T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MALİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

OCAK 2019

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MALİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

OCAK 2019

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MALİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje (BAP) birimi tarafından FDK-2018-3654 nolu proje ile desteklenmiştir.

OCAK 2019

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MALİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 29/01/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aynur KAZAZ
Prof. Dr. N. Uğur KOÇKAL
Prof. Dr. Gökhan ARSLAN
Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ
Doç. Dr. Okan ÖZCAN

ÖZET

TÜRKİYE'DE KENTSEL DÖNÜŞÜM SÜREÇLERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE MALİYET İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: ANTALYA İLİ ÖRNEĞİ

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

Doktora Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Ocak 2019; 138 sayfa

Tarih boyunca kentler değişim ve gelişimlere uğrayarak günümüze kadar gelmiştir. Kentlerin bu süreçte değişime uğrama nedenlerinin başında; afetler, olağandışı durumlar, savaşlar, sanayinin ilerlemesi, nüfus artışı gibi etkenler yer almaktadır. Kentlerin geçirdiği bu değişim ve gelişimlerin bir sonucu olarak ise ortaya "Kentsel Dönüşüm" kavramı çıkmıştır. Kentsel dönüşüm, zaman içerisinde eskimiş, değer kaybına uğramış binaların çevrenin sosyal gelişimi de göz önünde bulundurularak yeniden tasarımı ve inşası olarak ifade edilebilir. Gerçek anlamda bir kentsel dönüşümden söz edebilmek adına parsel bazlı değil ada bazlı dönüşümler ve bu dönüşüm uygulamalarının çevreye, insan sağlığına minimum zarar hedeflenerek gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Doğaya olan zararı minimum, ekonomik ve sağlıklı bir yapıdan söz ederken bütün bu kavramların bileşkesi olarak sürdürülebilirlik kavramı karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilirliğin inşaat sektöründe kullanımı çevresel etkileri sıfırlanmış, sağlıklı ve ekonomik yapılar anlamına gelmektedir. İnşaat sektörünün de konuya olan ilgisi ve ihtiyacı doğrultusunda sürdürülebilir bina tasarımları günümüzde sektörün olmazsa olmazları arasına girmiştir. Çalışmaya göre, Antalya ili kentsel dönüşüm projelerinde yer alan yapıların, sürdürülebilir binalar olarak tasarımının gerçekleştirilmesi sonucunda ortaya çıkacak yapım maliyetleri incelenecektir. Araştırma için Antalya ili Kepez-Santral mahallesi kentsel dönüşüm projesi incelenerek, projede yer alan örnek bir blok için sürdürülebilir malzemelerle tasarımının gerçekleşmesi durumunda oluşacak maliyet artışı araştırılacaktır. Çalışmanın, kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilirlik uygulamaları için sektöre ve akademiye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Kentsel dönüşüm, Sürdürülebilir binalar, Sürdürülebilir bina maliyetleri**,** Yeşil binalar

JÜRİ: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. N. Uğur KOÇKAL

Prof. Dr. Gökhan ARSLAN

Doç. Dr. Serdar ULUBEYLİ

Doç. Dr. Okan ÖZCAN

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SUSTAINABILITY AND COST OF THE URBAN TRANSFORMATION PROCESSES IN TURKEY: A CASE STUDY OF ANTALYA

Seyda ADIGUZEL ISTIL

PhD Thesis in Civil Engineering Department

Supervisor: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

January 2019; 138 pages

Cities have been transformed to current situation throughout history and they will be affected by transformation and development during their lifespan. The cities change in this process mostly because of disasters, unusual conditions, wars, industrial progress and population growth. As a result of these changes and developments of cities, the term "Urban Transformation" has emerged. Urban transformation can be expressed as redesign and reconstruction of old, depreciated buildings also by considering the social development of the environment. In order to be able to speak of a real urban transformation, instead of parcel-scale renovation projects, island-based transformation projects that aim to minimize the negative effects on the human health and environment should be considered. Sustainability show up considering a construction as a combination of healthy and economic buildings with minimum environmental damage. The use of sustainability in the construction sector means healthy and economical structures with zero environmental effect. In line with the need and interest of the construction sector, sustainable building design has become essential for the sector. In this study, construction costs of the buildings included in the urban transformation projects of Antalya province as sustainable buildings were assessed and energy performance analyzes was presented. The cost increase in design of a sample block with sustainable materials in Kepez-Santral urban transformation project, Antalya was analyzed. This study tends to make a significant contribution to the sector and literature as application of sustainability in urban transformation.

KEYWORDS: Green buildings, Sustainable buildings, Sustainability costs, Urban transformation

COMMITTEE: Prof. Dr. Aynur KAZAZ

Prof. Dr. N. Uğur KOCKAL

Prof. Dr. Gokhan ARSLAN

Assoc. Prof. Dr. Serdar ULUBEYLI

Assoc. Prof. Dr. Okan OZCAN

ÖNSÖZ

Bu çalışma kapsamında Antalya ili kentsel dönüşüm projelerinde yer alan yapıların, sürdürülebilir binalar olarak tasarımının gerçekleştirilmesi sonucunda ortaya çıkacak yapım maliyetleri araştırılmıştır.

Son yıllarda inşaat alanında teknolojik gelişmelerin ivmelenmesi karşısında doğanın da tahribatı doğru orantılı bir şekilde artmıştır. Ancak; insanların doğanın önemine ve korunmasına karşı farkındalıklarının artması sayesinde inşaat ve yapı teknolojileri alanında modern, çevresel etkileri azaltılmış malzeme ve tekniklerin kullanılması yaygınlaşmıştır. Bunun bir sonucu olarak ise sürdürülebilir binalar hayatımıza girmiştir. İnşaat sektörünün çevreye ve insan sağlığına minimum zararı hedefleyerek, sürdürülebilir yapı alanında önünün aydınlatılması ve gelecek projelerde tamamen veya kısmen de olsa çevreye duyarlı ve karbon ayak izi en aza indirgenmiş malzemelerin kullanılması adına bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Doktora tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve gerçekleştirilmesinde değerli bilgilerini ve birikimlerini hiç tereddüt etmeden benimle paylaşan, benim için kıymetli zamanını ayırıp her zaman sabırla ve büyük bir özveriyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını sunan çok kıymetli saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Aynur KAZAZ'a göstermiş olduğu destek ve sabrından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde ve gerçekleşmesinde maddi destek sağlayan Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne (BAP) teşekkür ederim.

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde proje bilgilerini benimle paylaşan Sur Yapı firmasına ve İnş. Yük. Müh. Selin YILDIRIM YEŞİL'e (Sur Yapı) teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında bana destek olan ancak doktora sürecimde yanımda olamayan rahmetli annem Gülçin ADIGÜZEL'e, maddi ve manevi desteklerini, sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli aileme sonsuz teşekkür ederim. Tüm doktora eğitim dönemim boyunca her türlü desteği esirgemeyen eşim Halil ISTIL'a ve varlığı ile bana güç veren canım oğlum Ediz ISTIL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ iii
AKADEMİK BEYAN vii
SİMGELER VE KISALTMALAR viii
ŞEKİLLER DİZİNİ x
ÇİZELGELER DİZİNİ xiii
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK TARAMASI 5
2.1. Kentsel Dönüşüm Kavramı 5
2.1.1. Kentsel dönüşüm ile ilgili mevzuatların incelenmesi 7
2.1.1.1. 6306 sayılı kanun 7
2.1.1.2. İskan kanunu 10
2.1.1.3. Belediye kanunu 10
2.1.1.4. Çevre kanunu 10
2.1.1.5. Çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) yönetmeliği 10
2.1.1.6. Yapı denetimi hakkında kanun (4708) 11
2.1.1.7. Çevre düzeni yapılmasına dair kanun 11
2.1.1.8. Yapı denetimi uygulama yönetmeliği 11
2.1.1.9. Çevre düzeni planı 11
2.1.1.10. Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği 12
2.1.1.11. Sürdürülebilirlik performanslı kentsel dönüşüm yönetmelik taslağı. 12
2.1.1.12. Yapı malzemeleri yönetmeliği 13
2.1.2. Dünyada gerçekleşen bölgesel bazlı kentsel dönüşüm projeleri 13
2.1.2.1. Hiroşima kentsel dönüşüm projesi (Japonya) 13
2.1.2.2. Potsdam meydanı kentsel dönüşüm projesi (Almanya) 13
2.1.2.3. Solidere kentsel dönüşüm projesi (Lübnan) 14
2.1.3. Türkiye'de gerçekleşen bölgesel kentsel dönüşüm projeleri 14
2.1.3.1. Dikmen Vadisi kentsel dönüşüm projesi (Ankara) 14
2.1.3.2. Beyoğlu Tarlabaşı kentsel dönüşüm projesi (İstanbul) 16
2.1.3.3. Örnektepe kentsel dönüşüm projesi (İstanbul) 17

2.1.4. Antalya İli'nde yapılması planlanan-devam eden bölgesel kentsel dönüşüm projeleri 18
2.2. Sürdürülebilir Binalar 26
2.2.1. Sürdürülebilir binalarda enerji tasarrufu 29
2.2.2. Sürdürülebilir binalarda yapı maliyet ilişkisi 32
2.3. Yeşil Binalar 34
2.3.1. Yeşil bina derecelendirme sistemleri 35
2.3.1.1. LEED sertifikasyon sistemi 44
3. MATERYAL VE METOT 58
3.1. Sürdürülebilir Bina Tasarımında Gerçekleştirilen Uygulama ve Analizler 60
4. BULGULAR 68
4.1. Baz Bina (O6 Blok) 68
4.1.1. Bina kabuğu ısı yalıtımı 74
4.1.2. Bina kabuğu cam seçimi 78
4.1.3. Güneş kırıcı sistem tasarımı 80
4.1.4. Aydınlatma sistemi iyileştirmesi 83
4.1.4.1. İç aydınlatmalar 83
4.1.4.2. Gün ışığı analizi 87
4.1.5. Fotovoltaik panel tasarım ve uygulaması 91
4.1.6. Yeşil çatı uygulaması 94
4.1.7. Enerji performans ölçümü (Tasarım Bina modeli) 95
4.1.8. Hava kaynaklı ısı pompası 102
4.1.9. Gri su tasarımı 105
4.1.10. Su verimliliği analizi 107
4.1.11. Yağmur suyu yönetimi 110
4.1.12. Kaplama ve izolasyonlar 114
4.1.13. Zemin kaplamaları 117
4.1.14. İç mekan duvar boyaları 119
4.1.15. Elektrikli araç şarj istasyonu uygulaması 120
4.1.16. Geri dönüşümlü atık üniteleri 121
5. TARTIŞMA 125
6. SONUÇLAR 131

7. KAYNAKLAR 134
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum "Türkiye'de Kentsel Dönüşüm Süreçlerinde Sürdürülebilirlik ve Maliyet İlişkisinin İncelenmesi: Antalya İli Örneği" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/01/2019

Şeyda ADIGÜZEL ISTIL

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

€ : Euro

Kg : Kilogram

MJ : Mega Joule

CO_2 : Karbondioksit

$: Dolar

cm : Santimetre

m^2 : Metre Kare

m^3 : Metreküp

km^2 : Kilometre Kare

F_w : Düzeltme faktörü

g_t : Saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü

yr : Year

ºC : Derece

₺ : TL (Türk Lirası)

r_i : Ortalama gölgeleme faktörü

sn : Saniye

sa : Saat

U : Isı Geçirgenlik Katsayısı

U_D : Duvar ısı geçirgenlik katsayısı

U_T : Tavan ısı geçirgenlik katsayısı

U_t : Taban ısı geçirgenlik katsayısı

U_P : Pencere ısı geçirgenlik katsayısı

kwsa : Kilowatt saat

SC : Saydam yüzey gölgeleme katsayısı

Kısaltmalar

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği)

AVM : Alışveriş Merkezi

BIM : Building Information Modelling (Yapı Bilgi Modellemesi)

BREEAM : Bre Environmental Assessment Method

CE : Conformite European

ÇED : Çevresel Etki Değerlendirmesi

ÇEDBİK : Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği

ÇŞB : Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

dB : Desibel

DGNB : Alman Sürdürülebilir Yapı Sertifikası

EÇTDL : Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik

EPA : Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)

HVAC : Heating Ventilating and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme)

IEA : International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)

KD : Kentsel Dönüşüm

KDU : Kentsel Dönüşüm Uygulamaları

LEED : Leadership in Energy and Environmental Design

TL : Türk Lirası

TSE : Türk Standarları Enstitüsü

VOC : Volatile Organic Compunds (Uçucu Organik Madde)

WC : Water Closet

WCED : World Comission on Environment and Development

Tezde ondalık ayracı olarak "," (virgül) kullanılmıştır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dikmen Vadisi 1995 yılı görüntüsü.....15

Şekil 2.2. Dikmen Vadisi projesi kapsamında konutlar.....15

Şekil 2.3. Tarlabaşı'nın kentsel dönüşüm öncesi hali.....16

Şekil 2.4. KD sonrası Tarlabaşı.....16

Şekil 2.5. Tarlabaşı'nın konumu.....17

Şekil 2.6. Örnektepe KD projesi.....17

Şekil 2.7. Antalya Kepez-Santral Bölgesi kentsel dönüşüm sonrası görüntüsü.....18

Şekil 2.8. Antalya Kepez-Santral Bölgesi kentsel dönüşüm sonrası binaların görüntüsü.....19

Şekil 2.9. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için gerçekleştirilen yıkım sonrası görüntüler.....21

Şekil 2.10. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için yıkımı belirlenen evler 22

Şekil 2.11. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için gerçekleştirilecek yıkım için belirlenen evler 22

Şekil 2.12. Kepez Santral Bölgesi yıkım sonrası görüntüler.....23

Şekil 2.13a. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı görüntüleri 23

Şekil 2.13b. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı görüntüleri 24

Şekil 2.14. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı uydu görüntüsü.....24

Şekil 2.15. Türkiye'de 2018 yılına kadar alınan toplam LEED sertifikasının türlerine göre dağılımı.....39

Şekil 2.16. Yeşil çatı sistem tasarımı 43

Şekil 2.17. 2017-2018 yıllarında Türkiye'de LEED sertifikası almış proje sayıları.....46

Şekil 2.18. Türkiye'de 2018 yılında LEED BD+C (Yeni Binalar)

kategorisine göre sınıflandırılmış proje sayılarının dağılımı.....48

Şekil 2.19. Türkiye'de 2008-2018 yılları arasında LEED sertifikası almış proje sayıları.....49

Şekil 3.1. Tasarım Bina'da uygulaması gerçekleştirilen analizler……..59

Şekil 4.1. Bir (1) saatlik kuru ve yaş termometre sıcaklık verileri……..……....69

Şekil 4.2. Baz Bina (O6 Blok) örnek kat planı (Sur Yapı)……..…74

Şekil 4.3. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın Yıllık Enerji Tüketim Değerleri……77

Şekil 4.4. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın Yıllık Enerji Maliyet Değerleri…….77

Şekil 4.5. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın cam seçimlerine göre "Yıllık Enerji Tüketim Değerleri"…….. 79

Şekil 4.6. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın cam seçimlerine göre "Yıllık Enerji Maliyet Değerleri"……... 80

Şekil 4.7. Gölgeleme sistem tasarımı……..81

Şekil 4.8. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan gölgeleme sisteminin "Yıllık Enerji Tüketim Değerlerine" etkisi……..……..82

Şekil 4.9. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan gölgeleme sisteminin "Yıllık Enerji Maliyet Değerlerine" etkisi…….....82

Şekil 4.10. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan aydınlatma sistemi iyileştirmesinin "Yıllık Enerji Tüketim Değerlerine" etkisi…….……...……86

Şekil 4.11. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan aydınlatma sistemi iyileştirmesinin "Yıllık Enerji Maliyet Değerlerine" etkisi……..……...……86

Şekil 4.12. Binanın üç boyutlu modeli……...….87

Şekil 4.13. Mahallerin bina modeline uygulanması……..…….88

Şekil 4.14a. Kat planlarına yansıtılmış lux değerleri (21 Eylül Saat 09:00 için)……....88

Şekil 4.14b. Kat planlarına yansıtılmış lux değerleri (21 Eylül Saat 15:00 için)……....89

Şekil 4.15. O6 Blok çatı planı panel yerleşimi……....92

Şekil 4.16. Enerji sistem bileşenleri yüzdelik dağılımlar……..100

Şekil 4.17. Referans bina modeli ve EIA referans değerlerinin karşılaştırılması……102

Şekil 4.18. Hava kaynaklı ısı pompası kullanımı durumunda Baz Bina ile Tasarım Bina'nın yıllık enerji tüketim değerlerinin karşılaştırılması……...103

Şekil 4.19. Hava kaynaklı ısı pompası kullanımı durumunda Baz Bina ile Tasarım Bina'nın yıllık enerji maliyetlerinin karşılaştırılması……..……103

Şekil 4.20. Yağmur suyu depolama tankı……..112

Şekil 4.21. Yağmur suyu depolama tankı görseli……..113

Şekil 4.22. Knauf-W115 Diamant alçıpan bölme duvar sistemi……...116

Şekil 4.23. O6 Blok Kat Planı geri dönüşüm atık kutuları yerleşimi.....122

Şekil 4.24. O6 Blok Kat Planı geri dönüşüm atık kutuları görseli……122

Şekil 5.1. Baz Bina ve Tasarım Bina varyasyonlarının toplam yatırım maliyetleri……..129

Şekil 5.2. Baz Bina ve Tasarım Bina varyasyonlarının toplam yatırım maliyetleri karşılaştırması 130

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Farklı amaçlarda kullanılacak binalar için TS 825 hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama sıcaklık değeri…….12

Çizelge 2.2. Dünya genelinde kullanılan yeşil bina derecelendirme sistemleri……..…36

Çizelge 2.3. 2017 yılında dünya genelinde LEED sertifikalı proje sayılarının ülkelere göre sıralaması……..45

Çizelge 2.4. LEED sertifika kategorileri……...……..…47

Çizelge 2.5. LEED sertifika türü ve puan gerekliliği…….....47

Çizelge 2.6. Bütünleşik süreç yönetimi ön koşul ve krediler…….....49

Çizelge 2.7. Yer seçimi ve ulaşım kategorisi için ön koşul ve krediler…….….50

Çizelge 2.8. Sürdürülebilir araziler için önkoşul ve krediler……..……52

Çizelge 2.9. Su verimliliği için önkoşul ve krediler……...…….53

Çizelge 4.1. İklim verilerinde yer alan konum bilgileri……..……68

Çizelge 4.2. Kuru termometre sıcaklığı verileri ……....……68

Çizelge 4.3. 2D3c Tip 1 Daire'nin mahal listesi……...……..69

Çizelge 4.4. 2D3c Tip 2 Daire'nin mahal listesi……..……...70

Çizelge 4.5. 3D4 Daire'nin mahal listesi……..……..70

Çizelge 4.6. 2A3 Daire'nin mahal listesi……..…….…….71

Çizelge 4.7. 3D3 Daire'nin mahal listesi……..……..…71

Çizelge 4.8. Ortak mahal listesi…….....72

Çizelge 4.9. Kat 11 ve O6 blok toplam alan miktarı……..…….…73

Çizelge 4.10. Baz Bina mimari özelliklerine ait örnek girdiler…….....73

Çizelge 4.11. Bina kabuk elemanlarının iyileştirme öncesi ve sonrasındaki U değerleri……...75

Çizelge 4.12. Bina kabuğunun ısı yalıtımı sonrası enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları…….……..……...75

Çizelge 4.13. Bina kabuğu ısı yalıtımında kullanılan malzemelerin maliyetleri……....76

Çizelge 4.14. Bina kabuğu ısı yalıtımı öncesi ve sonrasında oluşan malzeme maliyetleri……..……77

Çizelge 4.15. Binanın saydam yüzeylerinin iyileştirme öncesi ve sonrasındaki ısı özellikleri…….....78

Çizelge 4.16. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan camların maliyet bilgileri…..…….....……..78

Çizelge 4.17. Bina kabuğunda yer alan camların iyileştirme durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları……..…….79

Çizelge 4.18. Bina kabuğu yüksek performanslı cam seçimi öncesi ve sonrasında oluşan malzeme maliyetleri……..……....80

Çizelge 4.19. İyileştirme kapsamında bina modeline yansıtılan güneş kırıcıların geometrik özellikleri…….……....81

Çizelge 4.20. Güneş kırıcı sistem tasarımı için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları…….…..…81

Çizelge 4.21. Güneş kırıcı sistem maliyeti……..…...82

Çizelge 4.22. Baz Bina aydınlatma projesinde yer alan armatürlerin güç değerleri……...84

Çizelge 4.23. Baz Bina ve Tasarım Bina aydınlatma maliyetlerinin karşılaştırılması……..….85

Çizelge 4.24. Aydınlatma sistemi iyileştirmesi kapsamında bina modeline yansıtılan ortalama yük yoğunlukları……...……...85

Çizelge 4.25. Aydınlatma sistemi iyileştirme durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları …….……...…...85

Çizelge 4.26. Gün ışığı analiz sonuçları……...……...90

Çizelge 4.27. PV Panel sistem bilgileri……...……91

Çizelge 4.28. Fotovoltaik panel sistemi maliyet dökümü……..……..…93

Çizelge 4.29. PV Panel sisteminin amortisman süresi ve hane başına düşen aylık tasarruf miktarları …….....93

Çizelge 4.30. Fotovoltaik panel uygulama maliyet özeti……..….....94

Çizelge 4.31. O6 Blok yeşil çatı sistem bilgileri……..……...94

Çizelge 4.32. Referans model iç kazançlar özeti……..……...95

Çizelge 4.33. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri……...96

Çizelge 4.34. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü…….…….....97

Çizelge 4.35. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü…….....97

Çizelge 4.36. 8 Saatlik zaman çizelgeleri……...……...…..98

Çizelge 4.37. Enerji kaynakları bilgileri…….....98

Çizelge 4.38. Baz Bina konforsuz saat sayıları……...……....99

Çizelge 4.39. Enerji sistem bileşenleri yıllık işletme maliyetleri……..…….....99

Çizelge 4.40. Yıllık enerji maliyetleri……...……....100

Çizelge 4.41. Enerji sistem bileşenleri aylık işletme maliyetleri……..…...100

Çizelge 4.42. Enerji sistem bileşenleri ve enerji kaynağına göre yıllık enerji tüketimleri, tüketim yoğunlukları ve emisyon oranları……101

Çizelge 4.43. Bina modeline yansıtılan ısı pompası sistem özellikleri……..…...102

Çizelge 4.44. Isı pompası sistemi ilavesi durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları……....103

Çizelge 4.45. Hava kaynaklı ısı pompasının maliyet hesabı…….....104

Çizelge 4.46. Hava kaynaklı ısı pompasının Baz Bina ve Tasarım Bina için maliyet karşılaştırması……...……104

Çizelge 4.47. O6 Blok gri su üretim tablosu……..……...105

Çizelge 4.48. Gri su sistemi maliyet bilgisi……..……....106

Çizelge 4.49. Gri su sisteminin amortisman süresi ve tasarruf bilgileri…….……..106

Çizelge 4.50. Gri su sistemi için Baz Bina ve Tasarım Bina arasında maliyet karşılaştırması……....107

Çizelge 4.51. Bina kullanıcı sayısı……...……...…...107

Çizelge 4.52. Vitrifiye armatür günlük kullanım sayıları……..……...…108

Çizelge 4.53. Baz Bina armatürleri su tüketimi ve fiyat tablosu……...…...108

Çizelge 4.54. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina su tüketim tablosu…….….109

Çizelge 4.55. Tasarım Bina armatürleri su tüketimi ve fiyat tablosu……...…109

Çizelge 4.56. O6 Blok Kat 11 armatür maliyeti tablosu……..…….110

Çizelge 4.57. O6 Blok maliyet tasarruf yüzdesi……110

Çizelge 4.58. Antalya iline ait meteorolojik veriler……..……111

Çizelge 4.59. O6 Blok yağmur suyu toplanan yüzey bilgileri…….....112

Çizelge 4.60. Yağmur suyu toplama sistemi maliyet dökümü……..113

Çizelge 4.61. Tasarım Bina ve Baz Bina'nın yağmur suyu yönetimi maliyet bilgileri…….....114

Çizelge 4.62. O6 Blok Kat 11 iç bölme duvar metrajı……..…114

Çizelge 4.63. O6 Blok Kat 11 ıslak hacim duvar metrajı……..…115

Çizelge 4.64. Baz Bina'da kullanılan alçı ve seramik duvar maliyetleri……..115

Çizelge 4.65. Islak hacim duvar kaplamaları malzemeleri birim fiyatları……....116

Çizelge 4.66. O6 Blok Kat 11 için kaplama ve izolasyonların oluşturacağı maliyet ve tasarruf yüzdeleri……..……...117

Çizelge 4.67. O6 Blok Kat 11 zemin kaplama metrajı……..…….....117

Çizelge 4.68. Baz Bina zemin kaplama birim fiyatları .....……..…...118

Çizelge 4.69. Tasarım Bina'da kullanılan zemin kaplamaları maliyetleri……..…...118

Çizelge 4.70. Baz Bina ve Tasarım Bina zemin kaplamalarının maliyet karşılaştırması……119

Çizelge 4.71. O6 Blok Kat 11 iç duvar metrajı……..……..….119

Çizelge 4.72. Tasarım Bina ile Baz Bina iç mekan duvar boya maliyetlerinin karşılaştırması……120

Çizelge 4.73. O6 Blok elektrikli araç şarj istasyonu bilgileri……..…….121

Çizelge 4.74. O6 Blok geri dönüşüm üniteleri bilgileri……...…….122

Çizelge 4.75. Geri dönüşüm odası maliyet dökümü……...……..123

Çizelge 4.76. O6 Blok Kat 11 geri dönüşüm odası ve üniteleri maliyeti……...124

Çizelge 5.1. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina maliyetleri karşılaştırması (Tasarım Bina Modeli 1 ve Tasarım Bina Modeli 2)……...……128

Çizelge 5.2. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina maliyetleri karşılaştırması (Tasarım Bina Modeli 3)…….....…….128

1. GİRİŞ

Tarih boyunca kentler değişime uğrayarak günümüze kadar gelmiştir. İlerleyen aşamalarda da dönüşüm ve gelişimlere uğrayarak yaşam süreçlerini devam ettireceklerdir. Kentlerin bu süreçlerde değişime uğrama nedenlerinin başında afetler, olağandışı durumlar, savaşlar, sanayinin ilerlemesi, nüfus artışı gibi etkenler yer almaktadır. Kentlerin geçirdiği bu değişim ve gelişimlerin bir sonucu olarak ise ortaya "Kentsel Dönüşüm" kavramı çıkmıştır.

Kent kelimesi, Türk Dil Kurumu'na göre; "Sürekli toplumsal gelişme içinde bulunan ve toplumun, yerleşme, barınma, gidiş-geliş, çalışma, dinlenme, eğlenme gibi gereksinmelerinin karşılandığı, pek az kimsenin tarımsal uğraşılarda bulunduğu, köylere bakarak nüfus yönünden daha yoğun olan ve küçük komşuluk birimlerinden oluşan yerleşme birimi." olarak tanımlanmıştır (Anonim 1).

Kentler; zaman içerisinde göç, sanayileşme, savaş ve afet gibi etkenlerle ortaya çıkan yeni ihtiyaçlara göre şekillenmektedir. Kentlerin çeşitli nedenlerle yaşadığı bu şekillenmeleri ifade eden "kent yenileme" kavramı farklı şekillerde tanımlanmaktadır. En genel tanımıyla kent yenileme; farklı nedenlerden dolayı zaman içerisinde eskimiş, terkedilmiş, değer kaybına uğramış ve köhneleşme eğilimine girmiş olan kent alanlarının günün sosyo-ekonomik ve fiziksel koşullarına uygun olarak yeniden canlandırılması ve kente kazandırılmasını ifade etmektedir (Özden 2000; Yiğitcanlar 2001).

Kentler gelişimlerini; göç, sanayileşme, afetler gibi durumlar ile birlikte tamamlamaktadır. Kentlerin gelişim süreçlerinde yer alan bu değişimler sonucunda yenilenme ihtiyacı duymaktadır. Bu durum da "Kentsel dönüşüm", "Kentsel Yenilenme" gibi kavramları ortaya çıkarmıştır. Kent yenileme kavramı içerisinde altyapı ihtiyaçları, sosyo-ekonomik seviyenin arttırılması, afet ve depremlere karşı önlemler alınması gibi kavramları barındırmaktadır.

Ülkemizde kentsel dönüşüm (KD) uygulamaları 2000'li yıllarda yaygınlaşmaya başlamış ve AB uyum süreciyle beraber hızlanarak devam etmiştir. Ayrıca zaman içerisinde yangın ve deprem gibi afetlere karşı önceden önlem alınması adına, yapı dayanımı açısından yetersiz görülen binaların da kentsel dönüşüm uygulamaları içerisinde yer alması gerektiği gözlemlenmiştir.

Zaman içerisinde kırsaldan kente göçlerin artması beraberinde nüfus artışları ve altyapı eksiklikleri doğurmuştur. Bu durumun bir sonucu olarak da yeni yerleşim yerlerine ihtiyaç duyulmuştur. Artan nüfus ve yapılan yeni binalar daha fazla enerji tüketimi, daha fazla altyapı sorunu ve daha fazla beton yığını oluşumuna sebep olmanın ötesine geçememiştir. Bu sorunlara ek olarak, kentsel dönüşüm uygulamalarında dönüşüme uğrayacak alanın yasal mülkiyeti, dönüşüme uğramadan önce imar alanında barınan kişilerin yeterli büyüklük ve sayıda konutun dönüşüm sonrası elde edememesi ve dönüşüm öncesinde imar alanında yaşayan kişilerin sosyo ekonomik durumu ile dönüşüm sonrası bölgeye yerleşecek olan kişilerin sosyo ekonomik durumlarının eşit olmamasının yarattığı problemler karşımıza çıkmaktadır.

Dünya genelinde kentsel dönüşüm uygulamaları (KDU) kamu destekli projeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde de 6306 sayılı kanun kapsamında "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" uyarınca devlet desteği sağlanmaktadır. Ancak binaların yapım aşamasında müteahhitlerden ve sözleşmelerden kaynaklanan sorunlar, kat başına düşen daire sayısının arttırılması adına, bina başına metrekaresi düşük evlerin tasarlanması hak sahiplerinin yasal olarak haklarının tam korunmadığını göstermektedir. Ayrıca hem ada hem de parsel bazlı dönüşüme izin veren bu kanun ile ülkemizde bölgesel olarak kentsel dönüşüme uğrayan proje sayısının, bina bazlı dönüşüme uğramış projelere göre daha az olduğu görülmekte olup; bu durumun da kentsel bütünlüğü bozduğu gözlemlenmiştir.

Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamaları devam etmekte iken son yıllarda etkisi daha da artmış olan küresel ısınmanın da dünya genelinde büyük bir sorun haline geldiği açıkça görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (International Energy Agency-IEA) Mart 2018 yılında yayınladığı raporda, dünya genelindeki enerji talebinin 2017 yılından önceki yıllara göre %2,1 oranında arttığı belirtilmiştir (Anonymous 1). Bu sonuç; dünya genelindeki ülkeleri küresel ısınmanın etkilerini azaltabilmek adına çeşitli çözüm yolları bulmaları için arayışlara itmiştir. 1992 yılında Birleşmiş Milletler'in düzenlemiş olduğu İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde iklim değişikliğine karşı gerekli önlemlerin alınması adına ilk adımlar atılmıştır. Daha sonra 1997 yılında ise Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçevesi Sözleşmesi'ne ilişkin Kyoto Protokolü hazırlanmıştır. Bu protokolde, çözüm yollarından biri olarak sunulan sürdürülebilirlik kavramının hayatın her aşamasına entegre edilmesinin büyük önem taşıdığı belirtilmiştir. IEA'nın 2017 yılında yayınladığı raporda ise iklim değişikliklerine karşı bir önlem alınması adına sürdürülebilirlik hedefleri olarak dünya genelinde 2030'a kadar enerjinin tüketiminin iyileştirilmesi ve hava kirliliğinin büyük ölçüde azaltılmış olması hedeflenmiştir

Sürdürülebilirlik genel anlamı ile insanlığın yaşamakta olduğu dünyadaki varlığını devam ettirirken gelecek nesillere de sağlıklı, refah ve yaşanabilecek bir ortam bırakmaları olarak tanımlanabilir. Sürdürülebilirlik kavramından ilk kez Brutland Raporu'nda, Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu'nda (WCED 1987) bahsedilmiştir. İnşaat sektörü için ise sürdürülebilirlik ise; binaların yapımı aşamasında doğa dostu malzemeler kullanılmasını, su ve enerji tasarrufunun sağlanmasını, yapım işlerinin tamamlanmasından sonra dahi bakım ve işletme süreçlerini içeren bir kavramdır.

Son yıllarda sürdürülebilirlik kavramının giderek öneminin artması inşaat sektöründe de bu kavramın yer almasını sağlamıştır. Sürdürülebilirlik, inşaat sektörünün pazardaki büyüme payına etki edecek en önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir. İnşaat sektöründe sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal yönden etkileri çeşitli parameterler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiş olup; bu parametrelere göre belirlenen kriterler doğrultusunda yapılacak inşaatlardan enerji, su, malzeme kaynaklarının kullanımı gibi alanlarda büyük oranda tasarruf elde edilmesi sağlanacaktır. Özellikle enerji tüketiminin azaltılması için gerçekleştirilecek sürdürülebilirlik uygulamalarının hem kentsel dönüşüm bazında hem de yeni uygulanacak yapım projelerinde aktif bir şekilde kullanılmasının teşvik edilmesi gerekmektedir.

Sürdürülebilir binalar tasarlanırken, kentlerle olan uyumları, yaşanılan çevredeki trafik hacmi, mevcut alt yapı planlarının süreç ile uygunluğu, sosyal tesisler ve yaşam alanları gibi kavramlar öncelikli olarak ele alınmalıdır. Ayrıca yapılarda kullanılacak malzemelerin ham maddelerinin yenilenebilir olması ve çevreye verdikleri zararların minimum seviyede olması konularına da dikkat edilmelidir.

Ülkemizde kentsel dönüşüm uygulamalarına genel olarak bakıldığında aynı sorunların bir halkanın zinciri gibi devam ettiği görülebilmektedir. Yerel yönetimlerin planlama ve uygulamalarda eksik kalması, projelerin finanse edilirken maliyetlerin detaylı bir şekilde ele alınmaması, kentsel dönüşüm başlığı adı altında yapılan uygulamalarda dönüşüme uğrayacak binaların yer aldığı alanların bölge olarak değil parsel olarak ele alınması ve bunun yanında da genellikle tekil bina olarak dönüşüme uğratılmaya çalışılan konutların var olduğu gerçekleri kentsel dönüşümdeki sorunların bel kemiğini oluşturmaktadır. Özellikle ülkemizde kentsel dönüşüme uğrayacak binaların enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik yönünden belirlenen kriterleri sağlaması, karbon salınımının azaltılmasına ve toplumdaki bireylerin hayat kalitelerinin artmasına büyük katkı sağlayacaktır.

Kentsel dönüşümde sürdürülebilirlik ile belirtilmek istenen binaların yenilenmesinden öteye geçilerek, şehirlerdeki söz konusu bölgelerde geçmişteki hataların tekrar edilmeden uzun vadede kalıcı, kullanışlı, su ve enerji tasarruflu binalara dönüştürülmesidir. Ancak şu ana kadar kentsel dönüşüm uygulamaları adı altında yapılan çalışmalarda binaların fiziksel özelliklerinin yenilenmesinden öteye geçilememiştir. Bunun da sebebi başta mevzuat yetersizliği olmak üzere, devlet teşviğinin de bu anlamda yetersiz kalmasıdır. Bu sorunun ortadan kalkması adına ülkemizde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından "Sürdürülebilirlik Performanslı Kentsel Dönüşüm Uygulamaları" altında karbon salınımın azaltılması ve enerji tasarrufu sağlanması adına gerçekleştirilecek kentsel dönüşüm uygulamalarında çevresel etkileri azaltılmış malzemelerin kullanılması ve finansal desteklerin arttırılması gibi konular ele alınarak sektör için büyük önem arz eden çalışmalara başlanılmıştır.

Kentsel dönüşümde sürdürülebilirlik sağlanırken gelişen teknolojilerle uyumlu binaların inşası ve bununla birlikte yeni sosyo-ekonomik çevrelerin yaratılması maliyet artışlarını da beraberinde getirecektir. Bu aşamada finansal konuların bir projenin bel kemiğini oluşturduğunu bilerek, maliyet konusunun öncelikli olarak irdelenmesi gereken sorunların başında olduğu bir gerçektir. Genel olarak hak sahipleri mevcut yasalar altında kentsel dönüşüm uygulamaları içerisinde gerek banka kredileri gerek mali borçlar ile yüklenici ve müteahhit firmaya karşı borçlanarak mevcut yaşamını "daha refah" bir seviyeye çıkarmayı amaç edinmektedirler. Ancak işin içerisine sürdürülebilir bina kavramı dahil olduğunda gerçekleşecek maliyet artışlarının vatandaşları ne ölçüde etkileyeceği incelenmelidir. Aynı şekilde müteahhit firmaların da ilk yatırım maliyeti yüksek olan "yeşil binaları" tercih etmesi için çeşitli yaptırımlar gerekmektedir.

Kentsel dönüşümde sürdürülebilirlik kavramı için herhangi bir yasal düzenleme olmadan sürdürülebilir bina tasarım ve imalatlarının ütopik birer kavram olmaktan öteye geçemeyeceği çok aşikardır. Dolayısıyla binaların kentsel dönüşüm uygulamaları içerisinde sürdürülebilir bir biçimde tasarlanması ve yapılmasının yolu ilgili mevzuatta düzenlemelere gidilmesinin gerekliliğidir. Kentsel dönüşüme uğrayacak bölgelerin

iklim koşulları, sıcaklık farklılıklarının göz önüne alınarak, bu koşullara uygun bir şekilde tasarlanacak binaların inşaları sırasında kullanılacak malzemelerin sürdürülebilirliği sağlayacak malzemeler olması gerekliliği mevzuatta belirtilmelidir. İlgili mevzuata eklemelerin yapılabilmesi için maliyetlerin hesaplanması ve her iki şekilde de oluşturulacak bina tasarımlarının karşılaştırılmalı maliyet analiz verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Karşılaştırmalı şekilde elde edilen verilerin mevzuata uygunluğu ve uygulanabilirliği gözlenmeli ve araştırılmalıdır.

Tez çalışmasında, Antalya ili Kepez-Santral mahallesinde başlamış olan kentsel dönüşüm projesinde bulunan bir blok içerinden bir kat ve çatı planı sürdürülebilir bina tasarım gereklilikleri doğrultusunda mevcut projede var olan malzemelerin aksine, karbon salınımı düşük içerikli malzemeler kullanılarak tasarlanmış ve bu malzemelerin oluşturacağı maliyetler hesaplanmıştır. Mevcut binada yer almayan fotovoltaik paneller tasarıma eklenerek enerji tasarrufu sağlanmıştır. Tasarım sonrası binanın gün ışığı analizleri, enerji performans analizleri, su verimliliği analizleri, yağmur suyu yönetimi gerçekleştirilerek somut veriler elde edilmiştir. Ayrıca gerçekleştirilecek olan yeni tasarımın bina yapım maliyetleri üzerine etkisi incelenmiş ve analiz edilmiştir. Literatürde daha önce sürdürülebilir bina maliyetleri hakkında çalışmalar gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, kentsel dönüşüm alanında il bazında spesifik bir çalışma yapılmamıştır. Çalışmanın, bu özelliği ile kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilirlik ilkesinin uygulanmasına yönelik bilgi ve teşvik sağlaması açısından sektöre ve akademiye katkı sağlayacak bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışmasını, diğer çalışmalardan ayıran en belirgin özellik; kentsel dönüşümde sadece afet riski dolayısıyla ya da yeni bir sosyal çevre oluşturma endişesi ile tekdüze ve beton yığını olma dışında bir özelliği olmayan, sürdürülebilirlik adına hiçbir uygulamaya sahip olmayan binaların inşa edilmesi yerine; kentsel dönüşüme sürdürülebilirlik kavramını da ekleyerek ve bunu da maliyet analizleri ile somut örneklere çevirerek bu tarz yatırımlar yapacak olan mülk sahipleri, belediyeler, idareler ve müteahhitlere yön verecek olmasıdır. Ayrıca ilgili mevzuat için de yol gösterecek bir çalışma niteliği taşıyacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

Tez çalışmasının bu kısmında Kentsel Dönüşüm, Sürdürülebilir Binalar, Yeşil Binalar, Sürdürülebilir Bina Maliyetleri hakkında literatürde var olan çalışmalar incelenerek mevcut tez çalışması ile arasındaki farklılıkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Kaynak taraması için ulusal veri tabanları, EBSCOHOST, Science Direct, Web of Science gibi alanlarda tez çalışması ile ilgili araştırmalar, özellikle güncel nitelikte olan çalışmalar tercih edilmiştir.

2.1. Kentsel Dönüşüm Kavramı

Ülkemizde Osmanlı döneminde yangın bölgelerinin yeniden inşası ile ilk örnekleri görülen kentsel yenileme uygulamalarını kültür ve tabiat varlıklarını koruma anlayışı içinde, kentsel sitlere yönelik çalışmalar izlemiş, günümüzde ise, yasa dışı ve yaşam kalitesi düşük kentsel alanların yasallaştırılması ve sağlıklaştırılması, bunun yanında da prestijli yeni iş merkezi alanları, fuar, alışveriş ve eğlence merkezleri, uluslararası tatil köyleri, golf sahaları gibi dönüşüm uygulamaları ile devam etmiştir. Son dönemlerde ise gecekondular, afet riski altında olan bölgeler gibi kentsel sorun alanlarının çözümüne yönelik uygulamaların kent yenileme/dönüşüm projelerinde ön plana geçtiği görülmektedir (Genç 2008). Köktürk ve Köktürk (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kentsel dönüşüm planlamaları ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, kentlerin tamamen veya kısmen yenilenmesi, sağlıklaştırılması, canlandırılması uygulamalarının yaygın bir şekilde görüldüğünden bahsedilmiştir. Özellikle, kentsel dönüşüm uygulamalarıyla, kentlerin ekonomik ve fiziksel çöküntüye uğramış bölgelerinde iyileşmelerin sağlanması ile yaşam kalitesinin arttırılması ve kent ekonomisinin güçlendirilmesinin hedeflendiğini belirtilmiştir.

Armatlı ve Ercoşkun (2006) gerçekleştirdikleri çalışmada, Ankara Çukurambar bölgesinin kentsel dönüşüm sürecini incelemişlerdir. Türkiye'de kırsaldan kentse olan göç 1950'lerde başlamıştır. Şehre yerleşene kadar köy hayatı yaşamış kırsal insanı, barınma ihtiyacını gecekondu tarzında evler inşa ederek gerçekleştirmiştir. Ancak 2000'lerde gecekondu tarzındaki evler bir sorun olmaya başlamış ve bu bölgeleri daha sağlıklı ve yaşanabilir kentsel alanlara dönüştürmek adına çözüm arayışlarına gidilmiştir. Ankara'da yaşayan halkın genellikle devlet yetkilisi veya askeri mensubu olmasından kaynaklı olarak gecekonduda oturan kesimin çalıştıkları ve hizmet verdikleri kesimin de belirtilen gruptan olmasından kaynaklı olarak evlerini inşa ettikleri yerler çok merkezi kalmıştır. Çukurambar da bu bölgelerden biridir. Çukurambar'ın merkez içinde kalması ve topoğrafik açıdan uygunluğu yüksek bir rant kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir. Bu yüzden kentsel dönüşüme uğraması muhakkaktır. Kentsel dönüşüm sonrasında bu bölgede yaşayan halk, evlerini yüksek fiyatlara satıp çevre yerlerden kendilerine birden fazla daire satın almıştır. Bu yönüyle bölgede yaşayanların bulundukları bölgeleri terk etmeleri ve çevredeki diğer yerlere yerleşmeleri kentsel dönüşümün amacına uymamaktadır. Özellikle çoğu gecekondu yaşayanı daire yaşamını sürdüremeyeceğini düşündüğü için dönüşüme uğramış evlerinde tekrar barınmayı tercih etmeyerek kendilerine yeni bahçe katı daireler aramışlardır. Ayrıca bölgeye yeni yerleşenler ile bölgede oturanlar arasındaki sosyo ekonomik farklılıklar da kentsel dönüşümün başarıya ulaşmasını engellemektedir. Bunların önlenmesi adına planlama aşamasına hissedarları da katarak ve rant sağlanmasını önleyerek bu sosyal sınıf farklılığının oluşması engellenebilir.

Kentlerin sunduğu konut kalite ve kapasitesinin, kente yeni gelen insanların beklentilerine cevap verememesi, etkin kamu kontrolünün olmadığı alanlarda gelişigüzel kentsel periferik gelişmeye yol açmaktadır. Bu tür yerleşmeler çoğu zaman ya kentin yeşil alan gereksinimine cevap veren yerlerin işgali şeklinde olmakta ya da yerleşmeye elverişsiz, deprem, sel, toprak kayması gibi risklere açık alanlar üzerinde olmaktadır. Açıkça görülebileceği gibi; bu durum hem tek tek bireylere hem de kentin tümüne ağır maliyetler getirmektedir. Yalnızca yerel hizmetler açısından bakıldığında bile hizmeti ulaştırmanın zorluğu nedeniyle maliyetlerin ne kadar büyüyeceği açıktır (Ökmen ve Yurtsever 2010). Toprak kullanımındaki bu durum, konut sorununun da başlıca nedenlerindendir. Bu nedenler sonucunda gerek doğumlarla gerekse göçten kaynaklanan hızlı nüfus artışı da eklenince birtakım sağlıksız kentleşme sorunları ortaya çıkmaktadır. Bunlar genel olarak arsa spekülasyonu, konut ve buna bağlı olarak gecekondu sorunlarıdır. Ankara, İstanbul ve İzmir gibi büyük kentlerimizde nüfusun yarıdan çoğunun gecekonduda yaşıyor olması bunun açık bir göstergesidir. Bütün bu sorunlar, kendisi de bir sorun olan yoksulluk kısır döngüsü çerçevesinde önemli sonuçları beraberinde getirmektedir (Ökmen 2003).

Kentsel dönüşüm uygulamalarında hem yasal süreçlerin işleyişinde hem de uygulamalarda sık sık sorunlar yaşanmaktadır. Bunlardan başlıcaları; belirlenen dönüşüm alanlarının imar durumları, sosyal yapılaşmaya olan mesafeleri, imar alanı içerisinde dönüşüme uğrayabilecek yeterli sayıda yapı olmaması gibi sorunlardır. Ayrıca bu süreçlerde kentsel dönüşüme uğrayacak alanın sosyal ve ekonomik yapısının da incelenmesi, bu alanda yaşayan kişiler ile görüşülmesi ve elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygulama boyutunda, dönüşüm uygulamalarında mülkiyet yapısı, arsa sahiplerinin ekonomik koşullarının yetersizliği, planlama sistemi, kurumsal yapı eksikliği, yasal düzenleme eksikliği, projelerin finansman yaratma kapasitesinin yetersizliğinden kaynaklanan sorunlar ortaya çıkabilmektedir (Yılmaz 2005). Dünyadaki örneklerinde dönüşüm yatırımlarında kamu-özel ortaklıkları ile kapsamlı bir bütün halinde planlama yapılırken, ülkemizde, tamamen bize özgü yöntemlerle, parsel bazında, birbirinden kopuk, altyapısı yeterli olmayan (İstanbul'da dönüşüm alanlarında yapılması düşünülen gökdelen-iş merkezlerinde olduğu gibi) ulaşım ilişkileri çözülmeden yapılmışlardır (Ercoşkun ve Ercoşkun 2005).

Ham madde tüketiminin en fazla yapıldığı sektörler arasında olan inşaat sektörü, yapı üretim süreci içerisindeki tüm tüketimlerin yönlendirilmesi ve daha nitelikli bir yapıda çevre oluşturulması için, hammadde çıkarımından kullanım aşamasına kadar sürdürülebilirlik kriterleri içerisinde gelişen sürdürülebilir yapı kavramını geliştirmiştir. Kavramsal olarak yapılan çalışmaların yanı sıra inşaat sektöründe sürdürülebilir yapımın uygulamaya aktarılabilmesi için gerekli amaç bütünlüğü, uygulama tanımlarının belirsizliği, yapılan imalatların ölçülebilirliğinin sağlanamadığı; genel olarak, inşaat sektöründe sürdürülebilir gelişme kavramını uygulamaya geçirmedeki olanak ve sorunların bütüncül bir bakış açısıyla yeterince ortaya konmamış olduğu, özelde ise enformasyon teknolojilerinin ve diğer yardımcı araçların bu açıdan sağlayabileceği olanakların ve eksik kaldığı noktaların yeterince araştırılmadığı görülmektedir. Yapılacak imalatların tanımını açık ve net bir biçimde ifade eden şartnamelerin oluşturulması, belirlenen şartnamelerdeki performansların gerçekleştirilebilmesi için organizasyonel ve teknik yapının oluşturulması, yapılan çalışmaların ölçülebilir olması gerekmektedir (Yorgancıoğlu 2004).

2.1.1. Kentsel dönüşüm ile ilgili mevzuatların incelenmesi

Kentsel dönüşüm kavramının hayatımıza girmesi ile birlikte özellikle yapı maliklerinin söz konusu konu ile ilgili olan bilgi eksiklikleri beraberinde endişe ve beklentilerin oluşmasına neden olmuştur. Hem bu beklentileri cevaplandırmak hem de kişilerin hak ve özgürlüklerini korumak amacı ile yasa koyucular tarafından "Kentsel Dönüşüm Yasası" oluşturulmuştur. Ancak kentsel dönüşümün bahsedilen faydalarının yanı sıra bireyler nazarında bir rant kapısı olarak görüldüğü gerçeği ve bu rantın da bir bölüşüm kaygısı oluşturduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple dönüşüm sürecinin amacına uygun bir şekilde uygulanabilirliğinin sağlanması için mevzuattaki düzenlemelerin gerçek hayattaki koşulları da göz önünde bulundurarak hazırlanması gerekmektedir. Ayrıca yasanın mevzuatta bulunan ilgili diğer yönetmelikler ile de ilişkilendirilmesi oluşabilecek soru ve sorunlara sağlıklı çözümler sunulabilmesi açısından önem arz etmektedir.

Ülkemizde, kentsel dönüşüm uygulamalarında belirli standart ve prosedürlerin yerine getirilmesi adına 2012 yılında "6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" oluşturulmuştur. Bu kanuna ek olarak; İskan Kanunu, Belediye Kanunu, Çevre Kanunu, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği, Yapı Denetimi Hakkında Kanun, Çevre Düzeni Yapılmasına Dair Kanun, Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği, Çevre Düzeni Planı, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği gibi kanun ve yönetmelikler ile kentsel dönüşüm süreçleri yasal olarak desteklenmiştir. Mevzuatta bulunan bu kanun ve yönetmelikle ile sektörde gerçekleşecek kentsel dönüşüm uygulamalarında hem hak sahipleri hem de işverenlerin açısından değerlendirildiğinde pozitif sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

2.1.1.1. 6306 sayılı kanun

İnşaat sektörünün tüm dünyada ekonominin lokomotifi denebilecek kadar büyük bir rolünün olması beraberinde de çeşitli sorunlar doğurmuştur. Özellikle ülkemizde inşaat sektörünün geldiği nokta, oluşabilecek tehlikeler ve doğal afetlere karşı gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. Ülkemizin bulunduğu konum dolayısıyla, başta deprem olmak üzere çeşitli doğal afetlere karşı inşa edilmiş olan binaların yeniden gözden geçirilmesi ve inşasına henüz başlanacak olan binalar için ise çeşitli yasal yaptırımlar ile günün ve geleceğin koşulları göz önünde bulundurularak sağlam ve dayanıklı yapıların ortaya çıkarılması sağlanmalıdır. Ancak yasal yaptırımların uygulanabilirliği ekonomik açıdan yapı maliklerini ve inşaat şirketlerini endişelendirmiştir. Ortaya çıkan bu durum sonrasında hem vatandaşın hem de müteahhitlerin hak ve özgürlüklerini koruyacak, kentsel dönüşüm uygulamalarına katılmaları hususunda teşvik edici rol oynayacak olan 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" yürürlüğe konmuştur. 6306 sayılı kanun, 16/05/2012 tarihinde kabul edilerek, afet riski altındaki alanlar ve bu alanlar dışında kalan yapıların riskli görülmesi durumunda bu yapıların bulunduğu arsalarda daha sağlıklı bir yapılaşmanın sağlanmasını ve çevre düzeninin ise ehlileştirilmesini amaçlamıştır.

6306 sayılı kanun ve uygulamalarının olası kötü senaryolar üzerindeki önleyici etkisi hemen her kesimce kabul edilmekle birlikte kentsel dönüşüm uygulamalarının sağlıklı bir kentsel dönüşüm sağlamaktan ziyade başta büyükşehirler olmak üzere tüm ülkeyi bir rant alanı haline getireceği ve bu sırada bir çok vatandaşın başta mülkiyet ve barınma hakkı olmak üzere anayasal haklarının ihlal edileceği konusunda haklı eleştiriler ve endişeler de karşımıza sıkça çıkmaktadır (Demirkol ve Bereket Baş 2013).

Bu kanun ile birlikte özellikle büyükşehirlerde yapı maliklerinin, binalarının daha dayanıklı hale gelmesi ve riskli gruptan çıkması hususlarını göz ardı ederek, dairelerinin yenilenmesi fikrini ön planda tutması, inşaat şirketlerinin ise daha az arsa bedelleri ödeyerek inşaat faaliyetlerini arttırmayı planlayarak, yapım işlerinden elde ettikleri kâr oranlarını büyük oranda arttırma hedefleri oluşmuştur. Bu nedenledir ki özellikle son yıllarda kentsel dönünüşüm kavramı inşaat sektörü için en gözde konuların başında gelmektedir.

6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" içerisinde bahsi geçen kavramlar şu şekilde belirtilebilir (Anonim 2):

Bakanlık; Bahsi geçen bakanlık Çevre ve Şehircilik Bakanlığıdır (Anonim 2).

İdareler; belediye ve mücavir alan sınırları içerisinde belediyeleri, bu sınırlar dışında il özel idarelerini, büyükşehirlerde büyükşehir belediyelerini ve bakanlık tarafından yetkilendirilmesi halinde büyükşehir belediyesi sınırları içindeki ilçe belediyeleri ifade etmektedir (Anonim 2).

Rezerv Yapı Alanı; Bu kanun uyarınca gerçekleştirilecek uygulamalarda yeni yerleşim alanı olarak kullanılmak üzere, TOKİ'nin veya İdarenin talebine bağlı olarak veya resen, Maliye Bakanlığının uygun görüşü alınarak Bakanlıkça belirlenen alanlardır (Anonim 2).

Riskli Alan; Zemin yapısı veya üzerindeki yapılaşma sebebiyle can ve mal kaybına yol açma riski taşıyan, Bakanlık veya İdare tarafından Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının görüşü de alınarak belirlenen ve Bakanlığın teklifi üzerine Bakanlar Kurulunca kararlaştırılan alandır (Anonim 2).

Riskli Yapı; Riskli alan içinde veya dışında olup ekonomik ömrünü tamamlamış olan ya da yıkılma veya ağır hasar görme riski taşıdığı ilmî ve teknik verilere dayanılarak tespit edilen yapıdır (Anonim 2).

TOKİ; Toplu Konut İdaresi Başkanlığını ifade etmektedir.

6306 sayılı kanununun amaç kısmı yukarıda belirtildiği gibidir. Uygulama kısmı ise tespit, taşınmaz devri ve tescil olmak üzere üç ana başlık altında incelenmiştir.

Riskli yapıların tespiti:

Riskli yapı tespiti yaptırmak isteyen yapı malikleri veya kanuni temsilcileri masraflarını kendileri karşılamak üzere Bakanlık tarafından lisanslandırılan kurum ve kuruluşlara başvuruda bulunarak tespit işlemlerini başlatır ve sonuçları Bakanlık veya İdareye bildirirler. Ayrıca Bakanlık da riskli yapı tespitinin maliklerden veya kanuni

temsilcilerden belirli bir süre içerisinde yapılmasını talep edebilir. Verilen süre içerisinde yapılmayan tespitler Bakanlık veya İdarece yapılır. Gerçekleştirilen riskli yapı tespitlerine karşı yapılacak olan itirazlar için on beş gün içerisinde ilgili kurumlara başvuruda bulunulmalıdır. İtirazlar bakanlığın oluşturacağı, akademisyenlerin de içerisinde bulunduğu bir teknik heyet tarafından değerlendirilir ve karara bağlanır. Tespit işlem masrafları ise binanın paydaşlarına müteselsil sorumlu olarak paylaştırılır. Riskli yapı olarak tespit edilen yapılar, en geç on iş günü içerisinde ilgili bakanlık veya idare tarafından tapu müdürlüğüne bildirilir ve tapu müdürlüğünce hak sahiplerine bilgi verilir (Anonim 2).

Tahliye ve Yıktırma:

Yasada riskli yapı veya alanı olarak belirlenen alanlarda maliklerin anlaşmasının öncelikli olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple ekonomik kolaylık sağlanması açısından yapı maliklerine, kiracılara veya sınırlı ayni hak sahibi olarak bu yapılarda ikamet edenler veya işyeri bulunanlara geçici süreliğine konut tahsisi veya kira yardımı yapılabileceği belirtilmiştir. Bu da tarafların hem ekonomik olarak mağdur edilmemesi hem de dönüşüme uyum sağlanması açısından önemli bir maddedir. Yasada bina yıkımlarına başlanmadan önce yapı maliklerine 60 günden az olmamak üzere süre verileceği belirtilmiştir. Bu süre içerisinde yapının yıkım işlemine maliklerin anlaşmış olduğu müteahhit tarafından başlanması gerekmektedir. Yıkım işleminin belirlenen sürede gerçekleşmemesi üzerine, masrafları dönüşüm projeleri özel hesabından karşılanmak üzere ilgili idarelerce yıkım işlemleri başlatılmış olunur. Bu nedenle yapı maliklerinin yıkım işlemlerinden önce kendileri için en uygun müteahhit firma ile anlaşmalarına kesinlik kazandırmış olmaları, her iki tarafın da mağdur olmaması için önemli bir aşamadır (Anonim 2).

Uygulama İşlemleri:

Üzerindeki bina yıkılarak arsa haline gelen taşınmazlarda daha önce kurulmuş olan kat irtifakı veya kat mülkiyeti, ilgililerin muvafakatleri aranmaksızın bakanlığın talebi üzerine ilgili tapu müdürlüğünce resen terkin edilerek, önceki vasfı ile değerlendirmede bulunularak veya malik ile yapılan anlaşmanın şartları tapu kütüğünde belirtilerek malikleri adına payları oranında tescil edilir. Bu çerçevede, parsellerin tevhit edilmesine, münferit veya birleştirilerek veya imar adası bazında uygulama yapılmasına, yeniden bina yaptırılmasına, payların satışına, kat karşılığı veya hasılat paylaşımı ve diğer usuller ile yeniden değerlendirilmesine sahip oldukları hisseleri oranında paydaşların en az üçte iki çoğunluğu ile karar verilir. Bu karara katılmayanların bağımsız bölümlerine ilişkin arsa payları, bakanlıkça rayiç değeri tespit ettirilerek bu değerden az olmamak üzere anlaşma sağlayan diğer paydaşlara açık artırma usulü ile satılır (Anonim 2).

Anlaşma ile tahliye edilen, yıktırılan veya kamulaştırılan yapıların maliklerine ve malik olmasalar bile bu yapılarda kiracı veya sınırlı ayni hak sahibi olarak en az bir yıldır ikamet ettiği veya bunlarda işyeri bulunduğu tespit edilenlere konut, işyeri, arsa veya dönüşüm projeleri özel hesabından kredi veya mülkiyet ya da sınırlı ayni hak sağlayan ve usul ve esasları bakanlıkça belirlenen konut sertifikası verilebilir. Bunlardan konutunu ve işyerini kendi imkanları ile yapmak veya edinmek isteyenlere de kredi verilebilir. Riskli alanlarda, rezerv yapı alanlarında ve riskli yapıların

bulunduğu taşınmazlar üzerinde yapımı gerçekleştirilen konutların bedelleri, gerekli görüldüğünde, proje uygulamalarının yapıldığı illerdeki mevcut ekonomik durum, tabii afetin ortaya çıkardığı durumlar, konut rayiç ve enkaz bedelleri ile uygulama alanındaki kişilerin mal varlığı ve geliri göz önünde bulundurularak Bakanlar Kurulu kararı ile yapım maliyetlerinin altında tespit edilebilir ve sosyal donatı ve altyapı harcamaları uygulama maliyetine dâhil edilmeyebilir (Anonim 2).

2.1.1.2. İskan kanunu

Bu kanunun amacı; göçmenlerin, göçebelerin, yerleri kamulaştırılanlar ile milli güvenlik nedeniyle yapılacak iskân çalışmalarını, köylerde fiziksel yerleşimin düzenlenmesine ilişkin uygulamaya esas şartları ve alınacak tedbirleri, iskan edilenlerin hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir (Anonim 2).

2.1.1.3. Belediye kanunu

Bu kanun ile belediyenin kuruluşu, organları, görevleri, yönetimi, görev, yetki ve sorumlulukları ile çalışma usul ve esasları belirlenmiştir (Anonim 2).

2.1.1.4. Çevre kanunu

Kanunda amaçlanan; canlıların yaşamlarını sürdürdükleri doğal ortamların sürdürülebilirlik kapsamında korunmasının sağlanmasıdır. Kanuna göre çevrenin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması Bakanlık, yerel yönetimler, meslek odaları ve sivil toplum örgütleri ile halkın iş birliği içerisinde olması ile sağlanabilir. Gerçekleştirilecek faaliyetlerde doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ve atık oluşumlarının kaynaklarında azaltılmasını sağlayacak teknolojik uygulamaların yapılması amaçlanmıştır. Çevreye karşı verilebilecek zararlarda yaptırımların uygulanması aşamasında oluşabilecek olumsuz durumlar karşısında, kamu kurum ve kuruluşları tarafından yapılacak olan harcamalar kirleten ve bozulmaya neden olan kişilerden tahsil edilecektir. Yılda bir kez "Yüksek Çevre Kurulu" toplanarak etkin bir çevre yönetimi için hedef ve stratejiler belirleyerek, alınacak ekonomik kararlara sürdürülebilirlik kalkınma ilkesinin çerçevesinden bakılmasını sağlamaya çalışmaktadır. Çevreye zarar veren kişi, kurum ve kuruluşlara cezai yaptırım olarak para cezası verilmektedir. Kanunun para cezası yaptırımına sağlamasının yanısıra teşvik edici unsurları da barındırdığı göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; arıtma tesisi kuran, işleten ve yükümlülüklerini yerine getiren kuruluşlara kullandıkları enerji tarifesi üzerinden sanayide kullanılan tarifelere oranla %50'lik bir indirim sağlanacağı belirtilmiştir. Bu da arıtma tesislerinin kurulumu için ciddi anlamda bir teşvik sağlamaktadır (Anonim 2).

2.1.1.5. Çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) yönetmeliği

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği ile hedeflenen; hayata geçirilmesi planlanan projelerin çevreye verebileceği olumsuz etkileri belirleyerek bunları minimum seviyelere çekebilmek adına önlemler alınmasının sağlanması ve projenin uygulaması boyunca gerekli izlem ve kontrollerin yapılmasının sağlanmasıdır. Projeler hakkında "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararını Bakanlık vermektedir (Anonim 2).

2.1.1.6. Yapı denetimi hakkında kanun (4708)

Bu kanunun amacı; can ve mal güvenliğini teminen, imar plânına, fen, sanat ve sağlık kurallarına uyulması, standartlara uygun kaliteli yapı yapılması için proje ve yapı denetimini sağlanması ve yapı denetimine ilişkin usul ve esasların düzenlenmesidir. Yapı Denetimi için Bakanlık tarafından aldığı izin belgesi ile çalışan yapı denetim kuruluşları görevlendirilir. Yapı denetim firmaları, yapı sahibi ile aralarında hizmet sözleşmesi imzalayarak ilgili hükümleri yerine getirirler. Yapı denetim firmaları üstlendikleri proje ile ilgili hesapların kontrolü, yapılacak çalışamaların yapı ruhsatına uygunluğu, bina imalatında kullanılan malzemelerin deneylerinin yapılması, iş sağlığı ve güvenliği şartlarının oluşturulması açısından müteahhite yazılı uyarılarda bulunulması, ruhsata aykırı görülen durumlarda üç iş günü içerisinde idareye haber verilmesi hususlarında sorumludurlar (Anonim 2).

Ülkemizde maalesef yapı denetim kuruluşlarını yapı sahiplerinin seçmesi ve bir iş ortaklığının oluşması, karşılıklı menfaatler hususunda kanunda bazı açıklıklar oluşturabilmektedir. Bunun önlenebilmesi adına yapı denetim firmalarının Bakanlık tarafından ilgili projelere atanması ve firmaların denetim/kontrollük ücretlerini aracı kuruluş olarak bakanlıktan alması mevcut sorunların azalmasında büyük önem taşıyacaktır.

2.1.1.7. Çevre düzeni yapılmasına dair kanun

Bu kanun ile sürdürülebilirlik ve ekolojik kararların bir arada düşünülmesi adına doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak adına, çevre düzeni planlarının hazırlanması amaçlanmıştır.

2.1.1.8. Yapı denetimi uygulama yönetmeliği

Yönetmelik, yapı denetim kuruluşlarında ve laboratuarlarda görev alacak denetçi pozisyonundaki mimar ve mühendislerin sahip olması gereken nitelikler ve yapı sahibi, ilgili idareler, yapı müteahhidi, şantiye şefi, proje müellifinin görev ve sorumluklarının belirtilmesi, yapı denetimi hizmet sözleşmesinin düzenlenmesi ve hizmet bedellerinin ödenmesine dair uygulamaların belirlenmesini amaçlanmıştır (Anonim 2).

2.1.1.9. Çevre düzeni planı

Bu Yönetmeliğin amacı; ülkemizin sahip olduğu doğal, tarihi ve kültürel zenginliğin korunarak kalkınma planları ve varsa bölge planları temel alınarak, ekonomik kararlarla ekolojik kararların bir arada düşünülmesine imkan veren, genel arazi kullanım kararları ile bunlara ilişkin strateji ve politikaları oluşturmak ve çevre kirliliğini önlemek amacıyla nazım ve uygulama imar planlarına esas teşkil etmek üzere bölge ve havza bazında 1/50.000-1/100.000 ölçekteki çevre düzeni planlarının hazırlanmasına, hazırlattırılmasına, onaylanmasına, izlenmesine, denetlenmesine ve bu planlar üzerinde yapılacak değişikliklere ilişkin usul ve esasları düzenlemektir (Resmi Gazete). Yönetmelik, ekosistemin korunması, arazilerin sürekliliğinin sağlanması, tarihi, kültürel ve doğal çevrenin korunmasını sağlayacak ekonomik ve ekolojik kararların sağlıklı bir şekilde beraberce düşünülüp sonuçlandırıldığı maddeleri içermektedir (Anonim 2).

2.1.1.10. Binalarda ısı yalıtım yönetmeliği

Yönetmelik ile binalardaki ısı kayıplarının minimize edilmesi ve böylece enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır. Bu yönetmelik büyükşehir belediyesi sınırları da dahil olmak üzere bütün yerleşim birimleri için geçerlidir. Ancak münferit yapılarda yönetmelik hükümleri aranmaz. Yönetmelik 1/11/2008 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Binalardaki ısı kayıplarını önlemek adına bulundukları çevre şartlarına uygun olarak ısı yalıtımı yaptırılması gerekmektedir (Anonim 3). Farklı amaçlarda kullanılacak binalar için TS 825 (Türk Standartları)'e Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇŞB)'ndan alınan verilere göre mekanların aylık ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Farklı amaçlarda kullanılacak binalar için TS 825 hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama sıcaklık değerleri (Anonim 3)

	Isıtılacak Binanın Türü	**İç Ortam Sıcaklığı (°C)**
1	Konutlar	19
2	Yönetim Binaları	
3	İş ve Hizmet Binaları	
4	Otel, Motel ve Lokantalar	20
5	Öğretim Binaları	
6	Tiyatro ve Konser Salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve Tutuk Evleri	
9	Müze ve Galeriler	
10	Havalimanları	
11	Hastaneler	22
12	Yüzme Havuzları	26
13	İmalat ve Atölye Mahalleri	16

2.1.1.11. Sürdürülebilirlik performanslı kentsel dönüşüm yönetmelik taslağı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan bu taslak yönetmelikte, 2012 yılında imzalanan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüşümü uygulamalarının sürdürülebilirlik çatısı altında gerçekleştirilerek sadece fiziksel yenilemenin ötesinde karbon ayak izini azaltmak da öncelik verilen bir konu olmuştur (Anonim 4).

2.1.1.12. Yapı malzemeleri yönetmeliği

Bu yönetmelik ile yapı işlerinde kullanılacak malzemelerin "CE" işaretli olması ve piyasa bulundurulması amaçlanmıştır.

2.1.2. Dünyada gerçekleşen bölgesel bazlı kentsel dönüşüm projeleri

1800'lü yılların sonunda Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa'da sanayinin öneminin giderek artması ile birlikte köylerden kentlere göç hareketleri başlamıştır. Bu göç hareketleri ile kentlerde artan nüfus beraberinde sağlık sorunları, altyapı sorunları, konut ihtiyaçları getirmiştir. Zaman içerisinde plansız bir şekilde artan konut sayısı şehir planlamasını zorunlu bir hale getirmiştir.

2.1.2.1. Hiroşima kentsel dönüşüm projesi (Japonya)

2. Dünya Savaşı'nın son zamanlarında 6 Ağustos 1945 yılında ABD tarafından atılan atom bombası ile baştan aşağıya harap olan Hiroşima, bölgesel bazda kentsel dönüşüm projelerine verilebilecek en iyi örneklerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaklaşık 13 km^2'lik bir alanın yok olması bölgesel olarak yeniden yapılanmayı zorunlu kılmıştır.

Proje 1973 yılında onaylanmış, 1983 yılında başlatılmış ve 1995 yılında tamamlanması hedeflenmiştir. Binaların %62'si üzerinde bu tarihe kadar çalışılmıştır. Proje, kamu, özel sektör ve yerel halk iş birliği ile gerçekleştirilmiştir. Dönüşüm alanındaki 461 bina özel sektör tarafından inşa edilmiştir. Bu binalar genel olarak ana yollar üzerinde, 7 ila 10 katlı, yerleşim yeri olarak veya ticari amaçlı kullanılan binalardır. Projenin toplam maliyeti 283.800,000 dolardır. Maliyetin %38'i yerel yönetimlerden, %57'si Hiroşima şehrinden ve %5'i diğer özel kaynaklardan sağlanmıştır. Danbara bölgesinin temel ihtiyaçlarından biri de gençler ve yetişkinler için dinlenme imkanı sağlayacak mekanlardır. 1995 yılı itibari ile Danbara 5 park alanı (1000-2500 m^2), 2 yeşil alan ve 13 oyun parkına kavuşmuştur. Bütün yeni parklar ve oyun alanları bölgenin geleneksel karakterini yansıtacak şekilde dizayn edilmiştir. Ayrıca proje kapsamında 4.761 metre uzunluğunda ana yol, 10.457 metre uzunluğunda ikinci derecede önemli yol inşaatı gerçekleştirilmiştir. Projeye halk tarafından kurulan örgütler de katılmıştır. 21 örgüt kurulmuş, bunların 12'si yapılan planların karar aşamasında etkin rol oynamışlardır. Kara aşamalarında halk örgütlerinin yer alması, özellikle fakir yerleşim alanlarında yapılan çalışmalara estetik katmıştır (Şişman ve Kibaroğlu 2009).

2.1.2.2. Potsdam meydanı kentsel dönüşüm projesi (Almanya)

Almanya'nın kuzeydoğusunda bulunan bu şehir, savaş döneminde kaybettiği değeri yeniden kazanması adına kentsel dönüşüm projesine dahil olmuştur.

Projede örgütlenme modeli olarak özel sektör yönetimli liderlik modeli seçilmiştir. Proje modeli çerçevesinde özel sektöre devredilen kentsel arsalar, açılan kentsel tasarım yarışmasının konseptine uygun olarak canlandırılmış, bu arada kamu; yönlendirme ve denetleme işlevi ile, meslek odaları ve sivil toplum örgütleri ise halkın temsilcisi olarak projede aktif rol üstlenmiştir (Demirsoy 2006).

Projede konut inşaatlarının yanısıra bölgede yaşayacaklar için sosyal bir yaşam alanı oluşturacak kafeler, sinema salonları, tiyatrolar, mağazalar inşa edilmiştir. Proje bu yönüyle de bölgesel olarak gerçekleştirilecek kentsel dönüşüm projelerinde sadece konutların yeniden inşa edilmesinin önemli olmadığını ve bunun yanında bölgede yaşayanlara sosyal bir ortam sunmanın da bir gereklilik olduğunu vurgulamaktadır.

2.1.2.3. Solidere kentsel dönüşüm projesi (Lübnan)

Lübnan'da yaşanan savaş sonrasında Solidere isimli bir özel şirketin devlet ile ortak yürüttüğü kentsel dönüşüm projesinde, Lübnan şehir merkezini tarihi dokusuna uygun bir şekilde kafeler, restoranlar, barlara gibi sosyal yaşam alanlarını da içine katarak yeniden inşaatı gerçekleşmiştir.

Lübnan'ın başkenti olan Beyrut'un kalbi olarak tanımlanan, 191 hektarın üzerinde ve 4,69 milyon metrekare inşaat alanı olan proje iki fazdan oluşmaktadır. 1994-2004 yıllarını kapsayan dönem, birinci faz olarak tanımlanırken, 2005-2020 dönemi ise ikinci fazı oluşturmaktadır. Her iki fazın uygulama süreçleri ise Lübnan hükümeti tarafından kurulan, yarı özel ve özerk bir kuruluş olan Solidere şirketi tarafından yürütülmektedir (Demirsoy 2006).

Proje I.Etap uygulama süreci boyuca sistemde herhangi bir aksaklık meydana gelmemiş ve başarılı bir yönetimle II.Etap uygulama süreci başlatılmıştır. Tabi ki projenin başarılı olarak telakki edilmesinde, kamu-özel sektör iş birliği göz ardı edilmemelidir (Demirsoy 2006).

Proje bütünüyle ele alındığında kent yenilemenin ötesinde kente kimliğini yeniden kazandırma, sosyal hayatı canlandırma, savaşın yarattığı olumsuz etkiyi azaltma niteliğine sahip bu proje ikinci etabının da son yıllarına gelmekte olup, dünyadaki bölgesel-alansal bazlı kentsel dönüşüm projelerine en iyi örneklerden biridir.

2.1.3. Türkiye'de gerçekleşen bölgesel kentsel dönüşüm projeleri

Ülkemizde bütün şehirler aynı kentsel dönüşüm sorunlarına sahip değildir. Her kentin kendi sorunları vardır ve bunlar yerleşmelerin kuruluş yerinin jeolojik yapısı, tektonik özellikleri, kuruluş yerlerinden kaynaklanan jeomorfolojik özelliklerdir. Aynı zamanda binaların kullanım ömrünü doldurması, gelişen fonksiyonel özelliklere cevap verememesi, ulaşıma elverişli caddelerin olmayışı gibi birçok neden kentsel dönüşüm projelerini dünyanın farklı yerlerinde olduğu gibi ülkemizde de zorunlu kılmaktadır (Boyraz ve Hoş 2014).

Ülkemizde her bölgenin kendine ait coğrafik, sosyo-ekonomik, fiziki, vb. özellikleri olması gerçekleşen kentsel dönüşüm projelerini birbirinden farklı kılmaktadır. Bu nedenle çalışmanın bu kısmında, Türkiye'de "bölgesel" bazda gerçekleşen kentsel dönüşüm projelerinden örnekler verilmiştir.

2.1.3.1. Dikmen Vadisi kentsel dönüşüm projesi (Ankara)

Dikmen Mahallesi kentsel dönüşüm projesi gerek örgütleme ve planlamada gerekse proje bedelinin yüksek olması ve bu bedeli kaynak sağlanması yöntemi

bakımından önemli kentsel dönüşüm uygulamaları arasındadır. Proje, Ankara'nın önemli bir kentsel gelişme omurgası olan vadinin kentsel boyutta bir rekreasyon bölgesi ile beraber ekonomik ve kültür yatırımlarını içeren bir çekim merkezi haline gelmesini ve bunu yaparken de özellikle vadide yaşayan hak sahiplerinin de katılımcı bir yöntemle proje uygulama safhasına bulunması sağlanmıştır. Proje, Büyükşehir Belediyesi'nin Dikmen ilçe belediyesi ve hak sahipleri arasında iş birliği sonucunda hayata geçirilmiştir (Özkul 2013). Proje ile Ankara'ya 5 km uzaklıkta doğa alanları içeren bir mahalle oluşturularak bölge içerisinde müze, kafe, sosyal tesisler gibi alanlar oluşturarak bölgenin cazibe merkezi haline gelmesi hedeflenmiştir. Proje, ülkemizde gecekondu alanlarının dönüştürülmesi açısından ilk kentsel dönüşüm projesi olma özelliğine sahiptir. Proje 5 etaptan oluşmaktadır. Proje tasarımında yeşil alanlar korunurken konutlar vadinin taban alanında inşa edilecek şekilde dizayn edilmiştir.



Şekil 2.1. Dikmen Vadisi 1995 yılı görüntüsü (Bal 2017)



Şekil 2.2. Dikmen Vadisi projesi kapsamında konutlar (Bal 2017)

2.1.3.2. Beyoğlu Tarlabaşı kentsel dönüşüm projesi (İstanbul)

1994 yılında kentsel sit alanı olarak ilan edilen bölge, içerisinde bölgede yaşayanların kültürel çeşitliliğinden dolayı farklı yapıda birçok bina yer almaktadır. Tarlabaşı Semti'nde bulunan 9 yapı adasında, yaklaşık 20.000 m^2 alana oturmuş 210'u tescilli sivil mimarlık örneği olan 278 binanın, bu binaların arasındaki sokakların ve tüm altyapının yenilenmesini kapsamaktadır (Anonim 5). Tarlabaşı semtinin kentsel dönüşüm öncesi ve sonrasında yapılması planlanan projeye ait görseller Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5'te sunulmuştur.



Şekil 2.3. Tarlabaşı'nın kentsel dönüşüm öncesi hali



Şekil 2.4. KD sonrası Tarlabaşı (Anonim 5)



Şekil 2.5. Tarlabaşı'nın konumu (Anonim 5)

2.1.3.3. Örnektepe kentsel dönüşüm projesi (İstanbul)

Beyoğlu ilçesi Örnektepe ve Sütlüce Mahalleleri'ni kapsayan bu kentsel dönüşüm projesinde yaklaşık 15.000 m^2'lik bir alanda 397 konut, 16 dükkan, 1 dini tesis, otopark, altyapı ve çevre düzenlemelerinin yapım işi hedeflenmiştir. Projenin diğer projelerden ayrılan kısmı binaların değişken yüksekliklerde tasarlanmış olmasıdır. Projenin tamamlanmasından sonra özellikle dükkanların bölgeye ekonomik olarak canlılık katacağı düşünülmektedir. Ayrıca zaman içerisinde gerçekleşen çarpık yapılaşma sonucunda yıkılma tehlikesine sahip olan binaların da yenilenmesi ile bölge yaşayanları adına daha sağlıklı bir ortam sunulmuş olacaktır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Örnektepe KD projesi (Anonim 5)

2.1.4. Antalya İli'nde yapılması planlanan-devam eden bölgesel kentsel dönüşüm projeleri

Kaynak taramasının bu kısmında Antalya ilinde "bölgesel" olarak devam eden ve hayata geçirilmesi planlanan kentsel dönüşüm projelerinden bahsedilmiştir.

- **Kepez-Santral bölgesi**

Kepez-Santral Bölgesi; Antalya İli Kepez İlçe Belediyesi sınırları içerisinde yer almakta olup, doğuda Antalya-Burdur Karayolu, güneyde Ferrokrom Fabrikası, Cezaevi ve Ünsal Mahallesi, Kuzeyde orman alanı, hayvanat bahçesi, batıda Orman ve Kepez Hidroelektrik Santrali ile sınırlanmış yaklaşık 132,7 ha'lık bölgeyi kapsamaktadır (Anonim 6).

Kepez-Santral bölgesi Antalya ilinde eski bir gecekondu yerleşim yeri olarak bulunmaktadır. Konum olarak bulunduğu bölgenin değerini gecekondu yerleşkesi sayesinde kaybetmiş, altyapı ve sosyal donanımlardan uzak bir bölge haline gelmiştir. Bu proje ile amaçlanan bölgenin makus talihini değiştirmek, bölgeye yeni bir çehre kazandırmak ve potansiyel değerini gün yüzüne çıkarmaktır. Projenin gerçekleşmesi ile bölge bir cazibe merkezi haline gelecek ve ekonomik açıdan yükselen bir değer olacaktır. Bölgenin kentsel dönüşüm uygulaması sonrası planlanan görüntüsü Şekil 2.7 ve 2.8'de sunulmuştur.



Şekil 2.7. Antalya Kepez-Santral Bölgesi kentsel dönüşüm sonrası görüntüsü (Anonim 6)

Antalya ili Kepez-Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi 2 milyon metrekarelik bölgenin yapım ihalesi 19 Mart 2017 yılında gerçekleştirilmiştir. Yapım işi, Sur Yapı firması tarafından ihale bedeli olarak yaklaşık 120 milyon TL'ye gerçekleştirilecektir (Anonim 7).



Şekil 2.8. Antalya Kepez-Santral Bölgesi kentsel dönüşüm sonrası binaların görüntüsü (Anonim 6)

Bölgede 3245 hak sahibi çoğunlukla 200-400 m² arasında değişen parseller içerisinde yer almaktadır. Kat adedine bakıldığında ise alanın %97'sini 1 ve 2 katlı yapıların oluşturduğu görülmektedir. Mevcut durumda alanda, 5 adet cami, 3 adet park ve 2 adet ilköğretim okulu yer almaktadır (Anonim 6). Antalya Büyükşehir Belediyesi Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Şube Müdürlüğü bölge ile ilgili kararın Resmi Gazete'de yayımlanmasından sonra sahada birebir olarak gerçekleştirdiği anket çalışmalarını tamamlamıştır. Anket çalışmalarında bölgedeki halkın talep ve beklentilerinin, ihtiyaçlarının daha net bir şekilde algılanması ve doğru çözüme götürecek cevapların alınması hedeflenmiştir. Bölgede gerçekleştirilecek bu proje ile bölgenin değerinin artması, yeni bir yaşam alanının oluşturularak ülkemiz için de örnek bir kentsel dönüşüm projesi olması hedeflenmektedir.

Bölgede proje öncesinde var olan 4400 konut yıkılarak ve bu konutlarda yaşayan vatandaşlar *6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun* çerçevesinde kira yardımı alarak bölge dışındaki konut ve yaşam alanlarına yerleştirilmiştir. Ön protokol sürecinde 3265 adet imza toplanmıştır. Bölgede ilk olarak mevcut binalar yıkılmış ve altyapı çalışmalarına başlanılmıştır. Bölgede altyapı çalışması olarak yağmur suyu şebeke hattı çalışmaları ilk olarak gerçekleştirilen çalışmadır. Yağmur suyu çalışmalarını kanalizasyon ve içme suyu şebekesi inşaatı, doğalgaz ve fiber hat döşenmesi işlemleri takip etmektedir.

Proje oluşturulurken hedeflenen; büyük meydanlar, göletler, müzeler, yeşil alanlar, çocuk parkları, alışveriş alanları, hastane ve sağlık birimleri, spor alanları, camiler, okullar, pazar alanları, belediye hizmet birimleri, aktivite ve eğlence alanları bölgenin sosyal yanını oluşturacak ve bunun yanı sıra da ticari üniteler ile de ekonomik açıdan da değerlenecek bir kentsel dönüşüm projesi olarak ortaya çıkmaktadır (Anonim 6).

Projenin tasarım ve gelişim sürecinde bölgede yaşayan vatandaşlar ile gerçekleştirilen anket çalışmaları konut sahiplerinin istek ve taleplerinin daha net bir şekilde ortaya koyulmasını sağlamıştır. Antalya Büyükşehir Belediye'si Kentsel Dönüşüm Şube müdürlüğü ile gerçekleştirilen görüşmede projenin tasarım aşamasında vatandaşların taleplerinin: binaların bloklar şeklinde apartmanlardan oluşmasını ancak site olarak projelendirilmemesi ve binaların çift cephe olarak tasarlanması doğrultusunda olduğunu belirtmişlerdir. Antalya Büyükşehir Belediyesi Kentsel Dönüşüm Daire Başkanlığı ile gerçekleştirilen aynı görüşmede, vatandaşlardan gelen bu taleplerin değerlendirilmesinin, projenin nihai şeklini almasında zaman aşımına sebep olduğu belirtilmiştir. Mevcut olarak projelendirilmiş olan konut tipleri 40 m² ile 180 m² arasında değişen 14 farklı konut tip projesi vatandaşlara sunulmuştur.

Konutların genel özelliklerine bakacak olursak;

- Binalarda kullanılacak malzemelerin T.S.E belgeli olması,
- Binaların yangın, ısı, ses ve su yalıtımı, otopark, enerji korunum ve enerji etkin yapı yönetmelikleri şartnamelerine uygun olarak inşa edilecek olması,
- Temeller ve bodrumlarda bohçalama sistemi kullanılarak su izolasyonu ve drenaj sağlanacak olması,
- Binaların ortak alanlarında hareket sensörlü ve enerji tasarruflu aydınlatmaların kullanılması,
- Bodrum kat ve otoparklarda enerji tasarruflu aydınlatmaların kullanılması,
- Peyzaj projesine uygun olarak ağaç ve bitki dikimi, çocuk oyun alanları, spor sahaları ve yürüyüş yollarının bulunması,
- Yapılacak her bina için kapalı otopark, misafirler için ise açık veya kapalı otopark planlanması,

kentsel dönüşüm projeleri için gerekli olan ihtiyaçları karşılayacak niteliktedir.

Bölgede gerçekleştirilecek çalışmalar sürdürülebilirlik çerçevesinde incelendiğinde ise;

- Yıkımlarda oluşacak hafriyat malzemelerinin konkasörler ile kırılarak yine aynı bölgede yol yapım çalışmalarında kullanılacak olması,
- Enerji tasarruflu aydınlatmaların kullanılması,
- Bölgede toplu taşımanın sağlanabilmesi için raylı sistem hattının geçmesi, bisiklet yollarının yapılması ve binaların otoparklarının planlanması,
- Güneş enerjisinden su ısıtma sistemlerinde (gün ısı) yararlanılacak olunması,

projenin sürdürülebilirliğe önem verdiği alanlar olarak ifade edilebilir. Ancak bu durum projenin tam anlamıyla sürdürülebilir bir kentsel dönüşüm projesi olduğunu göstermemektedir. Sur Yapı firması gerçekleştirilen görüşmede 2018 yılı Şubat ayı itibari ile binaların m² maliyetinin 1300~1400 TL olarak belirlenmiş ve 90 m^2 bir dairenin ortalama maliyetinin yaklaşık olarak 110,000.00 TL olarak hesaplandığı belirtilmiştir.

Yukarıda bahsi geçen bilgiler ışığında binaların ve bölgenin tam anlamıyla sürdürülebilir kentsel dönüşüm projesi olarak adlandırılmasının mümkün olmadığı gözlemlenmiştir. Bulunulan iklim özelliklerine uygun şekilde güneş enerjisinin binalarda ısıtma sistemi olarak kullanılması, daire atık sularının toplanarak geri dönüşüme uğratılması ve ardından temiz su olarak tekrar dairelerde kullanılması için gerekli mekanik sistemin kurulması gibi temiz enerji uygulamalarının oluşturacağı maliyetlerin, bu kadar büyük bir oluşumda yatırımcılar için çok fazla bulunduğu belirtilmiştir.



Şekil 2.9. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için gerçekleştirilen yıkım sonrası görüntüler

Antalya Kepez Santral mahallesinde kentsel dönüşüm projesi için yıkımı planlanan evler Şekil 2.9., 2.10. ve 2.11'de, yıkım sonrasında bölgedeki durumu yansıtan fotoğraflar ise Şekil 2.12'de sunulmuştur.



Şekil 2.10. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için yıkımı belirlenen evler 1



Şekil 2.11. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi için gerçekleştirilecek yıkım için belirlenen evler 2



Şekil 2.12. Kepez Santral Bölgesi yıkım sonrası görüntüler

Yukarıdaki şekillerde de görüldüğü üzere yıkımı gerçekleştirilecek olan binalar genellikle tek katlı, gecekondu olarak adlandırılabilecek, eski evlerdir. Bölgede devam eden inşaatların güncel görüntüleri Şekil 2.13a. ve Şekil 2.13b'de sunulmuştur. Bölgenin konumu gösteren uydu görüntüsü Şekil 2.14'te verilmiştir.



Şekil 2.13a. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı görüntüleri (Anonim 8)



Şekil 2.13b. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı görüntüleri (Anonim 8)



Şekil 2.14. Kepez Santral Bölgesi kentsel dönüşüm projesi inşaat alanı uydu görüntüsü (Anonim 9)

- **Güneş Mahallesi**

2016/9724 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 20/01/2017 tarihli ve 29954 sayılı Resmi Gazete ilanına göre kentsel dönüşüm projesi gerçekleştirilecek bu mahallede; 9,77 hektarlık bu alanda yaklaşık 300 konut ve 250 kişilik bir nüfus bulunmaktır. Projenin son durumuna göre bölgede ruhsat taraması, alan üzerindeki taşınmazların durumu ve mülkiyet durum tespiti tamamlanmıştır. Uygulama imar planı ve tasarım çalışmaları tamamlanmıştır. Bölge halkı ve Antalya Büyükşehir Belediyesi arasında %80 oranında bir uzlaşma sağlanmıştır.

- **Gülveren Mahallesi**

6,59 hektarlık bu alanda 190 adet yapı bulunmaktadır. Bölge nüfusu ise 560 kişiden oluşmaktadır. Bölgede ruhsat taraması, alan üzerindeki taşınmazların durumu ve mülkiyet durum tespiti tamamlanmıştır. Uygulama imar planı ve tasarım çalışmaları tamamlanmıştır. Bölge halkı ve Kepez Belediyesi arasında uzlaşma sağlanmıştır. Nihai sözleşmeler vatandaşlar tarafından imzalanmıştır. Kepez Belediyesi tarafından kat karşılığı ihaleye çıkarılmıştır.

- **Cumhuriyet Mahallesi**

37,3 hektarlık bir alana sahip, Alanya'da bulunan Cumhuriyet mahallesinde 837 adet yapı bulunmaktadır. Bölgede yaşayan sayısı ise 4035 kişi olarak tespit edilmiştir. Bölgede ruhsat taraması, alan üzerindeki taşınmazların durumu ve mülkiyet durum tespiti devam etmektedir. Uygulama imar planı ve tasarım çalışmaları devam etmektedir.

- **Sahilkent Mahallesi**

19/09/2016 tarihli ve 2019/9250 Bakanlar Kurulu Kararı ile 06/10/2016 tarihli 29849 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan ilana göre başlatılacak olan bu proje, diğer projelerden farklı olarak 5393 Sayılı Kanunun 73. Maddesi uyarınca "Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Alanı" olarak ilan edilmiştir. 68,2 hektarlık bölgede 343 adet yapı bulunmakta ve 2500 kişi yaşamaktadır. Bu proje Maliye Bakanlığı'ndan Finike Belediyesi'ne tapuların devri bedeli karşılığı yapılmıştır.

- **Aksu Çalkaya Bölgesi**

Kentsel Dönüşüm-Gelişim Alanı olarak ilan edilen bu proje 3 etaptan oluşmaktadır. Bölgenin Antalya merkeze olan yakınlığı ve alanın büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda projenin başarılı bir şekilde tamamlanmasının şehrin gelişimine büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

- **Balbey Mahallesi**

Bakanlar Kurulu kararı ile "Kentsel Yenileme Alanı" olarak ilan edilen Balbey mahallesi, "Balbey Kentsel Yenileme Projesi" ile sit alanı olarak geçen mahallenin yeni bir sosyal yaşam alanı olması beklenmektedir. Proje Yüksekalan ve Tahılpazarı

bölgelerini de içine alarak bölgesel bazda bir yenilemenin gerçekleşmesini hedeflemektedir. Bölgede özellikle tarihi açıdan değeri olan ve mimari olarak da bu beklentiye cevap veren binaların bulunması, yenileme çalışmalarında mevcut dokunun bozulmasına olanak tanınmaması, bunun yanında da mevcut altyapı ve sosyal sorunların giderilmesi projenin temel hedefidir. 1957'de ilk, 2014 yılında ise son revizyon imar planı yapılan, 1992 yılında SİT alanı ilan edilen ve Koruma İmar Planı 1994 yılında onaylanan Balbey Mahallesi'nde Kentsel Sit Alanı ve çevresini kapsayan yaklaşık 16 hektarlık alan 23 Mart 2015 tarihli Bakanlar Kurulu kararına istinaden 24 Nisan 2015 tarihli ve 29336 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak "Yenileme Alanı" ilan edilmiştir. Bölgede yeşil alanların yetersizliği, altyapı sorunları, mevcut binaların proje sonrası m² değerinin düşecek olması hak sahiplerini endişelendirmektedir. Bu bölge için planlanan çalışmalar halen devam etmektedir (Anonim 7).

Dünyadaki ve ülkemizdeki kentsel dönüşüm projeleri incelendiğinde temel amacın; riskli yapıların yıkılıp yerine sosyal alanlar içeren, altyapı bakımından yenilenmiş ve refah düzeyi artmış yaşam alanları oluşturulması olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak kentsel dönüşüm projeleri tamamlandıktan sonra, bölgede daha önce yaşayan ve dönüşüm sonrası da "refah düzeyi artmış" olan çevrede yaşayacak olan kat maliklerinin yaşayacakları sosyo-ekonomik sıkıntıların göz ardı edildiği görülmüştür. Türkiye'deki kentsel dönüşüm projeleri detaylı olarak incelendiğinde "sürdürülebilir" bir kentsel dönüşüm projesi olma hedefi ile yolan çıkan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

2.2. Sürdürülebilir Binalar

İnsanlığın yaşamakta olduğu dünyadaki varlığını devam ettirirken gelecek nesillere de yaşanabilecek ortam bırakmaları sürdürülebilirlik kavramı olarak hayat bulmaktadır. Son zamanlarda hemen hemen her alanda duymaya alıştığımız sürdürülebilirlik kavramının inşaat sektöründe ise sürdürülebilir bina, yeşil bina, pasif bina, karbon-sıfır bina gibi başlıklar altında şekillendiği görülmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramından ilk kez Brutland Raporu'nda Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (WCED)'nda bahsedilmiştir. Raporda sürdürülebilirlik; şimdiki nesillerin ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan karşılanmasına olanak veren büyüme politikaları olarak tanımlanmıştır (Anonymous 3).

Ulusal hükümetler ve uluslararası kuruluşlar iklim değişikliğine karşı koymak için mücadelelerde bulunmuşlardır. Ancak; bu çalışmalar sonucunda küresel ısınmayı belirli bir seviyede tutabilmek adına sera gazı salınımlarının düşürülmesinin belirlenen hedeflere ulaşmadığı açık bir şekilde görülmüştür (Anonymous 4).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (International Energy Agency-IEA) Mart 2018 yılında yayınladığı raporda, dünya genelindeki enerji talebinin 2017 yılından önceki yıllara göre %2,1 oranında arttığı belirtilmiştir. Bu sonuç; dünya genelindeki ülkeleri küresel ısınmanın etkilerini azaltabilmek adına çeşitli çözüm yolları bulmaları için arayışlara itmiştir. 1992 yılında Birleşmiş Milletler'in düzenlemiş olduğu İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde iklim değişikliğine karşı gerekli önlemlerin alınması adına ilk adımlar atılmıştır. Daha sonra 1997 yılında ise Birleşmiş Milletler

İklim Değişikliği Çerçevesi Sözleşmesi'ne ilişkin Kyoto Protokolü hazırlanmıştır. Bu protokolde ülkelerin çözüm yollarından biri olarak sürdürülebilirlik kavramının hayatın her aşamasına entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. IEA'nın 2017 yılında yayınladığı raporda iklim değişikliklerine karşı bir önlem alınması adına sürdürülebilirlik hedefleri olarak dünya genelinde 2030'a kadar enerjinin tüketiminin iyileştirilmesi ve hava kirliliğinin büyük ölçüde azaltılmış olması hedeflenmiştir.

Sürdürülebilirlik; yapıların inşaatları sırasında doğa dostu malzemeler kullanılması, su ve enerji tasarrufunun sağlanması, yapım işlerinin tamamlanmasından sonra dahi bakım ve işletme süreçlerini içeren bir kavramdır.

İnşaat sektörü; Avrupa Gayri Safi Milli Hasılasının yaklaşık %11'i ile en büyük hisseye sahip sektör olup; Avrupa genelinde 8,8 milyon insana doğrudan, 5,5 milyon insana ise dolaylı olarak iş imkanı sağlamaktadır. Yıllık sabit gelirin %58'i inşaat sektöründen elde edilmektedir. Yaşam alanlardaki temel ihtiyaçlar olan alt yapıdan, barınılan konutlara, kültürel ve sosyal faaliyetlerin gerçekleştirildiği yapılara varıncaya dek geniş bir yelpaze ile insan yaşamını oluşturan yapıların tümünü kapsar. Bütün bunların üretimi için büyük ölçüde hammaddeye ihtiyaç vardır. Bazı tahminlere göre kişi başına yaklaşık 6 ton/yıl hammadde tüketimi yapılmaktadır. World Watch Institute tarafından yapılan bir araştırmaya göre binalar dünya ormanlarının 1/4'ünü, içme suyunun 1/6'sını, malzemenin 2/5'ini tüketmekte; malzemelerin kaynaklarından çıkarılması, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması sırasında harcanan enerji dışında, yapı sektöründe kullanılan enerji miktarı dünyadaki yıllık enerji tüketimi toplamının %40'ını oluşturmaktadır (www.worldwatch.org). Bu çapta bir üretimin yanı sıra, atıkların %13-30'u (katı atıklar-yıkım artıkları ve yapım sırasında ortaya çıkan artıklar), doğal kaynak tüketiminin %17-50'si, doğal taş tüketiminin %40'ı, ahşap tüketiminin %25'i ve su tüketiminin %16'sı inşaat sektörüne aittir. Bu verilere göre "Sürdürülebilir Gelişme için Sürdürülebilir Yapım (İnşaat)"ın sektörde uygulamaya geçirilmesi, en büyük tekil potansiyel katkı olarak görülmektedir (Yorgancıoğlu 2004).

Sürdürülebilir binalar tasarlanırken, kentlerle olan uyumları, yaşanılan çevredeki trafik hacimleri, mevcut alt yapı planlarının süreç ile uygunluğu, sosyal tesisler ve yaşam alanları gibi kavramlar öncelikli olarak ele alınmalıdır. Ayrıca yapılarda kullanılacak malzemelerin ham maddelerinin yenilenebilir olması ve malzemelerin çevreye verdikleri zararların minimum seviyede olması konularına dikkat edilmelidir. Dikkat edilmesi gereken diğer bir konu ise; malzemelerin nakliyesi sırasında fazladan oluşabilecek enerji tüketimlerinin önüne geçilmesi adına önceki bina bileşenlerinin tekrar kullanılabilir olması projenin sürdürülebilirlik ilkesine uygunluğunu sağlayacak olmasıdır.

Şehirlerin sürdürülebilirliğinin ölçülebilir olması son zamanlarda giderek artan bir ilgiye sahip olmuştur. Sürdürülebilir kentsel dönüşüm; yoksulluğa karşın giderek artan nüfus yoğunluğu ve beraberinde getirdiği altyapı yetersizliği, sağlıksız konut koşulları, hijyenik sorunlar, kötü kalitedeki su sorunlarından yerel trafik sorunları, katı atıklara kadar birçok konuyla ilgilidir. Genellikle şehirlerin sürdürülebilirliğinin ölçülmesinde kullanılan kriterler; ilkeler, gösterge ve dereceleme sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadır (McCormick vd 2013). Kentlerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesi için dereceleme sistemlerinin kullanılmasının daha etkili bir yöntem olmakla birlikte rekabet edilebilirlik ve sürdürülebilirliği arttırmak için de

kullanılabileceği belirtilmiştir. Dereceleme sistemlerinin kullanılması, halkın ve medyanın ilgisini çekerek konuyu daha etkin bir hale getirip, yatırımcıların da dikkatini çekmektedir. Raworth (2012) tarafından yapılan bir çalışmaya göre ise; sürdürülebilirliğin toplumun konuya olan farkındalığı, anlayışı ve ekolojik sisteme saygısı ile ilişkisinin olduğunu belirtilmiştir.

Sürdürülebilir bina tanımı, yerküre ve çevre üzerinde kesin ve somut olarak hiçbir olumsuz etkisi olmayan binalar için kullanılmalıdır. Bu nedenle çevreye ve kullanıcılarına, bugünün binalarından "daha az" zarar vermesi amaçlanan binalar henüz sürdürülebilir binalar olarak tanımlanamaz, ancak en genel anlamı ile referans verebilir. Bugün çevreye ve kullanıcılarına daha az zarar verme hedefiyle gerçekleştirilmiş pek çok başarılı örnek olduğu kadar çevresel önem taşıyan kriterleri destekleyici ölçüt ve ölçümlere dahi sahip olmayan, sadece adı yeşil olan pek çok bina örneği de vardır. Zira yeşil etiketi, bugün pek çok üründe olduğu gibi, inşaat sektöründe de sadece reklama yönelik olarak kullanılabilmektedir. Sadece çevre üzerinde kesin ve somut olarak hiçbir olumsuz etkisi olmayan binaların sürdürülebilir binalar olarak kabul edilmesi gerektiği düşünülürse, evrimleşme sürecini yaşamakta olan çeşitli yaklaşımların sürdürülebilir bir gelecek adına önem taşımakla beraber, sadece adım adım ilerlemekte olan bir sürece işaret etmekte olduğu unutulmamalıdır (Utkutuğ 2011).

Sürdürülebilirlik kavramının inşaat alanındaki uygulamaları, yeni arayışlar ve yöntemler geliştirilmesine neden olmuştur. Mao vd. (2016) çalışmalarında, prefabrikasyon ve saha dışı inşaat yöntemlerinin (Off-Site Construction) konvansiyonel inşaat yöntemlerine göre sürdürülebilirlik konusunda verimliliği arttıracağını ileri sürmüşlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, Çin'deki geleneksel inşaat yöntemlerine karşı OSC'nin daha verimli olduğunu gösterebilmek adına çeşitli vakaları incelemişlerdir. Bu analiz ve araştırmalar sonucunda OSC yönteminin maliyet olarak değerinin konvansiyonel inşaat yöntemlerine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Temel harcamalar, prefabrik parça imalatları, nakliye ve tasarım danışmanlıkları gibi kalemlerin maliyeti arttırdığı yönünde kanaat oluşturulmuştur. Ayrıca ülke genelinde bu tarz inşa yöntemlerine olan talep azlığının da negatif bir unsur olduğu belirtilmiştir. Bu negatifliklere karşın prefabrikasyon üretimde işçi sayısının düşmesi ve teslimatların zamanında yapılmasının maliyet tasarrufu sağlaması pozitif bir sonuç olarak da gözlemlenmiştir.

Sürdürülebilirlik kavramı ile birlikte yapı sektöründe yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. Yeşil binalar, sıfır enerjili binalar ve yüksek performanslı binalar yeni nesil inşaat faaliyetlerinde sürdürülebilirlik adına sıkça geçen kavramlar olmaya başlamışlardır. Gangolells vd. (2016)'e göre 2050 yılında inşa edilmiş olan birçok ev düşük enerji performanslı evler olarak tasarlanmış olacaktır.

Sürdürülebilir binalar farklı insanlara farklı kavramlar anlamına gelse de, genel olarak, sürdürülebilir binaların enerji, su, malzeme ve arazi kullanımını tipik yapılara göre daha verimli kullandığı bilinmektedir. Aynı zamanda doğal aydınlatma ve geliştirilmiş iç mekan hava kalitesi kullanılarak daha sağlıklı ve daha üretken, öğrenen ve yaşayan binalar tasarlanmış ve işletilmiştir. Mali açıdan bakıldığında ise sürdürülebilir binalar işletme ve bakım maliyetlerini düşürerek vergi mükelleflerinin kara geçmelerini sağlamaktadır (Syphers vd. 2003).

Sürdürülebilir kentsel dönüşüm, şehirleri sürdürülebilirlik için bir olasılık kaynağı olarak anlamayı, çeşitli paydaşlar arasında iş birliği sağlanmasının teşvik edilmesini, farklı bakış açıları ile bilgi ve uzmanlık tabanlarının entegre edilmesini ve farklı çözüm ve yaklaşımların deneyimlenerek harekete geçirilmesini kapsamaktadır (McCormick vd. 2013).

Hoşkara ve Sey (2008) çalışmalarında, sürdürülebilir yapımın ülkesel ve küresel boyutlarda sürdürülebilir kalkınma ile ilişkisini incelemişlerdir. İnsanoğlunun varlığını devam ettirebilmesi adına doğa ile uygum içinde, güvenli ve sağlıklı bir yaşam sürmesi gerektiğinden ve sürdürülebilirlik adına ülkelerin çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara bütünsel çözümler aradığından bahsetmişlerdir. İnşaat sektörü de çevresel ve ekonomik açıdan bakıldığında sürdürülebilirliğin sağlanması adına büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle inşaat sektörünün mevcut kapasitesinden faydalanabilmek adına her ülkenin kendine özgü sürdürülebilirlik planlamaları ve stratejileri geliştirmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

2.2.1. Sürdürülebilir binalarda enerji tasarrufu

İnşaat sektörünün dünya genelinde ekonomideki payı %15 düzeyindeki iken Türkiye'de ise bu oran yaklaşık %9 olarak belirlenmiştir (Anonim 10). 2025 yılına kadar inşaat sektörünün gelişmiş ülkelerde ekonomideki payının %10 ve gelişmekte olan ülkelerde ise %17 civarında olması beklenmektedir (Anonim 10). Bu bilgiler ışığında dünya genelinde hedeflenen sürdürülebilirlik hedefleri altında inşaat sektörünün önemli bir rolü olduğu açıkça görülmektedir.

Binalarda sürdürülebilirliği sağlamanın en temel şartı enerji tasarrufunun sağlanmasıdır. Enerji tüketiminde tasarruf sağlamayan bir binanın sürdürülebilir olmasından bahsetmek doğru olmayacaktır. Bu nedenle literatürde sürdürülebilir binalarda gerçekleştirilen enerji verimliliği uygulamaları oldukça önem taşımaktadır. Onaygil ve Güler (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada, İstanbul'da bir ofis için yıllık enerji tüketim değerlerini ölçmüşlerdir. Bu ölçümlerde kontrollü bir aydınlatma sistemi kullanarak gün ışığının 500 lux değerini aştığı anlarda sistemin kendini otomatik olarak kapatmasının enerji tasarrufuna ne ölçüde etki edeceğini araştırmışlardır. Araştırmada ayrıca, İstanbul'un bulunduğu koordinatlar doğrultusunda yıllık maruz kaldığı güneş miktarının ve hava durumunun da enerji tasarrufuna ne ölçüde etki edeceği gözlenmiştir. En fazla tasarrufu Haziran ve Temmuz aylarında, en düşük miktarı ise Aralık ayında elde etmişlerdir. Toplam binanın otomatik ışıklandırma sistemi ile enerji tasarrufu %30 olarak ölçülmüştür.

Moschetti vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, binaların sürdürülebilirliklerinin değerlendirilmesinde yöntem olarak yaşam döngüsü analizi ve sertifika sistemlerinin belirlemiş olduğu kriterlerin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada, İtalya'da bulunan dört bina modeli ele alınarak sürdürülebilirlik için toplam enerji, çevresel etkiler ve global maliyetler gibi alanlarda paramtereler oluşturabilmek adına incelenmiştir. Çalışmada seçilen binalar üç farklı iklimsel bölgeden seçilmiştir. Yapımı 2005 yılı sonrası gerçekleşen ve benzer dış kabuk yapısına sahip bu dört binanın enerji değerlendirmeleri için EnergyPlus yazılımı dinamik enerji simülasyonları geliştirilmiştir. Ardından yaşam döngüsü değerlendirmeleri SimaPro yazılımı ile elde edilmiştir. Enerji değerlendirmelerinde üç farlı iklim bölgesinden seçilen binalardan en

fazla enerji kullanımın sahip olacak binanın iklimsel olarak ısıtmaya en fazla ihtiyaç duyan bina olduğu görülmüştür. Buradan sonuçla enerji değerlendirmeleri yapılırken ısıtma ihtiyacının en önemli etken olduğu kanaatine varılmıştır.

Nazi vd. (2015) gerçekleştirdikleri araştırmada, Malezya'da bulunan orta büyüklükteki bir devlet ofis binasının, yıl içerisinde hem sıcak havaya hem de yüksek neme maruz kalmasından dolayı inceleyerek soğutma yüklerini azaltmayı hedefleyen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bina 47,708 m^2 olup kullanıcı sayısı 351'dir. Bina, 2 bodrum, 1 zemin ve 7 ofis katından oluşmaktadır. 2009-2012 yılları arasında binanın ortalama enerji kullanım indeksi 250kWsa/m^2/yıl olarak hesaplanmıştır. Soğutma yüklerini düşürmek adına sıcaklığın ayarlanabilir olması, ışıklandırma sistemlerinin modifikasyonu ve pencerelerde kullanılan cam tiplerinin sürdürülebilir bina standartlarına uygun bir şekilde değiştirilmesinin gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Yu ve Su (2015) çalışmalarında, günışığından faydalanmanın enerji tasarrufunu ne ölçüde etkileyeceğini inceleyen bir literatür taraması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın hedefinin yapay ışıklandırma ile gün ışığının entegre edilmesi ile enerji tüketiminin azaldığının ortaya koyulmasıdır. Son yıllarda gün ışığını kullanmanın faydaları, kullanıcı tabanlı ışık kontrol sistemlerinin enerji tasarrufunda sağladıkları verimlilikler, kullanıcıların ofislerinde gün ışığı kullanılmasının memnuniyet oranı ile ilişkilendirilmesi gibi alanlarda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ancak gün ışığından sağlanacak potansiyel enerji tasarruf miktarını elde etmek adına bir yöntem geliştiren çalışmalarının sayılarının az olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda ortalama gün ışığı aydınlatma şiddetinin, okullar, ofisler ve kütüphane tarzı hem bilgisayar hem de kağıt okuma tabanlı yerlerde 300 lux civarında olması gerektiğini göstermiştir. Kullanım kolaylığından ötürü gün ışığı hesaplamalarında genellikle gün ışığı faktörü (Daylight Factor-DF) kullanılmaktadır. Ortalama gün ışığı faktörü %2-%5 arasında değişmektedir. Ayrıca simülasyon programları sayesinde henüz tasarım aşamasındayken gün ışığının uygunluğunun analiz edilmesinin binanın minimum enerji tüketimi gerçekleştirmesinde büyük fayda sağlayacağı belirtilmiştir. Çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre; simülasyon ile gerçek ölçümler arasında %20'lik bir fark elde edilmiştir ve bu oran maksimum kabul edilebilir bir aralık olduğu belirtilmiştir. Potansiyel enerji tasarruf oranın hesaplanabilmesi adına; alan ölçümü, yazılım ile simülasyon ve ampirik formülasyon yöntemlerinden birinin kullanılarak gerekli hesaplamaların yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Tian vd. (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada, çok sıcak yaz iklimi ve çok soğuk geçen kış iklimine sahip bölgelerde yeşil çatıların enerji tasarrufuna ne ölçüde etki edeceğini araştırmışlardır. Çalışma için, binaların dış kabuk yapısının termal özellikleri ve iç ortamı termal koşulları göz önünde bulundurularak simülasyonlar ile farklı yeşil çatıların binanın enerji performansına etkileri incelenmiştir. Basit bir yeşil çatının termal özelliklerini belirleyerek çalışmada kullanmak için Soochow Üniversite'sindeki bir binanın iç termal sıcaklığı, çatı yüzeyinin iç sıcaklığı tipik yaz ve kış ayında 24 saat boyunca ölçülerek kaydedilmiştir. Aynı zamanda bina çatısının termal direnç değeri ve ısı transfer katsayısı (U değeri) eş zamanlı olarak kış ve yaz aylarında kaydedilmiştir. Elde edilen bu değerler EnergyPlus yazılımı ile farklı yeşil çatı konfigürasyonları için simülasyon üzerinden analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları yeşil çatıların ısıtma ve soğutma yüklerini %9-10 arasında düşürdüğünü göstermiştir.

Aste vd. (2017), sürdürülebilir bina tasarımındaki parametreler üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sürdürülebilir bina tasarımının çevresel, ekonomik ve sosyal ölçütler ile değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Özellikle bir binanın sürdürülebilir olmasının enerji tüketiminde sağlanacak düşüşler ile gerçekleşeceğini vurgulamışlardır. Alan çalışması Nairobi'de bir dört katlı bina üzerinden gerçekleştirilmiştir. Nairobi'nin iklimsel verileri elde edildikten sonra enerji analizleri gerçekleştirilmiştir. Enerji analizlerinde 8 farklı bina kabuk yapısına göre malzemeler ile kombinasyonlar gerçekleştirilerek EnergyPlus yazılımı ile veriler elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada tropik iklimlere sahip bölgelerde gölgelendirme sistemlerinin kullanılmasının işletme maliyetlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Gürgün (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, sürdürülebilirliğin sağlanması adına inşaat faaliyetlerinden kaynaklı çevreye verilebilecek olumsuz etkilerin en aza indirgenmesinin büyük önem arz ettiğinden bahsedilmiştir. İnşaat faaliyetlerinin sürdürülebilir uygulamalar ile gerçekleştirilmesinin, bahsi geçen olumsuzlukları azaltacağı belirtilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, sürdürülebilirliğin sağlanması adına kullanılan yeşil bina sertifika sistemlerinden LEED NC 2009 ile sertifikalandırılmış 78 adet proje "Enerji ve Atmosfer" kredi kategorisinde incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda yeşil bina hedefi olan projelerin enerji verimliliğini sağlamak için kullanmaları gerekli olan malzemelerin ilk yatırım maliyetleri, işçilik ve yasal altyapı gibi faktörler etkilediği gözlemlenmiştir. Özellikle kullanılan malzemelerin yurt dışından ithal edilmesinin gümrük ve lojistik kaynaklı ek maliyetler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda 78 adet projeden 64 tanesinin "Enerji ve Atmosfer" kredi başlığı altında alt kredi olan "İleri Seviyede Soğutucu Akışkan Yönetimi" kredisinden tam puan aldığı görülmüştür. Bu yüksek oranın elde edilmesinde Çevre Bakanlığı'nın hazırladığı Ozon Tabakasını İncelten Malzemelerin Kullanımının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik büyük bir öneme sahip olmuştur. Projenin tasarım aşamasında hangi sistemlerin kullanılacağına karar verilmesinin projenin başarıya ulaşmasında büyük önem taşıdığı görülmüştür.

Dabaieh ve Johansson (2018), Mısır'da inşaat sektöründe mevcut şekilde kullanılan enerji destek sistemlerinin sürdürülebilir olmadığından bahsetmişlerdir. Çalışmada, yenilenebilir enerji kavramının bir gelecek enerji kaynağı olarak görülmesinin son zamanlarda dikkate değer bir ivme kazandığı belirtilmiştir. Özellikle Mısır'da son 5 yılda fotovoltaik panellerin giderek önem kazandığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, elektrik üretim sistemlerini desteklemek adına, pasif tasarım uygulamaları, düşük karbon ve inşaat stratejilerinin fotovoltaik paneller ile birlikte kullanımının potansiyelinin değerlendirilmesi için bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemi geliştirmek için Baharia, Mısır'da bulunan bir binanın bir yıllık yapı performansı ve kullanım sonrası değerlendirilmesi, binanın enerji kullanımı kayıtları, kullanıcı profilleri ve iç ortam termal davranışının gözlem sonuçları bina kullanıcılarının memnuniyetleri de göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, şebeke dışı düşük karbon kullanım performansı ve fotovoltaik panel kullanımının binaların enerji ihtiyacına olan katkısını incelemek için uygulanabilir bir yöntem geliştirilmiştir.

Zhang vd. (2018) çalışmalarında "Daha Akıllı ve Sağlıklı Sürdürülebilir Şehirlere Yönelik Sürdürülebilir Kentsel Dönüşümler: Teoriler, Gündemler ve Yollar" hakkında incelemelerde bulunmuşlardır.

2.2.2. Sürdürülebilir binalarda yapı maliyet ilişkisi

Sürdürülebilir, kelime anlamı olarak; çevresel etkileri sıfırlanmış, sağlıklı ve ekonomik demektir. İnşaat sektörünün de konuya olan ilgisi ve ihtiyacı doğrultusunda sürdürülebilir bina tasarımları günümüzde sektörün olmazsa olmazları arasına girmiştir.

Kamu ve özel sektörde yer alan yatırımcılar özellikle inşaat sektöründe harcanacak maliyetleri daha akıllıca gerçekleştirmek ve bunu yaparken de kendilerini güvenli tarafta tutmak istemektedirler. Bunun anlamı da sadece başlangıç yatırımlarını gerçekleştirirken maliyetlerin analiz edilmesi değil uzun vadedeki yatırımsal geri dönüşlerinin iş planının en başında değerlendirilmesi gerektiğidir.

Yapım maliyetleri sadece malzemeden kaynaklı maliyetlerden oluşmamaktadır. Projenin tasarım maliyetleri, arsa-ruhsat bedelleri, zaman aşımından kaynaklı maliyetler projelerin bütçelerinin temelini oluşturmaktadır. Kazaz vd. (2011) gerçekleştirdikleri çalışmada, projelerin geç tamamlanmasının sonucunda yapıdan sağlanacak gelirin de gecikecek olmasından kaynaklı olarak bütçe aşımları yaşanacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde projenin erken tamamlanmasının da daha fazla iş gücü kullanılması gerektirdiği için maliyet artışına neden olacağını belirtmiştir. Görülebileceği üzere proje bütçeleri planlanırken sadece yapım maliyetleri değil, projenin erken veya geç tamamlanma olasılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Olabilecek bu beklenmeyen maliyet artışlarını azaltabilmek adına, sürdürülebilir binaların tasarımı aşamasında gerçekleştirilirken maliyet tasarrufunun sağlanması çok önemlidir. Yatırımcıların sürdürülebilir binaları tercih etmeleri için bina yapım maliyetlerinin özellikle ekonomik açıdan makul seviyelerde olması beklenmektedir.

Alshamrani (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, maliyet analizi yapabilmek için pratikte mevcut olan; muhtemel maliyet tahmini, regresyon analizi, sinir ağları (NN), bulanık mantık (FL), genetik algoritma gibi yöntemlerin günümüzde halen kullanılmakta olduğundan bahsedilmiştir.

Maliyet analizi çalışmaları için Krasny vd (2017)'nin bio tabanlı evlerin beton evlere göre çevresel etkileri ve maliyetlerinin detaylı analizlerinin gerçekleştirildiği çalışması incelenmiştir. Bu çalışmada, Balkan bölgelerinde konut yapıları incelemiş ve evlerin klasik tarzda inşa edildikleri belirtilmiştir. Tuğla duvarlar, ahşap çatı düzeneği üzerine metal kaplama veya kiremit çatılar klasik olarak inşa edilen bu yapıların belirleyici malzemeleridir. Eğer yatırımcı, müteahhit binada enerji verimliliği oluşturmak istiyorsa genel olarak daha kalın bir izolasyon yöntemi tercih ederek (cephe ve tavanlarda köpük uygulamaları gibi) ve daha düşük U değerine sahip pencere imalatlarıyla enerji konusundaki sorunu çözmeye çalışmaktadırlar. Bölge genel olarak incelendiğinde Avrupa Birliği (AB) standartlarına sahip sürdürülebilir yapılar çok nadir görülmektedir (Klaric 2015).

Krasny vd. (2017) gerçekleştirdikleri çalışmalarında saman balyalarından inşa edilen evlerin çevreye karşı daha duyarlı olduğunu ve bununla birlikte daha ekonomik olduğunu kanıtlayarak saman balyalarının inşaat malzemesi olarak kabul görmesini ve kullanılmasını amaçlamışlardır. Bu hedeflerini de kanıtlamak için Balkan bölgelerini temsilen Bosna-Hersek'te bulunduğu varsayılan iki farklı tipteki evin enerji analizleri ve yapım maliyetlerinin karşılaştırılmasını BIM (Building Information Management) ve

Baubook yazılımlarının da yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Tip 1 olarak verilen ev bio tabanlı bir evdir. Tip 2 ev ise benzer geometrili beton bir evdir. Analizler sırasında Tip 1 olarak sunulan evin pasif ev standartlarına uygun olduğu, Tip 2 evin ise pasif ev standartlarına uygun olmadığı keşfedilmiştir. BIM analizlerinin sonucu olarak Tip 1 evin enerji kullanım oranı Tip 2 evin enerji kullanım oranına göre yarı yarıyadır. Tip 2 evi ısıtmak için harcanacak enerji miktarı Tip 1 eve göre daha fazladır. Tip 1 evin küresel ısınma potansiyeli negatiftir; biyolojik esaslı malzemeler ömrü boyunca CO_2 emer. Tip 2 için küresel ısınma potansiyeli 435,02 kg CO_2/m^2 dir. Öte yandan Tip 1 ve Tip 2 evlerinin inşaat maliyetleri kıyaslandığında Tip 1 olarak belirtilen evin (saman balyalarından) yapım maliyeti daha düşüktür. Analizler sonucu enerji kullanım yoğunluğu beton binada 4423 MJ/m²/yr, aynı enerji kullanım yoğunluğu bio tabanlı binada ise 2830 MJ/m²/yr. Gelecek 30 yıl içerisindeki yaşam döngüsü enerji maliyeti beton binada $15,409, bio tabanlı binada ise $10,021 olarak hesaplanmıştır. Betonarme binada en yüksek ısıtma yükü -8500 MJ iken bio tabanlı evde -3500 MJ dir. Biyolojik tabanlı evde ise kullanılan daha büyük camların ısıtmada enerji tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir. Betonarme binanın toplam yapım maliyeti 53.368 Euro'dur. Biyolojik tabanlı evin toplam yapım maliyeti ise 47.918 Euro olarak elde edilmiştir. Biyo tabanlı evin sadece bakım masraflarının daha ucuz olduğu değil aynı zamanda yapım maliyetlerinin de betonarme yapılara göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Alshamrani (2017), Kuzey Amerika'daki konvansiyonel ve sürdürülebilir binaların başlangıç maliyetleri için çoklu regresyon modeli geliştirmiştir. Bina kat, yükseklik ve metrekare gibi özelliklere değişik değerler vererek çeşitli senaryolar geliştirmiştir. Regresyon modelinin geliştirilmesinde Minitab istatistiksel yazılım programı kullanılmıştır. Bu modelin %94,3'lük bir doğruluk oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Sürdürülebilir binalarda sadece konut inşasından kaynaklanan maliyetler değil, aynı zamanda enerji tüketiminde maliyet olarak sağlanacak tasarruflar da çok önemlidir. Enerji maliyetlerinin düşük olması, özellikle uzun vadede yatırımcıların dikkatlerini çekecek konuların başında gelmektedir. Raut ve Gomez (2018) çalışmalarında, Malezya'daki düşük maliyetli ev tasarımlarında, bina duvar sistemlerinde sürdürülebilirlik ve termal performansa önem verilerek yapılan inşaatları incelemişlerdir. Özellikle bina kabuk sisteminin küresel ısınmanın etkileri de göz önünde bulundurularak doğru seçilmesinin önemi vurgulanmıştır. Çalışma için fiber güçlendirilmiş sıva ve termal olarak geliştirilmiş sürdürülebilir hibrid tuğlalar geliştirilmiştir. Bu malzemelerin su geçirgenlikleri, ısı geçirgenlikleri, yük taşıma kapasiteleri incelenmiştir. Sonuç olarak; yapıda sürdürülebilir termal hibrid tuğlaların kullanılması konvansiyonel binalara göre enerji tüketiminde %10,6'lık bir azalma ve binanın enerji maliyetlerinde ise %10,2'lik bir düşüş sağladığı görülmüştür.

Coimbra ve Almeida (2013), Porto'da kooperatif bina tiplerinden seçtikleri 65 projeyi elektrik ve doğal gaz tüketim değerleri açısından inceleyerek elde ettikleri verileri geleneksel evlerin verileri ile karşılaştırmışlardır. Projelerden 29 tanesi sürdürülebilir bina 36 tanesi ise konvansiyonel bina olarak tercih edilip gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Kışın ısıtma için gerekli olan enerji ihtiyacı, yazın soğutma için gerekli olan enerji ihtiyacı ve bina kullanıcıların sıcak su kullanmasına yönelik olan enerji ihtiyaçları sürdürülebilir ve konvansiyonel binalarda aylık olarak gözlemlenmiş ve sürdürülebilir binalardaki enerji ihtiyaçlarının daha az olduğu görülmüştür.

Sürdürülebilir binalarda geleneksel binalara göre enerji harcamaları açısından metre kare başına €13,90 daha az harcama yapıldığı görülmüştür. Sürdürülebilir bina inşa etmenin metre kare fiyatı ise €31,78 olarak hesaplanmıştır. Geri ödeme süresi ise €31,78/€13,90=2,3 yıl olarak bulunmuştur. Projeye solar panellerin ve su ısıtıcıların yerleştirilmesinin maliyetinin sağladığı tasarruf oranı dikkate alındığında kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Oyebanji vd. (2017)'e göre sürdürülebilir sosyal evler inşa etmek için 8 ekonomik faktör öne sürmüşlerdir. Bunlar; (1) sürdürülebilir sosyal bir ev alabilmek için kredi faiz oranları, kiralama ve ön ödeme maliyetlerinin düşürülmesi, (2) konut ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için yeterli ekonomik büyümeyi onaylayan devlet yönetiminin sağlanması, (3) devletin herkes için yeterli ekonomik kaynak sağlaması, (4) gelecekteki işletme-bakım maliyetlerini en aza indirgeyen ekonomik tasarımlar ve kaynakların verimli bir şekilde kullanımı, (5) sürdürülebilir sosyal bir evin inşa edilmesine olanak sağlanması, (6) çevreyi korumak, su tüketimini azaltmak ve atıkları azaltmak için uygun teknolojinin kullanılmasının sağlanması, (7) tüm inşaat süresince etkin bir yönetim sağlama ve yaşam boyu maliyetlerini en aza indirgeyerek yatırımcılara menfaat sağlanması, (8) etkin politik ve yasal düzenlemelerin oluşturulmasıdır.

2.3. Yeşil Binalar

Dünya genelinde enerji kaynaklarının etkin kullanılması, su kaynaklarını verimli kullanma ve sürdürülebilirlik kavramını hayata geçirerek çevreye verilen zararların minimuma indirgenmesini amaçlayan çalışmalar giderek büyük bir önem kazanmıştır. Türkiye'de de inşaat sektörünün son on yılda bu konulara önem vermesi ile beraber "Yeşil Bina" kavramı hayatımıza girmiştir. Yeşil Binalar ile hedeflenen; ekonomik, dayanıklı, sağlıklı ortamların oluşturulması ve kaynak kullanımının etkin bir şekilde sağlanmasıdır.

Yeşil bina tasarım ve inşaatlarında geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı, daha az su tüketiminin sağlanması, daha düşük enerji tüketimi ve verimli kaynak tekniklerinin kullanılması ile çevreye verilen olumsuz etkiler minimize edilmiş olmaktadır. Yeşil binaların gereklilikleri olarak ise;

- Enerji ve kaynak tasarrufunun sağlanması,
- Binanın bulunduğu çevredeki ekosistemin korunması,
- Öncelikli olarak mevcut binaların yenilenerek tekrar kullanılmasının sağlanması ve gerekmedikçe sıfırdan bina inşaatlarına başlanılmaması,
- Yaşam alanlarına en uygun şekilde toplu taşımayı mümkün kılarak, bireysel ulaşım araçlarının kullanımının azaltılması,
- Bina inşaatlarında geri dönüşümü daha kolay malzemeler ve yerel pazarda kolaylıkla bulunabilecek malzemeler kullanılması,

- Bina ve çevre tasarımında suyu israf etmeyecek, su tüketimini azaltacak uygulamalardan yararlanılması; örneğin, çevre düzenlemelerinde daha az bakım, daha az su gerektiren bitki dokusu tercihi, su ekonomisi yapan sıhhi tesisat malzemesi kullanılması, yağmur sularının, duş, çamaşır makinesi ve lavabolarda kullanılmış atık suların (gri su) depolanması ve arıtılarak bahçe sulamasında veya tuvalet temizliğinde kullanılması,

- Binalarda doğal aydınlatma ve doğal havalandırmaya önem verilmesi,

- Isıtma ve soğutma sistemlerinde verimi yüksek ancak çevreye verdiği zararı minimum olan malzemeler ve yöntemler kullanılması olarak belirtilebilir.

Literatürde gerçekleştirilen bazı çalışmalar incelendiğinde, yeşil bina maliyetlerinin konvansiyonel bina maliyetleri ile kıyaslamasına bakıldığında kayda değer bir maliyet artışı yaşanmadığı gözlemlenmiştir. Kaplow (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada "Yeşil Bina Maliyetlerinin Konvansiyonel Binalara Göre Daha Az Olması" konusunda incelemelerde bulunmuştur. Bu incelemelere göre; yeşil bina maliyetlerinin sanılanın aksine konvansiyonel binalara göre %33 oranında bir tasarruf sağlamış olduğu belirtilmiştir.

Yıldırım (2014) gerçekleştirdiği yüksek lisans çalışmasında, mevcut yeşil bina teşvik modellerinin Türkiye emlak piyasasında uygulanabilirliğini araştırmıştır. Tez çalışmasında dünyadaki yeşil bina teşvik modellerini incelemiş ve Türkiye'de yerel yönetimlerce uygulanabilirliğini sunmak adına Kartal, Zeytinburnu, Kadıköy, Beyoğlu ve Manisa Belediyeleri ile görüşmeler gerçekleştirerek potansiyel uygulama riskleri hakkında görüş ve öneriler elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; gelişmiş ülkelerde kullanılan mevcut teşvik modellerinin büyük oranda Türkiye için uygun olduğu görülmüştür. Mevcut yönetimsel ve yasal yapıda vergi kredileri ve pazarlama alanında elde edilen %100'lük bir pozitif geri bildirimin bu konuların en uygun alanlar olarak seçilebileceğini göstermiştir.

2.3.1. Yeşil bina derecelendirme sistemleri

Dünya genelinde binalarda kullanılan enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasını ve bunun yanında da binaların kendi enerjilerini üretebilmesini hedefleyen çeşitli sertifikasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerin amacı; yapı sektörüne belirli standartlar getirmektir. Bu durumun bir sonucu olarak da dünya genelinde çeşitli sertifikasyon sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin kullandığı LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)-EÇTDL (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik), İngiltere'nin kullandığı BREAM (Bre Environmental Assessment Method) ve Avustralya'nın kullandığı Green Star sertifikasyon sistemleri en yaygın kullanılan sertifika türleridir. Türkiye'de kullanım ve yaygınlık açısından ise LEED sertifikasyon sistemi ilk sırada yer almaktadır. LEED 1998 ve BREAM ise; 1990 yıllarından itibaren dünya genelinde kullanılan en yaygın yeşil bina değerlendirme sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Sürdürülebilirlik kavramının yaygınlaşması ile beraber inşaat sektörü için yeni bir alan oluşmuştur. Yeni nesil binalar olarak da adlandırabileceğimiz yeşil binalar, sıfır enerjili binalar ve yüksek performanslı binalar sürdürülebilirlilik çerçevesinde sektörde

yerini almaya başlamıştır. Özellikle yeşil binalar, sürdürülebilirlik faaliyetlerinde tercih sıralamasında üst seviyelerde yer almaktadır. Yeşil binaların belirli standartlar doğrultusunda sertifikalandırılması sektör için önemli bir hale gelmiştir. Bu anlamda ülkeler kendi standartlarını oluşturarak çeşitli sertifika sistemleri geliştirmiştir. Ülkemiz için ise 2018 yılında ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) tarafından geliştirilen ÇEDBİK Konut isimli bir sertifika sistemi mevcuttur. Ancak ülkemizde en yaygın kullanılan sertifika sistemleri Amerika menşeili LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)-EÇTDL(Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) ve İngiltere kaynaklı BREEAM (Bre Environmental Assessment Method) olarak yer almaktadır. Binaların bu sertifikalardan birine sahip olması hem binanın çevreye verdiği zararların minimize edildiğini göstererek yapıların pazardaki değerini arttırmaktadır.

LEED (Leadership in Energy and Evironmental Design)-EÇDTL (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik) dünya genelinde yeşil bina değerlendirme sistemlerinde en yaygın kullanılan sistemdir (Anonymous 1). Bina değerlendirme yöntemleri incelenirken; yaşam döngüsü değerlendirmesi, yaşam döngüsü maliyet analizi, enerji sistemleri tasarımı, performans değerlendirmesi, üretkenlik analizi, iç ortam hava kalitesi değerlendirmeleri, işletme ve bakım optimizasyonu gibi yöntemler kullanılan araçlardan bazılarıdır (Fowler ve Rauch 2006). Çizelge 2.2'de dünya genelinde kullanılan sertifikasyon sistemleri görülmektedir.

Çizelge 2.2. Dünya genelinde kullanılan yeşil bina derecelendirme sistemleri

Ülke	**Değerlendirme Sistemi**
Almanya	DGNB, CEPHEUS
Amerika Birleşik Devletleri	LEED, Living Building Challenge, Green Globes Build It Green, NAHB NGBS, IGCC
Avustralya	Nabers, Green Star
Birleşik Arap Emirlikleri	Estidama
Birleşik Krallık	BREEAM
Brezilya	AQUA, LEED Brasil
Çin Halk Cumhuriyeti	GBAS
Filipinler	BERDE
Fransa	HQE

Çizelge 2.2. devamı

Güney Afrika	Green Star SA
Hindistan	GRIHA
Hollanda	BREEAM Netherlands
Hong Kong	HKBEAM
İspanya	VERDE
İsviçre	Minergie
İtalya	Protocollo Itaca
Japonya	CASBEE
Kanada	LEED Canada, Green Globes
Malezya	GBI Malaysia
Meksika	LEED Mexico
Pakistan	LAPGSA
Portekiz	Lider A
Singapur	Green Mark
Yeni Zelenda	Green Star NZ

Awadh (2017) gerçekleştirmiş olduğu çalışmada, yapı sektöründe, yeşil bina derecelendirme sistemlerinin, sürdürülebilirliğin devamlılığının başarılı bir şekilde sağlanması için bir temel niteliğinde olduğunu belirtmiştir. Çalışmada yeşil bina derecelendirme sistemlerinin çevre odaklı araçlar olduğundan ve sürdürülebilirlik değerlendirme sistemleri ile karşılaştırılmaması gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu çalışmada iki adet uluslararası sertifika sistemi olan LEED ve BREAM ve iki adet de körfez bölgesinde geliştirilmiş sertifika sistemleri olan Estidama ve GSAS ile derecelendirilmiş projeler incelenmiştir. Bu dört sistem sürdürülebilirliğin temel şartları olan çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan incelenerek analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda dört sistemin de çevresel konulara daha fazla önem verdiği, sosyal konulara ise daha az önem verdikleri görülmüştür. Çalışma sonucunda sunulan analizler doğrultusunda, her bir projenin kendine ait sürdürülebilirlik hedefleri geliştirmesinin önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca yeşil binaların çevrelerindeki sürdürülebilir büyümeyi destekledikleri ancak; sosyal ve ekonomik açıdan aynı bakış açısına sahip olmadıkları belirtilmiştir.

Binalar "yeşil bina" olarak adlandırılmaya başlandığında mali kaygılar hemen devreye girmektedir. Yeşil bina yapımında kullanılacak malzemeler ve tasarım hedefleri diğer binalar ile kıyaslandığında ortaya büyük yatırım maliyetlerinin çıkacağı düşünülmektedir. Olumsuz bir şekilde oluşan bu algıların yıkılması ancak binaların pazardaki değerlerinin yeşil bina tanımı ile artması ve uzun vadede sağlanacak enerji tasarrufunun somut olarak elde edilmesi ile gerçekleşecektir. İlk yatırım maliyetlerinin binadan alınan verim ile karşılaştırılması durumunda ise; bu maliyetlerin elde edilecek kazançlar karşısında önemsenmeyecek büyüklükte olduğu düşünülmektedir.

Binalarını LEED ve BREEAM gibi sertifikalara uygun bir şekilde tasarlayıp inşa etmeyi planlayan firmaların maliyet konusunu ele aldığında, projenin toplam maliyetine etki edecek birçok faktörü projenin ilk aşamalarından itibaren göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Sertifikalı binalarda, maliyet açısından ele alınması gereken ilk kısım kayıt evrakları ve danışmanlık ücretleridir. Proje ekiplerinde zorunlu olarak bulundurulması istenen Enerji Modellemesi Uzmanı, İşletmeye Alma Mühendisi, uluslararası sertifikalı Akustik Uzmanları, Ekoloji Uzmanı gibi kişilerle çalışmanın ekstra bir maliyet getireceği göz önünde bulundurulmalıdır. İkincil olarak incelenmesi gereken maliyet artış konusu ise binanın tasarımından itibaren şekillenmeye başlayan yeşil bina standartlarına uygun olarak seçilen güneş panelleri, izolasyon malzemeleri, yeşil çatılar, yağmur suları ve atık suların dönüştürülmesi için gereken sistemlerin projeye getireceği maliyet artışlarıdır. Ancak daha önce de belirtildiği gibi maliyet artışı olarak görünen bu kavramların binaların kullanım ömürleri içerisinde işletme masraflarını düşürdüğü ve yatırım maliyetlerini karşıladığı dikkate alınmalıdır.

Sümer (2013) tarafından yapılan çalışmada, 5 ayrı inşaat projesini ele almış ve projelerin tasarım sürecinden, yapım ve işletmeye alınmalarına kadar olan aşamalarını proje yönetim süreçleri açısından incelenerek, maliyet artışlarından bahsedilmiştir. Yapılan bu çalışma bünyesinde, araştırma kapsamına dahil edilen projeler ve bu projelerdeki maliyet değerlendirmeleri şu şekilde verilmiştir:

- Proje 1: Aydınlatma sistemlerini LEED gereksinimleri uygun hale getirmek için gerçekleştirilen harcamalar aydınlatma maliyetini yaklaşık %10 kadar arttırmıştır. Ancak işletme aşamasında aydınlatma enerjisi tüketiminin %50 oranında azalacağı belirtilmiştir. Projenin LEED hedefinin olmasının standart projelere göre farklı bir maliyet oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

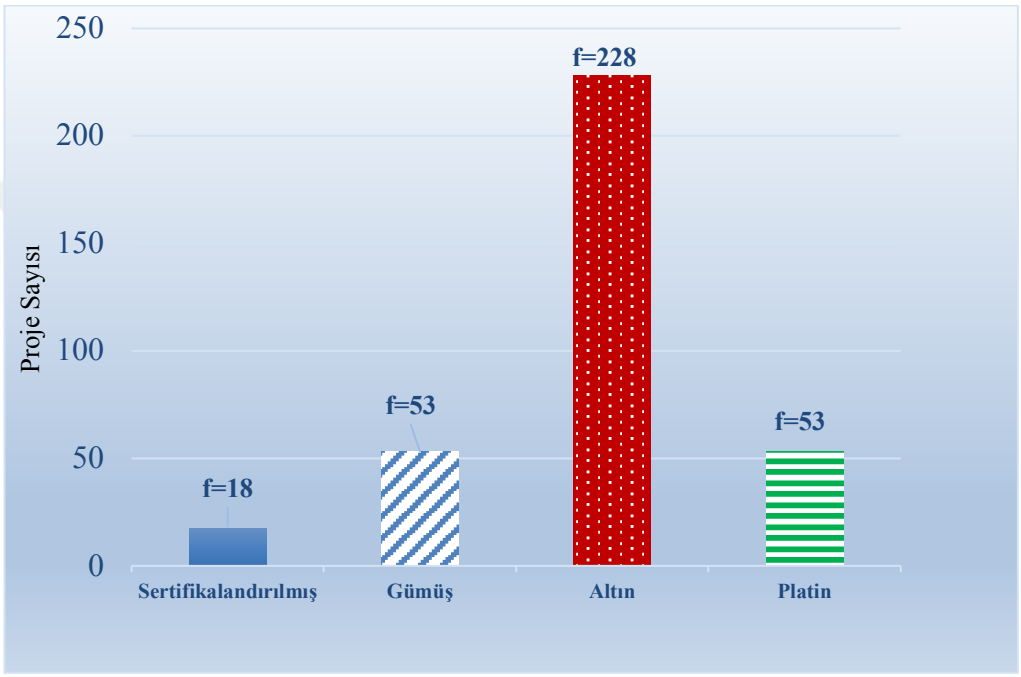
- Proje 2: Projenin yeşil bina odaklı olmasının sadece sertifika ücretleri gibi maliyetlerin eklenmesine sebep olduğu belirtilmiştir.

- Torium AVM: Türkiye'nin LEED Gold sertifikası alan ilk AVM projesi olan bu yapıda maliyet artışı yok denecek kadar az olmuştur.

- Türkiye Müteahhitler Birliği Genel Merkez Binası: Türkiye'de ilk defa "yer altı labirent" sistemini kullanarak ihtiyaç duyulan enerjiyi sıfıra indirgeyerek pasif iklimlendirme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu projede maliyet artışı LEED hedefinden kaynaklanmamış olup "yer altı labirent" sistemi gibi farklı tasarım ve malzemelerin kullanımının maliyet artışlarına neden olduğu görülmüştür.

- Piri Reis Üniversitesi: BREEAM hedefli bir projedir. Projedeki maliyet artışları BREEAM gerekliliklerinden kaynaklanarak %7'lik bir maliyet artışı oluşturmuştur.

Ülkemizde LEED ve BREEAM sertifikalı faaliyetlerin zaman içerisinde arttığı gözlenmektedir. USGBC (Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Bina Konseyi) kaynaklarına göre ülkemizde güncel olarak LEED sertifikalı 352 adet proje bulunmakta ve bunların 53'ü Platin, 228 adeti Altın, 53'ü Gümüş ve 18 tanesi Sertifikalandırılmış olarak kayıtlarda geçmektedir. Proje dağılım yüzdelerini gösteren grafik Şekil 2.15'te sunulmuştur.



Şekil 2.15. Türkiye'de 2018 yılına kadar alınan toplam LEED sertifikasının türlerine göre dağılımı

Kats (2003) "Yeşil Binaların Maliyetleri ve Finansal Faydaları" başlıklı bir rapor sunmuştur. Bu çalışmada California'da, LEED sertifikası almış olan binaların maliyetleri incelenerek ne ölçüde bir finansal fayda sağlanmış olduğu incelenmiştir. Diğer yandan Amerika'da büyük bir data setini kullanarak yürütülen bir çalışmanın sonucu olarak ise; LEED sertifikasyon maliyetinin toplam inşaat maliyetini %4-%11 oranında arttırdığı ileri sürülmüştür (Northbridge Environmental Management Consultants 2003).

Palaoğlu (2017) tarafından yapılan yüksek lisans çalışmasında, yeşil binaların proje maliyetlerine olan etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda LEED Gold ve Platinum sertifikasına sahip dört projeyi ele alarak yeşil bina maliyetlerini etkileyen etkenleri araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda yeşil bina proje maliyetlerini en fazla etkileyen aşamanın tasarım aşaması olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle maliyetlerin azaltılması için bir binanın yeşil bina olup olmayacağına tasarım aşamasında erken dönemde karar verilmesi gerektiğinin önemi vurgulanmıştır. Uğur ve Leblebici (2018) tarafından yapılan çalışmada ise; yapımı Türkiye'de gerçekleştirilmiş olan iki yeşil binanın

maliyet-fayda analizleri ve geri ödeme süreleri belirlenmiştir. Bu çalışmada, LEED sertifikasyon sistemine göre altın ve platin kategorilerdeki iki binanın yeşil bina olmasından kaynaklı gerçek giderleri incelenmiştir. Altın ve platin binalar için ek yapım maliyetleri sırasıyla; %7,43 ve %9,43 olarak bulunmuştur. Toplam inşaat maliyetindeki ruhsat maliyetlerinin payı ise %0,84 ve %9.43 olduğu belirtilmiştir. Yıllık enerji tüketim maliyetlerindeki azalma ise %31 ve %40 olarak gözlemlenmiş olup; ayrıca, ek yapım maliyetlerinin geri ödeme süreleri 0,41 ve 3,56 olarak hesaplanmıştır.

Northbridge Environmental Management Consultant (2003) yaptığı çalışmada yeşil binalar içerisinden deneysel ve projelendirilmiş çeşitli projeleri incelemiş ve LEED sertifika sistemlerinin proje maliyetlerini %4-%11 aralığında bir oran ile arttırdığını gözlemlemiştir. Gerçekleştirilecek bir inşaat projesinin "yeşil" olması için harcanacak maliyetlerin yarısından fazlasının alternatif sistemlere yatırım, uygulamalar ve malzemeler olduğunu belirtmişlerdir. Bunların dışında kalan maliyetlerin ise tasarım için ek maliyetler, uygunluğun belgelenmesi ve işletmeye alma işlemleri için uygunluğun onaylanması işlemlerinden ibaret olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca direkt yapım maliyetleri dışında kalan; tasarım maliyetleri, işletmeye alma, belgeleme ve enerji modellemesi olarak dört ayrı kategoride incelemişlerdir. Tasarım maliyetlerinin ayrı bir uzmanlık gerektirdiği ve gerekirse dışarıdan bir LEED danışmanın desteği ile binanın mimari tasarımlarının gerçekleştirilmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Tasarım maliyetlerinin toplam maliyeti %0,4-%0,6 oranında arttırdığını gözlemlemişlerdir. İşletmeye alma süreci ise LEED için bir önkoşul olduğundan ve inşaat maliyetlerinin %0,5-%3 aralığında bir oranla arttırabileceğinden bahsetmişlerdir. LEED gerekliliklerini karşılamak adına bir LEED danışmanı tarafından gerçekleştirilecek olan belgeleme işlemleri takip ve raporlama uygulamalarından oluşmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen araştırmada yapının büyüklüğünün belgeleme işlemlerini etkilemediği, işlemleri gerçekleştirecek ekibin deneyiminin ek maliyet oranını büyük ölçüde düşürdüğü gözlemlenmiştir. LEED sertifikalı projeler incelendiğinde belgeleme işlemlerinin toplam maliyet artışına etkisi ortalama olarak %0,7 olarak belirtilmiştir. Enerji modellemesinin toplam maliyet artışına etkisini ise 15 adet sertifikalandırılmış projeyi inceleyerek %0,1 olarak elde etmişlerdir. Bir inşaatı "yeşil" yapmanın maliyetinin ise genellikle LEED sertifika kriterlerine göre değişiklik gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Ulaşım ile ilgili ek altyapı maliyetleri, farklı ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri, çatıda kullanılacak bina örtüsü, ışıklandırma, su kullanımı ve şantiye alanındaki geri dönüşüm servislerinin "yeşil" maliyeti oluşturduğu gözlenmiştir.

Dwaikat ve Ali (2018) gerçekleştirdikleri çalışmada, yeşil binalarda enerji tüketim değerlerinin düşürülmesinin çevresel ve ekonomik faydaların sağlanması adına temel bir etken olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada yeşil bir binanın enerji tüketimi açısından gerçek ekonomik performansı incelenmiş olup, enerji fiyatlarındaki artışın binalarda enerji tüketiminin azaltılması ile birlikte oluşacak maliyet tasarruf miktarlarını ne ölçüde etkileyeceği hakkında farklı senaryolar geliştirilmiştir. Gerçek veri kayıtlarına göre yeşil binaların %71,1 oranında bir enerji tasarrufu sağladığı gözlemlenmiştir.

Günümüzde yeşil çatı sistemleri teknolojik bir malzeme olarak çevre problemlerine karşın enerji tüketimi ve kirliliği azaltmak ve buna ek olarak kentlerdeki yeşil alanların arttırılması adına dünya genelinde tercih edilmektedir (Clark vd. 2008).

Ayrıca Ulubeyli vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yeşil çatıların yaşam döngüsü maliyetleri incelenmiştir.

Yeşil çatı sistemleri günümüzde yeşil binalarda sıklıkla karşılaşılan sistemlerdir. Bunun nedeni yeşil çatıların pek çok yönden binanın çevresel etkisini azaltıcı özelliğinin bulunmasıdır. Bu özelliklerden aşağıda detaylı bir şekilde belirtilmiştir (Anonim 11):

a) İzolasyon ve Ağırlık

Yeşil çatılar kuru halde taş yününe eşdeğer ısı izolasyon değerleri sağlamaktadır. Yüksek izolasyon değerine sahip ısı radyasyonu yapmayan yapısı ile kentsel ısı adası etkisini azaltarak çatı yüzeyinin ısısını düşürerek, serin ortam yaratılmasını sağlamaktadır. Yeşil çatının ısı girişini %85, ısı kaybını %70 oranında azalttığı hesaplanmıştır. Böylelikle yeşil çatı, ısıtma ve soğutma giderlerini aşağıya çekerek, genel gider maliyetlerini düşürmektedir (Anonim 11).

b) Yağmur Suyunun Tutulması

Yeşil çatılar, yağmur suyunu kullanarak yeşil örtüye dönüştürdüğünden drenaj yoğunluğunu azaltmaktadır. Böylelikle de atık su şebeke yükü azalmaktadır. 20 ila 40 cm arasında yoğun olarak bitkilendirilmiş bir çatı 10-15 cm yüksekliğinde su tutma kapasitesine sahiptir. Bu da bir yerleşim yerine düşen yağmur suyunun %10 ila %15 arasındaki bir kısmının yeşil çatılar sayesinde tutulması manasına gelmektedir. Toprak kalınlığının artışına paralel olarak, yeşil çatının düşen yağmur suyunu tutma oranı da bu doğrultuda artmaktadır (Anonim 11).

c) Ses İzolasyonu Sağlanması

Yeşil çatılar, sesi emerek gürültüyü azaltmaktadır. Yeşil çatı, yüksek desibeldeki ses frekanslarını gürültü eşiğinin altına düşürerek sessiz mekanlar sağlamaktadırlar (Anonim 10).

d) Toprak Kazanımı

Yeşil çatılar, temelde kaybedilen yaşamsal toprağın geri kazanılmasını sağlamaktadır. Kent içinde yeşil alanlar yaratarak, yaşama renk katarak, binaların bünyesinde doğa ile teması sağlanarak güvenli ve sağlıklı ortamlar yaratmaktadırlar (Anonim 11).

e) Oksijen Üretimi ve Buhar Geçirimi

Yeşil çatılar, havanın kalitesini yükselterek, nefes almayı kolaylaştırmaktadır. 1 m^2 çim çatı, yaz aylarında dört kişinin oksijen ihtiyacını karşılamaktadır. Gece ve kış aylarının ortalamaya girmesi ile birlikte 1.5 m^2 çim alanı, bir yıl içinde bir insanın yıllık ihtiyacı kadar oksijen üretebilmektedir. Bunun yanında yeşil çim çatıdan meydana getirilen örtüler; buhar geçirim özelliğiyle yapının nefes almasını ve yapı içindeki nemin atılmasını sağlamaktadır. Bu da yapı içindeki kişilerin yaşam kalitesini arttırarak, ısının hissedilme eşiğini olumlu olarak etkilemektedir (Anonim 11).

f) Geri Dönüşüm ve Düşük Enerji

Yeşil çatılar, geri dönüşümlü malzemelerdir. Elde edilmesinde ve uygulanmasında çok düşük enerji kullanmaktadırlar. Genellikle insan gücü yeterli olmaktadır (Anonim 11).

g) Sera Gazları ve Ağır Metaller

Yeşil çatılardaki toprak, yağmur suyuna havadan karışan ağır metalleri ve tuzu tutmaktadır. Bakır, kurşun ve kadmiyum gibi metallerin %98, çinkonun %16 oranında tutularak sudan arındırıldığı tespit edilmiştir (Anonim 11).

h) Elektromanyetik Işınım

Yeşil çatıların 10 cm'lik toprak katmanlı yeşil çatının elektromanyetik ışınımı %99'a kadar azalttığı ölçümlenmiştir (Anonim 11).

i) Hava Kirliliğini Engeller

Yeşil çatılar, rüzgara bağlı olarak yılda 200 gr ila 2 kg arasında tozu tutmaktadır. Yeşil örtüsü olan ve olmayan bölgeler arasında yapılan ölçümlere göre; yeşile sahip olmayan bölgelerin havalarında 3 ila 7 kat arasında daha fazla toz partikülüne rastlanmıştır (Anonim 11).

j) Yapıyı Koruma ve Kollama

Yeşil çatılar, yapıyı ultraviyole ışınlardan; çatıyı ve taşıyıcı konstrüksiyonu da mekanik hasarlardan korur. Geleneksel çatılarda -20 ila +80 °C arasındaki genleşme aralığına karşılık, 10 cm'lik bir yeşil çatı günlük ve mevsimsel ısı değişikliği aralığını daraltır. Yüzey ısısı 10 ila 30 °C arasında kalarak büzülme ve genleşme stresi yaratmadığından, malzeme yorgunluğu ve kırılganlık yaratmaz. Çatı ve yapının ömrünü uzatır. Yenileme maliyetini ve işletim giderlerini düşürmektedir (Anonim 11).

k) Yangın

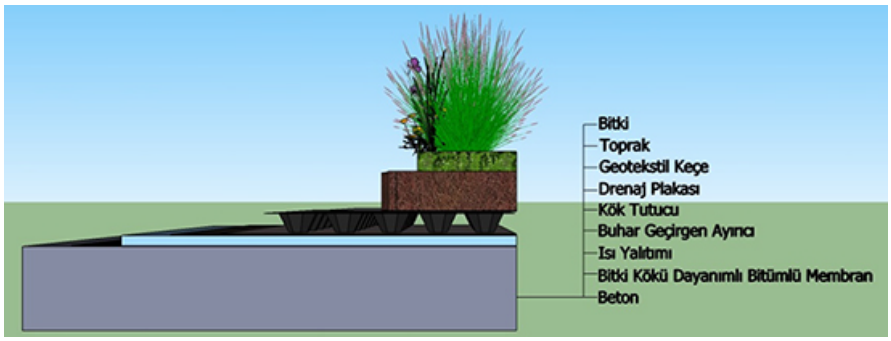
Yeşil çatılar, bünyesinde herhangi bir yanıcı malzeme bulundurmamaktadır. Isı ve alev geçirmez. Bu nedenlerden ötürü yangına karşı en üst seviyede güvenlidir (Anonim 11).

l) Alan ve Vizyon Kazanımı

Yeşil çatılar, geniş çatı alanlarının kullanılır hale getirilmesine ve peyzaj düzenlemelerine olanak sağlamaktadır. Tasarım ve estetik zenginliği olarak sunduğu yeni açılımlara ek olarak, yeşil ile bütünleşmiş mimari güzellikler sunar (Anonim 11).

Tez çalışmasında yeşil çatılar ile ilgili sunulan faydalar göz önünde bulundurularak Tasarım Bina için yeşil çatı oluşturulması planlanmıştır. Baz Bina modeli incelendiğinde; yeşil çatı sisteminin mevcut olmadığı gözlemlenmiştir. Tasarım

Bina modelinde ise; fotovoltaik panel kullanımı da göz önünde bulundurularak, çatı alanının yaklaşık dörtte biri (158 m^2) "yeşil çatı" olarak tasarlanmıştır. Yeşil çatı sisteminin oluşturacağı maliyet bilgisi detaylı bir şekilde analiz edilerek tablolar halinde sunulmuştur. Tasarımda kaset sistem kullanılmıştır. Bunun sebebi de daha az bakım maliyetine sahip olmasıdır.



Şekil 2.16. Yeşil çatı sistem tasarımı (Anonim 11).

Şekil 2.16'da görüleceği üzere; tercih edilen yeşil çatı sisteminde kullanılacak katmanlar aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir (Anonim 11):

- Bitki kökü dayanımlı membran: Bitki köklerine dayanıklı, SBS (STYRENE-Butadine-Styrene) katkılı, Spunbond polyester keçe taşıyıcılı, her iki yüzü polietilen film kaplı elastik su yalıtım örtüsü
- Isı yalıtımı: XPS polistren köpükten mamul ısı yalıtım plakları
- Buhar geçirgen ayırıcı: Yırtılmaya karşı dayanıklı, PP-örme Muflon-folyo kombinasyonundan oluşan 3 katlı çatı örtüsü olarak mekanik yüklere karşı özellikle avantajlı ayırıcı tabaka
- Kök tutucu: polistren, zift ve yağa karşı dayanımlı, kaymazlık katmanı olarak ağır yükler için uygun, kök tutucu tabaka
- Drenaj plakası: fazla suyun hızla uzaklaştırılmasının sağlanmasını sağlar. Düz çatılarda ve uzun drenaj mesafelerinde suyun birikmesini engeller.
- Geotekstil keçe: polyester (PES) ve/veya polipropilen (PP) elyafın iğneleme yöntemiyle birleştirildiği dokunmamış tekstil ürünü. Toprak tabakasındaki küçük parçaların alt tabakaya ulaşmasını engelleyerek drenajın verimli olmasını sağlar.
- Toprak tabakası: yoğun, tek katmanlı bir tabakadır. Yüksek miktarda su tutma kapasitesine ve drenaj kapasitesine sahiptir.
- Bitki tabakası: en üst tabakada yer alarak hem su tutucu özellikte hem de görsel olarak yeşil çatı sistemini yansıtmaktadır

Güneş (2017), Türkiye'deki LEED ve BREEAM sertifikalarına sahip yeşil binaların analizlerini gerçekleştirmiştir. Çalışmada analizler için, her iki sertifika sisteminde de en yüksek puan alan projeler seçilerek, puan aldıkları alanlar detaylı

olarak incelenmiştir. Projeler genel olarak ele alındığında; LEED sertifikalı projelerde binalarda yaşayan kişilerin sağlık ve konfor düzeylerine BREEAM'e göre önem verildiği, BREEAM'in ise binaların çevreye verdiği zararı minimize etme hedefine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Türkiye'de her iki sertifikasyon sisteminin uygulama aşamalarında sorun yaşandığını belirtmiştir. Her iki sistemde de enerji tasarrufu konularında standart olarak ASHRAE 90.1 baz alındığı için konu ile ilgili danışman niteliğinde kişiler ile iş birliği yapılmasında güçlükler yaşandığı gözlemiştir. Proje dokümanlarının İngilizce'ye çevriminin de firmaları zorladığı ileri sürülmüştür.

Genel olarak literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında, projelerin yeşil bina ve sürdürülebilirlik kavramlarını hayata geçirmeye çalışırken, yeşil bina sertifika sistemleri kullanmalarının çok büyük maliyet artışlarına sebep olmadığı ortaya çıkmıştır. Sertifikasyondan kaynaklı başvuru ve dokümantasyon işlemlerinin maliyetleri çok düşük oranlarda arttırdığı, ancak farklı tasarım ve malzeme kullanımlarına gidildiğinde sertifikadan bağımsız maliyet artışlarının yaşanabileceği sonucuna varılmıştır.

2.3.1.1. LEED sertifikasyon sistemi

Yeşil bina uygulamalarının giderek yaygınlaşması zaman içerisinde bir kontrol mekanizmasına duyulan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Yapımı gerçekleştirilen binanın "yeşil bina" olma niteliği taşımasının belirli bir kurum tarafından onaylanması gerekliliği oluşmuş olup; bu durumun bir sonucu olarak da sertifikasyon süreci ortaya çıkmıştır.

USGBC (US Green Building Council-Amerikan Yeşil Bina Konseyi), 1993 yılında Rick Fedrizzi, David Gottfried ve Mike Italiano tarafından kurulmuştur. İlerleyen süreçlerde yeşil binalarda bir değerlendirme sistemine ihtiyaç olması nedeniyle USGBC tarafından LEED sertifikalandırma sistemi ortaya çıkmıştır. Binanın çevresel performansını, tüm yaşam döngüsünü dikkate alarak bir dizi kritere göre değerlendiren ulusal ve uluslararası bir değerlendirme sistemi olan LEED gönüllü bir teşebbüstür (Anonymous 5).

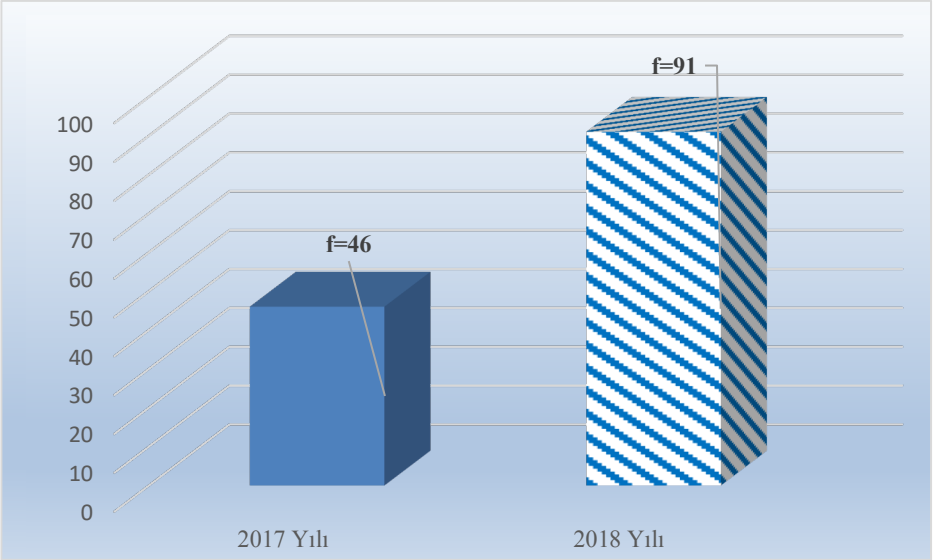
LEED (Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Yenilik) programı, yeşil binalar olarak adlandırılan inşaatları gerçekleştirmek üzere ülke çapında bir standart yakalamak için ABD Yeşil Bina Konseyi (GBC)'nin de dahil olduğu bir koalisyonun çalışmalarını temsil etmektedir. LEED sertifikası elde etmek için alan seçiminden, inşaatta kullanılacak malzemelerin geri dönüştürülmüş içeriklere sahip olmasına kadar bir projeyi birçok açıdan etkileyen minimum sayıdaki kritere uyulmasını zorunlu kılmaktadır. Projeler, yerine getirilen kriterler için puan kazanıp, kazandıkları puan oranında daha yüksek seviyedeki bir sertifika ile ödüllendirilirler (Northbridge Environmental Management Consultants 2003).

Enerji ve çevre dostu tasarımda yenilik (LEED), binaların çevreye olan negatif etkisini azaltmada ve enerji verimliliği sağlamak adına yeşil bina sertifika sisteminin tüm dünyaya ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Uğur ve Leblebici 2018). Çizelge 2.3'te görüleceği üzere; USGBC'in Aralık 2017 yılı verilerine göre ABD dışında dünya genelinde gerçekleşen LEED proje sayılarına göre Türkiye 8. sırada yer almaktadır.

Çizelge 2.3. 2017 yılında dünya genelinde LEED sertifikalı proje sayılarının ülkelere göre sıralaması (Anonymous 5)

Sıralama	Ülke/Bölge	Proje Sayısı	Brüt Metre Kare
1	Çin Halk Cumhuriyeti	1,211	47,16
2	Kanada	2,970	40,77
3	Hindistan	752	20,28
4	Brezilya	461	14.83
5	Almanya	276	7,0
6	Güney Kore	106	6,66
7	Tayvan	124	6,15
8	Türkiye	245	6,06
9	Meksika	305	5,16
10	Birleşik Arap Emirlikleri	207	4,41

Çizelge 2.3'e göre; Çin Halk Cumhuriyeti'nin en üst sırada yer almasının en önemli etkenlerinden biri ekonomisinin güçlü olmasıdır. Yılda yaklaşık %10'luk bir büyüme hızına sahip olan Çin ekonomisi yeşil binalar inşa etmenin maliyetlerini rahatlıkla karşılayabilmektedir. USGBC'nin 2018 yılı Aralık ayı verilerine göre ise; Türkiye'de 352 adet LEED sertifikalı yapı bulunmaktadır. 2017 yılında 46 adet, 2018 yılında ise 91 adet proje LEED sertifikası almıştır. Bir yıl içerisinde LEED sertifikalı proje sayısında %49,45'lik bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu oran bir yıllık bir süreç için oldukça önemli bir artışa işaret etmektedir. Bu artış miktarı Şekil 2.17'de gösterilmektedir.



Şekil 2.17. 2017-2018 yıllarında Türkiye'de LEED sertifikası almış proje sayıları

Ticari inşaatlar, hastane, okul, konut, alışveriş merkezi inşaatları gibi çeşitli bina yapım işlerine göre LEED sertifikaları dallara ayrılmaktadır. Bu sertifika çeşitleri aşağıda sıralanmıştır (Anonymous 5).

- LEED-BD+C: Yeni inşaat ve renavosyon
- LEED-EB: Var olan binalar
- LEED-CI: Binada yaşayanlar için iç tasarım
- LEED-CS: Kabuk&Çekirdek tasarımı projeleri
- LEED-H: Evler
- LEED-ND: Mahalle Gelişimi

Yukarıda bahsi geçen sertifika çeşitleri de kendi içerisinde alanlara ayrılarak, projelerin özelliklerine göre sertifika türüne başvurulması amaçlanmıştır. Özellikle LEED BD+C kategorisi kullanım sıklığı olarak üst sıralarda yer almaktadır (Çizelge 2.4.).

Çizelge 2.4. LEED sertifika kategorileri

BD+C	EB: O+M	ID+C
• Yeni Binalar • Sağlık Yapıları • Kabuk&Çekirdek • Data Merkezi • Konaklama • Depo ve Dağıtım Merkezi • Eğitim Yapıları • Ticari Binalar	• Mevcut Binalar • Konaklama • Data Merkezi • Depo ve Dağıtım Merkezi • Eğitim Yapıları • Ticari Binalar	• Ticari İç Mekanlar • Konaklama • Ticari Binalar
HOMES	**ND**	
• Konutlar • Orta Ölçekli Konutlar	• Mahalleler	

LEED sertifika sisteminin belirlemiş olduğu kategorilere göre puanlama sistemi kullanılmakta olup; LEED sertifikaları puanlama durumu Çizelge 2.5'te detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 2.5. LEED sertifika türü ve puan gerekliliği

LEED Sertifika Türü	**Puan Gerekliliği**
Sertikalandırılmış	40-49
Gümüş	50-59
Altın	60-69
Platin	80+

LEED kredileri çeşitli alanlarda kategorilere ayrılmıştır. Her kategori ise kendi içerisinde ayrı bir puanlama sistemine sahiptir. Bütün puanların toplamı alınacak sertifikanın türünü belirlemektedir. LEED kredi kategorileri ise şu şekildedir:

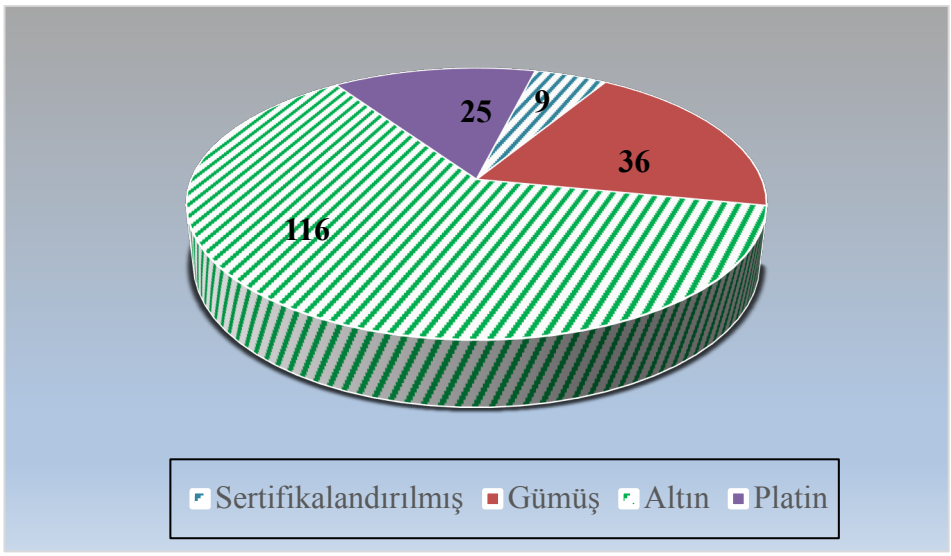
- Bütünleşik süreç yönetimi
- Yer seçimi&ulaşım
- Sürdürülebilir alanlar
- Su verimliliği
- Malzeme&kaynaklar
- Enerji&atmosfer

- İç mekan kalitesi
- Tasarımda inovasyon
- Bölgesel öncelik

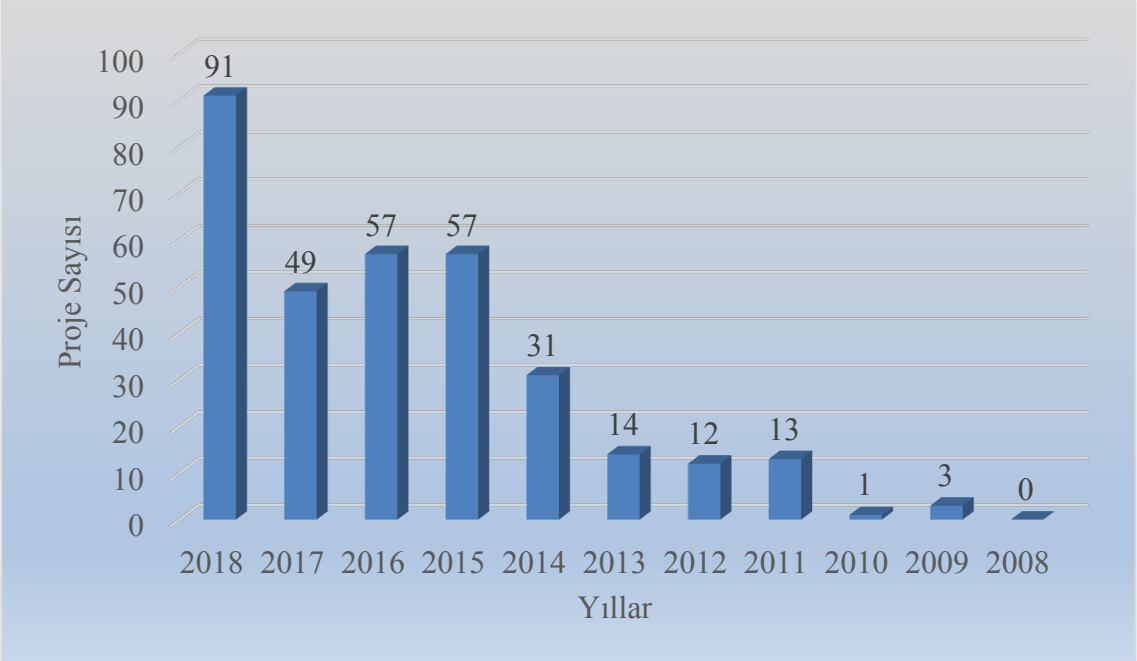
LEED sertifikasının amacı; yeşil binalar için ölçülebilir standartların oluşturulmasıdır. LEED sertifikalı binalarda; binalardaki iç hava kalitesi ve miktarlarının arttırılması, sağlıklı ve düşük emisyonlu malzemelerin kullanılması, işletme maliyetlerinin düşürülmesi, inşaatlar sırasında oluşabilecek atık miktarlarının azaltılması ve geri dönüştürülerek tekrar inşaatta kullanılması, enerji ve su tasarruflarının sağlanması ve bina kullanıcılarının konforlarına önem verilerek kaliteli yaşam alanlarının oluşturulması hedeflenmektedir. Bu anlamda LEED sertifikasyon sistemi, yapıların özelliklerine göre gruplara ayrılarak daha doğru bir sertifika sisteminin gelişmesine imkan tanımıştır.

Ülkemizde son yıllarda artan LEED sertifikalı projeler içerisinde LEED BD+C kredi kategorisi en sık başvurulan sertifika türü olmuştur. Bu kategoride yer alan "Yeni Binalar", "Sağlık Yapıları", "Kabuk&Çekirdek", "Data Merkezi", "Konaklama", "Depo ve Dağıtım Merkezi", "Eğitim Yapıları", "Ticari Binalar" içerisinden gerçekleştirilecek tez çalışmasında analiz edilecek olan yapının niteliğinin "Yeni Binalar" kategorisine uygun olmasından dolayı, bu kredi kategorisi "Yeni Binalar"ın gerekliliği olan puanlar etrafında değerlendirilecektir.

USGBC'nin 2018 yılı Aralık ayı verilerine göre ülkemizde 186 adet LEED BD+C (Yeni Binalar) sertifikalı bina bulunmaktadır. Toplam LEED sertifikalı proje sayısının 352 olduğu göz önünde bulundurulursa LEED BD+C sertifika kategorisine olan talep net bir şekilde görülebilmektedir. Türkiye'de şu ana kadar 186 adet LEED BD+C (Yeni Binalar) ile sertifikalandırılmış projenin 9 adeti sertifikalandırılmış, 36 adeti gümüş, 116 adeti altın ve 25 tanesi platin sertifika ile sınıflandırılmıştır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Türkiye'de LEED BD+C (Yeni Binalar) kategorisine göre sınıflandırılmış projelerin sayısal dağılımı



Şekil 2.19. Türkiye'de 2008-2018 yılları arasında LEED sertifikası almış proje sayıları

Şekil 2.19'da da görülebileceği üzere Türkiye'de binaların LEED sertifikası alma süreci 2008 yılında başlamış olup, zaman içerisinde sayıca büyük artış oranına sahip olarak ülke genelinde yaygın hale gelmeye başlamıştır. Özellikle 2017-2018 yılları arasındaki büyük artış oranı yeşil binalara olan bakış açısının değişimini ve bu sektöre yapılan yatırımların ne ölçüde arttığını gözler önüne sermektedir.

- **Bütünleşik süreç yönetimi**

"Bütünleşik Süreç Yönetimi" kategorisinin amacı: projeyi tasarım aşamasından itibaren ele alarak disiplinler arası bir çalışma sisteminin geliştirilmesini sağlamaktır. Bu amaçla; projenin başından itibaren belirlenecek yeşil bina hedeflerine uygun olarak, gerekli maliyet analizlerinin de gerçekleştirilmesi ile daha verimli bir süreç yönetiminin sağlanmış olması ön görülmektedir. Ön tasarım aşamasında gerçekleştirilecek planlama toplantıları ile daha sağlıklı bir yönetimin gerçekleşmesi amaçlanmaktadır. Bütünleşik süreç yönetiminde; "LEED Puan Değerlendirmesi", "LEED Aksiyon Planının Hazırlanması", "İzlenecek Kredilerin Belirlenmesi", "İlgili Disiplinlerle Görev Dağılımı" başlıkları altında gerekli incelemeler gerçekleştirilir (Anonymous 5).

Çizelge 2.6. Bütünleşik süreç yönetimi ön koşul ve krediler (Anonymous 5)

Ön Koşullar ve Krediler		Puanlar
Önkoşul	Bütünleşik Proje Planlama ve Tasarımı	-
Kredi 1	Bütünleşik Süreç Yönetimi	1

Çizelge 2.6'da belirtildiği gibi, hastaneler için gerekli önkoşul sadece bu tür projelere başvurulması durumunda gerekli olacaktır. "Yeni Binalar" için gerçekleştirilecek projelerde ise "Bütünleşik Süreç Yönetimi" kredisi ile "1" puan almak mümkün olacaktır. "Bütünleşik Süreç Yönetimi" ile projenin ön tasarım aşamasından itibaren disiplinler arası bir uyumun yakalanması ve gerçekleştirilecek ön analizler ile proje gerekliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön tasarım aşamasında gerçekleştirilmesi beklenen analizler şu şekildedir (Anonymous 5):

- Enerji modeli analizi
- Su ihtiyacının belirlenmesi

Enerji modeli analizinde projenin yer alacağı saha koşullarına, konumuna, binanın kabuk özelliklerine, aydınlatma seviyelerine, termal konfor aralığına, proses yükü ihtiyaçlarına ve operasyonel parametrelerin tasarım aşamasında dikkate alınarak analizlerin gerçekleştirildiğinin dokümante edilmesi bu kredi için gerekmektedir. Diğer taraftan, su ihtiyacının belirlenmesindeki amaç ise; iç mekan su ihtiyacı, dış mekan su ihtiyacı, proses suyu ihtiyacı ve diğer kaynaklar olarak ön tasarım aşamasında incelenerek proje için gerekli hazırlıkların yapılması sağlanmaktadır (Anonymous 5).

- **Yer seçimi ve ulaşım**

"Yer seçimi ve Ulaşım" kategorisinde maksimum elde edilebilecek puan "16" dır. Bu kategoride; proje, "LEED Yeşil Mahalle Sertifikalı Alan" olarak belirlenen bir bölgede gerçekleşirse maksimum 16 tam puan elde edilebilir. Minimum puan ise 8'dir. Ülkemizde bu tarz bir sertifikaya sahip proje alanı bulunmadığı için diğer ön koşul ve kredilerden puan elde etme yoluna gidilmektedir. Ön koşul ve krediler Çizelge 2.7'de gösterilmektedir. Bu kategoride gerçekleştirilecek projenin yer alacağı arazinin özelliği tarım arazisi olmaması, tarihi yapıları bulundurmaması, toplu taşımaya yakın olması, bisiklet yollarına yakın olması ve bu şekilde bina kullanıcılarını günlük aktivitelerini arttırmaya yöneltmesi beklenmektedir (Anonymous 5).

Çizelge 2.7. Yer seçimi ve ulaşım kategorisi için ön koşul ve krediler (Anonymous 5)

Ön Koşullar ve Krediler		**Puanlar**
Kredi 1	Mahalle Geliştirme	8-16
Kredi 2	Hassas Arazilerin Korunması	1
Kredi 3	Yüksek Öncelikli Saha Seçimi	1-2
Kredi 4	Yapılaşma Yoğunluğu ve Çevresel Olanaklar	1-5
Kredi 5	Toplu Taşımaya Yakınlık	1-5
Kredi 6	Bisiklet Olanağı	1
Kredi 7	Otopark Alanının Azaltılması	1
Kredi 8	Yeşil Araç	1

Kredi 1 kategorisi ile binaların bulunduğu bölgelerdeki araç kullanımının azaltılmasının hedeflenmesi, bireylerin günlük aktivitelerinin attırılması hedeflenmiştir. Kredi 2 kategorisinde belirtilen "Hassas Arazilerin Korunması" kredisi ile projenin yer alacağı alanın bu kredideki özelliklere uygun seçilerek çevreye verilebilecek zararların en aza indirgenmesi hedeflenmiştir. Kredi 3 kategorisinde yer alan "Yüksek Öncelikli Saha Seçimi" başlığı altında, yapımı gerçekleştirilecek inşaatın kentsel dönüşüm alanı olarak belirlenen alanlar üzerinde gerçekleşmesi yani öncelikli alan olarak tanımlanmış araziler üzerinde olması, tarihi binaların yapım işlerinde kullanılmaması hedeflenmektedir (Anonymous 5).

"Yapılaşma Yoğunluğu ve Çevresel Olanaklar" başlıklı Kredi 4 kategorisi mevcut altyapı çalışmaları gerçekleşmiş alanlarda yapım işlerini gerçekleştirerek toplu taşıma olanakları ile araç kullanımının azaltılması ve günlük fiziksel aktivitelerin bu şekilde desteklenmesi ile insan sağlığına fayda sağlanması amacı ile ortaya çıkmış bir kategoridir. Kredi 5, "Toplu Taşıma Araçlarına Erişim" başlığında karbon salınımının düşürülerek doğaya verilen zararın azaltılması en temel hedeftir. Bu hedefe ulaşmak için kişilerin araç kullanımını en aza indirgeyecek tasarımların yapılması, projelerin yer seçimi olarak otobüs ve dolmuş duraklarına olan yakınlık dereceleri düşünülerek tasarlanması bu krediden puan elde edilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu kategoriden puan alırken sefer sayıları ve toplu taşımanın cinsine göre derecelenme yapılmaktadır (Anonymous 5).

"Bisiklet Olanağı" kategorisinde ise bisiklet kullanımının arttırılmasına yönelik teşvik amaçlı bir puanlama sistemi geliştirilmiştir. Bu kategoriden puan almak için projenin bulunduğu konuma maksimum en az 180 m mesafede bir bisiklet park yerinin bulunması gerekmektedir. Eğer bu opsiyon mümkün değilse bisiklet sürüş yolunun, 10 farklı kullanım veya hızlı otobüse geçiş noktaları, hafif-ağır tren durakları, banliyö tren istasyonu veya feribot terminali ile bağlantılı olması gerekmektedir. Bisiklet ağının yanı sıra bisiklet durakları ve duş odalarının da bulunması gerekmektedir. Kredi 7 kategorisi "Otopark Alanının Azaltılması" olarak literatürde yer almaktadır. Bu kategoride amaç; otopark alanları için kullanılan arazilerin azaltılması, araç bağımlılığının indirgenmesi, yağmur suyunun boşa tüketilmesi gibi konularda çevreye verilen zararın minimize edilmek istenmesidir. Bu kategoriden puan almak için ortak araç kullanımının desteklenmesi gerekmekte veya her bir konut dışı ve ortak kullanım binaları için paylaşımlı araç kullanım alanlarının toplam cadde dışı park alanlarının %10'una eşit olması gerekmektedir. Ayrıca park alanlarının bina girişlerine 60 m yürüyüş mesafesinde olması gerekmektedir. Toplam inşaat alanının %20'den fazlası park alanı olarak kullanılmamalıdır (Anonymous 5).

"Yeşil Araçlar" kredisinin amacı; kirliliği azaltmak için konvansiyonel benzinli otomobillere karşı alternatiflerin desteklenmesidir (Anonymous 5). Bu amaçla, otopark için ayrılan alanın %5'i kadar elektrikli araç park yeri ve şarj istasyonunun bulunması gerekmektedir. Ayrıca elektrikli araç park yerleri bina girişlerine yakın mesafede bulunmalıdır. Bu kategoriden puan almak için elektrikli araçlar için şarj istasyonu veya pil değişim olanaklarının da park alanında bulunması gerekmektedir.

- **Sürdürülebilir araziler**

Bu kategoride projenin yer alacağı arazinin gerçekleşecek inşaatlardan sonra dahi çevreye duyarlı, karbon salınımı azaltılmış ve sağlıklı yaşam alanları sunabilecek bir şekilde varlığını sürdürmesi hedeflenmektedir. Bu kategoride yer alan kriterler Çizelge 2.8'de verilmektedir.

Çizelge 2.8. Sürdürülebilir araziler için önkoşul ve krediler (Anonymous 5).

Ön Koşullar ve Krediler		**Puanlar**
Ön Koşul	İnşaat faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi	-
Kredi 1	Saha Değerlendirmesi	1
Kredi 2	Sahanın geliştirilmesi-Habitatın korunması veya yenilenmesi	1-2
Kredi 3	Açık alanlar	1
Kredi 4	Yağmursuyu yönetimi	2-3
Kredi 5	Isı adası etkisinin indirgenmesi	1-2
Kredi 6	Işık kirliliğinin azaltılması	1

Ön koşul olarak belirlenen "İnşaat faaliyetlerinden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi" kategorisinde; toprak erezyonunu, su yolu sedimantasyonlarını ve havada bulunan tozların kontrolünü gerçekleştirerek inşaattan kaynaklı kirliliğin azaltılması hedeflenmektedir (Anonymous 5).

"Saha Değerlendirmesi" kredisinde ise; tasarım aşamasında sahanın sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi ve buna uygun kararların verilmesi amaçlanmaktadır. Bu aşamada gerekli değerlendirmenin yapılabilmesi için aşağıda belirtilen koşullar açısından incelenerek bir rapor oluşturulması gerekmektedir. Rapor oluşturulurken dikkat edilmesi gereken özellikler: topoğrafik özellikler, hidrolojik özellikler, bölgenin iklim özellikleri, bölgenin bitki örtüsünün incelenmesi, bölge arazisinin tarım arazisi olup olmadığının incelenmesi, araziyi kullanacak kişiler için toplu taşımaya, sosyal alanları bölgenin yakınlık mesafesinin değerlendirilmesi, alanın insan sağlığına olan etkileri olarak sıralanmaktadır. Kredi 2'de gerçekleştirilecek yapı çalışmalarında biyo çeşitliliğin korunması amaçlanmıştır. Bu kredide ön koşul olarak eğer projenin gerçekleştirileceği arsada yeşil bir alan mevcut ise bu alanın %40'ının korunmasının gerektiği belirtilmiştir. Bu ön koşula ek olarak da doğal veya adaptif bitkiler kullanılarak gerçekleştirilmiş olan inşaatlardan zarar görmüş alanın en az %30'nun restore edilmesi hedeflenmektedir. Bunun dışında iki opsiyon mevcuttur. Birinci opsiyonda; daha önce kullanılarak bozulmuş olan arazinin %30'luk kısmında yerel ve adaptif bitkiler kullanarak yeniden geliştirme çalışmasının gerçekleştirilmesi

gerekmektedir. İkinci opsiyon ise toplam saha alanının her bir m^2'si için 4 dolarlık bir finansal desteğin sağlanmasıdır (Anonymous 5).

"Açık alanlar" kredisinde ise; çevre ile etkileşimin arttırılması, sosyal etkileşimin desteklenmesi, pasif dinlenme alanlarının oluşturulması ve fiziksel aktivitelere imkan sağlanması hedeflenmektedir. Bu amaçla; dış alanın, toplam inşaat alanının %30'una eşit veya daha fazla olması gerekmektedir. Bu açık alanın da %25'i çim dışında başka bitkilerle yeşillendirilmiş olması gerekmektedir (Anonymous 2). Dördüncü kredi kategorisi olan "Yağmur suyu yönetimi", yüzeysel akış sularından kaynaklanan su kayıplarını azaltmak ve doğal su kaynaklarının artmasını sağlayarak alandaki su dengesinin sağlanmasını hedeflemiştir. Bu hedeflere ulaşılmaya çalışılırken izlenebilecek iki opsiyon USGBC tarafından sunulmuştur. Bunlardan ilkinde sahada su kaynaklarını kaybetmeden arttırmak için yeşil altyapı sistemleri ve uygun yağmur suyu uygulamalarının kullanılabileceğinden bahsedilmiştir. İkinci opsiyon olarak ise: zemin kaplamalarında uygun malzemelerin seçimi ile yüzeysel yağmur suyu akışından faydalanılması hedeflenmektedir. Beşinci kredi ise "Isı adası etkisinin azaltılması" olarak belirlenmiştir. Bu kategoride binaların yüzeylerinde ve çatı kaplamalarında kullanılan malzemeler ile peyzaj uygulamalarında kullanılan malzemelerin SRI(Solar Radiance Index)-(Güneş ışığı yansıtma endeksi) değerleri dikkate alınmalıdır. Çatıda bitki örtüsü kullanıldığı takdirde ısı adası etkisi indirgenmiş olacaktır. Ayrıca otopark alanlarının bir kaplama altında (yerin altında, çatının altında gibi) seçilmesi de ısı adası etkisini düşürecektir. "Işık kirliliğinin azaltılması" kredisinde ise gece görüşünün arttırılarak insanlar ve hayvanlar için daha sağlıklı bir ortam yaratılması hedeflenmiştir (Anonymous 5).

- **Su verimliliği**

Su verimliliği kategorisinde ön koşul olarak binaların iç ve dış mekandaki su ihtiyacının azaltılması hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşmak için bina etrafında oyun alanları için uygun olan zeminlerin yerleştirilmesi, sulama gerektirmeyen bitki örtüsünün bulunması gibi kriterlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Ayrıca iç mekanlarda da EPA (Çevre Koruma Ajansı) tarafından onaylanmış harekete duyarlı (WaterSense) armatürlerin kullanılması, su kullanımına ihtiyaç duyacak makinaların Energy Star etiketli olması gibi konularda gösterilecek özen bu krediden puan alınmasına imkan tanıyacaktır. Bunlara ek olarak da binada sağlanacak su tasarrufunun da gözlemlenmesi için sayaç ile ölçümlerin düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Watersense sertifikası; su tüketiminde hassas ürünlerin kullanımının teşvik edilmesi amacı ile 2006'da Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency) tarafından kurulmuştur. Ön koşul ve krediler Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9. Su verimliliği için önkoşul ve krediler (Anonymous 5)

Ön Koşullar ve Krediler		**Puanlar**
Kredi 1	Dış mekan su kullanımının azaltılması	1-2

Çizelge 2.9. devamı

Kredi 2	İç mekan su kullanımının azaltılması	1-6
Kredi 3	Soğutma kulesinde su kullanımı	1-2
Kredi 4	Su ölçümü	1
Kredi 5	Isı adası etkisinin indirgenmesi	1-2
Kredi 6	Işık kirliliğinin azaltılması	1

- **Enerji ve atmosfer**

Bu kategoriden puan alabilmek için 4 adet ön koşul yerine getirilmelidir.

Ön koşul 1-Temel test ve devreye alma-doğrulama işlemleri: Bu kategoride proje sahibinin enerji, su, iç mekan ortam kalitesi ve dayanıklılık konularındaki gerekliliklerine uygun olarak tasarım ve inşaatın gerçekleşmesi ve bunun yanında da olabilecek işletme uygulamalarının dikkate alınmasıdır. Devreye alma işleminin kapsamı olarak; mekanik, elektrik, tesisat ve yenilenebilir enerji sistemleri ve bileşenlerinin ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and A-C Engineers Fdn.) standartları uyarınca proje içerisinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. İşletmeye alma yetkilisi aşağıdaki adımları takip etmelidir (Anonymous 5):

- Proje tasarımı değerlendirmeli
- Test ve devreye alma planı oluşturmalı
- Test ve devreye alma gerekliliklerinin yapım dokümanları ile uyum sağlayıp sağlamadığının gözlemlenmesi
- İnşaat kontrol listesinin oluşturulması
- Test prosedürleri için bir sistem geliştirilmesi
- Sistemin çalışmasının doğrulanması
- Test ve işletmeye alma süreci boyunca bir sorun ve faydaların neler olduğu veya olabileceği hakkında günlük kayıt oluşturulması
- Test ve devreye alma için nihai bir rapor oluşturulması
- Süreç boyunca gelişen durumlar için bulgular ve tavsiyeleri içeren bir rapor oluşturularak proje sahibine sunulması.

Ön koşul 2-Minimum enerji performansı: Bu ön koşuldaki amaç projede enerji verimli sistemlerin kullanılmasını sağlayarak çevresel ve ekonomik zararların indirgenmesidir. İlgili opsiyonlar aşağıda belirtilmiştir (Anonymous 5):

Birinci opsiyon olarak bütün binanın enerji simülasyonunun gerçekleştirilmesi yer almaktadır. Binanın enerji simülasyonu ASHRAE 90.1-2010 standartlarına göre gerçekleştirilerek;

-Yeni binalarda %5

-Büyük çaplı renovasyonlarda %3

-Binaların kabuk ve çekirdek yapısında %2'lik enerji tasarrufunun sağlanması gerekmektedir (Anonymous 5).

İkinci opsiyon ise önleyici uygunluk olarak; ASHRAE Gelişmiş Enerji Tasarım Rehberine göre küçük veya orta büyüklükteki ofis binalarında (9.290 m^2'den küçük), okul binalarında, büyük hastanelerde, ortadan büyüğe doğru ticari binalarda %50 oranında bir enerji tasarrufunun sağlanması gerekmektedir. *Üçüncü opsiyon* olarak ise; tasarım stratejileri ve kabuk performans gerekliliklerinin yanında değişken hız kontrolü, öncelikli ekonomik verimlilik sağlanması stratejileri de devreye alınmalıdır (Anonymous 5).

Ön koşul 3- Bina enerji ölçümü: Buradaki amaç binada tüketilen enerji miktarının saptanarak tasarruf sağlanabilecek opsiyonları geliştirmek ve uygun enerji yönetim modelini belirmektir. Binaya bağlanacak sayaçlar ile aylık ölçümler yapılarak projenin LEED sertifikası aldığı tarihten itibaren 5 yıl süre ile USGBC'ye verilerin paylaşımının yapılması gerekmektedir. Enerji ölçümü: elektrik, doğal gaz, su soğutma sistemleri, buhar, akaryakıt, propan, bio atıklar vb. alanlarında gerçekleştirilmektedir (Anonymous 2).

Ön koşul 4- Temel seviye soğutucu akışkan yönetimi: Ozon tabakasındaki delinmenin önüne geçilmesi bu ön koşuldaki hedeftir. Bu ön koşulun sağlanması adına yeni ısıtma, havalandırma, klima ve soğutma sistemlerinde kloroflorokarbon (CFC) bazlı soğutucuların kullanılmaması gerekmektedir. **Kredi 1**- İleri seviye test ve devreye alma: enerji, su, iç ortam hava kalitesi ve dayanıklılık yönünden proje gerekliliklerinin yerine getirilmesi için projenin tasarım, inşaat ve işletmeye alma aşamalarında desteklenmesi gerekmektedir. **Kredi 2**- Enerji performansının optimize edilmesidir. Kaynak enerji kullanımı için yıllık metre kare başına kW hesaplanmalıdır. Binanın enerji simülasyonları tasarım aşamasında gerçekleştirilerek binanın enerjiden ne oran tasarruf edeceği hesaplanacaktır. **Kredi 3-**İleri seviye enerji ölçümünün gerçekleşmesidir. Bina ve sistem düzeyindeki enerji kullanımlarının izlenerek enerji yönetiminin desteklenmesi ve ek enerji tasarruf fırsatlarının yaratılması amaçlanmıştır (Anonymous 2). **Kredi 4**- Talep katılımı; talep katılım teknolojileri ve programlarındaki talebi arttırmak için enerji üretim ve dağıtım sistemlerinin daha verimli ve sera gazı salınımının düşürülmesine destek olmasının sağlanmasını amaçlamaktadır. **Kredi 5**- Yenilenebilir enerji üretimi ile fosil yakıtlardan kaynaklanan çevresel ve ekonomik zararların indirgenmesi amaçlanmıştır. Yenilenebilir enerji yüzdesinin hesaplanması Denklem (2.1)'de verilmiştir (Anonymous 5):

$$\text{Yenilenebilir enerji (\%)} = \frac{\text{Yenilenebilir enerji sistemi tarafından üretilen kullanılabilir enerjinin eşdeğer maliyeti}}{\text{Toplam bina yıllık enerji maliyeti}} \quad (2.1)$$

Kredi 6-İleri seviye soğutucu akışkan yönetiminde ozon tabakasının delinmesinin önlenmesi ve Montreal Protokolü'ne uygun bir şekilde iklim değişikliğindeki etkilerin minimize edilmesi hedeflenmektedir. **Kredi 7-**Yeşil enerji ve karbon salınımının azaltılması kategorisi ile sera gazı emisyonunun azaltılması hedeflenmektedir. Ocak 2005'ten beri minimum 5 yıl için yılda en az bir kez olmak üzere kaynakların yeterli kullanılması için bir sözleşme oluşturulması gerekmektedir.

Sözleşme proje enerjisinin en az %50'si veya %100'ünün yeşil enerji kaynaklarından, dengelenmiş karbon kaynaklarından veya yenilenebilir enerji sertifikasına sahip ürünler ile gerçekleştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Anonymous 5):

- **Malzeme ve kaynaklar**

Malzeme ve kaynaklar kategorisinde inşaatlardan kaynaklanan atıkların azaltılması, kaynakların etkin kullanılması ve malzemelerin yaşam döngülerinin desteklenmesi adına gereklilik sunmaktadır. Kaynakların geri dönüştürülmesi ile hammadde kullanımının azaltılması da bu kategorinin hedefleri arasındadır.

Birinci ön koşul olarak belirtilen "geri dönüştürülmüş malzemelerin toplanması ve depolanması" için bina içerisinde geri dönüştürme üniteleri için ayrı bir alan tahsis edilmiş olması gerekmektedir. Geri dönüştürülmüş malzemeler; kağıt, karton, plastik, cam, metal gibi malzemeler olabilir. Piller, cıva içeren lambalar ve elektronik atıkların güvenli bir şekilde toplanıp geri dönüşüm tesislerine gönderilmesi gerekmektedir. İkinci ön koşulda ise bina inşaatında kaynaklanan atıkların geri dönüştürülerek yeniden sahada kullanılması amaçlanmıştır. "Bina yaşam döngüsü etkilerinin azaltılması" başlığı altında yer alan birinci kredi kategorisinin amacı: adaptif ve yeniden kullanımı teşvik ederek malzemelerin çevresel performansını optimize etmektir. 3. kredi kategorisinde yer alan ham madde kullanımı yaşam döngüsü bilgilerinin uygun olduğu ve çevresel, ekonomik ve sosyal olarak tercih edinilebilecek ürünlerin seçimi ile bu tarz ürün ve malzemelerin kullanımın teşvik edilmesi amaçlanmaktadır. 4. kredi kategorisi ise "Malzeme İçerikleri" dir. Bu kısımda dikkat edilmesi gereken zararlı kimyasal etkilere sahip olmayan ürünlerin tercih edilmesidir (Anonymous 5).

- **İç mekan kalitesi**

Bina kullanıcılarının konforu için minimum standartların sağlanarak iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Binalarda sigara kullanım alanları oluşturularak iç mekan hava kalitesinin bozulmaması hedeflenmektedir. **Kredi 1-İleri iç mekan hava kalitesi stratejileri:** Bu kredide iç mekanlardaki hava kalitesinin arttırılarak kullanıcıların konforlu ve üretkenliklerine olumlu yönde etki eden bir ortam oluşturulması amaçlanmıştır. **Kredi 2-Düşük emisyonlu iç mekan malzemelerinin kullanılması:** Bu kredide amaç; kimyasal bileşenlerin insan sağlığına, hava kalitesine, üretkenliğe ve çevreye verdiği zararları azaltmaktır. Burada inşaatın yanı sıra kullanılan malzemeler önemli olduğu için ürün üretimi daha ön plana çıkmaktadır. Kullanılan malzemelerin kimyasal uçucu organik bileşen değerleri (VOC) göz önünde bulundurulmalıdır. **Kredi 3-İnşaatta iç mekan hava kalitesi yönetim planı:** İnşaatta çalışanların ve bina kullanıcılarının inşaat ve renovasyon sırasında ortaya çıkan toz vb. kirlerden kaynaklı zararların engellenerek daha iyi şartlarda bulunmaları için oluşturulan bir kategoridir. Filtreleme sistemleri kullanılarak dışardan partikül girişlerinin engellenmesi, kimyasal uçucu organik bileşenlerin düşük bir oranda olması, bina içerisinde sigara kullanımının olmaması, inşaat sırasında oluşacak gürültünün hem etrafa hem de çalışanlara zarar vermesini engellemek adına gerekli önlemlerin alınması, oluşabilecek enfeksiyonlara karşı tedbirli olunması gerekmektedir. **Kredi 4-İç mekan hava kalitesi değerlendirmesi:** İnşaat sonrasında ve kullanım sırasında binanın iç mekan hava kalitesinin değerlendirilmesidir. İnşaat sonrasında bina havalandırılmalı ve

filtreler değiştirilmelidir. Ayrıca inşaat tamamlandıktan sonra iç mekan hava kalitesi testi yapılmalıdır. **Kredi 5-Isıl konfor:** Bina kullanıcılarının ısıl konforlarının sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla (HVAC) ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin tasarımın ASHRAE 55-2010 standartlarına uygun bir şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir. Ortak kullanım alanlarında ortam koşulları kontrol edilebilir olmalıdır. Ayrıca bireysel kullanım alanlarında kullanıcıların en az %50'si ortam koşullarını kontrol edebilmelidir**. Kredi 6-İç aydınlatma:** Bu kategoride iç mekan aydınlatmaları ile ilgili standartların getirilmesi ile daha kaliteli bir kullanım alanının oluşması hedeflenmiştir. Aydınlatma kontrolü ve aydınlatma kalitesinin sağlanması ile daha az enerji harcaması yapılarak daha verimli sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır. **Kredi 7-Gün ışığı:** Gün ışığını tasarımsal olarak maksimum şekilde kullanarak aydınlatma için tüketilen enerjinin düşürülmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde bina enerji maliyetlerinin düşürülmesi hedeflenmiştir. **Kredi 8-Manzara:** Bina kullanıcılarının yaşam alanlarında manzaradan yararlanmaları amaçlanmıştır. Kredi 9-Akustik performans: HVAC gürültüsü, ses izolasyonu, yankı süresi, ses teçhizatı ve maskeleme konularında standartların yakalanması amaçlanmaktadır (Anonymous 5).

- **İnovasyon**

Bu kategoride gerçekleştirilecek projelerde yenilikçi, inovatif yaklaşımlar yapılması amaçlanmıştır. Bu yenilikçi yaklaşımlar sayesinde çevreye olan faydanın maksimuma ulaşması hedeflenmektedir.

- **Bölgesel öncelik**

Bölgesel öncelik kategorisinde, projelerin gerçekleştirileceği alanların tarım arazisi olmaması, doğal yapının ve bitki örtüsünün yapıma elverişli olduğu alanların seçilmesi bu kategoriden puan alınmasını sağlayacaktır.

Kaynak taramasında yer alan çalışmalardan da anlaşılabileceği üzere, kentsel dönüşüm ve sürdürülebilir binalar üzerine farklı türden araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen doktora tez çalışmasını diğer çalışmalardan ayıran en belirgin özelliği, kentsel dönüşüm süreçlerinde sürdürülebilir bina maliyetlerinin incelenmiş olmasıdır. Özellikle inşaat sektöründe maliyetin en önemli etken olmasından dolayı, bu çalışma önem taşımaktadır. Gerçekleştirilen tez çalışmasında elde edilmiş olan sürdürülebilir bina maliyetlerinin, kentsel dönüşüm projelerinde yol gösterici nitelikte olması amaçlanarak, yapımı yeniden gerçekleştirilecek olan binaların iklim değişikliği etkileri de göz önünde bulundurularak sürdürülebilir binalar olarak tasarlanması adına sektöre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Tez çalışmasında, örneklem olarak Antalya ili Kepez-Santral mahallesinde gerçekleştirilen ada bazlı kentsel dönüşüm projesi, sürdürülebilirlik ve maliyet ilişkisinin incelenmesi amacıyla seçilmiştir. Çalışmada ilk olarak bölgede yaşayan halkın demografik özelliklerine bakılmış olup, gelir seviyelerinin düşük olduğu, yapılaşmanın genellikle gecekondu ve tek katlı binalardan oluştuğu görülmüştür. Ayrıca bölgedeki sosyal yaşam alanlarının, ulaşım ve altyapı imkanlarının kısıtlı olmasının, bölgenin kentsel dönüşüm alanı olarak seçilmesinde büyük rol oynadığını söylemek mümkündür.

Çalışma kapsamında, Sur Yapı firması tarafından gerçekleştirilen kentsel dönüşüm proje alanından 11 katlı O6 Blok, konumu, ulaşım yollarına mesafesi ve kat başına düşen daire sayısının fazla olması açısından tercih edilmiştir. Tez çalışmasında yapılan hesaplamalar, 11. Kat ve çatı planı baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan O6 Blok'un mimari, statik, mekanik, elektrik projeleri ve gerekli olan diğer tüm veriler Sur Yapı firmasından temin edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında dört farklı bina modeli sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda oluşturularak, bu binaların maliyet, enerji ve su verimliliği analizleri Şekil 3.1'de sunulan;

- Bina kabuğu ısı yalıtımı iyileştirilmesi
- Bina kabuğu cam seçimi iyileştirilmesi
- Güneş kırıcı sistem tasarımı uygulaması
- Aydınlatma sistemi iyileştirilmesi
- Fotovoltaik panel uygulaması
- Yeşil çatı uygulaması
- Hava kaynaklı ısı pompası kurulumu
- Gri su tasarımı uygulaması
- Su verimliliği analizi
- Yağmur suyu yönetimi
- Kaplama ve izolasyonların iyileştirilmesi
- Zemin kaplamalarının iyileştirilmesi
- İç mekan duvar boyalarının iyileştirilmesi
- Elektrikli araç şarj istasyonu kurulumu
- Geri dönüşüm odası ve atık üniteleri kurulumu
- Enerji verimliliği analizi

uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

Çalışmada ilk olarak O6 Blok için Sur Yapı firmasına ait olan mevcut yapım projesinde kullanılan malzemelerin oluşturacağı maliyet ve enerji tüketim verilerine göre Baz Bina modeli oluşturulmuştur. Bu modelde öncelikle bina kabuk bileşenleri ve saydam yüzeylerin ısıl özellikleri incelenmiş olup, kullanılan malzemelerin TS 825 standardına uygun olarak seçilip seçilmediği irdelenmiş ve uygun olduğu görülmüştür. Baz Bina modelinde yer alan; bina kabuğu ısı yalıtım malzemeleri, bina kabuğunda kullanılan camlar, aydınlatma ve su tüketiminde kullanılan armatürler, iç mekan duvar

boyaları ve zemin kaplamaları uygulamalarında kullanılan malzemelerin oluşturduğu maliyetler T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın (ÇŞB) 2018 yılı birim fiyat listesine ve piyasada yer alan firmaların maliyet bilgilerine göre hesaplanmış olup, ayrıca binanın mevcut durumundaki enerji tüketim değerleri de analiz edilmiştir.



Şekil 3.1. Tasarım Bina'da uygulaması gerçekleştirilen analizler

Baz Bina modelindeki uygulamalarda yer alan malzemelerin yerine sürdürülebilir malzemeler kullanılarak ve LEED BD+C (Yeni Binalar) sertifika kriterlerine göre fotovoltaik panel uygulaması, geri dönüşüm odası ve atık ünitelerinin kurulumu, elektrikli araç şarj istasyonunun kurulması, hava kaynaklı ısı pompasının sisteme eklenmesi, güneş kırıcı sistem tasarımı, gri su ve yağmur suyu yönetim sisteminin oluşturulması ve yeşil çatı uygulaması ile ortaya çıkacak maliyet ve enerji verimliliği analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen maliyet bilgilerine göre; üç farklı Tasarım Bina modeli geliştirilmiştir. Tasarım Bina modellerinde, Baz Bina modelinde yer alan kabuk bileşenleri, ASHRAE 90.1-2010 standardında Türkiye'nin birinci iklim bölgesi (ASHRAE sınıflandırmasında 3. İklim bölgesi) için önerilen değerlere göre güncellenmiştir. Enerji verimliliği analizlerinde "Carrier HAP", "Autodesk Revit", "PVSyst v6.75", "EDSL TAS" gibi yazılım ve programlardan faydalanılmıştır.

Tez çalışmasında ilk olarak, Baz Bina modelinde bina kabuğu cam ve yalıtım malzemeleri, aydınlatma ve su armatürleri, zemin kaplamaları ve duvar boyalarında kullanılan malzemelerin sürdürülebilirlik ve LEED BD+C (Yeni Binalar) sertifika kriterlerine göre uygun malzemelerle yeniden tasarlanması ve buna ek olarak fotovoltaik panel uygulaması, geri dönüşüm odası ve atık ünitelerinin kurulumu, elektrikli araç şarj istasyonunun kurulması, hava kaynaklı ısı pompasının sisteme eklenmesi, güneş kırıcı sistem tasarımı, gri su ve yağmur suyu yönetim sisteminin oluşturulması ve yeşil çatı uygulamasının modele eklenmesi ile "Tasarım Bina Modeli 1" elde edilmiştir. Buna ek olarak gerçekleştirilen iyileştirme uygulamalarının binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

"Tasarım Bina Modeli 2" de ise; Antalya'nın 1. iklim bölgesinde bulunmasından kaynaklı olarak sıcaklık değerlerinin yüksek olması nedeni ile hava kaynaklı ısı pompasından elde edilen enerji tasarrufunun düşük oranlarda sağlanması ve sistemin oluşturacağı maliyet artışının oldukça yüksek olması sebebi ile birinci modeldeki uygulamalardan hava kaynaklı ısı pompasının maliyeti çıkarılmıştır.

"Tasarım Bina Modeli 3" te ise Baz Bina'da mevcutta yer alan uygulamaların sadece sürdürülebilir malzemelerle değiştirilmesinin getireceği maliyetler analiz edilmiştir. Bu uygulamalar; bina kabuğu ısı yalıtım malzemelerinin sürdürülebilirliğinin arttırılması, bina kabuğunda kullanılan camların yüksek performanslı camlar ile değiştirilmesi, aydınlatma armatürleri ve vitrifiye su armatürlerinin verimliliğin arttırılması, zemin kaplamalarında ve iç mekan duvar boyalarında düşük VOC (uçucu organik bileşik) içerikli malzemelerin kullanılması durumunda oluşacak modelin maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında oluşturulan üç farklı Tasarım Bina modeli, sürdürülebilir bina maliyetlerinin bina kullanıcıları ve yatırımcılar açısından değerlendirilmesinde alternatif olması amacıyla oluşturulmuştur. Örneğin; gelir seviyesi yüksek bir kesimde yatırımcılar ve bina kullanıcıları tarafından konfor seviyesinin arttırılması adına hava kaynaklı ısı pompası tercih edilmesi durumunda Tasarım Bina Modeli 2 uygun görülebilecekken, sadece temel seviyede sürdürülebilir bina malzemelerini kullanmak isteyecek yatırımcılar için Tasarım Bina Modeli 3'ün uygun olacağı düşünülmektedir.

3.1. Sürdürülebilir Bina Tasarımında Gerçekleştirilen Uygulama ve Analizler

Tez çalışması kapsamında oluşturulan Baz Bina ve Tasarım Bina modellerinde maliyet ve enerji analizleri gerçekleştirilen uygulamalar hakkında detaylar aşağıda verilmiştir.

- **Bina kabuğu ısı yalıtımı uygulaması**

Tez çalışmasında, Baz Bina'nın kabuk yapısında kullanılan yalıtım malzemeleri analiz edilerek bina kabuk bileşenlerinin ısıl performansının olası sürdürülebilirlik kriterlerine göre iyileştirmesinin binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bina kabuğunda mevcut tasarımda bulunan malzemelerin yerine sürdürülebilir bina kriterlerine uygun malzemeler konularak, bina kabuk elemanlarının iyileştirme öncesi ve sonrasındaki ısıl geçirgenlik değerleri (U değeri) elde edildikten sonra binanın ısı yalıtımı sonrası enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları verilmiştir. Isı yalıtım malzemelerini maliyet bilgileri T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) 2018 yılı birim fiyat listesinden temin edilmiştir. Enerji analizlerinde "Carrier HAP" programı kullanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

- **Bina kabuğunda kullanılan camların değiştirilmesi**

Çalışma kapsamında mevcut proje incelendiğinde, Baz Bina'da bulunan saydam yüzeylerin ısıl özelliklerinin TSE 825 standartlarına göre tasarlandığı gözlemlenmiştir. Tez çalışmasında ise; O6 bloğun sürdürülebilir bina olma özelliklerini taşıyabilmesi adına saydam yüzeylerde daha etkili gölgeleme özelliklerine sahip camlar kullanılması

durumunda binanın enerji performansındaki değişiklikler gözlemlenmiştir. Tasarım Bina modeli için "Carrier HAP" programı ile gerçekleştirilen saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen maliyet, enerji ve emisyon oranları Baz Bina modeli ile karşılaştırılmıştır. Baz Bina ve Tasarım Bina modelinde kullanılan camların maliyet bilgileri ÇŞB 2018 yılı birim fiyat listesinden elde edilmiştir.

- **Güneş kırıcı sistem tasarımı uygulaması**

Mevcut bina projesi incelendiğinde (Baz Bina), tasarımda kullanılan pencereler için herhangi bir gölgeleme sistemi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde, ASHRAE tarafından iklim bölgelerine göre önerilen uygun güneş kırıcı sistemi referans bina modeline yansıtılarak binanın enerji tüketimi, emisyon oranları ve sistemin oluşturacağı maliyet incelenmiştir. Güneş kırıcı sistemi maliyet hesabında piyasada yer alan bir alüminyum firmasının güneş kırıcı ürün fiyatı esas alınmıştır.

- **Aydınlatma sistemi iyileştirmesi**

Tez çalışması kapsamında, mevcut kentsel dönüşüm projesinde yer alan aydınlatma yük yoğunlukları, elektrik tasarım projeleri dikkate alınarak hesaplanmış ve Baz Bina modeline yansıtılmıştır. Çalışmada, Tasarım Bina'da enerji verimli aydınlatma armatürleri kullanılması durumunda binanın enerji performansı üzerindeki değişiklikler incelenmiştir. Bu doğrultuda mevcut binayı temsil eden Baz Bina modeli LED (Light Emitting Diode-Işık Yayan Diyot) aydınlatma armatürleri kullanılması durumu için hesaplanan yük yoğunluklarına göre güncellenerek Tasarım Bina modeli oluşturulmuştur. Mahal-mahal yapılan hesaplamalarda aydınlatma yük yoğunluklarından yola çıkarak elde edilen ortalama aydınlatma yük yoğunlukları paylaşılmıştır. Tasarım Bina modeli için saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar, Baz Bina modeli ile karşılaştırılmıştır. Aydınlatma armatürlerinin maliyet bilgileri piyasada yer alan firmalardan temin edilmiştir.

Ayrıca çalışmanın bu bölümünde binanın mevcut tasarımında gün ışığından faydalanma oranı gün ışığı analizi ile değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda 21 eylül (ekinoks) tarihinde saat 09:00 ve 15:00'de binanın sürekli kullanımı olan mahallerinde doğal aydınlık oranları simülasyon yardımıyla hesaplanmıştır. Bunun için binanın üç boyutlu modeli oluşturularak mahal tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada binanın saydam yüzeylerinin gün ışığı geçirgenlik oranları bina modeline yansıtılarak (DL_t=0.69), mahallerdeki Lux değeri dağılımı çalışma seviyesinde (75 cm yerden yükseklikte), 10 cm aralıklı noktalarda elde edilmiştir. Bu değerler kat planına yansıtılmıştır. Gün ışığı modellemesinde "EDSL TAS" programı kullanılmıştır.

- **Fotovoltaik panel uygulama tasarımı**

Çağımızın en büyük çevresel sorunlarının kaynağı olan küresel ısınmanın en büyük sorumlusu enerji üretiminde ve ulaşımda kullanılan fosil yakıtlardır. Yenilenemeyen ve karbon-yoğun enerji kaynağı olan fosil yakıtlar atmosferde sera gazı birikimine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Dünya genelinde üretilen elektrik enerjisinin %71'ini binalar kullanmaktadır. Binaların enerji ihtiyacının fosil yakıt

alternatifi yenilenebilir enerji santrallerinden karşılanması küresel ısınma ve diğer çevre sorunları ile mücadele etmek için oldukça önemlidir.

Yeşil bina sistemlerinde binaya entegre yenilenebilir enerji sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle elektrik üreten güneş enerjisi sistemleri (fotovoltaik sistemler), sıcak su üretiminde kullanılan solar termal sistemler, küçük ölçekli rüzgar türbinleri ve jeotermal enerji sistemleri yeşil binalarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Gelişen teknolojiyle birlikte yenilenebilir enerji sistemlerinin ilk yatırım maliyetlerinin azalması ve yatırım geri dönüş sürelerinin kısalması bu sistemlerin daha da yaygınlaşmasına neden olmuştur. Güneş enerjisi sistemleri özellikle güneşten yılın büyük bir kısmında yoğun bir şekilde faydalanan bölgeler için çevreci olduğu kadar ekonomik olarak da sürdürülebilir bir yatırımdır.

Antalya ilinin güneşlenme süresi ve yoğunluğu açısından zengin bir kent olması, nedeni ile tez çalışmasında, O6 Blok çatı planında fotovoltaik panel tasarımı ve buna ek olarak da yeşil çatı tasarımı gerçekleştirilerek güneş enerjisinden elektrik üretimi elde edilmesi amaçlanmıştır. Baz Bina modeli olarak kabul edilen O6 blok için mevcutta herhangi bir fotovoltaik panel (FP) uygulama tasarımı söz konusu değildir. Tasarım Bina modelinde ise; çatı planının %75'ine güneş panelleri yerleştirilmiştir. Kalan %25'lik kısım ise yeşil çatı alanı olarak ayrılmıştır. Panellerin yerleşiminde oryantasyonu, sistemin monte edileceği lokasyon ve gölgelenme etkisi dikkate alınmıştır. Güneşten maksimum seviyede faydalanmak adına panellerin yerleştirilirken güneye yönlendirilmesi ve diğer yapıların gölgesi altında kalmamasına dikkat edilmiştir. Fotovoltaik sistemin üreteceği yıllık enerji miktarı PVSyst v6.75 yazılımı ile hesaplanmıştır. Yazılıma binanın bulunduğu lokasyon, meteoroloji verileri, tüm sistem bileşenleri ve sistem kayıpları girdi olarak tanımlanmış ve 8760 saatlik simülasyon yapılmıştır. Sistemin maliyet hesabında ise tüm sistem bileşenleri dikkate alınmıştır. ÇŞB 2018 Birim Fiyat kataloğunda bulunan bileşenler için katalogdaki birim fiyatlar esas alınmıştır. Katalogda yer almayan bileşenler için ise piyasa araştırması yapılarak fiyat bilgisi elde edilmiştir.

- **Hava kaynaklı ısı pompası kullanımı**

Çalışmanın bu bölümünde binanın ısıtma sisteminde hava kaynaklı ısı pompası kullanımının binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda Baz Bina modeline hava kaynaklı ısı pompasının eklenmesi durumunda elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları analiz edilmiştir. Isı pompaları birinci iklim bölgelerinde yüksek verimde çalışabilmektedirler ancak bu iklim bölgelerinde yer alan konutlarda ısıtma ihtiyacı düşük olduğundan dolayı binanın yıllık enerji maliyeti ve emisyon oranlarına olan etkisi düşük olmaktadır. Ancak ısı pompalarının bu göstergeler dışında getirdiği bazı artılar bu sistemleri cazip bir alternatif olarak göstermektedir. Birincisi ısıtma ve soğutmanın aynı cihaz tarafından yapılması durumunda ısıtma amaçlı kazan sistemi kurlumu gereksinimi giderildiğinden dolayı ilk yatırım maliyetleri azaltılabilmektedir. Bu sistemlerin diğer bir artısı ise tükettikleri enerji kaynağının elektrik olmasıdır. Böylece gerekli yenilenebilir enerji altyapısı kurulması durumunda herhangi bir fosil yakıt tüketimine yol açmadan ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılanmış olacaktır. Isı pompasının maliyet hesaplamalarında ÇŞB'nin 2018 yılı birim fiyat listesi esas alınmıştır.

- **Enerji performans ölçümü (referans bina modeli)**

Tez çalışmasının bu kısmında, Baz Bina olarak kabul edilen O6 bloğunun cephe ve enerji sistemlerine ilişkin olası iyileştirmelerin binanın enerji performansı üzerindeki etkisi "Carrier HAP" programı ile incelenmiştir. Örnek olarak incelenen binanın tasarım projeleri dikkate alınarak binanın enerji tüketim davranışlarını temsil eden bir enerji modeli geliştirilmiş ve bu model farklı iyileştirme önerilerinin binanın enerji performansı üzerindeki etkisinin incelenmesinde referans alınmıştır.

- **Gri su miktarının hesabı ve arıtma sisteminin kurulumu**

Gri su, banyo lavaboları, çamaşır makineleri ve duşlardan elde edilen atık sulara verilen isimdir. Binalardan toplanan gri sular organik içerikli diğer atık sulardan daha basit yöntemlerle arıtılarak WC veya peyzaj sulamasında tekrar kullanılabilmekte ve şebeke suyuna olan ihtiyacı azaltmaktadır. Bu nedenle, gri su binaların sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemli alternatif su kaynaklarından biridir. Gri su arıtma sistemleri çok katlı konut yapıları, AVM'ler, oteller, havalimanları, vb. kullanıcı yoğunluğu ve sirkülasyonunun fazla olduğu binalarda ekonomik olarak da oldukça mantıklı bir yatırımdır.

Müstakil konutlar ve benzeri küçük ölçekte binalar için de paket tip gri su arıtma sistemleri mevcuttur. Sürdürülebilir bir yaşamın temel ihtiyaçlarından biri de suyun tasarruflu bir şekilde kullanılmasıdır. Bu nedenle tasarım projesinde gri su arıtma sistemi kurulması öngörülmüştür. Baz Bina projesi incelendiğinde ise gri su sisteminin kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Sistem kapasitesi hesaplanırken tasarımın doğru olması ve maliyet hesabının doğruyu yansıtabilmesi adına sadece bir kat planı üzerinden değil, O6 Blok'un tamamı dikkate alınarak hesaplamalar yapılarak gri su miktarı hesaplanmıştır. İlk olarak tüm binada üretilen "günlük" gri su ihtiyacı hesaplanmıştır. Üretilen gri suyun öncelikle rezervuarlarda kullanılması, artması halinde ise peyzaj sulamasında kullanılması tasarlanmıştır. Hesaplamalar yapılırken Tasarım Bina'da kullanılması planlanan armatürler ve su tüketim değerleri kullanılmıştır. Tüm katlar tek tip olarak düşünülerek Kat 11'de üretilen gri su miktarının 11 katı üretilen toplam gri su miktarı olarak alınmıştır. WC ve eviye bataryaların ürettikleri suyun "siyah su" olması sebebiyle hesaba katılmamıştır. Binada üretilen gri suyu arıtabilmek adına arıtma cihazlarının kullanılması öngörülmüştür. Maliyet hesaplamalarında ÇŞB'nin birim fiyat kataloğunda bulunan imalatlar için 2018 yılı birim fiyatları, özel poz numarasına sahip imalatlar için ise piyasa fiyatları esas alınmıştır.

- **Su verimliliği analizleri**

Yeşil binalar için "Su Verimliliği" en önemli konuların başında gelmektedir. İklim değişikliğinin etkileri, hızlı kentleşme, nüfus artışı, özellikle şehirlerde açık alanların azalması gibi nedenlerle tatlı su kaynakları hızlı bir şekilde azalmaktadır. Dünya tatlı su rezervinin %71'ni barındıran kutup buzulları iklim değişikliğinin etkisiyle hızlı bir şekilde azalmaktayken şehirlerde de çarpık yapılaşma, yer altı su kaynaklarının yoğun kullanımı, azalan yağışlar pek çok ülkeyi su kıtlığı tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır.

Yeşil bina standartları tüm bu etkilerden yola çıkarak su verimliliğini yeşil binaların önemli bir gereksinimi haline getirmiştir. Yeşil binalarda su tüketimi incelenirken iki başlık altında incelenmektedir. Bunlardan ilki bina içerisindeki su tüketimi, diğeri de bina dışındaki su tüketimidir. Bina içi su tüketimi lavabo ve eviye bataryaları, duş başlıkları, WC ve pisuar kullanımından kaynaklanan su tüketimi ile beyaz eşya ve diğer mekanik ekipmanlardan kaynaklanan su tüketimini ele almaktadır. Bina dışı su tüketimi ise binaya ait yeşil alanların sulama suyu tüketimini ele almaktadır. Bir binanın yeşil bina olabilmesi için standart binalara göre bina içinde en az %20, bina dışında ise en az %30 daha az su tüketmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yapılan su verimliliği analizi, bina içi vitrifiye armatürlerin su tüketimi üzerinden yapılmıştır. Çalışma kapsamında lavabo bataryaları, eviye bataryaları, duş başlıkları ve WC rezervuarları ele alınarak düşük su tüketimine sahip armatürlerin kullanılması ile elde edilecek su tasarrufu ve su tüketim maliyetleri analiz edilmiştir. Baz Bina ve Tasarım Bina modellerinin su tüketim hesapları "LEED v4" metodolojisine göre yapılmıştır. Bu metodolojide su tüketiminin; bina kullanıcı sayısı, armatür su tüketim değerleri ve bina yıllık çalışma günü üzerinden yapıldığı görülmektedir. Ayrıca Baz bina Tasarım Bina modelinde kullanılan batarya ve armatürlerin de maliyet bilgileri piyasada yer alan ürünler arasından seçilerek verilmiştir.

- **Kaplama ve izolasyonlar**

Isı ve ses yalıtımı yeşil binaların kullanıcı sağlığını ve konforunu ilgilendiren bir diğer konu başlığıdır. Özellikle çok katlı konut yapılarında iç bölme duvarların ısı ve ses yalıtımı özelliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir.

İç bölme duvarların ısı yalıtım seviyesi bina enerji verimliliğine ve termal konfora; ses yalıtımı ise akustik konfor seviyesine doğrudan etki etmektedir. LEED Yeşil Bina Sisteminde tüm bu etkiler "Enerji ve Atmosfer" ve "İç Ortam Çevre Kalitesi" kategorileri altında ele alınmaktadır. Standart binalarda iç mekan bölme duvarlarda genellikle standart tip, ses yalıtım seviyesi 50-60dB mertebelerinde olan bölme duvar sistemleri kullanılmaktadır. Ses yalıtım seviyesinin konfor koşullarını sağlaması için ise minimum "65 dB" değerinin yakalanması gerekmektedir.

Bu çalışmada yukarıda belirtilen özelliklere sahip standart bir bölme duvar sistemi ile yeşil bina standartlarına uygun ses ve ısı yalıtım seviyesi yüksek iç mekan bölme duvar sistemi karşılaştırılmıştır. Hesaplamada kullanılan iç mekan bölme duvar metrajları O6 Blok Kat 11 mimari kat planları üzerinden hesaplanmıştır. Duvar yüzeyine uygulanan astar ve boyalar "İç Mekan Duvar Boyaları" başlığı altında değerlendirilmiştir. Islak hacim duvarlarında kullanılan seramik duvar karoları bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

Baz Bina modelinde kullanılan alçı levhan bölme duvar ve seramik duvar karosu maliyet değerlendirmesinde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat kataloğu kullanılmıştır. Tasarım Bina modelinde ise piyasada yer alan yüksek ses ve ısı yalıtımına sahip iç bölme duvar sistemi ve düşük VOC içerikli seramik duvar karo yapıştırıcısı kullanarak maliyet bilgileri elde edilmiştir. Her iki bina

modeline ait maliyet bilgileri ve tasarruf oranları karşılaştırmalı olarak tablolar halinde sunulmuştur.

- **Yağmur suyu yönetimi**

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, yağmur suyunun toplanıp, arıtılarak O6 Blok'ta yeniden kullanılması hedeflenmiştir. Bina çatısından ve geçirimsiz sert zemin yüzeylerinden elde edilen yağmur suyunun depolarda toplanarak bina içinde rezervuarlarda ve bina dışında peyzaj sulamasında yeniden kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde şebeke suyu kullanımının azaltılması, yer altı su kaynakları korunması ve yağmur suyu şebekesi yükünün azaltılması amaçlanmıştır. Sert zeminlerden ve çatılardan yüzey akışıyla tuzlu sulara karışabilecek yağmur suyu bu sayede alternatif su kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir.

Baz projede yağmur suyu toplama sisteminin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yağmur sularının toplanacağı yüzey alanı, bu alanın geçirimsizlik değeri, yağmur suyu deposunun yeri ve yağış rejimi gibi konular göz önünde bulundurularak analizler gerçekleştirilmiştir.

Yağmur suyu hasadı için yapılan hesaplarda suyun toplanacağı yüzey alanı, bu alanın geçirimsizlik değeri, yağmur suyu deposunun yeri ve yağış rejimi gibi konular göz önüne alınmaktadır. Enerji ve su tasarrufu konularında olduğu gibi burada da öncelikli hedef bina çevresindeki geçirimli yüzeyleri arttırmak (sert zeminleri azaltmak) yani proje alanına düşen yağmur suyunun yer altına infiltrasyonunu maksimum seviyede tutmak, sonrasında ise proje alanına düşen yağmur suyunu toplayarak yeniden kullanmaktır.

Tasarım projesinde yağmur suyu depo kapasitesi hesabı için öncelikli olarak yağmur suyunun toplanacağı yüzeyler belirlenmiştir. Çalışma kapsamında bina dışı sert zeminler bulunmadığı için sadece yeşil çatı harici çatı alanından toplanacak yağmur suyu hesaba katılmıştır. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan Antalya iline ait aylık toplam yağış miktarı ortalamaları üzerinden aylık olarak çatı yüzeyinden toplanabilecek yağmur suyu miktarı belirlenmiştir. Toplanan yağmur suyunun peyzajda kullanılacak olması nedeniyle yalnızca sulama ihtiyacı olan Haziran-Eylül ayları için hasat yapılacağı öngörülmüştür. Peyzaj sulama ihtiyacının tam olarak bilinmemesi nedeniyle Nisan ve Mayıs aylarında toplanan yağmur suyunun depolanabileceği ölçüde bir kapasite hesabı yapılmıştır. Yağmur suyunu depolayabilmek adına toprak altı yağmur suyu depolama tankı kullanılması öngörülmüştür. Maliyet hesabında ÇŞB Birim Fiyat Kataloğunda bulunan imalatlar için 2018 yılı birim fiyatları, özel poz numarasına sahip imalatlar için piyasa fiyatları esas alınmıştır.

- **Zemin kaplamaları**

Yeşil binalarda iç mekanda kullanılan zemin kaplamalarının diğer yapı kimyasallarında olduğu gibi insan sağlığı üzerinde oldukça önemli etkileri vardır. Özellikle solvent, üre-formaldehit gibi uçucu organik bileşik ihtiva eden yer sistemleri bina kullanıcılarının sağlığı üzerinde orta-uzun vadede gelişen kronik sorunlara neden olmaktadır. Uçucu organik bileşikler 100.000'in üzerinde kimyasala verilen ortak bir

isimdir. Bu kimyasalların özelliği oda sıcaklığında buharlaşarak havaya karışması ve solunum yoluyla bina kullanıcılarına geçmesidir. Kokusuz da olabilen bu kimyasalların oda içerisinde tespit edilmesi genellikle zordur. Uzun vadede maruz kalındığında solunum yolu rahatsızlıkları, alerji, sinüzit, kronik baş ağrıları ve daha ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir.

LEED, BREEAM, DGNB gibi yeşil bina sertifikasyon sistemleri insan sağlığına zararlı etkileri minimum olan yer sistemlerinin kullanılmasını teşvik etmektedir. Yeşil binaların iç mekan zemin kaplamalarında uçucu organik bileşik (volatile organic compound-VOC) içeriği düşük veya sıfır olan (yapısı gereği organik bileşik içermeyen) ürünler tercih edilmektedir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, bu bilgiler ışığında O6 Blok Kat 11 mimari planı incelendiğinde salon ve odalarda laminant parke, ıslak hacimler, hol, antre ve mutfak mahallerinde ise seramik kaplama kullanıldığı görülmüştür. Metraj hesaplamaları gerçekleştirilerek mevcutta kullanılan zemin kaplamaları yerine düşük VOC içerikli malzemeler seçilmiş ve Baz Bina ile karşılaştırmalı maliyet analizleri sunulmuştur. Baz Bina modelinde kullanılan iç mekan zemin kaplamalarının maliyet değerlendirmesinde ÇŞB 2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat Kataloğu kullanılmıştır. Tasarım Bina modelinde ise düşük VOC içerikli, GREENGUARD Gold sertifikalı laminant parke ile GREENGUARD Gold sertifikalı seramik yer karoları ve sıfır VOC içerikli seramik karo yapıştırıcısı kullanılarak maliyet bilgileri elde edilmiştir.

- **İç mekan duvar boyaları**

Yeşil binalarda iç mekanda kullanılan yapı kimyasallarının insan sağlığına olan etkileri oldukça öneme sahiptir. Yeşil bina sertifikasyon sistemleri insan sağlığına zararlı etkileri minimum olan yapı kimyasallarının kullanılmasını teşvik etmektedir. Yeşil binaların iç mekan duvar boyaları ve astarlarında uçucu organik bileşik (volatile organic compound-VOC) içeriği düşük veya sıfır olan ürünler tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, piyasada bulunan standart bir su bazlı boya ile yeşil bina standartlarına uygun sıfır VOC emisyonlu iç mekan boyası ve astarları karşılaştırılmıştır. Hesaplamada kullanılan iç mekan duvar metrajları O6 Blok Kat 11 mimari kat planları üzerinden hesaplanmıştır.

- **Elektrikli araç şarj istasyonu**

Elektrikli araçlar fosil yakıt kullanımını ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarını azaltması nedeniyle sürdürülebilirlik normlarının ve yeşil bina standartlarının kullanımını teşvik ettiği uygulamalardan biridir. Yeşil bina projelerinde elektrikli araçlar için girişlere yakın ve öncelikli park yerleri tahsis edilerek ve elektrikli araç şarj istasyonları kurularak bu araçların bina kullanıcıları tarafından tercih edilmesi teşvik edilmektedir. Ayrıca çevresel etkisini daha da azaltmak için elektrikli araç şarj ünitelerinin güneş panellerine entegrasyonu da yapılmaktadır.

O6 Blok Baz Bina tasarımı incelendiğinde, elektrikli araç şarj istasyonunun mevcut tasarımda bulunmadığı gözlemlenmiştir. Yeşil bina gereklilikleri adına gerçekleştirilen Tasarım Bina modeline elektrikli araç şarj istasyonu eklenmiştir. Tasarım projesinde elektrikli araç şarj istasyonu sayısı O6 Blok'a ait toplam park yeri sayısından yola çıkılarak "LEED v4" yeşil bina standardına göre hesaplanmıştır. Elektrikli araç şarj istasyonu maliyeti piyasada bulunan firmalardan alınan bilgilere göre hesaplanmıştır.

- **Geri dönüşümlü atık üniteleri**

Yeşil binaların hedeflediği çevresel konulardan biri de hammadde kullanımının azaltılmasıdır. Binalar inşaatından yıkımına kadarki tüm yaşam döngüsü boyunca malzeme tüketmektedirler. Ülkemizde üretilen toplam katı atığın %25'i geri dönüştürülebilen atıklardan oluşmaktadır (Atık Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu 2010). Binalardan açığa çıkan geri dönüştürülebilir atıkların yeniden kullanılması hammaddelerin ve doğal rezervlerin korunmasına katkı sağlamaktadır. Örneğin, 1 ton kâğıdın geri dönüştürülmesiyle 17 ağaç kurtulurken, 2,3 m^3'lük katı atık depolama alanı gereksinimi ortadan kalkacaktır. Benzer şekilde, alüminyumun geri dönüştürülmesi boksitten bakir alüminyum üretimine oranla %5 daha az enerji gerektirmektedir. Dolayısıyla, yeşil binalarda hem bina inşaatı sırasında hem de bina kullanımı sırasında atıkların geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Baz olarak alınan proje incelendiğinde geri dönüşüm atık ünitesi bulunmadığı gözlemlenmiştir. Tasarım projesinde O6 Blok'un tüm katlarında altı adet atık tipi için geri dönüşüm üniteleri konulması öngörülmüştür. Atık ünitelerinin oluşturacağı toplam maliyet ayrıca sunulmuştur. Kat hollerine yerleştirilen geri dönüşüm ünitelerinden toplanan ambalaj atıklarının binada biriktirileceği LEED yeşil bina standardına göre belirlenen bir geri dönüşüm odası da tasarıma eklenmiştir. Geri dönüşüm atık odası için bodrum katı rezerve edilmiştir. Bina toplam inşaat alanından yola çıkarak tasarlanan geri dönüşüm odasının maliyet bilgileri ÇŞB 2018 yılı birim fiyat kataloğundan alınmıştır.

- **Yeşil çatı sistemi**

Baz Bina modeli incelendiğinde mevcut tasarımda yeşil çatı uygulamasının bulunmadığı gözlemlenmiştir. Tasarım projesinde çatı alanının 158 m^2'si yeşil çatı olarak tasarlanmıştır. Tasarım Bina modelinde piyasada bulunan yeşil çatı malzemesi üreten bir firmanın maliyet bilgileri kullanılmıştır. Tasarımda kaset sistem, 8 cm toprak kalınlığında, sedum cinsi yer örtücü bitkilerin kullanıldığı bir yeşil çatı sistemi planlanmıştır. Sistemin kasetli yapıda olması bakım maliyetini azaltmaktadır.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında tez çalışmasını diğer çalışmalardan ayıran en belirgin özellik; kentsel dönüşüm projelerinde yer alacak mülk sahipleri, belediyeler, idareler ve müteahhitlere gerçekleştirilecek projeler öncesi su verimliliği, enerji verimliliği ve maliyet konularında bilgi verecek olmasıdır.

4. BULGULAR

Doktora tez çalışmasında elde edilen bulgular doğrultusunda, Baz Bina modeli incelenmiş ve sürdürülebilir malzemelerle yeşil bina kriterlerine göre uygulamalar gerçekleştirilmiş olup, bu uygulamaların oluşturacağı maliyetler ve enerji verimliliği değerleri analiz edilerek tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

4.1. Baz Bina (O6 Blok)

Tez çalışması kapsamında; Antalya ilinde gerçekleşen kentsel dönüşüm projeleri içerisinden Kepez-Santral bölgesi dönüşüm planında yer alan konut projelerinden O6 Blok "Baz Bina" olarak kabul edilmiştir. Örnek olarak incelenen binanın tasarım projeleri dikkate alınarak, binanın enerji tüketim davranışlarını temsil eden bir enerji modeli geliştirilmiş ve bu model farklı iyileştirme önerilerinin binanın enerji performansı üzerindeki etkisinin incelenmesinde referans alınmıştır.

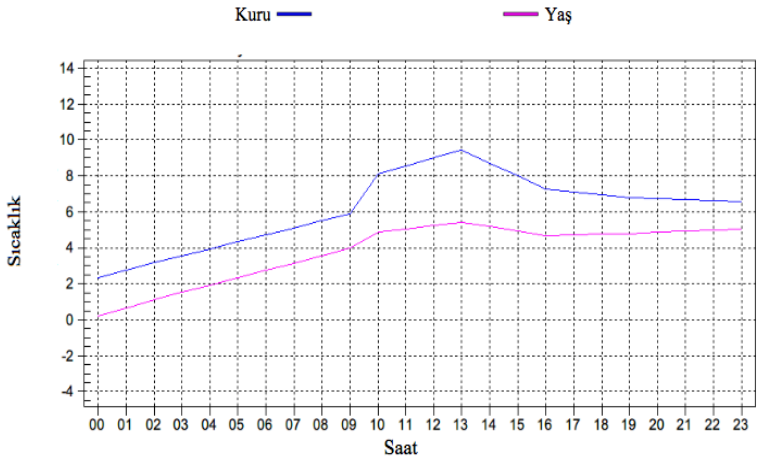
Çalışmada ilk olarak Baz Bina'nın yer aldığı Antalya ilinin 2005-2016 yıllarına ait "tipik meteoroloji yıl saatlik verileri" elde edilmiştir. Bu veriler, O6 Blok'u (Baz Bina) sürdürülebilir bina olarak yeniden tasarlarken simülasyonların gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır. Verilerin hesaplanmasında, Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan tipik meteorolojik yıl hesaplayıcı veri tabanı kullanılmıştır. Veriler, konum verileri (enlem, boylam, yükseklik ve zaman bölgesi) dışında kuru/yaş termometre sıcaklığı, güneşlenme oranı ve bulutluluk oranı gibi binanın enerji tüketimlerinde etkili olan birçok parametreyi içermektedir. Bazı örnek çıktılar Çizelge 4.1., Çizelge 4.2. ve Şekil 4.1'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.1. İklim verilerinde yer alan konum bilgileri

Şehir	**Antalya**
Ülke	Türkiye
Enlem	36.9º
Boylam	30.7º
Yükseklik	53 m
Zaman Bölgesi	+2,0 saat
Ortalama Zemin Yansıtması	0,20

Çizelge 4.2. Kuru termometre sıcaklığı verileri (ºC)

Ay	Mutlak Maksimum	Ortalama Maximum	Ortalama	Ortalama Minimum	Mutlak Minimum
Ocak	13,5	9,8	5,9	2,1	-1,7
Şubat	16,4	10,7	6,9	2,4	-3,4
Mart	18,0	13,5	10,0	5,9	-4,1
Nisan	24,2	16,6	13,8	10,2	5,8
Mayıs	25,2	20,0	17,0	13,4	8,3
Haziran	33,2	25,0	21,7	17,8	12,8
Temmuz	30,5	28,6	25,7	22,1	20,0
Ağustos	36,7	32,3	29,1	25,3	21,4
Eylül	32,2	28,2	24,7	20,8	17,6
Ekim	27,5	20,9	17,7	14,2	9,8
Kasım	23,8	18,0	14,4	10,4	2,8
Aralık	19,1	12,9	9,4	5,4	-0,3



Şekil 4.1. Bir (1) saatlik kuru ve yaş termometre sıcaklık verileri (1 Ocak örneği)

Baz Bina'nın mimari özellikleri incelendiğinde ise; mahal alanları, duvar ve pencere alanları, iç kazançlar, bina yönü ve bina mimarisine ilişkin diğer tüm veriler tasarım projelerine uyumlu bir şekilde Tasarım Bina modeline yansıtılmıştır. Binanın mahal alanları Çizelge 4.3., 4.4., 4.5., 4.6. ve 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. 2D3c Tip 1 Daire'nin mahal listesi

Oda No.	MAHAL	m^2	DÖŞEME	DUVAR	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR ALANI (m^2)	BÖLME DUVAR ÇEVRESİ (m)	BÖLME DUVAR UZ.(m)
					İç Mekan Duvar Boyaları		Kaplama ve İzolasyonlar	
X-ZK-Y-01	Antre	6,7	Seramik	Boya	4,61	12,81	65,1	32,55
X-ZK-Y-02	Salon	20,04	Laminant	Boya	13,3	36,97		
X-ZK-Y-03	Mutfak	7,94	Seramik	Boya	9,94	27,63		
X-ZK-Y-04	Yatak Odası	8,26	Laminant	Boya	9,84	27,36		
X-ZK-Y-05	E. Yatak Odası	15,04	Laminant	Boya	13,5	37,53		
X-ZK-Y-06	Hol	2,92	Seramik	Boya	2,30	6,40		
X-ZK-Y-07	E. Banyo	3,54	Seramik	Seramik	8,82	24,52		
X-ZK-Y-08	Banyo	3,46	Seramik	Seramik	8,82	24,52		
TOPLAM						197,74		

Çizelge 4.4. 2D3c Tip 2 Daire'nin mahal listesi

Oda No.	MAHAL	m^2	DÖŞEME	DUVAR	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR ALANI (m^2)	BÖLME DUVAR ÇEVRESİ (m)	BÖLME DUVAR UZ. (m)
					İç Mekan Duvar Boyaları		Kaplama ve İzo.	
X-ZK-Y-01	Antre	6,7	Seramik	Boya	4,61	12,81	65,1	32,55
X-ZK-Y-02	Hol	2,92	Seramik	Boya	2,30	6,40		
X-ZK-Y-03	E. Yatak Odası	14,96	Laminant	Boya	13,5	37,53		
X-ZK-Y-04	Yatak Odası	8,26	Laminant	Boya	9,84	27,36		
X-ZK-Y-05	Mutfak	7,94	Seramik	Boya	9,94	27,63		
X-ZK-Y-06	Salon	20,04	Laminant	Boya	13,3	36,97		
X-ZK-Y-07	Banyo	3,46	Seramik	Seramik	8,82	24,52		
X-ZK-Y-08	E. Banyo	3,54	Seramik	Seramik	8,82	24,52		
TOPLAM						197,74		

Çizelge 4.5. 3D4 Daire'nin mahal listesi

Oda No.	MAHAL	m^2	DÖŞEME	DUVAR	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR ALANI (m^2)	BÖLME DUVAR ÇEVRESİ (m)	BÖLME DUVAR UZUNLUĞU (m)
					İç Mekan Duvar Boyaları		Kaplama ve İzo.	
X-ZK-Y-01	Antre	6,52	Seramik	Boya	5,97	16,60	85	42,5
X-ZK-Y-02	Hol	4,99	Seramik	Boya	5,7	15,85		
X-ZK-Y-03	E. Yatak Odası	17,24	Laminant	Boya	13,94	38,75		
X-ZK-Y-04	Yatak Odası	10,02	Laminant	Boya	11,44	31,80		
X-ZK-Y-05	Yatak Odası	9,99	Laminant	Boya	11,44	31,80		
X-ZK-Y-06	Salon	31,63	Laminant	Boya	16,04	44,59		

Çizelge 4.5. devamı

X-ZK-Y-07	**Mutfak**	**15,14**	**Seramik**	**Seramik**	**15,2**	**42,26**		
X-ZK-Y-08	Çamaşır Odası	1,81	Seramik	Seramik	4,64	12,90		
X-ZK-Y-09	Banyo	4,2	Seramik	Seramik	7,9	21,96		
X-ZK-Y-10	E. Banyo	4,29	Seramik	Seramik	7,94	22,07		
TOPLAM						**278,58**		

Çizelge 4.6. 2A3 Daire'nin mahal listesi

Oda No.	**MAHAL**	**m²**	**DÖŞEME**	**DUVAR**	**DUVAR UZ. (m)**	**DUVAR ALANI (m²)**	**BÖLME DUVAR ÇEVRESİ (m)**	**BÖLME DUVAR UZ.(m)**
					İç Mekan Duvar Boyaları		**Kaplama ve İzo.**	
X-ZK-Y-01	Antre	4,99	Seramik	Boya	3,89	10,81	50,14	25,07
X-ZK-Y-02	Salon+Mut.	17,26	Laminant	Boya	14,76	41,03		
X-ZK-Y-03	Yatak Odası	8,16	Laminant	Boya	9,72	27,02		
X-ZK-Y-04	E.Yatak Odası	12,13	Laminant	Boya	13,6	37,81		
X-ZK-Y-05	Hol	2,05	Seramik	Boya	2,97	8,26		
X-ZK-Y-06	Banyo	3,46	Seramik	Seramik	7,12	19,79		
TOPLAM						**144,73**		

Çizelge 4.7. 3D3 Daire'nin mahal listesi

Oda No.	**MAHAL**	**m²**	**DÖŞEME**	**DUVAR**	**DUVAR UZ. (m)**	**DUVAR ALANI (m²)**	**BÖLME DUVAR ÇEVRESİ (m)**	**BÖLME DUVAR UZ.(m)**
					İç Mekan Duvar Boyaları		**Kaplama ve İzo.**	

Çizelge 4.7. devamı

X-ZK-Y-01	Antre	7,44	Seramik	Boya	8,16	22,68	**80,06**	**40,03**
X-ZK-Y-02	Mutfak	15,13	Seramik	Boya	15,2	42,26		
X-ZK-Y-03	Salon	31,63	Laminant	Boya	16,14	44,87		
X-ZK-Y-04	Yatak Odası	9,99	Laminant	Boya	11,44	31,80		
X-ZK-Y-05	Yatak Odası	10,02	Laminant	Boya	11,44	31,80		
X-ZK-Y-06	E. Yatak Odası	17,24	Laminant	Boya	14,84	41,26		
X-ZK-Y-07	Hol	44,69	Seramik	Boya	3,46	9,62		
X-ZK-Y-08	E. Banyo	14,29	Seramik	Seramik	7,92	22,02		
X-ZK-Y-09	Banyo	44,2	Seramik	Seramik	7,92	22,02		
X-ZK-Y-10	Çamaşır Odası	22,32	Seramik	Seramik	5,34	14,85		
TOPLAM						283,1708		

Dairelerin mahal listeleri incelendiğinde, iç mekan duvar uzunluğunun en fazla olduğu daire tipinin "3D3" olduğu görülmüştür. En az ise "2A3" daire tipinde bu sonuca varılmıştır. Ortak alanların duvar uzunlukları ve duvar alanlarını gösteren bilgiler Çizelge 4.8'de ve O6 Blok Kat 11 için toplam alan miktarları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Ayrıca Baz Bina'nın mimari özellikleri Çizelge 4.10'da ve planı Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Ortak mahal listesi

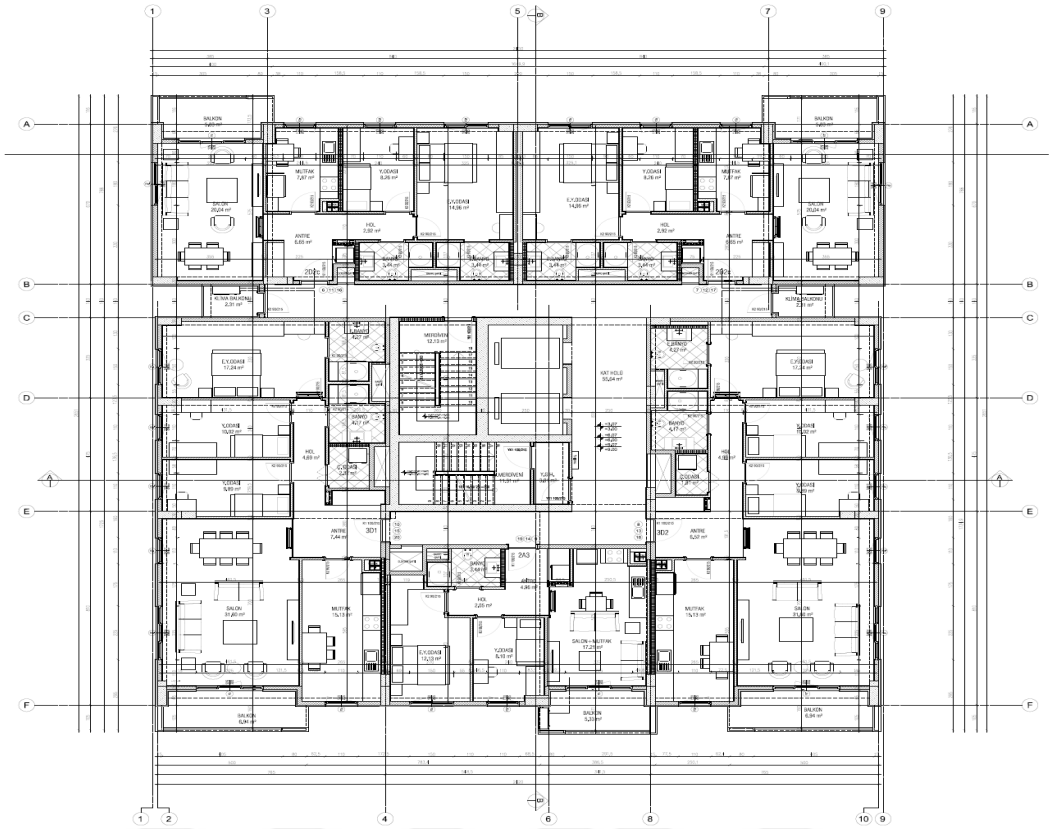
	MAHAL	**m^2**	**DUVAR UZUNLUĞU (m)**	**DUVAR ALANI (m^2)**
Ortak Mahal	Kat Holü	5,64	57,4	159,572
	Klima Balkonu	4,62	Dış Mekan	
	Merdiven	12,17	13,7	38,086
	Yangın Merdiveni	11,31	12,96	36,0288
	Y.G.H.	3,01	6,52	18,1256
TOPLAM				251,8124

Çizelge 4.9. Kat 11 ve O6 blok toplam alan miktarı

	Toplam Alan (m^2)
Kat 11	483,3
O6 Blok Toplam	5316,3

Çizelge 4.10. Baz Bina mimari özelliklerine ait örnek girdiler

Genel Özellikler				
Mahal Alanı	43.3	m²		
Tavan Yüksekliği	3	m		
Bina Ağırlığı	341.8	kg/m²		
Duvarlar, Pencereler, Kapılar				
Pozlama	Duvar Brüt Alanı (m²)	Pencere 1	Pencere2	Kapı 1
E	25.5	2	1	0
N	10.8	0	0	0
E Pozlama için Yapı Tipleri				
Duvar Tipi	Duvar Montajı			
1. Cam Tipi	P2			
2. Cam Tipi	P3			
N Pozlama için Yapı Tipleri				
Duvar Tipi	Duvar Montajı			
Çatılar, Işıklık:				
Pozlama	Çatı Brüt Alanı (m²)	Çatı Eğimi(º)	Işıklık	
H	43.3	0	0	
H Pozlama için Yapı Tipleri				
Çatı Tipi	Çatı Montajı			
Katlar				
Tip	Klimalı Alanın Üstündeki Zemin			



Şekil 4.2. Baz Bina (O6 Blok) örnek kat planı (Sur Yapı)

4.1.1. Bina kabuğu ısı yalıtımı

Tez çalışmasının bu bölümünde; Baz Bina olarak kabul edilen O6 Blok'un kabuk yapısında kullanılan malzemeler analiz edilerek, bina kabuk bileşenlerinin ısıl performansının olası iyileştirmesinin binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Baz Bina incelendiğinde; kabuk bileşenlerinin tasarımının yerel TS 825 standardına uygun olarak gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda Baz Binayı temsil eden "Tasarım Bina" modelinde kabuk bileşenleri ASHRAE 90.1-2010 standardında Türkiye'nin birinci iklim bölgesi (ASHRAE sınıflandırmasında 3. İklim bölgesi) için önerilen değerlere göre güncellenmiştir. Bina kabuğunda mevcut tasarımda bulunan malzemelerin yerine sürdürülebilir bina kriterlerine uygun malzemeler ile tasarımın gerçekleşmesi durumunda, bina kabuk elemanlarının iyileştirme öncesi ve sonrasındaki ısıl geçirgenlik değerleri (U değeri) elde edildikten sonra binanın ısı yalıtımı sonrası enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları verilmiştir. Enerji tasarruf hesapları "Carrier HAP" programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Baz Bina olarak kabul edilen O6 Blok incelendiğinde; dış duvarlarda mevcut durumda 3 cm'lik taş yünü yalıtım olduğu görülmüştür. Sürdürülebilir bina kriterlerine göre gerçekleştirilecek tasarımda ise 7 cm taş yünü yalıtım kullanılmıştır. Çatı ve döşemede ise mevcut durumda 7 cm, iyileştirilmiş durumda 12 cm taş yünü ile ısı yalıtımı sağlanması hedeflenmiştir. Çizelge 4.11'de gerçekleştirilen iyileştirme sonrası bina kabuk elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayılarında (U değerleri) oluşan değişiklikler sunulmuştur.

Çizelge 4.11. Bina kabuk elemanlarının iyileştirme öncesi ve sonrasındaki U-değerleri

Kabuk Elemanı	Tasarım Bina	Baz Bina
Duvar (U_D)	0,365	0,660
Çatı (U_T)	0,273	0,430
Döşeme (U_t)	0,296	0,660

Bina kabuğunda ısı yalıtımı için gerçekleştirilen tasarım sonrası binanın enerji tüketimindeki değişiklik, oluşan maliyetler ve emisyon oranları Çizelge 4.12'de detaylı bir şekilde verilmiştir. Tasarım Bina modeli için saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar Baz Bina ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.12. Bina kabuğunun ısı yalıtımı sonrası enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları

Son Tüketim	Enerji Kaynağı	Birim	Tasarım Bina	Baz Bina	Tasarruf Oranı
Aydınlatma	Elektrik	kWsa	117,426	117,426	%0
Isıtma/Sıcak su	Doğal gaz	kWsa	329,218	340,782	%3,4
Soğutma	Elektrik	kWsa	58,560	57,110	-%2,5
Pompalar	Elektrik	kWsa	6,715	6,795	%1,2
Fanlar	Elektrik	kWsa	665	667	%0,3
Elektrik ekipmanlar	Elektrik	kWsa	128,431	128,431	%0
Diğer ortak alan tüketimleri	Elektrik	kWsa	4,523	4,523	%0
Toplam Yıllık tüketim	-	kWsa	645,538	655,734	%1,6
Tüketim Yoğunluğu	-	kWsa/m^2.yıl	103	105	%1,6
Maliyet	Elektrik	₺	155.313,00	154.642,00	-%0,4
	Doğal gaz	₺	34.532,00	35.745,00	%3,4
	Toplam	₺	189.845,00	190.387,00	%0,3
	Birim Alan Başına	₺/m^2.yıl	30,26	30,35	%0,3
Emisyon oranları	Elektrik	kg	167,650	166,925	%-0,4
	Doğal gaz	kg	65,844	68,156	%3,4
	Toplam	kg	233,493	235,081	%0,7

Çizelge 4.12. detaylı olarak incelendiğinde; birinci iklim bölgesinde kabuk ısı yalıtımının arttırılması, ısıtma için harcanan elektrik tüketimlerinde %3,4 oranında bir azalmaya yol açarken, soğutma için harcanan elektrik tüketimlerinin %2,5 oranında artmasına sebep olmuştur. Bu oranları daha detaylı analiz etmek gerekirse; ısıtma tüketimlerindeki düşüşün, doğal olarak soğutma döneminde binanın dış ortam ısı kaybının azalmasından kaynaklandığı görülmektedir. Soğutma tüketimlerinin artışı ise sıcak dönemlerde gündüz saatlerinde binanın kütlesinde biriken ısının, gecenin serin saatlerinde dış ortama atılmasının daha yüksek yalıtımdan dolayı zorlaşmasıdır.

Elde edilen verilere göre toplam değerlere bakıldığında ise; yıllık enerji tüketimlerinin %1,6, enerji maliyetlerinin %0,3 ve karbondioksit salınımının %0,7

oranlarında azaldığı görülmektedir. Çizelge 4.13'te ise gerçekleştirilen maliyet hesaplamalarında kullanılan birim fiyatlar verilmiştir. Verilerin elde edilmesinde 2018 Yılı ÇŞB Birim Fiyat Kataloğu esas alınmıştır.

Çizelge 4.13. Bina kabuğu ısı yalıtımında kullanılan malzemelerin maliyetleri

Poz No. ve Tanım	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
Y.19.055/051 3 cm kalınlıkta taş yünü levhalar (min. 120 kg/m^3 yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	m^2	58,40
Y.19.055/055 7 cm kalınlıkta taş yünü (min. 120 kg/m^3 yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	m^2	73,36
Y.19.059/051 3 cm kalınlıkta taşyünü levhalar (Taşyünü 150 kg/m^3 yoğunlukta-yüklenebilen) ile yatayda (geleneksel gezilebilir teras çatı vb.) ısı yalıtımı yapılması + Y.19.059/052 4 cm kalınlıkta taşyünü levhalar (Taşyünü 150 kg/m3 yoğunlukta-yüklenebilen) ile yatayda (geleneksel gezilebilir teras çatı vb.) ısı yalıtımı yapılması	m^2	13,88+17,35
Y.19.059/052 4 cm kalınlıkta taşyünü levhalar (Taşyünü 150 kg/m^3 yoğunlukta-yüklenebilen) ile yatayda (geleneksel gezilebilir teras çatı vb.) ısı yalıtımı yapılması + Y.19.059/055 8 cm kalınlıkta taşyünü levhalar (Taşyünü 150 kg/m^3 yoğunlukta-yüklenebilen) ile yatayda (geleneksel gezilebilir teras çatı vb.) ısı yalıtımı yapılması	m^2	17,35+31,20

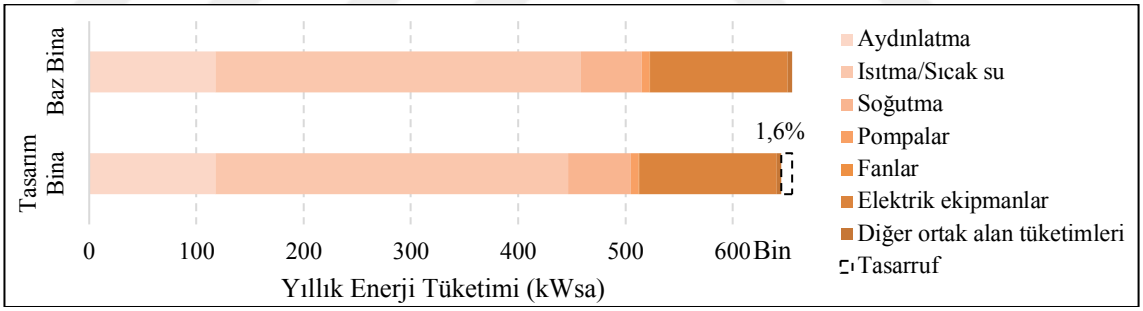
Baz Bina kabuk maliyetleri ve bina kabuğunda gerçekleştirilen ısı yalıtımı sonrası oluşan Tasarım Bina'nın kabuk maliyetleri Çizelge 4.14'te sunulmuştur.

Çizelge 4.14. Bina kabuğu ısı yalıtımı öncesi ve sonrasında oluşan malzeme maliyetleri

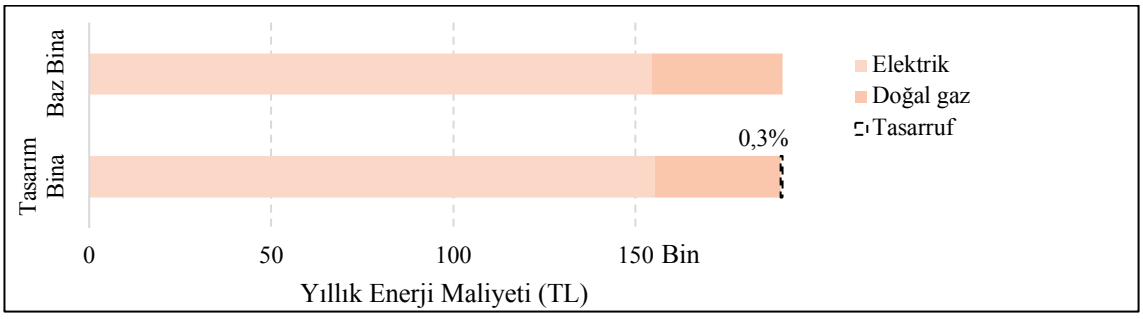
O6 Blok Yalıtım Uygulanan Yüzeyler	**Alan (m^2)**	**Mevcut Durum Yalıtım Maliyeti (TL)**	**İyileştirilmiş Durum Yalıtım Maliyeti (TL)**
Duvar	3.551,00	207.378,40	260.501,36
Çatı ve Döşeme	525,00	16.395,75	25.488,75
Toplam Maliyet		223.774,15	285.990,11
O6 Blok Kat 11 Maliyeti	483,3	26.533,377	33.910,45

Baz Bina (O6 Blok) için gerçekleştirilen bina kabuğu ısı yalıtımı sonrasında malzeme maliyetlerinde; duvarlarda 53.122,96 TL'lik, çatılarda ve döşemelerde ise 9.093 TL'lik bir artış yaşandığı gözlemlenmiştir. Toplam maliyet artışı ise 62.215,96 TL'dir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre Baz Bina ve Tasarım Bina'nın yıllık enerji tüketim değerleri ve yıllık enerji maliyetleri Şekil 4.3. ve Şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.3. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın Yıllık Enerji Tüketim Değerleri



Şekil 4.4. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın Yıllık Enerji Maliyet Değerleri

Şekil 4.3. ve Şekil 4.4'ten elde edilen verilere göre bina kabuğunda gerçekleştirilen ısı yalıtımı sonrasında O6 Blok'un toplam yıllık enerji tüketim değerinin %1,6 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Yıllık enerji maliyetinde ise %0,3'lük bir tasarruf söz konusudur. Bina kabuğunda yapılan yalıtım malzemelerinin iyileştirme sonrasında, enerji tüketim değerlerinin azalmasının toplam enerji maliyetinin düşmesi ile doğrudan bir ilişki içerisinde olduğu ortaya çıkmıştır.

4.1.2. Bina kabuğu cam seçimi

Antalya ili-Kepez Santral Bölgesi Kentsel Dönüşüm projesinden seçilen O6 bloktaki (Baz Bina) saydam yüzeylerin ısıl özelliklerinin TSE 825 standartlarına göre tasarlandığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen tez çalışmasında ise; O6 bloğun sürdürülebilir bina olma özelliklerini taşıyabilmesi adına saydam yüzeylerde daha etkili gölgeleme özelliklerine sahip camlar kullanılması durumunda binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda mevcut binayı temsil eden referans bina modelinde saydam yüzeyler ASHRAE 90.1-2010 standardında Türkiye'nin birinci iklim bölgesi (ASHRAE sınıflandırmasında 3. İklim bölgesi) için önerilen değerlere göre güncellenmiştir (Çizelge 4.15.). İyileştirilmiş bina modeli için "Carrier HAP" programı ile gerçekleştirilen saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar, referans bina modeli ile karşılaştırılmıştır. (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.15. Binanın saydam yüzeylerinin iyileştirme öncesi ve sonrasındaki ısı özellikleri

Saydam Yüzey Özelliği	İyileştirilmiş Durum	Referans Durum
Gölgeleme Faktörü (SC - birimsiz)	0,29	0,32
Isıl geçirgenlik (U - W/m^2.K)	1,8[1]	1,8

Çizelge 4.16. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan camların maliyet bilgileri (ÇŞB)

Poz No. ve Tanım	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
Y.23.244/E Elektrostatik toz boyalı ***ısı yalıtımsız*** alüminyum doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması	m^2	28,63
Y.23.244/L Elektrostatik toz boyalı ***ısı yalıtımlı*** alüminyum doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması	m^2	30,30

[1] TS 825'te önerilen ısıl geçirgenlik değerleri 90.1-2010 standardına göre daha etkili olduğundan dolayı iyileştirilmiş durumda pencere U-değerleri referans durum ile aynı olarak yansıtılmıştır.

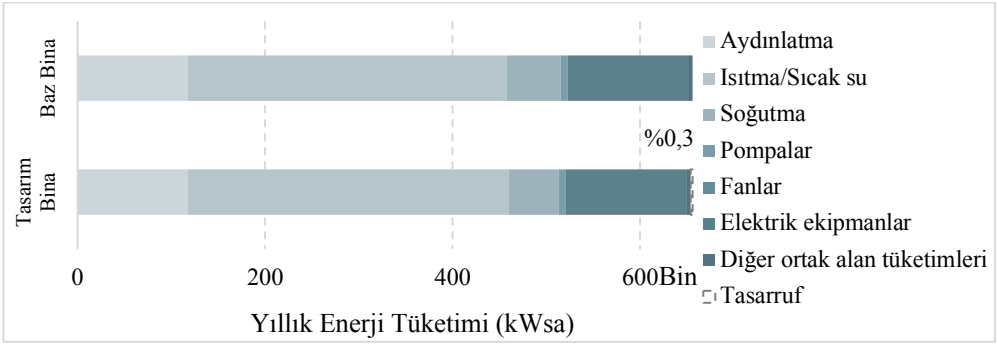
Çizelge 4.16. devamı

04.645/08A 12 mm ara boşluk çıtalı (ilk camı güneş ve ısı kontrol kaplamalı) 4+4 mm kalınlıkta yalıtım camı	m^2	69,00
04.645/02B 12 mm ara boşluk çıtalı 4+4 mm kalınlıkta yalıtım camı	m^2	51,00

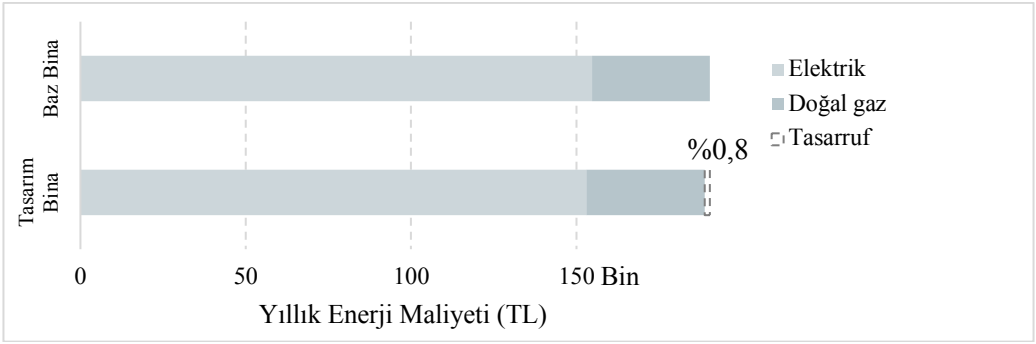
Tasarım Bina modeli için saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar, Baz Bina modeli ile Çizelge 4.17'de karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.17. incelendiğinde, bina kabuğundaki camların sürdürülebilir bina kriterlerine göre seçilmesi durumunda harcanan enerji miktarları göz önünde bulundurularak birim alan başına %0,8'lik bir tasarruf sağlandığı görülmüştür. Yıllık enerji tüketiminde ise %0,3'lük bir enerji tasarrufu söz konusudur. Doğal gaz kullanım maliyetinde ise %0,5'lik bir artış yaşandığı görülmüştür. Buradan incelenebildiği gibi yüksek performanslı cam seçilmesi durumunda bina soğutma kaynaklı tüketimleri %6,1 oranında azalmaktadır.

Çizelge 4.17. Bina kabuğunda yer alan camların iyileştirme durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları

Son Tüketim	Enerji Kaynağı	Birim	Tasarım Bina	Baz Bina	Tasarruf Oranı
Aydınlatma	Elektrik	kWsa	117,426	117,426	0.0%
Isıtma/Sıcak su	Doğal gaz	kWsa	342,351	340,782	-0.5%
Soğutma	Elektrik	kWsa	53,653	57,110	6.1%
Pompalar	Elektrik	kWsa	6,802	6,795	-0.1%
Fanlar	Elektrik	kWsa	636	667	4.6%
Elektrik ekipmanlar	Elektrik	kWsa	128,431	128,431	0.0%
Diğer ortak alan tüketimleri	Elektrik	kWsa	4,523	4,523	0.0%
Toplam Yıllık tüketim	-	kWsa	653,822	655,734	0.3%
Tüketim Yoğunluğu	-	kWsa/m^2.yıl	104	105	0.3%
Maliyet	Elektrik	₺	152.932,00	154.642,00	1.1%
	Doğal gaz	₺	35.909,00	35.745,00	-0.5%
	Toplam	₺	188.842,00	190.387,00	0.8%
	Birim Alan Başına	₺/m^2.yıl	30,10	30,35	0.8%
Emisyon oranları	Elektrik	kg	165,080	166,925	1.1%
	Doğal gaz	kg	68,470	68,156	-0.5%
	Toplam	kg	233,550	235,081	0.7%



Şekil 4.5. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın cam seçimlerine göre "Yıllık Enerji Tüketim Değerleri"



Şekil 4.6. Baz Bina ve Tasarım Bina'nın cam seçimlerine göre "Yıllık Enerji Maliyet Değerleri

Şekil 4.5. ve Şekil 4.6. detaylı olarak incelendiğinde; O6 Blok için sürdürülebilirlik kriterlerine uygun olarak gerçekleştirilen tasarımda, bina kabuğunda kullanılacak camların yüksek performanslı olarak seçilmesi durumunda, soğutma kaynaklı tüketimlerin %6,1 oranında azaldığı, ancak bu azalma miktarının yıllık enerji tüketim oranına (kWsa) %0,3'lük bir azalma ve yıllık enerji maliyetlerinde ise %0,8'lik bir tasarruf oranı sağladığı gözlemlenmiştir. Elde edilen bu veriler sonrasında Baz Bina ve Tasarım Bina'da yüksek performanslı cam kullanmanın veya kullanmamanın karşılık maliyet analizi Çizelge 4.18'de sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Bina kabuğu yüksek performanslı cam seçimi öncesi ve sonrasında oluşan malzeme maliyetleri

O6 Blok Pencere Tipleri	Alan (m^2)	Baz Bina Maliyeti (TL)	Tasarım Bina Maliyeti (TL)	Maliyet Artışı (TL)
Cam	812,7	41.447,70	56.076,30	14.628,60
Doğrama	90,3	2.585,29	2.736,09	150,80
Toplam		44.032,99	58.812,39	14.779,40
	Kat 11	4.002,99	5.346,58	1.343,59

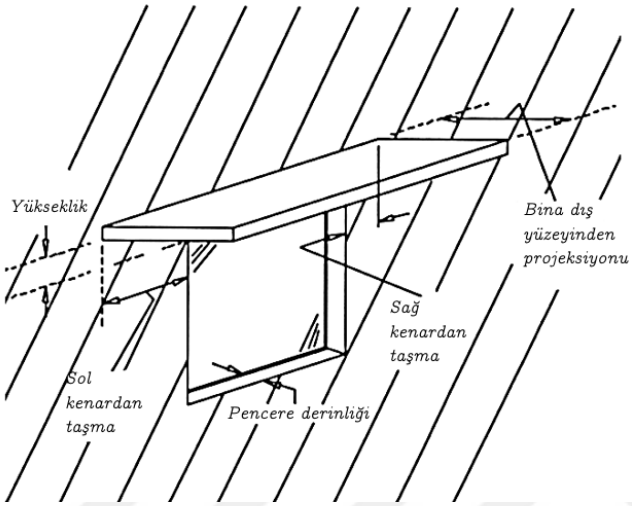
Çizelge 4.18'e göre; yüksek performanslı cam seçiminde toplam maliyet artışı 14.779,40 TL olarak hesaplanmıştır. Yıllık sağlanacak enerji verimliliği göz önünde bulundurulduğunda maliyet artış miktarının kabul edilebilir seviyede olduğu görülmektedir.

4.1.3. Güneş kırıcı sistem tasarımı

Bu tez çalışmasında, Antalya ilinde ele alınan bir konut projesinin incelenmesinden dolayı, bölgenin de iklimsel özellikleri göz önünde bulundurularak incelen konut projesi için "Güneş Kırıcı Sistem Tasarımı" ön görülmüştür. Baz Bina tasarımı incelenerek pencereler için herhangi bir gölgeleme sistem tasarımı gerçekleştirilmediği görülmüştür. Sürdürülebilir bina kriterlerine göre binanın soğutma yükü ihtiyacının azalması adına ASHRAE standardı tarafından iklim bölgelerine göre önerilen uygun güneş kırıcı sistemi Tasarım Bina modeline yansıtılarak binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Uygulanan güneş kırıcıların geometrik özellikleri Çizelge 4.19'da paylaşılmıştır. Güneş kırıcı sistemi (Şekil 4.7.) ilavesi ile iyileştirilmiş bina modeli için saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar, referans bina modeli ile Çizelge 4.20'de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.19. İyileştirme kapsamında bina modeline yansıtılan güneş kırıcıların geometrik özellikleri

Gölgeleme Elemanı Özellikler	İyileştirilmiş Durum
Projeksiyon	60 cm
Yükseklik	25 cm
Derinlik	25 cm
Taşma	25 cm

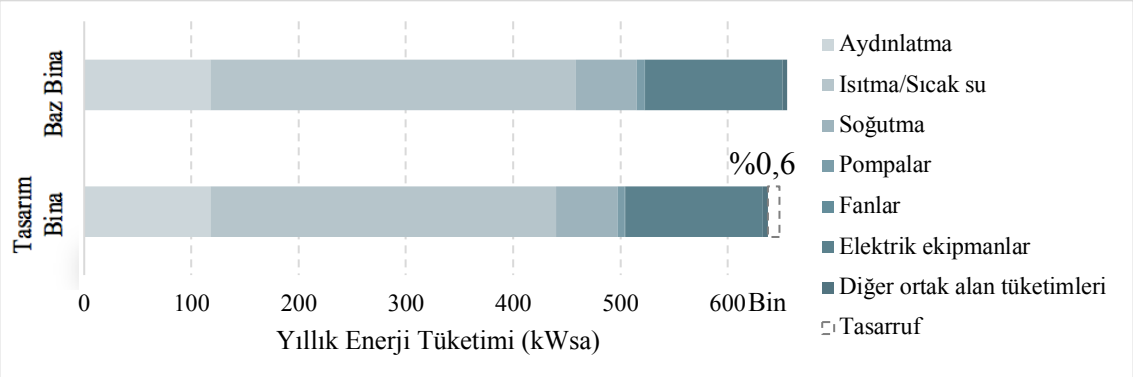


Şekil 4.7. Gölgeleme sistem tasarımı

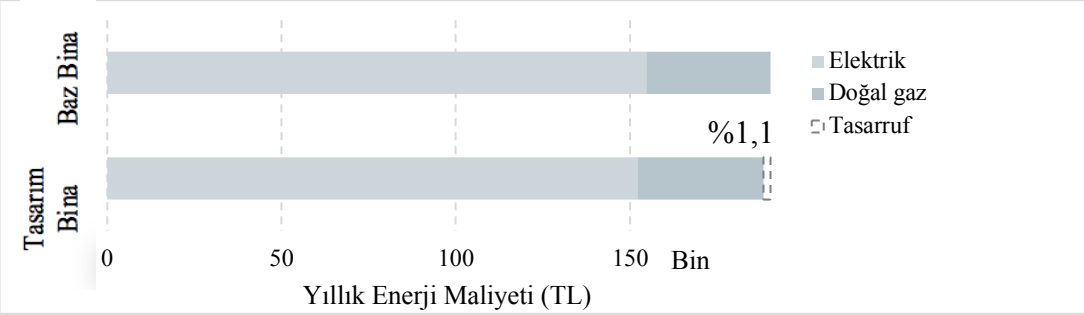
Çizelge 4.20. Güneş kırıcı sistem tasarımı için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları

Son Tüketim	Enerji kaynağı	Birim	Tasarım Bina	Baz Bina	Tasarruf oranı
Aydınlatma	Elektrik	kWsa	117,426	117,426	%0,0
Isıtma/sıcak su	Doğal gaz	kWsa	341,718	340,782	-%0,3
Soğutma	Elektrik	kWsa	52,530	57,110	%8,0
Pompalar	Elektrik	kWsa	6,797	6,795	%0,0
Fanlar	Elektrik	kWsa	625	667	%6,3
Elektrik ekipmanları	Elektrik	kWsa	128,431	128,431	%0,0
Diğer ortak alan tüketimleri	Elektrik	kWsa	4,523	4,523	%0,0
Toplam yıllık tüketim	-	kWsa	652,050	655,734	%0,6
Tüketim yoğunluğu	-	kWsa/m^2.yıl	104	105	%0,6
Maliyet	Elektrik	₺	152.373,00	154.642,00	%1,5
	Doğal gaz	₺	35.843,00	35.745,00	-%0,3
	Toplam	₺	188.216,00	190.387,00	%1,1
	Birim Alan Başına	₺/m^2.yıl	30,00	30,35	%1,1
Emisyon oranları	Elektrik	kg	164,476	166,925	%1,5
	Doğal gaz	kg	68,344	68,156	-%0,3
	Toplam	kg	232,819	235,081	%1,0

Çizelge 4.20'de Baz Bina'ya uygulanan güneş kırıcı sistem tasarımı sonrasında elde edilen veriler görülmektedir. Bu verilere göre; güneş kırıcı sistemi sayesinde binanın soğutma kaynaklı tüketimlerinin %8'lik bir oranda azalabileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumda binanın yıllık enerji tüketimleri, enerji maliyetleri ve emisyon oranları sırasıyla %6, %1,1 ve %1 mertebelerinde azalma göstermektedir (Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.).



Şekil 4.8. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan gölgeleme sisteminin "Yıllık Enerji Tüketim Değerlerine" etkisi



Şekil 4.9. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan gölgeleme sisteminin "Yıllık Enerji Maliyet Değerlerine" etkisi

Güneş kırıcıların maliyet hesabında ilgili alüminyum firmasının 1.212 kg/m özelliğindeki alüminyum güneş kırıcı ürün fiyatı esas alınmıştır. Güneş kırıcının birim maliyeti 100,90 TL/m'dir. Baz Bina'da mevcut bir gölgeleme sisteminin bulunmamasından kaynaklı olarak maliyet artışı %100 oranında olmaktadır (Çizelge 4.21.)

Çizelge 4.21. Güneş kırıcı sistem maliyeti

O6 Blok Güneş Kırıcı	**Uzunluk (m)**	**Baz Bina Maliyeti (TL)**	**Tasarım Bina Maliyeti (TL)**
Toplam güneş kırıcı metrajı	328,90	0	33.186,01
Kat 11 metrajı	29,9	0	3.016,91

4.1.4. Aydınlatma sistemi iyileştirmesi

Konutların enerji tüketimleri göz önünde bulundurulduğunda, iç aydınlatmaların bina enerji tüketiminde önemli rol oynadığı görülmektedir. İç aydınlatmaların bina enerji tüketimine etkisi iki şekilde olmaktadır:

- Doğrudan elektrik enerjisi tüketimi,
- İç ısı kazancına neden olarak binanın soğutma yükünü ve dolayısıyla soğutma enerjisini arttırmasıdır.

Yeşil bina kriterleri içerisinde aydınlatma kaynaklı enerji tüketiminin öneminin büyük olduğu görülmektedir. Özellikle enerji tüketimi daha az ve ısı kazancı etkisi düşük olan aydınlatma armatürlerinin kullanılması, gün ışığından daha fazla şekilde faydalanılması hesaplanarak mimari tasarımların yapılması bu konuda yapılması gerekenlerin başında yer almaktadır. Ayrıca, binada aydınlatma otomasyonu kurulması, varlık ve gün ışığı sensörleri kullanılması da enerji verimliliğinin diğer önemli unsurlarıdır.

4.1.4.1. İç aydınlatmalar

Yeşil binalarda iç aydınlatma tasarımı yapılırken enerji verimliliğinin yanı sıra kullanıcı sağlığı ve konforu da dikkate alınmalıdır. Seçilen armatürlerin kullanıcı göz sağlığını olumsuz etkilemeyecek, kamaşma yapmayacak, kontrast yaratmayacak, renk ve aydınlatma şiddeti ayarlanabilecek armatürler olmasına özellikle dikkat edilmektedir. Gerçekleştirilen tez çalışmasında, Baz Bina olarak belirlenen O6 Blok'un aydınlatma yük yoğunlukları mevcut elektrik tasarım projeleri dikkate alınarak hesaplanmış ve Baz Bina modeline yansıtılmıştır.

Baz Bina projesinde tüm salon, mutfak ve yatak odalarında motorlu perde bulunduğu gözlemlenmiştir. Baz Bina projesinde ortak alan aydınlatma armatürlerinin güç değerleri verilmiştir ancak konut içlerinde bulunan aydınlatmaların güçleri hakkında bilgi verilmemiştir. Gerçekleştirilen çalışmada aydınlatma iyileştirmesinin yapılabilmesi için ilk olarak Baz Bina projesinde yer alan aydınlatma armatürlerinin güçleri Çizelge 4.22'de ve aydınlatma armatürlerinin sisteme ekleyeceği maliyet ve tasarruf bilgileri Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Tez çalışmasının amacı doğrultusunda aydınlatma sisteminin iyileştirilmesi için Tasarım Bina'da verimli aydınlatma armatürleri kullanılmasının binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda mevcut binayı temsil eden Baz Bina modeli LED aydınlatma armatürleri kullanılması durumu için hesaplanan yük yoğunluklarına göre güncellenmiştir. Mahal-mahal hesaplanan aydınlatma yük yoğunluklarından yola çıkarak elde edilen ortalama aydınlatma yük yoğunlukları Çizelge 4.24'te paylaşılmıştır. Tasarım Bina modeli için ise; Carrier HAP programı ile gerçekleştirilen saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen veriler, Baz Bina modeli ile Çizelge 4.25'te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.22. Baz Bina aydınlatma projesinde yer alan armatürlerin güç değerleri

Mahal	**Armatür Tipi**	**Armatür Gücü**
Salon	Dekoratif daire içi avize Daire içi dekoratif sarkıt	Belirtilmemiştir
Mutfak	Daire içi dekoratif sarkıt	Belirtilmemiştir
Yatak odaları	Dekoratif yatak odası armatürü	Belirtilmemiştir
Antre ve hol	2x18W daire içi downlight armatür	36 W
Banyo	Daire içi 2x13W downlight armatür	26 W
Çamaşır Odası	2x18W daire içi downlight armatür	36 W
Kat holleri	2x13W asma tavan tipi önü camlı downlight	26 W
Merdiven sahanlığı	2x18W sıva üstü opal tip akrilik difüzörlü balastlı sensörlü down. arm.	36 W

Projede belirtilmeyen ve konut kullanıcılarının tercihlerine göre değişebilecek olan salon, mutfak ve yatak odaları sarkıt armatür baz güçleri *"The Energy Star Multifamily High Rise Program Simulation Guidelines"* kılavuzuna göre belirlenmiştir. Bu kılavuza göre konut içi aydınlatma yoğunluğu 11 W/m^2 olarak alınmalıdır. Aydınlatma armatür güçleri projede verilmeyen mahallerde baz aydınlatma güçleri mahal alanının 11 W/m^2 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Aydınlatma armatür tipi ve modeli, analizlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi amacıyla, Baz Bina ve Tasarım Bina'da aynı kullanılmıştır. Ancak, armatürlerde kullanılan ampuller Baz Bina ve Tasarım Bina'da farklılık göstermektedir. Baz Bina'da *Philips* marka akkor ampuller değerlendirmeye alınmıştır.

Tasarım projesinde, Baz Bina'da kullanılan aynı armatürlerle yüksek enerji verimliliğine ve ışık akısına sahip "*IKEA LEDARE*" marka LED ampuller kullanılmıştır. Aydınlatma armatürleri projede belirtilen yerlerine ve tiplerine (sarkıt, abajur, vb.) uygun olarak seçilmiştir. Aydınlatma projesi kablolama tesisatı, armatür yerleşimi veya sayısında değişiklik yapılmamıştır. İç aydınlatma enerji tasarrufu yüzdesi aydınlatma güçleri üzerinden hesaplanmıştır. Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi aşağıdaki denklemle hesaplanmaktadır:

$$\text{Tasarruf (\%)} = \frac{\text{(Baz bina değeri-Tasarım bina değeri)}}{\text{Baz bina değeri}} \text{ x } 100 \qquad (4.1)$$

Baz Bina ve Tasarım Bina aydınlatma maliyetleri, elektrik tüketim değerleri ve maliyetleri, ayrıca emisyon oranları Çizelge 4.23., 4.24. ve 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Baz Bina ve Tasarım Bina aydınlatma maliyetlerinin karşılaştırması

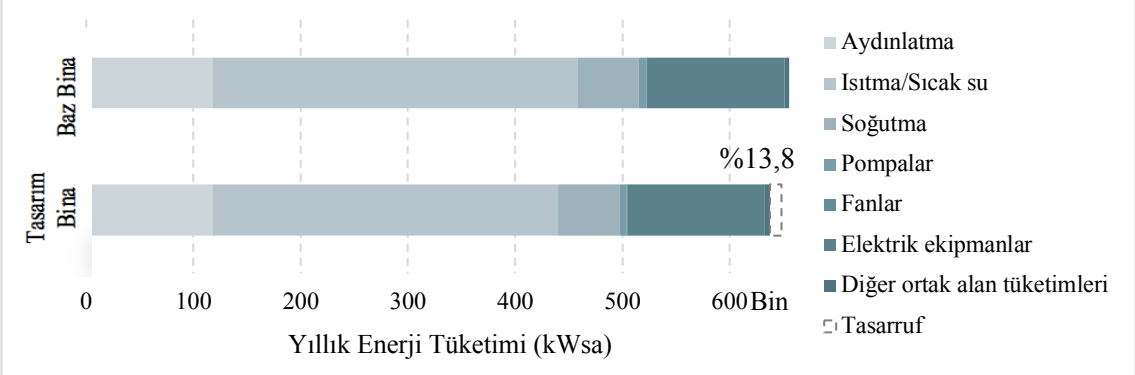
	Baz Bina	**Tasarım Bina**
Maliyet (TL)	2073,48	3963,75
Tüketim (kW)	4,62	1,33
Enerji Tasarrufu (%)	-	%71
Maliyet Artışı (%)	-	%91

Çizelge 4.24. Aydınlatma sistemi iyileştirmesi kapsamında bina modeline yansıtılan ortalama yük yoğunlukları

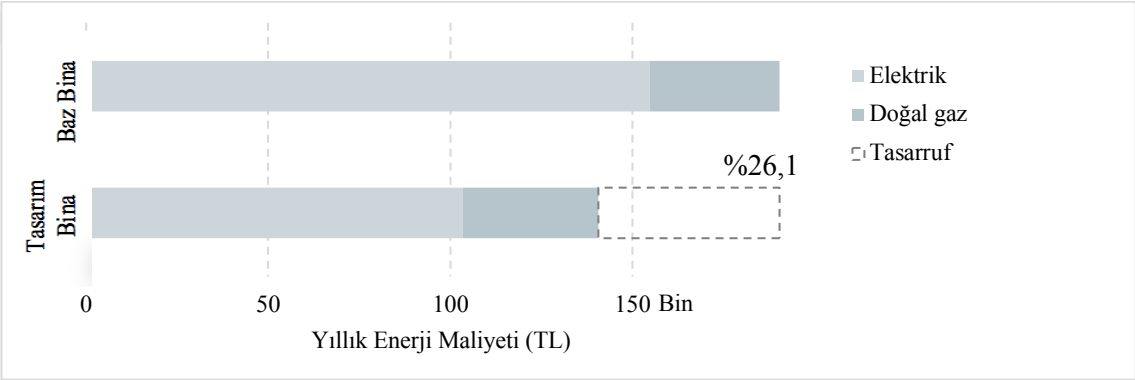
Ortalama aydınlatma yük yoğunluğu	Tasarım Bina Modeli (W/m^2)	Baz Bina Modeli (W/m^2)
Konut	1,6	10,4
Ortak alan	5,5	6,5

Çizelge 4.25. Aydınlatma sistemi iyileştirme durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları

Son Tüketim	Enerji Kaynağı	Birim	Tasarım Bina Modeli	Baz Bina Modeli	Tasarruf Oranı
Aydınlatma	Elektrik	kWsa	23,827	117,426	%79,7
Isıtma/Sıcak su	Doğal gaz	kWsa	354,589	340,782	-%4,1
Soğutma	Elektrik	kWsa	46,513	57,110	%18,6
Pompalar	Elektrik	kWsa	6,898	6,795	-%1,5
Fanlar	Elektrik	kWsa	538	667	%19,3
Elektrik ekipmanlar	Elektrik	kWsa	128,431	128,431	%0,0
Diğer ortak alan tüketimleri	Elektrik	kWsa	4,523	4,523	%0,0
Toplam yıllık tüketim	-	kWsa	565,319	655,734	%13,8
Tüketim yoğunluğu	-	kWsa/m2.yıl	90	105	%13,8
Maliyet	Elektrik	t	103.469,00	154.642,00	%33,1
	Doğal gaz	₺	37.193,00	35.745,00	-%4,1
	Toplam	₺	140.662,00	190.387,00	%26,1
	Birim Alan Başına	₺/m2.yıl	22,42	30,35	%26,1
Emisyon oranları	Elektrik	kg	111,687	166,925	%33,1
	Doğal gaz	kg	70,918	68,156	-%4,1
	Toplam	kg	182,605	235,081	%22,3



Şekil 4.10. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan aydınlatma sistemi iyileştirmesinin "Yıllık Enerji Tüketim Değerlerine" etkisi



Şekil 4.11. Baz Bina ve Tasarım Bina'da kullanılan aydınlatma sistemi iyileştirmesinin "Yıllık Enerji Maliyet Değerlerine" etkisi

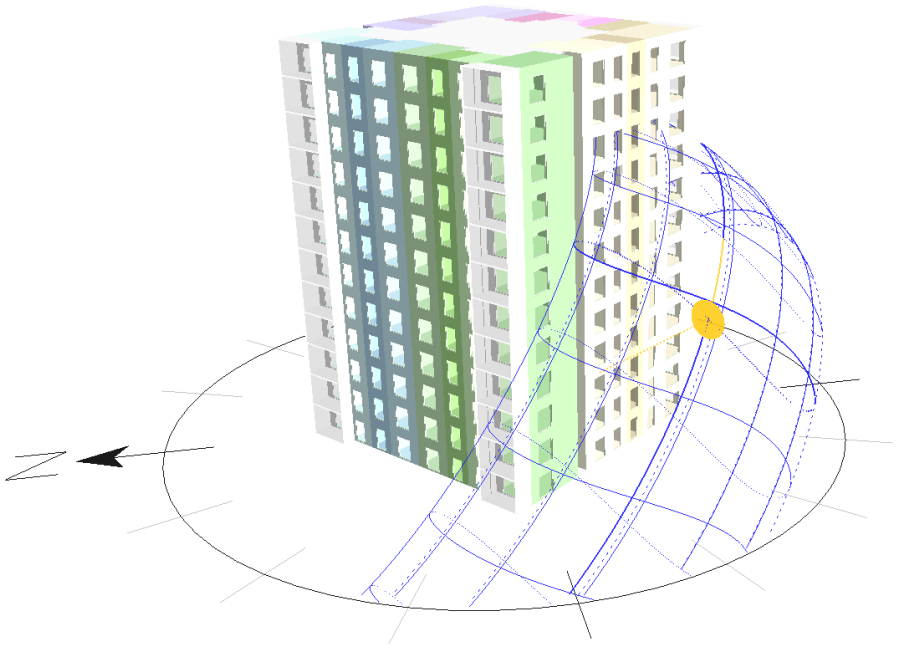
Şekil 4.10 ve Şekil 4.11 detaylı olarak incelendiğinde iç aydınlatmalarda sürdürülebilir enerji tüketimini sağlamayı amaçlayan armatürlerin kullanımı sonucunda yıllık enerji tüketiminde %13,8'lik tasarruf sağlanmıştır. Bu tasarruf oranının maliyete olan etkisi ise; yıllık enerji tüketim maliyetlerinde %26,1'lik bir düşüş olarak yansımıştır. Baz Bina armatürlerinin toplam maliyeti 2.073,48 TL ve Tasarım Bina'nın armatür maliyetleri ise 3.963,75 TL olarak hesaplanmıştır. Bu maliyet bilgileri ışığında, toplam maliyet %91 oranında artarken, enerji tasarrufu %71 olarak elde edilmiştir.

Konut binalarında tüketilen enerjinin önemli bir bölümü aydınlatma armatürleri tarafından tüketildiği göz önünde bulundurulduğunda, armatürlerin "verimli" olarak tercih edilmesi, enerji tasarrufu açısından çok önemlidir. Verimli armatürlerin kullanılması sadece aydınlatma tüketimlerini değil aynı zamanda soğutma tüketimlerini de etkilemektedir. Elde edilen sonuçlara göre önerilen LED armatürlerin kullanılmasıyla aydınlatma kaynaklı tüketimler %80 ve soğutma kaynaklı tüketimler ise %18 mertebesinde azalma göstermektedir. Yıllık enerji maliyetinde ise %26 civarında bir tasarruf sağlandığı gözlemlenmiştir.

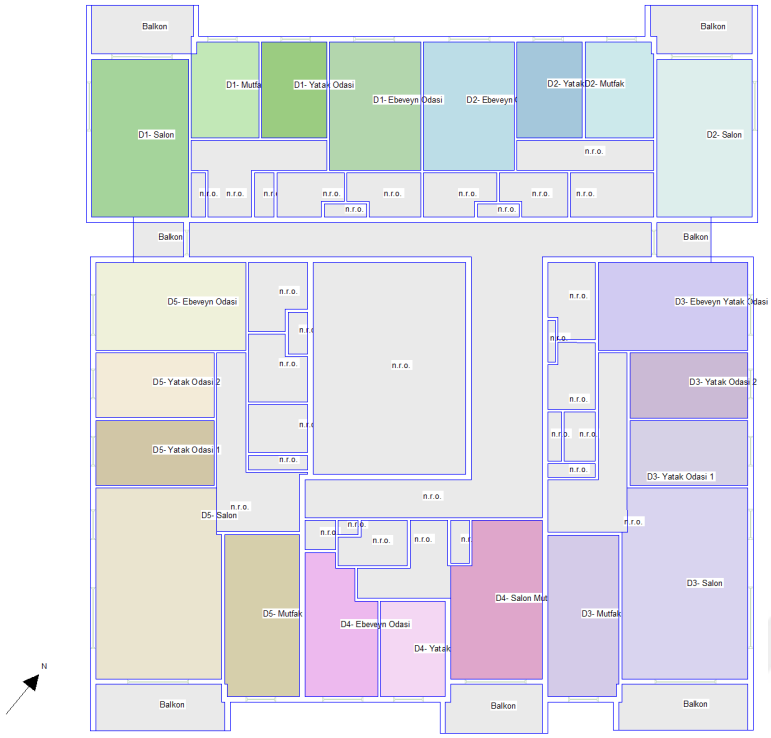
4.1.4.2. Gün ışığı analizi

Çalışmanın bu bölümünde binanın mevcut tasarımında gün ışığından faydalanma oranı değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda 21 eylül (ekinoks) tarihinde saat 09:00 ve 15:00'da, binanın sürekli kullanımı olan mahallerinde doğal aydınlık oranları "EDSL TAS" programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bunun için binanın üç boyutlu modeli oluşturularak mahal tanımlamaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.12 ve Şekil 4.13). Bir sonraki aşamada binanın saydam yüzeylerinin gün ışığı geçirgenlik oranları bina modeline yansıtılarak (DL_t=0.69), mahallerdeki Lux değeri dağılımı çalışma seviyesinde (75 cm yerden yükseklikte), 10 cm aralıklı noktalarda elde edilmiştir. Bu değerler kat planına yansıtılarak Şekil 4.14a. ve Şekil 4.14b'de, ayrıca rakamsal olarak da Çizelge 4.26'da paylaşılmıştır.

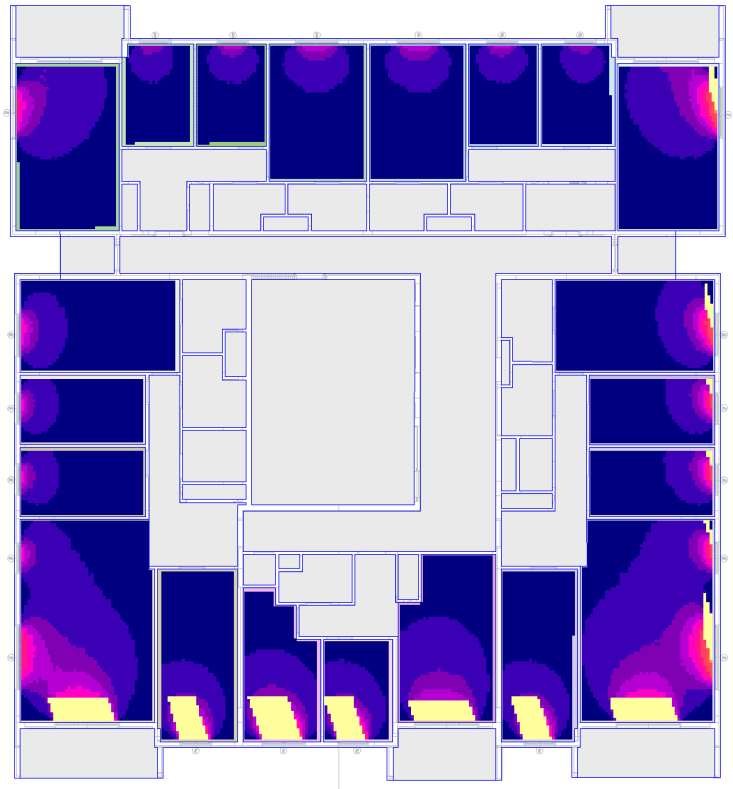
Yeşil binalarda binanın sürekli kullanılan alanlarının en az %75'inin yukarıda tanımlanan koşullarda 300-3000 Lux aralığında doğal aydınlığa sahip olmalıdır. Elde edilen sonuçlar yeşil binalar için öngörülen minimum gereksinimler ile karşılaştırıldığında mevcut bina tasarımı için bu değerin %30 mertebelerinde olduğu ve gereksinimin sağlanmadığı anlaşılmaktadır.



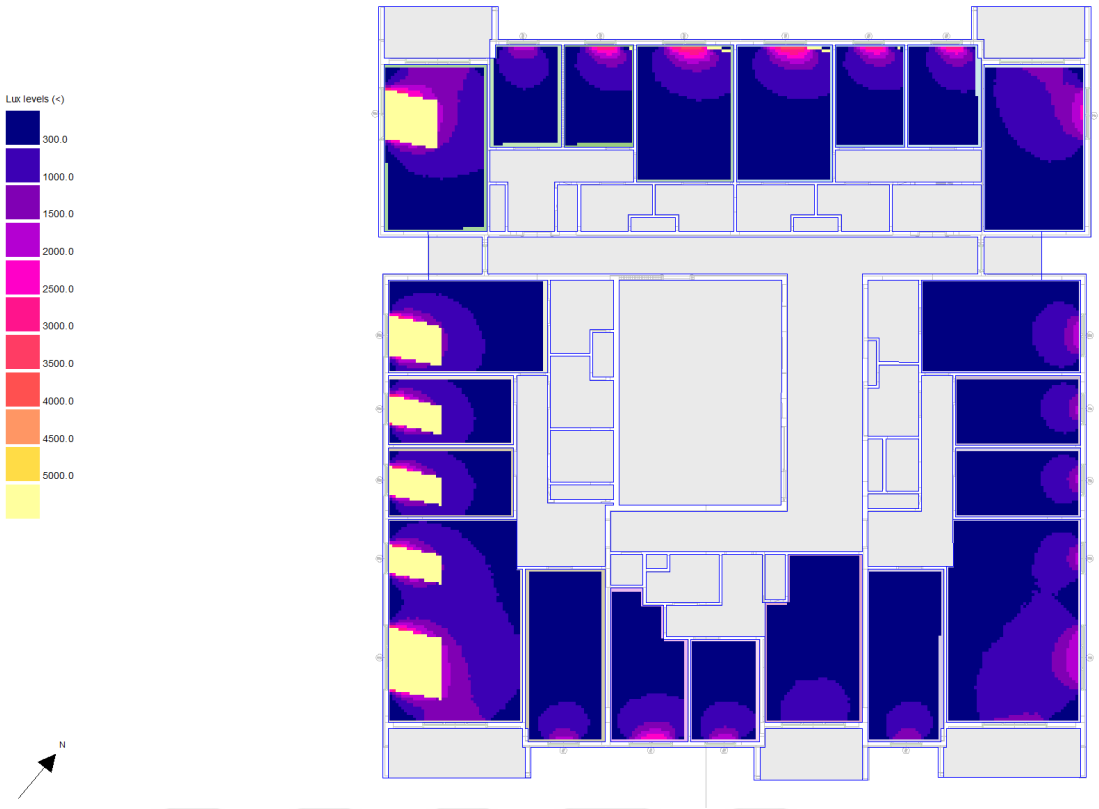
Şekil 4.12. Binanın üç boyutlu modeli



Şekil 4.13. Mahallerin bina modeline uygulanması



Şekil 4.14a. Kat planlarına yansıtılmış lux değerleri (21 Eylül Saat 09:00 için)



Şekil 4.14b. Kat planlarına yansıtılmış lux değerleri (21 Eylül Saat 15:00 için)

Çizelge 4.26. Gün ışığı analiz sonuçları

Odalar	Alan (m^2)	21 Eylül Saat 09:00						21 Eylül Saat 15:00						Ortalama Aralık Yüzdesi @0900 (%)	Ortalama Aralık Yüzdesi @1500 (%)	**Her iki alan @09:00 ve @15:00 (m^2)**
		Gün Işığı Faktörü %	Maksimum Faktör	Minimum Faktör	Ortalama Lux	Maksimum Lux	Minimum Lux	Gün Işığı Faktörü %	Maksimum Faktör	Minimum Faktör	Ortalama Lux	Maksimum Lux	Minimum Lux			
D1- Salon	20,5	0,7	4,1	0,0	420	2603	14	11,9	73,4	0,0	6796	41826	2	45	48	9,2
D1- Mutfak	8,5	0,4	2,0	0,0	223	1304	0	0,5	3,0	0,0	287	1687	0	22	29	1,9
D1- Yatak Odası	8,4	0,4	2,6	0,0	255	1649	0	0,7	37,7	0,0	408	21500	0	25	34	2,1
D1- Ebeveyn Odası	15,8	0,4	2,9	0,0	225	1815	0	0,8	40,6	0,0	462	23126	0	21	29	3,3
D2- Salon	20,2	1,6	54,1	0,0	1045	34442	9	0,7	3,6	0,0	420	2046	1	43	44	8,7
D2- Mutfak	8,8	0,3	2,1	0,0	210	1365	0	0,6	4,9	0,0	328	2810	0	21	29	1,8
D2- Yatak Odası	8,4	0,4	2,6	0,0	250	1659	0	0,7	37,8	0,0	408	21535	0	25	35	2,1
D2- Ebeveyn Odası	15,7	0,4	2,9	0,0	225	1815	0	0,8	41,1	0,0	460	23396	0	21	28	3,3
D3- Salon	32,1	5,9	69,3	0,0	3755	44104	2	0,7	3,4	0,0	408	1945	0	72	48	15,4
D3- Mutfak	15,4	7,4	71,4	0,0	4687	45448	0	0,3	2,6	0,0	144	1499	0	28	13	2,0
D3- Yatak Odası 1	10,3	0,9	51,8	0,0	576	32971	1	0,4	2,7	0,0	209	1533	0	28	20	2,1
D3- Yatak Odası 2	10,3	0,9	51,7	0,0	578	32869	1	0,4	2,8	0,0	209	1582	0	28	21	2,2
D3- Ebeveyn Yatak Odası	17,7	1,3	53,7	0,0	807	34174	0	0,3	3,2	0,0	197	1800	0	28	18	3,2
D4- Salon Mutfak	18,2	6,5	68,5	0,0	4165	43612	0	0,3	1,4	0,0	176	772	0	49	18	3,3
D4- Yatak Odası	8,3	13,9	71,8	0,0	8835	45669	0	0,5	3,5	0,0	282	1988	0	47	29	2,4
D4- Ebeveyn Odası	12,2	13,4	73,3	0,0	8542	46672	4	0,5	4,2	0,0	308	2410	0	46	30	3,7
D5- Salon	32,0	4,7	69,4	0,0	2983	44144	0	13,3	73,4	0,0	7569	41859	0	61	64	19,5
D5- Mutfak	16,2	7,3	72,6	0,0	4626	46181	0	0,3	2,8	0,0	149	1597	0	27	14	2,3
D5- Yatak Odası 1	10,3	0,4	3,4	0,0	242	2175	0	13,4	72,6	0,0	7662	41403	0	24	44	2,5
D5- Yatak Odası 2	10,3	0,4	3,4	0,0	242	2154	0	13,4	72,7	0,0	7662	41445	0	24	44	2,5
D5- Ebeveyn Odası	17,7	0,4	3,8	0,0	233	2397	0	10,8	73,1	0,0	6138	41670	0	22	32	3,9
														Toplam alanın aralık yüzdesi		**97,3**
														Toplam Alan		**317,5**
														Alanın aralık yüzdesi		**%30,6**

4.1.5. Fotovoltaik panel tasarım ve uygulaması

Tez çalışmasında, fotovoltaik panel uygulaması için ilk olarak Baz Bina projesi incelenmiş ve O6 blok için mevcutta herhangi bir fotovoltaik panel (PV Panel) tasarımının bulunmadığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen tez çalışmasında, O6 blok çatı planında fotovoltaik panel tasarımı ve buna ek olarak yeşil çatı tasarımı gerçekleştirilerek güneş enerjisinden elektrik üretimi elde edilmesi amaçlanmıştır. Panellerin yerleşiminde panellerin oryantasyonu, sistemin monte edileceği lokasyon ve gölgelenme etkisi dikkate alınmıştır.

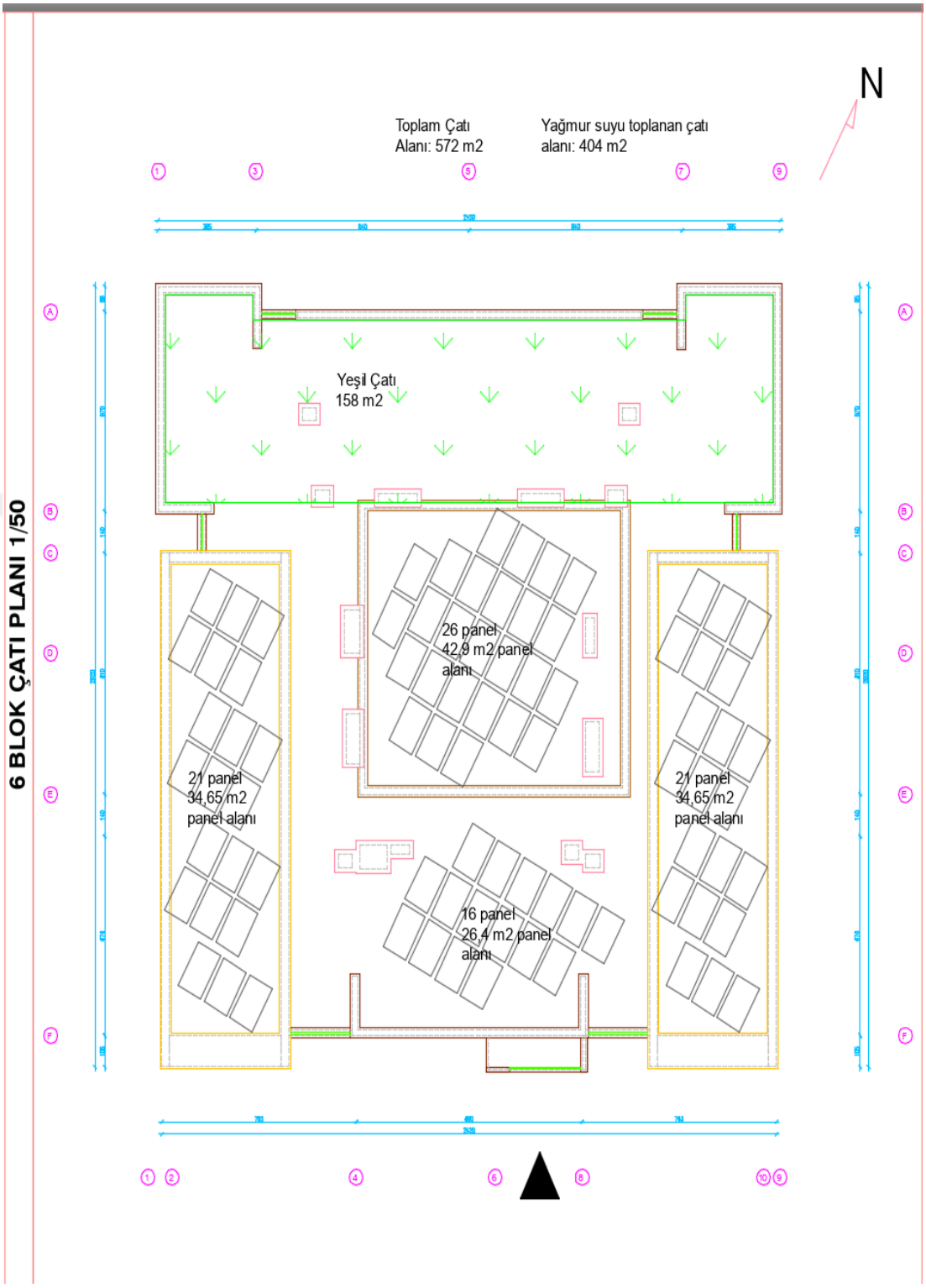
Tasarım projesinde çatının %75'ine güneş panelleri yerleştirilmiştir. Kalan %25'lik kısım ise yeşil çatıya ayrılmıştır. Güneşten maksimum faydalanabilmek adına panellerin güneye yönlendirilmesi ve diğer yapılar veya panellerin gölgesinde kalmaması gerekmektedir. Tüm bunlar dikkate alındığında Şekil 4.15'te gösterildiği şekilde bir panel yerleşimi yapılmıştır. Sistem parametreleri ise Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. PV Panel sistem bilgileri

Sistem Türü	Şebekeye Bağlı
Sistem Büyüklüğü (kW)	21
Panel Tipi	Kristal
Panel Kapasitesi	250 W
Panel Sayısı	84
Panel m^2/adet Büyüklüğü	1,65
Toplam Panel Yüzeyi (m^2)	139

PV sistemin üreteceği yıllık enerji miktarı "PVSyst v6.75" yazılımı ile hesaplanmıştır. Yazılıma binanın bulunduğu lokasyon, meteoroloji verileri, tüm sistem bileşenleri ve sistem kayıpları girdi olarak tanımlanmış ve 8760 saatlik simülasyon yapılmıştır. Simülasyon sonucunda tasarlanan sistemin yıllık **34.99 MWsa** elektrik ürettiği görülmüştür. Sistemin maliyet hesabında tüm sistem bileşenleri dikkate alınarak, ÇŞB 2018 Birim Fiyat kataloğunda bulunan bileşenler için katalogdaki birim fiyatlar esas alınmıştır. Katalogda yer almayan bileşenler için ise piyasa araştırması yapılarak fiyat bilgisi elde edilmiştir. Tüm sistemin maliyet dökümü Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Üretilen elektriğin O6 Blok'un tamamı tarafından kullanılacak olması nedeniyle Kat 11'in analizinde tüm katlar tip kat kabul edilerek üretilen elektrik enerjisinin ve toplam maliyetin 1/11'i esas alınmıştır. Hesaplamalarda, TL/Dolar kuru ise 5,45 TL olarak alınmıştır. Çizelge 4.29 ve 4.30'da PV panel sisteminin oluşturacağı maliyet ve tasarruf değerleri özetlenmiştir.



Şekil 4.15. O6 Blok çatı planı panel yerleşimi

Çizelge 4.28. Fotovoltaik panel sistemi maliyet dökümü

Sistem Bileşenleri	Poz No	Birim	Miktar	Montajlı Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyatı (TL)
Panel (Polikristal Güneş Paneli-260W)	ÖBF-01	adet	84	659,00	55.356,00
Çatı Bağlantı Ekipmanları (Alüminyum profilden her set 10 panel taşımaktadır.)	ÖBF-02	set	8,4	1.146,44	9.630,10
İnverter (tam sinüs 12kW akıllı)	ÖBF-03	adet	2	20.704,00	41.408,00
İnverter Paralel Bağlantı Kiti	ÖBF-04	adet	2	173,18	346,36
Konnektörler (MC4)	ÖBF-05	adet	33,6	12,00	403,20
Pano (800mm)	701-101	adet	2,1	1.920,00	4.032,00
Şalterler	713-506	adet	4,2	82,00	344,40
Sigortalar	724-401	adet	12,6	11,50	144,90
Topraklama (Paşel boru içinde serbest çekilen topraklama hatları)	726-103	m	50	4,80	240,00
Kablo ve Kablolama	727-410	m	147	8,50	1.249,50
Toplam					113.154,46

Çizelge 4.29. PV Panel sisteminin amortisman süresi ve hane başına düşen aylık tasarruf miktarları

Üretilen elektrik miktarı (O6 Blok)	34.990	kWsa/yıl
Kat başına düşen elektrik üretimi	3.180,91	kWsa/yıl
Elektrik birim fiyatı-Mesken- Kasım 2018	0,59721	TL/kWsa
Şebeke Elektriğinden Tasarruf	20.897,113	TL/yıl
Sistemin Amortisman Süresi (ROI)	5,41	Yıl
O6 Blok kat başına düşen sistem maliyeti	10.286,77	TL
O6 Blok daire başına düşen sistem maliyeti	2.057,35	TL
Amortisman süresinden sonra;		
O6 Blok kat başına düşen yıllık tasarruf	1.899,7375	TL
O6 Blok daire başına düşen yıllık tasarruf	379,948	TL
O6 Blok daire başına düşen aylık tasarruf	31,662	TL

Çizelge 4.30. Fotovoltaik panel uygulama maliyet özeti

	Baz Bina	**Tasarım Bina**
Maliyet (TL)	-	10.286,77
Üretim (kWsa/yıl)	-	3.180,91
Enerji Tasarrufu (%)	-	Baz Bina'da bu sistem tanımlı olmadığı için enerji tasarrufu ve maliyet maliyet artışı %100'dür.
Maliyet Artışı (%)	-	

Enerji modellemesi sonucunda (Enerji Performans Ölçümü) tüm iyileştirme önerilerinin uygulandığı durumda O6 Blok'un toplam yıllık enerji tüketimi (elektrik+doğalgaz) 532.181,00 kWsa olarak hesaplanmıştır. Elektrik enerjisi tüketimi bu değerin 209.380,00 kWsa'ini oluşturmaktadır. Çatıya kurulan güneş enerjisi sisteminin tüm bina yıllık elektrik tüketiminin %1,5'ini karşılayabilecek kapasitede olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.6. Yeşil çatı uygulaması

Son yıllarda yeşil bina uygulamalarının artmasıyla birlikte yeşil çatı tasarımları da sektörde önemli bir yer edinmiştir. Hem görsel olarak hem de yalıtımsal olarak sunduğu imkanlar göz önünde bulundurulduğunda tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen sürdürülebilir bina tasarımı için olmazsa olmaz haline gelmiştir. Bu kapsamda, Baz Bina projesi incelendiğinde mevcutta yeşil çatı uygulaması olmadığı gözlemlenmemiştir. Bölgenin bulunduğu konum için uydu görüntüleri incelendiğinde bölge etrafındaki yeşil alanın fazlalığı da göz önünde bulundurulduğunda tasarımı gerçekleştirilecek binanın doğa ile ve bölgenin çehresi ile uyumlu olması adına Yeşil Çatı uygulaması uygun görülmüştür. Tasarım Bina'da çatı alanının 158 m^2'si yeşil çatı olarak tasarlanmıştır. Bu alan toplam çatı alanının yaklaşık dörtte birine denk gelmektedir. Tasarımda *"ARMROOF Green"* firmasına ait kaset sistem ve 8 cm toprak kalınlığında, sedum cinsi yer örtücü bitkilerin kullanıldığı bir yeşil çatı sistemi kullanılmıştır.

Yeşil çatı sisteminin enerji verimliliğine etkisi "4.1.7-Enerji Performans Ölçümü" bölümünde değerlendirilmiştir. Tasarımda seçilen yeşil çatı sistemi, bakım ihtiyacı düşük olan kaset tipi sistem olması ve ithal bir ürün olması nedeniyle maliyeti yüksek olmaktadır. Yerli malzemelerle (su yalıtım membranı, drenaj sistemi, toprak, adaptif bitki ve sulama sistemleri) tek parçadan oluşan yeşil çatı sistemi tasarlanmak istendiğinde maliyetin daha düşük olacağı öngörülmektedir. Yeşil çatı sistem bilgileri Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. O6 Blok yeşil çatı sistem bilgileri

TOPLAM ÇATI ALANI:	572,00 m^2	-
Yeşil Çatı Alanı:	158,00 m^2	-

Çizelge 4.31. devamı

Yeşil Çatı Sistemi Birim Maliyeti:	86 €/m^2	534,92 TL/m^2
Yeşil Çatı Sistemi Toplam Maliyeti:	13.588,00 €	84.517,36 TL
O6 Blok kat başına düşen sistem maliyeti	1235,28 €	7.683,40 TL

4.1.7. Enerji performans ölçümü (Tasarım Bina modeli)

Çalışmanın bu kısmında Tasarım Bina modelinin enerji performans ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

- **İç kazançlar**

İç kazançlar bir mahalde herhangi bir kaynaktan ortaya çıkan veya gizli ısı kaynaklarından oluşmaktadır. İç kazançlar ya iklimlendirme sistemi tarafından ortamdan alınır veya iç ortam sıcaklığını ve nem oranını arttırır. Bu ısı kazançları aydınlatma sistemi, priz yükleri ve insanlardan kaynaklanmaktadır. Aydınlatma sisteminden kaynaklı kazançlar, elektrik tasarım projeleri dikkate alınarak hesaplanmış ve Tasarım Bina modeline yansıtılmıştır. Priz yükleri kullanıma bağlı olarak çok değişkenlik gösterse de bu çalışmada Amerikan Enerji Bilgileri İdaresi (U.S. Energy Information Administration, EIA) ve Amerikan Çevre Koruma Ajansının (U.S. Environment Protection Agency, EPA) yayımladığı veriler kullanılmıştır. Buzdolabı, televizyon, mikrodalga, saç kurutma makinesi, ütü, çay/kahve makinesi ve çamaşır makinesi cihazların güçleri hesaba katılarak priz yük yoğunlukları modele yansıtılmıştır (ASHRAE 2016). İnsan yoğunlukları ise mimari tasarımda öngörülmüş olan insan sayıları ve daire alanlarından yola çıkarak hesaplanmıştır. Burada her dairede en az iki kişi yaşadığı varsayılmış ve ek yatak odaları için bir ilave kişi hesaba katılmıştır. İnsanların aktivite oranları ise hafif faaliyet olarak öngörülmüştür. Bu tür faaliyetin yol açtığı ısı kazancı 82 W/kişi, gizli ısı kazancı ise 79 W/kişi olarak modele yansıtılmıştır. Aydınlatma, elektrik ekipmanları ve insanlardan oluşan iç kazançlar için modele yansıtılan değerler Çizelge 4.32'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.32. Referans model iç kazançlar özeti

Mahal Tipi	Aydınlatma Yük Yoğunluğu	Priz Yük Yoğunluğu	İnsan Yoğunluğu
Birim	W/m^2	W/m^2	m^2/kişi
Konut mahalleri	10,4	12,24	23,35
Ortak Alanlar	6,5	-	-

- **Kabuk özellikleri**

Tasarım Bina modelinin kabuk özellikleri tasarım projeleri ile uyumlu olarak yerel standartların (TS 825-2013) belirlediği değerlere göre yansıtılmıştır. Bu standarda göre Antalya birinci iklim bölgesinde yer almaktadır. Standartta Türkiye'nin İklim bölgelerinde duvar (U_D), tavan (U_T), taban (U_t) ve pencere (U_p) ısı geçirgenlik katsayıları için belirtilmiş olan değerler Çizelge 4.33'te sunulmuştur.

Çizelge 4.33. Bölgelere göre en fazla değer olarak kabul edilmesi tavsiye edilen U değerleri (TS 825)

İklim Bölgesi	U_D (W/m^2.K)	U_T (W/m^2.K)	U_t (W/m^2.K)	U_p (W/m^2.K)	g_t (-)
1. Bölge	0,66	0,43	0,66	1,8	0,32
2. Bölge	0,57	0,38	0,57	1,8	0,32
3. Bölge	0,48	0,28	0,43	1,8	0,32
4. Bölge	0,38	0,23	0,38	1,8	0,32
5. Bölge	0,36	0,21	0,36	1,8	0,32

Ayrıca saydam yüzeylerin güneş geçirgenlik katsayıları için ise yine TS 825 standardında önerilen Denklem (4.2)'de kullanılmıştır. Bu standart kapsamında cam için önerilen gölgeleme faktörleri Çizelge 4.34'de paylaşılmıştır. Ayrıca farklı yönlerde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü (r_i) için Çizelge 4.35'de sunulan değerler önerilmiştir. Ancak bu çalışmadan elde edilecek sonuçların çevresel etkenlerden bağımsız olması adına bu değer tüm incelenen durumlar için r_i=0,8 olarak varsayılmıştır.

Tüm bu değerler dikkate alınarak referans bina modeline yansıtılan pencere gölgeleme faktörleri Çizelge 4.34'de paylaşılmıştır.

$$SC = \sum r \times g \times F_w \tag{4.2}$$

Bu denklemde:

SC: Saydam yüzey gölgeleme katsayısı
r: Saydam yüzeylerin ortalama gölgelenme faktörü
g: Saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü
F_w: Düzeltme faktörü F_w=0,8

Çizelge 4.34. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü

Cam Türü	Gölgeleme Faktörü
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım camı birimi için	0,75
Isı geçirgenlik katsayısı 2 W/m2K den daha küçük olan diğer ısı yalıtım birimleri için	0,50

Çizelge 4.35. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü

	ri
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

- **Sızdırmazlık ve doğal havalandırma**

Binada mekanik havalandırma bulunmadığından dolayı sızdırmazlık oranları için TS 825 standardında önerilen n_h=0,7 ACH olarak referans bina modeline yansıtılmıştır.

- **Kullanım sıcak suyu**

Binanın mekanik tesisat tasarım projelerine göre kullanım sıcak suyu ihtiyacı ana kazan sisteminden beslenen 4 adet 1000 litre kapasitede boyler tarafından sağlanmaktadır. Sıcak su biri asıl biri yedek olarak iki pompa tarafından binayı beslemektedir. Besleme pompası 8 m^3/sa debi, 11 mSS basma yüksekliği ve 0,615 kW güce sahiptir. Bu sistem tasarım projelerinde öngörülen özelliklerine benzer şekilde referans bina modeline yansıtılmıştır.

- **Isıtma soğutma sistemleri**

Çalışma konusu olan Baz Bina'da ısıtma ve soğutma sistemleri mevcuttur. Isıtma sıcak su radyatörleri tarafından sağlanmaktadır. Bu radyatörler 3 adet 146 kW beher ısıl kapasiteye sahip yoğuşmalı kazan tarafından beslenmektedir. Kazanların verimliliklerinin %90 olduğu varsayılmıştır. Isıtma sistemi sıcak su beslemesi biri asıl biri yedek şeklinde çalışan iki adet pompa tarafından sağlanmaktadır. Bu pompalar 12,5 m^3/sa debi, 14 mSS basma yüksekliği ve 1277 kW güce sahip olup frekans invertörlü olarak çalışmaktadır.

Binanın soğutma ihtiyaçları ise split klimalar tarafından sağlanmaktadır. Klima sistemleri dairelerin cephe ve alanlarına bağlı olarak bir veya iki adet iç üniteden oluşup farklı kapasitelere sahiptir. Isıtma ve soğutma sistem tip ve özellikleri mekanik tasarım projelerine birebir benzer şekilde Tasarım Bina modeline yansıtılmıştır.

- **Zaman çizelgeleri**

Binanın enerji tüketiminde etkili olan parametrelerin birçoğu saatlik olarak değişiklik göstermektedir. Aydınlatma sistemleri, elektrikli cihazlar, mahalde bulunan insan sayıları, sıcak su kullanımı ve ısıtma soğutma sistemlerine ait tüketimlerin hepsi saatlik olarak değişkenlik göstermektedir. Bu sistemler için Tasarım Bina modeline tanımlanan zaman çizelgelerinin belirlenmesinde (ASHRAE 2010) standartlarından faydalanılmış ve modele yansıtılan zaman çizelgeleri Çizelge 4.36'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.36. 8 Saatlik zaman çizelgeleri

Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Aydınlatma ve Elektrik Cihazları																								
Hafta İçi	14	11	7	7	7	14	27	34	27	27	17	17	17	17	17	17	17	17	41	54	61	54	41	21
Cumartesi	14	14	7	7	7	7	21	21	27	27	21	17	17	17	17	17	17	17	41	47	47	47	41	21
Pazar	21	21	14	14	14	14	21	27	27	21	21	21	21	14	14	14	14	14	34	47	54	41	34	21
İnsan Sayıları																								
Hafta İçi	90	90	90	90	90	90	70	40	40	20	20	20	20	20	20	30	50	50	50	70	70	80	90	90
Cumartesi	90	90	90	90	90	90	70	50	50	30	30	30	30	30	30	30	30	50	60	60	60	70	70	70
Pazar	70	70	70	70	70	70	70	70	50	50	50	30	30	20	20	20	30	40	40	60	60	80	80	80
Sıcak Su Kullanımı																								
Hafta İçi	20	15	15	15	20	25	50	60	55	45	40	45	40	35	30	30	30	40	55	60	50	55	45	25
Cumartesi	20	15	15	15	20	25	40	50	50	50	45	50	50	45	40	40	35	40	55	55	50	55	40	30
Pazar	25	20	20	20	20	30	50	50	50	55	50	50	40	40	30	30	30	40	50	50	40	50	40	20
Asansör Kullanımı																								
Hafta İçi	40	33	33	33	33	33	42	42	52	52	40	51	51	51	51	51	63	80	86	70	70	70	45	45
Cumartesi	44	35	35	35	35	35	40	32	45	45	42	60	65	65	65	65	65	75	80	80	75	75	55	55
Pazar	55	55	43	43	43	43	52	52	65	65	53	60	53	51	50	44	64	62	65	63	63	63	40	40
Isıtma Soğutma Sistemleri																								
Hafta İçi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cumartesi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pazar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

- **Birim enerji maliyetleri ve emisyon oranları**

Saatlik enerji ihtiyaç ve tüketimlerinin hesaplanması sonrasında, birim enerji fiyatlar ve birim enerji başına karbondioksit salınım değerleri kullanılarak binanın enerji giderleri ve çevresel etkileri hesaplanabilmektedir. Bu doğrulta modele yansıtılan birim maliyet ve emisyon değerleri yakıt türüne göre çalışmanın yapıldığı tarih itibariyle geçerli olan enerji birim fiyatları alınarak Çizelge 4.37'de paylaşılmıştır. Burada birincil enerji dönüşüm faktörü literatürde Türkiye'de elektrik üretim santral verimlilikleri için yer alan ortalama net verimlilik değerleri kullanılarak hesaplanmıştır

Çizelge 4.37. Enerji kaynakları bilgileri

	Birim	Elektrik	Doğal Gaz
Birim Fiyat	TL/kWsa	0,491	0,105
Emisyon Oranı	kg/kWsa	0,527	0,203
Birincil Enerji Dönüşüm Faktörü	kWsa/kWsa	2,22	1

- **Tasarım Bina modeli çıktıları**

Binanın tüm enerji sistemlerine ilişkin tanımlamaların enerji modeline girdi olarak yansıtılması sonrasında modelin simülasyonundan saatlik enerji tüketimi, maliyetler ve karbon dioksit salınım miktarları elde edilmiştir. Ayrıca hesaplanan değerlerin doğrulanması ve (iyileştirilmeler sonrasında elde edilecek sonuçlar ile karşılaştırılarak) değerlendirilmesini kolaylaştırmak adına, birim alan başına yıllık tüketim, birim alan başına yıllık maliyet ve son tüketime göre aylık maliyetlerin dağılımı hesaplanarak paylaşılmıştır. Birim alan başına maliyet ve tüketim yoğunluğu hesaplamalarında "brüt bina alanı" kullanılmıştır. Enerji verimliliği ve enerji tasarruflarının incelenmesinde önem arz eden diğer bir husus ise konforsuz saat sayılarıdır (unmet load hours). Dolayısıyla çalıma kapsamında yapılan tüm incelemelerde uluslararası standartlarda (ASHRAE 90.1-2010) konforsuz saat sayıları için üst limit olarak tanımlanan 300 saati geçilmediği ön koşulu dikkate alınmıştır. Bu değerler Tasarım Bina modeli için Çizelge 4.38'de verilmiştir.

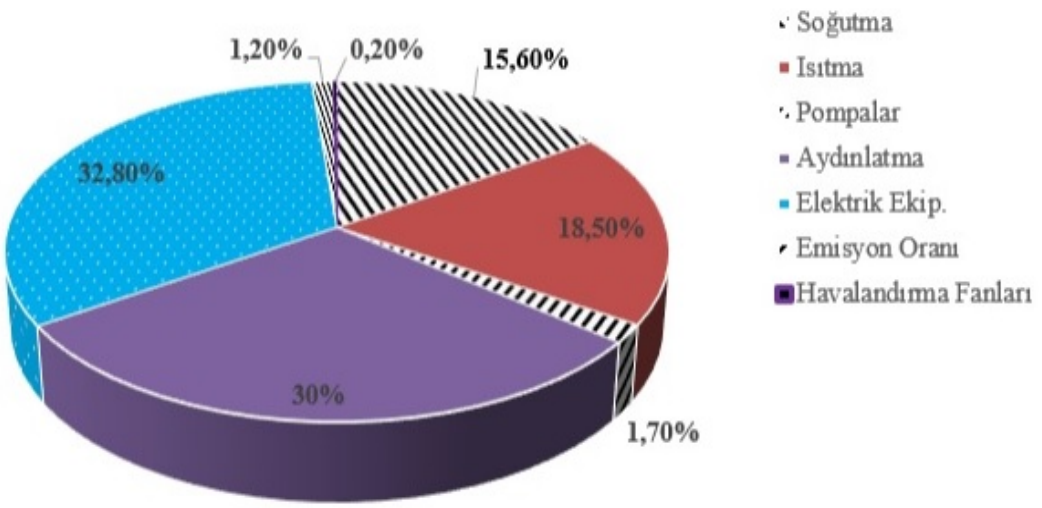
Burada paylaşılan sonuçlar binada tüketilen toplam enerjinin yanı sıra enerji sistem bileşenlerine göre dağılımını içermektedir. Başka bir deyişle Çizelge 4.37'de paylaşılan değerler; fanlar (Air System Fans), soğutma (Cooling), ısıtma (Heating), dağıtım sistemleri (Pumps), aydınlatma (Lighting), elektrik ekipmanları (Electric Equipment), asansörler ve benzeri diğer elektrik tüketimlerinin toplam tüketimde sahip oldukları payı yansıtmaktadır.

Çizelge 4.38. Baz Bina konforsuz saat sayıları

Karşılanmamış Yükler	Tasarım Bina
Isıtma yükü için konforsuz saat sayısı	0
Soğutma yükü için konforsuz saat sayısı	25
Toplam Değer	25
Uygunluk	Evet
Brüt Kat Alanı (m^2)	6274.4
İklimlendirilmiş Kat Alanı (m^2)	5727,7

Çizelge 4.39. Enerji sistem bileşenleri yıllık işletme maliyetleri

Bileşenler	Yıllık Maliyet (TRY)	Birim Kat Alanındaki Yıllık Maliyet (TRY)	Toplam Maliyetin Bileşen Maliyeti Olarak Yüzdesi
Havalandırma fanları	349	0,056	%0,2
Soğutma	29,934	4,771	%15,6
Isıtma	35,563	5,668	%18,5
Pompalar	3,327	0,530	%1,7
HVAC Ara toplamı	69,173	11,025	%36,0
Aydınlatma	57,656	9,189	%30,0
Elektrik Ekipmanları	63,060	10,050	%32,8
Çeşitli elektrik ekipm,	2,221	0,354	%1,2
HVAC olmayan sistemin ara toplamı	122,937	19,594	%64,0
Toplam	192,110	30,618	%100,0



Şekil 4.16. Enerji sistem bileşenleri yüzdelik dağılımlar

Ayrıca binada tüketilen enerji kaynaklarının (elektrik ve doğal gaz) yıllık maliyeti, birim alan başına yıllık maliyeti ve toplam tüketimdeki payları Çizelge 4.40'ta paylaşılmıştır.

Çizelge 4.40. Yıllık enerji maliyetleri

Bileşenler	Yıllık Maliyet (TL/yıl) (Doğal Gaz)	Yıllık Maliyet (TL/m²) (Elektrik)	Toplam Yüzde (%)
HVAC Bileşenleri			
Elektrik	33.610,00	5.357,00	17,5
Doğal Gaz	35.563,00	5.668,00	18,5
HVAC Ara toplam	69.173,00	11.025,00	36,0
HVAC Olmayan Bileşenler			
Elektrik Ekipmanları	122.938,00	19.594,00	64,0
HVAC Olmayan Bileşenlerin Ara Toplamı	122.938,00	19.594,00	64,0
Toplam	192.111,00	30.618,00	100,0

Çizelge 4.40'a göre; Baz Bina'nın yıllık doğal gaz maliyet tüketim değeri, elektrik tüketim değerinden daha fazladır. Buna ilave olarak HVAC sisteminin yıllık maliyet değeri ise her ikisinden daha fazladır. Enerji sistemleri bileşenlerinden kaynaklanan aylık maliyetler ise Çizelge 4.41. ve Çizelge 4.42'de paylaşılmıştır.

Çizelge 4.41. Enerji sistem bileşenleri aylık işletme maliyetleri

Aylar	Havalandırma (TRY)	Soğutma (TRY)	Isıtma (TRY)	Pompalar (TRY)	HVAC Toplam (TRY)	Aydınlatma (TRY)	Elektrik Ekipmanı (TRY)	Elek. Emisyonu	HVAC Olmayan Toplam (TRY)	Brüt Toplam (TRY)
Ocak	6	17	3,620	306	3,949	4,906	5,366	188	10,460	14,409
Şubat	4	41	3,113	270	3,428	4,423	4,837	170	9,430	12,858
Mart	3	260	3,014	285	3,562	4,884	5,342	189	10,415	13,977
Nisan	11	1,029	2,783	267	4,090	4,745	5,190	182	10,117	14,207

Çizelge 4.41. devamı

Mayıs	26	2,126	2,880	276	5,308	4,893	5,351	189	10,433	15,741
Haziran	49	4,205	2,779	267	7,300	4,736	5,180	183	10,099	17,399
Temmuz	72	6,194	2,875	276	9,417	4,906	5,366	188	10,460	19,877
Ağustos	85	8,041	2,876	276	11,278	4,884	5,342	189	10,415	21,693
Eylül	59	5,202	2,783	267	8,311	4,745	5,190	182	10,117	18,428
Ekim	23	1,939	2,880	276	5,118	4,906	5,366	188	10,460	15,578
Kasım	8	740	2,788	268	3,804	4,723	5,166	183	10,072	13,876
Aralık	4	140	3,173	295	3,612	4,906	5,366	188	10,460	14,072
Toplam	349	29,934	35,563	3,327	69,173	57,656	63,060	2,221	122,937	192,110

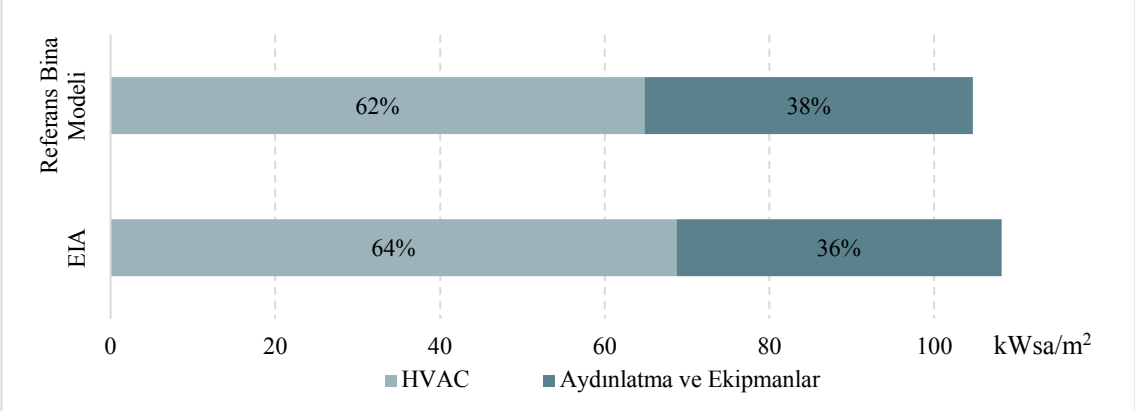
Çizelge 4.42. Enerji sistem bileşenleri ve enerji kaynağına göre yıllık enerji tüketimleri, tüketim yoğunlukları ve emisyon oranları

Bileşenler	Bina enerji tüketim değeri (kWsa)	Bina enerji tüketim değeri (kWsa/m²)	Bina dışı enerji kaynakları (kWsa)	Bina dışı enerji kaynakları (kWsa/m²)
Havalandırma	711	0,113	1,581	0,252
Soğutma	60,962	9,716	135,471	21,591
Isıtma	339,053	54,037	339,053	54,037
Pompalar	6,775	1,080	15,056	2,400
HVAC Ara Toplam	407,501	64,947	491,161	78,280
Aydınlatma	117,421	18,714	260,936	41,587
Elektrik Ekipmanları	128,426	20,468	285,392	45,485
Emisyon	4,523	0,721	10,051	1,602
HVAC Olmayan Ara Toplam	250,371	39.904	556,379	88,675
Brüt Toplam	657,872	104.850	1,047,540	166,955
CO_2 (kg)				236,578
Bileşenler	Bina enerji tüketim değeri (kWsa)	Bina enerji tüketim değeri (kWsa/m²)	Bina dışı enerji kaynakları (kWsa)	Bina dışı enerji kaynakları (kWsa/m²)
HVAC Bileşenleri				
Elektrik	68,284	10,883	151,742	24,184
Doğal gaz	338,422	53,937	338,422	53,937
HVAC Ara Toplam	406,706	64,820	490,164	78,121
HVAC Olmayan Bileşenler				
Elektrik	250,372	39,904	556,382	88,675
HVAC Olmayan Ara Toplam	250,372	39,904	556,382	88,675
Brüt Toplam	657,078	104,724	1,046,546	166,796

- **Referans bina modelinin doğrulanması**

Çalışmada, Tasarım Bina modelinin enerji tüketim verilerinden elde edilen değerlerin doğrulanması amacıyla, enerji tüketim yoğunluğu ve son tüketime göre dağılımı aynı iklim bölgesi için (EIA, U.S. Energy Information

Administration/Amerikan Enerji Bilgileri İdaresi tarafından) literatürde yayımlanan veriler ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.17. Referans bina modeli ve EIA referans değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.17'den elde edilen sonuca göre Amerikan Enerji Bilgileri İdaresi tarafından verilen bilgiler ile Tasarım Bina modelinin HVAC ve Aydınlatma ve Ekipmanlar olarak iki ayrı alanda karşılaştırmasından birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum, tasarımı gerçekleştirilen bina modelinin, iklim bölgesinde yer alan konut binalarının enerji tüketim özelliklerini doğru bir şekilde temsil ettiğini göstermiştir.

4.1.8. Hava kaynaklı ısı pompası

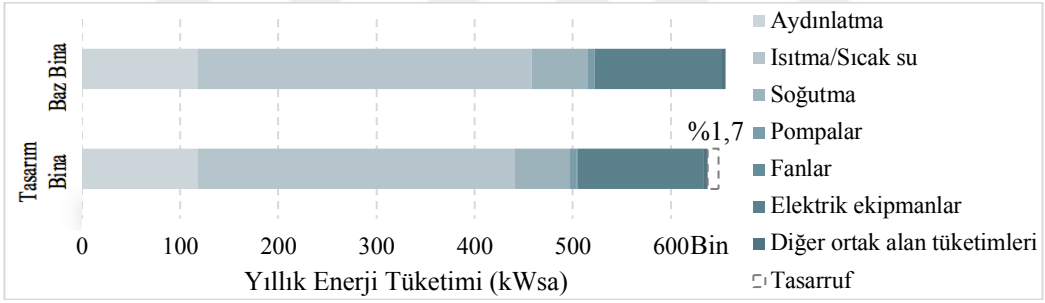
Tez çalışmasında, O6 Blok'un mevcut bina tasarımında ısıtma ihtiyacının *sıcak su radyatör* ve *kazan sistemi* yardımıyla karşılandığı gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında, mevcut tasarımda değişiklik yaparak, binanın sürdürülebilirlik kriterlerine uygun olması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, ısıtma sisteminde "hava kaynaklı ısı pompası" kullanımının binanın enerji performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Hava kaynaklı ısı pompasının kullanımı, "LEED v4" prosedürlerine göre tercih edilmiştir. Bu doğrultuda Baz Bina modeline hava kaynaklı ısı pompası sistemi tanımlanmıştır. Sistem verimlilikleri için ASHRAE 90.1-2010 standardının minimum performans gereksinimleri referans alınmıştır. Bu bağlamda bina modeline yansıtılan sistem özellikleri Çizelge 4.43'te paylaşılmıştır. Tasarım Bina modeli için saatlik hesaplamalar sonucu elde edilen çıktılar, Baz Bina modeli ile Çizelge 4.44'te karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.43. Bina modeline yansıtılan ısı pompası sistem özellikleri

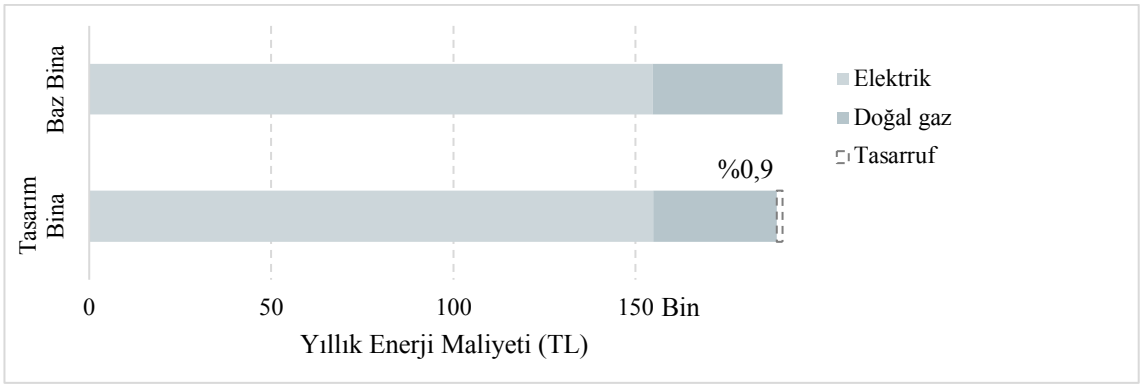
Tipi	Hava kaynaklı
Kapasitesi	Isıtma ihtiyacına göre otomatik olarak boyutlandırılmıştır
Verimlilik	7,7 HSPF (Mevsimlik ısıtma performansı faktörü)
Besleme Sıcaklığı	35 °C

Çizelge 4.44. Isı pompası sistemi ilavesi durumu için elde edilen enerji tüketimi, maliyetleri ve emisyon oranları

Son Tüketim	Enerji Kaynağı	Birim	Tasarım Bina	Baz Bina	Tasarruf Oranı
Aydınlatma	Elektrik	kWsa	117,426	117,426	%0,0
Isıtma/Sıcak su	Doğal gaz	kWsa	322,807	340,782	%5,3
Isıtma	Elektrik	kWsa	7,282	-	n/a
Soğutma	Elektrik	kWsa	57,110	57,110	%0,0
Pompalar	Elektrik	kWsa	**5,256**	**6,795**	**%22,6**
Fanlar	Elektrik	kWsa	667	667	%0,0
Elektrik Ekipmanları	Elektrik	kWsa	128,431	128,431	%0,0
Diğer Ortak Alan Tüketimleri	Elektrik	kWsa	4,523	4,523	%0,0
Toplam Yıllık Tüketim	-	kWsa	643,502	655,734	%1,9
Tüketim Yoğunluğu	-	kWsa/m^2.yıl	103	105	%1,9
Maliyet	Elektrik	₺	157.462,00	154.642,00	-%1,8
	Doğal gaz	₺	33,860	35,745	%5,3
	Toplam	₺	191,321	190,387	%0
	Birim Alan Başına	₺/m^2.yıl	30,49	30,35	%0
Emisyon oranları	Elektrik	kg	169,969	166,925	-%1,8
	Doğal gaz	kg	64,561	68,156	%5,3
	Toplam	kg	234,530	235,081	%0,0



Şekil 4.18. Hava kaynaklı ısı pompası kullanımı durumunda Baz Bina ile Tasarım Bina'nın yıllık enerji tüketim değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.19. Hava kaynaklı ısı pompası kullanımı durumunda Baz Bina ile Tasarım Bina'nın yıllık enerji maliyetlerinin karşılaştırılması

Şekil 4.18. ve Şekil 4.19'da O6 Blok'ta hava kaynaklı ısı pompası kullanımı durumunda yıllık enerji tüketiminde %1,7'lik bir tasarruf sağlandığı gözlemlenmiştir. Aynı şekilde yıllık enerji maliyetinde ise %0,9'luk bir tasarruf söz konusudur.

Isı pompaları özellikle birinci iklim bölgesinde yüksek verimde çalışabilmektedir. Ancak bu iklim bölgelerinde yer alan konutlarda ısıtma ihtiyacı düşük olduğundan dolayı binanın yıllık enerji maliyeti ve emisyon oranlarına olan etkisi düşük olmaktadır. Ancak ısı pompalarının bu göstergeler dışında getirdiği bazı artılar bu sistemleri cazip bir alternatif olarak göstermektedir. Birincisi ısıtma ve soğutmanın aynı cihaz tarafından yapılması durumunda ısıtma amaçlı kazan sistemi kurlumu gereksinimi giderildiğinden dolayı ilk yatırım maliyetleri azaltılabilmektedir. Bu sistemlerin diğer bir artısı ise tükettikleri enerji kaynağının elektrik olmasıdır. Böylece gerekli yenilenebilir enerji altyapısı kurulması durumunda herhangi bir fosil yakıt tüketimine yol açmadan ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılanmış olacaktır. Isı pompası maliyet hesabında ÇŞB 2018 Birim Fiyat Kataloğu esas alınmıştır (Çizelge 4.45.). Çizelge 4.46'da ise Baz Bina ve Tasarım Bina için maliyet karşılaştırması yer almaktadır.

Çizelge 4.45. Hava kaynaklı ısı pompasının maliyet hesabı

Poz No. ve Tanım	Ölçü Birimi	Montajlı Birim Fiyat (TL)
285-1000 Hava kaynaklı cihazlarda ERP-ECO DESIGN ve/veya ilgili standartlarına göre belirlenmiş en az COP:3,70, EER: 2,70 verim değerlerine göre ısıtma ve soğutma kapasiteleri verilmiş cihazların, projesine uygun özellikte temini, yerine montajı ve çalışır halde teslimi yapılacaktır. *Cihaz kondenser fanları değişken hızlı olacaktır. 285-1101 Isıtma Kapasitesi 8kW, Soğutma Kapasitesi 6,5 kW	adet	18,710.00

Çizelge 4.46. Hava kaynaklı ısı pompasının Baz Bina ve Tasarım Bina için maliyet karşılaştırması

O6 Blok Isı Pompaları	Adet	Mevcut Durum Maliyeti (TL)	İyileştirilmiş Durum Maliyeti (TL)
Hava Kaynaklı Isı Pompası	55	-	1.029.050,00
O6 Blok Kat Başına Düşen Maliyet		-	93.550,00

4.1.9. Gri su tasarımı

O6 Blok incelendiğinde mevcut tasarımda gri su arıtma sistemine yönelik bir çalışma olmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle Tasarım Bina'da atık suların doğru bir şekilde yönlendirilmesi amacıyla gri su arıtma sistemi için hesaplamalar yapılmıştır. Sistem kapasitesinin hesaplamalarının doğru olması ve maliyet hesabının mantıklı yapılabilmesi adına çalışmada O6 Blok'un tamamı dikkate alınmıştır. İlk olarak, tüm binada üretilen günlük gri su miktarı hesaplanmıştır. Hesapta "4.1.10. Su Verimliliği" bölümünde belirtilen armatürler ve su tüketim değerleri kullanılmıştır. Tüm katların tip kat olduğu varsayılarak binada üretilen toplam gri su miktarı Kat 11'de üretilen gri suyun 12 katı olarak hesaplanmıştır. Gri su üretimi hesabında (Çizelge 4.47.) lavabo bataryaları ve duş başlıklarının su tüketimleri dikkate alınmıştır. WC ve eviye bataryalarının ürettiği su siyah su olması nedeniyle hesaba katılmamıştır.

Çizelge 4.47. O6 Blok gri su üretim tablosu

Armatür Tipi	Üretilen Gri Su Miktarı
	lt/gün
Lavabo Bataryası (60 sn kullanım)	5.250,00
Duş Başlığı (480 sn kullanım)	9.792,00
Toplam Günlük Gri Su Üretimi (lt/gün)	15.042,00
Toplam Yıllık Gri Su Üretimi (lt/gün)	5.490.330,00

Üretilen gri suyun öncelikle rezervuarlarda kullanılması, artması halinde ise peyzaj sulamasında kullanılması tasarlanmıştır. Rezervuarların yıllık su ihtiyacı "4.1.10. Su Verimliliği" bölümünde 1.149.750,00 lt olarak hesaplanmıştır. Bu durumda peyzaja aktarılabilecek gri su miktarı yıllık 4.340.580,00 lt veya 4.340,58 m^3 olarak hesaplanmaktadır. Binada üretilen gri suyu arıtabilmek için 7 m^3'lük 2 adet paket gri su arıtma cihazı kullanılması öngörülmüştür. Belirtilen sistem için maliyet bilgisi Çizelge 4.48'de verilmiştir. Maliyet hesabında ÇŞB Birim Fiyat Kataloğunda bulunan imalatlar için 2018 yılı birim fiyatları, özel poz numarasına sahip imalatlar için piyasa fiyatları esas alınmıştır.

Çizelge 4.48. Gri su sistemi maliyet bilgisi

Sistem Bileşenleri	Poz No	Birim	Miktar	Montajlı Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyatı (TL)
Paket Gri Su Arıtma Cihazı (4-7 m3/gün kapasiteli)	ÖBF-15.3	adet	2	45.500,00	91.000,00
Paket Arıtma Cihazı İçin Bina Alanı Yapılması	4A-Apartman Tipi Konut YYM	m^2	8	1.016,00	8.128,00
Gri Su İçin Su Deposu	1B-Su depoları	m^2	8	221,00	1.768,00
Gri Su İçin Hidrofor: Düşey veya Yatay Milli Santrifüj Pompalı Tam Otomatik Paket Hidrofor	107-621	adet	6	2.450,00	14.700,00
PE 100 Sınıfı SDR 17 Serisi PN10 Polietilen Borular (Dış Çap 32mm)	204-811	m	1772	2,10	3.721,41
Toplam Yatırım Maliyeti (TL)					119.317,41
Kat 11'in Yatırım Maliyeti (TL)					10.847,03

Tasarlanan sistemin amortisman süresi ve O6 Blok daire başına düşen aylık ve yıllık tasarruf miktarları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi Denklem (4.1.) ile hesaplanmıştır.

Çizelge 4.49. Gri su sisteminin amortisman süresi ve tasarruf bilgileri

O6 Blok için toplanan gri su miktarı (yıllık)	5.490.330,00 (lt)
Antalya ili içme suyu birim fiyatı (2018 yılı)	3,00 (tl/m^3)
Gri su kullanımı ile elde edilen yıllık tasarruf	16.470,99 (tl/yıl)
Amortisman süresi	7,24 (yıl)
O6 blok kat başına düşen yıllık tasarruf miktarı	1.497,74 (tl/yıl)
O6 blok daire başına düşen yıllık tasarruf miktarı	299,548 (tl/yıl)
O6 blok daire başına düşen aylık tasarruf miktarı	24,962 (tl/ay)

Çizelge 4.50. Gri su sistemi için Baz Bina ve Tasarım Bina arasında maliyet karşılaştırması

	Baz Bina	Tasarım Bina
Maliyet (TL)	-	119.317,41
Kat Başına Maliyet	-	10.847,00
Üretim (lt/yıl)	-	5.490.330,00
Su Tasarrufu (%)	-	Baz Bina'da bu sistem tanımlı olmadığı için enerji tasarrufu ve maliyet artışı %100'dür.
Maliyet Artışı (%)	-	

4.1.10. Su verimliliği analizi

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen analizlerden birisi de "Su Verimliliği" analizidir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen su verimliliği analizi bina içi vitrifiye armatürlerin su tüketimi verileri üzerinden hesaplanmıştır. Analizlerde lavabo bataryaları, eviye bataryaları, duş başlıkları ve WC rezervuarları ele alınmıştır.

Baz ve Tasarım Proje su tüketim hesabı "LEED v4" metodolojisine göre yapılmıştır. Bu metodolojide su tüketimi bina kullanıcı sayısı, armatür su tüketim değerleri ve bina yıllık çalışma günü üzerinden yapılmaktadır. Her iki değerlendirmede de aynı bilgiler esas alınmıştır. Bina kullanıcı sayısı bağımsız bölüm oda sayısı üzerinden hesaplanarak Çizelge 4.51'de gösterilmiştir. Bina yıllık çalışma günü 365 gün olarak hesaba katılmıştır. Çizelge 4.52'de vitrifiye armatürlerin günlük kullanım sayılarında LEED v4 Referans Kılavuzu baz alınmıştır.

Çizelge 4.51. Bina kullanıcı sayısı

O6 Blok 11. Kat			
Daire Tipi	Daire Sayısı	Daire Başına Kişi Sayısı	Toplam Kişi Sayısı
2+1	3	3	9
3+1	2	4	8
11. Kat Daire Sakinleri			17
Günlük Ortalama Ziyaretçi Sayısı			5

Baz Bina'da kullanılan vitrifiye armatürler Vitra-Artema firmasının ortalama su tüketimine sahip ürünleri arasından seçilmiştir. Baz Bina için seçilen armatürlerin su tüketim ve fiyat bilgileri Çizelge 4.53'te verilmiştir.

Çizelge 4.52. Vitrifiye armatür günlük kullanım sayıları (LEED v4 Referans Kılavuzu)

Vitrifiye Armatür Günlük Kullanım Sayıları (Kişi Başı)		
	Daire Sakinleri	Ziyaretçiler
WC	5	0,5
Lavabo Bataryası (60 sn kullanım)	5	0,5
Eviye Bataryası (60 sn kullanım)	4	0
Duş Başlığı (480 sn kullanım)	1	0

Çizelge 4.53. Baz Bina armatürleri su tüketimi ve fiyat tablosu (Vitra-Artema Fiyat Kataloğu 2018)

Armatür Tipi	Armatür Tüketim Değerleri	Armatür Marka-Modeli	Ürün Fiyatı
	lt (WC) lt/dk (diğerleri)		TL/adet
WC	3/6	Vitra 748-1851-01	618
Lavabo Bataryası	9	Artema Minimax S A41984 (9 lt/dk)	332
Eviye Bataryası	9	Artema Q-Line A42132 (9 lt/dk)	733
Duş Başlığı	12	Artema Sticx 1F A45710 (12 lt/dk)	282

Günlük su tüketimi ve ortalama rezervuar hacmi aşağıdaki denklemler ile hesaplanmıştır:

$$\text{Armatür Su Tüketimi} = \text{Kullanıcı Sayısı} \times \text{Armatür Günlük Kullanım Sayısı} \times \text{Armatür Günlük Su Tüketim Değeri} \quad (4.3)$$

$$\text{Ortalama Rezervuar Hacmi (lt)} = [\text{Düşük Kapasite Kullanım Sayısı (Günlük)} \times \text{Düşük Kapasite Hacmi (lt)} + \text{Tam Kapasite Kullanım Sayısı (Günlük)} \times \text{Tam Kapasite Hacmi (lt)}] / \text{Günlük Toplam Kullanım Sayısı} \quad (4.4)$$

Baz Bina (O6 Blok Kat 11) günlük ve yıllık toplam su tüketim değerleri Çizelge 4.54'te verilmiştir.

Çizelge 4.54. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina su tüketim tablosu

Armatür Tipi	Baz Bina Su Tüketimi (lt)	Tasarım Bina Su Tüketimi (lt)
WC	350,00	262,50
Lavabo Bataryası (60 sn kullanım)	787,50	437,50
Eviye Bataryası (60 sn kullanım)	612,00	340,00
Duş Başlığı (480 sn kullanım)	1632,00	816,00
Toplam Günlük Su Tüketimi (lt)	3.381,50	1.856,00
Toplam Yıllık Su Tüketimi (lt)	1.234.247,50	677.440,00

Tasarım projesinde Vitra-Artema marka debi regülatörlü, düşük su tüketimli armatür ve bataryalar kullanılmıştır. Çizelge 4.55. ve Çizelge 4.56'daki bilgiler tasarım projesi için de geçerlidir. Tasarım projesi için seçilen armatürlerin su tüketim ve fiyat bilgileri Çizelge 4.57'de verilmiştir. Maliyet hesabında ise O6 Blok Kat 11 armatür sayıları esas alınmıştır. Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi Denklem (4.1) ile hesaplanmıştır.

Çizelge 4.55. Tasarım Bina armatürleri su tüketimi ve fiyat tablosu

Armatür Tipi	Armatür Tüketim Değerleri	Armatür Marka-Modeli	Ürün Fiyatı
	lt (WC) lt/dk (diğerleri)		TL/adet
WC	2,5/4	Vitra 748-1851-02	618
Lavabo Bataryası	5	Artema Minimax S A41984ENR (5 lt/dk)	340
Eviye Bataryası	5	Artema Q-Line A42132ENR (5 lt/dk)	757
Duş Başlığı	6	Artema Sense 1F A45683 (6 lt/dk)	306

Çizelge 4.56. O6 Blok Kat 11 armatür maliyeti tablosu

Armatür Tipi	Armatür Sayısı	Armatür Maliyeti-TL (Baz Bina)	Armatür Maliyeti-TL (Tasarım Bina)
WC	9	5.562,00	5.562,00
Lavabo bataryası	9	2.988,00	3.060,00
Eviye Bataryası	5	3.665,00	3.785,00
Duş Başlığı	9	2.538,00	2.754,00

Çizelge 4.57. O6 Blok maliyet tasarruf yüzdesi

	Baz Bina	Tasarım Bina
Maliyet (TL)	14.753,00	15.161,00
Tüketim (lt/yıl)	1.234.247,50	677.440,00
Su Tasarrufu (%)	-	%45
Maliyet Tasarrufu (%)	-	- %2,7

Çizelge 4.57'de su verimliliği analizleri doğrultusunda gerçekleşen hesaplamalar sonucunda; Baz Bina ve Tasarım Bina arasındaki maliyet, tüketim, su tasarrufu ve maliyet tasarruf yüzdeleri verilmiştir. Bu tablodan da görülebileceği üzere Tasarım Bina'da su verimli armatür ve vitrifiyelerin kullanılması durumunda su tüketiminde %45'lik bir tasarruf meydana gelmiştir. Bu rakam, dünya genelinde iklim değişikliklerinde en büyük tehditlerden biri olan su kaynaklarının verimli tüketilmemesi adına incelendiğinde dikkat çekici bir öneme sahip olmaktadır. Buna karşın verimliliği arttırılmış armatür ve vitrifiye kullanımlarının maliyet tasarrufunda -%2,7'lik bir oranı açığa çıkardığı görülmüştür. Bu oran bizlere maliyetlerin arttığını göstermiştir. Ancak elde edilen %45'lik su verimlilik oranı göz önünde bulundurulduğunda gerçekleşen maliyet artışının göz ardı edilebileceği düşünülmektedir.

4.1.11. Yağmur suyu yönetimi

Sürdürülebilir binalar, yeşil binalar gibi enerji ve su tüketimini minimuma indirmeyi hedefleyen binalarda yağmur suyu yönetiminin önemi oldukça büyüktür. Yağmur sularının toplanarak gerek peyzajda gerekse rezervuarlarda kullanılması binaların toplam su tüketiminde oldukça fazla bir düşüşe neden olmaktadır. Bu nedenle gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında incelenen O6 Blok için mevcut tasarımda yağmur suyu depolama alanı olup olmadığı araştırılmış ve gerekli hesaplamalar yapılmıştır.

Mevcut tasarım (Baz Bina) incelendiğinde yağmur suyu depolama alanı olmadığı gözlemlenmiştir. Antalya ilinin de bölgesel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda yıllık yağış alma miktarının fazlalığı nedeniyle Tasarım Bina'da yağmur suyu depolama alanı oluşturulmuştur. Buradan yola çıkarak ilk olarak Antalya ilinin yıllık yağış miktarı verileri elde edilmiştir. Bu veriler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Elde edilen yağış miktarı, ortalama sıcaklık, ortalama güneşlenme süresi ve toplanabilecek toplam su miktarı Çizelge 4.58'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.58. Antalya iline ait meteorolojik veriler

ANTALYA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	May.	Haz.	Tem.	Ağ.	Eyl.	Ekim	Kas.	Ar.	Yıllık
Ölçüm Periyodu(1929-2017)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	10	10,7	12,8	16,3	20,5	25,3	28,4	28,3	25,1	20,4	15,4	11,6	18,7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	14,9	15,5	17,9	21,3	25,5	30,7	34,0	34,0	31,0	26,5	21,2	16,6	24,1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5,9	6,3	8,0	11,1	15,1	19,5	22,6	22,6	19,3	15,1	10,7	7,5	13,6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5,0	5,7	6,7	7,9	9,6	11,3	11,7	11,2	9,7	7,7	6,3	4,8	97,6
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12,4	10,6	8,7	6,7	5,3	2,5	0,5	0,5	1,6	5,6	7,5	12,0	73,9
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	235,2	154,5	97,0	52,4	32,2	9,3	2,4	2,7	14,4	71,9	131,1	259,3	1062,4
Çatıdan toplanabilecek ortalama yağmur suyu miktarı (m^3)	85,52	56,18	35,27	19,05	11,71	3,38	0,87	0,98	5,24	26,14	47,67	94,28	386,29
	Sulama Gerekmez					30,76 m^3			Sulama Gerekmez				

Tasarım projesinde yağmur suyu depo kapasitesi hesabı için öncelikli olarak yağmur suyunun toplanacağı yüzeyler belirlenmiştir. Çalışma kapsamında bina dışında sert zeminler bulunmadığı için sadece yeşil çatı harici çatı alanından toplanacak yağmur suyu hesaba katılmıştır. Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan Antalya iline ait aylık toplam yağış miktarı ortalamaları üzerinden aylık olarak çatı yüzeyinden toplanabilecek yağmur suyu miktarı belirlenmiştir. Toplanacak yağmur suyunun (Çizelge 4.59) yalnızca peyzajda kullanılması hedeflenmiştir. Bu nedenle yalnızca sulama ihtiyacı olan Haziran-Eylül ayları için yağmur sularının toplanması (hasat) öngörülmüştür. Peyzaj sulama ihtiyacının tam olarak bilinmemesi nedeniyle Nisan ve Mayıs aylarında toplanan yağmur suyunun depolanabileceği ölçüde bir kapasite hesabı yapılmıştır. Elde edilen veriye göre 30,76 m^3'lük bir depo ihtiyacı oluşmuştur. Buna göre 30 m^3'lük depo kapasitesine sahip bir su deposu tercih edilmiştir.

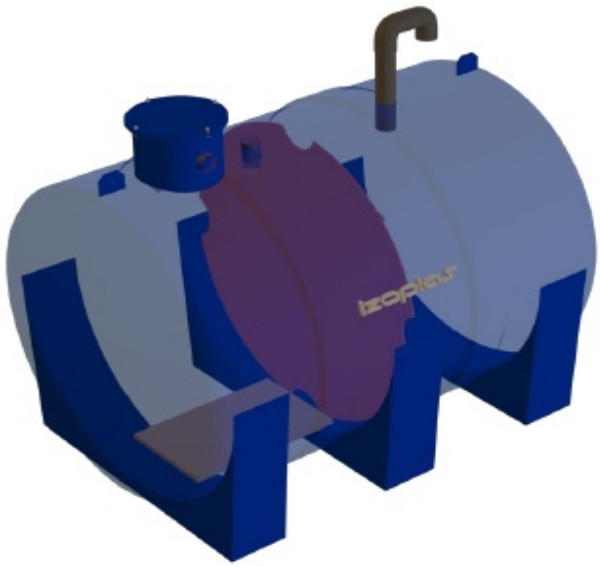
Çizelge 4.59. O6 Blok yağmur suyu toplanan yüzey bilgileri

Toplam çatı alanı	572	m^2
Yağmursuyu toplanan çatı alanı	404,00	m^2
Çatı yüzeyi geçirimsizlik katsayısı	0,90	Geçirimsiz Yüzey

Toplanan yağmur suyu aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$Yağmur\ suyu\ miktarı\ (m3) = Yüzey\ alanı\ (m2)\ \ x\ Geçirimsizlik\ katsayısı\ x\ Yüzeye\ düşen\ yağmur\ suyu\ (mm)/1000 \quad (4.5)$$

Hesaplamalar neticesinde 30 m^3'lük yağmur suyunu depolamak için 3 adet 10 ton'luk toprak altı su deposu (izoplas marka) kullanılması öngörülmüştür. Bu kapasitede bir yağmur suyu deposu ve ilgili sistem bileşenleri için maliyet bilgileri Çizelge 4.60'da verilmektedir. Maliyet hesabında ÇŞB Birim Fiyat Kataloğunda bulunan imalatlar için 2018 yılı birim fiyatları, özel poz numarasına sahip imalatlar için piyasa fiyatları esas alınmıştır. Kullanılacak deponun görsel bilgisi Şekil 4.20. ve Şekil 4.21'de sunulmuştur. Ayrıca sistemin oluşturacağı maliyetler ile ilgili hesaplamalar da Çizelge 4.60'da verilmektedir. Tasarruf yüzdeleri ise Denklem (4.1)'den elde edilmiştir.



Şekil 4.20. Yağmur suyu depolama tankı (Anonim 12)



Şekil 4.21. Yağmur suyu depolama tankı görseli (Anonim 12)

Çizelge 4.60. Yağmur suyu toplama sistemi maliyet dökümü

Sistem Bileşenleri	Poz No	Birim	Miktar	Montajlı Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyatı (TL)
10 Ton Toprak Altı Su Deposu	ÖBF-10	adet	3	11.210,00	33.630,00
Askıda borulara montaja uygun, filtre geri yıkamalı veya yıkamasız, 300 m^2'ye kadar toplama alanları için, düz ve mumsu yapıda bakım gerektirmeyen ve asidik yağmur sularına dayanıklı polietilenden mamul, çabuk açılan koku sızdırmaz kapaklı, DN 100 ve 150 girişli, DN 100 ve 150 çıkışlı kanalizasyona aqabase tankı için çift taraflı DN 100 çıkışlı, temizlik ve kontrol için kolay sökülebilir hazneli su filtresidir.	ÖBF-11	adet	3	6.175,00	18.525,00
Tam otomatik içme suyu yedek sistemli, 3/4 in. içme suyu ve yüzer anahtar bağlantılı, dahili koku fermetürlü, DN 70 acil durum taşma portu,1 in. giriş/emme bağlantısı,1 in çıkış bağlantısı ve kuru çalışma koruması bulunan 4 kademeli kendi kendini hazırlayan pompalı, selenoid vanalı otomatik basınç değiştirme cihazlı su pompasıdır.	ÖBF-12	adet	3	4.225,00	12.675,00
Tam otomatik içme suyu yedek sistemli, depolama tankına bağlanmak için DN 50 yedek boru bağlantılı,1/2 in içme suyu bağlantılı,1 in giriş/1 in çıkış bağlantısı ve kuru çalışma koruması,solenoid vanalı otomatik basınç değişim cihazlı,yağmur suyu depolama tankı içerisine monte etmek için 1 ¼ in giriş ve çıkış bağlantılı, KTP çok bağlantılı paslanmaz çelikten suya daldırılabilir pompadır.	ÖBF-13	adet	3	3.575,00	10.725,00
125 mm anma çaplı PVC esaslı koruge drenaj borusunun temini ve yerine döşenmesi	Y.18.460/22	m	21	6,06	127,26
El İle Yapılan Serbest Kazı	14.003	m^3	45	36,98	1.677,41
Çelik Borulama	201-105	m	21	10,30	216,30
Toplam Yatırım Maliyeti (TL)					77.575,97
Kat 11 Toplam yatırım maliyeti (TL)					7.052,36

Çizelge 4.61. Tasarım Bina ve Baz Bina'nın yağmur suyu yönetimi maliyet bilgileri

	Baz Bina	Tasarım Bina
Toplam Yatırım Maliyeti (TL)	-	77.575,97
Kat Başı Yatırım Maliyeti (TL)		7.052,36
Üretim (m^3/yıl)	-	30,00
Su Tasarrufu (%)	-	Baz Bina'da bu sistem tanımlı olmadığı için su tasarrufu ve maliyet maliyet artışı %100'dür.
Maliyet Artışı (%)	-	

Çizelge 4.61'de de görüldüğü üzere Baz Bina'da yağmur suyu yönetimi olmamasından kaynaklı olarak Tasarım Bina'da gerçekleştirilen yağmur suyu yönetimi sonrası %100'lük oranda su tasarrufu sağlanmıştır. Buna karşın sistemin tasarıma eklenmesinin %100'lük bir maliyet artışı oluşturduğu gözlemlenmiştir.

4.1.12. Kaplama ve izolasyonlar

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında Baz Bina, yeşil bina standartlarına uygun iç mekan bölme duvarları kaplama ve izolasyonlar açısından incelenmiştir. İç mekan bölme duvarlarının metrajları (O6 Blok Kat 11 için) Çizelge 4.62'de verilmiştir.

Çizelge 4.62. O6 Blok Kat 11 iç bölme duvar metrajı

O6 Blok Kat 11 Daire Tipi	İç Bölme Duvar Uzunluğu (m)	İç Bölme Duvar Alanı (m^2)
2D3c	32,55	90,49
2D3c	32,55	90,49
3D4	42,5	118,15
2A3	25,07	69,69
3D3	40,03	111,28
Toplam	**172,70**	**480,11**

Duvar yüzeyine uygulanan astar ve boyalar "4.1.12. İç Mekan Duvar Boyaları" başlığı altında değerlendirildiği için bu bölümde tekrar değinilmemiştir. Islak hacim duvarlarında kullanılan seramik duvar karoları metrajları Çizelge 4.63'te görülmektedir.

Çizelge 4.63. O6 Blok Kat 11 ıslak hacim duvar metrajı

O6 Blok Kat 11 Daire Tipi	Islak Hacim Duvar Yüzeyi (m^2)
2D3c	49,04
2D3c	49,04
3D4	44,04
2A3	19,79
3D3	58,88
Toplam	220,79

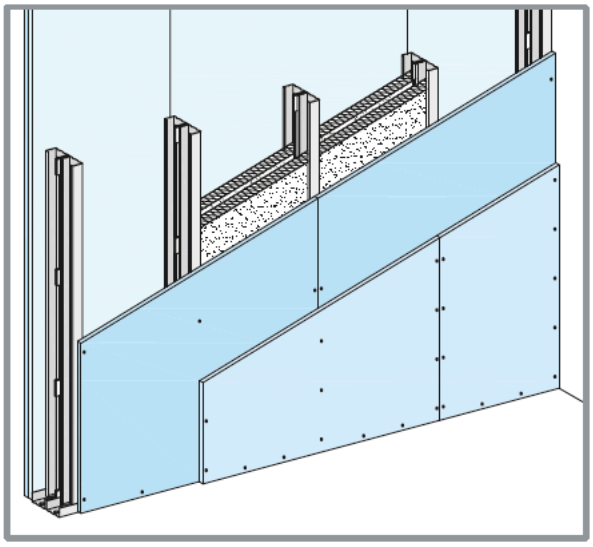
Baz projede kullanılan alçı levha bölme duvar ve seramik duvar karosu maliyet değerlendirmesinde ÇŞB 2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat kataloğu kullanılmıştır (Çizelge 4.64.).

Çizelge 4.64. Baz Bina'da kullanılan alçı ve seramik duvar maliyetleri

2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat kataloğu Poz No.	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
18.138/C 5 Yangına dayanıklı alçı duvar levhaları ile tek iskeletli taş yünü levha dolgulu bölme duvar yapılması (Tek profil-60 cm aks aralığı) (Bölme duvarın her iki yüzünde (12,5mm+12,5mm) çift kat alçı duvar levhası ile)	m^2	83,96
Y.26.006/306 (20 x 60 cm) veya (30 x 60 cm) veya (33 x 60 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I. Kalite, beyaz seramik duvar karoları ile 3mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	m^2	53,34

Tasarım projesinde yeşil bina kriterlerine uygun ısı ve ses yalıtımlı KNAUF firmasına ait "**Knauf- W115 Diamant Alçıpan Bölme Duvar Sistemi"** iç bölme duvar sistemi kullanılmıştır. Ürün ile alakalı belgeler aşağıda belirtilmiştir (Şekil 4.22) (Anonim 13).

- Her iki yüzde çift kat 12,5 mm Diamant alçı levha
- 2 adet 100 mm C profil
- 2 katman 80 mm IPB037 Mineral Board taş yünü
- Ses yalıtımı: 71dB



Şekil 4.22. Knauf-W115 Diamant alçıpan bölme duvar sistemi (Anonim 13)

W115 alçıpan bölme duvar, çift dikmeli duvar C profili ve her iki tarafta en az 12.5 mm kalınlıkta çift kat alçıpan kullanılarak oluşturulan, içinde duvar C profil genişliğine göre uygun kalınlıkta tek veya çift kat yalıtım levhası bulunan duvar sistemidir (Anonim 13). Ses yalıtımın en üst seviyelerde sağlanması istenilen yapılarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ürünün m^2 birim maliyeti 95,00 TL (Euro 6,22 TL alınmıştır) olarak elde edilmiştir.

Islak hacim duvar kaplamalarında ise düşük VOC içerikli, GREENGUARD Gold sertifikalı Çanakkale Seramik Duvar Karoları ve sıfır VOC içerikli Weber.Kol Serakol marka seramik karo yapıştırıcısı kullanılmıştır (Anonim 14; Anonim 15). Çizelge 4.65'te ürünlerin m^2 birim fiyatları belirtilmiştir. İşçilik fiyatları ÇŞB 2018 birim fiyat kataloğundan alınmıştır. Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi Denklem 4.1'e göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.65. Islak hacim duvar kaplamaları malzemeleri birim fiyatları

Ürün Bilgisi	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
Çanakkale Seramik Seramik Duvar Karosu (30 x 60 cm), Beyaz, I. Kalite	m^2	26,99
Weber.Kol Srk Seramik Yapıştırma Harcı	m^2	8,98
İşçilik Seramik Döşeme Kaplama Ustası (ÇŞB adam/saat tablosu ve birim fiyat kataloğundan hesaplanmıştır)	m^2	26,82
Seramik Yer Döşemesi Ara Toplam	m^2	62,79

Çizelge 4.66. O6 Blok Kat 11 için kaplama ve izolasyonların oluşturacağı maliyet ve tasarruf yüzdeleri

Ürün Adı		Baz Bina	Tasarım Bina
Alçı Panel Bölme Duvar	Maliyet (TL)	40.310,04	45.610,45
	Tasarruf	- %11,6	
Seramik Duvar Kaplaması	Maliyet (TL)	11.776,94	13.863,40
	Tasarruf	- %15	
TOPLAM	Maliyet (TL)	52.086,98	59.473,85
	Tasarruf	-%14,18	

Çizelge 4.66'da verilen bilgilere göre; alçı panel bölme duvar ürününün yeşil bina standartlarına göre tercih edilmesi izolasyon maliyetini 5.300,41 TL arttırmıştır. Yeşil bina standardına göre ürün kullanımı maliyette tasarruf değil aksine %11,6'lık bir artış sağlamıştır. Seramik duvar kaplamasında ise aynı şekilde 2.086,46'lık bir maliyet artışı ve bununla birlikte %15'lik mali kayıp söz konusudur.

4.1.13. Zemin kaplamaları

Çalışma kapsamında ele alınan O6 Blok Kat 11 mahallerinde iki zemin tipi olduğu görülmüştür. Mimari projeler incelendiğinde salon ve odalarda laminant parke, ıslak hacimler, hol, antre ve mutfak mahallerinde ise seramik kaplama kullanıldığı görülmektedir. Çalışmada her iki zemin tipi için de Baz ve Tasarım Bina için ayrı karşılaştırma yapılmıştır. Hesaplamada kullanılan iç mekan zemin kaplama metrajları O6 Blok Kat 11 mimari kat planları üzerinden hesaplanmıştır. Zemin kaplama metrajlarının dökümü Çizelge 4.67'de verilmektedir.

Çizelge 4.67. O6 Blok Kat 11 zemin kaplama metrajı

O6 Blok Kat 11 Daire Tipi	Laminant Parke (m^2)	Seramik (m^2)
2D3c	43,34	24,56
2D3c	43,26	24,56
3D4	37,25	36,95
2A3	37,55	10,5
3D3	68,88	38,07
Kat Holü	-	55,64
Toplam	261,91	190,28

Baz Bina modelinde kullanılan iç mekan zemin kaplamalarının maliyet değerlendirmesinde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat kataloğu kullanılmıştır. Elde edilen veriler Çizelge 4.68'de sunulmuştur.

Çizelge 4.68. Baz Bina zemin kaplama birim fiyatları (ÇŞB 2018)

2018 İnşaat ve Tesisat Birim Fiyat kataloğu Poz No.	Ölçü Birimi	Birim Fiyat (TL)
Y.21.280/03 Laminant parke döşeme kaplaması yapılması (AC4 Sınıf 32) (süpürgelik dahil)	m^2	37,18
Y.26.005/304 (42,5 x 42,5 cm) veya (45 x 45 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I. Kalite, beyaz seramik yer karoları ile 3mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	m^2	43,58

Tasarım projesinde düşük VOC içerikli, GREENGUARD Gold sertifikalı Kaindl marka laminant parke ile GREENGUARD Gold sertifikalı "Çanakkale Seramik Seramik Yer Karoları" ve sıfır VOC içerikli "Weber.Kol Serakol" marka seramik karo yapıştırıcısı kullanılmıştır (Anonim 14; Anonim 15; Anonim 16). Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi Denklem 4.1'e göre hesaplanmıştır (Çizelge 4.69.).

Çizelge 4.69. Tasarım Bina'da kullanılan zemin kaplamaları maliyetleri

Ürün Bilgisi	Ölçü Birimi	Birim Fiyat TL
KAINDL 10 mm Premium Plank AC4 Sınıf 32 (parke montajında yapıştırıcı kullanılmamaktadır)	m^2	72,33 (10 Euro + KDV)
İşçilik Parke Ustası (piyasa araştırması ile elde edilmiştir)	m^2	8,00
Laminant Parke Ara Toplam	m^2	80,33
ÇANAKKALE SERAMİK Seramik Yer Karosu (45 x 45 cm), Beyaz, I. Kalite	m^2	26,99
WEBER.KOL SRK Seramik Yapıştırma Harcı	m^2	8,98
İşçilik Seramik Döşeme Kaplama Ustası (ÇŞB adam/saat tablosu ve birim fiyat kataloğundan hesaplanmıştır)	m^2	26,82
Seramik Yer Döşemesi Ara Toplam	m^2	62,79

Çizelge 4.70. Baz Bina ve Tasarım Bina zemin kaplamalarının maliyet karşılaştırması

Döşeme Türü		Baz Bina	Tasarım Bina
Laminant Parke	Maliyet (TL)	9.737,81	21.039,23
	Maliyet Artışı	%53,7	
Seramik	Maliyet (TL)	8.292,40	11.947,68
	Maliyet Artışı	%30	
TOPLAM	Maliyet (TL)	18.030,21	32.986,91
	Maliyet Artışı	%82,9	

Ülkemizde yeşil bina standartlarına uygun bir şekilde üretilen laminant parke sistemlerinin mevcut olmamasından dolayı "KAINDL" marka ithal ürün kullanılarak tasarım gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.70'de görülebileceği üzere laminant parke maliyetindeki artış yaklaşık %54 seviyelerinde olmuştur. Bunun nedeni ise ithal ürün kullanılmasıdır. Seramik kaplama maliyetlerinde ise %30'luk bir artış yaşandığı gözlemlenmiştir.

4.1.14. İç mekan duvar boyaları

Çalışmanın bu bölümünde, sürdürülebilir bina kriterlerine uygun bir şekilde yeniden tasarlanan Baz Bina'nın duvar boyalarının yeşil bina standartlarına göre seçilmesi durumunda oluşacak maliyet bilgileri karşılaştırılmıştır. Baz Bina'da standart su bazlı boya kullanıldığı görülmüş ve Tasarım Bina'da ise düşük VOC içerikli iç mekan boya ve astarları kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamada kullanılan iç mekan duvar metrajları O6 Blok Kat 11 mimari kat planları üzerinden hesaplanmıştır. Duvar metrajlarının dökümü Çizelge 4.71'de verilmektedir.

Çizelge 4.71. O6 Blok Kat 11 iç duvar metrajı

O6 Blok Kat 11 Daire Tipi	İç Duvar Metrajı (m^2)	Duvar Boyası Metrajı (lt)	Astar Boya Metrajı (lt)
2D3c	197,74	37,18	18,59
2D3c	197,74	37,18	18,59
3D4	278,58	58,64	34,82
2A3	144,73	31,23	18,09
3D3	283,17	56,07	35,40
Ortak Mahaller	251,81	62,95	31,48

Duvar boyası metrajı belirlenirken aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- 1 lt su bazlı duvar boyası 8 m^2 yüzey boyamaktadır.
- Tüm duvar yüzeylerinde 1 kat astar ve 2 kat boya uygulanmıştır.

Baz projede Betek Boya firmasının Alligator boya ailesine ait standart su bazlı iç cephe boyası (Aliza Plastik İç Cephe Boyası) ve astarı (İç Cephe Geçiş Astarı) kullanılmıştır (Anonim 17).

- Aliza iç cephe boyası (13,5 lt) 364,00 TL

- İç cephe astar boya fiyatı ise 310,50 TL'dir.

Tasarım projesinde ise; uçucu organik bileşik (volatile organic compound-VOC) içeriği sıfır olan ve GreenGuard Gold sertifikalı Alligator ELF Premium Silk Mat iç cephe boyası ve ELF iç cephe geçiş astarı kullanılmıştır. Kullanılan ürünlerin fiyatları ise;

- İç cephe boyası: 13,5 lt 626,00 TL
- İç cephe geçiş astarı: 15 lt 302,50 TL

Tasarım Bina'nın Baz Binaya göre tasarruf yüzdesi Denklem (4.2) ile hesaplanmıştır.

Çizelge 4.72. Tasarım Bina ile Baz Bina iç mekan duvar boya maliyetlerinin karşılaştırması

	Baz Bina	Tasarım Bina
Maliyet (TL)	11.012,35	16.423,74
Maliyet Artış Oranı	%33	

Çizelge 4.72. incelendiğinde; O6 Blok Kat 11'de iç mekan duvar boyalarının düşük VOC içerikli ürünler ile boyanmasının oluşturacağı maliyet artışının %33 seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu maliyet artışının nedeni olarak da kullanılan ürünlerin yerli üretimlerinin olmamasından kaynaklı olduğunu söylemek mümkündür.

4.1.15. Elektrikli araç şarj istasyonu uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde, yeşil binaların sadece yapı olarak sürdürülebilir malzemelerle tasarımına ek olarak karbon ayak izini düşürmek adına bina kullanıcılarının elektrikli araç kullanımına teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Elektrikli araç şarj istasyonu gerekliliği "LEED v4" kriterleri göz önünde bulundurularak belirtilmiştir. Bu kapsamda Baz Bina'da elektrikli araç şarj istasyonu bulunmadığı gözlemlenmiştir. Tasarım Bina'da ise elektrikli araç şarj istasyonu sayısı O6 Blok'a ait toplam park yeri sayısından yola çıkılarak hesaplanmıştır. "LEED v4" yeşil bina kriterlerine göre elektrikli araç şarj istasyonu sayısı binaya ait otopark sayısının %2'si kadar olmalıdır (Anonymous 2). Ayrıca bu park yerleri bina girişlerine engelli park yerlerinden sonra en yakın yerde konumlandırılmalıdır.

O6 Blok projesi incelendiğinde toplam 60 adet daire olduğu gözlemlenmiştir. Her daire başına 1 araçlık otopark alanı bırakılmıştır. Bu durumda elektrikli araç park yeri sayısı şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Elektrikli Araç Park Yeri Sayısı} = 60 \times 0{,}02 = 1{,}2 \rightarrow 2 \text{ Adet} \qquad (4.6)$$

Denklem (4.6)'dan da görülebileceği üzere, O6 Blok için 2 adet elektrikli araç otoparkı ve şarj istasyon alanı ön görülmektedir. Buradan yola çıkarak Tasarım Bina modelinde elektrikli araçların şarj edilebilmesi için kurulması gereken elektrikli araç şarj istasyonu için "Gersan" marka şarj istasyonu tercih edilmiştir (Anonim 18). Detaylı bilgiler Çizelge 4.73'te verilmiştir.

Çizelge 4.73. O6 Blok elektrikli araç şarj istasyonu bilgileri

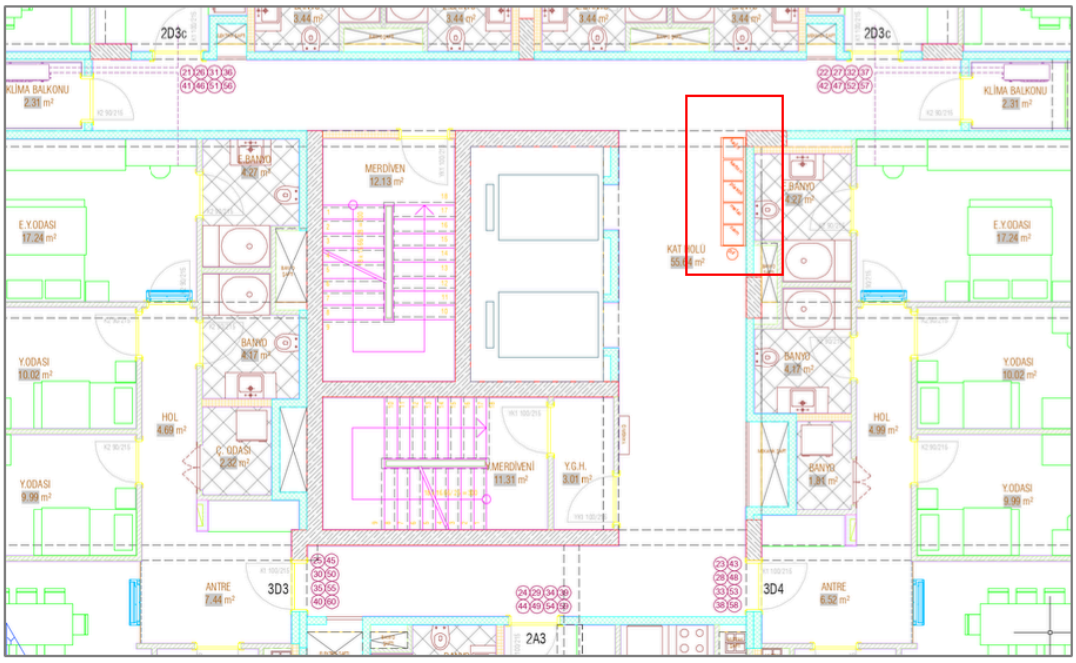
Toplam otopark sayısı	60	adet
Elektrikli araç otopark sayısı	2	adet
Şarj istasyonu sayısı (2 araç kapasiteli)	1	adet
Şarj istasyonu maliyeti	11.000,00	TL/adet
Kat başına şarj istasyonu yatırım maliyeti	1.000,00	TL/kat

Çizelge 4.73'e göre O6 Blok için elektrikli araç şarj istasyonunun oluşturacağı maliyet artışı 11.000,00 TL olacaktır.

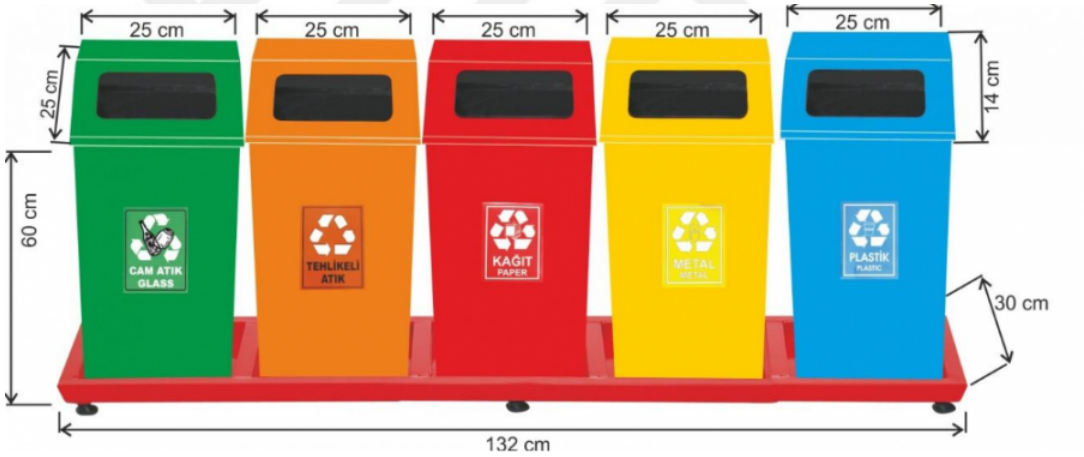
4.1.16. Geri dönüşümlü atık üniteleri

Hammadde kullanımının azaltılması ve malzemelerin yeninden işlem görerek kullanıcı ihtiyaçlarını kazanması günümüzde iklim değişikliği ile mücadele önemli bir yere sahiptir. Bu kapsamda belediyeler, tv kanalları ve özel kuruluşlar bireylerin kendi adlarına kullandıkları malzemeleri malzeme sınıflarına göre gruplandırarak ayırmasını ve geri dönüşüm ünitelerine atmasını teşvik edici çalışmalarda bulunmaktadır (Anonymous 2). Bu nedenle O6 Blok'un sürdürülebilir malzemelerle ve yeşil bina kriterlerine uygun bir şekilde tasarımının gerçekleşebilmesi adına bina içerisine geri dönüşümlü atık ünitelerinin yerleştirilmesi uygun görülmüştür.

Tasarım projesinde 6 adet atık tipi (kağıt, karton, cam, plastik, metal ve pil) için geri dönüşüm üniteleri kullanılması öngörülmüştür. Geri dönüşüm atık ünitelerinin örnek kat planı üzerinde gösterimi Şekil 4.23'te verilmiştir. O6 Blok geri dönüşüm üniteleri bilgileri Çizelge 4.74'te verilmiştir.



Şekil 4.23. O6 Blok Kat Planı geri dönüşüm atık kutuları yerleşimi



Şekil 4.24. O6 Blok Kat Planı geri dönüşüm atık kutuları görseli (Anonim 19)

Çizelge 4.74. O6 Blok geri dönüşüm üniteleri bilgileri

Toplam Geri Dönüşüm Ünitesi Sayısı (5'li Ünite + Atık pil kutusu)	11 adet	m^2
Geri Dönüşüm Ünitesi Birim Fiyatı (Atık pil kutusu TAP.org'dan ücretsiz olarak tedarik edilebilmektedir)	1.871,46	TL
Geri Dönüşüm Üniteleri Toplam Maliyeti	20.586,06	TL

Kat hollerine yerleştirilen geri dönüşüm ünitelerinden toplanan ambalaj atıklarının binada biriktirileceği bir geri dönüşüm odasının olmamasından kaynaklı olarak tasarıma geri dönüşüm atıklarını depolama odası eklenmiştir. Bina toplam inşaat alanından yola çıkarak LEED yeşil bina standardına göre belirlenen geri dönüşümlü atık depolama odası alanı 21 m^2 olarak planlanmıştır. Geri dönüşümlü atık odası için 21 m^2'lik alan bina bodrum katında rezerve edilmiştir.

Tasarlanan geri dönüşüm odasının maliyet dökümü Çizelge 4.75'te verilmiştir. Maliyet hesabında ÇŞB 2018 Birim Fiyat Kataloğu esas alınmıştır.

Çizelge 4.75. Geri dönüşüm odası maliyet dökümü

Geri Dönüşüm Odası İhtiyacı	21 m^2				
Sistem Bileşenleri	Poz No	Birim	Miktar	Montajlı Birim Fiyatı (TL)	Toplam Fiyatı (TL)
Geri Dönüşüm Odası Yapılması	1B-İş yeri depoları ve bu gruptakilere benzer yapılar.	adet	21	170,00	3.570,00
Geri Dönüşüm Odası Demir Ayrıştırma Kutuları Yapılması (3 mm sac, kapaklı)	Y.23.167	kg	6720	9,09	61.084,80
Geri Dönüşüm Odası Demir Ayrıştırma Kutuları Pas Koruyucu Boyama Yapılması	Y.25.002/02	m^2	315	22,28	7.018,20
Geri Dönüşüm Odası Demir Ayrıştırma Kutuları Epoksi Boyama Yapılması	Y.25.002/03	m^2	315	26,38	8.309,70
Toplam Yatırım Maliyeti (TL)					79.982,70
Kat Başına Düşen Toplam Yatırım Maliyeti (TL)					7.271,15

Çizelge 4.75'te görüldüğü üzere; O6 Blok için elde edilen atıkların depolanmadan bina dışına çıkarılması durumunda geri dönüşüm atık ünitelerinin oluşturacağı toplam maliyet artışı 20.586,06 TL olacaktır. O6 Blok Kat 11 için elde edilen geri dönüşüm odası ve üniteleri maliyeti Çizelge 4.76'da verilmiştir.

Çizelge 4.76. O6 Blok Kat 11 geri dönüşüm odası ve üniteleri maliyeti

Geri Dönüşüm Odası	7.271,15	TL
Geri Dönüşüm Üniteleri Toplam Maliyeti	1.871,46	TL
Toplam Maliyet	9.142,61	TL

5. TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında, literatürde yer alan kentsel dönüşüm ve sürdürülebilir bina kavramları hakkında detaylı bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Özellikle sürdürülebilirlik kavramının dünya genelinde büyük öneme sahip olması çalışmanın güncelliğini de ortaya koymaktadır. Türkiye'de ve Dünya'da gerçekleştirilen kentsel dönüşüm projeleri incelendiğinde, sürdürülebilirlik kavramının proje uygulamaları içerisinde yer almadığı görülmüştür. Kentsel dönüşüm uygulamalarında genellikle bölge yaşayanlarının refah seviyesinin yükseltilmesi, altyapı sorunlarının giderilmesi, riskli yapıların sağlıklaştırılması (yeniden uygun hale getirme) esas alınmaktadır. İklim değişikliği ve binaların bu duruma etkisi göz ardı edilmektedir.

İnşaat sektörünün dünya ekonomisindeki yeri göz önünde bulundurulduğunda iklim değişikliği ve karbon ayak izi salınımı etkilerinin en aza indirgenmesi için sürdürülebilir yapıların kentsel dönüşüm uygulamaları içerisinde yer alması gerektiği açıkça görülmektedir. Kentsel dönüşüm projelerinin uygulandığı yerleşim yerlerinde uzun yıllar yeni bir konut projesi söz konusu olmayacağından dolayı, bu durum göz önünde bulundurularak sürdürülebilirlik kavramının kentsel dönüşüm projelerine dahil edilmesi en akıllıca çözümlerden biri olacaktır. Ancak dünya genelinde de ülkemizde de kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilmesi veya yasal düzenlemelerle zorunlu hale getirilmesi henüz söz konusu olmamıştır. Yorgancıoğlu (2004) bu konu ile ilgili inşaat sektöründe sürdürülebilir gelişme kavramını uygulamaya geçirmedeki olanak ve sorunların bütüncül bir bakış açısıyla yeterince ortaya konmamış olduğu, özelde ise enformasyon teknolojilerinin ve diğer yardımcı araçların bu açıdan sağlayabileceği olanakların ve eksik kaldığı noktaların yeterince araştırılmadığından bahsetmiştir. Aelenei vd. (2016) ise, şehirlerde yaşayanların doğal kaynakları tüketmelerinde yüksek bir yüzde oranına sahip olduklarını ve bundan dolayı da dünya genelinde kentsel dönüşümün sürdürülebilirliği önemli ölçüde etkileyeceğinden bahsetmiştir.

İnşaat projelerinde tasarım aşamasından itibaren ilk olarak ele alınan konu maliyettir. Maliyetlerde sağlanacak en ufak tasarruf projenin kar elde etmesi açısından oldukça önemlidir. Kentsel dönüşüm projeleri incelendiğinde, bölgesel olarak gerçekleştirilen projelerin bütçelerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle kentsel dönüşüm projeleri ile sürdürülebilirlik kavramının bütünleşik yönetimi adına sürdürülebilir bina maliyetlerinin bilinmesi önemlidir. Syphers vd. (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada sürdürülebilir binaların bakım maliyetlerinin konvansiyonel binalara göre daha düşük olduğunu vurgulamışlardır.

Maliyet analizi çalışmaları için Krasny vd. (2017)'nin bio tabanlı evlerin beton evlere göre çevresel etkileri ve maliyetlerinin detaylı analizlerinin gerçekleştirildiği çalışması incelenmiştir. Bu çalışmada, Balkan bölgelerinde konut yapıları incelemiş ve evlerin klasik tarzda inşa edildikleri belirtilmiştir. Tuğla duvarlar, ahşap çatı düzeneği üzerine metal kaplama veya kiremit çatılar klasik olarak inşa edilen bu yapıların belirleyici malzemeleridir. Yatırımcı veya müteahhitin binada enerji verimliliği oluşturmak istiyorsa genel olarak daha kalın bir izolasyon yöntemi tercih ederek (cephe ve tavanlarda köpük uygulamaları gibi) ve daha düşük "U-Isıl Geçirgenlik" değerine

sahip pencere imalatlarıyla enerji konusundaki sorunu çözmeye çalışacağından bahsetmişlerdir.

Coimbra ve Almeida (2013), Porto'da kooperatif bina tiplerinden seçtikleri 65 projeyi elektrik ve doğal gaz tüketim değerleri açısından inceleyerek elde ettikleri verileri geleneksel evlerin verileri ile karşılaştırmışlardır. Projelerden 29 tanesi sürdürülebilir bina 36 tanesi ise konvansiyonel bina olarak tercih edilip gerekli karşılaştırmalar yapılmıştır. Kışın ısıtma için gerekli olan enerji ihtiyacı, yazın soğutma için gerekli olan enerji ihtiyacı ve bina kullanıcıların sıcak su kullanmasına yönelik olan enerji ihtiyaçları sürdürülebilir ve konvansiyonel binalarda aylık olarak gözlemlenmiş ve sürdürülebilir binalardaki enerji ihtiyaçlarının daha az olduğu görülmüştür. Sürdürülebilir binalarda geleneksel binalara göre enerji harcamaları açısından metre kare başına €13,90 daha az harcama yapıldığı görülmüştür. Sürdürülebilir bina inşa etmenin metre kare fiyatı ise €31,78 olarak hesaplanmıştır. Geri ödeme süresi ise €31,78/€13,90=2,3 yıl olarak bulunmuştur. Projeye solar panellerin ve su ısıtıcıların yerleştirilmesinin maliyetinin sağladığı tasarruf oranı dikkate alındığında kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Kentsel dönüşüm projelerinde konvansiyonel binalara göre sürdürülebilir binaların tercih edilmesinin enerji verimliliği açısından faydaları incelendiğinde ise olumlu sonuçlar ile karşılaşılmıştır. Onaygil ve Güler (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada İstanbul'da bulunan bir binada kontrollü bir aydınlatma sistemi kullanılması durumunda, gün ışığının 500 lux değerini aştığı anlarda sistemin kendini otomatik olarak kapatmasının bina enerji tüketim değerleri açısından %30'luk bir enerji tasarrufu sağlayacağını belirtmişlerdir. Sadece aydınlatma sisteminin değiştirilmesi ile elde edilen bu değer enerji tüketimlerinin düşürülmesi ve kaynakların korunması adına büyük öneme sahiptir.

Nazi vd. (2015) gerçekleştirdikleri araştırmada, Malezya'da bulunan orta büyüklükteki bir devlet ofis binasında soğutma yüklerini düşürmek adına sıcaklığın ayarlanabilir olması, ışıklandırma sistemlerinin modifikasyonu ve pencerelerde kullanılan cam tiplerinin sürdürülebilir bina standartlarına uygun bir şekilde değiştirilmesinin gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Yu ve Su (2015) günışığından faydalanmanın enerji tasarrufunu ne ölçüde etkileyeceğini inceleyen bir literatür taraması gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın hedefinin yapay ışıklandırma ile gün ışığının entegre edilmesi ile enerji tüketiminin azaldığının ortaya koyulmasıdır. Tian vd. (2017) yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, çok sıcak yaz iklimi ve çok soğuk geçen kış iklimine sahip bölgelerde yeşil çatıların enerji tasarrufuna ne ölçüde etki edeceğini araştırmışlardır. Çalışma için, binaların dış kabuk yapısının termal özellikleri ve iç ortamı termal koşulları göz önünde bulundurularak simülasyonlar ile farklı yeşil çatıların binanın enerji performansına etkileri incelenmiştir. Basit bir yeşil çatının termal özelliklerini belirleyerek çalışmada kullanmak için Soochow Üniversite'sindeki bir binanın iç termal sıcaklığı, çatı yüzeyinin iç sıcaklığı tipik yaz ve kış ayında 24 saat boyunca ölçülerek kaydedilmiştir. Aynı zamanda bina çatısının termal direnç değeri ve ısı transfer katsayısı (U değeri) eş zamanlı olarak kış ve yaz aylarında kaydedilmiştir. Elde edilen bu değerler EnergyPlus yazılımı ile farklı yeşil çatı konfigürasyonları için simülasyon üzerinden analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları yeşil çatıların ısıtma ve soğutma yüklerini %9-10 arasında düşürdüğünü göstermiştir.

Aste vd. (2017), sürdürülebilir bina tasarımındaki parametreler üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sürdürülebilir bina tasarımının çevresel, ekonomik ve sosyal ölçütler ile değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Özellikle bir binanın sürdürülebilir olmasının enerji tüketiminde sağlanacak düşüşler ile gerçekleşeceğini vurgulamışlardır. Alan çalışması Nairobi'de bir dört katlı bina üzerinden gerçekleştirilmiştir. Nairobi'nin iklimsel verileri elde edildikten sonra enerji analizleri gerçekleştirilmiştir. Enerji analizlerinde 8 farklı bina kabuk yapısına göre malzemeler ile kombinasyonlar gerçekleştirilerek Energy Plus yazılımı ile veriler elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada tropik iklimlere sahip bölgelerde gölgelendirme sistemlerinin kullanılmasının işletme maliyetlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Konu ilgili yasal yaptırımlar ülkemizde maalesef oturmuş değildir. Amerika'nın bazı eyaletleri ve Avrupa'da da belirli ülkelerde, gelecek yıllarda inşaa edilecek binaların enerji tüketimlerinin düşük olması zorunlu hale getirilmiştir. Ülkemizde ise yasal zorunluluk olarak binanın bütününde değil belirli alanlarında enerji tüketimlerini azaltılmasını sağlayacak yönetmelikler mevcuttur. Ancak önümüzdeki yıllarda inşaa edilecek projelerin bütünsel olarak sıfır enerji tüketimli binalar olmasını hedefleyen yas ve yönetmelikler bulunmamaktadır. Gürgün (2017) yılında gerçekleştirdiği çalışmada, LEED NC 2009 ile sertifikalandırılmış 78 adet proje "Enerji ve Atmosfer" kredi kategorisinde incelenmiştir. Çalışma sonucunda 78 adet projeden 64 tanesinin "Enerji ve Atmosfer" kredi başlığı altında alt kredi olan "İleri Seviyede Soğutucu Akışkan Yönetimi" kredisinden tam puan aldığı görülmüştür. Bu yüksek oranın elde edilmesinde Çevre Bakanlığı'nın hazırladığı Ozon Tabakasını İncelten Malzemelerin Kullanımının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik büyük bir öneme sahip olmuştur. Projenin tasarım aşamasında hangi sistemlerin kullanılacağına karar verilmesinin projenin başarıya ulaşmasında büyük önem taşıdığı görülmüştür.

Enerji tüketimini azaltmanın bir diğer yolu da binanın kendi enerjisini üretebiliyor olmasıdır. Fotovoltaik panellerin kullanımı ile potansiyel güneş enerjisi değerlendirilebilmektedir. Dabaieh ve Johansson (2018), Özellikle Mısır'da son 5 yılda fotovoltaik panellerin giderek önem kazandığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, elektrik üretim sistemlerini desteklemek adına, pasif tasarım uygulamaları, düşük karbon ve inşaat stratejilerinin fotovoltaik paneller ile birlikte kullanımının potansiyelinin değerlendirilmesi için bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir.

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında, O6 Blok Kat 11'in, Baz Bina tasarımından sürdürülebilir bina elde edebilme adına gerçekleştirilen, enerji ve maliyet verimliliği analizlerini içeren 16 adet hesaplama sonucunda sürdürülebilir bina maliyeti, yıllık enerji tüketim değerleri ve yıllık enerji tüketim değerlerinin maliyetleri elde edilmiştir. Çalışma kapsamında iki durum ele alınmıştır. İlki; Baz Bina'da mevcut olan uygulamaların sürdürülebilirlik kriterlerine göre yeniden tasarlanarak uygun malzemelerle gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen maliyetlerin karşılaştırılmasıdır. İkinci durum ise; birinci durumda elde edilen maliyetlere LEED v4 kriterlerine göre eklenen uygulamaların getireceği maliyetler bütününün hesaplanmasıdır. Elde edilen her iki durum için de maliyet artış oranları elde edilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde elde edilen veriler tablolaştırılarak sunulmuş olup; O6 Blok Baz Bina ve Tasarım Bina modellerinin maliyetleri karşılaştırması Çizelge 5.1. ve Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina maliyetleri karşılaştırması (Tasarım Bina Modeli 1 ve Tasarım Bina Modeli 2)

Uygulamalar	Baz Bina Maliyeti (TL) (Kat 11)	Tasarım Bina Maliyeti (TL) (Kat 11)	Tasarım Bina Yıllık Enerji Tüketim Değeri Tasarruf Yüzdesi (%)	Tasarım Bina Yıllık Enerji Tüketim Maliyet Tasarruf Yüzdesi (%)	Maliyet Tasarrufu (%)
Bina kabuğu ısı yalıtımı	26.533,377	33.910,45	1,6	0,3	-27,80
Bina kabuğu cam seçimi	4.002,99	5.346,58	0,3	0,8	-33,56
Güneş kırıcı sistem	-	3.186,01	0,6	1,1	-100
Aydınlatma iyileş.	2.073,48	3.963,75	13,8	26,1	-91,16
Fotovoltaik panel	-	10.286,77			-100
Yeşil çatı	-	7683,40			-100
Hava kaynaklı ısı pompası	-	93.550,00	1,7	0,9	-100
Gri su tasarım sistemi	-	10.847,03			-100
Su verimliliği analizi	14.753,00	15.161,00			-2,7
Yağmur suyu yönetimi	-	7.052,36			-100
Kaplama ve izolas.	52.086,98	59.473,85			-14,18
Zemin kaplamaları	18.030,21	32.986,91			-82,9
İç mekan duvar boyaları	11.012,35	16.423,74			-33
Elektrik araç şarj ist.	-	1000			-100
Geri dönüşüm üniteleri	-	9.142,61			-100
TOPLAM (Tasarım Bina Modeli 1)	128.492,39	310.014,46			-141,27
TOPLAM (Tasarım Bina Modeli 2)	128.492,39	216.464,46			-68,46

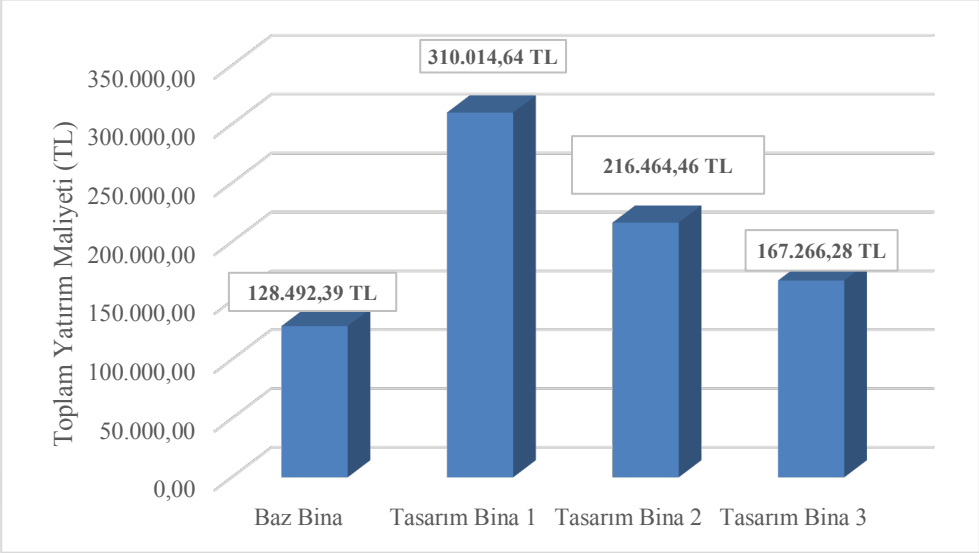
Çizelge 5.2. O6 Blok Kat 11 Baz Bina ve Tasarım Bina maliyetleri karşılaştırması (Tasarım Bina Modeli 3)

Uygulamalar	Baz Bina Maliyeti (TL) (Kat 11)	Tasarım Bina Maliyeti (TL) (Kat 11)	Yıllık Enerji Tüketim Değeri Tasarruf Yüzdesi (%)	Yıllık Enerji Tüketim Maliyet Tasarruf Yüzdesi (%)	Maliyet Tasarrufu (%)
Bina kabuğu ısı yalıtımı	26.533,377	33.910,45	1,6	0,3	-27,80
Bina kabuğu cam seçimi	4.002,99	5.346,58	0,3	0,8	-33,56
Aydınlatma iyileştirmesi	2.073,48	3.963,75	13,8	26,1	91,16
Su verimliliği analizi	14.753,00	15.161,00			-2,7
Kaplama ve izolasyon	52.086,98	59.473,85			-14,18
Zemin kaplamaları	18.030,21	32.986,91			-82,9
İç mekan duvar boyaları	11.012,35	16.423,74			-33
TOPLAM	128.492,39	167.266,28			-30,17

Çizelge 5.1'de elde edilen verilere göre; Baz Bina tasarımını sürdürülebilir malzemeler ile değiştirmenin getireceği ek maliyet 310.014,46 TL olarak hesaplanmıştır. Maliyet artış yüzdesi ise %141,27 olarak elde edilmiştir. Bu oranlara

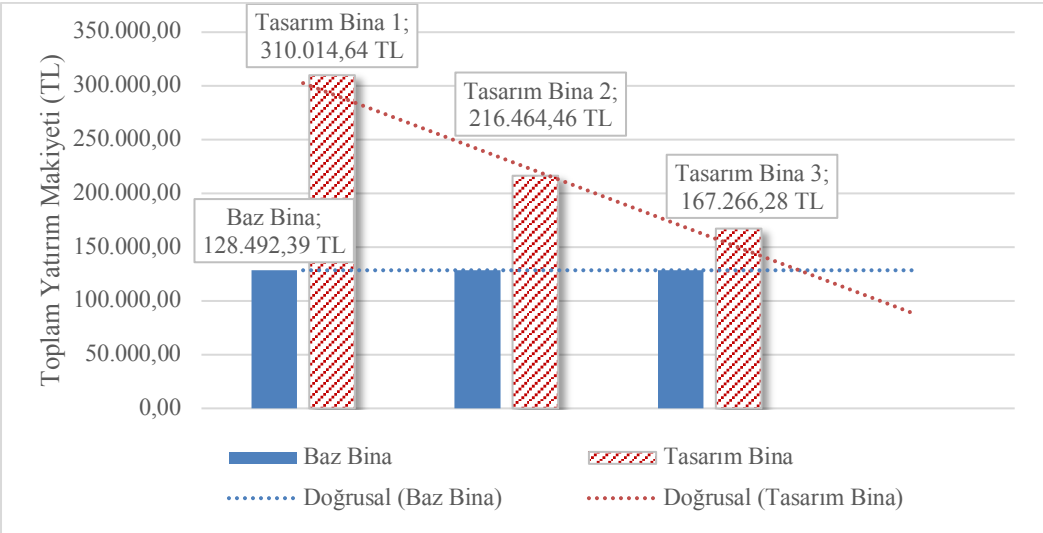
etki eden en fazla yüzde hava kaynaklı ısı pompalarının sisteme eklenmesi sonucunda elde edilmiştir. Hava kaynaklı ısı pompasının enerji tüketim değerlerinde sağlayacağı tasarruf oranın, yatırım maliyetine oranla çok düşük olmasından dolayı hesaplamalardan çıkarılması durumunda, Tasarım Bina Modeli 2'deki maliyet artış yüzdesi %68,46 olacaktır. Her iki durumda da maliyet artışının oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2'de ise; Baz Bina modeline sadece mevcutta var olan yapı uygulamalarının sürdürülebilirlik kriterlerine göre iyileştirilmesi durumunda elde edilmiş olan maliyet verileri sunulmuş olup; maliyet artış yüzdesinin %30 seviyelerine indiği görülmüştür.



Şekil 5.1. Baz Bina ve Tasarım Bina varyasyonlarının toplam yatırım maliyetleri

Şekil 5.1'de Tasarım Bina 1: Baz Bina modeline yeşil bina gereklilikleri doğrultusunda eklenen tüm uygulamalar sonucu elde edilen bina modelini; Tasarım Bina 2: Tasarım Bina 1 modelinden "Hava Kaynaklı Isı Pompası" maliyetlerinin çıkarılması ile elde edilen toplam yatırım maliyetlerinin oluşturduğu bina modelini; Tasarım Bina 3 ise Baz Bina modelinde yer alan uygulamaların haricinde bir ek uygulama yapılmaksızın sadece yeşil bina kriterlerine uygun malzemeler ile tasarımların gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen toplam yatırım maliyetini yansıtan bina modelidir. Şekil 5.1'de görüldüğü üzere en fazla toplam yatırım maliyeti Tasarım Bina 1 modelinde elde edilmiştir. Bunun nedeni ise; bir binanın yeşil bina sayılabilmesi adına gerçekleştirilebilecek uygulamaların hemen hemen hepsinin bina modeline uygulanmış olmasıdır. Şekil 5.2'de ise; sürdürülebilir bina toplam yatırım maliyetinin en düşük değeri, Tasarım Bina 3 modelinden elde edilmiştir.



Şekil 5.2. Baz Bina ve Tasarım Bina varyasyonlarının toplam yatırım maliyetleri karşılaştırması

Tez çalışmasında Baz Bina modeline eklenen yeşil bina uygulamaları, bir binanın LEED sertifikası alma sürecindeki her kategoriden puan alınabilecek şekilde tasarlanmıştır. Realitede bir binanın, yeşil bina sertifika alma sürecinde, planlanan bütçe tasarımına göre sertifikalandırılmış, gümüş, altın veya platin sertifikaya başvurulurken her kategoriden puan alınması hedeflenmeden çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu durum ile yeşil bina yapım maliyetlerinin konvansiyonel bina maliyetlerine göre çok yüksek olmaması hedeflenmektedir. Tez çalışmasında, Baz Bina yapımında kullanılmış olan inşaat uygulamaları için kabul edilen fiyatların ÇŞB'nin birim fiyat listesinden alınmış olması, maliyet artış yüzdesinin bu denli fazla olmasına etki etmiştir. ÇŞB'nin birim fiyatlarının piyasada gerçekleştirilen inşaatlara göre en düşük değeri vermesi maliyet farkının fazla çıkmasını sağlamıştır. Tez çalışmasında Tasarım Bina modellerinde en üst sınıf ve kalitede malzemeler kullanılmış olup; artan kalite ile birlikte maliyetin de artması ön görülmüştür. Buna karşın literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, yeşil bina özellikleri taşımayan ancak kullanılan yapı malzemelerinin oldukça kaliteli ve standartlara uygun seçilmiş olmasından kaynaklanan yüksek maliyetli binalarda, yeşil bina sertifika sürecine gidildiğinde maliyet artışının çok az olacağı yönündedir. Birim fiyatlar baz alınarak yapım maliyeti en düşük seviyede olan Baz Bina'ya göre, Tasarım Bina'da kullanılan malzemelerin kalite ve standartlarının yüksek olduğu da göz önünde bulundurulursa, maliyet artış yüzdesinin gerçekleri yansıtacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

Küresel ısınma ve iklim değişikliği tüm dünya için büyük bir tehdit haline gelmiştir. 2017 yılından dünyadaki enerji talebi önceki yıllara göre %2,1 oranında artmıştır. Bu artış beraberinde küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı önlem almanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu durumun sonucu olarak dünya genelinde 2030 yılına kadar enerji tüketimlerinin iyileştirilmesi ve küresel ısınmaya etki eden faktörlerin azaltılması hedeflenmiştir. İnşaat sektörü, dünya genelinde harcanan enerji miktarı açısından büyük bir orana sahiptir. Bina kullanımlarda açığa çıkan enerji tüketimleri, etrafa verilen zararlı kimyasallar, karbon ayak izi oranının yüksek olması hedeflenen enerji tüketimlerinin azaltılması açısından inşaat sektörünün önemini açığa vurmaktadır.

Ülkemizde son zamanlarda giderek artan kentsel dönüşüm projeleri, yatırım projeleri olmalarının yanı sıra bina kullanıcılarına uzun yıllar yaşayabilecekleri yaşam alanları vaad etmektedir. Bu nedenle kentsel dönüşüm projeleri içerisinde yer alan binaların sürdürülebilir binalar olması ve enerji tüketimlerini en aza indirgemesi çok önemlidir. Sürdürülebilir bina kavramı ülkemize kıyasla Amerika ve Avrupa'da kullanım yaygınlığı açısından daha ileri bir seviyedir. Bu duruma yasal yaptırımların ve toplumsal bilincin etkisi büyüktür. Türkiye'de binaların sürdürülebilir olarak tasarlanması için henüz yasal bir gereklilik söz konusu değildir.

Kentsel dönüşüm projelerinin, özellikle bölgesel bazda olanların ihale bedelleri oldukça yüksektir. Sürdürülebilirlik kavramını kentsel dönüşüm projelerine entegre etmek yatırımcıların ilgisini pek çekmemektedir. Bunun nedeni ise yatırımcıların bu konudaki bilgi eksiklikleri sonucunda maliyet artışlarının çok yüksek olacağını düşünmeleridir. Projelerinin marka değerini yükseltmek ve pazar payını arttırmak isteyen firmalar özellikle son 10 yılda yeşil bina sertifikaları edinme yoluna gitmişlerdir.

Tez çalışmasında, Antalya ili kapsamında gerçekleştirilen kentsel dönüşüm projelerinin sürdürülebilirlik ile ilişkisi maliyet açısından incelenmiştir. İncelenen kentsel dönüşüm projesinde sürdürülebilir bina yapım maliyetinin konvansiyonel bina modeli ile karşılaştırıldığında sonuçları maliyet artışının %138 oranında arttığı sonucuna varılmıştır. Bu değerin çevreye verilen zararların azaltılması yolunda çok büyük bir artış oranı olmamasından dolayı kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilir binaların tercih edilmesi uygun görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen veriler ile proje çalışmasının gerçekleştirildiği il ile benzer iklimsel özelliklere sahip yerlerde, çalışmadan elde edilen enerji verimliliği ve su verimliliği analizleri sonuçlarının yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma kapsamında, sürdürülebilir bina yapımında kullanılacak malzemelerin hem ürün hem de fiyat bilgileri detaylı bir şekilde sunulmuştur. Çalışmanın bu yönü ile sektöre önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Akademik açıdan bu çalışma ele alındığında ise; kentsel dönüşüm projeleri ile sürdürülebilir binaları entegre ederek bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutacak niteliktedir. Literatürde daha önce sürdürülebilir bina maliyetleri hakkında çalışmalar

gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, kentsel dönüşüm alanında il bazında spesifik bir çalışma yapılmamıştır.

Kentsel dönüşüm ile ilgili literatürdeki çalışmalar incelendiğinde sürdürülebilirlik ile olan ilişkisini inceleyen az sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Tez çalışmasını diğer çalışmalardan ayıran en belirgin kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilirlik ve maliyet ilişkisinin beraber incelenmesidir. Özellikle maliyet hesaplamalarında binanın bulunduğu bölge, konum, koordinatlar, iklimsel özellikler gibi etkenler göz önünde bulundurulmuştur. Bu durumun sonucunda elde edilen veriler benzer fiziki ve iklimsel özelliklere sahip projeler için yol gösterici niteliktedir. Çalışma kapsamında, Antalya ili Kepez-Santral Bölgesi Kentsel Dönüşüm Projeleri içerisinden seçilen O6 Blok Kat 11 planı, LEED v4 kriterlerine göre yeniden tasarlanarak enerji ve su verimliliği kapsamında analizler gerçekleştirilmiştir. Binanın sürdürülebilirlik kriterlerine göre tasarlanmasının sonucunda yıllık enerji tüketim değerlerinin düşmesi ile doğru orantılı olarak yıllık enerji maliyetlerinin de düştüğü gözlemlenmiştir. Ülkemiz genelinde kentsel dönüşüm projelerinin bütçeleri ve dönüşüm projeleri sonrasında yapıların ömrü göz önünde bulundurulduğunda sürdürülebilir bina tasarımının uzun vadede sağlayacağı maliyet tasarrufu göze çarpmaktadır. Ancak bu hususa bir de yatırımcı/müteahhit ve kullanıcılar açısından bakılmalıdır. Kullanıcılar açısından enerji tüketim değerleri ve maliyetlerinin düşmesi büyük bir kazanımdır. Ayrıca sürdürülebilir bina tasarımı ile yaşadıkları alanda zararlı kimyasallardan içeriklerden oluşan zemin ve duvar kaplamaları, iç mekan duvar boyaları gibi malzemeler kullanılmayacaktır. Bina kullanıcılarının yaşam konforlarını arttıracak güneş kırıcı sistemler, güneş enerjisinden maksimum seviyede faydalanacak şekilde tasarlanan camlar sistemde yer alacaktır. Bunlara ek olarak su tüketimlerini azaltacak verimli armatürler, gri su artıma sistemi, yağmur suyu depolama sistemi gibi üniteler kullanılması yine kullanıcı faydasına olan işlemlerdir. Yatırımcılar açısından olaya bakıldığından ise; sürdürülebilir bina tasarımının sağlayacağı ek maliyetleri göz ardı ederek kentsel dönüşüm projelerinde bu uygulamayı tercih etmeleri, belediyeler ve idarelerin yaptırımına bağlıdır. Bu yaptırımlar olmaksızın sürdürülebilir bina yapımını gerçekleştirilen firmalara bakıldığında, marka değerlerini ve projelerinin pazar payını arttırmak istemeleri sonucunda bu uygulamaya yöneldikleri gözlemlenmiştir.

Bu tez çalışmasında, kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilir bina tasarımı gerçekleştirecek firmaların daha önceki projelerindeki metre kare maliyet fiyatlarını göz önünde bulundurarak ne ölçüde bir maliyet artışı yaşayacaklarını görmeleri sağlanmıştır. Maliyet artışlarının, özellikle bina kabuğunda kullanılan yapı tekniğinde sürdürülebilirliğe uygun malzemeler kullanarak, standartlar gereğince projelerini gerçekleştirmekte olan firmaları çok fazla etkilemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Tez çalışması kapsamında elde edilen verilere göre; sürdürülebilir bina tasarımının getireceği maliyet artışı, bu binaların satış aşamasında pazar payını yüksek oranda arttıracağından dolayı kabul edilebilir seviyededir. Konvansiyonel bir binanın yatırım maliyeti ile satış maliyeti arasındaki farklar 2 katına gerçekleştirilirken, "sürdürülebilir bina", "yeşil bina" etiketleri sayesinde satış maliyetlerinin yatırım maliyetlerinde göre 3 veya 4 kat arttırılabileceği ön görülmüştür. Özellikle sosyo-ekonomik seviyenin yüksek olduğu kesimlerde konut satış fiyatlarının sürdürülebilirlik uygulamaları ile daha da artabileceği düşünülmektedir. Ancak; kentsel dönüşüm uygulamalarının ülkemizde genellikle gecekondu bölgelerinde, yıkılma riski yüksek

alanlarda gerçekleştirildiği ve binaların yapımından sonra bölgede yaşayacak halkın ekonomik ve kültürel yapısı göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir bina uygulamalarının yaşam standartları açısından bina kullanıcıları açısından fazla olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Örnek vermek gerekirse; kişisel aracı olmayan ve alacak yeterli maddi gücü bulunmayan bir vatandaşın oturacağı binaya elektrikli araç şarj istasyonu eklemenin getireceği maliyet gereksiz olacaktır. Bu nedenle kentsel dönüşüm uygulamalarında, bölgenin ve orada yaşayan halkın sosyal ve ekonomik durumları göz önünde bulundurularak bütünsel değil ancak alansal sürdürülebilirlik uygulamalarının gerçekleştirilmesi doğru olacaktır. Fotovoltaik panel, yağmur suyu toplama yöntemleri, aydınlatma ve su verimliliği adına gerçekleştirilecek uygulamalar hem sürdürülebilirlik adına gerçekleştirilen uygulamalar olup hem de vatandaşın yaşam maliyetlerini düşürmektedir. Bu gibi uygulamaların kentsel dönüşüm projelerinde gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak; tez çalışması kapsamında incelenen kentsel dönüşüm alanının bulunduğu il olan Antalya'nın konumu, iklimsel verileri, vb. özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, kentsel dönüşüm projelerinde sürdürülebilirlik kriterlerine uygun yapı uygulamalarının gerçekleştirilmesinin, elektrik, su gibi bina kullanıcılarının günlük yaşam giderlerinde en üst sırada yer alan ihtiyaçların maliyetlerinin düşürülebileceği gözlemlenmiştir. Özellikle Antalya'nın bol güneş ve yağmur almasının elektrik üretimi ve yağmur suyu toplama uygulamalarına olumlu yönde etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca bina kabuğunda gerçekleştirilecek yalıtımsal iyileştirme uygulamalarının bölgede çok sıcak geçen yaz aylarının etkisinin azaltılmasında fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Kentsel dönüşüm alanı içerisinde yer alan Kepez-Santral Bölgesi'nde projenin tamamlanmasından sonra yaşayacak halkın sosyo-ekonomik düzeyi de göz önünde bulundurularak Tasarım Bina 2 modelinin projede kullanılmasının sürdürülebilirlik ve maliyet ilişkisi açısından daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

7. KAYNAKLAR

Anonim1:http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimesec=192159 [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonim 2: http://www.mevzuat.gov.tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 3: https://yapiisleri.csb.gov.tr/ [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 4: www.altyapi.csb.gov.tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 5: http://www.beyoglubuyukdonusum.com [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonim 6: http://www.yenikepezsantral.com [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonim 7: www.antalyabel.tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 8: http://antalya.suryapi.com.tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 9: www.googlemaps.com [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 10: https://home.kpmg.com/tr/tr/home/gorusler/2018/01/sektorel-bakis-2018-insaat.html [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 11: http://www.armroofgreen.com/tr/ [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 12: https://www.izoplas.com/ [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 13: http://www.knauf.com.tr/tr/ [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 14: https://www.tr.weber [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 15: http://www.kale.com.tr/tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 16: www.kaindl.com.tr [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonim 17: http://www.betek.com.tr/ [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonim 18: www.gersan.com.tr [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonim 18: www.metrotedarik.com [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonymous 1: IEA, 2018. Global Energy&CO_2 Status Report. https://www.iea.org/geco/ [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonymous 2: IEA World Energy Outlook 2017. https://www.iea.org/weo2017/ [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonymous 3: www.worldwatch.org [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Anonymous4: IEA World Energy Outlook 2011. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2011_WEB.pdf [Son erişim tarihi: 27.12.2018]

Anonymous 5: https://new.usgbc.org/leed [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Aelenei, L., et. al. 2015. Smart city: a systematic approach towards a sustainable urban transformation. *Energy Procedia*, 91: 970-979.

Alshamrani, O. 2016. Construction cost prediction model for conventional and sustainable college buildings in North America. *Journal of Taibah University for Science*, 11, 315-323.

Armatlı Köroğlu, B. ve Yalçıner Ercoşkun, Ö. 2006. Urban transformation: a case study on 7 Cukurambar, Ankara. *Gazi University Journal of Science*, 19(3), 173-183.

Ashrae 2016. https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook/description-2016-ashrae-handbook-hvac-systems-and-equipment [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Aste, N., Adhikari, S., Del Pero, C., Leonforte, F. and Timis, I. 2017. Sustainable building design in Kenya. Energy Procedia, 105: 2803-2810.

Awadh, O. 2017. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREAM, GSAS and Estidama critical analysis. *Journal of Building Engineering*, 11: 25-29.

Bal, S. 2017. Türkiye'de soylulaştırma: Ankara Dikmen Vadisi örneği, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 137 s.

Boyraz, Z. ve Hoş, B.Y. 2014. Türkiye'de kentsel dönüşüm uygulamaları. *Journal of World of Turks*, 6(3): 45-63.

Clark, C., Adriaens, P. and Talbot, F. B. 2008. Green roof valuation: a probabilistic economic analysis of environmental benefits. *Environmental Science and Technology*, 42: 2155-2161.

Coimbra, J. and Almeida, M. 2013. Challenges and benefits of buildings sustainable cooperative housing. Building and Environment. 62: 9-17.

Demirkol, S. ve Bereket Baş, Z. 2013. Kentsel dönüşümün, 6306 sayılı yasa kapsamında hak ve özgürlükler açısından ele alınması. *TBB Dergisi*, 108: 23-70.

Demirsoy, M.S. 2006. Kentsel Dönüşüm Projelerinin Kent Kimliği Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 171 s.

Dabaieh, M. and Johansson, E. 2018. Building performance and post occupancy evaluation for an off-grid low carbon and solar PV plus-energy powered

building. A case from the Western Desert in Egypt. *Journal of Building Engineering*, 18: 418-428.

Dwaikat, L.N. and Ali, K.N. 2018. The economic benefits of a green building-evidence from Malaysia. *Journal of Building Engineering*, 18: 448-453.

Ercoşkun, C. ve Ercoşkun, Ö. 2005. İstanbul Kent Merkezinin Dönüşümü ve Finans Merkezlerindeki Ofis Alanlarının Gelişimi: Maslak-Büyükdere Aksı, BRC Basım ve Matbaacılık, Ankara, 651-661.

Fowler, K.M. and Rauch, E.M. 2006. Sustainable building rating systems summary. Pacific Northwest National Laboratory, United States.

Gangolells, M., Casals, M., Forcada, N., macarulla, M., cuerva, E. 2016. Energy mapping of existing building stock in Spain. *Journal of Clean Production,* 112, 3895-3904.

Genç, F. 2008. Türkiye'de kentsel dönüşüm: mevzuat ve uygulamaların genel görünümü. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15(1): 115-130.

Güneş Başdil, S. 2017. Türkiye'deki LEED ve BREAM yeşil bina sertifikasına sahip binaların analizi. Yüksek Lisans tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul, 101 s.

Gürgün, A. 2017. Türkiye'deki LEED NC 2009 sertifikalı binaların enerji ve atmosfer kredilerinin değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 20(2): 383-392.

Hoşkara, E. ve Sey, Y. 2008. Ülkesel koşullar bağlamında sürdürülebilir yapım. *Mimarlık, Planlama, Tasarım, İTÜ Dergisi*, 7(1): 50-61.

Kaplow, S. 2010. Green Building Costs Less than Conventional Buildings. http://www.stuartkaplow.com/lobrary3.cfm?article_id=173 [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Kats, G., et. al. 2003. The costs and financial benefits of green buildings. A Report to California's Sustainable Building Task Force.

Kazaz, A., Ulubeyli, S. and Avcioglu Tuncbilekli, N. 2012. Causes of delays in contructipn Project in Turkey. *Journal of Civil Engineering and Management*. 18(3): 426-435.

Köktürk, E. ve Köktürk, E. 2009. Türkiye'de Kentsel Dönüşüm ve Almanya Deneyimi.

Korjenic, A., Klarıc, S., Hadzic, A. and Korjenic, S. 2015. Sheep wool as a construction material for energy efficiency improvement. and straw. *Energies,* 8(6): 5765-5781.

Krasny, E., Klarıc, S. and Korjenıc, A. 2017. Analysis and comparison of environmental impacts and cost of bio-based house versus concrete house. *Journal of Cleaner Production*, 161: 968-976.

Leung, B. 2018. Greening existing buildings (GEB) strategies. *Energy Reports*, 4(1): 159-206.

Mao, C., Xıe, F., Lei, H., Wu, P., Wang, J. and Wang, X. 2016. Cost analysis for sustainable off-site construction based on a multiple-case study in China. *Journal of Habitat,* 57: 215-222.

Moschetti, R., Mazarella, L. and Nord, N. 2015. An overall methodology to define reference values for building sustainability parameters. *Energy and Buildings*, 88: 413-427.

McCormick, K., Anderberg, S., Coenen, L. and Neij, L. 2013. Advancing sustainable urban transformation. *Journal of Cleaner Production*, 50: 1-11.

Nazi, W., Wang, Y. and Roskillt, T. 2015. Methodologies to reduce cooling load using heat balance analysis: a case study in an office building in tropical country. *Energy Procedia*, 75: 1269-1274.

Northbridge Environmental Management Consultants, 2003. Analyzing the cost of obtaining Leed certification. https://greenbuildingsolutions.org/wp-content/uploads/2016/05/LEED-Cost-Analysis-Report.pdf [Son erişim tarihi: 20.03.2018]

Onaygil, S. and Guler, O. 2003. Determination of the energy saving by daylight responsive lighting control systems with an example from Istanbul. *Building and Environment*, 38: 973-977.

Oyebanji, A., Liyanage, C. and Akintoye, A. 2017. Critical success factors (CSFs) for achieving sustainable social housing (SSH). *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1): 216-227.

Ökmen, M. 2003. Kent, Çevre ve Globalleşme, Alfa Yayını: İstanbul.

Ökmen, M. ve Yurtsever, H. 2010. Kentsel planlama sürecinde oluşan kamusal rantın vergilendirilmesi. *Maliye Dergisi*, 118: 58-74.

Özden, P. 2000. kentsel yenileme uygulamalarında yerel yönetimlerin rolü üzerine düşünceler ve İstanbul örneği. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 23(24): 255–269.

Özkul, Y. 2013. Kentsel dönüşüm sürecinde kentsel tasarımın önemi ve ülkemizde uygulama örnekleri. Seminer, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, 44 s.

Öztürk, İ. ve T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2010. Atık sektörü mevcut durum değerlendirmesi raporu. http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Atik_Sektoru_Mevcut_Durum_Degerlendirmesi_Raporu.pdf [Son erişim tarihi: 01.01.2019]

Palaoğlu, Z. 2017. Yeşil bina uygulamasının proje bütçesine etkisi. Yüksek lisans tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 255 s.

Raut, A. N. And Gomez, C. P. 2018. Assessment of thermal and energy performance of thermally efficient sustainable wall system for Malaysian low cost housing. *Applied Thermal Engineering*, 136: 309-318.

Raworth, K. et al. 2012. A just and safe operating space for humanity. *Nature,* 461: 472-475.

Sümer, E. 2013. Yeşil bina proje yönetim süreçleri ve Türkiye'de LEED ve BREEAM uygulamalarında proje yönetim süreçlerine ilişkin örnek bir çalışma. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 127 s.

Syphers. et. al. 2003. Managing the cost of green buildings. Report, California.

Tian, Z., Lei, Y. and Gu, X. 2017. Building energy impacts of simple green roofs in the hot summer and cold winter climate zone: Suzhou as a study case. *Procedia Engineering*, 205: 2918-2924.

Ulubeyli, S., Arslan, V. and Kazaz, A. 2017. Comparative Life cycle costing analysis of green roofs: the regional aspect. Periodicals of Engineering and Natural Science, 5(2): 136-144.

Yorgancıoğlu, P. 2004. Sürdürülebilir yapım kavramının uygulamaya aktarılmasındaki araç, yöntem ve yaklaşımlara ilişkin bir değerlendirme. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 116 s.

Yıldırım, Ş. U. 2014. Mevcut yeşil bina teşvik modellerinin Türkiye emlak piyasasında uygulanabilirliği. Yüksek lisans tezi, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, 88 s.

Yiğitcanlar, T. 2001. Kentsel Yenileme Olgusu ve Gelişim Süreci, *Planlama*, 4: 55-58.

Yu, X. and Su, Y. 2015. Daylight availability assessment and its potential energy saving estimation-a literatüre review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52: 494-503

Syphers, G., Baum, M., Bouton, D. and Sullens, W. 2003. Managing the cost of green buildings.http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/Design/ManagingCost.pdf [Son erişim tarihi: 20.03.2018].

Şişman, A. ve Kibaroğlu, D. 2009. Dünyada ve Türkiye'de kentsel dönüşüm uygulamaları. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs, Ankara

Utkutuğ, G. 2011. Sürdürülebilir bir geleceğe doğru mimarlık ve yüksek performanslı yeşil bina örnekleri. X. Ulusal Tesisat Kongresi, ss.1517-1538, 13-16 Nisan, İzmir.

Uğur, L.O. ve Leblebici, N. 2018. An examination of the LEED green building certification system in terms of construction costs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(1): 1476-1483.

WCED (World Commission on Environment and Development) 1987. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford.

Zhang, X. et. al. 2018. Sustainable urban transformations towards smarter, healthier cities: Theories, agendas and pathways. *Journal of Cleaner Production*, 173: 1-10.

ÖZGEÇMİŞ



ŞEYDA ADIGÜZEL ISTIL

adiguzel.seyda@gmail.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2012-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya
Yüksek Lisans 2008-2011	Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta
Lisans 2004-2008	Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Tübitak Araştırma Projesi Bursiyeri 2018-Devam Ediyor	Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya
Kontrol Mühendisi Yrd. 2012-2014	Alter Uluslararası Müşavirlik Antalya
Proje Mühendisi 2011-2012	Ado-Portisan Hazır Yapı Sistemleri Antalya
Tübitak Araştırma Projesi Bursiyeri 2010	Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta

ESERLER

SCI, SSCI ve AHCI tarafından taranan dergilerde yayımlanan makale

1- A.H. Sofiyev, A.N. Alizada, Ö. Akın, A. Valiyev, M. Avcar, S. Adiguzel, On the stability of FGM shells subjected to combined load with different edge conditions and resting on elastic foundations., Acta Mechanica, 223, pp.189-204, 2012.

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Sofiyev A.H., Adiguzel S., Torsional Stability of Cylindrical Shells with Functionally Graded Middle Layer on the Winkler Elastic Foundation, Journal of Solid Mechanics, 3(3), pp.218-227, 2011.
2- Sofiyev A.H., Avcar M., Ozyigit P., Adiguzel S., The free vibration of non-homogeneous truncated conical shells on a Winkler foundation, International Journal of Engineering and Applied Sciences (IJEAS), 1(1), 34-41, 2009.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Kazaz A., Adiguzel Istil S., "Investigation of the relationship between sunshine duration times and daylight analysis in green buildings", International Civil Engineering and Architecture Conference (ICEARC'19), Trabzon, Turkey, 17-20 April 2019.

2- Kazaz A., Adiguzel Istil S., Acikara T., "Investigation of The Sunshine Duration Effects on The LEED BD+C Certificated Projects in Turkey in Terms of Electricity Consumption and Production", 5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC2018), Girne, Northern Cyrpus, 16-18 November 2018, pp. 1363-1370

3- Kazaz A., Acikara T., Adigüzel Istil S., Evaluation of Factors Related to On-Site Material Management Practices on Labour Productivity", 5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC2018), Kyrenia, Northern Cyrpus, 16-18 November 2018, pp.1248-1256

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Avey A., Avcar M., Özyiğit P., Adıgüzel Ş., Elastik zemin üzerinde bulunan fonksiyonel değişimli tabaka içeren katmanlı silindirik kabukların uniform yanal basınç yükü etkisi altında burkulması, XVI. Ulusal Mekanik Kongre, 22-26 Haziran, 2009, KAYSERİ, p. 259-267.

Ödül

1- En İyi Bildiri Ödülü. Kazaz A., Adiguzel Istil S., Acikara T., "Investigation of The Sunshine Duration Effects on The LEED BD+C Certificated Projects in Turkey in Terms of Electricity Consumption and Production", 5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC2018), Kyrenia, Northern Cyprus, 16-18 November 2018, pp. 1363-1370