

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cansu GÜNER

**ENERJİ ETKİN TASARIMDA, EKOLOJİK VE
SÜRDÜRÜLEBİLİR MALZEME SEÇİMİ ÜZERİNE BİR
ÇALIŞMA**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ADANA-2017

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ ETKİN TASARIMDA, EKOLOJİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR
MALZEME SEÇİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Cansu GÜNER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Bu Tez 22/12/2017 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Öğrt. Gör. Dr. Ahmet KOÇHAN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Seren GÜVEN
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Orkun ÖZÜER
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Mimarlık Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENERJİ ETKİN TASARIMDA, EKOLOJİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR
MALZEME SEÇİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Cansu GÜNER

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

Danışman : Öğr. Gör. Dr. Ahmet KOÇHAN
Yıl: 2017, Sayfa: 145
Jüri : Öğr. Gör. Dr. Ahmet KOÇHAN
: Prof. Dr. Seren GÜVEN
: Yrd. Doç. Mustafa Orkun ÖZÜER

20. yy sonlarından itibaren yaşamın her alanında önem kazanmaya başlayan “sürdürülebilirlik” kavramının kapsadığı çevre, ekonomik ve sosyal alanlar mimarinin de önemle yaklaştığı konulardandır. Bu doğrultuda gelişen sürdürülebilir ve enerji duyarlı yapıların, hem yapım sistemleri hem tasarım kriterleri hem de malzeme seçimi konuları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Çevre duyarlı yapıların temel bileşenlerinden biri olan yapı malzemeleri, üretim sürecinden başlayarak şantiye, kullanım ve kullanım sonrası süreçte hem çevre ile olan ilişkisi hem enerji tasarrufundaki rolü hem de yapının çevresiyle kurduğu fiziksel ilişkisi ile sürdürülebilirliğin gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu bilgiler ışığında bu çalışma kapsamında, sürdürülebilir ve enerji etkin yapılarda malzeme seçimi ulusal ve uluslararası literatürden seçilen yapı örnekleri üzerinden incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkin tasarım, Sürdürülebilir mimarlık, Sürdürülebilir malzeme

ABSTRACT

Msc. Thesis

A RESEARCH ON ECOLOGICAL AND SUSTAINABLE MATERIAL SELECTION IN ENERGY EFFICIENT DESIGN

Cansu GÜNER

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE**

Supervisor : Academician. Dr. Ahmet KOÇHAN
Year: 2017, Pages: 145
Jury : Academician. Dr. Ahmet KOÇHAN
: Prof. Seren GÜVEN
: Asst. Prof. Mustafa Orkun ÖZÜER

The environment, financial and social ranges secured by the concept of "sustainability" which has begun to pick up significantly in each range of life since the conclusion of the 20th century, are the points that planners have come close to. In this direction, studies on both construction systems, design criteria and material selection issues of sustainable and energy sensitive structures are carried out. Building materials, one of the basic components of environmentally sensitive structures, contribute to the development of sustainability through the process of production, the site, the use and the recycling process after use, both in relation to the environment and in the role of energy saving as well as in the physical relationship established by the environment. In the light of this information, the selection of materials for sustainable and energy sensitive structures has been examined through selected examples of national and international literature.

Key Words: Energy efficient design, Sustainable architecture, Sustainable materials

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

M.Ö 10 binli yıllarda yerleşik hayata geçen insanoğlu doğala beraber büyük orana uyumlu bir şekilde yaşamını devam ettirmiştir. Ancak 18. ve 19. yüzyıllara geldiğimizde hızlı bir şekilde gelişen ve yayılan sanayi ve endüstri devrimiyle beraber bu denge olumsuz bir yönde etkilenmeye başlamıştır. Özellikle 20. yüzyıldaki kirlilik, doğaya yapılan müdahale, doğal ve yaşamsal faaliyetler üzerinde ciddi problemlere neden olmaya başlayınca bu yaşam tarzının gelecek için iyi bir model olmadığı anlaşıldı. Bu duruma çözüm olarak ortaya çıkan “sürdürülebilirlik” kavramı gelişerek dünya politikası haline geldi ve birçok disiplini etkisi altına aldı.

Sürdürülebilirliğin mimarlık disiplinine yansımaları olarak ortaya çıkan sürdürülebilir mimari kavramının pek çok ülke tarafından kabul görmesi, ülkelerin bu doğrultuda alacakları önlemleri ve yapacakları çalışmaları daha dikkatle yürütmelerinin önünü açmıştır. Asıl amacı; kaynak etkinliği ve ekolojik tasarıma dayanan, sağlıklı bir yapıyı çevre yaratmak ve devamlılığını sağlamak olan sürdürülebilir mimarlık, yapının tasarım ve uygulama sürecinde belirlenip yaşam döngüsü boyunca devamlılığını gösterecek bazı prensiplere dayanır. Arazinin, kaynakların, enerjinin, malzemenin, suyun etkin kullanımı ve yapı içi konforun gözetilmesi, insan sağlığının gözetilmesi, malzeme atık yönetiminin sağlanması gibi sıralanan bu prensipler, binaların olumsuz çevresel etkilerinin azaltılmasında ve ekonomik, sosyal açıdan sürdürülebilirliğin geliştirilmesinde etkilidir.

Sürdürülebilir mimarlığın prensiplerinden biri olan yapı malzemeleri, yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin yaklaşık %10-20’sini oluşturmaktadır. Bu çevresel etki malzemenin üretiminden başlayıp, yapı alanına taşınması, yapıya entegre aşamasındaki şantiye süreci, kullanım, bakım, onarım ve faydalı ömrünü tamamladıktan sonraki geri dönüşüm veya yeniden kullanım süreçlerinden oluşmaktadır. Yapı malzemeleri ve ürünlerinin sürdürülebilirlik ilkelerine göre seçimi, yapıların bu süreç içerisinde doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmakla kalmaz, enerji etkinliğini artırır, işletme, bakım ve onarım giderlerini azaltır, kullanıcılar için sağlıklı konforlu ortamlar sunar. Dolayısıyla uygulayıcının, tasarımcının, karar vericinin malzeme seçimi aşamasında belirli bir bilgi birikiminde buna karar vermesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, sürdürülebilir mimarinin önemli bir yapı taşı olan yapı malzemelerinin, hangi özellikleri ile tercih sebebi oldukları, çevresel etki performansları, enerji tasarrufundaki etkinliği, insan sağlığı ve konforu açısından önemi gibi sorular incelenen örnekler ve yapılan literatür taraması ile detaylı olarak araştırılmıştır. Yapılan bu araştırmalar sonucu öne çıkan ana başlıklar ve ana başlıkların incelenmesi ile belirlenen alt parametreler, incelenen örneklerden tespit edilen malzemeler üzerinde değerlendirilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler, ulaşılmak istenen sonuca kaynak veriler olup belirlenen parametrelerin incelenen tüm örnek yapılar üzerindeki etki derecelerinin tespit edilmesinde etkili olmuştur. Bu genel değerlendirme ile belirlenen parametrelerin neden dikkate alınması gerektiği, ne şarta bağlı olarak tercih edilmesi gerektiği, sürdürülebilirliğe çevresel ve ekonomik boyutuyla sunduğu faydaları yapılan yorumlamalarla verilmiştir.

Sonuç olarak, sürdürülebilir ve enerji etkin yapılarda malzeme seçiminde ve bu malzemelerin akılcı detay tasarımı ve doğru uygulama aşamasında mimarlar ve disiplin alanlarındaki uygulayıcılar için gerekli olan bilgi birikiminin oluşturulmasına yardımcı bir çalışma oluşturulmuştur.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince emeğini, bilgisini ve zamanını benden hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmamı başından sonuna kadar sabırla yürüten, bana her daim inanan ve güvenen çok değerli danışmanım Öğr. Gör. Dr. Ahmet KOÇHAN'a, Çukurova Üniversitesi Mimarlık Bölümü lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve emeğini paylaşan tüm hocalarıma ve birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum, hem iş hayatımda hem de tez çalışmam süresinde desteğini esirgemeyen çalışma arkadaşım Arş. Gör. Fulya GÖKŞEN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her döneminde desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili annem Saadet GÜNER'e, eğitim hayatım boyunca benimle tüm süreçte var olan ve yürümekte olduğum bu yolda inancıyla bana umut ışığı olan sevgili babam Ömer GÜNER'e ve doğduğu günden bugüne en iyi arkadaşım kardeşim Eralp GÜNER'e sabır ve desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XVIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1.Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı	5
1.2. Temel Kavramlar.....	7
1.2.1. Çevre Kavramı ve Çevre Sorunları	7
1.2.2. Bina Ve Çevre	10
1.2.3. Enerji Kavramı ve Enerjinin Etkin kullanımı	14
1.2.4. Ekoloji Kavramı ve Ekolojik Mimarlık.....	20
1.2.5. Yapı ve Sürdürülebilirlik.....	25
1.2.5.1. Sürdürülebilir Yapı Sertifikaları	29
1.2.5.2. LEED Sertifikası	30
1.2.5.3. BREEAM Sertifikası	32
1.2.6. Malzeme Akışı ve Sürdürülebilirlik	34
1.2.7. Sürdürülebilir Malzemeler.....	36
1.2.7.1. EPD (Çevresel Ürün Beyanı)	40
1.2.7.2. LCA (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)	41
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	45
3. MATERYEL VE METOD.....	49
3.1. Materyal.....	49
3.2. Metod.....	49

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	51
4.1. Ulusal ve Uluslararası Literatürden Seçilen Sürdürülebilir Yapı Örnekleri	
.....	51
4.1.1. Dominikus Stark Mimarlık, Nyanza Eğitim Merkezi,Nyanza,	
2010	51
4.1.2. SLA Mimarlık Ofisi, Amsterdam Doğa ve Çevre Öğrenme	
Merkezi, Amsterdam, 2015	52
4.1.3. Denton Corker Marshall, Stonehenge Ziyaretçi Merkezi, İngiltere,	
2013	54
4.1.4. Upfrnt ve Zwarthout Mimarlık, Sustainable House, Hollanda,	
2013	56
4.1.5. Mimar Toshiko Mori, Senegal Kültür Merkezi, Senegal, 2015	58
4.1.6. Groupwork Mimarlık Ofisi, Barretts Grove Apartmanı, Londra,	
2016	59
4.1.7. Stüdyo 804, The Springfield House, Kanada, 2009	61
4.1.8. Erginoğlu &Çalışlar Mimarlık Ofisi, KA Evi, Erzincan, 2016	65
4.1.9. Stüdyo Cardenas Mimarlık Ofisi, Enerji Verimli Bambu Evi,	
Lishui / Çin, 2016	66
4.1.10. Steven Holl Mimarlık, Ex Of In House, İngiltere, 2012	68
4.1.11. Vandkunsten Mimarlık, The Modern Seaweed House, Danimarka,	
2013	70
4.1.12. Feilden Fowles Mimarlık, Ty Pren House, İngiltere, 2009	72
4.1.13. Juri Troy Mimarlık, Sunlight House, Avusturya, 2010	74
4.1.14. Djuric Tardio Mimarlık, Eco-Sustainable House, Paris/Fransa,	
2012	76
4.1.15. Nicholas Plewman Mimarlık, Okavango Safari Lodge, Botsvana,	
2014	78
4.1.16. Unstudio Mimarlık, The Wind House, Hollanda, 2014.....	79
4.1.17. Studyo 804, 1301 Newyork House, Lawrence, 2015	81

4.1.18. Refresh Design Mimarlık, Northern Rivers Beach House, Avusturalya /Byron Körfezi, 2014.....	83
4.1.19. Martens Van Caimere Mimarlık, Energy-neutral bungalow, Belçika, 2014	84
4.1.20. Studyo 804, 1330 Brook House, Lawrence, 2017	86
4.2. İncelenen Sürdürülebilir ve Enerji Etkin Yapı Örneklerinde Kullanılan Malzemelerin Tespiti ve İncelenmesi	90
5. SONUÇ	93
5.1. Sürdürülebilirlik ve Enerji Etkin Yapılarda Malzeme Seçiminin Belirli Alt Parametreler Altında İncelenmesi.....	94
5.1.1. Niteliklerine Göre Malzemeler.....	94
5.1.2. Ortam Şartlarına Uyum Göstermelerine Göre Malzemeler.....	109
5.1.3. Yaşamsal Niteliklerine Göre Malzemeler	115
5.1.4. Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliklerine Göre Malzemeler	120
5.2. Öneriler.....	122
KAYNAKLAR.....	123
ÖZGEÇMİŞ.....	133
EKLER	134



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 5.1.	Tespit Edilen Malzemelerin Niteliklerine Göre Sınıflandırılması ..	95
Çizelge 5.2.	Yapı Malzemeleri/Bileşenlerinin Geri Kazanım İşlemleri Ve Kullanım Alanları	97
Çizelge 5.3.	Organik ve İnorganik Doğal Malzemelerin Özellikleri Ve Kullanım Yerleri.....	100
Çizelge 5.4.	Yerel Malzemenin Sürdürülebilirliğe Katkısı	105
Çizelge 5.5.	Tespit Edilen Malzemelerin Ortam Şartlarına Uyum Göstermelerine Göre Sınıflandırılması.....	109
Çizelge 5.6.	Tespit Edilen Malzemelerin Yaşamsal Niteliğine Göre Sınıflandırılması	116
Çizelge 5.7.	Tespit Edilen Malzemelerin Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliklerine Göre Sınıflandırılması	120



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	2015 Yılı Küresel Birincil Enerji Tüketim Oranları	2
Şekil 1.2.	Dünya Kırsal-Kentsel Nüfus artışı.....	2
Şekil 1.3.	Dünya Nüfus Artışı	3
Şekil 1.4.	Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı, 2009.....	4
Şekil 1.5.	Biyosferdeki Çevrimler.....	8
Şekil 1.6.	Yoğun Nüfuslu Ve Yoğun Tüketici Toplumlarda Nüfus, Kişi Başına Kullanılan Kaynak Ve Kullanılan Kaynak Birimi İçin Oluşan Çevresel Bozulmanın Çevresel Etkisi	10
Şekil 1.7.	Sera Gazı Etkisi.....	11
Şekil 1.8.	Küresel Isınmaya Etki Eden Atmosferdeki Karbondioksit Yoğunluğuna İlişkin Öngörüler	11
Şekil 1.9.	Yapıların Çevre Üzerine Etkileri	12
Şekil 1.10.	Yapı Malzemesi Yaşam Döngüsü Aşamaları: Ham Maddenin Doğadan Temini, Ürüne Dönüştürülmesi, Yapıya Entegrasyonu, Yapıda Kullanımı Ve Bertarafı Yada Geri Dönüşümü	14
Şekil 1.11.	Dünyada Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı	16
Şekil 1.12.	Türkiye’de Üretilen Enerjinin Farklı Sektörlere Göre Tüketimi 2013	17
Şekil 1.13.	Sürdürülebilir Binanın Ön Tasarım Süreci İle Yaşam Döngüsü Arasındaki Çift Yönlü İlişkiler Şeması.....	18
Şekil 1. 14.	BEP ‘İn Enerji Tüketiminde Odak Noktası	19
Şekil 1. 15	Sürdürülebilir Kalkınmanın Değişen Gündemi	26
Şekil 1. 16.	Sürdürülebilir Yapı Tasarımı İçin Yol Haritası Taslağı.....	28
Şekil 1. 17.	LEED Performans Kategorileri Ve Dağılım Oranları.....	31
Şekil 1.18.	BREEAM Europe Performans Kategorileri Ve Dağılım Oranları	33
Şekil 1. 19.	Ham Malzemelerin Ürün Yaşam Döngüsündeki Akışı.....	35
Şekil 1. 20.	Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsüne İlişkin Dönemler	37

Şekil 1. 21. Bir Ürünün Çevresel Etki Değerlendirilmesi	41
Şekil 1. 22. Yapılarda YDD	42
Şekil 4. 1. Nyanza Eğitim Merkezi	51
Şekil 4. 2 Nyanza Eğitim Merkezi Avlu Kısım	52
Şekil 4. 3. Amsterdam Doğa ve çevre öğrenme merkezi	53
Şekil 4. 4. Amsterdam Doğa ve çevre öğrenme merkezi çatı detayı.....	53
Şekil 4. 5. Stonehenge Ziyaret Merkezi, İngiltere.....	54
Şekil 4. 6. Stonehenge Ziyaret Merkezi Çelik Kanopi Çatı Detayı	55
Şekil 4.7. Stonehenge Ziyaret Merkezi Cepheye Yerel Malzeme Uygulaması	55
Şekil 4. 8. Sustainable House Güney Cephesi	56
Şekil 4. 9. Sustainable House Batı Cephesi	57
Şekil 4. 10. Sustainable House Cephede Kullandığı Yanmış Ahşap	57
Şekil 4. 11. Senegal Kültür Merkezi	58
Şekil 4.12. Senegal Kültür Merkezi'nde Kullanılan Malzemelerin Detayı.....	59
Şekil 4. 13. Barretts Grove Apartmanı Ön Cephe Görünüşü	60
Şekil 4. 14. Barretts Grove Apartmanı İç Mekan.....	60
Şekil 4. 15. Barretts Grove Apartmanı hasır çelik konstrüksiyonlu balkonlar.....	61
Şekil 4. 16. The Springfield House Cephesi	62
Şekil 4. 17. The Springfield House Detayları	63
Şekil 4. 18. The Springfield House İç Mekan	64
Şekil 4. 19. KA Evi Dış Cephesi.....	65
Şekil 4. 20. KA Evi İç Mekânı.....	65
Şekil 4. 21. Enerji Verimli Bambu Evi	66
Şekil 4.22. Enerji Verimli Bambu Evi Bambu Direkler Arasında Çelik Bağlayıcılar	67
Şekil 4. 23. Enerji Verimli Bambu Ev Sırlı Panel Kaplama Cephesi	67
Şekil 4. 24. Ex Of İn House Cephesi	68
Şekil 4. 25. Ex Of İn House Cephesi	68

Şekil 4. 26. Ex Of İn House İç Mekân	69
Şekil 4. 27. The Modern Seaweed House Cephesi	70
Şekil 4. 28. The Modern Seaweed House Cephe Malzemesi Olarak Yosun Kullanımı	71
Şekil 4. 29. The Modern Seaweed House İç Mekan Detaylar	71
Şekil 4. 30. Ty Pren Evi Yerel Malzemeleri ile Oluşturulan Dış Cephe Görünümü	72
Şekil 4. 31. Ty Pren Evi Dış Cephe Kaplama Ve SIP İle Yüksek Performanslı Cam Birleşimi.....	73
Şekil 4. 32. Ty Pren Evi İç Mekan	73
Şekil 4. 33. Sunlight house Bina Kabuğu Malzemeleri	74
Şekil 4. 34. Sunlight House İç Mekan Detayları.....	75
Şekil 4. 35. Eco-Sustainable House Bina Kabuğu	76
Şekil 4. 36. Eco- Sustainable House Cam Doğrama Detayları	77
Şekil 4. 37. Eco- Sustainable House Cam- Doğrama Detayları.....	77
Şekil 4. 38. Okavango Safari Lodge	78
Şekil 4. 39. Okavango Safari Lodge Kabuk Detay Görseli	79
Şekil 4. 40. The Wind House	80
Şekil 4. 41. The Wind House Şantiye Fotoğrafı	80
Şekil 4. 42. The Wind House Döşeme, Duvar, Tavan Kaplama Malzemeleri.....	81
Şekil 4. 43. 1301 New York House.....	81
Şekil 4. 44. 1301 New York House Çatıda Kullanılan Kenet Metal Panel Ve Fotovoltaik Panel	82
Şekil 4. 45. 1301 New York House İç Mekân Detayları.....	83
Şekil 4. 46. Northern Rivers Beach House Dış Cephe Görseli	83
Şekil 4. 47. Northern Rivers Beach House Cephe Elemanları Olan Metal Paneller ve Ahşap	84
Şekil 4. 48. Energy-Neutral Bungalow Hempcrete Cephe Uygulaması	85
Şekil 4. 49. Energy-Neutral Bungalow Kolon Detayı.....	85

Şekil 4. 50. Energy-Neutral Bungalow İç Mekan Detayları	86
Şekil 4. 51. 1330 Brook House Batı Cephesi.....	87
Şekil 4. 52. 1330 Brook House Güney Cephesi.....	88
Şekil 4. 53. 1330 Brook Kuzey Cephesi	88
Şekil 4. 54. 1330 Brook Evinin Güney Tarafındaki Kapalı Geçit	89
Şekil 4. 55. 1330 Brook Evi İç Mekan.....	90
Şekil 5.1. Senegal Kültür Merkezinde Kullanılan Geri Dönüşümlü Malzemeler	96
Şekil 5. 2. Enerji Verimli Bambu Evi, The Modern Seaweed House Ve Senegal Kültür Merkezi'nde Kullanılan Doğal Malzemeler	101
Şekil 5. 3. Enerji Verimli Bambu Evi Bambu-Çelik Birleşim Detayı	103
Şekil 5. 4. New York House Çatısında Kullanılan Pv Paneller.....	104
Şekil 5. 5. Ty Pren House' Da Kullanılan Yerel Malzemeler.....	106
Şekil 5. 6. Nyanza Eğitim Merkezi'nde Kullanılan Yerel Malzemeler	106
Şekil 5. 7. Amsterdam Doğa Ve Çevre Öğrenme Merkezi'nde Kullanılan Çağdaş Malzemeler.....	107
Şekil 5. 8. Stonehenge Ziyaretçi Merkezi'nde Kullanılan Çağdaş Malzemeler	108
Şekil 5. 9. The Modern Seaweed House'da Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Yosun	110
Şekil 5. 10. Energy-Neutral Bungalow Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Kenevir.....	111
Şekil 5. 11. Barretts Grove Apartment Malzeme Detayları	113
Şekil 5. 12. The Modern Seaweed House'da Kullanılan Yapı Fizliğini İyileştiren Malzeme Detayları.....	113
Şekil 5. 13. Sunlight House Çatısında Kullanılan Güneş Kolektörleri	115
Şekil 5. 14. Okavango Safari Lodge Yapısında Kullanılan Doğal Nitelikli Karbon Salınımı Düşük Malzemeler.....	117

Şekil 5. 15. Barretts Grove Apartment’da İç Mekan Malzemesi Olarak Kullanılan Ahşap	118
Şekil 5. 16. The Modern Seaweed House Ve Ex Of In House da Akustiğ Yardımcı Olarak Kullanılan Malzemeler.....	119
Şekil 5. 17. Yapı Malzemelerinin İçerdiği Enerji Miktarı	121





SİMGELER VE KISALTMALAR

LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design / Enerji Ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik
BREEAM	: Bre Environmental Assessment Method / Bina Araştırma Kuruluşu Çevresel Değerlendirme Metodu
FSC	: Forest Stewardship Council / Orman Yönetim Konseyi
LCA	: Life Cycle Assessment / Yaşam Döngüsü Değerlendirme
YDD	: Yasam Döngüsü Değerlendirme
EPD	: Environmental Product Declarations / Çevresel Ürün Beyanı
VOC	: Volatile Organic Compound / Uçucu Organik Bileşikler
PVC	: Polivinil Klorür
PV	: Fotovoltaik
OSB	: Oriented Strand Board / Yönlendirilmiş Yonga Levha
CLT	: Çapraz Lamine Ahşap
LVL	: Lamine kaplama ahşap
PU	: Poliüretan Zemin Kaplama

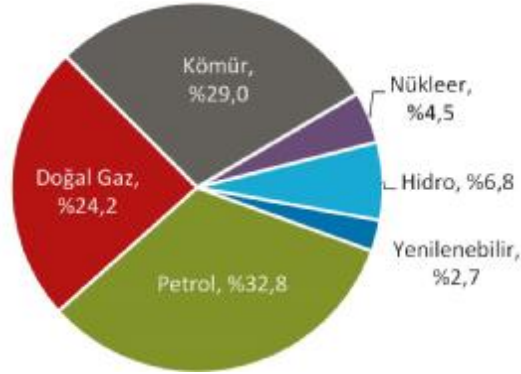


1. GİRİŞ

Mimarlık; insanların yaşamını kolaylaştırmak ve barınma, dinlenme, çalışma, eğlenme gibi eylemlerini sürdürebilmelerini sağlamak üzere gerekli mekânları, işlevsel gereksinimleri ekonomik ve teknik olanaklarla bağdaştırarak estetik yaratıcılıkla inşa etme sanatı olarak tanımlanmaktadır (Hasol, 2012, sf.141). Var olduğu günden beri insanoğlu ekolojik çevreyi kendi gereksinimlerine uygun bir şekilde kullanmıştır. Özellikle yerleşik hayata geçiş sonrası onu şekillendirmeye başlamış ve bu süreç günümüze kadar gelişerek ve değişerek devam etmiştir.

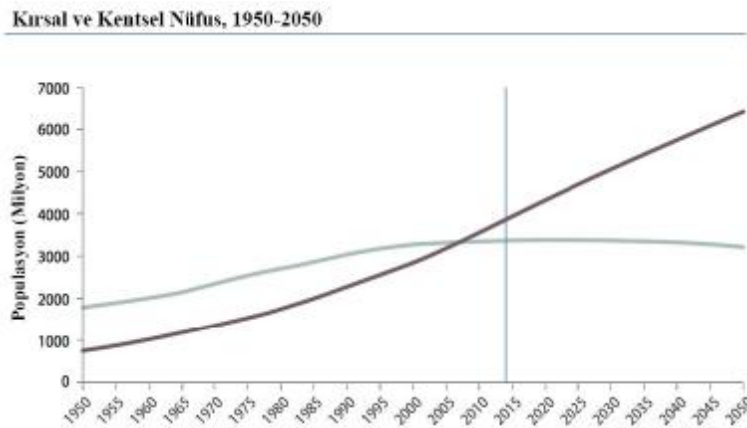
İnsan ile içinde yaşadığı ortam ayrılmaz bir bütündür. Bu bütünlük insanın doğa ile etkileşimini kaçınılmaz hale getirmektedir. İnsanın yaşam sürekliliği için doğadan yararlanması ve doğayı değiştirmesi olağandır.

İnsan varoluşundan itibaren uzun bir süre doğal çevre ile uyumlu bir şekilde yaşamını sürdürmüştür. 18. yüzyılın ikinci yarısında gerçekleşen sanayi devrimi ve ardından başlayan endüstrileşme ile enerjiye olan ihtiyaç artmaya başlamıştır. İnsanoğlu, artan enerji ihtiyacını karşılamak için daha verimli enerji üretebileceği kaynaklara yönelmiştir. Böylelikle daha çok enerji üreten, yenilenemeyen enerji kaynaklı yakıtlar kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu kaynakların bir anda yoğun bir şekilde kullanılması, dünyanın ekolojik dengesi üzerinde ciddi problemlerin oluşmasına neden olmuştur. Bu problemlerin sonucunda oluşan küresel iklim değişikliklerinin, doğal ve yaşamsal faaliyetler üzerindeki etkisi önemli boyutlara ulaşmıştır. Petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil kaynaklardan ve uranyum, plütonyum gibi radyoaktif elementlerin çekirdeklerindeki proton ve nötronları tutan enerjinin ortaya çıkarılması esasına dayanan nükleerden elde edilen enerji, dünyada birincil enerji tüketim oranının toplam %90,5'ini oluşturmaktadır (Şekil 1.1).



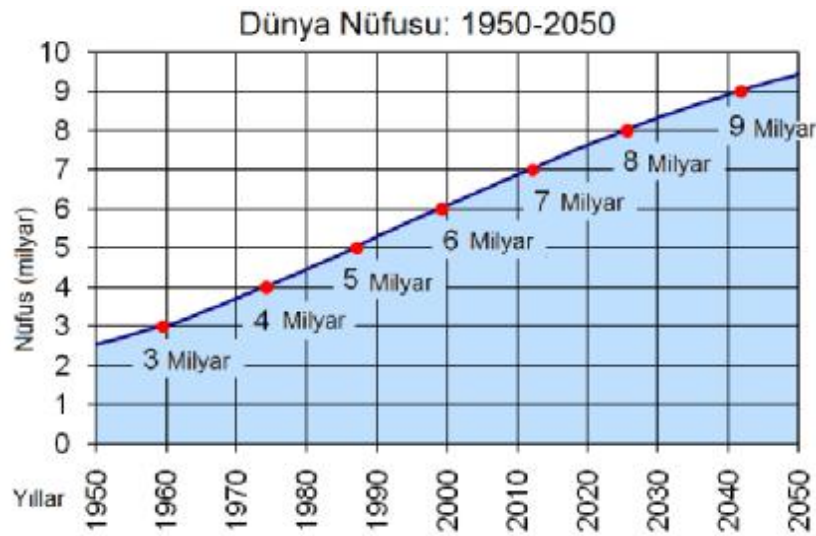
Şekil 1.1. 2015 Yılı Küresel Birincil Enerji Tüketim Oranları (Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2016)

“19. yüzyılda başlayan sanayi devrimi ve 20. yüzyıl endüstri toplumunda, sanayi ve endüstride insan gücüne olan ihtiyaç, kentsel yaşamın çekiciliği ve diğer birçok etken belli bir süreçte kentsel alanlara yönelişe neden olmuştur (Şekil 1.2). Pek çok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi, Türkiye’de göç ve dolayısıyla kentleşme, özellikle İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra hızlanmıştır. Bu süreç hala devam etmektedir. Sonuçta kentlerde ön görülenin aksine, plansız bir gelişim süreci yaşanmıştır ve yaşanmaktadır.” (Koçhan, 2003, s.50).



Şekil 1.2. Dünya Kırsal-Kentsel Nüfus artışı (URL-1)

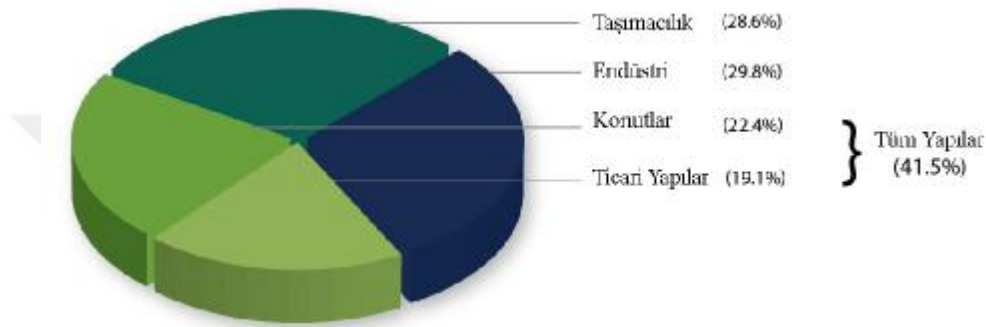
Artan konut ve işyeri gereksinimleri geniş kapsamlı bir inşaat hamlesini zorunlu kılmıştır. Üretimde makinelerin kullanımı, beraberinde seri üretimleri ve standartlaşmayı getirmiştir. Yapı üretiminde standartlaşma, yeni malzemelerin kullanım, yeni yapım yöntemleri mimariye önemli bir ivme kazandırmıştır. Ancak bu ivme ekosistemler üzerinde önemli olumsuzlukların ana nedeni olmuştur (Aykal ve ark.,2009).



Şekil 1.3. Dünya Nüfus Artışı (URL-2)

Dünya genelinde giderek artan nüfus yoğunluğu (Şekil 1.3) ve buna bağlı olarak artan kaynak tüketimi sonucu, küresel ısınmaya bağlı çevre kirliliğinin ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilediği açıktır. Doğal kaynak rezervlerinin önemli ölçüde azalması, insan neslini ve diğer canlıların geleceğini tehlikeye sokmakta, enerjiye olan gereksinimi de giderek arttırmaktadır (URL-3). Tüm bu sıkıntılar değişik ülkeleri, bir çatı altında toplayarak çalışma yapmaya ve çözüm önerileri üretmeye itmiştir. Bu amaçla Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu kurularak çalışmalara başlanmıştır. Amaç, ekonomik girdilerin artırılması ve bunu gerçekleştirirken kaynakların korunarak, çevreye yapılan

baskıların minimuma indirgenmesi olmuştur (Atıl ve ark,2005). Bu bağlamda, tükenmekte olan fosil yakıtlarından elde edilen enerjinin ağırlıklı olarak yapı sektörü tarafından tüketildiği (Şekil 1.4) göz önüne alındığında ise sürdürülebilir kalkınmanın ve sürdürülebilir mimarlığın gelecek nesiller için ne denli önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır (Lakot, 2007).



Şekil 1.4. Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı, 2009 (URL-4)

Sürdürülebilir mimari, dönemsel olarak “çevresel tasarım, yeşil tasarım, ekolojik tasarım, sürdürülebilir tasarım” gibi farklı terimlerle ele alınsa da bu, önceki mimari yaklaşımları da kapsayan bir üst başlık olup, küresel çevre sorunları ve gelişme problemlerine çözüm olarak desteklenen; bütüncül, stratejik ve planlı bir yapılaşma şeklidir. Böylece morfolojik özellikleriyle olduğu kadar, yörenin toplumsal, kültürel ve ekonomik alt yapısına bulunduğu katkıyla da çevreye duyarlı sayılan bir mimari pratik öngörülmektedir (Arsan, 2008).

Türkiye’de, örneklerin azlığına da bağlı olarak, genel anlamda çevreye duyarlı yapıların hangi terimlerle incelendiği konusuna net bir yorum getirebilmek ve dolayısıyla yukarıda belirtilen dönemsel farklılıklarla koşutluk kurmak oldukça güçtür. Ancak, ülkemizde 1990’ların başından bu yana yaygınlaşan çevre merkezli faaliyetler göz önünde tutularak, sürdürülebilir mimari pratiğimizdeki çeşitlilik hakkında yorum yapmak mümkündür (Arsan, 2008).

Sürdürülebilir bir geleceğe mimarın katkısı nasıl olabilir diye düşündüğümüzde ise öncelikle tükenecek enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılabilceği bir mimariden söz etmek gerekir.

Mimarlar yapıda malzeme seçimi arazi ile uyum, kullanım aşamasında yapı – çevre etkileşimi gibi hususlarda çevreye duyarlı yapılar ortaya çıkarmalıdır. Üretilen projelerin yapma çevreye kazandırılan bir ürün olmasının yanı sıra, içinde bulunacağı doğal ve sosyal çevrenin bir parçası olmasının amaçlanması gerekmektedir (Güvenç, 2008). Bu bağlamda yapıyı doğal ve sosyal çevreye entegre etmede kullanılacak en önemli kaynak ise yapının uygulanacağı çevre ile uyumlu, enerji performansı yüksek olan yapı malzemesidir.

1.1. Çalışmanın Amacı Ve Kapsamı

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, gelişen endüstri ve teknoloji bir taraftan insanın doğa üzerindeki egemenliğini arttırıp, yaşam koşullarının yükselmesini sağlarken, diğer taraftan artan nüfus yoğunluğu ve hızlı kentleşme olgusunun da etkisiyle kaynakların tükenmesi, ekolojik dengenin bozulması, canlıların yaşamlarını tehlikeye sokacak boyutlara varan çevre kirlenmeleri sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Kentlerin çevre ile olan ilişkisi göz ardı edilerek kontrolsüz bir şekilde büyümesi sonucunda bozulan insan-doğa dengesinin oluşum nedenlerine bakıldığında önemli bir payını yapı sektörünün oluşturduğu görülmektedir. Doğal kaynakların ve enerji kaynaklarının tüketilmesinde etkili olan yapı sektöründe, hem doğal kaynakların korunması hem de doğal çevrenin iyileştirilmesi bakımından kullanılacak olan malzemelerin ekolojik olması gerekmektedir.

Yapı malzemeleri, yapının hem yapım esnasında hem işletim süresinde hem de yapı ömrünü tamamladığı zamanki geri dönüşüm aşamasında sürdürülebilirliğe doğrudan veya dolaylı olarak katkı sağlar. Yapı malzemeleri, dünyadaki malzemelerin %40'ını oluşturur (Trusty ve ark, 2000). Ayrıca yapı malzemelerinin temini, kullanıma hazır hale getirilmesi, proje alanına taşınması ve

ömrünün sonunda yok edilmesi veya geri dönüştürülmek üzere değerlendirilmesi gibi toplam sürece bakıldığında oldukça yüksek bir çevresel etkiye sahip olduğu görülür.

Sürdürülebilir, ekolojik yapı malzemelerine duyulan ihtiyaç, inşaat süreçlerinin maliyetini ve çevresel etkisini azaltabilen alternatif malzemelere ve yöntemlere yönelik kapsamlı bir araştırmanın yapılmasına neden olmuştur.

Bu tez çalışmasında, sürdürülebilirliğin temel bileşenleri olan çevre, ekonomik ve toplumsal boyuta mimarinin etkisi incelenmiştir. Mimarının sürdürülebilirlik etkileşiminde önemli bir paya sahip olan yapı malzemeleri, incelenen örnekler ve yapılan literatür taraması ile detaylı olarak araştırılmıştır.

Sonuç olarak, yapılan bu araştırmalar sonucu belirlenen parametreler ile tasarımcı ve uygulamacılara enerji etkin konut tasarımında malzeme seçimi yaparken öncelikli olarak değerlendirilmesi gereken başlıkların verildiği kılavuz bir çalışma olması amaçlanmıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde çevre ve çevre sorunları, enerji kavramı, ekoloji kavramı ve sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir malzemeler gibi tezle ilgili genel bilgiler verilmiştir.

Bulgular kısmında ulusal ve uluslararası literatürden seçilen sürdürülebilir ve enerji etkin yirmi yapı örneği incelenmiştir. Sürdürülebilir ve enerji etkin yapılar üzerinde yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen parametrelerle çizelge oluşturulmuş, incelenen yapılarda tespit edilen malzemeler yapıda bulunduğu yere ve özelliğine göre gruplandırılmıştır.

Çalışmanın sonuç ve öneriler kısmında ise bulgular kısmında hazırlanan çizelgelerden elde edilen verilerin, toplam incelenen yapılarda bulunma oranları tespit edilmiştir. Tespit edilen bu oranlar çalışmanın amacı olan “enerji etkin tasarımda, ekolojik ve sürdürülebilir malzeme seçimi üzerine bir çalışma” başlığının hem açıklayıcısı rolünü üstlenecek hem de yapılacak olan çalışmalara öneri sunma noktasında kaynak olacaktır.

1.2. Temel Kavramlar

Günümüzde sıkça gündeme gelen sürdürülebilirlik kavramı ve bu kavram çerçevesinde, sürdürülebilir mimarlık ve malzeme seçimi konusunun işlendiği bu çalışmada ‘çevre, enerji, ekoloji ve sürdürülebilirlik’ kavramının insan yaşamı ve mimari ve yapı malzemesi ile etkileşimi üzerinde durulmuştur.

1.2.1. Çevre Kavramı ve Çevre Sorunları

*“Son ağaç kesildiğinde, son nehir zehirlendiğinde,
Son balık öldüğünde; paranın yenilmeyeceğini göreceksiniz. “*

Kızıldereli Atasözü

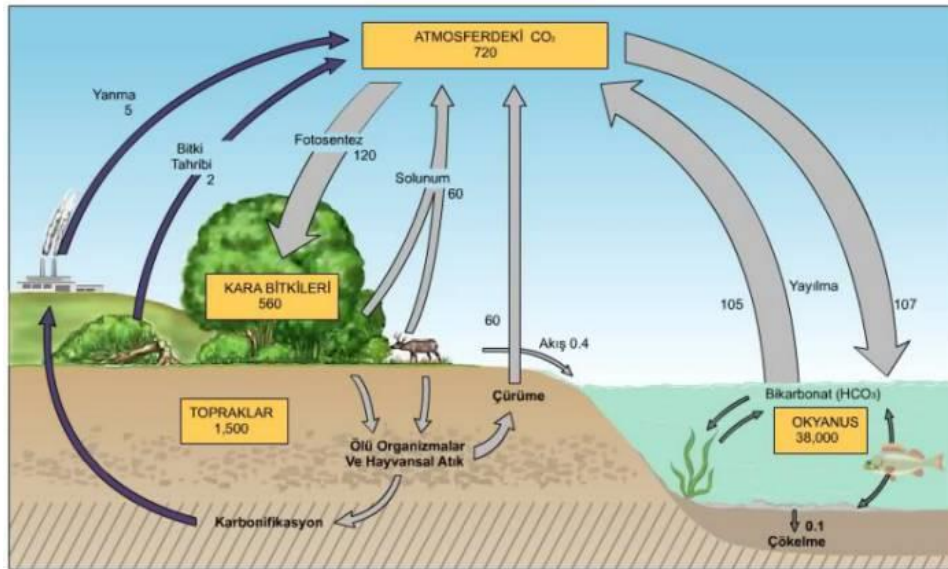
Günümüzde en yaygın kullanılan sözcüklerden biri “çevre” olmuştur. Doğal çevre ve içinde oluşturulan yapay çevreler canlıların varlıklarını sürdürdüğü alanlardır (Berber, 2012). Bu nedenle, ‘Bir canlıyı ya da bir canlı topluluğunu yaşamı boyunca etkileyen canlı ve cansız faktörlerin tamamı (URL-5) olarak tanımlanır. Kısaca canlı varlıkların tümüne birden etki eden dış tesirlere çevre denir (Yüceer, 2015).

En güncel tanımla; çevre bir canlının yaşam ortamı olarak ifade edilse de farklı bilim dallarına göre çeşitli tanımları ihtiva eder, içerir. Örneğin; Coğrafi açıdan çevre, insanın çevresi içindeki her türlü faaliyetinin incelenmesi, insanla çevresi arasındaki karşılıklı etkileşimin kurallarının ortaya konması olarak ifade edilirken, ekonomik açıdan çevre, tabiat ve insan tarafından şekillendirilen elemanların tümü olarak görülmektedir.

“Toplumbilimciler çevreyi, bir bireyin, bir toplumsal kümenin ya da bir toplumun biyolojik, toplumsal, kültürel yaşamını etkileyebilecek dış etmenlerin tümü olarak tanımlarken, ekonolojistler, kâinata bireyle ilişkili canlı ya da cansız her şeyi ifade eden bir kavram olarak kullanmaktadırlar.” (Berkes, 2010, sf.16).

Birbirlerine ayrılmaz bir şekilde bağlı ve biri diğerine sürekli tesir eden toprak, hava, su, yaşadığımız çevreyi meydana getirir. Evrenin bir parçasının

herhangi bir sebeple bozulması diğer parçalarını da aynı şekilde etkiler. Pratik maksatlar için çevre denildiğinde “biyosfer” anlaşılır (Şekil 1.5).



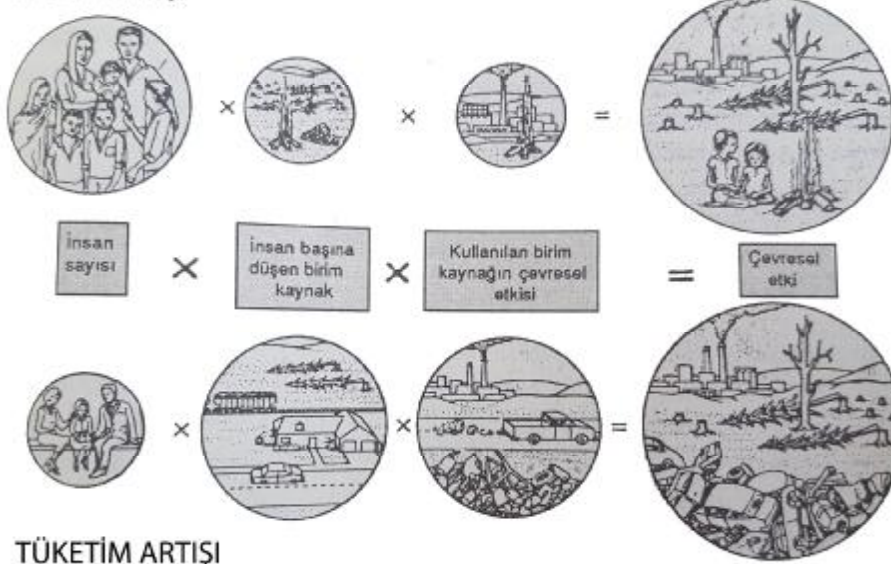
Şekil 1.5. Biyosferdeki Çevrimler (URL-6)

Çevre, su döngüsü ve besin zinciri gibi doğal dengeleri, çevrimleri ve yaşam zincirlerini kapsar. Birbirleri ile sürekli iletişim içinde olan ekosistemler, yaşam döngüleri ve besin zincirlerinin denge içinde sürdürülmesi dünyadaki yaşamın devamını sağlar. Dolayısı ile bütün insanların temiz bir çevrede yaşama istekleri doğuştan getirdikleri bir özelliktir. Bu açıdan çevre sorunları, tüm canlıların yaşama haklarını tehlikeye düşüren bir olaydır (Yüceer, 2015, sf.53).

Çevre sorunları ilk olarak sanayi devrimi ile başlamıştır. Ancak, küresel ölçekteki çevre sorunlarının ortaya çıkmasına en büyük etki ise; 2. Dünya Savaşı'nı izleyen yıllardaki ekonomik kalkınma yarışı olmuştur. Günümüzdeki başlıca çevre sorunları; küresel ısınma, su kirliliği, hava kirliliği, toprak kirlenmesi, radyoaktif kirlenme, çölleşme, görüntü kirliliği, gürültü kirliliğidir.

Artan nüfus ve hızla gelişen teknoloji, bu ileri teknolojiyi duyarız kullanan insan, doğal miras olan biyolojik çeşitliliğin dengesini bozmaktadır. Hızlı ve çarpık kentleşme, yeşil alanların eksikliği, bilinçsiz ve duyarız bir şekilde oluşturulan yapay çevre, doğal dengeye en büyük zararı vermektedir (Berber, 2012). Çevre kirliliğinin tüm insanlığı içeren küresel düzeyde yoğunlaştığı günümüzde, çevre kirliliğinin en önemli nedeni olarak sanayileşme ve onun bir sonucu olan kentleşme olgusu gelmektedir (Deniz, 2009). Verimli toprak alanlarının dünya üzerinde dengesiz dağılımı, hızlı kentleşme sürecini ve kentlerin nüfus yoğunluğunu olağanüstü şekilde artırmıştır.

Çevre sorunlarının önemli bir kaynaklarından biri hızlı nüfus artışıdır (Şekil.1.6). Türkiye, OECD ülkeleri arasında en yüksek nüfus artış oranına sahip ülkelerden biridir. Birleşmiş Milletler' in yaptığı nüfus tahminlerine göre, Türkiye nüfusunun 2025 yılında 92 milyona yükselmesi bekleniyor (URL-7). Bu durum ülkemizin bugün olduğu kadar, gelecekte de çevre sorunlarıyla karşılaşacağını göstermektedir.

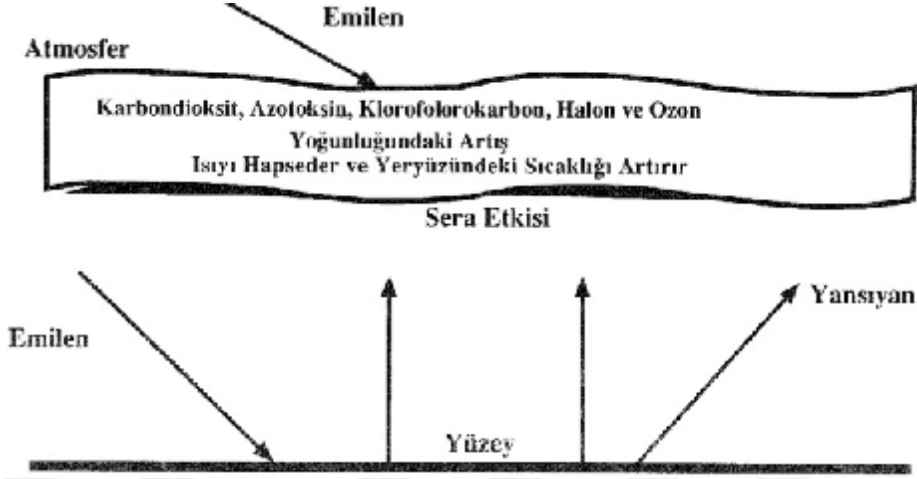
İNSAN ARTIŞI

Şekil 1.6. Yoğun Nüfuslu Ve Yoğun Tüketici Toplumlarda Nüfus, Kişi Başına Kullanılan Kaynak Ve Kullanılan Kaynak Birimi İçin Oluşan Çevresel Bozulmanın Çevresel Etkisi (Kocataş, 2010)

Çevre sorunlarından biri olan hızlı nüfus artışı beraberinde plansız kentleşmeyi getirmektedir. Artan nüfusun iyi yaşam alanı ihtiyacının giderilmesi için oluşturulan kentsel yaşam alanları kentsel sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu çevre sorunları birbirlerine bağlı birinin etkisi ile diğerini ortaya çıkaran çevre sorunlarıdır.

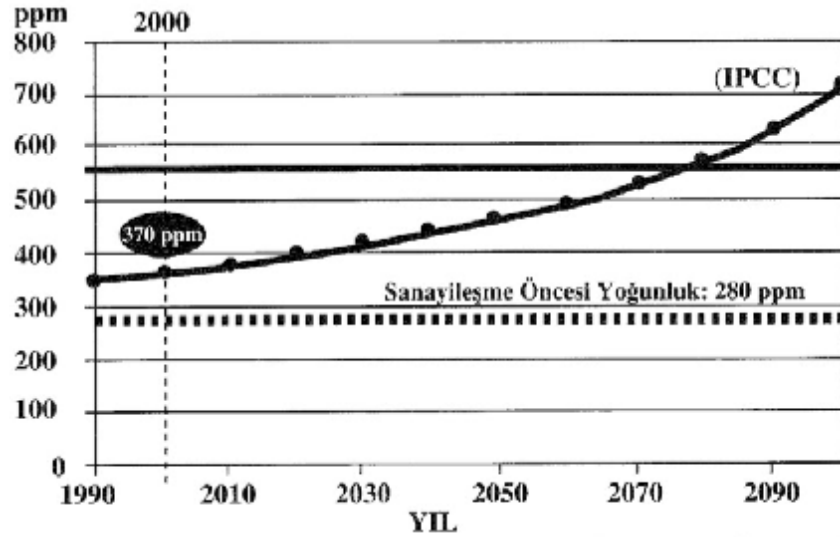
1.2.2. Bina Ve Çevre

İnsanoğlu tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucu, dünya yüzeyindeki sıcaklığın yükselmesine küresel ısınma denmektedir. Küresel ısınma, ülkeler üzerinde çevresel, sosyal, sağlık ve ekonomik gibi çeşitli açılardan etkilemektedir.



Şekil 1.7. Sera Gazı Etkisi (Dinçer, 2000: 165)

Nüfus artışına, kentleşme ve sanayileşmenin küresel ısınmaya etkisi, kentleşme hareketinin çoğalması ve hızlı nüfus artışı ile sanayi üretimine duyulan ihtiyacın giderek artmasıdır. Bunun sonucunda, yerleşim ve sanayi bölgelerinde artan sera gazı (Şekil 1.7) salınımı küresel ısınmayı arttırmaktadır (Şekil 1.8).

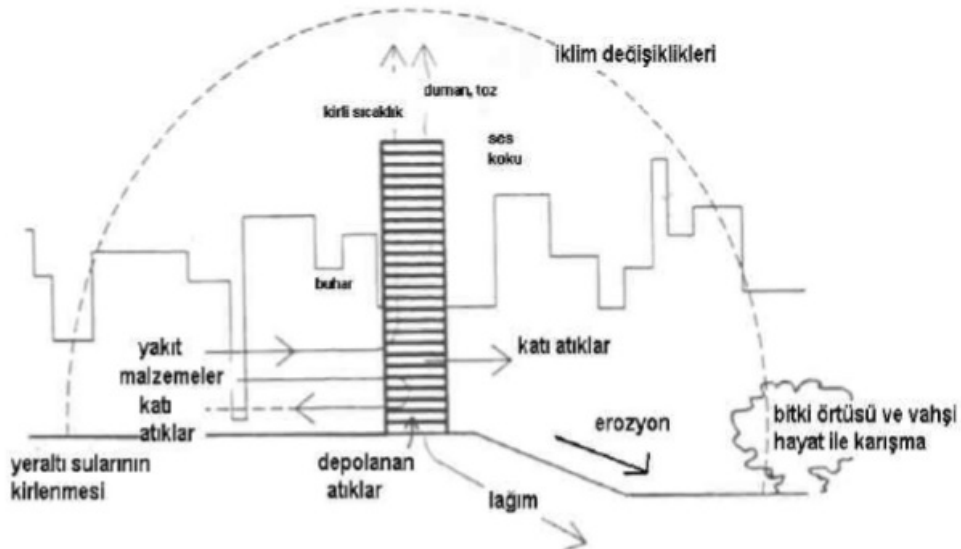


Şekil 1.8. Küresel Isınmaya Etki Eden Atmosferdeki Karbondiyoksit Yoğunluğuna İlişkin Öngörüler (Conte vd., 2001: 172)

“Çevre doğal, yapay, ekonomik ve insani değerlerle birlikte, canlı ve cansız varlıkların her çeşit davranışını etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki etkenlerin bütünüdür.”(URL-8). Binada çevrenin bir bileşenidir ve binaların programlama aşamasından başlayıp, tasarım, yapım, kullanım, bakım ve yıkım/yeniden kullanım aşamaları süresince çevre ile yerel veya küresel ölçekte ilişkisi sürmektedir.

“Yapılan araştırmalarda, elektriğin yaklaşık yüzde %60’ı, kullanılan içme suyunun yaklaşık %15’i binalarda tüketilmekte olup binalardan kaynaklı sera gazı üretimi ise yaklaşık %30 oranında oluşmaktadır. Bu açıdan bakıldığında binaların tüketim miktarları önemli rakamlara ulaşmaktadır.” (URL-9).

Binanın var olduğu süre içinde insan eylemleri ve doğal süreçler, yerel ve küresel çevreleri etkiler (Şekil 1.9). Bina yapımının ilk aşamasında şantiyenin kurulmasıyla birlikte, o yerel çevreye müdahale başlamış olur. Şantiye “geçici” olmakla birlikte; yapım sürecindeki tüm müdahaleler yerel çevreyi/ekolojiyi etkiler.



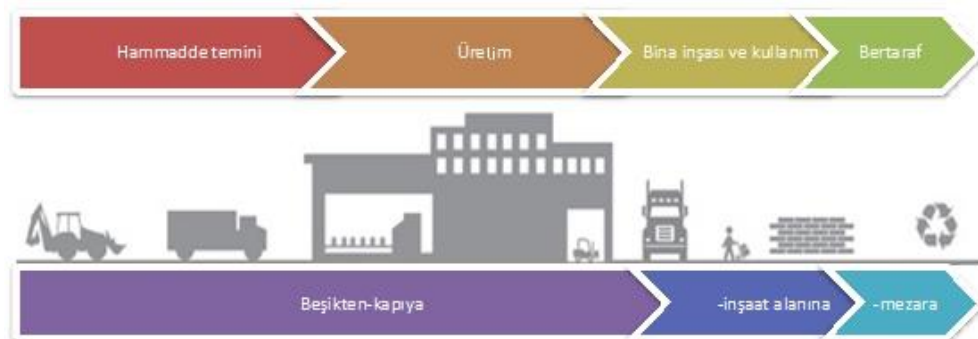
Şekil 1.9. Yapıların Çevre Üzerine Etkileri (Yeang, 1999)

Yapıda kullanılacak olan malzemelerin de üretim sürecinde küresel çevre üzerinde etkileri vardır. Çünkü binanın yapımında kullanılan malzemelerin ham maddelerinin elde edilmesi, işlenmesi ve kullanılması sırasında çevreye yoğun bir müdahale söz konusudur. Üretimde kullanılan doğal kaynakların niteliği, çevresel kirlilik, kullanılan enerjinin niteliği ve niceliği, küresel boyuttaki sorunların sorgulandığı alandır. Bina, inşa edildikten ve kullanıma sunulduktan sonra da küresel çevre ile uzun süreli bir etkileşim içine girer. Bu süreçte, kullanıcıların gereksindiği fosil kaynaklı enerji; zehirli gazların oluşmasına, su is; atık su ve lağım sularının ortaya çıkmasına neden olur. Bakım-onarım aşamalarında da yerel çevre üzerindeki bir etki söz konusudur.

Bu aşamada, kullanılan kaynakların çıkartılması, iyileştirilmesi ve taşınması işlemleri doğrudan yerel ekolojik dengelerle ilişkilidir (URL-8). Bu nedenle mimarlar, sürdürülebilir çevreler tasarlamak ve üretmekten sorumludur.

Mimarların, bina yapımında kullanılacak malzeme seçimi aynı zamanda binanın enerji kullanımındaki verimini de belirlemiş olur. Bu noktada en dikkat edilecek kısım ise; tasarımın doğru yerinde doğru malzemeyi kullanmaktır. Mimarın bu süreçte üzerine düşen, enerji kullanımını hesaba katarak ve tasarımını bu doğrultuda gerçekleştirerek binadan kaynaklanan karbondioksit emisyonunu azaltmaktır.

Yapı sektörü enerji harcamaları ve yukarıda sözü edildiği gibi madde ve enerji kullanımı nedeni ile hem kaynak tüketimine hem de enerji sarfiyatına neden olur. Bu noktada binalarda arazi kullanımı ve seçiminde başlamak üzere geri dönüşümlü malzemelerin uygulanması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi kaçınılmaz olmaktadır (Şekil 1.10). Dolayısı ile sürdürülebilir ve çevre dostu binalar çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunlarını çözmede önemli bir etken olarak gündeme gelmiştir (Yüceer, , 2015, sf.5.).



Şekil 1.10. Yapı Malzemesi Yaşam Döngüsü Aşamaları: Ham Maddenin Doğadan Temini, Ürüne Dönüştürülmesi, Yapıya Entegresi, Yapıda Kullanımı Ve Bertarafı Yada Geri Dönüşümü (URL-10)

Çevresel etki sürecinde (Şekil 1.10), bir yapı sadece kullanıcılarını, yakın çevresini etkilememekte ya da ortak kullanım alanlarının bir parçası olmakla kalmamakta, aynı zamanda toplumdaki her bireyi, uzun vadede ekolojik dengeleri, dolayısıyla da dünyadaki dengeleri de etkilemektedir.

1.2.3. Enerji Kavramı ve Enerjinin Etkin kullanımı

“Hayat sonsuz bir enerjidir. Bu enerjiyi sürekli olarak üretmek, üretirken tükenmemek, tüketmemektir.”

Peter Straub

Enerji, tüm yaşayan şeylerin canlı kalabilmeleri ve yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için gerekli olan kaynaktır. Genel olarak enerji kavramının tanımlaması yapıldığında,

“Enerji, bir cisim ya da sistemin iş yapabilme yeteneği, "yaratılan güç" anlamındadır.” (URL-11).

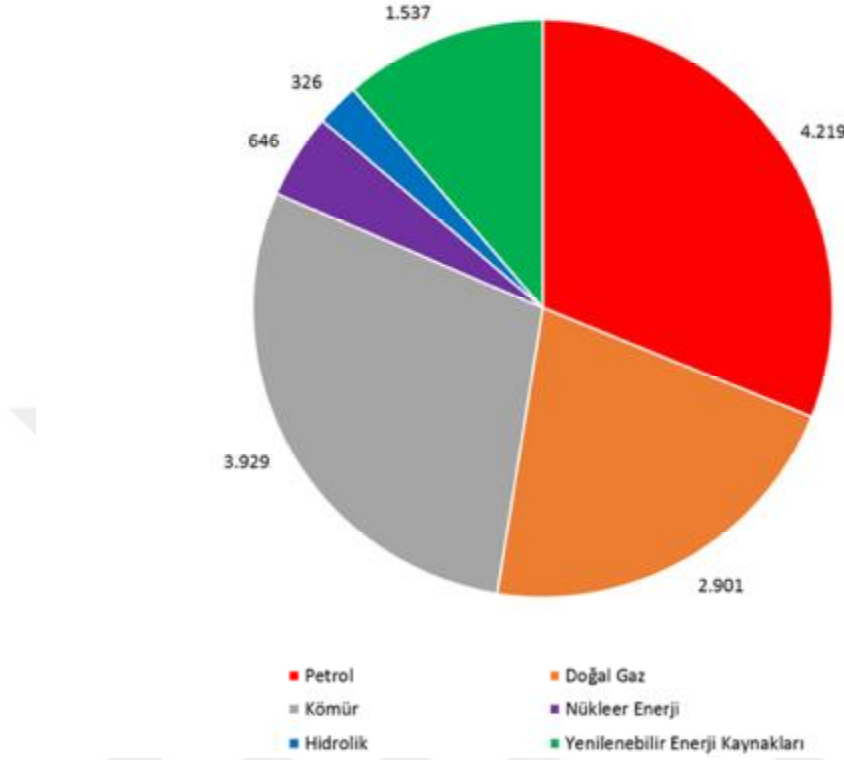
“Enerji, elle tutulamayan gözle görülemeyen, bir anlamda maddesel varlığı olmayan bir güç olarak tanımlanır. Enerjinin fizikte en basit tanımı ‘iş yapabilme gücüdür’. Çok geniş anlamda ise enerji ‘madde' demektir.

“Uzaydaki enerjinin devamlı olarak maddeye, maddenin de tekrar enerjiye dönüştüğünü göz önünde bulundurursak; madde, somutlaşmış bir enerji biçimidir, ancak kendi başına hareket edemez.” (Göksu, 1999).

“Enerji, iş yapabilme gücüdür. Bu nedenle çevreci ve ekolojist gruplar, enerjiyi, diğer çevre sorunlarında da olduğu gibi küresel ve bütünsel bir bakış açısı ile ele alırlar” (Gürsoy, 1999).

Enerji kavramı insan yaşamının temel gereksinimlerinden biridir. Ülkelerin sanayi devrimiyle ekonomik kalkınma yarışına girmeleri, teknolojik gelişmelerin hızla ilerlemesi ve artan nüfusla beraber enerjiye duyulan ihtiyaç da orantılı şekilde artmaktadır. Sanayi, konut, ulaştırma ve tarım sektörü gibi pek çok sektörde kullanılan enerji, yaşamın sürdürülebilirliği açısından da önem taşımaktadır.

Gelişmişliğin göstergesi olarak kabul edilen enerjinin üretim, çevrim, taşınım ve kullanım aşamasında çevre üzerindeki etkisi üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Nüfus artışına, sanayileşmenin gelişimine paralel olarak kurulan büyük ölçekli enerji üretim ve çevrim stratejileri, ekolojik dengeyi büyük ölçüde etkilemektedir (Uslusoy, 2012). Bunun sonucunda oluşan çevre sorunları hem ulusal hem de uluslararası düzeyde tartışılmaktadır.



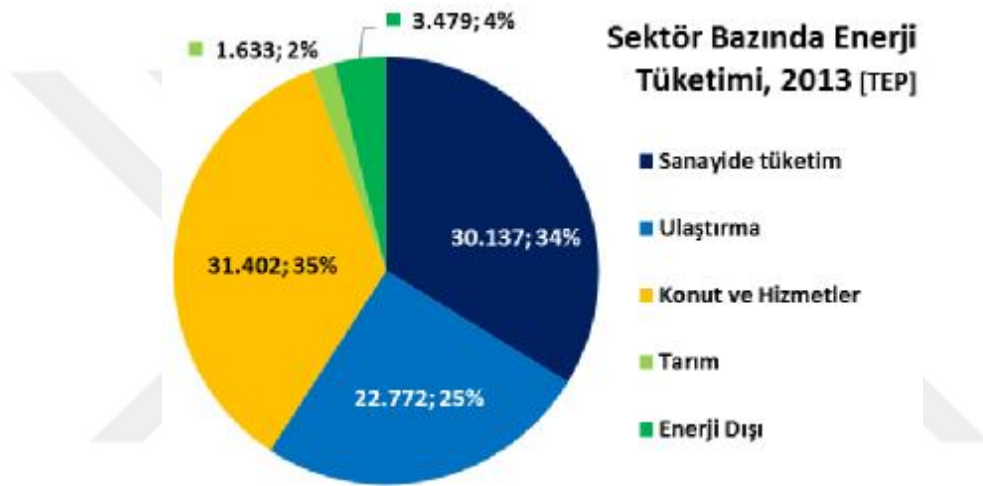
Şekil 1.11. Dünyada Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (URL-12)

Son yüzyıl içerisinde yaşanan endüstri devrimi ve sonrasındaki gelişmelerle, ülkeler arasında fosil kökenli enerji kaynaklarına dayalı bir ekonomik denge oluşmuştur. Yenilenemeyen ve sınırlı olan fosil kökenli enerji kaynakları olarak tanımlanan kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerjinin kullanımında ki artış çevresel olumsuzluğu da beraberinde getirmiştir (Şekil 1.11).

Kömür, petrol gibi fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarındaki artış, çevre kirliliğini arttırmaktadır. Atmosferdeki CO₂, sera etkisi yaparak yerkürenin aşırı ısınmasına neden olmaktadır.

Enerjinin hem üretim hem de kullanım aşamasında yüksek oranda harcandığı yapı sektörü, enerji verimliliği ve tasarrufuyla ilgili yapılacak çalışmaların başlangıç noktası olmalıdır.

Binalar yaşam döngüleri boyunca harcadıkları enerjilerle oluşan kirlenmelerde ve enerji kaynaklarının tükenmesinde oldukça etkili olmaktadır. Türkiye enerji ve tabii kaynaklar bakanlığının 2013 yılında yayınlamış olduğu verilere göre tüketilen enerjinin yaklaşık %35'inin binalarda kullanıldığı belirtilmektedir (Şekil 1.12). Bu durum binalardaki enerji kullanımının ve verimliliğinin oldukça önemli olduğunu göstermektedir.



Şekil 1.12. Türkiye'de Üretilen Enerjinin Farklı Sektörlere Göre Tüketimi 2013 (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016)

“Enerji verimliliği: Binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılmasını tanımlar.” (TBMM, 2007).

Enerji verimliliği, ekolojik, ekonomik ve sosyaldır. Bu anlamda sürdürülebilir mimarlığın da en etkili konusudur. Mimarlıkta gerçek anlamda bir enerji verimliliğinden söz etmek için, planlamadan geri dönüşüme kadar olan süreçte tüketilen tüm enerjinin değerlendirilmesi gerekir.

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanabilmesi için bu konuda yürürlükte olan enerji etkin bina tasarım yönetmelik ve standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu kurallarla birlikte ekolojik mimari kavramı uygulanmalıdır.

Ekolojik mimarlığın temeli olan yapının enerji gereksinimi en aza indirilmesi, tasarım kriterlerinin doğru uygulanması ve malzeme seçimi ile sağlanmaktadır (Şekil 1.13). Yapı tasarımında çevre verilerine bağlı yöntemler kullanılırken, malzeme seçimi ve yapıya entegre edilecek sistemlerle, yapıda gereksinim duyulan enerjinin üretimine katkı sağlamış olacaktır.



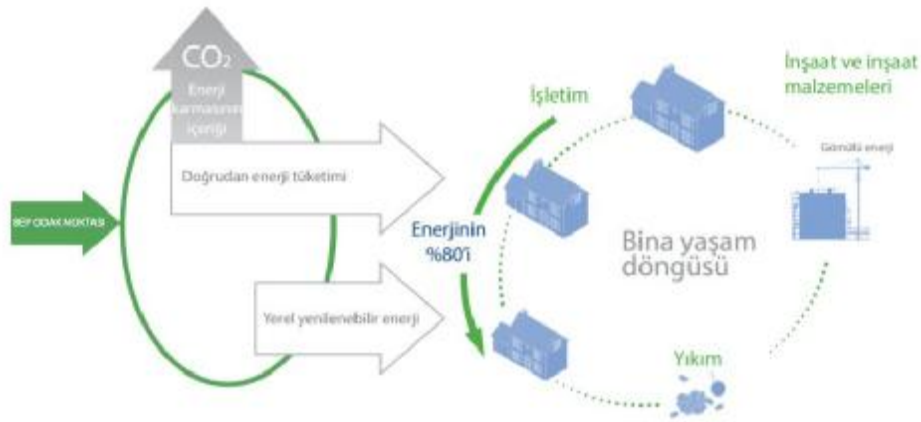
Şekil 1.13. Sürdürülebilir Binaın Ön Tasarım Süreci İle Yaşam Döngüsü Arasındaki Çift Yönlü İlişkiler Şeması (Özmehmet, 2007)

Yapılarda dayanıklılık ve diğer performanslarından ödün vermemek koşulu ile düşük enerjili malzemelerin tercih edilmesi çevresel bir yaklaşımdır. Yapı malzemesinin enerji etkin olabilmesi için kendi yaşam döngüsünü oluşturan her aşamada, enerjiyi az ve verimli kullanması gerekmektedir. Ham maddedoğadan elde edilşinden başlayıp, üretilmesi, taşınması, kullanılması ve yok edildikleri aşamaya kadar geçen süreçte, enerjiyi etkin kullanan yapı malzemelerinin tercih edilmesi, yapılarda enerji verimliliğini artırmaktadır.

Sürdürülebilir, enerji etkin inşaat malzemelerine duyulan ihtiyaç, inşaat süreçlerinin maliyetini ve çevresel etkisini azaltabilen alternatif malzemelere ilişkin kapsamlı araştırmanın yapılmasına imkân sağlamıştır.

İklim değişikliğinin ve azalan fosil yakıtı tedariklerinin etkileri daha çok gündemde yer işgal ettikçe basit, düşük enerjili yapı malzemesine duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Bu arayışlarla özellikle yerel ve geleneksel malzeme kullanımı önem kazanmaya başlamıştır. Yerel malzemenin tercih edilmesinin nedenleri olarak maliyet, nakliye ve çevrecilik; geleneksel malzemenin tercih edilme nedenleri olarak ise maliyet, nakliye, çevrecilik ve sağlık sayılabilir (URL-13).

Türkiye’de çevre dostu bina yaklaşımı “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” son olarak 2011 yılı düzenlemesiyle paralel olarak, daha çok enerji verimliliği odağında gelişmektedir. Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği ile binaların birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması, çevrenin korunmasının düzenlenmesi hedeflenmektedir.



Şekil 1. 14. BEP 'İn Enerji Tüketiminde Odak Noktası (URL-14)

“BEP (Bina Enerji Performans) Yönetmeliğinin amacı (Şekil 1.14); dış iklim şartlarını, iç mekân gereksinimlerini, yerel şartları ve maliyet etkinliğini de dikkate alarak bir binanın bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini sağlayacak hesaplama kurallarının belirlenmesini, birincil enerji ve karbondioksit

(CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yeni ve önemli oranda tadilat yapılacak mevcut binalar için minimum enerji performans gereklerinin belirlenmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini, ısıtma ve soğutma sistemlerinin kontrolünü, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını, binalarda performans kriterlerinin ve uygulama esaslarının belirlenmesini ve çevrenin korunmasını düzenlemektir.” (URL-15).

1.2.4. Ekoloji Kavramı ve Ekolojik Mimarlık

Yunanca ev manasına gelen “oikos” ve bilim manasına gelen “logos” kelimelerinden türeyen ekoloji terimi ilk kez Alman Ernest Haeckel tarafından kullanılmıştır (URL-16). Haeckel ekolojiyi canlıların var olma koşullarını ve ortamla ilişkilerinin incelenmesi olarak tanımlamıştır (Anonim, 1994).

Bugün ekoloji doğal bilim alanı olmasının da ötesinde canlıların yaşama yerlerini oluşturan; hayvanlar, bitkiler, mikroorganizmalar gibi canlı grupları ile iklim, toprak gibi cansız faktörler arasındaki ilişkiye doğru yayılım gösteren disiplinler arası bir bilim dalı olmuştur. Bu bakımdan ekolojinin pek çok tanımı yapılmaktadır.

“Ekoloji, canlı organizmaların canlı ve cansız çevreyle olan ilişkilerini, madde enerji alışverişleri ve dönüşümlerini ele alıp inceleyen bilim dalıdır.” (Seymen, 1995).

“Ekoloji, bir ürünün üretiminden yok oluşuna kadar geçen süreçte (üretim, kullanım, atıklar) çevre sistemlerinin olumsuz etkilenmesini en aza indireyecek sistemlerin araştırılıp uygulanmasının yollarını arayan bilim dalıdır”. (Merten, 1991).

E.Odum (1963) ise “Doğanın yapısını ve işlevini inceleyen bir bilim” şeklinde tanımlar. Buraya kadar yapılan tanımlamalara göre günümüzdeki ekoloji kavramını yansıtacak en basit tanım, “Canlıların birbirleriyle ve çevreleri ile olan ilişkileri inceleyen bir bilim dalı” şeklinde olabilir. Dolayısıyla ekoloji fiziksel ve

biyolojik bilimleri birbirine bağlayan ve doğal bilimlerle sosyal bilimler arasında köprü oluşturan bir özelliğe sahiptir (Kocataş, 2012).

Ekoloji bilimine, insan kaynaklı çevre sorunlarının zamanla artmasıyla başlanan çözüm arayışları sonucu ekolojik anlayış ve çevre bilincinin önem kazanmasıyla ilgi artmıştır. Buna bağlı olarak da 20. yy.'da çeşitli çevre hareketleri gelişmiştir.

80'li yıllarda çevrecilik hareketinin siyasi nitelik kazanmış hali olan yeşil partiler döneminde kendini ifade etme olanağı bulmuştur. Bu dönemde küresel iklim değişiklikleri, sera etkisi, ozon tabakasındaki incelme ve fosil yakıtların zararlı etkilerinin daha çok hissedilmesi gibi sonuçlar, çevrecilik konusunda alınacak tedbirler bağlamında ekolojinin daha çok tartışılmasına neden olmuştur.

Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu'nun 1987'de yayınladığı 'Ortak Geleceğimiz' başlıklı belgede yeryüzündeki olumsuz gelişmelere dikkat çekilirken 'sürdürülebilir gelişme' kavramı ortaya atılmıştır. 1992 yılında Rio' da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma konferansında uluslararası topluluk sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin birbirleriyle karşılıklı ilişki içinde olduğunu ve birbirini etkilediğini kabul etmiştir. Bu süreci 1997'de imzalanan Kyoto Protokolü izlemiştir. Bu protokolda ise küresel ısınmanın nedenlerinden biri olan karbondioksit üretiminin kontrol altına alınmasının en akılcı yol olduğu belirtilmiştir ve protokolün Haziran 2002 yılında 15 Avrupa Birliği Ülkesi tarafından imzalanmasıyla önemli bir aşama kaydedilmiştir. 2002 yılında Johannesburg'da yapılan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma zirvesinde (Rio+10) Rio zirvesinden bu yana geçen 10 yıllık sürenin değerlendirmesi yapılarak bundan sonraki çabaların ne yönde olması gerektiği, sürdürülebilir kalkınma, enerji arzını çeşitlendirmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel paylaşımını arttırmak ve sürdürülebilir kalkınma stratejileri tartışılmıştır (Katırcı, 2003).

Günümüz dünyasında yoğun olarak yaşanan çevre sorunları ve bu sorunlara yönelik çözüm arayışları yaşamın sürekliliğini sağlamak amacıyla gündemde tutulmaktadır.

Bugünkü yaşadığımız çevre sorgulanarak, daha kaliteli, sağlıklı yaşanabilen ve gelecek kuşaklarında gereksinimlerini karşılayabilmelerine olanak tanıyacak nitelikli çevre ölçütleri tartışılmaktadır. Bunların sonucunda da eko-mimari, ekolojik tasarım, çevreye duyarlı mimarlık, ekolojik yapı mimari kavramları ortaya çıkmıştır.

Ekolojik mimarlık, enerji tasarrufuna duyarlı, etkin yalıtımlı, gün ışınlarından ve güneşten yararlanan, dönüştürülmüş ya da dönüştürülebilir malzeme kullanan, gerektiğinde kendi enerjisini üretebilen çevre dostu mimarlıktır (Hasol, 2012, sf.66). Tasarımda pasif tasarım ilkeleri uygulanırken, malzeme seçimi ve yapıya entegre edilecek sistemlerin yardımıyla, yapıda ihtiyaç duyulacak enerjinin üretimine katkıda bulunması amaçlanmaktadır.

Ekoloji kavramının günümüz mimarisine yansımaları şu bakış açıları içinde gelişmiştir;

- Mimarlıkta ekoloji, “çevre ve enerji konularına akılcı bir yaklaşım ile binanın konumlandırılması ile başlamalıdır”. (Krusche ve ark, 1982).
- Mimarlıkta ekoloji, “bölgesel iklim şartlarına uygun geliştirilecek bir planlama içinde güneş enerjisinin etken veya edilgen olarak kullanımını amaçlayan yapılar inşa etme anlayışıdır”. (Wachberger ve ark, 1988).
- Mimarlıkta ekoloji, “binaların mümkün olduğu kadar kendi kendine yetecek şekilde tasarlanmasıdır”. (Krusche ve ark, 1982).
- Mimarlıkta ekoloji, “iklimsel özelliklere ve mevcut topografyaya uygun, toprak zenginliklerine, suya, havaya ve mevcut yeşil dokuya saygılı bir yaklaşımı gerektirir”. (Tönük, 2001).

Yapılı çevrenin oluşumu sürecinde, doğal çevreyi kullanma ve biçimlendirme çalışmaları doğa ve insan ilişkileri arasında sürdürülebilirlik kavramı ekseninde gelişmelidir. Ancak geçmiş zamandan günümüze kadar çevre

yararcı görüşün aksine tüketim odaklı bir görüş hâkim olmuştur. Özellikle ikinci Dünya Savaşı sonrasında gelişen endüstrileşme ve sanayileşme hareketi ekonomik kalkınma odaklı olmuştur. İnsanları geri planda bırakan bu politikaların yarattığı tüketim toplumu; nüfus artışı, hızlı kentleşme, sanayi-evsel atık sorunu ile beraber süreç içerisinde küresel çevre sorununun nedeni olmuştur.

Endüstri devrimiyle başlayan kartezyen görüşün (insan merkezci düşünce) etkilediği mimarlık, çevresel sorunların nedeni olarak gösterilmiştir. Bu noktada, 1960'larda tüm dünya da söylenegelen bir yeşilci koruma hareketi ve bilinci (ilk olarak hayvan türlerinin yok olmasını ve doğal kaynakların kirletilmesini engellemek amacıyla başlamıştır) İskandinavya'da uygulanan Avrupa mimari tasarım modelleri içinde yerini almış ve ekolojik (yeşil) mimarlık adında, ekolojik-bütüncül görüşe dayanan bir akım oluşturmuştur (Güler, 2000).

Ekolojik mimarlık yeni olmasına karşın geçmiş nesillerin yapı ve yaşam kültürüyle yoğrulmuş bir kavramdır. Bu anlamda, fiziksel çevreyi biyolojik, kültürel ve psikolojik boyutlarıyla bir bütün olarak ele alan, binanın tasarımından yapım-işletim-eskime-yıkım veya yeniden değerlendirme süreçlerinde, yapının tüm girdi ve çıktılarıyla yerkürenin ekolojik döngülerine uyum sağlayabileceği, mevcut malzeme ve enerjileri dönüştürerek kullanmayı hedefleyen, çevreye zararsız atık madde oluşumuna öncelik tanıyan ve doğal kaynakları gelecek nesillere bozulmadan aktarmayı amaçlayan, insanlığa saygılı mimari yaklaşımların tümünü içermektedir. Ekolojik mimarlık;

- Doğaya ve insana saygılı yaşam alanları oluşturmak,
- Su-hava-toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımlarını sağlamak,
- İklim, topografya ve çevre verilerine uyumlu tasarımlar yapmak,
- Tükenmeyen enerji kaynaklarının binalarda kullanımını artırmak,
- Gelişen teknolojiyi kullanarak kendi kendine yetebilen binalar oluşturmak,
- Yalıtımlı binalar inşa ederek enerji tüketimini azaltmak,

- Geri dönüşümlü yapı malzemeleri kullanarak doğal kaynakları korumak,
- Atıkları azaltarak ve ayrıştırarak, çevre sistemler üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmak,
- Yeni binaların tasarımları yanında eski binaları da ekolojik kabuller çerçevesinde yenileyerek, mevcut yapı stoklarından faydalanmak ve böylece daha az yapılaşmak gibi makro ölçekte bir dizi genel kabulle ifade edilmektedir (Tönük, 2001, sf.4-105).

Yaşadığımız yüzyılın başlarına kadar kendi kendini yenileyebilen doğa, insanoğlunun artan müdahalesi sonucu kendini yenileyemez hale gelmiştir. Günümüze çevre kirliliği olarak yansıyan bu durumun temelinde ekolojik dengelerin bozulması yer almaktadır. Bozulan ekolojik dengenin yaşanır hale gelmesi ve gelecek nesillere korunumu çalışmasına mimarlık biliminin katkısı ekolojik mimarlık çalışmaları olmuştur.

Ekolojik mimarlığın; insanların her türlü ihtiyacına cevap verebilen yerleşim yerlerinin planlanmasında, doğal çevreyle bütünleşebilen, bulunduğu ekosistemin bir parçası gibi davranan yaşam ortamı oluşturulabilmesinde ekolojik tasarım prensipleri yol gösterici olacaktır.

Ekolojik tasarım ilkelerinde de vurgulanması gereken önemli noktalar;

- Yapı tasarımında ve kullanımında doğal kaynakların zarar görmesini en az seviyeye indirmek,
- Mevcut topografyaya (toprak, su, hava, yeşil alan) uygun bir yaklaşım ile binaların konumlandırılması,
- Doğa ile uyumlu tasarlama, iklim şartlarına ve topografik özelliklere uyumlu tasarım gerçekleştirme,
- Geri dönüşümlü malzeme kullanımı,

- Fonksiyonel mekan gruplarının yataydaki tasarımda sirkülasyon elemanlarını ve sulu hacimleri mümkün olduğu kadar kuzey yönünde tasarlamak,
- Bina içinde yatay dağılımda olduğu gibi düşey dağılımda da ekolojik ilkeleri göz önüne almak,
- Tasarımın esneklik ve değişkenlik kriterlerine imkân sağlanması ve mekânların multifonksiyonel olması,
- Güneş enerjisini kullanmaya yönelik tasarımlar olarak sıralanabilir. Tüm bu tasarım ilkeleri bina formu-kabuğu, yapı fiziği elemanları, malzeme ve yapım sistemleri bir arada düşünülerek hayata geçirilmelidir (Tönük, 2001, sf.17-22).

1.2.5. Yapı ve Sürdürülebilirlik

Bir gün bakacaksınız ki, göklerdeki kartallar dağları örten ormanlar yok olmuş.

Yabani evcilleştirilmiş ve her yer insanla dolmuş.

İşte o gün insanoğlu için yaşamın sonu

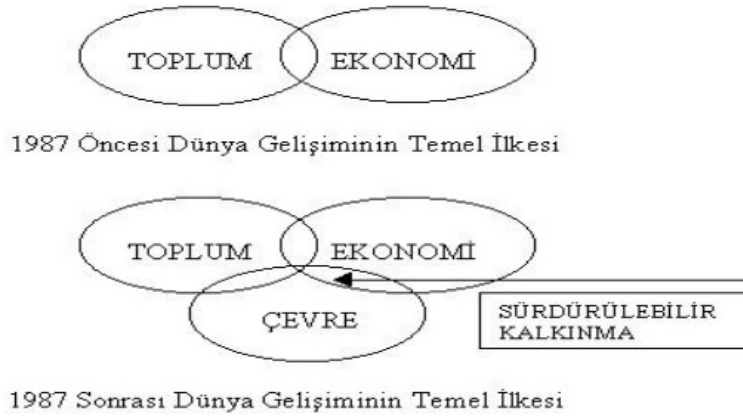
ve varlığını sürdürebilme savaşının başlangıcı gelip çatmış olacak.“

Kızıldereli Şefi/ Seattle, 1854

Doğal çevrede insanların yaptığı müdahaleler sonucu oluşan tahribatlar tartışılan ve bu tahribatların oluşturulduğu sorunların önüne geçebilmek için tedbirler alınarak çözüm üretilmeye çalışılan konulardandır. Ozon tabakasındaki delinmenin fark edilmesinin ardından, özellikle 2. Dünya savaşından sonra ekolojik tahribatın derinleşmesiyle günlük yaşamın her alanında kendini göstermeye başlayan bu sorunlar, birçok alanda dikkat çeken popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı ilk defa 1972 yılında, Stockholm’de yapılan İnsan Çevresi Konferansı sırasında kullanılmaya başlanmış, konferans sonunda Stockholm Çevre Bildirgesi yayımlanmıştır. Bunu 1976’daki Barcelona Sözleşmesi

izlemiştir. 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan, Ortak Geleceğimiz (Our Common Future) olarak adlandırılan ve Bruntland Raporu olarak bilinen rapor ise sürdürülebilirliğin günümüzde de kullanılan tanımını ortaya koymuştur: “Sürdürülebilir kalkınma, günümüzün ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan yapılan kalkınmadır.” (Bruntland, 1987). Sürdürülebilirliği çevre, sosyal, ekonomik olmak üzere üç ana alanın kesişimi oluşturur. Şekil 1.15’ de ifade edilen bu üç alan kendi arasında da etkileşimdedir.



Şekil 1. 15. Sürdürülebilir Kalkınmanın Değişen Gündemi (Koçhan, 2002)

Tekeli, sürdürülebilirliği, çevre hareketi içinde ortaya çıkan oldukça yaygın olarak kabul gören ve içeriği siyasal süreç içinde, sürekli olarak yeniden belirlenmeye çalışılan bir ahlak ilkesi olarak ifade eder (Tekeli, 2001).

İncedayı, “sürdürülebilirlik” kavramını düşüncede yenilik hareketi olarak vurguladığı yazısında, “Her düşünce süreci gibi, sürdürülebilirlik de siyasal bir tercih ya da tavır gerektirir. Bugünün, çevre açısından sürdürülemez tüketim kalıpları, siyasal, ekonomik, kültürel temelde değişikliğe uğramadıkça, sürdürülebilir bir çevre sorgulaması içi boşaltılmış bir hedef olarak kalacaktır.” demektedir (İncedayı,2004).

Erengözgin'e göre sürdürülebilirlik, "her şeye rağmen" değil, "her şeyi dikkate alarak" yaşamı sürdürme çabasıdır (Erengözgin, 2005).

Sürdürülebilir gelişme, bugünün gereksinimleri karşılanırken gelecek nesillerinde gereksinimlerini karşılama yeteneklerini ortadan kaldırmayan gelişme olarak tanımlanmakta ve anahtar bir kavram olarak birçok disiplini etkilemektedir. Mimarlık disiplinine sürdürülebilirlik kavramının yansıması olarak ortaya çıkan 'yapıda sürdürülebilirlik/sürdürülebilir mimari' kavramlarının pek çok ülke tarafından kabul görmesi, ülkeleri bu doğrultuda alınacak önlemleri ve yapılacak çalışmaları dikkate almalarına yöneltmiştir. Bu noktada öne çıkmaya başlayan çevre duyarlı yapıların, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarını verimli bir şekilde kullanması, çevreye uyumlu olması, çevre kirliliğinin azalmasına katkıda bulunması ve kullanılan malzemelerin sürdürülebilir nitelik taşıması ile ülkelerin politikalarında yer almaya başlamıştır.

Sürdürülebilir yapılar, 1987 yılında Brundtland Komisyonu tarafından; şimdinin ihtiyaçlarının; gelecek nesillerin ihtiyaçlarını, refahını ve sağlığını tehlikeye atmadan karşılayabilmesi olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte 1996 yılında Moughtin tarafından kentsel çerçevede sürdürülebilir yapı; çevreye zarar vermeyen ve şehrin ve sosyal ve ekonomik yapısına katkıda bulunan ve bunu sürdüren yapılar olarak tanımlanmıştır.

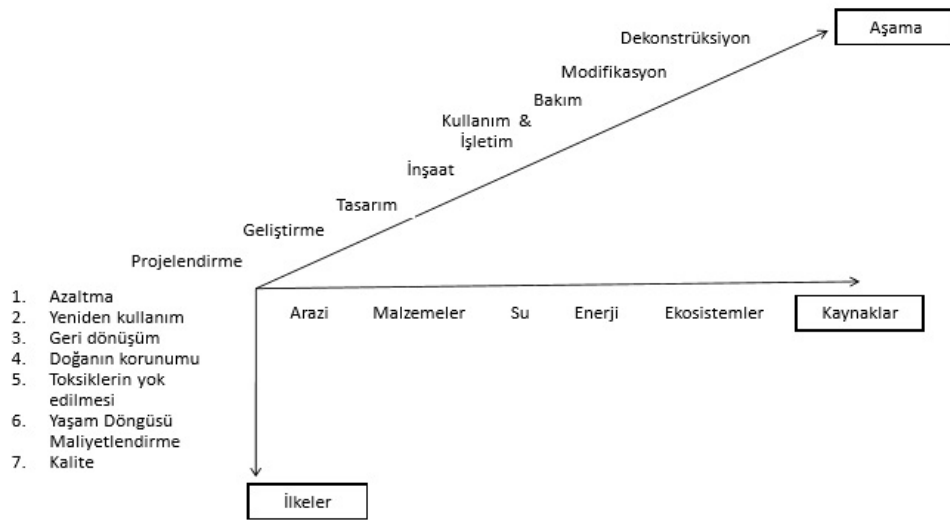
Sev, sürdürülebilir yapı kavramını; "içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde, gelecek nesilleri de dikkate alarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına öncelik veren, çevreye duyarlı, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, insanların sağlık ve konforunu koruyan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümü" olarak tanımlamıştır (Sev, 2009).

Sürdürülebilir yapının en temel göstergelerinden olan ekonomik, sosyal ve çevresel gelişim yapı endüstrisinde dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda yeşil binalar; enerji, su ve diğer kaynakların etkin bir şekilde kullanılması, kullanıcıların sağlığının korunması ve çalışanların verimliliğinin artırılması ve atıkların, çevresel

kirliliklerin azaltılması ve kullanılan malzemelerin yaşam döngüsü çevresel etkilerin azaltılması için tasarladıklarından dolayı sürdürülebilir olarak tanımlanmaktadır (URL-17).

Bunlara ek olarak sürdürülebilir yapıların ilkeleri; kaynak tüketiminin azaltılması, kaynakların yeniden kullanılması, geri dönüştürülebilir kaynakların kullanılması, doğanın korunması, zehirli maddelerin yok edilmesi, yaşam döngüsü maliyetlendirmenin uygulanması ve kalite üzerine odaklanmadır ve bu ilkeler Şekil 1.16' de sürdürülebilir yapı için hazırlanan taslakta gösterilmektedir.

Yeşil binanın amaçlarından biri de mümkün oldukça atık miktarının azaltılmasıdır bu da sürdürülebilirlik yaklaşımı ile mümkün olmaktadır (Kibert, 2008).



Şekil 1. 16. Sürdürülebilir Yapı Tasarımı İçin Yol Haritası Taslağı (Kibert, 2008.)

Hedefi; kaynak etkinliği ve ekolojik tasarıma dayanan, sağlıklı bir yapıyı çevre yaratmak ve işletmek olan sürdürülebilir mimarlık, yapının tasarım ve inşaat sürecinde belirlenip yaşam döngüsü boyunca devamlılığını gösterecek bazı prensiplere dayanır. Bu prensipler;

1. Yapı arazisi ve kaynakların etkin kullanımı,
2. Enerjinin etkin kullanımı,
3. Suyun etkin kullanımı,
4. Malzemenin etkin kullanımı,
5. Yapı içi konforu ve insan sağlığının gözetilmesi,
6. Atık yönetimi olarak sıralanabilir (Odaman Kaya, 2012).

Binaların çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılması ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ile sağlanır.

Binaların doğal çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin önemli bir kısmını, yapı malzemeleri oluşturmaktadır. Malzemelerin; çıkarımından işlenmesine, üretilmesine, taşınmasına ve son kullanımına kadar geçen süreçte çevreye yaydığı tehlikeli gazlar, oluşturduğu atıklar; hava, su ve toprak kirliliğine neden olması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenledir ki; çevresel etkileri açısından yapı malzemelerin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılması yönündeki yapılan ve yapılacak olan çalışmalar önemlidir.

1.2.5.1. Sürdürülebilir Yapı Sertifikaları

Binaların yapımı ve kullanımı birçok farklı seviyede çevresel zarara neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanımından ortaya çıkan karbondioksit global sera etkisine sebep olmakta, yüksek binalar komşu çevrelerde tehlikeli rüzgarlar oluşmasına neden olabilmekte, birçok bina ise hasta bina sendromundan dolayı değerini kaybetmektedir. Bu saydığımız örnekler uzun bir listenin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bundan dolayı birçok bina uzmanı, çevre üzerindeki insan etkisini hem bölgesel hem de küresel ölçekte azaltmak amacıyla çevresel olarak sağduyulu olan sürdürülebilir tasarım ilkelerini benimsemektedir. Çevreyi koruma eğiliminin giderek hız kazandığı günümüzde, sosyal ve politik güçler çevresel olarak daha sağlıklı teknolojik kararlar alınması konusunda baskıda

bulunmaktadır. Şirketler ve kurumlarda; uygun malzemeler ve atık yönetimi, etkin işlem ve ürün tasarımı, enerji verimliliği ve geri dönüşüm gibi adımların hem karlı hem de çevreye saygılı olduğunun farkına varmaktadır (Civan, 2006).

Binaların çevresel etkilerini azaltmak, yaşanan çevrenin devamlılığını sağlamak üzere çevreyle uyumlu yapıların geliştirilmesi yapılan çalışmalar değerlendirilmesine yönelik programlar ortaya çıkmıştır. Dünya Ulusal Yeşil Bina Konseyleri yeşil yapı tasarlamak isteyen mimar ve mühendisler için kılavuzluk etmek ve bu yapıların yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla, yeşil yapıların çevre ve enerji konularına duyarlılıklarının belirli standartlarla sınıflandırılmasını öngörmüştür.

“Yeşil yapıların çevresel etkilerini değerlendiren sertifika kurumlarından bazıları BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method-İngiltere 1990), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design-ABD 1998), IISBE (International Initiative for Sustainable Built Environment çok uluslu 1998’dir.” (Sev ve ark, 2009). Sertifikalar yeşil binaların çevre ve enerji performanslarının ölçülmesinde ve kıyaslanmasında önemli rol oynamaktadır. Türkiye’de henüz LEED ve BREEAM sertifikaları yaygın olarak uygulanmaktadır.

1.2.5.2. LEED Sertifikası

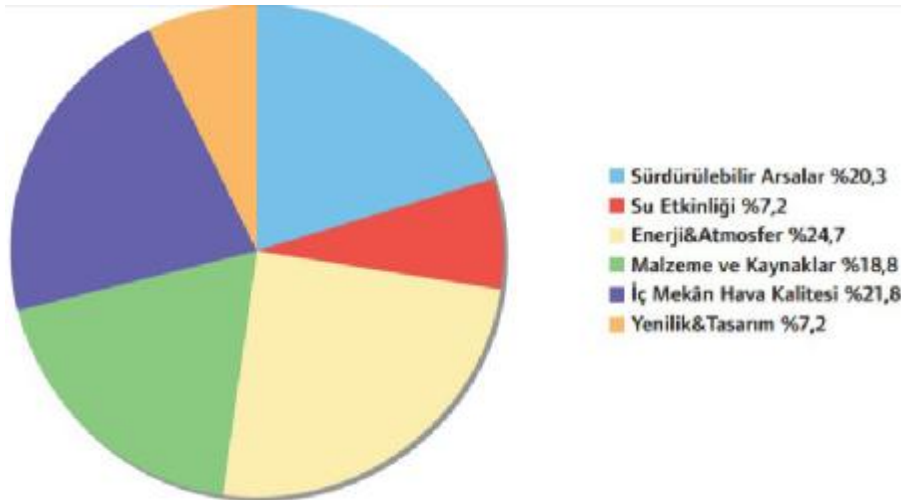
1983 yılında Amerika Birleşik Devlet’lerinde kurulan “Birleşik Devletler Yeşil Binalar Konseyi (USGBC)” tarafından geliştirilerek, 1998 yılında uygulamaya geçilen “Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik (LEED)” günümüzde etkin olan sürdürülebilir yapı sertifikasıdır. LEED programının hedefi yapı sektöründe payı olan bütün kişi ve kuruluşların, yapıların yaşam döngüsü sürecinde oluşturdukları çevresel etkilere dikkatini çekerek, etkinliklerini ve ürünlerini bu etkileri azaltmak doğrultusunda geliştirmektir (Sev ve ark, 2009). 2010 yılı itibariyle 6500 şirket ve kuruluşun desteğiyle yürütülen, yapı sanayisi merkezli konseyin temel destekçileri; gönüllü mimarlar, yükleniciler ve çevre örgütleridir.

ABD’de kullanılan iki temel çevresel değerlendirme metodu olan ‘Eko Etiketleme’ ve ‘Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi’ metotları üzerinden yürütülen

LEED, ABD’de ulusal boyutta kabul gören ve resmi geçerliliği olan, kullanımdaki tek programdır. Dünyada da, en geniş kullanım alanına sahip değerlendirme sistemlerinden biri haline gelmiştir.

“Çevresel etkiyi azaltmak amacıyla geliştirilen metot, çevre ve kullanıcı sağlığının yanı sıra ekonomik iyileştirmeleri de hedeflemektedir. Temelinde, yapı için var olan ‘yeşil’ kavramını belli standartlarla tanımlayarak, bu standartları tasarım süreciyle bütünleşik olarak gerçekleştirme düşüncesi vardır.” (Odaman Kaya, 2012).

LEED, yapıların sürdürülebilirliğini tanımlamak adına, gönüllülük esasına dayalı kurulan bir sertifika yöntemidir. Yapıların tüm yaşam döngüsü sürecine yönelik oluşturulan şemalar, yapı fonksiyonuna ve içerisinde bulunduğu sürece uygun olarak, belirlenen başlıklar altında (Şekil 1.17) değerlendirmeye alınmaktadır.



Şekil 1. 17. LEED Performans Kategorileri Ve Dağılım Oranları (Sev ve ark, 2012)

Yapılan çevresel performansını ölçmek amacıyla LEED sertifika sistemi altı ana başlıkta (Şekil 1.17) değerlendirilmektedir. Bu ana başlıklar sürdürülebilir

sahalar, su verimi, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç çevre kalitesi ve tasarıda yeniliktir.

LEED sertifika sisteminde belirlenen ana başlıklardan malzeme ve kaynaklar kategorisi; binalar yapım ve işletim süreçlerinde çok miktarda kaynak tüketimine ve atık üretimine neden oldukları için, sürdürülebilir malzeme kullanımını ve atıkların geri dönüşümünü desteklemeye yönelik belirlenmiş bir kategoridir. Kaynak ve atık kontrolünü, ürünün imalat aşamasından itibaren yürütmeyi hedefler (Odaman Kaya, 2012, sf.34).

Geri dönüşebilir malzemenin kullanımı; Binanın inşasından itibaren geri dönüştürülebilir malzemelerin saklanması ve toplanması şeklinde tanımlanmıştır.

Malzemelerin veya binanın tekrar kullanımı; Duvarların, döşemelerin, tavanların tekrar kullanılmasıdır. Toplam malzeme bedelinin ne kadar yeniden kullanıma uygun ise alınan puan artmaktadır. Çünkü dönüştürülmüş malzeme ile enerji tasarrufu yapılmış olur.

Yenilenebilir malzeme kullanımı; Ayçiçeği, buğday, bambu kamışından yapılmış suntalar gibi hızlı üretilip kullanılabilen yenilenebilir malzemeler önerilmektedir. Örneğin; yün iyi bir yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Yerel malzeme kullanımı; Burada yerli ekonomiyi desteklemeni yanında nakliye mesafelerinin kısaltılması amaçlanmıştır. ABD’de bu mesafe 800 km olarak tanımlanmıştır (Kıncay, 2009).

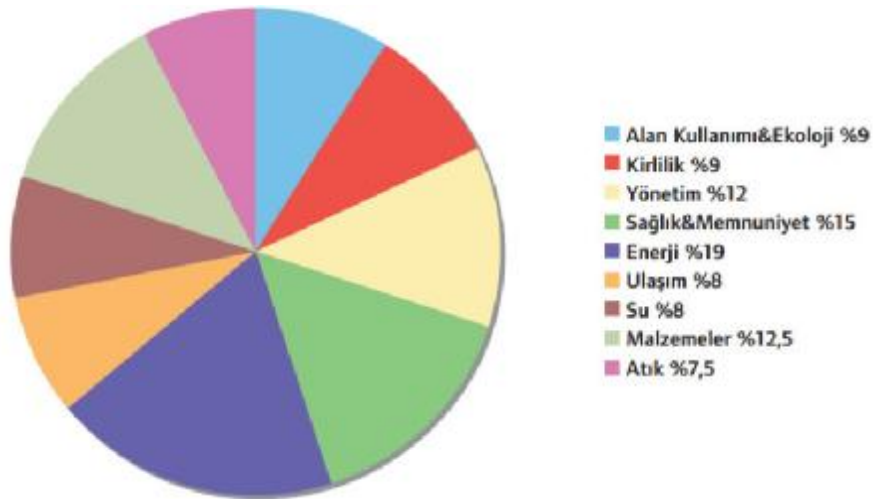
1.2.5.3. BREEAM Sertifikası

İngiltere’de Yapı Araştırma Kurumu (BRE) tarafından geliştirilerek, 1990 yılında uygulamaya geçirilen Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM), ölçütlere dayalı değerlendirme sistemlerinin ilk örneğidir.

“BREEAM, yapıların çevreye gösterdiği uzun vadeli etkiyi azaltmak adına, ‘Yaşam Döngüsü Değerlendirme’ yaklaşımı doğrultusunda geliştirilen bir ölçme ve değerlendirme metodudur. ‘Mevcut bina yapım yöntemlerinin sebep olduğu yüksek enerji tüketimleri ve fazla miktarda atık üretimiyle oluşan konforsuz yaşam

alanlarının yarattığı çevresel etkiyi azaltmayı hedeflemiştir. BREEAM'ın tasarımcı, üretici ve bina kullanıcısına yönelik amacı, çevresel etkisi düşük, kaliteli yaşam alanlarını düşük maliyetlerle yaratmak adına, yol gösteren bir standartlar bütünü sunmaktır.” (Odaman Kaya, 2012, sf.19).

BREEAM, Bina Araştırma Kurulu'na ait yönetmelikleri, yayınları, standartları ve sertifika planlarını denetleyen 'Küresel Sürdürülebilirlik Kurulu'na bağlı olarak çalışmaktadır. Yapıların sürdürülebilirliğini belirli kriterler çerçevesinde ölçmek adına geliştirilen metotlar kapsamındadır. Oldukça geniş bir yelpazeye göre düzenlenmiş olan bu metotlar, yapıların çevresel performanslarını çeşitli kategorilere (Şekil 1.18) göre değerlendirmektedir.



Şekil 1.18. BREEAM Europe Performans Kategorileri Ve Dağılım Oranları (Sev ve ark, 2012)

BREEAM kapsamında, yapıların çevresel performansını ölçmek ve değerlendirmek amacıyla belirlenen performans ölçütleri; yönetim, sağlık, enerji, ulaşım, su, atık, kirlilik, arazi kullanımı ve ekoloji ve malzeme başlıkları altında toplanmıştır.

BREEAM sertifika sistemlerine göre belirlenmiş ana başlıklardan malzemeler kategorisi; yapıda kullanılan malzemeler düşünüldüğünde sadece kullanılan ham maddeler değil aynı zamanda bir yapıda kullanılan her elemanı oluşturmak için harcanan oluşum enerjisinin de düşünülmesi gerektiğini vurgular. Kullanılan malzemenin elde edilişi, işlenişi ve atık haline geldikten sonra doğaya dönüşü ya da geri dönüşüme tabi tutulması gibi süreçlerin ele alınması için ‘Malzeme’ başlığıyla bir kategori oluşturulmuştur. Kriterin alt başlıkları şöyle sıralanabilir;

- Düşük oluşum enerjili malzemeler. Ör: Tanımlama için Yeşil Rehber“ deki ‘A’ derecesindeki malzemeler
- Yeniden kullanılan mevcut binalar ya da bu binaların parçaları (Ör. yenileme projeleri)
- Donanımlı kaynaklara sahip malzemeler
- Geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı’ (Bayraktar, 2010).

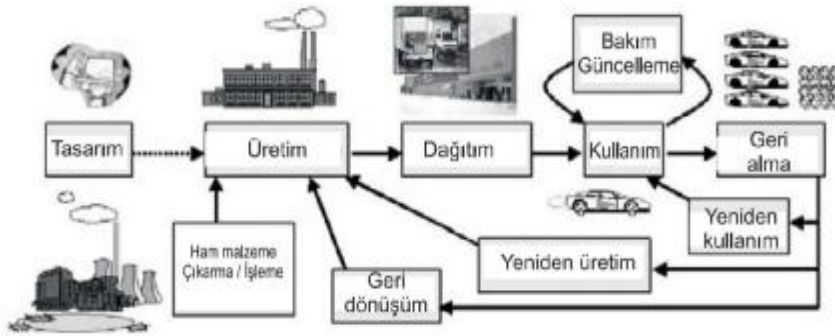
1.2.6. Malzeme Akışı ve Sürdürülebilirlik

Malzemeler, tüm temel ihtiyaçları karşılayabilmek için kullanılabilir cisimler üretmek amacı ile doğadan tedarik edilirler. Malzeme akışının kaynaktan son işleme kadar olan tüm sistemini anlamak, doğal kaynakların kullanımının yönetimine ve çevrenin korunmasına yardımcı olmaktadır.

Malzeme akışı; ham maddenin temin edilmesinden, işlenmesine, üretilmesine, taşınmasına ve son işleme kadar hangi uygulamaların yapıldığı hakkında bilgi veren sistemdir. USGS (The U.S. Geological Survey-Amerika Jeolojik Araştırma Merkezi), malzemelerinin ekonomiyi, toplumu ve çevreyi nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Bu araştırmanın amacı, kaynakların nasıl ve niçin kullanıldığını ve ilkelerin belirlenmesini sağlamak ve böylece kaynakların daha etkin ve çevreyi daha koruyucu şekilde kullanılması gerçekleşmektedir (Sznopce

ve ark, 1998). Yapı malzemeleri; binalar, yollar ve altyapı uygulamalarında tüm malzeme akışının %60'nı içermektedir. Bununla birlikte bakım, yenileme ve yıkım, binaların yaşam ömrü boyunca kullandığı enerjinin %16'sını içerdiği hesaplanmıştır (Russell ve ark, 2008).

Ham malzemenin yaşam döngüsünde tasarımdan sonraki süreç olan üretimin çevresel, sosyal ve ekonomik açılarından değerlendirilirken, ham malzemenin çıkarılışından son ürün haline gelinceye kadarki süreçte çevreye olumsuz etkisinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır (Şekil 1.19).



Şekil 1. 19. Ham Malzemelerin Ürün Yaşam Döngüsündeki Akışı (Yıldırım, 2011)

Çevresel sürdürülebilirlik için yapı malzemeleri, binanın yaşam döngüsüne dayandırılarak 3 evrede incelenmektedir. Bu evrelerdeki özellikler, malzemelerin sürdürülebilirliğe bağlı olarak tanımlanmasına yardımcı olmaktadır. Bunlar:

Bina öncesi evre: Üretim;

- Atık azaltılması
- Kirliliğin önlenmesi
- Geri dönüşümlü içerik
- İçerilmiş enerjinin azaltılması
- Doğal malzemelerin kullanılması

Bina evresi: Kullanım;

- Enerji verimliliği
- Su arıtımı/korunması
- Zehirli olmayan ya da daha az zehirli olan malzemelerin kullanılması
- Yenilenebilir enerji sistemleri
- Uzun ömür

Bina sonrası evre: Yıkım;

- Biyolojik parçalanabilirlik
- Geri dönüştürülebilirlik
- Yeniden kullanılabilirlik özellikleridir (Kim ve ark, 1998).

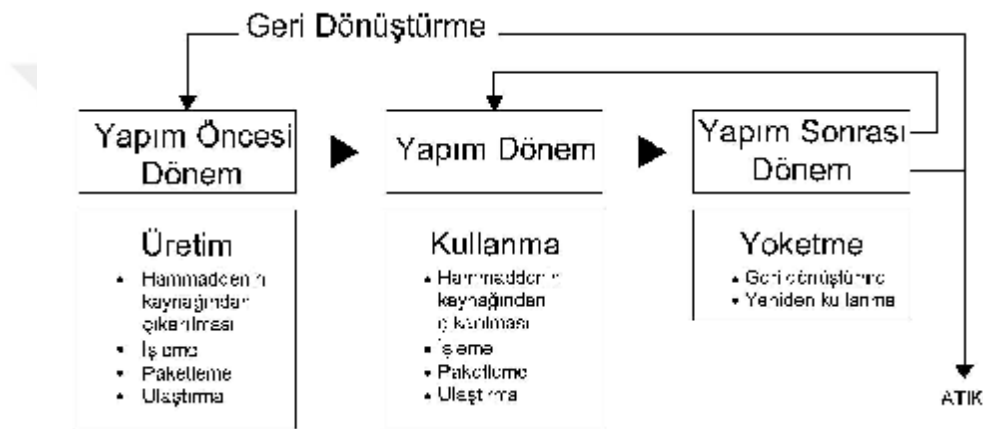
Tüm yapı malzemeleri kendi üretim işlemlerine ilişkili olarak, temel doğal kaynakların azaltılması ve çevreyi yok etme ile sonuçlanan doğal çevrede bazı etkiler oluşturmaktadır. Bu yüzden hangi malzemenin çevreyi daha fazla ya da az etkilediği dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler daha etkili ve verimli olmaktadır (Carroll, 2006).

1.2.7. Sürdürülebilir Malzemeler

Yapı sektörü doğadan elde edilen ham maddenin %50'sini, küresel enerjinin %40'ını ve suyun %16'sını tüketirken, oluşan atıklarından da %50'sinden sorumludur (Anink ve ark, 1996; Roodman ve ark, 1995). Bir yapının yaşam döngüsü boyunca oluşturduğu çevresel etkilerin yaklaşık %10-20'si yapı malzemelerinden kaynaklanmaktadır (Edwards ve ark, 2003). Bu çevresel etkiler yapı malzemesi üretiminde gerekli ham maddenin kaynaktan çıkarılması, işleme merkezine taşınması, yapıya entegre aşamasındaki şantiye süreci, kullanım, bakım,

onarım, yapı ömrünü tamamladıktan sonra yıkım ve sonuç olarak geri dönüşüm süreçlerinden (Şekil 1.20) oluşmaktadır.

Yapı malzemeleri ve ürünlerinin sürdürülebilirlik ilkelerine göre seçimi yapıların doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmakla kalmaz, enerji etkinliğini artırır, işletme, bakım ve onarım giderlerini azaltır, kullanıcılar için sağlıklı konforlu ortamlar sunar.



Şekil 1. 20. Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüsüne İlişkin Dönemler (Sev, 2009)

Ham maddenin verimli kullanımı, sürdürülebilir üretimin kullanılması, geri dönüşüm, zararlı etkilerin azaltılması veya ortadan kaldırılması gibi uygulamaları süreçte ekonomik, ekolojik ve toplumsal yarar sağlayacak bir gelişmedir. Bundan dolayı yapım üretim sürecinin doğal çevre ve kullanıcılar üzerinde ki olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik uygulamaların en önemli adımlarından biri malzeme seçimidir. Yapı malzemelerinin sürdürülebilirlik ilkelerine göre seçilebilmesi için öncelikle sürdürülebilir yapı malzemelerinin ne olduğunu ve hangi özellikleri taşıdığı bilinmelidir.

Yapı malzemelerinin yukarıda bilgisi verilen sürdürülebilirliğe katkısından çıkarılan sonuçla sürdürülebilir malzemeleri şu şekilde tanımlayabiliriz: “Kullanılan malzemelerin, zehirli maddeler içeren endüstriyel konstrüksiyon

malzemeleriyle değil, insan doğasına uygun, sağlıklı malzemelerle yapılması esasına dayanır.

Sentetik katkısı olmayan veya minimum olan doğal malzemeler; doğal taş, ahşap veya ahşap lifi, kil, saman, hasır, keten, saz, gibi tamamen yeniden dönüştürülebilir malzemelerdir.” (Berkes, 2010, sf.10).

Sürdürülebilir yapı malzemesi çevreye ve üretiminde tükenir kaynakların sınırlarına duyarlı, ham maddeleri etkin kullanan malzemelerdir. Bileşenlerinde zararlı kimyasal bileşenler bulunmadığı için insan sağlığına zararlı değildir. Ayrıca zararlı kimyasal bileşenler içermediği için iç mekan hava kalitesine olumsuz etkileri bulunmaz. Üretimleri enerji ve su korunumu ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilen bu malzemeler geri dönüşümlüdürler ve yeniden kullanılabilirler. Yapı ömrünü tamamladıktan sonraki yıkım evresinde ise doğal çevre üzerinde olumsuz etki oluşturmazlar.

“Malzemenin sürdürülebilirlik açısından kalitesini belirleyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Malzemeyi üretmek için gerekli enerji miktarı,
- Malzeme üretiminden kaynaklanan CO₂ emisyonu,
- Ham madde elde etme sırasında oluşan çevresel etkiler,
- Malzemenin içerdiği toksik madde miktarı,
- Malzemenin yapım yerine ulaştırılması için gereken enerji miktarı,
- Malzemenin yararlı ömrü tamamlanıncaya kadar oluşturduğu kirlilik” (Roaf ve ark, 2003).

Malzemenin sürdürülebilir nitelik taşıması için yukarıda belirtilmiş olan faktörleri taşıyan malzemelerin çevreye verilen zararın minimuma indirme amacı gütmesi, hem üretimde hem kullanımda hem de geri dönüşüm aşamasında sürdürülebilir mimarlığın temel ögesinden biri olmuştur. “Sürdürebilir malzemelerin

çevresel etkilerin azaltılması açısından en tercih edilen yapı malzemesi olma özellikleri aşağıdaki gibidir (Yener, 2002).

Kaynakları etkin kullanırlar;

- Atıklardan elde edilen geri dönüşümlü bileşenle içerirler,
- Kullanımları, montajları ve sökülmeleri kolaydır,
- Geri dönüşümlüdürler.

Yapıda çalışan kişiler ve kullanıcıların sağlığını korurlar;

- Kimyasal emisyonları çok düşüktür veya hiç yoktur, böylece iç mekân hava kalitesini olumsuz yönde etkilemezler,
- Yüksek miktarda toksik bileşen içermezler,
- Dayanıkladırlar ve a bakım-onarım gerektirirler

Ekolojik çevre ve toplum için yararlıdırlar;

- Ozon tabakasına zarar veren gaz emisyonları yoktur,
- Yenilenebilir kaynaklardan elde edilir,
- Yerel kaynaklardan ve üreticilerden elde edilir,
- Gömülü enerji değeri düşüktür,
- Faydalı ömrünü tamamladıktan sonra doğada çözümlenebilir.” (Ayaz, 2002).

Sürdürülebilir yapı malzemeleri yapılara değer katmaktadır. Bu tür malzemelerin seçim sürecinde kalite, performans, estetik ve maliyet gibi kriterlerin yanı sıra sürdürülebilirlik kriterlerinin karşılanabilirliği de dikkate alınmalıdır. Sürdürülebilir yapı malzemesi seçiminde, malzeme veya ürünün çevresel

etkilerinin neler olduğu, bu malzeme kullanımından doğacak sonuçları ekolojik sistemleri nasıl etkileyeceği ve bu etkilerin nasıl engelleneceği dikkatle ele alınmalıdır. Bu nedenle Ürünün sadece kalite ve ekonomik kriterlere göre değil hem sosyal hem de çevresel faktörleri dikkate alarak inovatif yaklaşımlarla üretilmesi veya iyileştirilmesi anlamına gelmektedir (Sev, 2009).

1.2.7.1. EPD (Çevresel Ürün Beyanı)

Çevresel Ürün Beyanları (EPD), bir ürünün ham maddenin doğadan elde edilmesi, üretimi ve yaşam sonu bertarafına kadar olan tüm süreçlerin şeffaf ve nicel olarak bilimsel bir yaklaşımla değerlendirildikten sonra hesaplanan çevre performansının yayınlandığı belgelerdir (URL-18).

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) kapsamında ekonomik faaliyetlerin ekolojik ayak izini ve üretim sürecinde meydana gelen çeşitli emisyon değerlerini dikkate alır. Bağımsız şekilde, üreticinin sağladığı bilgilerle hazırlanan EPD'ler, ürünün teknik tanımı, üretici firma detayları ve YDD sonuçlarından meydana gelir (HPBG, 1999).

Binaların sürdürülebilirliği büyük oranda kullanılan malzemelerin çevresel performansına bağlı olduğundan (Şekil 1.21), EPD özellikle binaların sürdürülebilirliğinin belgelenmesi ve yeşil-sürdürülebilir malzeme kullanımı bakımından önemlidir. Ürünlerin içeriği ve verimlilikleriyle ilgili net bilgileri sunan EPD belgeleri yeşil bina pazarındaki malzemeler için büyük önem taşımaktadır.



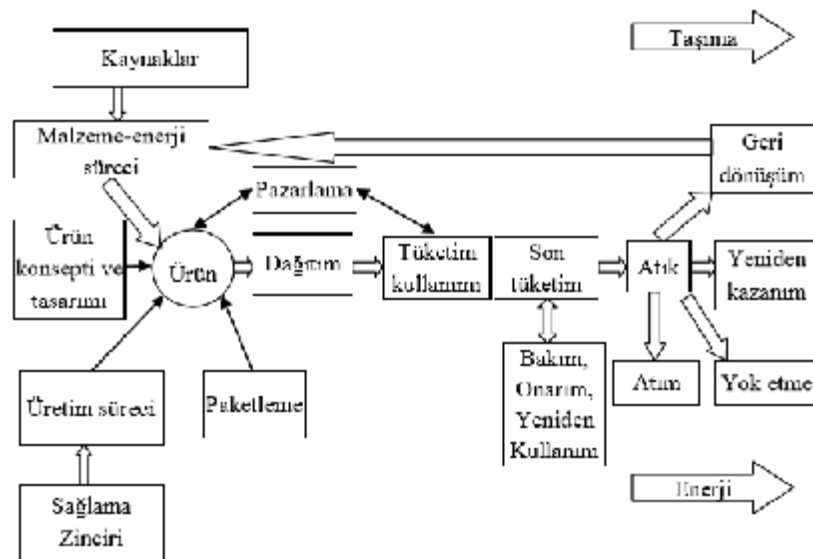
Şekil 1. 21. Bir Ürünün Çevresel Etki Değerlendirilmesi (URL-18)

EPD; LEED, BREEAM gibi yeşil bina sertifika sistemlerinde önerilmenin / kullanılmanın yanı sıra, yeni Avrupa Yapı Ürünleri yönetmeliğine uyum açısından da binaların kalitesini arttırmaktadır (Şekil 1.21). Günümüzde, Avrupa Komisyonu EPD'leri, yapı malzemelerinin çevresel performansının açıklanması ve sürdürülebilir binaların sağlıklı temel bilgilere dayandırılması için bir araç olarak tanımlamakta ve üreticileri bu yönde teşvik etmektedir (URL-19).

1.2.7.2. LCA (Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi)

Yaşam döngüsü değerlendirme; malzeme ham madde elde edilmesi, işlenmesi, pazarlanması, taşınması, yapımda kullanılması, gerekli zamanlarda bakım ve onarımının yapılması, ürün veya malzeme ömrünü tamamladığında tekrar işleminden geçirilerek yeniden kullanılabilir veya dönüştürülebilir hale getirilmesi, böylece ham madde noktasına geri gelinmesi ile bir döngüsel süreci tanımlamaktadır (Soysal, 2008).

YDD yöntemine göre yapı ürünlerinin yaşamları döngüsel bir süreçtir. Bu süreç, ham maddenin çıkarılması, üretim, yapım, kullanım, yıkım ve yıkım sonrası evreleri (Şekil 1.22) kapsar. Yapı ürünleri, yaşam döngülerinin her evresinde farklı çevresel etkilere sebep olabilir. Bu etkilerin azaltılması için yapı malzemesi seçiminde malzemelerin tüm yaşam döngüleri bazındaki sürdürülebilirlik ölçütleri dikkate alınmalıdır (Bekem, 2009).



Şekil 1. 22. Yapılarda YDD (Bayraktar, 2010)

YDD harcanan enerjisinin, atık oluşumunun ve uzaklaştırılmasının, doğal kaynakların kullanımının ve tüketiminin miktarını ölçer. Bu değerlendirmeler ürünün beşikten mezara kadar olan sürecinde incelerken kapsam araştırmacı tarafından sınırlandırılabilir. YDD yinelemeli bir teknik olup YDD'nin her aşaması diğer aşamalarının sonuçlarını kullanır. Yani bu aşamaları birbirinden ayrı düşünmemek gerekir. Bu yinelemeli yaklaşım çalışmanın ve sonuçların kapsamlı ve tutarlı olmasını sağlar (TS EN ISO 14040, 1998).

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi;

- Ürünlerin yaşam döngülerinin çeşitli noktalarında çevresel performanslarını geliştirmek için imkânları desteklemede,
- Endüstri, devlet, toplum örgütlerinin karar-vericilerine bilgi vermede,
- Çevresel performansların ölçüm tekniklerini içeren göstergeleriyle ilgili seçimde,
- Pazarlamada (eko-etiket planının uygulanması, çevresel bir iddianın oluşumu, çevresel ürün bildirimi üretimi) destek sağlar (Ortiz ve ark, 2009).

YDD'nin etkileri özet olarak ve dengeli bir biçimde sunan bütünsel bir yaklaşımı vardır. Örneğin enerji YDD' de bir faktördür; ancak tek kaynak faktörü değildir. Enerji başlığı altında hem üretim aşamasındaki oluşum enerji hem kullanım aşamasındaki enerji hem de yok etme aşamasında ortaya çıkacak enerji vardır. YDD'nin ilkesi yapı tasarımından kaynaklanan kötü etkileri azaltmak, geri dönüşümü artırmak ve en az ekolojik tahribata neden olan malzemeleri seçmek ve bunun sonucunda kaynak etkilerini azaltarak çeşitliliği artırmaktır. YDD insan faaliyetlerini doğayla uyumlu hale getirmeyi amaçlar (Edwards, 1999).



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

BAYRAKTA, F., T., “Yapılar bir yandan insanların barınma ihtiyaçlarını karşılarken bir yandan da çevreye ve insan sağlığına zarar vermektedirler. Bu durum sonucunda dünyada insan ve çevre sağlığı sorunları için bir çözüm olabilecek sürdürülebilirlik kavramının uygulanabileceği yöntemler geliştirilmiştir ve halen yapıların bu etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Bu doğrultuda bu çalışmada yapı malzemelerinin yaşam döngülerinde çevre etkilerini belirlemek için Türkiye’ nin mevcut durumunu dikkate alan bir değerlendirme sistemi geliştirilerek tasarım aşamasında karar vericilerin yapı malzemesi seçimlerinde çevreye en az zarar verecek malzemeleri seçmeleri amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle dünyada yapıların, yapı malzemelerinin ve ürünlerin çevresel etkilerini belirlemek için kullanılan bir standart olan ISO 14040 - Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi ile bu yöntemi temel alan sistemler ve araçlar incelenmiştir.

Bu bilgiler doğrultusunda Türkiye’ deki mevcut durum irdelenmiş; ülkenin sıcaklık, yağış, ham madde ve enerji kaynaklarının durumu ile atık ve sera gazı salınımı miktarlarıyla ilgili veriler ortaya konarak ülkenin çevresel profili incelenmiştir. Ardından çevresel konularla ilgili ülke ihtiyacı doğrultusunda hazırlanan yönetmelikler belirlenmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi temel alınarak ve Türkiye’ nin çevresel konularda mevcut durumu hakkında yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak ülkenin olanakları ve çevresel etkilerle ilgili getirilen sınırlamalar doğrultusunda yapı malzemelerinin yaşam döngüsü süreçlerinde çevresel etkilerini değerlendiren bir sistem önerilmiştir.”

BERBER, F., “Mimari tasarım ve malzeme konusunda yapılan bu çalışmada, toksik maddeler içermeyen, enerji tasarrufu sağlayan ve aynı zamanda; doğal kaynaklarımızın korunmasına yardımcı olan ürünler sayesinde daha sağlıklı ortamlar oluşturulmasında ekolojik yapıların önemi üzerinde durulmaktadır.

Çalışmamız, büyük ölçüde yenilenemez enerji kaynaklarının sebebiyet verdiği sorunları ve bu sorunlara çözüm olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının seçimini ve bu kaynakların yapılarda kullanım sistemlerini ortaya koymaktadır.”

GEZER, H., “Son günlerde malzeme tasarım ve teknolojilerinin geliştirilmesi mimari ve iç mimaride tasarım olanaklarına çok yönlü yeni katkılarının katılımını sağlamaktadır. Malzeme mimari tasarımlara performansı ile olduğu kadar doğasıyla, doğadaki gelişim süreci ve davranışıyla, varoluş metabolizmaları, formları, yüzey dokuları, içyapıları, strüktür özellikleri, akışkanlıkları, kendini organize etme yetenekleriyle mimari kavramların çıkış felsefelerini, mimari biçimleri ve biçimleri etkilemektedir. Günümüzde birçok eğitim kurumunda disiplinler arası çalışma yapan araştırmacılar, mimar ve tasarımcılar doğayı, doğanın doğal malzemesini, doğa ile malzeme arasındaki ilişkiyi, yapay malzemenin davranışlarındaki değişkenliklerin oluşum süreçlerini, sonuçlarını ve tepkilerini incelemekte, elde ettikleri çıkarımları mimari tasarımlara ve tasarım kavramlarına aktarma yollarını araştırmaktadır.”

ÖZMEHMET, E., “Geçmişte çevreci herhangi bir özelliğe sahip her yapı, içinde yer aldığı doğaya ve çevresine duyarlı olarak düşünülmekteydi. Günümüzde ise, yerel, bölgesel ve küresel çevreye etkileri gibi mikro ölçekten makro ölçeğe kadar uzanan birçok kritere göre tasarlanan ve sonuçta ortaya çıkan performansına göre, yapıya sürdürülebilir bina tanımlaması yapılmaktadır. Bu makalede, yapay çevrenin doğal çevre üzerinde etkileri incelenmiş, sürdürülebilir binalar ve temel özellikleri ele alınmıştır. Ayrıca, dünya bina sektöründe en büyük harcama oranına sahip olan Avrupa’daki kimi ülkelerde sürdürülebilir bina uygulamaları araştırılmış ve Türkiye’deki sürdürülebilir bina anlayışı değerlendirilmiştir.”

ÖZORHON, G., “Yarının binaları, teknolojinin de desteği ile sürekli gelişen sürdürülebilir mimarlık kriterleri ile biçimlenecektir. Şüphesiz bu biçimlenmeyi oluşturacak sistemin anahtarı, konusunun uzmanı aktörleri bir araya getiren disiplinler arası çalışmalardır. Bu açıdan çalışma, tesisat mühendisliği kongresine, sürdürülebilir mimarlık kavramı üzerinden yarının binaları için mimari

bir yorum oluşturarak katılma hedefindedir. Çalışmanın girişin ardından ikinci bölümünde üzerinde tam bir fikir birliği sağlanamayan ve bu hali ile halen önemli bir tartışma alanını işaret eden sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir mimarlık kavramları tartışılmaktadır. Farklı bakış açılarından referanslarla yapılan bu tartışma, öncü ve deneysel nitelikleri ile ön plana çıkan bir örnekle zenginleştirilmektedir.”



3. MATERYEL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmanın hazırlanmasında ulusal ve uluslararası sürdürülebilir mimarlık-sürdürülebilir malzemeler konusu üzerinde incelemeler ve bu konu üzerinde şimdiye kadar yayınlanmış tezler, makaleler, kitaplar, mimarlık dergileri, web sayfaları, örnek projeler temel materyal olarak kullanılmıştır.

Tüm elde edilen bu materyaller, doğal çevrenin gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap vermesi adına ortaya çıkan bir kavram olan sürdürülebilirliğin Mimarlık bilimine yansımaları olan “Sürdürülebilir Mimarlık-Sürdürülebilir Malzemeler” üzerinde olup, hazırlanan tezin oluşmasına destek olabilecek niteliktedirler.

3.2. Metod

“Bütün araştırmalar bir sorun ve bir problemin belirlenmesiyle başlamalıdır (Rapoport, 1990).” ilkesiyle oluşturulan araştırmanın konusu “Sürdürülebilir, Enerji Duyarlı Konut Tasarımında Malzeme Seçiminin İncelenmesi” olarak belirlenmiştir. Çalışmadaki yöntem; sürdürülebilirlik kavramının ortaya çıkışına kadar ki süreç ve bu sürece yapı sektörünün etkisi, sürdürülebilir kavramıyla önem kazanan sürdürülebilir mimarlık ve sürdürülebilir mimarlığın en önemli bileşiği olan malzeme seçimini kapsayacak şekildedir.

Tezin giriş bölümünde açıklanan konunun belirlenmesinden sonra konuyla ilgili geniş bir literatür taraması yapılarak; sürdürülebilirliğin tarihi ve sürdürülebilirliği etkileyen kavramlar incelenmiş, sürdürülebilir mimarlık ve sürdürülebilir mimarlığın sertifikasyon sistemlerinden olan LEED ve BREEAM’in malzeme için sunduğu şartlar incelenmiş, sürdürülebilir mimarlığın temelini oluşturan sürdürülebilir malzemeler ile ilgili araştırmalar yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Çalışmanın bu kısmında incelenen ekolojik ve sürdürülebilir mimari örneklerinde kullanılan malzemeler belirlenecektir. Yapıda kullanıldıkları yerleri ile tespit edilen bu malzemelerin literatür taraması ile edinilen bilgiler ışığında belirlenen alt parametrelerle özelliklerine göre sınıflandırılması, çalışmanın özgün bulgularıdır.

4.1. Ulusal ve Uluslararası Literatürden Seçilen Sürdürülebilir Yapı Örnekleri

Ekolojik ve sürdürülebilir yapı tasarım kriterlerine uygun örnek yirmi yapı, ulusal ve uluslararası literatür taraması sonucunda seçilmiştir. Seçilen yirmi yapının detayları alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. Dominikus Stark Mimarlık, Nyanza Eğitim Merkezi, Nyanza, 2010

Nyanza, Ruanda'da bulunan eğitim merkezi, yöresel avlulu evlerin tipolojisine bağlı kalarak, yerel malzemelerle bütünleşik zarif tasarımını sofistike düzeniyle tamamlayarak toplumun çoğu ihtiyacını karşılamaktadır (URL-20) (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Nyanza Eğitim Merkezi (URL-20)

Doğal havalandırmanın ve pasif sistemlerin kullanıldığı kompleks, yerel iş gücü tarafından kerpiç, çelik, papirüs ve hasır gibi yerel malzemelerle inşa

edilmiştir. Binanın iç kısmında oluşturulan avlunun bir tarafında cam giriş, diğer tarafında ise sıra sıra hasır kapılar bulunmaktadır (URL-20) (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2 Nyanza Eğitim Merkezi Avlu Kısım (URL-21)

Geçitler iç mekânı güneşin sıcak etkisinden korurken, kerpiç duvarlar ve havadar hasır kapılar ise içerideki ısı dengesini sağlamak, kerpiç dış duvarların üst kısımlarındaki açıklıklar ise Sıcak havanın dışarı çıkmasına yardımcı olmaktadır (URL-21). (Ek.3). İç mekânın tavan kısmında kullanılan papirus sazlıklar (yörede bolca bulunan bir çalı türü) bulunması zor ahşabın yerine kullanılmıştır. Ruanda Eğitim Merkezi, bölgenin sosyal gelişimine katkıda bulunduğu gibi yerel malzemelerin tercih edilmesi ve enerjinin etkin kullanımı için uygulanan pasif sistemler, sürdürülebilir mimarlığa katkıda bulunmuştur (URL-20).

4.1.2. SLA Mimarlık Ofisi, Amsterdam Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi, Amsterdam, 2015

Doğa ve Çevre Öğrenim Merkezi (NME), çocukları çevre ve sürdürülebilirlik konusunda eğitmeyi amaçlayan programın bir parçası olarak uygulanmıştır. Binanın formu ve materyalleri, sürdürülebilir bina tekniklerini gösterecek şekilde seçildi (URL-22) (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3. Amsterdam Doğa Ve Çevre Öğrenme Merkezi (URL-22)

Yapının çatı kısmı, doğu-batı eksenini boyunca hizalandırılarak, güneş toplama panelleri doğrudan güneşe yönlendirilmiştir. Bu uygulama aynı zamanda, küçük çocukların panelleri görebileceği seviyeye inen bir tavan çizgisi oluşumuna olanak sağlamıştır. Güneş panellerinin entegre edildiği duvar ve çatıya uygulanan diğer kaplama malzeme ise kiremit deseninde düzenlenmiş kereste çıtalardır (Ek 5). Bu çıtalar altındaki bitümlü havayı gizler ve güneş panelleriyle aynı hizada bir yüzey oluşturur (URL-22) (Şekil 4.4).



Şekil 4. 4. Amsterdam Doğa Ve Çevre Öğrenme Merkezi Çatı Detayı (URL-22)

Yapının kuzey cephesinde, geniş gün ışığının içeriye ulaşmasını sağlayan geniş cam çerçeveler bulunur. Yapının güney cephesinde ise pasif ısıtma ve soğutma sistemi olarak bilinen trombe duvar uygulanmıştır. Sistem güneş ışığını emen, döşeme ve pencere arkasında havanın bir cebini ısıtan bir dizi beton döşemenin camın arkasında yerleştirilmesiyle kurulmuştur (URL-22) (Ek 5).

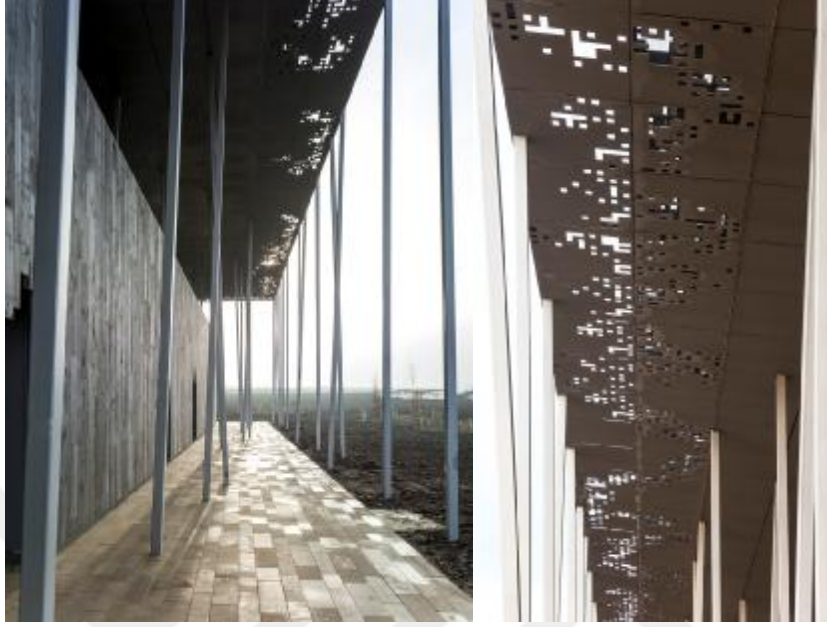
4.1.3. Denton Corker Marshall, Stonehenge Ziyaretçi Merkezi, İngiltere, 2013

Salisbury Ovası'nda yer alan Stonhenge sergi ve ziyaret merkezi, ince, delikli, dalgalı bir kanopiyle korunan, kireç taşı platformuna dayanan basit bir muhafaza grubundan oluşuyor (URL-23) (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Stonehenge Ziyaret Merkezi, İngiltere (URL-23)

Farklı malzemelerin kullanıldığı 3 blok, yapının ana konaklama birimleridir. Bu birimlerin tümü, düzensiz olarak dağılan eğimli çelik sütunların üzerine oturan çelik kanopi çatı altında yer almaktadır. Çelik kanopi örtü de yerel yer şekillerini yansıtan bir geometriyle şekillendirilmiştir (URL-23) (Şekil 4.6).



Şekil 4. 6. Stonehenge Ziyaret Merkezi Çelik Kanopi Çatı Detayı (URL-23)

Kullanılan malzemeler yerel, geri dönüştürülebilir ve yenilenebilir niteliktedir. Kullanılan malzemelerin yerel nitelikte olanları; kestane kerestesi ve Salisbury kalkeridir (URL-23) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Stonehenge Ziyaret Merkezi Cepheye Yerel Malzeme Uygulaması (URL-23)

Ziyaretçi Merkezinin, çevreye duyarlı olmasını ve doğal kaynakların bilinçli bir şekilde kullanmasını sağlamak için tasarımda çeşitli stratejiler benimsenmiştir. Bunlar, güneşliklerin doğal gölgeleme imkanı sunması, binanın ısıtılması ve fosil yakıtlara ihtiyaç duymadan soğumasını sağlamak için kanada kuyusu denilen pasif sistemin kullanılması, bölücü olarak tamamen yalıtılmış boşluklu duvar ve yapısal yalıtımlı panellerin (SIPS) kullanarak malzeme atığını minimuma indirilmesi ve enerji verimliliği sağlanması, binanın çatısından toplanan yağmur suyu da dahil olmak üzere "gri su" ile ziyaretçinin merkezinde gerekli olan su hacminin önemli bir kısmının karşılanmasıdır (URL-23).

4.1.4. Upfrnt ve Zwarthout Mimarlık, Sustainable House, Hollanda, 2013

Geul nehir kenarında konumlanan tatil evi, sel taşkınlarından korunmak için, yerel ağaçlardan yapılan yükselen bir yolla ulaşılan platformda konumlandırılmıştır (URL-24) (Şekil 4.8).



Şekil 4. 8. Sustainable House Güney Cephesi (URL-24)

Geleneksel Japon Shou Sugi Ban tekniği kullanılarak yüzeyi yanmış sedir kaplama panelleri kullanarak hem onarıma ihtiyacı olmayan kapalı bir yüzey yaratmışlardır hem de estetik bir görüntü elde etmişlerdir (URL-24) (Şekil 4.9).



Şekil 4. 9. Sustainable House Batı Cephesi (URL-24)

Yapının uygulanacağı arsanın yakınındaki nehir taşma eğilimli olduğu için, evin zemini bir dizi güçlendirilmiş meşe kütükleri üzerinde bir metreden yukarı kaldırılmıştır. Ev, karbon ayak izini en aza indireyen birçok sürdürülebilir teknolojiyi içermektedir. Üçlü cam ve kalın yalıtımın yanı sıra, evde ısıtma ve elektrik için güneş enerjisi kullanılmaktadır (URL-24) (Şekil 4.10).



Şekil 4. 10. Sustainable House Cephede Kullandığı Yanmış Ahşap (URL-24)

Evde kullanılan helofytenfiltre uygulaması, atık suyun arıtılmış bir halde nehre geri akmasına izin vermek suretiyle, atık suları filtrelemek ve arıtmak için bir kanalizasyon bağlantısına olan ihtiyacı ortadan kaldırmıştır. Yeraltı havalandırma borusunun, gelen havayı ısıtmak ve soğutmak için kullanılması yaşam konforunu önemli ölçüde artırmaktadır (URL-24).

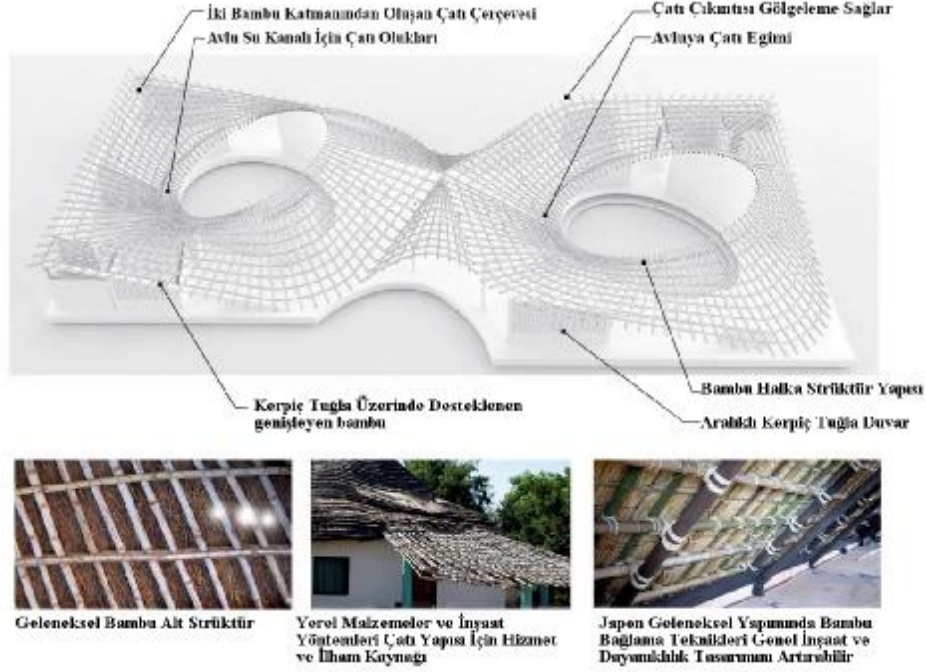
4.1.5. Mimar Toshiko Mori, Senegal Kültür Merkezi, Senegal, 2015

Geleneksel Sinthian ve çevresindeki köyler için bir merkez olan bu yapı, bölgenin verimli toprakları üzerinde tarımsal eğitim verilmesi ve Senegal kırsalında sürdürülebilir kalkınmanın önemli mekanizması olan sosyal organizasyon için bir buluşma yeri sağlanması amacıyla tasarlanmıştır (URL-25) (Şekil 4.11).



Şekil 4. 11. Senegal Kültür Merkezi (URL-25)

Senegal Kültür merkezi bambu, tuğla, thatch (saz çatı malzemesi) gibi yerel malzemeler ve yerel teknikler kullanılarak inşa edilmiştir (Şekil 4.12) Binanın planlamasında, birden fazla avlu eklemek ve aynı zamanda avlu çevresinde gölgeli stüdyo alanları oluşturmak için geleneksel eğimli çatının parametrik dönüşümü ters çevirme eylemiyle sağlanmıştır. Döndürme işlemi ile elde edilen geleneksel eğimli saz çatı malzemesi, çatı yağmur suyunun toplanmasına yardımcı olur ve sekiz aylık kuru sezonda mahsul yetiştirmek için kullanılmaktadır (URL-25).



Şekil 4.12. Senegal Kültür Merkezi'nde Kullanılan Malzemelerin Detayı (URL-26)

Ana yapı, bambu çerçeve ve sıkıştırılmış toprak bloklardan yapılmış duvarların kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Yapı malzemesi tuğla olan duvarların bir kısmında oluşturulan delikli alanlar doğal havalandırılmanın oluşumunu sağlarken fazla ısıнын emilmesine de yardımcı olmaktadır (Ek 6). Döşeme malzemesi olarak kullanılan geri dönüştürülmüş kırık fayans, farklı fonksiyonlardaki alanların sınırlandırılmasına yardımcı olmuştur (URL-26).

4.1.6. Groupwork Mimarlık Ofisi, Barretts Grove Apartmanı, Londra, 2016

Barretts Grove, Londra merkezli Amin Taha mimarlık ofisi tarafından dört katlı bir bina olarak tasarlanmıştır (Şekil 4.13). Okul ve villa arasına konumlandırılan yapıda cephe kaplaması olarak tuğla kullanılmıştır. İzolasyon buhar bariyeri ve kendi kendini destekleyen tuğla yağmur perdesi ile sağlanmıştır (URL-27).



Şekil 4. 13. Barretts Grove Apartmanı Ön Cephe Görünüşü (URL-27)

Çapraz lamine ahşap (CLT), tüm duvar, zemin ve çatı üst yapısı için kullanılmıştır. Duvar, zemin ve çatı üst yapısında kullanılan CLT malzemenin yangın dayanımı ateşe dayanıklı vernik sürülerek sağlanmıştır (Şekil 4.14). CLT kullanmakla alçıpan duvarlara, asma tavanlara, kornişlere, süpürgeliklere ve döşeme boya gibi bitirmelere olan ihtiyacı ortadan kalkmıştır (URL-28).



Şekil 4. 14. Barretts Grove Apartmanı İç Mekan (URL-28)

CLT yapının sıcak ve daha estetik bir görüntü sunmasına izin verirken, bu strüktür binanın somutlaşmış karbonunu, inşaat maliyetini ve inşaat sürecini %25 azaltılmıştır. Sokağa bakan cephe derin bronz çerçeveli büyük pencerelerle delinmiştir. Hasır kaplı çelik konstrüksiyonlu balkonlar (Şekil 4.15), kullanıcılara özel açık alan sunmaktadır (URL-28) (Ek 7).



Şekil 4. 15. Barretts Grove Apartmanı Hasır Çelik Konstrüksiyonlu Balkonlar

4.1.7. Stüdyo 804, The Springfield House, Kanada, 2009

Studio 804 mimarlık ofisi tarafından tasarlanan yapı (Şekil 4.16), inşa edilen ilk LEED Platinum evini temsil etmektedir. Bu ev, tasarımın istediği çevre standartlarını görsel olarak ortaya koyan pasif stratejilerin ve aktif sistemlerin bir birleşimidir (URL-29). Ahşap, ekonomisi, montaj kolaylığı ve montaj hızından dolayı tercih edilmiştir. FSC onaylı ahşap tüm duvarların, çatıların ve zeminlerin çerçevelenmesi ve kaplaması için kullanılmıştır.

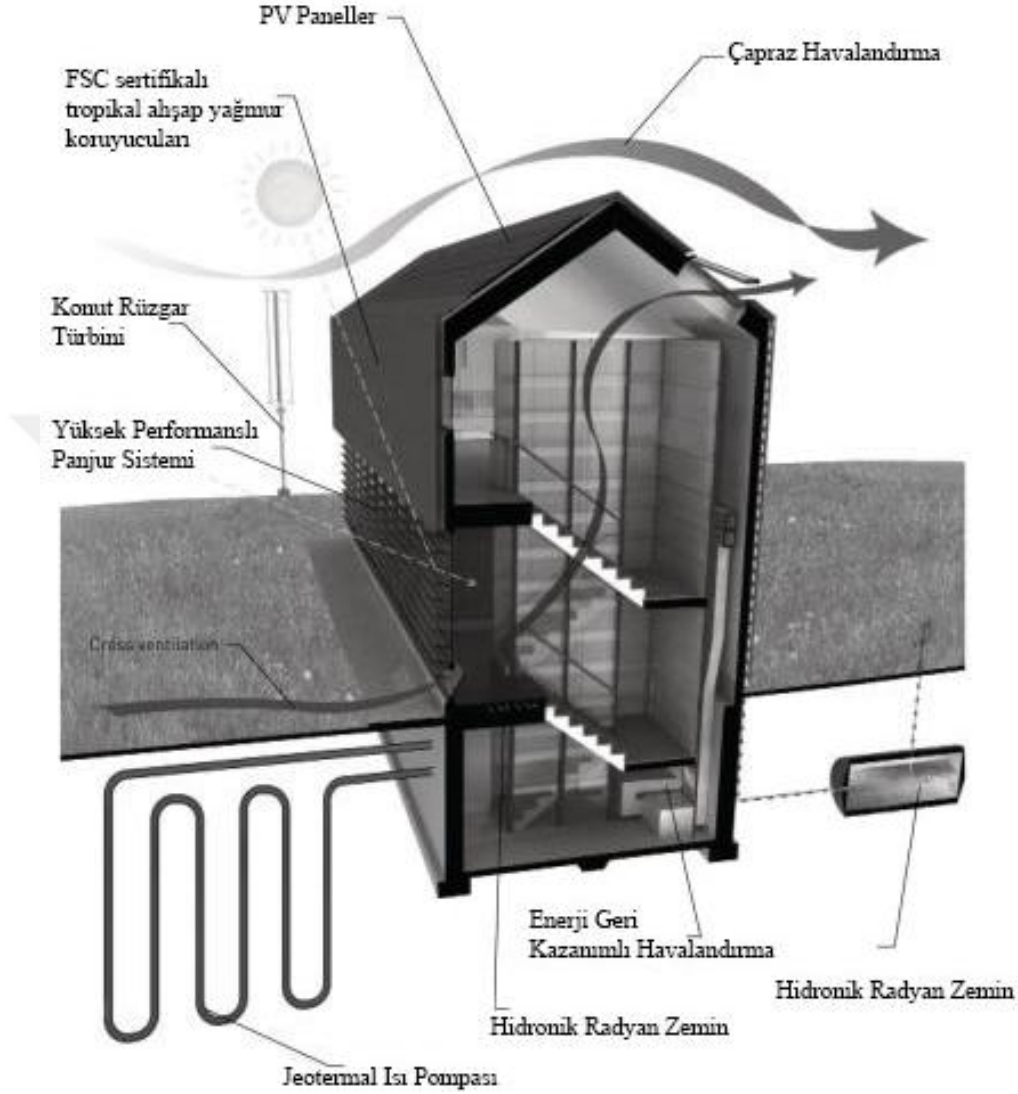
Tasarımda bölgede üretilen, geri kazanılmış ve geri dönüştürülmüş içerik malzemeler tercih edilmiştir. Duvarları çerçevelemek için FSC kerestesi ve Ayçiçeği Ordu Mühimmat Fabrikasından geri kazanılmış keresteler kullanılmıştır (Şekil 4.16). Ayrıca, çatı kaplama malzemesi olarak kullanılan Galvalume metal çatı kaplama panelleri geri dönüştürülebilir özelliğe sahiptir (URL-29).

FSC sertifikalı tropikal cumaru ahşap duvar kaplaması dikey doğrultuda uygulanarak yapının tüm dışını sarmaktadır (Şekil 4.19). Cephede kullanılan yağmur perdesi hava boşluğunun bölümlendirilmesi için kullanılan ahşap bariyer hızlı hava basıncının dengelenmesine ve minimum nem girmesine izin vermektedir. Çatının güney kısmına yerleştirilen fotovoltaik paneller çatı kaplaması ile hem yüz bitecek şekilde çözülmüştür. Yağmur suyunun % 50'si çatının kuzey tarafında toplanıp yeraltı sarnıcında depolanmaktadır. (URL-29).



Şekil 4. 16 The Springfield House Cephesi (URL-29)

Evin toplam enerji ihtiyacı, bir rüzgâr türbini (Şekil 4.17) ve fotovoltaik güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla azaltılır. Tasarımın jeotermal ısı pompası (Şekil 4.17), Enerji Geri Kazanım Vantilatörü (ERV) ve yüksek verimli HVAC kullanımı, sürdürülebilir sistemlerin etkinliğini arttırmaktadır (URL-29).



Şekil 4. 17. The Springfield House Detayları (URL-30)

İç mekan da kullanılan ahşabın büyük bir kısmı, eski Ayçiçeği mühimmat fabrikasının yapı sökümünden geri dönüştürülmüştür (Şekil 4.18). FSC sertifikalı Jatoba parke döşeme, üst kattaki çatı katı ve yatak odası alanlarında bulunur ve boşluklar arasında görsel bir bağlantı sağlamak için mutfak tavanını sarmaya devam eder (Şekil 4.18).

Yapıda kullanılan tezgâhlar ve banyo lavaboları son derece dayanıklı, düşük bakım ve leke karşı dayanıklı, geri dönüşümlü bir kâğıt kompozit malzemeden imal edilmiştir (URL-30).



Şekil 4. 18. The Springfield House İç Mekan (URL-30)

Yalıtım malzeme olarak kullanılan Xcell üflenmiş selüloz yalıtım, geri dönüşümlü kâğıt elyaftan yerel olarak imal edilmiştir. Beton karışımı, kömür endüstrisinin yan ürünü olan% 30 uçucu külü içermektedir (URL-29).

4.1.8. Erginoğlu & Çalışlar Mimarlık Ofisi, KA Evi, Erzincan, 2016

Arazi Erzincan'ın biraz dışında kaldığı için kolay inşaat yapmaya imkan vermemiş, bu sebeple bina taşıyıcı sistemi çelik ile tasarlanmış, Kocaeli'nde imal edilip yerinde monte edilmiştir. Tüm dış duvarlarda ve çatıda yine kuru imalat sistemleri kullanılarak inşaat kalitesini arttırmak hedeflenmiştir (URL-31) (Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4. 19. KA Evi Dış Cephesi (URL-31)



Şekil 4. 20. KA Evi İç Mekânı (URL-31)

4.1.9. Stüdyo Cardenas Mimarlık Ofisi, Enerji Verimli Bambu Evi, Lishui / Çin, 2016

Energy efficient bamboo house (Şekil 4.21), Çin’de yüksek standartta yenilikçi bir ev elde etmek için güneş, su, bitkiler, rüzgar ve doğal malzemeler gibi doğal elementlerin kullanılması yoluyla karbon emisyonlarının en aza indirgenmesi, korunması ve doğal ekolojik gelişiminin sağlanması amaçlanmıştır (URL-32).



Şekil 4. 21. Enerji Verimli Bambu Evi (URL-32)

Yapının strüktüründe kullanılan bambu (Şekil 4.22), Baoxi bölgesinde bulunan çok özel bir doğal elementtir. Yenilikçi bambu inşaat sistemi oluşturma kapsamında modülerlik ve sanayileşme unsurları beraber kullanılmıştır (URL-32).

İnşaatın yerel işçiler tarafından yapılabilmesi için hafif ve kolay monte edilmesi için çelik bağlantılar (Şekil 4.22) tasarlanmış, standardizasyon ve en iyi kalite kontrolü sağlamak için de aynı uzunlukta bambu direkleri kullanılmıştır (URL-32).



Şekil 4.22. Enerji Verimli Bambu Evi Bambu Direkler Arasında Çelik Bağlayıcılar (URL-32)

Yapıda cephe kaplaması olarak sırlı panel kullanılmıştır. Bodrumda döşeme malzemesi olarak beton kullanılmış diğer katlarda ise metal ile yükseltilmiş prefabrik döşeme paneli kullanılmıştır. Zemin malzemesi, tesviye betonu üzerine bambu kaplamadır. Çatı bambu strüktürden oluşturulmuştur ve üzerine çatı malzemesi olarak killi fayans kullanılmıştır (Şekil 4.23). Kapı pencere doğramaları metaldir (URL-32) (Ek 8).



Şekil 4. 23. Enerji Verimli Bambu Ev Sırlı Panel Kaplama Cephesi (URL-32)

4.1.10. Steven Holl Mimarlık, Ex Of In House, İngiltere, 2012

Ex of in house (Şekil 4.24), mekânın ekolojisine güçlü bir şekilde bağlı olan iç mekân enerjisini amaçlayan, mimari dilde ve ticaret uygulamasında mevcut klişeleri sorgulayan bir araştırma ve geliştirme ürünüdür (URL-33).



Şekil 4. 24. Ex Of İn House Cephesi (URL-33)

Evin neredeyse tamamında doğal malzemeler kullanılmıştır. Kapı/pencere doğramalarında ve merdivende maun ağacı kullanılmıştır. Duvarlar huş ağacı kontrplaklarla kaplanmıştır. Alçıpan kullanılmamıştır. Küresel kesişim alanının da kavisli, ince ahşap katmanlar kullanılmıştır (URL-33) (Şekil 4.25).



Şekil 4. 25. Ex Of İn House Cephesi (URL-33)

Yapıda bulunan pencerelerin camlarında PVB interlayer film kullanılmıştır (Şekil 4.26). Bu malzeme; camın dayanımını arttırması, ses yalıtımında etkili olması, UV ışınlarından korunumunda etkili olması ve enerji tasarrufunda rol alması gibi özelliklere sahiptir (URL-33).



Şekil 4. 26. Ex Of İn House İç Mekân (URL-33)

Yapıda ahşap strüktür kullanılmıştır. Yapının çatı kısmında solar paneller ve solar panellerin alt kısmında çatı membranı kullanılmıştır. Duvarlarda ve çatıda sırasıyla; buhar bariyeri (yalıtım malzemesi), ısı yalıtımını sağlamak adına cam yünü, sıva olarak da alçı sıva kullanılmıştır. Zemin kat döşemesi betondur. Zemin kat Döşemesi üzerine rijit köpük yalıtımı ve yalıtımın üzerine oksijen bariyerli tüplerin içinde yerden ısıtma sistemi döşenmiş üzerine ise 10x10 WWF güçlendirme uygulanmıştır (URL-33) (Ek 9).

4.1.11. Vandkunsten Mimarlık, The Modern Seaweed House, Danimarka, 2013

The modern seaweed house (Şekil 4.27), Danimarka Laeso'daki geleneksel yapım yöntemini yeniden ele alacak ve geleneksel malzeme ile yirmi birinci yüzyıl inşaat tekniklerini birleştirecek şekilde ahşap olarak inşa edilmiştir (URL-34) (Şekil 4.32).



Şekil 4. 27. The Modern Seaweed House Cephesi (URL-34)

Yapı malzemesi olarak kullanılan deniz yosunu pek çok açıdan sürdürülebilirdir. Toksik değildir, ateşe dayanıklıdır, akustik ses yalıtım ve nem yalıtımı özelliğine sahiptir. Cephe malzemesi olarak kullanılan yosun, örme ağlardan yapılan yastıklara doldurulmuştur (Şekil 4.28). Aynı zamanda, ahşap kaset içine doldurulan yosun zeminler, duvarlar ve tavanları yalıtım için kullanılmaktadır. Bu prefabrik yapı modülleri evin çerçevesini oluşturmaktadır (URL-34).



Şekil 4. 28. The Modern Seaweed House Cephe Malzemesi Olarak Yosun Kullanımı (URL-35)

Ahşap olarak inşa edilen evin duvarlar ve zemin ladin ahşap kaplamadır. Kapı pencere doğramaları da ahşaptır. Tavan içi kurutulmuş deniz yosunu ile doldurulmuş keten bez ile kaplanmıştır(URL-35) (Şekil 4.29).



Şekil 4. 29. The Modern Seaweed House İç Mekan Detaylar (URL-35)

4.1.12. Feilden Fowles Mimarlık, Ty Pren House, İngiltere, 2009

Ty Pren House (Şekil 4.30), Brecon işaretlerinin ortasında yer alan Trallong köyündeki Greenfield bölgesinde bulunmaktadır. Bölgenin zengin yerel dili, arazinin konturlarını izleyerek modern bir 'uzun ev' kavramına ilham kaynağı olmuştur (URL-36).



Şekil 4. 30. Ty Pren Evi Yerel Malzemeleri ile Oluşturulan Dış Cephe Görünümü (URL-36)

Ty Pren'in tasarım sürecinde bölgenin yerel malzemeleri tespit edilip tedariği sağlanmıştır (Şekil 4.31). Tasarım ekolojik yapı niteliğinde çevre dostu olacak şekilde geliştirilmiştir. Yapı, pasif enerji sistemleri ile mevcut her doğal enerji kaynağını kullanmakta ve aktif enerji sistemleri ile de desteklenmektedir(URL-36).

Bina, iki kilometre uzakta müvekkilin mülkünden kaynaklanmış ve parçalanmış, daha sonra arazide öğütülmüş olan, karaçam ile kaplıydı. Doğu, güney ve batıdaki 'Güneş Yükseklikleri', daha çok telkarlı bir akçaağaç derisinden oluşur. Yapısal Yalıtımlı Panellerin (SIP) yüksek performanslı camlarla birleşmesi (Şekil 4.31) süper hava geçirmez bir binayla sonuçlanmıştır(URL-36).



Şekil 4. 31. Ty Pren Evi Dış cephe Kaplama ve SIP ile yüksek performanslı cam birleşimi (URL-36)

Duvarlarda $0.15W / m^2K$ 'lık bir U-Değeri elde etmek için koyunların yün karışımından yapılmış ikincil izolasyon kullanılmıştır. Kuzey duvarı yerel meşe ve huş ağacından yapılmış kontrplaktan imal edilmiştir (Şekil 4.32). Ty Mawr sıva ve kireci kullanılmıştır. Bu doğal malzemeler toksik değildir ve düşük vücut enerjisine sahiptir(URL-36).



Şekil 4. 32. Ty Pren Evi İç Mekan (URL-36)

4.1.13. Juri Troy Mimarlık, Sunlight House, Avusturya, 2010

Viyana yakınlarındaki Pressbaum'daki bulunan Sunlight house (Şekil 4.33), Avusturya'daki ilk karbondioksit duyarsız tek ailelik evdir. Ormanlık, dağlık bir bölgede bulunan evin eğimli çatı ve mimari öğeleri, maksimum güneş enerjisi sağlamak için güneşten tam olarak yararlanmaktadır (URL-37).



Şekil 4. 33. Sunlight house Bina Kabuğu Malzemeleri (URL-37)

Binanın enerji konsepti, Krems Tuna Üniversitesi ile işbirliği içinde geliştirilmiştir. İnşaat ekipmanları yüksek performanslı bir ısı pompası, 48 m² mono kristal fotovoltaik çatı paneli, sıcak su için 9 m² termal güneş panelleri ve ısı geri kazanımlı kontrollü bir hava sistemi içermektedir. Evin kabuk yüzeyinin ısı yalıtımı optimize edilmekte ve pencereler pasif ev gereksinimlerini yerine getirmektedir. Çatı ve cephe pencereleri, yaz saati boyunca optimum, doğal havalandırma sağlamak ve kış aylarında termal kayıpları en aza indirmek için pasif güneş enerjisini en üst düzeye çıkarmak için çarpıcı manzaralar sağlamak üzere stratejik olarak yerleştirilmiştir. Sunlighthouse'un toplam pencere alanı, taban alanının% 42'sine eşittir. Dış döşeme gibi iç donanım da ladin ağacından

yapılmıştır (Şekil 4.34). Ahşap yüzey parlak tutmak ve koyulaşmayı önlemek için beyaz pigmentli doğal yağ ile işlenmiştir (URL-37) (Şekil 4.34).



Şekil 4. 34. Sunlight House İç Mekan Detayları (URL-37)

Tüm materyallerin kullanımı yetkilendirilmeden önce ekolojik kaliteleri ile değerlendirilmesi gerektiği için Avusturya İnşaat Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü (IBO) de, monte edilen her malzemenin CO₂ değerlemesini kıyaslamıştır. Yerel olarak yetiştirilen ve işlenmiş odunun ana malzeme olarak CO₂ değerlerini optimize etmek için kullanılmıştır. Binanın toprakla temas eden tüm yapı elemanları için beton kullanılmıştır. Sıradan Portland çimentosu (ki bu oldukça zayıf bir CO₂ dengesi gösterir) yerine, betonun karıştırılması için son derece düşük CO₂ çıkışı olan çelik üretiminden çıkan bir dökme-fırın cürufu tercih edilmiştir. Uygulanan yalıtım malzemesi koyunyünü ve geri dönüşümlü selülozdur (URL-37).

4.1.14. Djuric Tardio Mimarlık, Eco-Sustainable House, Paris/Fransa, 2012

Eko-Sürdürülebilir Ev (Şekil 4.35), heterojen ve homojen mimarinin eskimiş imar düzenlemeleri tarafından şekillendirildiği inancına bir örnek olan bir mahalle Antony'de gerçekleştirilmiştir (URL-38).

Beton su basman üzerine inşa edilmiş ahşap prefabrik bir yapıdır (Şekil 4.35). Ahşap strüktürde kullanılan paneller Fin ahşap panellerdir. Önceden kesilmiş olan bu paneller ahşap elyaf ve siding yalıtımı ile desteklenmiştir (URL-38).



Şekil 4. 35. Eco-Sustainable House Bina Kabuğu (URL-38)

Patiosların ve güney cephelerin çift camlı+argon pencereleri (Şekil 4.36), kasten büyük boyutlu olup, kışın güneşi yakalar ve yaz aylarında gölgelik ve pergola ile korunurlar. Bu, performansı ve yüzeyi ile birlikte, klima veya ısıtmanın yoğun bir şekilde kullanılmasını gerektirmeden güneş kazancının ve hava akışının kolaylıkla kontrol edilmesini sağlar (URL-39).



Şekil 4. 36. Eco- Sustainable House Cam Doğrama Detayları (URL-39)

Kuzeydeki odaları barındıran sokaktaki ana cephe, camla kaplı paslanmaz çelik aynadan (Şekil 4.37) tasarlanmış büyük camlı açıklıklar ve tekli açılabilen panjurların kompozisyonudur. Bitki örtüsünün yansımaları ve bu panjurların paslanmaz çelik ayna hareketleri cepheyi değiştirmektedir. Odaların havalandırması panjurların açıklıkları ve ışığın camlardan içeri girmesi ile düzenlenir (URL-39).



Şekil 4. 37. Eco- Sustainable House Cam- Doğrama Detayları URL-39)

4.1.15. Nicholas Plewman Mimarlık, Okavango Safari Lodge, Botsvana, 2014

Safari Lodge (Şekil 4.38), Botsvana Okavango Deltası'nın kalbinde, 24 yataklı lüks bir butik oteldir. Ağaçlar ve bataklık arazileri ile örülü ahşap zemin kaplamalı dikmeler üzerinde yetiştirilen çevreye duyarlı yapı, geri dönüştürülebilir ve yerel kaynaklı malzemelerden inşa edilmiştir (URL-40).

Okavango Safari Lodge neredeyse tamamen ahşaptan üretilmiştir. Lamineli çam kirişleri eğrisel bir şekil verir (Şekil 4.39). Bu eğrisel kirişlerin üzeri kanada sedir zona kullanılarak kaplanmıştır Yapı kabuğu, Kanada sedir zona kaplanmış olup akrilik zardan su geçirmezliği sağlanmıştır (Şekil 4.38) (URL-40).



Şekil 4. 38. Okavango Safari Lodge (URL-40)

Harici perde duvarları ve korkuluklar sert tel üzerine dokunmuş ökaliptüs kaburgalarından oluşur (Şekil 4.39). Güverte ve zeminlerde FSC onaylı sert ahşaplar kullanılmaktadır (URL-41).



Şekil 4. 39. Okavango Safari Lodge Kabuk Detay Görseli (URL-41)

Mağaza ve kütüphaneden başka cam kullanılmamıştır. Cam yerine hava koşullarına dayanıklı ve termal olarak verimli bir kumaş kullanılmıştır. Lamine edilmiş çam kirişleri eğrisel formu verirken, ayırt edici kaplama Kanadalı sedir zona kullanarak, metinsel ve görsel kalitesini sağlamaktadır (URL-41).

4.1.16. Unstudio Mimarlık, The Wind House, Hollanda, 2014

Kuzey Hollanda bölgesinde denize yakın bir konumda yer alan WIND Evi'nin (Şekil 4.40) arkasında korunaklı ağaçlıklı bir alan önünde ise geniş bir açıklık bulunmaktadır. Hem entegre sürdürülebilir çözümleri hem de ev otomasyonunu içeren yapı; alanların esnekliği, çevredeki peyzajın kapsamlı bir şekilde asimilasyonu ve santrifüj dolaşımı tasarımın temelini oluşturur.



Şekil 4. 40. The Wind House (URL-42)

Yapı strüktürü betonarme olarak tasarlanan yapı, duvar malzemesi olarak tuğla kullanılmıştır (Şekil 4.41).



Şekil 4. 41. The Wind House Şantiye Fotoğrafı (URL-43)

Zeminlerin hepsinde, tüm mekânlar arasında yumuşak bir geçiş yaratmak için yumuşak tonlarda PU- kaplama kullanılmıştır. Yatak odalarındaki kapalı havayı güçlendirmek için görece daha koyu tonlar, akustik için müzik odasında da meşe döşeme kullanılmıştır. Duvarlar ve tavandaki doğal kil sıva, doğal görünümü ve toprakla kurulan bağı güçlendirmiştir (URL-44) (Şekil 4.42).



Şekil 4. 42. The Wind House Döşeme, Duvar, Tavan Kaplama Malzemeleri (URL-44)

Cephe ve çatı yer yer ışığa göre değişken gölgeler yaratan ve mutfak ve banyo için yumuşak açıklıklar yapacak şekilde çıkıntı yapan ahşap tirizlerle kaplanmıştır (URL-44).

4.1.17. Studio 804, 1301 Newyork House, Lawrence, 2015

1301 Newyork house (Şekil 4.44), Lawrence şehrinde bulunmaktadır. Studio 804 , Kansas Üniversitesi'nde mimarlık okuluna bağlı bir tasarım geliştirme programı tarafından oluşturulmuştur. (URL-45).



Şekil 4. 43. 1301 New York House (URL-45)

Ev, minimum enerjiyi tüketen binalara verilen Passivhaus sertifikasına sahiptir. Dış duvarlar sürdürülebilir şekilde hasat edilen Alaskan sarı sedir ile kaplıdır (Şekil 4.44). Ahşap doğramalı evin yapının duvarları 45 santimetre kalınlıktadır. Daha fazla kurulum ve koruma sağlamak için duvarlara hava ve buhar bariyeri eklenmiştir (URL-45). Üçgen biçimli çatı, kenet metal panellerle kaplanır ve altı kilowatt'lık bir fotovoltaik panel dizisi bulunur (URL-45) (Şekil4.44).



Şekil 4. 44. 1301 New York House Çatıda Kullanılan Kenet Metal Panel Ve Fotovoltaik Panel (URL-45)

İç mekânda yüksek verimlilikle aydınlatma ve düşük akışlı sıhhi tesisat armatürlerine ek olarak ince yapıda da çevre dostu malzeme (Şekil 4.45) kullanarak evi tamamlamıştır. İç mekânda kullanılan tüm malzemeler; boya, döşeme, sızdırmazlık macunu ve yapıştırıcılar düşük veya hiç uçucu organik bileşikler yaymamaktadır (URL-45).



Şekil 4. 45. 1301 New York House İç Mekân Detayları (URL-45)

4.1.18. Refresh Design Mimarlık, Northern Rivers Beach House, Avusturalya /Byron Körfezi, 2014

Bir sahil yerleşiminde yer alan bu yapı doğa ile iyi ilişkilidir. (URL-46) (Şekil 4.51). Tasarımın ilk öncüsü, geleneksel oluklu metal malzemeler, fiber çimento kaplama ve Queensland ahşap unsurlarını çağdaş ve dinamik bir şekle sokarak sahil evini 'yeniden yorumlamak olmuştur.



Şekil 4. 46. Northern Rivers Beach House Dış Cephe Görşeli (URL-46)

Ana yapısal öğeler için çelik, ikincil yapı için ahşap kullanımı, oldukça ekonomik ve köprü benzeri bir mimari yarataktaki ve bu da görsel etkiyi arttırmaktadır. Dikey çelik kaplama, üst kattaki binanın çoğunu sarar ve merdivenlerde ve balkona ahşap korkuluk eklenerek noktalınır (Şekil 4.47) (URL-46).



Şekil 4. 47. Northern Rivers Beach House Cephe Elemanları Olan Metal Paneller ve Ahşap (URL-46)

Bu ev, sürdürülebilir tasarım ilkelerini bir araya getirmekte ve doğal havalandırma, pasif güneş tasarımı kullanarak enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Zemin döşeme için bambu ve tavanlar için kontrplak gibi sürdürülebilir malzemeleri kullanılmıştır.

4.1.19. Martens Van Caimere Mimarlık, Energy-neutral bungalow, Belçika, 2014

Keneviri kireç ve suyla karıştırarak yapılan bir materyal, Martens Van Caimere Mimarlık Ofisi tarafından yenilenmenin bir parçası olarak Belçika'daki bu evde (Şekil 4.48) kireç kendir beton kullanılarak cephe yalıtımı sağlanmıştır (URL-47). Kenevir bitkisinin iç odunsu çekirdeğinden yapılmış, kireç esaslı bir bağlayıcıyla karıştırılmış bir biyo-kompozit (URL-49) olan Hempcrete, ısıyı korumak ve yapıyı hava koşullarına dayanıklı hale getirmek için küçük evin dört

duvarına kalın tabakalar halinde uygulanmıştır. Sonuç, sıkışmış toprak ile benzer bir görünüme sahip dokulu bir yüzeydir (URL-48) (Şekil 4.48).



Şekil 4. 48. Energy-Neutral Bungalow Hempcrete Cephe Uygulaması (URL-48)

Malzeme betona benzer şekilde işlenir. Ahşap levhalar binanın çevresine kalıp oluşturmak için kullanılır ve beton kompozit karışımı tabakayla katmana dökülebilir. Karışım kurutulduktan sonra tahta çıkarılır. Yük taşıyıcı duvarlara ilave güç sağlamak için çelik kablo da eklenebilir (Şekil 4.49) (URL-48). Duvar malzemesi dıştan içe; keten tohum yağı esaslı emprenye, kireç kendir beton(25 cm), kireç sıva, banyoda fayanstır.



Şekil 4. 49. Energy-Neutral Bungalow Kolon Detayı (URL-49)

Baca benzeri bir yapı, çatıdan uzanır ve evin orijinal iç mekânından geri dönüştürülen koyu renkli ahşaplarla kaplıdır (Şekil 4.50). Doğramalarda kimyasal olarak korunmuş FSC onaylı ahşap kullanılmıştır. Zemin konstrüksiyonu; beton döşeme(10 cm), 6cm şap, ahşap yünü yalıtım panoları Heraklit, FSC onaylı bambu döşeme ile kaplıdır (URL-48).



Şekil 4. 50. Energy-Neutral Bungalow İç Mekan Detayları (URL-48)

Yapıda doğal bir malzeme olan kauçuk izolasyon tabakası kullanılmıştır. Mimarlar ayrıca, binanın ısıtma ve sıcak suyunu, elektrik üreten güneş panellerini ve içme ve yüzme için su yaratan bir yağmur suyu filtrasyon sistemini yapıya işlemişlerdir (URL-48).

4.1.20. Studyo 804, 1330 Brook House, Lawrence, 2017

Geri kazanılan metal paneller ve demiryolu istasyonlarındaki ahşap, Kansas Üniversitesi'nde tasarım-yapım programında öğrencilerin hazırladığı ekolojik konutları yaratmak için kullanılmıştır. 1330 Brook Caddesinde bulunan sıfır enerji tek ailelik ev (Şekil 4.51), LEED Platinum standardına göre tasarlanmıştır. Kültür merkezi, bisiklet parkurları ve toplu taşıma araçlarına, rekreasyon merkezi ve parka kolay erişim imkânı sunmaktadır (URL-50).



Şekil 4. 51. 1330 Brook House Batı Cephesi (URL-50)

Dikdörtgen planlı ev, kasabadaki bir başka inşaat projesinden kurtarılmış, yalıtılmış gri metal panellerle kaplanmıştır. Enerji tüketimini en aza indirmek için tasarım, aydınlatma ve ısı kazanımı ve ısı kaybını kontrol etmek için pasif stratejiler kullanılmıştır. Yatak odası, mutfak ve oturma odası güney duvarı boyunca düzenlenmiştir. Güney (Şekil 4.52) ve batı yamacında, çatı, açık geçit ve veranda alanlarının üzerine uzanır ve özel olarak imal edilen çelik boru ekranlarla desteklenir. Derin çıkıntılar, eve giren doğrudan ışığın miktarını yönetmek için hareket eder. Gün ışığının girmesine izin verirken yaz aylarında ısı kazancını azaltmak için tasarlanmıştır. Kışın doğrudan güneş ışığı eve girebilir ve parlatılmış beton zeminlerin kütlesini ısıtabilir (URL-50).



Şekil 4. 52. 1330 Brook House Güney Cephesi (URL-51)

Kuzey duvarı (Şekil 4.53) oldukça izolasyonludur. Ayrıca çapraz havalandırma ve gün ışığı için gereken açıklıklara sahiptir. Sitenin maruz kaldığı soğuk kuzey rüzgârlarına karşı bir kalkan görevi görür (URL-51).



Şekil 4. 53. 1330 Brook Kuzey Cephesi (URL-50)

Sihhi tesisat WaterSense-rated ve İtalyan yapımı mutfak aletleri enerji star uyumludur. Işık fikstürleri LED'lerle donatılmıştır. İzolasyon hem katı hem de üflenmiş selüloz içerir ve ABD Yeşil Bina Konseyi LEED derecelendirme standartlarını aşar. Evin güney tarafındaki kapalı geçit (Şekil 4.54), oturma alanı üzerinde genişleyerek, evin fuayesi ve açık oturma için ekranlı bir veranda rol alan açık hava odası oluşturmaktadır (URL-51).

Özel bir çelik yapısal çerçeve tarafından desteklenen yalıtımlı camın zeminden tavan duvarlarına kadar oturma odası, mutfak, yemek odası ve fleksör odasında görülebilir. Hem çelik hem de cam, oldukça geri dönüşümlü malzemelerdir. Çatı çıkıntıları batı kırmızı sedir levhaları ile tamamlanmıştır (URL-51) (Şekil 4.54).



Şekil 4. 54. 1330 Brook Evinin Güney Tarafındaki Kapalı Geçit (URL-51)

İç mekan, yüksek kaliteli ve uzun ömürlü malzeme ve bileşenlerle doludur. Kırmızı meşe Avrupa mutfak ve banyo dolapları, soğuk haddelenmiş çelik tezgahlarla kaplıdır (URL-51) (Şekil 4.55).



Şekil 4. 55. 1330 Brook Evi İç Mekan (URL-51)

4.2. İncelenen Sürdürülebilir ve Enerji Etkin Yapı Örneklerinde Kullanılan Malzemelerin Tespiti ve İncelenmesi

Binaların çevresel etki düzeylerin azaltılması ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilirliğin geliştirilmesi ile sağlanır. Binaların doğal çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin önemli bir kısmını, yapı çevre oluşumunda etkin olan yapı malzemeleri oluşturmaktadır.

Malzemelerin; kaynaktan çıkarılmasından son işleme kadar ki süreçte oluşturduğu atıkların; hava, su ve toprak kirliliğine neden olması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenledir ki; çevresel etkileri açısından yapı malzemelerin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılması ile ilgili yapılan ve yapılacak olan çalışmalar önemlidir. Bu amaç doğrultusunda ulusal ve uluslararası literatürde yer alan güncel yirmi yapı örneği incelenmiştir. İncelenen örneklerde tespit edilen malzemeler yapıda bulundukları yere göre gruplandırılarak (bina kabuğunda, yatay ve düşey strüktürlerinde, detay kısımlarında ve yalıtımında) bir çizelge oluşturulmuştur (Ek 1).

Yapılan literatür taramaları ve örneklerin analizi sonucunda sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçim kriterleri olarak dört ana başlık ön plana çıkmıştır. Bu başlıklar;

- 1- Niteliklerine göre malzemeler
- 2- Ortam şartlarına uyum göstermelerine göre malzemeler
- 3- Yaşamsal niteliklerine göre malzemeler
- 4- Yaşam döngüsü boyunca enerji verimliliklerine göre malzemeler

İncelenen örneklerden tespit edilen malzemeler, ön plana çıkan bu dört ana başlık ve ana başlıkların analizi sonucu belirlenen alt parametrelerin altında gruplandırılarak (EK 2), sonuçlar kısmında yorumlanmıştır.



5. SONUÇ

Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı örnekleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda; yapıyı çevrenin sürdürülebilir olmasının ve kaynakların asgari ölçüde tüketilmesinin ekolojik çevre üzerindeki etkisinin önemli düzeyde olduğu gözlenmiştir. Enerji etkin yapılar, tasarım özellikleri ve yapımında kullanılan malzemeleri ile enerji kullanımını minimum düzeyde tutmaktadır. Dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık olarak yarısının binalar tarafından kullanılıyor olması (Şekil 1.4), yapı sektöründe enerji verimliliği için alınacak her önlemin sürdürülebilirliğin gelişimi açısından ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

Yapı tasarımında kullanılan yapı malzemeleri yaşam döngüleri süresince çevre ile etkileşim içindedirler. Ham maddenin elde edilmesinden başlayarak üretim aşaması, kullanım aşaması, yıkım aşaması ve geri dönüşüm aşamalarının hepsinde, yapı malzemeleri çevre ile alış-veriş içindedir. Bu süreçte değişim işlemlerinin boyutları ne kadar fazla olursa, çevresel etkileri de o düzeyde artmaktadır. Çevre problemlerinin ciddi boyutlar kazanması malzemelerin ekolojik dengeye zarar vermeyecek şekilde geliştirilmesini veya kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu noktada yapı tasarımının önemli bir parçası olan malzeme seçimi konusunda mimarlara önemli görevler düşmektedir. Tasarımcıların malzeme seçimi yaparken, kullanacağı nitelikteki malzemenin yaşam döngüsü boyunca enerji verimliliği, iç konfor koşullarına etkisi, ortam şartlarına uyum göstermesi, çevresel atık oluşturmaması gibi parametreleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir.

Bu bölümde, Ek 2' de özelliklerine göre sınıflandırılan malzemelerin incelenen yirmi yapıda kullanılma oranlarına bakılarak etki durumları tespit edilmiştir. Özelliklerin detaylı olarak incelendiği bu kısımda, incelenen yapılar üzerinden de örneklendirme yapılarak sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yapılırken değerlendirilmesi gereken parametreler nedenleri ile ortaya konmuştur.

5.1. Sürdürülebilirlik ve Enerji Etkin Yapılarda Malzeme Seçiminin Belirli Alt Parametreler Altında İncelenmesi

İncelenen yapı örneklerinden tespit edilen malzemelerin, Ek 2’de yapılan gruplandırma ile her biri için alt parametrelerdeki özellikleri gösterme durumları tespit edilmiştir. Bu bölümde ise tespit edilen tüm malzemeler içinde verilen özelliğe sahip toplam malzeme sayısı belirlenecek olup bu malzemelerin incelenen tüm binalarda bulunma durumları etkili ve çok etkili şeklinde derecelendirilecektir. Yapılan bu analizler Çizelge 5.1, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7’da yer almakta olup, bu analizler sonucu edinilen genel veriler ve incelenen yapılardan verilen örneklemeler ile her alt parametrenin tercih edilme nedenleri yorumlanacaktır.

5.1.1. Niteliklerine Göre Malzemeler

Yapıların çevresel etkilerinin en düşük düzeyde olması, çevresel ve yapısal sürdürülebilirlik için yapım üretim sürecinin bütün aşamalarının dikkate alınmasını gerektirmektedir. “Bir yapının yaşam sürecinde oluşan çevresel etkilerin yaklaşık % 10’unun kullanılan yapı malzemelerinden (Sev ve ark, 2012) kaynaklandığı göz önüne alındığında, yapı malzemesi seçiminin önemi ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda ulusal ve uluslararası literatürden seçilen örneklerden tespit edilen malzemeler Çizelge 5.1’de niteliklerine göre gruplandırılarak incelenen yapılarda kullanımına bağlı etki dereceleri tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Tespit edilen malzemelerin niteliklerine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapılarda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
1. Malzemenin Niteliği	Geri Dönüştürülen Malzeme	67	0	20
	Doğal Malzeme	36	0	20
	Yapay Malzeme	31	0	20
	Yerel Malzeme	22	11	9
	Çağdaş Malzeme	43	3	17
Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı		Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
70			Etkili	Çok Etkili

Geri dönüştürülebilir malzemeler; kısmen veya tümüyle üretim ve kullanım sonunda oluşan atıklardan üretilmiş olabileceği gibi, faydalı ömrünü tamamladıktan sonra geri dönüşüme olanak tanırırlar (Sev, 2009).

Geri dönüştürme, malzemelerin sahip olduğu ve ilk üretimden kaynaklanan toplam enerji miktarının korunmasını sağlamaktadır. Geri dönüşüm için gerekli enerji miktarı, ilk üretim için harcanan enerji miktarının genellikle çok altında olabilmektedir. “Örneğin alüminyumun geri dönüştürülmesi için ilk üretimin %10-20’si kadar enerji kullanılmaktadır. Plastikler, cam ve metaller ısı uygulanmasıyla yeniden şekil alabilmektedir (Sev, 2009).”

Bulgular kısmında incelenen yapılardan olan Senegal kültür merkezinde (Şekil 5.1) kullanılan saz, çelik, bambu ve tuğla geri dönüştürülebilen malzemelere örnektir. Bu malzemeleri kullanarak yapının çevresel etkisi azaltılmış olup aynı zamanda sürdürülebilirliğe de katkı sağlamıştır. Yapıların çevresel etkilerinin minimum düzeyde olmasını sağlamak için yapım üretim sürecinin bütün aşamaları dikkatle ele alınmalıdır.



Şekil 5.1. Senegal Kültür Merkezinde Kullanılan Geri Dönüşümlü Malzemeler

İnşaat sektöründe geri dönüştürülebilir malzeme kullanarak, yapısal atıkların kontrolsüz şekilde doğaya bırakılmasından kaynaklı çevresel kirlenmelerin (toprak kirliliği, su kirliliği) önüne geçilmiş olunur. İnşaat sektöründe kullanım oranı yüksek olan beton, metal, çelik, ahşap, seramik, plastik, cam gibi geri kazanım potansiyelleri oldukça yüksek yapı bileşenleri (Çizelge 5.2) çevresel atık oluşturmamaları ile kirlenmelerin önüne geçilmesinde etkilidir.

Çizelge 5.2. Yapı malzemeleri/bileşenlerinin geri kazanım işlemleri ve kullanım alanları (Aydın İpekçi ve ark, 2017)

Yapı Malzemeleri/ Bileşenleri	Geri Dönüşüm İşlemi	Geri Dönüştürülmüş Ürün
Beton	Kırma, ufalama	Geri dönüştürülmüş agrega (kırmataş) Dolgu malzemesi, Düşük dayanımlı beton bileşiminde agrega (grobeton), Yol yapımında alt yapı malzemesi, Parke taşı, sıva
Tuğla/Kiremit	Harç artıklarının Temizlenmesi, Kırma, ufalama, Yakılarak uçucu küle dönüştürme	Yeniden kullanılacak tuğla, Dolgu malzemesi, Tuğla/kiremit üretiminde ham madde
Doğal Taş	Kırma, ufalama	Geri dönüştürülmüş agrega, Dolgu malzemesi
Mermer	Kırma Toz haline getirme	Beton ve asfalt uygulamalarında agrega, Dolgu malzemesi, Asfalt, çimento-beton harcında ve zemin iyileştirmede dolgu katkı malzemesi
Metaller	Doğrudan kullanım, Eritme	Yeniden kullanılacak metal Yeni metal üretimi
PVC Esaslı Malzeme	Yıkama, Kurutma, Eritme Kırpma, kesme Kırma, ufalama Toz haline getirme	Panel, Geri dönüştürülmüş Plastik, Geri dönüştürülmüş agrega, Alan drenajı, Asfalt, Sentetik toprak
Cam	Doğrudan kullanım, İkinci kalite cam üretimi Öğütme, ezme, eritme	Yeniden kullanılacak cam Geri dönüştürülmüş cam Cam lifli yalıtım malzemesi (cam yünü, cam elyaf) Seramik, Yol döşeme bloğu Yol kenarlarındaki yansıtıcı boya üretiminde

Çizelge 5.2 Devamı.

Ahşap	Doğrudan kullanım Temizleme/Kesme/ Yeniden boyutlandırma Yüksek su buharı altında şekil verme Rendelenerek Lif, Talaş ve yonga haline Getirme, Yakma	Yeniden kullanılacak ahşap, Mobilya ve mutfak elemanları, Enerji kaynağı Ahşap kökenli malzemeler Yalıtım levhası, Hafif yalıtım ve dolgu malzemesi Kağıt
Yalıtım Malzemeleri	Yıkama, kurutma, öğütme ve ezme Yakma	Yeniden üretilecek yalıtım malzemesi Asfalt yapımında
Kapı/pencere Mutfak Ekipmanları	Doğrudan kullanım Temizleme/Boyutla ndırma	Yeniden kullanım
Seramik	Kırma / öğütme	Camlar ile birlikte de geri dönüştürülerek tezgâh üretiminde, Beton ve Tuğla üretiminde katkı olarak

Çelik yapı ürünleri büyük oranda yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir. Çeliğin geri dönüşümünde; enerjinin %74 ve ham maddenin %90 korunduğu, su tüketiminin %40 azaltıldığı ve maden atıklarında %97 azalma olduğu belirtilmektedir (Aydın İpekçi ve ark, 2017). Alüminyum atıklar tamamen geri dönüştürülebilir geri dönüştürülebilen bir malzeme olmasına rağmen dünya genelinde ancak %15'i geri kazanılabilmektedir (Sev, 2009). Dünyada üretim, yapım ve yıkım aşamalarında oluşan atık alçı paneller yaklaşık olarak 15 milyon ton olup, hafriyat alanlarına gönderildiği ifade edilmektedir (Ahmed ve ark, 2011). Atık alçı levhalar, yeniden kullanım veya yeni levhaların üretimi için ham madde olarak kullanılabilir (Thormark, 2001). Bu nitelikteki malzemelerin ekolojik çevreye sunduğu katkıların yanında ekonomi üzerinde de olumlu etkileri

bulunmaktadır. Kullanılmış bir ürünü ham maddeye dönüşümü sonucu azalan ham madde ihtiyacı ile hem enerjiden hem de ekonomiden tasarruf sağlanır. “Azaltmak”, “yeniden” ve “geri dönüşüm” şeklindeki atık hiyerarşisinin bir bileşeni olan geri dönüşüm yoluyla tasarruf edilen enerji miktarı, geri dönüştürülen malzemeye ve kullanılan enerji türüne bağlıdır.

Geri dönüşümlü malzemelerin ekonomiye katkısı;

- 1- Yararlı atık malzeme sarfiyatını önleme
- 2- Atık malzemelerin taşınması, depolanması gibi sorunların önüne geçilmesi
- 3- Taze ham madde tüketiminin önüne geçilmesi
- 4- Kullanılan enerji miktarının azalması
- 5- Atık malzemenin yeni bir ürün olarak işlev kazanmasını sağlamak
- 6- Azalan yeni ham madde ihtiyacı ile ithalat miktarının da azalması şeklinde özetlenebilmektedir.

Çizelge 5.1’de verilen geri dönüştürülebilir malzemelerin incelenen yapılarda çok etkili oranda kullanımı ve yapılan açıklamalar ışığında bu nitelikteki malzemelerin sürdürülebilirliğin çevre ve ekonomi boyutuna katkıda bulunması ile sürdürülebilir ve enerji etkin yapıların malzeme seçiminde değerlendirilmesi gereken önemli bir parametre olduğu tespit edilmiştir.

Doğal malzemeler; doğal kaynaklı olup, öz yapıları doğa verilerine dayanan malzemelerdir. Bu tür malzemeler, doğadan doğrudan alınmış olabileceği gibi, yapılarına bazı özellikler de katılmış olabilir. Doğal malzemeler de çoğu zaman işlenmeye hazır ve yarı mamul halde bulunmaktadır. Bu tür malzemeler organik kökenlidir. Bitki, toprak ve taştan elde edilmektedir (Berber, 2012).

Çizelge 5.3. Organik ve İnorganik doğal malzemelerin özellikleri ve kullanım yerleri

Malzeme Bileşimi		Özellik	Kullanım Yeri
Organik	Ahşap	Doğal, yönlü yapı malzemesi, işlenmesi kolay; lif yönünden yüksek çekme ve basınç dayanımı; neme bağlı genleşme; düşük ağırlık ve ısı iletkenliği; iğne yapraklı ağaçlarda ve meşede doğal, güçlü, kaba doku; akağaç, kayın ve huşta ince doku	Yönlü yapısı aynı zamanda ısı yalıtımı sağlayan taşıyıcı sistem ve katmanlar için elverişli; cephe kaplamaları; yüksek kaliteli mobilya
	Bitkisel	Bölgenin hâkim iklim özelliklerine göre farklılık gösterirler; yerel olmasından dolayı düşük maliyetlidir; dayanıklı, sağlıklı, nefes alabilen, çevre dostu yapılar sunar.	Taşıyıcı sistem ve çatı iskeletinde; yalıtım malzemesi olarak; cephe, çatı ve döşeme kaplamalarında; taşıyıcı olarak kullanılan malzemelerin sağlamlığını arttırmak ve çatlamasını önlemek gibi yapıda farklı işlevlerde kullanılmaktadır.
İnorganik	Toprak	Farklı bileşenlerle kompozit olarak kullanım şekli üretim aşamasından kullanım ve tüketim aşamasına kadar en az enerji ihtiyacı olan, her mevsimde kullanıcıya en uygun yaşam koşulları sunar, ısı yalıtımına yardımcıdır.	Bağlayıcısı doğadan elde edilen killi toprak olan kerpiç, gerek taşıyıcı malzeme, gerekse sıvama malzemesi olarak kullanılabilir. Isı yalıtımına yardımcıdır.
	Taş	Doğal, kaynaklıdır; yüksek yoğunluk, basınç dayanımı, ısı iletkenlik ve ısı depolama kabiliyeti; aşınma dayanımı	Basınç dayanımı nedeniyle taşıyıcı duvarlarda kullanılır. Taşıyıcı bir alt konstrüksiyon üzerinde cephe veya döşeme kaplaması olarak kullanılır

Çizelge 5.3 Devamı.

İnorganik	Metaller	Hem basınç hem de çekme dayanımı yüksek, yoğun, parlak elastik malzeme; ısı ve elektrik iletkenliği yüksek	Statik yönden geliştirilmiş metal profiller taşıyıcı sistemlerde veya beton donatısı olarak; sac levhalar özellikle dış cephe kaplaması olarak
-----------	----------	--	--

Mimaride doğal malzemelerin kullanılması; toksik madde içeren endüstriyel malzemeler değil, sağlıklı malzemelerle yapılması esasına dayanır. Sentetik katkısı olmayan veya minimumda olan doğal malzemeler tamamen geri dönüştürülebilirler. Bu nitelikteki malzemelerin doğayla tamamen uyumlu olmasından dolayı ekolojiye katkı sağlaması yönüyle sürdürülebilir mimarlığın çevre boyutuyla doğrudan ilintilidir.

Şekil 5.2’ de verilen yapılar, yapımında bulundurduğu bambu, yosun, sazlık, kerpiç, ahşap gibi malzemeler ile doğal malzemelerin tercih edildiği yapılarıdır.



Şekil 5. 2. Enerji Verimli Bambu Evi, The Modern Seaweed House Ve Senegal Kültür Merkezi’nde Kullanılan Doğal Malzemeler

Doğal kaynaklardan elde edilen malzemeler genellikle yenilenebilir kaynaklar sınıfına girmektedir. Bu malzemeler, üretim sürecinde yapay malzemelere kıyasla çok daha az işlemle üretildikleri için üretim sürecindeki enerji giderleri ile yerel olarak temin edilebilmelerinden kaynaklı taşıma sırasındaki enerji giderleri az olmaktadır. Bu özellikleriyle kullanıldıkları yapıların enerji etkinliğini de olumlu etkilemektedir.

Çizelge 5.1’de verilen doğal malzemelerin incelenen yapılarda kullanılma oranı ve yukarıdaki bilgiler sonucunda bu nitelikteki malzemelerin; genelde yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi, tamamen geri dönüştürülebilir olması, enerji verimli olması gibi özellikleri ile sürdürülebilirliğin çevre ve ekonomi boyutuna katkıda bulunmaktadır. Kapsadığı tüm bu özellikler sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yaparken bu nitelikteki malzemelerin tercih edilebilirliğini arttırmalıdır.

Yapay malzemeler; doğal malzemelere katkı maddesi ekleme ve çıkarma işlemiyle elde edilen malzemelerdir. Yapay malzemeler; doğal kaynaklı olmakla birlikte karakteri değişmiş ve istenilen özellikler kazandırılmış malzemelerdir. Yapay malzemelerin oluşumunda bir üretim söz konusudur. Bu tür malzemeler çeşitli yöntemlerle üretilir, öz yapıları orijinlerini oluşturan maddelerden farklı bir şekilde ve yeni ürünler halinde ortaya çıkarlar. Geçmişte doğada var olan bir takım malzemeler, günün teknoloji şartlarına göre kullanıma sunulurken, endüstri devrimi sonrasında başlayarak, yeni ham maddelerin üretime sokulması, ulaşım olanaklarının çoğalması ve malzemenin işlenebilmesini olanaklı kılan makineleşme sonucu, her türlü malzeme görülebilmektedir (Yener, 2002).

Yeni yapay malzemelerin ekolojik özellik kazanabilmeleri malzemenin yaşam döngüsünü kapsayacak şekilde gelişmektedir. Bu gelişmeler, malzemeye geri dönüştürülebilir nitelik kazandırılarak, dayanımı arttırarak, yalıtımda etkinlikleri ile yapı konforunu arttırarak oluşturulmaktadır.

Bulgular kısmında incelenen yapılardan olan Enerji Verimli Bambu Evi'nde strüktür malzemesi olarak tercih edilen doğal nitelikli bambunun dayanımını arttırmak amaçlı çelik kullanılmıştır (Şekil 5.3).



Şekil 5. 3. Enerji Verimli Bambu Evi Bambu-Çelik Birleşim Detayı

Mimarlıkta konvansiyonel malzemelerden öncelikli beklenen kullanım süresince niteliklerin korunmasıdır. Bu malzemelerin niteliklerinin değişmesi çürüme, korozyon gibi dış etkiler sonucu oluşur ve bu durum istenen bir sonuç değildir. Bu nedenle son yıllarda malzeme mekanizmalarının kontrol edilebilmesi ile birlikte ön plana çıkan akıllı malzemeler aynı zamanda yapay malzemeler grubunda da yer almaktadır. Akıllı malzemeler sürdürülebilir mimariyi eksen olarak yapı eyleminde kullanılmaktadır.

Bulgular kısmında incelenen yapılardan olan 1301 New York House'un çatısında kullanılan fotovoltaik paneller (Şekil 5.4), güneş enerjisinden elektrik üreten yapay malzeme grubunda yer alan akıllı malzemedir.



Şekil 5. 4. New York House Çatısında Kullanılan Pv Paneller

Doğal malzemelerin kimyasal dönüşüm veya bileşiminden elde edilen yapay malzemelerin sürdürülebilir mimari tasarımında kullanımı incelenen örneklerden de yapılan çıkarımlar ışığında, sürdürülebilir mimari ekseninde geliştirilmiş malzemeler tercihli olmalıdır. İncelenen örneklerde kullanılan yapay malzemelerinde sürdürülebilir yapı sertifikalarına (EPD, LCA) sahip olanların tercih edildiği gözlenmiştir. Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yaparken yapay malzemelerin değerlendirilmesi; geri dönüştürülmüş içerikli olması, geri dönüştürülebilir olması, uçucu organik bileşiği (VOC) içermemesi, plastik ürünlerin tespit edilebilir seviyelerde polivinil klorür (PVC) içermemesi, enerji tasarruflu olması niteliklerini barındıracak şekilde olmalıdır. Bu özellikleri sağlaması koşulu ile sürdürülebilir ve enerji etkin yapılarda tercih edilebilir

Yerel nitelikli malzemeler; yapı alanına yakın bölgeden temin edilen, geri dönüşümlü, doğal yapı malzemeleridir. Bu nitelikteki malzemelerin yapı alanına yakın bölgeden temin edilmesi sürdürülebilirliğin bileşenleri olan çevre, ekonomi ve sosyal/toplumsal olguların gelişimine (Çizelge 5.4) katkı sunmaktadır.

Çizelge 5.4. Yerel Malzemenin Sürdürülebilirliğe katkısı

Sürdürülebilirliğin Yapı Taşları	Yerel Malzemenin Katkısı
Çevresel boyutu	- Malzemenin yapı alanına nakliyesi sırasında yayılan zehirli gazlardan tasarruf edilmesi sonucu azalan karbon emisyonu ile - Yerel malzemelerin geneli geri dönüşümlü olmasında dolayı çevresel atık oranı oldukça düşük olması ile çevre boyutuna katkı sunmaktadır.
Ekonomik boyutu	- Yerel malzeme kullanımının, bölgesel kalkınmaya sunduğu destek, - Malzemenin kaynaktan çıkarımı ve nakliye harcamalarında düşük maliyetler sağlaması, - Malzemenin üretildiği yerden yapı alanına taşınması sırasında harcanan enerji miktarını azaltarak hem enerji verimliğinde hem de ulaşım kolaylığı nedeni hem nakliye hem de ekonomik açıdan katkı sunmaktadır.
Sosyal ve Toplumsal boyutu	- Yerel malzeme kullanımı, malzemenin rengi ve yapısıyla yapının bölgeye aidiyeti sağlamada yardımcıdır. - Yerel malzeme aynı zamanda geri dönüştürülebilir bir malzeme olmasından dolayı gelecek nesillerin yaşamlarını sürdürebilecek sağlıklı bir ortam sunmasıyla toplumsal kalkınmanın gelişiminde de katkı sunmaktadırlar.

Yerel malzemelerin çevreci olma özelliği, ekonomik olarak sunduğu faydalar ve toplumsal kalkınmanın gelişimini destekleyici özellik taşıması sürdürülebilirliği oluşturan tüm bu bileşenlerin gelişiminde etkilidir.

Bulgular kısmında incelenen Ty Pren House'un yapı kabuğunda kullanılan kayrak kiremit ve telkarlı akçaağaç bölgeden temin edilen yerel bir malzemedir.



Şekil 5. 5. Ty Pren House’ Da Kullanılan Yerel Malzemeler

Nyanza Eğitim Merkezi’nde yapı kabuğunda yerel nitelikte olan kerpiç, papirüs ve hasır gibi malzemeler kullanılmıştır.

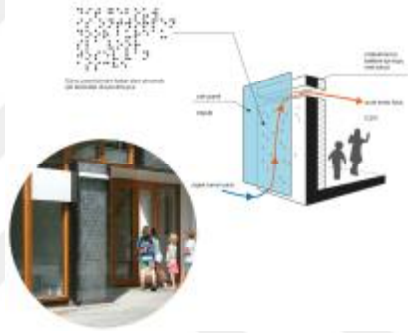


Şekil 5. 6. Nyanza Eğitim Merkezi’nde Kullanılan Yerel Malzemeler

Yerel malzemelerin, bölge ekonomisini kalkındırması, çevreci olma özelliği ve toplumsal kalkınmadaki rolü ile (Çizelge 5.4) sürdürülebilirliğe katkı sunmaktadır. Bulgular kısmında incelenen yapılarda yerel malzeme kullanım derecesinin çok etkili düzeyde olması da (Çizelge 5.1) göz önüne alınırsa, yerel malzemelerin sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımının malzeme seçiminde değerlendirilmesi gereken öncelikli parametrelerden olduğunu ortaya koymaktadır.

Çağdaş malzemeler, geleneksel yapı malzemeleri dışında özel projeler için butik olarak deneme amaçlı ya da nanoteknoloji ürünü malzemeler ile bugün enerji üretebilen ya da enerjiyi verimli kullanabilen yüksek performanslı malzemelerdir. (Tekin, 2012)

Amsterdam da doğa ve çevre öğrenme merkezine hizmet veren yapının çatı kısmında kullanılan güneş panelleri (Şekil 5.7) ve cephe kısmında tromp duvar etkisi yaratmak adına özel imal edilmiş delikli beton ve yüksek performanslı cam çağdaş malzemelerin kullanıldığı sürdürülebilir yapılara örnektir.



Şekil 5. 7. Amsterdam Doğa Ve Çevre Öğrenme Merkezi'nde Kullanılan Çağdaş Malzemeler

İngiltere'de ziyaretçi merkezine hizmet veren bu yapı çelik kolonları, çelik çatı örtüsü ve yüksek dayanımlı cam cephe kaplamasıyla çağdaş malzemeleri kullanan başka bir sürdürülebilir yapı örneğidir (Şekil 5.8).



Şekil 5. 8. Stonehenge Ziyaretçi Merkezi'nde Kullanılan Çağdaş Malzemeler

Gelişen teknoloji ile mimarlık arasındaki ilişkinin boyutlarından biri yapı malzemelerindeki gelişmelerdir. Dönüştürülebilir, tekrar kullanılabilir ve doğada ayrışabilen yeni malzemeler üretildiği gibi geleneksel malzemeleri yeni teknolojilerle birleştirerek farklı şekillerde kullanılmakta, alternatif kullanım olanakları oluşturulmaktadır. Örneğin; kereste, levha, lif, talaş gibi ahşap malzemenin yapıstırıcı, bağlayıcı maddeler ile çeşitli şekillerde fabrika ortamında bir araya gelmesiyle oluşan, homojen ve izotrop malzeme olan endüstriyel ahşap, masif ahşap malzemenin yapıstırıcı, bağlayıcı maddeler ile çeşitli şekillerde fabrika ortamında bir araya gelmesiyle oluşan, homojen ve izotrop malzeme olan endüstriyel ahşap, masif ahşap malzemenin sakıncalarını taşımayan, üstün nitelikli bir malzemedir. Yüksek dayanımı, geri dönüştürülebilir olması, uzun ömürlü olması nedeni ile de sürdürülebilir ve enerji etkin yapılarda tercih edilen çelik de çağdaş yapı malzemelerindendir.

Yeni teknolojinin çevreye atık oluşumunu azaltan, yapı niteliğini olumlu etkileyen, dayanım performansı yüksek, güneş ışığını kullanarak enerji dönüşümü yapabilen gibi özelliklerle ile sürdürülebilir kazandırdığı çağdaş malzemeler yapı bileşeni olarak tercih edilebilir. İncelenen yapılarda çok etkili düzeyde kullanımının tespit edildiği görülmektedir.

5.1.2. Ortam Şartlarına Uyum Göstermelerine Göre Malzemeler

Sürdürülebilir mimari yaklaşımına göre yapı bulunduğu çevre ile mücadele etmemeli, bulunduğu çevre ile uyum içinde olmalıdır. Yapının çevreyle uyumunu sağlayacak yapı taşlarından biri de kullanılan malzemelerdir. Sürdürülebilirliğin temel koşullarından olan bu özellikli malzemeler yapı kullanıcılarının yaşayabileceği fiziksel koşulları oluşturma, enerji etkin özelliği ile enerji tasarrufunda rol oynama, yüksek dayanım ve yalıtım özelliği ile yapı ömrünü kısaltan etkilere karşı direnç göstermede etkindir. Bu tip sürdürülebilir malzemeleri Çizelge 5.5’de belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda enerji tüketimini azaltan, kullanım ömrünü uzatan ve yapı fiziği niteliğini iyileştiren nitelikte malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda belirli oranlarda kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 5.5. Tespit edilen malzemelerin ortam şartlarına uyum göstermelerine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
2.Ortam Şartlarına Uyum Gösteren Malzemeler	Enerji Tüketimini. Azaltan.	49	0	20
	Kullanım ömrünü. Uzatan	63	0	20
	Bakım giderini düşüren	62	0	20
	Yapı fiziği niteliğini iyileştiren	61	0	20
	Enerji Dönüşümü yapan	2	13	7

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı			
		Etkili		Çok Etkili
70				

Enerji tüketimini azaltan malzemelerin kullanımı, yapı malzemelerinin diğer bütün özellikleriyle birlikte çevresel özelliklerini de kullanıldığı yapıya yansıtması özelliği ile enerji etkin yapı tasarımında etkili bir tercih olmaktadır. Yapı malzemesinin enerji etkin olabilmesi için de kendi yaşam döngüsünü oluşturan her aşamada enerjiyi az ve verimli kullanması gerekmektedir.

Bulgular kısmında incelenen The Modern Seaweed House’da çatı, duvar ve tavan detayında kullanılan yosun, ısı yalıtımına yardımcı özelliği ile yapının enerji tüketiminin etkilidir (Şekil5.9).



Şekil 5. 9. The Modern Seaweed House’da Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Yosun

Energy-Neutral Bungalow’un doğal kaynaklı yapı malzemesi olan kenevir hem ısı yalıtımına yardımcı özelliği göstermesi ile yapının enerji tüketimini azaltmasına yardımcı olmaktadır. (Şekil 5.10).



Şekil 5. 10. Energy-Neutral Bungalow Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Kenevir

Yapının enerji tüketimini azaltan malzemeler, yapının hem ekonomik hem de çevresel açıdan olumlu etkiler yaratmasında önemlidir. Çizelge 5.5’ de incelenen yapılarda çok etkili oranda kullanılması da göz önüne alınarak enerji tüketimini azaltan malzemelerin, sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yaparken öncelikli değerlendirilmesi gerekir. Bu özellikli malzemelerin istenilen performansı göstermesi için bölgenin hakim iklim koşulları dikkate alınarak doğru detay tasarımı ile yapı entegrasi sağlanmalıdır.

Kullanım ömrünü uzatan malzemeler, yüksek dayanım ve yalıtım özellikli farklı nitelikli sürdürülebilir malzemelerdir. Çevre duyarlı yapılarda kullanılan bu özellikli malzemeler; ısı, hava, nem, su gibi yapı ömrünü kısaltan fiziki koşullara karşı gösterdiği yüksek performans ile yapının kullanım ömrünü uzatırken sürdürülebilirliğe ekonomik, çevresel olarak katkı sunmaktadır. Bu nitelikteki malzemelerin seçiminde, malzemenin performansını gösteren teknik özelliklerini (ısı iletim kat sayısı, yangın dayanım sınıfı, buhar difüzyon kat sayısı gibi) göz önünde bulundurarak karar verilmelidir.

Bakım giderinin düşüren malzemeleri, sürdürülebilir ve enerji etkin yapıların enerji verimliliği, çevre kirliliği gibi kavramlara uzun ömürlü, sağlıklı, konforlu ve sağlıklı yaşam koşulları oluşturma gibi taleplerini ısı, nem, su gibi fiziksel koşullardan koruyarak destek verirler.

Bu nitelikli malzemeler yapının kullanım ömrün uzatırken, kullanıcıya ekonomik açıdan da fayda sağlamaktadır. Bakım giderini düşüren malzemelerinin kullanımında ki amaç, hem kullanıcı için sağlıklı, rahat kullanabileceği mekânlar oluşturmak, hem de binayı olumsuz etkenlerden koruyarak uzun ömürlü olmasını sağlamak, az bakım masrafı ile kullanım aşamasında sorunsuz bir bina oluşturmaktadır. Tüm bu özellikleri ile gider maliyetini azaltarak sürdürülebilirliğin ekonomik boyutuna, maliyetin azalması ile sağlanan enerji tasarrufundan dolayı çevresel etkilerin de azalması ile sürdürülebilirliğin çevre boyutuna katkı sağlamaktadır. Ayrıca kullanıcı konforuna ve yaşamsal niteliğe sunduğu katkı ile de malzeme seçimi yaparken değerlendirilmesi gereken önemli bir parametredir.

Yapı fiziki niteliğini iyileştiren malzemeler, kullanıcıların içinde bulundukları ortamlarda fiziki ortam öğeleri olan ışık, ısı, ses ve hava devinimleri ile konforu iyileştirme özelliğine sahip malzemelerdir. Bu özellikli malzemelerin sürdürülebilirliğe katkısı ekonomik ve çevresel boyutlarıyladır.

Bulgular kısmında incelenen Barretts Grove apartmanında yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap ve kaplama malzemesi olarak kullanılan kırmızı tuğla yapının ısısal konforunu sağlamada yardımcı malzemelerdir (Şekil 5.11).



Şekil 5. 11. Barretts Grove Apartment Malzeme Detayları

The Modern Seaweed House’da hem yapı kabuğunda hem duvarda hem de tavan detayında kullanılan yosun, yapısının hem ses, nem ve ısısal açıdan konforunu sağlamada yardımcıdır. Ayrıca yapıda kullanılan ahşap ısı ve ses konforunda etkili olması ile yapının niteliğini iyileştiren malzeme özelliği taşımaktadır (Şekil 5.12).



Şekil 5. 12. The Modern Seaweed House’da Kullanılan Yapı Fiziğini İyileştiren Malzeme Detayları

Yapıda malzeme seçimi ile yapı elemanlarından yüksek düzeyde verim sağlayabilmek, insanlar için en uygun konfor koşulları ile donatılmış bir yapay çevre elde etmek amaçlanmalıdır. Malzeme özellikleriyle sahip olunan performans seviyesi, yapının kalitesini etkiler. Bu neden yapı fiziğini iyileştiren malzemelerin ısı, ses ve nem dengesini sağlamasıyla yapı konforunda da etkili olmasıyla mimarinin önem verdiği parametrelerdendir. Farklı malzeme niteliklerinin sahip olduğu bu özellik yapı niteliğini iyileştiren malzeme gruplamasında en yüksek payda sahiptir. Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında tasarımcının veya uygulayıcının değerlendirmesi gereken önemli parametrelerdendir.

Enerji dönüşümü yapan malzemeler, dış uyaran (ışık, ısı vb.) olarak aldıkları enerji girdisini bir formdan diğerine dönüştürürler. Sürdürülebilirlik açısından bakıldığında bu tip malzemeler normalde faydalanılamayan enerji formlarını ihtiyaç duyulan enerji formlarına dönüştürerek yapıya yarar sağlarlar (Orhon, 2013). Bu tip sürdürülebilir malzemeleri Çizelge 5.5’de belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda, güneş enerjisini kullanan ve gün ışığını kullanan nitelikte malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda benzer oranlarda kullanıldığı görülmüştür. İncelenen bu malzemelerden güneş enerjisinden elektrik üreten fotovoltaik paneller (Şekil 5.11) ve termal paneller çevre duyarlı mimari uygulamalarda en yaygın kullanılanıdır. Elektrik enerjisi uygulandığında ışık enerjisi yayan mimari aydınlatmada kullanılan LED incelenen yapılarda kullanılan diğer bir enerji dönüşümü yapan malzemedir.

Bulgular kısmında incelenen Sunlight House’un çatısında kullanılan güneş kolektörleri güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren akıllı malzemedir (Şekil 5.13).



Şekil 5. 13. Sunlight House Çatısında Kullanılan Güneş Kolektörleri

Örnekleme yapılan Sunlight House gibi incelenen diğer sürdürülebilir ve enerji etkin yapı örneklerinde enerji dönüşümü yapan malzemeler parametresine örnek olarak güneş kolektörleri, termal kolektörler ve led aydınlatmaların kullanıldığı görülmüştür. Bu özellikteki malzemeler ihtiyaç duyulan enerjiyi kazanma anlamında sürdürülebilir mimarının hem ekonomik hem de çevresel boyutuna katkı sunmaktadır.

5.1.3. Yaşamsal Niteliklerine Göre Malzemeler

Yapı malzemeleri, yaşam döngüleri boyunca farklı çevresel ve insan sağlığına etkileri olabilmektedir. Bu etkilerin azaltılması için yapı malzemeleri seçiminde malzemelerin sürdürülebilirlik ölçütleri önemli bir kistas olarak alınmalıdır. Yapıda kullanılan kimi ürünler, üreticiler, uygulayıcılar ve kullanıcılar üzerinde olumsuz etkiler yaratarak çeşitli hastalıklar oluşmasına neden olabilmektedirler. Kullanıcı gereksinimleri karşılanarak sağlıklı ve yaşanabilir ortamlar yaratılması, doğru malzeme seçimi ile olanaklıdır. Yaşamsal niteliklerine göre sürdürülebilir malzemeleri Çizelge 5.6'da belirlenen parametreler altında sınıflandırdığımızda; İç mekân da akustiği sağlama, sıcaklık düzenleme, nem

geçirmezlik ve karbon salınımı düşük nitelikteki malzemelerin, incelenen çevre duyarlı yapılarda belirli oranlarda kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 5.6. Tespit edilen malzemelerin yaşamsal niteliğine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
3.Malzemenin İç Konfor Koşullarına Etkisi	Karbon Salınımı Düşük	68	0	20
	Sıcaklık Düzenleyici	46	0	20
	Nem Dengesini Koruyan	31	0	20
	Akustik konfor	45	0	20
Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı		Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı		
70			Etkili	Çok Etkili

Karbon salınımı düşük malzemeler, küresel çevre sorunlarının önüne geçmek için yapı sektörünün öncelikli olarak tercih ettiği malzemedir.

Bulgular kısmında incelenen yapılardan biri olan Okavango Safari Lodge (Şekil 5.14), yapı malzemesi olarak tercih ettiği ahşap, okaliptüs gibi doğal nitelikli karbon salınımı düşük özellikte malzeme kullanılmıştır.



Şekil 5. 14. Okavango Safari Lodge Yapısında Kullanılan Doğal Nitelikli Karbon Salınımı Düşük Malzemeler

İncelenen çevre duyarlı yapılarda tespit edilen malzemelerin tamamı bu özelliktedir. Bu özellik ile bir çevresel sorun olan küresel ısınma engellenerek hava kalitesi arttırılmaktadır. Bu nitelikte malzemelerin tercih edilmesi ile sürdürülebilirliğe çevresel açıdan katkı sağlanmış olunur.

Sıcaklık düzenleyici malzemeler, ısıtmada ve soğutmada enerji verimliliği sağlamanın en etkin yoludur. İncelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerin etkin çoğunluğu bu özellikli malzeme tercih etmiştir.

Bulgular kısmında incelenen Barretts Grove Apartment’da iç mekanda duvar döşeme ve tavan malzemesi olarak kullanılan ahşap düşük ısı iletkenliği ile ısı kaybını önleyerek sıcaklık düzenleyici özelliği kazanmaktadır (Şekil 5.15).



Şekil 5. 15. Barretts Grove Apartment Da İç Mekan Malzemesi Olarak Kullanılan Ahşap

Sıcaklık düzenleyici özellikli malzemeler, enerji tüketimini azaltarak sera gazı salınımı ve sonucunda ortaya çıkan küresel iklim değişimi etkisini minimize etmektedir. Bu durumda sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutuna katkı sağlamaktadır. Ayrıca enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilirliğe ekonomi boyutuyla gelişimine katkı sağlamaktadır.

Nem düzenleyici malzemeler, binaların istenmeyen suya maruz kalmalarını ve bunun sonucunda yaşam konforunun etkilenmesini, binanın insan sağlığını tehdit eder noktaya gelmesini önlemektedir. İncelenen örneklerde kullanılan malzemeler arasında çok etkili oranda kullanılan bu özellikli malzemeler; binanın bir kısmına ya da kapladığı alana zarar vermesini önlediği için bakım giderlerinin azalması ve bina ömrünün uzaması nedeniyle sürdürülebilirliğe ekonomik ve çevresel açıdan katkı sağlamaktadır.

Akustiği sağlayan malzemeler, gürültünün insan ve toplum sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek düzeylerinin ortaya konması, gürültü koşullarının ölçüm ve tahmin yöntemleri ile belirlenmesi ve bunlara bağlı olarak gürültü kontrolünün sağlanarak mekân içindeki sesin homojen olarak dağılması sağlanmaktadır (Özçetin ve ark., 2015).

Bulgular kısmında incelenen yapılara da kullanılan malzemelerin etkili kısmı bu nitelikte malzemeler kullanmıştır. Kerpiç, ahşap gibi ses yalıtımı yüksek malzemelerin haricinde yapı malzemesi olarak yosunu kullanan Modern yosun evinde ahşap kontraplak arasına yerleştiren yosun detayı ile yapı içerisindeki akustiği de sağlamıştır. Diğer bir örnek olan Ex of in house, kullandığı argon gazlı cam ile yapı içerisi akustiğin sağlanmasında katkıda bulunmuştur. (Şekil 5.16)



Şekil 5. 16. The Modern Seaweed House Ve Ex Of In House Da Akustiğe Yardımcı Olarak Kullanılan Malzemeler

İncelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerden akustiği sağlama özellikli olanlar yerel ve geri dönüştürülebilir nitelikli olmasından dolayı sürdürülebilirliğe gelişimine katkı sağlamaktadır.

5.1.4. Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliklerine Göre Malzemeler

Sürdürülebilir kalkınmanın temel bileşenlerinden biri olan doğal çevrenin minimum zarar görecektir şekilde korunumu, yaşadığımız ortamın sağlıklı bir şekilde gelecek nesillere aktarılmasında kritik öneme sahiptir. Bu derece önemli bir faktöre mimarlık disiplinin katkısı yapı bileşeni olan yapı malzemelerinin üretimden başlayıp geri dönüşüm sürecine gelinceye kadar ki yaşam döngüsünde enerjiyi verimli kullanmasıdır. Sürdürülebilir kalkınmanın hem ekonomik hem de çevre boyutuna katkı sağlayacak olan bu özellik incelenen çevre duyarlı yapılarda kullanılan malzemelerin yaşam döngüleri süresince enerji verimlilikleri açısından Çizelge 5.7’de sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5.7. Tespit edilen malzemelerin yaşam döngüsü boyunca Enerji verimliliklerine göre sınıflandırılması

Malzemenin Özellikleri		Özellikli Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Durumu	
4.Malzemenin Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliği	Üretim Aşaması	38	0	20
	Uygulama Aşaması	69	0	20
	Kullanım Aşaması	70	0	20
	Geri Dönüşüm Aşaması	69	0	20

Tespit Edilen Toplam Malzeme Sayısı	Yapıda Kullanımına Bağlı Etki Aralığı			
70		Etkili		Çok Etkili

Malzemenin üretim aşamasındaki enerji verimliliği ile kaynaktan çıkarılış ve işleme evresinde enerji kullanımını en aza indirme ve çevresel kirlenmenin önlenmesini sağlamaktadır.

Düşük enerjili malzemeler		Orta enerjili malzemeler		Yüksek enerjili malzemeler	
Kum, çakıl	0,01	Tuğla	1,2	Plastik	10
Ahşap	0,1	Kireç	1,5	Çelik	14
Beton	0,2	Çimento	2,2	Kurşun	14
Tuğla harcı	0,4	Mineral-lifli yalıtım	3,9	Çinko	15
Gazbeton	0,5	Cam	6,0	Alüminyum	56
*Ölçimler kilogram bazındadır. Düşük enerjili malzemelerin çoğu yüksek yoğunluktadır. Çelik gibi malzemeler yüksek enerjili olduğu halde, belirli kesitlerde üretildiği için kullanımı daha optimumdur.					

Şekil 5. 17. Yapı Malzemelerinin İçerdiği Enerji Miktarı (Dedeoğlu, 2012)

İncelenen çevre duyarlı yapılarda tespit edilen malzemelerin yerel, doğal nitelikli malzemelerin çoğunluğunun üretim aşamasında enerji verimliliğinin düşük olduğu, yapay malzemelerden ise betonun ve gaz betonun üretim aşamasındaki enerji verimliliğinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.17). Çağdaş malzemelerin çoğunluğunun üretim aşamasında yüksek enerji ile üretildiği tespit edilmiştir. Üretim aşamasında düşük enerjili malzemelerin tercih edilmesi ile sürdürülebilirliğin çevre ve ekonomi boyutuna katkı sağlanmaktadır. Sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi sırasında değerlendirilmesi gereken en önemli parametrelerdendir.

Uygulama ve kullanım aşamasında enerji verimli malzemeler, yapıda enerji ve kaynak korunumu sağlayarak, ekolojik ve ekonomik açıdan fayda sağlamasının yanında iç mekân konfor koşullarının sağlanmasında da etkilidir. İncelenen yapılarda da çok etkili oranda kullanılan bu özellikli malzemeler enerjiyi etkin kullanmasından dolayı sürdürülebilirliğe ekonomi ve çevre boyutu ile katkı sağlamaktadır.

Geri dönüşüm aşamasında, ham madde kaynaklarının tüketimi engellenmekte ve ürünlerin yok edilmesi sırasında oluşan zararların ve harcanan enerjinin azalmasını sağlamaktadır. Bazı yapı malzemelerinin üretiminde büyük miktarda enerji kullanılmaktadır. Ancak, üretiminde yeni işlenmemiş kaynakların yerine geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanılması, ham madde korunumu yanında önemli miktarda enerji korunumu sağlamaktadır (Tıkansak, 2013). Geri dönüşüm aşamasında enerji verimliliğinin sağlanması ile sürdürülebilirliğin ekonomi boyutuna katkıda sağlamaktadır.

5.2. Öneriler

İncelenen örnek ekolojik ve sürdürülebilir projelerden elde edilen yapı malzemelerinin niteliklerine göre gruplanması ve değerlendirilmesi tezin sonuçları olup, sürdürülebilir bir kalkınma için doğru malzeme seçimi kadar malzemenin doğru kullanımı da önemlidir.

Akılcı detay tasarımı ve doğru uygulama aşamasında mimarlar kadar diğer disiplin alanlarına da önemli görevler düşmektedir. Uygulamacılar, karar vericiler ve kullanıcılarda bu konularda duyarlı olmalıdır. Her disiplin kendi üzerine düşen görevi yerine getirmelidir.

Tezde sürdürülebilir ve enerji etkin yapı tasarımında malzeme seçimi yaparken tercih edilecek malzemelerin ne özelliklerde olması gerektiği ile ilgili, her disiplin için gerekli bilgi birikimine mimari boyutuyla katkı sunmaktadır.

Çalışmanın geliştirilmesi aşamasında, çalışma alanı olarak belirlenen pilot bölge veya bölümle ilgili elde edilecek olan veriler ışığında oluşturulan tasarım modeline malzeme ve doğru detay önerisiyle sürdürülebilir ve enerji verili yapı prototipi oluşturmak düşünülmektedir. Bölgeye uygun tasarlanan yapı prototipine öneri malzeme ve doğru detay oluşturulması amaçlanan bu proje Ecotect, ESP-r, FreeRunner, Doe2, Heat2 gibi programlarla sınanarak bölgenin sürdürülebilirlik potansiyeli ortaya konabilir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, A., Ugai, K., Kamei, T., 2011. Investigation Of Recycled Gypsum In Conjunction With Waste Plastic Trays For Ground Improvement, Construction And Building Materials, Issn:0950-0618, S: 208-217
- Anink, D., Boonstra, V., Mak, J., 1996. The Handbook Of Sustainable Building: Ecological Choice Of Materials In Construction And Renovation, James And James (Science Publications), London
- Anonim, 1994. Thema Larousse (Tematik Ansiklopedi): Yaşam Bilimleri. Milliyet Gazetecilik Aş, 4. Cilt, 106-107s
- Arsan, Z. D., 2008. Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari. Mimarlık Dergisi, 340, S: 21-30.
- Atıl, A., Gülgün, B., Yörük, İ., 2005. Sürdürülebilir Kentler Ve Peyzaj Mimarlığı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2), S: 215-226
- Ayaz, E., 2002 Yapılarda Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Uygulanabilirliği. Mimarist Dergisi, Tmmob Mimarlar Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, S: 73.
- Aydın İpekçi, C. ,Coşkun, N., Tıkansak Karadayı, T., 2017. İnşaat Sektöründe Geri Kazanılmış Malzeme Kullanımının Sürdürülebilirlik Açısından Önemi, Türk Bilim Araştırma Vakfı, Cilt: 10, Sayı: 2, S: 43-50
- Aykal, F. D., Gümüş, B., & Akça, Y. B. Ö., 2009. Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması. V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 9, S: 19-22.
- Bayraktar, F. T., 2010. Türkiye’de Yapı Malzemesi Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi İçin Bir Sistem Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Berber, F., 2012. Ekolojik Malzemenin Tasarımdaki Yeri Ve Ekolojik Malzemeyle Mimari Konut Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.

- Bekem, İ., Gültekin, A. B. Ve Dikmen, Ç. B., 2009. Yapı Ürünlerinin “Hizmet Ömrü” Açısından İrdelenmesi: Betonarme Örneği. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (Iats’09), Karabük, Türkiye, S: 2155-2160
- Berkes, F., Kışlalıoğlu, M., 2010. Çevre Ve Ekoloji. Remzi Kitabevi, İstanbul, S: 16
- Bruntland, G., 1987. Our Common Future: The World Commission On Environment And Development, Oxford University Press, Oxford.
- Carroll, D.T., 2006. Using Lca Methods To Evaluate The Ability Of Leed To Compare Green Buildings, Master Thesis, Arizona State University.
- Civan, U., 2006. Akıllı Binaların Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Conte, M., Iacobazzi, A., Ronchetti, M., & Vellone, R., 2001. Hydrogen Economy For A Sustainable Development: State-Of-The-Art And Technological Perspectives. Journal Of Power Sources, 100(1), S: 171-187.
- Dedeoğlu, N., 2002. Ekolojik Mimarlık Kapsamında Konut Tasarımlarının İncelenmesi. Ytü Fen Bil. Enst., Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, S:33
- Deniz, M. H., 2009. Sanayileşme Perspektifinde Kentleşme Ve Çevre İlişkisi. Coğrafya Dergisi, (19), S: 95-105.
- Dinçer, İ., 2000. Renewable Energy And Sustainable Development: A Crucial Review. Renewable And Sustainable Energy Reviews, 4(2), S: 157-175.
- Edwards B., 1999. Sustainable Architecture: European Directives And Building Design, Oxford : Architectural Press, İngiltere.
- Edwards, S., Bennett, P., 2003. Construction Products And Life-Cycle Thinking. Unep Industry And Environment April- September 2003, S: 57-65
[Http://Www.Uneptie.Org/Media/Review/Vol26no2-3/005-098.Pdf](http://www.uneptie.org/Media/Review/Vol26no2-3/005-098.Pdf)
- Erengözgin, Ç., 2005. Enerji Mimarlığı. Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu Ve Sanayi Sergisi Bildiri Özetleri

- Gezer, H., 2011. Malzemenin gizil güçlerinin mimariye katkısı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(20), 97-118.
- Göksu, Ç., 1999. Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli. Göksu Yayınları, Ankara, S: 29s
- Güler, B., 2000. Mimari-Doğa İlişkisi Ve Doğayla Uyumlu Mimari Tasarım Yaklaşımları Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, S: 80-117
- Gürsoy, U., 1999. Dikensiz Gül: Temiz Enerji. İskenderun Çevre Koruma Derneği Yayını, İskenderun
- Güvenç, B., 2008. Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi. Ytü Fbe Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Hasol, D., 2012. Mimarlık Cep Sözlüğü. Mas Matbaacılık A.Ş., İstanbul
- Hpbg, 1999. High Performance Building Guidelines, City Of New York, Department of Design And Construction
- İncedayı, D., 2004. Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak "Sürdürülebilirlik", Mimarlık Dergisi 318, Tmmob Mimarlar Odası Yayınları
- Katırcı, U., 2003., Çevre Ve Yaşam İçin Yapı Tasarımı: Norman Foster, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kıncay, O., 2009. Yeşil Binalarda Leed Sertifikası, Ders Notu, Yıldız Teknik Üniversitesi
- <[Http://Www.Yildiz.Edu.Tr/~Okincay/Dersnotu/Yesil_Vbol_Leed.Pdf](http://www.yildiz.edu.tr/~Okincay/Dersnotu/Yesil_Vbol_Leed.Pdf) >
(Erişim Tarihi: 12.04.2017)
- Kibert, C. J., 2008. Sustainable Construction: Green Building Design And Delivery. John Wiley & Sons Inc, S: 36-290
- Kim, J.J., Rigdon, B., Graves, J., 1998. Sustainable Architecture, National Pollution Prevention Center For Higher Education, Michigan University, S: 8

- Kocataş, A., 2010. Ekoloji Ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Yayınları, 11. Baskı, Isbn: 978-975-483-177-1, S:6
- Koçhan, A., 2002. Sürdürülebilir Gelecek İçin Ekolojik Tasarım. Yapı Dergisi, 249, S: 46-49.
- Koçhan, A.,2003. İklimsel Bölgelere Göre Ekolojik Ve Sürdürülebilir Toplu Konut Tasarımında Düşünce Sistematiği, Ktü Fen Bilimleri, Trabzon,S: 50
- Krusche, P., M., Althaus, D., Gabriel, I., 1982. "Ökologisches Bauen", Herausgegeben Vom Umweltbundesamt, Wiesbaden Und Berlin, S: 15-19
- Lakot, E., 2007. Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon,
- Merten, R., 1991. Entwicklung Eines Verfahrens Für Sanierung Und Adaptierung Von Schulbauten Und Seine Anwendung Am Beispiel Des Bundes(Real) Gymnasiums Wasagasse, Diplomarbeit Tu Wien.
- Odaman Kaya, H., 2012. Ölçütlere Dayalı Değerlendirme Ve Sertifika Metotlarından Leed Ve Breeam'ın Türkiye Uygulamalarına Yönelik İrdeleme Ve Öneriler. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Orhon, A. V.,2013. Sürdürülebilir Mimaride Akıllı Malzeme Kullanımı., VIII. Uluslararası Sinan Sempozyumu, Edirne, S: 297-304
- Ortiz O., Castells F., Sonnermann G., 2009. Sustainability In The Construction Industry: A Review Of Recent Developments Based On Lca, Construction And Building Materials, 23, S: 28-39.
- Özçetin,Z., Demirel, F., Pektaş,S., Eminel, M., 2015. Eğitim Yapılarında Sürdürülebilir Malzeme Ve Akustik Konfor Koşullarının Sağlanmasına Yönelik Bir Çalışma, Iı. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu, 2015, Ankara, S: 314-317

- Özmehmet, Ö. G. E., 2007. Avrupa Ve Türkiye'deki Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış. Journal Of Yaşar University, 2(7), S: 809-826.
- Özorhon, G., 2013. Sürdürülebilir Mimarlık, Yarının Binaları Ve Bir Örnek. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bina Fiziği Sempozyumu, İzmir, s: 1473-1478
- Rapoport, A., 1990. History And Precedent İn Environmental Design, Plenum Press, New York, London
- Roaf, S., Thomas, S., Fuentes, M., 2003. Ecohouse 2: A Design Guide, Architectural Press, Elsevier Science & Technology Books, London
- Roodman, D. M., Lessen, N., 1995. A Building Revolution: How Ecology And Health Concerns Are Transforming Construction, World Watch İnstitute, Washington Dc., S: 124
- Russell, R., Sunder, S. S., & Domich, P. D., 2008. Federal Research And Development Agenda For Net-Zero Energy, High-Performance Green Buildings. Report Of The Subcommittee On Buildings Technology Research And Development. National Science And Technology Council, S. 33.
- Sev A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, Yapı Endüstri Merkezi, Yem Yayınevi, İstanbul.
- Sev, A., Canbay, N., 2009. Dünya Geneline Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme Ve Sertifika Sistemleri. Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki, 329, S: 42-47
- Sev, A., Görgülü, C., 2012. Malzemede Yeşil Algı Ve Beton Örneği, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, Issn:1306-6501 İstanbul, Türkiye, S: 40-48
- Seymen, Ü. B., 1995, Planlama Kapsamında Ekoloji Kavramının İçeriği. Planlamaya Ve Tasarıma Ekolojik Yaklaşım Sempozyumu, Msü Mimarlık Fakültesi, Şehir Ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, S: 301

- Soysal, S., 2008. Konut Binalarında Tasarım Parametreleri İle Enerji Tüketimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Sznopek, J. L., & Brown In, W. M., 1998. Materials Flow And Sustainability (No. 068-98). Us Geological Survey.
- Tbmm, 2007. Enerji Verimliliği Kanunu, Kanun No: 5627, Madde No: 3, 6, 7, Resmi Gazete, 26510
- Tekeli, İ., 2001. Sürdürülebilirlik Kavramı Üzerinde İrdelemeler. Mülkiyeliler Birliği Yayınları: 25, Ankara
- Tekin, Ç., 2012. Enerji Etkin Yapılarda Malzeme Seçimi, Yeşil Bina Dergisi, Sayı 14, S: 46-52
- Thormark, C., 2001. Conservation Of Energy And Natural Resources By Recycling Building Waste. Resources Conservation And Recycling, Issn:0921-3449, 33: S:113-130.
- Tıkansak, T. E., 2013. Konutlarda Enerji Etkinliği. International Journal Of Architecture And Planning, Volume 1 Issue 2, S: 189-200.
- Tönük, S., 2001, Bina Tasarımında Ekoloji. Ytü Yayınları, Yayın No: Mf. Mim01.005, Ytü Basım-Yayın Merkezi, İstanbul, S: 4-105
- Tönük, S., 2001. Bina Tasarımında Ekoloji. Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul., S: 17-22
- Trusty, W. B.; Meil, J. K., 2000. Building As Products: Issues And Challenges For Lca. In: Lca, International Conference On Lca: Tools For Sustainability.
- Ts En Iso 14040, 1998. Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler Ve Çerçeve, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Türkiye Petrolleri Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2016/6, Ham Petrol Ve Doğal Gaz Sektör Raporu, S: 4
- Uslusoy, S., 2012. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanan Enerji Etkin Binaların Yapı Bileşeni Açısından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, S: 3

- Yeang, K., 1999. The Green Skyscraper: The Basis For Designing Sustainable Intensive Buildings. Prestel Pub.
- Yener, N., 2002. Gelişim Süreci İçinde Malzeme Yapım Yöntemi Biçim İlişkisi. Yayınlanmamış Profesörlük Tezi, Msu, Fen Bilimleri Enstitüsü, S:77
- Yıldırım, Y., 2011. Sürdürülebilir Üretim. Mühendis Ve Makine Dergisi, 613, S: 27-29.
- Yüceer, N. S., 2015. Yapıda Çevre Ve Enerji. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara
- Wachberger, M. Ve H., 1988, “Güneş Ve Konut-Güneş İle İnşa Etmek, Pasif Güneş Enerjisi Kullanımı”, E+P Dergisi, Yaprak Kitabevi, Ankara, S: 12-23
- Url-1 <https://yousaf.co/2017/03/> (Erişim Tarihi: 20.11.2017)
- URL-2 www.slideplayer.biz.tr (Erişim Tarihi: 02.02.2017)
- URL-3 <http://akademikperspektif.com/2013/11/08/surdurulebilirlik-ve-surdurulebilir-kalkinma/> (Erişim Tarihi: 02.02.2017)
- URL-4 <http://energyefficientcodes.com/facts/the-economic-case/> (Erişim Tarihi: 06.04.2017)
- URL-5 <http://cevreagitimi.weebly.com/1-ccedilevre-b304l304m304ne-g304r304350.html> (Erişim Tarihi: 23.02.2017)
- URL-6 <http://yenilenebiliryasam.com/2011/04/madde-dongusu-nedir.html> (Erişim Tarihi: 16.03.2017)
- URL-7 <http://cevreonline.com/cevre-sorunlari/> (Erişim Tarihi: 02.03.2017)
- URL-8 **Hata! Köprü başvurusu geçerli değil.** (Erişim Tarihi: 14.03.2017)
- URL-9 <http://cevreonline.com/yesil-binalar/> (Erişim Tarihi: 08.03.2017)
- URL-10 <http://www.sanayicidergisi.com/turkiye-yesil-bina-sertifikasina-hazir-mi-makale,454.html> (Erişim Tarihi: 16.03.2017)
- URL-11 <http://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji> (Erişim Tarihi: 20.03.2017)
- URL-12 <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Temiz-Enerji>
- URL-13 <http://www.mimarsiv.com/enerji-etkin-yapilarda-malzeme-kullanimi> (Erişim Tarihi: 21.03.2017)

- URL-14 <http://www.skdturkiye.org/files/yayin/Enerji-Tuketiminde-Donusum-Icin-BEV.pdf> (Erişim Tarihi: 23.03.2017)
- URL-15 <http://www.bep.gov.tr/BEPTRWEB/Default.aspx#.Wf4JU2i0NPY> (Erişim Tarihi: 23.03.2017)
- URL-16 <https://fensefe.wordpress.com/2013/04/17/ekolojik-kavramlar/> (Erişim Tarihi: 02.04.2017)
- URL-17 <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm> (Erişim Tarihi: 11.04.2017)
- URL-18 <http://www.ekoyapidergisi.org/1787-epd-belgeli-yapi-urunleri-yesil-bina-uretimine-katki-sagliyor.html>, (Erişim tarihi :25.04.2017)
- URL-19 <http://erketasarim.com/urun-surdurulebilirliği/epd-cevresel-urun-beyani/>, (Erişim tarihi:25.04.2017)
- URL-20 <http://www.detail.de/artikel/klare-gliederung-education-center-nyanza-11197/> (Erişim tarihi:03.04.2017)
- URL-21 http://www.architectureweek.com/2011/0209/news_1-1.html (Erişim tarihi:03.04.2017)
- URL-22 <http://www.bureausla.nl/wp-content/uploads/2015/08/bureau-SLA--Nature-and-Environment-Learning-Centre-Amsterdam.pdf> (Erişim tarihi:03.04.2017)
- URL-23 <http://www.archdaily.com/461242/stonehenge-visitor-centre-denton-corker-marshall> (Erişim tarihi:03.04.2017)
- URL-24 <https://www.dezeen.com/2013/09/05/sustainable-holiday-house-on-the-river-geul-by-upfrnt/> (Erişim tarihi:04.04.2017)
- URL-25 <http://www.archdaily.com/608096/new-artist-residency-in-senegal-toshiko-mori/> (Erişim tarihi:11.04.2017)
- URL-26 <http://www.archdaily.com/608096/new-artist-residency-in-senegal-toshiko-mori/54ffa55ce58ecee4f1000018-detail/> (Erişim tarihi:11.04.2017)
- URL-27 <http://www.archdaily.com/796311/barretts-grove-groupwork> (Erişim tarihi:11.04.2017)

- URL-28 <http://amintaha.co.uk/#> (Erişim tarihi:11.04.2017)
- URL-29 <http://studio804.com/2009-3716-springfield.html> (Erişim tarihi:12.07.2017)
- URL-30 <http://www.architectmagazine.com/photos/sustainable-residence> (Erişim tarihi:18.11.2017)
- URL-31 <http://www.archdaily.com/866851/ka-house-erginoglu-and-calislar-architects> (Erişim tarihi:08.08.2017)
- URL-32 <http://www.archdaily.com/868926/energy-efficient-bamboo-house-studio-cardenas-conscious-design>(Erişim tarihi:11.10.2017)
- URL-33 <http://www.archdaily.com/798326/ex-of-in-house-steven-holl-architects> (Erişim tarihi:08.08.2017)
- URL-34 <https://www.dezeen.com/2013/07/10/the-modern-seaweed-house-by-vandkunsten-and-realdania/> (Erişim tarihi:08.08.2017)
- URL-35 <http://www.theyearofmud.com/2014/07/06/modern-seaweed-house/> (Erişim tarihi:08.08.2017)
- URL-36 <http://www.archdaily.com/255206/ty-pren-feilden-fowles> (Erişim tarihi:08.08.2017)
- URL-37 <https://www.archdaily.com/457737/sunlighthouse-juri-troy-architects/52aa76c0e8e44e307c000076-sunlighthouse-juri-troy-architects-photo> (Erişim tarihi:07.11.2017)
- URL-38 <https://www.archdaily.com/227288/eco-sustainable-house-djuric-tardio-architectes/5017e5fb28ba0d49f5000e84-eco-sustainable-house-djuric-tardio-architectes-photo> (Erişim tarihi:07.11.2017)
- URL-38 <https://www.dezeen.com/2011/12/01/eco-sustainable-house-by-djuric-tardio-architectes/> (Erişim tarihi:07.11.2017)
- URL-39 <http://www.archidesignclub.com/tr/magazine/rubriques/architecture/44163-djuric-tardio-architectes-maison-eco-durable.html> (Erişim tarihi:07.11.2017)

- URL-40 <https://www.archdaily.com/638271/sandibe-okavango-safari-lodge-nicholas-plewman-architects> (Erişim tarihi:07.11.2017)
- URL-41 <https://www.designboom.com/architecture/sandibe-okavango-safari-lodge-nick-plewman-architects-botswana-06-02-2015/> (Erişim tarihi:07.11.2017)
- URL-42 <https://www.archdaily.com/595850/the-w-i-n-d-house-unstudio/54d41cb0e58eced9ea00004d-portada-fedde-de-weert-025-jpg> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-43 <http://www.archello.com/en/project/wind-house/2701453> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-44 <https://www.archdaily.com/595850/the-w-i-n-d-house-unstudio> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-45 <https://www.dezeen.com/2016/05/13/new-york-street-passive-house-studio-804-kansas-passivhaus-usa/>
- URL-46 <https://www.archdaily.com/770554/northern-rivers-beach-house-refresh-star-design> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-47 <https://www.ecobouwers.be/woningen/energieneutrale-bungalow-kalk-hennep-beton> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-48 <https://www.dezeen.com/2015/10/27/martens-van-caimere-architecten-hempcrete-hemp-render-striated-skin-renovated-house-belgium/> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-49 <http://www.americanlimetechnology.com/what-is-hempcrete/> (Erişim tarihi:09.11.2017)
- URL-50 <https://www.dezeen.com/2017/10/03/studio-804-salvaged-materials-construct-1330-brook-street-sustainable-home-kansas/#/> (Erişim tarihi:25.11.2017)
- URL-51 <https://inhabitat.com/students-build-a-low-cost-yet-high-quality-sustainable-home-from-recycled-materials/1330-brook-street-by-studio-804-6> (Erişim tarihi:09.11.2017)

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2010 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nden 2014 yılında mezun oldu. ve aynı yıl özel bir şirkette mimar olarak çalışmaya başladı. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalında başladığı yüksek lisans eğitimine iş hayatı ile birlikte devam etti. 2017 yılında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi’ne Öncelikli Alanlarda Araştırma Görevlisi kapsamında atandı. Yüksek lisans eğitimini tamamlamak üzere 35. Madde kapsamında görevlendirildiği Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.



EKLER

EK 1. İncelenen çevre duyarlı yapılarda malzemelerin kullanıldıkları yere göre sınıflandırması

SÜRDÜRÜLEBİLİR VE ENERJİ ETKİN YAPI ÖRNEKLERİNİN KÜNYESİ	Görseli											
	Adı		Nyanza Eğitim Merkezi	Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi	Stonehenge Ziyaret Merkezi	Sustainable House	Senegal Kültür ve Yaşam Merkezi	Barretts Grove Apartment	The Springfield House	KA Evi	Enerji Verimli Bambu Ev	Ex Of in House
	Kullanım Tipi		Eğitim Binası.	Kültür Binası	Kültür Binası	Konut	Kültür Binası	Yüksek katlı konut	Konut	Konut	Konut	Konut
	Uygulandığı Bölgenin İklim Tipi		Çöl İklimi	Ilıman Okyanus İklim	Ilıman ve Nemli Okyanus İklimi	Ilıman Okyanus İklim	Ilıman iklim	Yağışlı ılıman iklim	Ilıman ve Nemli Okyanus İklimi	Sert karasal iklim	Sıcak ılıman İklim	Ilıman Okyanus İklimi
YAPIDA KULLANILDIĞI YERE GÖRE MALZEMELER	Bina Kabuğu Malzemesi		Kerpiç, Çelik, Papirüs, Hasır, Galvaniz sac	Pv panel, Cam, Beton, Metal doğrama, Ahşap	Çelik, Kestane kerestesi, Salisbury kalker, Cam, Galvaniz sac, Kompozit panel	Yüzeyi yakılmış sedir ahşap, Güneş paneli, Meşe, Cam, Ahşap doğrama	Tuğla, Beton, Saz, Hasır çatı, Çelik, Bambu	Kırmızı delikli tuğla, Bronz Çelik çerçeve, Cam, Hasır	Cumaru Ahşap Kaplama, Galvalume Çatı, Alüminyum Doğrama, Cam	Ahşap cephe kaplama, siyah metal çerçeve, cam	Bambu, Çelik, Kompozit Panel, Metal doğrama, Beton zemin, Terra cotta kiremit	Poraver cam, beyaz alçı sıva, maun ağacı doğrama, çatı güneş panel kap.
	Strüktür Malz.	Duvar	Tuğla (Yığma Yapı)	Ahşap Kontrplak	Yapısal yalıtımlı panel (SIPS)	LVL Ahşap (KERTO)	Kerpiç Tuğla	Çapraz lamine ahşap, Tuğla	Alçı Levha	Kuru duvar sistemi	Prefabrik duvar paneli	Ahşap
		Kolon	Tuğla (Yığma Yapı)	Beton	Çelik	Meşe Kütük	Beton	Çapraz lamine ahşap	Çelik	Çelik	Çelik bağlantılı bambu	Ahşap
		Kiriş	Tuğla (Yığma Yapı)	Beton	Çelik	LVL Ahşap (KERTO)	Beton	Çapraz lamine ahşap	Çelik	Çelik	Çelik bağlantılı bambu	Beton
		Döşeme	Beton	Beton	Beton	LVL Ahşap (KERTO)	Beton	Çapraz lamine ahşap, Beton	Beton	Beton	Beton, prefabrik döşeme paneli	Ahşap
		Çatı İskeleti	Çelik	Ahşap	Çelik, Ahşap tali kiriş	LVL Ahşap (KERTO)	Bambu	Çapraz lamine ahşap	Çelik	Çelik	Metal çatı strüktürü	Ahşap
	Detay Malz.	Doğrama	Siyah metal çerçeve	Alüminyum Doğrama	Metal doğrama	Ahşap	Doğrama ve cam kullanılmamış	Bronz metal çerçeve	Alüminyum	Siyah metal çerçeve	Metal doğrama	Maun ağacı
		Zemin Kaplama	Kerpiç Tuğla	Parke	Salisbury kalker	Meşe kaplama	Geri dönüştürülmüş kırık fayans, Beton	Çapraz lamine ahşap	Jatoba parke döşeme, epoksi kaplama	Alçı levha, Ahşap kaplama	Tesviye betonu üzeri bambu kaplama	Huş ağaç kaplama
		Duvar Kaplama	Kerpiç Tuğla	Alçı Panel, Sıfır VOC Boya	Yapısal yalıtımlı panel, kestane kerestesi, Sıfır VOC boya	Yüzeyi yanmış sedir ahşap panel, Meşe	Kerpiç Tuğla	Çapraz lamine ahşap, Tuğla	Fsc onaylı cumaru Ahşap, Alçı panel	Ahşap kaplama	Dış duvar: gri çin klink metal, iç duvar: alçı panel	Huş ağacı kontrplak
		Çatı Kaplama	Galvaniz çatı kaplama	Ahşap Cephe Kaplaması, Pv Panel	Galvaniz sac	Ahşap (Meşe), Güneş paneli	Saz hasır çatı	Kırmızı delikli tuğla	Cumaru ahşap kaplama, PV panel	Ahşap kaplama	Terra-cotta kiremit	Güneş paneli
		Tavan Kaplama	Papirüs	Ahşap, Beton	Sıfır VOC boya	Ahşap (Meşe)	Bambu çatı iskelet	Çapraz lamine ahşap	Sıfır VOC boya	Tavanda kaplama malzemesi kullanılmamış	Alçı panel, Sıfır VOC boya	Huş ağacı kontrplak
	Koruyucu Malz.	Isı Yalıtımına Yardımcı	Kerpiç tuğla	Beton Trombe Duvar	Kestane kerestesi	Selüloz izolasyonu, Üç cam, Yanmış Ahşap kaplama	Kerpiç Tuğla	Kırmızı delikli tuğla, Çapraz lamine ahşap	Xcell üflenmiş selüloz yalıtımı	Kuru duvar sistemi	Arası poliüretanla sıkıştırılmış prefabrik panel	Poraver cam, ahşap
		Su Yalıtımına Yardımcı	Galvaniz çatı kaplama	Buhar Bariyer macunu	SIPS panel	Yanmış Ahşap kaplama	Saz hasır çatı, Tuğla	Tuğla	Xcell üflenmiş selüloz yalıtımı	Kuru duvar sistemi	Tekstil yağmur koruyucu, BTM su yalıtım örtüsü	Tyvek su yalıtım örtüsü
		Ses Yalıtımına Yardımcı	Kerpiç tuğla	Ahşap Kaplama	SIPS panel	Selüloz izolasyonu, Üç cam, Yanmış Ahşap kaplama	Kerpiç Tuğla	Kırmızı delikli tuğla, Çapraz lamine ahşap	Cumaru ahşap kaplama	Kuru duvar sistemi	Arası poliüretanla sıkıştırılmış prefabrik panel	Poraver cam, PVB interlayer film

EK 1 Devamı. İncelenen çevre duyarlı yapılarda malzemelerin kullanıldıkları yere göre sınıflandırılması

SÜRDÜRÜLEBİLİR VE ENERJİ ETKİN YAPI ÖRNEKLERİNİN KÜNYESİ	Görseli											
	Adı		The Modern Seaweed House	Ty Pren House	Sunlight House	Eco-Sustainable House	Okavango Safari Lodge	Wind House	1301 New York House	Northern Rivers Beach House	Energy-Neutral Bungalow	1330 Brook House
	Kullanım Tipi		Konut	Konut	Konut	Konut	Turizm Binası	Konut	Konut	Konut	Konut	Konut
	Uygulandığı Bölgenin İklim Tipi		Ilıman iklim	Ilıman Okyanus iklimi	Sıcak Ilıman	Ilıman iklim	Sıcak ve Kuru İklim	Ilıman Deniz iklim	Sıcak-Ilıman iklim	Sıcak Nemli İklim	Ilıman Deniz İklimi	Sıcak-Ilıman iklim
YAPIDA KULLANILDIĞI YERE GÖRE MALZEMELER	Bina Kabuğu Malzemesi		Yün ağ içinde yosun, OSB 3, ahşap doğrama	Kayrak kiremit, karaçam ağaç kaplama, gri alüminyum doğrama	Ahşap, Pv panel, cam, pv pencere	Kırmızı sedir kaplama, paslanmaz çelik ayna, beton, metal çerçeve, argon gazlı çift cam	Lamine Çam Kiriş, Kanada Sedir Zona Kaplama, Bambu, Cam, Metal, Kumaş, okalıptüs	Frake Ahşap Kaplama, Keller Minimal Cam, Metal çerçeve, Demir Korkuluk, Tel	Alaskan Sedir Kaplama, Metal doğrama, Cam, PV panel, çelik, Dikişli metal panel	Fiber çimento kaplama, Ahşap, Geleneksel oluklu metal, çelik, cam	Kenevir Cephe Kaplaması, Sarı Boyalı Ahşap Doğrama, Oluklu Kiremit, Cam	Çelik kolon, Gri metal panel, Kırmızı sedir ahşap levha, yalıtılmış cam, güneş paneli, metal çerçeve
	Strüktür Malz.	Duvar	İçi yosun doldurulmuş ahşap çerçeve	Çapraz lamine ahşap	Ahşap (Ladin Ağacı)	Ahşap (Fin Ahşap Paneli)	Ahşap	Tuğla	Alçı Panel	Alçı duvar paneli	Kireç ve su karışımı kenevir	Alçı panel
		Kolon	OSB 3	Çapraz lamine ahşap	Ahşap(Egger Osb4)	Ahşap (Fin Ahşap Paneli)	Lamine Çam Kiriş	Çelik	OSB	Çelik	Ahşap, Çelik	OSB, Çelik
		Kiriş	OSB 3	Çapraz lamine ahşap	Ahşap(Egger Osb4)	Ahşap (Fin Ahşap Paneli)	Lamine Çam Kiriş	Beton	OSB	Çelik	Ahşap	OSB
		Döşeme	Zemin Kat: Beton Ara Kat: OSB 3	Beton	Beton (Yüksek fırın cürufu)	Zemin kat Beton, Birinci kat Ahşap	Lamine Çam Ahşap	Beton(Yarı Prefabrik)	Beton	Çelik, Beton	Beton	Beton
		Çatı İskeleti	OSB 3	Çapraz lamine ahşap	Ahşap(Egger Osb4)	Ahşap (Fin Ahşap Paneli)	Lamine Çam Ahşap Karkas	Beton	OSB	Çelik	Ahşap	Çelik + Ahşap
	Detay Malz.	Doğrama	Karaçam ağaç kaplama	Ahşap doğrama	Dış yüzü siyah iç yüzü beyaz boyalı Metal çerçeve	Poliüretan izolasyonlu metal çerçeve	Ahşap doğrama	İç Bölüm: Ahşap Dış Bölüm: Çelik	Antrasit Boyalı Metal Doğrama	Metal doğrama	FSC ile ahşap	Metal çerçeve
		Zemin Kaplama	Ladin ağaç kaplama	Meşe kaplama	Parke Kaplama	Meşe parke	FSC Onaylı Sert Ahşap	PU zemin kaplama, Ahşap	Parke kaplama	Bambu kaplama	Bambu Döşeme FSC	Şap
		Duvar Kaplama	Karaçam ağaç kaplama	Huş ağacı kontrplak, Ty Mawr siva ve kireç boya	Ahşap (Ladin ağacı), Alçı levha	Sıfır Voc boya	Ahşap Kaplama	Kil Siva	Sıfır VOC boya	Sıfır VOC boya	Kireç siva ve Kil	Dış duvar gri metal panel, İç duvar alçıpan
		Çatı Kaplama	Yün ile örülü ağlara doldurulmuş yosun	Galce kayrak taşı	Pv güneş paneli, cam, Ahşap	Ahşap	Kanada Sedir Zona Kaplama	Ahşap kaplama, Pv Panel	Kenetli galvaniz çatı, PV panel	Geleneksel oluklu metal çatı	Kiremit Kaplama, Fotovoltaşk panel	Kırmızı sedir levha ve güneş paneli
		Tavan Kaplama	İçi kurutulmuş yosun dolu keten bez	Yüksek performanslı kireç boya	Ahşap (Ladin ağacı)	Sıfır VOC boya	Tavan kaplama yok çatı iskeleti görünüyor	Kil Siva	Sıfır VOC boya	Ahşap kontrplak	Kontrplak Polonya çam FSC	Alçıpan ve sıfır VOC boya
	Koruyucu Malz.	Isı Yalıtımına Yardımcı	Yosun, OSB3, PE film, Vindpap, Ahşap Lif Levha	Koyunyünü karıştırılmış yalıtım, Yüksek perfor. cam	Koyun yünü, selüloz, Egger Osb4 Ahşap, XPS	Argon gazlı çift cam, Ahşap elyaf yalıtım, ahşap	Ahşap, PV güneş paneli	Tuğla, Mineral Yün	Poliizosiyanürat, XPS, Selüloz	Koyunyünü karıştırılmış yalıtım, Yüksek perfor. cam	Hempcrete, Kenevir	XPS, Katı ve üflenmiş selüloz, Poliizosiyanürat
		Su Yalıtımına Yardımcı	Yosun, OSB3, PE film	Ty Mawr kireç boya ve siva	Selüloz, Membran, Sızdırmazlık bandı, Osb4	Argon gazlı çift cam	Akrilik esaslı sürme yalıtım	EPDM	Cat5, İntello hava bariyeri, lastik membranı, Slicker HP	Yüksek perfor. cam	İntello membran	Cat5, İntello hava bariyeri, lastik membranı, Slicker HP
		Ses Yalıtımına Yardımcı	Yosun, OSB3, PE film, Ahşap Lif Levha	Karaçam ağaç kaplama	Koyun yünü, Ahşap, Osb4	Ahşap, Argon gazlı çift cam	Ahşap	Özel Bir Önlem Alınmadı	XPS, Selüloz	Koyunyünü karıştırılmış yalıtım	Heraklit (Çimento esaslı ahşap yünü)	XPS, Selüloz

EK 2. Tespit edilen malzemelerin özelliklerine göre sınıflandırılması

KULLANILAN MALZEMELER		Kerpiç tuğla	Çelik	Papirüs	Saz hasır	Galvaniz sac	Yanmış ahşap kaplama	Meşe Masif Kütük	LVL ahşap	Alümin-yum	Cumarı ahşap	Beton	Bambu	Güneş paneli	Çapraz Lamine ahşap	Delikli tuğla	Argon gazlı cam	Alçı levha	Yosun	Keten bez	Yün ağ	Karaçam ahşap kaplama	Ladin ahşap kaplama	Sedir ahşap kaplama
1.Malzemenin Niteliği	Geri Dönüştürülebilen Malzeme																							
	Doğal Malzeme																							
	Yapay Malzeme																							
	Yerel Malzeme																							
	Çağdaş Malzeme																							
2.Malz. Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliği	Üretim aşamasında																							
	Uygulama Aşamasında																							
	Kullanım Aşamasında																							
	Geri Dönüşüm Aşamasında																							
3.Ortam Şartlarına Uyum Gösteren Malzemeler	Enerji tüketimini azaltan																							
	Kullanım ömrünü uzatan																							
	Bakım giderini düşüren																							
	Yapı fiziği niteliğini iyileştiren																							
	Enerji Dönüşümü Yapan																							
4.Malzemenin İç Konfor Koşullarına Etkisi	Karbon Salınımı Düşük																							
	Sıcaklık Düzenleyici																							
	Nem Dengesini Koruyan																							
	Akustik Konfor																							
Malzemenin Özelliği Gösterme Durumu																								

EK 2 Devamı. Tespit edilen malzemelerin özelliklerine göre sınıflandırılması

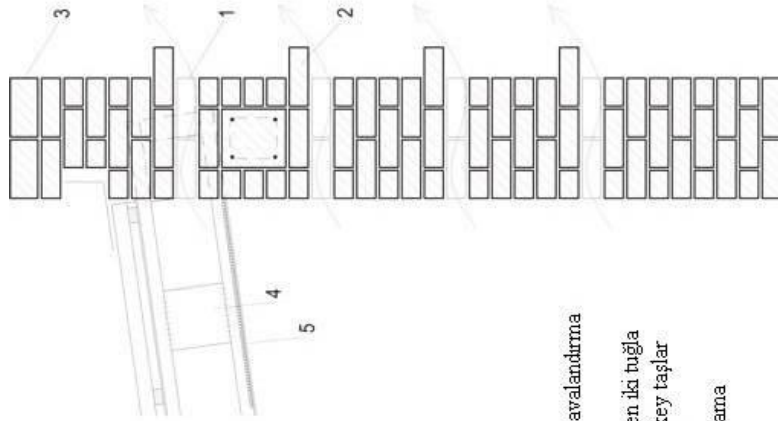
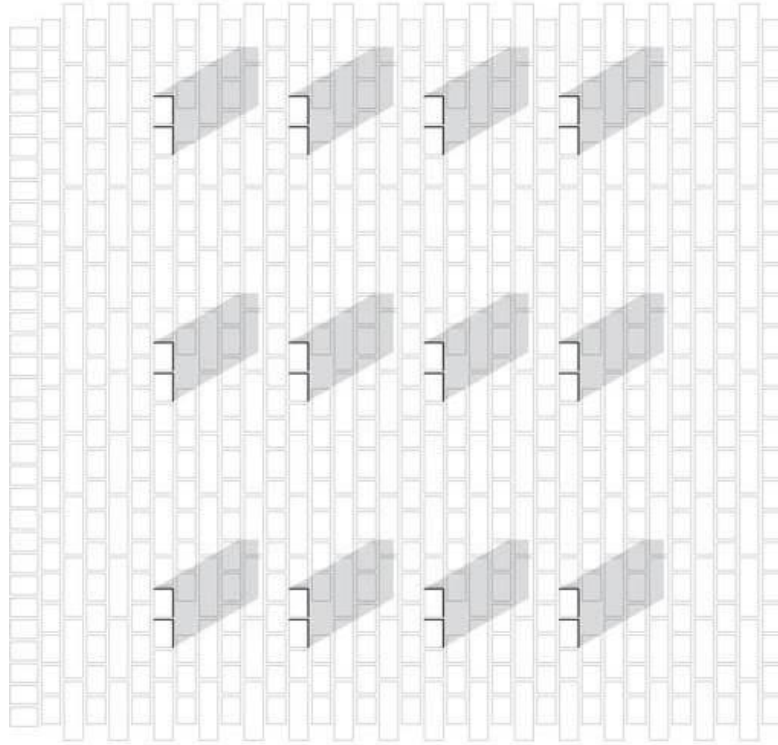
KULLANILAN MALZEMELER		Sızdırmazlık bandı	Ahşap	Buhar Bariyer Macunu	Sıfır VOC boya	Kestane kerestesi	Salisbury kalkerı	Poraver Cam	Seramik	Kiremit	Jatoba parke	Poliizo-siyanürat	Su yalıtım membran	Maun Ahşap	PE film	EPS	Ahşap elyaf yalıtım	OSB	Galce kayrak taş	Huş Ahşap Levha	LED Aydınlatma	Selüloz yalıtım	Mineral yün yalıtım	Sandviç panel sistem
1.Malzemenin Niteliği	Geri Dönüştürülebilir Malz.																							
	Doğal Malzeme																							
	Yapay Malzeme																							
	Yerel Malzeme																							
	Çağdaş Malzeme																							
2.Malz. Yaşam Döngüsü Boyunca Enerji Verimliliği	Üretim aşamasında																							
	Uygulama Aşamasında																							
	Kullanım Aşamasında																							
	Geri Dönüşüm Aşamasında																							
3.Ortam Şartlarına Uyum Gösteren Malzemeler	Enerji tüketimini azaltan.																							
	Kullanım ömrünü uzatan																							
	Bakım giderini düşüren																							
	Yapı fiziği nit. iyileştiren																							
	Enerji Dönüşümü Yapan																							
4.Malzemenin İç Konfor Koşullarına Etkisi	Karbon Salınımı Düşük																							
	Sıcaklık Düzenleyici																							
	Nem Dengesini Koruyan																							
	Akustik Konfor																							

Malzemenin Özelliği Gösterme Durumu	
-------------------------------------	--

EK 2 Devamı. Tespit edilen malzemelerin özelliklerine göre sınıflandırılması

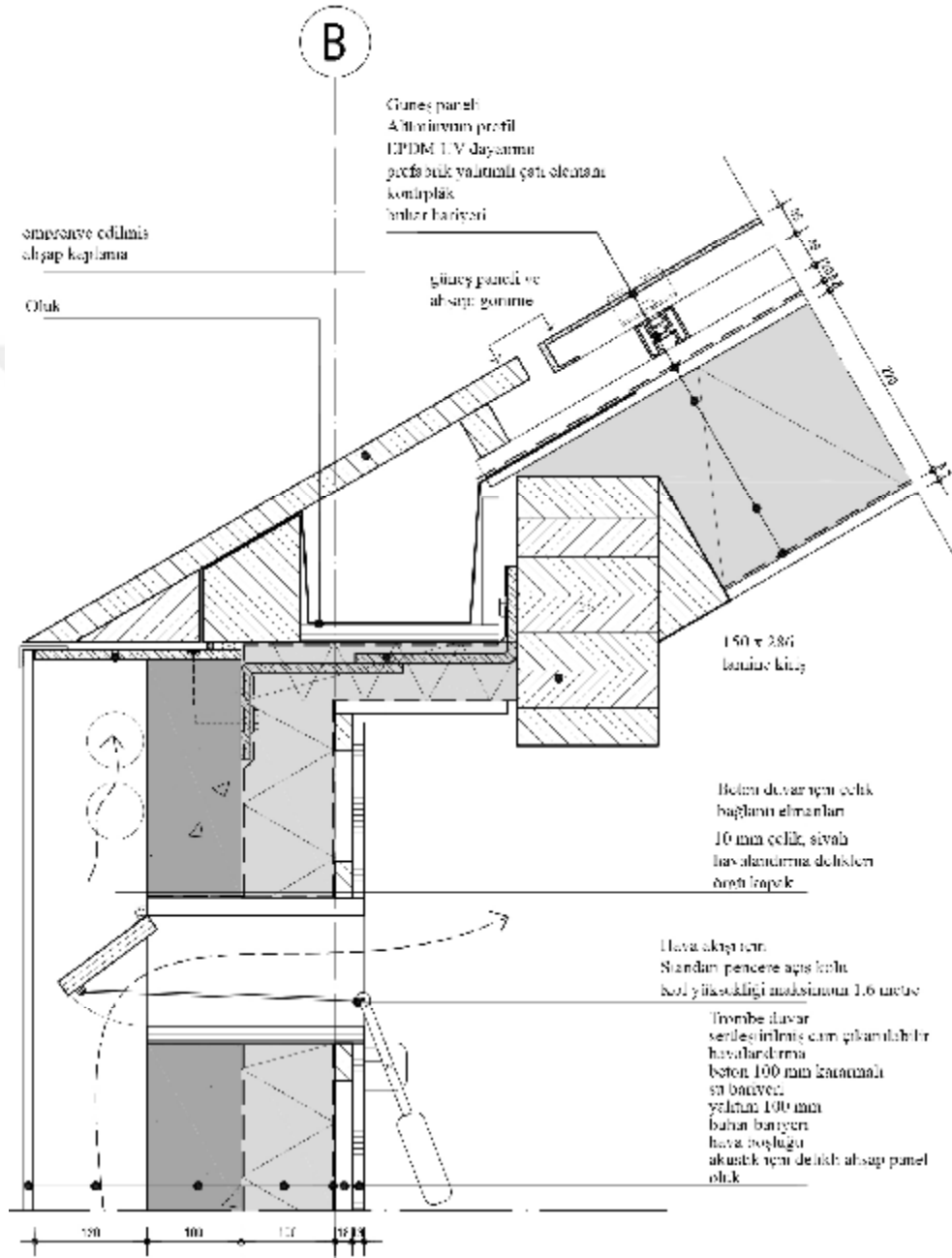
KULLANILAN MALZEMELER		Metal kenet çatı	Paslan- maz çelik ayna	Fin Ahşap Paneli	Poliüre- tan izolasyon	Kanada sedir kaplama	Okalip- tüs	Frake Ahşap Kaplama	Demir	PU Zemin kaplama	Kil sıva	EPDM	Therma fleece	Alaskan Sedir Kaplama	XPS	Cat5 su yalıtım	Intello hava bariyeri	Slicker HP	Fiber çimento kaplama	Kenevir Cephe Kaplama	Kireç esaslı sıva	Hempcre te	Heraklit	Polonya çam Kaplama	PVB interlayer film
1.Malzemenin Niteliği	Geri Dönüştürülebilir Malz.																								
	Doğal Malzeme																								
	Yapay Malzeme																								
	Yerel Malzeme																								
	Çağdaş Malzeme																								
2.Malz. Yaşam Döngüsü Boyumca Enerji Verimliliği	Üretim aşamasında																								
	Uygulama Aşamasında																								
	Kullanım Aşamasında																								
	Geri Dönüşüm Aşamasında																								
3.Ortam Şartlarına Uyum Gösteren Malzemeler	Enerji tüketimini azaltan.																								
	Kullanım ömrünü uzatan																								
	Bakım giderini düşüren																								
	Yapı fiziği nit. iyileştiren																								
	Enerji Dönüşümü Yapan																								
4.Malzemenin İç Konfor Koşullarına Etkisi	Karbon Salınımı Düşük																								
	Sıcaklık Düzenleyici																								
	Nem Dengesini Koruyan																								
	Akustik Konfor																								
Malzemenin Özelliği Gösterme Durumu																									

EK 3. Nyanza Eğitim Merkezi Duvar ve Çatı detayı

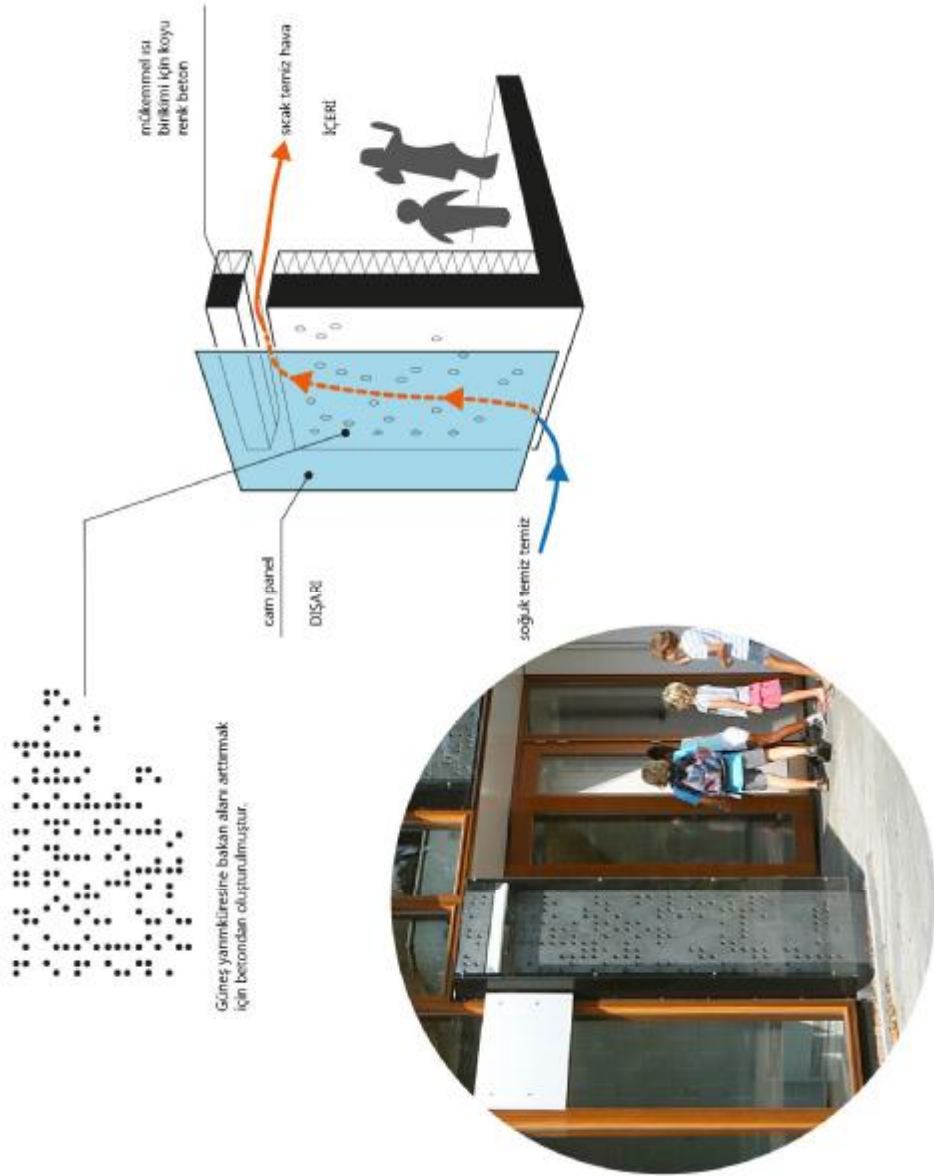


- 1- Sineklik ile havalandırma açma
- 2- Üst üste gelen iki tuğla
- 3- Bitişlerde dikey taşlar
- 4- Çatı iskeleti
- 5- Papirüs kaplama

EK 4. Amsterdam Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi sistem kesiti

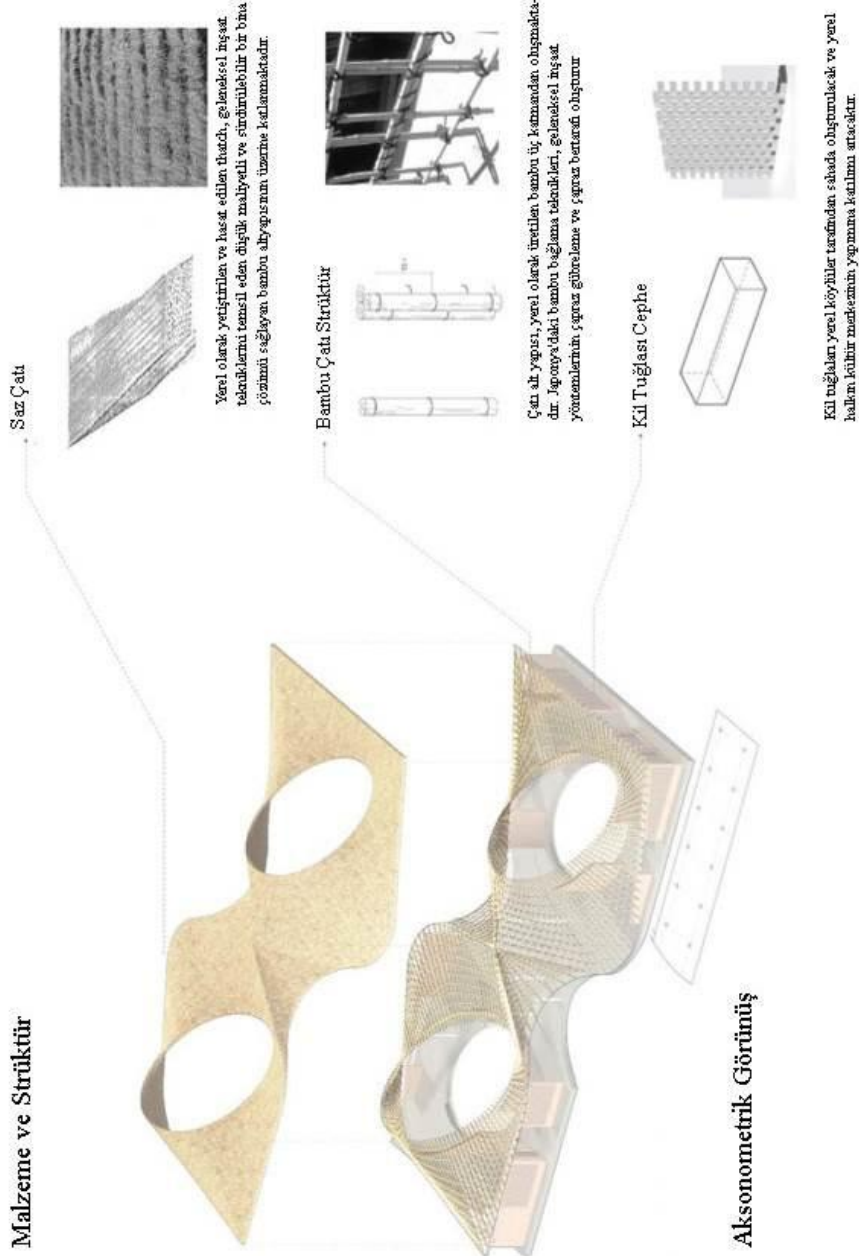


EK 5. Amsterdam Doğa ve Çevre Öğrenme Merkezi trombe duvar detayı



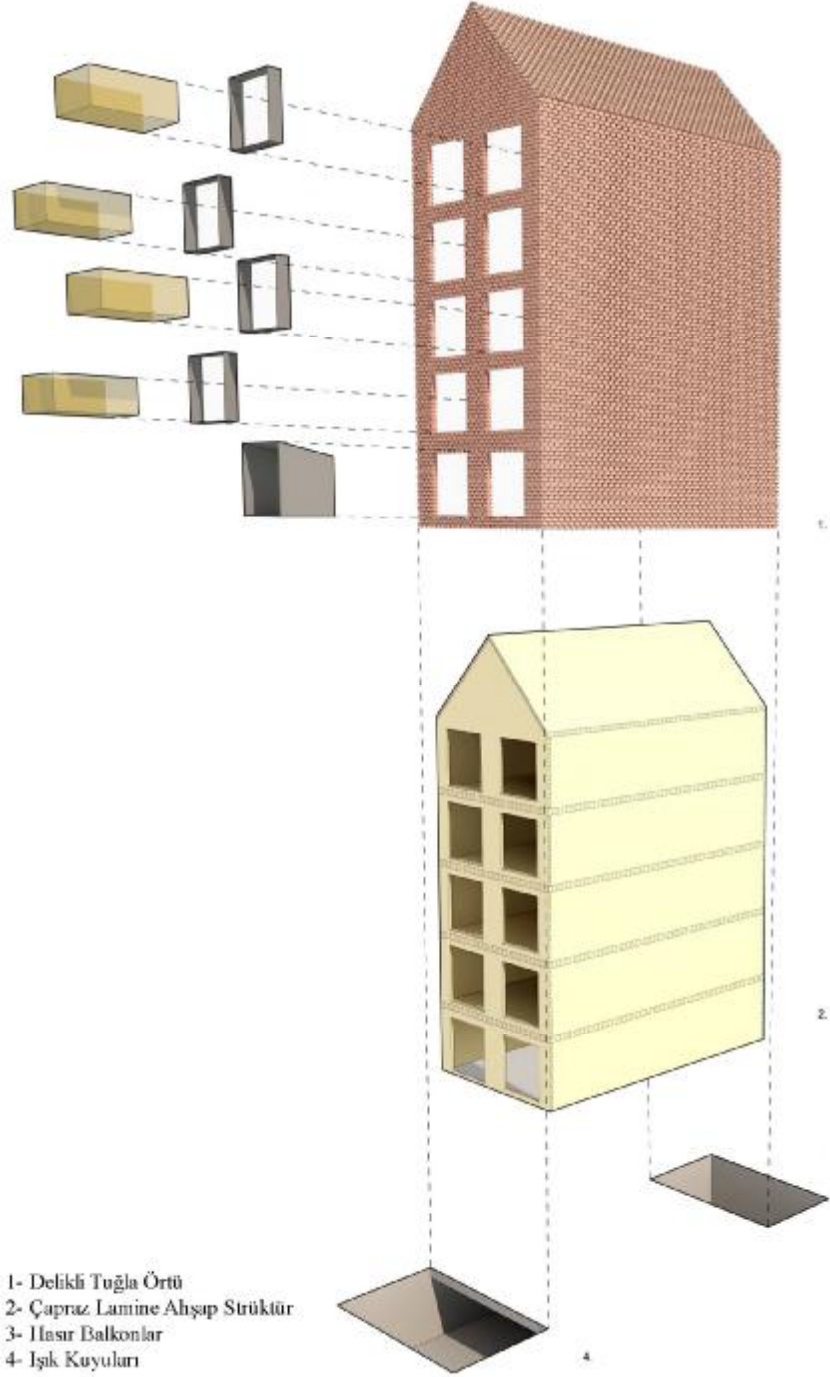
EK 6. Senegal Kùltür Merkezi Malzeme Detayı

Malzeme ve Strùktür

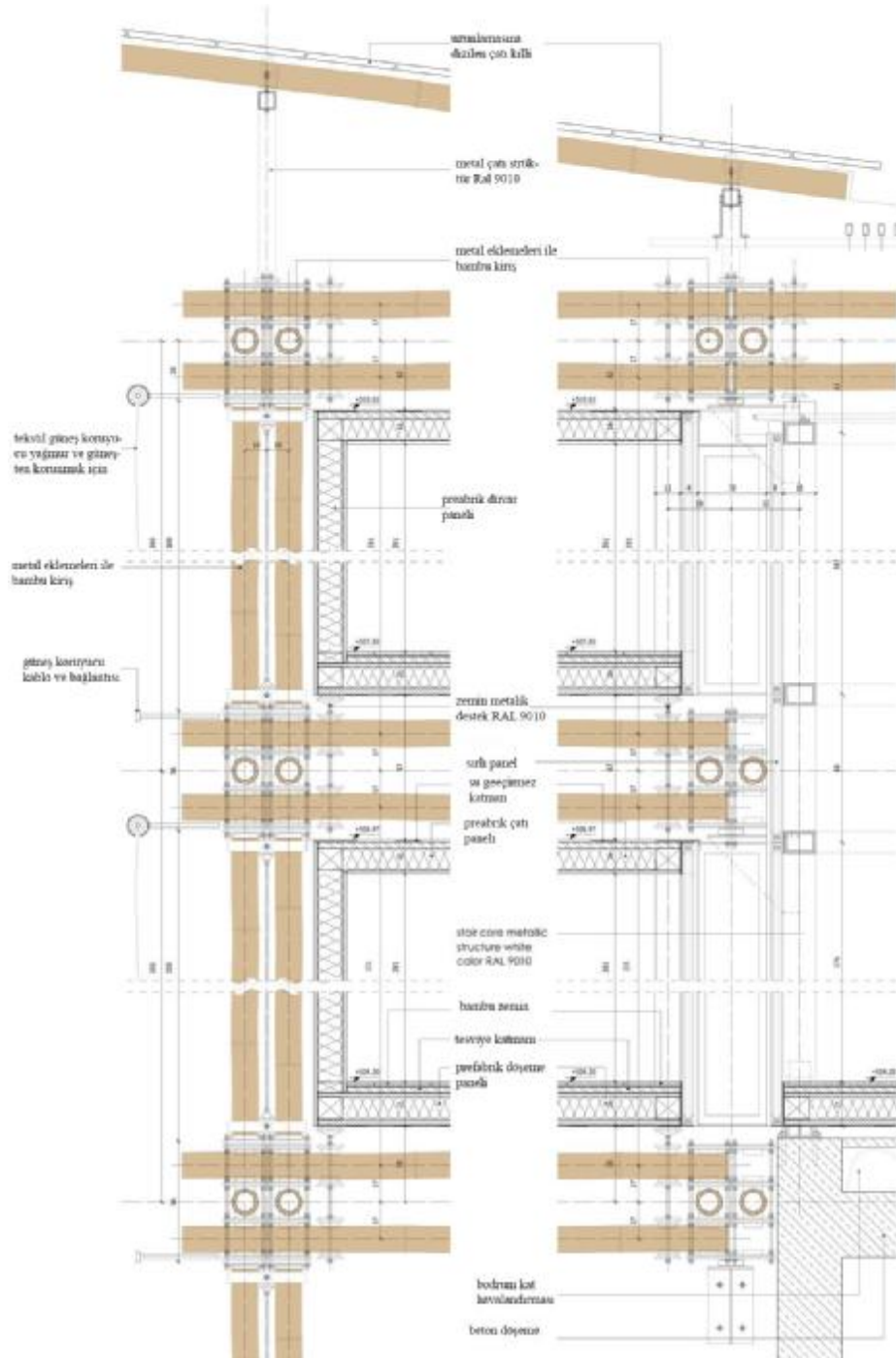


Aksonometrik Görünüş

EK 7. Barretts Grove Apartment Malzeme Detayı



EK 8. Enerji Verimli Bambu Evi Sistem Kesiti



EK 9. Ex Of in House Kesiti

