, ekolojik, sosyokültürel sürdürülebilirlik	Türkiye'ye özgü bina performansı değerlendirilmesi
Değerlendirme Alanları	Enerji, su, sağlık, ekoloji, atık	Enerji, su, iç hava kalitesi, malzemeler	Enerji, su, ulaşım, ekoloji, inovasyon	Bölgesel kriterlere göre özelleştirilebilir	Enerji, çevresel verimlilik, iç konfor	Çevresel, ekonomik, sosyokültürel faktörler	Enerji, su, atık yönetimi, ulaşım, ekoloji
Sertifika Seviyeleri	Geçer, iyi, çok iyi, mükemmel, seçgin	Sertifika, gümüş, altın, platin	4-5-6 yıldız	Bölgesel kriterlere göre planlama	C, B-, B+, A, S	Bronz, gümüş, altın, platin	Bronz, gümüş, altın, platin
Yerel Uyumluluk	Avrupa'ya özgü ancak uluslararası uygulanabilir	Küresel ölçekte yaygın	Avustralya ve çevresi için optimize edilmiş	Yerel ihtiyaçlara göre özelleştirilebilir	Japonya'ya özel kriterler içerir	Çok disiplinli ve bütünsel yaklaşım	Türkiye'ye özel kriterler içerir
Enerji Verimliliği	Yüksek	Çok yüksek	Orta	Orta	Orta	Çok yüksek	Yüksek
Su Yönetimi	Yüksek	Çok yüksek	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Yüksek
Maliyet-Etkinlik	Orta	Yüksek	Orta	Orta	Orta	Yüksek	Orta

Karşılaştırma özeti yapacak olursak; BREEAM ve DGNB, binaların tüm yaşam döngüsünü değerlendirirken, LEED daha çok tasarım ve inşaat aşamalarına odaklanır. LEED ve BREEAM uluslararası alanda daha yaygınken, CASBEE ve GREEN STAR bölgesel olarak öne çıkar. SBTool ve B.E.S.T, yerel koşullara göre uyarlanabilir esnek yapılarıyla dikkat çeker. Tüm sistemler enerji verimliliği ve çevresel etkileri ön planda tutar, ancak DGNB ekonomik performansı da değerlendirir. Bu sistemler, projenin bulunduğu coğrafya, bütçe ve hedeflere göre tercih edilebilir. Her bir sistem, sürdürülebilir yapılar inşa etmek için farklı avantajlar sunar.

B.E.S.T. (Binalarda Ekolojik Sürdürülebilir Tasarım) İçin Öneriler:

- LEED, BREEAM ve DGNB gibi küresel sertifikalarla daha fazla uyum sağlanabilir.
- Avrupa ve Amerika'daki projelerde kabul görmesi için ISO 14001, EN 15978 gibi sürdürülebilirlik standartlarıyla entegre edilebilir.
- Türkiye'nin farklı iklim bölgelerine göre değişen kriter setleri oluşturulabilir.
- Bölgesel adaptasyon sağlayarak İstanbul, Antalya, Erzurum gibi farklı iklim kuşaklarına özgü değerlendirme metrikleri geliştirilebilir.
- Akıllı bina teknolojileri (yapay zeka destekli enerji yönetimi) gibi unsurları değerlendirme kriterlerine dahil edebilir.
- Dijital sertifikasyon ve blockchain tabanlı veri izleme sistemleri ile puanlama süreci daha şeffaf hale getirilebilir
- DGNB'nin sosyokültürel sürdürülebilirlik yaklaşımı gibi, B.E.S.T. sosyal sürdürülebilirliği de puanlamaya dahil edebilir.
- Yerel malzeme kullanımı, sosyal sorumluluk projeleri ve iş gücü sürdürülebilirliği gibi ek faktörler puanlamada dikkate alınabilir.
- Türkiye'deki büyük projelerde zorunlu hale getirilmesi veya teşvik mekanizmaları oluşturulması yaygınlaşmasını sağlar.
- İhracat yapan inşaat firmaları için bu sertifikanın uluslararası geçerliliğini artırmak amacıyla tanıtım çalışmaları yapılabilir.

B.E.S.T., Türkiye'ye özgü ve maliyet-etkin bir sürdürülebilir bina sertifikası olarak öne çıkıyor. Ancak uluslararası geçerliliğini artırmak, bölgesel esnekliği genişletmek ve teknolojik gelişmelere adapte olmak için daha fazla entegrasyon sağlanabilir. Bu öneriler, B.E.S.T.'i daha rekabetçi, esnek ve yenilikçi bir sertifika sistemine dönüştürebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sürdürülebilir Konut Örnekleri

5.1.1. Türkiye’den Sürdürülebilir Konut Örnekleri

5.1.1.1. Diyarbakır Güneş Evi

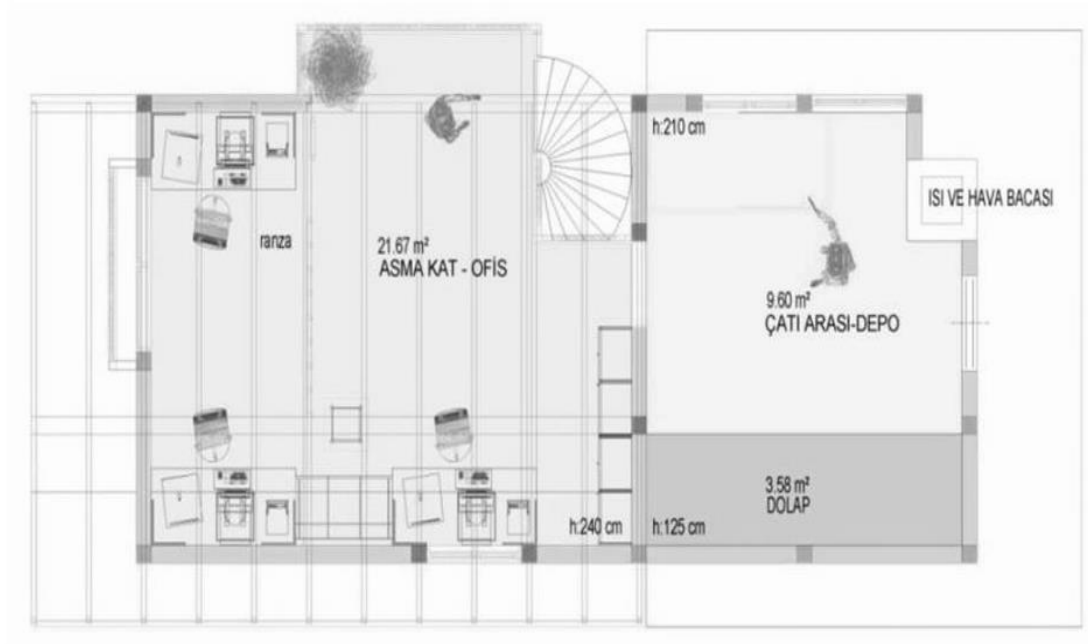
Tamamen kendi enerjisini üretebilen ve “Enerji Mimarlığı” ilkeleri doğrultusunda tasarlanan “Diyarbakır Güneş Evi”, Avrupa Birliği tarafından desteklenen bir projedir. Bu proje, Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi’nin öncülüğünde, Dicle Üniversitesi ve Güneydoğu Sanayici ve İşadamları Derneği’nin iş birliğiyle 1 Aralık 2006 tarihinde “Diyarbakır Güneş Evi Eğitim ve Uygulama Parkı” (Diyarbakır Solar House Educational Implementation Park) kapsamında başlatılmıştır. İnşası tamamlanan yapı, 21 Haziran 2008 tarihinde hizmete açılmıştır (Şekil 5.1). Projenin eğitim ve farkındalık yaratma faaliyetleri, Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilirken, aynı zamanda Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı’ndan da destek alınmıştır (Güneşevi, 2024).



Şekil 5.1. Diyarbakır Güneş Evi (URL-28)



Şekil 5.2. Diyarbakır güneş evi zemin kat planı (URL-29)



Şekil 5.3. Diyarbakır güneş evi asma kat planı (URL-30)

Toprak altı enerjisinin kullanımı: Gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, evin yakınında bulunan eski bir kuyudaki suyun sıcaklığının, en sıcak yaz günlerinde ve en soğuk kış aylarında dahi 12 ila 17 derece arasında sabit kaldığı belirlenmiştir. Arka bahçedeki toprak zeminin üç metre derinliğine döşenen boru sistemi sayesinde, ortalama 15 derece sıcaklığa sahip suyun dolaşımı sağlanarak, bu su zemin kat döşemesinde, tavanlarda ve asma kat altına yerleştirilen özel borularda hareket ettirilmek suretiyle yaz aylarında doğal havalandırma sürecine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, havadan havaya enerji transferi yoluyla bu sistemden yararlanmak amacıyla, toprak altına 30 cm çapında ve 88 metre uzunluğunda ek bir boru hattı yerleştirilmiştir. Hava borularında terleme nedeniyle meydana gelebilecek yoğuşma sularının tahliyesini sağlamak için başlangıç ve bitiş noktalarında drenaj mekanizmaları oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra, tromp duvarları ve seranın meydana getirdiği vakum etkisi aracılığıyla doğal hava akışı sağlanmakta, gerektiğinde ise devreye giren aspiratörler yardımıyla bu serin hava yaz aylarında iç mekâna yönlendirilmektedir.

Sera ve güneş duvarları ile ısıtma soğutma: Güneş ışığını doğrudan alan cephede bulunan yaşam alanına entegre edilen sera, evin sebze ihtiyacının bir kısmının karşılanmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 5.5). Güneş enerjisi ile ısınan bu bölümde ve tromp duvarlarında, alt ve üst kısımlarda iç mekâna açılan hava menfezleri yer almaktadır. Alt menfezden tromp duvarına giren serin hava, güneşin etkisiyle ısınarak yoğunluğu azaldığı için yükselmekte ve üst menfez aracılığıyla tekrar yaşam alanına yönlendirilerek iç ortamın hızlı bir şekilde ısınmasını sağlamaktadır (Şekil 5.4). Güneş duvarındaki camlardan geçen kısa dalga boylu ışınlar, tromp duvarının iç yüzeyindeki siyah sac levhaya çarptığında ısı enerjisine dönüşmekte ve dalga boyu uzamaktadır. Dalga boyu büyüyen ışınlar, girdikleri cam yüzeyden tekrar dışarı çıkamadıkları için içeride kalarak sera etkisi oluşturarak iç ortam sıcaklığının artmasına katkıda bulunmaktadır. Bu ısının, güneş ışınlarının olmadığı zamanlarda da bir süre korunabilmesi için 1,5 mm kalınlığındaki siyah boyalı sac levhanın arkasına kum eklenerek ısı depolayan bir kütle oluşturulmuştur. Soğuk iklimlerde bu tür ısıtma kütleleri genellikle yapının tuğla veya taş duvarları ile sağlanmaktadır. Ancak Diyarbakır'da, yaz aylarında duvarların fazla ısınmasının iç mekânda aşırı sıcaklığa neden olabileceği göz önünde bulundurularak, ısı depolama amacıyla kum tercih edilmiş ve bu yapı elemanı, izolasyonlu duvar sisteminin dışına konumlandırılmıştır (Aykal vd., 2009).



Şekil 5.4. Isıtma-soğutma sistem detayı (URL-31)



Şekil 5.5. Seraya bakış (URL-32)

Venturi bacası ve rüzgar kepçesinin kullanımı: Esen rüzgâr, ağzı daraltılmış huni şeklindeki bir düzenekten geçerken hız kazanmakta ve bu hava akımı, dikey bir kanal aracılığıyla iç mekâna yönlendirilerek temiz ve serin havanın girişine imkân tanımaktadır.

İç mekânda ısınarak yükselen kirli hava ise venturi bacası vasıtasıyla dış ortama tahliye edilmektedir. Bilindiği üzere, bir şişenin içindeki havayı boşaltmanın etkili bir yöntemi, ağzına paralel yönde güçlü bir hava akımı üflemdir. Benzer bir prensiple çalışan baca ve rüzgâr kepçesi, çatı yüzeyinde, güneş kolektörlerinin üzerinde bırakılan geniş bir açıklığa monte edilmiştir. Siyah boyalı sac malzemeden özel olarak tasarlanmış bu sistemde, rüzgâr kepçesi ve venturi bacası, farklı hava kanalları oluşturularak entegre bir şekilde tasarlanmıştır. Tromp duvarları, sera alanı ve venturi bacasında bulunan tüm hava menfezleri, manuel olarak açılıp kapatılabildiği gibi, güneş ışınımı, hava sıcaklığı ve rüzgâr hızını takip eden sensörler aracılığıyla otomasyon sistemine de entegre edilebilmektedir (Vezioroğlu, 2010).

İzolasyon: Yapının duvar ve tavanlarında, insan sağlığına herhangi bir zarar vermeyen, selüloz ve bor bileşiği karışımından üretilmiş bir yalıtım malzemesi tercih edilmiştir. Ahşap taşıyıcı sistemin iç kısmı, püskürtme yöntemi kullanılarak doldurulmuştur. Farklı yalıtım yöntemlerinin performansını karşılaştırmak amacıyla, çatının bir bölümünde serbest perlit, diğer bölümünde ise geleneksel Anadolu evlerinde yaygın olarak kullanılan kil ve kamış malzemeleri uygulanmıştır. İç yüzeyler alçı levhalarla kaplanmıştır. Bilindiği üzere, alçı tozu yangın söndürme özelliğine sahip olup, alçı levhalar da yanmaz yapıları sayesinde yangına karşı geciktirici bir etki sunmaktadır. Yapının zemininde ve dış cephelerinde, lifli sunta üzerine perlitin organik bir bağlayıcı madde ile birleştirilmesiyle elde edilen özel bir sıva kullanılmıştır (Şekil 5.6). Bu sıva, suya ve ısıya karşı dayanıklı olmasının yanı sıra, buhar geçirgenliği sağlayarak yapı içerisinde dengeli bir nem kontrolü sunan akılcı bir çözümdür (Aykal vd., 2009).



Şekil 5.6. Çatı ve duvar yalıtımı (URL-33)

Şömine: Şömine, kendi enerjisini üreten yapılarda hem olağan hem de beklenmedik durumlarda başvurulabilecek etkili bir ısınma yöntemidir (Şekil 5.7). Döküm gövdeli ve akıllı bir şömine kullanımı sayesinde, düşük miktarda yakıt tüketimiyle, iç mekân sıcaklığının 10°C'nin altına düşmeyeceği öngörülerek, mevcut sıcaklığa 15°C eklenmesi ve böylece 25°C'lik konforlu bir iç ortam sıcaklığına ulaşılması mümkün olmaktadır. Şöminede yakılan odun, yalnızca büyüme sürecinde bünyesine absorbe ettiği karbon miktarı kadar emisyon açığa çıkarmaktadır. Dolayısıyla, petrol ve kömür gibi fosil yakıtların topraktan çıkarılıp yakılması söz konusu olmadığında, atmosferdeki karbon dengesi korunabilmektedir (Aykal vd., 2009).



Şekil 5.7. Şömine (URL-34)

PV güneş panelleri ve güneş kollektörleri: Diyarbakır bölgesinin enlemine uygun olacak şekilde, 40 derece eğime sahip güney çatısında ve yine güneye bakan, 17 derece eğimli mutfak çatısında, her biri 162 watt gücünde olan toplam 24 adet fotovoltaik güneş paneli kullanılmıştır (Şekil 5.8). Bu sistem, 3.88 kW kurulu güce ulaşmakta olup, invertör, regülatör ve enerji depolama amacıyla kullanılan 16 adet, 12 volt 100 amper kapasiteli özel aküler aracılığıyla sürekli elektrik üretimi sağlamaktadır. Günümüzde bazı ülkelerde, “çift saat uygulaması” olarak adlandırılan bir sistem sayesinde, yapılarda üretilen fazla enerjinin ulusal şebekeye aktarılması mümkün hale gelmektedir. Ülkemizde bu uygulamanın hayata geçirilmesi durumunda, akülü depolama sistemine ek olarak, yapının ürettiği fazla enerjinin şebekeye aktarılmasıyla “artı enerjili bina” statüsü kazanması

sağlanabilecektir. Çatıya ek olarak, sıcak kullanım suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla iki adet güneş kolektörü yerleştirilmiş ve zemin kata özel bir sıcak su deposu konumlandırılmıştır. Türkiye'de yıllık 3300 saat güneşlenme süresiyle en yüksek güneşlenme oranına sahip illerden biri olan Diyarbakır'da, güneşli kış günlerinde elde edilen ve depolanan sıcak suyun, gece saatlerinde döşeme altına yerleştirilen boru sistemleri aracılığıyla iç mekânın ısıtılmasına katkı sağlaması öngörülmüştür (Aykal vd., 2009).



Şekil 5.8. Panel ve kolektör montajı (URL-35)

Biyolojik arıtma: Evsel atık sular, “Dönen Biyolojik Disk” (Rotating Biological Disk) yöntemi kullanılarak, plastik disklerin yüzeyinde gelişen bakteriler aracılığıyla arıtılmaktadır. Bu sistem, oldukça düşük enerji tüketimiyle çalışmakta olup, atık suların %90-95 oranında temizlenmesini sağladıktan sonra, bahçe sulamasında kullanılmak üzere yağmur suyu deposuna yönlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Şekil 5.9). Disk yüzeylerinde doğal olarak oluşan bakteriler, ani ve değişken organik yük koşullarına diğer arıtma sistemlerine kıyasla çok daha hızlı adapte olabilmektedir. Arıtma sürecini gerçekleştiren bakterilerin çoğalabileceği yüzeyin yalnızca döner disklerden oluşması, sınırlı bir alan içerisinde yüzlerce metrekarelik aktif yüzey alanı oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Sessiz ve kokusuz çalışan bu sistem, kapasitenin artırılması veya azaltılması amacıyla ilave parçaların eklenmesi ya da mevcut bileşenlerin bir kısmının devre dışı bırakılması yoluyla kolayca ölçeklendirilebilmektedir (Aykal vd., 2009).



Şekil 5.9. Biyolojik arıtma diskinin montajı (URL-36)

Yağmur suyu: Evin inşa edildiği Sümerpark bölgesinde yer altı su kaynakları bol miktarda bulunmasına rağmen, suyun gelecekteki önemi ve bölgedeki kıtlığı göz önünde bulundurularak örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, çatılardan toplanan yağmur suyu borular aracılığıyla kuzey cephesinde yer alan su deposuna yönlendirilerek yer altında depolanmaktadır. Ayrıca, evsel atık suların arıtılmasıyla elde edilen su, karbon filtreden geçirilerek yağmur suyu ile birleştirilmekte ve bahçe sulamasında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, bu suyun rezervuarlarda değerlendirilmesi de mümkündür. Yağmur suyu toplama sürecinin daha ileri bir seviyeye taşınması için, 50-60 cm derinliğinde bir süzek malzeme tabakası ve drenaj kanalları kullanılarak, yağış alan yüzeyin genişletilmesi sağlanabilir. Böylelikle, toprağı ve yüzey bitkilerinin köklerini besleyen yağmur suyunun fazlası geri kazanılarak depolanabilmektedir.

Ahşap taşıyıcı sistem: Güneş Evi'nin taşıyıcı sistemi, dünyada tamamen geri dönüştürülebilir tek yapı malzemesi olan ahşaptan inşa edilmiştir (Şekil 5.10). Bu tercih sayesinde, yapının deprem riskine karşı tam anlamıyla güvenli hale getirilmesi sağlanmıştır. Beton ile kıyaslandığında 16 kat daha yüksek yalıtım kapasitesine sahip olan ahşap malzeme, olası bir deprem durumunda çelik ve betonarme yapılara göre daha dirençli bir yapı sunmaktadır. Ayrıca, dünya genelinde altı kata kadar inşa edilmiş ahşap bina örnekleri yaygın olarak görülmektedir (Güneşevi, 2024).



Şekil 5.10. Ahşap taşıyıcı sistem (URL-37)

Enerji üreten ve enerjiyi koruyan cam malzeme kullanımı: Güneş Evi'nin serasında ve üç cephesinde yer alan güneş duvarlarında cam malzeme tercih edilmiştir. Yapıda cam, yalnızca güneş enerjisinden ısı elde etmekle kalmayıp, ısınan havanın yükselmesi sırasında meydana gelen vakum etkisi sayesinde yapının pasif soğutulmasına da katkı sağlamaktadır. Binanın dış cepheye bakan doğrama sistemlerinde ısı yalıtımlı çift cam (ısıcam) uygulaması ile elde edilen doğal enerji korunurken, cam yüzeylerden geçerek iç mekana ulaşan güneş ışınları, kısa dalga boyundan uzun dalga boyuna dönüşerek faz değişimi gerçekleştirmekte ve bu süreçte ek enerji üretimi sağlanmaktadır.

Güneş ocağı: Camın faz değiştirme özelliğinden faydalanarak, alt yüzeyi ve çevresi basit bir ısı yalıtımı ile kaplanmış, iç yüzeyi yansıtıcı malzeme ile donatılmış bir kutunun üst kısmına cam yerleştirilmesiyle, sera etkisi sayesinde güneş enerjisinden yemek pişirmeye yetecek kadar ısı elde edilebilir. Örneğin, yansıtıcı yüzeyi bulunan ve merkezi bir ışık odağı oluşturacak şekilde tasarlanmış, alüminyum folyo kaplı bir karton düzeneğe dahi ısı üretimi için yeterli olabilir. Katlanabilir şemsiye biçimindeki yansıtıcı levhalar, güneş altında açıldığında, açık havada omlet yapmaya yetecek sıcaklık oluşturabilir. Diyarbakır Güneş Evi'nde ise, ters şemsiye formuna benzer bir prensiple çalışan bir güneş ocağı bulunmaktadır. İç bükey yapıya sahip parlak metal levhalar, güneş ışınlarını odak noktasında yoğunlaştırarak, tel platform üzerine yerleştirilmiş kabın içerisindeki suyu kaynatabilmekte veya yiyecekleri pişirebilmektedir (Güneşevi, 2024)

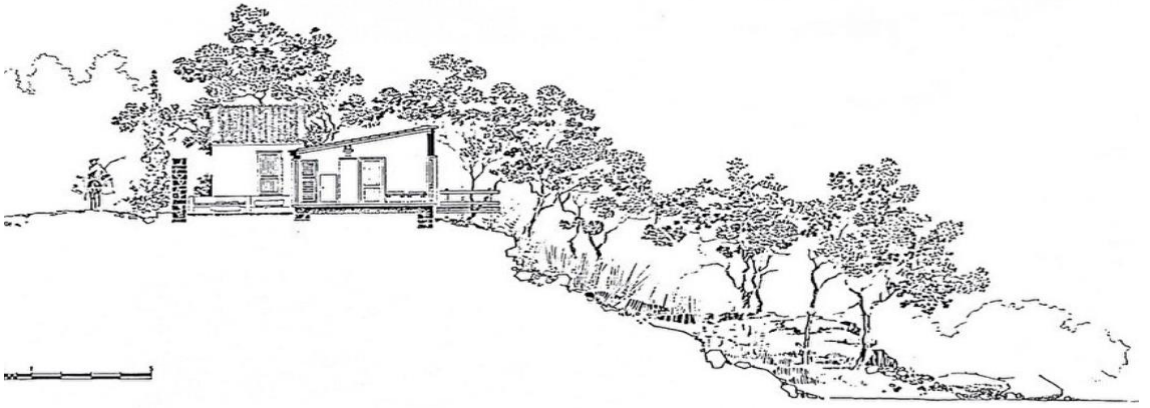
5.1.1.2 Çanakkale Gürel Yazlık Evi

Gürel ailesine ait, 1971 yılında inşası tamamlanan Çanakkale'deki yazlık konut, Yüksek Mimar Sedat Gürel tarafından, ailesi ve dostlarıyla keyifli vakit geçirebilecekleri bir yaşam alanı olarak tasarlanmıştır. İstanbul'da ikamet eden ve 1968 yılında Çanakkale bölgesinde tatil yapmaya karar veren aile, burada geçirdikleri hoş vakitlerin ardından kendilerine ait bir yazlık konuta sahip olma düşüncesine yönelmiştir. Sık sık misafir olarak gelen arkadaşlarını göz önünde bulundurularak, yazlık konutun tasarımında, birden fazla ailenin mahremiyet içinde konaklayabilmesine olanak tanıyacak bir mekânsal kurgu benimsenmiştir.



Şekil 5.11. Gürel yazlık evi (URL-38)

Dik eğimli bir çam ormanı arazisinde konumlandırılan bu yapı, sade, doğayla uyumlu ve çevreye duyarlı bir mimari anlayışla tasarlanmıştır. Arazideki mevcut ağaç dokusuna zarar verilmeden planlanan yapı grupları, güneş ışınları ve hakim rüzgar yönü dikkate alınarak konumlandırılmıştır. Açık ve kapalı tüm mekânlarda yerel mimari formlar esas alınmış, bir çok bağımsız yapının birleşmesinden meydana gelen bir tasarım planlanmıştır (Şekil 5.11). Yapı malzemesi olarak ise tamamen yöresel kaynaklar tercih edilmiştir (Arkitera, 2024).



Şekil 5.12. Kesit (URL-39)

Geleneksel Türk evleri, birbirine entegre olmuş çeşitli mimari unsurların uyumunu yansıtmaktadır. Türk evlerinde kitap rafları, dolaplar, mutfak gereçleri için özel bölmeler, nişler, kafesli pencereler ve sofalar bir bütünlük içinde tasarlanmıştır. Bu geleneksel anlayıştan esinlenen mimar, yaklaşık 1000 m²'lik taban alanına sahip, kumsala doğru eğimli bir arazi üzerine, aile bireyleri ve misafirlerin bir arada konaklayabileceği yapılar, iki yaşam alanı, dört uyuma birimi ve bir servis-garaj bölümünden oluşmaktadır. Her yaşam alanı bağımsız bir mutfağa sahipken, uyuma birimlerinin her biri kendi içinde bir banyo barındırmaktadır (Arkitera, 2024).



Şekil 5.13. Vaziyet planı (URL-40)

Yapı, birbirinden bağımsız birimlerden oluşmaktadır. Bu sayede yazlık konut olarak tasarlanan bu yapıda, kullanıcıların birbirlerini rahatsız etmeden konforlu bir şekilde yaşamalarına imkân sağlanmıştır. Yapı grupları arasındaki boşluklarda avlular, çardak altları, patikalar, sakin köşeler ve açık alanlar oluşturulmuş, bu alanların zemin kaplamasında ise deniz kıyısından toplanan çakıl taşları tercih edilmiştir. Yapının tavanında ahşap malzeme kullanılmış, çatı kaplaması kiremit ile yapılmış ve duvar yüzeyleri beyaz kireç badana ile tamamlanmıştır. İç mekân mobilyalarının üretiminde ise tamamen yöresel malzemeler kullanılmıştır (Arkitera, 2024).



Şekil 5.14. Avlu (URL-41)



Şekil 5.15. İç mekan mobilyalar (URL-42)

Konut, yalnızca yaz aylarında kullanıldığından herhangi bir ısıtma gideri bulunmamaktadır. Isınmanın gerekli olduğu durumlarda ise şömine, bu ihtiyacı büyük ölçüde karşılamaktadır. Yapıda herhangi bir soğutma sistemi veya klima kullanılmamış; iç mekânlarda istenen serinlik, deniz meltemlerinin doğal hava akışıyla yönlendirilmesiyle sağlanmıştır. Konut birimleri, iki yılda bir beyaz badana ile yenilenirken, ahşap yüzeyler yedi yılda bir boya ve cila işlemi gerektirmektedir. Kış aylarında kapalı kalan birimler, açıldıktan sonra yalnızca birkaç saat içinde temizlenerek kullanıma hazır hale getirilebilmektedir (Arkitera, 2024).

Konutun kullanıcıları, yapının işlevselliğinden ve sağladığı konfordan büyük memnuniyet duymaktadır. Şehir yaşamının yoğun temposunun aksine, doğayla iç içe bir

deneyim sunan bu konutta, her yıl birkaç hafta veya ay boyunca doğal güzelliklerin tadını çıkarmak mümkündür. Konut grubu; yalın tasarım dili, bağımsız birimlerin ölçekleri, yükseklikleri ve aralarındaki mekânsal ilişkiler, gürültü kirliliğini engelleyen duvar yapısı, deniz esintilerini iç mekânlara yönlendiren mimari çözümü, kullanılan malzemeleri ve panoramik manzaraya sahip seyir noktaları ile doğal çevresiyle bütünleşen bir mimari anlayış sergilemektedir.

Ekolojik tasarım ilkelerinin sürdürülebilir mimarlık kapsamında nasıl başarılı bir şekilde uygulanabileceğini gösteren Gürel Evi, bu özgün yaklaşımıyla 1989 yılında Aga Khan Mimarlık Ödülü'ne layık görülmüştür (Arkitera, 2024).

5.1.1.3. Greenox Rezidance

Greenox Rezidance, yoğun betonlaşmanın etkisi altındaki İstanbul'da, şehir merkezinde yaşayan bireylerin yeşil alanlara ve temiz havaya duyduğu gereksinimden yola çıkılarak tasarlanmıştır. Proje, yapıyı adeta yaşayan bir organizmaya dönüştürmeyi amaçlamış ve doğaya saygılı, enerji ile su kaynaklarını etkin bir şekilde kullanan bir yaklaşım doğrultusunda şekillendirilmiştir (Şekil 5.16).

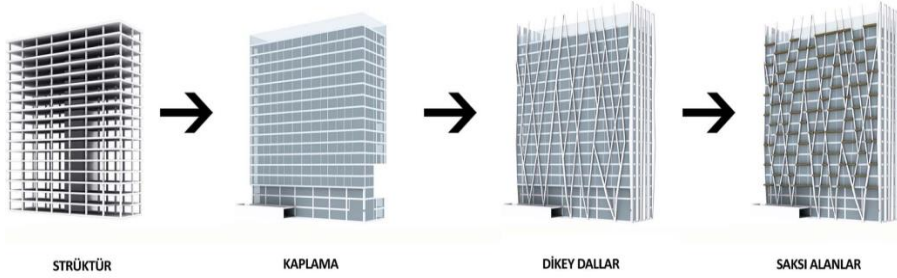
Ağacın dallarından esinlenerek tasarlanan cephe strüktürü, binanın temel formunu şekillendirmiş ve arazi kullanımını optimize ederek yeşil ile kurulan bağlantıyı iki boyuttan üç boyuta taşıyan bir yeşil kabuk işlevi görmüştür (Şekil 5.17).



Şekil 5.16. Vaziyet planı (URL-43)



Şekil 5.17. Cephe detayları (URL-44)



Şekil 5.18. Strüktür (URL-45)

Greenox'un cephesinde yer alan 900 ağaç ve çalı ile 21.200 bitki, yapıya dikey bir yeşil bina kimliği kazandırarak yılda 2.373 m³ oksijen üretmektedir. Bu özellikleriyle, standart binalara kıyasla yıllık karbon salınımını 250 ton azaltırken, yaklaşık %40 oranında su ve enerji tasarrufu sağlayarak sakinlerinin ekonomik kazancına katkıda bulunmaktadır.

Greenox, sahip olduğu bitki örtüsü sayesinde şehir ve sakinleri için daha temiz bir solunum ortamı yaratmaktadır. Oksijen üreten bu bitkiler aynı zamanda karbondioksit ve

toz partiküllerini emerken, bina cephesinde ısı ve nem yalıtımı işlevi görmektedir. Kış aylarında yaprak döken bitkiler ışığın iç mekanlara daha fazla ulaşmasını sağlarken, yaz aylarında yapraklarıyla güneş ışığını filtreleyerek sıcak havanın geçişini engellemektedir. Bu tasarım sayesinde, bina yazın daha serin, kışın ise daha sıcak bir iç mekân iklimine düşük enerji tüketimiyle ulaşmaktadır.

Yapının sulama ve gübreleme sistemleri tamamen otomatik bir altyapıyla yönetilmekte olup, bu da sürdürülebilirliğe yönelik bir başka önemli özelliğini oluşturmaktadır.

Greenox, sürdürülebilir yaşam konseptiyle tasarlanmış olup, bu yaklaşımıyla “LEED Gold” sertifikasına ve Dünya IFC kuruluşu tarafından Türkiye’de ilk kez verilen “EDGE” yeşil bina sertifikasına layık görülmüştür. Ekolojik tasarım ilkelerine tam anlamıyla bağlı kalınarak, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan ve aynı zamanda sürdürülebilirliği destekleyen sistemler entegre edilmiştir.

Doğal kaynakların etkin kullanımına yönelik olarak, yağmur suyu toplanarak cephe sistemine entegre edilmiş ve park alanları, peyzaj düzenlemeleri ile bina cephesindeki tüm yeşil dokuların otomatik sulama ve gübreleme sistemleriyle beslenmesi sağlanmıştır. Gri su depoları aracılığıyla atık suların arıtılarak yeniden kullanılması, su kaynaklarının korunmasına ve doğal su döngüsünün desteklenmesine katkı sağlamıştır. Ayrıca, çatıya yerleştirilen panellerle güneş ışığından enerji üretilerek enerji verimliliği artırılmış ve elde edilen enerjiyle ortak alanların aydınlatılması mümkün hale getirilmiştir (Şekil 5.18).



Şekil 5.19. Greenox'ta Sürdürülebilirlik ilkeleri (URL-46)

Proje kapsamında, özel, yarı özel, formal ve yarı formal alanları tanımlamak amacıyla üç farklı tipoloji geliştirilmiştir. Sosyalleşme ve etkileşim avluları, çeşitli işlevlere sahip mekânlar içerecek şekilde tasarlanmıştır. Proje, 11.500 m² konut alanı ve 1.100 m² sosyal tesis alanını kapsamaktadır.

Tek bir bloktan oluşan yapı, 24 katlı olarak tasarlanmış olup, 50 ila 91 m² arasında değişen alanlara sahip 1+1 ve 2+1 tiplerinde toplam 170 konuttan meydana gelmektedir. Otopark ve teknik birimlerin yer aldığı alanlar, yer altındaki 6 kat üzerinde toplanmıştır. Zemin katta kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayan hizmet alanları yer alırken, 17 katta 1+1 ve 2+1 daireler düzenlenmiştir.



Şekil 5.20. Zemin kat planı (URL-47)



Şekil 5.21. Kat planı (URL-48)



Şekil 5.22. Teras kat planı (URL-49)

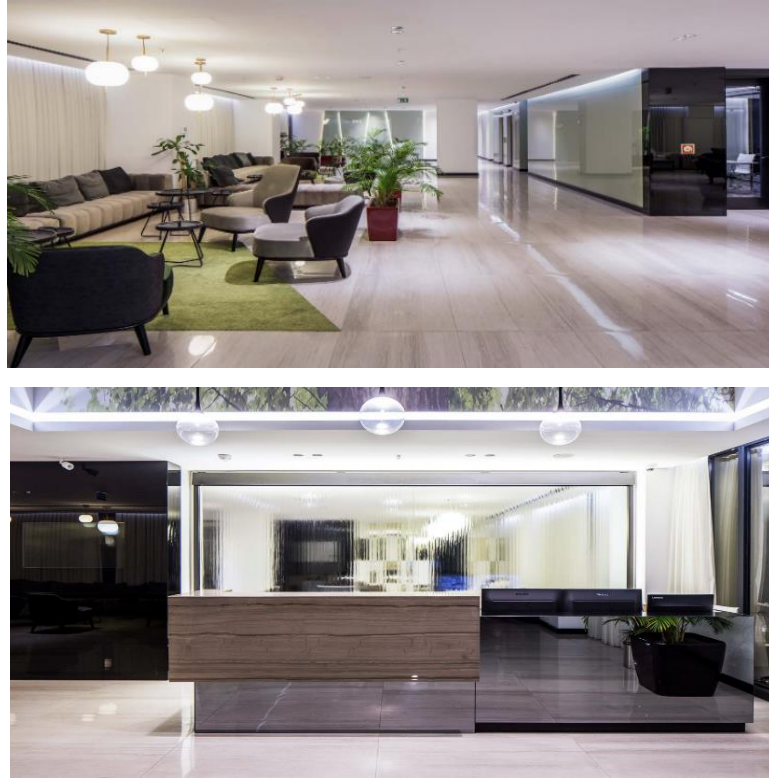


Şekil 5.23. Sistem kesit detayı (URL-50)

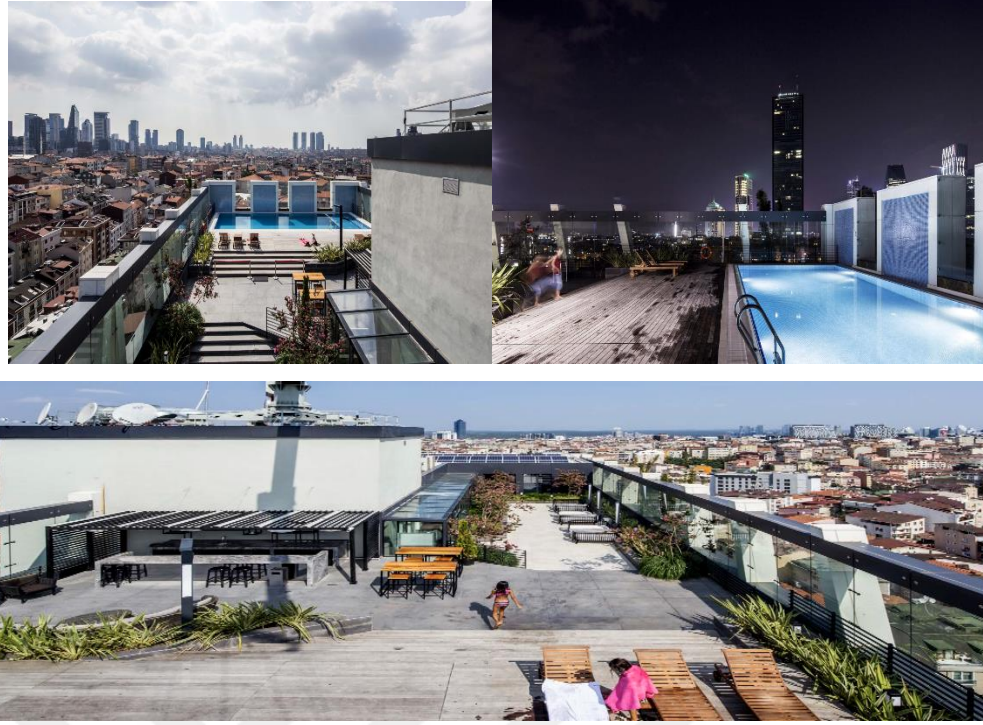
Yeşil ve su unsurlarının odak noktası olarak kullanıldığı bu avlular, hem işlevsellik hem de tasarım dili açısından birbirinden ayırtılmıştır. Herkese açık giriş alanında daha formal bir yaklaşım benimsenirken, sosyal donatıların bulunduğu sosyal avluda konfor ve canlılığı öne çıkaran bir tasarım dili tercih edilmiştir. Sosyal avlu ve teras gibi özel alanlarda yenilikçi ve kullanıcı dostu çözümler geliştirilmiş, avlular arasında geçişler sağlanarak farklı işlevlere dönüşebilen esnek mekanlar oluşturulmuştur.

Misafir süitleri, toplantı ve çalışma odaları ile birlikte teras katında havuz, fitness, oturma alanları ve barbekü gibi sosyal etkileşimi destekleyen alanlar tasarlanarak sosyal yaşamı ön planda tutan bir yeşil alan kurgulanmıştır. Özel alanların maksimum düzeyde kullanılmasını sağlayan bir planlama geliştirilmiş; bu düzen zemin kattaki misafir süitleriyle desteklenmiştir. Teras katında ise ortak alanları barındıran, kullanıcı etkileşimini artırmayı hedefleyen ikinci bir katman tasarlanmıştır.

Bütünsel tasarım anlayışı kapsamında, şehirle entegre bir kat bahçesi içinde yer alan spor alanları, sauna gibi mekanlar sağlık ve spor aktivitelerine; havuz, bar ve oturma alanları ise bireysel ve sosyal etkileşimlere olanak tanımaktadır. Ayrıca seyir terası, kullanıcıların her noktada keyif alabileceği özel mekanlar yaratmayı amaçlamaktadır (Arkitera, 2024).



Şekil 5.24. İç mekan görselleri (URL-51)



Şekil 5.25. Teras (URL-52)

5.1.2. Dünya’dan Sürdürülebilir Konut Örnekleri

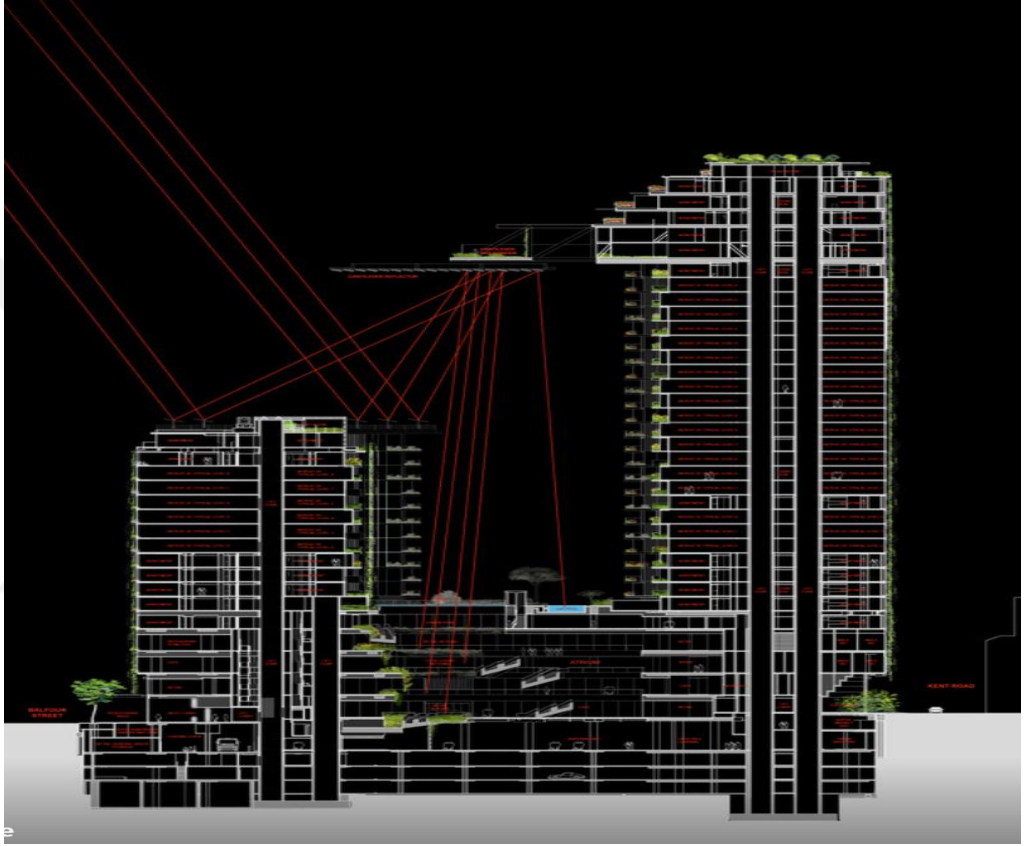
5.1.2.1. One Central Park Avustralya

Avustralya’nın Central Park’ı olan bu yapı Fransız mimar Ateliers Jean Nouvel tarafından tasarlanmıştır. One Central Park adlı yeşil bina, 5 yıldızlı Green Star Avustralya Yeşil Bina sertifikasına layık görülmüştür. Bu ikonik yeşil binanın temel özellikleri arasında hidroponik dikey bahçeler, konsol çıkıntılı Heliostat (güneş enerjisi kulesi), su geri dönüşüm tesisi ve düşük karbon salınlı trijenerasyon enerji santrali bulunmaktadır.



Şekil 5.26. Dış cephe (URL-53)

Karma kullanımlı yüksek katlı yapı, biri 116 m, diğeri 64,5 m yüksekliğinde olan iki kuleye sahiptir. Konut kulesi, tepeye yakın bir noktada yer alan ve havada asılı duran anıtsal bir konsol ile dikkat çekmektedir. One Central Park'ın bu etkileyici konsolu, reflektör panellerle donatılmış bir Heliostat Güneş Enerjisi Sistemi olarak işlev görmektedir. Heliostat, güneş ışığını toplayarak otomatik bir mekanizma ile binanın gölgede kalan yeşil alanlarına yönlendirmektedir (Şekil 5.26).



Şekil 5.27. Güneş enerjisi kulesi ve dağıtım açıları (URL-54)

Avustralya'nın Sydney kentinde yer alan One Central Park, 2014 yılında uluslararası düzeyde "En İyi Yüksek Bina" ödülüne layık görülmüştür. Chippendale bölgesinde inşa edilen karma kullanımlı yapı, yeşil biyo duvarları ve su geri dönüşüm programı gibi sürdürülebilir tasarım unsurlarıyla jüri üyeleri üzerinde büyük bir etki bırakmıştır.

Binanın cephesini kaplayan 1.120 metrekarelik dikey bahçeler, Fransız peyzaj sanatçısı Patrick Blanc tarafından tasarlanmıştır. Bu dikey bahçelerde 383 farklı tür ve 35.200 yerel çiçek ve bitki kullanılmıştır.

Blanc'ın geliştirdiği ve bitki köklerinin mineralize su ile nemlendirilmiş bir keeye tutturulması esasına dayanan sistem (şekil 5.27), uzaktan kumanda ile çalışan damla sulama mekanizmasını içermektedir. Bu hidroponik sistem, bitkilerin cephe boyunca topraksız bir şekilde büyümesine olanak tanımaktadır. Bahçelerin bakım ve onarım işlemleri ise yeşil çatı ve biyo duvarlar konusunda uzmanlaşmış yerel bir firma olan Junglefy tarafından yürütülmektedir.



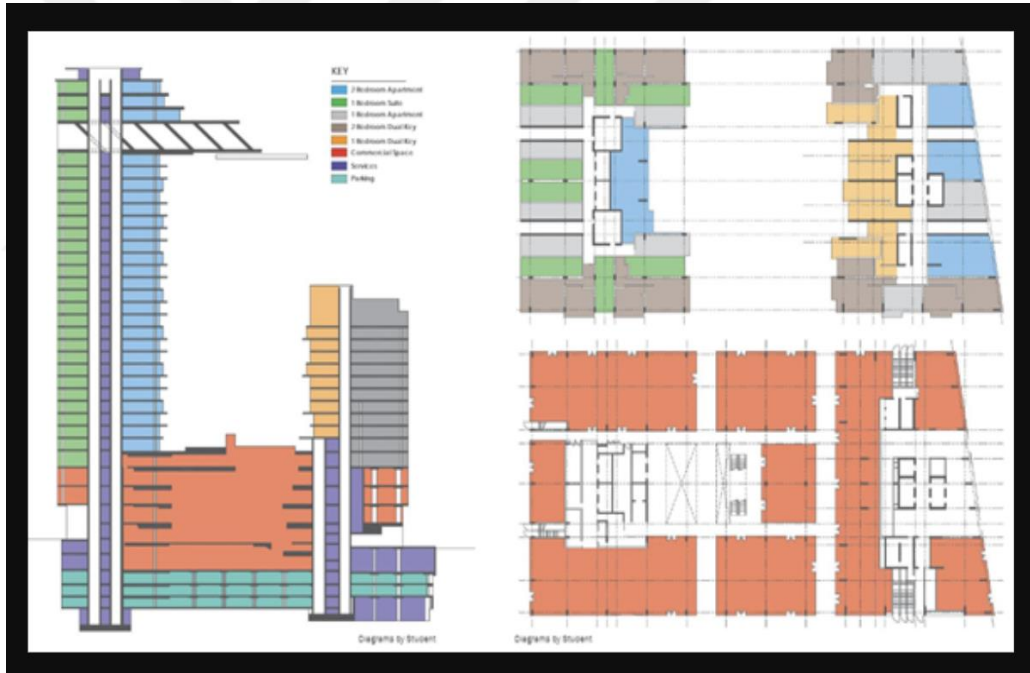
şekil 5.28. Bitki kökleri ve keçe (URL-55)

Toplanan gri su, dairelerin çamaşır ve banyo alanlarında kullanılmanın yanı sıra, yeşil alanların sulanması için de değerlendirilmektedir. Binanın trijenerasyon tesisinin, 25 yıl boyunca 136.000 ton sera gazı emisyonunun nlenmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

64.000 metrekarelik yeşil alanı kapsayan bu park, New York'taki Central Park'a benzer şekilde, sakin ve huzurlu bir dinlenme alanı sunmaktadır. Ziyaretçilere aileleri ve arkadaşlarıyla vakit geçirebilecekleri yemyeşil bir buluşma noktası olarak hizmet vermektedir (Archdaily, 2024).



Şekil 5.29. Yeşil cephe detayları (URL-56)



Şekil 5.30. Kesit ve kat planları (URL-57)

5.1.2.2. Bosco Verticale İtalya

İtalya'nın Milano kentindeki Porta Nuova bölgesinde, insan ve bitki dünyasını bir araya getiren, yaşayan doğa ile kentsel yapılar arasında yeni bir bağ kurmayı amaçlayan bir mimari anlayış doğmuştur: Bosco Verticale, yani Dikey Ormanlar. İtalyan mimar Stefano Boeri tarafından geliştirilen bu proje, dünya genelinde ilk Dikey Orman konseptinin temelini oluşturmuştur.

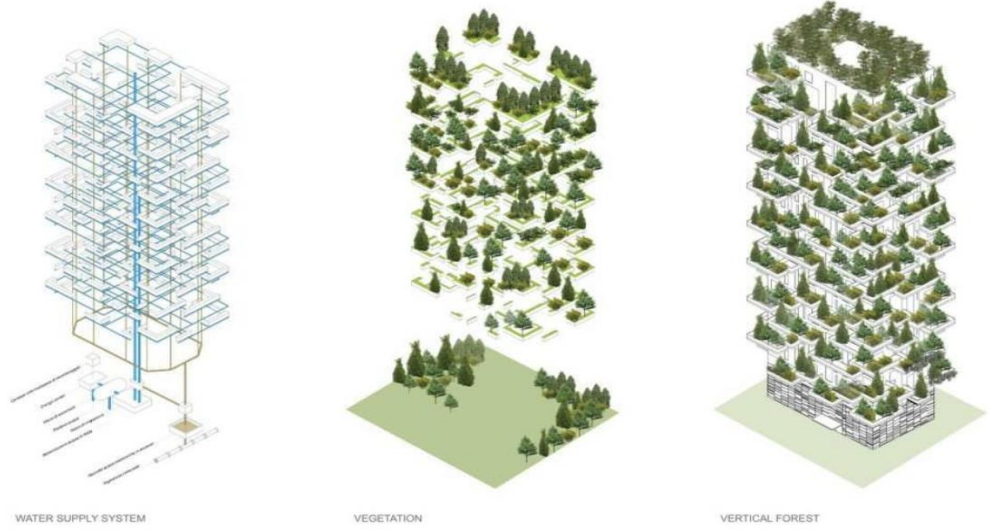
Bu yenilikçi konseptten doğan ilk proje, Milano'nun hızla gelişen Porta Nuova-Isola bölgesinde inşa edilen 80 ve 112 metre yüksekliğindeki iki kuleden oluşmaktadır. Kulelerin dış cephelerinde yer alan balkonlar ve teraslarda oluşturulan toprak alanlar, yaklaşık 900 ağaç, 4.500 çalı ve 15.000 kadar süs bitkisine ev sahipliği yapmaktadır (Şekil 5.30).



Şekil 5.31. Cepheler (URL-58)

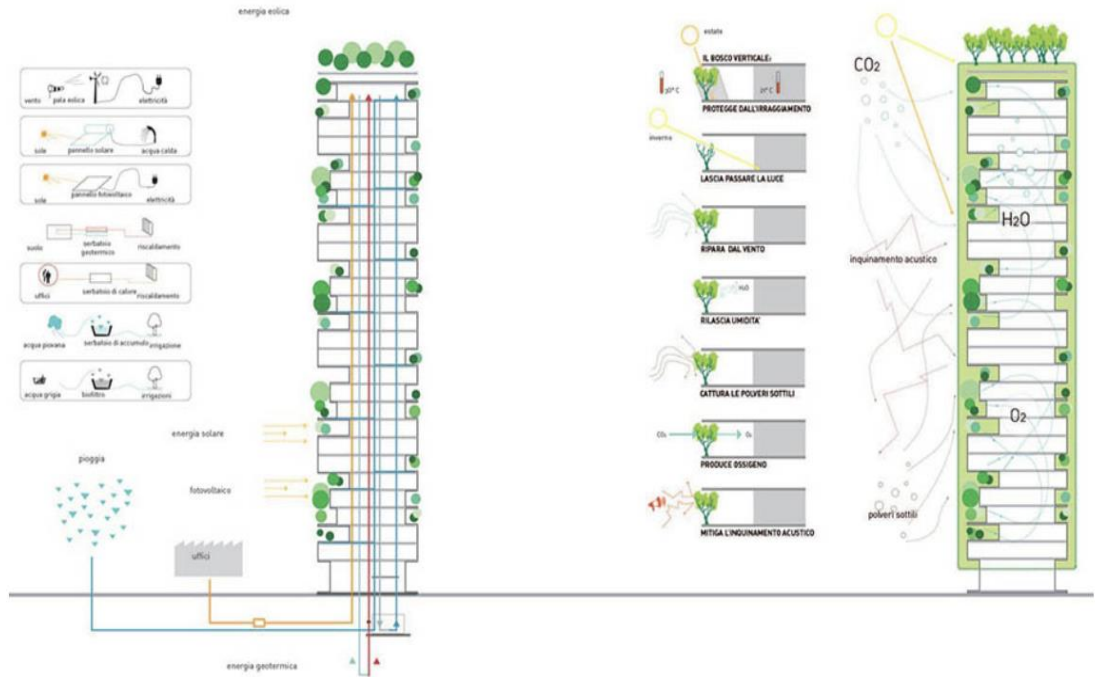
Kulelerde bulunan bu bitkisel çeşitlilik, şehirde kuşlar ve böcekler için bir yaşam alanı sunmaktadır. Aynı zamanda, gürültü kirliliğini azaltan, aşırı güneş ışığını engelleyerek gölge sağlayan ve oksijen üreten bu yapılar, kentin geleneksel beton-cam silüetine farklı bir boyut kazandırarak yemyeşil bir görünüm ve ferahlık katmaktadır.

Dünyanın ilk dikey orman projesi olan bu projedeki tüm bitkiler, yerleştirilecekleri katların yüksekliği dikkate alınarak, güneş, su ve budama ihtiyaçları doğrultusunda özenle seçilip, aylar öncesinden yetiştirilmiştir. Bu süreç, bitkilerin bina ile tam uyum sağlayacak şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Mevsimsel değişimlerle farklı manzaralar sunan bu yapılar, Milano'dan başlayarak tüm dünyaya yayılan bir trendin öncüsü olmuştur.

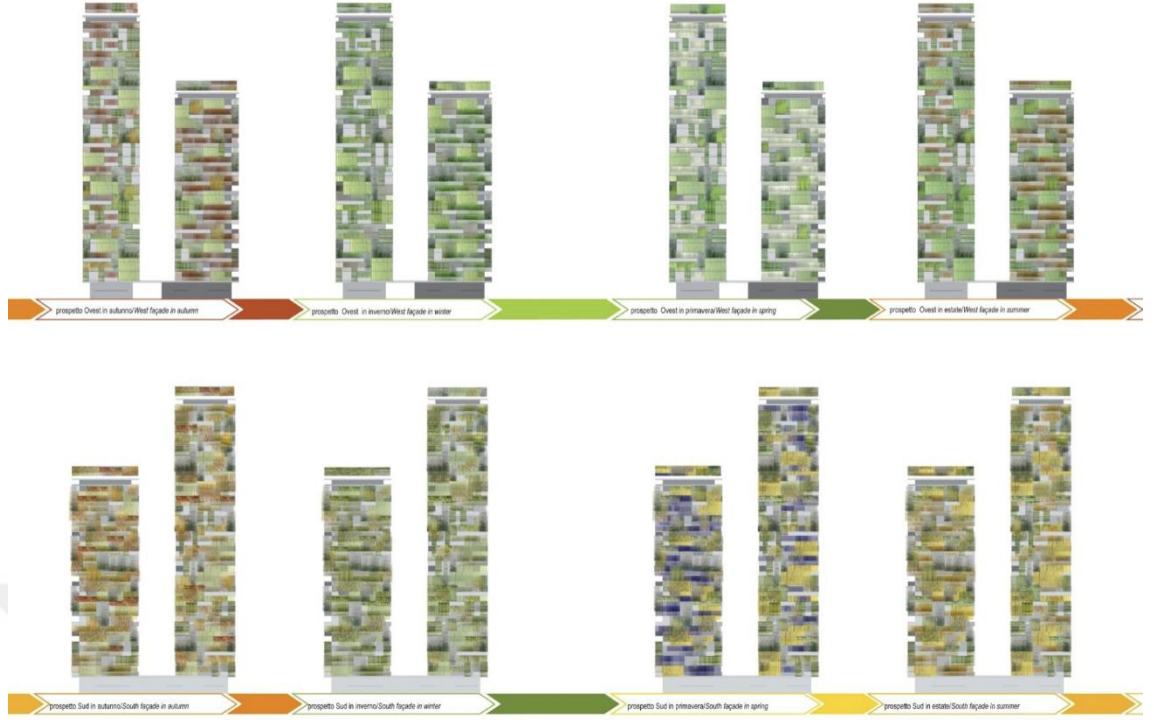


Şekil 5.32. Strüktür (URL-59)

Dikey Orman, bir mikro iklim oluşturma yanısıra, kentsel ortamda bulunan ince partiküllerin filtrelenmesine de katkı sağlamaktadır. Çeşitli bitki türleri, nem üreterek, CO₂ ve partikülleri emerek, oksijen üretimini destekleyerek ve aynı zamanda radyasyon ile gürültü kirliliğine karşı koruma sağlayarak bu mikro iklimin oluşumuna ve gelişimine yardımcı olmaktadır (Archdaily, 2024) (Şekil 5.32).



Şekil 5.33. Sürdürülebilir yapı sistem detayları (URL-60)



Şekil 5.34. Mevsimlere göre cephelerin renk değişimi (URL-61)



Şekil 5.35. Kat planı (URL-62)



Şekil 5.36. Detay kesitler (URL-63)

5.1.2.3. The Landing House Amerika

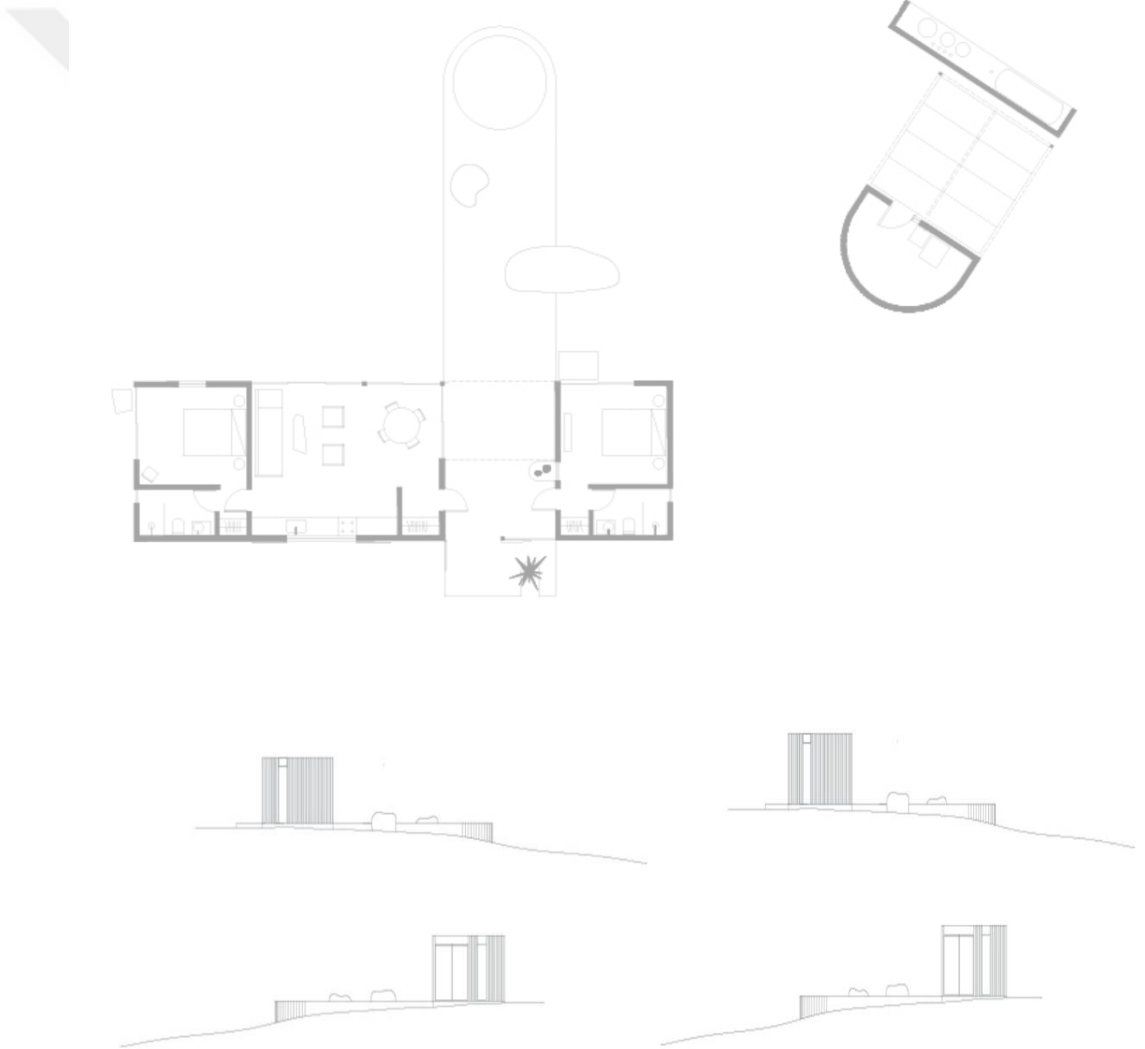
Landing House, Kaliforniya'daki Joshua Tree Ulusal Parkı'nın arka planında, Mojave Çölü'nün engebeli doğal manzarasına uyum sağlayacak şekilde entegre edilmiş modern bir ahşap konuttur. Los Angeles'ın yaklaşık 130 mil doğusunda ve Joshua Tree Ulusal Parkı'nın girişine birkaç dakikalık mesafede yer alan bu yapı, sürdürülebilirlik anlayışını temel alarak tasarlanmıştır. Çölün doğal dokusu, düzeni ve renk paletiyle ustaca harmanlanmış bir tasarım sunmaktadır (Şekil 5.37).



Şekil 5.37. Dış cephe (URL-64)

The Landing House, Homestead Modern tarafından bir tatil kiralama tesisi olarak sunulmuş, mahremiyet ve huzur arayanlar için tasarlanmış bir sığınak olarak hayata geçirilmiştir. 400 metrelik özel bir yol, Joshua ağaçlarıyla çevrili arazi boyunca ilerleyerek, evi tamamen gizleyen 9 fit yüksekliğinde yatay bir duvara ulaşmaktadır. Özenle konumlandırılmış zarif bir Yucca ağacı, misafirleri karşılayarak The Landing House'un entegre girişini işaret etmektedir (Şekil 5.38).

Zekice gizlenmiş girişin ardından, evin ilk manzaraları ortaya çıkar. Mojave Çölü'nü çerçeveleyen bu tasarım, ön planda bir dalış havuzuna bakan açık bir avlu ile iki ayrı hacmi sola ve sağa ayıran bir esinti koridorunu içerir (Şekil 5.40).



Şekil 5.38. Zemin kat planı ve kesitler (URL-65)

The Landing House'un iç mekânlarının tamamı, sedir duvar panelleri, hafif cilalanmış beton zeminler ve özenle tasarlanmış beyaz meşe mobilyalarla donatılmıştır. Tavandan tabana uzanan sürgülü cam kapılar, bozulmamış çöl manzarasının kesintisiz bir görüntüsünü sunarken, kat planının tüm alanları avluda yer alan dalma havuzuna bakacak şekilde düzenlenmiştir (Şekil 5.39).



Şekil 5.39. İç mekan (URL-66)

Geometrik formuyla dikkat çeken bu yapı, esinti koridorundan dalma havuzuna dik bir şekilde uzanıyor (Şekil 5.25). Sağ tarafta bağımsız bir yapı, sıcak çöl güneşi altında araçlar için gölge sağlayan güneş panelleriyle donatılmış bir araba garajını barındırıyor (Şekil 5.26). Sol tarafta ise, yerinde bırakılmış doğal bir kaya üzerine elle oyulmuş bir ateş çukuru yer alıyor (Archdaily, 2025) (Şekil 5.42).



Şekil 5.40. Avlu (URL-67)



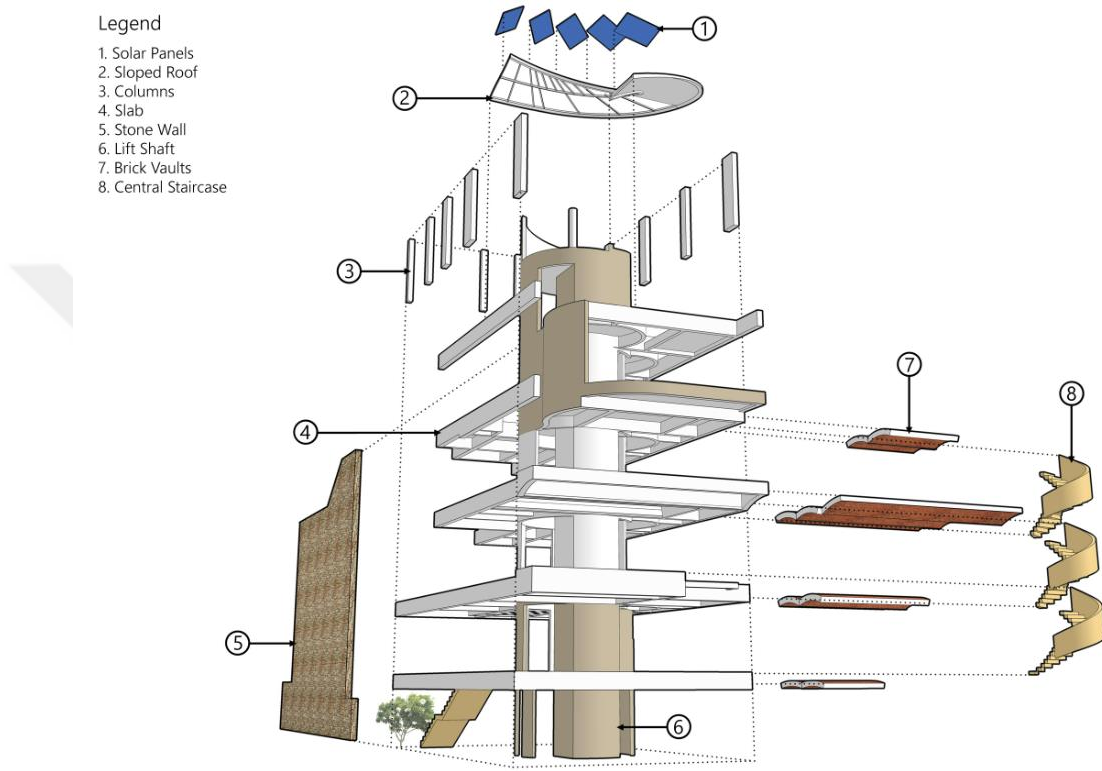
Şekil 5.41. Garaj (URL-68)



Şekil 5.42. Ateş çukuru (URL-69)

5.1.2.4. The People Tree House Hindistan

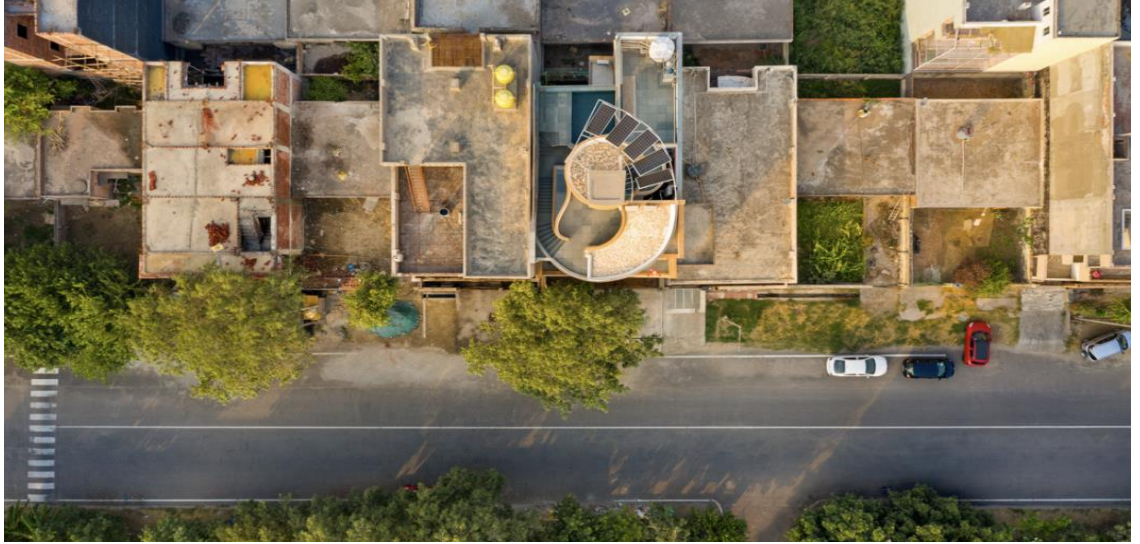
The People Tree House olarak adlandırılan bu yapı, bodrum ve zemin katta yer alan bir kliniğin üzerinde tasarlanmıştır. Ev, binanın merkezinde yer alan bir silindir etrafında şekillendirilmiş olup, bu silindir bir asansör ve çatıdaki su havuzuna ulaşan spiral bir merdiveni içermektedir (Şekil 5.43).



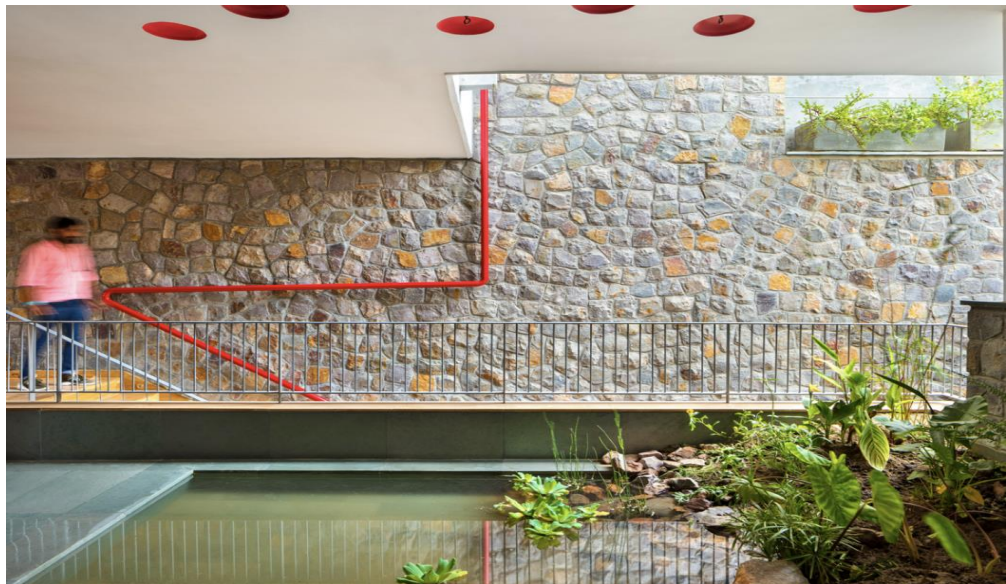
Şekil 5.43. Malzeme detayları (URL-70)

Ev, yıl boyunca güneş ışığını kontrol etmek ve yağmur suyunu toplamak için özenle tasarlanmıştır. Yağmur suyunun toplanmasını sağlamak amacıyla çatıda eğimli bir rampa, su havuzları ve bitki saksılarına sahip balkonlar oluşturulmuş, ayrıca beş adet güneş paneli, sarmal bir motifle ufuk çizgisine doğru uzanacak şekilde planlanmıştır (Şekil 5.29).

Toplanan yağmur suyunun, evin ortasından geçen parlak kırmızı bir boru aracılığıyla yer altındaki bir yağmur suyu rögarına iletilmesi düşünülmüştür. Bu boru, belirli noktalarda merdiven tırabzanı işlevi görecektir şekilde tasarlanmış ve suyun bir tankta depolanması amaçlanmıştır (Şekil 5.45).



Şekil 5.44. Güneş panelleri (URL-71)



Şekil 5.45. Tesisat borusu (URL-72)

Ev, dört kata yayılan bir tasarıma sahiptir. Birinci katta mutfak, oturma alanı ve bir yatak odası yer alırken, üst katta iki ebeveyn banyolu yatak odası bulunmaktadır. Üçüncü katta, bir süs havuzunun bulunduğu alanda iki yatak odası daha planlanmış ve en üstteki asma katta bir çalışma odasına yer verilmiştir. Evin genelinde, odaların doğal ışıkla aydınlatılmasını sağlamak amacıyla geniş açıklıklar, çatı pencereleri ve kesitler tasarlanmıştır (Archdaily, 2025) (Şekil 5.46).



Şekil 5.46. Kesit (URL-73)

5.1.2.5. Straw Bale House Almanya

Atelier Kaiser Shen, doğal ve yenilenebilir hammaddelerden yararlanarak daha yoğun bir yaşam modeli oluşturmayı hedeflemiştir. Köknar ağacı kaplamaları ve dik eğimli çatısı ile yapı, köy ortamının hem dokusunu hem de çatı formunu ustalıkla yansıtmaktadır (Şekil 5.47).



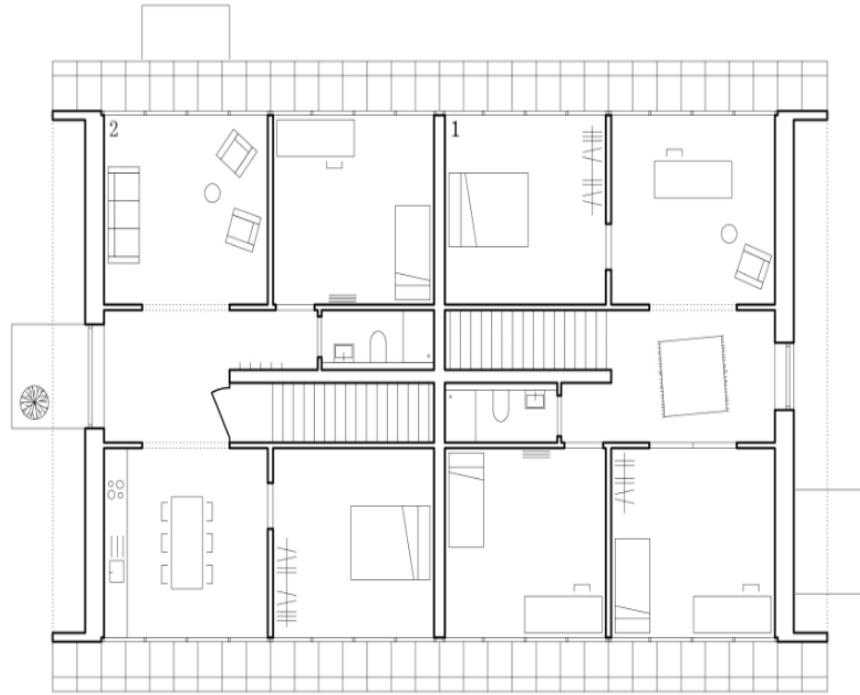
Şekil 5.47. Straw bale house (URL-74)

Yalıtım malzemesi olarak, yerel kaynaklı saman balyaları kullanılmış ve 36,5 santimetre kalınlığa kadar ahşap bir çerçeve içerisine sıkıştırılmıştır. Fazla saman ise çit makasları ile kolayca kesilerek düzlenmiştir (Şekil 5.48).



Şekil 5.48. Saman yalıtımlı ahşap cephe (URL-75)

Straw Bale House, yan yana inşa edilmiş iki dubleks evden oluşmakta olup, tasarımında esneklik ve sürdürülebilirlik ön planda tutulmuştur. Her bir evin zemin katta bir giriş alanı bulunmakta ve üst katlara tek bir merdivenle ulaşılmaktadır. İki katlı dublekslerin tasarımı, dört yöne de bakacak şekilde planlanmıştır. Giriş alanından itibaren, her katta dört metreye dört metre ölçülerinde sekiz eşit boyutta kare oda yer almaktadır. Straw Bale House'un tüm cephelerinde, zemin döşemesinde ve çatısında saman balya yapım yöntemi uygulanmıştır. Ev, zeminden bir kat yükseltilmiş olup, zemin döşemesini sudan korumak amacıyla beton çaprazlar ve dört kolon üzerine yerleştirilmiştir. Bu yükseltilmiş tasarım, zemin katta atölye veya açık mutfak olarak kullanılabilecek dört adet "tamamlanmamış" açık alan yaratmıştır. Bu alanlardan biri kapatılarak bağımsız bir daire olarak düzenlenmiştir (Şekil 5.49).



Şekil 5.49. Zemin kat planı (URL-76)

Tüm odalar neredeyse aynı olduğundan, alternatif olarak mutfak, yatak odası, oturma veya yemek odası olarak kullanılabilirler. Bu da, binanın ömrü boyunca, kapsamlı yapısal değişikliklere gerek kalmadan işlevlerini değiştirebilecekleri anlamına geliyor.

Her dubleks aynı zamanda kat kat bölünebilir, yani her konutu daha küçük birimlere ayırmanın sayısız yolu var. Bu, evlerin değişen koşullara esnek bir şekilde yanıt vermesine ve sakinleriyle birlikte büyümesine olanak tanıyor. Dubleksin iç mekanları, dış cephesinin sadeliğini yansıtıyor; duvarlar ve tavan hem işlenmemiş hem de beyaz badanalı ladin ağacıyla kaplanmış olup tüm mekanlara sıcak ve doğal yüzeyler sunuyor (Şekil 5.50).

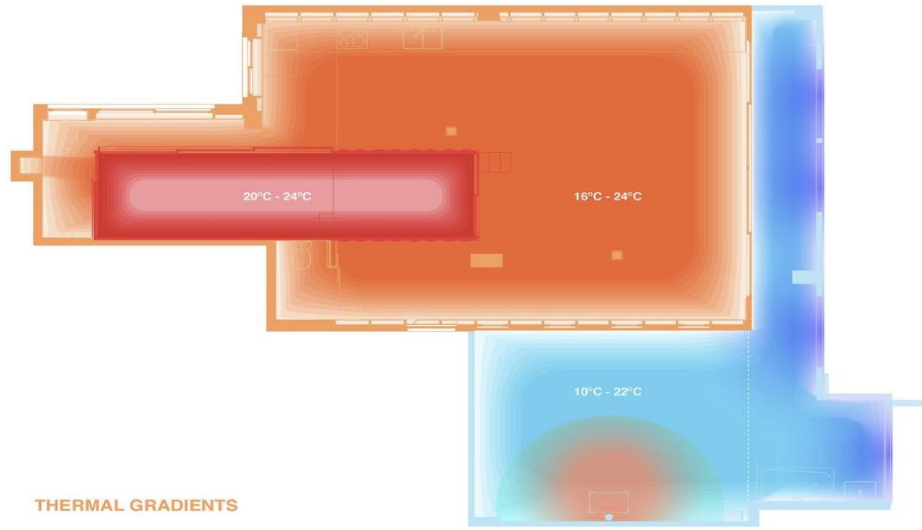


Şekil 5.50. İç mekan (URL-77)

Tuğla veya kiremitten inşa edilmiş, aynı boyutlarda ve klasik yalıtım sistemine sahip yeni bir geleneksel yarı müstakil evle kıyaslandığında, %95 oranında CO₂ tasarrufu sağlanmıştır (Arkitera, 2025).

5.1.2.6. The Day After House İspanya

TAKK Studio tarafından tasarlanan Madrid'deki 110 m² büyüklüğündeki konut, çevre bilinci ve konutta yeni kullanım modellerine uygun bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Tasarım süreci, üç temel fikir doğrultusunda geliştirilmiştir. İlk olarak, geleneksel oda-koridor düzenine dayalı ev planı yerine, termal gradyanlar kullanılarak mekânın işlevsel ve programlı bir şekilde organize edilmesi hedeflenmiştir (Şekil 5.51).



Şekil 5.51. Termal gradyan (URL-78)

Yerleşim planı, her alanın iklimsel ve çevresel özelliklerini göz önünde bulundurarak tasarlanmıştır. Evin boşlukları, soğan katmanları gibi birbirini içine geçecek şekilde düzenlenmiştir. Bu yaklaşım, koridorlar gibi kullanılmayan alanları ortadan kaldırarak enerji tasarrufu sağlayan bir çözüm sunmaktadır. Mekânlar, evin merkezine yaklaştıkça daha fazla yalıtılmış hale gelmekte ve bu alanların iklimlendirilmesi için daha az enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tasarım, yazların sıcak, kışların ise soğuk geçtiği Madrid’de, işlevselliği ve enerji verimliliğini bir araya getiren etkili bir çözüm sunmaktadır (Şekil 5.52).



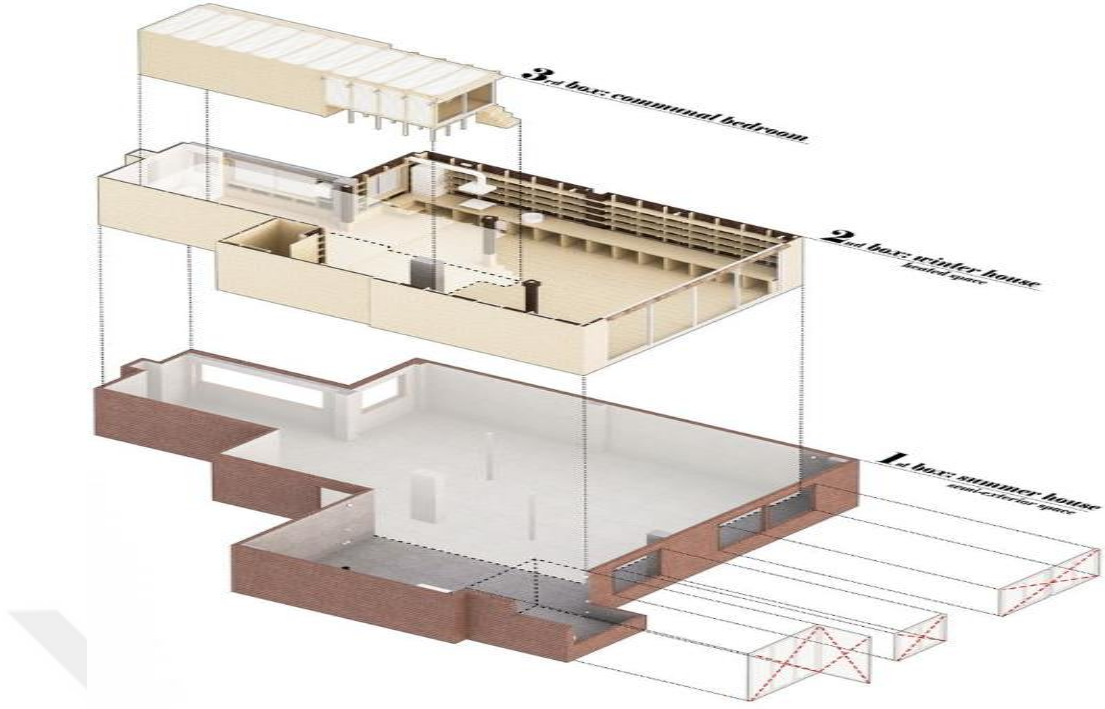
Şekil 5.52. Kat planları (URL-79)

İkinci tasarım yaklaşımı, temel malzeme olarak ahşap ve mantarın tercih edilmesiyle düşük CO₂ emisyonuna sahip malzemelerin kullanılmasıydı. Dairenin ağırlıklı olarak kuzey cephesine dönük olması nedeniyle güneş enerjisi katkısı sınırlıdır. Bu nedenle, enerji kayıplarını en aza indirmek amacıyla yalıtımda yüksek performanslı ve hızlı ısınan malzemeler kullanılmıştır (Şekil 5.53).



Şekil 5.53. İç mekan (URL-80)

Üçüncü tasarım prensibi, ekonomik ve enerji verimliliği sağlamak amacıyla, evin toplam alanının yalnızca yarısının inşa edilmesi ve geri kalan yarısının, pencereler dahil olmak üzere, bir terasa ayrılmasıydı. Kısıtlı kaynaklar ve Madrid'in yılın büyük bölümünde yüksek sıcaklıklara sahip iklim koşulları göz önünde bulundurularak, 110 m²'lik daire boş bir kutu şeklinde tasarlanmış ve bu alanın yalnızca 60 m²'si inşa edilmiştir. Isı yalıtımlı bu iç mekan "Kış Evi" olarak adlandırılmış, kalan 50 m² ise teras olarak bırakılarak "Yaz Evi" işlevi görmesi amaçlanmıştır (Şekil 5.54).



Şekil 5.54. Yaz kış yerleşim planı (URL-81)

Başlangıçta bir sınırlama olarak görülen düşük bütçe, projede çoğaltıcı bir unsur haline gelerek tek bir ev maliyetine iki farklı kullanım alanı sunulmasını sağladı. Duvarlar, tavanlar ve zeminlerdeki yalıtım malzemeleri kaldırılarak, bu yüzeyler çimento harcı ile tamamlandı. Alana bir odun sobası ve katlanır kapı sistemi eklenerek, kullanım imkanı yılın kalan dönemlerine de yayıldı. Bu üç temel fikir çerçevesinde, hem maddi hem de işlevsel açıdan bazı tamamlayıcı stratejiler uygulanarak projenin gücü artırılmıştır (Şekil 5.55).



Şekil 5.55. Harç uygulanan bölgeler (URL-82)

Açık planlı mutfak, alanın farklı aile üyeleri tarafından cinsiyet ayrımı olmaksızın adil bir şekilde kullanılmasını teşvik edecek şekilde tasarlanmıştır. Tezgah, standart 90 cm yerine 75 cm yükseklikte konumlandırılmış ve bu sayede yemek masası ile çalışma masası mutfağın ayrılmaz bir parçası haline getirilmiştir. Bu tasarım, mutfağı evin diğer bölümleriyle entegre ederek daha bütünsel bir kullanım sağlamaktadır.

Projede, ev sakinleri için ortak bir yatak odası tasarlanmıştır. Farklı ilişki dinamiklerine uyum sağlayabilecek ve farklı yaşam katmanlarını bir araya getirebilecek şekilde planlanan bu geniş ve çok işlevli yatak odası, hem enerji tasarrufuna hem de duygusal bağların güçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Şekil 5.56).



Şekil 5.56. Mutfak ve ortak yatak odası (URL-83)

Banyo alanları, projede evin cephelere yakın ve en avantajlı bölümlerinde konumlandırılarak hedonist ve eğlenceli bir perspektif sunacak şekilde tasarlanmıştır. Doğal ışık alan ve iyi havalandırılan bu banyolar, aynı anda birden fazla kişinin kullanımına uygun şekilde planlanmıştır (Archdaily, 2025) (Şekil 5.57).



Şekil 5.57. Banyo (URL-84)

5.1.2.7. Üniversite Kampüsü İçerisinde Küçük Ev Almanya

Proje, Almanya Coburg Uygulamalı Bilimler ve Sanatlar Üniversitesi'nde, Prof. Dr. Rainer Hirth'in rehberliğinde sürdürülebilir tasarım ve yapı dersi alan yüksek lisans öğrencileri tarafından, "Sürdürülebilir bir yapı nasıl inşa edilir?" sorusuna yanıt olarak tasarlanmıştır. Ekip, "alternatif" bir araştırma binası inşa etme fikriyle yola çıkmış ve yapının gerçek performansını beş yıllık bir süre boyunca bir veya iki kişiyle izlemeyi hedeflemiştir.

Projenin amacı, beşikten beşiğe tasarım ilkesine uygun, karbon nötr, yalnızca güneş enerjisiyle çalışan ve tamamen yeniden kullanılan veya yenilenebilir malzemelerle inşa edilmiş deneysel bir yapı ortaya koymaktır (Şekil 5.58).



Şekil 5.58. Kampüs ev (URL-85)

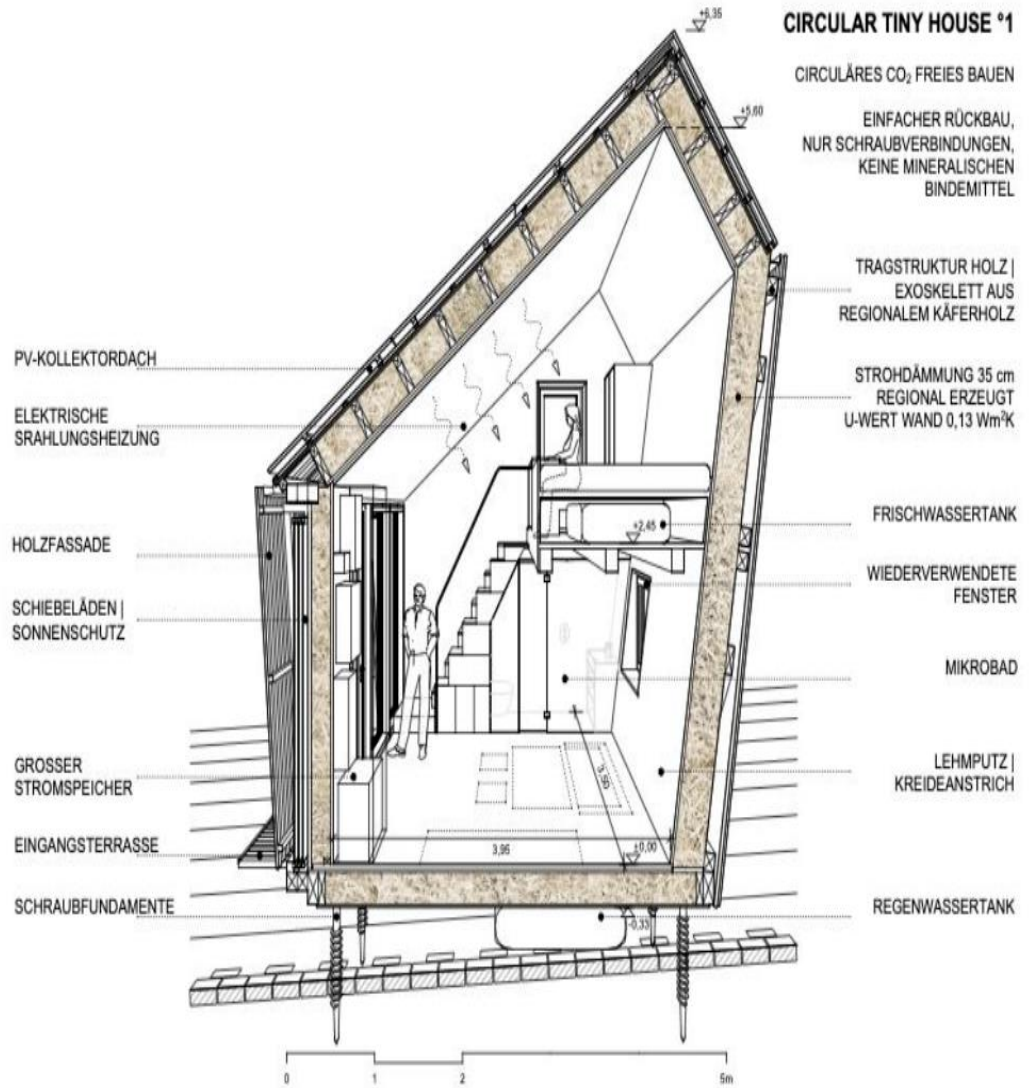
Ardından, “Küçük bir ev nedir ve kabul edilebilir bir konfor düzeyinde yaşamak için hangi ihtiyaçlar karşılanmalıdır?” sorularına yanıt aranmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda, hafif, ferah ve mimari açıdan sofistike bir tasarıma sahip, 19 m² kullanım alanına yayılan iki katlı bir araştırma binası geliştirilmiştir. Yapıda, iki kişilik bir yatak, bir gardırop, bir dizüstü bilgisayar çalışma alanı, bir mikro banyo, optimize edilmiş küçük bir mutfak, dinlenme alanı olarak bir kanep ve en az dört misafir ağırlayabilecek "akıllı" ve esnek mobilyalar bir araya getirilmiştir (Şekil 5.59).



Şekil 5.59. Yapım aşamaları (URL-86)

Beşikten beşiğe tasarım ilkesine dayalı olarak sürdürülebilir, düşük maliyetli ve kolay inşa edilip sökülebilen malzemelerden tasarlanan Circular Tiny House, tamamen CO₂ salınımına neden olan yapı malzemelerinden, beton, kireç sıva ve diğer mineral bağlayıcılardan kaçınılarak tamamlanmıştır. Yapının inşasında yalnızca saman, kereste ve kil gibi yenilenebilir malzemeler kullanılmıştır (Şekil 5.60).

Yapı, beş yıllık bir izleme periyodunun sonunda akülü tornavida ile tamamen sökülebilecek şekilde tasarlanmış; kereste, pencere ve kapı gibi elemanlarının yapı sektöründe tekrar kullanılması hedeflenmiştir. Coburg Uygulamalı Bilimler ve Sanatlar Üniversitesi'nin kampüsünde, çatıya entegre fotovoltaik paneller ve büyük bir batarya ile 10,5 ay boyunca tamamen otonom çalışabilecek şekilde inşa edilen bina, 15 Mart - 1 Aralık tarihleri arasında Tasarım Fakültesi'nin misafirhanesi olarak hizmet verecek şekilde planlanmıştır. Araştırma yapısının performansı, beş yıl boyunca bilimsel olarak izlenecektir (Arkitera, 2025) (Şekil 5.61).



Şekil 5.60. Sistem detayı (URL-87)



Şekil 5.61. Dış cephe (URL-88)

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde birçok canlı türü için yaşanılmaz hale gelen dünya, yakın gelecekte insanlar için de benzer sonuçlar doğuracaktır. Bunun temel nedeni, dünya üzerindeki kaynakların hızla tükeniyor olmasıdır. Şu anda karşı karşıya olduğumuz sorunlar, gelecekte çok daha büyük etkiler yaratacaktır. Bu nedenle geliştirilen çözümler, bu sorunların etkilerini yalnızca birkaç yıl geciktirmeye yönelik olacaktır. Karşı karşıya kaldığımız çevresel ve ekonomik problemlerin üstesinden gelebilmek için öncelikli olarak ele alınması gereken kavram sürdürülebilirliktir.

Hızlı sanayileşme, kontrolsüz kentleşme, bilinçsiz insan faaliyetleri ve hızla artan nüfus, çevresel kirliliğin yanı sıra enerji krizine de neden olmaktadır. Bu sorunların yerel düzeyde çözüme kavuşturulmadığı sürece, büyük ölçekli projeler tek başına kalıcı bir çözüm sunamaz.

Bir konutun tasarım sürecinde dikkate alınması gereken en önemli unsurlardan biri, yenilenebilir kaynakların konuta nasıl entegre edileceğine karar vermektir. Bu karar aşamasında, seçilen sistemin teknik gerekliliklerine bina tasarımının ne ölçüde uyum sağlayabileceğinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Konutlarda kullanılacak sistemlerin, uzun ömürlü ve ekonomik olması, ayrıca ilk yatırım maliyetini kısa sürede karşılayabilecek nitelikte geliştirilmesi hedeflenmelidir. Bununla birlikte, seçilen sistemin bakım maliyetleri ve kullanım kolaylığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Mimari planlama ve tasarım yaklaşımı, enerji verimliliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Aktif sistemlerin yanı sıra pasif enerji kazanım stratejilerinin de destekleyici olarak kullanılması, sistemin daha verimli çalışmasını sağlayacaktır. Konutlarda enerji tasarrufunun etkin bir şekilde sağlanabilmesi için mimarların, ilgili mühendislik disiplinleriyle koordineli çalışması gerekmektedir. Bu sayede hem amaca uygun geri dönüşüm ve enerji koruma sistemleri geliştirilebilir hem de estetik kaygılara uygun, işlevsel yapılar tasarlanabilir.

Yeşil bina değerlendirme ve sertifikasyon sistemleri, bir yapının tasarım, inşaat ve kullanım süreçlerinde çevresel etkilerin en aza indirilmesini teşvik eden belgeler olarak tanımlanmaktadır. Ancak göz ardı edilmemesi gereken önemli bir husus, bu sertifikasyon sistemlerinin yalnızca yapıların çevresel etkilerini azaltmayı teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir mimari yapılar oluşturmak isteyen tasarımcılara rehberlik eden bir kılavuz niteliği taşıdığıdır. Söz konusu sertifikasyon sistemleri, yapıları türlerine göre belirli değerlendirme kriterlerine tabi tutmakta ve bu kriterler doğrultusunda elde

edilen puanlara göre farklı derecelerde başarılı ya da yetersiz olarak sınıflandırmaktadır. Çeşitli kategorilere ve değerlendirme yöntemlerine sahip olmalarına rağmen, ele alınan yedi sertifikasyon sisteminin de ortak hedefleri, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri çerçevesinde, sürdürülebilir mimari tasarımlar için belirlenen ortak amaçlarla örtüşmektedir.

Özellikle B.E.S.T'in Türkiye'deki büyük projelerde zorunlu hale getirilmesi veya teşvik mekanizmaları oluşturulması ve yaygınlaşması gerekmektedir, yine aynı şekilde ihracat yapan inşaat firmalar için bu sertifikanın uluslararası geçerliliğini ve tanınırlığını artırmak amacıyla tanıtım çalışmaları yapmaları kesinlikle katkı sağlayacaktır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları incelendiğinde, dikkate değer potansiyelin olduğu görülmektedir. Güneş, rüzgâr, biyokütle ve jeotermal enerjileri açısından yüksek verim elde edilebilecek bölgelerimiz bulunmaktadır. Özellikle ÇEDBİK ile paralel doğrultuda yapılacak projeler konut alanında hem sürdürülebilir hem yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlayacaktır. Yöneticiler tarafından sağlanacak teşvikler, kredi imkanları gibi yatırım maliyetlerinin kısmen karşılanması, özel sektör yatırımcılarını cesaretlendirecektir. Böylece, girişimciler desteklenerek bu sistemlerin ülke genelinde yaygınlaşması sağlanacaktır. Neticede, doğal denge korunacak ve gelecek nesillere sürdürülebilir bir dünya bırakılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Akıncıtürk, M., 2015. Sürdürülebilirlik ve Ekoloji Açısından Sertifikalı Konutların Analizi: İstanbul Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Aktuna, M., 2007. Geleneksel Mimaride Binaların Sürdürülebilir Tasarım Kriterleri Bağlamında Değerlendirilmesi Antalya Kaleiçi Evleri Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Al-Samaraie, F. A., 2023. Ekolojik Malzemelerle Tasarlanmış Mobilyaların Tasarım, Ekolojik ve Ekonomik Açından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Antonio, J., Miranda, P., 2013. *Weighting Factors for the Criteria of a Building Sustainability Assessment Tool (DGNB)*. Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portekiz
- Aykal, F. D., Gümüş, B., Akça Özbudak Y. B., 2009. Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etken Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması”, YEKSEM 09: V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Diyarbakır, Türkiye. Emo Yayınları, 78-83 s.
- Bayraktaroğlu, B., 2014. Sürdürülebilir Bina Sertifika Sistemlerinin Ölçülerinin Belirlenmesinde Sürdürülebilirliğin Sosya Boyutunun Etkisi: Türkiye İçin Öneriler. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Bayramoğlu E., Ertek A., Demirel Ö., 2013. “Su Tasarrufu Amacıyla Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kısıntılı Sulama Yaklaşımı”, İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, Malatya, Türkiye.7, 45-53 s.
- Beyaztaş, H. S., 2012. Mimari Tasarımda Ekolojik Bağlamda Biçim ve Doğa İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
- Bilgen, S., 2011. Ekolojik Mimarlık: Anti-ekolojik Bir Eylem ile 'Ekoloji' Söyleminin Bir Araa Gelme Biçimleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Choe, S.-J., Han, S. H., (2019). Sürdürülebilir Alan Planlama ve Değerlendirme için Feng Shui Düşüncelerinin Kore'de Uygulanabilirliği Üç Boyutlu Dijital Haritalama ve Simülasyonlar Kullanılarak Doğrulandı. *Sustainability*. Seoul, South Korea.
- ÇEDBİK., 2019. B.E.S.T.- Binalarda Ekolojik ve Sürdürülebilir Tasarım.
- Çelik, E., 2009. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin İncelenmesi Türkiye’de Uygulanabilirliklerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Türkiye, İstanbul.

- Çepel, N., 1992. Doğa-Çevre-Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları. İstanbul: Altın
- Darlıyerli, İ., 2020. Sürdürülebilir Restoran Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Danacı H. M., Gültekin R. E., 2009. “Yapılaşmada Güneş Enerjisi Kullanımı ve Estetik Çözüm Örnekleri”, YEKSEM 09: V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Emo Yayınları, Diyarbakır, Türkiye. 241-249 s.
- Dedeoğlu, N., 2002. Ekolojik Mimarlık Kapsamında Konut Tasarımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri, İstanbul, Türkiye.
- Deligöz, D., Kabak, S., Aktan, A. İ., 2020. Türkiye’de Konut Yapılarında Kullanılmakta Olan Sertifika Sistemlerinin Kaynakların Korunumu Bağlamında İncelenmesi. Grid Mimarlık Planlama ve Tasarım Dergisi, Ankara, Türkiye. 233-250 s.
- Demirel, M., Kaymaz, C., 2022. *Ekolojik Kriz Kurumsal ve Güncel Tartışmalar*. Akademi Yayıncılık, Çanakkale, Türkiye.
- Eğrican N., Onbaşıoğlu H., 1993. “Pasif Güneş Sistemleri”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İstanbul, Türkiye. 1, 8-25 s.
- Engin, N., 2012. Enerji Etkin Tasarımda Pasif İklimlendirme: Doğal Havalandırma, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği Dergisi, İstanbul, Türkiye. 129, 63-70 s.
- Erdede, S. B., Bektaş, S., (2018) Türkiye İçin Yeşil Bina Sertifika Sistemi Gerekliliği. 2. *Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu*. Samsun, Türkiye.
- Filik, A. O., 2004. Ekolojik Tasarım ve Türkiye'deki Ekolojik Tasarım ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Gedik, Y., 2020. Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma. *International Journal of Economics, Politics, Humanities, Social Sciences*.
- Halaf, A. T., Wei, Y., Abdul Kadir, S. Y., Zainol, J., Abdalla, A. N., 2022. How Did the Pandemic Affect Our Perception of Sustainability? Enlightening the Major Positive Impact on Health and the Environment. *MDPI*.
- İlkan, Mustafa., 2013-2014 Bahar Dönemi. Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilgisayar ve Teknoloji Yüksek Okulu, Elektrik ve Elektrik Teknolojisi Dersi, Yenilebilir Enerji Kaynakları Ders Notları
- Karahan, A., 2009. Gri Suyun Değerlendirilmesi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir, Türkiye. 1155-1163 s.

- Kim, J-J., Rigdon, B., 1998. Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan, Amerika
- Küçükali, U. F. 2021. *Kent Ekolojisi*. Nobel Bilimsel Eserler, Ankara, Türkiye.
- Mızık, E. T., Avdan, Z. Y., 2020. Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. *Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkez, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 450-465. s.
- Osmançelebioğlu, D., 2015. Sürdürülebilir Mimari ve Sertifikalı Yeşil Binalar. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Öktem, A. K., 2020. Yeşil Bina Sertifikasyonlu Konut Projelerinde İç Mekan Çevresel Kalitesinin Kullanıcı Tarafından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Özdemir, G., 2019. Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinde Aydınlatma Konusunun Örnek Bir Konut Üzerinden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Türkiye.
- Saraç, G., 2019. Sürdürülebilir Biyolojik Yapı Tasarımında Sertifika Sistemlerinin İnsan Sağlığı ve Mekan Konforu Açısından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık. Yem yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Somalı, B., Emre Ilıcalı, E., 2009. Leed ve Breeam Uluslararası Yeşil Bina Değerlendirme Sistemlerinin Değerlendirilmesi, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Seminer Bildirisi, 06-09 Mayıs, İstanbul, Türkiye. 1081-1088 s.
- Tönük, Seda., 2001. Bina Tasarımında Ekoloji, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü Yayınları, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, Türkiye.
- Tunçalp, B. K., Oğuz Y., Sucu, M., 2002. Değişik İklim Şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Tunçalp, K., Sucu, M., Oğuz, Y., Değişik İklim şartlarında Bina İçerisinde Pasif Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Kullanılabilirliği.
- Uç, B., Oğurlu, İ., 2023. *Ekolojik Mimari Tasarımda Biyomimikri ve Ekomimikri*. YDÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi, İstanbul, Türkiye.
- Veziroğlu, V., 2010. Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütleri, Sürdürülebilir Kaynakların Yapıda Kullanımı ve Mimari Örnekler. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Vitruvius., 2005. *Mimarlık Üzerine On Kitap*. Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul.

- Yılmaz, E., 2019. Türkiye'de Yeşil Bina Sertifikasyon Sisteminin Ekolojik Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Yücel, G., Kurnaz, L., 2021. *Yeni Gerçeğimiz Sürdürülebilirlik*. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Yüksek, İ., Esin, T., 2008. Yapılarda su etkinliği İçin Bir Uygulama; Yağmur Suyunun Yeniden Kullanılması, IV. Uluslararası Sinan Sempozyumu Bildiri Kitabı, Edirne, Türkiye. 225-230 s.
- ZHU, W. J., WANG, Y., 2014. Research on the Design of Ecological Architecture. *International Conference on Mechanics and Civil Engineering*, 910-920 s.
- URL-1, 2024. *Ekoloji Ayak İzi Bileşenleri*. <https://ekolojist.net/ekolojik-ayak-izi-nedir/>, (Erişim Tarihi: 25.09.2024)
- URL-2, 2024. *Deniz Feneri Sıfır Enerji Evi İngiltere*. https://www.solaripedia.com/13/154/1417/lighthouse_zero_energy_home_illustration_air_flow.html, (Erişim Tarihi: 28.09.2024)
- URL-3, 2024. *Sürdürülebilirlik*. <https://tr.pinterest.com/pin/617485798938001180/>, (Erişim Tarihi: 28.09.2024)
- URL-4, 2024. *Sanayi Devrimi*. <https://tr.pinterest.com/pin/757378862321749580/>, (Erişim Tarihi: 28.09.2024)
- URL-5, 2024. *Sürdürülebilir Mimari İlkeler*. <https://ebiltem.blogspot.com/2012/12/surdurulebilirlik-kavram-ve-yesil-mimari.html>, (Erişim Tarihi: 10.10.2024)
- URL-6, 2024. *Doğrudan Pasif Termal Sistem*. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/281830>, (Erişim Tarihi: 12.10.2024)
- URL-7, 2024. *Doğrudan Ve Dolaylı Termal Sistem*. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/281830>, (Erişim Tarihi: 12.10.2024)
- URL-8, 2024. *Sera Isıtmalı Sistem*. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/c3cf77d52820cd0_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 15.10.2024)
- URL-9, 2024. *Trombe Duvarı İle Yaz-kış, Gece-gündüz Çalışması*. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/c3cf77d52820cd0_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 15.10.2024)

- URL-10, 2024. *Çatıdan Isıtma Ve Soğutma Yaz-kış, Gece-gündüz Çalışması.* <https://www.dogalgazprojesi.com/5576/binalarin-pasif-gunes-enerjisiyle-isitilm.html>, (Erişim Tarihi: 15.10.2024)
- URL-11, 2024. *Konveksiyon Kanallı Sistem.* https://www.researchgate.net/publication/315809307_BINALARDA_PASIF_VE_AKTIF_GUNES_SISTEMLERININ_INCELENMESI, (Erişim Tarihi: 15.10.2024)
- URL-12, 2024. *Konutlarda Güneş Enerjisi Kollektörlerinin Kullanımı.* <https://www.tesisat.org/gunes-enerjisi-ile-sicak-su-temini.html>, (Erişim Tarihi: 15.10.2024)
- URL-13, 2024. *Konutlarda Güneş Pili Kullanımı.* <https://www.globalenerjimarkeitim.com/blog/icerik/ev-icin-gunes-enerjisi-avantajlari-ve-maliyeti-nelerdir>, (Erişim Tarihi: 19.10.2024)
- URL-14, 2024. *Arazide Güneş Pili Kullanımı.* <https://www.ekolojist.com/enerji/gunes-enerjisi-arazi-kullanimi-ayak-izini-hesaplama/>, (Erişim Tarihi: 19.10.2024)
- URL-15, 2024. *Pencere Tipi Güneş Pili.* <https://www.donanimhaber.com/bu-pencere-cati-tipi-gunes-panelinden-daha-fazla-enerji-uretiyor--178637>, (Erişim Tarihi: 19.10.2024)
- URL-16, 2024. *Duvar Tipi Güneş Pili.* <https://solaravm.com/duvara-monte-gunes-panelleri>, (Erişim Tarihi: 19.10.2024)
- URL-17, 2024. *Ev Tipi Rüzgar Tribünü.* <https://www.ekolojist.com/ekoloji-ve-yasam/ev-tipi-ruzgar-turbini-yapimi-puf-noktalar/>, (Erişim Tarihi: 19.10.2024)
- URL-18, 2024. *Yağmur Suyu Toplama Tankı.* <https://www.santiye.com.tr/yagmur-suyu-hasadi-yontemleri-kullanim-alanlari-teknik-ve-i-sletme-esaslari-maliyeti-mevzuati>, (Erişim Tarihi: 27.10.2024)
- URL-19, 2024. *Kurakçıl Peyzaj Örneği.* <https://www.koncapeyzaj.com/post/kurak%C3%A7il-peyzaj-uygulamasi-1>, (Erişim Tarihi: 27.10.2024)
- URL-20, 2024. *Gri Suyun Konut İçindeki Tesisatı.* <https://www.linkedin.com/pulse/toplu-konut-yap%C4%B1lar%C4%B1-ve-gri-su-ar%C4%B1tma-sistemlerinin-%C3%B6nem-emi%CC%87rda%C4%9F-fe4pf/?originalSubdomain=tr>, (Erişim Tarihi: 27.10.2024)
- URL-21, 2024. *Oberhausen Gazometresi İlk Hali.* https://www.researchgate.net/figure/A-Gasometer-in-Oberhausen-before-left-www_fig2_287541437, (Erişim Tarihi: 29.10.2024)
- URL-22, 2024. *Oberhausen Gazometresi Son Hali.* <https://www.gasometer.de/en>, (Erişim Tarihi: 29.10.2024)

- URL-23, 2024. *BREEAM Logosu*. <https://www.realdelaquinta.com/en/breeam>, (Erişim Tarihi: 10.11.2024)
- URL-24, 2024. *LEED Puanlama Sistemi*. <https://www.semtrio.com/blog/leed-sertifikasi-hakkinda-bilgilendirme>, (Erişim Tarihi: 10.11.2024)
- URL-25, 2024. *Greenstar Logo*. <https://www.schiavello.com/construction/news/2019/margaret-graham-green-star>, (Erişim Tarihi: 10.11.2024)
- URL-26, 2024. *CASBEE Logosu*. <https://www.ibecs.or.jp/CASBEE/english/>, (Erişim Tarihi: 19.11.2024)
- URL-27, 2024. *B.E.S.T. Sertifika Düzeyleri*. <https://www.incoma.com.tr/tr/turkiye-ve-amerikan-yesil-bina-sertifika-sistemlerinin-karsilastirilmesi.html>, (Erişim Tarihi: 20.11.2024)
- URL-28, 2024. *Diyarbakır Güneş Evi*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-29, 2024. *Diyarbakır Güneş Evi Zemin Kat Planı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-30, 2024. *Diyarbakır Güneş Evi Asma Kat Planı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-31, 2024. *Isıtma-soğutma Sistem Detayı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-32, 2024. *Seraya Bakış*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-33, 2024. *Çatı ve Duvar Yalıtımı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-34, 2024. *Şömine*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-35, 2024. *Panel ve Kollektör Montajı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-36, 2024. *Biyolojik Arıtma Diskinin Montajı*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-37, 2024. *Ahşap Taşıyıcı Sistem*. <https://www.gunesevi.com/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-38, 2024. *Gürel Yazlık Evi*. <https://www.arkitera.com/proje/sedat-gurel-evi/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-39, 2024. *Kesit*. <https://www.arkitera.com/proje/sedat-gurel-evi/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)

- URL-40, 2024. *Vaziyet Planı*. <https://www.arkitera.com/proje/sedat-gurel-evi/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-41, 2024. *Avlu*. <https://www.arkitera.com/proje/sedat-gurel-evi/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-42, 2024. *İç Mekan Mobilyalar*. <https://www.arkitera.com/proje/sedat-gurel-evi/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-43, 2024. *Vaziyet Planı*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-44, 2024. *Cephe Detayları*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-45, 2024. *Strüktür*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-46, 2024. *Greenox'ta Sürdürülebilirlik ilkeleri*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-47, 2024. *Zemin Kat Planı*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-48, 2024. *Kat Planı*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-49, 2024. *Teras Kat Planı*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-50, 2024. *Sistem Kesit Detayı*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-51, 2024. *İç Mekan Görselleri*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-52, 2024. *Teras*. <https://www.arkitera.com/proje/greenox-urban-residence/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2024)
- URL-53, 2024. *Dış Cephe*. <https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-54, 2024. *Güneş Enerjisi Kulesi ve Dağıtım Açılırları*. <https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-55, 2024. *Bitki Kökleri ve Keçe*. <https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)

- URL-56, 2024. *Yeşil Cephe Detayları*. <https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-57, 2024. *Kesit ve Kat Planları*. <https://www.archdaily.com/551329/one-central-park-jean-nouvel-patrick-blanc>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-58, 2024. *Cepheler*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-59, 2024. *Strüktür*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-60, 2024. *Sürdürülebilir Yapı Sistem Detayları*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-61, 2024. *Mevsimlere Göre Cephelerin Renk Değişimi*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-62, 2024. *Kat Planı*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-63, 2024. *Detay Kesitler*. <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>, (Erişim Tarihi: 30.12.2024)
- URL-64, 2025. *Dış Cephe*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-65, 2025. *Zemin Kat Planı ve Kesitler*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-66, 2025. *İç Mekan*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-67, 2025. *Avlu*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-68, 2025. *Garaj*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-69, 2025. *Ateş Çukuru*. <https://www.archdaily.com/1012085/the-landing-house-industry-of-all-nations>, (Erişim Tarihi: 02.01.2025)
- URL-70, 2025. *Malzeme Detayları*. <https://www.archdaily.com/999139/people-tree-house-archiapteryx>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-71, 2025. *Güneş Panelleri*. <https://www.archdaily.com/999139/people-tree-house-archiapteryx>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)

- URL-72, 2025. *Tesisat Borusu*. <https://www.archdaily.com/999139/people-tree-house-archiopteryx>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-73, 2025. *Kesit*. <https://www.archdaily.com/999139/people-tree-house-archiopteryx>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-74, 2025. *Straw Bale House*. <https://www.arkitera.com/haber/almanya-kirsalinda-saman-ve-ahsaptan-yapilmis-straw-bale-house/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-75, 2025. *Saman Yalıtımlı Ahşap Cephe*. <https://www.arkitera.com/haber/almanya-kirsalinda-saman-ve-ahsaptan-yapilmis-straw-bale-house/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-76, 2025. *Zemin Kat Planı*. <https://www.arkitera.com/haber/almanya-kirsalinda-saman-ve-ahsaptan-yapilmis-straw-bale-house/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-77, 2025. *İç Mekan*. <https://www.arkitera.com/haber/almanya-kirsalinda-saman-ve-ahsaptan-yapilmis-straw-bale-house/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-78, 2025. *Saman Yalıtımlı Ahşap Cephe*. <https://www.arkitera.com/haber/almanya-kirsalinda-saman-ve-ahsaptan-yapilmis-straw-bale-house/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-79, 2025. *Kat Planları*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-80, 2025. *İç Mekan*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-81, 2025. *Yaz-kış Yerleşim Planı*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-82, 2025. *Harç Uygulanan Bölgeler*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-83, 2025. *Mutfak ve Ortak Yatak Odası*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-84, 2025. *Banyo*. <https://www.archdaily.com/975987/the-day-after-house-takk>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-85, 2025. *Kampüs Ev*. <https://www.arkitera.com/haber/universite-kampusu-icerisinde-dairesel-kucuk-ev-cth1/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-86, 2025. *Yapım Aşamaları*. <https://www.arkitera.com/haber/universite-kampusu-icerisinde-dairesel-kucuk-ev-cth1/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)
- URL-87, 2025. *Sistem Detayı*. <https://www.arkitera.com/haber/universite-kampusu-icerisinde-dairesel-kucuk-ev-cth1/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)

URL-88, 2025. *Dış Cephe*. <https://www.arkitera.com/haber/universite-kampusu-icerisinde-dairesel-kucuk-ev-cth1/>, (Erişim Tarihi: 04.01.2025)

