

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİNİN**  
**VE YENİ YAKLAŞIMLARIN İNCELENMESİ**

**Aslıhan ŞENEL**

**Temmuz, 2010**

**İZMİR**

# **SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİNİN VE YENİ YAKLAŞIMLARIN İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı**

**Aslıhan ŞENEL**

**Temmuz, 2010**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ASLIHAN ŞENEL, tarafından YRD.DOÇ.DR. FAHRİYE HİLAL HALICIOĞLU yönetiminde hazırlanan “SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİNİN VE YENİ YAKLAŞIMLARIN İNCELENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

YRD.DOÇ.DR. FAHRİYE HİLAL HALICIOĞLU

Danışman

Prof.Dr. H. Murat GÜNAYDIN

Doç.Dr. Serdar KALE

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Neslihan GÜZEL

Yrd.Doç.Dr. S. Cengiz YESÜGEY

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle arka planında zorlu ve yoğun bir çalışma sürecini içeren bu tez çalışmasının oluŐmasında bilgi birikimi ve bilimsel deneyimlerinin yanı sıra, göstermiŐ olduğu sabır, özveri ve desteğinden dolayı, değerli tez danıŐmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Fahriye Hilal HALICIOĞLU' na teŐekkürlerimi sunarım. Bunun yanı sıra, tüm eğitim öğretim hayatım boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana katkıda bulunan değerli hocalarıma ve çalıŐmam süresince bana destek olan sevgili arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Her Őeyden önce, her zaman ve her koşulda yanımda olan, hayatımın her aşamasında desteklerini ve bana olan inançlarını daima hissettiğim ve benim için ellerinden geleni yapan başta babam Sıddık ŞENEL' e, annem Zülfüye ŞENEL' e, ablam AyŐegöl Ülkü METİN ve abim OĞuzhan Alper ŞENEL' e ve tüm yakınlarıma teşekkür ederim. Ayrıca, bu dönemde özellikle yaptığı çevirilerle yapılan çalışmaya emeği geçen ve katkı sağlayan niŐanlım M. Ertuğrul SOLMAZ' a içten teŐekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Aslıhan ŞENEL

# SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIM İLKELERİNİN VE YENİ YAKLAŞIMLARIN İNCELENMESİ

## ÖZ

Günümüzde mevcut çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara çözüm olarak ortaya çıkan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramları, çevresel gelişme ve ekonomik gelişmenin bir arada düşünüldüğü yeni bir bakış açısını da beraberinde getirmektedir. Yapılar ve yapı endüstrisindeki yoğun kaynak kullanımı ve enerji tüketimi gibi nedenlerden dolayı, küresel ve yerel ölçekte önemli çevresel sorunlar meydana gelmektedir. Bu bağlamda, mimarlık disiplinde çevreye duyarlı yaklaşımlar ile binalar üreterek, sürdürülebilirliğin sağlanması temel sorumluluklar içinde yerini almaktadır. Son zamanlarda sürdürülebilir bina yapımına yönelik çalışmaların hız kazanmasıyla, binaların yaşam döngüsü süreçlerinde meydana gelecek olası çevresel etkiler önceden belirlenebilmekte, bu doğrultuda henüz projenin tasarım aşamasında alınacak doğru kararlarla bu etkiler azaltılabilmektedir.

Günümüzde yapım sürecinin sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yönlendirilmesi amacıyla ISO, ASTM, ASHRAE gibi köklü standart organizasyonları tarafından bina standartları geliştirilmekte, yazılım tabanlı tasarım araçları ile tasarım aşamasında tasarımcılar yönlendirilebilmekte, çevresel değerlendirme sistemleri ile binaların yıkıcı çevresel etkileri azaltılabilmektedir. Kısacası bina yapımında sürdürülebilirliği sağlayabilmek ve sürdürülebilir bina uygulamalarını yaygınlaştırmak amacıyla geliştirilen bu yaklaşımların, bina tasarım ve yapımında sürdürülebilirlik ilkelerinin hayata geçirilmesinde etkileyici bir güce sahip olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasının hedefi, sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak belirlenen ilkelerin ve geliştirilen yaklaşımların incelenmesi ve bu yaklaşımların değerlendirilmesidir. Tanımlanan hedef doğrultusunda çalışmanın birinci bölümünde; konunun arka planı, hedef ve amaçları, kapsamı ve yöntemi üzerinde

durulmaktadır. İkinci bölümde; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramlarının anlam ve içerikleri belirlenmekte ve tarihsel süreç içerisinde gelişimleri incelenmektedir. Yapı endüstrisinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri araştırılmakta ve sürdürülebilir gelişme ile ilişkisi belirlenmektedir. Üçüncü bölümde sürdürülebilir gelişme kavramının binanın yapım sürecinde ele alınmasına yönelik olarak sürdürülebilir mimari ve yapım ilkeleri ve stratejileri ele alınmaktadır. Bu bölümde ayrıca, yurtdışında ve ülkemizde yer alan mevcut sürdürülebilir binalardan örnekler verilmektedir. Dördüncü bölümde; sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımlar detaylı şekilde incelenmekte ve karşılaştırmalı bir biçimde değerlendirilmektedir. Son olarak beşinci bölümde; çalışmada elde edilen bulguların yer aldığı sonuçlar açıklanmakta ve geleceğe yönelik önerilerde bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir mimari, sürdürülebilir yapım, yaşam döngüsü değerlendirme araçları, çevresel performans değerlendirme sistemleri

# **THE EXAMINATION OF SUSTAINABLE BUILDING CONSTRUCTION PRINCIPLES AND NEW APPROACHES**

## **ABSTRACT**

Sustainability and Sustainable Development, which are key concepts that are derived to be a solution to environmental, economical, and social issues, brings a new approach to the table where environmental and economical developments are dependent on each other. Due to structures and intensive usage of resources and energy consumption in building industry, more environmental issues are occurring. Architects are responsible for designing environmentally sensitive buildings in order to maintain sustainability. The fast pace in sustainable building construction forces us to estimate environmental affects that can be assessed in the beginning phase of the project.

In order to meet needs of the sustainability, there are standards developed by well-known organizations such as ISO, ASTM, ASHRAE. There are also softwares that help the designer in the initial design stage, and environmental assessment tools to estimate the destructive affects of buildings. In other words, the tools and standards developed for sustainability are thought to be very useful to implement sustainable building ideas.

The purpose of this research is to explore the ideas and approaches developed towards sustainable building construction. In the first part of the thesis, we give the background information on the aim, scope and methods of sustainable buildings. The second part deals with the philosophy of sustainability and sustainable development, and gives historical information on both ideas. It also provides the in-depth analysis of the effects of construction industry on environment, economy, and society and their relationship. We present the strategies and principles in designing sustainable structures as well as the sustainable building examples in Turkey and around the world in the third part. The fourth part of the thesis surveys the approaches to sustainable building construction, and compares the advantages and disadvantages.

We provide the results of the investigated works and propose new ideas for future use in the last part of the thesis.

**Keywords:** Sustainability, sustainable architecture, sustainable construction, life cycle assessment tools, environmental performance assessment systems.



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT .....	vi
<b>BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Araştırmanın Arka Planı.....	1
1.2 Problemin Tanımlanması .....	5
1.3 Araştırmanın Hedef ve Amaçları .....	7
1.4 Araştırmanın Kapsam ve Yöntemi .....	7
<b>BÖLÜM İKİ- SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TANIMLANMASI VE GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ .....</b>	<b>10</b>
2.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Tanımlanması .....	11
2.2 Sürdürülebilir Gelişme ve İlkeleri .....	14
2.2.1 Sürdürülebilir Gelişmenin Tarihsel Süreç İçerisinde İncelenmesi .....	14
2.2.2 Sürdürülebilir Gelişmenin Boyutları .....	25
2.2.2.1 Çevresel Sürdürülebilirlik.....	27
2.2.2.2 Ekonomik Sürdürülebilirlik .....	27
2.2.2.3 Sosyal Sürdürülebilirlik .....	29
2.2.3 Sürdürülebilir Gelişmenin İlkeleri .....	30
2.3 Yapı Endüstrisinin Sürdürülebilir Gelişmeye Etkisi .....	39

## **BÖLÜM ÜÇ-SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ VE YAPIM..... 43**

3.1 Sürdürülebilir Mimari.....	43
3.1.1 Sürdürülebilir Mimari Kavramı.....	43
3.1.2 Sürdürülebilir Mimaride İlkeler, Geliştirilen Stratejiler ve Yöntemler	46
3.1.2.1 Kaynakların Korunumu İlkesi.....	48
3.1.2.1.1 Enerjinin Korunumu.....	51
3.1.2.1.2 Suyun Korunumu .....	57
3.1.2.1.3 Malzemenin Korunumu.....	59
3.1.2.2 Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi.....	61
3.1.2.2.1 Yapı Öncesi Evre .....	65
3.1.2.2.2 Yapı Evresi.....	67
3.1.2.2.3 Yapı Sonrası Evre .....	69
3.1.2.3 İnsan İçin Tasarım İlkesi.....	71
3.1.2.3.1 Doğal Ortamların Korunumu .....	73
3.1.2.3.2 Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması .....	76
3.1.2.3.3 İnsan Konforu İçin Tasarım .....	77
3.2 Sürdürülebilir Yapım.....	80
3.2.1 Sürdürülebilir Yapım Kavramı .....	80
3.2.2 Sürdürülebilir Yapım İçin Geliştirilen Model ve Sürdürülebilir Yapım	
İlkeleri .....	83
3.2.2.1 Yaşam Döngüsü Yaklaşımı ve Sürdürülebilir Yapım Süreci .....	85
3.2.2.2 Kaynaklar .....	88
3.2.2.3 Sürdürülebilir Yapım İlkeleri.....	90
3.3 Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari ve Yapım Uygulamaları .....	91
3.4 Bina Örneklerinde Sürdürülebilirliğin İncelenmesi .....	92

<b>BÖLÜM DÖRT – SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR</b> .....	<b>130</b>
4.1 Sürdürülebilir Bina Standartları .....	132
4.1.1 International Organization for Standardization – ISO (Uluslar arası Standart Organizasyonu).....	134
4.1.2 American Society for Testing and Materials – ASTM (Amerikan Test Etme ve Ürünler Topluluğu) .....	135
4.1.3 American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers – ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu).....	137
4.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme –YDD (Life Cycle Assessment-LCA) Yöntemi ve Geliştirilen Modeller.....	138
4.2.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD Yöntemi Tanımı ve Gelişimi	140
4.2.1.1 YDD Yönteminin Çerçevesi (Bileşenleri).....	146
4.2.1.1.1 Amaç ve Kapsam Tanımı.....	147
4.2.1.1.2 Yaşam Döngüsü Envanter Analizi .....	148
4.2.1.1.3 Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi .....	148
4.2.1.1.4 Yaşam Döngüsü Yorumu .....	150
4.2.1.2 Yapım Endüstrisinde Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Kullanımı .....	150
4.2.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme-YDD Yöntemine Yönelik Geliştirilen Modeller ve Sınıflandırması .....	158
4.2.2.1 Birinci Düzey- Yapı Ürünlerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Araçlar ve Bilgi Kaynakları .....	165
4.2.2.1.1 BEES Modeli.....	165
4.2.2.1.2 GaBi Modeli .....	175

4.2.2.2 İkinci Düzey – Tüm Bina Karar Destek Araçları (Tasarım Araçları).....	182
4.2.2.2.1 ATHENA Modeli.....	183
4.2.2.2.2 ENVEST Modeli.....	193
4.2.2.3 Üçüncü Düzey – Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi.....	202
4.2.2.3.1 BREEAM Modeli.....	203
4.2.2.3.2 LEED Modeli.....	209
4.2.2.3.3 SBTool Modeli.....	215
4.2.2.3.4 CASBEE Modeli.....	231
4.3 Yaşam Döngüsü Maliyeti – YDM (Life Cycle Cost) Yöntemi ve Sürdürülebilir Bina Yapımı İçin Önemi.....	245
4.4 Sürdürülebilir Bina Yapımına Yönelik Olarak İncelenen Yaklaşımların Değerlendirilmesi.....	249
<b>BÖLÜM BEŞ-SONUÇLAR .....</b>	<b>266</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>279</b>

# BÖLÜM BİR

## GİRİŞ

### 1.1 Araştırmanın Arka Planı

Endüstri Devrimi'yle başlayan teknolojik gelişmeler ve devamında II. dünya savaşı sonrası meydana gelen oluşumlar ile gelişen süreçte dünyamız, doğal çevrenin korunmasını dikkate almayan ve doğaya egemen olma anlayışını benimseyen gelişme politikalarının uygulanması sonucunda, küresel ve yerel çevre kaygılarının ciddi boyutta yaşandığı bir yer haline dönüşmüştür. Endüstri devrimiyle yerel ölçekte etkisi hissedilen çevresel sorunlar, II. Dünya savaşı sonrası meydana gelen hızlı ekonomik gelişme planları, kentlerdeki hızlı nüfus artışı ve bu artışı karşılamaya yönelik olarak gelişen plansız ve altyapısız kentleşme ile küresel bir boyut kazanmıştır. Bu süreç ile başlayan ve son yıllarda etkisi daha çok hissedilen, sera gazı salınımlarının artması ile meydana gelen küresel ısınma problemi, ozon tabakasının incilmesi, kişi başına düşen enerji ihtiyacının artması ile meydana gelen enerji krizi, doğal kaynakların sınırsızca ve bilinçsizce tüketilmesi, fosil kökenli enerji kaynaklarının yoğun kullanımı, biyoçeşitliliğin azalması gibi çevresel sorunların giderek büyük boyutlara ulaşması ile çevresel yöntemlerin araştırılması ve bu yöndeki uygulamalar hız kazanmıştır.

Mevcut gelişme modelinin neden olduğu tüm bu olumsuz gelişmeler ve kamuoyunda oluşan geleceğe yönelik kaygılar yeni bir kalkınma modeline temel oluşturmuştur. Bu doğrultuda geliştirilmeye başlanan çözüm alternatifleri ile birlikte ortaya çıkan “sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir gelişme” kavramları zamanla geliştirilerek benimsenen bir değere dönüşmüştür. Ekonomik büyüme ve insanların refah düzeylerinin yükseltilmesi adına atılacak adımların çevreyi yok saymadan, çevre ile bütünleşmiş bir bakış açısıyla ele alınması düşüncesini özünde barındıran sürdürülebilir gelişme hareketi tarihsel süreç içerisinde ilk olarak 1972 yılında Stockholm’ de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansında gündeme gelmiş daha sonra 1987 yılında yayımlanan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu, 1992 yılındaki Rio Konferansı, 2002 yılında gerçekleşen

Johannesburg zirvesi gibi bir dizi uluslararası toplantıda tartışılarak geliştirilmiştir. 1987 yılında yayımlanan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporunda tanımlandığı şekliyle kavram “çevresel gelişme”, “ekonomik gelişme” ve “sosyal ve kültürel gelişme” kavramlarını ortak bir payda da birleştirmeyi hedefleyen yeni bir ekonomik gelişme modelini işaret etmektedir.

Doğrudan doğal ve yapılı çevreyi işaret eden bu kavramların, mimarlık ve yapı alanındaki yansımaları “sürdürülebilir mimari”, “sürdürülebilir yapım” gibi anlayışların gelişmesiyle sonuçlanmıştır. Ülke ekonomilerinde önemli bir paya sahip olan yapı endüstrisi ekonomik boyutuyla olduğu kadar yapının üretimi, kullanımı ve kullanım sonrası aşamalarında meydana gelen etkileri tanımlayan çevresel boyutuyla da büyük öneme sahiptir. Yapı üretiminin daha ilk evrelerinde yapı alanına yapılan müdahaleler ile başlayan çevresel etkiler, yapının yapım, kullanım ve kullanım sonrası evrelerindeki yoğun kaynak ve enerji tüketimi, meydana gelen atık oluşumu ile etkilere devam etmektedir. Yapılardan ve yapı endüstrisindeki faaliyetlerden kaynaklanan tüm bu sorunlara çözüm arayışları “sürdürülebilir mimari ve yapım” kavramlarının konusunu oluşturmaktadır. Sürdürülebilir mimari ve yapım yaklaşımları, henüz tasarım aşamasında yapıların belli bir süre ve kalitede belli maliyetle üretilmesini hedeflemenin yanı sıra, bu yapıların çevreye duyarlı, az enerji tüketen ve bunun yanı sıra kendi enerjisini üretebilen, çevreyi kirletmeyen ve kullanıcılarının yaşam kalitesini yükselten yapılar olmasını da hedeflemektedir.

Bu süreçte ortaya çıkan ve yaygın olarak kullanılan “sürdürülebilir yapım” kavramı, projenin planlanma ve tasarım evrelerinden başlayarak, hammaddelerin elde edilmesi, yapı ürünlerinin üretilmesi ve yapı alanına ulaştırılması, yapının inşa edilmesi, kullanımı ve kullanım sırasında meydana gelen bakım/onarım faaliyetleri, faydalı ömrü sona eren yapının yıkımı ve sonuçta çıkan atıkların yönetimi gibi birçok evreyi kapsayan yapının yaşam döngüsü boyunca, alınacak kararlarda ve gerçekleştirilecek uygulamalarda sürdürülebilirlik ilkelerinin uygulanmasını ifade etmektedir. Sürdürülebilir gelişme hedefine ulaşmada önemli bir adım olarak görülen sürdürülebilir yapım kavramının öneminin daha çok anlaşılmasıyla bu alanda yapılan çalışmalar da ivme kazanmıştır.

Sürdürülebilir yapım' a yönelik çalışmalar ilk olarak 1996 yılında İstanbul' da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Konferansının sonucunda yayımlanan Habitat II Gündeminde ele alınmıştır. Gündemde yapı endüstrisinin neden olduğu çevresel etkiler belirtilmiş ve sürdürülebilir yapım' ın ülkelerin sosyo-ekonomik gelişmelerindeki önemine vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda sürdürülebilir yapım konusunda ciddi çalışmalar yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. 1997 yılında Türkiye' nin de aralarında bulunduğu birçok ülke tarafından imzalanan “Kyoto Protokolü” doğrultusunda ülkeler küresel ısınmayla mücadele etmek ve sera gazı salınımlarını azaltmak için ciddi hedefler ortaya koymaya başlamışlardır. Bu hedef doğrultusunda konuyla bağlantısı düşünüldüğünde ilk uygulamalar yapı endüstrisinde hayata geçirilmeye başlamıştır.

Konunun öneminin anlaşılmasında bir önemli katkı da Bina ve Yapımda Uluslararası Araştırma ve Yenilik Birliği (CIB) tarafından 1999 yılında hazırlanan “Agenda 21 on Sustainable Construction – Sürdürülebilir Yapım için Gündem 21” raporu ile olmuştur. Bu raporda sürdürülebilir gelişme ve yapı endüstrisi arasındaki ilişki açık bir şekilde ortaya konmakta ve bu konuda AR-GE çalışmalarına zemin hazırlamaktadır. 2002 yılında yine CIB' nin UNEP Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Uluslararası Çevre Teknolojileri Merkezi (IETC) ile ortak hazırladıkları “Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – Gelişmekte Olan Ülkelerde Sürdürülebilir Yapım için Gündem 21” adlı rapor bu konuda hazırlanmış ve yapılacak çalışmalara temel oluşturan ikinci önemli rapordur. CIB, UNEP, IETC gibi ciddi kuruluşların yoğun çalışmaları ile konuya yönelik büyük kamuoyu oluşmuştur.

Bu kurumların yanı sıra özellikle Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından çevresel yönetim sistemine yönelik yapılan çalışmalar ve geliştirilen standartlar, ASTM, ASHRAE gibi kuruluşların benzer çalışmaları ile yapım faaliyetleri çevresel konular dikkate alınarak düzenlenmeye çalışılmakta ve belirli standartlar çerçevesinde yapım uygulamalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Ülkeler düzeyinde mevcut durumu değerlendirecek olursak, özellikle Amerika, İngiltere, Japonya gibi gelişmiş ülkelerde ve birçok Avrupa ülkesinde sürdürülebilir

bina tasarım ve yapımına yönelik çok sayıda çalışma yapıldığı, yapıların ve yapım faaliyetlerinin yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevresel etkilerinin belirlenmesiyle, bu etkilerinin azaltılmasına yönelik yaklaşımlar geliştirilmeye başlanmıştır. Kısacası bu ülkelerde yapıların sürdürülebilirliklerini değerlendirmeye ve ölçmeye yönelik birçok değerlendirme sistemi, standart ve yönetmeliklerin geliştirildiği gözlemlenmektedir. Bu gelişmeler, sürdürülebilir yapım kavramının uygulamaya geçirilmesi yönünde çalışmaların yoğunlaştığını, konunun birçok ülkede önemli bir gündem maddesi haline geldiğini ve konu üzerinde bugün gelinen noktayı göstermektedir.

Ülkemizde ise, son dönemde konunun öneminin daha çok anlaşıldığı ama henüz çalışmaların yeterli düzeye ulaşmadığı görülmektedir. Genel bir bakış açısıyla ülkemizde yapı endüstrisinde, yapıların sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik planlama ve tasarıma gereken önemin verilmediği, kanun ve yönetmeliklerde yeterli düzenlemelerin yapılmadığı ve konuya ilişkin ciddi bir kamuoyunun oluşmadığı görülmektedir. Konuya yönelik ilk adım, Çevre Bakanlığı tarafından düzenlenen kanun ve yönetmelikler ve uygulamaya konulan Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporudur. Bu alanda yapılan son dönemdeki en önemli gelişme ise, 2008 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğidir. TSE, TÜBİTAK, Çevre Bakanlığı, Mimarlar Odası, ÇEDBİK gibi birçok kamu kuruluşu ve sivil toplum örgütü bu konuda çeşitli çalışmalar yapmaktadır. Çok geniş ve detaylı bir araştırma gerektiren sürdürülebilir yapım konusuyla ilgili olarak üniversitelerde gerçekleştirilen akademik düzeydeki çalışmalarda da büyük artış gözlenmektedir. Yapılan tüm çalışmaların konunun öneminin anlaşılmasına katkı sağladığı düşünülmektedir.

Yapılan araştırmalar doğrultusunda sürdürülebilir yapım konusunun önemi anlaşılmiş ve bu konudaki çalışmaların son zamanlarda artmasına rağmen henüz yeterli düzeye ulaşmadığı görülmüştür. Bu noktadan hareketle sürdürülebilir yapım ile ilgili olarak yapılan bu tez çalışmasının ilgili kurumlar tarafından konuyla ilgili yapılacak çalışmalara referans olacağı, hazırlanacak yasa ve yönetmeliklere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 1.2 Problemin Tanımlanması

Endüstri devrimiyle başlayan hızlı ekonomik ve kültürel yapılanma sonucunda ulaşılan ileri teknoloji ile insanlar istek ve ihtiyaçları doğrultusunda doğa ve çevreyi göz ardı ederek yapılı çevreler oluşturma çabası içerisinde girmişlerdir. Hızlı ve kontrolsüz nüfus artışı ve endüstrileşmeye bağlı olarak gelişen hızlı kentleşme ve yapılaşma, yeşil alanların giderek azalması, kişi başına düşen enerji ihtiyacının artması, doğal kaynakların sınırsızca ve bilinçsizce tüketilmesi, fosil kökenli enerji kaynaklarının yoğun kullanımı ile; bunun sonucunda oluşan ve küresel boyutta bir sorun haline dönüşen küresel ısınma problemi vb. bir dizi olay ile dünyamız bugün, birçok ekolojik sorun ile karşı karşıyadır. Dünyanın birçok bölgesinde benzer şekilde ortaya çıkan çevre sorunlarının temelinde kaynak tüketimi ve doğal çevre arasındaki dengesizlik yatmaktadır. İnsanlığın geleceği açısından potansiyel tehlike olan bu sorunların çözümü için, en genel anlamda ekonomik gelişmeyi yadsımayan ancak küresel çevreyi de tehdit etmeyen çevre ve enerji politikalarının benimsenmesi gerektiğini işaret eden “sürdürülebilirlik” ve “sürdürülebilir gelişme” kavramları gündeme gelmiştir. Toplumların gelecek yüzyıllarda var olabilmelerini amaçlayan anahtar bir kelime olarak ele alınan sürdürülebilir gelişmenin hedefi, doğal ve yapılı çevrenin korunumu, aynı zamanda insanların ve kaynakların sürekliliğini de sağlamaktır. Sürdürülebilir gelişme günümüzde toplumu ve çevreyi etkileyen her alanda, her disiplinde dikkate alınan temel ve ortak bir hedef haline gelmiştir.

Yapılı çevrenin şekillenmesinde önemli payı olan yapılar ve yapı endüstrisindeki uygulamaların çevresel sorunlara doğrudan ya da dolaylı olarak katkıda bulunduğu açıktır. World Watch Institute tarafından yapılan bir araştırmaya göre yapılar dünya ormanlarının 1/4'ünü, içme suyunun 1/6'sını, malzemenin 2/5'ini tüketmekte ve malzemelerin kaynaklarından çıkarılması, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması sırasında harcanan enerji dışında, yapı endüstrisinde kullanılan enerji miktarı dünyadaki yıllık enerji tüketimi toplamının % 40'ını oluşturmaktadır. Bu bağlamda özellikle yoğun kaynak kullanımları, enerji tüketimi ve çevre kirliliğindeki etkin rolü nedeniyle yapılar ve yapı endüstrisindeki uygulamalar sürdürülebilir gelişme hedefine varabilmede stratejik öneme sahiptir. Bu aşamada ortaya çıkan

“sürdürülebilir yapım” kavramı ile bütünsel bir bakış açısıyla yapılar ve yapı endüstrisindeki uygulamalar ile sürdürülebilirlik stratejilerinin örtüşmesi hedeflenmektedir.

Sürdürülebilir yapım kavramı ile yaygın kanının aksine sadece inşaat faaliyetlerini kapsayan süreçten bahsedilmemektedir. Kavram, projenin planlama ve tasarım sürecinden başlayarak, yapının gerçekleştirilmesi, kullanımı, bakım-onarım faaliyetleri, faydalı ömrünün sona ermesiyle geridönüştürme veya yıkım süreçlerini içeren yapı yaşam döngüsü evrelerinde sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda kararlar alınmasını ifade etmektedir. Bunun için henüz kavramsal tasarım aşamasında yer seçiminden başlayarak, tasarımın oluşması, malzeme seçimi, yapım yönteminin belirlenmesi, servis sistemlerinin seçilmesi gibi konularda sürdürülebilirliğin gerekleri doğrultusunda kararlar alınmalıdır. Bu durumun gerçekleşmesi için öncelikle projede görev alan tüm paydaşların sürdürülebilirlik konusunda bilgi sahibi olması ve henüz projenin planlama ve tasarım aşamasında iş birliği içinde ortak kararlar almaları gerekmektedir. Karar verme sürecinde ise, konuyla ilgili çevresel standartlara, yönetmeliklere, bilgi teknolojilerine ihtiyaç vardır. Ancak bu koşullarda sürdürülebilir yapım kavramı teoriden uygulamaya aktarılabilir ve etkin şekilde uygulamaları yönlendirebilir.

Son zamanlarda sürdürülebilir yapım ile ilgili önemli çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle yönetimlerin desteğiyle yapı endüstrisinin sosyal sorumluluk anlayışı gelişmekte ve binaların çevre dostu kriterlere göre tasarlanması ve inşa edilmesi yaygınlık kazanmaktadır. Farklı kişi ve kurumlar tarafından tanımlanan sürdürülebilir yapım kavramı ve bu doğrultuda geliştirilen sürdürülebilir yapım ilkeleri ise, konunun kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Geliştirilen bu ilkelerin yapım endüstrisindeki uygulamaları yönlendirmesi çok önemlidir. Bunun için öncelikle kavramın ve ilkelerinin doğru ve açık bir biçimde tanımlanması ve bu alanda yapılan uygulamaların bütüncül bir bakış açısıyla ortaya konulması gerektiği düşünülmektedir.

Günümüzde sürdürülebilir yapım konusunda gerek yönetimler gerekse akademik düzeyde yapılan çalışmaların yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir yapıma yönelik belirlenen ilkelerin ve geliştirilen yaklaşımların yeterli düzeyde araştırılması gereği ortaya çıkmaktadır.

### **1.3 Araştırmanın Hedef ve Amaçları**

Bu tez çalışmasının hedefi, sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak belirlenen ilkelerin ve geliştirilen yaklaşımların incelenmesi ve bu yaklaşımların değerlendirilmesidir. Çalışmanın tanımlanan hedef doğrultusunda belirlenen amaçları ise şunlardır:

- Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramlarının anlam ve içeriklerinin belirlenmesi ve tarihsel süreç içerisinde gelişmelerinin incelenmesi,
- Yapı endüstrisinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerinin araştırılması ve sürdürülebilir gelişme ile ilişkisinin incelenmesi,
- Sürdürülebilir gelişme kavramının binanın yapım sürecinde ele alınmasına yönelik olarak “sürdürülebilir mimari ve yapım” ilkelerinin ve stratejilerinin incelenmesi,
- Dünyada ve Türkiye’ de bulunan mevcut sürdürülebilir bina örneklerinin incelenmesi,
- Sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen yaklaşımların incelenmesi,
- Sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımların değerlendirilmesi ve yorumlanması.

### **1.4 Araştırmanın Kapsamı ve Yöntemi**

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramları farklı tanımları olan ve birçok disiplininin odaklandığı bir araştırma alanıdır. Genel tanımları yapılan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramlarının tarihsel gelişim sürecinde önemli olduğu saptanan belli tarihsel noktalar, konunun anlaşılmasına katkı sağlayacağı düşüncesiyle detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapı endüstrisindeki uygulamaların çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri ve sürdürülebilir gelişme

hedefleri arakesitinde gelişen Sürdürülebilir mimari ve Yapım kavramları ve geliştirilen ilkeler şemalar ve tablolarla desteklenerek anlatılmaktadır. Bu uygulamaların dünyada ve Türkiye’ de kabul görmüş mevcut sürdürülebilir bina örnekleri üzerinden incelenmesi ile konunun anlaşılmasına olumlu katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma, kapsam, hedef ve amaçları doğrultusunda literatür incelemesine dayalı bir yöntemle oluşturulmuştur. Sürdürülebilir bina yapımı ile ilgili olarak yurtiçi ve yurtdışında mevcut kurum ve kuruluşların çalışmaları incelenmiş ve gerçekleştirilen uygulamaların değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle Türkiye’ de ve dünyada sürdürülebilirlik ve yapı endüstrisi, sürdürülebilir mimari, sürdürülebilir tasarım ve yapım ile ilgili literatürde yer alan bilimsel yayınlar taranmıştır. Daha önce yapılmış tez çalışmaları, makaleler, yayımlanmış kitaplar, veritabanları ve internet kaynaklarından elde edilen bilgiler tezin genel anlamda teorik bilgileri kapsayan kısmını oluşturmuştur. Ayrıca, sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımlar irdelendiğinde bu yaklaşımların standart, yazılım ve kontrol listesi olmak üzere üç farklı türde olduğu görülmüştür. Özellikle yazılım tabanlı değerlendirme araçlarının (yaklaşımların) internet ortamından elde edilen deneme sürümlerine erişilerek detaylı bilgilenme sağlanmıştır.

Bölüm 1’ de konunun arka planı, hedef ve amaçları, kapsamı ve yöntemi üzerinde durulmaktadır.

Bölüm 2’ de öncelikle sürdürülebilirlik kavramı tanımlanmakta, kavramın gelişme modeline dönüşmesiyle gündeme gelen sürdürülebilir gelişmenin, tarihsel süreç içerisinde incelenmesi ve çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla detaylı tanımlaması yapılmaktadır. Bu doğrultuda tüm boyutlarıyla tanımlanan sürdürülebilir gelişme kavramının ilkeleri aktarılmaktadır. Bu bölümde son olarak, yapı endüstrisinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri incelenmekte, bu doğrultuda sürdürülebilir gelişmeye etkisi belirlenmektedir.

Bölüm 3’ te ilk olarak sürdürülebilir mimari kavramı açıklanmaktadır. Bu doğrultuda “kaynakların korunumu”, “yaşam döngüsü tasarımı” ve “insan için tasarım” olmak üzere üç ayrı başlıkta ele alınan sürdürülebilir mimaride ilkeler ve

uygulamaya yönelik geliştirilen strateji ve yöntemler tablo ve şekillerle detaylı incelenmektedir. Daha sonra ise, sürdürülebilir yapım kavramı, kavrama yönelik geliştirilen model açıklanmaktadır. Bu doğrultuda çeşitli kişi ve kurumlar tarafından geliştirilen sürdürülebilir yapım ilkeleri aktarılmaktadır. Son olarak Türkiye’ de sürdürülebilir mimari ve yapım uygulamaları araştırılmakta ve yurtdışından ve ülkemizden sürdürülebilir bina örnekleri incelenmektedir.

Bölüm 4’ te sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımlar; bina standartları, Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) Yöntemi ve yöneme yönelik geliştirilen modeller ve Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDM) olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir. Bina standartları başlığı altında ISO, ASTM ve ASHRAE gibi önemli standart organizasyonlarının konuya ilişkin çalışmaları ele alınmaktadır. İkinci olarak, YDD yönteminin açıklanması ve üç farklı düzeyde ele alınan YDD modellerinin (BEES, GaBi, Envest, ATHENA LEED, BREEAM vb.) detaylı incelenmesi yapılmaktadır. Üçüncü olarak YDM yöntemi açıklanmakta ve sürdürülebilir yapım için önemi aktarılmaktadır. Bu bölümde son olarak, sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak incelenen yaklaşımların değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Bölüm 5’ te, tanımlanan hedef ve amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmada elde edilen bulguların yer aldığı sonuçlar açıklanmakta ve yapılan genel bir değerlendirme ile geleceğe yönelik önerilerde bulunmaktadır.

## BÖLÜM İKİ

### SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMININ TANIMLANMASI VE GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Bu tez kapsamında ele alınan amaç ve hedeflere yönelik olarak, konunun daha iyi anlaşılması açısından, belirli kavramların öncelikli olarak tanımlanması ihtiyacı doğmuştur. Bu amaç doğrultusunda bu bölümde öncelikle, yapılan literatür taraması sonucunda elde edilen konuyla ilgili kavramlar (çevre ve kalkınma sorunları, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma, ve sürdürülebilir kalkınma modeli) üzerinde durulacaktır.

Çevre sorunlarının tüm dünyada önemli bir gündem oluşturmaya başladığı 20. yüzyıldan itibaren, insanlığın geleceği için önemli bir sürecin başladığı, bilinen bir gerçektir. Hızlı ve kontrolsüz nüfus artışı ve endüstrileşmeye bağlı olarak gelişen hızlı kentleşme ve yapılaşma, yeşil alanların giderek azalması, kişi başına düşen enerji ihtiyacının artması, doğal kaynakların sınırsızca ve bilinçsizce tüketilmesi, fosil kökenli enerji kaynaklarının yoğun kullanımı ile; bunun sonucunda oluşan ve küresel boyutta bir sorun haline dönüşen sera gazı salınımlarının artması, küresel ısınma problemi, ozon tabakasının aşınması vb. bir dizi olay ile dünyamız bugün, birçok ekolojik sorun ile yüzleşmektedir. İnsanların yaşam düzeylerini sınırsız bir şekilde sürekli olarak yükseltme isteğiyle, sınırsız üretim politikasının neden olduğu üretim-tüketim arasındaki dengesizlik, doğal kaynakların aşırı tüketimine neden olarak, canlıların yaşam temellerini yok etme eksenli günümüz mevcut ekonomik kalkınma modeline dönüşmüştür. Bu kalkınma modeli, sebep olduğu çevresel sorunlar ile toplumsal refahı azaltmış ve azaltmaya devam etmekte, sosyal yaşam düzeyini olabildiğince düşürmektedir.

İşte bu aşamada insanlar, sürdürülebilir yüksek bir yaşam düzeyi için doğal kaynaklardan nasıl yararlanmak gerektiğine ait çareler aramaya başlamış, çevre ve ekolojiyi tehdit eden bu sistemde insanlık için çıkış yolu olarak **çevresel gelişme ve ekonomik kalkınmanın bir arada düşünüldüğü yeni bir bakış açısına** ihtiyaç olduğu gözlemlenmiş ve sonuç olarak gelişmenin 'sürdürülebilir' olması çözüm olarak ortaya çıkmıştır.

## 2.1 Sürdürülebilirlik Kavramının Tanımlanması

Sürdürülebilirlik kelimesinin İngilizce karşılığı olan “sustainability” kelimesinin “devam ettirilebilirlik, süreklilik, hareketi idame ettirme yeteneği” gibi anlamları vardır (Tureng.com İngilizce-Türkçe sözlük). Genel anlamda sürdürülebilirlik, kaynakların bozulma, kendini yenileyememe ve tükenme noktasına gelmeden dengeli bir biçimde kullanılması ve geliştirilerek gelecek nesillere aktarılması anlamına gelmektedir.

Webster sözlüğüne göre ise “sürdürülebilirlik: bir kaynağın, tüketilmemesi, kalıcı zarar görmemesi ve sonsuza kadar yok edilmemesi için, kaynağın işlenme veya kullanılma yöntemi” olarak tanımlanmaktadır (Webster). Hoşkara (2007) bu anlamıyla sürdürülebilirliği, 20. yüzyılda, küresel ülke politikalarının, ekonomilerinin, enerji kaynaklarının, teknolojinin, üretimin, planlamanın ve hatta mimarinin tasarımına damgasını vurmuş en önemli kavram olarak tanımlamaktadır (Hoşkara, 2007). Bartelmus’a (1994) göre, sürdürülebilirlik, şimdiki zamanın ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin yaşamını sürdürebilmesini engellemeden karşılanabilmesidir. Osso, Walsh ve Gottfried’a (1996) göre ise “Sürdürülebilirlik, sadece yapay ve doğal çevrenin korunumu değil, aynı zamanda insanların ve kaynakların sürekliliğini de sağlamayı amaçlar”.

Bauen, Baker ve Johnson (1996) sürdürülebilirliğin, uzun dönem ekonomik, çevresel ve toplumsal sağlıkla doğrudan ilişkili olduğunu ve ekonomik çeşitlilik sağlamak, sağlıklı çevreler oluşturmak ve bunların devamlılığını sağlamak, sağlıklı toplumlar yaratmak ve gereksinimlerini karşılamak için, yeni yöntemlerin bulunması gerektiğini savunmaktadırlar.

Tenikler (2001) ise, sürdürülebilirliğin aslında çevre bileşenleri olarak doğal kaynakların sürdürülebilirliği anlamına geldiğini ve sürdürülebilirlik anlatımında, doğal kaynakların yalnız günümüz neslinin ihtiyaçları için değil, gelecek nesillerin ihtiyaçları da göz önünde bulundurularak kullanılması gerektiğini ifade etmekte ve Meşhur’un (1995) sürdürülebilirlik kavramı için yaptığı formülasyonu

desteklemektedir. Meşhur'a (1995) göre sürdürülebilirlik bu anlamda formüle edildiğinde;

Doğal kaynak kullanım miktarı/ Doğal kaynak üreme miktarı =  
Eşitliğini sağlayan sayı;

- 1'den büyük ise, doğal kaynak fazla tüketilmektedir, bu da sürdürülebilir olmayan bir tüketimi ifade etmektedir;
- 1 ise, doğal kaynak üretimi ve tüketimi eşit durumdadır;

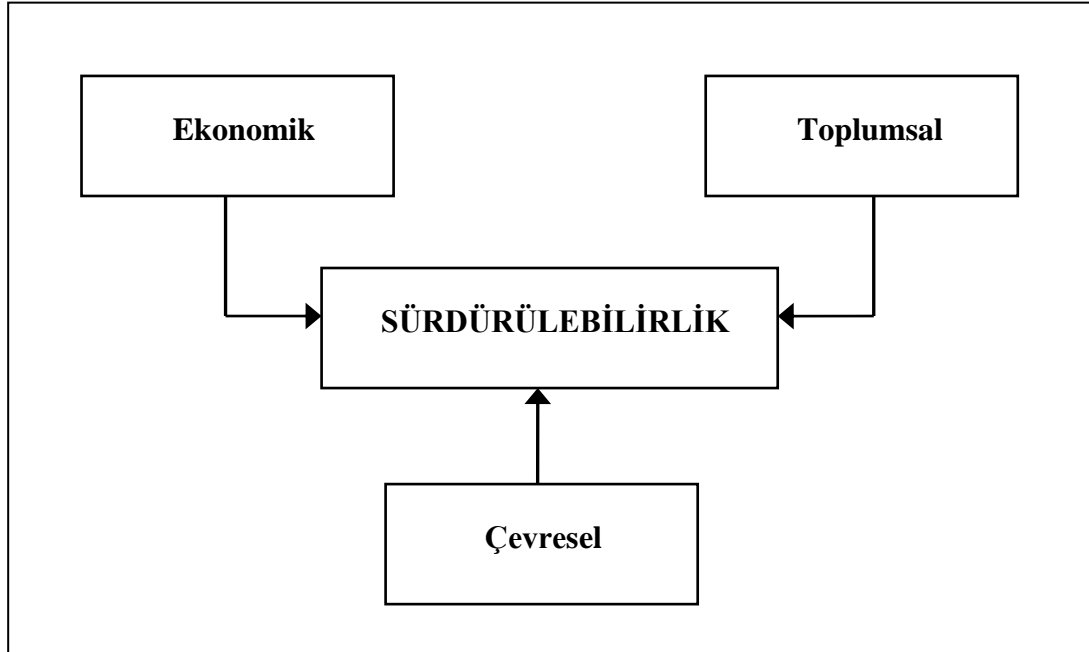
“Sürdürülebilirlik atık ve kirliliği sınırlandırarak, dezavantajlı insanların durumunu iyileştirerek, doğal kaynakları koruyarak, kişiler arasında değerli bağlantılar kurarak, yardımlaşma ve faydaya önem vererek ve ekonomileri yeniden canlandırmak için yerel varlıkları geliştirerek tüm insanlar için yaşam kalitesini artırmak üzere ortaya konulmuş çok boyutlu bir yöntemi temsil etmektedir” (Hoşkara, 2007, s. 10; Oktay, 2005).

Ortaya çıkış sebep ve süreci incelenen sürdürülebilirlik kavramının amaçlarından ilki, çevreye saygılı ekonomik ve sosyal bir gelişim modeli sunabilmek, bir diğer amacı ise, gelecek kuşakların güncel ihtiyaçlarını karşılamalarına olanak sağlamaktır. Kavram genel olarak insan, zaman ve mekan açısından eşitliğin sağlanmasını amaçlamakta daha açık bir anlatımla, tüm uluslar, canlılar ve gelecek nesillerin dünya kaynakları üzerinde eşit hakka sahip olabilmelerini hedeflemektedir.

Sürdürülebilirlik aslında, yaşam kalitesini düşürmeden, düşünce tarzında değişiklik yapılmasını gerektiren bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılacak değişikliğin özünü de; mevcut tüketim anlayışımızı bir kenara bırakıp, diğer bir ifadeyle tüketim toplumu olmaktan sıyrılıp, evrensel açıdan dayanışma içinde olan, demokratik ve eşitlikçi bir bakış açısıyla, çevresel yönetim, toplumsal sorumluluklar ve ekonomik çözümleri hedefleyen, bütünsel bir kalkınma anlayışı oluşturmaktadır.



Bu açıklamalardan yola çıkarak, sürdürülebilirliğin üç temel boyutu veya üç temel bileşeni olduğu ifade edilebilir. Bu boyutlar Şekil 2.1’ de ifade edildiği gibi; **çevresel, ekonomik ve toplumsal** boyutlardır.



Şekil 2. 1 Sürdürülebilirliğin Üç Boyutu (Hoşkara, 2007, s. 11; Berg 1992).

Bu gösterimden de anlaşılacağı gibi, sürdürülebilirliğe ulaşmanın yolu, çevre, toplum ve ekonominin bir bütün olarak ele alındığı çözümlerle mümkün olmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda, sürdürülebilirliğin farklı boyutlarının yanı sıra, kapsama alanları dahilinde, farklı ölçeklerde incelendiği gözlemlenmiştir. Uluslar arası boyutta kabul görmüş BEQUEST (Building Environmental Quality Evaluation for Sustainability Through Time – Sürdürülebilir Zamanlar İçin Bina Çevresel Kalite Değerlendirmesi) tarafından hazırlanan Sürdürülebilirliğin Kavramsal Çatısı modelinde, kapsama alanları olarak; Küresel, Ulusal, Kentsel/Bölgesel, Kentsel, Mahalle, Bina, Sistem ve Malzeme/Bileşen ölçekleri belirlenmiştir (BEQUEST, 2000).

**Küresel sürdürülebilirlik ölçeğinde** sürdürülebilirliğin gerçekleştirilebilmesi için öncelikli şart, kaynakların tüketimi, çevresel sorunların çözümü üzerine uluslar

üstü bir otoriteye sahip, uluslararası bir kuruluşa ihtiyaç vardır. Dünya genelinde kaynakları kuvvetlendirmek, kirliliği kontrol altına almak için katılımcı demokratik bir sistemde planlama yaparak, çevrenin daha fazla tahrip olması önlenmiş olacaktır. Buna ulaşmanın yolu, uluslararası düzeyde bir otoritenin, bir kuruluşun olmasıdır.

**Bölgesel sürdürülebilirlik** küresel ve ülkesel sürdürülebilir arasında bir ara ölçektir. Sürdürülebilir sistemi yönetsel ve politik açıdan kontrol edip yönlendirmek bağlamında, küresel ölçüğe göre daha uygun bir ölçektir, bunun nedeni ise; bu ölçekte bölge kaynakları ve bölgenin özellikleri konularında daha fazla bilgi sahibi olunmasıdır.

**Ülkesel sürdürülebilirlik** bölgesel ve kentsel / mahalli (yerel ölçek) ölçek arasında bir ara ölçektir. Ülkelerin ekonomik, sosyal, politik koşullarına bağlı olarak sürdürülebilirlik açısından kararların alındığı, uygulamaya aktarılması için stratejilerin geliştirildiği bir ölçektir.

**Kentsel / Mahalli (Yerel Ölçek) sürdürülebilirlik ölçüğünde ise,** sürdürülebilirliğin gerçekleştirilebilmesi için, adaletli bir yerleşim ve kaynak dağılımı yapılmalıdır. Kentlerin planlanması ve yaşanabilir çevrelerin oluşturulmasında kentsel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda, çevresel değerlere ve kaynaklara zarar vermeden gereksinimlerin karşılanması esas amaçtır. Bu ölçüğün kapsamında, kent, mahalle, bina, malzeme ölçüğünde sürdürülebilirlik yer almaktadır.

## **2.2 Sürdürülebilir Gelişme ve İlkeleri**

### ***2.2.1 Sürdürülebilir Gelişmenin Tarihsel Süreç İçerisinde İncelenmesi***

Endüstri Devrimi'yle başlayan teknolojik gelişmeler ve devamında II. dünya savaşı sonrası meydana gelen oluşumlar ile gelişen süreçte dünyamız, doğal çevrenin korunmasını dikkate almayan ve doğaya egemen olma anlayışını benimseyen kalkınma politikalarının uygulanması sonucunda, küresel ve yerel çevre kaygılarının ciddi boyutta yaşandığı bir yer haline dönüşmüştür. Bu kaygıları giderecek yeni bir

“kalkınma yaklaşımı” ihtiyacı doğmuş ve bu doğrultuda geliştirilmeye başlanan çözüm alternatifleri ile birlikte yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu kavramların en önemlisi olan **sürdürülebilirlik**, düşünce olarak 1970’li ve 1980’li yıllardaki bir dizi uluslararası toplantı gündeminde tartışılarak geliştirilmiştir. Özellikle 1970’ lerde yaşanan petrol krizi, alternatif enerji kaynakları araştırmaları için tetikleyici bir unsur olmuştur.

1972 yılında Barbara Ward ve Rene Dubos tarafından yazılan “Sadece Tek Bir Yeryüzü Var”(Only One Earth) (Ward and Dubos, 1972) isimli kitapta çevre ile kalkınma arasındaki hayati ilişkiler üzerinde durulmaktadır (kaynak).

Yine 1972’de, Meadows ve arkadaşlarının hazırladığı ve Club of Rome’un yayınladığı “*Limits of Growth – Büyümenin Sınırları*” adlı raporda, gelecek yüzyılda insanlığı bekleyen tehlikeler vurgulanmıştır (Hoşkara, 2007; Meadows ve dig., 1972).

1972 yılında Stockholm’ de toplanan Birleşmiş Milletler’ in (BM) düzenlediği, “Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı – *United Nations Conference on Human Environment (UNCHE)*” ile ekonomik gelişme ve çevresel sorunlar gündemin konusu haline getirilmiş, konferansın ardından “Birleşmiş Milleler Çevre Programı- *United Nations Environmet Programme (UNEP)*” oluşturulmuştur. 1983 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu – *World Commission on Environment and Development (WCED)*” kurulmuştur. Çevre sorunlarına ilişkin çözümlerin üretildiği bu dönemde, 1987 yılında bu komisyon tarafından “Our Common Future – *Ortak Geleceğimiz*” adlı yayımlanan rapor, çevre ve kalkınmanın ilişkilendirilerek, **sürdürülebilir kalkınma** kavramının tanımlandığı önemli bir belgedir. 1992 yılında Stockholm Konferansı’ nın 20. yılında, yaşanan süreci değerlendirmek, gelinen noktayı saptamak ve geleceğe yönelik yeni politikalar oluşturmak amacıyla, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, Rio de Jenario’ da gerçekleştirilmiştir. Rio Konferansında sürdürülebilir kalkınma kavramı daha kapsamlı ele alınarak, sosyo-ekonomik kalkınmayı destekleyecek ve çevrenin daha fazla zarar görmesini engelleyecek bir yaklaşımla

kalkınma kuramları arasında önde gelen ibarelerden biri haline gelmiştir. Bu konferans sonucunda sürdürülebilirliğin sağlanması açısından detaylı bir hareket planı niteliğinde olan, “Gündem 21 – *Agenda 21*” kabul edilmiştir. Gündem 21 bildirgesi kamuoyuna, sürdürülebilirlik kavramının, çevre problemlerinin çözümüne yönelik vazgeçilmez bir yol olduğunu göstermiştir. 1992 Rio Konferansında alınan kararlar ve konferans sonucunda sunulan raporlar sayesinde “sürdürülebilirlik” terimi, medya ve toplumu yönlendiren çeşitli kesimler tarafından sıkça kullanılmaya başlanmış, doğanın korunmasının insanlığın varlığı ve refahı için ön koşul olduğu fikri benimsenmiştir, bu açıdan bu konferans çok önemlidir. 1997 yılında Rio+5 ve 2002 yılında gerçekleşen Johannesburg (Rio+10) zirveleri, Rio Zirvesi’nde alınan kararların bir bütün içinde nasıl uygulandığını göstermekte ve çevre sorunlarına yönelik çözümlerin, küresel ölçekte atılacak adımlarla mümkün olabileceği fikrini vurgulamaktadır.

Ekonomik büyüme ve insanların refah düzeylerinin yükseltilmesi adına atılacak adımların çevreyi yok saymadan, çevre ile bütünleşmiş bir bakış açısıyla ele alınması düşüncesini özünde barındıran sürdürülebilir kalkınma hareketinin, tarihsel süreç içerisinde gelişiminin daha detaylı irdelenmesi, konunun anlaşılması bakımından gerekli görülmüştür.

- Stockholm Konferansı .....**1972**
- Brundtland Raporu (Ortak Geleceğimiz Raporu).....**1987**
- Rio Zirvesi .....**1992**
- Habitat II Zirvesi .....**1996**
- Kyoto Protokolü .....**1997**
- Johannesburg Zirvesi[Rio+10] Zirvesi .....**2002**

***Birleşmiş Milletler Stockholm Konferansı (Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı), 1972***

Sanayi devrimiyle birlikte özellikle 19. yüzyıl’ın ikinci yarısından itibaren doğayı göz ardı eden gelişme, doğaya sistemli bir şekilde zarar vermeye başlamıştır. Çevre sorunları temelde sanayi devrimiyle ortaya çıkmış, küresel ölçekte etkisini gösteren

sorunlar ise, İkinci Dünya Savaşı sonrası gelişen süreçte yaşanan hızlı ekonomik gelişme, kentleşme, hızlı nüfus artışı gibi nedenlerle oluşmuştur. Küresel ölçekteki bu soruna ancak küresel ölçekte atılacak adımlarla çözüm üretileceği fikri benimsenmeye başlamıştır.

Çevrenin korunması ve geliştirilmesi konusu ilk kez 5-16 Haziran 1972’ de Stockholm’ de Birleşmiş Milletler (BM) tarafından düzenlenen, Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı’ nda (United Nations Conference on the Human Environment–UNCHE) tartışılmıştır. Katılımcıları arasında Türkiye’ nin de bulunduğu 113 ülkenin katılımıyla gerçekleşen konferansta, insan çevrelerinin korunması ve geliştirilmesi konularında önemli tartışmalar yapılmış, ekonomik gelişme ve çevresel sorunlar gündemin ana maddesi haline gelerek, sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının geliştirilmesi için zemin oluşturulmuştur. Gelişmekte olan ülkelerdeki çevresel problemlerin büyük çoğunluğunun az gelişmişlikten kaynaklandığı, insanların yiyecek, barınma, sağlık, eğitim gibi temel ihtiyaçlarının minimum düzeyde bile karşılanamadığı, bu nedenle bu ülkelerin önceliğinin kalkınma hedefi olması gerektiği, ancak bunu sağlarken çevreyi koruma ve geliştirmenin göz ardı edilmemesi belirtilmiştir. Endüstrileşmiş/gelişmiş ülkelerin ise aynı hedef doğrultusunda az gelişmiş veya geliştirmekte olan ülkelerle aralarındaki açığı kapatmak için onlara yardım etmeleri gerektiği belirtilmiş ve gelişmiş ülkelerdeki var olan çevre problemlerin kaynağı olarak endüstrileşme ve teknolojik gelişmeler gösterilmiştir (United Nations[UN], 1972). Gerçekleştirilen konferansın ardından, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme–UNEP) oluşturulmuştur.

***Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu (Brundtland Raporu-Ortak Geleceğimiz Raporu), 1987***

“Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (The World Commission on Environment and Development–WCED)” 1983 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu’ nun kararıyla kurulmuş bir komisyondur. 1987 yılında bu komisyon tarafından “Ortak Geleceğimiz (Our Common Future)” adlı bir rapor hazırlanarak genel kurula sunulmuştur. “Sürdürülebilir kalkınma” ifadesinin resmi olarak ilk kez ele alındığı ve

komisyonun başkanlığını üstlenen, Gro Harlem Brundtland' ın adıyla da (Brundtland Raporu) anılan bu raporda sürdürülebilir kalkınma; karar vermede ekonomik ve ekolojik düşünceleri bütünleştirme ana temasıyla “Bugünün ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme yetisinden mahrum bırakmadan karşılanmasına olanak veren büyüme politikaları” olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987). Bu ifadede “sürdürülebilirlik” kavramı, toplumların gelecek yüzyıllarda var olabilmelerini amaçlayan anahtar bir kelime olarak ele alınmakta ve hedef, büyüme sırasında izlenecek bir yol ve strateji olarak tanımlanmaktadır (Bartelmus, 1994). Ülkeler için değişimin zorunluluğu vurgulanmakta ve çevreyle uyumlu bir büyüme modeli olan “sürdürülebilir kalkınma” önerilmektedir. Rapora göre sürdürülebilir kalkınma kavramının sonucunda ortaya çıkan çevre ve kalkınma için önemli hedefler bulunmaktadır;

1. Karar alımına etkin katılımı sağlayan bir siyasi görüş,
2. Artı değer ve kendine güvenen bir temele dayanan, teknik bilgi üretebilen bir ekonomik sistem,
3. Gelişmenin ekolojik tabanını koruma yükümlülüğüne saygı duyan bir üretim sistemi,
4. Yeni çözümler üretebilen bir teknolojik sistem,
5. Sürdürülebilir ticaret ve finans modellerini destekleyen bir uluslararası ilişkiler bütünü,
6. Esnek ve kendini yenileyen bir bürokrasi,
7. Dengesiz gelişmelerden doğabilecek gerilimlere çözüm üretebilecek bir sosyal sistem.

Rapor belirlediği bu hedeflerle sürdürülebilir kalkınma kavramının siyasi, ekonomik, sosyal, ekolojik, teknik ve kurumsal olmak üzere çok yönlü, bütünsel bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Kayıhan, 2006; Şekur, 1996).

***Rio Konferansı (Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı), 1992***

Birleşmiş Milletler tarafından 3–14 Haziran 1992’ de, Stockholm konferansının 20. yılında sürece yönelik durum değerlendirmesi yapmak ve yeni politikalar oluşturmak amacıyla, Rio de Janeiro’ da “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (United Nations Conference on Environment and Development–UNCED)” diğer adıyla “Yeryüzü Zirvesi (The Earth Summit)” düzenlenmiştir (UN, 1992a). Rio konferansı’ nda ülkelerin küresel ortaklık yaparak, tüm insanların eşit bir şekilde temel ihtiyaçlarını karşılayabilmelerine zemin oluşturmaları gerektiği belirtilmekte ve sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilebilmesi için yeni ve küresel bir ortaklık zorunluluk olarak görülmektedir. Bu konferansta devletlerin, yönetimlerin, sektörlerin ve sivil toplum örgütlerinin işbirliği içinde olmaları ve küresel bir ortaklık kurarak, dünyadaki kaynakların tasarruflu bir şekilde kullanılmasını sağlamaları vurgulanmıştır.

Rio konferansında sürdürülebilir kalkınma kavramı daha detaylı olarak ele alınmış ‘Doğal sermayeyi tüketmeyen, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanaklarını ellerinden almayan, ekonomi ve ekosistem arasındaki dengeyi koruyan, ekolojik açıdan sürdürülebilir nitelikte olan ekonomik kalkınma’ şeklinde tanımlanmıştır (Kayıhan, 2006; Koçhan, 2002). Sürdürülebilir kalkınma anlayışını gerçekleştirmek yani sosyal ve ekonomik kalkınmayı çevreyi göz ardı etmeden geliştirmek için önemle vurgulanan başlık, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında oluşturulması zorunlu görülen küresel ortaklık konusuydu. Dünya çevre hareketi açısından önemli bir yeri olan bu konferans sadece sürdürülebilir kalkınma kavramını yaşam gündemimize yerleştirmekle kalmamış, başta Birleşmiş Milletler olmak üzere, tüm hükümetlerin, kurum ve kuruluşların bu kavramı benimsemesini sağlamış ve büyük bir kamuoyu oluşturmuştur.

Türkiye’ nin de katılımcı ülkeler arasında yer aldığı konferans sonunda, beş önemli uluslararası belge kabul edilmiştir. Bunlar, Gündem 21 (Agenda 21), Rio Çevre ve Kalkınma Deklarasyonu (Rio Declaration on Environment and Development), Orman Prensipleri Raporu (The Statement of Principals for the

Sustainable Management of Forests) onaylanmış ve İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (Convention on Climate Change), Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Convention on Biological Diversity) imzalanmıştır. Bu belgeler arasında en önemli olanı, sürdürülebilir kalkınmanın hayata geçirilmesine yönelik bir eylem planı niteliğinde olan Gündem 21 (Agenda 21) dir.

Gündem 21' in sunduğu yaklaşımlar irdelenecek olursa, gündem 21 kalkınma ve çevre arasında denge kurulmasını hedefleyen “sürdürülebilir kalkınma” kavramının yaşama geçirilmesine yönelik, küresel uzlaşmaların ve politik sözlerin en üst düzeydeki ifadesi olan bir eylem planıdır (Hoşkara, 2007).

Çevre, ekonomi ve toplumsal alanlarda ülke yönetimlerinin, ilgili kurum ve kuruluşların gerçekleştirmeleri gereken eylemleri tanımlayan Gündem 21, insanların temel gereksinimlerinin karşılanmasını, yaşam standartlarının iyileştirilmesini ve ekosistemlerin korunması ve yönetilmesini, dünyamızın gelecek yüzyılın tehditlerine karşı hazırlıklı olmasını sağlayacak nitelikte bir eylem planıdır. Gelişmiş ve az gelişmiş/gelişmekte olan ülkeler arasındaki eşitsizliklere, giderek artan yoksulluk, hastalık, bilgisizlik ve ekosistem bozulmalarına dikkat çekilerek, tüm bu sorunların çözümüne yönelik olarak küresel ortaklık kavramını gündeme getirmektedir. Gündem 21, 4 ana kısımdan ve 40 bölümden oluşmaktadır;

1. Sosyal ve ekonomik boyutlar; Gelişmekte olan ülkelerdeki sürdürülebilir kalkınmayı hızlandırmak için uluslararası işbirliği, yoksullukla mücadele, tüketim alışkanlıklarının değiştirilmesi, insanların sağlık şartlarının korunması, sürdürülebilir insan yerleşimlerinin geliştirilmesinin teşvik edilmesi vs. gibi bölüm başlıklarını içermektedir.
2. Kalkınma için kaynakların korunması ve yönetimi; Atmosferin korunması, toprak kaynaklarının yönetimi ve planlanmasına yönelik bütüncül yaklaşımlar, ormanların korunması, ekosistemlerin yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, okyanusların korunması vs. gibi başlıklar altında uygulamaya yönelik stratejiler önermektedir.



3. Etkin grupların rolünün güçlendirilmesi; Yerli halkın ve toplumlarının rollerinin tanımlanması ve güçlendirilmesi, sürdürülebilir ve eşit kalkınma doğrultusunda bayanlar için küresel eylemler, çocuk ve gençlerin sürdürülebilir kalkınmadaki yeri, sivil toplum kuruluşlarının sürdürülebilir kalkınma ortakları olarak rolünün güçlendirilmesi vs. gibi katılımcılığa ve ortaklığa dayalı yaklaşım için stratejiler önermektedir.
4. Uygulama mekanizması

### ***Birleşmiş Milletler İkinci İnsan Yerleşimleri Konferansı(Habitat II), 1996***

1992’ de düzenlenen Rio konferansının ardından, düzenlenen toplantıların en önemli olanı “Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Merkezi(United Nations Center for Human Settlements–Habitat)” tarafından 3–16 Haziran 1996 tarihleri arasında İstanbul’ da düzenlenen “Birleşmiş Milletler İkinci İnsan Yerleşimleri Konferansı–United Nations Second Conference on Human Settlement(Habitat II)” diğer bir adıyla “Kent Zirvesi” dir.

BM İnsan Yerleşimleri Konferansının ilki Kanada’nın Vancouver kentinde gerçekleştirilmiş ve insan yerleşimleri problemleri için küresel ölçekte farkındalık yaratılmasına katkı sağlamıştır. BM dünya konferansları ve özellikle BM Çevre ve Kalkınma Konferansı sürdürülebilir kalkınma’ nın birbirine bağımlı ve birbirini destekleyici parçaları olarak ekonomik, sosyal gelişme ve çevre korumanın üzerine yoğunlaşmış ve bu konuda etraflı bir gündem oluşturmuştur. Çevre ve Kalkınma Konferansı sonuçları Habitat Gündemine ışık tutmuş ve çıktıları bu konferansa entegre edilmeye çalışılmıştır. BM İkinci İnsan Yerleşimleri Konferansının “herkese yeterli konut” ve “kentleşen dünyada sürdürülebilir insan yerleşimleri” olmak üzere iki ana teması bulunmaktadır. Konferans sonunda katılımcı ülkelerin devlet ve hükümet başkanları ve delegasyonları tarafından, herkes için yeterli konut temin etme ve insan yerleşimlerini daha güvenli, daha sağlıklı ve yaşanabilir, hakça sürdürülebilir ve üretken yapma gibi evrensel hedefleri içeren “Habitat Gündemi” ve “İnsan Yerleşimleri Konferansı İstanbul Deklarasyonu” kabul edilmiştir (UN, 1996).

“Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Bildirgesi” ve Brundtland Raporu’nun sağladığı birikime dayanarak, 1992 yılında Rio de Janeiro’da yapılan “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı” ve sonrasındaki 1996’daki Habitat II Konferansı, çevrenin duyarlı yönetimi bakımından ulusların ekonomi ve çevre faaliyetlerini bir arada yönlendirecek bir dizi ilkenin benimsenmesi açısından önemli bir adım olmuştur.

Habitat Gündemi: İstanbul’ da düzenlenen BM İkinci İnsan Yerleşimleri Konferansı’nın (Habitat II) sonunda, tüm katılımcı ülkelerin kabul ettiği “Habitat Gündemi” belgesinde;

- İnsan yerleşimleri ve barınak koşullarının giderek bozulmakta olduğuna, tüm insanlık için, daha geniş özgürlük içinde daha iyi yaşama standartlarının sağlanması gerektiğine, insan yerleşimleri içinde yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sürdürülemez tüketim ve üretim kalıplarına; yapı ve dağılımdaki değişimleri dahil etmek, ve aşırı nüfus yığılmaları yönündeki eğilimlere öncelikli önem vermek koşuluyla; sürdürülemez nüfus değişmelerine; evsizliğe; artan fakirliğe; işsizliğe; sosyal dışlanmaya; aile dağılımlarına; etersiz kaynaklara; temel altyapı ve hizmetlerin eksikliğine; yeterli planlama eksikliğine; artan güvensizlik ve şiddete; çevresel bozulmaya; ve afetlerden artan oranda etkilenmeye; tüm dünyadaki kent, kasaba ve köylerdeki, durumun özellikle vahim olduğu gelişmekte olan ülkelerde ve geçiş ekonomisi ülkelerinde, yaşam koşullarını iyileştirmek için işbirliğinin yoğunlaştırılması gerekliliğine,
- Küresel çevremizi sürdürülebilir kılarak, insan yerleşimlerinin kalitesini artırmak üzere, sürdürülebilir üretim kalıpları, tüketim, ulaşım ve yerleşim olanaklarını geliştirme; kirlilikten korunma; ekolojik dengeyi koruma; ve gelecek kuşakların yaşam fırsatlarını kollama yönünde çalışılması gerektiğine, bu bağlamda, bir küresel ortaklık ruhu ile Dünyamızın ekosisteminin dengesi ve düzeninin korunmasının sağlanması doğrultusunda bir ortaklık geliştirilmesi,

gibi konulara dikkat çekilmiştir (UN, 1996; Aktan, 2002).

BM İkinci İnsan yerleşimleri konferansı alınan kararlar ve konferans sonucu yayımlanan raporlar ile sürdürülebilir kalkınma' nın hayata geçirilmesi konusunda atılmış önemli bir adımdır. Gündem 21 ve Habitat II Gündemi'nde belirtilen hedeflere ulaşılacak üzere ülkelerde çalışmalar başlatılmıştır.

### ***Birleşmiş Milletler İklimsel Değişim Çerçeve Konvansiyonu, 1997***

“BM İklimsel Değişim Çerçeve Konvansiyonu (United Nations Framework Convention on Climate Change–UNFCCC)” konferansı 1997 yılının Aralık ayında Kyoto’ da iklim değişikliği’ nin çevresel ve ekonomik sonuçları ve buna yönelik politikalar üretmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Konferans sonrasında katılımcı ülkeler tarafından “Kyoto Protokolü (Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)” imzalanmıştır. Bu protokole göre; Gelişmiş ülkelerde çevresel kirlilik oluşturan ve çevresel sürdürülebilirlik açısından olumsuzluk yaratan başta CO2 (Karbondiyoksit) olmak üzere altı farklı sera gazı (N2O, CH4, HFC’s, PFC’s, SF6) üretimlerinin, 2012 yılına kadar azaltılmasına yönelik, uluslararası düzeyde yasal, bağlayıcı hedefler belirlenerek anlaşmaya varılmıştır (UN, 1997).

### ***Johannesburg Zirvesi (Rio+10 Zirvesi), 2002***

“Johannesburg Zirvesi – Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi(World Summit on Sustainable Development–WSSD)” 26 Ağustos – 4 Eylül 2002 tarihleri arasında Güney Afrika’nın Johannesburg kentinde, Rio Konferansı sonrası yaşanan 10 yıllık süreçteki gelişmeleri değerlendirmek ve ileriye yönelik politikalar oluşturmak amacıyla düzenlenmiştir ve bu nedenle “Rio+10” olarak da adlandırılmaktadır. Zirve devamlı nüfus artışı karşısında yerkürenin kaynaklarını korumak ve aynı zamanda insanların hayat standartlarının iyileştirilmesi olarak özetlenebilecek “sürdürülebilir kalkınma” kavramını uygularken karşılaşılan zorluklara dikkat çekmeyi amaçlamıştır (UN, 2002). Johannesburg Zirvesi’nin en belirgin özelliği, toplumun tüm kesimlerinin gerek hazırlık sürecinde gerek Zirve boyunca aktif katılımının sağlanması konusuna verilen önceliktir. Bu gelişmenin en önemli nedeni ise, önceki yıllarda uluslararası konferanslara sadece devlet ve hükümet düzeyinde katılım

sağlandığında uygulanan politikaların sonuç vermediğinin gözlemlenmiş olmasıdır. Karar alma mekanizmasının devletin üst düzey temsilcilerinden oluşan kişi veya gruplarda toplanması, alınan kararların uygulanabilirliğini azaltmakta ve politikaları işbirliği içinde uygulaması gereken tarafların yükümlülüklerini sahiplenmemesine neden olmaktadır. Bu nedenle Zirve, ülkelerin devlet ve hükümet temsilcilerinin yanı sıra, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, özel sektör kuruluşları ve birçok toplumsal oluşumun katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcı ülkeler tarafından zirve öncesi, 1992 Rio Konferansı' nın ardından gelişen süreçte gerçekleştirilen eylemlere yönelik birer Ulusal Rapor hazırlanmıştır (TOBB, 2002).

Johannesburg'da sürdürülebilir kalkınma önünde engel teşkil eden sorunlar tanımlanmış ve sürdürülebilir kalkınmanın temel öğeleri olan yoksulluğun giderilmesi, sağlık, eğitim, tarım, suya erişim ve çevrenin korunması gibi öncelikli konularda ileriye yönelik hedefler ile çalışma takvimi belirlenmiştir. Ayrıca, insanlığın zengin ve fakir olarak ayrılması ve gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki farkın giderek büyümesinin küresel refah, güvenlik ve istikrar için tehdit oluşturduğu teyit edilmiş; çevresel sorunlar ele alınmış; küreselleşmenin ekonomik etkilerinin orantısız biçimde dağıldığı kabul edilmiş; bu küresel adaletsizliğin giderilmesi gereğinin altı çizilmiştir (BYEGM, 2002).

Zirvenin, resmi temsilcilerin yanı sıra tüm katılımcıların katkısıyla hazırlanmış, ulusal, bölgesel ve küresel ölçeklerde eylem önerileri sunan “Uygulama Planı” ve katılımcı ülkelerin devlet ve hükümet başkanları tarafından imzalanan “Siyasi Bildiri” olmak üzere iki sonuç belgesi vardır. Uygulama Planı on bölümden oluşmakta ve beş öncelikli alanda (su ve halk sağlığı, enerji, sağlık, tarım ve biyolojik çeşitlilik) eylemler içermektedir. Ülkeler tarafından taahhütlerin verildiği uygulanması gereken acil eylemler şu şekilde sıralanmaktadır: (yapı.com.tr, 2002)

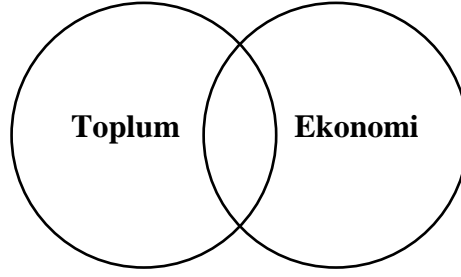
- Su ve halk sağlığı konularında ülkeler, 2015 yılına kadar temiz suya ve iyi sağlık koşullarına sahip olmayan kişi sayısının yarıya düşürülmesi için gerekli önlemleri alınması,
- Enerji hizmetlerine ulaşamayan iki milyar kişinin de bu hizmetlere ulaşabilmesi hedefi konu. Yenilenebilir enerji hedefleri ile ilgili olarak

lkeler arasında bir sağlanamazken, yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel enerji kaynaklarına oranının artırılmasının sağlanması,

- Sağlık alanında, HIV/AIDS, kirlilikten ve kirli sulardan kaynaklanan hastalıklarla mücadele yanında ülkeler insan ve evre sağlığına zararlı kimyasalların üretimi ve tüketiminin engellenmesi konusunun gerçekleştirilmesi,
- lleşmeyle Mücadele Sözleşmesi’ nin uygulanması için GEF (Küresel evre İmkanı) kaynaklardan yararlanılması önerisinin kabul ile, kurak alanlarda tarımın gerçekleştirilmesi için fırsatların yaratılması ve bu fırsatlarla da yoksullukla mücadelede etkinlik sağlanması beklenmekte,
- Biyolojik çeşitlilikteki kaybın azaltılması için 2010 yılının hedeflenmesi, balıkçılık alanlarının 2015 yılına kadar sürdürülebilir bir Şekilde en yüksek verime ulaşması ve gelişmekte olan ülkelerin ozon tabakasına zarar veren kimyasallara alternatif olacak çevreye duyarlı maddelere dönmesi,

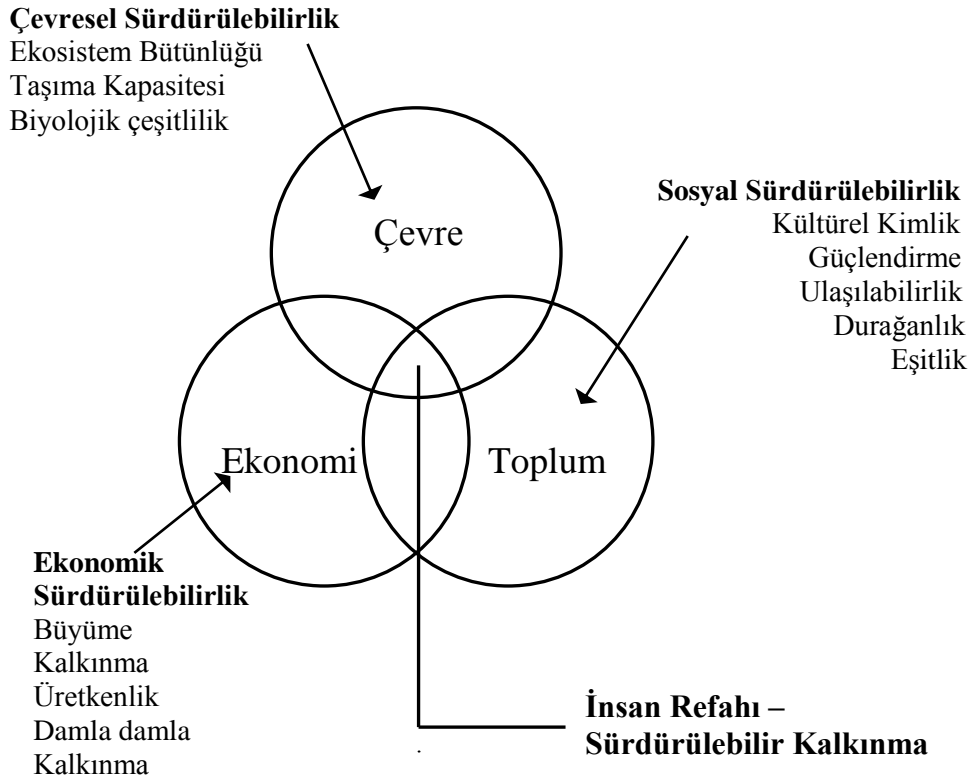
### ***2.2.2 Sürdürülebilir Gelişmenin Boyutları***

İkinci Dünya savaşı sonrası hızlı kapitalist büyümenin ekolojik denge üzerinde yarattığı sorunların farkına varılması ve kalkınma ve evre arasındaki bağların ortaya çıkmasıyla, küresel ölçekte var olan bu soruna çözüm olarak geliştirilen “sürdürülebilir kalkınma” yaklaşımının, sorunların çözümündeki rolü dikkate alındığında üç bileşeni/boyutu ön plana çıkmaktadır, bu bileşenler **ekonomi**, **evre** ve **toplum** olarak ifade edilmektedir. 1987 yılına kadar tüm dünyada geçerli olan ve çevreyi göz ardı eden, toplum ve ekonomi temelli kalkınma anlayışı yerini, o tarihte Dünya evre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland Raporunda ilk tanımlaması yapılan “sürdürülebilir gelişme” anlayışına bırakmıştır (Şekil 2.2 ve 2.3). Brundtland Raporu, evre konusunu yoksulluk, eşitsizlik, nüfus artışı ve evre bozulması arasındaki karşılıklı ilişkiler çerçevesinde biçimlendirmekte, tüm ülkeler için çevreye uyumlu yeni bir gelişme modelini “sürdürülebilir kalkınma” kavramını önermektedir.



Şekil 2.2 1987 Öncesi Kalkınmanın Temeli

“Sürdürülebilir Kalkınma” kavramına yaklaşımlar; çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin sürdürülebilir kalkınmanın birbirinden bağımsız ancak birbirini destekleyen bileşenleri olduğunu, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılabilmesi için konunun bu üç farklı yaklaşım ile ancak bir bütün olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Sosyal sürdürülebilirlik ekolojik sürdürülebilirlik için bir ön şart iken, ekonomik sürdürülebilirlik ekolojik ve sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması için çok önemli bir gerekliliktir.



Şekil 2.3 Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı (HKU Architecture, 2002).

### 2.2.2.1 Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel Sürdürülebilirlik, yeryüzünü gelecek nesillere, bizim bulduğumuzdan daha iyi bir şekilde bırakmaktır. Çevresel Sürdürülebilirlik, insan eylemlerinin doğal kaynak tüketimine neden olmaması ve doğal çevreye zarar vermemesi ile gerçekleşebilir (HKU Architecture, 2002). Doğal çevre insanın içinde yaşadığı fiziksel ortamdır ve bu ortamdaki sağlanan kaynaklar sınırlıdır ve bu kaynakların yenilenme süreleri de birbirlerinden farklıdır, özellikle fosil yakıtların yenilenme süreleri çok uzundur. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik için yenilenemeyen kaynak tüketiminin azaltılması gerekmektedir. Ekolojik dengelerin zararlı etkilere karşı korunması da sürdürülebilirliğin çevresel boyutuyla ilgilidir. Ekolojik denge ve doğal sistemler yok olmadan korunmalıdır (Sev, 2009). Çevresel sürdürülebilirliğin gerçekleştirilebilmesi için;

- Kaynak tüketimi minimum düzeyde olmalıdır,
- Malzeme tüketimi tamamıyla kullanım sonrası geri dönüştürülmüş malzemelerden ya da yenilenebilen kaynaklardan yapılmalıdır,
- Atık yığınları % 100 geri dönüştürülmelidir,
- Enerjinin korunumu sağlanmalı ve enerji kaynakları, tamamıyla yenilenebilir ve kirlilik oluşturmayacak (solar termal, rüzgar enerjisi, biokütle) şekilde olmalıdır,
- Toksik maddelerin elimine edilmesi,
- İnsan sağlığı üzerindeki etkilerin azaltılması

bu koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir (HKU Architecture, 2002).

### 2.2.2.2 Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik Sürdürülebilirlik, öncelikle bireysel ve toplumsal gereksinimlerin etkin ve verimli biçimde karşılanmasını amaçlamalıdır. Ekonomik koşullar, bireysel girişimleri teşvik ederken, aynı zamanda gelecek kuşakların genel yararlarını da gözeterek biçimde belirlenmelidir. Torunoğlu (2003) kalkınmayı, klasik kapitalist

model tarafından belirlenen günümüz modern toplumlarında salt ekonomik bir çerçevede kişi başına düşen gelirin artırılması olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde bireylerin satın alma gücünün artmasıyla, piyasada ekonomik aktivitenin artacağını ve bu sayede gayri safi milli hasıladaki artışın bireylere yansıtacağı öngörülür. Tanımdan da anlaşılacağı üzere bu kalkınma modeli sınırsız üretim ve tüketime dayanmaktadır. Ekolojik açıdan ele alındığında model yeryüzünde var olan kaynakların sınırsız kullanımını gerektirmektedir. Diğer bir deyişle böylesi bir modelin sürdürülebilir olması için üretimde kullanılan kaynakların sınırsız olması gerekmektedir. Ancak insanın temel gereksinimlerinin karşılanabilmesi için gerekli olan kaynakların sınırlı olduğu ve yenilenemeyen kaynakların aşırı kullanım sonucu giderek azaldığı bir gerçektir. Ayrıca, yine bu modelin öngördüğü sınırsız tüketim sonucu oluşan atıkların çevreye verdiği yıkıcı zararlar ortadadır (Torunoğlu, 2003). Bu nedenle ekolojik açıdan ele alındığında ekonomik işleyişte malların ve hizmetlerin üretim ve tüketim sürecinin, çevresel riskler ve sosyal adalet konuları göz önünde tutularak biçimlendirilmesi, ekonomik süreçlerde, kaynakların çevreye zarar vermeden kullanılması ve yenilenebilir kaynakların kapasitesinin azaltılmaması gerekmektedir. Bu nedenle ekonomik sürdürülebilirlik sürdürülebilir kalkınma' nın en önemli konularından birisidir. Sürdürülebilir ekonomik kalkınma;

- Yeni Pazar alanları ve satış gelişimi fırsatlarının yaratılmasını,
- Üretimde enerji ve kaynak girişinin azaltılması yoluyla etkinlik sağlanarak, maliyetin düşürülmesini,
- Katma değer oluşturulmasını

gerektirmektedir (HKU Architecture, 2002). Özetle ekonomik sürdürülebilirlik: kaynakların etkin kullanımı ve yönetimi ile düzenli bir kamu ve özel yatırım akışının sağlanması, ekonomik etkinliğin, işletme karlılığı yerine sosyal kriterlerle değerlendirilmesidir (Hoşkara, 2007).



### 2.2.2.3 Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleşebilmesi için önemli bir hedefdir. Bu kategorideki hedefler, genel olarak insan olmaktan kaynaklanan ve varlığı doğal olarak kabul edilen bazı temel hak ve hürriyetler üzerine yoğunlaşmaktadır. Bunların önde geleni nesiller arası eşitlik ve dengedir. Nesiller arası eşitliği sağlamak ve gelecek nesillere varlıklarını sürdürülebilmeleri ve refah içinde yaşayabilmeleri için gerekli kaynakların bırakılması gerekmektedir. Bu hedef kapsamında hem günümüzde toplumun her üyesinin iş, ev gerekli sağlık koşulları, eğitim, kültürel etkinlikler gibi temel gereksinimleri uzun süreli olmak üzere karşılanmış, hem de gelecek nesillerin yaşama hakları korunmuş olacaktır.

Sosyal sürdürülebilirlik, sağlık ve eğitim alanında gelişme, gereksinimlerin karşılanması, kültür ve mirasın korunması ve yaşam standardının yükseltilmesi gibi esaslara dayanmaktadır. Sosyal normlar zaman içinde değişse de, sosyal ve kültürel yapının sürekliliği önemlidir. Sosyal sürdürülebilirliğin, doğal kaynakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması ile ilgili insanların bilgilendirilmesi ve belirli alışkanlıklarının değiştirilmesi açısından ekolojik sürdürülebilirlikle bağlantısı önemlidir.

Sosyal sürdürülebilirlik, toplumsal hayattaki tüm bireyler arasında dayanışma sağlanmasını ve çeşitli gruplar arasında diyalog kurulmasını öngörmektedir. Kadınların, çocukların ve gençlerin rollerinin etkinleştirilmesi, gönüllü kuruluşların, yerel yönetimlerin, bilim adamı, teknokratların işlevselleştirilmesi ve gruplar arası uyum ve toplumsal uzlaşa önemli görülmektedir. Bunun yanı sıra toplumda yüksek düzeyde çevresel bilincin gelişmesi için hükümetlerin, iş çevrelerinin sürdürülebilirlik hedeflerini politikalarına entegre etmeleri gerekmektedir. Sosyal sürdürülebilirlik,

- Çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunmasını,
- Yaşam kalitesinin yükseltilmesini,
- Fiziksel engelliler gibi özürli grupların topluma kazandırılmasını öngörmektedir (HKU Architecture, 2002).

Sürdürülebilir Kalkınma kavramının temelini oluşturan ekonomi, çevre ve toplum bileşenleri arasında denge oluşturabilmek için her bir bileşenin yukarıda belirtilen ilkelerine uyulması gerekmektedir. Tüm boyutların temelini oluşturan ilkelerden yola çıkılarak, literatürde belirlenmiş farklı yaklaşımlarda sürdürülebilir kalkınma ilkeleri açıklanmıştır.

### **2.2.3 Sürdürülebilir Gelişmenin İlkeleri**

1991 yılında “Doğanın Korunması İçin Uluslararası Birlik (International Union for Conservation of Nature -IUCN)”, “BM Çevre Programı (United Nations Environment Programme-UNEP)” ve “Doğa İçin Dünya Çapında Kaynak (World Wide Fund for Nature -WWF)” tarafından hazırlanan “Yeryüzünü Önemsemek: Sürdürülebilir Yaşam İçin Bir Strateji (Caring for the Earth: A Strategy for Sustainable Living)” raporunda sürdürülebilir kalkınma, “İnsanın yaşam kalitesinin, bağımlı olduğu ekosistemin taşıma kapasitesinin sınırları içinde kalmak koşuluyla artırılması” olarak tanımlanmıştır (IUCN, UNEP ve WWF, 1991; Sev, 2009). Bu raporda, Sürdürülebilir Kalkınma Stratejilerine temel olabilecek dokuz ilke tanımlanmıştır:

- **Toplum yaşamı için saygı ve özen gösterilmesi:** dünya üzerindeki tüm insanlar ve tüm yaşam biçimleri için, şimdi ve gelecekte korunması ve sahip olduğu değerlere saygı gösterilmesi sürdürülebilir yaşamın temelini oluşturmaktadır. Doğal kaynak kullanımı ve çevrenin korunması, şimdiki ve gelecekteki nesiller ayırt edilmeksizin, toplumun her kesimi tarafından dikkate alınması gereken bir sorumluluktur, etik bir ilkedir.
- **İnsan yaşamının kalitesinin artırılması:** Sürdürülebilir kalkınmanın amacı yaşam kalitesinin artırılmasıdır. Sürdürülebilir kalkınma tüm insanlar için sağlıklı yaşam sağlanması, eğitim, belirli bir yaşam standardının sağlanması için kaynaklara kolay ulaşma, politik özgürlük, insan haklarının garanti altına alınması gibi temel hakların korunmasına yönelik ilkelerdir. Ekonomik kalkınma sürdürülebilir kalkınmanın bir bileşenidir, tek hedefi değildir.
- **Yeryüzünün canlılığı ve çeşitliliğinin korunması:** Birçok canlı türünü barındıran yeryüzünün, fonksiyonlarının ve çeşitliliğinin korunması,

sürdürülebilir kalkınmanın ana ilkelerindedir. Bunun gerçekleştirilmesi için hedefler belirlenmiştir:

- Yeryüzünün yaşam destek sistemlerinin korunması,
  - Canlı türlerinin çeşitliliğinin korunması,
  - Yenilenebilir kaynakların devamlılığının garanti altına alınması,
- **Yenilenemeyen kaynak tüketiminin azaltılması:** maden, petrol, doğal gaz ve kömür gibi yenilenemeyen kaynakların tüketimini azaltmak, gelecek nesillerin yaşamının tehlikeye sokmamak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kaynakların sürdürülebilirliği için, geri dönüştürme, belli ürünlerde alternatif veya yenilenebilir kaynaklardan yararlanma da faydalı yöntemlerdir.
  - **Yeryüzünün taşıma kapasitesi içinde kalınması:** yeryüzündeki eko sistemlerin belli bir taşıma kapasitesi vardır. Bu kapasite, eko-sistemlerin ve biyosferin onarılamayacak düzeyde zarar görmesini engelleyecek sınırları belirlemektedir. Taşıma kapasitesi bölgeden bölgeye değişmekle birlikte, üzerinde oluşacak etkiler, bölgenin insan nüfusuna, her bireyin ne kadar yiyecek, su, enerji, hammadde tükettiğine ve ne kadar atık oluşturduğuna bağlıdır.
  - **Kişisel davranış ve uygulamaların değiştirilmesi:** insanlar sürdürülebilir bir yaşam stili geliştirebilmek için sahip oldukları değerleri ve davranış alışkanlıklarını tekrar gözden geçirmeli ve mevcut davranışlarını değiştirmelidir. Toplumlar sürdürülebilir bir yaşam tarzıyla uyum sağlamayan girişimleri desteklememelidir. Bu konudan bireylerin eğitilmesi büyük önem taşımaktadır.
  - **Toplumların kendi çevrelerine özen göstermelerinin sağlanması:** toplumsal kuruluşlar ve yerel gruplar, insanların sürdürülebilirlik konusunda dikkatini çekebilecek en uygun ve etkili araçlardır. Bu kuruluşların çabasıyla ve gösterdiği yol ile insanlar sürdürülebilir toplumlar oluşturmaya yönelik olarak organize olabilir ve faaliyete geçebilirler. Ancak bu topluluklarda belli bir otorite, güç ve bilgi birikimi olmalıdır. Sürdürülebilirliği kabul ettirmek ve yaymak amacıyla toplum içinde görev üstlenecek kişiler, hitap etikleri

kesimlerin zengin ya da yoksul, şehirli ya da köylü olduğunu gözardı ederek, etkili bir güç haline gelmektedir.

- **Kalkınma ile koruma arasındaki entegrasyonun sağlanması için ulusal bir çerçeve oluşturulması:** Rasyonel bir şekilde kalkınmak isteyen tüm toplumların sürdürülebilir kalkınma konusunda yararlanabilecekleri bir bilgi ve dayanışma platformuna, kurumsal yapılara, kanun ve yönetmeliklere gereksinimleri vardır. Sürdürülebilirliğin benimsenebilmesi için oluşturulacak ulusal bir program, problemlerin belirlenmesi ve oluşmadan önlenmesi açısından yarar sağlayacaktır.
- **Sürdürülebilirliğin küresel ölçekteki uygulanmasına yönelik dünya anlaşması oluşturulması:** Eğer küresel sürdürülebilirlik gerçekleştirilmek isteniyorsa tüm ulusların yer alacağı, istikrarlı bir ittifak oluşturulması gerekmektedir. Dünyada ulusların kalkınma seviyeleri eşit değildir. Bu durumda gelir düzeyi düşük ve gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir bir kalkınmanın gerçekleşebilmesi için borçlarının azaltılması, kaynak akışının sağlanması, ticari açıdan desteklenmeleri ve çevrelerinin korunması gerekmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için uluslararası kurumların yeniden yapılandırılması ve güçlendirilmesi ile uluslararası anlaşmaların bağlayıcılıklarının artırılması gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları doğrultusunda sürdürülebilir kalkınmanın üç bileşeni ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarına yönelik belirlenmiş ilkeler bulunmaktadır. Bir kaynaktan alınan bu ilkeler Tablo 2.1’ de gösterilmiştir (Hoşkara, 2007; Du Plessis, 1998).

Geniş kapsamlı ve çok boyutlu bir kalkınma yaklaşımı olan sürdürülebilir kalkınma için belirlenen ilkelerin (çevresel, ekonomik ve sosyal bileşenler bazında) hayata geçirilmesi birçok açıdan zordur ve çelişkiler ortaya çıkarır. Sev’ e (2009) göre paradoks şudur ki, gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlar doğal kaynaklarını, gerçek anlamda ekonomik büyüme ve sosyal amaçları gerçekleştirme yönünde kullanmalıdır. Ancak kısa vadeli ekonomik büyüme amacıyla doğal çevrenin taşıma kapasitesi aşırsa, bu artık sürdürülebilir kalkınma olmaktan çıkar. Bu durumda,

hangi konuda ne düzeyde ödün verileceğine ilişkin olarak, alternatif kalkınma metodlarının değerlendirilmesi gerekmektedir (Sev, 2009).

Tablo 2.1 Sürdürülebilir Gelişme İlkeleri (Hoşkara, 2007; Du Plessis, 1998).

<b>Sürdürülebilir Kalkınma İlkeleri</b>	
<b>Çevresel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Yeryüzünün canlılığının ve çeşitliliğinin korunması</li> <li>▪ Yaşam destek sistemlerinin korunması</li> <li>▪ Yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı</li> <li>▪ Yenilenemeyen kaynakların kullanımının en aza indirgenmesi</li> <li>▪ Çevreye ve bütün yaşayan canlıların sağlığına verilen zararın ve kirliliğin en aza indirgenmesi</li> <li>▪ Kültürel ve tarihi çevrenin korunması</li> </ul>
<b>Ekonomik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uluslar ve nesiller arası eşitliğin teşvik edilmesi</li> <li>▪ Eşit olmayan değiş-tokuştan kaçınılması</li> <li>▪ Bir grubu zenginleştirmek için bir diğer grubun yoksullaştırılmaması</li> <li>▪ Gerçek maliyet fiyatlandırılmasının sağlanması</li> <li>▪ Etik olan tedarik ve yatırım politikalarının teşvik edilmesi</li> <li>▪ Maliyet ve yararların eşit dağıtımının desteklenmesi</li> <li>▪ Yerel ekonomilerin desteklenmesi</li> </ul>
<b>Sosyal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ İnsan yaşam kalitesinde gelişime izin verilmesi</li> <li>▪ Halklar arasında sosyal adaletin desteklenmesi</li> <li>▪ Kültürel ve sosyal bütünlüğün hesaba katılması</li> <li>▪ Kendine güven ve hür iradenin yükseltilmesi</li> <li>▪ Bireyselden uluslararasına kadar bütün seviyelerde karar almada işbirliğinin ve katılımın cesaretlenmesi</li> <li>▪ Halkın yetkilendirilmesi ve kapasite artırımı için fırsatlar sağlanması.</li> </ul>

Sürdürülebilir kalkınma için belirlenen ilkeler, farklı yaklaşımlar sonucunda oluşmuş ve özünde, çevreyi koruyarak, ekonomik ve sosyal gelişmenin sağlanması hedefini barındıran ilkelerdir. Bu ilkeler doğrultusunda, çevresel, ekonomik ve sosyal yönlerden gelişmeyi sağlama amacıyla karar alma sürecine yardımcı olabilecek

sürdürülebilirlik göstergeleri oluşturulmuştur (Tablo 2.2). Bu göstergeler belirlenen ilkeler doğrultusunda ne kadar ilerleme kaydedildiği belirlemeyi de amaçlamaktadır.

Tablo 2.2 Sürdürülebilir Gelişme İçin Öncelikli Hedefler

<b>SOSYAL</b>	<b>ÇEVRESEL</b>
Eğitim	İçme suyu/yeraltı suyu
İstihdam	Tarım/güvenli besin ihtiyacı
Sağlık/ İçme suyu	Kent
Barınma	Kıyı alanları
Yaşam kalitesi	Deniz ortamı
Kültürel miras	Balıkçılık
Yoksulluk/gelir dağılımı	Biyçeşitlilik
Suç	Sürdürülebilir orman yönetimi
Nüfus	Hava kirliliği/Ozon tab. bozulması
Sosyal ve etnik değerler	Küresel iklim değişikliği/deniz sev.
Kadınların rolü	Doğal kaynakların sürdürülebilir kul.
Kaynaklara erişilebilirlik	Sürdürülebilir turizm
Toplumsal yapı	Taşıma kapasitesi kontrolü
Eşitlik/ Sosyal ayırım	Arazi kullanımının değişmesi
<b>EKONOMİK</b>	<b>KURUMSAL</b>
Ekonomik bağımlılık	Bütüncül karar verme
Enerji	Kapasite yapısı
Tüketim ve üretim alışkanlıkları	Bilim ve teknoloji
Atık yönetimi	Toplumsal farkındalık/bilgilendirme
Ulaşım	Uluslararası işbirliği
Madencilik	Yönetimin/sivil toplumun rolü
Ekonomik yapı ve kalkınma	Kurumsal ve yasal çerçeve
Ticaret	Afet hazırlığı
Üretim	Halkın katılımı

Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu (UNCSD) tarafından hazırlanan Sürdürülebilir Kalkınma göstergelerine göre, Tablo 2.2’ de belirtilen konu başlıkları sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda sosyal, çevresel, ekonomik ve kurumsal alanda ülkeler için önerilen öncelikli konu başlıklarıdır (UNEP, 2001).

BM tarafından sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirebilmek için yol gösterici olabilecek sosyal, çevresel, ekonomik ve kurumsal alanlarda hazırlanmış sürdürülebilirlik göstergeleri Tablo 2.3, 2.4, 2.5 ve 2.6 da verilmektedir.

Tablo 2.3 Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Sosyal Göstergeler (UN, 2001).

<b>SOSYAL GÖSTERGELER</b>		
<b>Tema</b>	<b>Alt tema</b>	<b>Göstergeler</b>
<b>Eşitlik</b>	Yoksulluk	Yoksulluk sınırı altında yaşayan nüfus oranı
		Gini gelir eşitsizliği endeksi
	Cinsiyet eşitliği	İşsizlik oranı
<b>Sağlık</b>	Beslenme Durumu	Çocukların beslenme durumu
	Ölüm oranı	Beş yaş altı ölüm oranı
		Doğumda yaşam umudu
	Sağlık önlemleri	Kirli su hizmeti alan nüfus oranı
	İçme suyu	Temiz içme suyuna erişebilen nüfus oranı
	Sağlık hizmetleri	Temel sağlık hizmetine erişebilen nüfus oranı
		Bulaşıcı hastalıklara karşı çocukların aşılınması
Doğum kontrol yöntemlerinin yaygınlık oranı		
<b>Eğitim</b>	Eğitim düzeyi	İlkokul mezunu çocuk sayısı
		Lise mezunu yetişkin sayısı
	Okuryazarlık	Yetişkin okuryazar oranı
<b>Barınma</b>	Yaşam koşulları	Kişi başına düşen yaşama alanı
<b>Güvenlik</b>	Suç	100.000 nüfusta kişi başına kayıtlı suç oranı
<b>Nüfus</b>	Nüfus değişimi	Nüfus artış oranı
		Kentin resmi ve gayri resmi yerleşim yerlerindeki nüfus

Tablo 2.4 Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Çevresel Göstergeler (UN, 2001).

<b>ÇEVRESEL GÖSTERGELER</b>		
<b>Tema</b>	<b>Alt tema</b>	<b>Göstergeler</b>
<b>Atmosfer</b>	İklim değişikliği	Sera gazı emisyonları
	Ozon tabakasının bozulması	Ozon tabakasına zarar veren maddelerin tüketimi
	Hava kalitesi	Şehirlerde hava kirliliğinin yoğunlaşması
<b>Toprak</b>	Tarım	Ekilebilir ve devamlı hasat veren arazi
		Gübre kullanımı
		Tarım kimyasallarının kullanımı
	Ormanlar	Toplam alandaki orman alanı yüzdesi
		Ağaç kesme yoğunluğu
	Çölleşme	Çölleşmeden etkilenen alanlar
Şehirleşme	Resmi ve gayri resmi şehir yerleşimlerinin alanları	
<b>Okyanus, Denizler ve Kıyılar</b>	Kıyı bölgeleri	Kıyı sularındaki alglerin yoğunluk miktarı
		Kıyı bölgelerinde yaşayan nüfusun oranı
	Balıkçılık	Nüfus artış oranı
<b>Temiz Su</b>	Su miktarı	Yeraltı sularının yıllık kullanım oranı
	Su kalitesi	Sudaki organik materyal yoğunluğu
<b>Biyolojik Çeşitlilik</b>	Ekosistem	Önemli ekosistemleri alanı
		Koruma alanlarının toplam alandaki yüzdesi
	Türler	Seçilmiş türlerin varlığı



Tablo 2.5 Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Ekonomik Göstergeler (UN, 2001).

<b>EKONOMİK GÖSTERGELER</b>		
<b>Tema</b>	<b>Alt tema</b>	<b>Göstergeler</b>
<b>Ekonomik Yapı</b>	Ekonomik performans	Kişi başına düşen Gayri safi milli hasıla(GSMH)
		GSMH' de yatırımların oranı
	Ticaret	Ticari mal ve hizmetlerin dengesi
	Finansal statü	Borçların GSMH' ya oranı.
		Alınan dış yatırımların GSMH' daki yüzdesi
<b>Tüketim ve Üretim Alışkanlıkları</b>	Malzeme tüketimi	Tarım kimyasallarının kullanımı
	Enerji kullanımı	Malzeme kullanım yoğunluğu
		Kişi başına düşen yıllık enerji tüketimi.
		Yenilenebilir enerji kaynakları kullanım oranı
	Atık üretimi ve yönetimi	Sanayi ve belediyelerin katı atık üretimi
		Tehlikeli atık üretimi.
		Radyoaktif atıkların üretimi.
		Atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı.
	Ulaşım	Ulaştırma şekline bağlı seyahat mesafesi oranı

Tablo 2.6 Sürdürülebilir Gelişme İçin Belirlenen Kurumsal Göstergeler (UN, 2001).

<b>KURUMSAL GÖSTERGELER</b>		
<b>Tema</b>	<b>Alt tema</b>	<b>Göstergeler</b>
<b>Kurumsal Çerçeve</b>	Stratejik Sürdürülebilir Kalkınma Uygulamaları	Ulusal sürdürülebilir gelişme stratejisi
	Uluslararası İşbirliği	İmzalanan küresel anlaşmaların uygulanması
<b>Kurumsal Kapasite</b>	Bilgiye erişim	1000 kişi başına düşen internet kullanıcısı sayısı
	İletişim altyapısı	1000 kişi başına düşen telefon hattı sayısı
	Bilim ve teknoloji	Araştırma geliştirme(ARGE)' nin GSMS' daki oranı
	Doğal afetlere hazırlık	Doğal afetler sebebiyle ekonomik ve insan kayıpları

Sürdürülebilir kalkınma, yukarıda tanımlanan sosyal, ekonomik, çevresel boyutlarının yanında (sürdürülebilirlik kavramında olduğu gibi) farklı ölçeklerde farklı anlamları olan, ölçeğe bağlı bir sorun kümesi olarak da tanımlanmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramının tanımlamasında verilen bu ölçekler küresel, bölgesel, ülkesel ve yerel ölçeklerdir. Sürdürülebilir kalkınma farklı ölçekler açısından ele alınacak olursa, küresel ölçekte, zengin ve fakir uluslar arasındaki farkın açılması, çevre ve yaşam kalitesi, kaynakların adil dağılımı ve buna bağlı olarak sosyal adalet ne iyileşme gibi ön plana çıkmaktadır. Bölgesel sürdürülebilirlik' te yenilenebilir kaynakların doğal yeniden üretim kapasiteleri, çevrenin atık ürünleri özümsemek üzere kullanımı, ülkesel sürdürülebilirlikte kentsel, kırsal ve çevresel gelişme örneklerindeki değişimler, sosyal ekonomik yapılanma içindeki değişim gibi konular ele alınmaktadır. Yerel ölçekte ise, kentsel form ve enerji tüketimi, ulaşım ve enerji tüketimi, ulaşım ve enerji, kentsel ve kırsal yaşam kalitesi, yeni yerleşimler, kentsel yoğunlaşma ve yayılma, gelişme baskıları, arazi kullanımı, açık alanlar, mahalle yapısı, konut alanları, binaların sürdürülebilirlik ilkeleriyle tasarımı vb. konular ele alınmaktadır (Hoşkara, 2007).

Sonuç olarak, farklı boyutlarıyla (sosyal, çevresel, ekonomik), farklı ölçeklerdeki ifadeleriyle, gerçekleştirilebilmesine yönelik öncelikli konu başlıkları ve geliştirilen ilkeleriyle, bu ilkelerin doğrultusunda hazırlanan göstergelerle kapsamlı tanımlaması yapılan “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramı son derece geniş kapsamlı ve çok boyutlu bir gelişme olarak gündeme gelmektedir. Temelinde çevreyi koruyarak ekonomik ve sosyal gelişmeyi sağlama hedefini barındıran sürdürülebilir kalkınma kavramı ve ilkelerinden hareketle, kaynakların verimli kullanıldığı, en az düzeyde atık oluşumu ve geri dönüşümlü malzeme kullanımının sağlandığı, ekosistemlere zarar vermeyecek düzeyde kirliliğin oluştuğu, biyolojik çeşitliliğe değer veren ve koruyan, yerel kaynakların etkin şekilde kullanıldığı bir çevrenin oluşturulmasının hedeflendiği söylenebilir. Sürdürülebilir kalkınma toplum yapısında ise, her bireyin temel gereksinimlerinin karşılanabildiği, gelir dağılımındaki eşitsizliğin azaldığı ve yeterli iş olanaklarının sağlandığı, yeterli sağlık hizmetlerinin ve koşullarının sağlandığı, bireylerin eğitim koşullarının geliştirildiği, toplumun tüm kesimlerinin karar verme süreçlerine katılımının sağlandığı, hedeflere ulaşmayı amaçlamaktadır.

### **2.3 Yapı Endüstrisinin Sürdürülebilir Gelişmeye Etkisi**

Çevre üzerinde etkisi bulunan çoğu insan aktiviteleri, arka planda yapı endüstrisi ile ilişkilidir. Bu aktivitelerin etkisi, yapı endüstrisindeki uygulamalarda yapılan değişikliklerle azaltılabilir. Endüstrinin en belirgin ya da en ölçülebilir etkisi çevre üzerine olmakla birlikte, sosyo-ekonomik etkileri de önemli olumsuzluklara neden olmaktadır (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

World Watch Institute, International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) gibi kurumlar tarafından yapılan araştırmalarda ve yayımlanan raporlarda, yapı endüstrisinin çok sayıda olumsuz çevresel etkiye sahip olduğu belirtilmekte, bunun yanı sıra ekonomik ve sosyal gelişme yönünde çok önemli katkılar sağlayabilecek potansiyele sahip olduğunun altı çizilmektedir. Tüm bu etkiler göz önünde bulundurularak, yapı endüstrisinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerinden bahsedilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) tarafından hazırlanan ve 2002 yılında yayımlanan raporda yapı endüstrisinin çevresel etkileri detaylı bir şekilde belirtilmektedir. Yayımlanan rapora göre, yapı endüstrisi toplam küresel temiz suyun 6' da 1' ini tüketmekte, bunun yanı sıra dünya genelindeki doğrudan ya da dolaylı toplam enerji tüketiminin % 30–40' ından sorumludur. Aynı zamanda, toplam atık oluşumunun da % 30' u inşaat sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu orana yıkım atıkları da eklenirse daha büyük bir orana ulaşılır. Toplam sera gazı emisyonlarının da % 20–30 arası yapı endüstrisi faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır. Hammadde çıkarılması, işlenmesi ve ürünün üretilmesi sırasında büyük çevresel kirlilik de oluşmaktadır. Ayrıca ekonomik kazanç için yeşil alanlar yok edilmekte, tarım alanlarına zarar verilmekte ve dolayısıyla doğal çevre göz ardı edilmektedir (CIB ve UNEP-IETC, 2002). Yine World Watch Institute tarafında yapılan araştırmaya göre, yapı endüstrisindeki faaliyetler sonucu dünya ormanlarının 1/4' ü, içme suyunun 1/6' sı, malzemenin 2/5' i kullanılmakta ve malzemelerin kaynaklardan çıkarılması, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması sırasında harcanan enerji dışında yapı sektöründe kullanılan enerji miktarı, yıllık enerji tüketimi toplamının % 40' ını oluşturmaktadır (World Watch Institute, 2003).

CIB (2002) raporunda, gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere nazaran yapı endüstrisinin çevre üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bunun nedeni ise, gelişmekte olan ülkelerin hala içinde bulunduğu gelişim süreci ve endüstrileşmenin bu ülkelerde diğerlerine nazaran daha az gelişmiş olmasına bağlanmakta, dolayısıyla yapı endüstrisinin bu ülkelerde çevre yaşamını daha fazla etkilemesiyle sonuçlandığı belirtilmektedir (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Yapı endüstrisi, doğal kaynak kullanımı ile fiziksel çevreye önemli müdahalede bulunmaktadır. Hızla artan küresel nüfus ve beraberinde doğal kaynaklara artan talep göz önünde bulundurulursa, yapı sektörünün çevre üzerinde ne denli büyük etkisi olduğu anlaşılacaktır. Bu durum özellikle, çok fazla kaynağa ihtiyaç duyan (kaynak yoğun) konut ve altyapı yapımında geçerlidir. Yapı endüstrisindeki küresel kaynaklara yönelik yoğun talep, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi yönünde bu sektörün önemini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Yapı endüstrisi faaliyetlerinin enerji tüketimi ve atmosfere yayılan sera gazı emisyonlarına bakılarak çevre üzerindeki olumsuz etkileri kolaylıkla kavranabilmektedir. CIB (2002) raporuna göre, yapı endüstrisindeki modern yapı malzemeleri beton ve çelik küresel ısınma ve dolayısıyla iklim değişikliklerinin başlıca sebeplerindedir. Dünya genelinde yapı endüstrisinde kullanılan beton yapı malzemesi oranı, çelik, ahşap, alüminyum, plastik vb. kullanılan yapı malzemelerinin toplamalarının oranının iki katından fazla olduğu belirtilmektedir. Çimento üretimi sırasında meydana gelen sera gazları salınım oranı ise, fosil yakıtların tüketimi sonucunda oluşan sera gazı salınım oranından büyüklük olarak hemen sonra gelmektedir. Çimento fırınlarında yılda 25 tondan fazla NO (Nitrojen Oksit) yayılmakta olduğundan zararlı gazların temel kaynağı olarak çimento görülmektedir. Çelik fazla enerji tüketimine (enerji yoğun) neden olmakta ve üretimi sırasında küresel enerji tüketiminin % 4.1' ini oluşturmaktadır (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Yapı endüstrisinin çevre üzerindeki bir diğer önemli müdahalesi de oluşan atıklardır. Yapım ve yıkım aktiviteleri sonucunda meydana gelen atıkların büyük bir kısmı yasadışı bir şekilde baraj, nehir yataklarına dökülmekte ya da gömülmektedir. Bu da doğal kaynakların zarar görmesine neden olmaktadır. Yüksek miktarda malzeme tüketimi hem gereğinden fazla enerji tüketimi ve zararlı gaz salınımlarına hem de çok büyük miktarda atık oluşumuna neden olacaktır.

Özetle, yapı endüstrisindeki faaliyetler nedeniyle doğal kaynakların yoğun kullanımı, yapım ve yıkım aktiviteleri sonucunda oluşan katı, sıvı atıkların ve gaz emisyonlarının çevreye çok sayıda olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler, yenilenemeyen doğal kaynakların tüketimi, biyolojik çeşitliliğin azaltılması, orman azalması, tarım alanlarının kaybı, hava, su ve toprak kirliliği, doğal yeşil alanların yok edilmesi ve küresel ısınma olarak özetlenebilir.

Yapı endüstrisinin ekonomik etkileri; CIB (2002) raporuna göre, yapı endüstrisi yapısı, davranışı ve performansı ile ekonomik sürdürülebilirliği artırabilecek bir potansiyele sahiptir. Fakat gelişmekte olan ülkelerde yapı endüstrisinin genellikle ithal yapı malzemeleri ve yapı elemanlarına bağlı olması, küreselleşme sonucunda

ulusal firmaların uluslararası firmalarla rekabet edememesi, dolayısıyla finansal kararların ülke içinde tutulamaması gibi sorunlar ekonomik sürdürülebilirliğin gerçekleşmesinde engel olarak görülmektedir. Ekonomik açıdan etkin olan bir yapım endüstrisi, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de desteklemektedir, çünkü ekonomik olarak etkin bir yapım endüstrisi atıkları azaltan ve kaynakların etkin şekilde kullanımını destekleyen en az maliyetli yöntemleri sağlayarak çevresel sürdürülebilirliği de geliştirir. (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Kısacası yapım endüstrisi üretim faaliyetleri ve hizmetleriyle önemli bir ekonomik faaliyet alanı olarak, etkinliğiyle ülke ekonomilerinin büyüme hızını da artırmaktadır. Ülkelerde Gayri Safi Milli Hasılanın (GSMH) önemli bir bölümünü oluşturarak, ekonomi için etkin güç olmaktadır.

Yapım endüstrisinin sosyal etkileri; CIB (2002) raporundaki verilere göre yapım endüstrisi 111 milyon çalışanı ile dünyadaki en büyük endüstriyel işverendir. Gelişmekte olan ülkelerde bu oran gelişmiş ülkelere göre daha fazladır. Yapım endüstrisi ve sağladığı iş olanakları düşük gelir düzeyine sahip kişilerin yaşam kalitelerinin iyileştirilmesi ve insani gelişme açısından önemli rol oynayabilir. Yapım endüstrisi yapım faaliyetlerinin emek yoğun yapısından dolayı yoksulluğun önlenmesi açısından önemli fırsatlar sunabilir, dolayısıyla yapım süreci aracılığıyla sosyal sürdürülebilirliğin geliştirilmesi mümkündür (CIB ve UNEP-IETC, 2002).

Yapım endüstrisi ürünü olan yapılardan kaynaklanan bu problemlere kalıcı çözümler üretilmesi gerekliliği belirtilmiştir. Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme kavramlarının uygulanabilmesi açısından büyük önem taşıyan “sürdürülebilir mimarlık” ve “sürdürülebilir yapım” kavramı, yapılardan kaynaklanan çevresel sorunlara çözüm üretmek amacıyla gündeme gelmiştir.

## BÖLÜM ÜÇ

### SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ VE YAPIM

#### 3.1 Sürdürülebilir Mimari

##### 3.1.1 Sürdürülebilir Mimari Kavramı

Mimarlık sonuç ürünü olan yapılar ve yapı endüstrisi, diğer faaliyet alanlarına kıyasla dünya üzerinde kaynakların büyük bölümünü tüketmekte, yapı üretiminin daha ilk evrelerinde yapı alanına yapılan müdahaleler ekolojik öğeleri değiştirmeye başlayarak çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadırlar. Kısacası bölüm 2.3' de detaylı bir biçimde anlatıldığı şekliyle, yapı endüstrisi küresel ve yerel ölçekte çevre kirliliğine neden olan sektörlerin başında gelmektedir. Bu bağlamda, mimarlık disiplini içinde de çevreye duyarlı yaklaşımlar ile binalar üreterek, sürdürülebilirliğin sağlanması temel sorumluluklar içinde yer almaktadır.

Sürdürülebilir mimarlık ya da tasarıma yönelik çeşitli yaklaşımlar, tanımlamalar geliştirilmiştir. Yeang' a (2001) göre sürdürülebilir tasarım, ekolojik tasarım olarak tanımlanabilir. Tasarımın, yapım sistemlerinin tüm yaşam döngüleri ile biyosferdeki ekolojik sistemleri entegre edebilmesidir. Yapı malzemeleri ve enerji kullanımı, çevreye minimum etki yapacak şekilde- kaynaktan yapıdaki en küçük ekipmana kadar- ekolojik sistemlerle uyum içerisinde çalışmalıdır. Başarılı bir sürdürülebilir bina, biyosferdeki doğal sistemlerle bütünleşmelidir, sistemler üzerinde minimum yıkıcı etki, maksimum olumlu etki yaratmalıdır (Kayıhan, 2006). Shaviv (2001) ise sürdürülebilir mimarlığın amacını, çevresine duyarlı, az enerji tüketen, çevre üzerinde en az olumsuz etkiye sahip, kullanıcılarına sağlıklı iç ortamlar sunan ve konfor koşullarını optimum düzeyde sağlayan binaların tasarlanması olarak tanımlamaktadır (Shaviv, 2001).

1993 yılında Dünya Mimarlık Birliği genel kurulunda alınan sürdürülebilir bir gelecek için bağımlılık kararları bildirisinde sürdürülebilir mimarlığın amacı şu şekilde belirtilmiştir; sürdürülebilir yapı tasarımı ve üretiminde kaynak ve enerjinin

daha etkin kullanımının gözetilmesi, sağlıklı, işlevsel ve dayanıklı yapılar ve yapı malzemelerinin üretimi, ekolojik ve toplumsal kriterlere uygun arazi kullanımı ve sin veren estetik duyarlılık şeklinde tanımlanabilir (Eryıldız, 2003). Foster (2001) ise sürdürülebilir tasarımı “en azla en çoğu gerçekleştirmek” olarak tanımlayarak şöyle devam etmektedir, enerjiyi korumak adına bol atık üreten mekanik sistemlere bağımlı olmak yerine, yenilenemeyen ve küresel ısınmaya katkı sağlayan kirlilik üreten enerji kaynaklarının kullanımını azaltan pasif mimarlığın ideal kullanımı ile ilgilidir. Sürdürülebilirlik iyi mimarlık demektir, mimarlığın kalitesi demektir, kullanılan malzemelerin kalitesinden çok fikirlerin ve düşünce biçimlerinin kalitesiyle ilgilidir. Uzun ömürlü olma, sürdürülebilirlik için önemli bir kriterdir. Uzun ömürlülük ve enerjinin tutumlu kullanımı kriterleri birlikte sağlandığında sürdürülebilirliğin daha da başarılı bir şekilde gerçekleştirilebileceği açıktır (Foster, 2001).

Sürdürülebilir mimari doğal çevre ile ilişkili olma olgusu ışığında tanımlandığında, çevresindeki doğaya, iklim koşullarına, topluma ve kültüre uyum gösteren, tarihsel süreklilik sağlayan, üretiminde ve kullanımında minimum enerji tüketen, yerel olarak elde edilip, kullanım sonrasında geri dönüşebilen malzemeler kullanan ve ekosistem içinde bir döngüyü önerebilen mimarlık yaklaşımı şeklinde tanımlanabilir (Karslı, 2008).

“Sürdürülebilir mimari; içinde bulunduğu koşullarda ve varlığının her döneminde çevreye duyarlı, doğaya en az düzeyde zarar veren, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan yapılar ortaya koyma faaliyetlerinin tümüdür. İnsan gereksinmelerini, doğal kaynakların varlığını ve geleceğini tehlikeye atmadan karşılamayı esas alır. Sürdürülebilir yapılar; kullanıcıların sağlığını ve konforunu korur ve geliştirir, yapımı ve kullanımı sırasında doğayı ve doğal kaynakları korur, yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak ya da doğaya zarar vermeyecek şekilde atık oluşturur” (Gür, 2007).



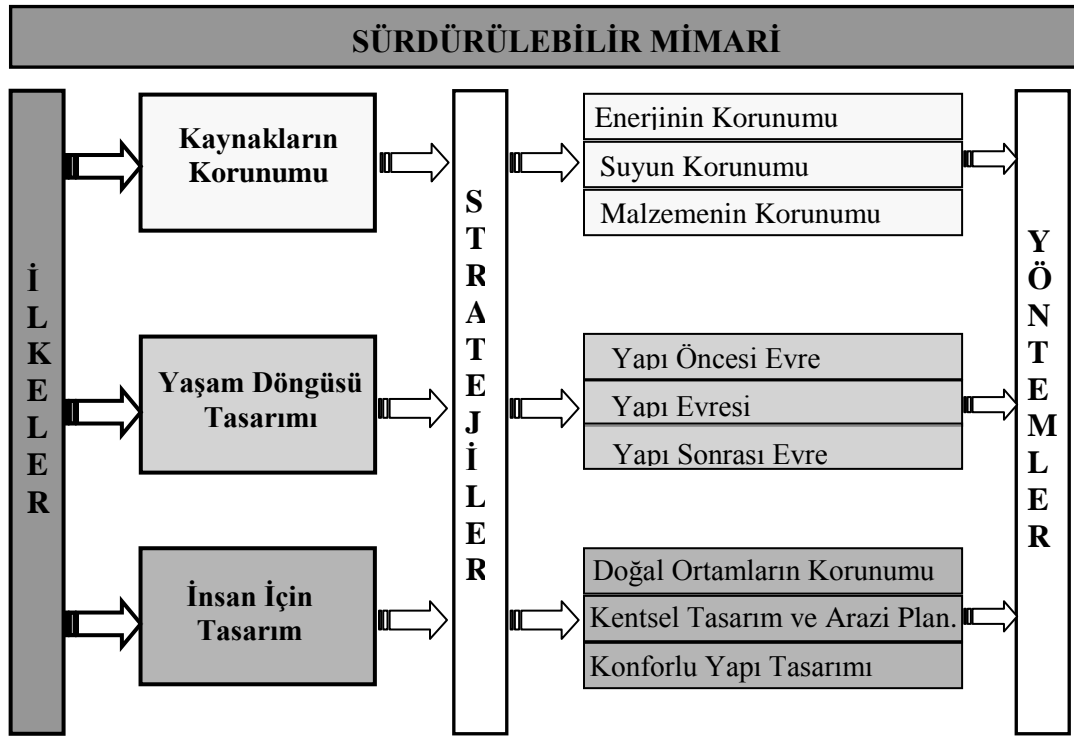
Mimarlıkta sürdürülebilirlik; ekolojik dengeye olan duyarlılık ve insan sağlığını dikkate alan bina tasarım ve faaliyetlerini vurgulayan bir kavramdır. Ekolojik dengeye olan duyarlılık ile yüksek enerji tüketimine neden olan binaların daha az enerji tüketmesi, geri dönüşümü olan malzemelerin kullanımı, doğal ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olabildiğince yararlanmak gibi çözümler üretilmesi beklenmektedir. Tüm yapı elemanlarının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda uygulanması, doğaya verilen zararın minimize edilmesi için bir gerekliliktir. Sürdürülebilir mimari için enerjinin etkin kullanımı ve doğal çevreyi koruma ön plana çıkan önemli amaçlardandır. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi vb. yenilenebilir ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ve fosil kaynaklı enerji kullanımına olan bağımlılığın azaltılması mimaride sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik önemli ilkelere dendir. Tüm belirtilen özelliklere ek olarak, mimari sonuç ürünün doğa ile uyum içinde olması önceliklidir.

Yapıların inşasının asla ekolojik bir aktivite olamayacağı, çevresel olarak sürdürülebilir bir yapının olası etkileri ancak minimuma indirebileceği görüşünü savunanlar da bulunmaktadır. Bu görüşü destekleyecek bir yaklaşımla Ciravoğlu (2006) konuya mimarlık ürünü için gereken yapı malzemelerinin üretim enerjileri ve bu üretim sırasında kullanılan doğal kaynaklar, oluşturulan atıklar ve yaratılan çevre kirliliği açısından yaklaşıldığında ileri sürülen tartışmaların geçerli olacağını belirtmektedir. Bu düşüncenin nedenini ise, bir yapı malzemesinin ne kadar az zarar yaratırsa yaratsın çevre üzerinde mutlaka bir etki bırakacağını, özellikle binaların yaşamının her aşamasında enerji tüketiminin yer aldığını, bu nedenle malzemelerin kaynaklarından çıkarılmasından, binaya montajına kadar gömülü enerjisinin ne kadar ne miktarda olduğunun önemli bir çalışma alanı oluşturduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalar bir yapının yapılması için gerekli olan gömülü enerjinin, yapının 30 yıl boyunca harcadığı enerjiye eşit olduğu bilgisi ışığında, sürdürülebilir mimarlık aktivitelerinin ve sürdürülebilir bir yapının ancak olası etkileri azaltması görüşünün doğruluğunun söylenebileceğini belirtmektedir (Ciravoğlu, 2006).

### ***3.1.2 Sürdürülebilir Mimaride İlkeler, Geliştirilen Stratejiler ve Yöntemler***

Ülkeler ekonomik açıdan geliştikte mimari tüketimleri de artmaktadır. Bu nedenle mimarlık ilk akla gelen ekonomik faaliyetlerdendir. Bir ülkenin ekonomik açıdan kalkınması daha çok konut, ofis vb. yapılara, arsa, yapı malzemesi, enerji vb. diğer kaynaklara ihtiyaç duymasına neden olur. Bu da mimarlık eylemlerinin küresel ekosistem üzerindeki etkilerini artırmakta başka bir söylemle mimarlığın, inorganik birimlerden, canlılardan ve insanlardan oluşan ekosisteme büyük zararlar vermesine neden olmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık ya da tasarım faaliyetlerinin amacı bu üç grubun varlığının devamlılığının sağlanması ve bu amaçla çözümler ortaya koymaktır. Bu amaçla 1998 yılında Kim ve Rigdon tarafından sürdürülebilir tasarıma yönelik bir kılavuz olması için tasarımcıların yararlanabileceği kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur (Şekil 3.1.). Sürdürülebilir mimari için geliştirilen bu kavramsal çerçeveye çevre üzerinde farkındalık yaratılarak çevre bilincinin geliştirilmesi, yapı ekosisteminin açıklanabilmesi ve sürdürülebilir yapı/bina tasarımının öğretim pratiği amaçlanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).

Şekil 3.1' de gösterilen ilkelerle konunun çok boyutluluğu açıkça görülebilmektedir. Alt başlıklar detaylı incelendiğinde çoğunun doğal kaynaklara ve malzeme kullanımına yönelik hedefleri içerdiği görülebilmektedir. Hagan' a (1997) göre sürdürülebilir mimarlık yaklaşımına yönelik mevcut çalışmalar kapsamında ileride mimari tasarım özelinde yapılacak çalışmaların malzeme yönünde geliştirilmesinin doğru bir yaklaşım olabileceği ve mimarın vizyonunun da uygun malzemelerin seçimi olması gerektiğini belirtilmektedir. Diğer konuların ise mimarın mühendislerle birlikte geliştirebileceği bütünleşmiş sistemlerle ilgili olduğu ve giderek daha fazla teknik boyut kazandığını vurgulamaktadır. Yine bu çalışmalar doğrultusunda tasarım açısından ise yapıların daha esnek ele alınması, çok amaçlı tasarlanması ve geçici özellikler barındırması gerektiği gözlemlenmektedir (Hagan, 2001).



Şekil 3.1 Mimarlıkta sürdürülebilirliğin sağlanması için geliştirilen kavramsal çerçeve (Kim ve Rigdon, 1998; Şenel ve Halıcıoğlu, 2010).

Şekil 3.1 ayrıntılı olarak incelendiğinde, Michigan üniversitesinden Kim ve Rigdon (1998) tarafından geliştirilen sürdürülebilir mimari için kavramsal çerçevede, sürdürülebilir tasarımın üç temel ilkesi olduğu belirtilmektedir. Bu ilkeler **Kaynakların Korunumu**, **Yaşam Döngüsü Tasarımı** ve **İnsan İçin Tasarım** ilkeleridir.

Sürdürülebilir mimari için belirlenen kavramsal çerçeve içeriğinde tanımlanan üç temel ilkenin genel anlamda binalarda enerji tasarrufunun yapılması, kullanılan kaynak ve atıkların denetimiyle çevre kirliliğinin azaltılması ve daha sağlıklı yaşama ortamlarının oluşturulması üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmektedir. Geniş bir uygulama alanına sahip bu yaklaşım bir yandan en basit ve düşük enerjili malzemelerle yapı yapmayı, öte yandan da teknolojinin tüm olanaklarını daha az enerji ve çevre kirliliği yaratmak için seferber etmeyi önermektedir (Ciravoğlu, 2006). Bu doğrultuda belirlenen ilkelerin her biri kendine özgü bir dizi strateji ve

yöntem içermektedir. Bu ilkelerin, geliştirilen strateji ve yöntemlerin anlaşılması, mimari sonuç ürünün sürdürülebilir olması açısından büyük önem taşımaktadır.

### *3.1.2.1 Kaynakların Korunumu İlkesi*

Kaynakların Korunumu ilkesi, enerjinin korunumu, suyun korunumu ve malzemenin korunumuna yönelik stratejiler ve yöntemler içermektedir. Enerji korunumunun, enerji bilinçli tasarım yaklaşımını temsil ettiği görülmektedir. Pasif sistemler ve yapı malzemelerinin üretim enerjileri bu bölümde yer almaktadır. Suyun korunumu başlığı altında yapıda kullanılan su ve atık yönetimine yönelik geliştirilen yöntemleri içermektedir. Malzemenin Korunumu başlığı altında ise, daha çok malzemelerin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımına yönelik açıklamalarda bulunmaktadır. Kaynakların korunumu ilkesi kısaca, yapı girdisi olan doğal kaynakların yeniden ve etkin kullanımı ile geri dönüştürülmesi temeline dayalıdır.

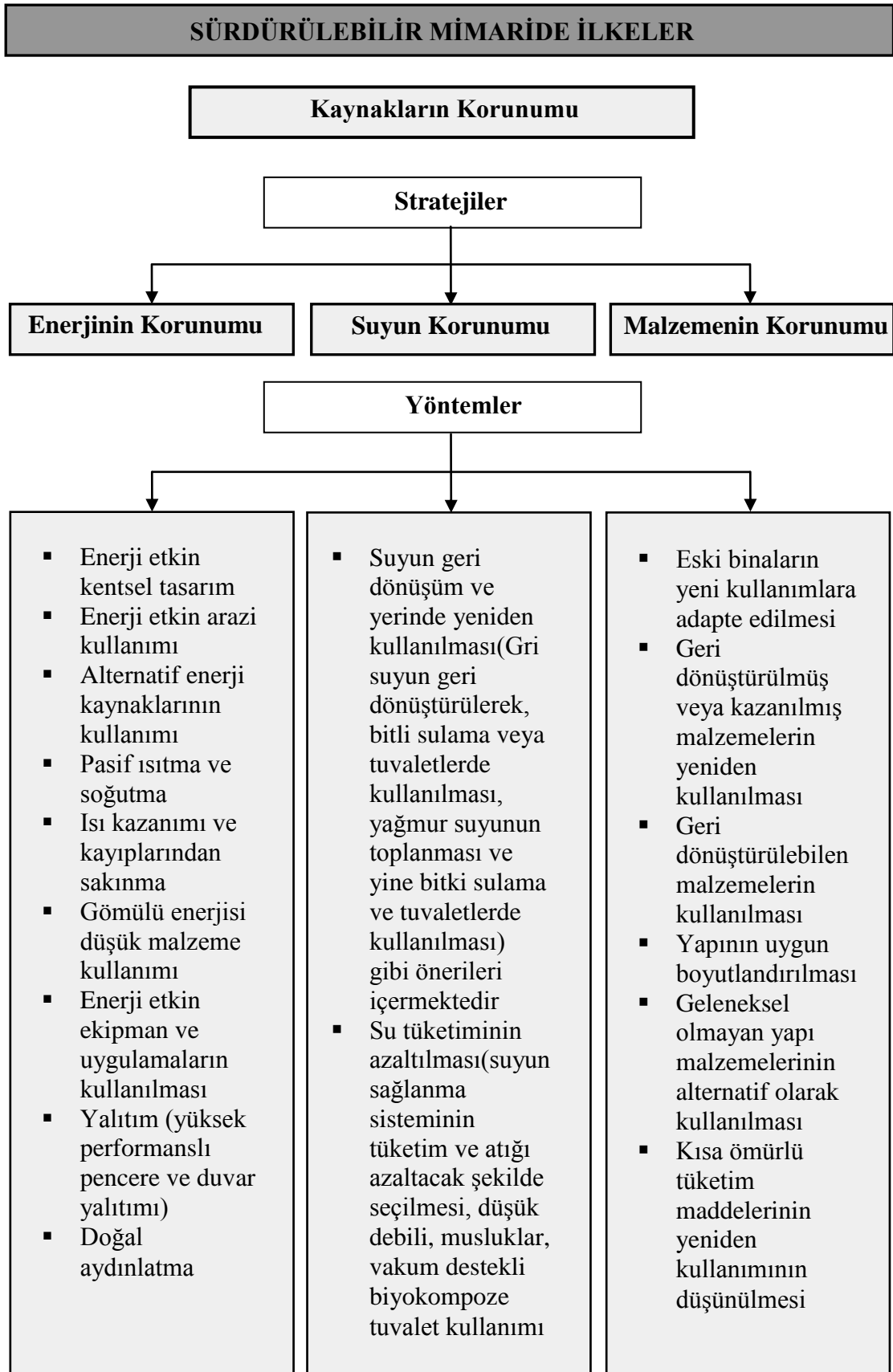
Mimarlar kaynakların korunumu, ekonomik kullanımı yoluyla yapıların, yapım ve kullanım evrelerindeki yenilenemeyen kaynak kullanımını azaltabilirler. Kaynakların korunumu ilkesi, enerji, su ve malzeme gibi doğal kaynakların daha az kullanımına, bu kaynakların yeniden kullanımının sağlanmasına ve geri dönüştürülebilir olmasına ilişkin strateji ve yöntemleri sorgulamaktadır. Yapı sisteminde sürekli bir kaynak akışı söz konusudur. Bu sistemde kaynaklar kullanılır/dönüştürülür ve sistem dışına atılır. Kısacası, bir yapıyı oluşturmak üzere kullanılan kaynaklar, diğer bir ifadeyle yapı girdileri işlevini tamamladıktan sonra çıktıları oluşturmaktadır (Şekil 3.2).

Bu akış yapı malzemelerinin ve/veya ürünlerinin üretimi ile başlamakta, yapının yaşam süresi boyunca devam etmektedir. Yapı faydalı ömrünü tamamladıktan sonra, uygun malzeme ve bileşenler farklı bir yapı için kaynak oluşturmak üzere geri dönüştürülür veya atılır. Bu bağlamda, enerji, atık yan ürünlere; yapı malzemeleri, katı atıklara; su, atık suya; tüketim maddeleri, atık veya geri kazanılabilir maddelere; rüzgar, kirli havaya; yağmur, yer altı sularına dönüşmektedir. Yapı sistemine girdi ve çıktı oluşturan kaynaklar Şekil 3.2' de ifade edilmektedir.



Şekil 3.2 Yapı sistemine girdi ve çıktı oluşturan kaynaklar (Kim ve Rigdon, 1998' den uyarlanmıştır).

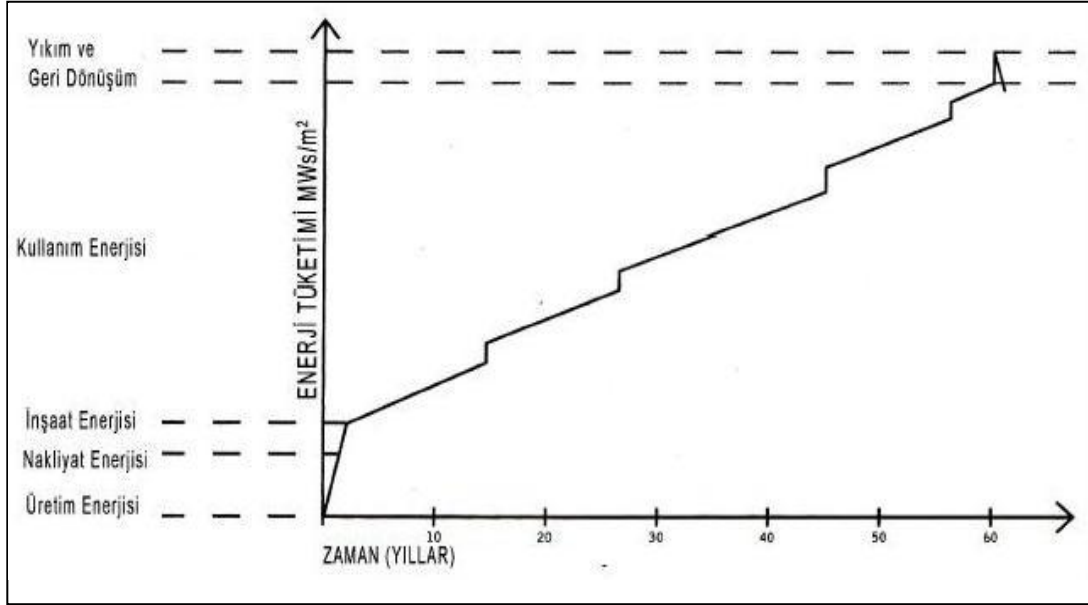
**Enerji, su ve malzeme** yapıya girdi oluşturan temel kaynaklardır. Enerji, su ve malzemenin korunumu, sürdürülebilir mimari ilkelerinden biri olup mimari tasarımı yönlendirir. Yapıya girdi oluşturan yenilenemeyen kaynakların azaltılması veya yapıdan çıkan atıkların denetlenmesiyle enerji, su ve malzemenin korunumu sağlanabilir (Kim ve Rigdon, 1998). Bu amaçla sürdürülebilir mimari ilkelerinden en önemlilerinden biri olan **Kaynakların Korunumu** ilkesini gerçekleştirmeye yönelik belirlenen stratejiler (Enerjinin Korunumu, Suyun Korunumu ve Malzemenin Korunumu) ve yöntemler Şekil 3.3' te ifade edilmektedir.



Şekil 3.3 “Kaynakların Korunumu” İlkesi, Strateji ve Yöntemler (Kim ve Ridgon, 1998; Sev, 2009)

*3.1.2.1.1 Enerjinin Korunumu İlkesi.* Yapıda enerji kaynaklarının kullanımı ve çevresel etkileri, kaynakların çıkarılması ve üretimi sırasında başlamakta, yapının yapım ve kullanım süreçlerinde de devam etmektedir. Yapıların kullanım sürecinde ısıtma havalandırma, aydınlatma ve donanım amacıyla tüketilen enerji ekosisteme zarar vermektedir. Kısacası yapıların üretim ve işletimleri sırasında kullanılan yenilenemeyen enerji kaynaklarının miktarını azaltmak ve enerjinin tutumlu kullanımının sağlanması yapıda enerji korunumu ilkesinin özünü oluşturmaktadır (Baysan, 2003). Başka bir ifadeyle, sürdürülebilir tasarımın en önemli hedef ve kriterlerinden biri olan enerjinin verimli kullanımı, en az düzeyde enerji harcayarak, harcanan enerjiden en üst düzeyde kazanç sağlama hedefini kapsamaktadır. Bu ilke ile çevre sistemlerinin korunmasına yönelik olarak, günümüzde yaygın kullanılan ve çevreye atık gaz, ısı bırakan ve sınırlı kaynağa sahip bir enerji türü olan fosil yakıtların yerine, doğal enerji kaynaklarının kullanımının sağlanması önerilmekte ve belirtilen nedenlerden dolayı günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım yöntemlerinin araştırılması çalışmaları gün geçtikçe ivme kazanmaktadır.

Sürdürülebilir mimari çerçevesinde yapıda enerji kullanımı kararları ile ilgili dikkate alınması gereken iki önemli nokta enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi ve enerjinin etkin kullanımının sağlanmasıdır. Yapı inşa edilmeden önce hammaddelerinin kaynağından çıkarılması, işlenmesi ve yapım alanına ulaştırılması ile enerji tüketimine başlamakta ve bu tüketim yapının faydalı ömrünü tamamlayana kadar devam etmektedir. Bu nedenle yapının yaşam döngüsü boyunca tükettiği enerji formları üretim enerjisi, ulaştırma enerjisi, yapım faaliyetleri sırasında harcanan enerji ve yapının kullanım evresindeki enerji olarak sınıflandırılabilir. Tüm bu enerji formları dışında yapının, bakım, onarım ve yıkım evrelerinde de enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji etkin yapıların tüm yaşam dönemi evrelerinde enerji tüketiminin en aza indirgenmesi hedeflenmektedir (Karşlı, 2008).



Şekil 3.4 Yapının tüm yaşam döngüsü boyunca enerji tüketimi (Karlı, 2008, s. 29).

Şekil 3.4' teki verilere göre, yapının ortalama yaşam süresi olarak kabul edilen 60 yıllık dönem içindeki enerji tüketim miktarlarına bakılacak olunursa, en önemli enerji tüketimi miktarının kullanım evresindeki enerji tüketimi olduğu gözlemlenmektedir. Bu nedenle yapıya enerji sağlayan kaynakların güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar arasından seçimi ve ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme ve aydınlatma sistemlerinin pasif sistemler ile desteklenmesi enerji korunumu açısından çok önemli adımlardır (Karlı, 2008).

Enerjinin korunumu ilkesinin belirlenen kapsamı ve yapıda uygulanmasına yönelik geliştirilen strateji ve yöntemler kentsel tasarım ölçeğinden, yapı malzemesi ölçeğine kadar, yapıyla ilgili tasarım ilkeleri Şekil 3.3' te Yöntemler başlığı altında maddeler halinde verilmekte olup bu maddelerin içeriğinin kısaca açıklanması gerekli görülmektedir.

Sürdürülebilir mimari yaklaşımının en önemli ilkelerinden biri olan "Kaynakların Korunumu" ilkesi kapsamında belirlenen "Enerjinin Korunumu" stratejisine yönelik bir dizi yöntem geliştirilerek bu doğrultuda çözüm önerileri sunulmaktadır. **Enerji etkin kentsel tasarım**, araçlı ulaşım yerine toplu taşıma ve yaya ulaşımını destekleyen, karma kullanıma olanak sağlayan kent modelinde kentsel yayılmanın



önlenecek, tarım arazilerinin korunmasını hedefleyen bir dizi öneriler içermektedir (Tablo 3.1).

**Enerji etkin mimari tasarım**, mevcut arazi verileri ve iklime dayalı basit tasarım ilkelerini içeren çözüm önerileri sunmaktadır (Tablo 3.1).

**Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı** yönteminde, yapılarda kullanılan enerjinin büyük kısmı petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıt enerji kaynaklarına bağlı olması ve bu tür kaynaklardan enerji elde etmek için her zaman bir yanma olayı gerektiği ve yanma sonucunda havaya yayılan çeşitli gazların sera etkisi yaratarak çevre kirliliğine neden olmasından ve fosil kaynaklı enerji rezervlerinin azalmasından dolayı, fosil yakıt enerji kaynaklarına alternatif oluşturacak güneş, rüzgar, su, biyoyakıt ve jeotermal vb. günümüzde elde edilebilen yenilenebilir enerjilerin mimarlıkta kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaya yönelik önerileri içermektedir (Tablo 3.1). Yapı kabuğunda (çatı veya cephe elemanı) güneş enerjisinin kullanımı güneş kolektörleri, fotovoltaikler (güneş pilleri), güneş duvarları gibi teknik donatım elemanları ile gerçekleştirilmektedir. Güneş kolektörleri ile yapıda sıcak su elde edilebilmekte, fotovoltaik (güneş pilleri) sistemlerle güneş enerjisi doğru akım olarak elektrik enerjisine dönüştürülerek, çevreye zararlı atık vermeyecek biçimde bu düzeneklerle yapı için enerji üretilebilmektedir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Solar Office Doxford International binasında fotovoltaik pil kullanımı (solda) - Nottingham Üniversitesi Jubilee Kampüsü binasında fotovoltaik pil kullanımı (sağda)

**Gömülü enerjisi düşük malzeme kullanımı** yönteminde, malzeme seçiminde hammaddesinin elde edimi, üretimi ve taşınması evrelerinde gerekli toplam enerjisinin düşük olduğu, yerel kaynaklardan elde edilebilen, bakım ve onarımında az enerji gerektiren malzemelerin seçimi ve kullanımına yönelik önerileri içermektedir (Tablo 3.1).

Geliştirilen bir diğer yöntem **Doğal aydınlatma** ise, yapı tasarımında doğal ışığın kullanımı ve kullanımının artırılması ile yapının aydınlatma yüklerini ve soğutma sistemlerinin enerji tüketim miktarının azaltılmasına yöneliktir (Tablo 3.1). Doğal aydınlatma sistemlerinin genel işleyiş prensibi kullanım mekanının aydınlatma gereksinimine cevap vermek üzere yapı kabuğu ve iç mekana yerleştirilen çeşitli gereçler aracılığıyla gün ışığının optik özelliklerinden yararlanılmasıdır. Söz konusu optik özellikler sistemde yer alan elemanlar aracılığıyla ışık ışınlarının yansınması, kırılması, yutulması veya kırılıp yansiyarak geçmesidir. Gün ışığını yapıya alan bu sistemler ışık rafları, prizmatik paneller, ışık yönlendirici camlar, holografik optik elemanlar, anidolik sistemler, ışın taşıyıcı sistemler şeklinde sıralanabilir (Karşlı, 2008).

Sürdürülebilir bina tasarımında enerjinin korunumu stratejisine yönelik geliştirilen bir diğer yöntem, **Enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve malzeme seçimi** dir. Yapılarda büyük ısı kazanç ve kayıplarının gerçekleştiği yapı kabuğunun etkin tasarımı ve detaylandırılması ile ısıtma ve soğutma yükünden büyük tasarruf sağlanması mümkündür. Örneğin çatı yüzeyinin yansıtıcı malzemelerle kaplanması gereksiz ısı kazancını önlemek için bir çözüm önerisidir. Ya da cephede büyük ısı kayıplarına yol açan pencereler için yüksek performanslı cam kullanımı, yapının bulunduğu bölgenin iklimine, güneş yönüne ve yapının kullanım amacına bağlı olarak istenen özelliklere en uygun ısı ve ışık geçirim katsayılarına sahip camın seçilmesi büyük oranda enerji tasarrufu sağlanması ve ısı kayıp ve kazançlarının istenen düzeyde kalmasını sağlayacaktır (Sev, 2009). Yalıtımlı doğramalar, low-E kaplamalı camlar, çift camlar, son yıllarda dünyada giderek yaygınlık kazanan tek kabuklu, çift kabuklu veya birden fazla kabuklu aktif cephe sistemleri, güneş kontrol elemanları bölgelere göre gereksiz ısı kayıp ve kazançlarını önleyerek yapılarda

enerjinin etkin kullanımına katkıda bulunmaktadırlar (Şekil 3.6). Sürdürülebilir bina tasarımında enerjinin korunumuna yönelik geliştirilen yöntemlerden enerji tasarrufu sağlayacak detaylandırma ve malzeme seçimine yönelik çözüm önerileri Tablo 3.1’de sıralanmaktadır.

Kim ve Rigdon (1998) tarafından belirlenen sürdürülebilir mimaride ilkeler kapsamında enerjinin korunumu stratejisine yönelik son yöntem yapılarada **Enerji etkin ekipman kullanımı** dır. Yapılarda kullanım aşamasında büyük enerji tüketimine yol açan ısıtma-soğutma-havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin performansı enerji tasarrufu açısından önem kazanmaktadır. Yapılarda enerji etkin ekipmanların kullanımı uzun vadede ekonomik olmakta ve çevresel yararlar sağlamaktadır (Tablo 3.1).



Şekil 3.6 Çift kabuklu cephe sisteminin uygulandığı Victoria Ensemble binası (solda) ([http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/thumbnail/t\\_victoria.jpg](http://gaia.lbl.gov/hpbf/picture/thumbnail/t_victoria.jpg)) ve RWE Binası (sağda)

Tablo 3.1 “Kaynakların Korunumu” İlkesi, “Enerjinin Korunumu” (Kim ve Ridgon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"KAYNAKLARIN KORUNUMU" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Enerjinin Korunumu</b>	<b>Enerji Etkin Kentsel Tasarım</b>	Özel araç kullanımının azaltılması, toplu taşımacılığın ve yaya kullanımının yaygınlaştırılması
		Karma kullanımlı gelişim modelinin benimsenmesi; konut, ticaret, çalışma alanları birbirine yakın çözümlenmeli
		Kentsel yayılma engellenerek, tarım alanlarının yok olmasının önlenmesi
		Mevcut kentlerin güncel ihtiyaçlara uygun yeniden geliştirilmesi ve eski yapıların yeniden kullanımı
	<b>Enerji Etkin Mimari Tasarım-pasif ısıtma ve soğutma</b>	Isı transferlerinin azaltılması ve ısı kayıplarının önlenmesi ile yapının ısıtma ve soğutma yüklerinin indirgenmesi ve enerji korunumunun sağlanması
		Yapının iklim verileri dikkate alınarak doğru yönlendirilmesi
		Yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
		Güneş enerjisinden yararlanılması ile ısıtmanın sağlanması
		Arazide bulunan bitkilerden ısıtma ve soğutma amaçlı yararlanılması
	<b>Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı</b>	Güneş, rüzgar, su, biyokütle, jeotermal enerjileri gibi alternatif enerji kaynaklarından yararlanma
		Isınmada güneş enerjisinden yararlanılması
		Yapı kabuğunda (çatı veya cephe elemanı) fotovoltaiikler (güneş pilleri), güneş kolektörleri, güneş duvarı gibi aktif sistemlerle enerjinin etkin kullanımının sağlanması
		Havalandırmada ve soğutmada rüzgar enerjisinden yararlanılması
	<b>Gömülü Enerjisi Düşük Malzeme Kullanımı</b>	Ağır işlem ve üretim gerektiren yapı malzemelerinden kaçınılması
		Üretiminde yenilenebilir, temiz enerjilerin kullanıldığı yapı malzemesi seçimi
		Geri dönüştürülebilir, yeniden kullanımı mümkün yapı malzemelerinin seçimi ve kullanımı
		Yerel yapı malzemelerin kullanılması ile taşıma enerjisinin azaltılması
		Doğal yapı malzemelerinin seçilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması
	<b>Doğal Aydınlatma</b>	Yapı tasarımında doğal ışığın kullanımı ile aydınlatma yüklerinin ve enerji tüketim miktarının azaltılması
		Doğal aydınlatma ile mekanların aydınlatma niteliğinin yükseltilmesi ile psikolojik konfor sağlanması ve kullanıcıların üretkenliğinin artırılması

Tablo 3.1 “Kaynakların Korunumu” İlkesi, “Enerjinin Korunumu” (devam)

<b>"KAYNAKLARIN KORUNUMU" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Enerjinin Korunumu</b>	<b>Doğal Aydınlatma</b>	Doğal aydınlatma sistemlerinin (ışık rafları, prizmatik paneller, ışık yönlendirici camlar, holografik optik elemanlar, anidolik sistemler, ışın taşıyıcı sistemler vb.) kullanılması ile gün ışığının yapıya alınması
	<b>Enerji Tasarrufu Sağlayacak Detaylandırma ve Malzeme Seçimi</b>	Yapılarda en büyük ısı kazancı ve kayıplarının gerçekleştiği bina kabuğunun etkin tasarımı ve detaylandırılması (çatı yüzeyinin yansıtıcı malzemelerle kaplanması ile istenmeyen ısı kazancının azaltılması, bina çevresindeki döşemelerin yansıtıcılık katsayısı düşük malzemelerle kaplanması vb.) ile ısıtma ve soğutma yükünün azaltılmasının sağlanması
		Cephede pencere yüzeylerinde yüksek performanslı, iklime, güneş yönüne ve yapının kullanım amacına bağlı olarak istenen özelliklere en uygun ısı ve ışık geçirim katsayısına sahip cam kullanımı ile ısı kazanç ve kayıplarının istenen düzeyde olması
		Yalıtımlı doğramalar, low-E kaplamalı camlar, argon veya kripton dolgulu çift camlar ve hava geçirimsiz detaylandırma ve montaj ile enerjinin etkin kullanımının sağlanması
		Çift kabuk cephe sistemleri kullanımının yaygınlaşması ile soğuk iklimlerde ısı kayıpları, sıcak iklimlerde ısı kazançlarının önlenmesi sağlanarak enerjinin etkin kullanımının gerçekleşmesi
	<b>Enerji Etkin Ekipman ve Uygulamaların Kullanılması</b>	Yüksek performanslı ısıtma-soğutma-havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin kullanılması ile enerji tasarrufunun sağlanması
		Enerji etkin aydınlatma araçlarının (enerji etkin ampuller vb.) kullanılması ile enerji tasarrufunun sağlanması
		Enerji etkin fırın, boyler vb. ekipmanların seçilmesi

3.1.2.1.2 *Suyun Korunumu*. Sürdürülebilir mimari için Kim ve Rigdon (1998) tarafından geliştirilen kavramsal çerçevede, yapıda kullanılan kaynakların korunumuna yönelik olarak belirlenen “Suyun Korunumu” stratejisinde amaç, yapıdaki su girdi ve çıktı miktarını azaltmaktır. Yapıda kullanılan su, arıtma istasyonlarında işlendikten sonra şehir şebekesine gelmekte, buradan dağıtım sonucu yapılara ulaşmaktadır. Bu işlemler dizisinde (arıtma ve dağıtım) önemli düzeyde enerji harcanmakta ve atık oluşmaktadır. Yapıda ise su içme, kullanma, temizlik ve

sulama vb. amaçlarla kullanılmaktadır. Suyun kullanılmadan önce arıtılması, bina içine dağıtılması ve geri toplanarak tekrar arıtılması için harcanan enerji suyun etkin kullanımı yöntemleriyle azalmaktadır. Sonuç olarak suyun korunumu ya da etkin kullanımı ile hem kullanılan su miktarı azalmakta hem de dolaylı enerji tüketiminde ve oluşan atık su miktarında ciddi düzeyde azalma gözlemlenmektedir (Kim ve Rigdon, 1998; Sev, 2009). Suyun korunumu için yapıda alınabilecek önlemler ya da belirlenen yöntemler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır: (Tablo 3.2)

***Suyun geri dönüşümü ve yeniden kullanımı*** yönteminde yapılarda kullanılan siyah ve gri su olarak tüketim amaçlarına göre sınıflandırılan suların geri dönüştürülerek yapı içinde yeniden kullanılması önerilmektedir. Yapılarda el, bulaşık, çamaşır yıkama sonucu oluşan atık sular gri su olarak, tuvaletlerde kullanılan su ise siyah su olarak adlandırılmaktadır. Gri suyun arıtılması için siyah suda olduğu gibi yoğun ve hassas bir arıtma gerekmemektedir. Bu nedenle gri sular yapının içinde kolaylıkla geri dönüştürülerek tuvalet rezervuarlarında veya bahçe sulama vb. amaçlarla kullanılabilirler. Aynı şekilde yağmur suyu da gri su sınıfına girmekte, yağmur suyunu toplayacak düzenekler geliştirilmiştir (Şekil 3.7). Bu düzeneklerde toplanan yağmur suları depolanıp, arıtıldıktan sonra yapı içinde belirli amaçlarla kullanılarak yapının su ihtiyacının bir bölümü karşılanmaktadır (Tablo 3.2).



Şekil 3.7 Devonshire binasında yağmur suyu toplama sistemi  
(<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Suyun korunumuna yönelik geliştirilen bir diğer yöntem *su tüketiminin azaltılması* dir. Sürdürülebilir yapı tasarımında su tesisatı elemanları, tüketim ve atık miktarını azaltacak su ve enerji korunumlu tipte seçilmelidir (Kim ve Rigdon, 1998). Örneğin günümüzde yaygın olarak kullanılan basınçlı su armatürleri, düşük debili, fotoselli musluklar, vakumlu rezervuar kullanımı, vakumlu ve biyokompoze tuvaletler ile su tüketimi büyük ölçüde azaltılmaktadır. Ayrıca geliştirilen çözüm önerileri kapsamında bina ve çevresindeki doğal peyzaj uygulamaları da suyun etkin kullanımını açısından büyük önem kazanmaktadır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 “Kaynakların Korunumu” İlkesi, “Suyun Korunumu” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"KAYNAKLARIN KORUNUMU" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Suyun Korunumu</b>	<b>Suyun Geri Dönüşümü ve Yeniden Kullanımı</b>	Yağmur suyunun bina yüzeyinden toplanarak yeniden kullanımına olanak sağlayacak tesisat, düzeneklerin (yağmur suyu depolama tankları vb.) kullanılması ve elde edilen suyun binada tuvaletlerde, bitki sulama gibi amaçlarla yeniden kullanılması
		Yapılarda suyun kullanımı sonucu oluşan atık gri suyun arıtılmasını sağlayacak tesisat, düzeneklerle binalarda belirli amaçlarla yeniden kullanılmasına olanak tanınarak, su tasarrufu sağlamak
	<b>Su Tüketiminin Azaltılması</b>	Yapılarda su tüketimini azaltan düşük debili, basınçlı armatürler, vakumlu ve biyokompoze tuvaletler kullanarak suyu etkin kullanmak
		Konut ve ofislerde biyokompoze tuvaletlerin kullanımıyla atık su yerinde arıtılarak, arıtılan su bahçe sulamada kullanılabilir
		Suyu verimli kullanan, az bakım gerektiren çevre düzenlemesinin yapılması
		Kuraklığa dayanıklı ve çok su istemeyen bitki kullanımı

**3.1.2.1.3 Malzemenin Korunumu.** Yapı malzemeleri, ürünleri ve bileşenleri bir yapıyı oluşturmada en önemli kaynak grubundandır. Bu nedenle malzeme kullanımı kaynakların korunumu, doğal hammaddenin korunması ve çevresel etki gibi birçok açıdan büyük önem taşımaktadır. Hammaddenin çıkarılması, işlenmesi, üretimi ve ulaştırılması evrelerinde oluşan yerel ve küresel ölçekteki çevresel etkileri azaltmanın en kolay yöntemi tasarım aşamasında alınacak önlemlerle malzeme girdi ve çıktılarının miktarını azaltmaktır. Sürdürülebilir mimari ilkeleri kapsamında

belirlenen temel bir strateji olan malzemenin korunumu ya da diğerk bir söylemle malzemenin etkin kullanımını gerçekleştirmek için çeşitli yöntemler önerilmektedir (Tablo 3.3).

“Malzemenin Korunumu” stratejisine yönelik geliştirilen yöntemlerden ilki ***Mevcut yapıların yenilenerek yeniden işlevlendirilmesi*** dir. Her yapının bir yaşam süresi vardır. Yapılar faydalı ya da işlevsel ömrünü tamamladıktan sonra bu yapıları yıkmak yerine rehabilite ederek yeniden kullanılmasını sağlamak sürdürülebilir bir yaklaşımdır. Bu sayede yeni bir yapı inşaatı için gerekli enerji ve malzemenin tasarruf sağlanabilmektedir.

***Malzeme korunumu sağlayan mimari tasarım*** yönteminde malzemenin korunumunu sağlamaya yönelik geliştirilen çözüm önerileri ise mimarların tasarım aşamasında modüler, standartlaşmış yapı elemanları kullanarak tasarımlarını şekillendirmeleri yönündedir. Malzemenin uygun boyutlara getirilmek için şekillendirilmesi hem kaynak kaybına yol açmakta hem de atık oluşumuna neden olmaktadır. Diğerk bir çözüm önerisi yapıların kullanıcı sayısına ve kullanım amacına uygun boyutlandırılmasıdır çünkü gereğinden daha büyük yapılar gereksiz malzeme ve enerji tüketimine yol açmaktadırlar (Tablo 3.3).

***Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı*** yöntemiyle yapıların yıkım sonrası yapı malzemeleri ve bileşenleri iyileştirilerek veya geri dönüştürülerek yeni yapılacak yapılar veya mevcut yapılar için kaynak oluşturabilmekte ve bu sayede malzeme korunumu, enerji tasarrufu sağlanmakta, atık oluşumu engellenmektedir. Örneğın ahşap, çelik, cam gibi birçok yapı malzemesi geri dönüştürülebilmekte, beton, tuğla, taş, seramik vb. malzemeler yeniden kullanılabilir. Aynı şekilde tasarım aşamasında da malzeme seçimi yapılırken malzemelerinin geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir olmasına dikkat edilmesi malzemenin korunum açısından önemlidir. Tablo 3.3’ te malzeme seçimine yönelik geliştirilen tüm çözüm önerileri belirtilmektedir.



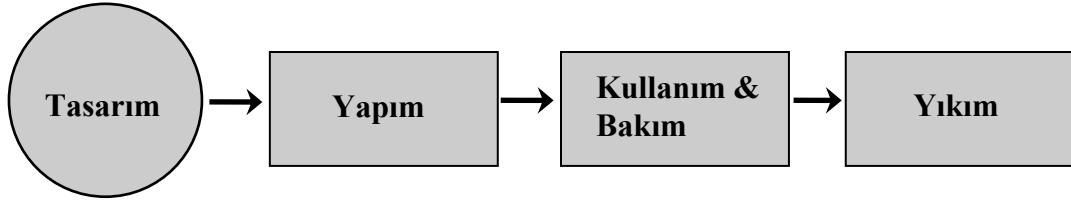
Tablo 3.3 “Kaynakların Korunumu” İlkesi, “Malzemenin Korunumu” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"KAYNAKLARIN KORUNUMU" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Malzemenin Korunumu</b>	<b>Yeniden İşlevlendirilmesi</b>	İşlevsel ömrünü veya işlevini kaybetmiş ama strüktürel açıdan sağlam yapıların, malzeme ve enerji korunumu sağlamak ve atık oluşumunu önlemek amacıyla rehabilite edilerek yeniden kullanılması önerilmektedir
	<b>Malzeme Korunumu Sağlayan Mimari Tasarım</b>	Mimari tasarımda yapı kabuğu yüzeyinin azaltılması
		Mimari tasarımda basit geometrik şekillerin kullanılması
		Mimari tasarımda esnek plan şemalarının kullanılması
		İç mekanları verimli kullanabilen tasarımlar yapılması
		Tasarımlarda modüler, standartlaşmış yapı elemanlarının kullanılması
		Yapıların kullanıcı sayısına ve kullanım amacına uygun olarak tasarlanması, tasarımda gereksiz, kullanılmayan alanlardan kaçınılmalı
	<b>Malzeme Seçimi-Geri Dönüştürülmüş Malzeme Kullanımı</b>	Dayanıklı, az bakım ve onarım gerektiren yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		Geri dönüştürülmüş veya iyileştirilmiş yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanımı
		Yeniden kullanılabilir veya geridönüştürülebilir yapı malzemesi ve bileşenlerinin seçimi
		Yenilenebilir kaynaklardan üretilen yapı malzemesi ve bileşenlerinin kullanılması
		Yapı malzemelerinin ambalajlarında geridönüştürülmüş malzeme kullanımı

### 3.1.2.2 Yaşam Döngüsü Tasarımı İlkesi

Sürdürülebilir mimari ilkeleri kapsamında belirlenen ikinci ilke “Yaşam Döngüsü Tasarımı”dır. Yaşam döngüsü tasarımı ilkesinde yapı ile ilgili tüm kaynakların doğadan elde edilmelerinden başlayarak tekrar doğaya dönene dek mimari kaynakların tüm yaşam döngülerinin ve çevresel sonuçlarının tanımlanmasıdır. Sürdürülebilir bir yapı ortaya koymak için yapıların yaşam döngüsünde oluşturduğu tüm sosyal, çevresel ve kültürel sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara sistematik ve kapsamlı bir yaklaşımı gerektirir. Sürdürülebilir mimari uygulamalarında yapının, yaşam döngüsü tasarımı ilkesiyle dünya üzerindeki ekosistemlerin dengelerine zarar vermeden, doğal sürecin bir parçası olması amaçlanmaktadır (Kim ve Rigdon, 1998).

Geleneksel anlamda bir yapının yaşam döngüsü tasarım, yapım, kullanım (işletme) – onarım ve yıkım olmak üzere dört evreden oluşan doğrusal bir süreci tanımlamaktadır (Şekil 3.8)



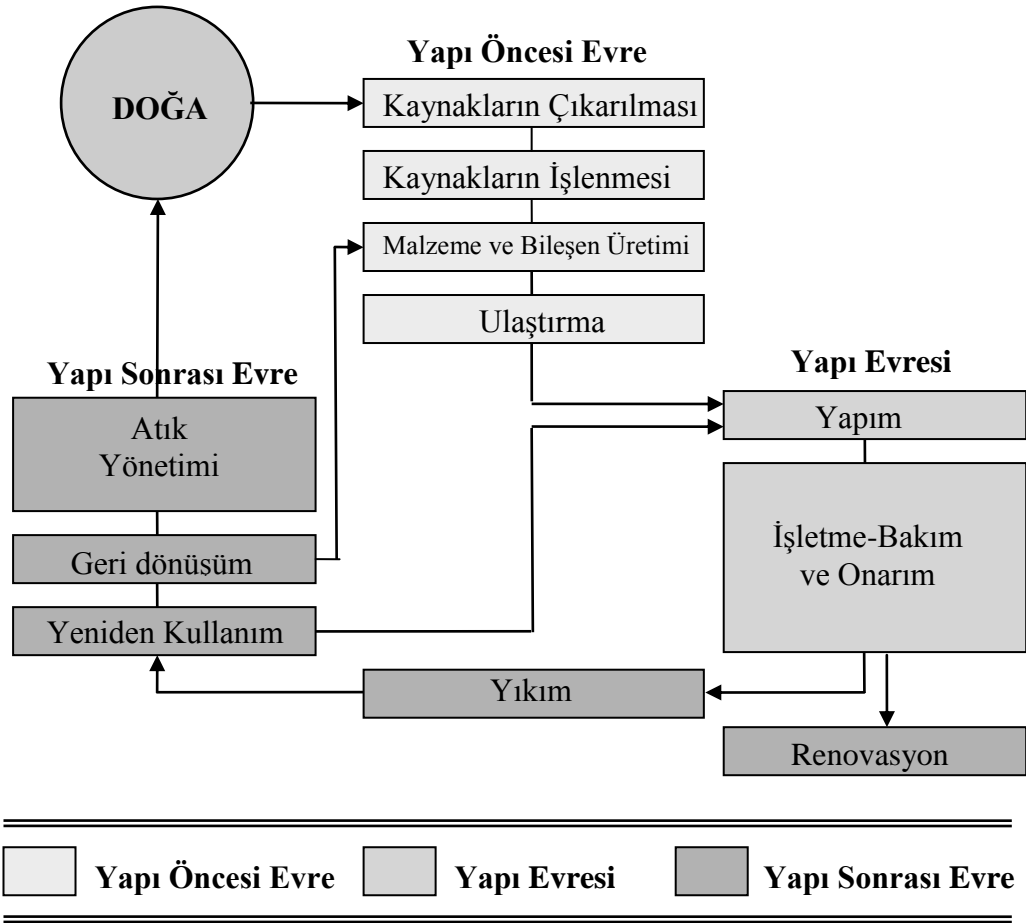
Şekil 3.8 Yapı Yaşam Döngüsü Geleneksel Modeli

Bina yaşam döngüsünün geleneksel modelinde malzeme üretimine yönelik çevresel etkiler ve atık yönetimi konuları kapsam dışı kalması ya da bu konulara değinilmemesi önemli bir problemdir. Yaşam döngüsü tasarımında ise “ beşikten-mezara” yaklaşımıyla kaynakların elde edilmesinden tekrar doğadaki yerine geri dönene kadar tüm süreçlerin çevresel etkileri ve sonuçları tanımlanarak dikkate alınmaktadır (Şekil 3.9). Yaşam döngüsü tasarımı ilkesi kaynakların faydalı olabileceği bir şekilden, faydalı olabileceği diğer bir şekle dönüşebileceği ve faydalı ömrünün hiç bitmeden devam edebileceği bir sistem yaratma esasına dayanmaktadır.

Yapının Yaşam döngüsü dört ana süreçten oluşmaktadır (Karslı, 2008):

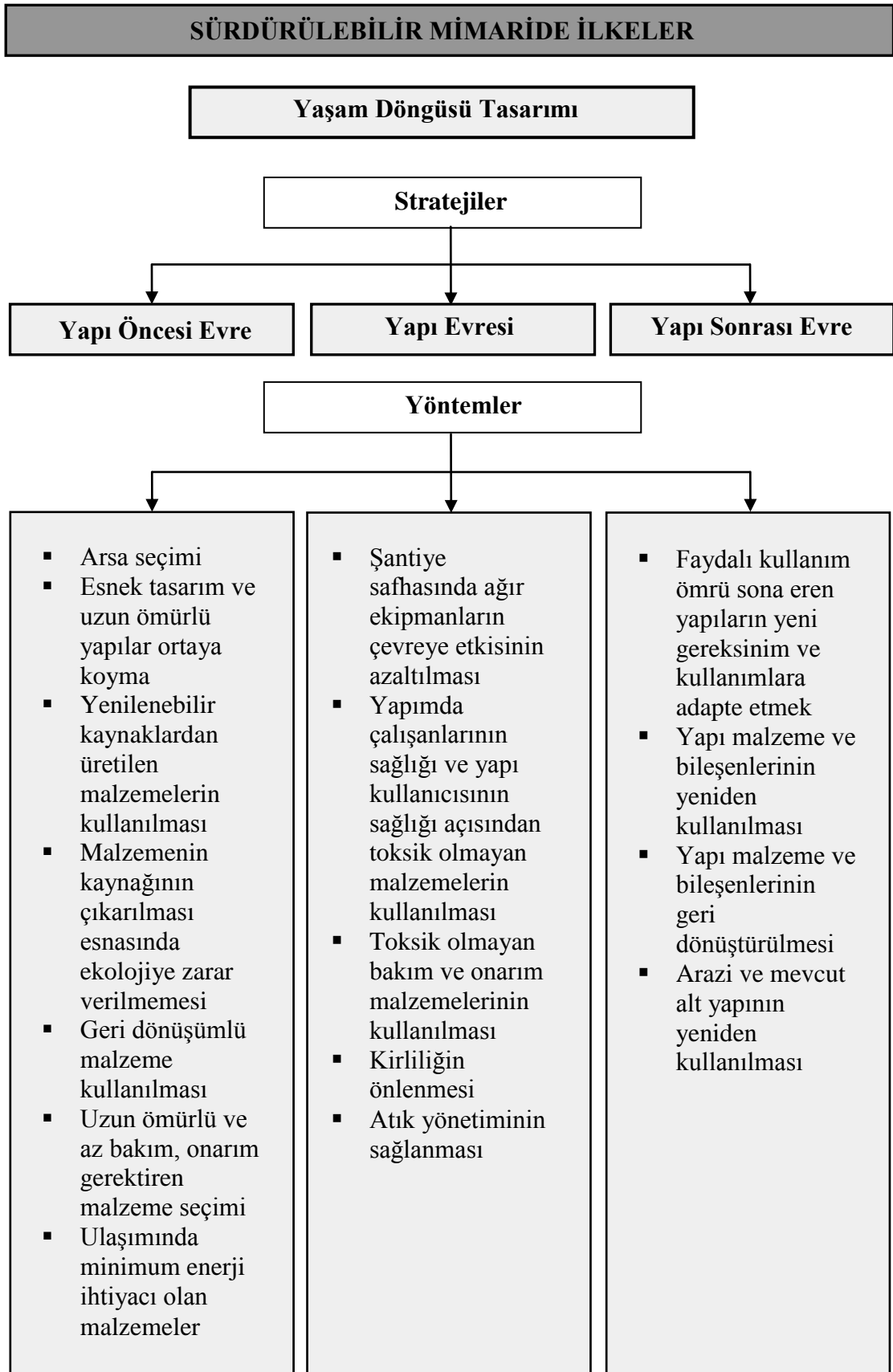
- Tasarım ve malzeme seçimi
- Üretim ve fabrikasyon
- Yapım, işletim, kullanım ve bakım-onarım
- Yıkım, yeniden kullanım, geri dönüşüm, atıkların yok edilmesi

Yapı yaşam döngüsü tasarımına açıklık getirmek amacıyla, bu yapısal süreçler ve çevresel sonuçlar *yapı öncesi*, *yapı* ve *yapı sonrası* olmak üzere üç evrede ele alınmakta ve incelenmektedir (Şekil 3.9, 3.10).



Şekil 3.9 Sürdürülebilir Yapıların Yaşam Döngüsü Modeli (Kim ve Rigdon, 1998; Sev, 2009' dan uyarlanmıştır)

Sürdürülebilir yapı tasarımında yapının yaşam döngüsü, yapı öncesi, yapı ve yapı sonrası evreler kapsamında yapı süreçlerinin incelenmesiyle, yapının ekosistem üzerindeki etkileri çok daha iyi anlaşılabilir. Bu süreçlerin her birinde mimarlık ürününün sürdürülebilirliğini sağlamak için uygulanması gereken stratejiler, yöntemler ve uygulamaya yönelik olarak geliştirilen çözüm önerileri bulunmaktadır (Şekil 3.10). Geliştirilen yöntemler yapıda girdilerin azaltılması esasına bağlı olarak geliştirilmiştir. Daha az malzeme tüketimi üretim süreciyle de ilişkili olarak çevresel zararları azaltacağı öngörülmektedir (Sev, 2009).



Şekil 3.10 “Yaşam Döngüsü Tasarımı” İlkesi, Strateji ve Yöntemler (Kim ve Rigdon, 1998;Sev, 2009)

Yapı öncesi evrede arsa seçimi, esnek ve uzun ömürlü yapılar ortaya koyma amaçlı yapı tasarımı ve yapı malzemelerinin seçim süreçleri incelenmektedir (Şekil 3.10). Bu evrede yapının arsa seçiminin, taşıyıcı sistem tasarımının, yönlendiriminin ve yapıda kullanılacak malzemelerin seçiminin çevre üzerindeki etkileri ve sonuçları araştırılmaktadır (Karşlı, 2008; Çelebi, 2003).

Yapı evresi, yapının fiziksel olarak yapımı ile başlamakta ve kullanım sürecini kapsamaktadır. Bu evre sürdürülebilir tasarımda yapım ve kullanım süreçlerindeki kaynak tüketiminin çevresel etkilerini ve yapıyı çevrenin kullanıcılar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yöntem ve çözüm önerilerini kapsamaktadır.

Yapı sonrası evre ise, yapının faydalı ömrünü tamamlamasından sonra başlayan süreçtir. Bu evrede sürdürülebilir mimari ilkeleri kapsamında geliştirilen strateji ve geliştirilen çözüm önerileri yapı ve yapı malzemelerini yeniden kullanma, yapı bileşenlerini geri dönüştürme ve yıkım-imha seçenekleri şeklindedir.

*3.1.2.2.1 Yapı Öncesi Evre.* Yapı öncesi evrede sürdürülebilir bir yapı ortaya koyma hedefi doğrultusunda yapının tasarım ve malzeme seçimi aşamalarının çevresel etkileri incelenecektir. Bu strateji doğrultusunda uygulamaya yöntemler ve geliştirilen çözüm önerileri şu şekildedir:

*Arsa seçimi* yönteminde yapının fikir aşamasında arsanın seçimi sırasında fiziksel çevre verilerinin (mevcut yapılaşma dokusu, bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, rüzgar yönü, yer altı suyu, mevcut su havzaları) detaylı araştırılması ve yapılaşmanın doğal yaşam üzerine etkilerinin dikkate alınması ve mevcut altyapıdan yararlanılması önerilmektedir. Arsanın toplu taşıma araçlarına yakın olması, yürüme alanlarının ayrılması vb. çözüm önerilerini kapsamaktadır (Tablo 3.4).

*Sürdürülebilir esnek yapı tasarımı* yöntemi ile yapıların kullanım süresince oluşabilecek fonksiyon farklılıklarına uyum sağlayabilecek şekilde esnek tasarımı önerilmektedir. Modüler planlamanın esas alındığı, gerektiğinde iç mekanında değişikliklerin yapılabileceği, ısıtma, soğutma ve havalandırma vb. servis sistemlerinin hatta kabuk sisteminin bile değiştirilebileceği yapı tasarımı önerilmektedir. Burada amaç yapıların uzun dönem varlığını sürdürebilmesi ve

zaman içinde değişen ihtiyaçlara cevap verebilmesinin sağlanmasıdır (Sev, 2009). Sürdürülebilir yapı tasarımı, bölgesel özellikleri ve yapının çevre verebileceği olumsuzlukları dikkate alarak enerji tasarrufu sağlayan, doğal malzemelerin kullanıldığı, çevreye uyumlu ve zararsız teknolojilerle inşa edilebilir, uzun ömürlü yapılar tasarlamak hedeflerini içermektedir. Sürdürülebilir yapı tasarımı için gerekli ön koşul değişen çevre şartlarını ve iklimsel verileri inceleyen dokümanların elde edilmesiyle tasarım için gerekli ön verileri oluşturmaktır. Güneş hareketleri, bulutlu ve bulutsuz havaların ortalamaları, rüzgar, yağış ve nem ortalamaları tasarımda yerleşim kararlarının, bina kabuğunun, plan ve kesitte mekan organizasyonunun belirlenmesini sağlamaktadır (Karlı, 2008).

Günümüzde iklimsel ve bölgesel veriler bilimsel yöntemlerle doğru biçimde toplanabilmekte ve tasarımlarda enerji korunumu ve kullanıcı konforunun sağlanması için önemli katkılar sağlamaktadırlar. Bu noktada dünyadaki iklim bölgelerinde yapının yerleşimi, yönlenimi ve konstrüksiyonu gibi tasarım kararlarını etkileyen faktörler, sıcaklık, nemlilik, yağış, rüzgar ve bunlara bağlı olarak yapının ısı kütlesi, havalandırma ve aydınlatma konforudur (Karlı, 2008). Geliştirilen çözüm önerileri doğrultusunda yapı öncesi evre’ de alınacak kararların sürdürülebilir yapı tasarımı için önemi açıkça görölmektedir (Tablo 3.4).

***Malzeme seçimi*** yönteminde yapımda kullanılacak yapı malzeme ve bileşenlerin seçiminde yenilenebilir kaynaktan elde edilmesi (ahşap, taş, toprak vb.) önemli bir kriterdir. Hammaddenin kaynağından çıkarılması sırasında çevre ekolojisine zarar vermemesi diğer bir önemli kriterdir. Geri dönüştürölmüş malzemelerin kullanımı ile doğada atık oluşumu önlenabilmekte, yeni malzemelerin üretimi için gerekli olan enerjiden tasarruf sağlanılmaktadır. Yapı malzemelerinin dayanıklı ve uzun ömürlü olması ve az bakım ve onarım gerektirmesi sürdürülebilir tasarım için geliştirilen önemli bir yaklaşımdır. Ahşap, çelik gibi geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı veya inşaat yıkımından elde edilen beton, kerpiç, tuğla ve taş malzemenin moloz dolgu malzemesi olarak yeniden kullanımı sürdürülebilirlik açısından olumludur. Yerel kaynaktan elde edilen yapı malzemelerinin kullanımı da ulaştırmada kullanılacak enerjiden tasarruf ve ulaştırma sırasında araçlardan salınan CO2 salınımının azalması açısından önemli bir çözüm önerisidir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4 “Yaşam Döngüsü Tasarımı” İlkesi, “Yapı Öncesi Evre” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Yapı Öncesi Evre</b>	<b>Arazi Seçimi</b>	Arsa seçimi yapılırken fiziksel çevre verilerinin ( mevcut yapılaşma dokusu, bitki örtüsü, yıllık yağış miktarı, rüzgar yönü, yer altı suyu, mevcut su havzaları) detaylı araştırılması
		Yapılaşmanın doğal yaşam üzerinde oluşturacağı etkiler dikkate alınmalı
		Mevcut altyapıdan yararlanılmalı
		Bitki örtüsü ve ağaçlara en az düzeyde zarar verilmeli
		Arsanın toplu taşıma araçlarına yakın olması
		Yürüme alanlarının ayrılması
		Karma kullanıma olanak tanınması
	<b>Sürdürülebilir -Esnek Yapı Tasarımı</b>	Yapılar kullanım sürecinde oluşabilecek fonksiyon değişikliklerine uyum sağlayacak şekilde esnek tasarlanması
		Esnek tasarımı sağlayacak modüler planlamanın yapılması ve gerektiğinde iç mekanın, servis sistemlerinin, kabuk sisteminin vb. değiştirilebilmesi
		Yapı struktürüne sabitlenmiş hava, su ve elektrik tesisat sistemlerinin kullanımından kaçınılması
		İklimsel ve bölgesel verilerin tasarımda girdi olarak kullanılması ile tasarımda enerji korunumu ve kullanıcı konforunun sağlanması
		Aktif ve pasif konfor sağlama yöntemleri
	<b>Malzeme Seçimi</b>	Yapımda kullanılacak malzemelerin ve bileşenlerin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi
		Malzeme üretimi için hammaddenin kaynaktan çıkarılması sırasında çevre ekolojisine zarar verilmemesi
		Geridönüşümlü, uzun ömürlü, az bakım onarım gerektiren malzemelerin seçimi ve kullanımı ile kaynak tüketiminin azaltılması
İnsan ve çevre sağlığı açısından zehirli gaz yayamayan kimyasal malzemelerle bakım ve onarım yapılması		
Yerel malzemelerin kullanılarak taşımada gereken enerji kullanımının azaltılması		

3.1.2.2.2 *Yapı Evresi*. Yapı evresi binanın fiziksel olarak yapımı ile başlamakta ve kullanım sürecini kapsamaktadır. Bu evrede yapının yapım ve kullanım aşamalarında insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkileri dikkate alınarak, ekoloji ve insan sağlığı açısından zararlı etkilerin oluşmamasına yönelik yöntemler ve çözüm önerileri geliştirilmektedir (Tablo 3.5).

***Mevcut flora ve faunanın (biyolojik çeşitlilik) korunması*** yöntemi, sürdürülebilir yapının yakın çevresindeki yerel yaşam ve bitki örtüsüyle bütünlük oluşturacak şekilde tasarlanmasını önermektedir. Yapı mevcut flora ve faunayla entegre olacak şekilde tasarlanarak daha sağlıklı ve yaşanabilir çevreler oluşturulabileceği belirtilmektedir.

***Şantiye işlerinin ve ekipmanların çevreye etkisini azaltmak*** yöntemi, sürdürülebilir yapının yapım sürecinde, çeşitli amaçlar için kullanılan ekipmanların ekosisteme verebileceği zararların engellenmesine yönelik önerileri içermektedir. Derin kazı çalışmalarının mikroklimaya zarar vermesi nedeniyle, kazı işlerine başlamadan yeraltı su kaynaklarının yeri önceden belirlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Sürdürülebilir yapının mevcut topografya ve mevcut drenaj sistemlerine saygılı biçimde inşa edilmesi gerektiği belirlenen çözüm önerileri arasındadır. Bitki örtüsü, su kaynakları ve ağaçlar ulaşım için gerekli olmadıkça kaldırılmaması gerektiği söylenmektedir (Karslı, 2008) (Tablo 3.5).

***Atık yönetimi*** yöntemi çok önemlidir. İyi bir atık yönetimi programıyla yapım ve kullanım sırasında ortaya çıkan atıkların toplanması, gruplanması, çevreye zarar vermeden geri dönüştürülmesi veya çevreye zarar vermeyecek şekilde doğaya geri gönderilmesi sürdürülebilir yapı uygulaması açısından çok önemlidir. Özellikle şantiyede çalışanlar olmak üzere tüm ekibi eğiterek, atık azaltmayı ve geri dönüşüm bilincini yerleştirerek atık yönetiminin gerçekleştirilebileceği belirtilmektedir. Daha az atık oluşturmak için üretim sürecinin etkinliğin artırması da önemlidir (Tablo 3.5).

***Enerji etkin yapı ekipmanı kullanımı***, yapıda seçilen ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma enerji etkinli bu sistemlerin işletimi için gerekli enerji miktarını önemli oranlarda düşürmektedir. Bu ekipmanların ilk yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte, uzun vadede sağladıkları enerji kazanımları sayesinde oldukça ekonomik olmaktadır. Bu nedenle enerji etik yapı ekipmanının kullanımı enerji tasarrufu ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli bir çözüm önerisidir (Tablo 3.5).



Tablo 3.5 “Yaşam Döngüsü Tasarımı” İlkesi, “Yapı Evresi” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Yapı Evresi</b>	<b>Mevcut Flora ve Faunanın Korunması</b>	Biyolojik çeşitliliğin korunumu
		mevcut flora ve faunanın korunması ve tasarımda yapı ile entegre edilmesi
		Toprak kalitesinin korunumu
		Doğal zeminde yapılacak büyük kazılardan kaçınılarak topografik yapının korunumu
	<b>Şantiye İşlerinin ve Ekipmanların Çevreye Etkisini Azaltmak</b>	İyi bir şantiye planlaması ile ağır ekipmanların şantiyeye gelip gidişlerinin düzenlenmesi
		İş makinelerinin doğal ekolojiye zarar vermesinin önlenmesi
		Zemin suyunun şantiye dışına akmasının engelleyici önlem alınması
	<b>Atık Yönetimi</b>	İnşaat süreci başlamadan önce yüklenici firmaya atık yönetimi ile ilgili poliçe imzalatılması
		iyi bir atık yönetim programının hazırlanması ile atıkların gruplandırılması
		atık yönetimi ile yeni kaynakların elde edilmesi olanağı
		Atıkların azaltılması
	<b>Enerji Etkin Ekipman Kullanımı</b>	enerji etkin ekipman kullanımı
		Yapı malzemelerinin üretim yerinden şantiyeye taşınmasında tüketilen enerjinin azaltılması
		Yapıda enerji etkin ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerinin kullanılarak enerji tüketiminin ve kullanım maliyetinin azaltılması
	<b>İşçi Sağlığının Korunması</b>	Mekanlarda hava kalitesine önem verilmesi
		Gerektiğinde geçici havalandırma ve ısıtma sistemlerinin kurulması
		İnsan sağlığına zarar veren zehirli, toksik madde içeren malzemelerin kullanımının önlenmesi

**3.1.2.2.3 Yapı Sonrası Evre.** Bu evre yapının faydalı/kullanılabilir ömrünü tamamlamasından sonra başlayan evredir ve bu evre için üç seçenek söz konusudur. Bunlar: yeniden kullanma, bileşenleri geri dönüştürme ve yıkım-yok etmedir. Yıkım ve imha seçeneği doğada sürekli birikerek kirlilik yarattığından sürdürülebilir bir çözüm olarak görülmemektedir. Bu aşamada yapının geleceği için dört yöntem ve buna bağlı olarak çözüm önerileri getirilmektedir. Bu yöntemler, yapının yeni kullanımlara adapte edilmesi (yeniden kullanım), yapı malzeme ve bileşenlerinin yeniden kullanımı, yapı malzeme ve bileşenlerinin geri dönüştürülmesi, arazi ve

mevcut altyapıyı yeniden kullanma dır. Yeniden kullanım ve geri dönüşüm yeni yapılar kaynak oluşturduğundan, enerji tasarrufu sağlamalarından dolayı önemli sürdürülebilir çözümlerdir.

***Yapının yeni kullanımlara adapte edilmesi*** yönteminde: Bir yapının bir yapının üretimi için gerekli enerji yapı malzemelerinin üretimi ve yapım faaliyetleri için gerekli enerji miktarlarının toplamına eşit olmaktadır. Bu aşamada eğer yapı faydalı ya da kullanılabilir ömrünü tamamladıktan sonra yeni kullanımlara adapte edilebilirse, yeniden üretim için gerekli bu enerjiden tasarruf sağlanmış olur. Bu nedenle tasarım aşamasında esnek mekan ve strüktür çözümleri, yapının işlevini tamamladıktan sonra farklı işlevlere adapte edilmesine olanak sağlamaktadır.

***Yapı malzeme ve bileşenlerinin yeniden kullanımı*** yönteminde, ömrünü tamamlayan bir yapının olduğu gibi yeniden kullanımı mümkün değilse ya da yüksek maliyetliyse, çelik kirişleri, tuğla duvarları, bölücü duvarları, kapıları, pencereleri, armatürleri vb. malzeme ve bileşenleri seçilerek başka bir yapıda yeniden kullanılabilir. Bu yöntem ile çok büyük oranda kaynak tasarrufu sağlanabilmekte, yeni malzeme ve bileşenlerin üretiminde meydana gelecek çevresel etkiler engellenerek, sürdürülebilir bir çözüm sağlanmış olmaktadır (Tablo 3.6).

***Yapı malzeme ve bileşenlerinin geri dönüştürülmesi*** yönteminde ise, yapı malzeme ve bileşenlerin sınıflandırılarak, ayrıştırılması zor ama önemlidir. Cam, alüminyum, çelik malzemeler ayrıştırılarak geridönüşümü yapılabilecek yapı malzemeleridir. Buna paralel olarak betonarme elemanlar parçalama ve ezilme işlemleriyle donatısından ayrılarak bir bölümü agrega olarak yeniden kullanılabilir. Geri dönüştürme faaliyetleri kaynak tasarrufu sağlanması açısından çok önemli bir uygulama olarak görülmekte ve yasalarla desteklenmesi gerekli görülmektedir (Tablo 3.6).

Yapı sonrası evre için son olarak geliştirilen yöntem ise, ***arazi ve mevcut altyapının yeniden kullanılması*** dır. İnsanların doğa ile bağ kurabilmek amacıyla kentlerden uzak, banliyölerde yaşamak istemesi, orman ve verimli tarım alanlarının

yerleşim yeri olarak kullanılması, yeni yerleşim yerlerine yol, altyapı vb. götürülmesi ihtiyacını ortaya çıkarmakta ve aynı zamanda kentsel yayılmaya ve kentte terk edilen konutlar ve altyapıların atık haline gelmesine neden olmaktadır. Doğaya çok büyük zararları olan bu hareketlerin önlenerek, kentsel yayılmanın engellenmesi ve konut, ticaret, çalışma bölgelerinin birlikte ele alındığı karma kullanımlı gelişim modeli sürdürülebilir bir çözüm yaklaşımıdır (Karlı, 2008; Çelebi, 2003) (Tablo 3.6).

Tablo 3.6 “Yaşam Döngüsü Tasarımı” İlkesi, “Yapı Sonrası Evre” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"YAŞAM DÖNGÜSÜ TASARIMI" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Yapı Sonrası Evre</b>	<b>Yapının Yeni Kullanımlara Adapte Edilmesi</b>	Mevcut yapının işlevsel ömrünü tamamladıktan sonra yeni kullanımlara adapte edilebilmesi ve bu sayede yeniden üretim için gerekli enerjiden tasarruf sağlanması
		Tasarım aşamasında yapılar için esnek mekanlar ve buna olanak sağlayacak strüktür çözümleri geliştirilmesi
	<b>Malzemele rin Yeniden Kullanımı</b>	Yeniden kullanımı mümkün olmayan yapıların çelik kirişleri, tuğla duvarları, bölücü duvarları, kapıları, pencereleri, armatürleri vb. malzeme ve bileşenlerinin seçilmesi ve başka bir yapıda yeniden kullanılması
	<b>Malzemelerin Geri dönüştürülmesi</b>	Çelik, alüminyum, cam vb. yapı malzeme ve bileşenlerinin sınıflandırılması ve ayrıştırılması ile geri dönüştürülmesinin sağlanması, dolayısıyla kaynak tasarrufu sağlanması
		Geridönüştürme faaliyetlerinin yasalarla desteklenerek zorunlu hale getirilmesinin sağlanması
	<b>Arazi ve Altyapının Yeniden Kullanması</b>	Mevcut arazilerin yeniden kullanılması ile kentsel yayılmanın engellenerek ormanlar ve verimli tarım alanlarının korunması
	Konut, ticaret ve çalışma bölgelerinin birlikte ele alındığı karma kullanımlı gelişim modelinin uygulanması	

### 3.1.2.3 İnsan İçin Tasarım İlkesi

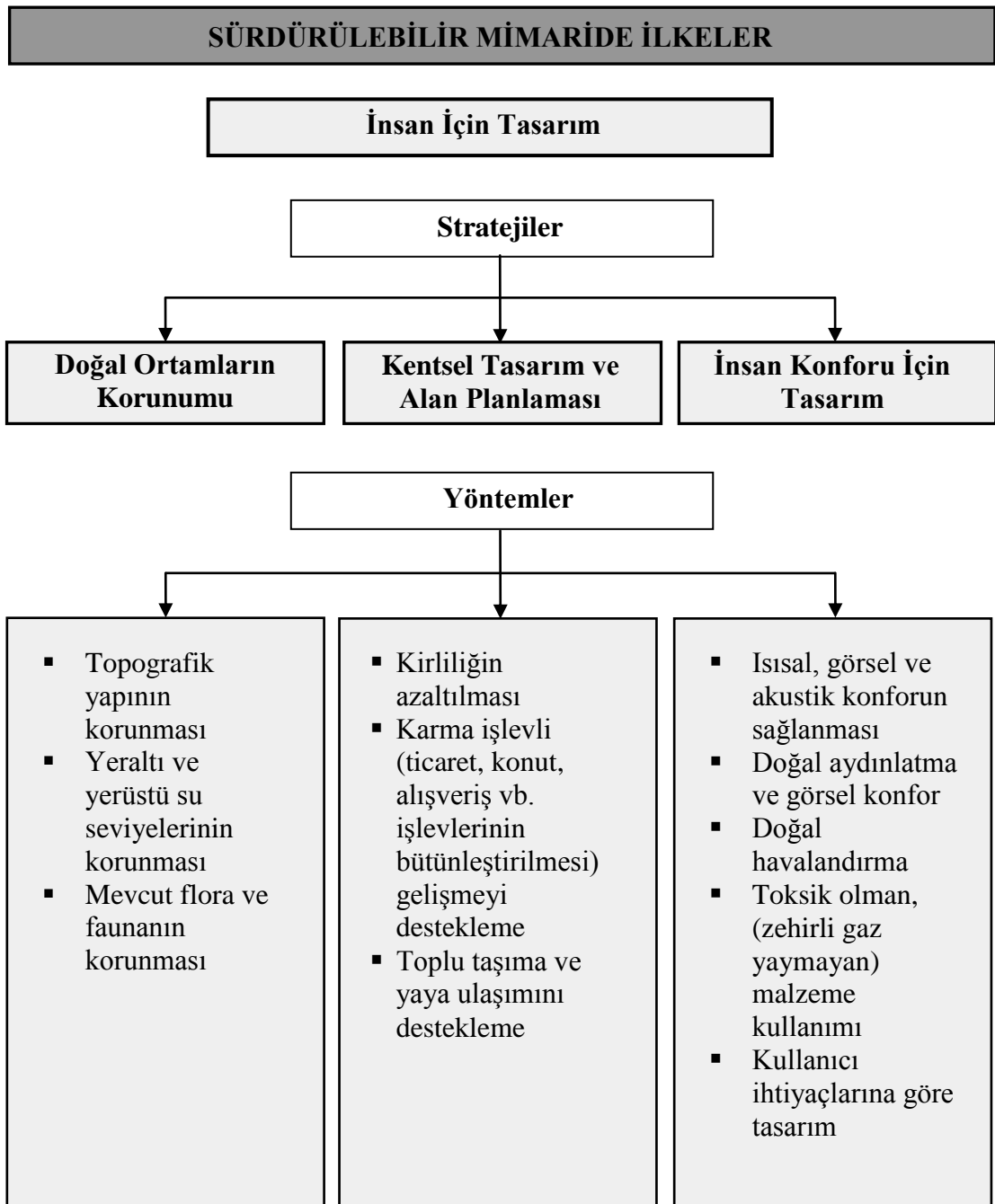
Mimarlık disiplininin temel hedefi, kullanıcıların güvenlik, sağlık, fizyolojik konfor, psikolojik gereksinimler ve üretkenliğini sağlamak üzere yapay çevreler üretmektir. Üretilen yapay çevrelerde insanlar ve diğer canlı türleri bir arada yaşamak zorundadır. Bu nedenle yapay çevre tasarımında yapıların çevre ve kullanıcılarla bir arada varlıklarını sürdürmelerini sağlayan strateji ve yöntemler

önem kazanmaktadır (Wolley ve Kimmins, 2002). İnsan için tasarım ilkesi doğal ortamların korunumu, kentsel tasarım ve arazi planlaması, konforlu yapı tasarımı olmak üzere üç önemli strateji içermekte ve bu stratejileri gerçekleştirmeye yönelik yöntemler ve çözüm önerileri sumaktadır (Şekil 3.11).

Doğal ortamların korunumu stratejisi, sürdürülebilir mimaride doğal topografyayı ve bitki örtüsünü olumsuz şekilde etkileyen yapım faaliyetlerinin önlenerek doğal koşulların korunması ve insan ve diğer canlıların yaşam kalitelerinin artırılması amacıyla yönelik olarak geliştirilmiştir (Şekil 3.11).

Kentsel tasarım ve arsa planlaması stratejisi, yapıdan daha büyük bir ölçek olan kent ölçeğinde sürdürülebilirlik kavramının ele alınmasına yöneliktir. Kentlerin tasarımında yerel çevrenin özelliklerine müdahale edilmemesine, enerji ve suyun korunumuna, karma işlevli tasarımlar yapılmasına vb. yönelik olarak geliştirilen yöntemler ve çözüm önerilerini kapsamaktadır (Şekil 3.11).

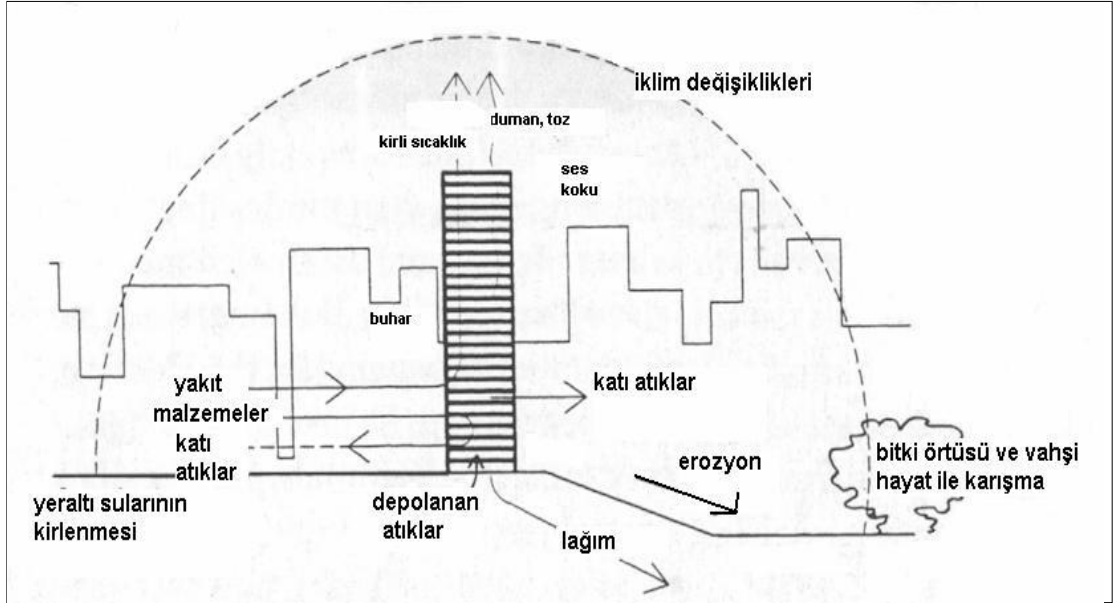
İnsan konforu için tasarım stratejisi ise, insanların yaşamlarının % 70'ini geçirdikleri iç mekanlarda insan sağlığının korunumunu sağlamaya ve konfor koşullarını iyileştirmeye yönelik dış mekanlar görsel ve işitsel bağlantı kurma, doğal aydınlatma ve havalandırma, yapı akustiği vb. yöntemler ve çözüm önerilerini kapsamaktadır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 “İnsan İçin Tasarım” İlkesi, Strateji ve Yöntemler (Kim ve Rigdon, 1998; Sev, 2009’ den uyarlanmıştır)

*3.1.2.3.1 Doğal Ortamların Korunum.* Yapay çevrenin doğal sistemler ve doğal çevre üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır (Şekil 3.12). Yapay çevredeki bu olumsuz faaliyetler sonucunda doğal çevre üzerinde var olan çeşitlilik giderek azalmakta ve bazı canlı türleri yok olmaktadır. Bu nedenle yapılaşma doğal çevrenin var olan düzenini bozmayacak şekilde gelişmeli ve yapay çevrenin oluşumunda

doğal çevrenin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla yapıların yaşam döngüsündeki neden olacağı çevresel etkiler önceden bilinmeli ve buna bağlı olarak yer seçimi ve tasarım aşamasında gerekli önlemler alınmalıdır. Bu stratejiyi gerçekleştirmeye yönelik olarak geliştirilen yöntemler ve çözüm öneri şu şekildedir:



Şekil 3.12 Yapılı çevrenin çevre üzerine etkileri (Özmehmet, 2005, s.33)

**Topografik yapının korunması** yöntemi, yapının üzerinde bulunduğu alanın mevcut topografik özelliklerine uyması gerekliliğini belirtmektedir. Topografyada yapılacak kazılar, yükseltmeler vb. işlemlerin hem gereksiz kaynak tüketimine neden olacağı hem de bölgedeki mikro klimayı olumsuz yönde etkileyeceği bilinmektedir. Örneğin bu tip topografik değişiklikler yer altı ve yerüstü sularının akışını ve rüzgarın hareketlerini değiştirerek ekolojik sistemler üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır (Tablo 3.7).

**Yeraltı ve yerüstü su seviyelerinin korunması** yöntemi, yapı alanında yapılacak olan kazıların doğal hidrolik süreçler üzerindeki olumsuz etkilerini önlemeye yönelik çözüm önerilerini içermektedir. Zemin suyu yapılan kazılar ve yapım faaliyetlerinin neden olduğu kirlenmeyle karşı karşıya kalmakta, bunun sonucunda kirlenen zemin suyu kullanılamaz hale gelmektedir. Bu tür yapıların su seviyesinin altında kalan

kısımlarında ciddi su yalıtım önlemleri alınma zorunluluğu ile karşı karşıya kalınmakta ve dolayısıyla kaynak kaybı artmaktadır (Tablo 3.7).

*Mevcut flora ve faunanın korunması*, yöntem olarak yapı alanı ve yakın çevresinin içinde yer aldığı yerel bitki örtüsü ve diğer canlı topluluklarını korunması gereken bir kaynak olarak ele alarak yapı ile bütünleşecek bir tasarım kurgusu önermektedir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 “İnsan İçin Tasarım” İlkesi, “Doğal Ortamların Korunumu” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009;)

<b>"İNSAN İÇİN TASARIM" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Doğal Ortamların Korunumu</b>	<b>Topografik Yapının Korunması</b>	Yapının üzerinde yer aldığı alanın mevcut topografik özelliklerine uyum sağlaması
		Topografyada yapılacak kazılar, yükseltmeler vb. işlemlerle mikro klimanın olumsuz yönde etkilenmesinden kaçınılması
		Gereksiz kaynak tüketimine neden olacak işlemlerden kaçınılması
	<b>Yeraltı ve Yerüstü Su Seviyelerinin korunması</b>	Yapı alanında yapılacak kazılarla hidrolik süreçlere zarar verilmesi önlenmeli
		Yapılan kazılar ve yapım faaliyetleriyle zemin suyun kirlenmesi önlenmeli
	<b>Mevcut Flora ve Faunanın Korunması</b>	Mevcut flora ve faunanın korunması
		Doğal yaşam alanlarının korunumu
		Zarar görmüş olan ekosistemin onarılması
		Mevcut yapı ve altyapıların ekolojik ölçütler çerçevesinde onarılarak yeniden kullanılması
		Üretimi sırasında doğal dengeleri bozan maddelerin kullanıldığı yapı malzemelerinden kaçınılmalı

*3.1.2.3.2 Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması.* Doğal ortamların korunumu stratejisine yönelik olarak geliştirilen bu strateji sürdürülebilirliği yapıdan daha büyük bir ölçek olan kent ölçeğinde ele almaktadır. Kirliliğin azaltılması, karma işlevli gelişme modelinin desteklenmesi ve toplu taşıma ve yaya ulaşımını destekleme vb. yöntemleri ve bunları gerçekleştirmeye yönelik çözüm önerileri şu şekildedir:

***Kirliliğin azaltılması*** stratejisi, kentsel ölçekte sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesine yönelik hedefler içermektedir. Kentlerde önemli bir sorun olan atıkların azaltılmasını, hava, su, görsel ve işitsel kirliliklerin önlenmesi vb. yöntemleri içermektedir (Tablo 3.8).

***Karma işlevli gelişme modelini destekleme*** stratejisi, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda barınma, ticaret, çalışma alanlarının birbirine yakın düzenlenmesi ya da bir arada planlanması gerektiğini belirtmektedir. Bu tür fonksiyonların bir arada tasarlanması ile yirmi dört saat kullanılacak kent mekanları için güvenlik de artmış olacaktır (Tablo 3.8).

***Toplu taşıma ve yaya ulaşımını destekleme*** stratejisi ise, mimarlıkta sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi açısından kentsel ölçekte önem verilmesi gereken bir konudur. Kentler için önemli bir problem alanı olan ulaşım probleminin çözümüne yönelik kent planlaması alanından başlamak üzere toplu taşımayı desteklemek, yayalar ve bisiklet sürücüleri için olanak yaratmak ve farklı ulaşım alternatifleri oluşturmak geliştirilen çözüm önerileridir. Ulaşım seçeneklerinin artırılması ve toplu taşımanın özendirilmesi, özel araç kullanımının azalmasına ve dolayısıyla hava kirliliği ve CO2 emisyonlarının azalması sağlanacaktır (Tablo 3.8).



Tablo 3.8 “İnsan İçin Tasarım” İlkesi, “Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması” (Kim ve Rigdon, 1998; Sev, 2009; Çelebi, 2003)

<b>"İNSAN İÇİN TASARIM" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>Kentsel Tasarım ve Alan Planlaması</b>	<b>Kirliliğin Azaltılması</b>	Atıkların azaltılması
		Görsel kirliliğin önlenmesi
		Gürültü kirliliğinin önlenmesi
		Hava kirliliğinin önlenmesi
		Su kirliliğinin önlenmesi
	<b>Karma İşlevli Gelişmeyi Destekleme</b>	Ticaret, konut, alışveriş vb. işlevlerinin bütünleştirilmesini öngören gelişmenin desteklenmesi
		Sıkı komşuluk ve topluluk için modeller geliştirilmesi
	<b>Toplu Taşıma ve Yaya Ulaşımını Destekleme</b>	Yapıların mümkün olduğu kadar gruplandırılması
		Yakın hizmet alanlarına ulaşım için yaya yolları ve bisiklet yolları tasarlanması
		Yaya ceplerinin oluşturulması
		İnsan etkin konforlu taşımacılık sağlanması
		Kentsel tasarımın toplu taşımacılıkla bütünleştirilmesi

**3.1.2.3.3 İnsan Konforu İçin Tasarım.** İnsanlar yaşamlarının büyük bir kısmını geçirdikleri iç mekanlarda çeşitli fiziksel ve psikolojik sorunla karşı karşıya kalmakta, bu sorunlar kullanıcıları olumsuz yönde etkilemektedir. Sürdürülebilir tasarımın bu noktada amacı, kullanıcılarının dış ortamla görsel ilişki kurabildikleri, gün ışığı ile aydınlatılan ve doğal olarak havalandırılan kullanıcılarının güvenliği, fiziksel ve psikolojik sağlığı ve üretkenliğini artıran sağlıklı iç mekanlar oluşturmaktır. İçinde yaşayanlar için sağlıklı ve konforlu bir kabuk oluşturma hedefi doğrultusunda geliştirilen insan konforu için tasarım stratejisini gerçekleştirmeye yönelik ısısal, görsel ve işitsel konforun sağlanması, doğal aydınlatma ve görsel konfor, doğal havalandırma, iç mekanda toksik olmayan yapı malzemelerinin kullanımı, kullanıcı ihtiyaçlarına göre tasarım vb. yöntem ve buna bağlı olarak çözüm önerileri belirlenmiştir. Bu yöntemler sırasıyla şu şekilde açıklanabilir:

**Isısal, görsel ve işitsel konforun sağlanması** yöntemi: İnsan konforunun sağlanmasında ve sağlıklı bir iç mekan oluşturulmasında iç mekanın biyoklimatik özellikleri büyük önem taşımaktadır. İç mekanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak (iç mekanın ısısal dengesi, çevredeki elemanların yüzey sıcaklıkları ve ısı iletkenlik

özellikleri, iç mekandaki havanın bağıl nem düzeyi ve hava hareketleri vb.) kullanıcıların konfor şartları değişebilmektedir. Örneğin mekandaki gürültü miktarına bağlı olarak kullanıcılar olumsuz etkilenebilmekte bu duruma yönelik yapıda akustik konfor sağlama yöntemleri uygulanmalıdır. Mekandaki tüm farklı işlemlere cevap verebilecek enerji etkin bir aydınlatma donatımının kullanılması yine görsel konforun sağlanması açısından önemlidir. Kullanıcılar için fiziksel ve psikolojik konfor sağlanması açısından doğal aydınlatma ve dış mekanla görsel bağ kurulması da önemlidir. Tasarımda dikkat edilmesi gereken unsur, insan ve yapı konfor şartlarına uygun olarak ısı, nem, su ve akustik hesaplarının tüm katmanlar birlikte ele alınarak hesaplanması ve detaylandırılmasıdır (Tablo 3.9) (Karşlı, 2008).

***Doğal aydınlatma ve dış mekanla görsel bağlantı***, gün ışığının iç mekanda yeterli düzeyde aydınlık sağlanması kullanıcı üretkenliği ve memnuniyeti açısından önemlidir. İç mekana giren güneş ışığı, dengeli ve kontrollü bir şekilde dağılmalı yansımaya ve kamaşmalar engellenmelidir. Bunu sağlamak için cephelerde açılabilir seçici, yansıtıcı, fotokromik ve elektrokromik ve renkli camların yanı sıra güneş kontrol elemanları ve ışık rafları kullanmak yararlı olmaktadır (Tablo 3.9) (Sev, 2009).

***Doğal havalandırma*** yöntemi, iç mekandaki ısısal değişimler sonucunda oluşan hava hareketleri sonucunda, taze havanın iç mekana alınması ve aynı oranda kullanılmış havanın dışarı verilmesi şeklinde oluşan döngü doğal havalandırma olarak adlandırılmaktadır. Yapı kullanıcılarının sağlık ve konforu için mekana sürekli temiz hava sağlanması gerekmektedir. Kimyasal yollarla üretilen malzemelerin iç mekanda insan sağlığını tehdit eden kirleticileri yayması mekana temiz hava girişini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle sağlıklı malzemelerin seçilmesi iç mekana hava kalitesi açısından önemlidir. Yapıda açılabilir pencerelerin kullanımı kullanıcıların havalandırma, ısıtma, soğutma konularında ortamı kontrol edebilmeleri ve dolayısıyla kullanıcı memnuniyeti açısından önemlidir. Yapı içinde elektroiklimsel ve elektromanyetik alanlar iç mekana hava kalitesini olumsuz etkileyen bir diğer faktördür. Bu alanların maskelenmesi ve yük almayan malzeme kullanımı yaygın kullanılan elektroiklimsel yöntemlerdir (Tablo 3.9) (Karşlı, 2008).

**Toksik olmayan malzeme kullanımı** yöntemi, kullanıcı sağlığına zararlı malzeme seçimi ve kullanımı önlemeye yöneliktir. Ahşap, doğal kumaşlar vb. ekolojik malzemeler mekanın elektroiklimini dengeler ve bu yönüyle olumlu olmakta, polyester gibi sentetik malzemeler ise iç mekanın elektroiklimsel dengesini bozmakta ve iç mekan hava kalitesi açısından olumsuz olmaktadır. İnsan sağlığı ve konforu için tasarım stratejisi kapsamında, üretiminde insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen atık maddeler oluşturmayan, kullanım aşamasında iç mekanda toksik ve zehirli gaz yaymayan, radyoaktivitesinin doğal ortamdan düşük olduğu malzemelerin tasarımda seçimi ve yapıda kullanımı geliştirilen yöntem ve çözüm önerileridir (Karşlı, 2008; Topar, 1996) (Tablo 3.9).

**Kullanıcı ihtiyaçlarına göre tasarım** yöntemi: Sürdürülebilir yapı tasarımının temel hedefi uzun ömürlü kullanıma sahip yapılar tasarlamaktır. Sağlam ve farklı şartlara, değişen koşul ve fonksiyonlara uyum sağlayabilen yapılar sürdürülebilirdir. Farklı yaş grupları ve farklı fiziksel özelliklere sahip kullanıcılara cevap verebilen yapılar diğerlerine göre daha sürdürülebilirdir (Tablo 3.9).

Tablo 3.9 “İnsan İçin Tasarım” İlkesi, “İnsan Konforu için Tasarım” (Kim ve Rigdon, 1998; Gültekin, 2007; Sev, 2009)

<b>"İNSAN İÇİN TASARIM" İLKESİ</b>		
<b>Stratejiler</b>	<b>Yöntemler</b>	<b>Çözüm Önerileri</b>
<b>İnsan Konforu İçin Tasarım</b>	<b>Isısal-Görsel ve İşitsel Konfor</b>	Binada enerji etkin bir aydınlatma donatımının kullanılması ve görsel konforun sağlanması Doğal aydınlatma ve dış mekanla görsel bağ kurulması
	<b>Doğal Aydınlatma ve Dış Mekanla Görsel Bağlantı</b>	Gün ışığının iç mekanda yeterli düzeyde aydınlık sağlaması ile kullanıcı üretkenliği ve memnuniyetinin sağlanması Cephelerde açılabilir seçici, yansıtıcı, fotokromik ve renkli camların yanı sıra güneş kontrol elemanları ve ışık rafları kullanılması
	<b>Doğal Havalandırma</b>	Kullanıcıların sağlık ve konforu için mekana temiz hava sağlanması Yapıda açılabilir pencerelerin kullanımı kullanıcıların havalandırma, ısıtma, soğutma konularında ortamı kontrol edebilmeleri
	<b>Toksik Olmayan Malzeme Kullanımı</b>	İç mekanın elektroiklimsel dengesini bozan ve iç mekan hava kalitesi düşüren malzemelerin kullanımından kaçınılması Üretiminde insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen atık maddeler oluşturmayan, kullanım aşamasında iç mekanda zehirli gaz yaymayan malzemelerin kullanılması
	<b>Kullanıcı İhtiyaçları</b>	Sağlam, farklı şartlara, değişen fonksiyonlara ve farklı kullanıcılara uyum sağlayabilen yapılar ortaya koymak

## 3.2. Sürdürülebilir Yapım

### 3.2.1 Sürdürülebilir Yapım Kavramı

Yapı endüstrisi çevresel problemlerle doğrudan ya da dolaylı ilişkilidir. Yapı üretiminde yoğun kaynak kullanımı, enerji tüketimi, sera gazı emisyonları, atık oluşumu ayrıca yapı malzeme ve bileşenlerinin üretim süreçlerinde oluşan atık, kirlilik ve yoğun enerji kullanımı vb. bugün tüm dünyanın yüzleştiği çevresel öncelikli ekonomik ve sosyal problemler için tetikleyici unsurlar olmaktadır. Bu örnekler çoğaltılabilir ama anlaşılması gereken gerçek yapı endüstrisinin dünyamız üzerinde önemli etkileri olduğudur. Yapı endüstrisinin çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri ve sürdürülebilir gelişme ile ilişkisi Bölüm 2.3’ te detaylı olarak açıklanmaktadır. Yapılan açıklamalardan yola çıkarak (Bkn. Bölüm 2.3) diğer sektörlerle kıyaslandığında yapı endüstrisinin sürdürülebilir gelişme hedefine yönelik çok önemli bir yere sahip olduğu görülmekte ve sürdürülebilir gelişmenin tarihsel süreç içerisinde incelendiği Bölüm 2.2.1’ de özellikle Habitat II gündeminde (Bkn. Bölüm 2.2.1) yer aldığı şekliyle yapım endüstrisi çevresel, sosyal ve ekonomik gelişmelerde ana destekleyicilerden biri olarak görüldüğü gerçeğine vurgu yapılmakta ve konunun öneminin anlaşılmasına da katkı sağlanmaktadır.

Sürdürülebilir gelişme hedeflerinin gerçekleştirilmesinde doğrudan katkı sağlayacak disiplinlerin en önemlilerinden olan mimarlıkta tarihsel süreç içerisinde sürdürülebilir mimari, sürdürülebilir tasarım, sürdürülebilir yapım vb. kavramlar ortaya çıkmıştır. Farklı adlandırmalara sahip bu kavramların temelinde, sürdürülebilir gelişme ilkelerinin (Bkn. 2.2.3) mimarlık alanına, bina yapımına kısacası yapı endüstrisi ve yapım faaliyetlerine uygulanabilmesi yatmaktadır.

Sürdürülebilir gelişmenin mimarlık alanına etkileri sonucu ortaya çıkan “sürdürülebilir mimari” kavramı, ilkeleri, geliştirilen strateji ve yöntemler Bölüm 3.1.1 ve 3.1.2’ de detaylı olarak açıklanmaktadır. Sürdürülebilir gelişme ile gündeme gelen mimarlıktaki yaklaşımlar ile yapıların tasarım ve yapımında binaların belli bir süre ve kalitede belli maliyetle üretilmesi ana hedefinin yanı sıra bu yapıların

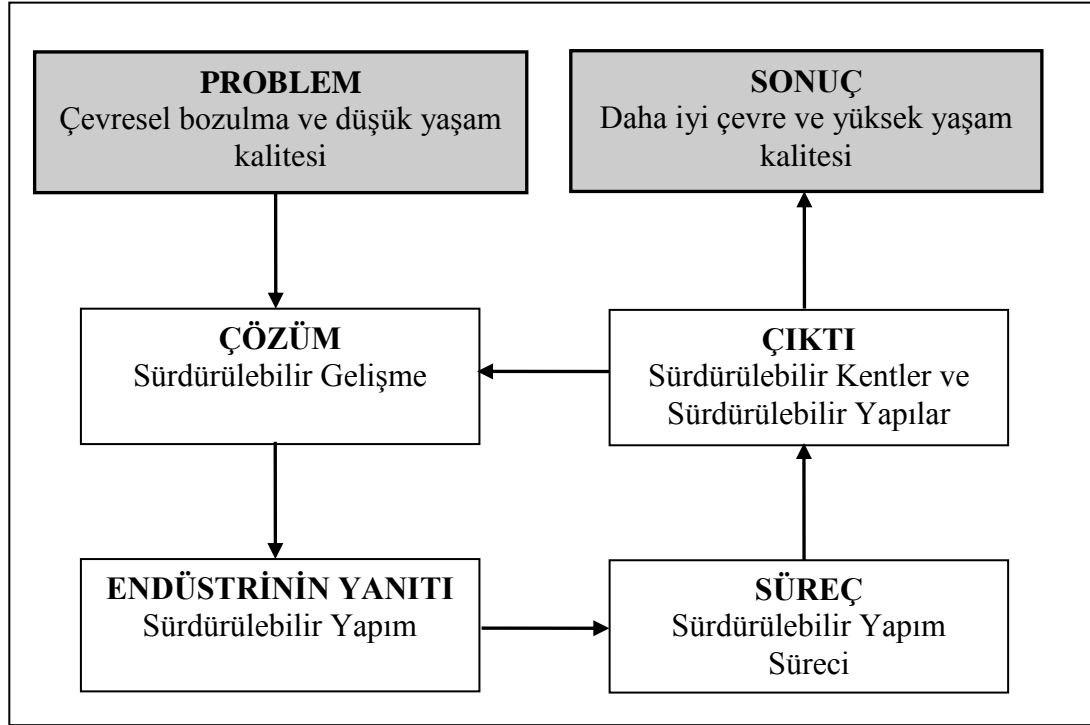
çevreye duyarlı, az enerji tüketen, çevreyi kirletmeyen ve kullanıcılarının hayat kalitesini yükselten yapılar olması da zorunluluk haline gelmektedir. Bu alanda ortaya çıkan ve yaygın olarak kullanılan “**sürdürülebilir yapım**” kavramı bina tasarım ve yapımında sürdürülebilir gelişmenin yansıması olarak görülmektedir.

Bu açıklamalar doğrultusunda öncelikle “**yapım**” kavramının sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda tanımlanması ihtiyacı doğmuştur. CIB ve UNEP – IETC (2002) “yapım” kavramını insan yerleşimlerinin gerçekleştirilmesi ve aynı zamanda gelişimi destekleyen alt yapıların oluşturulması için kapsamlı bir süreç ve mekanizma olarak tanımlamaktadır. Sözü edilen kapsamlı sürecin de ham maddelerin doğadan çıkarılması, işlenmesi, yapı malzeme ve bileşenlerinin üretilmesi, fizibilite çalışmalarından yapının yıkım aşamasına kadar yapı projesinin döngüsünü ve yapıyı çevrenin yönetim ve uygulamalarını içerdiği belirtilmektedir (CIB and UNEP-IETC, 2002).

Sürdürülebilir yapım kavramı yaşam döngüsü perspektifiyle yapıyı çevrenin yapım ve yönetimi ile ilgili bütünsel bir yaklaşımı ifade ettiği görülmektedir. Kibert (2005) 1994 yılında gerçekleşen I. Uluslararası Sürdürülebilir Yapım Konferansında (The First International Conference on Sustainable Construction) sürdürülebilir yapımı, “kaynak verimli ve ekolojik ilkelere bağlı sağlıklı bir yapıyı çevrenin yaratılması ve sorumlulukla yönetilmesi” olarak tanımlamaktadır (Kibert, 2005). Bu kavram sadece çevreyle bina tasarım ve yapım alanındaki uygulamaların yeni bir şekli anlamına gelmemekte, aynı zamanda çevreye dost uygulamalar ve bakım-onarım ve yenileme işlemlerinin yeni şeklini ifade etmektedir.

Sürdürülebilir yapım; sürdürülebilir gelişme ilkelerinin bina/yapı ve alt yapısının planlanması, tasarlanması ve inşa edilmesiyle hammaddelerin çıkarılmasından, üretilmesi ve yapıda uygulanacak hale getirilmesine, yapının kullanımı, yıkımı ve sonuçta çıkan atıkların yönetimine kadar kapsamlı bir bina yaşam döngüsüne uygulanmasıdır. Bu, insanın değerini vurgulayan ve ekonomik eşitliği destekleyen yerleşimler yaratırken, doğa ve yapıyı çevre arasındaki uyumu sürdüren ve yeniden sağlamayı amaçlayan bütünsel bir işlemdir.

Sürdürülebilir yapım, sürdürülebilir gelişme çabasına yönelik yapı endüstrisinin verdiği yanıt olarak görülmekte ve sürdürülebilir yapım için basitleştirilmiş bir yol haritası geliştirilmiştir (Şekil 3.13) (Hoşkara, 2007);



Şekil 3.13 Sürdürülebilir yapım için basitleştirilmiş yok haritası (Hoşkara, 2007)

Şekil 3.13' de yer alan şemada izlenebildiği gibi, sürdürülebilir bina yapımı veya sürdürülebilir yapım kavramı sürdürülebilir gelişmeye amacına ulaşmaya yönelik bir yol olarak görülmekte ve bu yol yapı endüstrisi uygulamalarında sürdürülebilir gelişme amacına yönelik çözüm yaklaşımlarını da beraberinde getirmektedir (Hoşkara, 2007).

Kibert (2005) geleneksel bina tasarım ve yapımının maliyet, zaman ve kalite üzerine odaklandığını, sürdürülebilir bina tasarım ve yapımı ise bu hedeflere ek olarak, kaynak tüketimini azaltması, çevresel bozulmayı azaltmayı ve sağlıklı bir yapılaşmış çevre yaratmayı hedeflemektedir (Kibert, 2005).

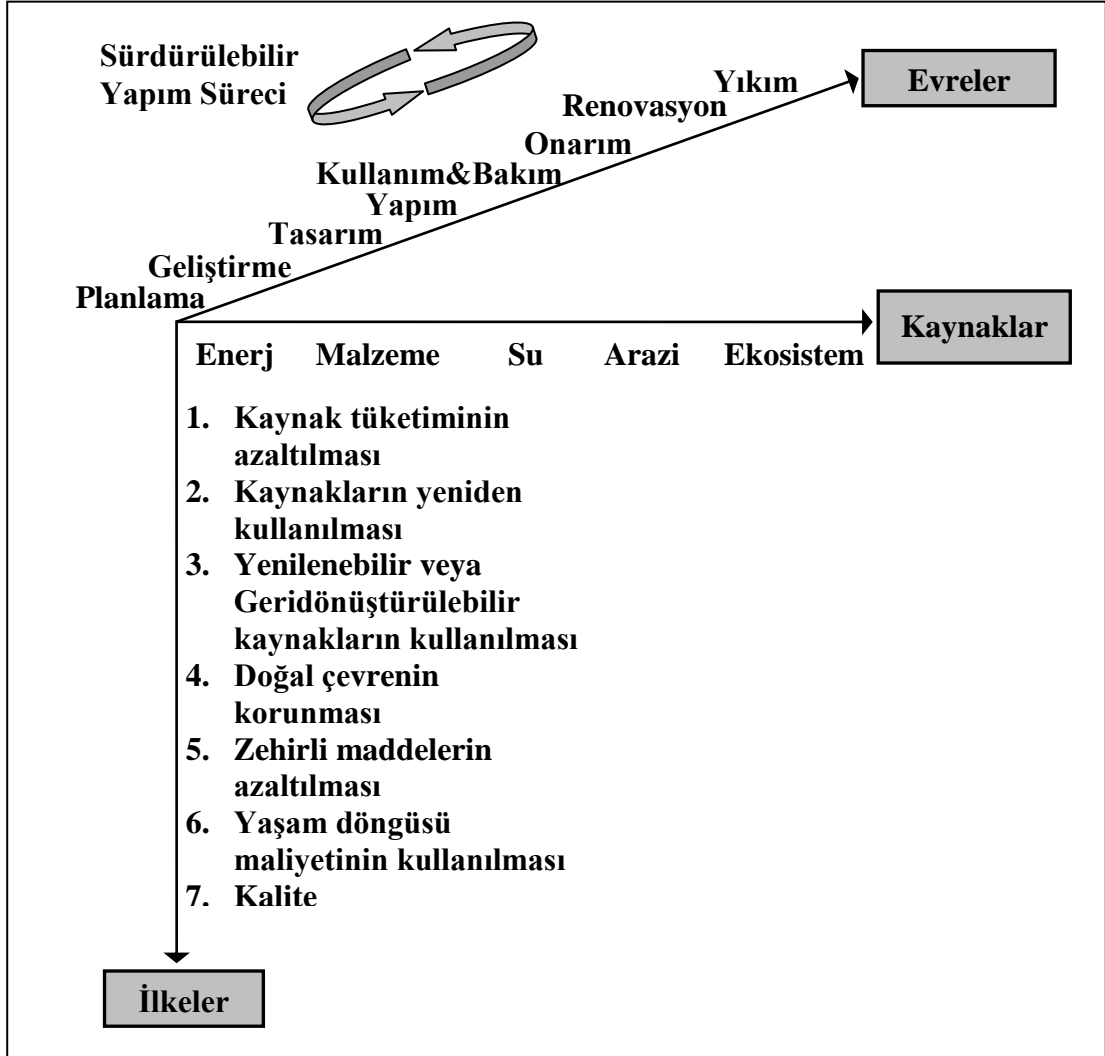
Bina tasarım ve yapımdaki sürdürülebilirlik anlayışı ve yorumu yıllar içinde değişime uğramıştır. Başlangıçta, vurgu özellikle enerji olmak üzere sınırlı kaynaklar

konusunun üstesinden nasıl gelineceği ve doğal çevre üzerindeki etkilerin nasıl azaltılacağı noktasındayken 1990'larda vurgu, yapı malzeme ve bileşenleri, yapı teknolojileri ve enerji ile ilgili tasarım kavramları gibi daha teknik konular üzerinde yoğunlaşmıştır. Daha sonraları ise teknik olmayan konuların önemi büyümüş ve yapımda sürdürülebilir gelişme için ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin çok önemli olduğu anlaşılmıştır. Son zamanlarda ayrıca kültürel konular ve yapılaşmış çevrenin kültürel miras değerleri sürdürülebilir yapımda çok önemli konular olarak gündeme gelmektedir (Hoşkara, 2007; CIB, 1999).

### ***3.2.2 Sürdürülebilir Yapım İçin Geliştirilen Model ve Sürdürülebilir Yapım İlkeleri***

Sürdürülebilir yapıım kavramı genel bir ifadeyle yapı endüstrisinde yer alan paydaşların, yapı malzeme ve bileşenlerinin üretimi, bina tasarım ve yapıım sürecindeki uygulamalar, insan yerleşimlerinin planlanması ve yapıımı süreçlerinde ve yapıların kullanım evresindeki kaynak kullanımı ve bu süreçte meydana gelen atıkların yönetiminde, sürdürülebilir gelişme ilkelerinden türetilen sürdürülebilir yapıım ilkelerini uygulaması olarak tanımlanabilmektedir.

Sürdürülebilir yapıım kavramının basitleştirilerek, anlaşımının kolaylaştırılması açısından Kibert (2005) tarafından sürdürülebilir yapıım için kavramsal bir model geliştirilmiştir (Şekil 3.14). Kibert (2005)' in bu modelinde sürdürülebilir yapııma yönelik kararlar, sürdürülebilir yapıım ilkeleri, kaynaklar ve bina yaşam döngüsü olmak üzere üç bileşenin arakesitinde yer almaktadır. Bu modele göre belirlenen sürdürülebilir yapıım ilkeleri, tüm bina yaşam döngüsü boyunca, ilgili evrelerde ihtiyaç duyulan kaynaklar için uygulanmaktadır. Bu modelden yola çıkılarak kaynak bilinçli (kaynak etkin-kaynakların bilinçli kullanılmasını önemseyen) tasarımın, sürdürülebilir yapıımın merkezinde yer aldığı ve doğal kaynak tüketiminin ve ekolojik sistemler üzerindeki etkilerin azaltılmasının hedeflendiği söylenebilmektedir.



Şekil 3.14 Sürdürülebilir yapım için geliştirilen kavramsal model (Kibert, 2005)

Kibert (2005)' in bu modelinde;

- Bina yaşam döngüsünü (Şekil 3.14' te gösterilen “süreç” aksı) sekiz evreye (planlama, geliştirme, tasarım, yapım, kullanım ve bakım/onarım, Renovasyon ve yıkım) ayırmakta ve kapsamlı bir döngü bina yaşam döngüsü tanımlamaktadır.
- Kaynaklar aksında bina yaşam döngüsü süreçlerinde ihtiyaç duyulan ve yoğun olarak kullanılan beş doğal kaynak (arazi, malzeme, su, enerji, ekosistem) kullanımını tanımlamaktadır.



- Sürdürülebilir yapım ilkeleri aksında, kapsamlı bina yaşam döngüsünde sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda kaynakların etkin kullanımı için belirlediği yedi temel ilke tanımlanmaktadır.

Kibert (2005) tarafından belirlenen sürdürülebilir yapım ilkeleri (Şekil 3.14);

1. Kaynak tüketiminin azaltılması
2. Kaynakların yeniden kullanılması
3. Yenilenebilir veya dönüştürülebilir kaynakların kullanılması
4. Doğal çevrenin korunması
5. Zehirli (toksik) maddelerin azaltılması
6. Yaşam döngüsü maliyetinin (Life Cycle Cost – LCC) kullanılması
7. Yapılı çevrenin oluşturulmasında kalitenin sürdürülmesi

Kibert tarafından geliştirilen sürdürülebilir yapım için kavramsal çerçeve de sürdürülebilir yapım kavramı; yaşam dönemi yaklaşımı, kullanılan kaynaklar ve belirlenen ilkelerle ifade edilmektedir. Sürdürülebilir yapım kavramının bir anlamda süreç, kaynaklar ve ilkeler ara yüzünde oluştuğunu ifade eden bu modelde bileşenlerin ayrıntılı açıklanması gerekli görülmektedir.

### 3.2.2.1 Yaşam Döngüsü Yaklaşımı ve Sürdürülebilir Yapım Süreci

Yaşam döngüsü değerlendirmesi binaların yaşam döngüsü boyunca farklı evrelerde meydana gelen çevresel etkileri belirlemeye yönelik bir yaklaşımdır. Yaşam döngüsü değerlendirmesinin önemi, binaların çevresel etkilerini belirlerken binanın ilk fikir aşamasından (planlama evresi) binanın faydalı ömrünün bitmesi, yıkım ve atık oluşumu evrelerine kadar tüm bina yaşam döngüsü süreçlerinde oluşan çevresel etkilerin belirlenmesinden ileri gelmektedir (Hoşkara, 2007). Kibert' in önerdiği modelde bina yaşam döngüsündeki tüm evrelere belirlenen ilkelerin uygulanmasıyla binanın çevresel etkilerinin azaltılması hedeflenmektedir. Kibert belirlediği bu modelde bina yaşam döngüsünü sekiz evreye ayırmaktadır (Şekil 3.14). Geliştirilen bu modelde sürdürülebilir yapım kavramı yaşam döngüsü

yaklaşımıyla yapım sürecini ifade etmektedir. Yaşam döngüsü yaklaşımı boyunca binaların çevresel etkilerini belirlemeyi amaçlayan yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi sürdürülebilir gelişme ilkelerinin bina yapım sürecine entegre edilebilmesi açısından önemlidir (Bu yaklaşım Bölüm 4.2.1' de ayrıntılı olarak incelenmektedir).

Sürdürülebilir nitelikte yapıların tasarım ve yapımında ön koşul öncelikle sürdürülebilir yapı alanlarının geliştirilmesidir. Yapının yer alacağı arsanın sürdürülebilir gelişme ve kalkınma düşüncesine uygun olarak ülke, bölge, kent, mahalle vb. ölçeğinde, olduğu gibi makro planlama anlayışında yürütülen imar çalışmalarıyla üretilmiş olması gerekmektedir. Ayrıca imar çalışmalarıyla, kent kimliğine uygun kent planları geliştirilmeli ve konut alanları, sosyal alanlar, ticaret merkezleri, sanayi tesisleri vb. gereksinimler için uygun konum ve büyüklükte birbiri ile ilişkilendirilmiş alanlar oluşturulmalı, hatalı parselizasyon çalışmaları nedeniyle ortaya çıkacak kaynak kaybı önlenmelidir. Planlar uzun, orta ve kısa vadede kentin gereksinim duyduğu temel altyapı tesislerini, atık yönetimi ve geri dönüşüm ilkelerine uygun unsurları, taşıma ve ulaşım ağını içermelidir. Tüm bu yaklaşımlar ışığında yürütülen planlama çalışmalarıyla sürdürülebilir yapı alanlarının üretilmesi mümkün olabilecektir (Canitez, 2010).

Sürdürülebilir yapı alanlarının geliştirilmesinden sonra, sürdürülebilir yapım hedefine ulaşabilmek amacıyla yapı üretim sürecinin farklı evrelerine yönelik kararların alınması ve uygulanması önemlidir. Kibert' in tanımladığı modelden yola çıkılarak sürdürülebilir bir yapının üretim evreleri ve kararlar şu şekilde özetlenebilmektedir (Canitez, 2010, s:660–661);

- **Yapı üretim sürecinin proje planlama evresinde**, yürütülecek faaliyetlerin sürdürülebilir yapımda ekoloji ve ekonomi kavramlarına ters düşmeyecek şekilde doğru ve yeterli yaklaşımlarla desteklenmelidir. Kararlar, ülkesel koşullara uygun olarak geliştirilmiş yönetmelik ve şartnameleri göz ardı etmeyecek biçimde alınmalı ve uygulanmalıdır. Bu nedenle yapı üretim sürecinin her evresinde görev alan paydaşlar doğru ve yeterli düzeyde proje yönetimi ve kaynak yönetimi yaklaşımları üretebilecek bilgi ve donanıma

sahip olmalıdır. Yapının üretim ve kullanımına yönelik genel çerçeve çizilerek yapının yaşam döngüsü maliyetine yönelik analizler yapılmalıdır.

- **Yapı üretim sürecinin tasarım evresinde,** Yapı üretiminin tasarım aşamasında yapı arazisinin konumunun, arazinin, jeolojik, hidrolojik topografik ve klimatolojik vb. coğrafi, fiziksel ve iklimsel özelliklerinin sorgulanması gerekmektedir. Ayrıca arsanın mevcut altyapı ve ulaşım ağına yük getirmeyecek ekolojik dengeleri dikkate alacak biçimde kullanımına olanak sağlayan çözümler üretilmelidir. Yapı ölçeğinde ise, doğal kaynakların korunumu ilkelerine olduğu ölçüde, kalite, konfor ve kullanıcı sağlığı koşullarına da uygun olacak tasarım kararları alınmalıdır. Bu nedenle tasarım sürecinde sürdürülebilir malzeme ve üretim sistemleri tercih edilerek çevre ve insan sağlığı gözetilmeli, enerji tasarrufunun sağlanması, çevresel atıkların minimize edilmesi, sağlanmalıdır. Ayrıca tasarım yapı eleman ve bileşenlerinin yeniden kullanımına olanak verebilmelidir. Bu nedenle geri dönüşüm oranı yüksek yapım sistemi, yapı ürünleri tercih edilmelidir. Yapıların enerji etkinlik düzeylerinin artırılmasına yönelik yenilenebilir enerji kullanımına olanak veren tasarım kararları alınmalı ve yapı kabuğunda doğru ve yeterli katmanlaşmalar geliştirilmelidir.
- Yapıların hedeflenen performansta tasarlanmasını ve üretilmesini sağlamak adına, tasarım aşamasında alınan kararlar, kontrol listeleri biçiminde düzenlenerek, üretimde izlenecek yönergeler oluşturulmalıdır. Yapı malzemelerinin ulaştırılması maliyetlerinin düşürülmesi, ulaştırma işlemi için kullanılan enerjinin azaltılması ve araçların çevreye vereceği zararın azaltılması için mümkün olduğunca yerel malzeme kullanılmalıdır. Tasarım kararlarında mümkün olduğunca sertifikalı ve garantili yapı ürünlerine ve üretim sistemlerine yer verilmelidir.
- **Yapı üretim sürecinin yapım evresinde,** yapının tasarlandığı gibi üretiminin sağlanması için, üretim sürecinde her aşamanın kontrollü biçimde yürütülmesini sağlayacak standartlar hazırlanmalıdır. Sürdürülebilir yapı üretimi proje yönetimi, kaynak yönetimi, şantiye yönetimi sırasında sürekli

kontrol edilmelidir. Yapım hataları nedeni ile kaynak kaybının oluşmaması için mümkün olduğunca sertifikalı üretim sistemi, malzeme kullanılmalıdır. Yapım sırasında işçi ve yapı kullanıcılarının sağlığına zarar vermeyen, toksik madde içermeyen yapı malzemeleri ve üretim teknikleri kullanılmalıdır.

- **Yapı üretim sürecinin kullanım evresinde,** enerji, su vb. kaynakların tüketiminin azaltılmasına yönelik önlemler alınmalı, ısıtma, soğutma, havalandırma vb. gereksinimler için olabildiğince yenilenebilir enerji kullanılmalıdır. Ayrıca yapıda etkin bir atık kontrolü sağlanmalıdır. Yapıların gerçek performanslarının sağlıklı biçimde ölçülebilmesi adına yapım evresinden sonra kullanım evresinde de uygun yöntemlerle gözlem ve testler yapılmalıdır. Bu yöntemlerle üretime yön veren performans ölçüm sertifikasyon sistemleri gerçek verilerle güncellenebilecek kabul edilen performans ölçütleri gerçek verilerle karşılaştırılabileceklerdir.
- **Yapı üretim sürecinin yıkım evresinde, ortaya** çıkan atık malzemelerin geri dönüşümünün ve yapı endüstrisinde yeniden kullanımının sağlanması çok önemlidir. Ancak geri dönüşüm evresinde, alınacak kararlar ve çalışmalar yapının bulunduğu ülkede ve kentte, geri dönüşüm konusunda yürütülen diğer çalışmalarla yakın ilişkili olması nedeniyle, konu ülke genelindeki merkezi ve yerel yönetimlerce alınacak kararlarla desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca tasarımcı, üretici ve kullanıcıların bu konuda daha çok bilinçlenmesi gerekmektedir.

### 3.2.2.2 Kaynaklar

Kaynakların tüketimi yapı endüstrisi için çok önemli bir mücadele alanıdır. Geliştirilen modelde “Kaynaklar” aksı sürdürülebilir yapım süreci evrelerinde kullanılan enerji, su, malzeme, arazi ve ekosistem gibi doğal kaynakları ifade etmektedir. Bu kaynakların bina yaşam döngüsü evrelerinde kullanılmasının belirlenen sürdürülebilir yapım ilkeleri doğrultusunda olması önerilmektedir.

- **Enerji** kullanımı iklim değişikliği ve bir dizi hava kirliliğine neden olan sorunların temelinde yatmaktadır. Sürdürülebilir gelişme için enerji üretim ve kullanımında etkinlik temel bir gereksinim haline dönüşmüştür. Sürdürülebilir bina tasarım ve yapımında şu an yeni binalarda enerjinin etkin kullanımı üzerine odaklanılmaktadır. Mevcut binalarda enerji verimliliğini artırmak amacıyla çok az ülkede yaklaşımlar geliştirilmektedir. Mevcut binaların enerji etkinliğinin artırılması için ekonomik yeni retrofit (eskinin iyileştirilmesi, yenilenmesi) teknolojilerine gereksinim vardır (CIB, 1999). Günümüzde enerji etkin teknolojiler için artan bir söz konusudur. Günümüzde geliştirilmiş ve geliştirilecek olan enerji etkin sistemler şu şekildedir (Hoşkara, 2007; CIB, 1999);

- Isının geri alınması ve depolanması
- Küçük merkezi ısıtma paneli üniteleri (CHP Units)
- Elektrikli ısıtma pompaları
- Fotovoltaik (PV) hücreler
- Isıtma ve soğutma için pasif ve hybrid teknolojiler
- Pasif aydınlatma sistemleri
- Translucent yalıtım
- Gelişmiş sensör teknolojisi ve bina domotics
- Yeni akustik ve termal yalıtım malzemeleri ve sistemleri

Geliştirilen yenilikler sadece yeni binalar için olmamalı aynı zamanda mevcut yapılar için de gerekli olmaktadır.

- **Malzeme** konusunda ön plana çıkan sürdürülebilirlik özellikleri, yenilenebilir, geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir, düşük gömülü enerjiye sahip yapı malzeme ve bileşenlerinin kullanılmasıdır. Tasarım evresinde malzeme seçimi yapılırken malzemelerin çevresel performansı, yaşam ömrü, yapıya kolay montajı, sık bakım-onarım gerektirmemesi, kullanım sonrasında kolay sökülmesi vb. kriterlere göre seçim yapılması gerekmektedir. İnşaat ve yıkım atıklarının geri dönüştürülerek yapı malzemesi olarak yeniden kullanılması, yapım endüstrisinin çevresel etkilerinin azaltılması açısından önemlidir.

- **Su** kullanımı konusunda suyun kapalı devre şeklinde ve idareli olarak kullanılması önem kazanmaktadır. Suyun tasarım aşamasında alınacak önlemlerle etkin kullanılması sağlanabilmektedir. Suyun etkin kullanımı için önerilen yöntemlerden bazıları geliştirilmiş su ölçümü sistemleri, yağmur suyu ve gri su toplama sistemleri, suyun yapı içinde geri dönüştürülerek yeniden kullanılması, su kullanmayan teknolojiler vb. şeklindedir.
- **Arazi;** kentsel yayılmanın azaltılması birçok ülkenin gündeminde yer almaktadır. Arazinin etkin kullanılmasına ilişkin üç önemli konu bulunmaktadır; arazinin verimli kullanılması, yapıların uzun hizmet ömrü için tasarım, mevcut yapıların yeni kullanımlara adapte edilerek kullanımının devam ettirilmesi/ yeniden kullanılması (CIB, 1999). Mevcut yapıların hizmet ömrünü artırılması için yenileme ve sağlamlaştırma uygulamalarının artırılması sürdürülebilir yapım için önemlidir.

### 3.2.2.3 Sürdürülebilir Yapım İlkeleri

Sürdürülebilir yapım bugün ve gelecek için çevresel, sosyal ve ekonomik kazanımları destekleyen yeni bina yapımı ve eski yapılara yapılan iyileştirme (Foundations, 2002; Hoşkara, 2007). Sürdürülebilir yapım için temelde çok farklı olmayan ilkeler belirlenmiştir. Bu ilkeler sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesi için yapı yaşam döngüsünün tüm evrelerinde uygulanması öngörülen ilkelerdir. Kibert tarafından belirlenen modelde yedi sürdürülebilir yapım ilkesi belirlenmiştir (Bkn. Şekil 3.14).

Foundations (2002) tarafından sürdürülebilir yapıya yönelik belirlenen ilkeler şu şekildedir (Hoşkara, 2007);

- Yapıların içinde buldukları çevreyle uyumlu olarak yerleştirilmesi, mevcut arazilerin yeniden kullanılması, ulaşım ve altyapı hizmetleri geliştirilmiş yapı alanlarının seçilmesi,
- Yapımda yerel, geri dönüştürülmüş, düşük gömülü enerjili malzemelerin kullanılması,

- Yapının yapım, kullanım ve kullanım sonrası evrelerinde enerji ve su tasarrufu yaparak, atık oluşumunu azaltacak çevresel tekniklerin kullanımı,
- Toplumun bina tasarım ve yapımı konusunda bilgilendirilmeli, kullanıcıların bina planlama ve tasarımıyla ilgili olmaları,
- Yerel kaynaklarının kullanımının desteklenmesi, yapı malzemelerinin ulaştırılmasındaki enerji kullanımının azaltılması.

### **3.3 Türkiye’ de Sürdürülebilir Mimarlık ve Yapım Uygulamaları**

Sürdürülebilir mimari ve yapım konusunda Türkiye’ deki durum incelendiğinde, son zamanlarda konunun öneminin daha çok anlaşılmaya başlandığı ve bu yönde çalışmaların arttığı gözlenmektedir. Genel bir bakış açısıyla Türkiye’ de yapı endüstrisinde, yapıların sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik planlama ve tasarıma gereken önemin verilmediği ve bu konuda ciddi bir kamuoyunun oluşmadığını söylemek yanlış olmaz. Bu konuda atılmış en ciddi adım Çevre Bakanlığı tarafından düzenlenen kanun ve yönetmelikler ve ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri Daire Başkanlığı tarafından uygulamaya konulan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporudur. ÇED raporu sanayi yapıları ve tesislerinin yapım ve kullanımı sırasında oluşan çevresel etkilerinin belirlenmesi ve gerekli koşulların sağlanıp sağlanmadığını belirlenmesine yönelik geliştirilmiş zorunlu bir uygulamadır. ÇED raporunun kapsam olarak sadece sanayi yapıları ve tesislerini ele aldığından, sürdürülebilir yapım uygulamaları için yeterli değildir. Sürdürülebilir yapım için konut yapılarından büyük ölçekli sanayi yapılarına kadar tüm yapı türleri için kaynakların korunumu, hammadde tüketimi, yapı ürünlerinin geridönüşümü, zararlı katı-gaz emisyonlar vb. konuları incelenmesi gerekmektedir.

Şu an Türkiye’ de çevre ile ilgili araştırma ve geliştirme çalışmaları için yeterli desteğin sağlanmaması, sürdürülebilir yapı üretimi için yeterli bilgi ve verinin olmaması bu konuda gerekli ilerlemenin sağlanamamasına neden olmaktadır. Kurumsal olarak TSE, TÜBİTAK, Çevre Bakanlığı, Mimarlar Odası, ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) gibi kamu kurum ve kuruluşları, araştırma merkezleri ve sivil toplum kuruluşları tarafından bu alandaki çalışmalar yoğun bir

hızla devam etmekte, bunun yanı sıra özellikle de üniversitelerde bu alanda yapılan çalışmaların son dönemde arttığı gözlemlenmektedir. Son olarak 2008 yılında geliştirilen “Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği” bu alanda atılmış önemli bir adımdır. ÇEDBİK’ in özellikle Türkiye için Sürdürülebilir Bina uygulamalarının hayata geçirilmesine yönelik değerlendirme ve sertifika sistemi geliştirilmesi yönündeki kapsamlı ve yoğun çalışmaları da konunun öneminin anlaşılmasında vurgulayıcı etki yapmaktadır.

Buradan sürdürülebilir yaklaşımların toplumun her düzeyinde yerel yönetimlerden, kamu kurum ve kuruluşlarına, sivil toplum örgütlerine, özel sektör ve üniversitelere, araştırma merkezlerine kadar benimsenmesinin bir zorunluluk olduğu görülmektedir. Aynı zamanda yaklaşımların mutlaka yasa ve yönetmeliklerde, bilimsel araştırmalarla, eğitim programlarıyla desteklenmesi gerektiği de düşünülmektedir.

### **3.4 Bina Örneklerinde Sürdürülebilirliğin İncelenmesi**

Mimarlık sonuç ürünü olan yapıların ve yapı endüstrisindeki uygulamaların çevre üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bu etkileri azaltmaya yönelik yaklaşımlar sonucunda bugün, yüksek teknolojiyle inşa edilen, çevreye uyumlu, enerji tasarrufu sağlamaya yönelik yenilikçi çözümleri içeren, kullanıcılar için sağlıklı iç mekanlara sahip, birçok sürdürülebilir bina uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde yurtdışından ve ülkemizden çok sayıda sürdürülebilir bina örneği, öne çıkan sürdürülebilirlik özellikleriyle genel olarak Tablo 3.10’ da ele alınmaktadır. Daha sonra ise, bu örnekler içerisinde hakkında daha detaylı bilgiye ulaşılan birkaç örnek detaylı biçimde incelenmektedir.

İncelenen bina örneklerinin tüm sürdürülebilirlik özelliklerini kapsadığını söylemek mümkün olmamaktadır.



Tablo 3.10 Yurtdışından ve ülkemizden sürdürülebilir bina örnekleri

<b>Sürdürülebilir Bina Örnekleri</b>	
<b>Menara Mesiniaga Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 1992 <b>Yer:</b> Selangor, Malezya  <b>Mimar:</b> T.R. Hamzah ve K. Yeang</p> <p>Bina sıcak ve nemli bir iklimde yer almaktadır. <u>Biyoklimatik tasarım yaklaşımları</u> ile, yapının güneş yörüngesi dikkate alınarak doğu ve batı cephelerinde sabit gölgeleme elemanları kullanılmış, kuzey ve güney cephelerinde doğal ışıktan daha fazla yararlanmak için gölgeleme elemanları kullanılmamıştır. Binanın en dikkat çekici özelliği olan cephesindeki <u>gökbahçeler</u>, peyzaj elemanları ile gölgeleme yaparak binanın soğutma yükünü azaltmaktadır. Yapının çatısında <u>PV için</u> bir taşıyıcı bulunmaktadır. Çatıda bulunan <u>yağmur suyu toplama ve geridönüştürme sistemi</u> ile etkin su kullanımı sağlanmaktadır. Binanın <u>otomasyon sistemiyle enerji tasarrufu</u> desteklenmektedir.</p>	
<b>Commerzbank Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 1997 <b>Yer:</b> Frankfurt, Almanya  <b>Mimar:</b> Norman Foster &amp; Partners</p> <p>İlman bir iklimde yer alan çok katlı yapı, <u>enerji etkinliği</u> ve <u>kullanıcıların konforunu sağlamaya</u> yönelik teknolojilere sahiptir. Yapının mimari formu <u>doğal havalandırma ve enerji etkinliğine</u> yönelik stratejiler doğrultusunda şekillenmiştir. Üçgen plan şemasına sahip binanın ortasında yer alan <u>atrium</u>, kenarlarda yer alan 4 kat yüksekliğindeki <u>gökbahçeler</u> ve <u>çift kabuk cephe sistemi</u>, mekanların doğal havalandırma ve aydınlatmasında önemlidir. Bina otomasyon sistemiyle hava koşullarına göre çift katmanlı cephenin dış katmanında yer alan açılabilir pencereler kontrol edilmektedir. Bu şekilde yılın farklı mevsimlerinde farklı hava akımları akımı sağlanarak bina büyük oranda doğal olarak havalandırılmaktadır. Suyun bina içinde dönüştürülerek yeniden kullanılması ile <u>etkin su kullanımı</u> sağlanmaktadır.</p>	
<b>RWE Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 1997 <b>Yer:</b> Essen, Almanya  <b>Mimar:</b> Ingenhoven Overdiek, Kahlen &amp; Partners</p> <p><u>Çift kabuklu cephe sistemine</u> sahip, silindirik geometri yapıda enerji tüketimini azaltmak için <u>kompakt</u> bir form seçilmiştir. Çift cephe sisteminin dış katmanında temperli düz beyaz cam, iç katmanında ise ısı koruyumlu çift cam kullanılmıştır. <u>İki cam yüzeyi arasında kalan boşluk</u> havalandırma kanallarıyla doğal olarak havalanmaktadır. Hava boşluğu iç ve dış arasında ısı kaybını azaltarak, ısıl tampon görevi görmektedir. Dış ortamdaki hava koşullarına göre bina otomasyon sistemi pencerelerin açılıp-kapanmasını sağlamaktadır. <u>Giriş saçağında kullanılan PV ile</u> binanın bir kısım enerji ihtiyacı karşılanmakta, <u>yağmur suyu toplama sistemi</u> ve bina içindeki su tasarrufu sağlayacak özel önlemlerle etkin su kullanımı sağlanmaktadır.</p>	

Tablo 3.10 Yurtdışından ve ülkemizden sürdürülebilir bina örnekleri (devam)

<b>Sürdürülebilir Bina Örnekleri</b>	
<b>Reichstag- Alman Parlamento Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 1999 <b>Yer:</b> Berlin, Almanya <b>Mimar:</b> Norman Foster &amp;Partners</p> <p>Binanın restorasyonu sırasında toplantı salonunun üstü büyük şeffaf cam kubbeyle örtülmüştür. Bu çalışmalar sırasında <u>teknolojik, ekolojik ve enerji etkin</u> yeni uygulamalarda bulunulmuştur. Hareketli cam paneller ile kaplı kubbenin iç çeperinde spiral şeklinde yaya rampaları ve hareketli güneş kontrol ve gölgeleme elemanları bulunmaktadır. <u>Kubbe üzerindeki gölgeleme sistemi</u> kubbe eğimine paralel olarak güneşin geliş açısına göre hareket ederek yazın aşırı ısınmayı ve parlamayı engelliyor. Kubbenin merkezinde ise, toplantı salonunun <u>doğal havalandırma ve aydınlatmasını</u> sağlayan ayna kaplı ters koni şeklinde havalandırma bacası bulunmaktadır. <u>Çatıda yer alan PV ile binanın bir kısım enerjisi karşılanmaktadır.</u> Binada yeraltı suları ile mevsime göre <u>ısıtma ve soğutma</u> sağlanmaktadır. Ayrıca biyo-yakıt kullanımıyla <u>yıllık CO<sub>2</sub> salınımı</u> azaltılmaktadır.</p>	
<b>Swiss Re Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 2004 <b>Yer:</b> Londra, İngiltere <b>Mimar:</b> Norman Foster &amp;Partners</p> <p>Ilıman iklimde yer alan binanın tasarımında kaynak ve enerji etkinliği hedeflenmiştir. Mevcut yapılaşmaya duyarlı, <u>mikro-iklimsel</u> özelliklere en az etki edecek ve yapıya etkiyen rüzgar yüklerini azaltacak şekilde bir form belirlenmiştir. <u>Çift kabuk cephe sistemine</u> sahip yapıda, dış katman eşkenar dörtgen geometri ve çift camlı, iç katman ise tek camlı olarak yapılmıştır. Bu yapı formu ve çift kabuk cephe sistemiyle yapının % 40 <u>doğal olarak havalandırılmaktadır.</u> Kat planlarının 5° lik açılarla döndürülerek üst üste oturtulması ile binada spiral formlu atriumlar ve iç bahçeler oluşmuştur. Bu özellik mevsime göre binanın ısıtma ve soğutmasına katkı sağlayarak, enerji yükünü azaltmaktadır.</p>	
<b>Devonshire Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> 2004 <b>Yer:</b> Newcastle upon Tyne, İngiltere <b>Mimar:</b> The DEVJOC Partnership</p> <p>Eğitim ve araştırma işlevlerini barındıran yapının yönelişi, formu ve merkezinde yer alan atrium doğal havalandırma ve aydınlatmadan maksimum düzeyde yararlanmak için ideal bir seçimdir. Yapının en dikkat çekici özelliği tamamen cam ile kaplı güney cephesindeki akıllı cephe sistemidir. Günlük ve mevsimlik verilere ve güneşin geliş açısına göre değişen otomatik kontrollü güneş kırıcılar ile her mevsim güneş ışığından optimum düzeyde yararlanılmakta ve yapının ısıtma ve soğutma yükü azalmaktadır. Yapının çatısında yer alan PV ile enerji üretimi sağlanmakta, yağmur suyu toplama ve arıtma sistemiyle suyun etkin kullanımı gerçekleştirilmektedir.</p>	

Tablo 3.10 Yurtdışından ve ülkemizden sürdürülebilir bina örnekleri (devam)

<b>Sürdürülebilir Bina Örnekleri</b>	
<b>Meydan Alışveriş Merkezi</b>	
<p><b>Yıl:</b> 2007 <b>Yer:</b> İstanbul, Türkiye  <b>Mimar:</b> Foreign Office Architects (FOA)</p> <p>Türkiye’ de inşa edilen yapı kentsel tasarım ve sürdürülebilirlik özellikleriyle ön plana çıkmıştır. Alışveriş birimleri ve birçok sosyal aktivite mekanından oluşan kompleksin ortasında yer alan büyük meydan projeye adını vermiştir. Yapının mimari ve sürdürülebilirlik kriterleri açısından en çarpıcı özelliği kapalı mekanların üzerini örten eğimli yeşil çatısıdır. Yapının bir diğer önemli özelliği ise, ısıtma ve soğutmada jeotermal enerji kaynağından yararlanmış olmasıdır. Isıtma ve soğutma ve jeotermal enerjiyi kullanan yapıda, enerji yükü azalmakta ve büyük oranda enerji tasarrufu söz konusu olmaktadır. Bu sayede yıllık CO<sub>2</sub> salınımı da büyük oranda azalmaktadır.</p>	
<b>Kaliforniya Bilim Akademisi</b>	
<p><b>Yıl:</b> 2008 <b>Yer:</b> Kaliforniya, Amerika  <b>Mimar:</b> Renzo Piano Building Workshop</p> <p>Araştırma ve bilim müzesi işlevli yapı sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle LEED Platin sertifikası almıştır. Yapının en dikkat çekici özelliği yeşil çatısıdır. Bölgeye özgü doğal bitki örtüsüne yer veren çatı, yağmur sularının % 98’ ini topladığından, bina için doğal bir yalıtım malzemesi olmaktadır. Çatıda yer alan ısı sensörlü çatı pencereleri ile doğal havalandırma sağlanmaktadır. Ayrıca çatı saçağında yer alan PV ile binanın bir kısım enerji üretimi sağlanmakta, bina içindeki gri su geridönüştürülerek yapı içinde tekrar kullanılmaktadır. Ayrıca yapıda geridönüştürülmüş malzeme kullanılmıştır. Yapının tasarımında enerji, su, malzeme ve yapı alanını etkin şekilde kullanacak stratejiler geliştirilmiştir.</p>	
<b>EKOYapı</b>	
<p><b>Yıl:</b> Yapım aşamasında <b>Yer:</b> İstanbul, Türkiye  <b>Mimar:</b> Has Mimarlık: Hayzuran Hasol, Doğan Hasol</p> <p>İTÜ Maslak yerleşkesinde yer alması düşünülen yapının tasarımında fosil yakıtlara bağımlılığı ve sera gazı üretimini en az tutmak gibi tasarım stratejileri belirlenmiştir. Tasarım stratejilerini belirlerken LEED puanlama sisteminden yararlanılmıştır. Öncelikle yapı arazisinin ekolojik yapısına zarar vermemek için araç ulaşımı sınırlandırılmıştır. Bina cephesinde açık renk yansıtıcı cephe kaplamaları kullanılarak çevrenin mikroklimsel yapısına dikkat edilmiştir. Tasarımda bisiklet park yerleriyle bisiklet ulaşımı desteklenmektedir. Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanılması, ısıtma ve soğutmanın havayla yapılarak fosil yakıt kullanılmayacak olması ve çatıda kullanılan PV ile elektrik üretilmesi yapının önemli sürdürülebilirlik özelliklerindedir.</p>	

Tablo 3.10 Yurtdışından ve ülkemizden sürdürülebilir bina örnekleri (devam)

<b>Sürdürülebilir Bina Örnekleri</b>	
<b>GORDİON Alışveriş Merkezi</b>	
<p><b>Yıl:</b> 2009 <b>Yer:</b> Ankara, Türkiye <b>Mimar:</b> Chapman Taylor Architects</p> <p>Yoğun konut dokusu içinde yer alan ve kolay erişim sağlanan yapının altından metro istasyonu geçmektedir. Tasarımda BREEAM standartları esas alınan yapı, BREEAM “çok iyi” sertifikası almıştır. Yapıda trijenerasyon sistemi ile ısı, soğutma ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Buna ek olarak yalıtım, doğal aydınlatma, havalandırma, sensorlu aydınlatma sistemleri ve enerji etkin ekipman kullanımıyla yapının enerji yükü azaltılmaktadır. İç mekanda kullanılan CO<sub>2</sub> sensorlarıyla iç mekan hava kalitesi istenen düzeyde tutulmaktadır.</p>	
<b>COR Binası</b>	
<p><b>Yıl:</b> Yapım aşamasında <b>Yer:</b> Miami, Florida, ABD <b>Mimar:</b> Chad Oppenheim Architecture</p> <p>2007 yılında yapımına başlanan ve 2010 yılında yapımının tamamlanması beklenen yapının en dikkat çekici özelliği yüksek performanslı dış kabuğudur. Yapının dış kabuğu, yapının strüktürünü oluşturmanın yanı sıra eşzamanlı olarak ısı yalıtımı sağlamak için termal kütleyi oluşturmakta ve ısı yalıtımı sağlamaktadır. Cephede kullanılan rüzgar tribünleri ile rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi planlanmaktadır. Cepheye yerleştirilecek PV piller ile gün boyunca güneş ışığından elektrik elde edilmesi planlanmaktadır. Yapının çatısı çim ile kaplanarak güneşin ısıtma etkisini azaltması planlanmaktadır. Ayrıca çatıya yerleştirilecek güneş kolektörleri yapının enerji tasarrufuna katkı sağlayacaktır. Yağmur suyu ve gri su toplama ve arıtma sistemiyle yapıda etkin su kullanımı gerçekleştirilecektir.</p>	
<b>EDITT Tower</b>	
<p><b>Yıl:</b> Yapım aşamasında <b>Yer:</b> Singapur, Tayland <b>Mimar:</b> T.R. Hamzah ve K. Yeang</p> <p>Tamamen kentsel, organik gelişimden uzak bir bölgenin rehabilitasyonu için tasarlanan yapıda, yeşil alan kullanım alanının, insan kullanım alanının yarısına eşit olması hedeflenmektedir. Yapıyı yaşam döngüsü yaklaşımıyla alternatif kullanımlara kolay adapte edilebilmek amacıyla hareketli mesnetler, değiştirilebilir döşemeler vb. kullanılmıştır. Yapının cephesindeki gökbahçeler, peyzaj elemanları ile gölgeleme yaparak binanın soğutma yükünü azaltmaktadır. Yapıda yağmur suyu ve gri su toplama – dağıtım ağı, çatıda yer alan yağmur kolektörü, iniş boruları ve dikey doğrultuda tasarlanmış peyzaj içindeki toprak alanda yer alan su filtrasyon sisteminden oluşmakta ve yapıda bu sistemle % 33 su kazancı sağlamaktadır. Yapıda atık yönetimi için önerilen modelde, yapıda oluşan katı atıkların temelde sistematik biçimde ayrıştırılması ve yeniden kullanımı üzerine kurulmuştur.</p>	

***Devonshire Binası (DevonshireBuilding, University of Newcastle upon Tyne)***

**Yer:** Newcastle upon Tyne, İngiltere

**Yapım Yılı:** 2004

**Yapı Sahibi:** Newcastle upon Tyne Üniversitesi

**Mimari Proje:** The DEVJOC Partnership

**Kullanım Amacı:** Eğitim, Üniversitenin Bilimsel Araştırma Merkezi



Şekil 3.15 Devonshire Binasının giriş cephesinden görünüm

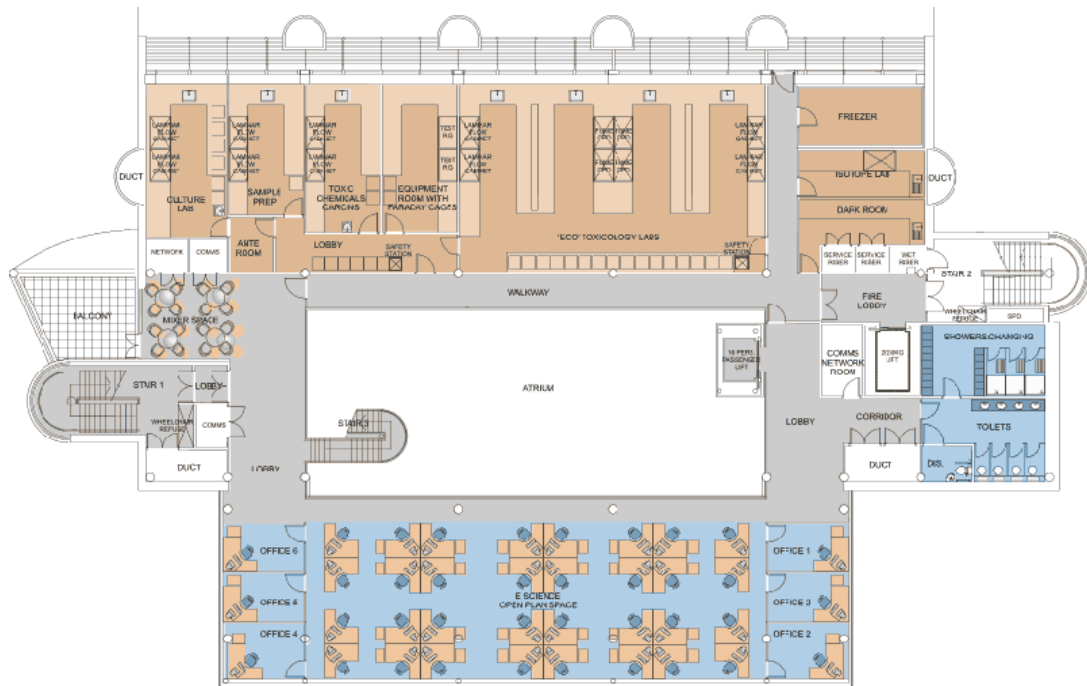
(<http://www.dewjoc.com/photos/history/DEVONSHIRE-1.jpg>)

Newcastle upon Tyne üniversitesinin kampüs alanında önemli bir yerde inşa edilen Devonshire Binası, çevresel ve bilimsel araştırmalar için tasarlanmış bir araştırma merkezidir. Merkez ofisi İngiltere’ de bulunan büyük bir mimarlık ofisi olan The DEVJOC Partnership tarafından tasarlanan yapı, sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle Newcastle upon Tyne üniversitesine bilimsel araştırmalar alanında vizyon kazandırmıştır. Sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle yapı BREEAM “Excellent - Mükemmel” sertifikası ve RICS North

East Renaissance Ödülleri'nin "sürdürülebilirlik" kategorisinde tasarım ve yapımdaki çevresel yaklaşımlarıyla "yılın sürdürülebilir binası" ödülünü kazanmıştır.

### Tasarım ve Yapım

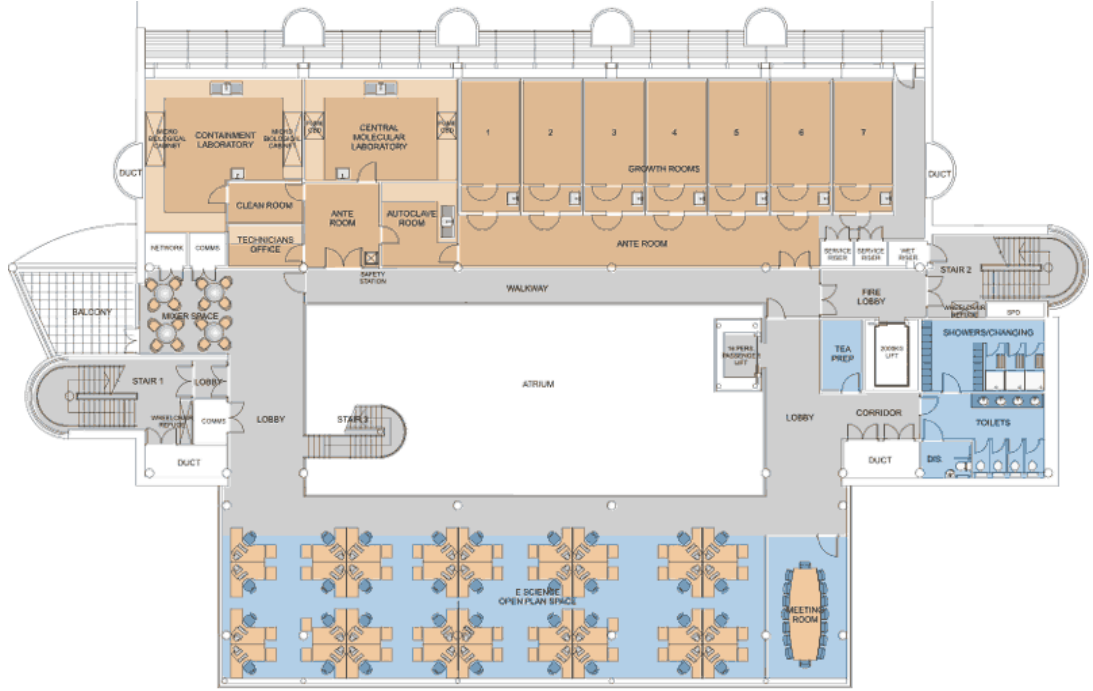
Yapı yönlenme olarak arazide kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılmıştır. Yapı iç mekan – dış mekan ilişkisinin doğru kurgulandığı, ekolojik faktörlerin iyi düşünüldüğü bir plan üzerine bina tasarımı geliştirilmiştir. Altı kattan oluşan yapı tasarım kurgusu olarak merkezde bulunan büyük bir atrium etrafında mekanların yerleştirilmesiyle biçimlenen ortogonal bir plan şemasına sahiptir (Şekil 3.16). Yapının ortasında yer alan büyük atrium ile doğal aydınlatmanın ve havalandırmanın artması sağlanmakta, kullanıcıların fiziksel ve psikolojik memnuniyeti gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.16 Devonshire Binasının birinci kat planı ve mekan organizasyonu  
(<http://www.greenspec.co.uk/images/imagebank/devonshire/DevonshireA-A.pdf>).

Doğu – batı doğrultusunda atriumun iki kenarında merdiven ve asansörden oluşan düşey sirkülasyon, ıslak hacimler, servis birimleri ve yangın kaçışları çözümlenmiştir. Yapının kuzeye bakan bölümünde ise modüler şekilde tasarlanan

laboratuvar birimleri, güneye bakan cephesinde ise serbest plan kurgusuna sahip ofis birimleri herhangi bir bölücü eleman olmadan, esnek biçimde açık ofis olarak tasarlanmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Devonshire Binasının ikinci kat planı

(<http://www.greenspec.co.uk/images/imagebank/devonshire/DevonshireA-A.pdf>).

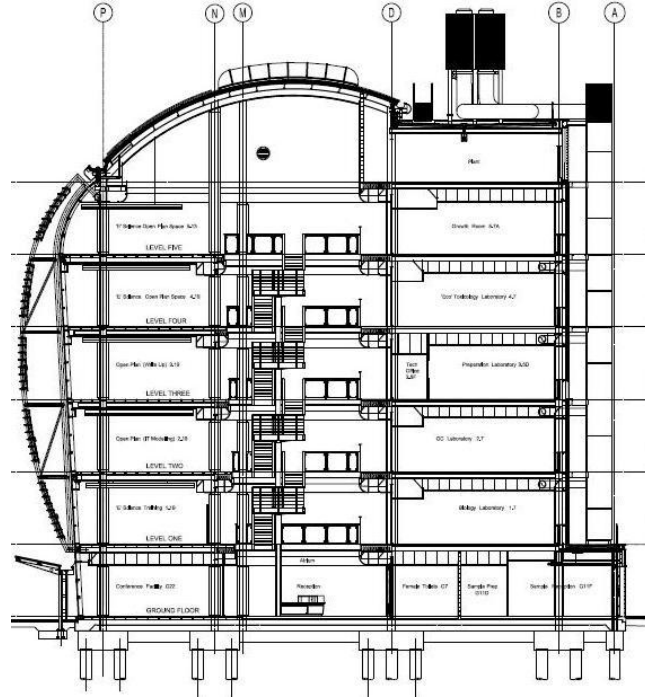
Şekil 3.18’ de yapının kuzey ve batı cephelerine bakıldığında kuzey ve güney yönlerindeki farklı cephe kurguları dikkat çekmektedir.



Şekil 3.18 Devonshire Binasının dikey ve yatay yöndeki kesit-görünüşleri

(<http://www.greenspec.co.uk/images/imagebank/devonshire/DevonshireA-A.pdf>).

Yapının taşıyıcı sistem özellikleri irdelenecek olunursa; yapının taşıyıcı sistem kurgusu çelik gergili çerçeve (kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve) strüktürlerle, boşluklu beton döşemelerden oluşturulmuştur. Yapının taşıyıcı sistem kurgusu ile güney cephesinde özellikli akıllı cephe sisteminin oluşturulması, atrium boşluğunun iyi çözümlenmesi ve çatıdaki dairesel ışık bantları etkin bir şekilde çözümlenmiştir.



Şekil 3.19 Devonshire Binasının taşıyıcı sistemini gösteren en kesiti

(<http://www.greenspec.co.uk/images/imagebank/devonshire/DevonshireA-A.pdf>).



Şekil 3.20 Devonshire Binasının yapım aşaması

([http://www.levolux.com/L\\_products/brise\\_soleil\\_details.htm](http://www.levolux.com/L_products/brise_soleil_details.htm)).



Kuru ve hızlı yapım yöntemleriyle kısa sürede inşa edilen yapı, yaşam döngüsü maliyeti açısından değerlendirildiğinde de ekonomiktir. Daha düşük yapı maliyeti, yapı alanına minimum müdahalede bulunulması ve yapım aşamasında minimum atık oluşumuyla çevre kirliliğinin azaltılması, yapının sökülse bile geriye atık madde bırakmaması vb. özellikler yapının taşıyıcı sistem çözümündeki etkinliğini göstermektedir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 Devonshire Binasının yapım tekniğiyle yapım aşaması  
([http://www.levolux.com/L\\_products/brise\\_soleil\\_details.htm](http://www.levolux.com/L_products/brise_soleil_details.htm)).

### Yapının Sürdürülebilirlik Özellikleri

Devonshire Yapısı gerek tasarım süreci gerekse de kullanılan teknolojilerle birçok sürdürülebilirlik özelliğine sahiptir. Yapı taşıyıcı sistem etkinliği, düşük enerji kullanımı, enerji etkin ekipman kullanımları vb. çoğu sürdürülebilirlik özelliğine tasarım sürecindeki bütünleşik tasarım yaklaşımıyla birçok proje aktörünün (mimar, elektrik mühendisi, makine mühendisi, enerji danışmanı vb.) birlikte eş zamanlı çalışmasıyla ulaştığı belirtilmektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi yapı sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle BREEAM ve RICS North East Renaissance tarafından ödüllendirilmiştir.

Yapıda yer alan araştırma laboratuvarları ve ofis birimleri elektrik ve mekanik sistemler nedeniyle yoğun enerji tüketiminin olduğu mekanlardır. Bu nedenle yapıdaki enerji korunum stratejilerinin henüz yapının tasarım aşamasında geliştirilmeye başlandığı söylenmektedir. Yapının İngiltere’ de belirlenen enerji tüketim hedeflerinden % 30 oranında daha az enerji tüketecek şekilde tasarlandığı belirtilmektedir. Çelik taşıyıcı sistem ve boşluklu beton döşeme ile beton ve hafif yapı elemanlarının ısıyı absorbe ederek depolaması ve bu sayede ortamda doğal serinletme veya termal ısıtma sağlanmasıyla bina yapısal enerji deposu haline gelmektedir. Ayrıca yapının yönelişi (kuzey-güney) ve formu doğal havalandırma ve gün ışığından maksimum düzeyde yararlanmak için ideal bir seçimdir.

Yapıda laboratuvarlar ve ofis birimleri gibi farklı işlevleri birbirinden ayıran ve merkezde yer alan büyük atrium, gerek doğal ışığın bina içine alınarak tüm katlara ulaşması gerekse doğal havalandırma, serinletme vb. iklimlendirme özelliklerine paralel olarak yapının enerji korunumu konularında önemli rol oynamaktadır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 Devonshire Binasının merkezinde yer alan büyük atrium doğal havalandırma ve aydınlatmanın sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Yapının en dikkat çekici sürdürülebilirlik özelliklerinden biri tamamen cam ile kaplı güney cephesinde yer alan akıllı cephe sistemidir. Güney cephesindeki akıllı cephe sistemi yapının ana taşıyıcı sistemine sabitlenen ikinci bir cephe strüktürü ve bu strüktüre sabitlenen günlük ve mevsimsel verilere bağlı olarak değişen güneşin geliş açısına göre otomatik açılıp kapanabilen ya da açısı değişebilen otomatik kontrol merkezli ayarlanabilir güneş kırıcılar (alüminyum güneş panelleri) ile oluşturulmuştur (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 Devonshire Binasının güney cephesindeki akıllı cephe sistemi  
(<http://www.5reb.net/Technology/Solar-Building/solar001.jpg>)

Yapının sahip olduğu çift tabakalı, akıllı cephe sistemi projenin sürdürülebilir olma niteliğinin en önemli özelliklerinden birini oluşturmaktadır. Cephede yer alan güneş panelleri merkezi kontrol sistemi tarafından yazın güneşin etkisinin azaltılması amacıyla, kışın ise güneş ışığını yapı içine optimum düzeyde alacak şekilde ayarlanmaktadır. Bu sayede yapı içinde ısıtma ve soğutma için tüketilen yoğun enerji azaltılmakta ve yapının enerji etkinliği sağlanabilmektedir. Şekil 3.24’de cephedeki güneş kırıcıların açık ve kapalı durumlardaki görünüşleri izlenebilmektedir.



Şekil 3.24 Devonshire Binasının güney cephesinde yer alan akıllı cephe sistemindeki güneş panellerinin kapalı ve açık durumdaki görüntüleri ([http://www.pmg.ie/images/casestudies/mainpics\\_portrait/devonshire\\_sq.jpg](http://www.pmg.ie/images/casestudies/mainpics_portrait/devonshire_sq.jpg))

Yapının ön plana çıkan diğer bir sürdürülebilirlik özelliği çatısında yer alan fotovoltaik (PV) panellerdir. Yapının çatısına monte edilen PV paneller ile 30 kW enerji üretilebilmekte ve yapının enerji ihtiyacının bir bölümü bu şekilde karşılanmaktadır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Devonshire Binasının güney cephesinde yer alan ve yapının enerji ihtiyacının bir kısmının karşılandığı fotovoltaik hücreler (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Güneş ışığının solar fotovoltaik hücreler ile elektrik enerjisine dönüştürülmesini sağlayan, çevre sorumluluğuna sahip güç kaynakları olan fotovoltaik paneller başlangıç maliyetini artırmasına rağmen yaşam döngüsü maliyetinde ele alındığında uzun vadede kazançlı olmaktadır. Daha da önemlisi sürdürülebilir tasarımın önemli bir konusu olan enerji' nin tüketiminin azaltılmasına büyük katkı sağlıyor olmasıdır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Devonshire Binasının çatısının güneye bakan bölümünde PV panellerin yerleştirilmesi (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Devonshire yapısında suyun korunumuna yönelik yöntemler kullanılmaktadır. Yapının çatısında yağmursuyu toplama sistemi bulunmaktadır. Yüzeye düşen yağmursuları yağmursuyu toplama sistemiyle toplanmakta ve kuzey cephesinde yer alan dört adet silindir geometrili kolonla yeraltında bulunan 20.000 litre hacme sahip su tankına aktarılmaktadır (Şekil 3.27).



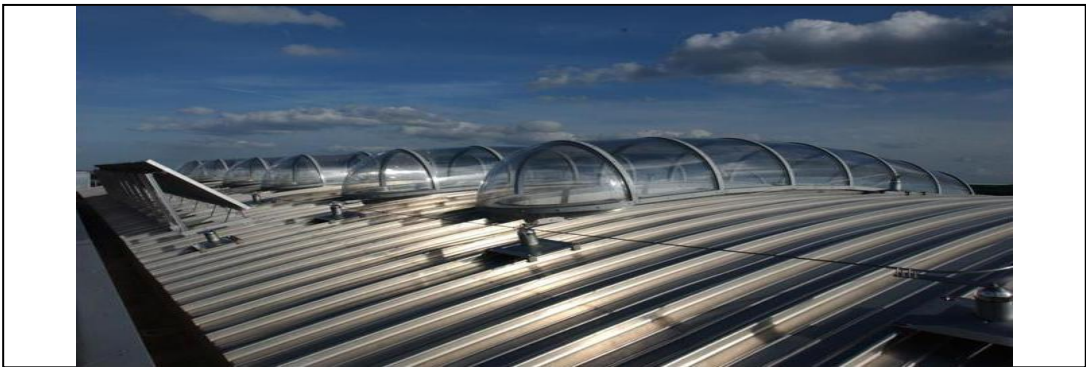
Şekil 3.27 Devonshire Binasının kuzey cephesinde yer alan yağmur suyu toplama sistemi (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Bu deponun fazla dolması durumunda artan toplanmış su yine yeraltında bulunan 40.000 litre hacme sahip jeotermal tanka aktarılmaktadır. Jeotermal tankta bulunan sıcak suyun büyük bölümü yapı için gerekli sıcak su ihtiyacının karşılanması için kullanılmakta bir kısmı da soğutucu sistemle soğutulularak yapının ve servislerin ihtiyacı olan soğuk su sağlanmakta ve yapının soğutulması da sağlanmaktadır (Şekil 3.28).



Şekil 3.28 Devonshire Binasının yağmur suyu toplama ve yapı içine dağıtılmasını sağlayan tesisat sistemi (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

Yapıda ayrıca gri suyun geridönüştürülmesi ve yapı içinde (ıslak hacimlerde) yeniden kullanılmasını sağlayan arıtma sistemi bulunmakta ve bu şekilde iyi bir atık stratejisi uygulanmaktadır. Yapının çatısına yerleştirilmiş ve atriumun ışık almasını sağlayan çatı aydınlatması ve gün ışığına duyarlı sensorlar iyi kalitede ışığın yapı içine alınmasını sağlamaktadır (Şekil 3.29).



Şekil 3.29 Devonshire Binasının çatısında yer alan çatı aydınlatmaları (<http://www.greenspec.co.uk/html/imagebank/devonshire.html>)

***Kaliforniya Bilim Akademisi (California Academy of Sciences)***

**Yer:** San Francisco, Golden Gate Park, Kaliforniya, Amerika

**Yapım Yılı:** 2008

**Yapı Sahibi:** Kaliforniya Bilim Akademisi

**Mimari Proje:** Renzo Piano (Renzo Piano Building Workshop)

**Kullanım Amacı:** Eğitim, Bilim Akademisi

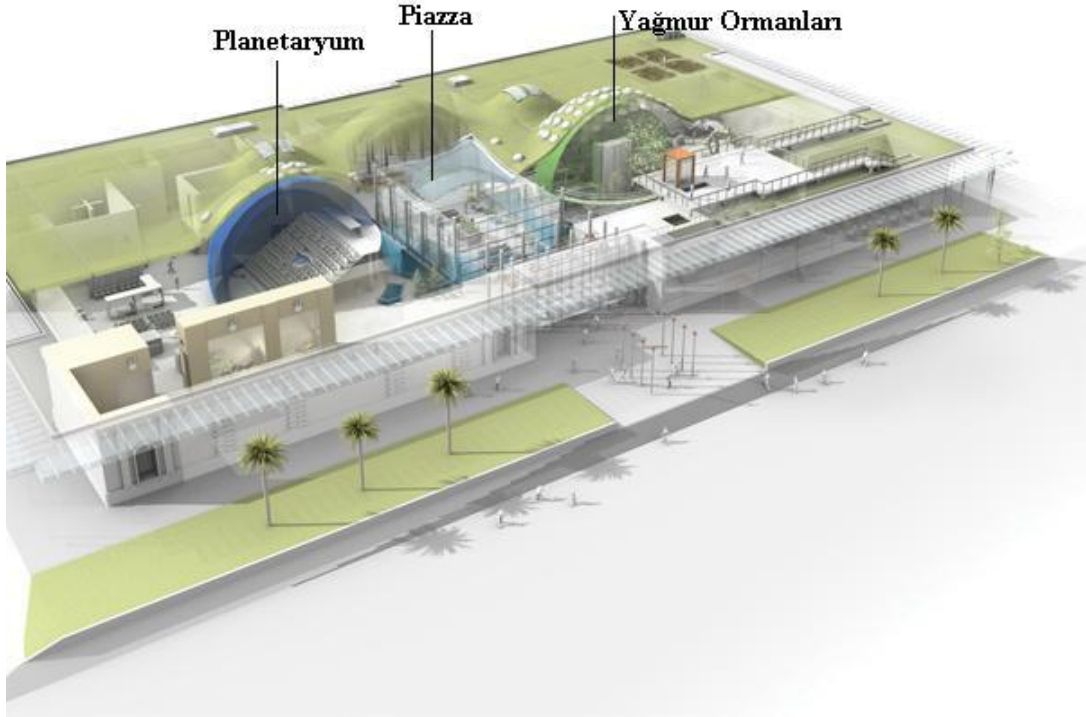


Şekil 3.30 Kaliforniya bilim müzesinin giriş cephesinden görünüm  
(<http://www.greenroofs.com/projects/calacademy/calacademy1.jpg>)

San Francisco’ da yer alan Kaliforniya Bilim Akademisi 1989 yılında gerçekleşen deprem ile hasar görmüştür. Ayrıca bilimsel gelişmelerin hızla artması, akademiye biyolojik araştırmalar, canlı türleri koleksiyonları ve etkinliklerin düzenlenmesi için yeni mekanlara ve sergi alanlarının genişletilmesine yöneltmiştir. Sonuç olarak sadece yeni bir yapıya değil, yeni yüzyıla uyum sağlayacak ileri görüşlü bir tasarıma ihtiyaç olduğu kanısına varılmakta ve bu gereksinimler doğrultusunda zarar gören mevcut akademi binasının yıkılarak, yeni tasarımın aynı arazide yapımına karar verilmiştir. Mimar Renzo Piano tarafından tasarlanan yeni Kaliforniya Bilim Akademisi projesinin ana hedefi sergi, eğitim, koruma ve araştırma fonksiyonlarının tek çatı altında toplandığı, sürdürülebilir tasarım ilkelerine uygun, modern bir yapı inşa etmektir.

## Tasarım ve Yapım

Yeni tasarlanan Kaliforniya Bilim Müzesi, yıkılan eski bilim müzesinin konum ve yönlendirmesine sahiptir. Eski akademi binasında olduğu gibi yeni akademi binasında da tüm birimler “Piazza” çevresinde konumlandırılmaktadır (Şekil 3.31).

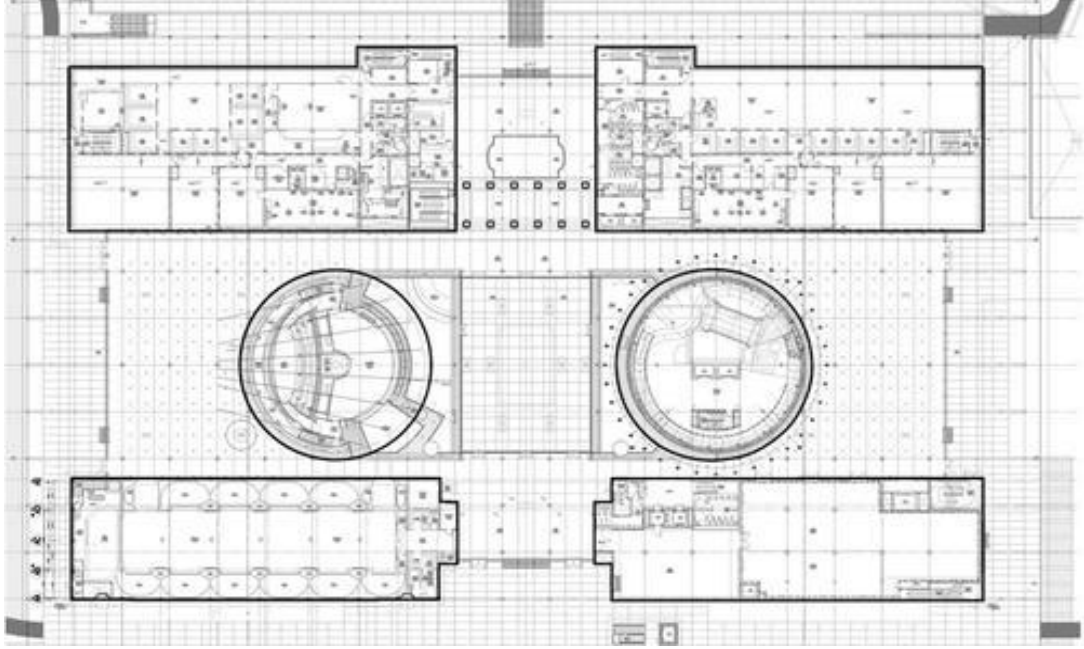


Şekil 3.31 Kaliforniya bilim müzesinin üç boyutlu modeli ve yapının üç ana mekanının yerleşimi (<http://www.bryanchristiedesign.com/recent.php?illustration=4669>, 2010)

Şekil 3.31’deki modelde izlenebildiği gibi, yapının tepesinde yaklaşık 30 bin metrekarelik bir ‘yaşayan çatı’nın altında Steinhart Akvaryumu, Morrison Planetariumu ve Kimball Doğa Tarihi Müzesini (piazza) barındırmayı öneren Piano’nun yapısı, yalın ve rasyonel çözümler sunmaktadır. Bu inanılmaz büyüklükteki yeşil çatının altında konumlanan camdan bir küp (Bkn. Şekil 3.31’deki piazza olarak isimlendirilen mekan), müzenin geleneksel sergilerine ev sahipliği yapmaktadır. Camdan imal edilen bir kubbenin kapsadığı yağmur ormanı (Şekil 3.31), evrenin simülasyonunun yapılacağı bir tiyatro (planetarium) ve dünyanın

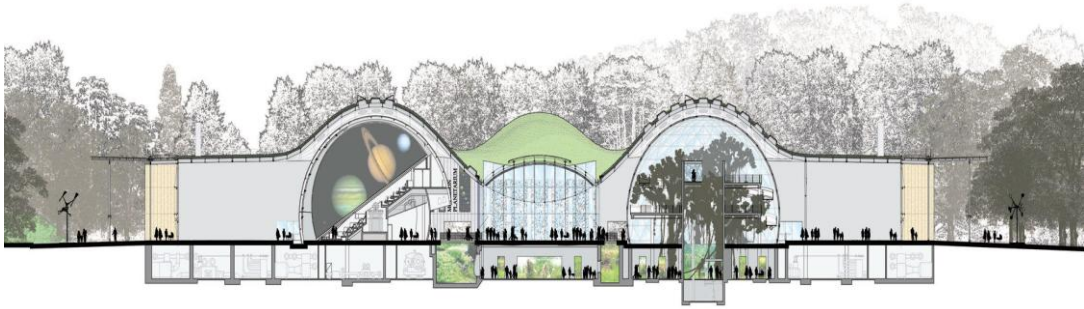


iklimsel değişimine ışık tutan bir sergi, müzenin bu hacminde yer alan işlevlerdir (<http://www.mimarizm.com>, b.t).



Şekil 3.32 Kaliforniya bilim müzesinin kat planı

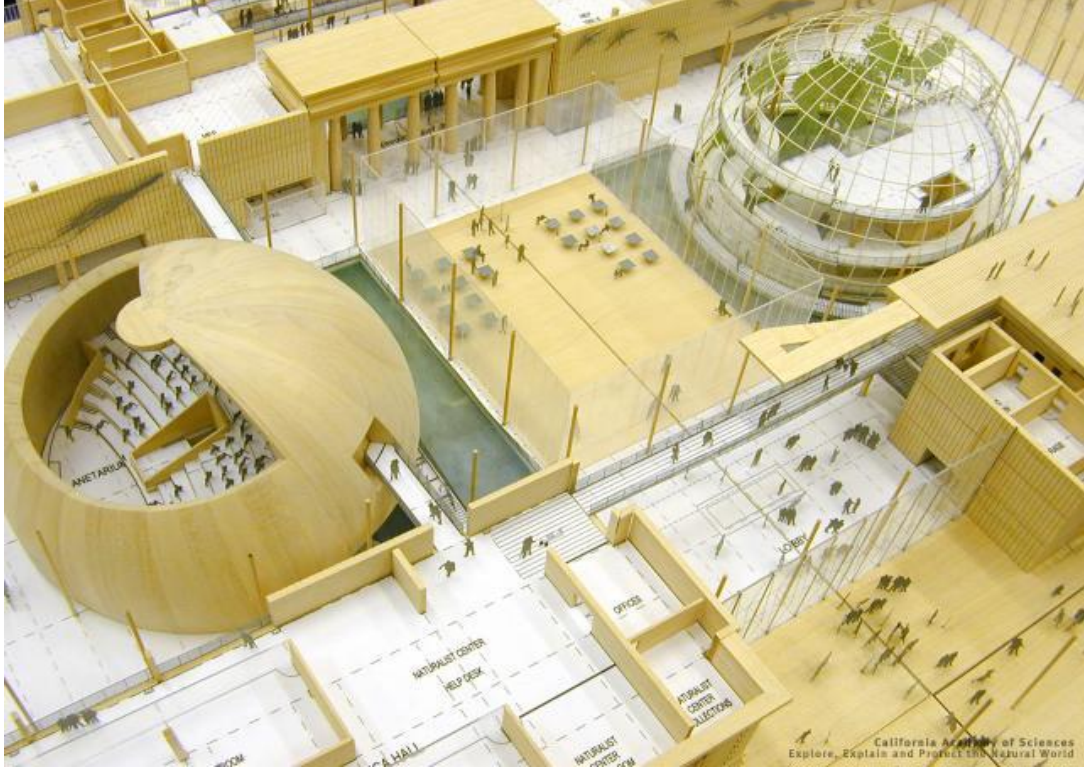
(<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)



Şekil 3.33 Kaliforniya bilim müzesinin kesiti (<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)

Şekil 3.32 ve 3.33' te gösterilen yapının kat planı ve kesitine bakıldığında yapının üç ana mekanı ve bu mekanları destekleyen yan işlevlere hizmet eden ikincil mekanların bulunduğu görülebilmektedir. Şekil 3.32' de yer alan yapının kat planında görüldüğü gibi yapının iki ana girişi bulunmakta ve giriş aksı yapının merkezinde yer alan piazza' da kesişmektedir. Piazza' nın sağında ve solunda diğer

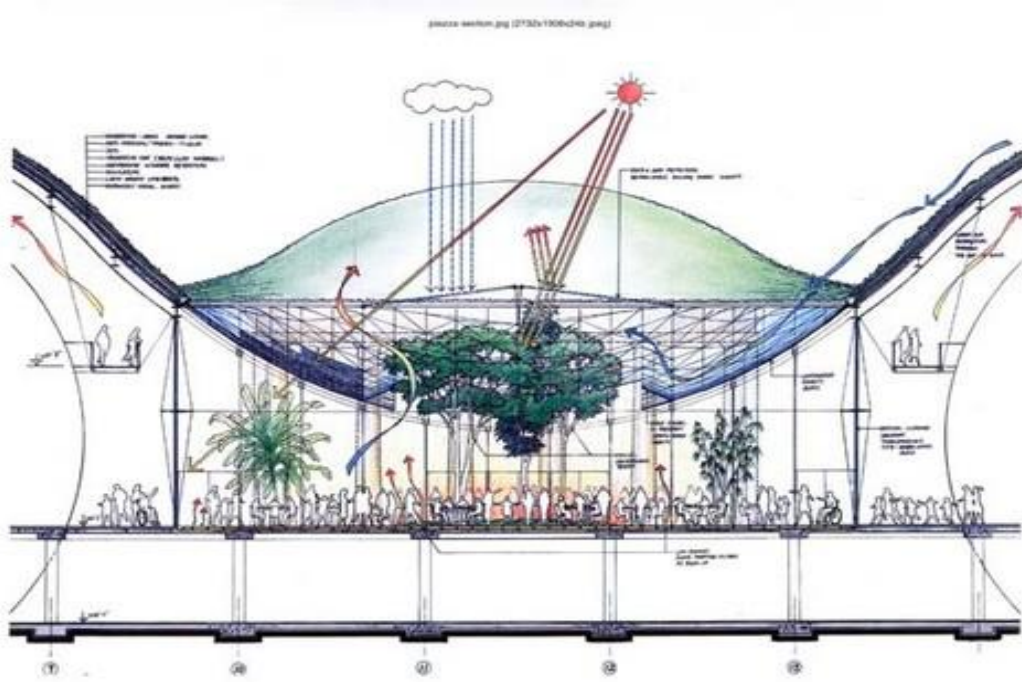
ana mekanlar planetaryum ve yağmur ormanları olarak adlandırılan tematik mekan bulunmakta ve bu mekanlar zemindeki su ögesiyle ayrılmaktadır (Şekil 3.34). Yapının diğer mekanları, araştırma laboratuvarları, sergi alanları, Afrika salonu, su gezegeni, koleksiyon sergileri, oditoryum restoranı ve mağazalardır.



Şekil 3.34 Kaliforniya bilim müzesinin üç boyutlu modeli ve yapının üç ana mekanının birbiriyle ilişkisi görülebilmektedir (<http://www.google.com.tr/imgres?imgurl=http://staff.science.nus.edu.sg>)

Şekil 3.34’ te yapılan maket çalışmasında yapının üç ana mekanı ve bu mekanların birbiriyle ilişkisi ve ikincil mekanların ana mekanlarla entegrasyonu izlenebilmektedir. Şekil 3.33 ve 3.34’ te izlenebildiği gibi yapının iki ana mekanı planetaryum ve yağmur ormanları küre forma sahip olduğundan, üzerini örten yeşil çatı yüzeyinde “yeşil tepe” olarak adlandırılan yüzey engebeleri oluşmaktadır. Akademinin “yaşayan çatısı” sadece onu ön plana çıkaran bir özellik olmamakta, aynı zamanda enerji etkin tasarımın bir göstergesi olmaktadır. Dikdörtgen planlı çatı, kesitinde organik bir forma sahiptir. Bitkilerle örtülü çatı akademi'nin farklı hacimlerini ve işlevlerini birleştirerek iç mekânı yumuşak bir eğimle örtmektedir. Mevcut binalarla aynı yükseklikte olan yapı belirli noktalarda, temiz havayı içeri alıp

ısınan havayı dışarı verecek biçimde, belirli noktalarda ise güneş ışığının içeri girmesini sağlayacak ya da ışıktan koruyacak biçimde çatı pencerelerine sahiptir. İç mekanda havanın bu hareketiyle bina nefes alan yapı olarak adlandırılmaktadır. Akademi yapısı % 90 oranında doğal olarak aydınlatmaya ve % 40 oranında doğal havalandırmaya sahiptir (Şekil 3.35).



Şekil 3.35 Kaliforniya bilim müzesinin üç boyutlu kesiti ve yapının üç ana mekanının birbiriyle ilişkisi görülebilmektedir

Şekil 3.35' de izlenebildiği gibi yapının üstünü örten dalgalı çatı; taze ve serin havanın merkezde yer alan piazza 'dan içeri girmesine ve sıcak havanın iç mekanda sirküle olarak yüksekte yer alan noktasal hava menfezlerinden çıkmasını sağlamaktadır. Bu sistem, pahalı ve enerji harcayan iklimlendirme - havalandırma sistemlerine duyulan ihtiyacı azaltmaktadır.

Yapının taşıyıcı sistem özellikleri irdelenecek olunursa; yapıda küre geometrili planetaryum ve yağmur ormanları mekanları eğrisel geometrili çelik kirişlerle oluşturulmuş taşıyıcı sistem kurgusuna sahiptir. Planetaryum mekanı masif, yağmur ormanları ise tamamen cam ile kaplı bir yüzeye sahiptir (Şekil 3.36). Bu mekanların

üstüne örten yeşil çatının taşıyıcı sistemi ile bu mekanların taşıyıcı sistemi bağımsız olduğundan ve iki strüktür arasında boşluk bulunduğundan çift cidarlı bir mekan oluşumu söz konusudur (Şekil 3.36).



Şekil 3.36 Kaliforniya bilim müzesinin taşıyıcı sisteminden görünüm  
(<http://www.metropolismag.com/story/20080917/part-3-the-engineering>)

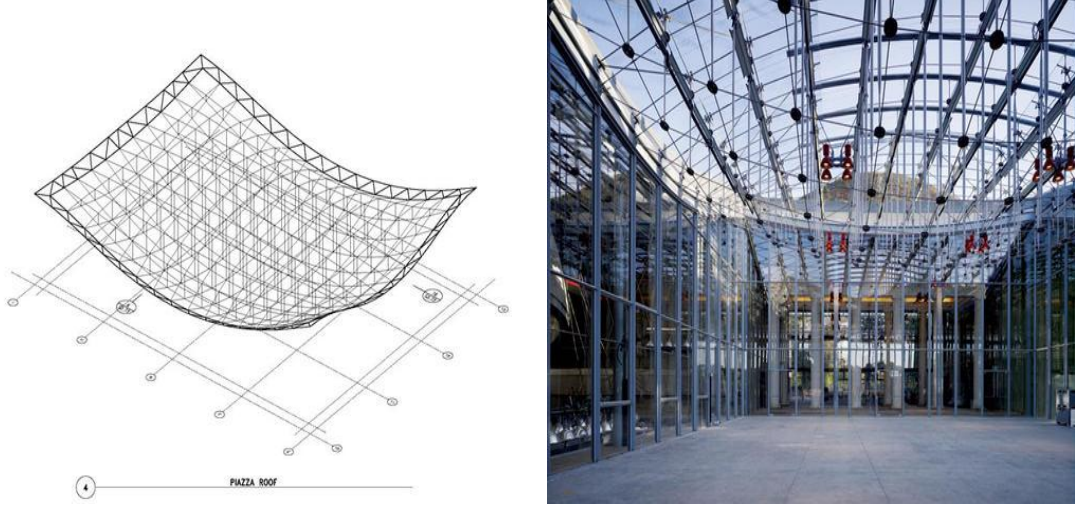
Şekil 3.37’ de pasif planetaryum mekanı ve tamamen şeffaf olan, cam ile kaplı yağmur ormanları mekanının iç mekan görünümü izlenebilmektedir.



Şekil 3.37 Kaliforniya bilim müzesinde yer alan planetaryum mekanı (solda) ve yağmur ormanları mekanı (sağda) iç mekan görünümleri (<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)

Yapının merkezinde yer alan piazza mekanında ise çift eğrilikli yüzey geometrisine sahip, daire en kesitli çelik çubuklarla oluşturulmuş çift ağ gergi sistemi

ve cam ile mekan örtülmektedir (Şekil 3.38). Tamamen cam ile kaplı piazza mekanının üst örtüsü ile müzenin yaklaşık % 20' si doğal olarak aydınlatılmaktadır.



Şekil 3.38 Kaliforniya bilim müzesinde yer alan piazza mekanı üst örtü taşıyıcı sistem kurgusu (solda) ve iç mekandan üst örtünün görünümü (sağda)

(<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)

Binanın yer yer eğrisel tepelerin oluşturulduğu, çok büyük alana sahip ve üzerinde bitki örtüsü yer alan yeşil çatısı çelik taşıyıcı sistem ve beton malzemeden üretilmiştir (Şekil 3.39).



Şekil 3.39 Kaliforniya bilim müzesinin "yeşil çatı" sının yapım aşamasından görünüm ([http://content.techrepublic.com.com/2347-22\\_11-61706-61707.html?seq=1](http://content.techrepublic.com.com/2347-22_11-61706-61707.html?seq=1))

Yapı yeşil çatısı ve şeffaf cephesiyle geçirgen, yalın ve hafif bir kütle etkisi yaratmaktadır. Yapının mimarı Renzo Piano tasarladığı yapının arka planındaki düşünceyi şu şekilde açıklamaktadır: “Bina, dünya ve bilim araştırmaları şeklindeki işleviyle uyumlu hale gelebilmek adına, bence, yeşil olmak zorundaydı. Burası aynı zamanda çok olağandışı bir mekan, dünyanın en güzel parklarından birinde konumlanıyor. Neredeyse hiç bir zaman böylesi bir şansa sahip olamadığımız için, binanın şeffaf olması gerektiğine inandım; binanın içinden nerede olduğu görülebilmeliydi. Normalde bir bilim müzesi tiyatro gibi şekillendirilir, böylelikle içeride sergileri barındırabilirsiniz. Tüm müzeler bir karanlıklar krallığı gibi opak ve kapalıdır; içinde hapsedilirsiniz. Fakat bu alanda doğa ile iletişim kurulabilmeliydi; dolayısıyla binanın neredeyse tamamı şeffaf olarak düşünülür” (Mimarizm.com, b.t).

### **Yapının Sürdürülebilirlik Özellikleri**

Kaliforniya bilim akademisi gerek tasarım süreci gerekse de kullanılan teknolojilerle birçok sürdürülebilirlik özelliğine sahiptir. Sürdürülebilir yapı malzemelerinin kullanımı, enerji etkin tasarım, yapı alanının etkin kullanımı, etkin su kullanımı ve iç mekan çevre kalitesi gibi temel sürdürülebilirlik konularındaki etkinliğiyle 2008 yılında, ABD’ de binaların sürdürülebilirliğini değerlendiren sertifika sisteminde LEED Platin sertifikası almıştır.

Sürdürülebilir yapı projelerinin en önemli özelliklerinden biri projenin tasarım aşamasında projede yer alan aktörlerin bir araya gelerek projenin yaşam döngüsü sürecini tasarlamasıdır. Dolayısıyla sürdürülebilir bir yapının tasarımında takım çalışması çok önemli rol oynamaktadır. Entegre ya da bütünleşmiş tasarım (integrated design) olarak adlandırılan bu tasarım sürecinde çok paydaşlı bir tasarım ekibi söz konusudur. Mimar, inşaat mühendisi, peyzaj mimarı, elektrik mühendisi, makine mühendisi, enerji danışmanı, proje yöneticisi, yapı kullanıcısı vb. paydaşların tasarım sürecinde iş birliği içinde kolektif ve etkin çalışmasını gerektiren sürdürülebilir yapıların tasarım süreci bu yönüyle geleneksel tasarım sürecinden ayrılmaktadır. Kaliforniya bilim akademisi bu yönüyle entegre tasarım sürecine sahiptir. Yapının tasarım aşamasında mimarlar ve mühendisler arasındaki yüksek

koordinasyon sonucunda doğal havalandırma, aydınlatma ve 30 bin m<sup>2</sup> lik yeşil çatıya sahip, kendi enerjini belirli bir oranda üretebilen, geri dönüştürülebilen ve geridönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanıldığı ve bu sayede çok büyük oranda karbon emisyonunun önlendiği sürdürülebilir bir yapı ortaya konmuştur.

Yapının en dikkat çekici sürdürülebilirlik özelliklerinden biri sahip olduğu devasa boyuttaki yeşil çatısıdır. Çelik taşıyıcı sistem ve beton malzeme ile oluşturulmuş kompozit çatı sistemi (Şekil 3.40) üzerine bitki yetiştirmeye olanak sağlayan hindistan cevizinden üretilen plakalar kaplama olarak yerleştirilmiştir.



Şekil 3.40 Kaliforniya bilim müzesinin “yeşil çatı” sının yapım aşaması ([http://www.architectureweek.com/cgi-bin/awimage?dir=2008/1112&article=environment\\_1-3.html&image=14065\\_image\\_3.jpg](http://www.architectureweek.com/cgi-bin/awimage?dir=2008/1112&article=environment_1-3.html&image=14065_image_3.jpg))

Yeşil çatı uygulamasıyla yüzeye düşen suyun akış hızı azalmakta ve çatıda yer alan bitkilerin fotosentez sırasında güneş ışığını emerek ısıyı absorbe etmesiyle iyi bir ısı yalıtımı sağlanmış olmaktadır.

Botanik uzmanlarıyla birlikte yapılan çalışmalarla ‘hindistan cevizinden üretilen’ plakalarla yapının çatısı kaplanarak üzerine doğal bitki örtüsü serilmiş ve burası

Kaliforniya'ya özgü bitki, kuş ve böceklerin doğal yaşam alanı haline getirilmiştir. Toprak yağmur sularının %98'ini topladığından yapı için doğal bir yalıtım malzemesi haline gelmektedir. 30 bin metrekarelik bu 'yaşayan çatı' aynı zamanda, yazları bina içinde 5 °C'lik serinlik sağlamaktadır. Kışları da toprağın koruduğu ısı, yapı içinde doğal ısıtıcı görevini üstlenmektedir (Şekil 3.41, 3.42).



Şekil 3.41 Kaliforniya bilim müzesinin "yeşil çatı" sının yapım aşaması



Şekil 3.42 Kaliforniya bilim müzesinin "yeşil çatı" sının yapım aşaması

Yapı içinde meydana gelen atık suların tamamı özel bir arıtmadan geçirilerek, yapının çatısındaki toprak tarafından kullanılmaktadır. Yapı içindeki ısınan havaya



göre ölçüm yapan sensörler, çatıdaki havalandırma kapaklarının (Şekil 3.43) açılış derecelerini ayarlamakta ve böylece nefes alıp veren bir yapı tasarımı gerçekleştirilmektedir. Bu sayede bina içinde yapay havalandırma ekipmanlarına gerek kalmadığı belirtilmektedir.



Şekil 3.43 Kaliforniya bilim müzesinin çatısında yer alan havalandırma kapakları (<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)

Çatının çevresi boyunca yer alan ve aynı zamanda yağmurdan koruyan ve gölge sağlayan bir saçak görevi de gören 60.000 kadar fotovoltaik (PV) hücrenin yer aldığı çatı saçağı (Şekil 3.44) saatte 213. 000 Kw elektrik enerjisi üretmekte ve akademinin enerji ihtiyacının büyük bölümü bu şekilde karşılanmaktadır. Bu sayede de her sene çevreye 180 ton sera gazı salınımının önlenmekte olduğu belirtilmektedir.



Şekil 3.44 Kaliforniya bilim müzesinin çatı saçağında yer alan PV hücreler (<http://www.metropolismag.com/story/20080917/green-architectures-grand-experiment-part-1-the-building>)

Yapının diğer sürdürülebilirlik özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır ([http://www.calacademy.org/academy/building/sustainable\\_design/](http://www.calacademy.org/academy/building/sustainable_design/));

- Mevcut akademi binasının yıkılarak, yeni binanın inşa edilmesi esnasında oluşan yıkım atıkları geri dönüştürülerek, yeniden kullanılmıştır (9.000 ton beton, 12.000 ton çelik geridönüştürülmüştür), ayrıca yeni yapının konstrüksiyonunda kullanılan çelik de geridönüşümlüdür,
- Temel kazısı (hafriyat) sırasında çıkan 32.000 ton kum San Francisco’ da yer alan “kum tepesi” projesinin restorasyonunda kullanılmıştır,
- Kullanılan çeliğin % 95’ i geridönüştürülerek elde edilmiştir,
- Ahşap malzemenin % 50’ si özel olarak yetiştirilmiş ormandan sağlanmıştır,
- Akademinin inşaatı için % 30 oranında kül (kömür ocaklarının yan ürünü) içeren çimento kullanıldığı belirtilmektedir,
- Duvarlarda kullanılan yalıtım malzemelerinin % 68’ i geridönüştürülmüş kot malzemeden (blue jeans) üretilmiştir,
- Yapı içinde oluşan atık suların tamamı özel bir arıtmadan geçirilerek (gri suyun geridönüştürülmesi sağlanmakta), çatıda yer alan toprağın sulanmasında ve iç mekanda ıslak hacimlerde yeniden kullanılmaktadır,
- Bina içindeki ısınan havaya göre ölçüm yapan sensörler, çatıdaki havalandırma kapaklarının açılış derecelerini ayarlamakta ve böylece nefes alıp veren bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bu sayede ısıtma-havalandırma ve soğutma ekipmanlarına gerek kalmamakta ya da enerji yükleri azalmaktadır,
- Ofis alanlarının % 90’ ı doğal ışık ve havalandırmaya sahiptir,
- Yapının çatı saçağında yer alan 60.000 kadar fotovoltaik (PV) hücre ile saatte 213.000 Kw elektrik üretilebilmekte ve yapının enerji ihtiyacının bir bölümü bu şekilde sağlanmaktadır,
- Yapı yerel yönetimin istediği enerji tüketiminden % 30 daha az enerji tüketmekte olduğu belirtilmektedir,

### ***COR Binası***

**Yer:** Miami, Florida, ABD

**Yapım Yılı:** Yapım aşamasında olan yapının 2011 yılında tamamlanması bekleniyor

**Yapı Sahibi:** -

**Mimari Proje:** Chad Oppenheim Architecture

**Kullanım Amacı:** Konut & Ticaret Merkezi (Karma kullanımlı yapı)



Şekil 3.45 COR Binası genel görünümü

(<http://www.architecturelist.com/wp-content/uploads/2008/07/cormiami1.jpg>)

Amerika Birleşik Devletlerinin Florida eyaletinde Miami kentinde 2007 yılında yapımına başlanan ve 2010 yılı içerisinde yapımının tamamlanması öngörülen COR binası sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle mimarlık, mühendislik ve ekoloji arasında dinamik bir sinerji sunmaktadır. Mimari tasarımını Chad Oppenheim' in, strüktür tasarımını Ysrael Shenuk' un ve mekanik mühendisliğini ve enerji danışmanlığını Buro Happold' un yaptığı proje tasarım aşamasındaki farklı disiplinlerin uyum içinde ortak çalışmasıyla ortaya çıkmış bir sonuç ürün olarak nitelendirilmektedir.

## Tasarım ve Yapım

Oppenheim Architecture'ın ilk sürdürülebilir tasarımı olan COR binası Miami Tasarım Bölgesinde inşa edilmektedir. Yapı konut ve ticaret gibi farklı işlevleri içeren karma kullanımlı bir tasarımdır. Yapıda stüdyo tipinden, çatı dubleksine kadar değişen büyüklüklerde 113 konut birimi, çatı katında yüzme havuzu ve giriş katında kiralık mağazalar ve restoran bulunmaktadır. Zemin katta yer alan restoran ve ticari mekanlar COR binasının kentsel kimliğine eklenirken binanın zemin kat seviyesinde yayalarla bütünleşmesine ve dinamik bir buluşma mekanı (sosyal mekan) oluşturmaya olanak sağlamaktadır (Şekil 3.46).



Şekil 3.46 COR Binası genel zemin katında yer alan restoran ve ticaret gibi sosyal mekanlar (<http://www.openoffice.com/>)

121 m yüksekliğe sahip yapının en dikkat çekici özelliği yüksek performanslı dış kabuğudur. Yüksek verimli (hyper-efficient) dış kabuğu yapının strüktürünü oluşturmanın yanı sıra eşzamanlı olarak ısı yalıtımı sağlamak için termal kütleyi, terasları çevreleyerek yapı güvenliğini, cephede kullanılan rüzgar tribünleri için

taşıyıcılık ve donanımı ve zemindeki sosyal mekanlar için yarı açık galerileri de sağlamaktadır.

Mimar Chad Oppenheim 45 milyon dolar'a mal olması tahmin edilen bu önemli projesiyle Amerikan Mimarlar Enstitüsü (AIA) ve 52. AIA Miami tasarım ödülleri olmak üzere birçok ulusal ve uluslararası ödül kazanmıştır.

### **Yapının Sürdürülebilirlik Özellikleri**

COR binası gerek tasarım süreci gerekse de kullanılan teknolojilerle önemli sürdürülebilirlik özelliğine sahiptir. Projenin tasarım aşamasında özellikle mimar Chad Oppenheim, taşıyıcı sistem mühendisi Ysrael Shenuk ve mekanik mühendisi ve yapının enerji danışmanı Buro Happold' un ortak çalışmalarıyla yürütülen entegre tasarım süreci sonucunda farklı bir mimari dile sahip, teknolojiyi ve ekolojik tasarım prensiplerini kendi mimari kimliğine entegre edebilmeyi başarmış bir sürdürülebilir bina tasarımı ortaya çıkmıştır. Bina alternatif teknolojileri kullanarak kendi enerjisini üretirken, kullanım aşamasında sağlanacak tasarruflarla maliyet açısından çok önemli kazançların sağlanması beklenmektedir (COR Binası, b.t).

Yapının tasarımında enerji korunumunun öncelikli konular arasında yer aldığı belirtilmektedir. Bu amaca yönelik olarak tasarlanan yapının yüksek performanslı dış kabuğu gerek kullanılan teknoloji gerekse bu teknolojinin yapının mimarisine entegre olabilmesi açısından çok önemlidir. Yüksek verimliliğe sahip dış kabuk yapının taşıyıcı sistemini oluştururken aynı zamanda ısı yalıtımı sağlamak amacıyla termal kütle oluşturmakta ve gölgelemeyi sağlamakta, yeşillendirilmiş teras katını çevrelemekte ve en üstte yer alan rüzgar tribünlerinin taşıyıcılığını sağlayarak estetik olarak binaya entegre edilmesine olanak sağlamaktadır (COR Binası, b.t) (Şekil 3.47).



Şekil 3.47 COR Binası yüksek performanslı dış kabuğu (<http://dcnonl.com/article/20061211100>)

Yapı yenilenebilir kaynaklardan kendi enerjisini üretmeye yönelik teknolojilere sahiptir. 122 m yüksekliğe yerleştirilmiş dış kabuk tarafından taşınan rüzgar tribünleriyle okyanus rüzgarlarından elektrik üretileceği beklenmektedir. Rüzgar enerjisine ek olarak cephede dairesel pencere boşluklarıyla uyum sağlayacak şekilde düzenlenen PV piller ile gün boyunca güneş ışığından elektrik elde edileceği belirtilmektedir (Şekil 3.47).

Yapının çatı terası için tasarlanan çim yüzeyler, güneşin ısıtma etkisini önlemek amacıyla, kabukta tampon bölge oluşturmaktadır (Sev, 2009). Terasın bir bölümüne yerleştirilen güneş kolektörleri ile konut birimlerinde yoğun enerji tüketimine neden olan sıcak su sağlamada büyük yarar sağlanması hedeflenmektedir (Şekil 3.48).



Şekil 3.48 COR Binasının çim yüzey ile kaplı çatı terasından görünüm (<http://www.openoffice.com/>)

Cephe kabuğunda yer alan dairesel boşluklarla iç mekanları mümkün olduğunca doğal olarak aydınlatılan yapıda güneş ışığının istenmeyen ısı etkisini önleyebilmek ve gün ışığından maksimum faydalanmayı sağlamak amacıyla pencere doğramaları ve camları cephenin her noktasında farklı malzeme ve yalıtım özelliklerine sahip şekilde seçilerek yerleştirilmiştir. Buna ek olarak tasarlanan gölgeleme elemanlarıyla da soğutma sağlanarak enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmektedir.

Yapının bir diğer sürdürülebilirlik özelliği ise etkin su kullanımudur. Yağmur suyu ve gri su toplama ve arıtma sistemiyle geridönüştürülen suların, bahçe sulama, bina temizliği vb. şekilde yeniden kullanılması hedeflenmektedir.

Ticari işlevleri de içeren yapının iç mekanları fonksiyonel ve esnek bir şekilde biçimlenmiştir. Ferah iç mekanlar ve binanın ileri teknolojik altyapısı, düzgün çalışma mekanları ve rahat konut mekanları arasında özgün bir denge sağlamıştır. Özellikle iç mekanda kullanılan malzemeler yapının sürdürülebilirlik özelliklerine katkı sağlamaktadır. Örneğin yapının iç mekan bitirme malzemesi olan döşeme kaplamalarında geridönüştürülmüş cam bileşenli seramik ve bambu gibi EnergyStar etiketine sahip ürünler kullanılmıştır (COR Binası, b.t).

### ***MEYDAN Alışveriş Merkezi***

**Yer:** İstanbul, Türkiye

**Yapım Yılı:** 2007

**Yapı Sahibi:** Metro Group AG

**Mimari Proje:** Foreign Office Architects (FOA): Farshid Moussavi ve Alejandro Zaera -polo

**Kullanım Amacı:** Alışveriş Kompleksi



Şekil 3.49 MEYDAN Alışveriş merkezi genel görünümü

([http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1029933\\_18\\_yno/1277696547145.html#](http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1029933_18_yno/1277696547145.html#))

İstanbul’ da Anadolu yakasında hızlı bir dönüşümün yaşandığı Ümraniye’ de tasarlanan Meydan Alışveriş Merkezi, gerek farklı tasarım yaklaşımı gerekse yeni bir “buluşma noktası” yaratma iddiası gibi alternatif kamusal alan yaratma iddiasıyla çok dikkat çekmektedir. 2007 yılında yapımı tamamlanan alışveriş merkezi, sahip olduğu kentsel tasarım ve sürdürülebilirlik özellikleriyle işleve girdiği günden bu yana yoğun kullanımıyla bir çekim merkezi halini almıştır. Mimari tasarımını Foreign Office Architects ofisinin, strüktür tasarımını BALKAR mühendisliğin ve



mekanik mühendisliğini Çilingiroğlu Mühendisliğin yaptığı proje, tasarım aşamasında iyi bir takım çalışmasıyla başarılı bir sonuç ürüne dönuşmüştür.

### **Tasarım ve Yapım**

Yapının içinde yer aldığı arazi, ikinci köprü başta olmak üzere şehrin ana ulaşım akslarına yakın bir yerde bulunmaktadır. 128.000 m<sup>2</sup> lik arazide 55.000 m<sup>2</sup> lik kapalı alana sahip alışveriş merkezi, mağaza, sinema, kafe-restoran olmak üzere birçok farklı birimi barındırmaktadır. Şekil 3.50' de görüldüğü gibi kapalı mekanların ortasında yer alan büyük meydan birçok etkinliğin gerçekteştiği, yoğun kullanıma sahip, kentsel bir çekil noktası haline dönuşmektedir.



Şekil 3.50 MEYDAN Alışveriş merkezi, kapalı mekanların ortasında yer alan meydandan görünümlü  
([http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1029933\\_18\\_yno/1277893426004.html](http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1029933_18_yno/1277893426004.html))

### **Yapının Sürdürülebilirlik Özellikleri**

Yapının sürdürülebilirlik özelliklerini incelediğimizde, kapalı mekanların üzerini örten eğimli yeşil çatı uygulaması dikkat çekmektedir. Bölgenin ortasında yeşil bir vaha görevi gören bu uygulamayla yağmur suyu kullanılarak yeşil çatıya dönuşmekte, yapının atık su yükü azalmaktadır.

Yapının bir diğeri önemli sürdürülebilirlik özelliği, ısıtma-soğutma sisteminde jeotermal enerji kaynağından yararlanması ve enerjiyi etkin şekilde kullanmasıdır. Bu sistemle yılda 1,3 milyon KW saat enerji tasarrufu sağlamaktadır. Toprak enerjisiyle ısıtma ve soğutmanın sağlanmasıyla, atık ve zehirli gaz emisyonlarının azalmakta, yılda yaklaşık 350 tonluk CO<sub>2</sub> salınımının önlenmektedir (Meydan Alışveriş Merkezi, 2009).

### ***EKOYapı***

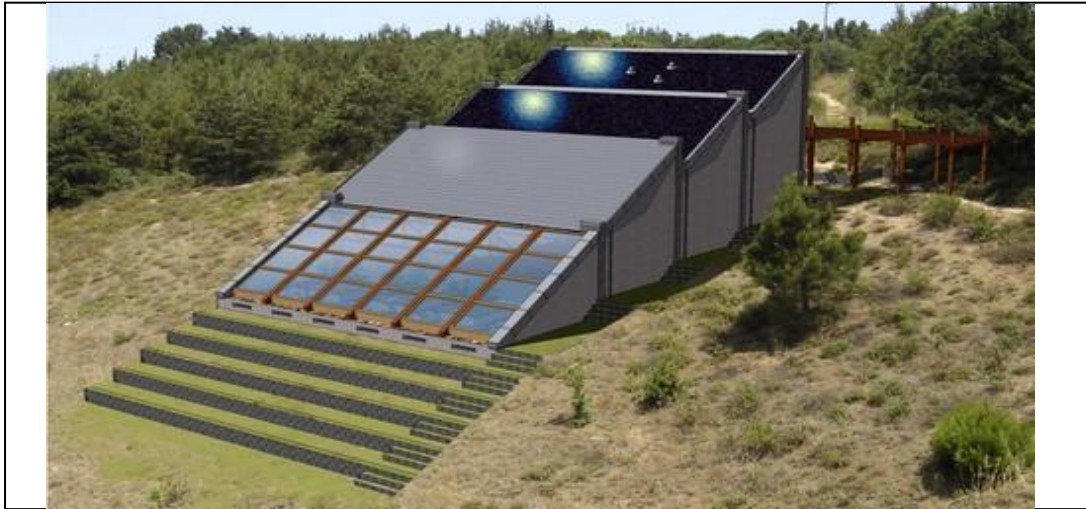
**Yer:** İstanbul, Türkiye

**Yapım Yılı:** Yapım aşamasında

**Yapı Sahibi:** İstanbul Teknik Üniversitesi

**Mimari Proje:** Has Mimarlık Ltd: Hayzuran Hasol, Doğan Hasol

**Kullanım Amacı:** Araştırma ve Eğitim Merkezi



Şekil 3.51 EKO Yapı genel görünümü ([http://www.yapi.com.tr/Haberler/Iliskili\\_eko-yapihas-mimarlik\\_776.html?KaynakID=60048](http://www.yapi.com.tr/Haberler/Iliskili_eko-yapihas-mimarlik_776.html?KaynakID=60048))

İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak Yerleşkesinde Doğa-Çevre-Bilim-Toplum Parkı içerisinde yer alacak EKOYapı, ekolojik araştırmalar için bir bilgi bankası ve topluma yönelik tanıtım etkinliklerini içermektedir. Tasarımında birçok sürdürülebilir mimari ilkeleri gözetilen yapıda, henüz tasarım aşamasında Uluslar

arası LEED puanlama sistemi proje ekibi tarafından yol gösterici olarak benimsenmiştir (EKOYapı, 2010). Yapı sahip olduğu sürdürülebilirlik özellikleriyle 2008 yılında 10. Dünya Mimarlar Birliği ödülünü almıştır.

## **Tasarım ve Yapım**

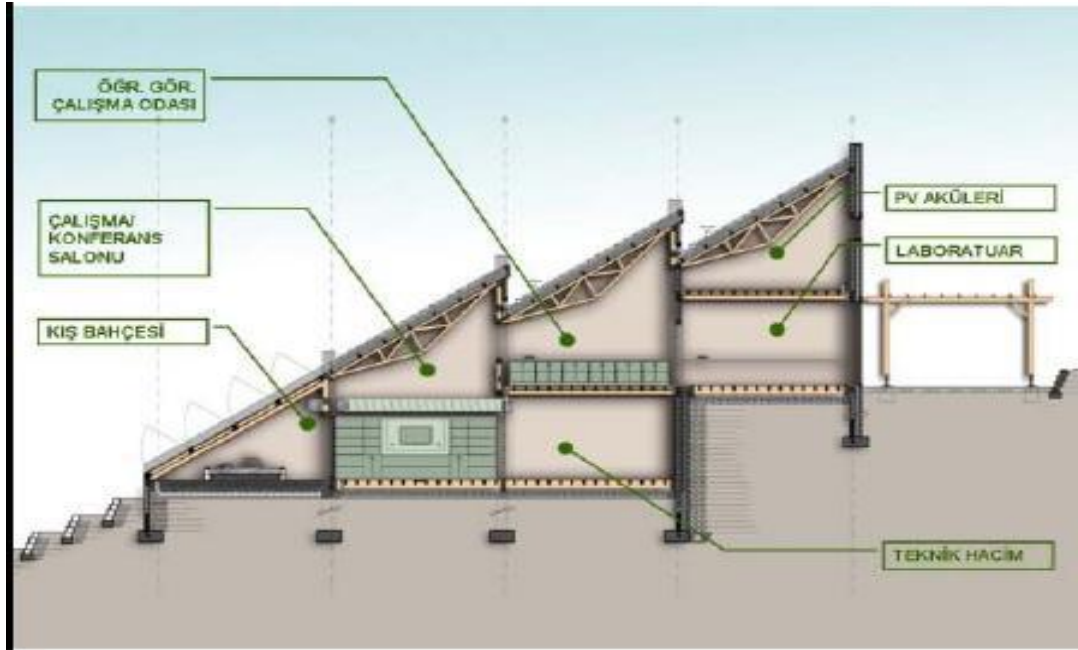
Şekil 3.51’ de izlenebildiği gibi, yapı eğimli bir arazide arazi eğimine uygun kademeli biçimde tasarlanmıştır. Araştırma merkezi işleviyle tasarlanan yapıda laboratuvar, toplantı ve konferans için de kullanılabilir çalışma salonu birimlerinin yanı sıra öğretim üyeleri için çalışma odaları, kış bahçesi ve ıslak hacimler de bulunmaktadır.

## **Yapının Sürdürülebilirlik Özellikleri**

Sürdürülebilir yapı tasarımı hedefiyle tasarım ekibi bu aşamada LEED değerlendirme kriterlerini yok gösterici olarak kullanmıştır. Bu nedenle yapının sürdürülebilirlik özellikleri LEED değerlendirme konu alanlarına göre açıklanmaktadır (Yapı, 2007; Has Mimarlık, 2010):

- **Sürdürülebilir Arazi Planlama:** yapı arazi verileri dikkate alınarak, güneş enerjisinden en üst düzeyde yararlanacak şekilde güneybatıya yönlendirilmiştir. Arazinin eğimi dikkate alınarak, en az hafriyat gerektirecek şekilde ve kompakt bir form seçilerek doğal ortama en az müdahale amaçlanmıştır. Arazideki doğal drenajı bozmamak amacıyla araç ve yaya yollarında geçirimsiz kaplamalar yerine, kırma doğal taş kaplamalar kullanılmıştır. Binanın dış cephesinde açık renk kaplamalar ve çatısında yansıtıcı kaplamalar kullanılarak çevrenin mikro iklimasına zarar veren “ısı adaları”nın oluşması engellenmektedir. Ayrıca yapıda, araba kullanımının olumsuz etkilerini en aza indirmek için alternatif ulaşım olanakları düşünülmüştür. Özel bisiklet park yerleri tasarlanarak araçla yaklaşım sınırlandırılmıştır.

- **Su Kullanımı:** yapıda su kullanımını azaltmak amacıyla sensörlü armatürler, iki kademeli rezervuarlar kullanılmıştır. Bina önündeki teraslarda sulama gerektirmeyen bitki türleri kullanılmıştır. Suyun etkin kullanımının sağlanması amacıyla, yağmur suyu toplama sistemi kullanılmıştır. Çatı yüzeyinde toplanan su, binanın yanında yer altında bir depoda toplanmakta ve buradan rezervuarlarda kullanılmak üzere pompalanmaktadır. Atık suların ise foseptik ile doğal yollardan ortadan kaldırılması tasarlanmıştır.



Şekil 3.52 EKOYapı kesiti ([http://www.hasmimarlik.com.tr/projeler/proje\\_frame.html](http://www.hasmimarlik.com.tr/projeler/proje_frame.html))

- **Enerji ve Atmosfer:** EKOYapı' nın enerji stratejileri oluşturulurken fosil yakıtlara bağımlılığı ve sera gazı üretimini en az düzeyde tutmak hedeflenmiştir. İklimlendirmenin alternatif yöntemlerle sağlanabilmesi için yapı kabuğunda Passivhaus Institut standartları gözönüne alınarak yalıtım yapılmıştır. Dış duvarlarda hafif agregalı beton bloklar çift katmanlı olarak oluşturularak aralarına 15 cm taşyünü yalıtım levhaları yerleştirilmiştir. Çatıda da ine 30 cm taşyünü yalıtım levhası kullanılmıştır. Ayrıca yapıda çift camlı ahşap doğramalar kullanılmıştır. EKOYapı' da ısıtma ve soğutma hava yoluyla yapılmaktadır. Taze hava dış ortamdan bina altında toprağa gömülü kanallardan binaya alınarak, atık havayla birlikte eşanjörden geçerek atılan

hava ve toprağın ısıyla kısmen iklimlendirilmesi sağlanmakta ve mekanlara verilmektedir. Yapıda etkin enerji kullanımına yönelik uygulanan diğer bir strateji de güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik üretilmesidir. Çatı yüzeyine yerleştirilen PV (fotovoltaik) paneller (Şekil 3.52) ve dişey eksenli rüzgar trübünleriyle elektrik enerjisi üretilecektir. Ayrıca doğal ışığın düzeyini ölçerek toplam aydınlatma düzeylerini sabit tutacak sistemler ve tasarruflu kompakt floresan armatürler kullanılmıştır.

- **Yapı Malzemeleri:** yapıda kullanılacak malzemelerin yaşam döngüsü değerlendirmesi göz önünde bulundurulmuştur. Yapıda beton bloklar kullanılarak hem taşıyıcı sistem oluşturulmuş hem de bitmiş yüzeyler elde edilerek kaplama kullanılmamıştır. Çatı konstrüksiyonunda ve doğramalarda yenilenebilir bir yapı malzemesi olan ahşap kullanılmıştır.
- **İç Ortam Kalitesi:** iç mekanda kullanılan bütün boya, yapıştırıcı, koruyucu bitiş malzemeleri ve yalıtım malzemeleri düşük VOC (uçucu organik bileşikler) değerine sahip ürünlerde seçilmiştir. Ayrıca kullanıcı konforu düşünülerek bütün mekanların pencereler, tepe pencereleri ya da güneş tüpleri yoluyla doğal ışık alması sağlanmıştır.

## **BÖLÜM DÖRT**

### **SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR**

Dünya genelinde artan çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara çözüm olarak gündeme gelen ve en genel anlamıyla dünya üzerinde kullanılan kaynakların ve hammaddenin tüketiminin yönlendirilmesi ile üretim/tüketim dengesinin kurulması, doğal kaynakların korunması, yapay çevrenin doğal çevre ile uyumlu hale getirilmesi vb. hedefleri esas alan sürdürülebilir gelişme kavramının sektörel bazda incelenmesi ile kavramla doğrudan ilişkili olan yapı endüstrisinde de çalışmalara başlanmıştır. Sürdürülebilirlik, sürdürülebilir gelişme kavramı ve tarihsel süreç içerisinde gelişimi Bölüm 2.1 ve 2.2’ de detaylı olarak aktarılmaktadır. Yapılı çevrenin şekillenmesinde önemli payı olan yapı endüstrisinin sürdürülebilir gelişme ile ilişkisi de Bölüm 2.3’ de açıklanmaktadır. Sürdürülebilir gelişme hedeflerinin bina tasarım ve yapım sürecine etkileri ile gündeme gelen sürdürülebilir mimari ve tez konusu olarak seçilen sürdürülebilir yapım kavramı ve kavrama yönelik geliştirilen ilkeler Bölüm 3.1 ve 3.2’ de açıklanmaktadır. Tez çalışmasının bu bölümünde ise, çalışmanın diğer bir hedefi olan sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımların belirlenerek irdelenmesi hedeflenmektedir.

Sürdürülebilir yapım hedefine ulaşabilmek ve bina tasarım ve yapımına yönelik uygulamalarda sürdürülebilir gelişme ilkelerinin uygulanmasını sağlamak amacıyla, sürdürülebilir yapı üretiminin etkin düzeyde kaynak yönetimi, proje yönetimi, üretimde kalite yaklaşımları ile yönlendirilmesi zorunludur (Canitez, 2010). Hissedilen bu zorunluluk nedeniyle dünya genelinde duyarlı sivil toplum örgütleri, özel ve kamu kuruluşları sürdürülebilir yapıya başka bir ifadeyle sürdürülebilir yapılar ve yapı ürünleri ortaya koymaya yönelik standartlar, binaların yaşam döngüsü süreçlerinde neden olduğu çevresel etkileri belirlemeye yönelik yaşam döngüsü değerlendirme modelleri ya da çevresel etki değerlendirme araçları, yapıların yaşam döngüsü maliyeti analizine yönelik araçlar vb. geliştirmiştir. Geliştirilen bu yaklaşımları aynı zamanda sürdürülebilir yapıya yönelik kavramsal tanımlamaların uygulamaya aktarılmasını sağlayan araçlar olarak da tanımlayabiliriz.

Tablo 4.1’ te sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen yaklaşımların sınıflandırması izlenebilmektedir.

Tablo 4.1 Sürdürülebilir Yapıma Yönelik Geliştirilen Yaklaşımların Sınıflandırması

<b>Sürdürülebilir Bina Yapımına Yönelik Yaklaşımlar</b>		<b>Açıklama</b>	<b>Örnekler</b>
<b>Sürdürülebilir Bina Standartları</b>		Yaşam Döngüsü Değerlendirmeye yönelik, yapılarda kullanılan ısıtma, soğutma ve havalandırma ekipmanlarının ilişkin standartlar	ISO ASTM ASHRAE
<b>Yaşam Döngüsü Değerlendirme Modelleri</b>	Yapı Ürün ve Bileşenlerinin Değerlendirmesine Yönelik Modeller	Yapı malzemelerinin seçiminde çevresel etki değerlendirmesi ile destek sağlayan araçlar	BEES, GaBi, SimaPro, TEAM
	Tüm Bina Karar Destek Araçları (Tasarım Araçları)	Bina parçalarının veya bütününün yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini değerlendiren sistemler	ATHENA, ENVEST, EcoQuantum, DOE2
	Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi (Çevresel Değerlendirme Araçları)	Belirlenen kriterlere göre binaları puanlandırarak değerlendiren sertifika veya derecelendirme sistemleridir.	BREEAM, LEED, SB TOOL, CASBEE,
<b>Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi Modelleri</b>		Sürdürülebilir yapıların tasarım aşamasında yaşam dönemine ilişkin maliyet analizlerinin yapılmasına yönelik modeller	BEES, ENVEST, TEAM, MIT Advisor

Sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen yaklaşımların ilki bina standartlarıdır. Yapım faaliyetlerini düzenlemek, denetlemek ve belirli standartlar çerçevesinde yapımını sağlamak amacıyla hazırlanan bina standartları ve yönetmeliklerin kriterlerinin oluşturulması sırasında çevresel, sosyal ve ekonomik parametrelerin dikkate alınması sürdürülebilir yapıma yönelik ilk uygulamalardır.

Sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımların ikincisi Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD Yönteminin yapım sürecinde uygulanabilmesi amacıyla yapıların çevresel performansını ölçen modellerin geliştirilmesidir. Tablo 4.1’ te görüldüğü gibi geliştirilen bu modeller, yapı ürün ve bileşenlerinin değerlendirilmesi, tüm bina karar destek araçları (tasarım araçları), bina çevresel değerlendirme araçları

olmak üzere yapı ürünleri ölçeğinden bina ölçeğine kadar farklı düzeydeki uygulamalarda kullanılmaktadır. Yapı ürün ve bileşenlerini değerlendirme modelleri ve tasarım araçları yazılım tabanlı çevresel performans değerlendirme araçlarıdır. Tüm bina çerçeve veya sistem değerlendirmesi ya da bina çevresel değerlendirme araçları olarak tanımlanan YDD modelleri ise, çevresel performansı çeşitli kategorilere ayırarak ve kriterlere dayalı olarak, puanlama sistemiyle binaları değerlendirmekte ve değerlendirme sonucunda yeterli puanlar toplandığı takdirde binalar sertifikalandırılmaktadır.

Sürdürülebilir bina yapımına yönelik belirlenen son yaklaşım ise, sürdürülebilir bir yapı ortaya koyarken, henüz tasarım aşamasında yaşam dönemine ilişkin maliyet analizinin yapılmasına yönelik kullanılan yaşam döngüsü maliyet analizi yöntemi ve sürdürülebilir yapı üretiminde yaklaşımın uygulanma alanlarıdır.

#### **4.1 Sürdürülebilir Bina Standartları**

Özel ve kamu kuruluşları, duyarlı sivil toplum örgütleri tarafından yapı endüstrisinde sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yapılan kavramsal boyuttaki çalışmaların uygulamaya geçirilebilmesi için, uygulamaya yönelik yapılan/yapılacak iş tanımlarının kapsamlı bir metin halinde düzenlenmesi gereklidir (Yorgancıoğlu, 2004). Yapı endüstrisinde gerçekleşen faaliyetleri düzenlemek, denetlemek, belli standartlar ölçüsünde yapımını sağlamak amacıyla hazırlanan bina ve sistem standartlarının, yönetmeliklerin oluşturulması sırasında çevresel, ekonomik ve sosyal kriterlerin dikkate alınarak bu düzenlemelerin yapılması, sürdürülebilir yapılar, yapı ürünleri ve yaşama çevreleri ortaya koyma adına önemli bir adımdır. Bu standartlar aynı zamanda yapı endüstrisi faaliyetlerinde uygulanması öngörülen yeni kavramların yerleşmesi, benimsenmesi adına da çok önemlidir.

Sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen standartlar incelendiğinde, yapı ürünlerine yönelik standartlardan, yapıyı bütün olarak ele alan standartlara, bunların yanı sıra genel olarak iş tanımlarının yapıldığı, çevresel yönetime yönelik karar verme yöntemlerinin anlatıldığı ve değerlendirme biçimlerinin belirtildiği metinleri



kapsayan standartlara kadar konunun geniş bir yelpazede ele alındığı ve bina standartları başlığı altında toplandığı görülmektedir.

Yasa ve yönetmeliklerde belirlenen nicelik ve niteliklerin kaynağını oluşturan bu metinler aynı zamanda piyasada tasarıma ve yapıma yön veren uzmanların da el kitabı olmaktadır (Yorgancıoğlu, 2004).

Sürdürülebilir bina standartlarının hazırlanmasına yönelik yapılan çalışmaların şu hedefleri barındırdığı söylenebilmektedir;

- **Çevresel yönetim sisteminde genel gereksinimlere, çevresel yasa, plan ve uygulamalara yönelik genel bir çerçeve oluşturmayı hedefleyen yol haritası oluşturma;** hazırlanan metinlerle ürün veya servislerin, uygulamaların çevresel etkilerinin tanımlanması ve kontrol altına alınması hedeflenmektedir.
- **Yapı ürünlerinin ve sistemlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılmasını hedefleyen yol haritası oluşturma;** Bu amaca yönelik geliştirilen YDD yöntemini ve kullanım alanlarını tanımlamakta ve yapı ürünlerinin seçiminde yaşam döngüsü süreçlerinde oluşacak çevresel etkilerin belirlenmesi ve bu etkilerin dikkate alınarak seçimler yapılmasını hedeflemektedir.
- Yaşam Döngüsü Değerlendirmesini karakterize eden değerlendirme yöntemlerini anlatan ve yapı ve yapı ürünlerine nasıl yansıdığını ifade eden yol haritası oluşturma,
- **Bina yapımında sürdürülebilirliğin sağlanmasına hedefleyen yol haritası oluşturma;** Yapıların yaşam döngüsü süreçlerine sürdürülebilir gelişme hedeflerinin uygulanabilmesine yönelik hedefler belirlenmekte ve genel prensipler anlatılmaktadır.
- **Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi – YDD yöntemini açıklayan kılavuz oluşturma;** Yöntemin çerçevesi, uygulama alanları ve bu alanda kullanılan terminolojinin açıklamaları yer almaktadır.

Bu tez çalışmasında, sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak geliştirilen bina standartlarından yaygın olarak uygulanan ve en önemlilerini oluşturan ISO, ASTM, ASHRAE standart serileri incelenmektedir.

#### ***4.1.1 International Organization for Standardization – ISO (Uluslararası Standart Organizasyonu)***

International Organization for Standardization – ISO (Uluslararası Standart organizasyonu) dünyanın en büyük standart geliştirme ve yayınlama organizasyonudur. ISO, 162 ülkenin ulusal standart enstitüsünün bağlı olduğu ortak bir iletişim ağı konumunda olan, kamu ve özel sektör arasında köprü görevi gören sivil bir kuruluştur. ISO' nun sürdürülebilirlik alanında yayınladığı ilk standart 1990 yılındaki ISO 14000 Çevre Yönetim Standartları Serisidir. Bu standart serisi, çevresel denetleme, performans değerlendirmesi, ürün standartları geliştirme, yaşam döngüsü değerlendirmesi konularına yönelik geliştirilmiş bir dizi standarttan oluşmaktadır. Uluslararası geçerliliği olan bu standartların küresel ölçekte çevresel sorunların çözümüne katkı sağladığı ve sağlayacağı öngörülmektedir. ISO 14000 sertifikası almak için hem ülke yönetimlerinin hem de özel sektörün yönetim ve operasyonlarında çevresel etki değerlendirmesi yapmaları gerekmektedir. ISO' nun yapı ve yapı sektöründe sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişmeyi destekleyen standartları şu şekilde sıralanmaktadır;

- **ISO 14001: 2004 Standardı**, Çevresel yönetim sisteminde genel gereksinimlere, çevresel yasa, plan ve uygulamalara yönelik genel bir çerçeve oluşturmaktadır. Ürün veya servislerin, uygulamaların çevresel etkilerinin tanımlanması ve kontrol altına alınmasını hedeflemektedir (ISO, 2004).
- **ISO 14040: 2006 Standardı**: Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) - Prensipler ve Çerçeve adıyla tanımlanan standart yapı ürünlerinin ve sistemlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılmasını sağlamaya yönelik geliştirilen YDD yöntemini ve kullanım alanlarını

tanımlamaktadır (ISO, 2006) (Bu standart Bölüm 4.2' de detaylı olarak tanımlanmaktadır),

- **ISO 15392: 2008 Standardı:** Bina Yapımında Sürdürülebilirlik-Genel Prensipler standardı TC59/SC17 alt komitesi tarafından, yapıların yaşam döngüsü süreçlerine sürdürülebilir gelişme hedeflerinin uygulanabilmesine yönelik geliştirilmiştir. Bina yapımında sürdürülebilirlik için genel ilkeler tanımlanmaktadır. ISO 15392 standardı hem yapılara hem de yapıların yaşam döngüsü süreçleriyle ilişkili olan yapı malzemeleri, yapı ürünleri, servis ve süreçlerine uygulanabilmektedir. Bu standart serisi 4 standart içermektedir (ISO, 2008)
- **ISO 15392: 2008**, Bina Yapımında Sürdürülebilirlik – Genel Prensipler
- **ISO/TS 21929 – 1: 2006**, Bina Yapımında Sürdürülebilirlik – Sürdürülebilirlik Göstergeleri, Binalar için göstergelerin geliştirilmesine yönelik çerçeve,
- **ISO 21930: 2007**, Bina Yapımında Sürdürülebilirlik – Yapı Ürünlerinin Çevresel Bildirgeler (Çevresel Ürün Bildirgeleri),
- **ISO 21931 – 1: 2010**, Bina Yapımında Sürdürülebilirlik – Yapıların Çevresel Performans Değerlendirme Yöntemine yönelik Çerçeve,

#### ***4.1.2 American Society for Testing and Materials – ASTM (Amerikan Test Etme ve Ürünler Topluluğu)***

American Society for Testing and Materials – ASTM (Amerikan Test Etme ve Ürünler Topluluğu) kuruluşu 1898 yılında kurulan dünyadaki en köklü standart oluşturma organizasyonlarından biridir. 2001 yılında ASTM International olarak isim değiştiren kuruluş tüm dünyada kullanılacak uluslararası standartlar geliştirmektedir. 2003 yılında öğrenci kategorisini geliştirerek öğrencilerin üniversite düzeyinde standartlar hakkında bilgi sahibi olabilmesini amaçlayan kuruluş, eğitim alanında da çalışmalar yapmaktadır. ASTM' nin bugün yaklaşık 120 ülkeden sayıları 30.000' den fazla olan, kamu ve özel sektörde görev alan gönüllü teknik profesyonellerden

oluşmuş üye topluluğu bulunmaktadır. ASTM kar amacı gütmeyen malzeme, ürün, servis ve sistemler için standartların ve gönüllü anlaşmaların geliştirilmesini hedefleyen dünya çapında kabul görmüş bir kuruluştur. ASTM standartları ürünlerin test edilmesinde, kalite sistemlerinde, araştırma ve üretimde, uluslararası ticari işlemlerde kabul edilmekte ve kullanılmaktadır (ASTM, 2010a)

ASTM' de 2008 yılında sürdürülebilirlik konusunda E60 adı verilen bir komite kurulmuştur. Bu komite yapılarda ve yapı endüstrinde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik standartların geliştirilmesini, bu alandaki çalışmaların hızlandırılmasını, bilgi yayımlama ve çalışmaların teşvik edilmesini hedeflemektedir. E60 komitesi sürdürülebilir yapılar için yeni standartların geliştirilmesine yönelik çalışmalara devam etmektedir. ASTM standartları yapı endüstrisinde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir gelişme hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. **E60** komitesinin 6 tane alt komitesi bulunmaktadır. **E60.01** alt komitesi yapılarda ve yapı endüstrisinde sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda standartların oluşturulması ve uygulanmasını hedeflemektedir. **E60.01** alt komitesinin kamu ve özel sektör yapıları için oluşturduğu standartlardan bazıları şunlardır (ASTM, 2010b);

- **E1991–5:** Yapı malzemelerinin/ürünlerinin çevresel Yaşam Döngüsü değerlendirmesi (LCA) standardı,
- **E2129–05:** Yapı ürünlerinin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi için veri toplamaya yönelik standart,
- **E2432–05:** Yapılarla ilgili genel sürdürülebilirlik ilkelerine yönelik standart,
- **E2635–08:** Yapılarda su korunumuna yönelik standart (karar verme sürecinde sürdürülebilirliğe yönelik genel yöntemler tanımlanmaktadır)
- **WK23556:** Yapılarda sürdürülebilirliği gerçekleştirmeye yönelik minimum çevresel, sosyal ve ekonomik gereksinimler,
- **WK23356:** Yapı ürünleri ve sistemlerine yönelik çevresel bildirgelerin geliştirilmesinde kullanılacak ürün kategorileri kuralları,
- **WK25385:** Yeşil çatı sistemleri,
- **WK28938:** Tüm bina Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) için geliştirilen standart.

**4.1.3 American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers – ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu)**

American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers – ASHRAE (Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu) 1894 yılında kurulmuş 51.000 üyeye sahip uluslararası bir topluluktur. ASHRAE' in misyonu insan sağlığı ve konforuna yönelik ileri ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemlerinin geliştirilmesi ve sürdürülebilir bir gelecek için araştırmaların artırılması, standartların geliştirilmesi ve yayımlaması ve eğitimde sürekliliğin teşvik edilmesidir.

ASHRAE yapılarda kullanılan ısıtma, soğutma ve havalandırma ekipmanlarına yönelik standartlar yayımlamaktadır. Bu standartların içinde yapılarda sürdürülebilirliği gerçekleştirmeye yönelik standartlar bulunmaktadır. Bu standartlardan bazıları şu şekildedir;

- **ASHRAE 189.1 – Yüksek Performanslı Yeşil Yapı Tasarımı için Standart:** 2009 yılında USGBC ve IEC kuruluşlarının desteğiyle geliştirilmiştir. Standart yüksek performanslı yeşil yapılar için minimum gereksinimleri içermektedir ve ASHRAE 90.1 standardında olduğu gibi az katlı konut yapıları dışında tüm binalara uygulanabilmektedir. Standartın temel konu alanları şu şekildedir (ASHRAE, 2010);
  - Sürdürülebilir alanlar (yapı alanı seçimi, ısı adası etkisinin azaltılması, ışık kirliliğinin azaltılması başlıklarını içermektedir),
  - Etkin su kullanımı (alan ve yapıdaki su kullanımı başlıklarını içermektedir),
  - Enerji etkinliği (90.2–2007 standardından daha fazla enerji etkinliğini gerektirmektedir, enerji etkinliği ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik başlıkları içermektedir),

- İç çevre kalitesi (iç çevre kalitesi, gün ışığı ve akustik kontrol'e yönelik başlıkları içermektedir),
- Yapının atmosfere olan etkisi & Malzeme ve Kaynak kullanımı (yapım atıklarının yönetimi, malzemelerin etkisinin azaltılması, ahşap ürünler vb. başlıkları içermektedir)
- Yapım ve kullanım planları (yapım yönetimi planı, yüksek performanslı yapı kullanımı, servis ömrü, ulaşım yönetimi, bakım vb. yapım ve kullanım evresine yönelik planları içermektedir).
- **ASHRAE 90.1–2007 – Az Katlı Konut Yapıları Dışındaki Binalar İçin Enerji Etkinliği İçin Standartlar:** 2007 yılında yapılan son revizyonu kullanımda olan standart, mevcut ve yeni yapılarda ve yenileme projelerinde yapı kabuğu (duvar ve çatıdan oluşan yapı elemanlarını içermektedir), Isıtma-Soğutma ve Havalandırma (HVAC) sistemleri, su ısıtma sistemleri, aydınlatma ve sıcak su sistemlerini ele almaktadır.
- **ASHRAE 62.1 – 2007 – Kabul Edilebilir İç Mekan Hava Kalitesi İçin Havalandırma:** Yapıların tasarımında dış hava kalitesi, sistemler ve ekipmanlar, yapım, kullanım ve bakım aşamalarındaki havalandırma sistemleri ve hava kalitesine yönelik standartları içermektedir.

#### **4.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD (Life Cycle Assessment – LCA)**

##### **Yöntemi ve Geliştirilen Modeller**

Çevre ve enerji problemlerinin küresel düzeyde önemli bir sorun haline dönüşmesiyle birlikte dünyada nitelikli bir yaşamın olabilmesi ve ekosistem dengeleri bozulmadan çevre kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla, uzun dönemli çözümler üretilebilmesi yapı sektöründe temel amaç haline gelmiştir. Bu amaç doğrultusunda yapı sektöründe yapıların çevreyle olan etkileşiminin niceliksel olarak belirlenebilmesi gerekmektedir. Bu strateji özellikle Avrupa Birliği (AB)' ne üye ülkeler tarafından benimsenmekte ve bu bağlamda da yapı sektörünün girdilerinin çevreyle ilişkilerini kurgulayan yöntemler kurgulanmaktadır. Çevreye duyarlı,

sürdürülebilir yapı/bina üretiminde çevresel performansı yüksek yapı ürünlerinin (yapı malzemesi veya bileşeni) seçilmesi ve kullanılması gerekmektedir (Çelebi ve Aydın, 2005). Binanın tasarım sürecinde malzemeler ile ilgili tüm nitel ve nicel verilere ulaşılmasını sağlayacak envanter nitelikli bir veri tabanına öncelikle gerek duyulmaktadır. Bu tip bir veri tabanı yapıların ve yapı ürünlerinin çevresel performanslarının değerlendirilebilmesi ve karşılaştırılabilmesi için girdi oluşturmaktadır. Bu girdilerin kullanıldığı Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD (Life Cycle Assessment – LCA) Yöntemi, çevresel performans kriterlerine göre yapıları ve yapı ürünlerini değerlendiren bir yöntemdir (Çelebi ve Aydın, 2005). Bu yöntem aynı zamanda yapı ürünleri arasında karşılaştırma yapmayı sağlayarak karar verme aşamasında tasarımcıya destek sağlamakta, bu süreci kolaylaştırmaktadır. Uluslararası düzeyde (AB' ye üye ülkeler) kabul görmüş olan yöntemin pratikte uygulanabilirliğine yönelik bilgisayar yazılım programları geliştirilmiştir ve bu programlara AB' ye üye ülkelerin yerel ve bölgesel koşullarına göre oluşturdukları veri tabanları adapte edilmiştir (Çelebi ve Aydın, 2005). Kısacası yapı ve yapı ürünlerin çevresel etkilerinin değerlendirmesi için ana bir yöntem olan YDD ile sistemler girdi ve çıktılarıyla değerlendirilebilmekte, kaynak kullanımı, insan sağlığı ve enerji tüketimi vb. sürdürülebilirlik konularına göre sınıflandırılabilir. YDD ile değerlendirilebilmektedir.

Yaşam Döngüsüne yönelik ilk fikirler 1960' lı yıllarda enerjinin etkin kullanımı, hammadde tüketimi ve atık maddeler gibi çevre sorunlarıyla ilgili veri çalışmalarıyla başlamış ve bu çalışmalar 80' li yılların sonunda hızlanmıştır. 1992' de ise Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD yapı ürünlerinin yaşam döngüleri boyunca sebep oldukları çevresel etkilerin değerlendirilmesini sağlayan bir yöntem olarak küresel ölçekte kabul görmüştür (Gültekin, 2006). YDD ilk olarak yapı ürünlerine yönelik olarak geliştirilmiş ve kullanılmış daha sonra ise yapı ölçeğinde de kullanılmaya başlanmıştır.

Bozkurt 'a (2007) göre, bina yapımında yaşam döngüsü değerlendirme yönteminin düşünülmemesi sürdürülebilirlik konularının dikkate alınmadığı anlamına gelmektedir (Bozkurt, 2007). Yapı endüstrisinin karmaşık üretim süreçleri ve çevreye olumsuz etkisi düşünüldüğünde YDD' nin tasarımcı, üretici ve

kullanıcının bilinçli kararlar vermesine yönelik önemli bir karar destek sistemi olduğu belirtilmektedir (Özçuhadar, 2007).

Yapıların ve yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin objektif ve somut olarak belirlenmesi amacıyla çeşitli kurumlar tarafından YDD' ye yönelik çeşitli modeller geliştirilmiştir. Yapılarda enerji kullanımının belirlenmesi ve bununla ilişkili olarak CO<sub>2</sub> salınım miktarının hesaplanması, iç çevre kalitesi, küresel ısınma potansiyeli, yapı malzemelerinin neden olduğu zehirli salınımlar gibi çeşitli konulara odaklanan bu modeller yapı sektöründe rolü olan kişi ve kuruluşların dikkatlerini çevresel sorunlara çekmektedir (Forsberg ve Malmborg, 2004). Geliştirilen bu modeller literatürde yaşam döngüsü değerlendirme araçları/metotları/modelleri, çevresel etki değerlendirme araçları, bina çevresel değerlendirme araçları olmak üzere farklı şekillerde adlandırılmaktadır. Temelde yazılım ve kontrol listesi olmak üzere iki farklı türde özellik gösteren YDD modelleri ya da araçları, yapım endüstrisinde yer alan faaliyetlerin çevre üzerindeki yıkıcı etkilerini önlemede önemli rol oynamaktadırlar (Sev ve Canbay, 2010). BREEAM, LEED, SB Tool, CASBEE, Eco-Profile gibi modeller belirlenen kriterlere göre binaları puanlandırarak değerlendiren sertifika veya derecelendirme sistemleridir. ATHENA, ENVEST, BEES, GaBi, Eco-Quantum gibi modeller ya da araçlar ise, yapılarda enerji kullanımının belirlenmesi, malzeme ve sistem seçiminde çevresel etki değerlendirmesi ve yaşam dönemi maliyeti değerlendirmelerini yaparak tasarımcılar, ürün üreticileri, kullanıcılar vb. için karar destek sistemi sağlamaktadırlar.

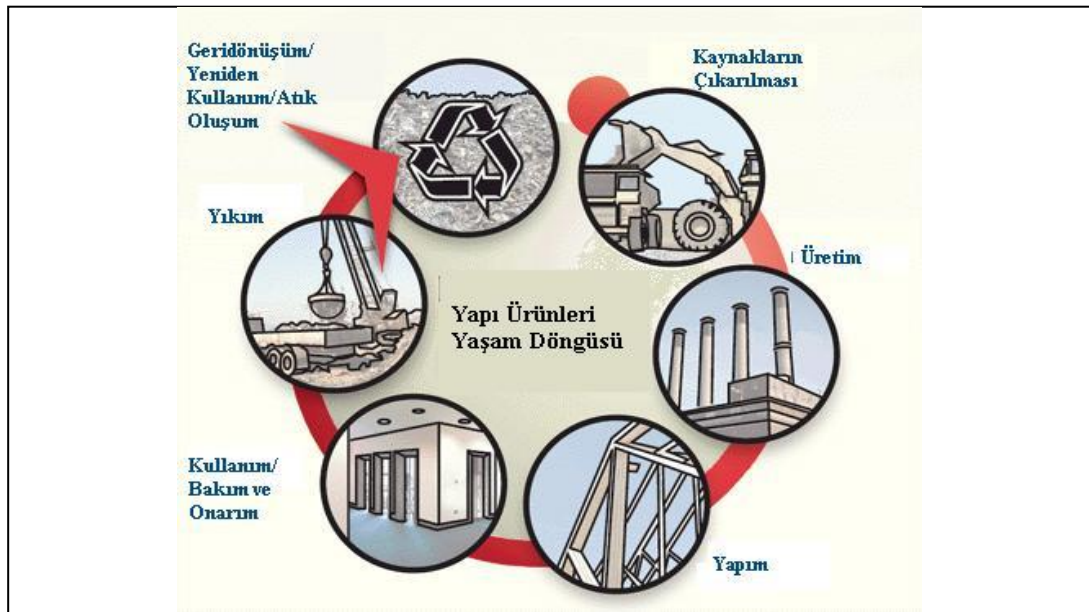
#### ***4.2.1 Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD Yöntemi Tanımı ve Gelişimi***

Genellikle ürünlerin çevresel değerlendirilmesi olarak tanımlanan Yaşam Döngüsü Değerlendirme (Life Cycle Assessment – LCA) Yöntemi YDD şeklinde kısaltılmaktadır. Bazı kaynaklarda Yaşam Döngüsü Analizi – YDA (Life Cycle Analysis – LCA) şeklinde ifade edilmekte ama bu doğru bir tanımlama olmamaktadır, çünkü Yaşam Döngüsü Değerlendirme her zaman değerlendirme unsurlarını içermektedir. Başka bir ifadeyle farklı kaynakların ve çevresel sorunların göz önünde bulundurulması karar verilmesini gerektirmektedir (Bozkurt, 2007;



Wentzel, 1997). Yaşam Döngüsü Değerlendirme – YDD bir ürün veya hizmetin nicel açıdan olası çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılan bir yöntem veya araçtır. “Yaşam Döngüsü” kavramı bir ürün veya hizmetin “beşikten mezara (cradle to grave)” izlenmesini ifade etmektedir. “Beşik (cradle)” ürün veya hizmetin üretiminde kullanılan hammaddenin çıkarılması ve gerekli olan enerji kullanımı kapsayan sürece yöneliktir (Çelebi ve Aydın, 2005). Bu süreç hammadde ve kaynakların teknik sisteme aktarıldığı yeri ve zamanı içermektedir. “Mezar (grave)” da, ürün ve kullanılan kaynakların doğaya geri döndüğü yer ve zaman olarak tanımlanan sürece ilişkin bir kavramdır (Şekil 4.1). Her iki kavramın ifade ettiği süreçlerde taşıma, üretim etkinlikleri, yardımcı malzemeler, destekleyici sistemler, bakım-onarım ve atık işleme vb. eylemler tüm yaşam döngüsü boyunca irdelenmektedir. Bu yöntemde, olası çevresel etkiler, kaynak kullanımı, insan sağlığı ve ekolojik sonuçlar bağlamında ele alınmaktadır (Paulsen, 2001).

Kısacası YDD, yapı ürünlerinin hammaddelerinin edinimi, üretimi, yapıya uygulanması, kullanılması ve ürünün kullanılmasının sona ermesi ile geri dönüşümü ya da yok edilmesi gibi süreçleri içine alan bir döngü boyunca oluşmuş ve olası çevre etkilerinin değerlendirilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Taygun, 2005).



Şekil 4.1 Yapı Yaşam Döngüsü (<http://www.athenasmi.org/about/lcaModel.html>)

YDD bilim dünyası tarafından, malzemelerin, ürün ve servislerin çevresel bir bakış açısıyla karşılaştırılması ve değerlendirilmesi amacına yönelik olarak geliştirilmiş en akılcı ve nitelikli bir yöntem olarak görülmektedir (Bozkurt, 2007).

YDD alanında yapılan çalışmalar ilk olarak 1960' lı yılların başında bilim adamlarının fosil kökenli kaynakların hızla artan tüketimi sonucunda enerji tüketiminin etkilerinin belirlenmesine yönelik geliştirdikleri ve YDD' nin ilk çıkışı sayılabilecek bir yaklaşımdır. Geliştirilen bu yaklaşım doğrultusunda hammadde ve enerjinin kaynaklarının tüketimine sınırlılık getirmek amacıyla envanter çalışmaları yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmaların ilklerinden biri 1963 yılında düzenlenen "The World Energy Conference (Dünya Enerji Konferansı)" da Harold Smith tarafından kimyasal ürün ve ara ürünlerin üretimi sırasında gereken toplam enerjinin hesaplanmasına yönelik olarak hazırlanan rapordur (Taygun, 2005). İleriki dönemlerde yapılan çalışmalar ile artan dünya nüfusunun hammadde ve enerji talebi etkileri küresel modellemeler ile önceden tahmin edilmeye başlanmıştır.

1969 yılında ilk olarak Midwest Research Institute olarak kurulan daha sonra Franklin Associates olarak değiştirilen kuruluş ile Coca Cola firması bir araştırma başlatmıştır. Coca Cola firmasının maddi desteğiyle yapılan YDD çalışması ile hangi tip içecek kutusunun (cam veya plastik) çevreye en az zarar vereceği ve en düşük hammadde ve enerji talebi olacağı araştırılmıştır. Çalışma sonunda beklentilerin aksine plastik kutunun daha iyi olduğu belirlenmiş ama çalışma tam olarak yayımlanmamıştır (Bozkurt, 2007).

1970' lerde özellikle de 1973 yılında ABD ve İngiltere' de yaşanan petrol kriziyle yönetimler tarafından enerjiye yönelik çalışmaların yapıldığı komisyonlar oluşturulmuştur. 1980' lere gelindiğinde ise, katı atıklar ve geridönüşüm konuları ön plana çıkmaya ve önem kazanmaya başlamıştır.

1990' larda YDD yönteminin standartlarının geliştirilmesine yönelik önemli gelişmeler yaratan çalışmalar Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) tarafından yapılmıştır. Başka bir ifadeyle uluslararası bir standart için ilk

girişimde bulunarak yaşam döngüsü değerlendirmesi için teknik bir çerçeve yayımlayan SETAC bu çalışmayla YDD' nin ana hatlarını belirgin bir şekilde ortaya koymuştur. Bu çalışmayla YDD' yi sadece enerji ve malzeme akışını nitelendirmekten öteye götüren SETAC onun geniş kapsamlı bir karar verme aracı olarak önünü açmıştır (Özçuhadar, 2007).

Tarihsel süreç içerisinde endüstriyel ürünlerin çevresel etkilerinin yaşam döngüleri boyunca değerlendirilmesine yönelik olarak ortaya çıkan YDD yöntemi, zamanla yapı sektörü tarafından da benimsenmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Yapı sektöründe YDD yönteminin kullanımında karşılaşılan sorunlar nedeniyle yönetime olan ilgi artmış ve buna yönelik ulusal ve uluslararası çalışma grupları ve araştırma programları oluşturulmuştur (Gültekin, 2006). Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), United Nations Environment Development (UNEP), International Standards Organisation (ISO) YDD' nin yapı sektöründe kullanımına yönelik çalışmalarda etkin rol oynayan üç önemli kuruluştur.

The Centre of Environmental Science (CML), Nord Organisation for Rare Disorders (Nord), Institute for Product Development (IPU), European Network for Strategic Life Cycle Assessment Research and Development (LCANET), European Network on Chain Analysis for Environmental Decision Support (CHAINET), Environmental Design of Industrial Products (EDIP) vb. kuruluşların oluşturdukları çalışma grupları tarafından YDD yöntemi ayrıntılı şekilde tanımlanmıştır (Gültekin, 2006).

Günümüzde YDD ile ilgili en ayrıntılı ve güncel bilgi, Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Standards Organisation – ISO) tarafından 1990' ların sonunda yayımlanan ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Standartları ve buna ek olarak geliştirilen Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi üzerine hazırlanan ISO 14040, ISO 14044, ISO/TR 14047, ISO/TR 14048, ISO/TR 14049 standartlarından elde edilmektedir (ISO, 2006; Gültekin, 2006). Bu çalışma kapsamında ülkemizde TC207 ve TC176 olarak isimlendirilen teknik komiteler kurulmuş ve YDD' nin orijinal kaynağı ISO 14040: 1997' den yapılan çevirilerle hazırlanan TS EN ISO 14040 ile

14043 Standartları “Çevre Yönetimi – Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve” şeklinde tanımlanarak Türk Standartları Enstitüsü (TSE) Standartlarına girmiştir. İlk olarak ISO 14040: 1997, ISO 14041: 1998, ISO 14042: 2000 ve ISO 14043: 2000 şeklinde hazırlanan standartlar serisi Haziran 2006’ da revize edilerek ISO 14040: 2006 serisi kapsamına alınmış ve ISO 14041 – 14043 arasındaki standartlar yürürlükten kaldırılmıştır (Gültekin, 2006) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 YDD Yöntemine Yönelik TS EN 14040 ve ISO 14040 Standartları Serisi (ISO, 2006; TSE, Gültekin, 2006)

<b>TS EN 14040 STANDARTLARI SERİSİ (TSE)</b>	<b>ISO 14040 STANDARTLARI SERİSİ</b>
<b>Standardın Numarası, Kabul Tarihi, Adı</b>	<b>Standardın Numarası, Kabul Tarihi, Adı</b>
Hazırlık Aşamasında	<b>ISO 14040</b> , Haziran 2006, Life Cycle Assessment - Principles and Framework
<b>TS EN 14040</b> , Mart 1998, Hayat Boyu Değerlendirme - Prensipler ve Çerçeve	<b>ISO 14040</b> , 1997, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework (Haziran 2006 Yılında Yürürlükten Kaldırılmıştır)
<b>TS EN 14041</b> , Ocak 2003, Hayat Boyu Değerlendirme - Amaç ve kapsam Tarifi ile Envanter Analizi	<b>ISO 14041</b> , 1998, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Goal and Scope Definition and Inventory Analysis (Haziran 2006 yılında yürürlükten kaldırılmıştır)
<b>TS EN 14042</b> , Aralık 2002, Hayat Boyu Değerlendirme - Hayat Boyu Etki Değerlendirmesi	<b>ISO 14042</b> , 2000, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Impact Assessment (Haziran 2006 yılında yürürlükten kaldırılmıştır)
<b>TS EN 14043</b> , Ocak 2003, Hayat Boyu Değerlendirme - Hayat Boyu Yorumu	<b>ISO 14043</b> , 2000, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Life Cycle Interpretation (Haziran 2006 yılında yürürlükten kaldırılmıştır)
Hazırlık Aşamasında	<b>ISO 14044</b> , 2006, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Requirements and Guidelines
Hazırlık Aşamasında	<b>ISO 14047</b> , 2003, Environmental Management - Life Cycle Impact Assessment - Examples of Application of ISO 14042
Hazırlık Aşamasında	<b>ISO 14048</b> , 2002, Environmental Management - Life Cycle Assessment - Data Documentation Format

Türk Standartları Enstitüsü (TSE)' nün TS EN 14040 “Hayat Boyu Değerlendirme – Prensipler ve Çerçeve” olarak tanımlanan “Hayat Boyu Değerlendirme (HBD)” olarak ifade edilen yöntemin literatürde yaygın kullanımı Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) olduğu için bu şekilde ele alınmaktadır. TS EN 14040 standardında YDD; bir mal ve hizmet sisteminde belirli bir malzeme ve enerjiden elde edilen mal ve hizmetlerle, bu sistemin hayat döneminde ortaya çıkan ve doğrudan doğruya sisteme atfedilebilen çevre etkilerine ait bilgilerin toplanması ve gözden geçirilmesiyle ilgili bir usuller dizisidir (Gültekin, 2006).

Konuyla ilgili yurtdışındaki bazı kuruluşlar Yaşam Döngüsü Değerlendirmeyi (YDD); çevre dostu ve ekonomik ürün ve üretim sistemleri tasarımında ve geliştirilmesinde kullanılan sistematik bir yaklaşım olarak tanımlamaktadırlar. Tasarım ve geliştirme sırasında irdelenmesi gereken konular, ürün ve üretim sisteminin veya bir sürecin beşikten mezara yani bir ürünün hammaddesinin elde ediniminden, üretim, kullanım ve atık oluşumuna kadar geçen süreç içerisinde çevreye ve doğal kaynakların kullanımına olan etkileridir (Özeler ve Demirer, 2000).

Uluslararası standard ISO 14040 (2006)' a göre YDD yöntemi aşağıdaki alanlarda kullanılmaktadır (ISO, 2006; Çelebi ve Aydın, 2005):

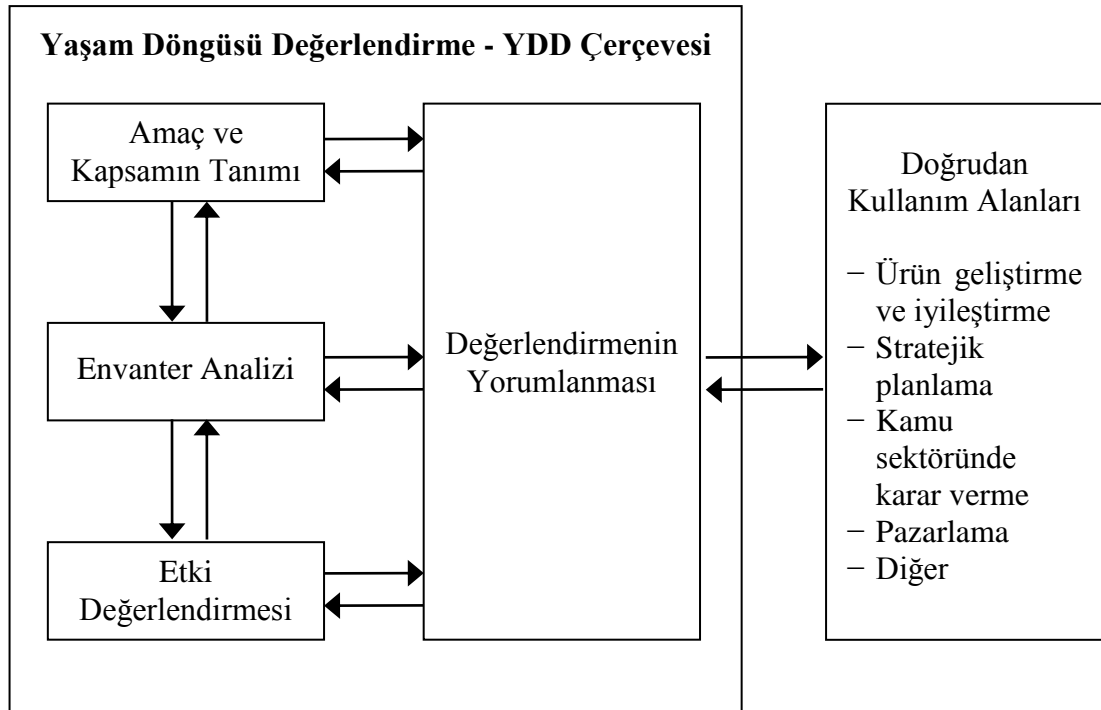
- Bir ürün veya hizmetin yaşam döngülerinin çeşitli anlarında, çevreyle etkileşimlerini tanımlayan çevresel boyutlarının belirlenmesinde,
- Sanayi, kamu sektörü ve özel sektör kuruluşlarında, stratejik planlama, öncelik belirleme, ürün ve işlemlerin tasarımı ve mevcut tasarımların yenilenmesi gibi konularda karar verilmesinde,
- Ölçüm tekniklerini de içerecek şekilde, çevresel performansla ilgili göstergelerin seçiminde,
- Çevresel talep ve beyanlar, çevresel etiketleme (ecolabelling) vb. pazarlama araçlarının geliştirilmesinde.

ISO 14040 standardına göre yukarıdaki şekilde kullanım alanları tanımlanan YDD yöntemi, sistemler yaklaşımı kapsamında yapıyı bir sistem olarak ele almaktadır. Sistem; organize edilmiş öğelerden oluşan bir yapı; bazı işlevleri gerçekleştirmek

için tasarlanmış bir bütün oluşturan, karşılıklı olarak birbirlerini etkileyen birim veya elemanlar topluluğu; belirli bir amacı gerçekleştirmek üzere bir araya getirilen ve birbirleriyle etkileşim içinde olan elemanlar grubu olarak tanımlanmaktadır (Gültekin, 2006).

#### 4.2.1.1 YDD Yönteminin Çerçevesi (Bileşenleri)

ISO 14040' a göre YDD Yöntemi Şekil 4.2' de görüldüğü gibi birbiri ile ilişkili dört adımdan oluşmaktadır (ISO 14040; Ortiz, Francesc ve Sonnemann, 2009).



Şekil 4.2 YDD Yönteminin Çerçevesi ve Kullanım alanları arasındaki ilişki (ISO 14040, 2006)

Bu adımlar;

1. Amaç ve Kapsam Tanımı – AKT (Goal and Scope Definition)
2. Yaşam Döngüsü Envanter Analizi – YDE (Life Cycle Inventory Analysis – LCI)
3. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi – YDED (Life Cycle Impact Assessment – LCIA)
4. Yaşam Döngüsü Yorumu – YDY (Life Cycle Interpretation)

4.2.1.1.1 *Amaç ve Kapsam Tanımı* – AKT. ISO 14040’ da tanımlandığı şekliyle YDD’ yönteminin ilk adımı olan bu aşamada yapılacak çalışmanın amacı, kapsayacağı ve kapsamayacağı veriler, işlevsel birim tanımlanmaktadır (Ortiz, Francesc ve Sonnemann, 2009). Çalışmanın amacı tanımlanırken değerlendirme sonuçlarının “olabildiğince” pratik yaşamda kullanılabilir olması dikkate alınmalıdır. Özellikle bir ürünün yaşam döngüsünün neyi ifade ettiği net olarak bu aşamada açıklanması gerekmektedir. Yaşam Döngüsü ürünün veya ürüne destek olarak katılan tüm işlemlerin döngüsel süreç içinde tanımlanmasıdır. Yönteme göre bu döngüsel süreç hammaddelerin çıkarılması, üretim, yapım, kullanım, yıkım ve yıkım sonrası evreleri kapsamaktadır. Tez kapsamında YDD’ nin Yapı/Bina ölçeğinde uygulanmasının irdelenmesi hedeflendiği için, uzun ömürlü bir ürün olan Yapı/Bina için, ürünün yaşam döngüsü aşağıda belirtilen varsayım ve tahminleri içermesi gerekmektedir (Çelebi ve Aydın, 2005):

- İşlevsel hizmet ömrü ile ilgili varsayımlar,
- Kullanım ve bakım-onarım yöntemleri ve aralıkları ile ilgili varsayımlar,
- Bileşenlerin onarım ve yenilenme yöntemleri ile ilgili varsayımlar,
- Yapının yeniden işlevlendirilmesi ve yenileme çalışmaları ile ilgili varsayımlar,
- Atık Yönetimi (yıkım/yeniden kullanım/geridönüşüm yolları) ile ilgili varsayımlar,
- Destekleyici sistemlerin (örn. elektrik üretimi veya taşıma sistemleri) teknolojik gelişimi ile ilgili varsayımlar,

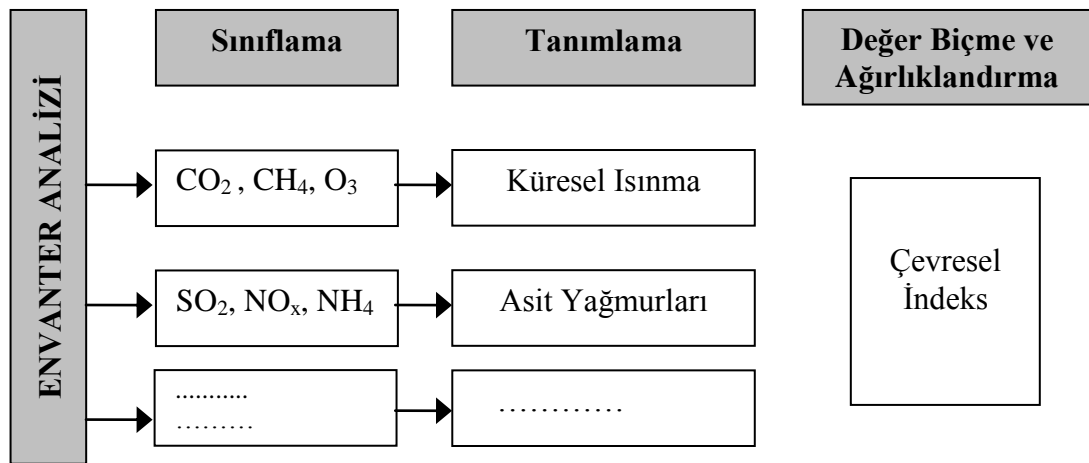
YDD çalışmasında AKT aşamasında kabul edilen varsayımlar doğrultusunda bir **“işlevsel birim”** in tanımlanması gerekmektedir. İşlevsel birim: çalışmadaki tüm veriler, yapılacak tüm hesaplar için referans alınacak ve YDD çalışmalarının sonuçlarının yorumlanmasını ve karşılaştırılmasını sağlayabilecek (karşılaştırılma yapılacak olan sistemlerin eş değer olması önemlidir) **ölçülebilir (m<sup>2</sup> , m<sup>3</sup> vb.) birimdir** (Ortiz, Francesc ve Sonnemann, 2009).

*4.2.1.1.2 Yaşam Döngüsü Envanter Analizi – YDE.* Bir ürün sistemiyle ilgili yaşam döngüsü süreçleri boyunca tüm girdi ve çıktılarının nicelik olarak ifade edilebilmesi veri toplanmasını, hesaplama yöntemlerini ve sistem sınırlarının sadeleştirilmesini kapsamaktadır. Sadeleştirme işlemi sırasında, çalışmanın amacına uygun olan veya olmayan girdi ve çıktılar, yeniden gözden geçirilir. Girdi ve çıktılar kaynak kullanımını, hammadde ve enerji gereksinimlerini, hava, su ve toprağa salınan emisyonları, katı ve diğer çevresel atıkları kapsayabilmektedir. Envanter analizinin çalışmanın amaç ve kapsamını karşılayacak nitelikte olması beklendiğinden, başa dönülerek yapılanların tekrarlanmasını gerektirecek bir işlemdir. Veriler toplandıkça ve sistem hakkında daha fazla bilgi edinildikçe, çalışmanın amacına ulaşmasını sağlayabilmek için veri toplama yollarında değişiklik yapılmasını gerektiren yeni veri gereksinimleri veya sınırlamalar ortaya çıkabilmektedir (Gültekin, 2006; ISO, 2006). Envanter çalışmaları sırasında belirlenen amaç ve kapsama ilişkin gerekli bilgilerin toplanması sırasında hammadde ve enerji kullanımı, yan ürün oranı, çevresel atıklar sistemin her aşamasında belirlenmelidir. Bilgilerin toplanması ve düzenlenmesi için anket yöntemi de kullanılabilir. YDE aşamasında karmaşık işlemlerin yoğunluğu nedeniyle envanter çalışmaları için bilgisayar modeli kullanılması gerekmektedir. Bilgisayar modelinin amacı; sistemin her adımındaki girdi ve çıktıları birleştirmek ve derlemektir (Taygun, 2005). Bazen çalışmanın amaç ve kapsamının değiştirilmesini gerektiren durumlarla da karşılaşılabilir (Gültekin, 2006; ISO, 2006). Amaç ve kapsamın tanımı aşamasında tanımlanan sistem bir işlem ağacına veya akış diyagramına dönüştürülebilmektedir. İşlem ağacındaki her eylem bir YDD’deki en küçük birim olan birim işlemlere ayrılmaktadır. Her bir birim işlem girdi ve çıktılarla ilişkili olmaktadır. Yaşam döngüsü envanterinin en büyük katkısı çevresel yüklerin oluşması açısından en çok etkili olan yaşam dönemi evrelerinin belirlenmesini sağlamasıdır (Korkmaz, 2007).

*4.2.1.1.3 Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi – YDED.* “Yaşam Döngüsü Yorumlama” aşaması için bir ön hazırlık aşamasıdır. Bu aşama YDE’den alınan sonuçlara göre belirlenen bir sistemin girdi ve çıktıların etkileri değerlendirilerek, bu etkilerin niteliksel ve/veya niceliksel olarak tanımlanması sağlanmaktadır. Bu



şekilde de değerlendirilen ürünün çevreyle ilişkileri ya da çevresel etkileri belirlenebilmektedir. Etki değerlendirmesi hem ekolojik hem de insan sağlığı etkilerini ve kaynak tüketimini ele almakta ve bunları olumsuzluk etkeni başlığı altında belirlemektedir. Olumsuzluk kavramı envanter analizini ve etki değerlendirmesini birbirine bağlamaktadır. Bu nedenle olumsuzluk etkeni bir etkiye neden olan durumların dizisi şeklinde tanımlanabilmektedir (Taygun, 2005). ISO 14040: 2006' ya göre bu değerlendirme modelinde ürünlerin çevresel etkilerinin irdelenebilmesi için, zorunlu ve zorunlu olmayan eleman akışlarının oluşturulması gerekmektedir. oluşturulan akış şemasında, envanter sonuçlarına göre sistematik olarak, çevresel uygunluk kriterlerini içeren *etki sınıfları (impact category)*, *sınıf göstergeleri (category indicators)* ve *nitelendirme modelleri (characterization models)* seçimi yapılmaktadır. Farklı kaynaklarda YDED' nin adımları *sınıflama, tanımlama, değer biçme ve ağırlıklandırma* şeklinde de tanımlanabilmektedir. Bu farklı isimlendirmeler temelde aynı anlamları ifade etmektedir (Şekil 4.3) (Taygun, 2005).



Şekil 4.3 YDD Yönteminin Etki Değerlendirmesi Adımları (Taygun, 2005' dan uyarlanmıştır)

*Sınıflama*, yaşam döngüsü envanter bilgilerinin ilgili olumsuzluk etken grupları içinde sınıflandırılmasıdır. Etki sınıflama, çalışmanın amacına uygun olarak seçilmektedir. Bilimsel araştırmaların incelenmesi: “ekolojik olumsuzluk etkenleri” nin belirlenmesi ile oluşmaktadır (örn. asit, arsenik, biyolojik ve kimyasal maddeler, karbondioksit, karbonmonoksit vb.). *Tanımlama*, etkilerin tanımlandığı adımdır. Örneğin karbondioksit, karbonmonoksit, klor ve metan sera gazı ve küresel ısınma

sınıflamasına girmektedir. *Değer biçme ve ağırlıklandırma* adımında şekil, grafik veya çevresel indeks ile farklı seçeneklerin yol açtığı çevresel problemlerinin ayrıntılı karşılaştırmasını içermektedir. Çevresel problemlere, kendi içinde önemine göre öznel bir değer verilmektedir. Tüm çevresel problemlerin sistem içinde hesaplanması ile toplam çevresel indeks oluşturulmaktadır (Taygun, 2005).

YDED' de ISO 14047' ye göre *girdi ilişkili ve çıktı ilişkili* olmak üzere iki sınıflandırma yöntemi bulunmaktadır. Çıktı ilişkili sınıflandırma iklim değişikliği (climate change), asitleşme (acidification), ötrifikasyon (eutrophication), stratosferdeki ozon tükenimi (stratospheric ozone depletion), insan zehirlenmesi (human toxicity) ni kapsamaktadır. Sınıflanan bu etkilerin değerlendirilmesi için CML tabanlı metot, EDIP 97 & EDIP 2003, IMPACT 2002+ metotları kullanılmaktadır. Girdi ilişkili sınıflandırma ise biyotik ve abiyotik kaynakların tüketimini kapsamaktadır. Çıktı ilişkili olarak sınıflanan etkilerin değerlendirilmesi için ise Ecoindicator 99, IMPACT 2002+ metotları kullanılmaktadır (Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2007).

*4.2.1.1.4 Yaşam Döngüsü Yorumu – YDY.* Çalışmasının son aşaması Yaşam Döngüsü Yorumu – YDY ' dur. Yaşam Döngüsü Yorumu YDD' nin amaç ve kapsamına uygun olarak yapılmaktadır. Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi aşamasında sınıflanan ve tanımlanan olumsuz etkilerin, yaşam döngüsü boyunca enerji, hammadde kullanımı ve çevresel atıkların azalması amacıyla yönelik olarak yorumlandığı adımdır. Değerlendirmenin yorumlanması çevresel etkilerin niceliksel olarak değerlendirilmesi veya sonuç ve öneriler adımlarından oluşabilmektedir (TSE, 1998).

#### *4.2.1.2 Yapım Endüstrisinde Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yönteminin Kullanımı*

Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) Yöntemi yapım endüstrisinde kullanılmadan önce kısa ömürlü endüstriyel ürünlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik olarak ortaya çıkmıştır. Yapı sektöründe ise 1990 yılından itibaren kullanılmaya başlanmış ve günümüze gelinceye kadar binaların

değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir yöntem/araç/metot halini almıştır (Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2007). Klöpffer' e (2006) göre günümüzde YDD' nin yaygın kullanılan bir yöntem haline gelmesinin nedeni: yöntemde çalışmanın amacının, tanımlanmasının ve çerçevesinin, etki değerlendirmesinin ve veri kalitesinin birbirleriyle iyi bir şekilde bütünleşebilmesi ya da entegre olabilmesidir (Klöpffer, 2006). Ortiz, Castells ve Sonnemann' a (2009) göre yapım endüstrisinin gelişmesi, ilerlemesi ve sürdürülebilirliği için YDD uygulamaları temel konudur. Özellikle Küçük ve Orta Boy İşletmelerde (KOBİ) bu yöntemin uygulamalarının çok iyi analiz edilmesi gerektiği belirtilmekte ve bu yapılırken de amacın sadece tüketicinin çevre dostu ürünlere olan talebinin karşılanması değil, aynı zamanda sürdürülebilir yapım endüstrisinde üretkenliğin, rekabetin ve dolayısıyla kalitenin yükseltilmesi olması gerektiği vurgulanmaktadır (Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2009). Yöntem yaygın olarak farklı malzeme ve bileşen seçenekleri arasında karşılaştırma yapılmasına ve iyileştirme yolları önerme amacıyla kullanılmaktadır.

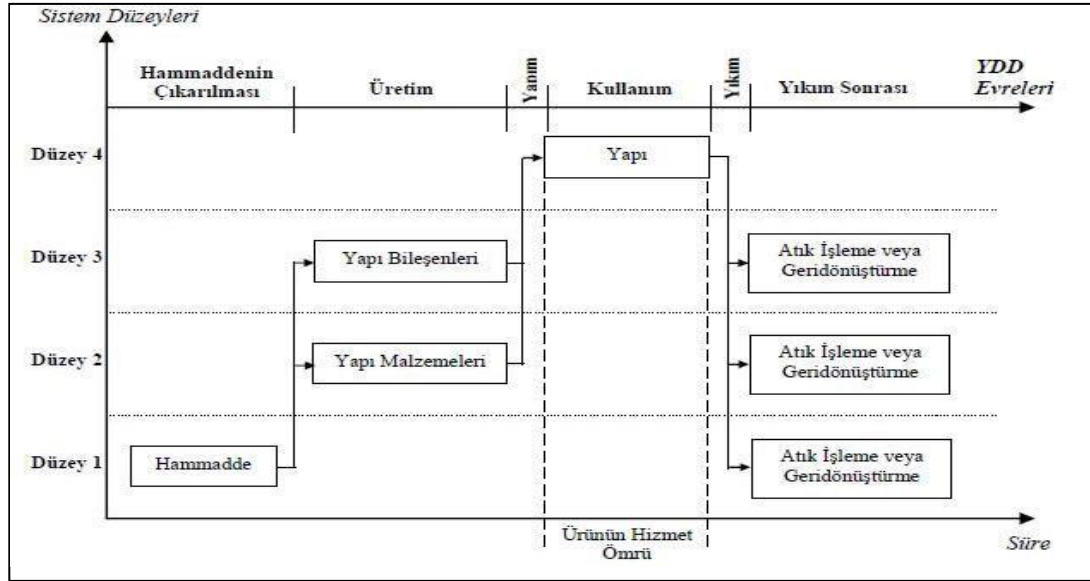
YDD yöntemi yapı endüstrisinde sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemli bir yaklaşım olmasının yanında sektör kapsamında yapılara uygulanmasında birtakım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların temelinde yapı malzeme ve bileşenlerinin ve yapıların, diğer endüstriyel ürünlere göre daha uzun ömürlü olması ve yapıların kullanım evresindeki çevresel etkilere ilişkin bilgi eksikliği yatmaktadır. Yapı sektöründe YDD yöntemi uygulamalarında ortaya çıkan sorunlar şu şekilde sıralanabilmektedir (Çelebi ve Aydın, 2005; Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2009; Erlandsson ve Borg, 2003):

- Yapı endüstrisinde standartlaşma zordur. Çünkü her yapı kendine özgü özelliklere sahiptir (işlev, mimari tarz, yapım sistemi vb.),
- Yapıların işlevlerini Uluslararası standartlara (ISO) göre kesin olarak tanımlamak çok zordur. Çünkü bir yapının işlevi, teknik yapısı (yapım tekniği) ile olduğu kadar, verdiği hizmetle de tanımlanabilir,
- Yapı ürünlerinin (yapı malzeme ve bileşenlerinin) değerlendirilmesi için ISO' ya uygun bir işlevsel birim oluşturabilmek her zaman mümkün olmayabilir.

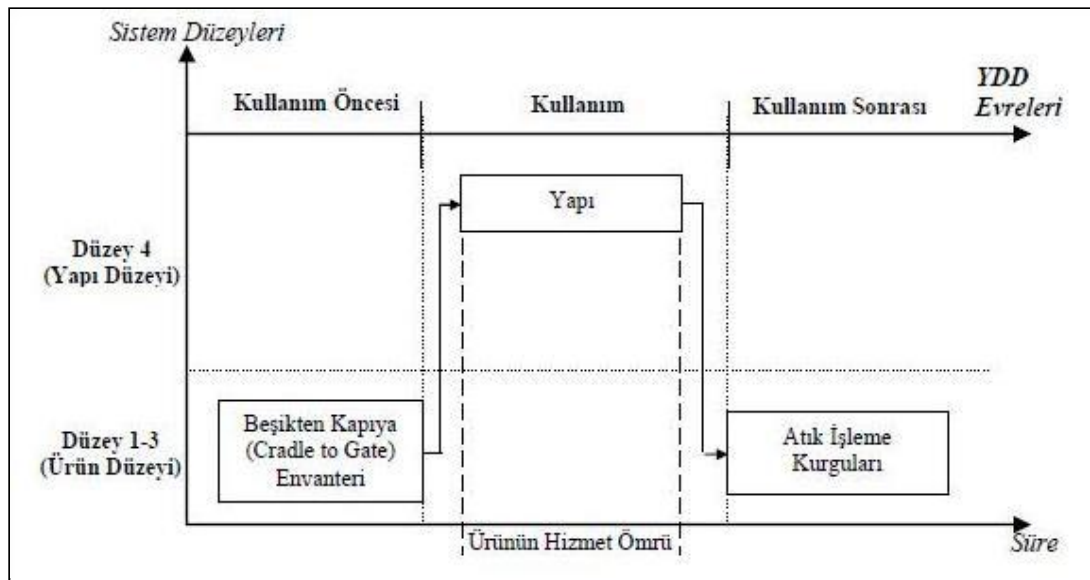
- Enerji ve bakım-onarım kurgularının kurgulanabilmesi için, hizmet ömrü açısından karşılaştırıldığında, yapıların diğer tüketim maddelerine oranla çok daha uzun ömürlü hizmet ömrüne sahip olduğu görülmektedir,
- Uzun hizmet ömründen dolayı, yapıların çevresel etkileri en çok kullanım evresinde oluşmaktadır,
- Aynı yapı sisteminde kullanılan, aynı işlevlere sahip farklı yapı ürünlerinin hizmet ömürleri de birbirinden farklı olmaktadır (örn. kullanılan iki farklı ısı yalıtım malzemesinin hizmet ömürleri de birbirinden farklı olmaktadır),
- Aynı yapı sisteminde kullanılan farklı işlevlere sahip, aynı yapı ürünlerinin ömürleri de birbirinden farklıdır (örn. ahşap yapı malzemesinin, yer döşeme kaplaması veya taşıyıcı sistem elemanı olarak kullanımı durumlarında hizmet ömürleri de birbirinden farklı olmaktadır),
- Uzun hizmet ömrüne sahip yapı ürünlerinin geridönüşüm ve yeniden kullanım potansiyelinin, yaşam sonu kurguları üzerinde etkileri vardır.

Yapım sektöründe yapı malzeme ve bileşenlerinin ya da tüm yapının (tüm yapım süreçlerinin) çevresel etki değerlendirmesi ve/veya enerji kullanım analizleri için uygulanan ve sürdürülebilirliğin yapım sektöründe gerçekleştirilmesine yönelik önemli bir adım olan YDD yönteminin uygulanmasında yapıların yaşam döngüsü evrelerine göre sistem düzeylerinin belirlenmesi, yöntemin daha kolay ve doğru bir şekilde uygulanması açısından yarar sağlamaktadır. Şekil 4.4’ te bir yapı ürününün yaşam döngüsü şematik olarak gösterilmektedir. Yaşam döngüsünün dört sistem düzeyine yerleşen altı evresi vardır. YDD evreleri ürünün yaşam döngüsünde kronolojik olarak sıralanan evrelerle, sistem düzeyi ise ürünün yapıya katıldığı düzeylerle ilgilidir. Yapı Sektöründe YDD yönteminin kullanılabilmesi için yapı ürünlerinin işlevsel birimlerinin (Bkz. Bölüm 4.2.2.1.) belirlenmesi çok önemli bir noktadır. Ancak kullanım evresi öncesinde yapı ürünlerinin işlevsel birimlerinin belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle yöntemin uygulanabilirliği için Şekil 4.4’ de tanımlanan şema sadeleştirilmiştir (Çelebi ve Aydın, 2005). Yöntemin yapılara pratikte uygulanabilirliğini sağlamak için sadeleştirilen YDD evreleri ve sistem düzeyleri şematik olarak Şekil 4.5’ te gösterilmektedir. Bu sadeleştirmeye bir yapı ürününün yaşam döngüsü “ürünün yapıya montajı öncesi (beşikten kapıya)”, “ürünün

yapıda kullanımı evresi ve “ürünün yapıdan atımı sonrası” olmak üzere üç evreye ve sistem düzeyleri de “yapı düzeyi” ve “ürün düzeyi” olmak üzere iki üst sistem düzeyine indirgenebilmektedir. Yapı düzeyi, ürünün kullanım evresindeki düzeydir. Bu düzeyde ürün, diğer ürünlerle birlikte bir işleve hizmet eder. Ürün düzeyi, ürünün kullanım öncesi veya sonrasındaki düzeydir. Bu düzeyde ürün bir işleve hizmet etmez (Çelebi ve Aydın, 2005).



Şekil 4.4 Bir Yapı Ürününün Yaşam Döngüsü Evreleri ve Sistem Düzeyleri (Çelebi ve Aydın, 2005, s. 5)



Şekil 4.5 YDD'nin Yapılarda Kullanılabilirliği İçin Sadeleştirilmiş YDD Evreleri ve Sistem Düzeyleri (Çelebi ve Aydın, 2005, s. 5)

Yapı düzeyinde yapılan YDD çalışması, bir yapının tasarımında (örn. tasarım aşamasında malzeme seçimi vb.), mevcut bir yapının işlevinin değiştirilmesi aşamasında ya da mühendislikle ilgili teknik (örn. taşıyıcı sistem seçimi, ısıtma-soğutma-havalandırma sistem ve ekipmanlarının seçimi vb.), çevresel etki ve enerji tüketimi gibi konularda destek sağlayarak, karar verme sürecine yardımcı olmakta ve süreci hızlandırmaktadır. Bu şekilde yapılar gerek fiziksel yapısı gerekse işlevine göre esnek bir yöntemle değerlendirilebilmektedir. Ürün düzeyinde yapılan değerlendirme ise, yapı düzeyindeki YDD' ye girdi oluşturmakta veya ürünlerin çevresel etki açısından karşılaştırılmasına, iyileştirilmesine ve geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bu şekilde yapı malzemeleri veya bileşenleri bazında değerlendirme yapılabilmektedir. Bu değerlendirme için öncelikle yapı ürünlerinin işlevsel birimlerinin belirlenmesi gerekmektedir. İşlevsel birimi bilinmeyen bir ürün için YDD yöntemi uygulanamamaktadır (Borg, 2001; Çelebi ve Aydın, 2005).

YDD'nin yapı endüstrisindeki öneminin ve uygulamalarının daha iyi anlaşılabilmesi için bu yönde yapılmış örnek çalışmaların aktarılmasına gerek duyulmaktadır. Örneğin Adalberth, Almgren ve Petersen (2001) İsveç' de bulunan farklı yapı karakterlerine sahip dört adet konutun yaşam döngüsü değerlendirmesini analiz etmiştir. Yapılan YDD çalışmalarında **işlevsel birim olarak kullanılabilir zemin kat alanı m<sup>2</sup>** si (tüm projeler için ortak değerlendirme birimi) seçilmiştir. YDD çalışması için elektrik kullanım seçenekleri, yapı malzemesi verileri ve enerji kullanımları olmak üzere üç kriter belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda en fazla çevresel etkiye neden olan kriterin elektrik kullanım seçenekleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuca ek olarak bina yaşam döngüsünün hangi evresinin en fazla çevresel etkiye neden olduğu araştırılmış ve bunun sonucunda da bina yaşam ömrünün elli (50) yıl olduğu varsayılarak en fazla çevresel etkinin binanın **kullanım evresinde** meydana geldiği saptanmıştır. Ayrıca bina yaşam döngüsündeki toplam enerji tüketiminin % 85' inin kullanım evresinde, % 15' inin de üretim evresinde olduğu belirlenmiştir (Adalberth, Almgren ve Petersen, 2001).

Binaların yaşam döngüsü değerlendirmesine yönelik yapılan çalışmalardan bir diğeri Peuportier (2001) tarafından yapılmıştır. Peuportier Fransa’ da farklı özellikteki üç yerleşim yerinde yer alan üç farklı konutu değerlendirmeye almıştır. Değerlendirme 1 m<sup>2</sup> yaşama alanı YDD değerlendirmesinde İşlevsel Birim olarak belirlemiştir. Seçilen örnekler için YDD analizleri için farklı yapı malzemelerinin kullanıldığı yapım sistemleri (örn. ahşap, beton), ısıtma için kullanılan enerji türü (örn. gaz, elektrik) ve ahşabın taşıma (yapı alanına ulaştırma) mesafesi gibi üç konut için ortak değerlendirme ölçütleri belirlenmiştir. YDD uygulanacak binaların çevresel etkilerinin analizi için EQUER değerlendirme aracı kullanılmış. Envanterler Oekoinventare veritabanından çıkartılmış.

Hem Adalberth’ in hem de Peuportier’ in yapmış oldukları YDD çalışmalarında ortak sonuç kullanılan ana konstrüksiyon elemanlarının malzemesi beton olduğunda küresel ısınma potansiyeli (global warming potential) ve asitleşme (acidification) etkileri en fazla olmaktadır. Elde edilen bu sonuç doğrultusunda Ortiz, Castells ve Sonnemann (2007) yapım öncesi evrede düşük çevresel etkiye sahip yapı malzemelerinin seçilmesi gerektiğine işaret etmektedirler. Yine Peuportier’ in çalışması sonucunda ortaya çıkan bir diğere sonuç binaların yapım öncesi evre ve kullanım evresinde enerji tüketim oranının en büyük değerde olduğudur. YDD çalışması sonucunda ortaya çıkan verilerle binaların yaşam döngülerinde kullanım evresi boyunca biyoiklimsel koşullar nedeniyle Isıtma-Soğutma-Havalandırma sistemlerinin (HVAC) enerji gereksinimlerinin çok fazla olduğu, bu nedenle de tasarım aşamasında HVAC sistem ekipmanlarının seçiminde enerji tüketimi, bakım-onarım sıklığı vb. özelliklerin göz önünde bulundurulması gerektiği belirtilmektedir.

Peuportier’ in çalışmasıyla paralellik içeren bir çalışma da Arjen (2005) tarafından Hollanda’ da yapılmıştır. Arjen seçtiği bir konuta uyguladığı YDD uygulaması ile kullanım evresinde yapı malzemelerinin kullanıcı sağlığına etkilerini belirlemeyi hedeflemiştir. Çalışma sonunda kullanım evresinde yapı malzemelerinden kaynaklanan radon gazı salınımının % 59’ luk bir oranla insan sağlığına en fazla olumsuz etkide bulunan etken olduğu, gama ışınımı yapan elementlerin oranının

% 38.7, formaldehit oranının ise % 0.8 olduğu yapılan YDD uygulamasıyla ortaya çıkmıştır (Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2007).

Junnila (2004) 24000 m<sup>2</sup> toplam inşaat alanına sahip bir ofis yapısının yaşam döngüsü değerlendirmesini yapmıştır. Envanter evresinde 130 farklı bina bölümü ve 50 farklı yapı malzemesi grubu tanımlamıştır. Ofis yapısının kullanım evresi elektrik enerjisi tüketimi, ısıtma için tüketilen enerji ve diğer servisler (su kullanımı, atık su oluşturma vb.) olarak farklı gruplarda değerlendirilmiştir. Enerji tüketim hesaplamaları Isıtma-soğutma-havalandırma sistemleri (HVAC) ve elektrik sistemi performanslarına göre belirlenmiş, çalışmada enerji performansı WinEtana enerji simülasyon programı kullanılmış. Yapının çevresel etki değerlendirmesi için iklim değişikliği, aşitleşme, ötrifikasyon, ağır metaller vb. etki sınıfları belirlenmiş. YDD için Kcl-Eco yazılımı Ecoindicator 95 ile birlikte kullanılmıştır. Envanter analizi için veriler Finnish LCA veritabanından (enerji hesapları için), LIPASTO, Eco 1999, SimaPro ve Boustead' dan sağlanmış. Çalışma sonucunda ortaya çıkan verilerle kullanım (işletim) evresindeki elektrik kullanımının en fazla çevresel etkiye neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Ortiz, Castells ve Sonnemann, 2007).

Yukarıda YDD' nin yapı sektöründe kullanımına yönelik olarak geliştirilen yaklaşımlar ve YDD yönteminin yapı ve yapı ürünlerine uygulandığı örnek çalışmalar aktarılmıştır. Aktarılan bilgiler ve incelenen örneklerden elde edilen bulgular ışığında ürünlerin çevresel performans ölçütlerine göre değerlendirilmesini ve karşılaştırılmasını sağlayan YDD yönteminin yapı endüstrisinde kullanılabilirliği için, yapıların kullanım evresindeki çevresel etkilere ilişkin verilere ulaşmak gerekmektedir (Ortiz, Francesc ve Sonnemann, 2009; Çelebi ve Aydın, 2005). Çünkü yapı ürünü bilgileri “ürün düzeyi” ile sınırlandırılırsa, yani ürünün yapıdaki işlevi bilinmiyorsa, karşılaştırmalı bir YDD çalışması yapmak mümkün değildir. Bu tip bir çalışma için, yapı ürününün işlevinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu da ancak kullanım evresinde mümkün olmaktadır. Kullanım evresinde yapı ürünlerinin karşılaştırmalı analizinin yapılabilmesi için: kullanım evresinde enerji kullanımı, bakım-onarım ürünleri ve salınımlar gibi akışlar için yaşam döngüsü envanter verileri elde edilmelidir, yapı ürünleri için ürün düzeyinde yaşam döngüsü envanter



verileri elde edilmelidir, yapıya özgü olan beklenen hizmet ömrü ve bakım-onarım aralıkları gibi veriler elde edilmelidir. Yani çevresel performansı yüksek bir yapı ürününün seçilebilmesi için yapı düzeyindeki bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır (Çelebi ve Aydın, 2005).

Kısacası kullanım evresi dikkate alınmadığı sürece çevresel performansı yüksek bir yapı ürününün seçimi de mümkün olamamaktadır. Kullanım evresi, yapının enerji kullanımı ve bakım-onarımı, iç ve dış mekana yayılan salınımlardan dolayı birçok çevresel etkiye sebep olmaktadır (Çelebi ve Aydın, 2005). Bu nedenle yapının özellikle kullanım evresindeki çevresel etkilerinin YDD yöntemiyle belirlenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak YDD yöntemiyle yapıların çevreye olumsuz etkilerinin belirlenmesiyle tasarımcı, üretici ve kullanıcının çevre bilincinin artması gerçekleşecektir. YDD ile özellikle mimarlar ve mühendisler tasarımlarında kullandıkları malzemeler hakkında bilgi sahibi olabilecek (malzemelerin üretim süreçlerindeki enerji tüketim miktarı – gömülü enerjileri, CO<sub>2</sub> emisyonları vb.) ve böylelikle uygun yapı malzemeleri daha kolay ve daha doğru bir şekilde seçilebilecektir.

Çevresel bilincin artarak çevre korumaya ilişkin zorunluluklar ve yeni düzenlemelerin gündeme gelmesiyle de yapı endüstrisinde çevresel performansı yüksek yeni ürün ve üretim teknolojilerinin geliştirilmesine olanak sağlanabilecektir. Bu nedenle YDD yönteminin iyi anlaşılması önem kazanmakta ve pratik kullanımına yönelik ülkelerin kendi koşullarına uygun yasal düzenlemeler yapması, veri tabanı oluşturması, araç/model/yöntem geliştirmesi gerekmektedir.

#### ***4.2.2 Yaşam Döngüsü Değerlendirmeye – YDD Yönelik Geliştirilen Modeller ve Sınıflandırması***

Yapı endüstrisinde sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik çözüm olarak ön plana çıkan YDD yönteminin uygulamalarda kullanılabilirliğini sağlamak için bir diğer ifadeyle ortalama 50–60 yıllık hizmet ömrü olduğu varsayılan binaların yaşam döngülerindeki süreçleri değerlendirebilmek ve çevresel etki, enerji ve kaynak tüketimi konularında uygun çözümler üretebilmek için doğru ve uygun bir envanter oluşturmak gerekmektedir. Doğru bir envanter için geçerli veritabanları ve yazılımlara ihtiyaç vardır. Çünkü veri toplamak sistemlerin çevresel etkilerini anlamamıza olanak sağlayan YDD yaklaşımının en fazla zaman alan aşamasıdır. Günümüzde YDD' nin hayata geçirilebilmesi için ülke yönetimlerinin veya özel kuruluşların desteğiyle Uluslararası araştırma enstitüleri tarafından geliştirilen ve günümüzde yaygın olarak kullanılan yaşam döngüsü değerlendirme modelleri bulunmaktadır.

Geliştirilen bu modeller literatürde yaşam döngüsü değerlendirme araçları/metotları/modelleri, çevresel etki değerlendirme araçları, bina çevresel değerlendirme araçları olmak üzere farklı şekillerde adlandırılmaktadır. Bu tez kapsamında Yaşam Döngüsü değerlendirme modelleri ya da araçları tanımlaması kullanılmaktadır.

Reijnders ve van Roekel (2001)' a göre bu modeller temelde **niteliksel** ve **niceliksel** olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Niteliksel modeller BREEAM, LEED, SB Tool, CASBEE, Eco-Profile gibi binaları belirli kriterlere göre değerlendiren sertifika programlarıdır. ATHENA, ENVEST, BEES, GaBi gibi niceliksel modeller ya da araçlar ise, yazılım tabanlı olup fiziksel yaşam döngüsü yaklaşımıyla madde ve enerji akışlarıyla ilişkili girdi ve çıktı verilerinin nicelik olarak belirlenmesine, hesaplanmasına yöneliktir ve değerlendirmeyi belirli kurum ve kuruluşlar tarafından oluşturulmuş veritabanlarından elde edilen verilerle yaparlar. Sonuç olarak farklı özelliklere sahip bu araçlar yaşam döngüsü değerlendirme modelleri ya da araçları

başlığı altında toplanmaktadır (Reijnders ve van Roekel, 1999; Erlandsson ve Borg, 2003).

Yazılım tabanlı, niceliksel YDD araçları genellikle yapıların tasarım aşamasında malzeme ve ürün seçimi, servis sistemi seçeneklerinin değerlendirilmesi gibi amaçlarda kullanılmaktadır. Kriterlere dayalı, niteliksel YDD modelleri ise, yapıları belirli parametreler altında belirlenen kriter puanlarına göre değerlendirmekte ve sonuç puan düzeyine göre yapılar sertifikalandırılmaktadır. Kriterlere dayalı YDD modellerinin diğer bir adlandırması da bina derecelendirme sistemleri şeklindedir.

Yapıların çevresel etkilerini YDD ile ölçen veya değerlendiren, bina çevresel performans araçları olarak da adlandırılan Yaşam Döngüsü Değerlendirme modelleri, Royal Melbourne Teknoloji Enstitüsü (Royal Melbourne Institute of Technology–RMIT) ve ATHENA Enstitüsü (The ATHENA Institute) tarafından iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır.

#### **Royal Melbourne Teknoloji Enstitüsü (RMIT) tarafından yapılan sınıflandırma:**

Royal Melbourne Teknoloji Enstitüsü (RMIT) tarafından yapılan sınıflandırmada Bina Yaşam Döngüsü Değerlendirme Araçları (Building LCA Tools) başlığı altında sistem altı kategoriye ayrılmıştır (RMIT, 2001). Bu kategoriler;

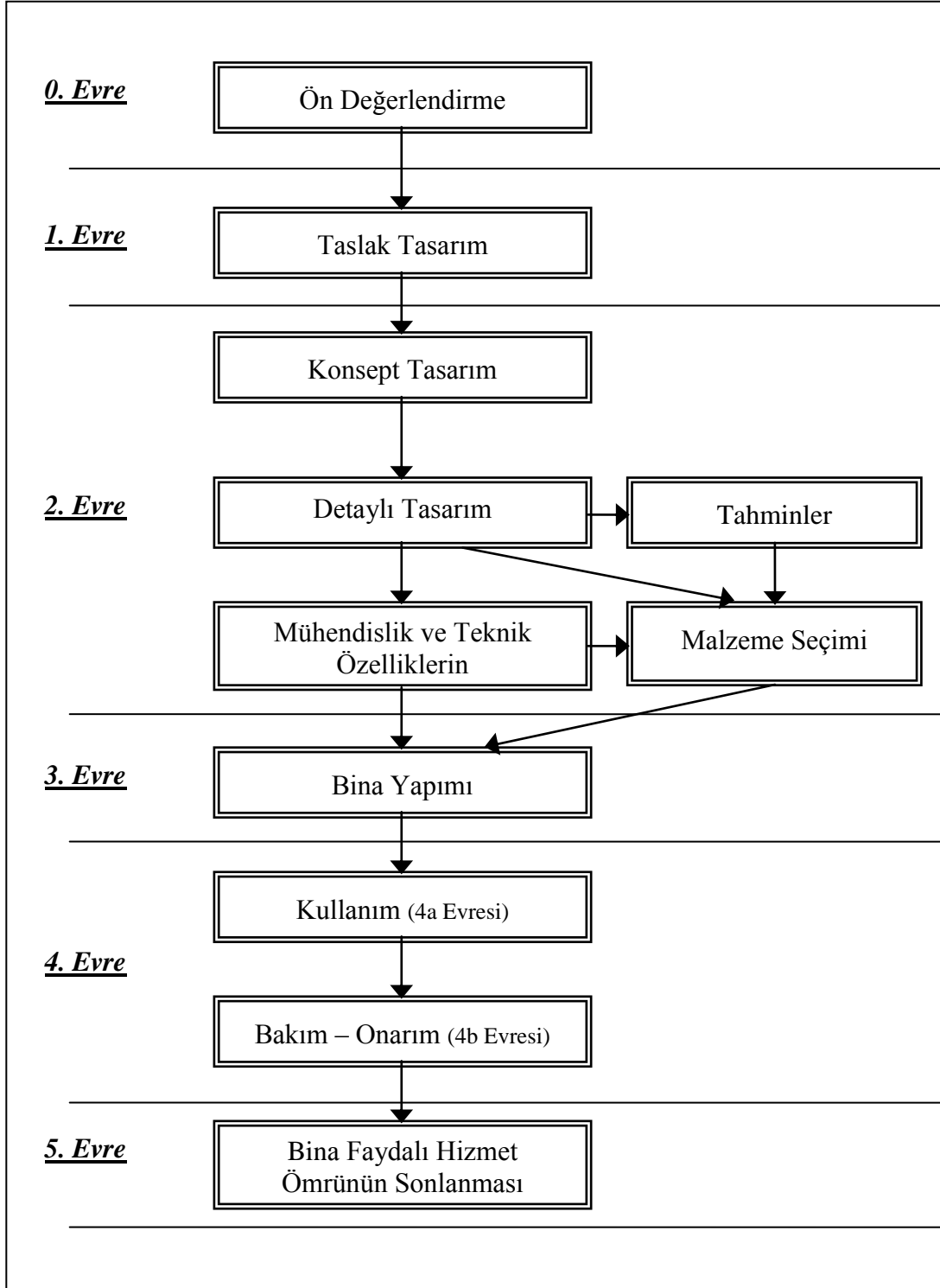
1. Detaylı YDD Modelleme Araçları (Detailed LCA Modelling Tools)
2. YDD Tasarım Araçları (LCA Design Tools)
3. YDD CAD Araçları (LCA CAD Tools)
4. Yeşil Ürün Rehberleri ve Kontrol Listeleri (Green Product Guides and Checklists)
5. Bina Değerlendirme Planları (Building Assessment Schemes)
6. Gömülü Enerji–Girdiler/Çıktılar (Embodied Energy – Input/Output) şeklindedir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 RMIT YDD Araçları Sınıflandırması (RMIT, 2001)

<b>Bina Yaşam Döngüsü Değerlendirme Araçları</b>		
<b>RMIT YDD Araçları Sınıflandırması</b>	<b>Kategoriler (Sınıf)</b>	<b>Örnekler</b>
	<b>1. Detaylı YDD Modelleme Araçları (Detailed LCA Modelling Tools)</b>	SimaPro, TEAM, GaBi, ECO-QUANTUM, ATHENA, BEES
	<b>2. YDD Tasarım Araçları (LCA Design Tools)</b>	EcoScan, Envest UK, ECOit, LCAiT
	<b>3. YDD CAD Araçları (LCA CAD Tools)</b>	LCAid, ECOTECT, Energy 10, EQUER,
	<b>4. Yeşil Ürün Rehberleri ve Kontrol Listeleri (Green Product Guides and Checklists)</b>	BREEAM, LEED US, BEPAC, CASBEE, EPM
	<b>5. Bina Değerlendirme Planları (Building Assessment Schemes)</b>	SBTool, DOE 2.2, ECOPROFILE
	<b>6. Gömülü Enerji–Girdiler/Çıktılar (Embodied Energy – Input/Output)</b>	Carnegie Melon web based I/O model, NIRM

RMIT tarafından 2001 yılında hazırlanan, Bina ve Yapım Endüstrisinde YDD Araçları, Veri ve Uygulamaları Raporunda (LCA Tools, Data and Application in the Building and Construction Industry) altı (6) kategoride sınıflandırılan YDD araçlarının, yine RMIT tarafından geliştirilen Bina Yaşam Döngüsü Modelinde belirlenen evrelerde kullanımına yönelik bir çalışma hazırlanmıştır.

Bu çalışmada RMIT bir binanın yaşam döngüsünü altı evreye ayırmakta (0,1,2,3,4,5 olmak üzere) (Şekil 4.6) ve her bir evrede Tablo 4.3’ de sınıflandırması yapılan YDD araçlarının kullanımını belirtmektedir (Tablo 4.4). YDD araçlarının sürdürülebilir bina tasarım ve yapım süreçlerine nasıl entegre olabileceğinin anlaşılabilmesi açısından bu şema ve tabloya yer verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir (RMIT, 2001).



Şekil 4.6 RMIT Tarafından Hazırlanan Bina YDD Evreleri Modeli

Tablo 4.4 RMIT YDD Araçları Sınıflandırması (RMIT, 2001)

		Bina YDD Evreleri					
		0-1	2	3	4a	4b	5
Sınıf	YDD Araçları	Taslak	Tasarım	Yapım	Kullanım	Bakım	Yaşam Sonu
1	Detaylı YDD Modelleme Araçları		√			√	√
2	YDD Tasarım Araçları		√			√	√
3	YDD CAD Araçları		√				
4	Yeşil Ürün Rehberleri ve Kontrol Listeleri		√	√			
5	Bina Değerlendirme Planları	√	√	√	√		√
6	Gömülü Enerji-Girdiler/Çıktılar	√	√				

Yukarıdaki tabloya göre (Tablo 4.4);

**0-1. Evre:** Bu evre taslak tasarımın yapıldığı evredir. Bu evrede müşteri binanın tipine, işlevine ve hangi kriterleri karşılaması gerektiğine karar vermektedir. Bu evrede YDD perspektifinden en temel bina girdileri taslak olarak belirlenebilir. Örneğin müşteri istediği binanın ortalama hizmet ömrünün 100 yıl ve bina derecelendirme sistemine göre 5 yıldız' a sahip olmasını isteyebilir, ya da düşük bakım-onarım gerektiren, yenilenebilir kaynaklardan üretilen ve faydalı hizmet ömrü sona erdiğinde geri dönüştürülebilir özellikte malzemelerin kullanılmasını isteyebilir.

**2. Evre:** Tasarım evresidir. Müşteri istekleri doğrultusunda şekillenen taslak tasarımın bina tasarımına dönüştürüldüğü evredir. Bu evre bina yaşam döngüsü boyunca oluşacak çevresel etkilerin çok büyük oranda belirlendiği evre olması açısından çok önemlidir. Bu nedenle bu evrede YDD araçlarının (Tablo 4.4) kapsamlı bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

**3. Evre:** Binanın yapım evresidir. En fazla çevresel etki inşaat sırasında oluşan atık nedeniyle olmaktadır. Yapım sırasında gerekli malzeme ihtiyacı (miktar olarak)

kararları tasarım aşamasında yapılan değerlendirmelerle belirlenebilmektedir. Bu değerlendirmeler aynı zamanda yapım süreci boyunca çevresel stratejilerin uygulanabilmesi açısından önemlidir. Birçok rehber ve kontrol listeleri (Tablo 4.3 , 4.4) ile inşaat aşamasında atık sorununun nasıl çözümlenebileceği ve malzemelerin yeniden kullanım ve geri dönüşümünün ne şekilde sağlanabileceği vb. konularında yol gösterici olmaktadır.

**4. Evre:** Kullanım ve bakım-onarım evreleridir. Kullanım evresi kullanıcıların binayı kullandıkları evredir. Bu evrede binanın bakım ve kullanımına yani işletilmesine yönelik genel rehberlere başvurulması gerekmektedir (Tablo 4.3, 4.4). Enerji ve su kullanımı sonucu meydana gelen önemli etkiler bu evrede olmaktadır. Bu evredeki bir diğer önemli etki de atık oluşumudur. Bakım-Onarım evresinde, bina yaşam döngüsünde malzemelerin onarımı sırasında çevre açısından çok büyük etkiler oluşmaktadır. Bu nedenle malzemenin kullanım ömrünün uzun olması, sık sık bakım-onarım gerektirmemesi vb. kriterleri sağlayacak özellikte seçimi için tasarım aşamasında karar vermede genel rehberler, YDD ve Tasarım araçları kullanılmalıdır (Tablo 4.3, 4.4).

**5. Evre:** Binanın faydalı hizmet ömrünün sona erdiği evredir. Yapı elemanlarının geridönüşümü, yeniden kullanımı ve atılması için uygun rehberler kullanılarak iyi bir atık yönetimi sağlanmalıdır (Tablo 4.3, 4.4).

#### **ATHENA Enstitüsü tarafından yapılan sınıflandırma:**

YDD araçlarının sistematik olarak sınıflandırılması konusunda ATHENA Enstitüsü tarafından geliştirilen sınıflandırma modelinde ise, YDD araçları dört (3) düzeyde ele alınmıştır (Tablo 4.5). Bu düzeyler;

**Birinci Düzey** – Ürün karşılaştırma araçları ve bilgi kaynakları,

**İkinci Düzey** – Tüm bina karar destek araçları veya tasarım araçları olarak da adlandırılmaktadır,

**Üçüncü Düzey** – Tüm bina çerçeve veya sistem değerlendirmesi (Tablo 4.5).

Tablo 4.5 ATHENA Enstitüsü YDD Araçları Sınıflandırması

Bina Yaşam Döngüsü Değerlendirme Araçları	
Kategoriler	Örnek Araçlar
<b><i>Birinci Düzey</i></b> – Yapı Ürünlerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Araçlar ve Bilgi Kaynakları	BEES (ABD), SimaPro, TEAM, GaBi(Almanya), Boustead (Kanada), PEMS (Kanada),
<b><i>İkinci Düzey</i></b> – Tüm Bina Karar Destek Araçları (Tasarım Araçları)	ATHENA (Kanada), Envest (İngiltere), EQUER (Fransa), LISA (Avusturya), ECO-QUANTUM (Danimarka), Green Building Advisor (ABD), DOE2 (ABD)
<b><i>Üçüncü Düzey</i></b> – Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi (Bina Çevresel Değerlendirme Sistemleri)	BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika), CASBEE (Japonya), SB TOOL (Uluslararası), HK-BEAM (Hong Kong), BEPAC (Canada), SPIRIT, SEDA, EcoEffect, ECOPROFILE, ESCALE, SPEAR

Bu tez çalışmasında, sürdürülebilir yapıya yönelik geliştirilen yaklaşımların anlatılmasında, daha bütünsel, sade ve kolay anlaşılır olarak görüldüğü için ATHENA Enstitüsü tarafından yapılan sınıflandırmanın kullanılması uygun görülmüştür.



#### 4.2.2.1 Birinci Düzey – Yapı Ürünlerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Araçlar ve Bilgi Kaynakları

Çevresel yapı malzemelerinin üretilerek tasarımcılar ve kullanıcılar tarafından tercih edilmesi önemlidir. Yapı malzemeleri hammadde ediniminde doğal kaynakların tüketilmesine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olabilmektedir. Yapı ürünlerinin üretimi ve ulaştırılmasında enerji harcanmakta ve bu sırada küresel ısınma, asit yağmurları vb olumsuz çevresel problemler oluşmaktadır. Bu ürünlerin yapıya uygulanmasından sonra kullanım aşamasında yapı içi hava kalitesinin düşük olması da kullanıcıların sağlığını olumsuz olarak etkilemektedir. Çevresel yapı ürünlerinin seçimi ile bu olumsuz koşulların giderilebileceği düşünülmektedir. YDD ile yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve bu etkilerin azaltılması mümkündür. Bu amaca yönelik olarak geliştirilen YDD araçları ürün üreticileri, tasarımcılar ve kullanıcılar için karşılaştırmalı değerlendirme olanağı sağlayarak çevresel yapı ürünlerinin seçimi konusunda karar vermede destek sağlamaktadır (Ding, 2007). Yazılım tabanlı olan bu araçlar, yapı ürünlerinin çevresel etkilerini belirlerken çeşitli ülkeler ve kuruluşlar tarafından oluşturulmuş veritabanlarından girdi ve çıktı akışına yönelik bilgi toplarlar.

Tablo 4.5’ te görüldüğü gibi, yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilerek karşılaştırılmalarına yönelik birçok ülkede çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından geliştirilmiş birçok YDD aracı bulunmaktadır. Bu tez kapsamında bu modellerden dünyada yaygın olarak kullanılan BEES ve GaBi modelleri detaylı olarak incelenmektedir.

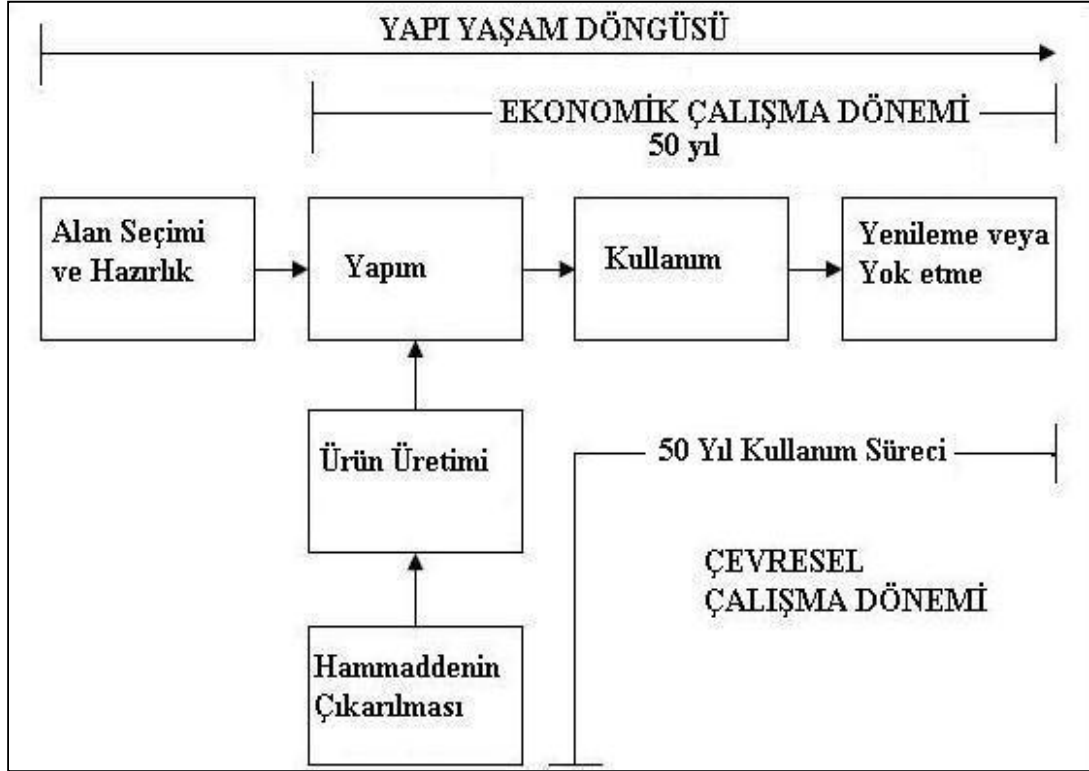
*4.2.2.1.1 BEES Modeli (Building for Environmental and Economic Sustainability- Yapılar için Çevresel ve Ekonomik Sürdürülebilirlik).* BEES 1994 yılında ABD Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (National Institute of Standards and Technology – NIST) Sağlıklı ve Sürdürülebilir Yapılar Programı (Healthy and Sustainable Buildings Program) tarafından, çevresel ve ekonomik performans açısından etkin yapı ürünlerinin geliştirilmesi ve bu ürünlerin yapı ürünü üreticisi, tasarımcısı ve kullanıcısı tarafından bilinçli şekilde seçilmesine yardımcı olmak

amacıyla geliştirilmiş bir YDD modelidir. BEES Modeli 1997 yılında ABD Çevresel Koruma Derneği (U.S. Environmental Protection Agency – EPA) tarafından desteklenmeye başlanmıştır (NIST, 2008).

BEES Modeli, yaşam döngüsü yaklaşımıyla yapı ürünlerinin bütün yaşamı boyunca çok yönlü çevresel ve ekonomik etkilerini belirlemeye yönelik geliştirilmiş bir karar destek yazılımıdır. Ürünlerin çevresel performansını YDD Yöntemi ve ISO 14040 standart serisini, ekonomik performansı ise ASTM (American Society of Testing and Materials) standartlarından Yaşam Döngüsü Maliyeti – YDM (Life Cycle Cost – LCC) yöntemini kullanarak ölçmektedir (Lippiatt, 2007; Taygun, 2005). Ayrı ayrı ölçümü yapılan bu iki performans değerlendirmesinden sonra bir de toplam performans hesaplaması yapılmaktadır. Yapı ürünlerinin çevresel ve ekonomik performans ölçümlerini yapan BEES Modeli şu adımlardan oluşmaktadır (Lippiatt, 2007).

- Çevresel Performans
  - Amaç ve kapsam tanımı
  - Envanter analizi
  - Etki değerlendirmesi
  - Değerlendirmenin yorumlanması
- Ekonomik Performans
- Toplam performans

**Çevresel performans adımı**nda; ürünün yaşam döngüsündeki tüm süreçleri ve bu süreçlerde oluşan çevresel etkilerin ölçülmesi hedeflenmektedir. Modelde ürünün yaşam döngüsü süreçleri; hammadde edinimi, ürünün üretimi, taşınması, yapıya uygulanması, kullanım ve yapı faydalı ömrünün bitmesiyle yenileme veya yok etme şeklinde tanımlanmaktadır (Şekil 4.7).



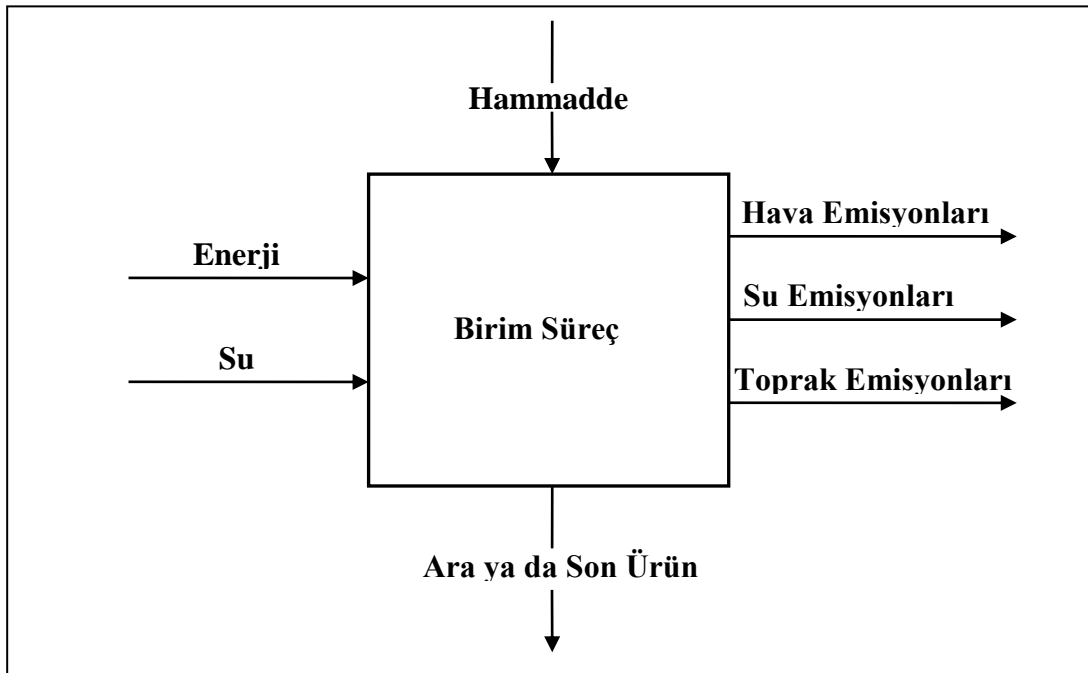
Şekil 4.7 BEES modeliyle yapı ürününün çevresel ve ekonomik performanslarının ölçülmesi için tanımlanan çalışma evreleri (Lippiatt, 2007)

Çevresel yaşam döngüsü değerlendirmesinin özelliği; kapsamlı ve çok yönlü bir konu alanına sahip olmasıdır. Yapılar ve yapı ürünleri tek bir yaşam döngüsü sürecine ya da çevresel etkiye bağlı olarak değerlendirilmektedir. Örneğin, bir ürün geridönüşümünde bir sorun yoksa ‘sürdürülebilir’ veya ‘yeşil’ olarak ya da uygulama ve kullanım sırasında VOCs yayıyorsa ‘sürdürülebilir olmayan’ veya ‘yeşil olmayan’ ürün şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu tek yönlü değerlendirme ölçütü yanlış bir değerlendirme yapabilmeye neden olabilmektedir. Çünkü diğer süreç ya da çevresel etkilerdeki olası olumsuzluklar yok sayılmış olmaktadır (Taygun, 2005). BEES Çevresel performans adımları; amaç ve kapsamın tanımlanması, envanter analizi, etki değerlendirmesi ve değerlendirmenin yorumlanması şeklindedir.

BEES – YDD’ nin amacı; ABD’ de satılan yapı ürünü seçeneklerinin çevresel ve ekonomik performans puanlarını oluşturmak ve böylelikle çevreyle dost, ekonomik yapı ürünlerinin seçilmesi ve yapıda kullanılmasına yardımcı olmaktır. BEES

modelinde ağırlık, enerji ve maliyet olmak üzere üç karar ölçüt birimi kullanılmaktadır.

YDD' ye göre değerlendirme sisteminde yer alan girdi ve çıktı akışı ve bunların tanımlanması, gruplandırılması aşaması olan envanter analizi ve bilgi sınıflamaları BEES – YDD' ye göre dört grupta toplanmıştır. Hava, su, toprak ve diğer emisyonlar olarak tanımlanan bu bilgi sınıfları Şekil 4.8' de gösterilmektedir.



Şekil 4.8 BEES modeliyle yapı ürününün çevresel ve ekonomik performanslarının ölçülmesi için tanımlanan çalışma evreleri (Lippiatt, 2007)

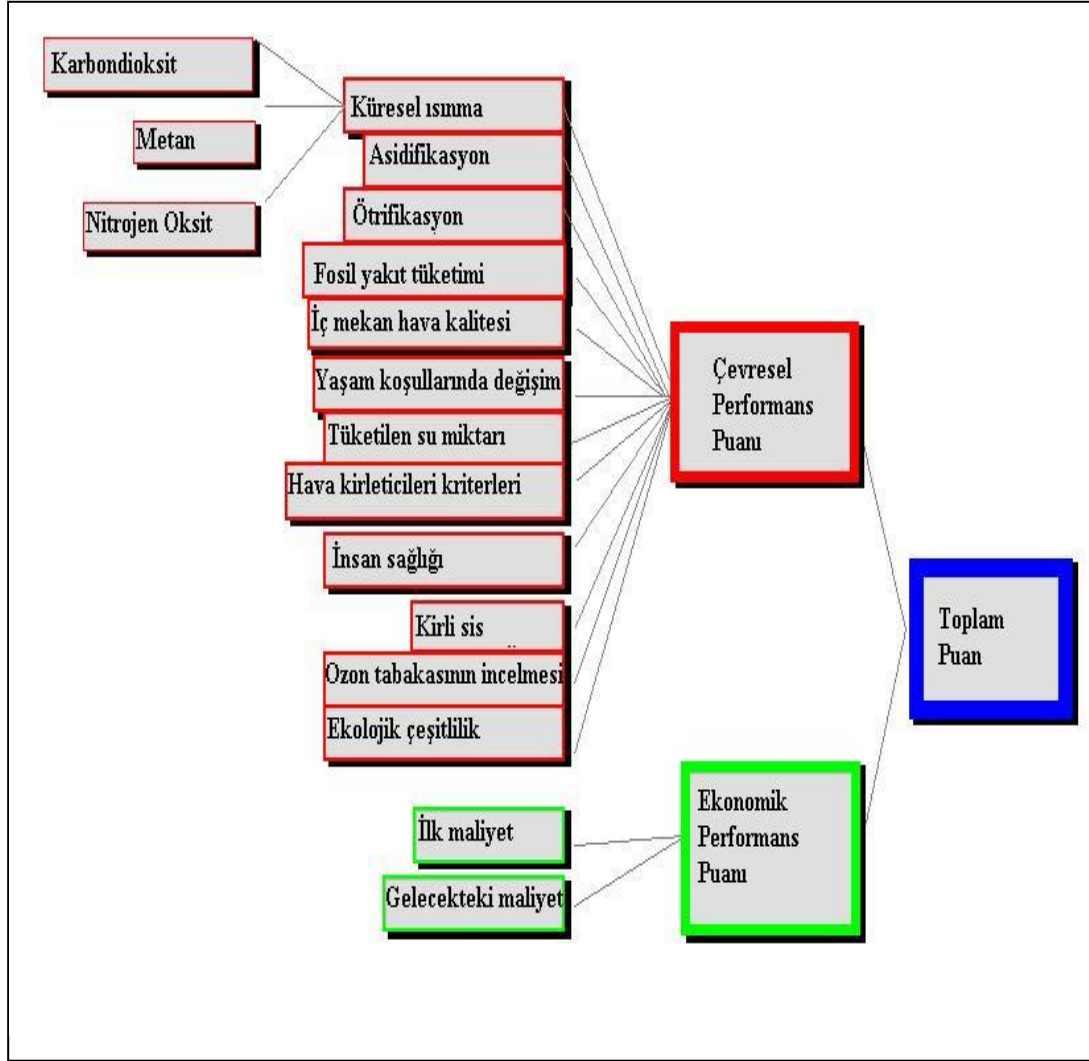
BEES – YDD etkilerin değerlendirmesinde, SETAC tarafından geliştirilen ve tanımlanmış çevresel etkilere katkıda bulunan envanter sınıflamasının yapıldığı, örneğin küresel ısınmaya neden olan sera gazları emisyonlarının CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub> şeklinde tanımlanarak sınıflandırılmasında “çevresel problemler yaklaşımını” kullanmaktadır (Lippiatt, 2007). BEES modelinde bu şekilde toplam on iki adet etki alanı (küresel ısınma, asidifikasyon, ötrifikasyon, fosil yakıt tüketimi, iç mekan hava kalitesi vb.) tanımlanmıştır (Şekil 4.9). Değerlendirme sonucunda her etki alanının sonuçları farklı birimlere sahip performans ölçütleri ile açıklanmaktadır.

BEES – YDD’ de değerlendirmenin yorumlanmasında ise, değerlendirme kapsamında seçilen ürünlerin etki grafik ve tablolarla karşılaştırmalı olarak izlenebilen değerlendirme sonuçları dikkate alınmaktadır.

BEES’ in ikinci değerlendirme adımı olan **Ekonomik performans adımı**nda, yapı ürünlerinin ekonomik performansının belirlenmesi için Yaşam Döngüsü Maliyeti – YDM (Life Cycle Cost – LCC) Yöntemini ASTM standartlarına bağlı olarak kullanmaktadır (Lippiatt ve Boyles, 2001; Lippiatt, 2007). Şekil 4.7’ de izlenebilen BEES modeli çalışma evrelerinde çevresel ve ekonomik performansların ölçülmesinde kullanılan zaman dilimleri arasındaki farkı anlamak önemli olmaktadır. “Çevresel performansta zaman dilimi, hammadde edinimi ile başlamakta ve ürünün ömrünün tamamlaması ile son bulmaktadır. Ekonomik performansta ise, ürünün satın alınması ve uygulanması ile başlamakta ve gelecekte bir noktada bitmektedir. Bu nokta mutlaka ürünün ömrünü tamamlaması ile aynı olmamaktadır” (Taygun, 2005; Lippiatt, 2007).

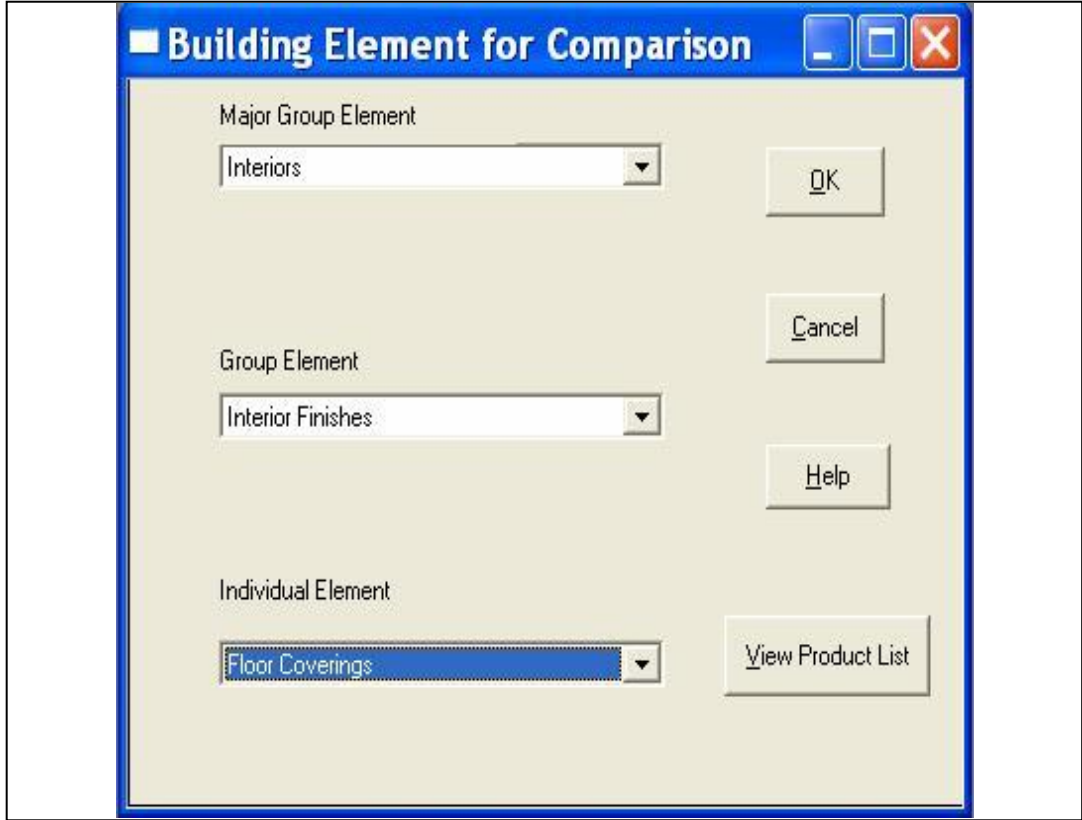
Şekil 4.7’ de görüldüğü gibi BEES modelinde ekonomik performans elli yıllık (performans değerlendirmesinde kullanılan ortalama zaman dilimi) çalışma döneminde hesaplanmaktadır. YDM ile ekonomik performans belirlenirken bir ürüne ait tanımlanan süreçlerdeki tüm maliyetler hesaplanmakta ve aynı fonksiyona sahip diğer ürün seçenekleri için de aynı işlem uygulandıktan sonra sonuçlar karşılaştırılmaktadır. YDM’ yi ilgilendiren her bir evre için (satın alma, kullanım, yenileme vb.) maliyet hesaplamaları ayrı ayrı sınıflandırılmaktadır (Lippiatt, 2007).

BEES Modelinde son adım olan, **toplam performans belirlenmesinde** ise (Şekil 4.9), tek bir puana getirilmiş çevresel ve ekonomik sonuçlar sentezlenmektedir. Farklı birimleri anlamlı bir ölçü haline getirmek için BEES Çoklu Simge Karar Analiz Yöntemi (Multiattribute – MADA) kullanılmaktadır (Taygun, 2005).



Şekil 4.9 BEES modeliyle yapı ürünlerinin çevresel ve ekonomik değerlendirme kategorileri (Lippiatt, 2007)

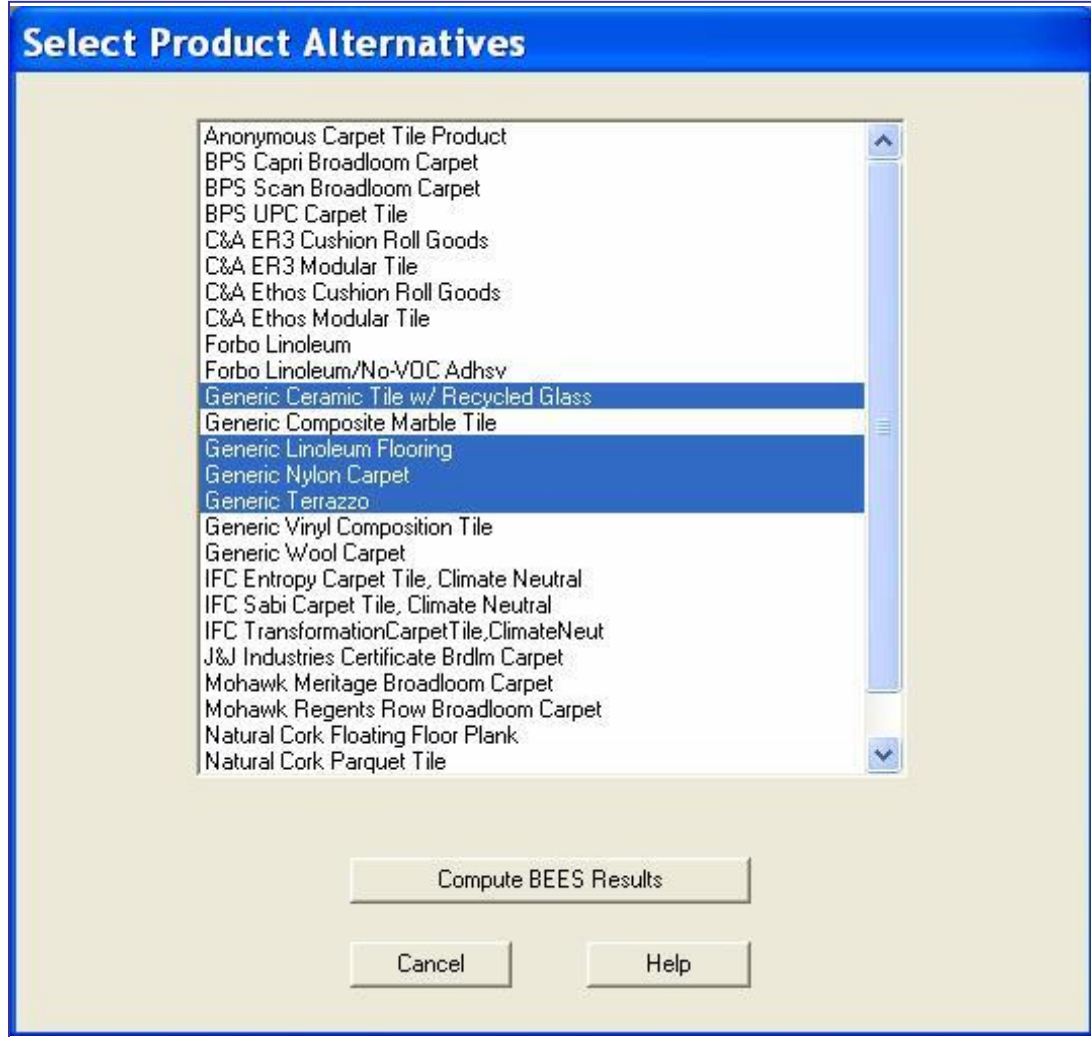
BEES Modelinin daha iyi anlaşılabilmesi için BEES 4.0 yazılımıyla toplam performans değerlendirmeleri yapılan aynı işleve sahip (döşeme kaplaması) beş yapı ürününün değerlendirme süreci aktarılmaktadır. İlk olarak değerlendirme için seçilecek yapı ürününün tanımlanması yapılmaktadır (Şekil 4.10). Yapı ürününün yapının hangi bölümünde kullanılacağı (iç mekan, dış mekan vb.), ne tür bir amaçla kullanılacağı (bitirme malzemesi vb.), ve nereye uygulanacağı (döşeme kaplaması, duvar kaplaması, tavan kaplaması vb.) bilgileri eksiksiz belirlenmelidir (Şekil 4.10).



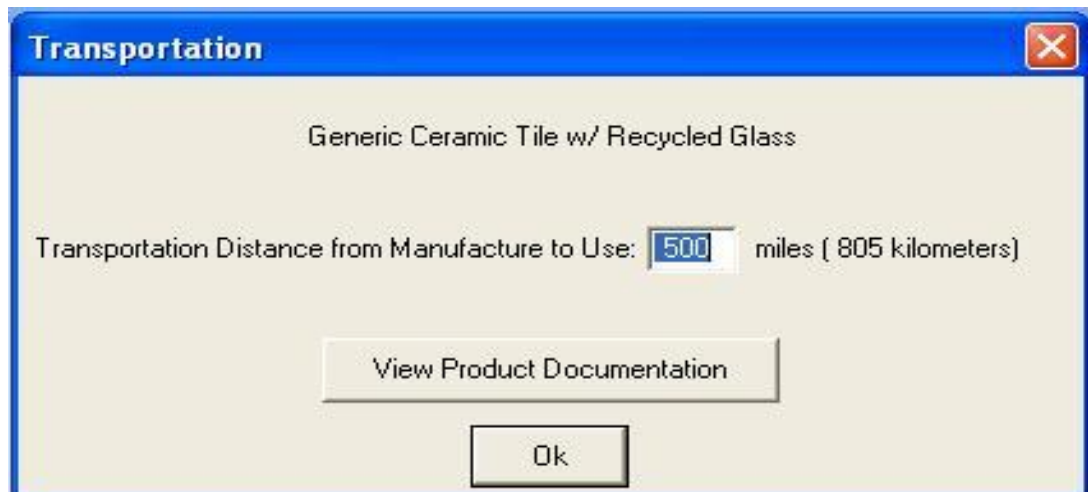
Şekil 4.10 BEES Modeliyle toplam performans değerlendirmesi yapılacak ürünlerin tanımlama bilgilerinin sisteme girilmesi (Lippiatt, 2007)

BEES ile toplam performans değerlendirilmesi için ürün bilgilerinin tanımlanmasından sonra bir sonraki aşamaya geçilmektedir. İkinci aşamada yapı kullanım işlevi tanımlanan ürün seçimi için ürün alternatifleri izlenmekte ve karşılaştırmalı değerlendirilmesi yapılacak yapı ürün ya da ürünleri bu listeden sırasıyla seçilmektedir (Şekil 4.10).

Örnek çalışmada iç mekanda, bitirme malzemesi olarak zemin kaplaması amacıyla kullanılması düşünülen beş ürün seçilmiştir. Seramik kaplama malzemesi, geri dönüşümlü cam, linolyum, yerinde dökme mozaik, parçalı plastik esaslı zemin kaplaması, bütün halinde kaplanan plastik esaslı zemin kaplaması seçenekleri değerlendirme için seçilmiştir (Şekil 4.11). Bu aşamada ürünün yaşam döngüsü sürecinde üretim yerinden yapı alanına getirilmesi evresi olan ulaştırma evresine yönelik bilgilerin de girilmesi gerekmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11 BEES Modeliyle toplam performans değerlendirmesi yapılacak ürünlerin seçilmesi (Lippiatt, 2007)



Şekil 4.12 BEES Modeli değerlendirmesinde yapı ürünlerinin ulaştırma bilgileri (Lippiatt, 2007)



Ürün seçimleri yapıldıktan sonra hesaplamalar BEES yazılımı ile yapılmaktadır. BEES sonuçlarının raporları (Şekil 4.13); ürüne ait yaşam döngüsü süreçleri (hammadde edinimi, üretim, ulaştırma, kullanım, atık oluşumu) ve çevresel etki alanları (asidifikasyon, hava kirliliği, ekolojik kirlilik, ötrifikasyon, fosil yakıt tüketimi, küresel ısınma, habitatu değiştirme, insan sağlığı, iç çevre hava kalitesi, ozon tabakası incelmesi, kirli hava, tüketilen su miktarı olmak üzere tanımlanmış on iki etki alanı) seçeneklerinin seçimiyle farklı grafiklerle izlenebilmektedir.

**Select BEES Reports**

Summary Table

Display

Summary Graphs

Overall Performance

Environmental Performance

Economic Performance

Print

Cancel

Detailed Graphs

by Life-Cycle Stage

Environmental Performance

Global Warming

Acidification

Eutrophication

Fossil Fuel Depletion

Indoor Air Quality

Habitat Alteration

Water Intake

Criteria Air Pollutants

Ecological Toxicity

Human Health  Human Health Cancer

Human Health Noncancer

Ozone Depletion

Smog

by Environmental Flow

Global Warming

Acidification

Eutrophication

Fossil Fuel Depletion

Indoor Air Quality

Habitat Alteration

Water Intake

Criteria Air Pollutants

Ecological Toxicity

Human Health  Human Health Cancer

Human Health Noncancer

Ozone Depletion

Smog

Embodied Energy

by Fuel Renewability

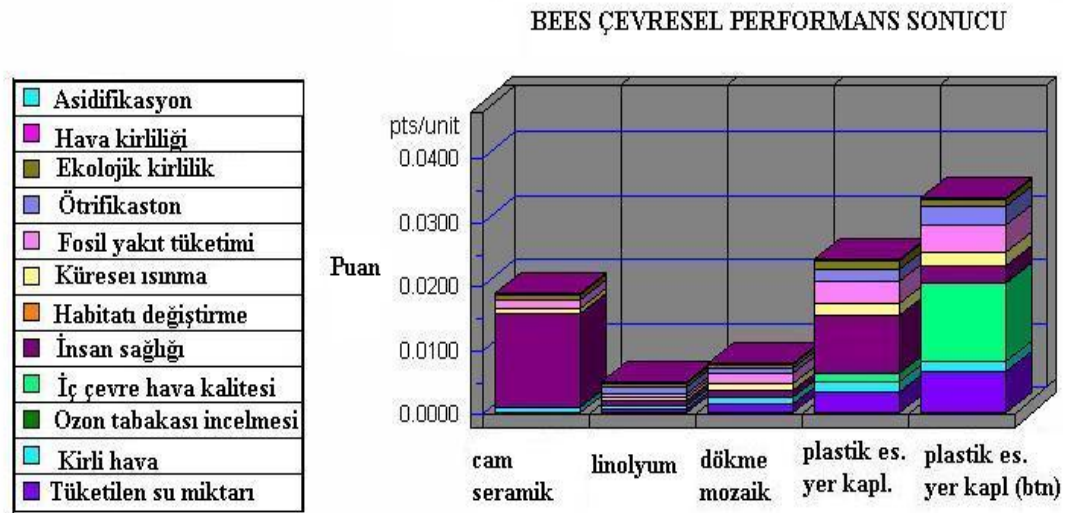
Fuel Energy vs. Feedstock Energy

All Tables in One

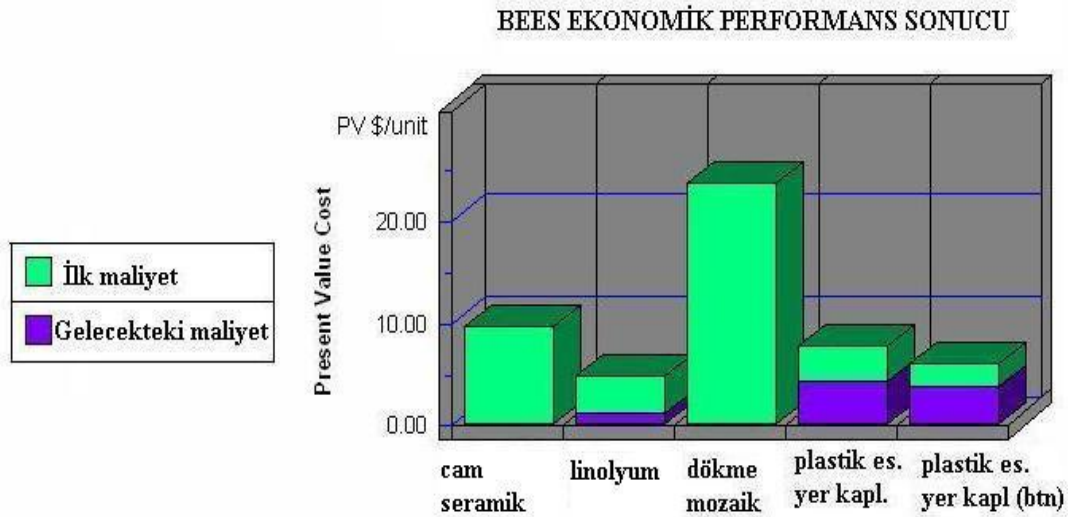
Parameter Settings

Şekil 4.13 BEES modeli değerlendirme sonuç raporları (Lippiatt, 2007)

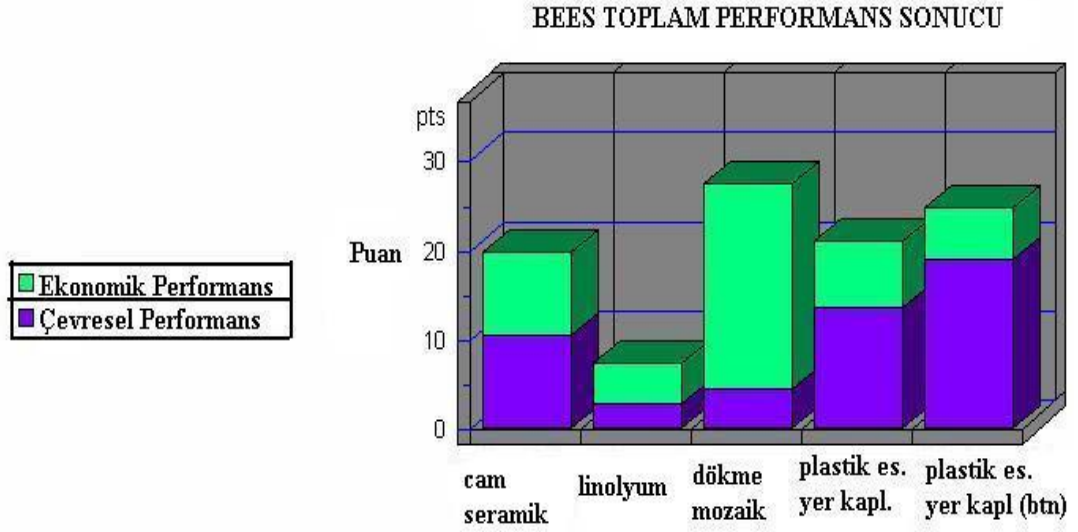
BEES modeliyle değerlendirmeleri yapılan beş yapı ürününe ait üç ana performans değerlendirmesi (çevresel, ekonomik ve toplam performans) sonuçları Şekil 4.14, 4.15 ve 4.16' da gösterilmektedir.



Şekil 4.14 BEES Modeli Çevresel Performans Ölçümü Sonuçları (Lippiatt, 2007)



Şekil 4.15 BEES Modeli Ekonomik Performans Ölçümü Sonuçları (Lippiatt, 2007)



Şekil 4.16 BEES Modeli Toplam Performans Ölçümü Sonuçları (Lippiatt, 2007)

4.2.2.1.2 *GaBi Modeli*. PE International GMBH 1989 yılında kurulmuş sürdürülebilirlik alanında stratejik danışmanlık, yazılım hizmetleri veren bir firmadır. 1992’ de PE International GMBH ve Stuttgart Üniversitesi Yapı Fiziği Bölümü Yaşam Mühendisliği Bölümü endüstriyel ürünlerin ve yapı malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirmesini yapma ve çevresel ürün bildirelerine veri girdisi oluşturma amacıyla ortaklık oluşturarak YDD yönteminin pratikte uygulanabilirliğini sağlamak amacıyla GaBi yazılım programını geliştirmişlerdir (<http://www.pe-international.com/turkey/company/about-pe-international/>). GaBi Yaşam Döngüsü Mühendisliği – YDM (Life Cycle Engineering – LCE) ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi – YDD için geliştirilmiş bir modeldir.

GaBi Modeli’ nin destek sağladığı alanlar şu şekilde sıralanmaktadır (PE International, 2007);

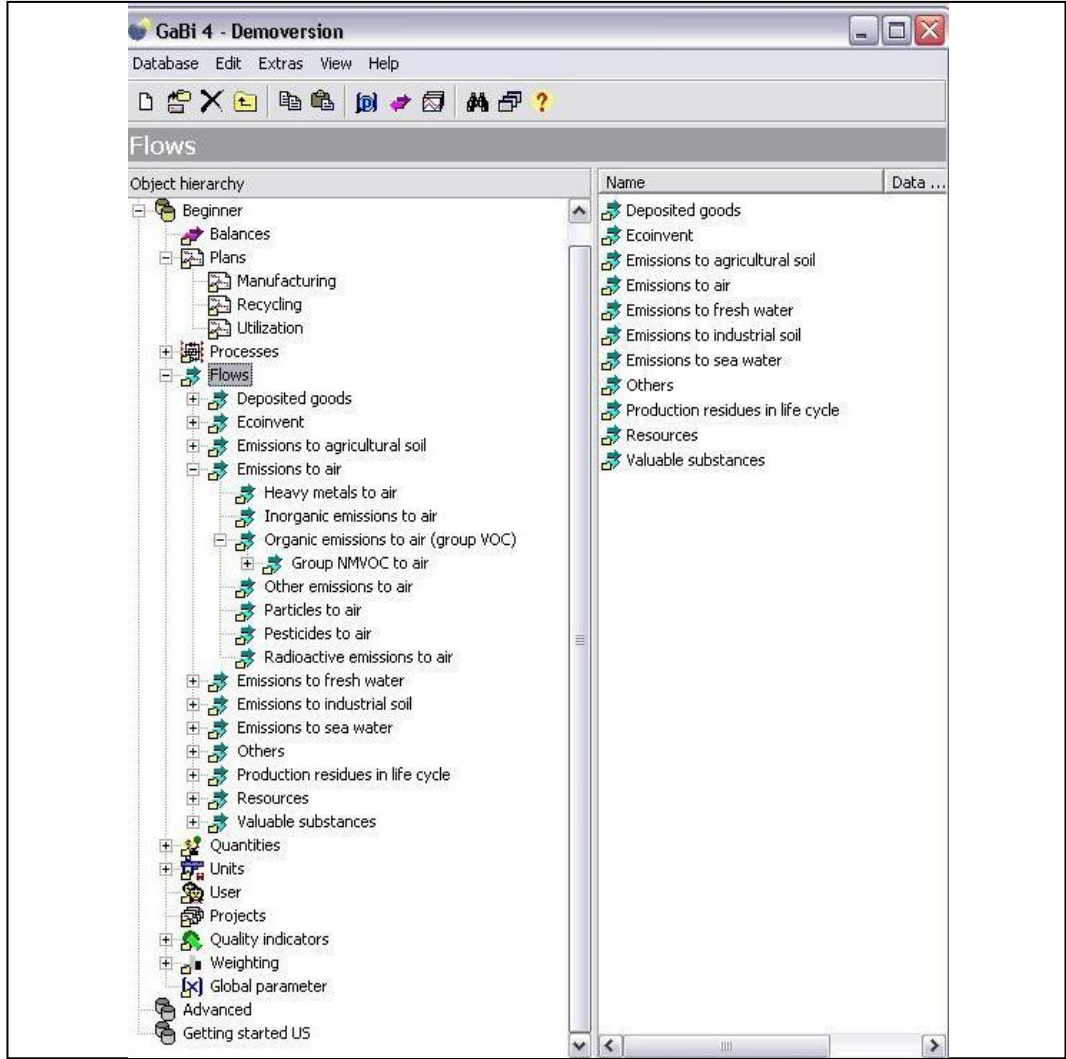
- Sera gazlarının hesaplanması,
- Yaşam döngüsü değerlendirmesi – YDD,
- Yaşam döngüsü mühendisliği – YDM,

- Çevresel tasarım
- Enerji etkinliğine (enerji tasarrufu) yönelik çalışmalar,
- Hammadde akış analizi
- Çevresel raporlar
- Stratejik risk yönetimi
- Toplam maliyet hesaplanması

GaBi Modeli çok kapsamlı veritabanına sahiptir. Veritabanında yaklaşık olarak 800 farklı enerji ve malzeme akışı tanımlanmıştır. 10 genel işlem süreçleri (kimyasal cevher zenginleştirme, enerji korunumu, taşıma/ulaştırma, üretim, geri dönüştürme, onarım, atıkların yok edilmesi vb.) ve 400 endüstriyel sürece ait bilgi veritabanında mevcuttur. Çevresel etki alanı ölçütleri (PE International, 2007);

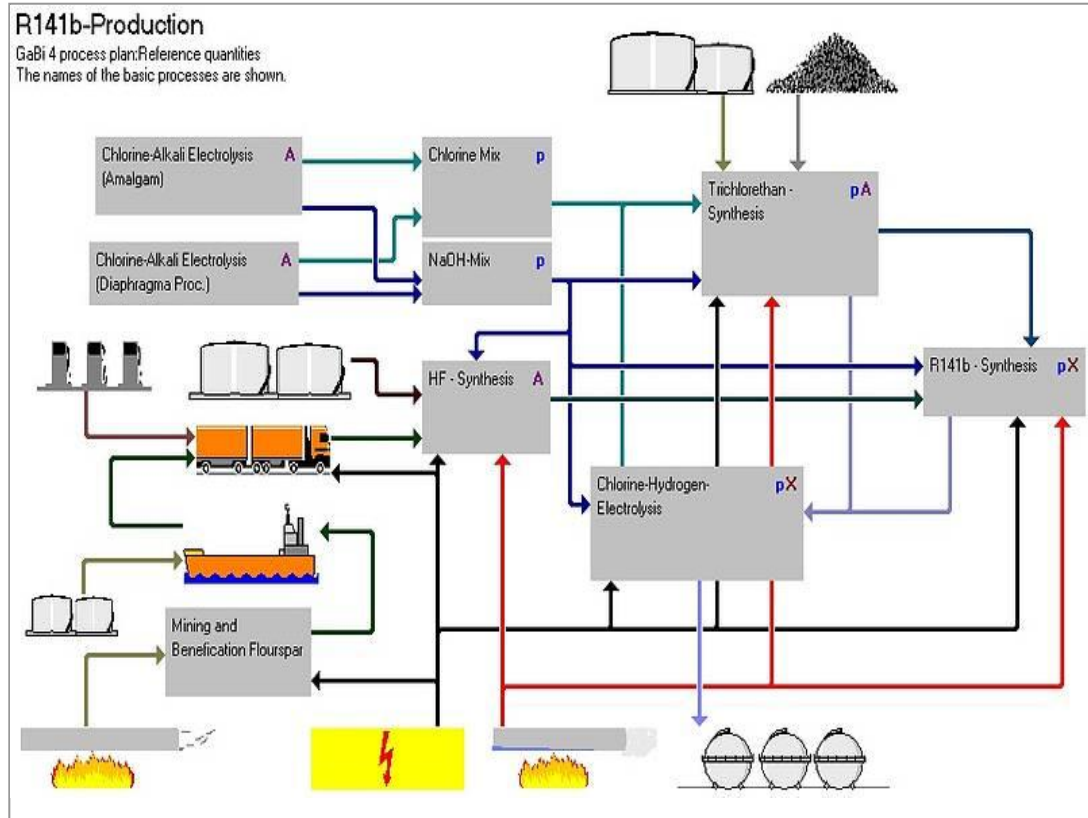
- Hava kirliliği,
- Enerji,
- Maliyet olarak belirlenmiştir.

GaBi Modeli ile yapılacak ürün değerlendirmesinde ürün üretim bilgilerine dayalı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifadeyle Şekil 4.17’ deki GaBi program menüsünde de izlenebildiği gibi öncelikle ürünün sadece süreç (işlem) bilgilerine bağlı olarak süreç (işlem) planları (üretim/manufacturing, geridönüşüm/recycling, kullanım/utilization) tanımlanmaktadır (Bkn. Şekil 4.17).

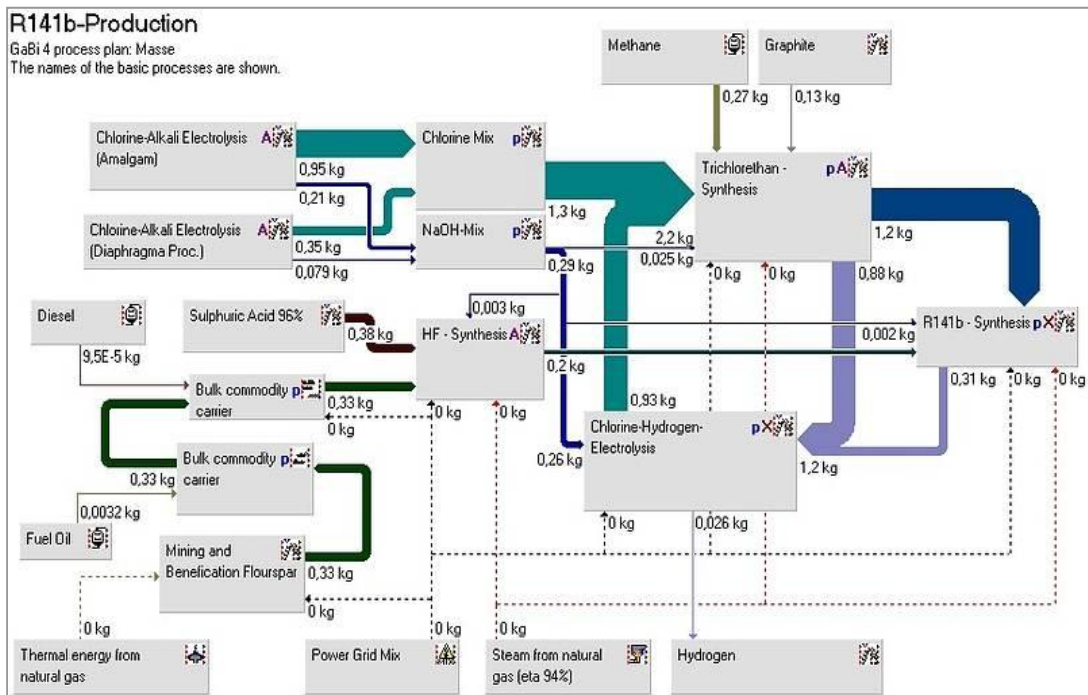


Şekil 4.17 GaBi Modeli menü görünümü (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)

Daha sonra ise tanımlanan işlem planına uygun olarak işlem süreçleri tanımlanmaktadır. Örneğin değerlendirme için üretim aşaması ve dolayısıyla üretim planının oluşturulmasından sonra bu ürünün üretim sürecinde yer alan ulaştırma, atık oluşumu, geridönüşüm, enerji kullanımı vb. birçok seçenekten değerlendirmeye kapsamına alınacaklar seçilmekte ve bu kategoriler için ürünün üretim sürecindeki hammadde kullanımı, enerji akışı, hava kirliliği vb. girdi ve çıktılar belirlenmektedir (Şekil 4.18, 4.19).



Şekil 4.18 GaBi Modeli ile ürünlerin değerlendirilmesinde işlem süreçleri (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)



Şekil 4.19 Gabi Modeli ile ürünlerin değerlendirilmesinde işlem planları (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)

Burada ürünün elde ediniminde çok kapsamlı süreç tanımlanması yer almaktadır. Değerlendirmede Şekil 4.18’ de gri kutular içinde tanımlanan süreç adımları tıklandığında Şekil 4.20’ deki gibi, öğrenilmek istenen adıma ait girdi ve çıktı bilgilerine miktar/nicelik olarak ulaşılmaktadır (Şekil 4.20).

Local name: Combi disk kitchen appliance with transport

Local settings: LCC

Scaling factor: 1 Fixed Allocation: (no allo

Free parameters

Fixed parameters

Inputs					Outputs				
Alias	Flow	Quantity	Amount	Unit	Alias	Flow	Quantity	Amount	Unit
	Additions [Minerals]	Mass	0,0023069	kg		Combi disk [Metal parts]	Mass	0,115	kg
	Air [Operating materials]	Mass	0,17344	kg					
	Alloy components [Metals]	Mass	0,0011843	kg					
	Ammonium nitrate [Inorganic in Mass]	Mass	4,6006E-006	kg					
	Bentonite [Non renewable reso	Mass	8,6102E-006	kg					
	Blast furnace dust [Organic inte	Mass	0,0013591	kg					
	Calcium chloride [Inorganic inte	Mass	3,8627E-007	kg					
	Chromium ore [Non renewable i	Mass	0,068903	kg					
	Circuit material (Fe carrier) [Me	Mass	0,00086359	kg					
	Cooling water [Operating mater	Mass	20,542	kg					
	Crude oil [Crude oil (resource)]	Mass	0,0011449	kg					
	Crude oil Canada [Crude oil (re	Mass	6,4145E-005	kg					
	Crude oil Central Africa [Crude	Mass	0,0011278	kg					
	Crude oil Central America [Cruc	Mass	0,00050293	kg					
	Crude oil CIS [Crude oil (resour	Mass	0,0012435	kg					
	Crude oil France [Crude oil (res	Mass	7,4941E-005	kg					
	Crude oil Germany [Crude oil (n	Mass	0,0001384	kg					
	Crude oil Middle East [Crude oil	Mass	0,004622	kg					
	Crude oil Netherlands [Crude oil	Mass	0,00015249	kg					
	Crude oil North Africa [Crude oil	Mass	0,0012449	kg					
	Crude oil Norway [Crude oil (re	Mass	0,0022011	kg					
	Crude oil United Kingdom [Crud	Mass	0,0022488	kg					
	Degreasing agent [Operating n	Mass	0,00013802	kg					
	Dolomite [Non renewable resou	Mass	6,1385E-005	kg					

Data quality

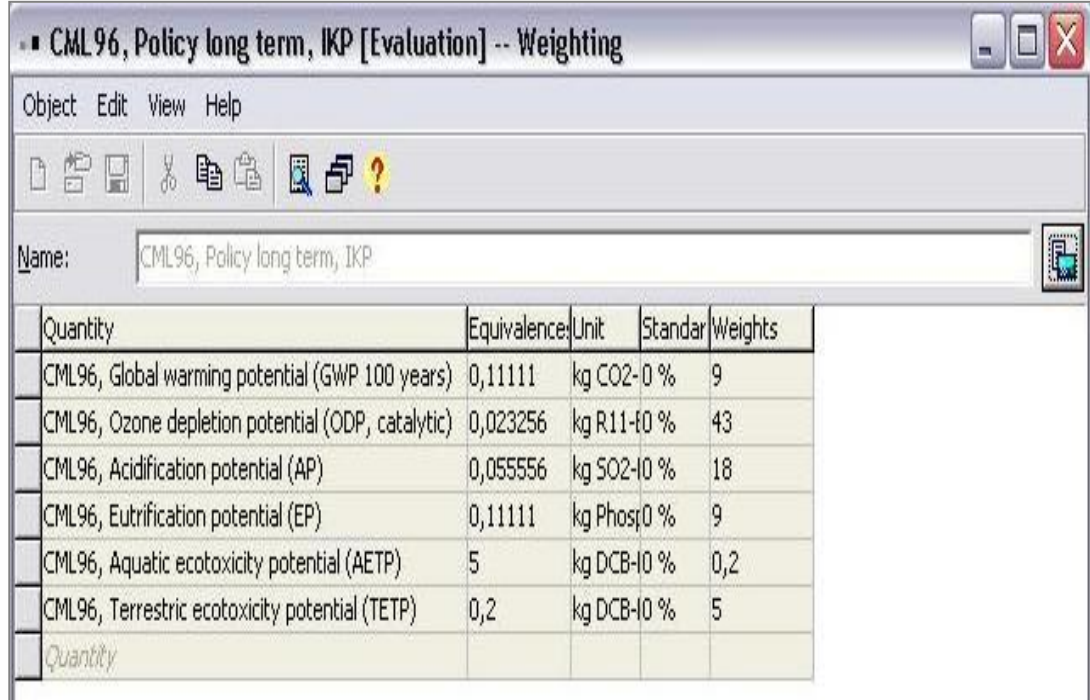
Technique: Completely representative Location: No statement Time: No statement

Grouping: Nation: Type: Production Enterprise: external User defined:

Şekil 4.20 GaBi Modeli ile ürünlerin değerlendirilmesinde sürece ait girdi-çıkıtı bilgilerine ait niceliksel veriler (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)

GaBi Modelinde tanımlanan girdi-çıkıtı akışları (hava, su ve toprak emisyonları, endüstriyel katı atıklar, yaşam döngüsünde oluşan ürün artıkları, kaynak kullanımı-hammadde kullanımı, atık maddeler olmak üzere tanımlanmış 11 ana başlık ve birçok alt başlık) ile yapılan envanter çalışmasından sonra, değerlendirme kategorileri seçim işlemi yapılmaktadır. GaBi Modeliyle ekonomik, çevresel, sosyal, teknik değerlendirmeler ayrı ayrı yapılabilmektedir. Değerlendirmenin hangi alanda yapılmak istendiği seçeneği de belirtildikten sonra, kalite göstergeleri

belirlenmektedir. Değerlendirmenin tamamlanması ve sonuçların analizinden önce ağırlıklandırma (derecelendirme) yapılması gerekmektedir. Değerlendirme ve normalizasyon seçeneklerini içeren bu adımda uygun değerlendirme katsayıları seçilmelidir (Şekil 4.21).

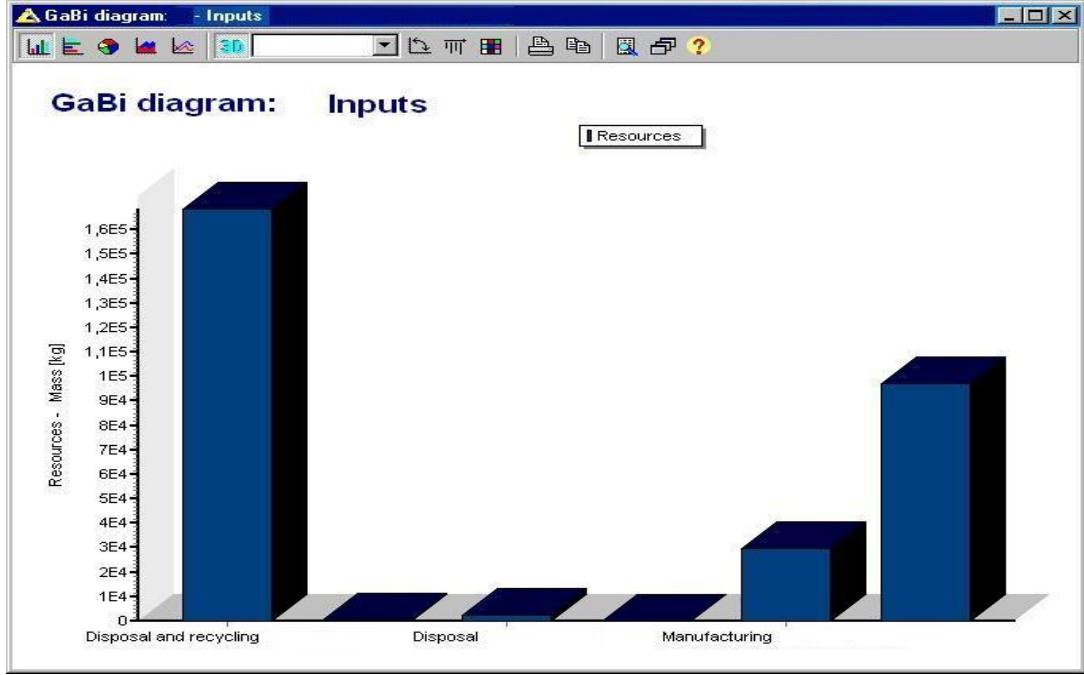


Quantity	Equivalence	Unit	Standar	Weights
CML96, Global warming potential (GWP 100 years)	0,11111	kg CO2-0 %		9
CML96, Ozone depletion potential (ODP, catalytic)	0,023256	kg R11-0 %		43
CML96, Acidification potential (AP)	0,055556	kg SO2-10 %		18
CML96, Eutrication potential (EP)	0,11111	kg Phosf0 %		9
CML96, Aquatic ecotoxicity potential (AETP)	5	kg DCB-10 %		0,2
CML96, Terrestrial ecotoxicity potential (TETP)	0,2	kg DCB-10 %		5
Quantity				

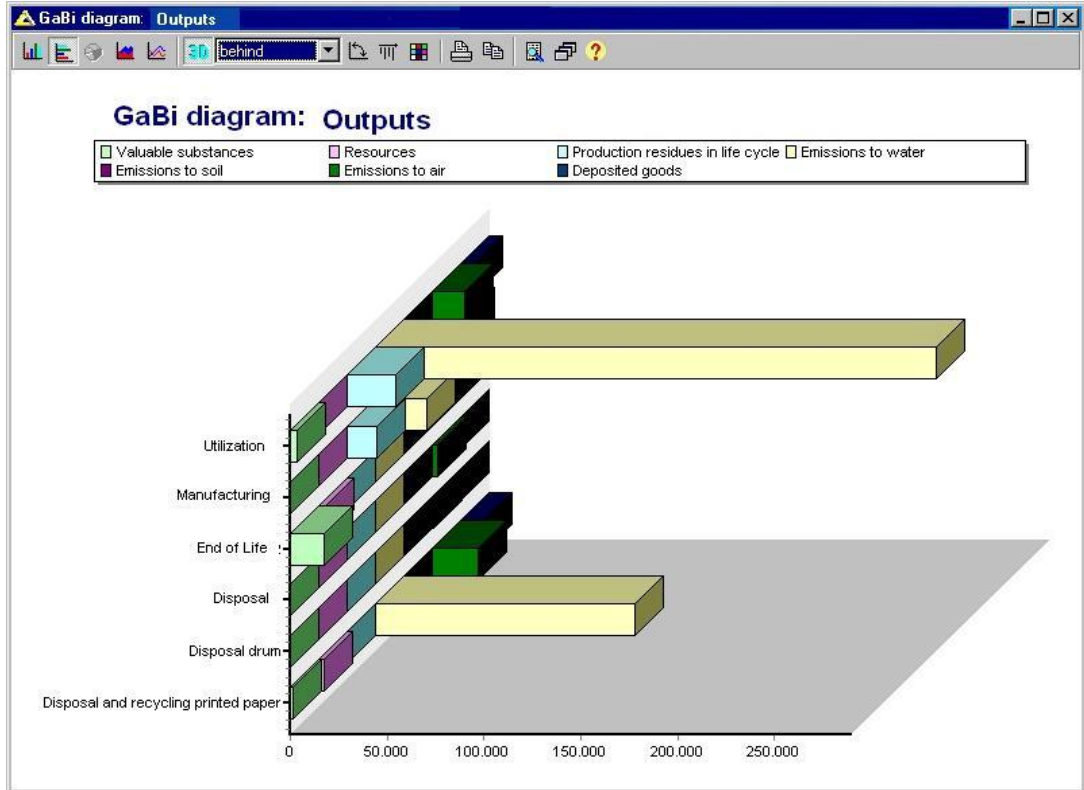
Şekil 4.21 GaBi Modeliyle ürünlerin değerlendirilmesinde değerlendirme ve normalizasyon seçeneklerinin belirlenmesi (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)

GaBi Modeliyle ürünlerin sürdürülebilirliği için yapılan değerlendirme çalışmasında sonuçlar “GaBi Analist” ile senaryo analizi, hassaslık analizi, parametre varyasyonları ve Monte-Carlo analizi olmak üzere dört farklı şekilde analiz yapılmakta ve analiz sonuçları çizelge ya da grafiklerle ifade edilebilmektedir (Şekil 4.22, 4.23).





Şekil 4.22 GaBi Modeli ile ürünlerin değerlendirilmesinde girdilere ait sonuç grafiği (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)



Şekil 4.23 GaBi Modeli ile ürünlerin değerlendirilmesinde çıktılara ait sonuç grafiği (GaBi 4 deneme sürümü, <http://www.gabi-software.com/>)

#### 4.2.2.2 İkinci Düzey – Tüm Bina Karar Destek Araçları (Tasarım Araçları)

Sürdürülebilir yapı tasarımı geleneksel tasarım yaklaşımından, yapının detaylı yaşam döngüsü süreçlerinde oluşacak çevresel etkilerin öngörülmesi ve henüz tasarım aşamasındayken bu etkilerin azaltılmasına yönelik kararlar alınmasıyla ayrılmaktadır. Kısacası sürdürülebilir tasarım ilkeleri henüz tasarım aşamasındayken ilgili proje paydaşlarının (mimar, mühendis vb.) kararları ile projeye yansıtılır. Tasarım aşamasında yapı elemanlarının veya bütününün yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini değerlendiren sistemler tasarımcıya karar destek sistemi sağlamakta ve yönlendirmektedir. Tasarım araçları ile yapı strüktürünün ana elemanlarının çevresel etkileri hakkında seçenek oluşturulması, çeşitli yapı tasarımları arasında karşılaştırmaların yapılması, yapının kullanımında tüketilen enerji ve suyun çevresel etkilerinin ortaya konması, çevresel yapı ürünlerinin seçimi vb. birçok alanda tasarımcılara destek sağlanmaktadır.

Günümüzde mevcut Tüm Bina Karar Destek Araçları ya da Tasarım Araçlarının çoğu tasarımların yaşam döngüsü çevresel etkileri, aydınlatma için tüketilen enerjinin belirlenmesi, yaşam döngüsü maliyetinin hesaplanması, yapının kullanım evresindeki enerji tüketiminin hesaplanması, kullanılan malzemelerin katı ve gaz atığı üretme potansiyelleri vb. konulara odaklandığı görülmektedir. Karar destek araçlarının ISO, ASTM, ASHRAE standartları veya ulusal standart ve yönetmeliklerle uyumlu olarak destek sağladığı belirtilmektedir. Bazı tasarım araçları tasarımda kullanılacak yapı ürünleri ve sistemlerin seçiminde sadece enerji tüketimi ve çevresel etki oluşturma potansiyellerini belirlememekte aynı zamanda bu seçeneklerin yaşam döngüsü maliyetlerini de hesaplamaktadır. Sürdürülebilirlik yaklaşımlarının yapıların ilk yatırım maliyetlerini artırdığı yönündeki baskın kanı, bu doğrultuda alınacak kararlar için büyük engeldir. Yaşam döngüsü maliyet hesaplamalarıyla ilk yatırım maliyetlerinin yanı sıra kullanım maliyetlerinin de belirlenmesiyle, aslında bu ürün ve sistemlerin uzun vadede toplam maliyeti çok artırmadığını ya da daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım tasarımcı ve mal sahiplerine akılcı karar vermelerinde destek sağlamaktadır.

Tasarım araçları tasarım ve yapım bittikten sonra değil, henüz tasarım aşamasındayken sürdürülebilirlik kriterlerinin projeye dahil edilmesini sağlayan yazılım tabanlı niceliksel YDD modelleridir. Mevcut tasarım araçları grafik, tablo, sayısal ara yüzlerle kullanıcıya ulaşır. Enerji, yapı yüklerinin (enerji ve çevresel yükler) yapı kabuğuna göre hesaplanması, enerji modellerinin ve buna bağlı olarak simülasyon modellerinin oluşturulması bu modeller ile sağlanabilmektedir (Yorgancıoğlu, 2004).

Daha önce Tablo 4.5’ te de görüldüğü gibi günümüzde tasarım aşamasında, yapılan tasarımın hammadde ve enerji kullanımı, kullanılan yapı ürünlerinin kullanım ömrü analizi, tasarımın yaşam döngüsü değerlendirmesi, toplam enerji tüketiminin hesaplanması ve yaşam döngüsü maliyet hesaplaması olmak üzere çeşitli hesaplamalar yapan ATHENA (Kanada), Envest (İngiltere), EQUER (Fransa), LISA (Avusturya), ECO-QUANTUM (Danimarka), Green Building Advisor (ABD), DOE2 (ABD) gibi birçok karar destek ya da tasarım aracı geliştirilmiştir. Farklı ülkelerde çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından geliştirilmiş bu araçlardan ATHENA ve ENVEST modelleri dünyada yaygın kullanıma sahip olduklarından dolayı bu tez kapsamında ayrıntılı olarak incelenmektedir.

*4.2.2.2.1 ATHENA Modeli.* “ATHENA Sustainable Materials Institute (Sürdürülebilir Malzemeler Enstitüsü)” Kanada’ da kurulmuş, sürdürülebilir bina ve yaşam döngüsü değerlendirme (YDD) konularında dünya çapında tanınmış bir enstitüdür. Kar amacı gütmeyen kuruluş, bireylerin, şirketlerin, yönetimlerin ya da diğer kurumların üyelikleriyle yapılanmakta ve üyelik ödentileri enstitü için fon oluşturmaktadır (Athena Institute, 2010a).

ATHENA enstitüsünün en önemli özelliği yapı malzemeleri ve ürünlerinin kapsamlı ve karşılaştırılabilir şekilde değerlendirmesini sağlamaya yönelik YDD veritabanları geliştirmesidir. ATHENA, tipik konut ya da farklı işlevli yapıların strüktür ve kabuk sistemlerine ait verilerin %90–95’ ini kapsayan çok kapsamlı veritabanlarına sahiptir (Athena Institute, 2010b). Ayrıca enstitü tarafından, binaların özellikle kullanım evresindeki servis sistemlerinin çalışması, yapıdaki bakım,

onarım, değiştirme faaliyetleri ve bina yıkım faaliyetleri sırasında meydana gelen enerji kullanımı ve gaz emisyonlarının hesaplanmasına yönelik veritabanları geliştirmiştir. Özellikle binaların çevresel performans ve sürdürülebilirliğini belirlemeye yönelik geliştirilmiş birçok YDD Modeli (BREEAM, LEED, SBTool, CASBEE vb.) enerji analizleri, gaz emisyonları vb. nicel analizler için ATHENA enstitüsünün geliştirdiği veritabanlarını kullanmaktadırlar.

ATHENA modeli binaların yaşam döngüsü değerlendirmesine yönelik geliştirilen çevresel performans değerlendirme araçlarına dayalı bir yazılımdır. ATHENA Enstitüsünde farklı yapı ürünlerinin üretim süreci, bu ürünlerin yapıda ve yapımda kullanımları, hammadde edinimi ile ilgili kapsamlı çevresel konular, yapının yıkılması ve yok edilmesine ilişkin ayrıntılı bilgiye sahip uzman kişi ve kurumlardan oluşan deneyimli bir araştırma ekibi bulunmaktadır (Taygun, 2005).

Enstitü geliştirmiş olduğu ATHENA yazılımı ve kapsamlı veritabanları ile mimarlara, mühendislere, ürünler için şartname hazırlayanlara, ürün politikası uzmanlarına vb. yapıların yaşam döngüsü süreçlerine yönelik geliştirdikleri alternatif tasarım çözümlerindeki çevresel etkilerin değerlendirmesini ve karşılaştırmasını sağlayarak karar alma süreçlerine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

ATHENA yazılımı kullanıcılara tasarımlarını mimari terimlerle tanımlama olanağı vermekte ve henüz projenin fikir aşamasında tasarım alternatiflerinin, malzeme seçeneklerinin YDD tabanlı çevresel performans değerlendirmeleriyle bina tasarımında uygun seçimler yapılmasına olanak sağlamaktadır. ATHENA modeli fikir aşamasındaki bina tasarımlarının bütünsel bir bakış açısıyla ve yaşam döngüsü çerçevesinde karşılaştırılmasına olanak sağlamakta ve alınacak temel kararlarda tasarımcıya karar destek sistemi sağlayarak yönlendirmektedir. Ürün üreticileri ATHENA yazılım modeli ile üretim süreçlerinin veya alternatif teknolojilerin çevresel etkilerinin değerlendirmesini ve işlemlerin karşılıklı değerlendirmesini yapabilmektedir (Athena Institute, 2010b).

Özet olarak, enstitünün kullanıcıların gereksinimlerini karşılamak amacıyla sunduğu danışmanlık ve uygulama alanları (Taygun, 2005; Athena Institute, 2010b);

- Yapıların çevresel değerlendirmeleri,
- Ürün ya da üretim sürecinde YDD' nin ilkeleri ve uygulanması,
- ATHENA yazılımının kullanımına yönelik eğitim,
- Kullanıcının sürdürülebilirlik çalışmalarında yol göstericilik ve öneriler,

şeklindedir. Yapıların çevresel performans değerlendirmesi için bireysel ya da kurumsal olarak enstitüye başvurulduğunda tasarımın/yapının taşıyıcı sistem, yapı kabuğu ve örtü seçenekleri değerlendirmesi ATHENA tasarım ekibi tarafından yazılımın doğrudan uygulanması ile yapılabilmektedir. Yine enstitü çalışmaları doğrultusunda belirli yapı ürünlerinin yaşam döngüsü envanteri (YDE) çalışmaları yapılmakta ve YDD sonuçlarının güvenilirliği ve doğruluğu açısından YDE büyük öneme sahip olduğundan bu konuda hassas çalışmalar yürütülmektedir.

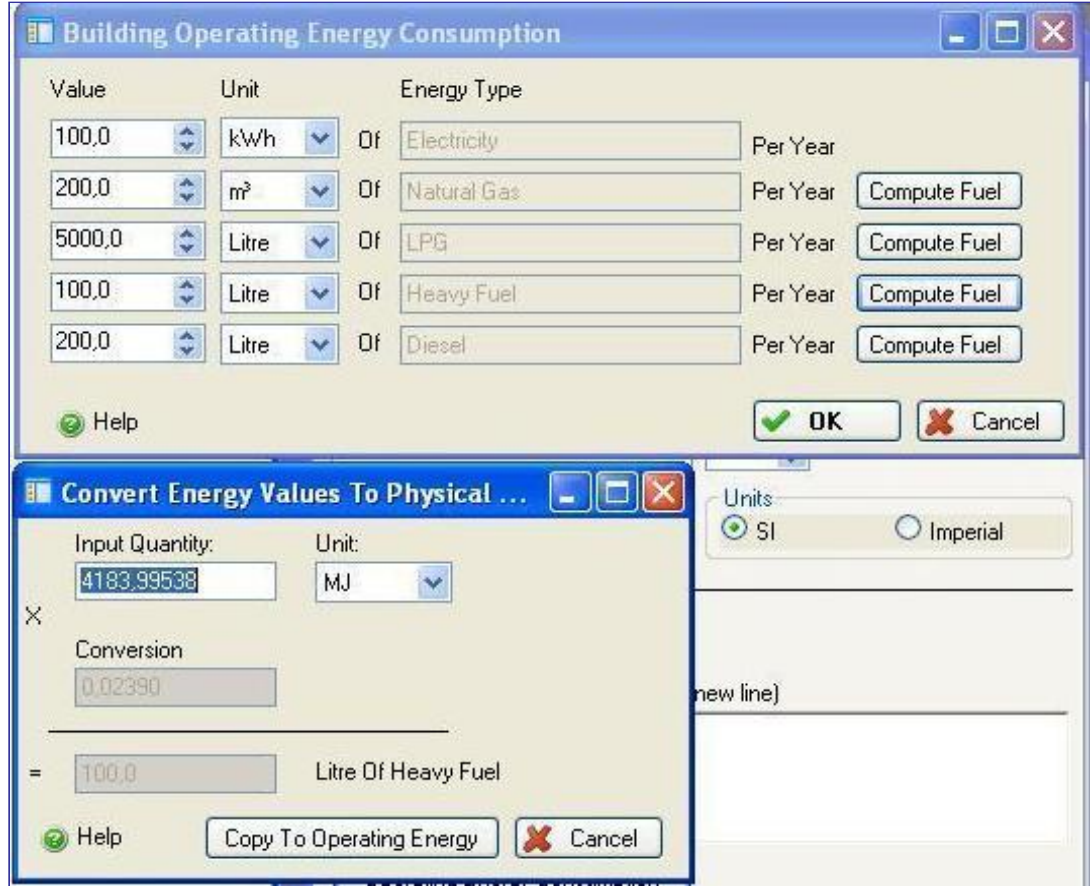
'ATHENA sadece yapı ürünlerinin çevresel etkilerini değerlendirmemekte, aynı zamanda kullanıcıların, bütün bir strüktürün ya da seçenekli tasarımlar ve farklı malzemelerle oluşturulmuş tek bir eleman kesitinin (duvar, döşeme, çatı vb.) yaşam döngüleri boyunca (Üretim, yapım, kullanım-bakım-onarım evreleri) çevresel etkilerini görmesini sağlamaktadır' (Taygun, 2005).

ATHENA programını dört aşamalı bir çalışma sürecini gerektirmektedir. Bilgisayar yazılımı ile değerlendirme çalışmasına başlamadan önce tüm verilerin eksiksiz olarak sisteme girilmesi gerekmektedir. İlk aşamada projeye/yapıya ait genel tanımlar, kullanım(işletim) sürecindeki enerji kullanım bilgileri verileri sisteme girilmektedir (Şekil 4.24).

Şekil 4.24 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü ile projeye ait temel bilgilerin sisteme girişmesi (<http://www.athenasmi.org/>)

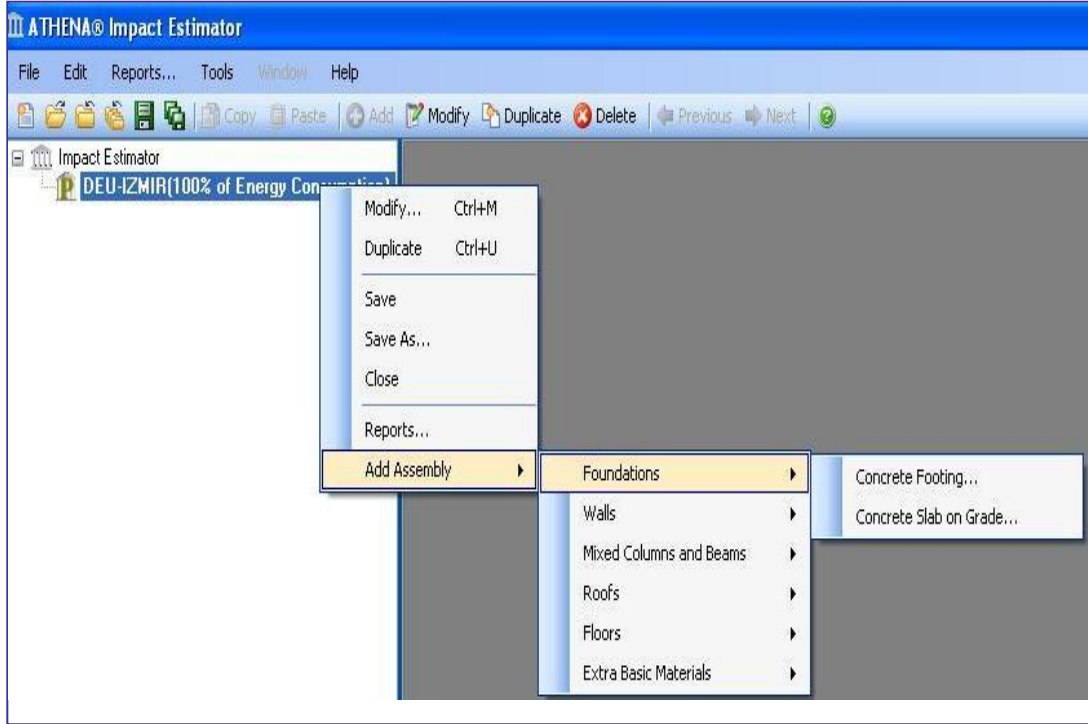
Şekil 4.24' te görüldüğü üzere, ilk aşamada sisteme öncelikle projenin adı, alan ( $m^2$ ), yapı tipi, yapının beklenen hizmet ömrü (bina yaşam süresi), hangi coğrafi bölgede yer aldığı vb. proje künyesine ait temel bilgiler girilmektedir. Daha sonra ise, projenin kullanım (işletim) evresindeki enerji kullanımına yönelik bilgiler bina enerji kullanım türüne uygun olarak sisteme girilmektedir.

Şekil 4.25’ te görüldüğü gibi sistem, enerji türü ve yıllık kullanım değerine ait girilen bilgileri başlangıç enerjisine dönüştürerek, kullanılan enerji miktarına karşılık gelen havaya, suya ve toprağa salınan emisyonların yıllık değerini hesaplamaktadır.



Şekil 4.25 ATHENA İmpact Estimator deneme sürümü ile projenin kullanım evresindeki enerji tüketim bilgilerinin sisteme girilmesi (<http://www.athenasmi.org/>)

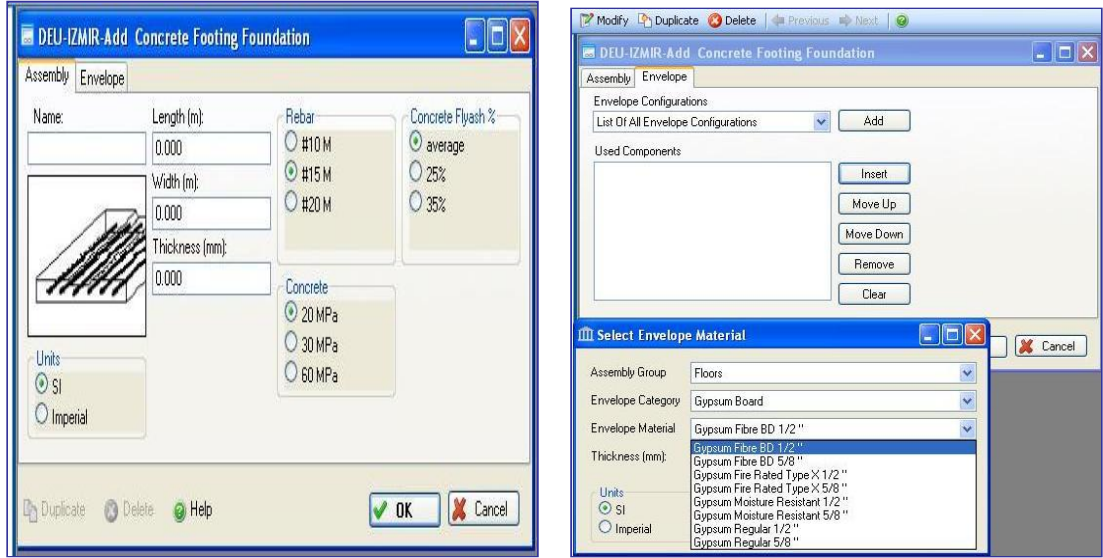
İkinci aşamada ise menü çubuğundan tüm bina parçalarına yönelik seçim yapılmaktadır. Add Assembly seçeneği altında sırasıyla Temel (Foundation), Duvar (Walls), Kolon ve Kiriş seçenekleri (Mixed Columns and Beams), Çatı/Örtü (Roof), Döşeme (Floors), Diğer Temel malzemeler (Extra Basic Materials) seçenekleri bulunmakta ve her bir seçeneğe ait birçok alt seçenek alternatifleri arasında seçim yapılabilmektedir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü projenin kullanım evresindeki enerji tüketim bilgilerinin sisteme girilmesi (<http://www.athenasmi.org/>)

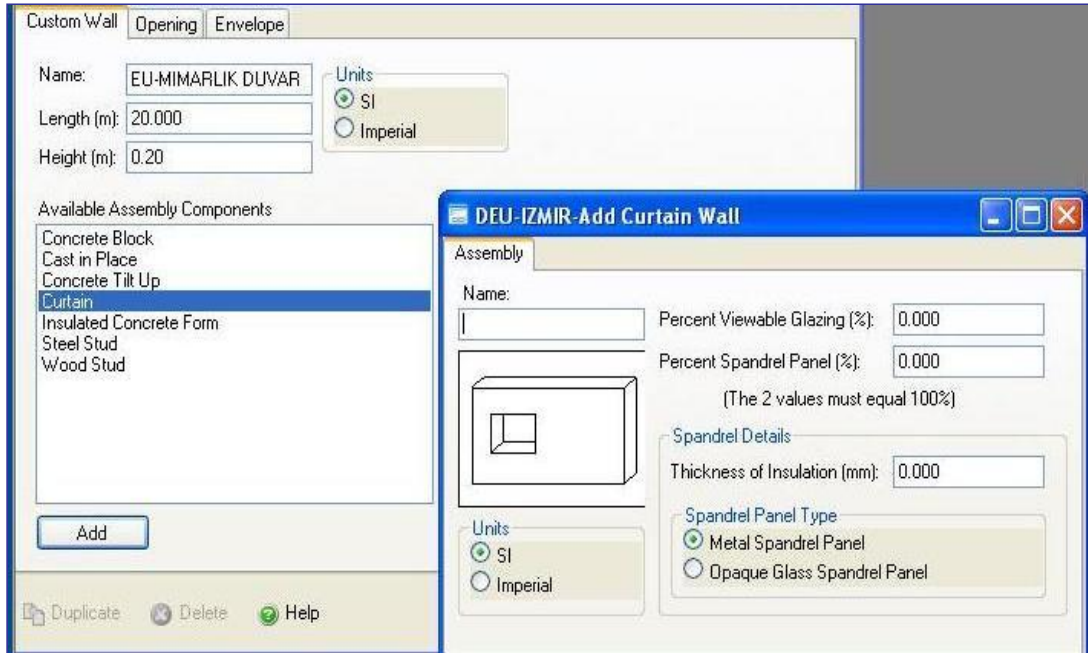
Bu şekilde tasarımda kullanılan temelden çatıya tüm yapı elemanlarının malzeme, tip ve özelliklerinin seçimi işlemi yapılabilmektedir (Şekil 4.26). Örneğin temel seçeneği seçildiğinde düz ve kademeli temel seçenekleri ve bu seçeneklere ait bilgilerin girileceği pencere açılmaktadır. Bunun yanı sıra temelde yapılacak yalıtım türü, yalıtım malzeme seçenekleri (polimer malzeme, polistren, selüloz vb. birçok malzeme çeşidi ve malzeme kalınlığı tanımlanmıştır) ve malzemenin boyutları seçeneği de programda mevcuttur (Şekil 4.27).





Şekil 4.27 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü projenin kullanım evresindeki enerji tüketim bilgilerinin sisteme girilmesi (<http://www.athenasmi.org/>)

Bir diğer yapı elemanı seçeneği olan duvar seçeneği incelendiğinde beton blok duvar, giydirme cephe, ahşap veya çelik çatkılı panel duvar elemanları vb. farklı ve geniş malzeme türüne sahip seçenekler yer almakta ve her bir seçeneğe ait yalıtım malzemeleri çeşit ve boyutlarıyla birlikte belirtilmektedir (Şekil 4.28).

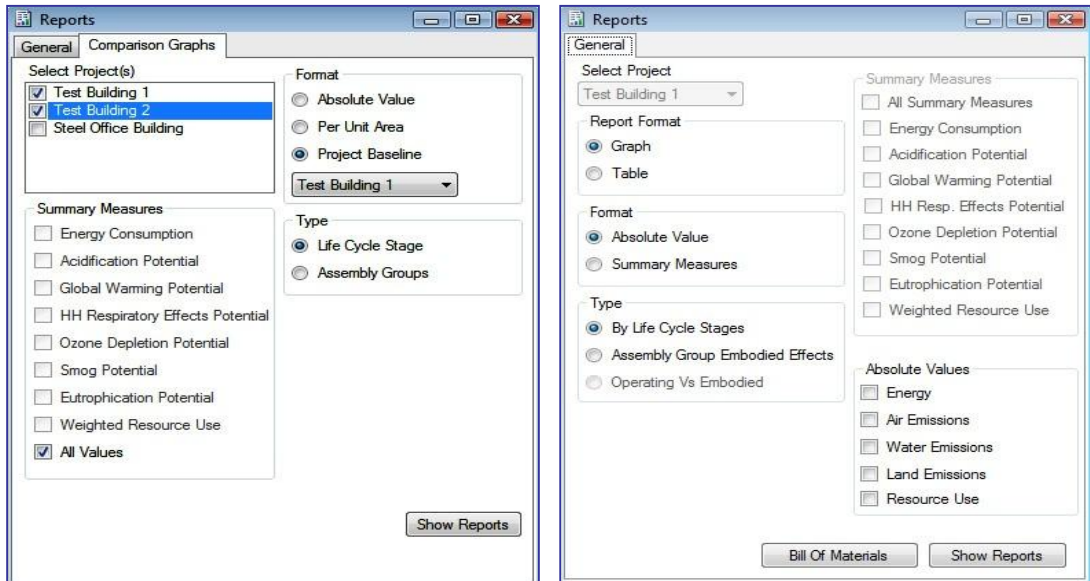


Şekil 4.28 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü duvar seçeneği (<http://www.athenasmi.org/>)

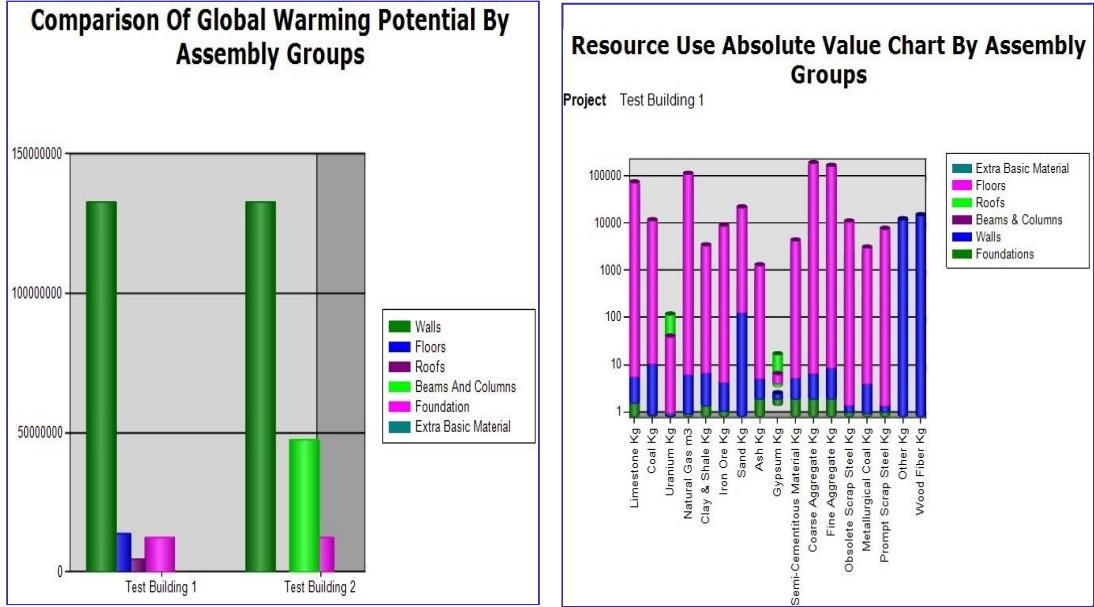
Bu şekilde tüm yapı elemanlarının sisteme girilerek veriler kaydedilir. ATHENA modeli ile değerlendirmenin üçüncü aşamasında girilen veriler için veri tabloları oluşturulmaktadır. Veri tabloları sisteme girilen tüm yapı elemanları, malzeme ve boyutların yer aldığı envanter nitelikli tablolardır. Son aşamaya gelindiğinde ise, ATHENA programı iki veya daha fazla seçenek arasında yani ürünlerin ya da yapıların yaşam döngüleri boyunca,

- Toplam enerji tüketimi
- Küresel ısınma
- Katı atıklar
- Hava kirliliği
- Su kirliliği
- Hammadde kullanımı

gibi altı etki alanına göre karşılaştırmalı değerlendirmelerini yapmaktadır. Şekil 4.29’ da görüldüğü gibi bu aşamada karşılaştırma yapmak istenilen ölçüğe göre yapı veya malzemeler seçilmekte ve hangi etki alanlarında değerlendirilmesini yapılması isteniyorsa o seçenekler seçilerek, sonuçların tablo, grafik vb. şekilde görsel olarak belirtilmektedir.



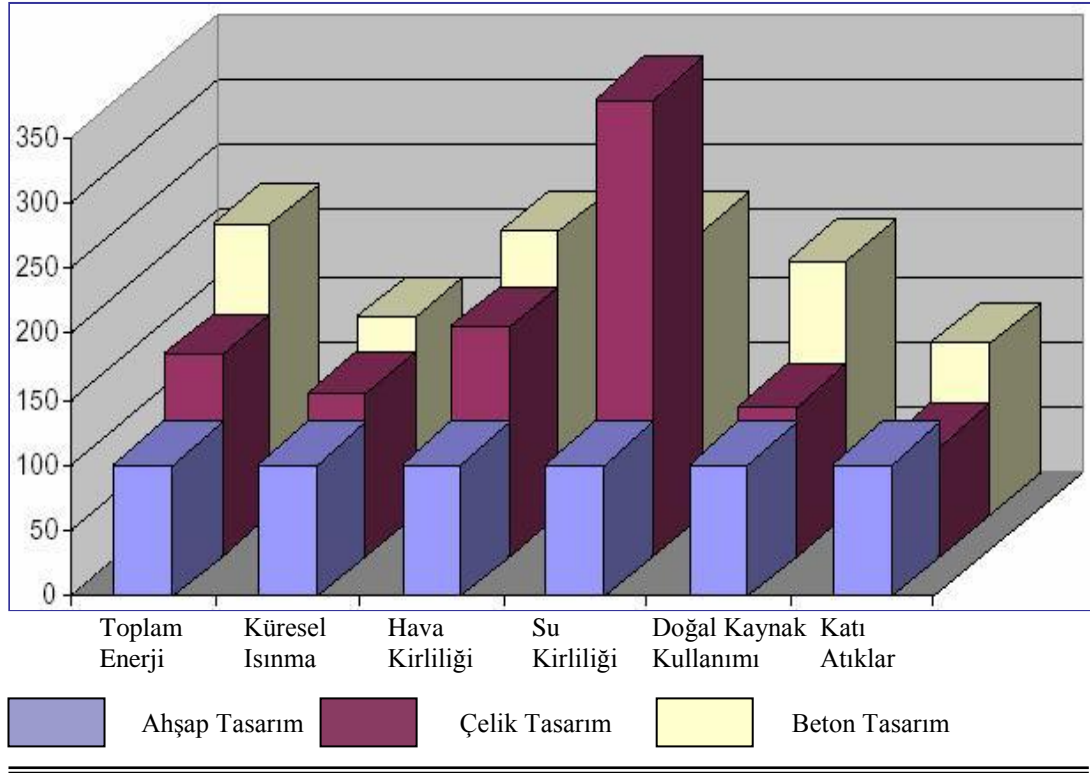
Şekil 4.29 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü ile sonuç raporunun hazırlanması için seçeneklerin belirlenmesi (<http://www.athenasmi.org/>)



Şekil 4.30 ATHENA Impact Estimator deneme sürümü sonuç raporunun grafiklerle anlatılması (<http://www.athenasmi.org/>)

Sonuç raporda kullanıcının isteğine bağlı olarak bir ya da birden çok seçeneğin karşılaştırılması yapılabilmektedir. Örneğin Şekil 4.30’ da soldaki resimde iki farklı binanın “küresel ısınma” çevresel etki alanına göre duvar, döşeme, çatı, kolon-kiriş elemanları, temel ve diğer malzemelerin karşılaştırma sonucu izlenmektedir. Sağ resimde ise birinci binanın toplam hammadde tüketimine yönelik sonuç değerlendirmesi yer almaktadır. Bu şekilde değerlendirmenin ayrıntılı sonuçları karşılaştırmalı veya karşılaştırmaz olarak izlenebilmektedir.

ATHENA Karar Destek Yazılım Aracı ile bir konut projesinde üç farklı seçenekte taşıyıcı sistem malzemesi (ahşap, çelik, beton) kullanılarak yapımının gerçekleşmesi durumunda konutun yaşam döngüsü (üretim, yapım, kullanım-bakım-onarım ve yapı kullanımının sona ermesi) boyunca değerlendirmesi (YDD) incelenmiş. Çevresel performans analizinde üç tasarım için farklı olan strüktür ve kabuk bileşenleri değerlendirme kapsamına alınmıştır.



Şekil 4.31 ATHENA Impact Estimator ile bir konutun ahşap, çelik ve beton malzemeyle inşa edilmesi durumunda çevresel performans değerlendirmesinin yapılmasına yönelik örnek bir çalışma (Taygun, 2005)

Şekil 4.31’ de sonuçları izlenebilen bu örnek çalışma ile üç farklı malzemeyle üretilen bir konutun yaşam döngüsü süreçlerine ait çevresel etki değerlendirmesi gösterilmektedir. Bu çalışmaya göre, altı etki alanı bütününde en fazla çevresel etkiye sahip strüktür malzemesi beton, bütünde en az çevresel etkiye sahip strüktür malzemesinin ise ahşap olduğunu söylemek mümkündür.

Kısaca özetlenecek olursa, YDD ye yönelik olarak geliştirilen ATHENA karar destek yazılım modeli Yaşam Döngüsü Envanteri (YDE) ve Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) yöntemlerinin birleştirilmesi sonucu oluşturulmuş, kullanıcı profili olarak tasarımcı, mimar, mühendis, ürün üreticisi, araştırmacılar hedeflenerek geliştirilmiştir.

4.2.2.2 *ENVEST Modeli*. Envest İngiltere’ de Bina Araştırma Kurumu (Building Research Establishment – BRE ) tarafından yapıların yaşam döngüsündeki ön tasarım evresinde (tasarım sürecinin başında) bir yapının olası çevresel etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş YDD yazılım aracıdır. Şu an kullanılmakta olan yazılımın son sürümü Envest2’ dir. Envest2 yazılımıyla proje tasarım sürecinde yaşam döngüsü değerlendirmesi ve yaşam döngüsü maliyet analizi eş zamanlı yapılabilmektedir (<http://envest2.bre.co.uk/account.jsp>). Kısacası Envest; yapıların olası çevresel etkilerinin ve yaşam döngüsündeki toplam maliyetlerinin tasarım sürecinin erken dönemlerinde belirlenmesine yönelik tasarımcı, mimar, proje ekibi vb. için karar-destek sistemi amacıyla geliştirilmiştir. Envest2 tasarım aracı ile;

- Yapıların yaşam döngüsü boyunca en az düzeyde çevresel etki oluşturması hedefi doğrultusunda tasarım aşamasında yeni yaklaşımlar geliştirilmesi ve yapıların yaşam döngüsü maliyet analizinin (Life Cycle Cost – LCC) yapılması,
- Projenin tasarım aşamasında tasarımcı, mimar, tasarım ekibi vb. karar destek sistemi oluşturması ya da tasarım aşamasında kullanılabilmesi,
- YDD yazılımı için internet üzerinden erişime olanak sağlanması ve değerlendirme yapılabilmesi,
- Yapı strüktürünün ana elemanlarının çevresel etkileri hakkında seçenek oluşturması (Taygun, 2006),
- Yapının kullanımında tüketilen enerji ve suyun çevresel etkilerinin ortaya konmasıyla, yapı ürünü seçiminde tasarımcılara yardım edilmesi (Taygun, 2006),
- Yapı tasarımlarının karşılaştırılabilmesi,
- Yapı malzemelerinin ve strüktürlerin karşılaştırılması,
- Yapının işletim(kullanım)-bakım stratejilerinin karşılaştırılması,

hedeflenmektedir (Thistlethwaite, b.t). Envest modeli ile YDD değerlendirmesi yapılırken çevresel etkiler **Ecopoints** olarak tanımlanan birimsiz ve tüm değerlendirme alanları (iklim değişimi, fosil yakıt tüketimi, asidifikasyon, su kirliliği vb.) için ortak olan ve bu sayede karşılaştırma yapılmasına olanak tanıyan puanlarla

hesaplanmaktadır. Envest modeliyle değerlendirmede çevresel performans ve maliyet analizi aynı anda yapılmaktadır. Envest' in çevresel performans etki kategorileri şu şekilde sıralanmaktadır;

- İklim değişikliği,
- Asidifikasyon (asitleşme ya da asit yağmurları),
- Ozon tabakasının incilmesi,
- Hava kirliliği,
- Yük taşıma,
- Ötrifikasyon,
- Su kirliliği,
- Ekozehirlilik,
- Fosil yakıt tüketimi,
- Hammaddenin çıkarılması,
- Su stoğu
- Atıkların yok edilmesi,

olmak üzere on iki farklı çevresel etki kategorisi tanımlanmakta tüm bu kategoriler için ortak Ecopoints ölçüm birimi kullanılmaktadır (Thistlethwaite, b.t).

Envest ile yapıların ve yapı ürünlerinin çevresel performans ve maliyet analizleri şu adımlardan oluşmaktadır; öncelikle Şekil 4.32' de gösterildiği gibi yapılan tasarıma ait temel bilgilerin sisteme girilmesi gerekmektedir. Yapı künyesine ait bilgilerin yer aldığı bu ekranda yapıya ait temel ölçüler (bina taban alanı, kat adedi, kat yüksekliği, bina derinliği vb.), bina tipi, yapıdaki boşluklar (cam ve kapılar), ve diğer bilgiler (bina yaşam ömrü, kullanıcı sayısı, yıllık kullanım gün sayısı vb.) bilgileri sisteme girilmelidir (Şekil 4.32) (Thistlethwaite, b.t; BRE, 2010).

**invest 2** Environmental Impact Assessment & Whole Life Cost

About Invest | Your account | Logout | Contact us | Help

>> London Office Block

### Initial Details

Main dimensions		Building type	
Gross floor area	<input type="text" value="15000"/> m <sup>2</sup>	Head office?	<input type="checkbox"/>
Number of storeys	<input type="text" value="7"/>	Air conditioned?	<input type="checkbox"/>
Storey height	<input type="text" value="3.5"/> m	Catering facilities on site?	<input checked="" type="checkbox"/>
Desired building width	<input type="text" value="100"/> m	Cellular space (Open plan = 0%)	<input type="text" value="10"/> %
Plan depth	<input type="text" value="15"/> m		
Glazing and Doors		Other	
Glazing ratio	<input type="text" value="30"/> %	Operational life	<input type="text" value="60"/> Years
Rooflight ratio	<input type="text" value="0"/> %	Discount rate	<input type="text" value="3.5"/> %
Internal door ratio	<input type="text" value="5"/> %	Occupancy	<input type="text" value="12.0"/> m <sup>2</sup> /person
		Days in use per year	<input type="text" value="220"/> Days
		Soil type	<input type="text" value="Firm clay"/>

Şekil 4.32 Invest 2 tasarım aracıyla proje bilgilerinin sisteme girilmesi (Thistlethwaite, b.t)

Yapı ile ilgili temel bilgiler kaydedildikten sonra, bina formuna yönelik geliştirilen sekiz çeşit alternatiften (L, I, T vb.) biri seçilmektedir (Şekil 4.33).

**invest 2** Environmental Impact Assessment & Whole Life Cost

About Invest | Your account | Logout | Contact us | Help

>> London Office Block

### Building Shapes

				Ground floor 0.0 m <sup>2</sup> Upper floors 0.0 m <sup>2</sup>
<b>Ecopoints</b>	<input type="text" value="567,424"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<b>Whole Life Cost (£)</b>	<input type="text" value="6,503,024"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<b>Ecopoints</b>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
<b>Whole Life Cost (£)</b>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

■ selected shape  
■ valid shape  
■ invalid shape

Şekil 4.33 Invest 2 tasarım aracıyla tasarlanan binanın formunun seçilmesi (Thistlethwaite, b.t)

Bir sonraki adımda detaylı bir şekilde yapı boyutlarının sisteme girilmesi gerekmektedir. Bu bölümde binanın yönlendiği, kat alanlarının  $m^2$  leri, dış duvar toplam  $m^2$ , iç duvarların toplam  $m^2$  si vb. bilgiler istenmektedir. Şekil 4.34' te izlenebildiği gibi iki değer hanesi bulunmaktadır. Bunlardan ilki sistemde kayıtlı ön tanımlı (default değeri) değerler ikincisi ise kullanıcı tarafından girilebilen değerlerdir. Kullanıcı ister referans olan ön tanımlı değerleri isterse de kendi gireceği değerler ile performans değerlendirmesine devam edebilmektedir (Şekil 4.34).

**Agree Building Details**

	system	user		system	user	
Total floor area	15,000		$m^2$	Elevation 1	57.5	57.5 m
Upper floor area	12,857	12857	$m^2$	Elevation 2	15.0	15.0 m
Ground floor area	2,143	2143	$m^2$	Elevation 3	42.5	42.5 m
External wall area	5,414	5414	$m^2$	Elevation 4	42.9	42.9 m
Roof area	2,143	2500	$m^2$	Elevation 5	57.5	57.5 m
Window area	2,320	2320	$m^2$	Elevation 6	15.0	15.0 m
Rooflight area	0	0	$m^2$	Elevation 7	42.5	42.5 m
Internal wall area	4,575	4575	$m^2$	Elevation 8	42.9	42.9 m
Number of storeys	7		Nr			
Plan depth	15.0		m			
Storey height	3.5		m			
Building width	100.0	100.0	m			
Building height	24.5		m	Ecopoints	527,802	
Perimeter	315.7	315.7	m	Whole Life Cost (£)	6,216,785	

Save Save & Stay Use Default Values

Şekil 4.34 Envest 2 tasarım aracıyla binanın alan bilgilerinin sisteme girilmesi (Thistlethwaite, b.t)

Yapının temel ve formuna yönelik bilgilerin girilmesinden sonra, Şekil 4.35' te sunulan menüden binanın ana yapı elemanlarının seçilmesi ve detaylarına karar verilmesi adımına geçilmektedir. Bu adımda yapının taşıyıcı sistem elemanları (temel, iskelet sistem vb.), dış ve iç duvarları, döşemeleri, boşlukları, tavanı ve çatısı olmak üzere yedi ayrı kategori ve on seçenek bulunmaktadır. Şekil 4.35' te yer alan menüde sıralanan kategorilere ait bilgiler sisteme girilmektedir (Şekil 4.35). Şekil 4.36 ve 4.37' de ise bu yedi kategoriden biri olan yapının dış yüzeyine ait seçenekler örneklenmektedir.



### Building Fabric & Structure

		Ecopoints	Whole Life Cost (£)
<b>Structure</b>	Building Frame	4,925	642,540
	Foundation	321	13,676
<b>External Wall</b>	External Wall	7,734	853,777
<b>Internal Wall</b>	Internal Wall	11,310	349,027
<b>Floor</b>	Ground Floor	5,051	365,684
	Upper Floor	24,221	1,500,957
<b>External Opening</b>	Window	4,726	961,857
	Rooflight	0	0
<b>Ceilings</b>	Ceiling	849	396,545
<b>Roof</b>	Roof	908	333,437
	Initial	33,551	4,042,522
	Life Cycle Replacement	25,591	1,076,039
	Maintenance	902	298,938
	<b>Totals</b>	<b>60,045</b>	<b>5,417,500</b>

**Select option**

Initial details

Select Shape

Building Details

Fabric & Structure

Services

Reports

Summary Totals

Şekil 4.35 Envest 2 tasarım aracıyla yapının dış yüzeyine ait bilgilerin sisteme girilmesi (Thistlethwaite, b.t)

### invest 2

Environmental Impact

About Envest | Your account | Logout | Contact us | Help

>> London Office Block >> Option 1

## External Wall

	Ecopoints	Whole Life Cost (£)
Cladding	0	0
Outer Structural Skin	781	137,740
Inner Structural Skin	678	86,667
Insulation	111	25,771
Internal Finishes First Layer	76	18,054
Internal Finishes Second Layer	134	33,656
Internal Decoration	1,314	39,622

Save & Return

### invest 2

Environmental Impact

About Envest | Your account | Logout | Contact us | Help

>> London Office Block >> Option 1

## Outer Structural Skin

edit available options	select option	Ecopoints	Whole Life Cost (£)
In-situ Concrete	<input type="radio"/>	0	0
Brick	<input checked="" type="radio"/>	781	137,740
Block	<input type="radio"/>	0	0
Timber Stud	<input type="radio"/>	0	0
Natural Stone	<input type="radio"/>	0	0
Glazed Curtain Walling	<input type="radio"/>	0	0
None	<input type="radio"/>	0	0

Save & Return

Şekil 4.36 Envest 2 tasarım aracıyla dış duvar seçeneklerinin sisteme girilmesi (Thistlethwaite, b.t)

**invest 2** Environmental Impact A

About Invest | Your account | Logout | Contact us | Help

>> London Office Block >> Option 1

**Block**

**Product Selection**

Aerated Concrete (selected) Aerated Concrete (invest)

**Property**

215.0 mm

480.0 Kg/m3

Mortar Type

**Tasks**

	Interval	Cost(£)	Cost unit
Supply and Lay Block			m2

Save & Return

Şekil 4.37 Invest 2 tasarım aracıyla dış duvar malzeme bilgisinin sisteme girişi (Thistlethwaite, b.t)

Ana yapı elemanları ve detaylarının belirlenme adımından sonra yapının servis sistemlerinin (ısıtma, aydınlatma, su, havalandırma - iklimlendirme, soğutma ve asansör seçeneklerini içermektedir) detaylandırılması adımına geçilmektedir (Şekil 4.38). Bu adımda servis sistemlerinin gömülü enerjisi ve işletim – kullanım evresine ait toplam enerji analizi Ecopoints' i belirlenmekte ve toplam yaşam döngüsü maliyeti hesaplanmaktadır. Ayrıca duvarlardan, çatıdan, döşemelerden cephedeki boşluklardan kaynaklanan ısı kayıpları da bu bölümde hesaplanmaktadır (Şekil 4.38).

Servis sistemleri için detayların oluşturulması adımında her servis sistemi için (ısıtma, aydınlatma, su, havalandırma - iklimlendirme, soğutma ve asansör) detaylandırma yapılmaktadır. Örneğin aydınlatma sistemiyle ilgili seçenekler (yapının aydınlatma yükü, kontrol sistemi, yıllık maliyeti vb.) Şekil 4.39' da belirtilmektedir.

**ENVEST II** Environmental Impact Assessment

About Envest | Login | Your account | Contact us | Help

### Services

	Ecopoints	Whole Life Cost (£)
Heating	34738	9343664
Lighting	48933	4372812
Water	3266	75261
Ventilation	77741	3344690
Refrigeration	11789	8539245
Lifts	1084	839111
Catering	31018	859246
Office Equipment	240295	4945782
Humidification	26214	539532
<b>Operational</b>	<b>474352</b>	<b>24839909</b>
<b>Embodied</b>	<b>728</b>	<b>8029435</b>
<b>Total</b>	<b>475079</b>	<b>32869343</b>

**Select option**

Initial details

Select Shape

Building Details

Fabric & Structure

Services

Reports

Heat loss	Ecopoints	%
Walls	21953	30
Roofs	21112	29
Floors	21112	29
Windows	9421	13

Şekil 4.38 Envest 2 tasarım aracıyla yapıya ait servis seçeneklerinin sisteme girilmesi (Thistlethwaite, b.t)

**ENVEST II** Environmental Impact Assessment

About Envest | Login | Your account | Contact us | Help

### Lighting

Lighting load: 8 w/m<sup>2</sup>

Light switching control type: Timed or photoelectric switch off, manual on

Andillary Lighting load: 0

Andillary Light switching control type: Photoelectric switching with occupancy sensing

**Capital Costs**

Installation: Interval [ ] years

**WLC Tasks**

Replace lamps: Interval [ ] years

Replacements: Interval [ ] years

£ [ ]

Cancel Reset Submit

Şekil 4.39 Envest 2 tasarım aracıyla yapıya ait servis sistemleri için detayların oluşturulması (Thistlethwaite, b.t)

Envest ile yapılan yapı çevresel performans ve yaşam döngüsü performans analizinde son olarak toplam Ecopoints puanı ve toplam maliyet belirlenerek sonuç raporlarının oluşturulması aşamasına gelinmektedir (Şekil 4.40).

The screenshot displays the ENVEST II software interface for Environmental Impact Assessment & Reporting. The main section is titled 'Reports' and contains several configuration options:

- Include building details summary
- Include building structure summary
- Overall**
- LCA WLC**
  - Embodied vs Operational
  - Embodied elemental breakdown
  - Embodied environmental breakdown
  - Operational elemental breakdown
  - Operational environmental breakdown
  - Ecopoints environmental breakdown
- Services**
  - Totals
  - Embodied
  - Operational
- Show as**
  - Ecopoints
  - Ecopoints/m<sup>2</sup>
  - £
  - £/m<sup>2</sup>

A 'Compare to:' dropdown menu is open, showing the following options:

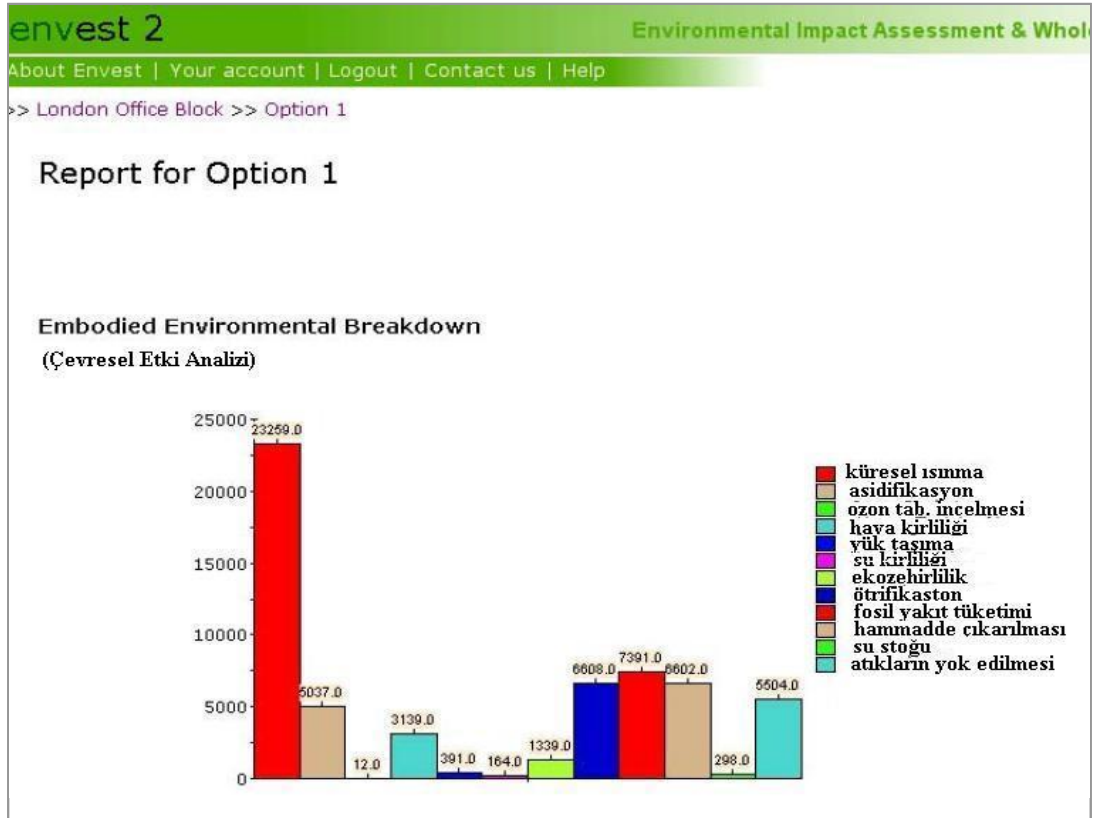
- None
- 666-555
- Pene1 - Office1
- Project 1 - Building 1
- Project 1 - Building 2
- Project 1 - Demonstration building (use mal)
- Project 1 - tt
- Project 1 - building 4
- jane1 - xxx

On the right side, there is a 'Select option' panel with the following buttons:

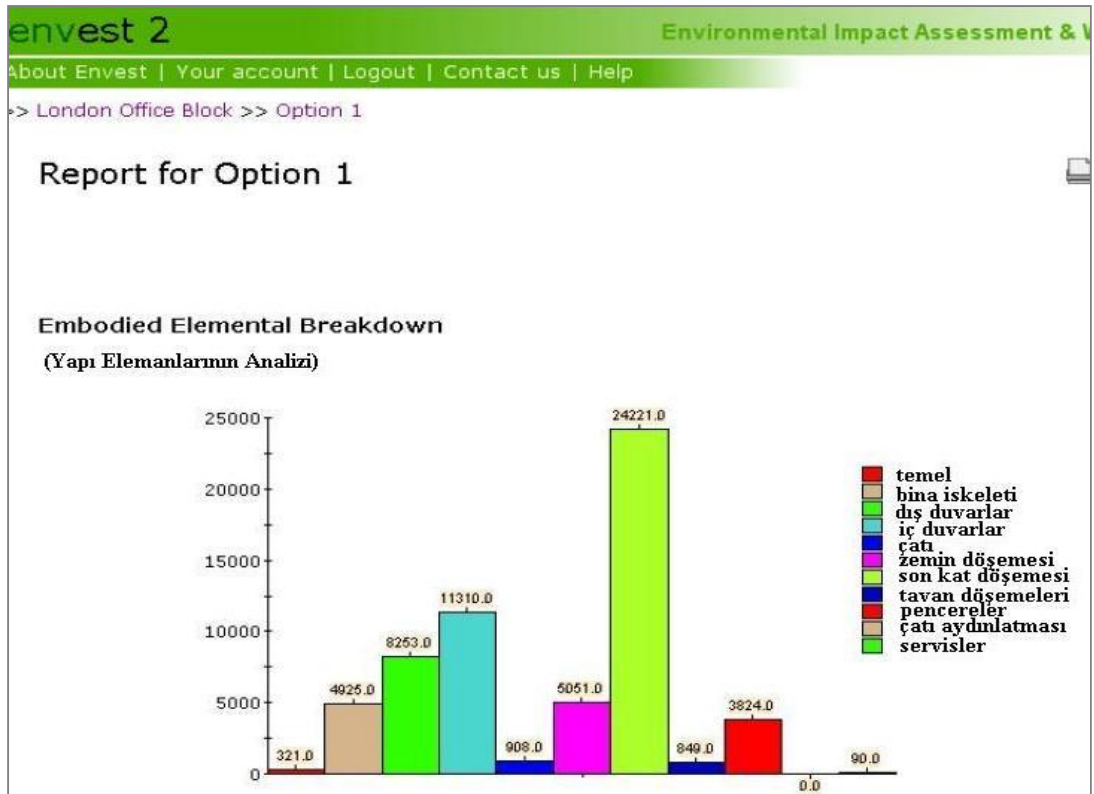
- Initial details
- Select Shape
- Building Details
- Fabric & Structure
- Services
- Reports

Şekil 4.40 Envest 2 tasarım aracıyla değerlendirme sonuç raporları (Thistlethwaite, b.t)

Şekil 4.40’ da Envest raporlarına ait seçeneklerde izlenebildiği gibi, yapı yaşam döngüsü değerlendirmesi ve yaşam döngüsü maliyet analizi sonuçlarına göre yapı, ya diğer mimarlar tarafından tasarlanan yapılarla ya da aynı mimarlar tarafından tasarlanan diğer yapılarla karşılaştırılabilmektedir. “Tasarımcı, yapı ürünlerine tasarım sürecinde karar vermek zorundadır. Tasarım ekibi; planlar, cepheler ve duvar, döşeme, çatı vb. elemanlarda verilen kesit kararı ile yapının biçimini çıkarmaktadır. Bu elemanlar sonra detaylandırılmış yazılı tanımlamalarla açıklanmaktadır” (Taygun, 2005). Değerlendirme sonuçları Şekil 4.41 ve 4.42’ de izlenmektedir.



Şekil 4.41 Invest 2 tasarım aracıyla binanın çevresel etki analizi (Thistlethwaite, b.t)



Şekil 4.42 Invest 2 tasarım aracıyla yapı elemanlarının gömülü enerji analizleri (Thistlethwaite, b.t)

#### 4.2.2.3 Üçüncü Düzey – Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi

Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi olarak tanımlanan ve yapılan sınıflandırmanın üçüncü düzeyinde yer alan modeller, YDD' ye yönelik geliştirilmiş, kontrol listesi ile değerlendirme yapan bina çevresel değerlendirme sistemleridir. Günümüzde yeşil bina sertifikasyon ve değerlendirme sistemleri olarak da isimlendirilen bu modeller, kriterler ve puanlama sistemine dayalı, niteliksel araçlardır. Özellikle gelişmiş ülkeler tarafından ortaya konan ve yaygınlıkları gün geçtikçe artan bu modeller, yapıların ve yapım faaliyetlerinin, yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevresel etkilerini azaltmak yönünde önemli rol oynamaktadır. İlk olarak buldukları ülkelerin koşullarına uygun olarak geliştirilen modeller, zamanla gelişmekte olan ülkelerde de doğrudan ya da uyarlama yapılarak uygulanmaya başlamıştır. “Çevresel değerlendirme araçları yardımıyla tasarımcılar, yönetmelik ve şartnamelerde yer almayan sürdürülebilir tasarım esaslarını sistematik bir çerçeve kapsamında dikkate almakta, üreticiler ürünlerini ve üretim süreçlerini bu doğrultuda geliştirebilmekte, yükleniciler faaliyetlerini bu açıdan gözden geçirmektedirler”(Sev ve Canbay, 2010).

Arsa seçimi, yapıda etkin enerji, su ve malzeme kullanımı, yapı iç çevre kalitesi, yapı kaynaklı kirliliklerin oluşumu, atık yönetimi vb. modelden modele farklılık gösteren parametreler ve bu parametrelere ait alt kriterlere göre mevcut veya yeni yapılar değerlendirilmekte ve değerlendirme sonucunda gerekli minimum puan değerinin sağlanması durumunda, alınan puan düzeyine göre yapı sertifikalandırılmaktadır. Bu sertifikaların yapıların pazar payını ve değerini artırdığı bilinmektedir. Daha önce Tablo 4.5' te de belirtildiği gibi günümüzde BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika), CASBEE (Japonya), SB Tool (Uluslararası), HK-BEAM (Hong Kong), BEPAC (Canada), SPIRIT gibi birçok bina çevresel değerlendirme sistemi bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, dünyada yaygın olarak kullanılan ve kabul gören BREEAM (İngiltere), LEED (Amerika), CASBEE (Japonya), SB Tool (Uluslararası) modelleri ayrıntılı olarak incelenecektir.

*4.2.2.3.1 BREEAM Modeli (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method-Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu).* 1917 yılında İngiltere' de kurulan Bina Araştırma Kurumu (Building Research Establishment – BRE) yapı sektörünün gelişimine geçmişten günümüze çok önemli katkılar sağlamış ve sağlamaya devam etmektedir. Yapı, yapım, çevre, enerji, yangın, risk vb. konularda uzman olan kurum tüketicilere yönelik danışmanlık, ölçüm ve sertifika verme amaçlı araştırmaları çok yoğun olarak sürdürmektedir. BRE mimarlara, tasarımcılara, planlamacılara, yapı sahiplerine ve yöneticilere yapı iç ve dış konforunun sağlanarak, sağlıklı çevreler yaratılması yönünde yardımcı olmaktadır (BRE, 2010).

BRE tarafından geliştirilerek 1990 yılında uygulamaya geçirilen Bina Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method – BREEAM) kriterlere dayalı değerlendirme sistemlerinin ilk örneğidir. Dünyada yapıların çevresel performanslarını ölçmek için yaygın şekilde kullanılan BREEAM diğer ülkelerde geliştirilen modeller için örnek olmuştur. Günümüze kadar 115 000' den fazla yapıyı sertifikalandıran ve 700 000' den fazla yapının da sertifika için başvuruda bulunduğu BRE çevresel politikaların sürekli güncellenmesi ve yerel koşullarla harmanlanması gereğine dikkati çekmektedir (Sev ve Canbay, 2009).

BRE grubunun BREEAM' i oluştururken hareket noktası sürdürülebilir kalkınmanın en kapsamlı bileşeni olan çevresel sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesi olmuştur. BREEAM İngiliz hükümeti, iş adamları, birçok kamu kuruluşu ve özel kuruluş tarafından desteklenmekte ve böylelikle kullanımı giderek artmaktadır. İlk olarak ofis yapılarının çevresel performanslarını değerlendirmek için kullanılan BREEAM ile her türlü yeni ya da mevcut yapıların çevresel performans değerlendirmesi yapılabilmektedir. BRE her yapı tipi için farklı bir çevresel değerlendirme standardı geliştirmiştir. BREAM ile değerlendirme yapılan söz konusu yapı tipleri şu şekilde sıralanmaktadır:

- BREEAM Retail (Alışveriş yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Industrial (Endüstri yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Offices (Ofis yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Schools (Okul-Eğitim yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Ecohomes (Eko-konutlar için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM EcohomesXB (Mevcut konutlar için çevresel değerlendirme metodu)
- Code for Sustainable Homes (Sürdürülebilir konutlar için Şartname, yeni yapılacak konutlar için geliştirilmiştir)
- BREEAM Courts (Adli yapılar için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Prisons (Hapishane yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Healthcare (Sağlık yapıları için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Multi-residential (yurt, bakımevleri vb. hizmet veren yapılar için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM International (İngiltere dışındaki ülke ya da bölgelerde yer alan yapılar için çevresel değerlendirme metodu)
- BREEAM Bespoke (Yapı türüne özgü olarak geliştirilen kriterlerle çevresel değerlendirme metodu)

BREEAM değerlendirmeleri BRE' nin lisanslı değerlendirme uzmanları tarafından belli bir ücret karşılığında yapılmaktadır. Başvurudan sonra projenin hangi değerlendirme türüne uygun olduğuna karar verilmekte, daha sonra her yapı türü için, aşağıda genel başlıkları verilen evrelerden projeye en uygun olanı seçilmektedir.

- Tasarım ve Satın Alma (Design and Procurement – D&P): Tasarım aşamasındaki yapılan değerlendirmedir.
- İnşaat Değerlendirmesi (Post Construction Review – PCR): Tasarım aşamasında belirlenen BREEAM konularının uygulamasının değerlendirilmesidir.
- Yönetim ve Operasyon (Management and Operation – M&O): Mevcut binaların işletme sürecine ilişkin olarak değerlendirilmesidir.



BREEAM' in farklı yapı tiplerine göre hazırlanan değerlendirme araçlarının (BREEAM Office, Retail, School, Homes vb.) yapı yaşam döngüsünün hangi evrelerinde (Tasarım ve Satın alma, İnşaat Değerlendirmesi vb.) kullanıldığı Tablo 4.6' da belirtilmektedir.

Tablo 4.6 BREEAM Modellerinin bina evrelerinde kullanılması

BREEAM Değerlendirme Modelleri	BİNA Evreleri	Tasarım & Satın alma	İnşaat Değerlendirmesi	Yönetim & Operasyon
	Alışveriş Y.	√	√	√
	Endüstri Y.	√	√	
	Ofis Y.	√	√	√
	Okul Y.	√	√	
	Ekokonut Y.	√	√	√
	Adli Y.	√	√	
	Hapishane Y.	√	√	
	Sağlık Y.	√	√	√
	Sipariş Y.	√	√	√

Kesin değerlendirme öncesinde, isteğe bağlı olarak yürütülecek bir ön değerlendirme (pre-assessment) sürecinin önemli yararları olduğu belirtilmektedir. Asıl sertifikasyon süreci ise kapsamlı ve detaylı bir çalışmayı gerektirmektedir. Asıl sertifikasyon süreci kayıt işlemleri ile gerekli belge/dokümanların tasarım ekibi tarafından tamamlanmasıyla başlamaktadır. Asıl sertifikasyon sürecinin lisanslı bir BREEAM uzmanı tarafından yürütülmesi zorunludur. Bu işlemlerin tamamlanmasıyla projenin tipine göre bina araştırma kurumu çevresel değerlendirme çizelgesi doldurulmaya başlanarak asıl sertifikasyon süreci başlamaktadır. Değerlendirme çizelgeleri (Tablo 4.7) binalar için hızlı bir kredilendirme ve puanlama sisteminin uygulanmasına olanak sağlamaktadır. Sertifikasyon sürecinde ise şu adımlar izlenmektedir (Şekil 4.43):

– **1. ADIM:**

Projenin kayıt işlemleri ve tasarım ekibinden teslim alınan belge ve dokümanlar ile proje, BREEAM uzmanı tarafından incelenerek değerlendirme raporu hazırlanır ve bu rapor BREEAM takımının bir üyesine sunulur. Değerlendirme

yapılırken değerlendirilen yapının kriterleri BREEAM' in referans kriterlerine uygun ise “Puan” sütununda yer alan rakam, “alınan puan” sütununa işlenmekte; uygun değil ise bu sütun boş bırakılmaktadır (Tablo 4.7).

– **2. ADIM:**

Değerlendirme ve puanlama çeşitli performans kategorileri altında tanımlanan kriterlere göre yapılır ve proje sağladığı her kriter için puan toplar. Her yapı için değerlendirme kategorileri farklılaşabilmektedir. Bu kategoriler:

- Proje Yönetimi
- Sağlık ve Konfor
- Enerji
- Ulaşım
- Su
- Malzeme
- Atık
- Kirlilik
- Yapı Alanı Kullanımı ve Ekoloji

olmak üzere dokuz grupta toplanmıştır (Tablo 4.7). Çeşitli bölgelerde yapılacak değerlendirmeler için bu performans kategorilerinin bütün içindeki oranı yani ağırlık katsayısı değişmektedir. Bu sekiz kategoriden her bölümün ayrı ayrı değerlendirmesi yapılmakta ve bölüm sonunda toplanan puanlar “bölüm toplamı” bölümüne yazılmaktadır.

– **3. ADIM:**

Değerlendirmenin sekiz bölümü de eksiksiz olarak tamamlanmaktadır.

– **4. ADIM:**

Projenin her bir kategoride topladığı puan önceden belirlenmiş ağırlık katsayıları ile çarpılarak her bir bölümün sonuç puanı olan “Bölüm toplamı” elde edilmekte ve bölüm toplamları birbirine eklenerek “Genel Toplam” hesaplanarak ilgili

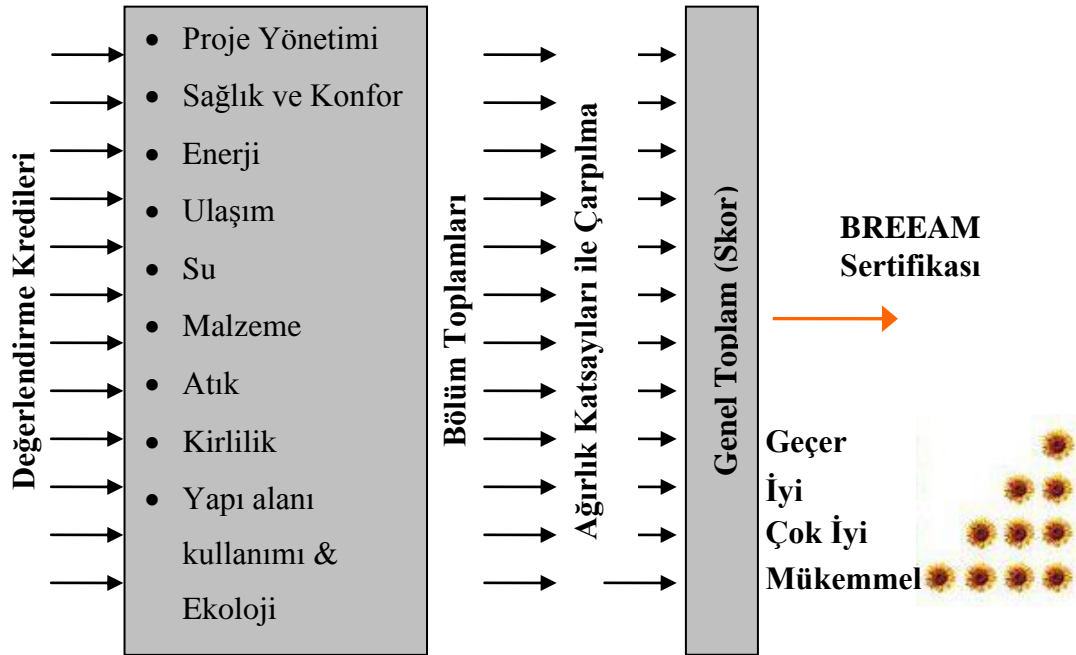
bölüme yazılmaktadır. Geniş çaplı anketler ve bilimsel çalışmalar sonucu belirlenen bu ağırlık katsayıları uygulamada bölgesel farklılıkları gözetmekte ve böylelikle daha gerçekçi ve objektif bir değerlendirme yapılmasını sağlamaktadır

– **5. ADIM:**

Genel toplamda elde edilen puan karşılığına denk gelen seviye değerlendirilen yapının/binanın çevresel performans seviyesini göstermektedir. BREEAM' e göre değerlendirilen bir yapının çevresel performansının belgelendirilmesi için gösterge puanlarının en az % 30' unu toplaması gerekmektedir. Alınan puanlar karşılığında alınacak sertifika dereceleri şu şekildedir:

- 25 Puan (%) .....Geçer
- 40 Puan (%) .....İyi
- 55 Puan (%) .....Çok İyi
- 70 Puan (%) .....Mükemmel

BREEAM değerlendirme süreci ve bu süreçte yer alan adımlar şematik olarak Şekil 4.43' te izlenebilmektedir.



Şekil 4.43 BREEAM Değerlendirme sistemi şeması (BRE, 2009)

Tablo 4.7 BREEAM Modelinin çevresel değerlendirme kriterleri (BRE, 2009)

<b>BREEAM</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Maksimum Puan (%)</b>	<b>Alınan Puan</b>
<b>ENERJİ</b>		<b>24</b>	
Ene 1	Konutların Karbondioksit (CO2) Emisyonu Oranı		
Ene 2	Yapı Üretimi		
Ene 3	Çamaşır Kurutma Alanları		
Ene 4	Çevre Etiketli Ürünler		
Ene 5	İç Aydınlatma		
Ene 6	Dış Aydınlatma		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>ULAŞIM</b>		<b>8</b>	
Tra 1	Halk Ulaşımı		
Tra 2	Bisiklet Parkı		
Tra 3	Sosyal Alanlar		
Tra 4	Ev-Ofis		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>KİRLİLİK</b>		<b>10</b>	
Pol 1	Ozon Tabakasına Zararlı Gazların Azaltılması (Hidroklor Florkarbon Emisyonları)		
Pol 2	Azot Oksit (Nox) Emisyonları		
Pol 3	Yüzeyden Akan Suyun Azaltılması		
Pol 4	Yenilenebilir ve Düşük Emisyonlu Enerji Kaynakları		
Pol 5	Sel Riski		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>YAPI MALZEMELERİ</b>		<b>12.5</b>	
Mat 1	Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkileri		
Mat 2	Malzeme Kaynaklarına Sorumluluk: Basit Yapı Ürünleri		
Mat 3	Malzeme Kaynaklarına Sorumluluk: Bitirme Ürünleri		
Mat 4	Geridönüşüm		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>SU</b>		<b>6</b>	
Wat 1	Yapı İçinde Su Kullanımı		
Wat 2	Yapı Dışında Su Kullanımı		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			

Tablo 4.7 BREEAM Değerlendirme Sistemi çevresel değerlendirme kriterleri (BRE, 2009) (devam)

<b>YAPI ALANI KULLANIMI VE EKOLOJİ</b>		<b>10</b>	
Eco 1	Yapı Alanlarının Ekolojik Değeri		
Eco 2	Ekolojik Değerlenme		
Eco 3	Ekolojik Özelliklerin Korunumu		
Eco 4	Yapı Alanlarının Ekolojik Değerinin Değişimi		
Eco 5	Yapı Oturma Alanı		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>SAĞLIK VE KONFOR</b>		<b>15</b>	
Hea 1	Günişliği		
Hea 2	Ses Yalıtımı		
Hea 3	Yapı Dışında Özel Alan		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>YÖNETİM</b>		<b>12</b>	
Man 1	Konut Kullanım Rehberi		
Man 2			
Man 3	Yapı Alanına Etkiler		
Man 4	Güvenlik		
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>GENEL TOPLAM:</b>			

4.2.2.3.2 LEED Modeli (*Leadership in Energy and Environmental Design- Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik*). USGBC (The U.S. Green Building Council – Amerikan Yeşil Binalar Konseyi) mimarlar, yapı ürünü üreticileri, mal sahipleri, yükleniciler ve çevre grupları tarafından 1993 yılında oluşturulmuş gönüllü bir kuruluştur. 1998 yılında USGBC LEED programını geliştirerek uygulamaya geçirmiştir. LEED The Green Building Rating System (LEED Yeşil Bina Derecelendirme Sistemi) çevre etiketi ve YDD yöntemlerini bir arada kullanarak bir yapının yaşam döngüsünü yani tasarım, inşaat ve işletim süreçlerindeki çevresel etkilerini belirlemeyi amaçlayan ulusal ve uluslararası düzeyde bir değerlendirme sistemidir. USGBC’ ye göre LEED yapı sektöründe payı olan tüm kişi ve kuruluşların yapıların yaşam döngüsü sürecinde oluşturdukları çevresel etkilere dikkatini çekerek, faaliyetlerini ve ürünlerini bu etkileri azaltmak doğrultusunda geliştirmeleridir (Sev ve Canbay, 2009). Kısaca LEED’ in amacı sürdürülebilir yapı çevrelerin geliştirilmesine katkı sağlamak ve bu hedef doğrultusunda güvenilir ve istikrarlı standartlar belirleyerek yapı endüstrisine rehberlik etmektir. Günümüzde

USGBC tarafından Amerika' da ve birçok ülkede 14 000' den fazla proje sertifikalandırılmıştır.

LEED sertifikası için USGBC' ye yapılan başvurularda değerlendirmeye alınan yapı, çevresel performans testinde gerekli koşulları karşılayarak yeterli krediyi topladığı takdirde, çeşitli düzeylerde sertifika almaya hak kazanmaktadır. Şeffaf bir teknik değerlendirme ve sertifika oluşturma süreci hedeflendiği için sertifikasyon ve dokümantasyon süreci belgelendirmeye dayanmaktadır.

Yapıların sürdürülebilirlik performanslarını geliştirmeye yönelik, sürekli gelişmeye açık tutulan puanlama sistemi ilk olarak LEED 1.0 (1998) pilot modeliyle uygulanmaya başlanmıştır. Yapılar 2000 yılına kadar bu model ile sertifikalandırılmıştır. Daha sonra LEED 2.0 modeli oluşturulmuş ve farklı LEED modelleri geliştirilmiştir. USGBC' nin farklı ihtiyaçlara cevap verebilmek için geliştirdiği diğer LEED çevresel değerlendirme modelleri ise şu şekilde sıralanmaktadır:

- Yeni Yapılar için LEED - LEED NC
- Mevcut Yapılar için LEED - LEED EB
- Ticari İç Mekanlar için LEED - LEED CI
- Çekirdek & Kabuk için LEED - LEED C&S
- Okullar için LEED - LEED S
- Alışveriş Merkezleri için LEED - LEED R
- Sağlık Yapıları için LEED - LEED H
- Konutlar için LEED - LEED Homes
- Mahalle Kalkındırma için LEED - LEED ND

LEED modeli yukarıda sıralanan farklı yapı tipleri için geliştirilmiş modellerle yapıların sürdürülebilirlik performanslarının değerlendirmesini denetim listesi aracılığıyla yapmaktadır (Tablo 4.8). LEED ile yapılar altı farklı çevresel etki alanına göre değerlendirilerek çevresel performans düzeyleri belirlenmektedir. Bu etki alanları şu şekildedir:

- Sürdürülebilir Arsalar
- Su Etkinliği
- Enerji ve Atmosfer
- Malzemeler ve Kaynaklar
- İç Mekan Çevre Kalitesi
- Yenilik ve Tasarım Süreci
- Bölgesel Öncelikler

Nisan 2009’ da uygulamaya giren LEED 3.0 (NC) sürümünde ise bazı kriterlerin puanı değiştirilmiş ve kredi toplamları 69’ dan 110’ a (100 genel toplam 10 kredi de Yenilik ve Tasarım Süreci ve Bölgesel Öncelikler başlığı altında verilmektedir) çıkarılmış ve bölgesel öncelik kredileri değerlendirmeye eklenmiştir (Tablo 4.8).

LEED değerlendirme süreci yapının/projenin USGBC’ ye kaydettirilmesiyle başlamakta, yapının değerlendirmeye alınabilmesi için gerekli ön koşulları sağlayıp sağlamadığı kontrol edildikten sonra değerlendirme süreci başlamakta veya sonlanmaktadır. Gerekli koşulların sağlandığı varsayılarak, bir sonraki aşamada tasarım ve yapım olmak üzere iki aşamada yapının sağladığı kriterlere ilişkin gerekli belgeler internet ortamında sisteme yüklenmekte ve bu bilgiler USGBC tarafından kontrol edilmekte, gerek görüldüğü takdirde ek belge istenebilmektedir. Her bir bölüm için tek tek değerlendirmesi yapılan yapı/projenin toplam puanı bu şekilde hesaplanmaktadır. Yapının/projenin “LEED” sertifikası alabilmek için en az 40 puana ulaşması gerekmektedir. LEED değerlendirmesi sonucunda yapı sahiplerini ve tasarımcıları teşvik amacıyla verilen sertifikalar ve gerekli puanlar şu şekildedir:

- “LEED” Sertifikası ..... 40 – 49 puan
- “Gümüş” Sertifikası .....50 – 59 puan
- “Altın” Sertifikası .....60 – 79 puan
- “Platin” Sertifikası ..... 80 – 110 puan

Tablo 4.8 LEED değerlendirme sistemi çevresel değerlendirme kriterleri (USGBC, 2009)

LEED					
Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Puan	Evet	Hayır	Bilinmiyor
<b>SÜRDÜRÜLEBLİR ARSALAR Toplam Puan: 26</b>					
Ön Koşul	Yapım aktivitelerinde kirliliğin önlenmesi	Z			
Kredi 1	Yapı Alanının çevresel etkileri azaltacak yönde seçilmesi	1			
Kredi 2	Yeşil alanların, doğal kaynakların ve habitatın korunarak mevcut altyapıların geliştirilmesi	5			
Kredi 3	Sürdürülebilir Brownfield Yeniden Gelişim Programına uyulması	1			
Kredi 4.1	Alternatif Ulaşım Sağlanması - Toplu Taşıma	6			
Kredi 4.2	Alternatif Ulaşım Sağlanması - Bisiklet	1			
Kredi 4.3	Alternatif Ulaşım Sağlanması - Düşük emisyonlu alternatif yakıtlı araçlar	3			
Kredi 4.4	Alternatif Ulaşım Sağlanması - Otopark Kapasitesi	2			
Kredi 5.1	Yapı Alanının Geliştirilmesi - Habitatın korunması veya yenilenmesi	1			
Kredi 5.2	Yapı Alanının Geliştirilmesi - Açık alanların artırılması	1			
Kredi 6.1	Yağmur sularının kullanımının tasarımı - Niceliksel Kontrol	1			
Kredi 6.2	Yağmur sularının kullanımının tasarımı - Kalite Kontrol	1			
Kredi 7.1	Isı Adası Etkisi - Çatısız açık alan (bahçe, kır vb.) tasarımı ile iklim ve doğal çevreye etkilerin azaltılması	1			
Kredi 7.2	Isı Adası Etkisi - Çatılı açık alan(bahçe, kır vb.) tasarımı ile iklim ve doğal çevreye etkilerin azaltılması	1			
Kredi 8	Işık Kirliliğinin azaltılması	1			
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					
<b>SU ETKİNLİĞİ Toplam Puan: 10</b>					
Ön Koşul	Su kullanımının azaltılması - % 20 azaltma	Z			
Kredi 1	Suyun etkin kullanıldığı peyzaj				
Kredi 2	Yenilikçi atık su teknolojilerinin kullanımı	2			
Kredi 3	Su kullanımının azaltılması - % 20 azaltma				
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					



Tablo 4.8 LEED değerlendirme sistemi çevresel değerlendirme kriterleri (USGBC, 2009) (devam)

Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Puan	Evet	Hayır	Bilinmiyor
<b>ENERJİ VE ATMOSFER Toplam Puan: 35</b>					
Ön Koşul	Yapının temel enerji sistemlerinin tasarlanması ve hesaplamaların yapılması	Z			
Ön Koşul	Yapı ve sistemler için enerji performansının en az düzeyde oluşturulması (ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007 gereğine uygun olarak)	Z			
Ön Koşul	Temel soğutma sistemlerinin yönetimi (CFC bazlı sistemlerin kullanımının önlenmesi)	Z			
Kredi 1	Enerji Performans düzeyinin artırılması	3			
Kredi 2	Yenilenebilir enerji kullanımı	2			
Kredi 3	Tüm yapının enerji sistemlerinin uygulama için tasarımı ve geliştirilmesi	2			
Kredi 4	Soğutma sistemlerinin yönetiminin geliştirilmesi	2			
Kredi 5	Yapıda enerji ve su tüketimi performansının iyileştirilmesi	3			
Kredi 6	Yeşil enerjinin üretilmesi, gelişiminin desteklenmesi	2			
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					
<b>MALZEMELER&amp;KAYNAKLAR Toplam Puan: 14</b>					
Ön Koşul	Geridönüştürülebilir ürünlerin depolanması ve toplanması	Z			
Kredi 1.1	Yapının yeniden kullanımı - mevcut duvarlar, döşeme ve çatının korunması				
Kredi 1.2	Yapının yeniden kullanımı -iç mekandaki taşıyıcı olmayan elemanların % 50 oranında korunması				
Kredi 2	Yapım Atık Yönetimi				
Kredi 3	Malzemelerin yeniden kullanılması				
Kredi 4	Geridönüştürülmüş yapı ürünlerinin kullanılmasının artırılması				
Kredi 5	Yerel Malzemelerin Kullanılması				
Kredi 6	Kolay yenilenebilir malzemelerin kullanılması				
Kredi 7	Ahşap malzemenin yapı ürünü olarak kullanımının desteklenmesi				
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					

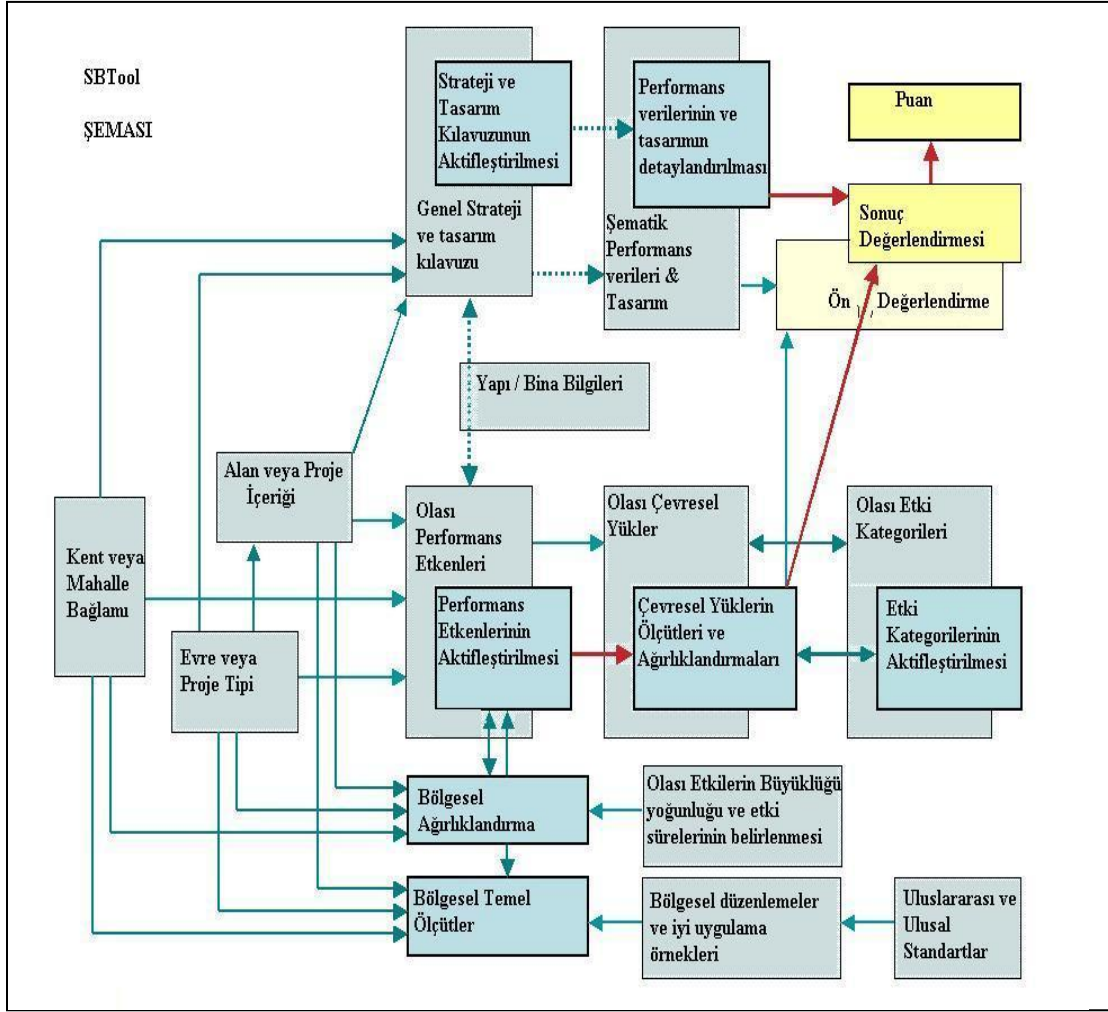
Tablo 4.8 LEED değerlendirme sistemi çevresel değerlendirme kriterleri (USGBC, 2009) (devam)

Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Puan	Evet	Hayır	Bilinmiyor
	<b>İÇ MEKAN ÇEVRE KALİTESİ Toplam Puan: 15</b>				
Ön Koşul	En az düzeyde yapı içi hava kalitesinin sağlanması	Z			
Ön Koşul	Çevresel tütün dumanının denetlenmesi	Z			
Kredi 1	Dış ortamdaki havanın CO2 ölçümünün yapılması				
Kredi 2	Havalandırmanın artırılması				
Kredi 3.1	Yapı içi hava niteliği yönetimi - yapım sürecinde				
Kredi 3.2	Yapı içi hava niteliği yönetimi - Kullanımdan önce				
Kredi 4.1	Kirletici yayılımı az olan ürünlerin kullanılması - yapıştırıcılar				
Kredi 4.2	Kirletici yayılımı az olan ürünlerin kullanılması - boyalar				
Kredi 4.3	Kirletici yayılımı az olan ürünlerin kullanılması - zemin kaplamaları				
Kredi 4.4	Kirletici yayılımı az olan ürünlerin kullanılması - kompozit ahşap, agrifiber ürünler				
Kredi 5	Yapı içi kimyasalların ve kirleticilerinin kaynağının denetlenmesi				
Kredi 6.1	Sistemlerin denetlenmesi - Aydınlatma sistemler				
Kredi 6.2	Sistemlerin denetlenmesi - Isısal Konfor sistemleri				
Kredi 7.1	Isısal Konforun sağlanması - Tasarım aşaması				
Kredi 7.2	Isısal Konforun sağlanması - Bakım ve onarım aşaması				
Kredi 8.1	Gün ışığı ve görüş - Gün ışığı				
Kredi 8.2	Gün ışığı ve görüş - Görüş				
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					
	<b>YENİLİK ve TASARIM SÜRECİ Toplam Puan: 6</b>				
Kredi 1.1	Malzeme ve atıkların azaltılmasına yönelik fikir ve veri düzenleme	1			
Kredi 1.2	Yapı malzemeleri	1			
Kredi 1.3	Atıkların azaltılması	1			
Kredi 1.4	Asma tavanların iptal edilmesi	1			
Kredi 1.5	Sürdürülebilir yapının maliyetine ilişkin dokümanlar	1			
Kredi 2	Tasarım Ekibinden en az bir kişinin LEED Profesyonel Akreditasyon sınavından geçmiş olması	1			
<b>BÖLÜM TOPLAMI:</b>					
	<b>BÖLGESEL ÖNCELİKLER Toplam Puan: 4</b>				
Kredi 1-4	Bölgesel Öncelikler - Özel Kredi	4			
<b>Kredilerin Toplam Puanı : 110</b>		<b>TOPLAM:</b>			

*4.2.2.3.3 SBTOOL Modeli (Sustainable Building Tool-Sürdürülebilir Bina Aracı).* SBTool (daha önceki adıyla GBTool) binaların çevresel ve sürdürülebilirlik performanslarının değerlendirilmesi amacıyla yönelik olarak geliştirilmiş bir değerlendirme modelidir. SBTool ilk olarak 1998 yılında 14 gelişmiş ülkenin bir araya gelerek hazırladıkları ve Sustainable Building Challenge (SBC) adını verdikleri uluslararası projenin uygulamaları kapsamında geliştirilen bir YDD aracıdır. Projenin geliştirilme amacı binaların sürdürülebilirlik performanslarının değerlendirilmesinin yapılabilmesi ve bu hedef doğrultusunda bilgi ve yöntemlerin geliştirilmesidir. SBC projesi uygulama süreçleri önce Natural Resources Canada Organization – NRCan (Kanada Doğal Kaynaklar Organizasyonu) tarafından başlatılmış ve 2002 yılında projenin sorumluluğu International Initiative for a Sustainable Built Environment – iiSBE (Sürdürülebilir Yapılı Çevreler İçin Uluslararası Girişim) organizasyonu tarafından üstlenilmiştir. iiSBE bugün 21 üye ülkesi olan ve sürdürülebilir bina uygulamalarına yönelik önemli çalışmalar yapan bir organizasyondur. iiSBE uluslararası topluluğu ilk ortaya koyduğu ve büyük oranda çevresel performans ölçütlerinden oluşan GBTool’ a, yapılara ilişkin ekonomik ve sosyal sorunların da çözümüne yönelik sürdürülebilirlik ölçütleri ekleyerek SBTool’ u geliştirmiştir.

SBTool tek başına doğrudan yapılara uygulanmayan, genel bir değerlendirme çerçevesi olup, çeşitli ülkelerin bu kalıbı alarak, ülkesel ve bölgesel koşullarına uyarlamasını öngören bir YDD aracıdır (Sev ve Canbay, 2009). SBTool kolay anlaşılabilir ve uyarlanabilir bir çevresel ve sürdürülebilirlik değerlendirme aracı haline getirilmeye çalışılmaktadır.

SBTool genel bir proje/bina sürdürülebilirlik değerlendirme çerçevesidir ve iiSBE’ ye üye ülkeler ülkesel koşullarına ve değerlendirme önceliklerine uygun olarak bu YDD modelini uyarlamaktadırlar. SB Tool akış şeması/değerlendirmenin kapsamı ve veri girdileri Şekil 4.44’ de gösterilmektedir. SBTool Modeli Modül olarak tanımlanan iki bölümden oluşmaktadır. Modül A, modelin temel sürdürülebilirlik kriterlerini ve bu kriterlerin ağırlıklarını içermektedir. Modül A’ da



Şekil 4.44 SBTool akış şeması (Larsson, 2009)

belirlenen temel değerlendirme kriterleri ve bunların ağırlıkları için sistemde saptanmış varsayılan değerler bulunmaktadır. Öncelikle değerlendirmede kullanılacak değerlerin belirlenmesi işlemi yapılır. Sistemde kayıtlı varsayılan ön değerlerin kullanılması veya değerlendirmeyi yapacak tarafın belirleyeceği yeni değerlerin sisteme girilmesi işlemlerini kapsayan bu aşamada, değerlendirme modeli bölgesel koşullara göre gerçekçi olarak uyarlanabilmektedir. Tez kapsamında SBTool' un Kanada için uyarlanan modeli örnek olarak kullanılmaktadır. Modül A' da belirlenen her bir değerlendirme kriteri ve bu kriterlere ait alt konularının Etki katsayısı (ağırlığı, % ağırlığı) belirlendikten sonra Modül B' ye geçilmektedir. Modül A' da belirlenen ve değerlendirmede esas alınan performans kriterleri şu şekildedir:

- **A-** Arsa Seçimi, Proje Planlama ve Geliştirme
- **B-** Enerji ve Kaynak Tüketimi
- **C-** Çevresel Yükler
- **D-** İç Mekan Çevre Kalitesi
- **E-** Servis Kalitesi
- **F-** Sosyal ve Ekonomik Etkiler
- **G-** Kültürel ve Algısal Esaslar

Modül A’ da tanımlanan ve ağırlıklandırılan bu yedi (7) kategori ve alt konu başlıkları Tablo 4.9’ da detaylı şekilde belirtilmektedir. Modül B ise binanın sürdürülebilirlik performansının belirlendiği bölümdür. Diğer YDD modellerinde olduğu gibi Modül B’ de de temel sürdürülebilirlik kategorilerine ait çok sayıda performans kriteri ve bu kriterlerin iki farklı ağırlık oranı (% değer ve bu değere karşılık gelen – 1 ile +5 arasındaki sayı değerleri) belirtilmektedir (Tablo 4.9).

Modül B’ nin ilk bölümünde, Tablo 4.9’ da A, B, C sütunları ile belirtilen bölümler, yapılacak değerlendirmenin bölgesel öncelikleri ve proje türü’ ne özgü olarak ağırlıklandırılmaktadır.

- A sütunu (Tablo 4.9’ da 1. Sütun): Belirlenen performans kriterinin olası çevresel etkisinin büyüklüğü için ağırlık katsayısı seçimini içermektedir. Aynı satırda yer alan performans kriteri küresel ve bölgesel ölçekte bir etki alanına sahipse Ağırlık katsayısı “3” olarak belirtilmekte, kentsel veya mahalle ölçeğinde ise bu katsayı “2” olarak sisteme girilmekte son seçenek olan ilgili kriter Yapı/Bina veya arazi ölçeğinde bir etkiye sahipse bu değer katsayısı 1 olarak sisteme girilmektedir (Tablo 4.9’ daki A sütunu).
- B sütunu (Tablo 4.9’ da 2. Sütun): Bu bölüm ilgili performans kriterlerinin olası çevresel etkisinin yoğunluğu/büyüklüğü için ağırlık katsayısının seçilmesini içermektedir. Aynı satırda yer alan kriter çevresel etki yoğunluğu güçlü/doğrudan etki ise ağırlık katsayı değeri 3, orta derece veya dolaylı etki ise ağırlık katsayı değeri 2, zayıf etki ise ağırlık katsayı değeri 1 olarak sisteme girilmektedir (Tablo 4.9’ daki B sütunu).

- C sütunu (Tablo 4.9' da 3. Sütun): bu bölüm ise ilgili performans kriterlerinin olası çevresel etkilerinin süresi (örneğin yapı hizmet ömrü süresince de olabilir) için ağırlık katsayısının seçilmesini içermektedir. Etki süresi 50 yıldan fazla ise 3 katsayı değeri, Etki süresi 10 yıldan fazla ise 2 katsayı değeri, Etki süresi 10 yıldan az ise 1 katsayı değeri sisteme girilmektedir (Tablo 4.9' daki C sütunu).

Modül B' de A, B, C sütunlarına verilen gerekli değerler ile değerlendirme kriterlerinin ağırlık yüzdeleri (Grup içi % değeri, Toplamdaki % değeri) belirlenmektedir (Tablo 4.9). Ulusal ve bölgesel uyarlamalarda bu kriterler (A, B, C, D, E, F, G olmak üzere 7 adet kriter ve A1, A2, A3 vb. alt kriterler) uygulanabilirliği ölçüsünde sisteme dahil edilmekte ya da sistem dışı bırakılabilmektedir. Uyarlama yerel kuruluş ve otoriteler ile akademik üyelerden oluşan bir ulusal takım ile yapılmaktadır (Örneğin tez çalışmasında incelenen SBTool Canada Modeli' nin geliştirilmesi vb.). Bu ekip performans kategorilerinin ve seçilen her kriterin, uygulandığı ülkeye/bölgeye uygun ağırlık katsayılarını bilimsel bir zemine dayalı olarak ve görüş birliği ile belirlemektedir. İki aşamalı (Modül A ve Modül B) ağırlık katsayısı uygulamasından oluşan bu değerlendirmede, yapı her performans kriterleri için -1 ve +5 arasında puan toplamaktadır (Tablo 4.9). Puanlama sistemi kısaca özetlenecek olursa her bölüm kriteri (A, B, C, vb.) ve o kritere ait alt kriterler (A1, B1, A1.1, B.1.1 vb.) için hazırlanmış kriterlerin içeriğini, ilgili göstergeleri, kriterlerin uygulandığı yapının tipini (konut, ofis, ticaret yapısı, otopark vb.), kriterin etki süresini (bina yaşam ömrü) ve kriterin değerlendirmesinin nasıl yapılacağı, hangi YDD değerlendirme yöntemleri veya yazılımların hesaplamada kullanılacağı (örn ATHENA, Eco Indicator 99 vb. YDD yazılımları) ve puanlamada performansların neye göre puanlanması gerektiğine yönelik açıklamalar tablo düzeninde belirtilmektedir.

Örneğin Tablo 4.9 gösterilen **B1.1 Yapı malzemelerinin birincil yenilenemeyen gömülü enerjilerinin yıllık hesaplanması** kriterinde (bir yapının değerlendirilmesi için uygulanırken):

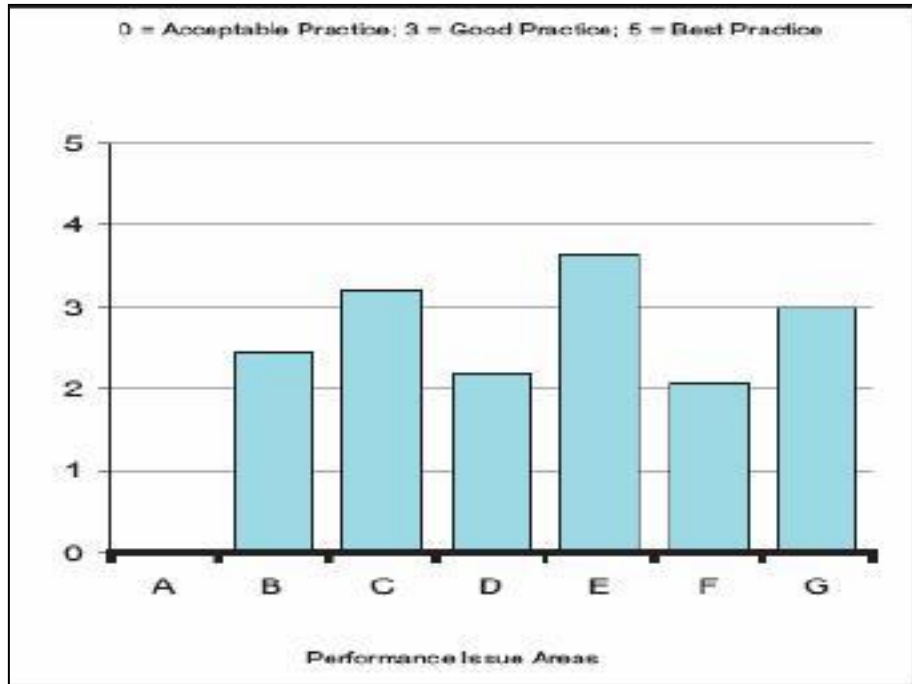
- Kriter İçeriği: Binalarda kullanılan başlangıçtaki gömülü enerjinin azaltılmasını ve binanın tüm yaşamı döngüsü boyunca yıllık enerji kullanımının hesaplanmasını hedefleyen bir kriter.
- Kullanılacak gösterge: Strüktür ve kabuk ve diğer yapı bileşenleri için kullanılan birincil gömülü enerjinin ve enerji kullanımı sonucunda oluşacak emisyonların tüm bina yaşam döngüsü süresince YDD’ ye yönelik yazılımlarla hesaplanmaktadır.
- Bilgi kaynağı: Gömülü enerjinin yüksek olması yapı termal kütlesiyle ilişkili olup, termal kütle kullanım evresindeki enerji kullanımını ve binanın tüm yaşam döngüsündeki enerji kullanımını etkilemektedir. Yapının ve yapıda kullanılan malzeme ve bileşenlerin toplam enerji kullanımının hesaplanması için ATHENA, Eco Indicator 99 gibi YDD yazılımlarıyla hesapların yapılması gerekmektedir.
- Uygulanacak Proje Tipi ve Yapı Ömrü: Konut, Ofis, Ticaret yapısı vb. belirtilmelidir, örneğin 50 – 75 yıl yapı ömrü seçilebilir.
- Değerlendirme Yöntemi: YDD tabanlı gömülü enerji tahmin yazılımları ile değerlendirme yapılmaktadır.
- Puanlama: YDD tabanlı gömülü enerji tahmini için kullanılan yazılımlardan elde edilen sonuçlara göre, strüktür ve yapı kabuğunda kullanılan malzemelerin gömülü enerjisi:
  - 115 MJ/m<sup>2</sup> (yıllık) ise, kriterden alınan puan: -1 (olumsuz performans)
  - 107 MJ/m<sup>2</sup> (yıllık) ise, kriterden alınan puan: 0 (kabul edilebilir performans)
  - 83 MJ/m<sup>2</sup> (yıllık) ise, kriterden alınan puan: +3 (İyi uygulama)
  - 67 MJ/m<sup>2</sup> (yıllık) ise, kriterden alınan puan: +5 (En iyi uygulama)

şeklinde her bir kriter için belirlenen puan değeri tablo 4.9’ a yazılmaktadır. Değerlendirme belirtilen Zorunlu (Z) olan kriterler için ise (Tablo 4.9) mutlaka +3 ile +5 arasında puan alınması gerekmektedir.

Puanlamada verilecek değerlerin değer ölçütleri şu şekildedir:

- Olumsuz Performans: **-1**
- Kabul Edilebilir Performans: **0**
- İyi Uygulama: **+ 3**
- En İyi Uygulama: **+ 5**

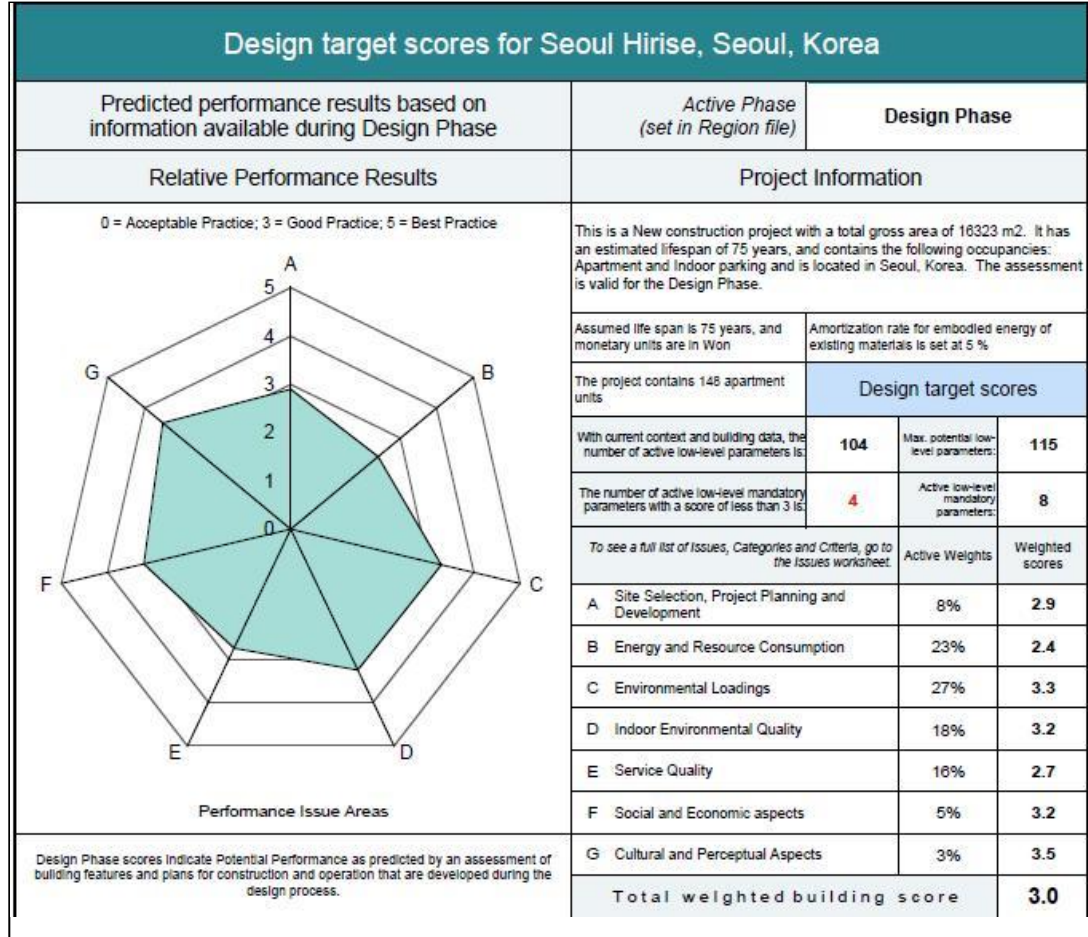
Tüm alt kriterlerin (A1.1, A1.2, B1.1, B.1.2 vb.) puanlandırılması ile ortalama ağırlıklı bölüm puanları (A1, A2, B1, B2, C1 vb.) hesaplanmakta ve yedi (7) temel kriterin (A, B, C vb.) genel toplam puanları hesaplanmaktadır ve grafiklerle de ifade edilebilmektedir (Şekil 4.45). Puan değeri belirlenen bu 7 temel kriterin ortalamaları alınarak **Bina/Yapı Toplam Sonuç Puanı** hesaplanmaktadır (Tablo 4.9). Sonuç olarak çevresel ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılan yapı, 0 ile 5 arasında puan kazanmaktadır (Tablo 4.9).



Şekil 4.45 SB Tool genel toplam puanlarının grafiklerle ifade edilmesi (Larsson, 2009)



Son olarak yapının bilgileri ve değerlendirme sonucunda tüm kriterlerden aldığı puanları ve Yapı Toplam Sonuç Puanını gösteren bir çizelge hazırlanmakta ve değerlendirmeye ait tüm bilgiler bu çizelgede belirtilmektedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46 SBTool ile çevresel ve sürdürülebilirlik performans değerlendirme yapılan bir yapının değerlendirme sonucuna ait bilgilerin gösterildiği çizelge (Larsson, 2009)

SBTool binaların ve projelerin sürdürülebilirlik performanslarının ölçümlenebilmesi için genel bir çerçeve ya da yerel organizasyonların kendi ölçümleme sistemlerini geliştirmelerine yardımcı olacak bir araç olarak da düşünülebilmektedir (Larsson, 2009; ÇEDBİK, 2009a). Model Bina YDD süreçlerinde Ön tasarım, Tasarım, Yapım ve Kullanım evrelerini değerlendirmede kullanılmaktadır. Ön tasarım evresinde projenin gelecekteki olası çevresel ve sürdürülebilirlik etkilerini değerlendirilmekte, tasarım evresi değerlendirmesinde gelecekteki olası etkileri belirlenmekte ve tasarım bu doğrultuda detaylandırılmakta,

yapım evresi değerlendirmesinde ise yapım sonunda kullanım evresinde önce mevcut göstergeler ile çevresel ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapılmaktadır. Modelin temel özellikleri şu şekildedir:

- SBTool binaların ve projelerin sürdürülebilirlik performanslarını derecelendirmeye yönelik genel bir değerlendirme çerçevesi olup, çeşitli ülkelerin bu kalıbı alarak, ülkesel ve bölgesel koşullarına uyarlamasını öngören bir araçtır.
- Sistem sürdürülebilir binaya yönelik kapsamlı bir yaklaşımla birçok değerlendirme kategorileri içermekte ve diğer YDD araçlarında olduğu gibi bu kategorilerin altında da çok sayıda performans kriteri bulunmaktadır. Ulusal ve bölgesel uyarlamalarda bu kriterler uygulanabilirliği ölçüsünde sisteme dahil edilebilmekte ya da sistem dışı bırakılabilmektedir.
- SBTool bölgeye özgü ve araziye özgü faktörleri dikkate almakta ve bu faktörlerin belirlenmiş ağırlıkları yeni verilere uygun olarak değiştirilebilmekte ve bu yönüyle esnek bir model olmaktadır.
- SBTool modelinin kapsamı tamamen modülerdir (bu modüller: iklim değişikliği ve bina sektörü, kamu ölçeğinde projeler ve yöntemler, performans, yöntemler ve araçlar, örnek çalışmalar başlıkları altında toplanmaktadır)
- SBTool strüktür ve yapı kabuğu bileşenlerinin yıllık gömülü enerji tahminine olanak sağlamaktadır.
- Tasarımcılar özel performans hedefleri belirleyerek, kendi performans değerlendirme puanlamasını oluşturabilmektedir.
- SBTool büyük ölçek projeleri veya tek konutları, kamusal veya ticari, yeni veya mevcut yapıları ya da her ikisinin birlikteliği olan projeleri ele almaktadır.
- SBTool' un son sürümü binanın sadece tasarım evresini değerlendirilmesine yönelik olmasına rağmen, SB Metodu ve SBTool sistem olarak; bina yaşam döngüsündeki dört farklı evreyi değerlendirmeye ve her bir evreye uygun ölçütlerin saptanmasına olanak sağlamaktadır.

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010)

<b>SB TOOL (KANADA Modeli)</b>									
<b>A - B - C Sütunları için Uygun Ağırlık Katsayılarının Seçilmesi</b>									
<b>A:</b> Olası çevresel etkinin büyüklüğü için ağırlık katsayısının seçilmesi (küresel ve bölgesel ölçek =3, kentsel ve mahalle ölçeği = 2, yapı/bina veya arazi ölçeği=1)									
<b>B:</b> Olası çevresel etkinin yoğunluğu için ağırlık katsayısının seçilmesi (güçlü/direk etki = 3, orta derece veya dolaylı etki = 2, zayıf etki = 1)									
<b>C:</b> Olası çevresel etkinin süresi için ağırlık katsayısının seçilmesi (> 50 yıl = 3, > 10 yıl = 2, < 10 yıl = 1)									
A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplam %	PUAN (-1, 0, 3, 5)	
					<b>A - ARSA SEÇİMİ, PROJE PLANLAMA ve GELİŞTİRME</b>	<b>% 8,10</b>		<b>PUAN (-1, 0, 3, 5)</b>	
				<b>A1</b>	<b>Yapı Alanı Seçimi</b>	<b>% 33,30</b>			
2	2	3		A1.1	Arazideki ekolojik değerlerin ön geliştirilmesi				
2	2	3		A1.2	Arazinin tarımsal değerinin geliştirilmesi				
2	3	2		A1.3	Sel baskınlarında arazinin hasar görebilirliği				
3	2	3		A1.4	Yakında yer alan su kaynaklarının kirletilme potansiyeli				
2	3	3		A1.5	Arazinin kirlilik durumunun belirlenmesi				
2	3	2		A1.6	Arazinin toplu taşıma alanlarına yakınlığı				
2	3	2		A1.7	Arazi ile iş merkezleri veya bölgesel çalışma alanları arasındaki mesafe				
2	1	2		A1.8	Arazinin ticari ve kültürel etkinlik alanlarına yakınlığı				
2	1	2		A1.9	Arazinin kamusal alanlara yakınlığı				
<b>A1 KRİTERİ ORTALAMA AĞIRLIKLI BÖLÜM PUANI:</b>									
				<b>A2</b>	<b>Proje Planlama</b>	<b>%33,30</b>			
1	2	3		A2.1	Yenilenebilir enerji kullanım fizibilitesi				
1	2	3		A2.2	Bütünleşik tasarım süreçlerinin kullanımı				
2	2	3		A2.3	Gelişme veya yeniden geliştirme seçeneklerinin araziye etkileri				
2	2	2		A2.4	Yüzey suları yönetim sistemlerinin provizyonu				
2	3	1		A2.5	İçme suyu arıtma sistemlerinin kullanılabilirliği				
2	2	1		A2.6	Gri su ve içme suyu sistemlerinin ayrılmasının gerçekleştirilmesi				
2	2	1		A2.7	Projenin katı atıklarının toplanması ve geridönüştürülmesi				
2	2	2		A2.8	Projedeki atıkların gübreye dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması				
1	2	3		A2.9	Pasif Güneş etkisinden en yüksek düzeyde yararlanacak şekilde araziye uygun yerleşme				

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
<b>A2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
				<b>A3</b>	<b>Kentsel Tasarım ve Arazi Geliştirme</b>	<b>% 33,3</b>		
1	2	3		A3.1	Yoğunluğun geliştirilmesi			
1	2	2		A3.2	Projede karma kullanımların sağlanması			
2	2	3		A3.3	Yaya hareketinin (yürüyüş) desteklenmesi			
2	2	2		A3.4	Bisiklet kullanımının desteklenmesi			
3	3	1		A3.5	Özel araç kullanımının azaltılmasına yönelik yönetim politikaları oluşturulması			
2	2	3		A3.6	Projedeki yeşil alanların provizyonu			
2	1	1		A3.7	Yerel peyzajın (bitki türlerinin) kullanılması			
2	2	2		A3.8	Mevcut ağaçların gölgeleme potansiyelinin provizyonu			
2	2	3		A3.9	Doğal yaşam koridorlarının geliştirilmesi veya iyileştirilmesi			
<b>A3 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
<b>A KRİTERİ GENEL BÖLÜM TOPLAM PUANI:</b>								
			Z	<b>B - ENERJİ VE KAYNAK TÜKETİMİ</b>			<b>% 22,5</b>	
			Z	<b>B1</b>	<b>Yaşam Döngüsündeki Toplam Yenilenemeyen Enerji Miktarı</b>	<b>%18,20</b>		
3	3	1		B1.1	Yapı malzemelerinin birincil yenilenemeyen gömülü enerjilerinin yıllık hesaplanması			
3	3	3	Z	B1.2	Kullanım aşamasında kullanılan yenilenemeyen enerjinin yıllık hesaplanması			
<b>B1 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
				<b>B2</b>	<b>Servislerin kullanılmasında enerji ihtiyacının en üst sınır düzeyinin belirlenmesi</b>	<b>%5,50</b>		
<b>B2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
			Z	<b>B3</b>	<b>Yenilenebilir Enerji Kullanımı</b>	<b>%10,90</b>		
3	3	1		B3.1	Yapı alanında kullanılan enerjinin yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi			
3	3	1	Z	B3.2	Yapı alanında yenilenebilir enerji sistemlerinden enerji sağlanması			
<b>B3 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
<b>A2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
				<b>B4</b>	<b>Malzemeler</b>	<b>%54,50</b>		
3	3	3		B4.1	Uygun olan mevcut strüktürlerin yeniden kullanılması			
3	2	2		B4.2	Bitirme malzemelerinin en az düzeyde kullanılması			
3	1	2		B4.3	Kullanılmamış malzemelerin en az düzeyde kullanılması			
3	2	2		B4.4	Dayanıklı malzemelerin kullanılması			
3	2	3		B4.5	Hasar görmeyen malzemelerin yeniden kullanılması			
3	2	2		B4.6	Yapı alanındaki kaynaklardan elde edilen geridönüştürülmüş malzemelerin kullanılması			
3	2	3		B4.7	Sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen biyo bazlı ürünlerin kullanılması			
3	3	3		B4.8	Betonda çimento katkı malzemelerin kullanılması			
3	2	2		B4.9	Yerel malzemelerin kullanılması			
3	2	3		B4.10	Yeniden kullanılabilirlik, sökülebilirlik ve geridönüştürülebilirlik sağlanacak şekilde ürünlerin tasarlanması			
<b>B4 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
			Z	<b>B5</b>	<b>İçilebilir Su</b>	<b>%10,90</b>		
2	3	1		B5.1	Arazi sulamada içilebilir su kullanımı			
2	3	1		B5.2	Kullanımdaki gereksinimler için içilebilir su kullanımı			
<b>B5 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Bölüm Puanı:</b>								
<b>B KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								
			Z	<b>C - ÇEVRESEL YÜKLER</b>			<b>%27,00</b>	
			Z	<b>C1</b>	<b>Sera gazı Emisyonları</b>	<b>%15,60</b>		
3	3	1		C1.1	Yapı malzemelerinin yıllık GHG emisyonlarının hesaplanması			
3	3	3	Z	C1.2	Servislerin kullanımında harcanan toplam enerjiden kaynaklanan GHG emisyonlarının yıllık hesaplanması			
3	3	3		C1.3	-			
<b>C1 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
				<b>C2</b>	<b>Diğer Atmosferik Emisyonlar</b>	<b>%14,10</b>		
3	3	2	Z	C2.1	Yapının kullanım (işletim) evresi boyunca ozon tabakasına zarar veren maddelerin emisyonu			
2	2	2	Z	C2.2	Yapının kullanım (işletim) evresi boyunca asitleşmeye yol açan emisyonlar			
2	2	2		C2.3	Yapının (işletim) evresi boyunca foto oksidasyonlara yol açan emisyonlar			
<b>C2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>C3</b>	<b>Katı Atıklar</b>	<b>%9,40</b>		
2	2	1		C3.1	Yapım ve Yıkım süreçlerinde meydana gelen katı atıklar			
2	3	1		C3.2	Yapının kullanım aşamasında meydana gelen katı atıklar			
<b>C3 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>C4</b>	<b>Yağmur Suyu, Sel Suyu, Atık Su</b>	<b>%14,10</b>		
2	2	2		C4.1	Yapının kullanım evresinde oluşan sıvı atıklar			
1	2	2		C4.2	Yağmur suyunun toplanarak (toplanarak) geridönüştürülmesi ve yeniden kullanımı			
2	2	2		C4.3	-			
<b>C4 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>C5</b>	<b>Yapı Arazisine Etkiler</b>	<b>%23,40</b>		
1	3	3		C5.1	Yapım faaliyetlerinin yapı alanındaki doğal kaynaklara etkisi			
1	3	2		C5.2	Yapım faaliyetlerinin veya peyzaj düzenlemelerinin toprak erozyonuna neden olması			
3	3	3		C5.3	Yapı alanındaki biyoçeşitliliğin zarar görmesi			
1	3	3		C5.4	Yüksek yapılar etrafında oluşan ters rüzgar etkisinin ayarlanması			
2	3	1		C5.5	Yapı alanına bırakılan zararlı ve tehlikeli atıkların azaltılması			
<b>C5 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
				<b>C6</b>	<b>Diğer Yerel ve Bölgesel Etkiler</b>	<b>%23,40</b>		
2	3	3		C6.1	Komşu parsellerin gün ışığı veya güneş enerjisi potansiyelinden yararlanması			
2	3	2		C6.2	Göl suları veya yeraltı akiferlerindeki (yeraltı sularının tutulduğu kayaç ortamı) toplam ısı değişimleri			
2	3	2		C6.3	Isı adası etkisi - Peyzaj ve asfalt alanlar			
2	3	2		C6.4	Isı adası etkisi - Çatılı açık alanlar			
2	2	1		C6.5	Atmosferik ışık kirliliği			
<b>C6 KRİTERİ ORTALAMA AĞIRLIKLIL PUANI:</b>								
<b>C KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								
			Z	<b>D - İÇ MEKAN ÇEVRE KALİTESİ</b>		<b>%18</b>		
			Z	<b>D1</b>	<b>İçmekan Hava Kalitesi</b>	<b>%48,20</b>		
1	2	1		D1.1	Yapım evresi boyunca malzemelerden korunma			
1	3	1		D1.2	Kullanım evresi öncesinde iç mekandaki yeni bitirme malzemelerinden yayılan kirleticilerin giderilmesi			
1	3	1		D1.3	İç mekandaki bitirme malzemelerinden kaynaklanan kirleticilerin yol açtığı zehirlenmelerin önlenmesi			
1	3	2		D1.4	Yapıdaki mahaller arasında kirliliğin yayılması			
1	3	1		D1.5	Bakım faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilikler			
1	3	1		D1.6	Kullanıcı eylemleri nedeniyle oluşan kirlilikler			
1	3	2		D1.7	İç mekandaki havada CO2 yoğunluğu			
1	3	2		D1.8	Proje faaliyetleri süresince iç mekan hava kalitesinin izlenmesi			
<b>D1 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puani:</b>								

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
			Z	<b>D2</b>	<b>Havalandırma</b>	<b>%19,3</b>		
1	3	3	Z	D2.1	Doğal havalandırılan mahallerin havalandırma etkinliği			
1	3	2	Z	D2.2	Mekanik havalandırmanın olduğu mahallerde hava kalitesi ve havalandırma düzeyi			
1	2	2		D2.3	Mekanik havalandırmanın olduğu mahallerde hava akışı			
1	2	2		D2.4	Mekanik havalandırmanın olduğu mahallerde havalandırma etkinliği			
<b>D2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>D3</b>	<b>Hava Sıcaklığı ve Bağıl Nem Oranı</b>	<b>%7,2</b>		
1	3	2		D3.1	Mekanik olarak serinletilen mahallerdeki bağıl nem oranı ve hava sıcaklığı			
1	3	2		D3.2	Doğal olarak havalandırılan mahallerdeki hava sıcaklığı			
<b>D3 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>D4</b>	<b>Gün Işığı ve Aydınlatma</b>	<b>%10,8</b>		
1	3	3	Z	D4.1	Birincil kullanım alanlarındaki gün ışığından faydalanma oranı			
1	3	3		D4.2	İkamet edilmeyen mahallerdeki göz kamaştırıcı ışık			
1	3	1		D4.3	Aydınlanma düzeyi ve ışık kalitesi			
<b>D4 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>D5</b>	<b>Gürültü ve Akustik</b>	<b>%14,5</b>		
1	3	2		D5.1	Dış kabuk yoluyla gürültünün azaltılması			
1	3	2		D5.2	Ekipmanların kullanımları sırasında oluşan gürültünün birincil kullanım alanlarına iletilmesi			
1	3	2		D5.3	Birincil kullanım alanları arasında gürültünün azaltılması			
1	2	2		D5.4	Birincil kullanım alanlarındaki akustik performans			
<b>D5 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
<b>D KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								
				<b>E - SERVİS KALİTESİ</b>	<b>%16,2</b>			
				<b>E1</b>	<b>Kullanım Evresinde Güvenlik ve Emniyet</b>	<b>%4,80</b>		
1	3	1		E1.6	Yapı çekirdek fonksiyonlarının bakımı boyunca güç kesintisi			



Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010) (devam)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
				<b>E2</b>	<b>İşlevsellik ve Etkinlik</b>	<b>% 9,7</b>		
1	2	3		E2.5	Mekansal etkinlik			
1	2	3		E2.6	Hacimsel etkinlik			
<b>E2 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>E3</b>	<b>Kontrolörlük</b>	<b>%19,4</b>		
2	3	1		E3.1	Bina kontrol sistemlerinin etkin yönetiminin sağlanması ve işletilmesi			
1	2	2		E3.2	Bina teknik sistemlerinin kısmi (parçalı) işletim kapasitesi			
1	2	1		E3.3	İkamet edilmeyen mahallerin aydınlatma sistemlerinin bölgesel kontrol derecesi			
1	2	1		E3.4	Teknik sistemlerin kullanıcılar tarafından kişisel kontrol edilebilme düzeyi			
<b>E3 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>E4</b>	<b>Esneklik ve Adapte Edilebilirlik</b>	<b>%24,2</b>		
2	2	2		E4.1	Teknik sistemlerin işlev değişikliğine uygunluğu			
2	3	3		E4.2	Strüktürün getirisi olan sınırlamalara adapte edilebilirlik			
2	3	3		E4.3	Kat yüksekliğinden kaynaklanan sınırlamalara göre adapte edilebilirlik			
2	2	3		E4.4	Yapı kabuğu ve teknik sistemlerin getirisi olan sınırlamalara adapte edilebilirlik			
3	3	3		E4.5	Gelecekte enerji sağlama (üretim) türündeki değişikliklere adapte edilebilirlik			
<b>E4 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>E5</b>	<b>Servis Sistemlerinin Yapılandırılması</b>	<b>%3,2</b>		
<b>E5 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>E6</b>	<b>Kullanım Performansının İyileştirilmesi</b>	<b>%38,7</b>		
1	2	3		E6.1	Yapı kabuğu performansının iyileştirilmesi			
1	3	3		E6.2	Dayanıklı malzemelerin kullanılması			
1	3	1		E6.3	Bakım-onarım yönetim planının geliştirilmesi ve uygulanması			
1	3	1		E6.4	Performansın sağlanması ve devam ederek izlenmesi			
1	3	2		E6.5	Yapının çizimlerinin ve dokümanlarının saklanması veya yedeklenmesi			

Tablo 4.9 SBTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010)

A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN (-1, 0, 3, 5)
1	3	1		E6.6	Yapının sistem günlüğünün sağlanması ve saklanması			
1	2	1		E6.7	Kira sözleşmeleri veya satış anlaşmalarında performansın teşvik edici olması			
1	3	1		E6.8	Yapının işletim kadrosunun bilgi ve becerileri			
<b>E6 KRİTERİ ORTALAMA AĞIRLIKLIL PUANI:</b>								
<b>E KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								
				<b>F - SOSYAL ve EKONOMİK ESASLAR</b>			<b>%5,4</b>	
				<b>F1</b>	<b>Sosyal Esaslar</b>	<b>%58,3</b>		
2	3	1		F1.1	Yapım kazalarının en az düzeye indirilmesi			
2	3	3		F1.2	Fiziksel engelli kullanıcılar için erişimin sağlanması			
1	2	3		F1.3	Konutlardaki yaşama alanlarının direk güneş ışığı alabilmesi			
1	2	3		F1.4	Konutlardan özel açık alanlara erişimin sağlanması			
1	2	1		F1.5	Konutlardaki başlıca mekanlar için dıştan görsel mahremiyet sağlanması			
1	2	1		F1.6	Çalışma alanlarından görüş erişimin sağlanması			
2	2	1		F1.7	Yapının birincil işlevlerinin sosyal yararlılığı			
<b>F1 KRİTERİ ORTALAMA AĞIRLIKLIL PUANI:</b>								
				<b>F2</b>	<b>Maliyet ve Ekonomi</b>	<b>%41</b>		
1	3	3		F2.1	Yaşam döngüsü maliyetinin azaltılması			
1	3	3		F2.2	Yapım maliyetinin azaltılması			
1	2	2		F2.3	Kullanım ve bakım faaliyetlerinin maliyetlerinin azaltılması			
2	3	1		F2.4	Oturma mahallerinin kira bedellerinin veya maliyet düzeylerinin finansal olarak karşılanabilir olması			
2	2	2		F2.5	Yerel ekonominin desteklenmesi			
2	2	1		F2.6	-			
<b>F2 KRİTERİ ORTALAMA AĞIRLIKLIL PUANI:</b>								
<b>F KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								

Tablo 4.9 SBTTool Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (iiSBE, 2010)

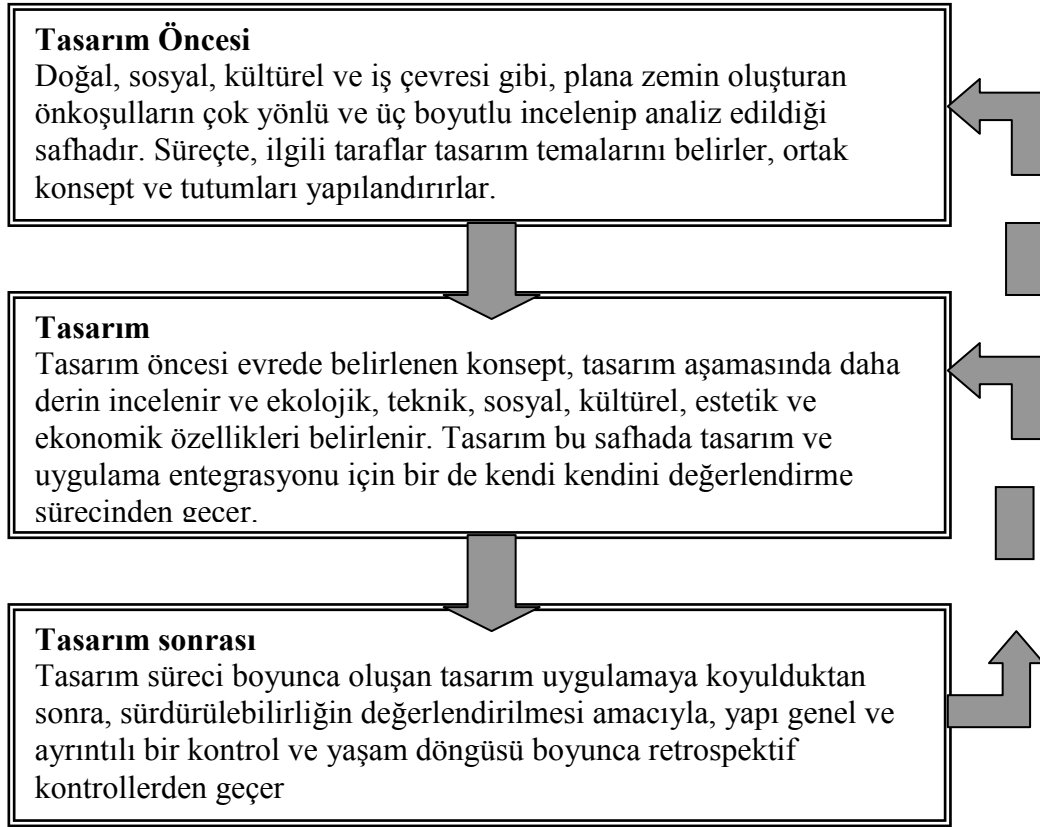
A	B	C	Zorunlu (Z)	Kredi Kodu	KREDİ KONU ALANI	Grup İçi %	Toplamdaki %	PUAN(-1, 0, 3, 5)
				<b>G - KÜLTÜREL ve ALGISAL ESASLAR</b>		<b>% 2,7</b>		
				<b>G1</b>	<b>Kültür &amp; Miras</b>	<b>% 100</b>		
2	3	3		G1.1	Mevcut yol peyzajıyla tasarımın ilişkilendirilmesi			
2	3	3		G1.2	Yerel kültürel değerlerle kentsel tasarımın uyumlu olması			
2	3	3		G1.3	Mevcut yapıların tarihi miras değerinin sürdürülmesi			
<b>G1 Kriteri Ortalama Ağırlıklı Puanı:</b>								
				<b>G2</b>	<b>Tanımlanmamış</b>	<b>% 0</b>		
<b>G KRİTERİ GENEL BÖLÜM PUANI:</b>								
<b>YAPININ TOPLAM SONUÇ PUANI</b>								
<b>(0 ve +5 arasında bir değer elde edilir)</b>								

4.2.2.3.4. *CASBEE Modeli (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)*. Binaların yoğun kaynak kullanımı ve enerji tüketiminde büyük payının olduğunun belirlenmesi üzerine mimarlık alanında sürdürülebilirlik hedefi doğrultusunda yeni tekniklerin ve yasaların geliştirilmesi ve desteklenmesi gerekli görülmüştür. 1980' lerin ikinci yarısından itibaren sürdürülebilir yapım alanında gelişen büyük hareketlenme, yapıların çevresel performansları değerlendirmeye yönelik çeşitli yöntemlerin geliştirilmesine yol açmıştır (ÇEDBİK, 2009b). Bu hedef doğrultusunda 2001 yılında Japonya Sürdürülebilir Yapı Konsorsiyumu (Japan Sustainable Building Consortium – JSBC) ve Japonya Yeşil Bina Konseyi (Japan GreenBuild Council – JaGBC) tarafından Japonya ve Asya ülkelerindeki sürdürülebilirlik esasları dikkate alınarak CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency – Binaların Çevresel Etkinliği için Detaylı Değerlendirme Sistemi) YDD modeli geliştirilmiştir (JSBC – JaGBC, 2008).

CASBEE Modeli geliştirilirken belirli amaçlar hedeflenmiş ve bu doğrultuda model şekillenmiştir. Modelin karşılaması beklenen bu hedefler şu şekilde sıralanmaktadır (JSBC – JaGBC, 2008);

- Model nitelikli yapılara yüksek değerlendirmelerde bulunabilmeli, böylelikle tasarımcıları, mal sahiplerini ve müşterileri sürdürülebilir bina yapımı konusunda teşvik edebilmelidir. Model bu amaca hizmet edecek şekilde yapılandırılmalıdır,
- Model mümkün olduğunca basit ve anlaşılır olmalıdır,
- Model çok çeşitli bina tiplerine uygulanabilmelidir,
- Model Japonya ve Asya’ya özgü konu ve problemleri ele almalıdır

CASBEE Modelinde tasarım süreci, tasarım öncesi evre (pre-design), tasarım evresi (design) ve tasarım sonrası evre (post-design) olmak üzere üç evreye ayrılmaktadır (Şekil 4.47). Bu şekilde model mimari tasarım süreciyle uyumlu geliştirilmiştir.



Şekil 4.47 CASBEE Yapı Tasarım Süreci (JSBC – JaGBC, 2008; ÇEDBİK, 2009b)

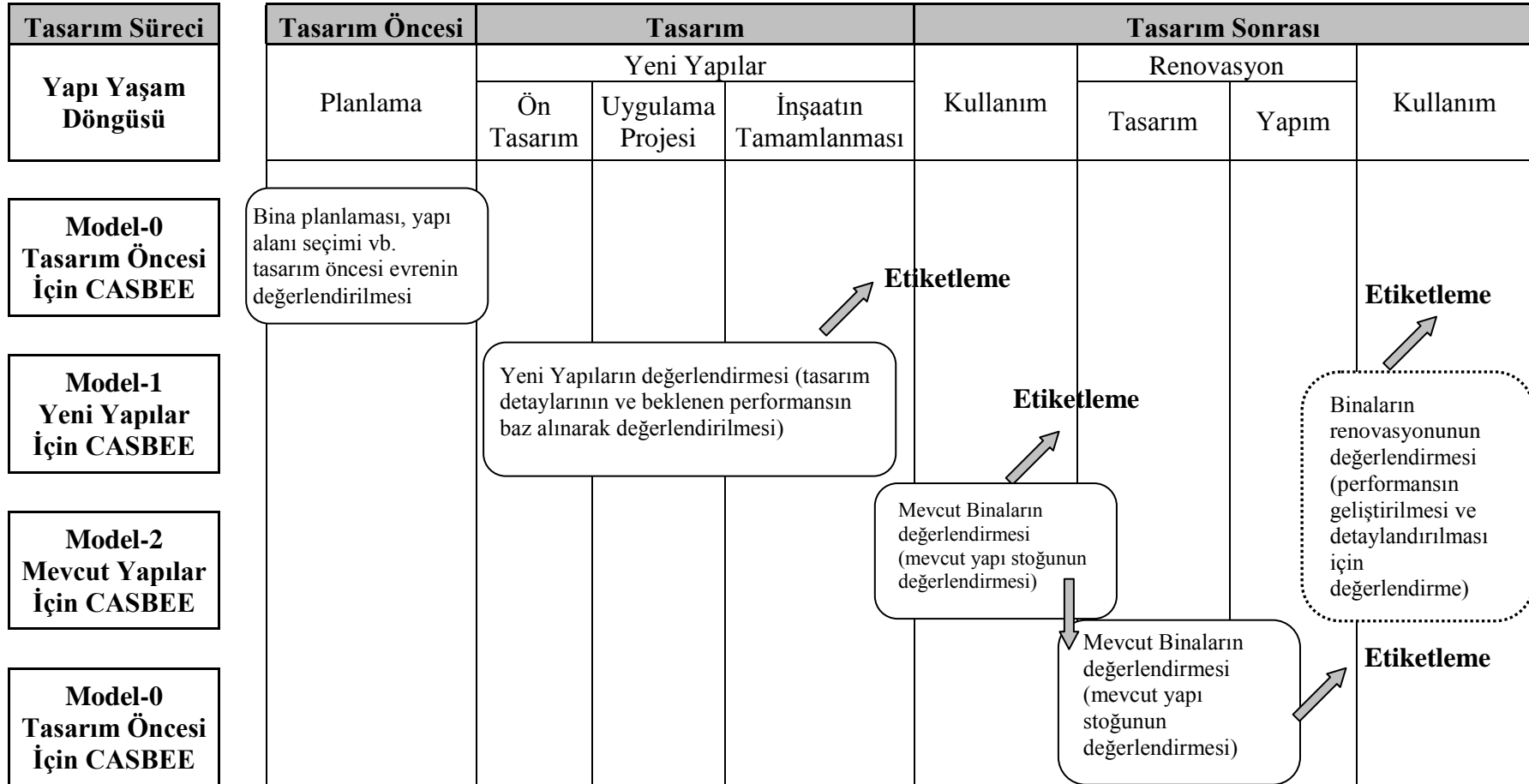
CASBEE Modelinin yapı yaşam döngüsü süreçlerine karşılık gelen dört ayrı değerlendirme aracı vardır. Başka bir ifadele bu modelde araçlar yapıların buldukları aşamaya göre çeşitlilik kazanmaktadırlar. Diğer değerlendirme araçlarında olduğu gibi yapının fonksiyonuna bağlı olmaksızın (konut, ofis, ticaret, hastane vb. yapı tipleri) tasarım, yeni yapılar, mevcut yapılar, yenileme aşamaları için (yapı yaşam döngüsü evreleri) farklı değerlendirme araçları kullanılmaktadır (Şekil 4.48). CASBEE modelleri şu şekildedir (ÇEDBİK, 2009b; JSBC – JaGBC, 2008);

- **CASBEE for Pre- Design (CASBEE – PD veya Tool-0) – Tasarım Öncesi İçin CASBEE;** Tasarım öncesi sürece dahil olan işveren, tasarımcı ve diğerlerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Projenin temel çevresel etkileri ve uygun arsa seçimi gibi konuları ele almaktadır. Tasarım öncesi evrede projenin çevresel performansını değerlendirir (Şekil 4.48).

- **CASBEE for New Construction (CASBEE – NC veya Tool–1) – Yeni Yapılar İçin CASBEE;** Tasarım aşamasında mimar ve mühendislerin söz konusu binanın BEE değerini yükseltmelerine yarayan öz-değerlendirme sistemidir. Tasarımın teknik özelliklerini ve beklenen performansı baz alarak bir değerlendirme yapar. Remodeling ve replacement inşaatları da bu araç altında değerlendirilir (Şekil 4.48).
- **CASBEE for Existing Building (CASBEE – EB veya Tool–2) – Mevcut Yapılar İçin CASBEE;** İnşaatın tamamlanmasından en az 1 yıl sonraki faaliyet kayıtlarını baz alarak, mevcut yapı stoğunu hedef alır. Aynı zamanda varlık değerlemeye de uygulanabilecek şekilde geliştirilmiştir (Şekil 4.48).
- **CASBEE for Renovation (CASBEE – RN veya Tool–3) – Renovasyon (Yenileme) İçin CASBEE;** Özellikle Japon piyasasında binaların renovasyonu için artan bir talep vardır. CASBEE – EB’ de olduğu gibi bu araç da mevcut binaları değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bina faaliyet ekibi, devreye alma, ESCO projelerine göre iyileştirmeler ve yapı stoğunun renovasyonu için öneriler üretmek üzere kullanılabilir. Bu araç, renovasyondan önceki seviyeye göre ilerlemenin derecesini (artan BEE değeri) tespit etmek üzere tasarlanmıştır (Şekil 4.48).

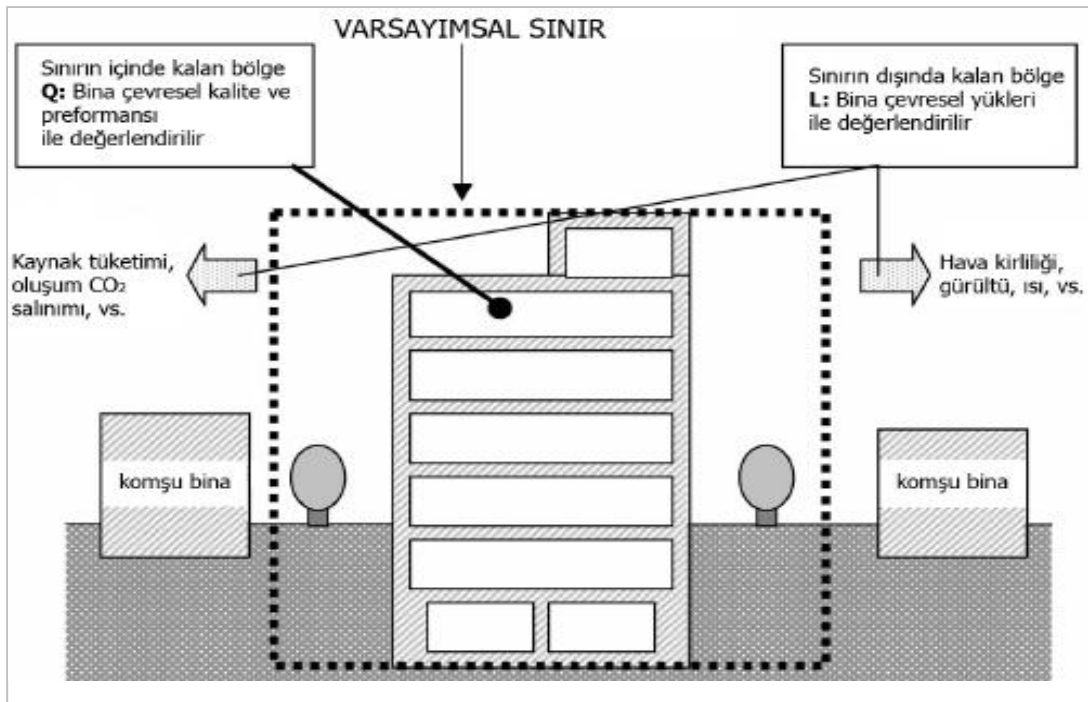
Şekil 4.48’ de yer alan şekilde açıkça görüldüğü gibi; CASBEE bina çevresel performans değerlendirme modelinde dört ayrı değerlendirme aracı, yapı yaşam döngüsü evreleri temel alınarak birçok türde yapı tipinin (konut, ofis, hastane, okul, ticaret vb.) değerlendirmesinde kullanılmaktadır.

Bu dört farklı değerlendirme aracının dışında özel amaçlar için geliştirilmiş CASBEE araçları da bulunmaktadır. Bu araçlar kısa süreli kullanılacak yapıları ve sergi alanlarını, müstakil konutları değerlendirmede kullanılmaktadır. Ayrıca ısı adası etkisinin detaylı değerlendirmesi, yapıların bölgesel ölçekteki performansının detaylı değerlendirmesi, kentsel/bölgesel karakterlerin göz önüne alınarak kalkınma projelerinin değerlendirilmesi gibi farklı hedefleri olan CASBEE değerlendirme araçları da bulunmaktadır.



Şekil 4.48 CASBEE Bina Yaşam Döngüsü ve dört farklı değerlendirme modeli (JSBC – JaGBC, 2008)

CASBEE Modeli değerlendirme süreciyle diğer modellere göre farklılık göstermektedir. CASBEE değerlendirme sisteminde iki ana değerlendirme kategorisi belirlenmiştir. Bu iki değerlendirme kategorisinin çıkış noktası ise; yapı ve içinde bulunduğu çevrenin varsayımsal bir sınırla iki farklı mekana (iç mekan ve dış mekan) ayrılması ve bu iki mekan için de farklı kapsamlara sahip iki farklı değerlendirme kategorisi oluşturulması fikridir (Şekil 4.49) (JSBC – JaGBC, 2008).

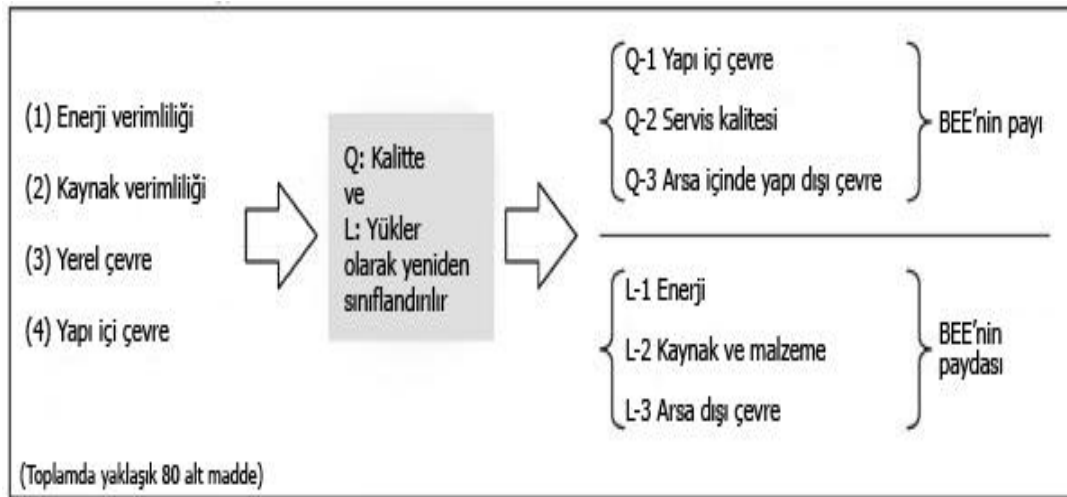


Şekil 4.49 CASBEE bina yaşam döngüsü (<http://www.cedbik.org/Casbee.asp>)

Şekil 4.49’ de izlenebildiği gibi, varsayılan sınırın içinde kalan bölge (iç mekan) yapı kullanıcılarının refahını artırmaya yönelik konuları, varsayılan sınırın dışında kalan bölge (dış mekan) ise yapının dış ortam üzerinde etkide bulunduğu olumsuz çevresel etkilere yönelik konuları içermektedir. Kısacası; varsayımsal sınırın içinde kalan bölge Yapının Çevresel Kalitesi ve Performansı – Q (Building Environmental Quality), varsayımsal sınırın dışında kalan bölge ise, Yapının Çevresel Yükleri – L (Building Environmental Load) olarak adlandırılmaktadır.



CASBEE Modelinde yapının değerlendirmesine yönelik belirlenen kriterler Q (Kalite) ve L (Yük) bu iki ana başlık altında gruplanmaktadır. Bu iki temel kategorinin özünde dört değerlendirme alanı (enerji verimliliği, kaynak verimliliği, yerel çevre, yapı içi çevre) tanımlanmaktadır (ÇEDBİK, 2009b; Sinou ve Kyvelou, 2006). CASBEE Modelinin değerlendirme sınırları şematik olarak şu şekilde açıklanabilir;



Şekil 4.50 CASBEE Bina Yaşam Döngüsü (<http://www.cedbik.org/Casbee.asp>)

Şekil 4.50' de görüldüğü gibi CASBEE değerlendirme ölçütleri;

– **Q – Yapının Çevre Kalitesi ve Performansı**

- Q1 - Yapı İçi Çevre –(Indoor Environment)
- Q2 - Servis Kalitesi –(Service Quality)
- Q3 - Arsa içinde Yapı Dışı Çevre (Outdoor Environment on Site)

– **L – Yapının Çevresel Yükleri**

- L1 – Enerji (Energy)
- L2 – Kaynaklar ve Malzemeler (Resources and Materials)
- L3 – Arsa Dışındaki Çevre (Off – site Environment)

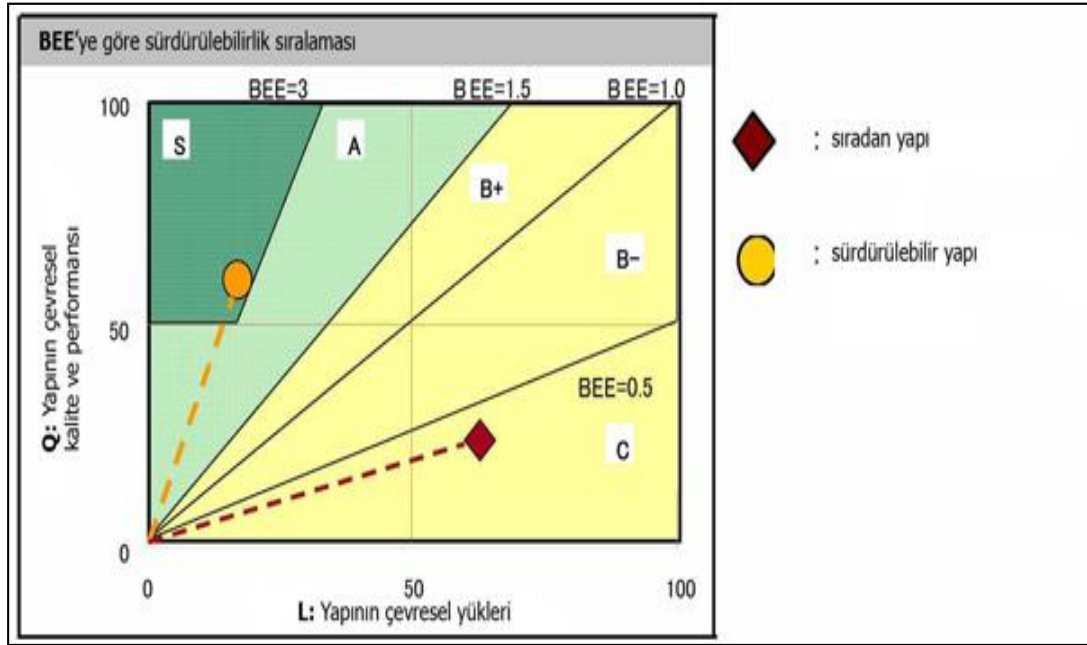
şeklinde iki temel ve altı alt başlık şeklinde tanımlanmaktadır. CASBEE Modeli yapının çevresel performansını BEE (Building Environmental Efficiency) ölçütüyle tanımlamaktadır. BEE “Yapının Çevresel Etkinliği” anlamına gelmektedir. BEE değerinin hesaplanması için belirlenen formül şu şekildedir;

$$\mathbf{BEE} = \frac{\mathbf{Q} \text{ (Yapının Çevresel Performansı ve Kalitesi)}}{\mathbf{L} \text{ (Yapının Çevresel Yükleri)}} = \frac{25 \times (S_Q - 1)}{25 \times (5 - S_{LR})}$$

Şekil 4.51 CASBEE değerlendirme sisteminde BEE puanının hesaplanması (Sinou ve Kyvelou, 2006)

BEE ile yapıların çevresel performansı açık bir şekilde ifade edilebilmektedir. BEE değerinin hesaplanabilmesi için Tablo 4.10’ da yer alan kriterlerin her birinden alınan puan o kriterin ağırlık katsayısı ile çarpılmakta ve ilgili kriterle toplanarak Q1, Q2, Q3 ve L1, L2, L3 değerleri hesaplanmaktadır. Daha sonra her bir Q ve L değerleri için belirlenmiş ağırlık katsayısıyla bu değerler çarpılarak toplanır ve sonuçta Q ve L değerlerine ulaşılır. Bulunan Q ve L değerleri Şekil 4.51’ de gösterilen formülde yerlerine konularak BEE (Yapının Çevresel Etkinliği) hesaplanır.

CASBEE Modelinde yapının sonuç değerlendirmesi yani sürdürülebilirlik düzeyi BEE değerine göre belirlenir. BEE sonucuna göre yapının çevresel etkinliği Şekil 4.52’ de gösterilen grafiklerle ifade edilmektedir.



Şekil 4.52 CASBEE değerlendirme sistemi sonuç grafiği (<http://www.cedbik.org/Casbee.asp>)

CASBEE Modeliyle çevresel etkinlik ve sürdürülebilirlik düzeyi belirlenen yapıya, BEE değerine göre (JSBC – JaGBC, 2008);

- S (Üstün) Sınıfı Sertifikası .....3.0 ve üstü BEE değeri ile,
- A Sınıfı Sertifikası .....1.5 – 2.99 BEE değeri ile,
- B+ Sınıfı Sertifikası .....1 – 1.49 BEE değeri ile,
- B- Sınıfı Sertifikası .....0.5 – 0.99 BEE değeri ile,
- C (Zayıf) Sınıfı Sertifikası .....0 – 0.49 BEE değeri ile,

Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
<b>Q</b>	<b>YAPININ ÇEVRE KALİTESİ</b>	<b>3,3</b>	
<b>Q1</b>	<b>YAPI İÇİ ÇEVRE</b>	<b>3,5</b>	<b>0,4</b>
<b>Q1.1</b>	<b>Gürültü &amp; Akustik</b>	<b>3</b>	<b>0,15</b>
Q1.1.1	Gürültü		0,4
Q1.1.1.1	Gürültü düzeyi altyapısı		0,5
Q1.1.1.2	Ekipman gürültüsü		0,5
Q1.1.2	Ses Yalıtımı		0,4
Q1.1.2.1	Açıklıklardaki (Boşluklardaki) ses yalıtımı		0,6
Q1.1.2.2	Ara duvarlardaki (bölücü duvarlar) ses yalıtımı		0,4
Q1.1.2.3	Döşeme plağındaki ses yalıtımı		0
Q1.1.2.4	Döşeme plağındaki ses yalıtımı		0
Q1.1.3	Sesin yutulması		0,2
<b>Q1.2</b>	<b>Isıl Konfor</b>	<b>3,9</b>	<b>0,35</b>
Q1.2.1	Oda sıcaklığının kontrolü		0,5
Q1.2.1.1	Oda sıcaklığının ayarlanması		0,3
Q1.2.1.2			0
Q1.2.1.3	Çevre performansı		0,2
Q1.2.1.4	Bölge kontrolü		0,3
Q1.2.1.5	Sıcaklık ve nem kontrolü		0,1
Q1.2.1.6	Birey (kişi) kontrolü		0
Q1.2.1.7			0,1
Q1.2.1.8	Görüntüleme(İzleme) sistemi		0
Q1.2.2	Nem kontrolü		0,2
Q1.2.3	Havalandırma sistemi türü		0,3
<b>Q1.3</b>	<b>Aydınlatma</b>	<b>3,6</b>	<b>0,25</b>
Q1.3.1	Güneş ışığı		0,3
Q1.3.1.1	Güneş ışığı etkisi(faktörü)		0,6
Q1.3.1.2	Açıklıkların yönelimi		0
Q1.3.1.3	Güneş ışığı aygıtları		0,4
Q1.3.2	Yansıma engelleyici önlemler		0,3
Q1.3.2.1			0,4
Q1.3.2.2	Güneş ışığı kontrolü		0,6
Q1.3.3	Aydınlatma düzeyi		0,15
Q1.3.3.1	Aydınlatma		0,7
Q1.3.3.2	Aydınlatmanın homojen olması		0,3
Q1.3.4	Aydınlatmanın kontrol edilebilirliği		0,25

Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008) (devam)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
<b>Q1.4</b>	<b>Hava Kalitesi</b>		<b>0,25</b>
Q1.4.1	Kaynak kontrolü		0,5
Q1.4.1.1	Kimyasal kirleticiler		0,33
Q1.4.1.2	Asbest		0
Q1.4.1.3	Böcekler ve bahçe toprağı		0,33
Q1.4.1.4	Lejyanella		0,33
Q1.4.2	Havalandırma		0,3
Q1.4.2.1	Havalandırma derecesi		0,25
Q1.4.2.2	Doğal havalandırma performansı		0,25
Q1.4.2.3	Dış ortamdan alınan havanın göz önünde bulundurulması		0,25
Q1.4.2.4	Hava temininin planlanması		0,25
Q1.4.3	Kullanım planı		0,2
Q1.4.3.1	CO2 görüntüleme sistemi		0,5
Q1.4.3.2	Dumanın kontrol edilmesi		0,5
<b>Q1 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>Q2</b>	<b>SERVİS KALİTESİ</b>		<b>0,3</b>
<b>Q2.1</b>	<b>Servis Yeterliği (Gücü)</b>		<b>0,4</b>
Q2.1.1	Fonksiyonellik ve kullanılabilirlik		0,4
Q2.1.1.1			0,33
Q2.1.1.2	İleri bilgi sistemlerinin kullanılması		0,33
Q2.1.1.3	Serbest tasarım için engeller		0,33
Q2.1.2	Memnuniyet ve rahatlık		0,3
Q2.1.2.1			0,33
Q2.1.2.2	Alanların canlandırılması		0,33
Q2.1.2.3			0,33
Q2.1.3	Bakım Yönetimi		0,3
Q2.1.3.1			0,5
Q2.1.3.2			0,5

Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008) (devam)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
<b>Q2.2</b>	<b>Sağlamlık ve Güvenilirlik</b>		<b>0</b>
Q2.2.1	Deprem dayanımı		0,31
Q2.2.1.1	Deprem dayanımı		0,48
Q2.2.1.2	Sismik yalıtım.....		0,8
Q2.2.2	Bileşenlerin servis ömrü		0,2
Q2.2.2.1	Taşıyıcı sistem malzemelerinin servis ömrü		0,33
Q2.2.2.2	Dış cephe bitirme malzemelerinin yenileme (onarım) sıklığı		0,23
Q2.2.2.3	İç mekandaki temel bitirme malzemelerinin yenileme (onarım) sıklığı		0,23
Q2.2.2.4	havalandırma ve klima sisteminin boruları için gerekli değiştirme sıklığı		0,09
Q2.2.2.5	HVAC, su tesisatı ve drenaj boruları için gerekli değiştirme sıklığı		0,08
Q2.2.2.6	Ana ekipman ve servisler için gerekli değiştirme sıklığı		0,15
Q2.2.3	Uygun ve gerekli bakım, yenileme		0,23
Q2.2.4	Dayanıklılık		0,19
Q2.2.4.1	HVAC Sistem		0,2
Q2.2.4.2	Suyun tesisatı ve drenaj		0,2
Q2.2.4.3	Elektrik ekipmanı		0,2
Q2.2.4.4	Makine ve boruların bakım yöntemi		0,2
Q2.2.4.5	Haberleşme & IT ekipmanları		0,2
<b>Q2.3</b>	<b>Esneklik &amp; Adapte edilebilirlik</b>		<b>0,29</b>
Q2.3.1	Mekansal Sınır(tolerans)		0,31
Q2.3.1.1	Döşemede döşemeye olan yüksekliğin uygun olması		0,6
Q2.3.1.2	Mekan tasarımının adapte edilebilirliği (duvar uzunluğu/mekan m2)		0,4
Q2.3.2	Döşemenin yükleme sınırı (toleransı)		0,31
Q2.3.3	Tesisatın(hizmet araçlarının) adapte edilebilirliği		0,38
Q2.3.3.1	Havalandırma, klima tesisatı borularının kolay bakım ve yenilenmesi		0,17
Q2.3.3.2	Su tesisatı ve drenaj borularının kolay bakım ve yenilenmesi		0,17
Q2.3.3.3	Binadaki elektrik kablolarının kolay bakım ve yenilenmesi		0,11
Q2.3.3.4	Haberleşme (iletişim) ekipman kablolarının kolay bakım ve yenilenmesi		0,11
Q2.3.3.5	Ekipmanların kolay bakım ve yenilenmesi		0,22
Q2.3.3.6	Yedek ekipman alanlarının sağlanması		0,22
<b>Q2 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			

Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008) (devam)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
<b>Q3</b>	<b>ARSA İÇİNDE YAPI DIŞI ÇEVRE</b>		<b>0,3</b>
<b>Q3.1</b>	<b>Mevcut yaşam alanlarının korunması ve yeni yaşam alanlarının oluşturulması</b>		<b>0,3</b>
<b>Q3.2</b>	<b>Şehir manzarası ve peyzaj</b>		<b>0,4</b>
<b>Q3.3</b>	<b>Yerel karakteristikler ve dış mekandaki aktivite alanları</b>		<b>0,3</b>
Q3.3.1	Yerel karakteristiklere dikkat edilmesi ve konfor koşullarının geliştirilmesi		0,5
Q3.3.2	Yapı alanındaki ısıl çevrenin geliştirilmesi		0,5
<b>Q3 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>LR</b>	<b>YAPI/BİNANIN ÇEVRESEL YÜKLERİNİN AZALTILMASI</b>	<b>3,3</b>	
<b>LR1</b>	<b>ENERJİ</b>		<b>0,4</b>
<b>LR1.1</b>	<b>Binanın termal yükü</b>		<b>0,3</b>
<b>LR1.2</b>	<b>Doğal enerji kullanımı</b>		<b>0,2</b>
LR1.2.1	Doğal enerjinin doğrudan kullanımı		0
LR1.2.2	Yenilenebilir enerjilerin dönüştürülerek kullanılması		0
<b>LR1.3</b>	<b>Yapı/Bina servis sistemlerinin etkinliği</b>		<b>0,3</b>
LR1.3.1	HVAC Sistem		0
LR1.3.2	Havalandırma Sistemi		0
LR1.3.3	Aydınlatma Sistemi		0
LR1.3.4	Sıcak su sağlama sistemi		0
LR1.3.5	Asansörler		0
LR1.3.6	Ekipmanların enerji etkinliğinin geliştirilmesi		0
<b>LR1.4</b>	<b>Etkin Kullanım</b>		<b>0,2</b>
LR1.4.1	İzleme (takip etme)		0,5
LR1.4.2	Kullanım ve yönetim sistemi		0,5
<b>LR1 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>LR2</b>	<b>KAYNAKLAR &amp; MALZEMELER</b>		<b>0,3</b>
<b>LR2.1</b>	<b>Su kaynakları</b>		<b>0,15</b>
LR2.1.1	Suyun korunumu		0,4
LR2.1.2	Yağmur suyu & gri su		0,6
LR2.1.2.1	Yağmur suyu kullanım sistemi		0,67
LR2.1.2.2	Gri su yeniden kullanım/geri dönüştürme sistemi		0,33

Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008) (devam)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
<b>LR2.2</b>	<b>Yenilenebilir olmayan kaynakların kullanımının azaltılması</b>		<b>0,63</b>
LR2.2.1	Malzeme kullanımının azaltılması		0,07
LR2.2.2	Mevcut bina iskeletinin kullanımına devam edilmesi		0,24
LR2.2.3	Taşıyıcı sistem malzemesi olarak geridönüştürülebilir malzemelerin kullanımı		0,2
LR2.2.4	Taşıyıcı olmayan malzemeler için geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı		0,2
LR2.2.5	Sürdürülebilir ormanlardan ahşap kullanımı		0,05
LR2.2.6	Yapı malzeme ve bileşenlerinin yeniden kullanılabilirliğinin artırılmasının sağlanması		0,24
<b>LR2.3</b>	<b>Kirletici içeriğe sahip yapı malzemelerinin kullanımından kaçınılması</b>		<b>0,22</b>
LR2.3.1	Zararlı içeriği olmayan malzemelerin kullanılması		0,32
LR2.3.2	CFCs ve halonlardan kaçınılması		0,68
LR2.3.2.1	Yangın geciktiriciler		0,33
LR2.3.2.2	Yalıtım malzemeleri		0,33
LR2.3.2.3	Soğutucular		0,33
<b>LR2 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>LR3</b>	<b>ARSA DIŞI ÇEVRE</b>		<b>0,3</b>
<b>LR3.1</b>	<b>Küresel ısınma probleminin dikkate alınması</b>		<b>0,33</b>
<b>LR3.2</b>	<b>Yerel çevrenin dikkate alınması</b>		<b>0,33</b>
LR3.2.1	Hava kirliliği		<b>0,25</b>
LR3.2.2	Isı adası etkisi		<b>0,5</b>
LR3.2.3	Mevcut altyapı üzerindeki yük		<b>0,25</b>
LR3.2.3.1	Yağmursuyu arıtma işlemi yüklerinin azaltılması		<b>0,25</b>
LR3.2.3.2	Atık su (kanalizasyon) yükünün azaltılması		<b>0,25</b>
LR3.2.3.3	Trafik yükünün kontrol altına alınması		<b>0,25</b>
LR3.2.3.4	Atık işlemlerinden doğan yük		<b>0,25</b>
<b>LR3.3</b>	<b>Yakın çevrenin dikkate alınması</b>		<b>0,33</b>
LR3.3.1	Gürültü, sarsıntı (salınım) ve koku		<b>0,4</b>
LR3.3.1.1	Gürültü		<b>0,33</b>
LR3.3.1.2	Sarsıntı (salınım)		<b>0,33</b>
LR3.3.1.3	Koku		<b>0,33</b>



Tablo 4.10 CASBEE Değerlendirme Sistemi değerlendirme kriterleri (JSBC – JaGBC, 2008) (devam)

<b>CASBEE</b>			
<b>Kredi Kodu</b>	<b>KREDİ KONU ALANI</b>	<b>Puan</b>	<b>Ağırlık Katsayısı</b>
LR3.3.2	Rüzgarın olumsuz etkileri ve gün ışığı engeli		<b>0,4</b>
LR3.3.2.1	Rüzgarın olumsuz etkilerinin (zararın) azaltılması		<b>0,7</b>
LR3.3.2.2	Gün ışığının alımı engelini azaltılması		<b>0,3</b>
LR3.3.3	Işık kirliliği		<b>0,2</b>
LR3.3.3.1	İç mekanlardaki ışığın ve aydınlatmanın dışa taşması		<b>0,7</b>
LR3.3.3.2	Bina dış cephesinden yansıyan parlayan ışığın ölçülmesi		<b>0,3</b>
<b>LR3 BÖLÜM TOPLAMI:</b>			
<b>L DEĞERİ:</b>			
<b>Q DEĞERİ:</b>			
<b><u>BEE DEĞERİ</u> (Building Environmental Efficiency - Yapı Çevresel Kalitesi)</b>			

### 4.3 Yaşam Döngüsü Maliyeti – YDM (Life Cycle Cost – LCC ) Yöntemi ve Sürdürülebilir Yapım İçin Önemi

Yapı maliyeti projenin girişim evresinden başlayarak yapının faydalı ömrünün sona ermesine kadar olan süreçte; planlama, tasarlama, yapım ve kullanım (bakım-onarım ve yenileme) evrelerinde oluşan tüm maliyetlerin toplamı şeklinde tanımlanabilmektedir. Yapı üretim sürecinde maliyet kararlarını yönlendiren bir tasarım aracı olarak kabul edilmektedir (Manioğlu, 2002). Ekonomik değerlendirme ile temelde önerilen projelerden hangisinin daha ekonomik olduğu ve istenen kar oranını sağlayabildiği sorularına cevap aranmaktadır. Bu amaca yönelik olarak geliştirilen ekonomik performans değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri Yaşam Döngüsü Maliyeti – YDM (Life Cycle Cost – LCC) yöntemidir. YDM, yapıların yaşam döngüsü boyunca beşikten-mezara yaklaşımıyla servis ekipmanlarının veya proje alternatiflerinin ekonomik açıdan değerlendirilmesini ve en uygun seçimin yapılabilmesini sağlamaya yönelik geliştirilen bir karar destek sistemidir. YDM modeli proje aşamasında alınan kararlarla uzun dönem maliyet etkinliğinin sağlanmasını hedeflemektedir (<http://www.wbdg.org/resources/lcca.php>, 2010).

YDM, uzun vadede maliyet performansına dayanarak, aynı amaca hizmet edeceği düşünülen bina ya da bina sistemleri arasında seçim yapmak için kullanılan bir karar verme aracıdır (Çetiner, 2002). YDM Yöntemi karşılaştırmaları yapılacak projelerin sadece ilk yatırım maliyetlerini değil, projenin tüm yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkabilecek işletme, bakım-onarım, yenileme maliyetlerini de, paranın zaman değerini göz önünde bulundurarak hesaplamaktadır (Tatlı, 2006).

YDM Yönteminin kullanılması ile bir projenin ilk yatırım maliyetine kıyasla daha ekonomik olup olmayacağı ve hangi koşullarda en ekonomik şartları sağlayabileceği belirlenebilmektedir. Çeşitli yatırım seçeneklerinden birini seçmek gerektiğinde, minimum YDM' ye sahip seçenek en uygun olarak kabul edilmektedir.

Yaşam Dönemi Maliyeti' nin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır;

$$YDM = M_Y + M_I + M_E + M_{BO} + M_{YE} - M_H$$

Formüle göre;

- $M_Y$ : İlk Yatırım Maliyeti
- $M_I$ : İşletme Maliyeti
- $M_E$ : Enerji Maliyeti
- $M_{BO}$ : Bakım-Onarım Maliyeti
- $M_{YE}$ : Yenileme Maliyeti
- $M_H$ : Faydalı Ömrü Sona eren Yapı Maliyeti (Hurda Maliyeti)

şeklinde tanımlanabilmektedir (Tatlı, 2006). Kısacası yapının tüm yaşam döngüsündeki toplam maliyeti, yapının ilk yatırım maliyeti, kullanım evresinde meydana gelen bakım-onarım maliyeti, işletme maliyeti, yenileme maliyeti ve enerji

kullanım maliyetlerinin toplamından, faydalı ömrü sona eren yapının yıkımı ile sağlanan (hurda maliyeti) değerinin çıkarılması ile hesaplanmaktadır.

- İlk Yatırım Maliyeti ( $M_Y$ ); Yaşam Döngüsü Maliyet analizinin ilk adımıdır. Bu adımda projenin ilk yatırım maliyetleri belirlenmektedir. Bina ihtiyaç programının hazırlanması ile yapının inşasının gerçekleşmesine kadar meydana gelen tüm faaliyetlerin toplam maliyeti ilk yatırım maliyeti olarak tanımlanmaktadır. Bu evredeki faaliyetler fizibilite etütleri, yapı alanı maliyeti, tasarım işlemleri, yapının fiziksel olarak inşa edilmesini için gerekli faaliyetler vb. şeklinde tanımlanabilmektedir. Bu adımda yapı bileşenlerinin  $m^2$  ve  $m^3$  cinsinden analizleri yapılarak toplam metraj çıkarılmakta ve birim başına belirlenmiş işçilik+malzeme maliyetleri ile çarpılarak yapının ilk yatırım maliyeti hesaplanmaktadır.
- Yapının İşletme Maliyeti ( $M_I$ ); Binanın kullanım ömrü süresinde ısıtma-soğutma-havalandırma (HVAC) sistemleri, elektrik sistemi, temiz-pis su sistemleri, yapı alanı peyzajının-açık alanların düzenlemesi vb. bina servisleri ve çeşitli altyapı sistemlerinin kullanımı ile oluşan sürekli maliyetlerdir. Yapının kullanım evresinde oluşan enerji maliyetleri (ısıtma-soğutma, elektrik, sıcak su maliyetleri), pis su- temiz su maliyetleri, servis ekipmanlarının işletim maliyetleri, yönetim maliyetlerinin toplamı yapının toplam işletme maliyetini oluşturmaktadır.
- Enerji Maliyeti ( $M_E$ ); Yapılarda ısıtma-soğutma-havalandırma (HVAC) sistemleri ve aydınlatma için yoğun enerji kullanılmaktadır. Enerji kullanımını sürdürülebilirliğin en önemli konularından biridir. Kullanıcılar için gerekli konfor koşullarının sağlanması ve enerji tüketiminin minimize edilmesi enerji verimliliği olarak tanımlanmaktadır. Yapıların HVAC sistemlerinin ve aydınlatma sistemlerinin enerji kullanım miktarına göre toplam enerji maliyeti belirlenmektedir. Toplam enerji maliyeti yapının servis sistemlerinin dolayısıyla da yapının enerji etkinliğini tanımlayan önemli bir göstergedir. Bu nedenle özellikle tasarım aşamasında enerji etkin servis ekipmanlarının seçimi yapının yaşam döngüsünde kullanım-işletim evresindeki enerji maliyetlerinin azaltılması için çok önemlidir.

- Bakım – Onarım ve Yenileme Maliyetleri ( $M_{BO} + M_{YE}$ ); Yapının kullanım evresinde bazı yapı bileşenlerinin periyodik olarak bakım-onarım ve gerektiğinde (fonksiyon değişikliklerine bağlı olarak) yenilenmesi söz konusu olabilmektedir. Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yapının servislerinin ve yapı ürünlerinin sık bakım onarım gerektirmeyecek şekilde seçilmesi bakım-onarım ve yenileme maliyetlerinin azaltılması açısından önem kazanmaktadır.
- Faydalı Ömrü Sona eren Yapı Maliyeti (Hurda Maliyeti) ( $M_H$ ); yapının faydalı ömrünün sona ermesi sonundaki net maliyettir (Tatlı, 2006).

Yaşam Döngüsü Maliyet Analizi (YDMA) alternatif yapı sistemleri ve yapının yaşam ömrü boyunca sahip olduğu yatırım, bakım-onarım ve enerji maliyetleri üzerinde etkisi olan yapı sistemleri ve bileşenleri için tasarım alternatiflerinin planlanmasında kullanılan ekonomik değerlendirme yöntemidir. YDMA tasarım evresinin herhangi bir evresinde gerçekleştirilebileceği gibi mevcut bir yapının değerlendirilmesi için de kullanılabilir ve YDMA ile en optimum yatırımın sağlanması hedeflenmektedir (Tatlı, 2006).

YDM Yöntemiyle tasarım veya yapı bileşenleri alternatiflerinin maliyet analizi (YDMA) şu adımlardan oluşmaktadır (<http://www.wbdg.org/resources/lcca.php>, 2010; Tatlı, 2006):

- 1. Adım; Problemin tanımlanması: Bu adım hangi sistemin veya malzemenin analiz edileceğinin belirlenmesi ve analiz süresinin saptanmasını içermektedir.
- 2. Adım; Sınırlamaların ve olası alternatiflerin belirlenmesi: Ekonomik analize etki eden sınırlamaların (örneğin yapının konumu ile güneş enerjisi kullanımının engellenmesi vb.) belirlenmesini içermektedir. Bina tipleri, sistemleri ve bileşenleri için tanımlanabilecek çok sayıda alternatif arasından uygun olanların belirlenmesi gerekmektedir.

- 3. Adım; Genel kabullerin ve kriterlerin belirlenmesi: İlk tasarım, işletme (kullanım), bakım-onarım ve yenileme, enerji, faydalı ömrü sona eren yapı maliyetleri ayrıntılı olarak hesaplanmaktadır.
- 4. Adım; Her bir alternatif için maliyetlerin ve sürelerin hesaplanması: yapıların ve yapı sistemlerinin işletme, bakım-onarımlarıyla ilgili maliyetler hesaplanmaktadır.
- 5. Adım; Gelecekteki maliyet değerlerinin bugünkü değerlerine indirgenmesi: projeye ilgili hesaplanan maliyetlerin bugünkü değerlerine dönüştürülmesi.
- 6. Adım; Her bir alternatif için YDM'lerin hesaplanması ve karşılaştırılması: yapı ya da yapı sistemlerinin maliyet analizinde belirlenen ve maliyet değerlendirmesi yapılan alternatiflerin YDM hesaplamaları yapılarak karşılaştırılmakta ve minimum YDM değerine sahip alternatif seçilmektedir,
- 7. Adım; Gerekli olan ek ölçümlerin yapılması,
- 8. Adım; Girdi verilerindeki belirsizliklerin hesaba katılması,
- 9. Adım; En ekonomik YDM'ne sahip alternatifin belirlenmesi,

#### **4.4 Sürdürülebilir Bina Yapımına Yönelik Olarak İncelenen Yaklaşımların Karşılaştırmalı Bir Biçimde Değerlendirilmesi**

Yapı üretim sürecinin sürdürülebilirlik kavramına uygun olarak yönlendirilmesi açısından geliştirilen standartlar (ISO, ASTM, ASHRAE vb.), yaşam döngüsü değerlendirme araçları (BEES, GaBi, Athena, BREEAM, LEED vb.) ve aynı zamanda yaşam döngüsü maliyetini de dikkate alan araçlar (Envest, SB Tool vb.) sürdürülebilir bina tasarım ve yapımına yönelik kabul görmüş önemli yaklaşımlardır. Sürdürülebilir yapım hedefine ulaşmak için, yapı üretim sürecinin tüm evrelerinin sürdürülebilirlik kavramı ile örtüşmesi zorunluluğunun getirisi olan ve yapı üretim sürecine yön veren bu yaklaşımlar çalışma kapsamında Bölüm 4.1, 4.2 ve 4.3' te ayrıntılı olarak irdelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde ise, irdelenen bu yaklaşımların genel değerlendirmesi yapılmaktadır. Sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımların değerlendirmesinde ise şu yöntem izlenmektedir; Bölüm 4.1, 4.2 ve 4.3' te detaylı olarak açıklanan ve irdelenen tüm yaklaşımlar iki aşamada değerlendirilmektedir. Değerlendirmenin birinci aşaması (Tablo 4.11) irdelenen

yaklaşımların genel özelliklerinin tanımlanmasına yönelik yapılmakta ve aşağıdaki temel başlıkları içermektedir;

- Yaklaşımın türü (standart, yazılım ve kontrol listesi başlıkları ile),
- Yaklaşımın künyesi (yaklaşımın geliştirildiği tarih, ülke ve yaklaşımı, geliştiren kuruluşa ait bilgiler yer almaktadır),
- Yaklaşımın ulusal/uluslararası kullanımına ait bilgiler,
- Yaklaşımın kullanımının zorunlu/isteğe bağlı kullanımına ait bilgiler,
- Yaklaşımın değerlendirme düzeyi (yapı, yapı ürünleri başlıkları ile),
- Yaklaşımın uygulandığı yapı tiplerine (yeni yapılar, mevcut yapılar, renovasyon projeleri vb.) ait bilgiler,
- Yaklaşımın kullanıcılarına ait bilgiler,












Değerlendirmenin birinci aşaması Tablo 4.11’ de izlenebilmektedir.

Değerlendirmenin ikinci aşaması ise (Tablo 4.12), yaklaşımların sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde değerlendirilmesine yöneliktir ve şu başlıkları içermektedir;












- Yaklaşımların yaşam döngüsü değerlendirme evrelerinin tanımlanması,
- Yaklaşımların sürdürülebilirlik kriterlerinin belirlenmesi (çevresel, ekonomik-YDM ve sosyal-kültürel kriterler),
- Yaklaşımların uygulanma amacı (yasal düzenlemeler, tasarımcıyı yönlendirme, yapı sertifikası)

Değerlendirmenin ikinci aşaması Tablo 4.12’ de izlenebilmektedir.

Tablo 4.11 Sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak incelenen yaklaşımların “genel özellikler çerçevesinde” değerlendirilmesi

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR			Yaklaşımın Türü			Yaklaşım Künyesi			Ulusal / Uluslararası		Yaklaşımın Kullanımı		Yaklaşımın Değerlendirme Düzeyi		Yapı Tipleri										Yaklaşımın Kullanıcıları					
Yaklaşımların Sınıflandırması	Yaklaşımın Adı	Yaklaşımın Logosu	Standart	Yazılım	Kontrol Listesi	Tarih	Ülke	Kuruluş	Ulusal	Uluslararası	Zorunlu	İsteğe Bağlı	Yapı	Yapı Ürünü	Yeni Yapılar	Mevcut Yapılar	Renovasyon Projeleri	Konut	Ofis	Eğitim Yapıları	Sağlık Yapıları	Alışveriş Merkezleri	Endüstri Yapıları	Tasarımcı	Mühendis	Ürün Üreticisi	Yapı Kullanıcısı	Araştırmacı		
Sürdürülebilir Bina Standartları	ISO		√			1990 2008	Uluslar arası	ISO		√		√	√	√	ISO' nun sürdürülebilir yapıma yönelik geliştirilen standartları, çevresel yönetim sistemi, YDD, bina yapımında sürdürülebilirliğe yönelik genel bir çerçeve sunmaktadır.										Ülke yönetimleri, kamu ve özel kurum ve kuruluşların yetkilileri, yapı endüstrisinde görev alan tüm paydaşlar					
	ASTM		√			2008	ABD	ASTM		√		√	√	√	ASTM' nin sürdürülebilir yapıma yönelik geliştirilen standartları hedef olarak belirli bir yapı tipini göstermemekte, yapılarla ilgili genel sürdürülebilirlik ve YDD' ye yönelik standartlar geliştirmektedir.										√	√	√	√	√	
	ASHRAE		√			2007 2009	ABD	ASHRAE	√			√	√	√	ASHRAE' nin sürdürülebilir yapıma yönelik standartları, az katlı konut yapıları dışındaki yapılarda enerji etkinliğinin sağlanmasına, yüksek performanslı yeşil yapı tasarımına yönelik standartları içermektedir.										√	√	√	√	√	
YDD Yöntemine Yönelik Geliştirilen Modeller	Yapı Ürünleri Karşılaştırma Araçları	BEES			√		1994	ABD	NIST	√		√	√	BEES, yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanıldığından bilinmesi gereken nokta yapı ürününün yapıdaki kullanım yeri ve işlevidir. Buna bağlı olarak yapı ürünlerinin kullanım ömrü belirlenmektedir.										√		√	√			
		GABI			√		1992	Almanya	PE Internati.		√		√	√	GaBi herhangi bir yapı tipine bağlı olmaksızın sadece malzemelerin yaşam döngüsü değerlendirmesini yapmaktadır. Kısacası değerlendirme ürünler düzeyinde olduğu için yapı tipi dikkate alınmamaktadır.												√			
	Tüm Bina Karar Destek Araçları-Tasarım Araçları	ATHENA			√		Bilgiye Ulaşılmadı	Kanada	Athena Enstitüsü		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
		ENVEST			√		Bilgiye Ulaşılmadı	İngiltere	BRE	√			√	√	√	√		√	√					√	√			√		
Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi	BREEAM				√	1990	İngiltere	BRE	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√		
	LEED				√	1998	ABD	USGBC	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√						
	SB TOOL				√	1998	Uluslar arası	iiSBE		√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√						
	CASBEE				√	2001	Japonya	JSBC-JaGBC	√			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√						

Tablo 4.12 Sürdürülebilir bina yapımına yönelik olarak incelenen yaklaşımların “sürdürülebilirlik kriterleri” çerçevesinde değerlendirilmesi

SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNA YAPIMINA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR		Yaklaşımların Tanımlanan YDD Evreleri									Yaklaşımların Sürdürülebilirlik Kriterleri										Yaklaşımın Uygulanma Şekli							
Yaklaşımın Adı	Yaklaşımın Adı	Yapı Öncesi Evre			Yapı Evresi			Yapı Sonrası Evre			Çevresel Performans Değerlendirme Kriterleri										Ekonomik	Sosyal		Yasal Düzenlemeler	Tasarımcıyı Yönlendirme	Yapı Sertifikası		
		Hammadde edinimi	Yapı Ürünlerinin Üretimi	Ürünlerin Ulaştırılması	Tasarım	Yapım	Kullanım ve Bakım-Onarım	Yenileme	Yıkım	Geri dönüşürme	Atık Yönetimi	Yapı Alanı Kullanımı	Enerji Kullanımı	Su Kullanımı	Malzeme Kullanımı	Kirlilik (Hava, Su, Toprak)	Atık Yönetimi	İç Hava Kalitesi	Ulaşım	Ekolojik Tahribat	Küresel Isınma Etkisi	Diğer Kriterler	Yaşam Döngüsü Maliyeti (LCC)				Sosyal Faktörler	Kültürel Faktörler
Sürdürülebilir Bina Standartları	 ISO	ISO 14040 standardında YDD yönteminin çerçevesi ve ilkeleri tanımlanmaktadır. Bu tanımda çevresel etki değerlendirmesinin “beşikten-mezara” yaklaşımıyla ele alınması gerektiği belirtilmektedir. Bu yaklaşımla hammadde edinimden, atık oluşumuna kadar olan kapsamlı döngüyü tariflenmektedir.									ISO 14040 standardı, yapı ürünlerinin ve sistemlerinin “beşikten-mezara” yaklaşımıyla <u>tüm çevresel etkilerinin</u> değerlendirilmesi şeklinde tanımlanmakta ve oluşan tüm çevresel etkiler değerlendirilmektedir.										ISO 15686–5:2008 standardı YDM ile ilgilidir			√				
	 ASTM	ASTM’ de E1991–5 standardı yapı ürünlerinin çevresel etki değerlendirmesine yönelik ve WK28938 standardı da tüm yapının çevresel etki değerlendirmesine yönelik geliştirilmiş standartlardır. YDD için kavramsal bir çerçeve tarif edilmektedir.									ASTM E1991–5 ve WK28938 standart serileri, yapı ürünlerinin ve yapıların YDD ile <u>tüm çevresel etkilerinin</u> değerlendirilmesini hedeflemektedir. Kısacası herhangi bir sınırlama yapmadan olası tüm çevresel etkiler değerlendirilmektedir										ASTM E 917-05e1 standardı YDM ile ilgilidir			√				
	 ASHRAE	ASHRAE 189.1 yüksek performanslı yeşil yapı tasarımı standardında, YDD yönteminin ISO 14040 standardında belirtildiği şekliyle uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Tanımlanmış YDD evrelerine yönelik bir açıklama yer almamaktadır.									ASHRAE 189.1’ de ISO 14040 standardına uygun olarak yapı ürünlerinin ve yapıların olası tüm çevresel etkilerinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir.										ASHRAE’ de doğrudan YDM’ ye yönelik bir standart yoktur			√				
YDD Yöntemine Yönelik Geliştirilen Modeller	Yapı Ürünleri Karşılaştırma Araçları	 BEES	√	√	√		√	√													İnsan sağlığı, yaşam koşullarında değişim, kirli sis	√				√		
		 GABI		√	√																	Kaynak kullanımı, havası ve toprağa salınan tüm emisyonlar	√				√	
	Tüm Bina Karar Destek Araçları-Tasarım Araçları	 ATHENA		√	√	√	√	√													√	Toplam hammadde kullanımının belirlenmesi					√	
		 ENVEST				√	√	√	√	√											√	Yapı elemanlarının analizi	√				√	
	Tüm Bina Çerçeve veya Sistem Değerlendirmesi	 BREEAM				√	√	√	√													-						√
		 LEED				√	√	√	√	√												Yenilikler ve tasarım süreci, bölgesel öncelikler kriterleri						√
		 SB TOOL				√															√	Yapının servis kalitesinin değerlendirilmesi	√	√	√			√
		 CASBEE			√	√	√		√													√	Servis kalitesi, yapı güvenliği, esnekliği, sağlamlığı					√



Yaklaşımlar için yapılan değerlendirmenin birinci aşaması için Tablo 4.11' e bakıldığında;

- Sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen yaklaşımların, standart, yazılım ve kontrol listesi olmak üzere üç farklı türde geliştiği,
- Örneklenen yaklaşımların hepsinin gelişmiş ülkelerde, ülke yönetimlerinin desteğini alan güvenilir kuruluşlar tarafından geliştirildiği,
- Bazı yaklaşımların **ulusal düzeyde** (ASHRAE standartları serisi, BEES, ENVEST gibi yazılımlar ve LEED, CASBEE gibi değerlendirme sistemleri), bazılarının ise **uluslararası düzeyde** (ISO, ASTM gibi standart serileri, GaBi, ATHENA gibi yazılımlar, SB Tool gibi değerlendirme sistemleri) kullanıma sahip olduğu, bunlardan farklı olarak sadece BREEAM değerlendirme sisteminin önceleri sadece ulusal düzeyde kullanıma sahip iken son dönemlerde farklı ülkelerde kullanımına başlandığı için hem ulusal hem de uluslararası nitelikte olduğu,
- **Yaklaşımların kullanımının** zorunlu hale getirilmediği, hepsinin isteğe bağlı kullanıldığı,
- **Yaklaşımların değerlendirme ya da uygulanma düzeylerinin** yapı ve yapı ürünlerine yönelik olduğu, standartların hem yapılar hem de yapı ürünleri düzeyinde uygulamalara sahip olduğu, BEES ve GaBi gibi YDD araçlarının sadece yapı ürünlerinin çevresel etkilerini belirlemek için kullanılırken, ATHENA, ENVEST gibi YDD araçlarının hem yapılar hem de yapı ürünlerinin çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanıldığı, BREEAM, LEED, SB Tool, CASBEE çevresel değerlendirme sistemlerinin ise sadece yapılar için geliştirildikleri ve yapı düzeyinde değerlendirme yaptıkları,
- **Yaklaşımlar uygulandıkları yapı tipleri açısından değerlendirildiğinde**, ISO, ASTM gibi standartların özel bir yapı tarif etmeden, yapılarla ilgili genel sürdürülebilirlik ve çevre yönetim sistemlerine yönelik genel bir çerçeve oluşturduğunu, bunlardan farklı olarak ASHRAE standardının ise az katlı konut yapıları dışındaki yapılar gibi özel bir yapı sınıfını hedeflediği, yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan BEES, GaBi gibi YDD araçlarının sadece yapı ürünlerine yönelik olduğu ve bu modeller için yapının tipinin değil ürünlerin yapıda kullanım işlevi ve yeri olduğu, ATHENA, ENVEST

gibi yazılım tabanlı tasarım araçlarının yeni ve mevcut yapılarda ve özellikle konut ve ofis yapılarında kullanıldığı ve son olarak kriterlere bağlı çevresel değerlendirme sistemleri olan BREEAM, LEED, SB Tool ve CASBEE modellerinin yeni ve mevcut yapılar, konut, ofis, eğitim, alışveriş vb. çok sayıda farklı işleve sahip yapı grubunun çevresel değerlendirmeleri için kullanıldığı,

- **Son olarak geliştirilen yaklaşımların kullanıcıları incelendiğinde**, ISO standart serilerinin Ülke yönetimleri, kamu ve özel kurum ve kuruluşların yetkilileri, yapı endüstrisinde görev alan tüm paydaşları hedeflediği, ASTM ve ASHRAE standart serilerinin tasarımcılardan, yapı kullanıcıları, araştırmacılara kadar birçok kullanıcı grubunu hedeflediği, yapı ürünleri düzeyinde değerlendirme yapan YDD yazılımları olan BEES ve GaBi modellerinin özellikle ürün üreticilerini hedeflerken, ATHENA ve ENVEST gibi YDD araçlarının özellikle tasarımcılara yönelik oldukları ve karar destek sistemi sağladıkları, çevresel değerlendirme sistemlerinin de ortak hedef kullanıcılarının tasarımcılar olduğu, bunun yanı sıra bazı sistemlerin yapı kullanıcılarını da hedef kullanıcılara dahil ettiği,

ortaya çıkmıştır.

Yaklaşımlar için yapılan değerlendirmenin ikinci aşaması için Tablo 4.12' ye bakıldığında ise;

- **Yaklaşımların tanımlı YDD evreleri değerlendirildiğinde**, ISO ve ASTM gibi bina standartlarının YDD yöntemini, çerçevesi ve genel prensipleri kapsamında ele aldıkları ve “beşikten-mezara” yaklaşımıyla yapı ürünlerinin ve sistemlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi gerektiği belirtilirken, ASHRAE standart sersinde YDD kullanımına ve evrelerine yönelik bir yaklaşım geliştirilmediği, bu konuda ISO standartlarının temel alınması gerektiği belirtilmektedir. Yapı ürünlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik geliştirilen BEES ve GaBi gibi YDD araçlarını incelediğimizde, BEES modelinin yapı ürünlerini kapsamlı yaşam döngüsü süreçlerinde ele alarak olası çevresel etkilerini belirlediği ve özellikle yapı evresi (yapım-kullanım ve bakım-onarım evreleri) ve yapı sonrası evrenin dikkate alındığı, bu karşılık GaBi modelinde de, yapı

ürünlerinin yapının faydalı ömrü sona erdikten sonra geri dönüşüm ve atık yönetimi konularını detaylı ele aldığı ve bunlara yönelik değerlendirmeler yaptığı ortaya çıkmaktadır. ATHENA ve ENVEST gibi tasarım araçlarına baktığımızda, her iki aracında tasarım aşamasında kullanılarak tasarımcıya karar destek sistemi sağladığı görülmektedir. ATHENA aracının ENVEST' e göre özellikle yapı ürünlerinin üretimi sırasında gerekli enerji miktarı (gömülü enerji), toplam kaynak kullanımı ve üretim aşamasında oluşan emisyonların değerlendirilerek dikkate alınması yönünde daha kapsamlı bir yaşam döngüsü değerlendirmesi yaptığı söylenebilmektedir. Buna karşılık her iki modelde de yapıların faydalı ömrü sona erdiğinde ortaya çıkan yapı ürünlerinin geridönüştürülmesi veya atık yönetimine yönelik herhangi bir değerlendirme yapmadıkları görülmektedir. Son olarak BREEAM, LEED, SB Tool ve CASBEE gibi çevresel etki değerlendirme sistemlerinin kapsadığı YDD evrelerini değerlendirecek olursak, bu modellerin çoğunlukla tasarım, yapım, kullanım ve bakım-onarım evrelerini içerdiği ve yaşam döngüsü evrelerinin her birine ilişkin detaylı performans kriterleri içermedikleri görülmektedir. Yapılan değerlendirmelerden hareketle, geliştirilen yaklaşımların kapsamlı yaşam döngüsü evrelerini içermedikleri,

- **Yaklaşımların sürdürülebilirlik kriterlerini** değerlendirecek olursak, yapıların ve yapı ürünlerinin çevresel performans seviyelerini ölçmeye yönelik belirlenen kriterler yaklaşımların önemli bir bileşenidir. Öncelikle yapıların ve yapı ürünlerinin sürdürülebilirliklerini değerlendiren bu yaklaşımların çok büyük oranda çevresel etkilerin belirlenmesi üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. bina standartlarının çevresel kriterler konusunda özelleştirilmiş konu başlıklarının bulunmadığı ve genel olarak olası tüm çevresel etkilerin belirlenmesini hedefledikleri söylenebilmektedir. Yapı ürünlerinin çevresel etkilerini değerlendiren BEES ve GaBi modellerinin malzemelerin gömülü enerjisinin hesaplanması, su ve malzeme gibi kaynakların kullanımı ve özellikle yapı ürünlerinin üretilmesi ve yapıya uygulanması sırasında oluşan hava-su ve toprağa salınan emisyonlar ve sera gazı etkisiyle oluşan küresel ısınma potansiyeli konularını ağırlıklı olarak ele aldıkları görülmektedir. Tasarım araçlarından ENVEST yazılımının ATHENA' ya göre çevresel değerlendirme kriterlerinin daha detaylı olduğu ve hemen hemen tüm olası çevresel etkilerin belirlenmesine

yönelik değerlendirme yaptığı söylenebilmektedir. BREEAM, LEED gibi çevresel değerlendirme araçlarına baktığımızda ise, enerji kullanımı ve bu bağlı oluşan sera gazı salınımları, malzeme, su, yapı alanı, iç çevre kalitesi gibi çevresel kriterlere yönelik değerlendirme yaptıkları söylenebilmektedir. Burada dikkat çeken önemli bir nokta çevresel performans değerlendirmesinin yanı sıra çok az yaklaşımın ekonomik performans değerlendirmesi yaptığıdır. Sürdürülebilir bina yapımına yönelik geliştirilen yaklaşımlarından biri de hatırlanacağı gibi yaşam döngüsü maliyet analiziydi. Sürdürülebilir yapı ve yapı ürünlerinin faaliyetlerinin yaygınlaşması için önemli bir girdi oluşturacak olan yaşam döngüsü maliyet analizinin de yapılması ve ekonomik bir bakış açısıyla başlangıç maliyetini artırdığı düşünülen bu sistemlerin YDM ile uzun vadede ekonomik olduğu bu şekilde belirlenebilir. Sürdürülebilirliğin bir diğer bileşeni sosyal ve kültürel konuların sadece SB Tool’ da değerlendirmeye alınması yine dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta olduğu,

- **Son olarak geliştirilen yaklaşımların uygulanma amaçlarını değerlendirecek olursak**, sürdürülebilirlik yaklaşımının yapı üretim sürecinde etkisi göstermesiyle ISO, ASTM, ASHRAE uluslararası veya ulusal düzeyde kabul gören önemli kuruluşların konuya yönelik önemli çalışmalarda bulunduğu görülmektedir. Bu kuruluşlar tarafından geliştirilen bina standartlarının çevresel yönetim sisteminde genel gereksinimlere, çevresel yasa, plan ve uygulamalara yönelik genel bir çerçeve oluşturmayı hedefleyen yol haritası oluşturmayı amaçladıkları ve yapı ürünlerinin ve sistemlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılmasına yönelik yasa ve yönetmeliklerde belirlenen nicelik ve niteliklerin kaynağını oluşturan bu standartlar aynı zamanda yapım endüstrisinde rol alan paydaşlar için de el kitabı olduğu gözlemlenmektedir. Kısaca geliştirilen standartları bu alanda yapılacak yasal düzenlemelere kaynak oluşturacağını görebilmekteyiz. Yapı ürünlerinin ve yapıların henüz tasarım aşamasında YDD yöntemiyle olası çevresel etkilerini belirleyen ürün karşılaştırma araçlarının (BEES, GaBi) ve tasarım araçlarının (ATHENA, ENVEST) tamamen tasarımcıyı yönlendirme ve bilinçli seçim yapabilmesini sağlamaya yönelik karar destek sistemi oluşturduklarını görebilmekteyiz. Son olarak BREEAM, LEED, SB Tool ve CASBEE gibi çevresel değerlendirme sistemlerinin ise, yapıları belirli çevresel

performans kategorilerine ve bu kategorilerde yer alan kriterlere göre değerlendirmekte ve değerlendirme sonucunda yeterli puanlar toplandığı takdirde yapılar sertifikalandırılmaktadır. Bu nedenle bu yaklaşımları da yapıları çevresel performans özelliklerine göre sertifikalandıran sistemler olduğu,

yapılan değerlendirme sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir bina tasarım ve yapımına yönelik geliştirilen YDD araçlarından günümüzde ön plana çıkanlar, denetleme gerektiren ve sürdürülebilirliğin temel kriterlerini sağlamaya yönelik hazırlanmış kontrol listeleri ile binaları değerlendiren bina çevresel değerlendirme ve sertifika sistemleridir. Daha öncede değinildiği gibi bu değerlendirme sistemleri niteliksel ve kontrol listesi şeklinde olduğu için diğer YDD araçlarına göre farklılık göstermektedir. Binaların çevresel standartlar kullanılarak yapılması fikrinin yaygınlaştığı son günlerde, birçok ülke kendi ülkesel koşullarına uygun olarak çevresel bina standartları geliştirmiş ve geliştirmeye devam etmektedir. Dünya genelinde bu modellerin geliştirilmesi yönünde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu tez çalışmasında bu ihtiyaçtan yola çıkılarak çevresel değerlendirme sistemlerinin daha detaylı bir biçimde irdelenmesi ihtiyacı doğmuştur. Özellikle ülkemizde eksikliği hissedilen bu konuda çalışmaların yoğunlaşması, tez kapsamında da bu sistemlerin detaylı değerlendirilmesine neden olmaktadır. Bu nedenle bölüm 4.2.3' de üçüncü düzey YDD araçları başlığı altında irdelenen ve dünyada yaygın olarak kullanılan BREEAM, LEED, SB Tool ve CASBEE sistemleri Tablo 4.13' de karşılaştırmalı olarak detaylı bir biçimde değerlendirilmektedir.

Tablo 4.13' de yer alan verilerden yola çıkarak çevresel değerlendirme sistemlerinin, değerlendirme kategorileri ve bu kategorilere ait ön koşulların olup olmadığı, ön koşullar var ise hangi kriterler için geçerli olduğu incelendiğinde şu bulgulara ulaşılmaktadır;

- Tüm değerlendirme sistemlerinde yapıda **etkin enerji kullanımı, etkin su kullanımı, malzeme kullanımı, alan kullanımı, iç çevre kalitesi** (iç ortam çevre kalitesi olarak da adlandırılmakta ve ilgili kriterler BREEAM modelinde Sağlık ve Konfor başlığı altında ele alınmaktadır) vb. temel sürdürülebilirlik kriterlerinin

Tablo 4.13 BREEAM, LEED, SB Tool ve CASBEE modellerinin “sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde” detaylı bir biçimde değerlendirilmesi

Değerlendirme Modelleri	Değerlendirme Kategorileri		Değerlendirmenin Amacı	Puanlar	Yüzdeler	Model Sınıflandırma		
	Ön Koşul	Kategoriler				Sertifika Türleri	%	
<b>BREEAM (İngiltere)</b>	√	Enerji	Yapılarda salınan CO <sub>2</sub> miktarının azaltılmasını sağlamak, yapılarda enerji etkin iç ve dış mekan aydınlatmasının sağlanması,	24	<p>(BRE, 2010)</p>	Geçemedi	30' dan az	
	-	Ulaşım	Halk ulaşım araç bağlantılarının sağlanması, bisiklet gibi alternatif ulaşımın desteklenmesi, sosyal alanların yaşama alanlarıyla ulaşımının güçlendirilmesi	10		Geçer	30	
	-	Kirillik	Ozon tabakasına zararlı gazların azaltılması, yenilenebilir ve düşük emisyonlu enerji kaynaklarının kullanımının artırılması	12		İyi	45	
	√	Yapı Malzemeleri	Geri dönüştürülmüş malzemelerin yeni yapılarda kullanımının artırılması, Green Guide A sınıfı malzemelerin kullanılması, çevresel saygılı kaynaklardan üretilen yapı elemanl.	13		Çok İyi	55	
	√	Atık	Uygun atık yönetimiyle yapı alanında kaynak etkinliğinin desteklenmesi	7		Mükemmel	70	
	√	Su	Yapının küresel ısınma potansiyelinin belli bir değerin altında olması, mekanların ısıtma enerjisinden salınan NOx miktarının belli bir değerin altında olması,	6				
	√	Alan Kullanımı ve Ekoloji	İnşaat aşamasında yapı alanındaki ekolojik değerlerin korunması, yapı alanında inşaat çalışmalarından önce ıslah ve temizleme çalışmalarının yapılması	10				
	√	Sağlık ve Konfor	İç mekan hava kalitesi, uygun nem miktarı, mekanların yeterli doğal ışık alması, doğal havalandırma vb. kullanıcı sağlığına yönelik koşulların sağlanması hedeflenmektedir	13				
	√	Yönetim	Yapım aşamasında atıkların izlenmesi, sınıflandırılması, geri dönüştürülmesinin sağlanması, su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesini sağlamaya yönelik yönetim.	10				
<b>LEED (ABD)</b>	√	Sürdürülebilir Arsalar	Mevcut altyapının geliştirilmesiyle, yeşil alanların, habitatın korunması	26	<p>(USGBC, 2010)</p>	Sertifika	40–49	
	-	Su Etkinliği	Su kullanımının azaltılması, yapılarda yeni atık su teknolojilerinin geliştirilmesi	10		Gümüş	50–59	
	√	Enerji ve Atmosfer	Enerji performansının ASHRAE standartlarına uygun olarak artırılması ile enerji etkinliğinin sağlanması, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek,	35		Altın	60–79	
	√	Malzemeler ve Kaynaklar	Yapının geri kullanımı, atık yönetimi, geri dönüştürülmüş yapı ürünlerinin kullanımı, yerel yapı ürünlerinin üretimini artırılması	14		Platin	80 ve üstü	
	√	İç Çevre Kalitesi	İnsan sağlığına zararlı olmayan, kirlenmeye az ürünlerin kullanılması, ASHRAE'ye uygun ısısal konforun sağlanması	15				
	-	İnovasyon ve Tasarım Süreci	Tasarımda sürdürülebilirliğe yönelik getirilen yenilikler	6 (ek puan)				
	-	Bölgesel Öncelikler	Tasarımda bölgesel önceliklerin dikkate alınması	4 (ek puan)				
<b>SB Tool (Uluslararası)</b>	-	Arsa seçimi, Proje Planlama ve Geliştirme	Arazideki ekolojik değerlerin geliştirilmesi, araziye yakın su alanlarının kirlenmesinin önlenmesi, seçilen arazinin toplu taşıma, kamusal ve çalışma alanlarına yakın olması	% 8,10	<p>(iSBE, 2010)</p>	Olumsuz Performans	—1	
	√	Enerji ve Kaynak Tüketimi	Yapıda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gömülü enerjisi düşük, yerel, geri dönüştürülebilir, uzun ömürlü malzemelerin kullanımı,	% 22,50		Kabul Edilebilir	0	
	√	Çevresel Yükler	Yapı malzemelerinin sera gazı emisyonlarının azaltılması, yapının işletmesi sırasında asitleşme, foto oksidanların, katı atıkların, ısı adası etkisinin azaltılması	% 27		İyi Uygulama	3	
	√	İç Mekan Çevre Kalitesi	Yeterli iç mekan hava kalitesinin, doğal havalandırmanın, aydınlatmanın, nem oranının sağlanması, gürültünün önlenerek yeterli yapı içi akustığının sağlanması	% 18		En İyi Uygulama	5	
	-	Servis Kalitesi	Bina teknik sistemlerinin kontrol edilebilirliği, yapı kabuğunun performansının artırılması, mekansal ve hacimsel işlevselliğin sağlanması, kullanım evresinde güvenliğin sağlanması	% 16,20				
	-	Sosyal ve Ekonomik Esaslar	Yapım kazalarının en az düzeye indirilmesi, konutlarda kullanıcılar için birimlere erişimin sağlanması, fiziksel engelliler için erişimin rahat sağlanması	% 5,40				
	-	Kültürel ve Algısal Esaslar	Yerel ve kültürel değerlerle tasarımın uyumlu olması, yapının çevre bağlamının oluşturulması,	% 2,70				
<b>CASBEE (Japonya)</b>	-	(Q) Değeri	Yapı İç Çevre	Yapıda ısı konfor, mekan ve hacim akustığının optimum düzeyde olmasının sağlanması, doğal, aydınlatma ve havalandırmanın sağlanması hedeflenmektedir	0,4		A	1.5 – 2.99 BEE
	-		Servis Kalitesi	Yapıdaki servislerin işlevsel, sağlıklı ve esneklik açısından uygunluğu	0,3		S	3.0 BEE
	-	(LR) Değeri	Arsa İçinde Yapı Dışı Çevre	Arazi ve çevresindeki mevcut yaşam alanlarının korunması ve yeni yaşam alanlarının geliştirilmesi, yerel karakteristiklere dikkat edilmesi, ısıl çevrenin geliştirilmesi	0,3		B+	1 – 1.49 BEE
	-		Yapının Enerji Yükü	Doğal ve yenilenebilir enerjilerin kullanımı, servis sistemlerinin etkinliğinin sağlanması, yapıda enerji etkin ekipmanların kullanılması	0,4		B-	0.5 – 0.99 BEE
	-		Kaynaklar ve Malzemeler	Suyun korunumu, yağmur suyu ve gri suyun geri dönüştürülerek yeniden kullanımının sağlanması, yenilenebilir olmayan kaynakların tüketiminin azaltılması, kirlenmeye içeriğe sahip yapı malzemelerinin kullanılmasının azaltılması, CFC ve halonlardan kaçınılması, kullanılan yalıtım malzemelerinin, yangın geciktiricilerin bilinçli seçilmesi	0,3		Zayıf	0 – 0.49 BEE
	-		Arsa Dışı Çevre	Küresel ısınma probleminin dikkate alınması, hava kirliliği, ısı adası etkisi, atık su vb. etkilerin azaltılarak yerel çevrenin dikkate alınması, yakın çevrenin dikkate alınması	0,3			

ortak değerlendirme kriterleri olduğu gözlenmektedir. Bu kriterlerle yapıların kaynak kullanımı (enerji, su, malzeme vb.), ekolojik yükleri, sağlık ve konfor bağlamındaki değerlendirmeleri üzerinde durulmaktadır.

- Değerlendirme sistemlerinin performans ya da değerlendirme kriterlerine bakıldığında niteliksel ve niceliksel olarak kriterlerin farklılaşabildiği gözlemlenmektedir. Örneğin, yapının yıllık enerji ve su tüketimi, yapıda özellikle enerji tüketimine ve malzeme kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan sera gazı salınımlarını içeren kriterler **niceliksel** olup, gerekli değerlerin hesaplanması için belirli veritabanları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Örneğin LEED değerlendirme sisteminde yapının LEED sertifikası alabilmesi için, enerji ve atmosfer başlığı altında sağlaması gereken ön koşul seçeneklerinden bir tanesi, yapı ve sistemlerin ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 (2007) gereklerine uygun olarak enerji performansının en az düzeyde sağlanmasıdır. İlgili standart tüm bina projesinde bilgisayar simülasyonunun kullanılarak binanın enerji performans düzeyinin belirlenmesini gerektirmektedir. LEED’ in enerji ve atmosfer başlığı altındaki bir diğer ön koşul seçeneği ise, ASHRAE İleri Enerji Tasarım Rehberine uygun kriterlerin sağlanması şeklindedir. BREEAM değerlendirme sisteminde ise, enerji başlığı altında yapının toplam CO<sub>2</sub> salınım miktarına göre yapı puan almaktadır. Örneğin değerlendirilen yapının CO<sub>2</sub> salınım miktarı 43 kg/m<sup>2</sup>/yıl olduğunda yapı 5 puan (ofis yapısı örneklenmiştir), 25 kg/m<sup>2</sup>/yıl olduğunda 10 puan kazanabilmektedir. Burada yapının CO<sub>2</sub> salınım miktarı azaldıkça aldığı puan artmaktadır. SB Tool’ da ise “Enerji ve Kaynak Tüketimi” başlığı altında yer alan kriterlerden bir tanesi yapının yaşam döngüsü boyunca yenilenebilir olmayan kaynak tüketiminin hesaplanmasına yöneliktir. Niceliksel özellikte olan bu kriterin hesaplanması için de YDD tabanlı gömülü enerji tahmin sistemleri (Athena, Eco Indicator 99 vb. yazılımlar), IEA veritabanı ve çalışmaları kullanılmakta, elde edilen sonuçlar SB Tool değerlendirmesi için gerekmektedir. CASBEE’ de de diğer değerlendirme sistemlerine paralel olarak yapının çevresel yükleri başlığı altında bir alt kriter olarak değerlendirilen “yapının enerji yükleri” gibi niceliksel kriterler için yapının tüm yaşam döngüsü evrelerinde (yapım, kullanım, bakım-onarım ve diğer evreler) harcanan enerji miktarına bağlı olarak meydana gelen CO<sub>2</sub> salınım oranına göre ağırlık katsayısı belirlenmektedir.

CO<sub>2</sub> salınım miktarı ise, Japon Mimarlık Enstitüsü tarafından hazırlanan girdi-çıkıtı veri tablosundaki değerlere göre belirlenmektedir. Çevresel değerlendirme sistemlerinin **niteliksel** değerlendirme kriterleri ise, etkin arazi kullanımı, yapım faaliyetlerinin yapı alanı üzerindeki ekolojik değerlere ve yerel karakteristiklere etkisi vb. şeklindedir.

- Tablo 4.13’ de çevresel değerlendirme modellerine ait değerlendirme kriterleri yüzde (%) değerleri incelendiğinde, modellerin çoğunda yapının **“enerji kullanımı”** kriterinin ağırlık yüzdesi olarak en fazla değere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Sadece SB Tool’ da durum biraz farklılaşmakta ve diğer modellerden farklı şekilde “enerji” kriterine ek olarak “çevresel yükler” kriteri bulunmaktadır. Diğer modellerde “enerji” kriteri başlığı altında toplanan tüm alt kriterler benzer şekilde SB Tool’ da “enerji kullanımı” kriteri ve kısmi olarak “çevresel yükler” kriteri başlığı altında toplanmaktadır (yapıda kullanılan enerji miktarına bağlı olarak ortaya çıkan sera gazı emisyonları gibi). Kısacası SB Tool’ da kriter yüzde (%) değerleri açısından enerji kriteri ikinci sırada yer almasına rağmen, en fazla yüzde (%) değere sahip çevresel yükler kriteri de yapıda enerji kullanımına yönelik bazı kriterleri içermektedir. CASBEE modelinde ise çevresel yükler başlığı altında bir alt kriter olan yapının “enerji” yükü kriter ağırlığı olarak en fazla değere sahiptir. Sonuç olarak SB Tool hariç diğer tüm modellerde, ağırlık değeri en yüksek değerlendirme kriteri yapının “enerji kullanımı” kriteridir. Bu kriter ile yapılarda enerji performansının belirli standartlara uygun olarak artırılması ile yapının enerji etkinliğinin sağlanması, yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, gömülü enerjisi düşük malzemelerin kullanımı, enerji etkin yapı kabuğu tasarımıyla enerji ve ısı kazançlarının sağlanması vb. hedeflenmektedir.
- Tablo 4.13’ e bakıldığında, modellerin ortak temel sürdürülebilirlik kriterleri (enerji, malzeme, su, yapı alanı, iç çevre kalitesi) dışındaki kriterlerde bazı farklılıklar dikkati çekmektedir. Örneğin, BREEAM’ de ulaşım, kirlilik, atık ve yönetim gibi çevresel sürdürülebilirlik ile ilgili kriterler bulunmakta, LEED’ de ise, temel sürdürülebilirlik kriterlerine ek olarak İnovasyon ve tasarım süreci, bölgesel öncelikler kriterleri bulunmakta ama bu kriterlerden alınan puanlar ek



puan şeklinde değerlendirilmektedir. SB Tool' a gelince, temel çevresel sürdürülebilirlik kriterlerine ek olarak yapının servis kalitesi, çevresel yükler gibi kriterler bulunmaktadır. SB Tool' da bunların yanı sıra “Sosyal ve Ekonomik esaslar” ve “Kültürel ve Algısal esaslar” başlıklı değerlendirme kriterleri de yer almaktadır. Ekonomik ve sosyal konuların değerlendirmeye alınması ile SB Tool' un sadece çevresel değerlendirme sistemi olmanın ötesinde “sürdürülebilirlik değerlendirme modeli” olduğu söylenebilir. CASBEE değerlendirme sistemi ise, değerlendirme kriterlerini yapının çevre kalitesi ve çevresel yükleri olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirmekte, bu başlıklar altında yer alan temel sürdürülebilirlik kriterlerinin dışında, yapının servis kalitesi (yapının kullanım evresinde güvenlik, yapının işlevselliği, kontrolörlük vb. kriterler) , proje planlama, kentsel tasarım ve arazi geliştirme gibi çevresel sürdürülebilirlik kriterleri vardır. Bu değerlendirme sonucunda, bina çevresel değerlendirme sistemlerinin büyük bir kısmının yapıların çevresel performanslarını artırmayı amaçladıkları ve çevresel değerlendirmenin ötesine geçemediği, SB Tool gibi az sayıda değerlendirme sistemlerinin ise, çevresel sürdürülebilirlik konuları dışında ekonomik ve sosyo-kültürel konuları da ele aldığı ve konuya daha bütünsel yaklaştığını söylemek mümkündür.

- İrdelenen değerlendirme sistemlerinden sadece SB Tool ve CASBEE modelleri mevcut kriterlerin dışında yapıdaki çekirdek fonksiyonlarının bakım ve onarımı, mekansal işlevsellik ve etkinlik, yapıdaki teknik sistemlerin, strüktürün, esneklik ve adapte edilebilirliği konularına “servis kalitesi” kriteri altında yer verildiği görülmektedir.
- Bina çevresel değerlendirme sistemlerinin, değerlendirme kriterleri arasında oluşan farklılıklar, modellerin farklı ülkeler tarafından geliştirilmesinden ve ülkesel koşullara bağlı olarak ülkelerin önceliklerinin değişebilmesinden kaynaklanmaktadır. Kısacası geliştirilen bu modellerin geliştirildikleri ülkelerin çevresel ve sosyo-ekonomik koşullarını yansıttığını söyleyebilmekteyiz. Buradan hareketle çevresel değerlendirme sistemleri için “standart model” yaklaşımının geliştirilmesinin zor olduğu ortaya çıkmaktadır.

- Tablo 4.13’ de gösterildiği şekliyle, değerlendirme sistemlerini ön koşulları bağlamında irdeleyecek olursak, bu konuda modeller arasında farklı yaklaşımların olduğu görülmektedir. BREEAM değerlendirme sisteminde her sertifika kategorisine göre ön koşullar değişebilmekte ve sayı olarak artmaktadır. Örneğin yapının BREEAM “Geçti” sertifikası alabilmesi için uyulması gereken ön koşullar Yönetim1 (Man 1), Sağlık ve Refah 4 ve 12 (Hea 4 ve Hea 12) kriterleri iken, BREEAM “İyi” sertifikası alabilmesi için bu ön koşullara ek olarak, yapıdaki su tüketimiyle ilgili kriterler olan Su 1 ve 2 (WAT 1 ve WAT 2) kriterleri de uyulması gereken ön koşullara eklenmektedir. LEED modeline baktığımızda önkoşulların kullanılması BREEAM’ e göre farklılaşmaktadır. LEED’ de sertifika kategorisine bağlı olmaksızın her sertifika türü için uyulması gereken önkoşullar ortaktır ve değişmemektedir. Bu ön koşulların (Sürdürülebilir Yapı Alanı, Su tasarrufu, enerji ve atmosfer vb.) hangi kategorileri kapsadığı Tablo 4.13’ de izlenebilmektedir. SB Tool’ a bakıldığında LEED ile paralellik gösteren bir uygulama olduğu görülmektedir. SB Tool’ da önkoşullar (Bkn. Tablo 4.13) zorunlu (mandatory) başlığı altında yer almakta ve sertifika kategorisine bağlı olmaksızın gerekli önkoşullar (Enerji ve Kaynak tüketimi, çevresel yükler, iç mekan çevre kalitesi) tüm sertifika türleri için geçerlidir. Son olarak CASBEE modeline baktığımızda, diğer değerlendirme sistemlerinden farklı olarak önkoşul uygulamasının olmadığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle CASBEE’ de herhangi bir sertifika için sağlanması gereken önkoşul bulunmamaktadır. Yapılan bu değerlendirme sonucunda, değerlendirme modellerinde belirlenen ve ülkesel önceliklere bağlı olarak farklılaştığı gözlenen önkoşullar ile öncelikli sorunların çözümüne yanıt arandığını söylemek mümkündür.
- Tablo 4.13’ e bakıldığında değerlendirme sistemleri için diğer bir önemli konunun sertifika kategorileri olduğu gözlenmektedir. Konunun önemi değerlendirme sistemlerinin puanlama yöntemleri ve ağırlık katsayı uygulamasından kaynaklanmaktadır. Her değerlendirme sisteminin kendine özgü sertifika kategorisi ve her kategori için gerekli minimum bir yüzde değeri vardır. BREEAM değerlendirme sisteminin puanlama yöntemine değinirsek, Tablo 4.13’ de görüldüğü gibi her değerlendirme kategorisinin belirlenmiş puan değeri bulunmaktadır. Bu puan değerleri o kategoriden alınacak maksimum puan

değerine karşılık gelmektedir. Bunun yanı sıra Tablo 4.13' de kriterlerin yüzde dağılımına bakarsak maksimum puan değerleriyle doğru orantılı ama doğrusal olmayan bir artış değeri olduğu görülmektedir. Örneğin, BREEAM değerlendirme sisteminde Enerji kriterinden alınacak maksimum puan değeri 24, kriterin yüzde (%) değeri ise, %19 dur. Ya da Ulaşım kriteri ve Alan kullanımı ve Ekoloji kriterlerinin her ikisinde de maksimum puan değeri 10 olması rağmen yüzde (%) değerlerine baktığımızda ulaşım kriterinin % 8, Alan kullanımı ve Ekoloji kriterlerinin ise % 10 olduğu görülmektedir. Bu farklılıklar ağırlık katsayısı uygulamasından kaynaklanmaktadır. Çevresel ağırlık katsayısı olarak tanımlanan ve kategoriden kategoriye farklılaşan bu katsayı değerleriyle, o kategoriden alınan toplam puan değeri çarpılmakta ve o kategoriden alınan % değeri hesaplanmaktadır. Sonuç olarak hesaplanan bu yüzde değerine göre, eğer yapı BREEAM sertifikası alacak değere ulaşmışsa, aldığı değere göre sertifika sınıfı belirlenmektedir. Sev ve Canbay (2010)' a göre burada üzerinde durulması gereken nokta, BREEAM' in ulusal bir danışmanlık süreci sonucunda ve görüş birliğine dayalı olarak belirlenen katsayı uygulamasıdır. Çevresel ağırlık katsayısı uygulamasının olmadığı varsayılırsa değerlendirmede ülkesel ve bölgesel önceliklere dikkat edilmediği, bu durumda öncelikli sorunlara çözüm sağlanmasının zor olduğu söylenebilir. LEED modelinin değerlendirme sistemine bakıldığında BREEAM gibi ağırlık katsayısı uygulamasının olmadığı, kriterlerin maksimum puanları ile yüzde değerlerinin aynı olduğu gözlemlenmektedir (Tablo 4.13). LEED' de kriterlere atanan puanlara göre bazı kriterlerinin ön plana çıktığı hemen görülebilmektedir. Bu puan farklılıklarından yola çıkarak, iklim değişikliği ve sera gazı emisyonları konularına öncelik verildiği söylenebilmektedir. SB Tool ise, değerlendirme puanının hesaplanmasında her değerlendirme kriteri için söz konusu olası çevresel etkinin ölçüğü (küresel ve bölgesel ölçek, kentsel ölçek vb.), çevresel etkinin yoğunluğu ve etki süresi dikkate alınmakta ve bölgesel farklılıklara dayalı olarak ağırlık katsayıları (1 ile 3 arasında puanlama) kullanıcılar tarafından değiştirilebilmektedir. SB Tool' da her kategori için belirlenmiş o kategoriye ait yüzde değeri bulunmaktadır (Bkn. Tablo 4.13). Bu yüzde değerler 1 ile 3 (Bölgesel ağırlık katsayısı) arasında değişen ağırlık katsayısına göre ağırlıklı puana dönüştürüldükten sonra çıkan değere göre kriterler

-1 ile +5 arasında puanlanmaktadır. Toplam ağırlıklı puan değerine göre de sertifika türü belirlenmektedir. Son olarak CASBEE modelinde ise, diğer modellere göre daha farklı ve daha karmaşık bir puanlama yöntemi ve ağırlık katsayısı uygulaması bulunmaktadır. Tablo 4.13’ de kriterlerin yüzde (%) değerlerine bakıldığında CASBEE’ de iki farklı yüzde grafiği olduğu görülmektedir. CASBEE değerlendirme kriterlerini “Yapının Çevre Kalitesi (Q)” ve “Yapının Çevresel Yükleri (LR)” olmak üzere iki gruba ayırmaktadır. Farklı kriterlere sahip Q ve LR değerleri ayrı ayrı hesaplanmakta, ortaya çıkan iki farklı değer formülasyonla BEE (Yapının Çevresel Etkinliği) olarak adlandırılan sonuç değere dönüştürülmektedir. Tablo 4.13’ de görüldüğü gibi Q ve LR değerlendirme sınıflarına ait değerlendirme kategorilerinde, kategorinin önceliğine bağlı olarak ağırlık katsayısı artmaktadır (Örn. Yapı İçi Çevre ve Yapının Enerji Yükü buldukları kategorilerde en yüksek ağırlık katsayısına sahiplerdir). Son olarak ortaya çıkan BEE değerine göre yapının sertifika türü belirlenmektedir. Sonuç olarak, Modellerin Puanlama Yöntemi ve Ağırlık Katsayısı Uygulamaları incelendiğinde her modelin kendine özgü bir değerlendirme sistemi olduğu ve her kriter için uygulanan ağırlık katsayısı uygulaması ile ulusal ve yerel önceliklerin dikkate alındığı ve öncelikli sorunlar için çözüm arayışlarına gidildiği açıkça görülmektedir.

- Tablo 4.13’ de değerlendirme sistemlerinin son olarak sertifika türleri arasında bir değerlendirme yapılmaktadır. BREEAM’ de sertifika almak için minimum değer % 30 iken, farklı bir puanlama yöntemi olan LEED’ de bu değer % 40–49 olmakta ve ayrıca LEED değerlendirme sisteminde İnovasyon ve Tasarım Süreci ve Bölgesel Öncelikler adı altında iki ek puan kategorisi (bonus puan da denmektedir) oluşturulmuştur ve bu kategorilerden toplamda 10 ek puan kazanılabilmektedir. SB Tool’ un kendine özgü -1 ile +5 arasında değişen puanlarla performans değerlendirmesi vardır. Son olarak CASBEE’ de ise belirlenen BEE değerine göre performans sonucu belirlenmekte, değerlendirilen yapının CASBEE sertifikası alabilmesi için minimum 0.5 – 0.99 arasında BEE değerine sahip olması gerekmektedir.

- İncelenen çevresel değerlendirme modellerine genel olarak bakıldığında sadece SB Tool’ un yalnız çevresel nitelikleri değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal nitelikleri de değerlendirmesi önemlidir. Ayrıca ülkesel boyutta değerlendirildiğinde SB Tool’ un uluslararası bir nitelikte olduğu görülmektedir. Kısacası SB Tool genel bir değerlendirme çerçevesi olarak hazırlanarak yerel otoritelerin bölgesel koşullarına uygun olarak bu çerçeveyi kendilerine özgü değerlendirme sistemlerine dönüştürmeleri beklenmektedir. Bu açıdan yaklaşıldığında Sev ve Canbay (2010)’ a göre SB Tool’ u diğer araçlardan ayıran en önemli özelliğin, ülkelere göre değişen öncelikleri, sosyo-ekonomik ve teknolojik olanakları, gelenekleri ve kültürel değerleri yansıtmaya esnekliğine sahip olması olduğu söylenmektedir.
- Son olarak değerlendirme sistemlerinin erişimine bakacak olursak, tüm değerlendirme sistemlerinde basılı el kitapları şeklinde düzenlenmiş, performans amacının, gerekliliklerinin ve ağırlık katsayılarının, puan değerlerinin yer aldığı kitapçıkların hazırlandığı görülmektedir. Sistem bu kitapçıkların kullanımıyla işlemektedir.

## BÖLÜM BEŞ

### SONUÇLAR

Dünya, Endüstri Devrimi'nden günümüze kadar sayısız teknolojik gelişme ile birlikte nüfus artışı ve beraberinde getirdiği savurganca kaynak kullanımına sahne olmuştur. İnsanların yaşam düzeylerini sınırsız bir şekilde sürekli olarak yükseltme isteğiyle, sınırsız üretim politikasının neden olduğu üretim-tüketim arasındaki dengesizlik, doğal kaynakların aşırı tüketimine neden olarak, canlıların yaşam temellerini yok etme eksenli günümüzün mevcut ekonomik kalkınma modeline dönüşmüştür. İşte bu aşamada günümüzün mevcut çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlarının üstesinden gelebilmek için çözüm olarak **çevresel gelişme ve ekonomik gelişmenin bir arada düşünüldüğü yeni bir bakış açısına** ihtiyaç olduğu gözlemlenmiş ve tüm dünyada etkisini gösteren yeni bir kalkınma hareketi olan “sürdürülebilir gelişme” ortaya çıkmıştır.

Temelinde çevreyi koruyarak ekonomik ve sosyal gelişmeyi sağlama hedefini barındıran sürdürülebilir gelişme kavramı ve ilkelerinden hareketle bilinçsiz tüketimin bir yana bırakılarak enerjinin, kaynakların ve malzemenin verimli kullanıldığı, ekosistemlere zarar vermeyecek düzeyde kirliliğin oluştuğu, biyolojik çeşitliliğe değer veren ve koruyan, sürdürülebilir bir toplum anlayışının yerleşmeye başladığı söylenebilmektedir. Toplumların eğitim düzeyi ve çevresel konularda bilinçlenmeleri arttıkça, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma ve doğaya olabildiğince az müdahalede bulunma düşünceleri toplumlar için düşünsel bir dönüşüme neden olarak bu dönüşüm yaşam tarzlarına da yansımaya başlamıştır. Toplumdaki bu dönüşümü sadece bireysel bir yaklaşım olmanın ötesinde çevre üzerinde etkisi olan tüm disiplinlerde de dikkate alınmaya başlamıştır. Mimarlık sonuç ürünü olan yapılar ve yapı endüstrisi, diğer faaliyet alanlarına kıyasla yoğun kaynak ve enerji kullanımına neden olmakta ve yapı üretimine yönelik faaliyetler küresel ve yerel ölçekte önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu bağlamda, mimarlık disiplini içinde de çevreye duyarlı yaklaşımlar ile binalar üreterek, sürdürülebilirliğin sağlanması temel sorumluluklar içinde yerini almıştır. Bu hedef

doğrultusunda sürdürülebilir bina tasarım ve yapım uygulamaları hızla benimsenmeye başlanmıştır.

Sürdürülebilir yapım ile, yaşam döngüsü yaklaşımıyla, yapı ve altyapısının planlanması, tasarlanması, hammaddelerin elde edilmesi, yapı ürünlerinin üretilmesi ve yapı alanına ulaştırılması, yapının inşa edilmesi, kullanımı ve kullanım sırasında meydana gelen bakım/onarım faaliyetleri, faydalı ömrü sona eren yapının yıkımı ve sonuçta çıkan atıkların yönetimi gibi birçok evreden oluşan yapı yaşam döngüsü ve bu döngüde meydana gelen uygulamaların sürdürülebilirlik ile örtüşmesi anlatılmaktadır.

Bu çalışmada, sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilirlik kavramları incelenmiş; sürdürülebilir mimarlığa yönelik geliştirilen ilkeler ve stratejiler ile sürdürülebilir bina yapımına yönelik yaklaşımlar incelenmiştir. **Çalışmanın sonucunda ise şu bulgulara ulaşılmıştır:**

Sürdürülebilir mimarlık, yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevreye duyarlı, doğaya en az düzeyde zarar veren, enerjiyi, suyu, malzemeyi ve bulunduğu alanı etkin şekilde kullanan, yapımı ve kullanımı sırasında minimum atık oluşturan, yapı kabuğunda enerji korunum düzeyini arttıran, esnek ve değişebilen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrüne ve düşük bakım/kullanım maliyetine sahip, sağlıklı iç mekan hava kalitesiyle kullanıcıları için yeterli konfor ve sağlık koşulları oluşturan yapılar ortaya koymayı amaçlamaktadır. Gerek literatür incelemesi gerekse yurtdışında ve ülkemizde uygulanmış sürdürülebilir bina örneklerinin incelenmesi sonucunda, sürdürülebilir tasarımın genel anlamda binalarda enerji tasarrufunun sağlanması, etkin kaynak kullanımı ve atıkların denetimiyle çevre kirliliğinin azaltılması ve daha sağlıklı yaşama ortamlarının oluşturulması üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.

Kibert (2005) tarafından, etkin kaynak kullanımı ile ekolojik ilkelere bağlı sağlıklı bir yapıyı çevrenin yaratılması ve sorumlulukla yönetilmesi olarak tanımlanan sürdürülebilir yapım kavramını ise, sürdürülebilir gelişme ilkelerinin bina/yapı ve alt yapısının planlanması, tasarlanması ve inşa edilmesiyle hammaddelerin elde

edilmesinden, yapı ürünlerinin üretilmesine ve yapıda uygulanacak hale getirilmesine, yapının kullanımı, yıkımı ve meydana gelen atıkların yönetimine kadar kapsamlı bir bina yaşam döngüsüne uygulanması olarak tanımlamak doğru olacaktır.

Tüm bu tanımlardan yola çıkarak sürdürülebilir bina tasarım ve yapım uygulamalarının hayata geçirilmesinin hiç kolay olmadığını söylemek yanlış olmaz. Bunun için bütünleşik tasarım yaklaşımıyla gerçekleştirilen proje üretim sürecine, bu süreçte proje ekibini yönlendirecek çevresel standartlara, yasal düzenlemelere ve yaşam döngüsü yaklaşımıyla yapım sürecinin yeniden gözden geçirilmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu kavramları açıklayacak olursak;

- Sürdürülebilir bina projelerinde, henüz tasarım aşamasında projede yer alan aktörler ve paydaşlar bir araya gelerek projenin yaşam döngüsü sürecini tasarlamalıdır. Dolayısıyla sürdürülebilir bina tasarımında takım çalışması çok önemlidir. Henüz tasarım aşamasında yapı alanının detaylı değerlendirilmesi, yapıda enerjinin etkin kullanımına yönelik stratejiler (yapı kabuğu ve yapı formunun çevre verileri dikkate alınarak biçimlendirilmesi, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı vb.), sürdürülebilir malzeme teknolojileri, etkin su kullanım stratejileri, atık yönetim stratejileri gibi tasarımı yönlendirecek kararların alınması ve sürdürülebilir tasarım ve yapım ilkelerinin projeye dahil edilebilmesi, bu aşamada mimar, mühendis, peyzaj mimarı, malzeme üreticileri, enerji danışmanı, proje yöneticisi, yapı kullanıcısı vb. paydaşların bir araya gelerek fikir alışverişi yapmaları ve tasarım problemlerine proje sahiplerinin beklentileri doğrultusunda çözüm bulmaları ile gerçekleşebilir. Sürdürülebilir tasarım süreci tasarım ekibinin iş birliği içinde çalışmasını gerektirmektedir.
- Sürdürülebilir tasarım sürecinde proje ekibini yönlendirecek, karar destek sistemi sağlayacak çevresel bina standartlarına, yasal düzenlemelere, yönetmelik ve şartnamelere ihtiyaç vardır. Bu düzenlemelerle sürdürülebilir bina yapımına yönelik öncelikli hedeflerinin belirlenerek uygulanması gerekmektedir.



- Sürdürülebilir bina tasarım ve yapımında, yapım süreci bütünsel bir yaklaşımla planlama aşamasından, yapının yıkımına kadar olan kapsamlı bir döngüyü ifade etmektedir. Yapım sürecinde yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılarak yapının ilk fikir aşamasından (planlama evresi), faydalı ömrünün bitmesi, yıkım ve atık oluşumu evrelerine kadar tüm bina yaşam döngüsü süreçlerinde oluşan çevresel etkilerin belirlenmesi ve buna göre karar alınması gerekmektedir. Ancak bu koşulda yapıların neden olduğu çevresel etkiler azaltılabilir.

Sürdürülebilir yapım hedefine ulaşmak ya da başka bir ifadeyle sürdürülebilir yapı üretimi uygulamalarını gerçekleştirebilmek için öncelikli konuları ve sürdürülebilir yapım sürecinde alınacak kararlarda ve gerçekleştirilecek uygulamalarda dikkate alınması gereken unsurları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Yaşam döngüsü yaklaşımıyla ele alınan yapım sürecindeki her evreye, sürdürülebilir yapım ilkelerinin uygulanmasını ifade eden **sürdürülebilir yapım** kavramı, yapı endüstrisinin uygulamalarıyla yol açtığı çevresel etkilerini azaltmayı, ekonomik ve sosyal katkılarını da artırmayı hedeflemektedir. Yapılan tez çalışmasında çeşitli kişi ve kurumlar tarafından belirlenen sürdürülebilir yapım ilkeleri açıklanmıştır. Belirlenen bu ilkeler, ülkelerin öncelikli sorunlarına ve koşullarına bağlı olarak yeniden yorumlanabilir ve hazırlanacak herhangi bir çalışmaya (yasa, yönetmelik, şartname, standart vb.) temel oluşturabilir. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta ülkesel ve bölgesel koşulların doğru ve yeterli analiz edilmesi ve belirlenen bu ilkelerin önceliklerinin ve içeriğinin bu doğrultuda geliştirilmesidir.
- Sürdürülebilir yapıya yönelik çalışmaların ve belirlenen ilkelerin temelde yapının enerji performansı ve yapıda enerji kullanımı üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak yaşam döngüsü yaklaşımıyla arazi kullanımı, geridönüştürme ve atık yönetimi, yaşam döngüsü maliyet analizleri gibi önemli konuların ise geri planda kaldığı düşünülmektedir.

- Henüz projenin planlama aşamasında, alınacak kararların ve gerçekleştirilecek uygulamaların, çevresel ve ekonomik bir bakış açısıyla yönlendirilmesi gerekmektedir. Alınacak kararlar mutlaka ülkesel koşullara uygun olarak hazırlanmış standartlar, yönetmelik ve şartnameler ile desteklenmelidir. Bunun yanı sıra etkin bir planlama süreci için, projede yer alan paydaşların ekoloji, kaynak yönetimi gibi konularda bilgi ve deneyim sahibi olması gerekmekte, gerekirse ekoloji alanında mesleki gelişim kursları yaygınlaştırılmalıdır. Planlama sürecinde mutlaka üzerinde durulması gereken bir diğer konu ise, bina yaşam döngüsü maliyet analizlerinin yapılmasıdır. Sürdürülebilir bina uygulamalarının yaygınlaşmasının önündeki büyük engel ekonomik problemlerdir. Yaşam döngüsü maliyet analizleriyle binanın kullanım süresi içerisinde belli bir zamanda ilk yatırım maliyetini karşılayacağını görmek, yatırımcıların konuya bakış açısında ve sürdürülebilir projeyi yapma isteklerinde etkili olacaktır.
- Sürdürülebilir projenin tasarım aşamasında, öncelikli olarak dikkate alınması gereken konu yapı alanının ve mevcut verilerin (arazinin konumu, altyapı olanakları, ulaşım ağı, jeolojik, klimatolojik, topografik özellikleri) detaylı irdelenmesidir. Yapının tasarımı için alınacak kararlarda, doğal kaynakların korunumu, enerji, malzeme ve suyun etkin kullanımı, kullanıcı sağlık ve konfor koşullarına yönelik doğru çözümlerin geliştirilmesi önemlidir. Bilinçli tasarım kararlarıyla, enerji etkin yapı kabuğu, yeni gereksinimlere ve yeniden kullanıma uygun esnek yapı tasarımı gerçekleştirilebilir. Tasarımda alınan kararlar kontrol listeleri şeklinde düzenlenerek uygulamada kontrol sağlanmalıdır. Bu aşamada doğru kararların verilmesinde bilgi sistemleri oldukça önemlidir. Kullanılması düşünülen malzemelerin yaşam döngülerine ilişkin bilgiler, atık yönetimine yönelik bilgiler ile doğru kararların alınması ve stratejilerin geliştirilmesi, yapıda kullanılacak ısıtma, havalandırma, iklimlendirme vb. ekipmanlarının seçimi için gerekli bilgi düzeyine sahip olmak gerekmektedir.
- Sürdürülebilir projenin uygulama aşamasında, tasarım aşamasında alınan kararların uygulamaya aktarılabilmesi için, yapım aşamasında her adımın hazırlanan kontrol listeleriyle sürekli kontrol edilmesi gerekmektedir.

- Sürdürülebilir yapının kullanım aşamasında, özellikle kaynakların etkin kullanımı konusu önem kazanmaktadır. Enerji, su vb. kaynakların kullanımında tasarruf önlemleri alınmalıdır. Yapıda sağlanan etkin atık yönetiminin önemi de çok büyüktür. Bu aşamada önem kazanan bir diğer konu da, kullanım aşamasındaki performans ölçümlerinin yapılarak hedeflenen performans kriterleri ile gerçek kriterlerin değerlendirilmesidir.
- Sürdürülebilir yapılar için uzun kullanım ömrü, değişebilen koşullara uyum sağlayabilecek esnek tasarım özellikleri çok önemlidir. Yapı faydalı ömrünün sona ermesiyle ortaya çıkan atık malzemelerin geridönüşüm ve yeniden kullanımına yönelik geliştirilen doğru stratejiler ile ekolojik ve ekonomik kazanç elde edilecektir.

Sürdürülebilir bina tasarım ve yapım hedefine ulaşmak adına, yapı üretim sürecindeki tüm evrelere sürdürülebilir gelişme ilkelerinden türetilen yapım ilkelerinin entegre edilebilmesi ve üretimin etkin kaynak yönetimi, çevre dostu ürün ve üretim yöntemleriyle yönlendirilmesi ve çevresel sistemlerin sürece dahil edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Dünya genelinde duyarlı sivil toplum örgütleri, özel ve kamu kuruluşları sürdürülebilir yapıya başka bir ifadeyle sürdürülebilir yapılar ve yapı ürünleri ortaya koymaya yönelik standartlar, binaların yaşam döngüsü süreçlerinde meydana gelen çevresel etkileri belirlemeye yönelik yaşam döngüsü değerlendirme modelleri ya da çevresel etki değerlendirme araçları, yapıların yaşam döngüsü maliyeti analizine yönelik araçlar vb. geliştirmektedirler. Geliştirilen bu yaklaşımları aynı zamanda sürdürülebilir yapıya yönelik kavramsal tanımlamaların uygulamaya aktarılmasını sağlayan araçlar olarak da tanımlayabiliriz.

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir yapım konusunda Türkiye’deki durum incelendiğinde, son dönemde konuyla ilgili özellikle akademik düzeyde yapılan çalışmaların hız kazandığı ancak yönetimler düzeyinde konuya yeterli önemin verilmediği, konuyu uygulamaya yönelik yasa, yönetmelik, standart vb. düzenlemelerin yeterli düzeyde yapılmadığı görülmektedir. Bu konu alanında atılmış ilk ciddi adımın ÇED raporunun hazırlanması ve son olarak 2008 yılında yürürlüğe giren Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği olduğu görülmüştür.

Yapılan incelemeler sonucunda, sürdürülebilir yapım hedefine ulaşabilmek adına dünya genelinde çeşitli sivil toplum örgütleri, kamu kurum ve kuruluşları, araştırma merkezleri ve üniversiteler tarafından sürdürülebilir bina yapımına yönelik çok sayıda çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Mevcut çalışmaların incelenmesi sonucunda sürdürülebilir yapıma yönelik geliştirilen standartlar, modeller ve yöntemler yaklaşımlar ana başlığı altında üç alt başlıkta sınıflanarak irdelenmiştir. Bu başlıklar şu şekildedir;

1. Sürdürülebilirliğe yönelik geliştirilen bina standartları,
2. Yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi ve yöntemine yönelik geliştirilen çevresel değerlendirme modelleri,
3. Yaşam döngüsü maliyet analizinin sürdürülebilir yapım için önemi,

Yapım sürecinin sürdürülebilirlik kavramına uygun olarak yönlendirilmesi ancak projede yer alan paydaşların çevresel konularda uzmanlaşmalarıyla ya da bilgi düzeylerini artırmalarıyla mümkün görülmektedir. Sürdürülebilir yapım için gerekli olan henüz planlama/tasarım aşamasında projenin tüm yaşam döngüsünün tasarlanabilmesi için gerçekleştirilecek uygulamalarda ve alınacak kararlarda karar desteği sağlayacak çevresel standartlara, şartname ve yönetmeliklere, tasarım rehberlerine vb. ihtiyaç vardır. Çalışma kapsamında yapılan inceleme sonucunda ise yaklaşımlara yönelik bir değerlendirme yapılmış ve şu bulgulara ulaşılmıştır:

- ISO, ASTM, ASHRAE gibi köklü standart organizasyonları tarafından yapım faaliyetlerini düzenlemek, denetlemek ve belirli standartlar çerçevesinde yapımını sağlamak amacıyla hazırlanan bina standartları ve yönetmeliklerinde çevresel, sosyal ve ekonomik parametrelerinin dikkate alınmasıyla sürdürülebilir yapıma yönelik birçok standardın geliştirildiği ve geliştirilen bu standartlarının özellikle kaynak yönetimi, yapım ve yapı ürünlerinde kalite düzeyini artırıcı yönde katkılar sağladıkları görülmektedir.
- Sürdürülebilir yapıma yönelik geliştirilen bu standartlar incelendiğinde, yapı ürünlerine yönelik standartlardan, yapıyı bütün olarak ele alan standartlara, yapılar için enerji etkinliği, iç mekan hava kalitesi, etkin alan ve su kullanımı

gibi temel çevresel sürdürülebilirlik standartlarından, genel olarak iş tanımlarının yapıldığı, çevresel yönetime yönelik karar verme yöntemlerinin anlatıldığı ve değerlendirme biçimlerinin belirtildiği metinleri kapsayan standartlara kadar konunun geniş bir yelpazede ele alındığı ve bina standartları başlığı altında toplandığı sonucuna varılmıştır.

- Genel olarak geliştirilen bu standartların çevresel yönetim sisteminde genel gereksinimlere, çevresel yasa, plan ve uygulamalara yönelik genel bir çerçeve oluşturmayı, yapı ürünlerinin ve sistemlerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi ve bu etkilerin azaltılmasını hedefledikleri ve ağırlıklı olarak yaşam döngüsü değerlendirme yöntemini ele aldıkları saptanmıştır.

Sürdürülebilir bina yapımına yönelik en önemli uygulamanın YDD yönteminin yapı ve yapı ürünlerine uygulanması olduğu görülmüştür. Çevresel performans kriterlerine göre yapıları ve yapı ürünlerini değerlendiren YDD yöntemi aynı zamanda yapı ürünleri arasında karşılaştırma yapmayı sağlayarak tasarımcı, ürün üreticileri gibi ilgili paydaşlar için karar destek sistemi sağlamakta olduğu görülmüştür. YDD yönteminin yapı yaşam döngüsü evrelerinde pratik anlamda kullanılabilmesi amacıyla, yapıların ve yapı ürünlerinin çevresel performanslarını belirli kriterlere göre ölçen, yazılım tabanlı ya da kontrol listesi şeklinde farklı şekillerde kullanılabilen değerlendirme sistemleri geliştirilmiştir. Yazılım tabanlı, niceliksel YDD araçları genellikle yapıların tasarım aşamasında malzeme ve ürün seçimi, servis sistemi seçeneklerinin değerlendirilmesi gibi amaçlarda kullanıldığı, kriterlere dayalı niteliksel YDD modellerinin ise, yapıları belirli parametreler altında belirlenen kriter puanlarına göre değerlendirdiği ve sonuç puan düzeyine göre yapıların sertifikalandırıldığı görülmüştür. Özellikle gelişmiş ülkeler ve çeşitli uluslararası araştırma kurumları tarafından geliştirilen bina çevresel performans araçlarının (YDD modelleri) uygulanmasına yönelik şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Geliştirilen YDD modellerinin/araçlarının/yöntemlerinin yapı sektöründe rolü olan kişi ve kuruluşlarının dikkatini çevresel konulara çekerek bu konuda büyük bir kamuoyu oluşturduğu ve yapı endüstrisinin yıkıcı etkilerini önlemek adına önemli bir adım olduğu saptanmıştır.

- Yazılım tabanlı çevresel performans araçlarının (YDD araçları) genellikle yapıların tasarım aşamasında, malzeme ve ürün seçimi, yapı elemanlarının seçimi, servis sistemi seçeneklerinin değerlendirilmesi gibi amaçlarda kullanıldığı ve çevresel bir bakış açısıyla seçimlerin yapılabilmesi için karar destek sistemi sağladığı görülmüştür.
- Yapı ürünlerinin çevresel etkilerini belirlemeye ve bu etkileri azaltmaya yönelik geliştirilen YDD araçları ürün üreticileri, tasarımcılar ve kullanıcılar için karşılaştırmalı değerlendirme olanağı sağlayarak çevresel yapı ürünlerinin seçimi konusunda karar vermede destek sağladığı gözlemlenmiştir. Yazılım tabanlı olan bu araçlar, yapı ürünlerinin çevresel etkilerini belirlerken çeşitli ülkeler ve kuruluşlar tarafından oluşturulmuş veritabanlarından girdi ve çıktı akışına yönelik bilgi toplamaktadırlar.
- Yazılım tabanlı çevresel performans araçları için güvenilir ve kapsamlı bir veritabanına ihtiyaç vardır. Özellikle ülkelerin kendi veritabanını oluşturması sağlıklı veri sağlanması açısından çok önemlidir. Bu araçlar genelde enerji performansı gibi belirli hedeflere yönelmekte ve kriterlere dayalı bina değerlendirme ve sertifika sistemlerine göre anlaşılmasının ve sonuçlarının değerlendirilmesinin daha zor olduğu, bu nedenle kullanımlarının daha sınırlı kaldığı saptanmıştır.
- Yazılım tabanlı tasarım araçları tasarım aşamasında yapı elemanlarının veya bütünüünün yaşam döngüleri boyunca çevresel etkilerini değerlendiren sistemlerdir. Bu araçlar tasarımcıya karar destek sistemi sağlamakta ve yönlendirmektedir. Tasarım araçları ile yapı strüktürünün ana elemanlarının çevresel etkileri hakkında seçenek oluşturulması, çeşitli yapı tasarımları arasında karşılaştırmaların yapılması, yapının kullanımında tüketilen enerji ve suyun çevresel etkilerinin ortaya konması, çevresel yapı ürünlerinin seçimi vb. birçok alanda tasarımcılara destek sağlandığı ancak burada veritabanının varlığı ve niteliğinin çok önem kazandığı görülmüştür.

Özellikle 90' lı yıllarda gelişmiş ülkeler tarafından geliştirilmeye başlanan ve günümüzde yaygın olarak kullanılan kontrol listesi şeklinde hazırlanan YDD modelleri, kriterlere dayalı değerlendirme ve sertifika sistemleri veya çevresel

değerlendirme sistemleri olarak da adlandırılmaktadır. Çevresel performansı çeşitli kategorilere ayırarak ve bu kategorilere ait değerlendirme kriterleri belirleyerek yeni veya mevcut yapılar değerlendirilmekte ve çevresel performansına göre sertifika alabilmektedir. Özellikle Amerika ve İngiltere başta olmak üzere çok sayıda gelişmiş ülke kendi ülkesel koşullarına uygun değerlendirme sistemleri geliştirmişlerdir ve birçok ülkede bu yönde çalışmaların hız kazandığı görülmektedir. Türkiye’ de ise henüz bu yönde atılmış bir adımın olmaması dikkat çekicidir. Kriterlere dayalı bina sertifika sistemlerini detaylı irdelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmıştır:

- Gelişmiş ülkelerin kendi ülkesel koşullarına uygun olarak geliştirdikleri ve günümüzde sayılarının hızla arttığı gözlenen bu modellerin, yapıların ve yapım faaliyetlerinin, yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevresel etkilerini azaltmak ve bu konuda kamuoyu oluşturmak yönünde önemli rol oynadıkları gözlenmiştir.
- Yapıları belirli çevresel kriterlere dayalı olarak puanlandırılan bu sistemler, yeterli puan düzeyleri sağlandığında, puan düzeyine göre binalar sertifika almaktadırlar. Bu sertifikaların binaların pazarlama değerlerini yükselttiği belirtilmektedir.
- Geliştirilen bu değerlendirme sistemleriyle tasarımcılar yönetmeliklerde yer almayan sürdürülebilirlik kriterlerini dikkate almakta, yapı ürünü üreticileri ürünlerini ve üretim süreçlerini bu doğrultuda geliştirebilmekte olduğu gözlemlenmiştir.
- Sürdürülebilir yapım yaklaşımları kapsamında binaların çevresel etkilerini ve enerji performanslarını belirlemeyi amaçlayan çevresel değerlendirme sistemlerinin sadece sürdürülebilirliğin gerçekleştirilmesinde değil, aynı zamanda birçok yeniliğin yapı endüstrisine ve dolayısıyla bina tasarım ve yapımına entegre edilmesinde de önemli bir adım olarak görülmektedir.
- Çevresel değerlendirme sistemlerinin değerlendirme kriterleri incelendiğinde, bu sistemlerin tamamına yakınında sadece çevresel konulardan oluşan performans kriterlerinin değerlendirmede yer aldığı, ekonomik ve sosyal konu alanlarında değerlendirmeye yönelik herhangi bir kriterin bulunmadığı görülmüştür. Bu konunun “sürdürülebilir yapım” uygulamaları için önemli bir eksiklik olduğu düşünülmektedir.

- Geliştirilen bu sistemlerinin ülkelerin küresel ısınmayla mücadele etmek ve sera gazı salınımlarını düşürmek hedefleri doğrultusunda hazırlandığı tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle, ülke yönetimlerinin sürdürülebilirlik hedeflerini ve kriterlerini kesin olarak belirlemesi ve bu yönde Ar-Ge çalışmalarının artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.
- Geliştirilen değerlendirme sistemlerinin etkinliği ve uygulanabilirliği için mutlaka performans kriterlerinin ülkesel ve bölgesel iklim, coğrafya, doğal kaynak kapasitesi, ekonomik ve sosyal koşulları yansıtması gerektiği düşünülmektedir.
- Sürdürülebilirlik küresel boyutta bir çözüm anlayışı doğrultusunda farklı ülke ve kuruluşlar tarafından hazırlanmış çok sayıda çevresel değerlendirme sistemi yerine global bir değerlendirme sisteminin hazırlanması ve bu sayede farklı ülkeler arasında koordinasyonun geliştirilmesi çok iyi bir çözüm olarak görülsede her bir ülke gerçeğine bakıldığında, iklim farklılıklarından, hammadde ve malzeme yetersizliğine enerji yetersizliklerinden, ekonomik altyapıya kadar birçok alanda büyük farklılıkların olduğu, bu nedenle küresel bir değerlendirme sistemi düşüncesinin pratikte çok zor olduğu düşünülmektedir. Bunun için ülkeler ya kendi ülkesel koşul ve önceliklerine göre tamamen bağımsız bir değerlendirme ve standart sistemi geliştirmeli ya da farklı ülke ve kurumlar tarafından geliştirilen sistemlerden kendi ülke koşullarına en uygun olanı seçilerek, kendi ülkelerindeki koşul ve çevresel önceliklere uygun olarak bu sistemleri adapte etmeleri gerektiği düşünülmektedir.
- Farklı ülke ve kurumlar tarafından geliştirilmiş bu sistem ya da standartlar farklı prosedürlere sahip olmakla birlikte amaç olarak sadece yapıların sürdürülebilirlik ölçütlerine göre tasarlanmaları ve yapılarının gerçekleştirilmesini hedefledikleri görülmüştür. Kısacası bu sistemler arsa seçiminden malzeme seçimine, yapılarda enerji kullanımına kadar birçok konuda düşünsel bir değişiklik yaratmışlardır.
- Kısacası yapıların ve yapım faaliyetlerinin kapsamlı yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevresel etkilerini azaltmak yönünde en önemli adımın YDD



araçları ya da çevresel etki değerlendirme araçlarının geliştirilmesi ve uygulamaya konması olduğu görülmüştür.

Sürdürülebilir yapıım' a yönelik yaklaşımların sonuncusu ise Yaşam Döngüsü Maliyet Analizinin (YDM) projenin tasarım aşamasında kullanılmasıdır. Sürdürülebilir bina uygulamalarının yaygınlaşmasının önündeki büyük engel olan ekonomik problemler ya da sürdürülebilir binaların sadece başlangıç maliyetine bakılarak maliyeti artırdığı düşüncesi özellikle yatırımcılar ve mal sahipleri tarafından öne sürülen bir gerekçedir. Bu nedenle henüz planlama sürecinde mutlaka üzerinde durulması gereken konu bina yaşam döngüsü maliyet analizlerinin yapılmasıdır. Yapılacak yaşam döngüsü maliyet analizleriyle hem binanın kullanım süresi içerisinde belli bir zamanda ilk yatırım maliyetini karşılayacağını ve dolayısıyla yaşam döngüsü yaklaşımıyla aslında bu binaların ekonomik olacağı hem de tasarımcı ve işverenin yaşam döngüsü yaklaşımıyla yapı ürünlerinin maliyet karşılaştırmasını yaparak doğru ve ekonomik kararlar vermesini sağlayacaklardır. Bu açıdan yatırımcıların sürdürülebilir projeyi yapmayı istemelerinde etkili olacaktır.

Türkiye' de açısından konuya yaklaştığımızda, ülkemizde çevre etiketli ya da belgelendirilmiş yapı malzeme ve ürünleri konusunda büyük eksiklikler görülmektedir. Talep edildiği durumlarda ithal edilen bu ürünlerin ekonomik açıdan verimli olmadığı da bilinmektedir. Ayrıca ülkemizde yapı malzeme ve ürünlerinin geridönüştürülerek yeniden kullanılması konularında da eksiklikler olduğu düşünülmektedir. Bu eksikliklerden hareketle ülke koşullarına uygun olarak hazırlanacak değerlendirme sisteminin ülkenin öncelikli sorunlarına uygulamaya yönelik çözümler getirmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Özetle, sürdürülebilir mimarlık, sürdürülebilir tasarım, sürdürülebilir yapıım gibi yeni söylemlerin arka planında olan yapıların ve yapı endüstrisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini ve kaynak kullanımını azaltma düşüncesi, bina tasarım ve yapıımında gerek tasarım kriterleri gerekse yapıım sürecinin yaşam döngüsü yaklaşımıyla çevresel etki ve maliyet analizleriyle birlikte ele alınması gibi birçok açıdan sürece yaklaşılması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca sürdürülebilir yapıım

yaklaşımlarının bina tasarım ve yapımında yeniliklerin kullanılmasında da etkin rol oynadığı düşünülmektedir. Sürdürülebilir yapı uygulamalarının daha etkin hale getirilmesi ve küresel ölçekte uygulanma olanağı bulabilmesi için mevcut çalışmaların iyi analiz edilmesi ve uygulamaya yönelik sorun ve eksikliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra ülke yönetimleri, çeşitli kamu kurum ve kuruluşları, sivil toplum örgütleri, araştırma kurumları bu alanda yapılan çalışmaları eğitim programları, bilimsel araştırmalar ve yasa ve yönetmeliklerle temellendirmelidirler. Bu süreçte tüm yapı endüstrisi paydaşları da fikir ve çalışmalarıyla etkin görev almalıdırlar. Sürdürülebilir yapıya yönelik kavramsal çalışmaların uygulamaya geçirilmesi isteniyorsa mutlaka yasa ve yönetmeliklerle zorunlu hale getirilmiş yaptırımlara ve yapı ürünleri ve üretim süreçlerini için yol haritası olacak çevresel standartlara ve ülkesel koşullara ve önceliklere uygun olarak hazırlanmış çevresel, ekonomik ve sosyal değerlendirme kriterlerini içeren çevresel değerlendirme araçlarına ya da değerlendirme sistemlerine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Adalberth, K., Almgren, A. ve Petersen, E.H. (2001). Life Cycle Assessment of four multi family buildings. *International Journal of Low Energy Sustainable Buildings*, 2(2001).

American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers (ASHRAE). (2010). *Standard for the design of high-performance green buildings*. 24 Mart 2010, <http://www.ashrae.org/publications/page/927>

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2010a). *About ASTM International*. 22 Mart 2010, [http://www2.astm.org/ABOUT/aboutASTM.html#\\_2](http://www2.astm.org/ABOUT/aboutASTM.html#_2); [http://www2.astm.org/HISTORY/astm\\_changes\\_name.pdf](http://www2.astm.org/HISTORY/astm_changes_name.pdf)

American Society for Testing and Materials (ASTM). (2010b). *Committee E60.01 on buildings and construction - Subcommittees and Standards*. 22 Mart 2010, <http://www.astm.org/COMMIT/SUBCOMMIT/E6001.htm>

Athena Institute. (2010a). *About the Institute*. 5 Mart 2010, [http://www.athenasmi.org/about/docs/Athena\\_Institute\\_Overview.pdf](http://www.athenasmi.org/about/docs/Athena_Institute_Overview.pdf).

Athena Institute. (2010b). *ATHENA ® Impact Estimator for Buildings*. 5 Mart 2010, <http://www.athenasmi.org/tools/docs/ImpactEstimatorFactSheet.pdf>.

Bartelmus, P. (1994). *Environment, Growth and Development: The Concepts and Strategies Of Sustainability*. Londra: Routledge Pres.

Baysan, O. (2003). *Sürdürülebilirlik Kavramı ve Mimarlıkta Tasarıma Yansımaları*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Bilge, C. (2007). *Sürdürülebilir Çevre ve Mimari Tasarım: Mimariye Eleştirel Bir Bakış*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Borg, M. (2001). *Environmental Assessment of Materials, Components and Buildings: Building Specific Considerations, Open-Loop Recycling, Variations in Assessment Results and the Usage Phase of Buildings*, Doktora Tezi. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology.
- Bozkurt, E. (2007). *Life Cycle Assessment (LCA) Based Home Rating Model For Izmir (HRM-Izmir)*, Doktora Tezi. İzmir: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Building Research Establishment (BRE). (2010). *About BRE*. !2 Mart 2010, <http://www.bre.co.uk/page.jsp?id=1710>
- CIB. (1999). *Agenda 21 on Sustainable Construction*. Rotterdam: CIB Report Publication 237.
- CIB ve UNEP-IETC. (2002). *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document*. Pretoria: Published by the CSIR Building and Construction Technology.
- Ciravoğlu, A. (2006). *Sürdürülebilirlik Düşüncesi-Mimarlık Etkileşimine Alternatif Bir Bakış: "Yer" in Çevre Bilincine Etkisi*, Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Canitez, İ.S. (2010). *The Impacts of Sustainability Concept on the Construction Process and Green Building Certification Systems*. A.B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (657-661). Ankara: Gazi University.

CASBEE. (2010). *The Assessment Method Employed by CASBEE*. 12 Mart 2010, <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/methodE.htm>.

*COR Binası*, (b.t). 20 Mayıs 2010, <http://dconl.com/article/20061211100>

Çelebi, G. (2003). Environmental Discourse and Conceptual Framework For Sustainable Architecture. *G.Ü. Journal of Science Dergisi*, 16(1), 205–216.

Çelebi, G. ve Aydın, A. (2005), Yapı Sektörü Çevre İlişkisine Dair Bir Yöntem İrdelemesi: Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD). *Çevre ve Ormanlık Şurası* (13–21), Antalya: Çevre ve Orman Bakanlığı.

Çetiner, İ. (2002). *Çift Kabuk Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomik Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK). (2009a). *SB Tool*. 5 Mart 2010, <http://www.cedbik.org/SBTool.asp>.

Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK). (2009b). *Casbee*. 5 Mart 2010, <http://www.cedbik.org/Casbee.asp>.

Ding, G.K.C. (2007). Sustainable construction – The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management*, 86(2008), 451-464.

Eryıldız, D. (2003). Sürdürülebilirlik ve mimarlık dosyasında ekolojik mimarlık. *Arredamento Mimarlık Dergisi*, (154), 71–75.

Erlandsson, M. ve Borg, M. (2003). Generic LCA-Methodology Applicable For Buildings, Construction and Operation Services – Today Practice and Development Needs. *Building and Environment*, 38(7), 919–938.

Forsberg, A. ve Malmberg, F. (2004). Tools for environmental assessment of the built environment. *Building and Environment*, 39(2004), 223–228.

Foster, N. (2001). Lord Foster of Themes Bank. *Architectural Design*, 71(4), 32.

Gültekin, A.B. (2006). “*Yaşam Döngüsü Değerlendirme*” Yöntemi Kapsamında Yapı Ürünlerinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gültekin, A.B. (2007). *Sürdürülebilir Mimari Tasarım İlkeleri Kapsamında Çözüm Önerileri*, 19. International Congress of Building and Life: Future of Architecture, Architecture for Future, Bursa: Bursa Mimarlar Odası.

Gür, N.V. (2007). *Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi*, Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hagan, S. (2001). *Taking Shape: A New Contract Between Architecture and Nature* (1.Baskı). Oxford: Architectural Pres.

Has Mimarlık. (2010). *EKOyapı*. 19 Mayıs 2010, [http://www.hasmimarlik.com.tr/projeler/proje\\_frame.html](http://www.hasmimarlik.com.tr/projeler/proje_frame.html)

HKU Architecture. (2002). *Sustainable Architecture and Building Design*. 22 Temmuz 2009, <http://www.arch.hku.hk/research/BEER/sustain.htm>

Hoşkara, E. (2007). *Ülkesel Koşullara Uygun Sürdürülebilir Yapım İçin Stratejik Yönetim Modeli*, Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

International Organization for Standardization (ISO). (2004). *ISO 14001:2004 Environmental Management systems - Requirements with guidance for use* .  
21 Mart 2010,  
[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?  
csnumber=31807](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=31807)

International Organization for Standardization (ISO). (2006). *ISO 14040:2006 Environmental Management - Life Cycle Assessment - Principles and Framework*. 22 Mart 2010,  
[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=37456](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=37456).

International Organization for Standardization (ISO), (2008). *ISO 15392:2008 Sustainability in building construction - General principles*. 22 Mart 2010,  
[http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_tc\\_browse.htm?co  
mmid=322621&published=on](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=322621&published=on)

International Initiative for a Sustainable Built Environment (iisBE). (2010). *An Overview of SBTool September 2007 Release September 2007*. 22 Mart 2010,  
from [http://www.iisbe.org/iisbe/sbc2k8/global/SBC08\\_Global\\_Call.pdf](http://www.iisbe.org/iisbe/sbc2k8/global/SBC08_Global_Call.pdf)

Japan GreenBuild Council (JaGBC)-Japan Sustainable Building Consortium (JSBC). (2008). *CASBEE for New Construction Technical Manual 2008 Edition*. Japan: Institute for Building Environment and Energy Conservation (IBEC).

Karlı H.U. (2008). *Sürdürülebilir mimarlık çerçevesinde ofis yapılarının değerlendirilmesi ve çevresel performans analizi için bir model önerisi*, Doktora Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kayıhan, K.S. (2006). *Sürdürülebilir Mimarlığın Yarı nemli Marmara İkliminde Tasarlanacak Temel Eğitim Binalarında İrdelenmesi ve Bir Yöntem Önerisi*, Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kibert, C.J. (2005). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery* (1. Baskı). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Kim, J. J. ve Rigdon, B. (1998). *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design*. Michigan: National Pollution Prevention Center for Higher Education.
- Larsson, N. (2009). *Rating Systems and SBTool*. 18 Mart 2010, [http://www.iisbe.org/down/sbc2008/SBTool/SBTool\\_overview.ppt](http://www.iisbe.org/down/sbc2008/SBTool/SBTool_overview.ppt).
- Lippiatt, B.C. (2007). *BEES © 4.0 Building for Environmental and Economic Sustainability Technical Manual and User Guide-NISTIR 7423*. Washington, D. C: National Institute of Standards and Technology.
- Lippiatt, B.C. ve Boyles, A.S. (2001). Using BEES to Select Cost-Effective Green Products. *International Journal LCA*, 6(2), 76–80.
- Manioğlu, G. (2002). *Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Meşhur, M. (1995). Çevre Duyarlı Planlama. *Yeni Türkiye Dergisi*, 1 (5), 279.
- Meydan Alışveriş Merkezi*, (2009). 20 Mayıs 2010, [http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1028152\\_18\\_yno/1277894148159.html](http://www.meydanumraniye.com.tr/servlet/PB/menu/1028152_18_yno/1277894148159.html)
- Mimarizm.com, (b.t). *Kaliforniya Bilim Müzesi*. 22 Nisan 2010, <http://www.mimarizm.com/MimarinGobegi/Makale.aspx?id=450&sid=471>



- National Institute of Standards and Technology (NIST), (2008). *BEES Description and Summary*. 5 Mart 2010,  
<http://www.nist.gov/bfrl/economics/BEESSoftware.cfm>.
- Ortiz, O., Francisc, C. ve Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the Construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*, 23(2009), 28–39.
- Osso, A., Walsh, T., ve Gottfried, D. (1996). *Sustainable Building Technical Manual*. New York: Public Technology Inc.
- Oktay, B. (2005). *A Model for Measuring the Sustainability of Historic Urban Quarters: Comparative Case Studies of Kyrenia and Famagusta in North Cyprus*, PhD Thesis. Famagusta: Eastern Mediterranean University.
- Özçuhadar, T. (2007). *Sürdürülebilir Çevre İçin enerji Etkin Tasarımın Yaşam Döngüsü Sürecinde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özeler, D. ve Demirer, G.N. (2001). *Önleyici Çevre Yönetiminde Ürün ve Proses Optimizasyonu için Yeni Bir Yöntem Hayat Boyu Değerlendirme (Life Cycle Assessment)*. 5 Mart 2010,  
<http://www.enve.metu.edu.tr/people/gndemirer/links/temizuretim/doc/B0007.pdf>
- Özmehmet, E. (2005). *Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Akdeniz İklim Tipi İçin Bir Bina Modeli Önerisi*, Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Paulsen, J. (2001). *Life Cycle Assessment for Building Products – The Significance of the Usage Phase*, Doktora Tezi. Stockholm: KTH Royal Institute of Technology.

- PE International. (2007). *Gabi Software-Instructions for Advanced Example*. Stuttgart: PE INTERNATIONAL and LBP University of Stuttgart.
- Peuportier, B.L.P. (2001). Life Cycle Assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. *Energy and Buildings*, 33(5), 443–450.
- Reijnders, L. ve van Roekel A. (1999). Comprehensiveness and Adequacy of Tools for The Environmental Improvement of Buildings. *Journal of Cleaner Production*, 7(3), 221–225.
- Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT), (2001). *Background Report - LCA Tools, Data and Application in the Building and Construction Industry*. Melbourne: RMIT University.
- Sev, A. (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık* (1. Baskı). İstanbul: YEM Yayın.
- Sev, A. ve Canbay, N. (2010). *Widely use Building Environmental Assessment Tools and Suggestions for Developing Countries*. A.B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (662–666). Ankara: Gazi University.
- Sev, A. ve Canbay, N. (2009). *Dünya Geneline Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifika Sistemleri*. 18 Mart 2010, <http://www.epy.com.tr/files/SertifikaSistemleri.pdf>.
- Shaviv, E. (2001). On the use of “solar volume” for determining the urban fabric. *Solar Energy*, 70(3), 275-280.
- Sinou, M. ve Kyvelou, S. (2006). Present and future of buildings performance assessment tools. *Intentional Journal of Management of Environmental Quality*, 17(5), 570-586.

- Şenel, A., ve Halıcıoğlu, F.H. (2010). *The Effects of sustainable architecture approaches on usage of innovations*. A.B. Gültekin, (Ed.), *International Sustainable Buildings Symposium Proceedings* (1. Baskı) içinde (651-656). Ankara: Gazi University.
- Tatlı, G.E. (2006). “Çift Kabuk Cephelerin Ekonomik Etkinliğinin Yaşam Dönemi Maliyeti Analiziyle İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Taygun, G.T. (2005). *Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi*, Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2002). *Türkiye Ulusal Rapor*. 22 Mart 2008, <http://www.tobb.org.tr/organizasyon/sanayi/kalitecevre/zirve.php>
- T.C. Başbakanlık Basın Yayın ve Enformasyon Genel Müdürlüğü (BYEGM). (2002). Johannesburg Zirvesi. 22 Mart 2008, <http://www.byegm.gov.tr/YAYINLARIMIZ/AnadolununSesi/196/AND4.HTM>
- Tenikler, G. (2001). *İzmir Körfezi'nde Sürdürülebilir Gelecek İçin Kıyı Yönetimi*, Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- The World Watch Institute. (2003). *World Watch Institute Publications: State of the World*. 22 Temmuz 2009, <http://www.worldwatch.org/node/1042>
- The World Conservation Union (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) ve World Wide Fund for Nature (WWF). (1991). *Caring for the Earth: A Strategy for Sustainable Living Report*. 22 Temmuz 2009, <http://coombs.anu.edu.au/~vern/caring/caring.html>

- Thistlethwaite, P. (b.t). *BRE Envest* 2. 5 Mart 2010, <http://www.bfafh.de/inst4/45/ppt/2envest.pdf>.
- Topar, A.H. (1996). *Yapıda Elektroiklimsel Kirlilikle İnsan Sağlığı İlişkisi ve Alınabilecek Önlemler*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Torunoğlu, E. (2003). Tübitak Vizyon 2023: *Panel için notlar: Sürdürülebilir kalkınma paradigması üzerine ön notlar*. 22 Mart 2008, [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/csk/EK-16.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-16.pdf)
- Türk Standardları Enstitüsü (TSE). (1998). *Çevre Yönetimi - Hayat Boyu Değerlendirme - Prensipler ve Çerçeve*. Ankara: TS EN ISO 14040.
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB). (2002). *Johannesburg Zirvesi*. 22 Mart 2008, <http://www.tobb.org.tr/organizasyon/sanayi/kalitecevre/zirve.php>
- United Nations (UN). (2002). *Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development*. Johannesburg: UN.
- United Nations(UN). (2001). *Indicators of Sustainable Development, CSD Theme Indicator Framework from 2001*. 4 Şubat 2010. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table\\_4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isdms2001/table_4.htm)
- United Nations (UN). (1997). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. 22 Mart 2008, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.html>.
- United Nations (UN). (1996). *United Nations Second Conference on Human Settlement (Habitat II)*. İstanbul: UN.

United Nations (UN). (1992a). *United Nations Conference on Environment and Development: Rio Declaration on Environment and Development*. Rio de Janeiro: UN.

United Nations (UN). (1992b). *United Nations Conference on Environment and Development: Agenda 21*. 22 Mart 2008, <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/>

United Nations (UN). (1972). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment*. 22 Mart 2008, <http://www.un-documents.net/unchedec.htm>.

Yapı.com.tr. (2002). *Haberler: Johannesburg Zirvesi Sona Erdi*. 22 Mart 2008, <http://www.yapi.com.tr/Yazdir/Haber.aspx?HaberID=1652>

Yorgancıoğlu, P. (2004). *Sürdürülebilir Yapım Kavramının Uygulamaya Aktarılmasındaki Araç, Yöntem ve Yaklaşımlara İlişkin Bir Değerlendirme*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Wolley, T. ve Kimmins, S. (2002). *Green Building Handbook: A Companion Guide to Building Products and Their Impact on the Environment, Volume 2* (2.Baskı). New York: Spon Press.

World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our Common Future. Brundtland Report*. Oxford: Oxford University Pres.